VERORDNUNG DES BAV ÜBER DIE AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUR EISENBAHNVERORDNUNG

(A B - E B V)

Stand am 1. Juli 2024

DAS BUNDESAMT FÜR VERKEHR

gestützt auf

Art. 81 der Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1]

v e r o r d n e t:

[1] SR **742.141.1**

Herausgeber: Bundesamt für Verkehr (BAV), 3003 Bern

Vertrieb durch: Bundesamt für Bauten und Logistik (BBL), 3003 Bern (Art.-Nr.: 802.650d)

Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung

(AB-EBV)

	EBV-ARTIKEL	REGISTER-NR
ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN	1–15	**1**
BAUTEN UND ANLAGEN	16–36	**2**
	37–41	**3**
	42–46	**4**
FAHRZEUGE	47–58	**5**
BAHNBETRIEB	71–80	**6**
SCHLUSSBESTIMMUNGEN	81–84	**7**
ANHÄNGE		**8**
NACHFÜHRUNG / ÄNDERUNGSVERZEICHNIS		**9**

AB 1.3

1 Anwendung der Eisenbahnverordnung:

1.1 Die Verordnung und ihre Ausführungsbestimmungen gelten bei sämtlichen Eisenbahnen, die der schweizerischen Eisenbahngesetzgebung unterstellt sind.

2 Sofern unterschiedliche Bestimmungen für die verschiedenen Spurweiten notwendig sind gilt Folgendes:

Zu Art.	Blatt-Nr. N	ist gültig für Normalspur 1435 mm
Zu Art	Blatt-Nr. M	ist gültig für Meterspur 1000 mm
Zu Art.	Blatt-Nr. S	ist gültig für Spezialspur

2.1 Sofern keine Bestimmungen für Spezialspuren vorhanden sind, sind die für die Meterspur geltenden Bestimmungen sinngemäss und unter Berücksichtigung der betreffenden Spurweite abzuleiten.

3 Für die betriebliche Umsetzung sind die Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV)[1] gemeinsam mit den vorliegenden Bestimmungen massgebend.

[1] SR **742.173.001**

AB 2.1bis

1 Cybersicherheit (Cybersecurity)

1.1 Anlagen, Systeme und Fahrzeuge, die Systeme der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) verwenden oder enthalten, müssen soweit verhältnismässig gegen missbräuchliche Eingriffe geschützt werden (Cybersicherheit). Basierend auf einer Risikoanalyse sind entsprechende Schutzkonzepte zu erstellen, umzusetzen, laufend zu überprüfen und zu aktualisieren.

1.2 Die Gewährleistung hinreichender Massnahmen zur Beherrschung des Risikos von missbräuchlichen Eingriffen in IKT-Systeme hat im Rahmen eines Managementsystems für Informationssicherheit (ISMS) zu erfolgen. Schnittstellen zu anderen Managementsystemen, insbesondere zum Sicherheitsmanagementsystem (SMS), sind zu etablieren.

Betreffend Mindestanforderungen wird auf die Richtlinie Cybersicherheit Eisenbahn (RL CySec-Rail) des BAV verwiesen.

AB 2.2

1 Verweise in diesen Ausführungsbestimmungen auf andere Regelungen, insbesondere auf Normen, Branchenregelungen oder Merkblätter werden in Anhang Nr. 3 konkretisiert.

1.1 Die Verweise gemäss Ziffer 1 stehen unter dem Vorbehalt von Artikel 2 Absätze 2 bis 4 der Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV), wonach die anerkannten Regeln der Technik oder darüber hinaus der Stand der Technik anwendbar sind, wenn Regelungen ungeeignet sind, die Vorschriften der Eisenbahngesetzgebung zu konkretisieren.

[1] SR **742.141.1**

AB 2.3

1 Bei der Ermittlung der anerkannten Regeln der Technik sind insbesondere die nachstehend aufgeführten Regelungen zu konsultieren:

a. Europäische technische Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) gemäss Anhang Nr. 6;

b. Normen bezüglich Eisenbahnanwendungen des CEN;

c. Normen bezüglich Eisenbahnanwendungen des CENELEC;

d. Normen des ETSI (European Telecommunications Standards Institute);

e. Regelwerk Technik Eisenbahn (RTE);

f. Richtlinien der Eidg. Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS);

g. UIC-Merkblätter;

h. Übereinkommen für die gegenseitige Benutzung der Personen- und Gepäckwagen im internationalen Verkehr (RIC);

i. Übereinkommen für die gegenseitige Benutzung der Güterwagen im internationalen Verkehr (RIV);

j. Empfehlungen der ITU (International Telecommunication Union) für die Übertragungstechnik (ITU-T, analog und digital);

k. SN 521 500 / SIA 500 'Hindernisfreie Bauten[2].

2 Die Eisenbahnunternehmen erlassen die erforderlichen Regelungen zur Umsetzung der sicherheitsrelevanten Vorgaben der EBV. Dabei sind die jeweilige Unternehmensstruktur und die vorherrschenden Merkmale des Netzes zu berücksichtigen. Sie sorgen dafür, dass diese Regelungen dem Bundesamt für Verkehr (BAV) als Grundlage für dessen Aufsichtstätigkeit zur Verfügung stehen.

Die Eisenbahnunternehmen haben die Konformität dieser Regelungen mit den übergeordneten Vorschriften sicherzustellen. Abweichungen von diesen sind dem BAV begründet zur Genehmigung zu beantragen.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 2.4

1 Wo im konkreten Anwendungsfall, insbesondere bei Neuentwicklungen, Vorschriften oder Normen fehlen oder bestehende Normen oder andere Regelungen zu unbefriedigenden Ergebnissen bezüglich der Sicherheit der Eisenbahn führen oder führen könnten, ist auf jenes Wissen abzustellen, das die physikalischen Gesetze und die Resultate von Versuchen bzw. Messungen sowie die praktischen Betriebs- bzw. Einsatz-Erfahrungen vereint.

Die Konsequenzen der Anwendung dieses Wissens müssen dabei mit einer dem Fachbereich entsprechenden Zuverlässigkeit prognostizierbar sein.

2 Im Geltungsbereich der Störfallverordnung vom 27. Februar 1991[3] (StFV) kann das BAV mit Massnahmenlisten den Stand der Sicherheitstechnik gemäss deren Art. 3 und zusätzliche Massnahmen gemäss Art. 8 festlegen

[3] SR **814.012**

AB 3.2

1 Die Bedürfnisse behinderter und altersbedingt eingeschränkter Menschen werden durch das Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG)[1], die Verordnung über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VböV)[2] sowie die Verordnung des UVEK über die technischen Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VAböV)[3] konkretisiert.

1.1 Die den Eisenbahn- und Strassenbahnverkehr betreffenden spezifischen Ausführungsbestimmungen sind in die vorliegenden AB-EBV integriert (Art. 2, 4, 21, 34, 51, 53).

[1] SR **151.3**
[2] SR **151.34**
[3] SR **151.342**

AB 4

1 Soweit die Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV) und diese Ausführungsbestimmungen nichts anderes bestimmen, sind anwendbar:

a. Schwachstromverordnung vom 30. März 1994[2];
b. Starkstromverordnung vom 30. März 1994[3];
c. Verordnung vom 25. November 2015[4] über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV);
d. Niederspannungs-Installationsverordnung vom 7. November 2001[5] (NIV);
e. Leitungsverordnung vom 30. März 1994[6] (LeV);
f. Verordnung vom 25. November 2015[7] über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV);
g. Verordnung vom 7. August 1974[8] über die Kontrolle der Kessel von Dampflokomotiven konzessionierter Bahnunternehmen sowie die einschlägige Richtlinie des Kesselinspektorates[9]

1.1 Bei der Anwendung dieser Verordnungen ist den besonderen Verhältnissen der Eisenbahnen Rechnung zu tragen.

2 Ergänzend zur EBV und zu diesen Ausführungsbestimmungen sind anwendbar:

a. Schweizerische Eisenbahnen, Schweizerische Fahrdienstvorschriften (FDV)[10];
b. Verordnung des UVEK vom 31. Oktober 2012[11] über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahnen und mit Seilbahnen (RSD).

3 Für das Anbieten und Bereitstellen auf dem Markt sowie die Inbetriebnahme und das Betreiben von Fernmeldeanlagen gelten das Fernmeldegesetz vom 30. April 1997[12] (FMG) und dessen Ausführungsbestimmungen.

4 Die EBV und diese Ausführungsbestimmungen regeln die fernmeldetechnische Übertragung von Informationen, einschliesslich der Übertragung von Radio- und Fernsehprogrammen, soweit das Bundesgesetz vom 24. März 2006[13] über Radio und Fernsehen (RTVG) und dessen Ausführungsbestimmungen nichts anderes bestimmen.

---

[1] SR **724.141.1**
[2] SR **734.1**
[3] SR **734.2**
[4] SR **734.26**
[5] SR **734.27**
[6] SR **734.31**
[7] SR **734.5**
[8] SR **742.143.6**
[9] TR **716**
[10] SR **742.173.001**
[11] SR **742.412**
[12] SR **784.10**
[13] SR **784.40**

(AB 4)

5 Lärmgrenzwerte für Fahrzeuge

Für Normalspurfahrzeuge des grenzüberschreitenden Verkehrs, die in der Schweiz zugelassen werden, gelten die Vorgaben der TSI zum Teilsystem «Fahrzeuge – Lärm» des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems.

5.1 Für Fahrzeuge der Meterspur und Spezialspuren sowie nicht-interoperable Normalspurfahrzeuge gelten folgende Grenzwerte ($L_{pAeq, T}$, gemessen nach ISO 3095):

a. Lokomotiven	83 dB(A)
b. Triebwagen, Triebzüge	82 dB(A)
c. Strassenbahnen	74 dB(A)
d. Reisezugwagen	80 dB(A)
e. Güterwagen	83 dB(A)

5.1.1 In begründeten Fällen können im Pflichtenheft abweichende Werte festgehalten werden.

5.1.2 Die Emissionsgrenzwerte gelten für eine konstante Fahrgeschwindigkeit v_0 von 80 km/h, bei Strassenbahnen für eine Geschwindigkeit von 40 km/h.

5.2 Die Messungen haben bei konstanter Geschwindigkeit (± 5 %) bei 80 km/h und der maximal vorgesehenen Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu erfolgen, bei Strassenbahnen bei 40 km/h.
Die Messwerte bei abweichenden Fahrgeschwindigkeiten v sind auf die Normgeschwindigkeit v_0 durch Addition des Wertes $Z = 30 \times \log (v\ [km/h] / v_0\ [km/h])$ umzurechnen.
Unter Umständen ist die Wahl eines geringeren Korrekturfaktors angebracht; der Faktor 30 entstammt Überlegungen für den Geschwindigkeitsbereich zwischen 60 und 250 km/h bei Normalspurfahrzeugen des interoperablen Verkehrs.

5.3 Bei Bahnen mit gemischtem Zahnrad- und Adhäsionsbetrieb ist der Nachweis bei Adhäsionsbetrieb zu führen

5.4 Spezialfahrzeuge und reine Zahnradbahnen sind ausgenommen. Die Emissionen müssen jedoch soweit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.

5.5 Für Fahrzeuge bzw. Fahrzeugserien, deren Konstruktion in schalltechnischer Hinsicht identisch ist mit Fahrzeugen, die im Sinne dieser Bestimmungen bereits überprüft wurden, sind keine Nachweise erforderlich. Die Anordnung einer Nachprüfung bleibt vorbehalten.

(AB 4)

6 Die Abgasemissionen thermischer Triebfahrzeuge sind nach Zusammensetzung und Menge für die absehbare Lebensdauer des Fahrzeuges auf die Werte in der Verordnung (EU) 2016/1628 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. September 2016 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 1024/2012 und (EU) Nr. 167/2013 und zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 97/68/EG, ABl. L 252 vom 16.9.2016, S. 53 zu begrenzen.

Dies gilt auch für bestehende Fahrzeuge, deren Motoren im Rahmen von Modernisierung oder Umbauten ausgewechselt werden.

6.1 Selbstzündermotoren, die nicht mehr als 50 Betriebsstunden im Jahr betrieben werden, sind ausgenommen.

AB 5c.1 (ersetzt durch AB 2.1^{bis})

AB 5l.3

1 Ein Vorhaben mit hoher Sicherheitsrelevanz liegt vor, wenn bei Bauten, technischen Systemen, Anlagen, Fahrzeugen, Prozessen oder bei deren Teilen aufgrund von Fehlfunktionen, Ausfällen oder Versagen realistischerweise unmittelbar mit einem Ereignis mit mehr als einem Todesopfer gerechnet werden muss.

2 Auf eine Prüfung durch einen Sachverständigen kann insbesondere in folgenden Fällen verzichtet werden:

a. Für Teile, deren Sicherheit bereits im Rahmen eines Typenzulassungsverfahrens nachgewiesen wurde, sofern diese im konkreten Fall konform zur Typenzulassung eingesetzt werden. Dies entbindet nicht von allfällig erforderlichen Sachverständigenprüfberichten zu Schnittstellen und Einsatzbedingungen.

b. Wenn nachvollziehbar begründet wird, dass eine Sachverständigenprüfung nicht dazu beitragen kann, Fehler mit Auswirkungen auf die Sicherheit zu reduzieren.

3 Von der Ziff. 2 nicht berührt bleibt die Überprüfung des Vorhabens durch den Gesuchsteller nach den fachspezifischen Vorgaben (z. B.: Validierung, etc.).

AB 6.1

1 Das Plangenehmigungsverfahren für Bauten und Anlagen ist in der Verordnung vom 2. Februar 2000[1] über das Plangenehmigungsverfahren für Eisenbahnanlagen (VPVE) geregelt.

1.1 Die Anforderungen an die Planvorlagen sind in der entsprechenden Richtlinie des Bundesamts für Verkehr vom 1. Juli 2013 geregelt.

2 Für Vorlagen über die dem Bahnbetrieb dienenden elektrischen Starkstromanlagen gilt subsidiär auch die Verordnung vom 2. Februar 2000[2] über das Plangenehmigungsverfahren für elektrische Anlagen (VPeA).

[1] SR **742.142.1**
[2] SR **734.25**

AB 8.3

1 Die Grundsätze und erforderlichen Dokumente für den Sicherheitsnachweis für Fahrzeuge sind in AB-EBV, Anhang Nr. 5 festgelegt.

AB 8a.4 (ersetzt durch AB 5l.3)

AB 10.1

1 Die dauerhafte Erhaltung des sicheren Betriebszustandes mit einer entsprechend der Anlagenart und den vorliegenden Verhältnissen angepassten Zustandsüberwachung muss auf allen Stufen durch Fachleute gewährleistet sein.

2 Sicherheitsrelevante Änderung:

2.1 Das Eisenbahnunternehmen und der Betriebsinhaber einer elektrischen Anlage im Sinne von Art. 42 ff. der Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV) müssen eine sicherheitsrelevante Änderung einer Baute, Anlage oder eines Fahrzeuges erwarten, wenn eine Massnahme:

a. zur für die Sicherheit bedeutsamen Änderung von Funktionen oder Funktionsweisen führen kann, die durch die bestehende Plangenehmigung oder Betriebsbewilligung oder durch die ihnen zugrunde liegenden Vorschriften bestimmt sind; oder

b. insbesondere dazu führen kann, dass die geänderten Bauelemente, System- oder Anlageteile gegenüber den bestehenden Bauelementen, System- oder Anlageteilen in Bezug auf die sicherheitsrelevanten Eigenschaften bedeutsam abweichen.

2.1.1 Änderung bzw. Modifikation in diesem Zusammenhang:

Kombination aller technischen, betrieblichen und administrativen Massnahmen sowie Massnahmen des Managements zur Änderung der Funktion oder Funktionsweise einer Einheit. Entspricht den SIA-Begriffen: Veränderung = Anpassung + Umbau + Erweiterung. Vorbehalten bleibt eine spezifische Bedeutung im Zusammenhang mit Software.

[1] SR **742.141.1**

AB 11

1 Bei der Festlegung der Betriebsorganisation und des Personalbestandes ist für sicherheitsrelevante Aufgaben insbesondere die gesamthafte Arbeitslast einzelner Personen und das Ausmass von zu verarbeitenden Änderungen zu beurteilen. Dabei sind nebst der Organisation und Quantität der Arbeit auch menschliche Faktoren, namentlich die Stärken und Schwächen bzw. die Grenzen menschlichen Handelns und die Einflüsse der Arbeitsumgebung auf die Leistungsfähigkeit zu berücksichtigen. Dies sind Aspekte wie Komplexität, Zeitdruck, Praktikabilität.
Vor Einführung neuer technischer Einrichtungen sind dieselben Aspekte wie bei der Festlegung der Betriebsorganisation zu berücksichtigen.

AB 11a.1

1 Die Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV) gelten gesamtschweizerisch und sind für alle Eisenbahnunternehmen verbindlich, die der schweizerischen Eisenbahngesetzgebung unterstellt sind. Die FDV regeln die übergeordneten operativen Betriebsprozesse.
Das BAV kann den Geltungsbereich auf weitere Unternehmen ausdehnen oder Ausnahmen gewähren.

1.1 Bei der Weiterentwicklung der FDV sind für die Anwendung von Betriebsprozessen auf dem interoperablen Hauptnetz (gemäss Anhang 6 EBV) die Anforderungen der TSI Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung (gemäss Anhang Nr. 6) zu berücksichtigen.

2 Das BAV regelt das Vorgehen für den Erlass der FDV mittels einer Richtlinie.

AB 12.1

1 Betriebsvorschriften sind schriftliche Regelungen, die von Eisenbahnunternehmen für den Betrieb und die Instandhaltung in ihrem Verantwortungsbereich erlassen werden und solche, die Anweisungen über die Arbeit des Personals in Betriebsprozessen enthalten. Diese Regelungen sollen sowohl im Normalfall wie auch bei Störung eine zuverlässige Abwicklung des Betriebes sicherstellen, indem sie als Grundlage für die Steuerung, Instandhaltung und Überwachung von für den Betrieb relevanten Anlagen, Fahrzeugen und Prozessen dienen.
Zu diesen Dokumenten gehören namentlich sämtliche fahrdienstlichen, organisatorischen und technischen Vorschriften, die in Form von Reglementen, Handbüchern, Zirkularen, Weisungen, Dienstvorschriften (z. B. Fahrleitungsschemas, Signalpläne, Unterhaltsanleitungen), Anweisungen (z. B. Business-Continuity-Management (BCM), Eingriffsmanagement, Störungsmanagement) usw. herausgegeben werden.

2 Die Betriebsvorschriften müssen:

a. nachvollziehbar darlegen, wie die Sicherheit der Anlage, des Fahrzeuges und derer Komponenten während der vorgesehenen Betriebsdauer gewährleistet wird;
b. für die verschiedenen Komponenten der Anlage bzw. des Fahrzeuges die erforderlichen Massnahmen und deren Periodizität festlegen;
c. die Funktion der Anlage, des Fahrzeuges und derer Komponenten beschreiben;
d. eine Anleitung zur fachgerechten Bedienung und Instandhaltung der Anlage bzw. des Fahrzeuges mit Arbeitsabläufen und –anweisungen enthalten;
e. die operativen Betriebsprozesse nachvollziehbar regeln;
f. die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen operativen Betriebsprozessen und Anlagen bzw. Fahrzeugen (inkl. derer Funktionalitäten) berücksichtigen;
g. adressatengerecht formuliert sein sowie in zweckmässiger Weise und in den erforderlichen Sprachen zur Verfügung gestellt werden;
h. für die verschiedenen Aufzeichnungen (Nachweise) die Aufbewahrungsfrist festlegen.

AB 12.2

1 Betriebsvorschriften, welche einen Zulassungsgegenstand betreffen, der einem Verfahren (z. B. Plangenehmigung, Typenzulassung) unterliegt, sind dem BAV im Rahmen dieses Verfahrens vorzulegen. Die entsprechenden Anforderungen an die Vorlage dieser Betriebsvorschriften sind in den spezifischen Vorgaben zu diesen Verfahren geregelt (z. B. Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren VPVE[1]).

2 Betriebsvorschriften im Kontext mit den FDV, welche einen Sachverhalt regeln, der keinem Verfahren unterliegt, sind dem BAV fristgerecht zur Verfügung zu stellen bzw. zur Genehmigung zu beantragen.

2. 1 Betriebsvorschriften, die von den FDV abweichen, sind mindestens drei Monate vor der beabsichtigten Inkraftsetzung dem BAV zur Genehmigung zu beantragen. Von der Vorlage vor der Inkraftsetzung ausgenommen sind dringliche befristete Sofortmassnahmen, um den sicheren Betrieb zu gewährleisten. Das BAV ist jedoch unverzüglich zu verständigen, um das weitere Vorgehen gemeinsam abzusprechen. Die Anforderungen an den Antrag um Abweichung richten sich nach Art. 5 Abs. 2 EBV.

2.1.1 Betriebsvorschriften mit operativ betrieblichem Charakter, z. B. Streckensperrungen, Extrazugsfahrordnungen, Bau- und Fahrplanmitteilungen dürfen kurzfristige, z. B. für die Bauphase oder Probezüge notwendige Abweichungen von den FDV enthalten. Die Bahnen regeln die bahninternen Genehmigungsprozesse. Die Abweichungen von den FDV dürfen gesamthaft eine Geltungsdauer von zwei Monaten nicht überschreiten. Dauernde Abweichungen und unbefristete Anordnungen sind gemäss vorstehender Ziffer 2.1 zu behandeln.

2. 2 Betriebsvorschriften, welche ausschliesslich konforme Regelungen zu den hoheitlichen Vorgaben enthalten, müssen dem BAV in der Regel drei Monate jedoch spätestens zwei Wochen vor dem Inkrafttreten aktiv zur Verfügung gestellt werden. Dies sind z. B. Ausführungsbestimmungen/Präzisierungen zu den FDV, zusammengefasste lokale Bestimmungen, Betriebsführungsvorschriften, Streckentabellen (RADN).
Das BAV kann weitere BV mittels Richtlinie bezeichnen.

2.2.1 Betriebsvorschriften, welche nur in spezifischen Einzelfällen (z. B. Checklisten im Fahrdienst) oder für einzelne Situationen angewendet werden sind nur auf Verlangen des BAV zuzustellen.

2. 3 Im grenzüberschreitenden Verkehr auf interoperablen Strecken haben Betriebsvorschriften, die sich an den Lokführer richten, zusätzlich die Anforderung der TSI OPE gemäss Anhang Nr. 6 zu erfüllen.

[1] SR **742.142.1**

AB 13.1

ALLGEMEIN

1 Das Eisenbahnunternehmen hat im Rahmen ihres Sicherheitsmanagementsystems ein aktuelles Sicherheitskonzept für ihre Organisation zu erstellen und umzusetzen. Es ist dem Bundesamt für Verkehr (BAV) auf verlangen vorzuweisen.

2 Das Eisenbahnunternehmen und der Betriebsinhaber (Art. 42 EBV) führt Aufzeichnungen (Nachweise) über:

a. die Ergebnisse der durchgeführten Zustandsüberwachung, sowie der durchgeführten, einfachen Instandhaltungsarbeiten (Instandhaltungsdokumentation)

b. anderweitig festgestellte Mängel und Störungen, besondere Vorkommnisse sowie die getroffenen Massnahmen.

AB 13.3

FAHRZEUGE

1 Der Planung der Fahrzeug-Instandhaltung können die nachfolgenden Richtlinien zu Grunde gelegt werden. Sie setzen voraus, dass auftretende Mängel jeweils umgehend nach ihrer Feststellung behoben und die Fahrzeuge auch während des Einsatzes gewartet werden (z. B. durch Triebfahrzeugführer, Zugvorbereiter, Zugpersonal). Bei Zahnradfahrzeugen sind die Kontrollen und Zeitintervalle nach Ziff. 5, 5.1, 5.1.1 - 5.1.4 zwingend anzuwenden. Andere Kontrollen und Zeitintervalle können auf Gesuch hin durch das Bundesamt bewilligt werden.

2 Arten der Kontrollen und Revisionen:

Kontrolle = Untersuchung (visuell, funktionell usw.) der in Betracht kommenden Teile;

Revision = Aufarbeitung, für die gegebenenfalls eine Demontage der in Betracht kommenden Teile nötig ist.

2.1 K1 bis K4 Kontrollen zur Gewährleistung der Sicherheit;

2.2 R0, R1 Revisionen zur Gewährleistung der Sicherheit;

2.3 R2 Revision zur Erhaltung der Betriebstüchtigkeit;

2.4 R3 Revision zur Teilerneuerung des Fahrzeuges;

2.5 R4 ... Rn Umbauten und Modernisierungen.

Jede Kontrolle bzw. Revision mit höherer Index-Bezeichnung umfasst auch die Kontrollen bzw. Revisionen mit tieferer Index-Bezeichnung.

3 Umfang der Kontrollen

3.1 K1:

Kontrolle des Ablaufes der Sicherheitssteuerung sowie der Steuerung durch den Übergeschwindigkeitsauslöser. Kontrolle der Funktionstüchtigkeit der Bremsen.

(AB 13.3)

FAHRZEUGE

3.2 K2:

Kontrolle der Funktionstüchtigkeit des Übergeschwindigkeitsauslösers sowie – bei Zahnradbahnen – der Funktionstüchtigkeit der Rücklaufsicherung anhand von Fahrversuchen.

Kontrolle der Bremskrafterhaltung bei Fahrzeugen für unbegleitete Züge von Adhäsionsbahnen.

3.3 K3:

Kontrolle der Wirkung der Bremsen (Bremsversuch) von Zahnrad-Triebfahrzeugen sowie Kontrolle der Funktionsfähigkeit der Türen und deren Schutzvorrichtungen bei allen Fahrzeuggruppen.

3.4 K4:

Gründliche Untersuchung der Sicherheitseinrichtungen, der Geschwindigkeitsmesser und der elektrischen Personenschutzeinrichtungen (z. B. Erdungen), sowie der Bremsen. Über die anschliessende Bremsprobe mit beladenem Fahrzeug auf einem festgelegten Gefälle bei Zahnradbahnen ist ein Protokoll aufzunehmen, das vom Bundesamt jederzeit eingesehen werden kann. Sofern frühere Messungen mit beladenem und unbeladenem Fahrzeug vorliegen, können die Bremsproben im unbeladenen Zustand durchgeführt werden. Sofern Vergleichsversuche vorliegen, sind bei Wagen lediglich Klotzdruckmessungen anstelle der Bremsprobe zulässig. Kontrolle der Oberflächenbeschichtung der Radsatzwellen und Räder.

4 Umfang der Revisionen

4.1 R0:

Reprofilierung der Räder.

4.2 R1:

Revision von Lauf- und Triebwerk, Kastenaufhängung und -abstützung, Bremsen (inkl. Antriebsbremse, Instrumente). Äussere Untersuchung und Dichtheitskontrolle von Luftbehältern, Hydraulik- und Bremssystem. Äussere Untersuchung von Dampfkessel und Dampfheizungseinrichtung. Kontrolle von Sicherheitsventilen und Manometern der Druckluft- und Hydraulikeinrichtung. Zerstörungsfreie Prüfungen der ganzen Radsatzwellen sowie der Räder.

4.3 R2:

Revision der übrigen Fahrzeugausrüstung nach Erfahrung. Innere Untersuchung von Behältern gemäss AB-EBV zu Art. 51, AB 51.1, Ziff. 10.2. Innere Untersuchung von Dampfkesseln.

4.4 R3:

Teilerneuerung.

4.5 R4 ... Rn:

Umbauten und Modernisierungen.

(AB 13.3)

FAHRZEUGE

5 Zeitintervalle

5.1 Kontrollen

Bahntypen:

A = Adhäsionsbahnen, Z = Zahnradbahnen

Fahrzeuggruppen:

I = Triebfahrzeuge, triebfahrzeugtechnischer Teil von Steuerwagen

II = Personenwagen, Gepäckwagen, Postwagen

III = Güterwagen, Dienstwagen

		Zeitintervall: wöchentlich für
5.1.1	K1: Kontrolle der	
	– Steuerungsfunktion der Sicherheitssteuerung	Z I
	– Steuerungsfunktion des Übergeschwindigkeitsauslösers	Z I
	– Funktionstüchtigkeit der Bremsen	Z I
		vierteljährlich für
5.1.2	K2: Kontrolle der	
	– Funktionstüchtigkeit des Übergeschwindigkeitsauslösers (Fahrversuche)	Z I
	– Funktionstüchtigkeit der Rücklaufsicherung (Fahrversuche)	Z I
	– Bremskrafterhaltung bei Fahrzeugen für unbegleitete Züge	A I A II
		halbjährlich für
5.1.3	K3: Kontrolle der	
	– Wirkung der Bremsen (Bremsversuche)	Z I
	– Funktionstüchtigkeit der Türen inkl. Schutzvorrichtung	Z I Z II
		jährlich für
5.1.4	K4: Gründliche Untersuchung der	
	– Sicherheitseinrichtungen	Z I Z II
	– Geschwindigkeitsmesser	Z I
	– elektrischen Personenschutzeinrichtungen (Erdungen)	Z I Z II Z III
	– Bremsen mit anschliessenden Bremsversuchen	Z I Z II Z III

(AB 13.3)

FAHRZEUGE

5.2 Revisionen

Die Fristen beginnen mit dem Tag nach Übernahme von der Lieferfirma oder beendeter Revision eines Fahrzeuges und enden mit dem Tag seiner Ausserdienstnahme für die nächste Revision. Liegen besondere Verhältnisse vor, z. B. wenn ein Fahrzeug längere Zeit ununterbrochen ausser Betrieb gesetzt wird, kann die Frist zwischen zwei aufeinanderfolgenden Revisionen, insbesondere R1, verlängert werden; möglichen Stillstandsschäden ist dabei Rechnung zu tragen. Andererseits ist die Frist zu verkürzen, wenn der Zustand des Fahrzeuges es erfordert.

			Zeitintervall:
5.2.1	R0:		nach Erfahrung
5.2.2	R1:	Je nach Bauart des Fahrzeuges und unter Berücksichtigung von Betriebsverhältnissen und Laufleistungen	4 bis 6 Jahre für A, Z I 6 bis 8 Jahre für A, Z II 8 bis 10 Jahre für A, Z III (Bezeichnungen siehe Ziff. 5.1).
5.2.3	R2:	Innere Untersuchung von Behältern Innere Untersuchung von Dampfkesseln	nach Erfahrung gemäss den einschlägigen Vorschriften
5.2.4	R3:	Teilerneuerung	Mit ihr soll nicht so lange zugewartet werden, bis das Fahrzeug störungsanfällig geworden ist oder bis sie sich in Anbetracht dessen Lebensdauer nicht mehr lohnt.
5.2.5	R4 ... Rn:	Umbau und Modernisierungen	nach den betrieblichen Bedürfnissen

5.2.6 Mit Index und Datum sind an den Fahrzeugen die Revisionen R1 bis R3 anzuschreiben.

(AB 13.3)

FAHRZEUGE

6	Unter Druck stehende Anlageteile:	
6.1	Der Zustand unter Druck stehender Anlageteile der Fahrzeuge ist mittels regelmässiger Druckproben zu überprüfen.	
6.2	Periodische Druckproben sind durchzuführen an:	
6.2.1	Luftbehältern, bei denen der Druck 2 bar sowie das Produkt aus Rauminhalt in m^3 und Druck in bar die Zahl 15 übersteigen	bei jeder R3.
6.2.2	Dampfkesseln und Dampfheizungseinrichtungen	gemäss den einschlägigen Vorschriften.
6.2.3	Hydrauliksystemen, bei denen der Druck 100 bar übersteigt	bei jeder R2. (betr. R2 siehe Ziff. 4.3)
6.3	Der Probedruck bei periodischen Proben muss:	
6.3.1	bei Ziff. 6.2.1	1,3 mal Betriebsdruck betragen;
6.3.2	bei Ziff. 6.2.2	den einschlägigen Vorschriften entsprechen;
6.3.3	bei Ziff. 6.2.3	1,2 mal Betriebsdruck betragen;
6.3.4	der Probedruck muss so lange aufrechterhalten werden, bis alle Teile genau untersucht sind. Er ist mit einem Kontrollmanometer zu messen.	
6.4	Das richtige Verhalten der Sicherheitsventile und des Manometers bei Dampfkesseln ist mindestens jährlich mittels Kontrollmanometer zu prüfen. Die Ventile sind anschliessend zu plombieren.	
7	Elektrischer Teil: Die Kontrolle des elektrischen Teils hat nach den Vorschriften der Elektrizitätsgesetzgebung zu erfolgen.	

(AB 13.3)

GLEIS- UND WEICHENANLAGEN

8 Überwachung

Die Überwachung der Gleisanlagen dient der Erfassung des aktuellen Anlagenzustandes, dessen Abweichungen vom Sollzustand und der Erkennung von beschädigten Komponenten und Bauteilen. Die Ergebnisse der Überwachung sind der vorbeugenden, systematischen bzw. längerfristigen Planung der Instandhaltung und Erneuerung der Gleis- und Weichenanlagen zu Grunde zu legen.

9 Bereiche

Die Überwachung des für die Betriebssicherheit erforderlichen Zustandes erfolgt in Zuggleisen (siehe AB-EBV zu Art. 17, AB 17, Ziff. 2.2) insbesondere in folgenden Bereichen:

- Gleislagegüte (mittels Gleismesswagen bei Normalspur, Gleisversicherung)
- Gleislagestabilität, regelkonforme Einschotterung, Verdichtungszustand des Schotterbettes (Gleismesswagen, örtliche Messung, visuelle Kontrollen)
- Auftreten allfälliger Schienenfehler im Gleis resp. Beschädigungen an Weichenbauteilen (Prüfungen mit zerstörungsfreien Methoden wie z. B. Ultraschall und visuell)
- Zustand der Schienenbefestigung, der Schwellen und anderer Gleiskomponenten (visuell mit Stichproben im Gleis, Spurweiteveränderungen)
- Kontrolle der Spur-, Rillen-, Leit- und Durchgangsweiten bei Weichen, der Radlenker, Materialzustand, Fahrkantenzustand (örtliche Messungen, visuelle Kontrollen)
- Zustand der Antriebe und Verschlüsse von Weichen (örtliche Kontrollen, allenfalls z.T. unterstützt durch automatische Überwachungssysteme)

Die Überwachung von Rangier- und Anschlussgleisen (siehe AB-EBV zu Art. 17, AB 17, Ziff. 2.2) ist den örtlichen Verhältnissen anzupassen.

10 Intervalle

10.1 Die Intervalle der einzelnen Prüfungen sind auf die spezifischen Verhältnisse der betreffenden Streckenabschnitte/Gleiskategorien und deren Belastungen abzustimmen.

10.2 Alle Informationen bezüglich Überwachung von Gleis- und Weichenanlagen, welche mit der Zugreihe N (Neigezüge) befahren werden, befinden sich in AB-EBV zu Art. 17, Normalspur, AB 17, Ziff. 8 (insbesondere AB-EBV zu Art. 17, Normalspur, AB 17, Ziff. 8.6).

11 Dokumentation

Die Ergebnisse sind jährlich auf Veränderungen des mittleren Netzzustandes zu analysieren und zu dokumentieren. Die Statistiken über den Gleislagezustand, die Schienenfehlerstatistik, die Statistik der Gleisdeformationen und deren zeitliche Entwicklung sind dem BAV auf Verlangen vorzulegen.

AB 14.1

1 Das Personal ist durch entsprechend qualifizierte Führungskräfte einzusetzen. Anforderungen an Führungskräfte sind insbesondere:

a. grosse Erfahrung in einem thematisch ähnlich gelagerten Bereich als Fachkraft oder Vorgesetzter;

b. Leistungsausweis über hohe Selbst- und Sozialkompetenz in früheren Tätigkeiten;

1.1 Die Einführung oder Instruktion ist der künftigen Arbeit und Stufe, sowie der Erfahrung der Führungskraft anzupassen.

2 Die Eisenbahnunternehmen müssen für die Erhaltung der für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes erforderlichen Fachkenntnisse bei ihrem Fachpersonal sorgen.

3 Zur Vermeidung von systematischen Fehlern ist für Planung, Bau, Anlagenbetrieb und Instandhaltung der Einsatz von unabhängigem Personal zu prüfen. Dies ist insbesondere für die Zustandsüberwachung zu berücksichtigen.

AB 15.1

1 Das Bundesamt ist insbesondere über Unregelmässigkeiten technischer und betrieblicher Art, die im Hinblick auf die Betriebssicherheit und den Erfahrungsaustausch von Interesse sind, zu informieren.

1.1 Insbesondere sind Schienenbrüche, Gleisverwerfungen und -verdrückungen (Schienenverbiegungen gemäss CSI [Common Safety Indicators]) sowie Rad- und Achsbrüche zu melden.

1.2 Die Eisenbahnunternehmen melden diese Vorfälle gemäss den Vorgaben des Bundesamts für Verkehr (BAV).

AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUR EISENBAHNVERORDNUNG		zu Art.: 15b
Kapitel:	Allgemeine Bestimmungen	Blatt Nr.: 1
Artikel:	Sicherheitsnachweis	Ausgabe: 01.07.2024

AB 15b

1 Als technische und betriebliche Ausführungsbestimmungen für Teilsysteme und Interoperabilitätskomponenten gelten die in Anhang Nr. 6 aufgeführten TSI.

N O R M A L S P U R

AB 16

1 Definitionen und Nennmass

1.1 Die Spurweite des Gleises ist der Abstand zwischen den Fahrkanten der Schienen und wird 14 mm unter der Verbindungslinie der höchsten Punkte der beiden Schienen gemessen.

1.1.1 Das Nennmass der Spurweite beträgt 1435 mm.

1.1.2 Auf neuen oder aufgerüsteten Strecken des interoperablen Hauptnetzes (gemäss EBV, Anhang 6) ist der Bemessung der Gleisschwellen (Beton- und Holzschwellen) eine Konstruktionsspurweite von 1437 mm zugrunde zu legen.

1.2 Die Schienenneigung beschreibt den Winkel zwischen der Symmetrieachse der Schiene und der Senkrechten zur Gleisebene.

1.2.1 Das Nennmass der Schienenneigung beträgt im Regelfall 1:40.

1.2.2 Auf die Anordnung einer Schienenneigung kann in folgenden Fällen verzichtet werden:

- In Weichen bei VR ≤ 200 km/h.
- In Weichen bei VR > 200 km/h in Bereichen von Zungenvorrichtungen und von Herzstückpartien.
- In Rangier- und Anschlussgleisen.

2 Grenzwerte

2.1 Im Betriebszustand der Gleise und Weichen sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

- Kleinste Spurweite bei Spurverengung (Einzelfehler): 1430 mm
- Grösste Spurweite bei maximaler Spurerweiterung und seitlich abgenützten Schienen (Einzelfehler): V ≤ 160 km/h: 1470 mm
  V > 160 km/h: 1463 mm

N O R M A L S P U R

(AB 16)

2.2 Zusätzlich ist zu beachten:

- Die Grenzwerte der Spurweite beziehen sich auf die Messung im unbelasteten Gleis.
- Im Falle abgenutzter Schienenköpfe entspricht die Spurweite dem Kleinstmass zwischen den Fahrkanten der Schienen im Höhenbereich von 0–14 mm unter SOK.
- Die sicherheitsrelevante Funktion der Schienenbefestigung muss jederzeit gewährleistet sein. Daraus können sich zusätzliche Einschränkungen ergeben.
- Bezüglich mittlerer Spurweite über 100 m sind die Mindest-Grenzwerte gemäss Ziff. 4.4.2 einzuhalten.
- Auf Grund des Laufverhaltens der Fahrzeuge können sich weitere Einschränkungen ergeben.
- Die Spurweiten (ggf. inkl. Spurerweiterungen) im Bereich von starren Herzstücken sind immer in Zusammenhang mit den Rillenweiten der Radlenker und Flügelschienen resp. zusammen mit den Leitweiten zu beurteilen. Die Rillenweiten sind entsprechend allfälliger Spurerweiterungen zu vergrössern (siehe auch AB-EBV zu Art. 32, Normalspur, AB 32.1).

2.3 Die Toleranz für die Schienenneigung im Neuzustand der Gleise (Abnahmetoleranz) beträgt im Regelfall ± 1:100.

N O R M A L S P U R

(AB 16)

3 Spurerweiterung im Kreisbogen

3.1 Mit Rücksicht auf einen zwangslosen Lauf der Fahrzeuge ist in Kurven mit kleinen Radien die Spurweite durch Spurerweiterung zu vergrössern.

3.2 Im Netz der Normalspurbahnen gelten folgende Richtwerte für die Spurerweiterung ab Nennmass:

Kreisbögen in Gleisen [m]	Spurerweiterung [mm]
R ≥ 275	0
275 > R ≥ 185	6
185 > R ≥ 150	10
150 > R ≥ 130	16
R < 130	20

Kreisbögen in Weichen [m]	Spurerweiterung [mm]
R ≥ 230	0
230 > R ≥ 185	5
185 > R ≥ 150	10
150 > R ≥ 130	15
R < 130	20

3.3 In der Regel wird die Spurerweiterung durch Verschieben des Innenstrangs aufgebaut:

- Bei Kreisbogen mit Übergangsbogen gleichmässig, konstruktiv bedingt in Schritten von max. 2,5 mm, auf die ganze Länge des Übergangsbogens.
- Bei Kreisbogen ohne Übergangsbogen in Schritten von max. 2,5 mm pro Schwelle ab Kreisbogenanfang.

3.4 Die Sollwerte der Spurweiten in den Weichengrundformen sind in den entsprechenden Typenplänen darzustellen.

N O R M A L S P U R

(AB 16)

4 Einfluss der Spurweite auf die Fahrstabilität der Fahrzeuge

4.1 In längeren Abschnitten mit einer mittleren Spurweite nahe dem Minimalwert können bei einzelnen Fahrzeugen in Kombination mit ungünstigen Verhältnissen in der Paarung Radprofil-Schienenkopfprofil bei höheren Geschwindigkeiten Fahrinstabilitäten auftreten.

4.2 Werden an einzelnen Fahrzeugen oder in bestimmten Gleisabschnitten solche Fahrinstabilitäten festgestellt, sind u.a. Untersuchungen der äquivalenten Konizität mit den nötigen Aufnahmen der Radprofile und mit örtlichen Erhebungen der Spurweite resp. der Profile der Schienenlauffläche durchzuführen. Die fallweise Anordnung von entsprechenden Massnahmen am Gleis oder am Rad/Fahrzeug sind hinsichtlich der Wirksamkeit (auch zur Behebung der Ursache) und Wirtschaftlichkeit zu optimieren (siehe auch AB-EBV zu Art. 2, AB 2.3, Ziffer 1, Abs. a).

4.3 Tendenziell sind kleine Spurweiten nahe dem Minimalwert sowohl bei Neuanlagen unter Berücksichtigung aller Herstellungstoleranzen, wie auch bei der Instandhaltung möglichst zu vermeiden. Spurverengende Überwalzungen der Schienenlauffläche sind in den Zuggleisen möglichst bald in geeigneter Weise zu entfernen.

4.4 Grenzwerte

4.4.1 In der konzeptionellen Auslegung von Schienenprofil, Schienenneigung und Spurweite ist der Planungsgrenzwert der äquivalenten Konizität (Berechnung gemäss TSI INF[1], Ziffer 4.2.4.5) von 0,25 wie folgt einzuhalten:

- Auf neuen oder aufgerüsteten Strecken des interoperablen Hauptnetzes (gemäss EBV, Anhang 6) bei Geschwindigkeiten 60 km/h < V ≤ 200 km/h.
- Auf allen anderen Strecken bei Geschwindigkeiten 160 km/h < V ≤ 200 km/h.

Bei Anwendung der Nennmasse gemäss Ziff. 1.1.1 und 1.2.1 sowie der Konstruktionsspurweite gemäss Ziff. 1.1.2 ist der Grenzwert in Zusammenhang mit den Schienenprofilen 60E1, 60E2, 54E2, und 54E6 (siehe AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziffer 6) eingehalten.

Bei Geschwindigkeiten > 200 km/h sind die Verhältnisse projektspezifisch festzulegen.

4.4.2 Die mittlere Spurweite bildet einen wichtigen Einflussparameter hinsichtlich der äquivalenten Konizität im Betrieb. Für gerade Strecken und in Bögen mit einem Radius > 10000 m wird die Einhaltung folgender Grenzwerte empfohlen:

V_{max} [km/h]	Minimale mittlere Spurweite über 100 m im Betrieb [mm]
200 < V ≤ 230	1432
230 < V ≤ 250	1433

[1] siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

METERSPUR

AB 16

1 Definitionen und Nennmass

1.1 Die Spurweite des Gleises ist der Abstand zwischen den Fahrkanten der Schienen und wird mit folgenden Abständen unter der Verbindungslinie der höchsten Punkte der beiden Schienen gemessen:

- Bei Vignolschienen: 14 mm
- Bei Rillenschienen: 10 mm
  (Wenn Radius der Schienenfahrkante R > 10 mm: 14 mm)

1.1.1 Das Nennmass der Spurweite beträgt 1000 mm.

2 Grenzwerte

2.1 Im Betriebszustand der Gleise und Weichen sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

2.1.1 Bei Radbreiten ≥ 110 mm:

- Kleinste Spurweite bei Spurverengung (Einzelfehler): 997 mm
- Grösste Spurweite bei maximaler Spurerweiterung und seitlich abgenützten Schienen (Einzelfehler): 1030 mm

2.1.2 Bei Radbreiten < 110 mm:

- Kleinste Spurweite bei Flachrillen (Einzelfehler): 996 mm
- Grösste Spurweite bei maximaler Spurerweiterung und seitlich abgenützten Schienen (Einzelfehler): 1020 mm

2.1.3 Zusätzlich ist zu beachten:

- Die Grenzwerte der Spurweite beziehen sich auf die Messung im unbelasteten Gleis.
- Im Falle abgenutzter Schienenköpfe entspricht die Spurweite dem Kleinstmass zwischen den Fahrkanten der Schienen im Höhenbereich von 0–14 mm unter SOK bei Vignolschienen und 0–10 mm unter SOK bei Rillenschienen.
  Die sicherheitsrelevante Funktion der Schienenbefestigung muss jederzeit gewährleistet sein. Daraus können sich zusätzliche Einschränkungen ergeben.
- Auf Grund des Laufverhaltens der Fahrzeuge können sich weitere Einschränkungen ergeben.
- Die Spurweiten (ggf. inkl. Spurerweiterungen) im Bereich von starren Herzstücken sind immer in Zusammenhang mit den Rillenweiten der Radlenker und Flügelschienen resp. zusammen mit den Leitweiten zu beurteilen. Die Rillenweiten sind entsprechend allfälliger Spurerweiterungen zu vergrössern (siehe auch AB-EBV zu Art. 32, Meterspur, AB 32.1).

METERSPUR

(AB 16)

3 Spurerweiterung im Kreisbogen

3.1 Mit Rücksicht auf einen zwangslosen Lauf der Fahrzeuge kann in Kurven mit kleinen Radien die Spurweite durch Spurerweiterung vergrössert werden.

3.2 Eine allfällige Spurerweiterung ist in Abhängigkeit von Kurvenradius und Fahrzeugen festzulegen. Sie darf im neu verlegten Gleis 20 mm nicht überschreiten. Bei Radbreiten von weniger als 110 mm darf die planmässige Spurerweiterung in Kurven 6 mm nicht überschreiten.

3.3 Rillenschienengleise erhalten in der Regel keine Spurerweiterung. Ist eine solche aber trotzdem erforderlich, so ist sie bei gegebener Rillenweite derart durchzuführen, dass die Führung des Fahrzeuges am Aussenstrang und nicht an der Rillenlippe des Innenstrangs erfolgt. Bei Flachrillen-Herzstücken und -Kreuzungen können auch Spurverengungen vorgesehen werden. Das theoretische Spurspiel soll jedoch mindestens 3 mm betragen, d.h. Nennmass für die Spurweite abzüglich Nennmass für das Spurmass (siehe auch AB-EBV zu Art. 51, AB 51.1).

4 Einfluss der Spurweite auf die Laufstabilität der Fahrzeuge

4.1 In längeren Abschnitten mit einer mittleren Spurweite nahe dem Minimalwert können bei einzelnen Fahrzeugen in Kombination mit ungünstigen Verhältnissen in der Paarung Radprofil-Schienenkopfprofil bei höheren Geschwindigkeiten Laufinstabilitäten auftreten.

4.2 Werden an einzelnen Fahrzeugen oder in bestimmten Gleisabschnitten solche Laufinstabilitäten festgestellt, sind u.a. Untersuchungen der äquivalenten Konizität mit den nötigen Aufnahmen der Radprofile und mit örtlichen Erhebungen der Spurweite resp. der Profile der Schienenlauffläche durchzuführen. Die fallweise Anordnung von entsprechenden Massnahmen am Gleis oder am Rad/Fahrzeug sind hinsichtlich der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit zu optimieren.

4.3 Tendenziell sind kleine Spurweiten nahe dem Minimalwert sowohl bei Neuanlagen unter Berücksichtigung aller Herstellungstoleranzen, wie auch bei der Instandhaltung möglichst zu vermeiden. Spurverengende Überwalzungen der Schienenlauffläche sind in den durchgehenden Gleisen möglichst bald in geeigneter Weise zu entfernen.

N O R M A L S P U R

AB 17

1 Allgemeines

1.1 Die nachstehenden Bestimmungen der Ziff. 1 bis 7 gelten für die geometrische Gestaltung von Gleisanlagen für Geschwindigkeiten der Zugreihe R bis V_R = 250 km/h, einschliesslich deren Planung. Die Vorgaben sind ebenfalls bei der Festlegung der Höchstgeschwindigkeit gemäss AB-EBV zu Art. 76, AB 76.1a zu berücksichtigen.
Die Geschwindigkeiten der Zugreihe A ergeben sich grundsätzlich aus folgender Beziehung (siehe zusätzlich Ziff. 3.6.2.1):
$V_A = V_R - 5$ V_A [km/h], V_R [km/h]
Ergänzende Bestimmungen für Neigetechnik, Ablaufanlagen und Anschlussgleise sind in den Ziff. 8, 9 und 10 festgelegt.

1.2 Die bahneigenen Reglemente und Weisungen regeln die geometrische Gestaltung der Fahrbahn unter Einhaltung der Vorgaben dieser AB mit Rücksicht auf die herrschenden topographischen und betrieblichen Verhältnisse der jeweiligen Bahnunternehmung.

1.3 Toleranzwerte, bei deren Erreichung die Instandhaltung und die Erstellung des regelkonformen Zustandes unumgänglich werden, sind – unter Einhaltung der Vorgaben von Ziff. 4.2.4 – ebenfalls in den bahneigenen Reglementen und Weisungen festzulegen.

2 Grundsätze und Begriffe

2.1 Fahrbahngestaltung

2.1.1 Die Linienführung der Zuggleise sollte eine gleichmässige Fahrgeschwindigkeit ermöglichen. Häufige Wechsel der Geschwindigkeit sind zu vermeiden.

2.1.2 Es ist eine kontinuierliche, gestreckte Linienführung anzustreben, um kurze, häufig wechselnde Trassierungselemente (Gerade, Übergangsbogen, Kreisbogen) zu vermeiden, die einen grösseren Anlagen-Erhaltungsaufwand sowie nachteilige Auswirkungen auf den Fahrzeuglauf und auf den Komfort zur Folge haben.

2.1.3 Für die Festlegung der fahrbahnseitig zulässigen Höchstgeschwindigkeiten sind neben der theoretischen Gleisgeometrie noch folgende Faktoren massgebend:

- Tragfähigkeit und Lagestabilität des Gleisrostes.
- Gleiszustand, Gewährleistung der erforderlichen Gleislagegüte.
- Zwangspunkte: Als Zwangspunkte bezeichnet man unter dem Gesichtspunkt der Trassierung alle konstruktiv bedingten Störstellen im Gleis, die infolge von erzwungenen Diskontinuitäten in der Fahrebene (z. B. Weichen, Dilatationsvorrichtungen) und in der Lagerung des Gleisrostes (Übergänge auf Brücken mit Direktbefestigung, auf Feste Fahrbahn oder ähnliche Einrichtungen, wie z. B. Bahnübergänge) zu erhöhten, dynamischen Auswirkungen führen können.
- Vom Fahrzeug auf das Gleis übertragene Beanspruchung (unter Berücksichtigung der reduzierten zulässigen Achslasten für den Geschwindigkeitsbereich V_R > 200 km/h).
- Verkehrsarten, Güter- bzw. Personenverkehr und deren anteilmässige Verteilung.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

2.1.4 Bei der Festlegung der betrieblich zulässigen Fahrgeschwindigkeit sind weiter fahrdienstliche Aspekte, die Längsneigung, die Signalisierung und die Sicherheit auf Perrons massgebend.

2.2 Gleisarten

In vorliegender AB wird die geometrische Gestaltung der Fahrbahn bis zu einer maximalen Geschwindigkeit V_R = 250 km/h beschrieben. Die trassierungstechnischen und fahrdynamischen Aspekte gelten – mit Ausnahme von Ziff. 5.4.1.4 – generell. Daraus ergibt sich folgende Beschreibung der Gleisarten (siehe auch Anhang Nr. 4):

- Zuggleise
  Gleise, welche für Zugfahrten benutzt werden können.
- Rangiergleise
  Gleise mit V ≤ 40 km/h (exkl. Anschlussgleise), welche ausschliesslich für Rangierbewegungen benutzt werden.
- Anschlussgleise (siehe auch Ziff. 10)
  Gleise gemäss Artikel 2 Buchstabe c der Verordnung über den Gütertransport durch Bahn- und Schifffahrtsunternehmen (Gütertransportverordnung vom 25. Mai 2016[1] (GüTV))

2.3 Grenzwerte

2.3.1 Die nachstehend erwähnten Grenzwerte werden in zwei Stufen mit folgender Bedeutung unterteilt:

- Grenzwert im Normalfall
  Diese Grenzwerte sind bei Neuanlagen und soweit möglich bei Umbauten von bestehenden Anlagen oder bei Fahrbahnerneuerungen zu berücksichtigen. Sofern die Ausnützung der Grenzwerte unumgänglich ist, können solche ohne besondere Zusatzmassnahmen eingesetzt werden, wenn die erhöhten Erhaltungskosten in Kauf genommen werden können.
- Maximaler bzw. Minimaler Grenzwert
  Diese Grenzwerte sind nur in unumgänglichen, seltenen Einzelfällen bei besonderen Verhältnissen oder für bestimmte Fahrzeugarten anwendbar, sofern die zusätzliche Beeinträchtigung des Fahrkomforts und die höheren Erhaltungskosten in Kauf genommen werden können. Die Anwendung von Werten über resp. unter den «Grenzwerten im Normalfall» bedarf im Einzelfall der Genehmigung des Bundesamtes für Verkehr (BAV). Die Gewährleistung der Fahrstabilität der Fahrzeuge und die Einhaltung der Grenzwerte der Gleisbeanspruchung sind nachzuweisen (siehe Art. 47 EBV bzw. AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31).

[1] SR **742.411**

N O R M A L S P U R

(AB 17)

2.3.2 Bei Umbauten von bestehenden Anlagen oder bei Fahrbahnerneuerungen mit konzeptionellen oder wesentlichen Veränderungen sind grundsätzlich die Grenzwerte im Normalfall einzuhalten.

2.3.3 Die maximalen bzw. minimalen Grenzwerte werden (mit Ausnahme von Ziff. 5.3.2, 5.4.2 und 7.4) nur für Zuggleise angegeben. Über- resp. Unterschreitungen der Grenzwerte im Normalfall für Rangier- und Anschlussgleise können mit Zusatzmassnahmen ggf. im Rahmen der Plangenehmigung bewilligt werden.

3 Kreisbogen mit Übergangsbogen (in Zuggleisen)

3.1 Grundsätze

Für die Bestimmung der Mindestradien sind grundsätzlich folgende Parameter massgebend:

- Die maximale und minimale Betriebsgeschwindigkeit.
- Die einzusetzende Überhöhung.
- Die Grenzwerte für den Überhöhungsfehlbetrag resp. Überhöhungsüberschuss.
- Die langfristig erforderliche Flexibilität in der betrieblichen Nutzung der Strecke.

Beim Entwurf einer Linienführung sind unter Berücksichtigung der realisierbaren Überhöhung und Übergangsbogenlänge (siehe Ziff. 3.5 und 4.3) die im Rahmen der vorgegebenen Randbedingungen nach Möglichkeit grössten Kreisbögen anzuwenden.

Die Überhöhung wird im Normalfall durch die Drehung des Gleises um die Gleisachse erreicht.

3.2 Länge der Einzelelemente (Gerade und Kreisbogen)

Die Länge der Elemente Kreisbogen und Gerade darf im Hinblick auf einen ruhigen Fahrzeuglauf in den Zuggleisen folgende Werte der entsprechenden Fahrzeit nicht unterschreiten:

Grenzwert im Normalfall: 1 s (1)
Minimaler Grenzwert: 0,7 s (1)

Eine Mindestlänge von 20 m ist anzustreben.

(1) Kürzere Zwischengeraden sind bei Gegenbögen durch eine durchgehende Wendeklothoide, bei Kreisbögen mit gleichgerichteter Krümmung durch einen genügend langen Zwischenbogen zu ersetzen.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

3.3 Mindestradius R

3.3.1 Im Hinblick auf eine freizügige Verwendung des Rollmaterials gilt in Zuggleisen folgender Grenzwert:

Grenzwert im Normalfall (siehe zusätzlich Ziff. 3.1): 150 m

3.3.2 In Bereichen von Perronkanten ist R ≥ 500 m anzustreben.
Für die Umsetzung des Behindertengleichstellungsgesetzes (BehiG)[2] bezüglich des autonomen Zugangs für Mobilitätsbehinderte sind im Bereich der Perronkante ggf. weitere Anforderungen bezüglich des minimalen Radius zu erfüllen.

3.4 Überhöhung ü

3.4.1 Grenzwerte der Überhöhung ü

Für die Wahl der maximal zulässigen Überhöhung gilt:

Grenzwert im Normalfall: 160 mm
Maximaler Grenzwert: 180 mm (1)

(1) Eine Überschreitung des Grenzwertes im Normalfall ist höchstens auf Strecken mit sehr geringem Anteil oder ohne Güterverkehr und unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten (z. B. Signalstandorte) allenfalls möglich.

3.4.2 Zusätzliche Bedingungen

3.4.2.1 Grosse Überhöhungen in kleinen Radien erhöhen das Entgleisungsrisiko der langsam fahrenden Güterzüge. Die Belastung der äusseren, führenden Räder wird insbesondere bei grösseren Verwindungen stark vermindert. Im Hinblick auf torsionssteife Güterwagen ist bei Neuanlagen folgender Grenzwert einzuhalten:

$$\ddot{u}_{max} = \frac{R - 50}{1{,}5}$$

$\ddot{u}_{max}$ [mm]
R [m]

(siehe Referenz ORE B 55/Rp 5 und 8).

3.4.2.2 Im Bereich von Perronanlagen ist die Überhöhung ü ≤ 100 mm anzustreben.
Für die Umsetzung des Behindertengleichstellungsgesetzes vom 13. Dezember 2002[2] (BehiG) bezüglich des autonomen Zugangs für Mobilitätsbehinderte sind in den entsprechenden Bereichen der Perronkante die Anforderungen gemäss AB-EBV zu Art. 21, AB 21.3 zu erfüllen.

3.4.2.3 Weitere Einschränkungen der Überhöhungen ergeben sich allenfalls mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse in Bereichen z. B. der Zwangspunkte (siehe Ziff. 6.3.1), von Instandhaltungs- und Bauarbeiten usw.

[2] SR **151.3**

N O R M A L S P U R

(AB 17)

3.5 Regelwert der Überhöhung $ü_{reg}$

3.5.1 Grundsätze

Mit der Wahl der Überhöhung ü bei einem bestimmten Radius wird die «ideelle Fahrgeschwindigkeit V_{id}» festgelegt, bei der theoretisch keine Seitenbeschleunigungen in der Gleisebene auftreten:

$$V_{id} = \sqrt{\frac{R \cdot ü}{11{,}8}}$$

V_{id} [km/h]
ü [mm]
R [m]

Die Regelüberhöhung ergibt sich grundsätzlich aus der Beziehung:

$$ü_{reg} = \frac{a \cdot V_{max}^{\ 2}}{R} \quad \text{[mm]}$$

Mit dem Koeffizienten a wird der Anteil der durch die Überhöhung ausgeglichenen Seitenbeschleunigung bestimmt. Bei Strecken mit gemischtem Verkehr im Geschwindigkeitsbereich bis 160 km/h wird dabei eine möglichst gleichmässige Beanspruchung des Gleisrostes angestrebt. Bei Geschwindigkeiten über 160 km/h muss die Regelüberhöhung unter Berücksichtigung der grossen Geschwindigkeitsunterschiede zwischen dem Personen- und dem Güterverkehr bestimmt werden.

3.5.2 Regelüberhöhung $ü_{reg}$ bei $V_R \leq 160$ km/h

3.5.2.1 Strecken mit gemischtem Verkehr bei $V_R \leq 125$ km/h:

$$ü_{reg} = \frac{6{,}5 \cdot V_R^{\ 2}}{R}$$

V_R [km/h]
$ü_{reg}$ [mm]
R [m]

3.5.2.2 Strecken mit gemischtem Verkehr ($130 \leq V_R \leq 160$ km/h):

$$ü_{reg} = \frac{6{,}5 \cdot 125^2}{R}$$

$ü_{reg}$ [mm]
R [m]

In Abschnitten, wo die Mehrheit der Züge die max. Streckengeschwindigkeit erreicht, kann die Überhöhung im Geschwindigkeitsbereich $140 < V_R \leq 160$ km/h nach folgender Formel angehoben werden:

$$ü_{reg} = \frac{5{,}0 \cdot V_R^{\ 2}}{R}$$

V_R [km/h]
$ü_{reg}$ [mm]
R [m]

N O R M A L S P U R

(AB 17)

3.5.3 Regelüberhöhung $ü_{reg}$ bei $160 < V_R \leq 250$ km/h

3.5.3.1 Geschwindigkeit $160 < V_R \leq 200$ km/h für Gemischtverkehr ähnlich Neubaustrecke Mattstetten – Rothrist

$$ü_{reg} = \frac{6{,}2 \cdot V_R^{\,2}}{R}$$

V_R [km/h]
$ü_{reg}$ [mm]
R [m]

3.5.3.2 Geschwindigkeit $175 \leq V_R \leq 250$ km/h für Gemischtverkehr mit sehr grossem Anteil an Güterverkehr ähnlich Gotthard Basislinie (Berechnung mit $V_{id} = 130$ km/h)

$$ü_{reg} = \frac{11{,}8 \cdot 130^2}{R}$$

$ü_{reg}$ [mm]
R [m]

N O R M A L S P U R

(AB 17)

3.6 Überhöhungsfehlbetrag üf

3.6.1 Grundsätze

3.6.1.1 Der Überhöhungsfehlbetrag wird gemäss der folgenden Formel gerechnet:

$$üf = \frac{11{,}8 \cdot V_R^{\,2}}{R} - ü$$

V_R [km/h]
üf, ü [mm]
R [m]

Die Beziehung zwischen der unausgeglichenen Seitenbeschleunigung a_q und dem Überhöhungsfehlbetrag üf wird wie folgt abgeleitet:

$$üf = 153 \cdot a_q$$

a_q [m/s²]
üf [mm]

3.6.1.2 Bei der Festlegung des Überhöhungsfehlbetrages sind folgende technische Abhängigkeiten einzubeziehen:

a. Beanspruchung des Gleises und Sicherheit

Die Beanspruchungen werden massgeblich durch die Höhe des Überhöhungsfehlbetrages beeinflusst. Weitere, zu berücksichtigende Faktoren sind:

- Typ der Gleiskonstruktion (Schienenprofil, Schwellentyp und -abstand, Schienenbefestigung, Schotterbettprofil und der Verdichtungszustand des Schotters).
- Unterhaltszustand des Gleises.
- Gleislagegüte.
- Lauf- und Federeigenschaften der Fahrzeuge.
- Achslast und unabgefederte Masse am Rad.
- Wirtschaftliche Aspekte.

Grosse Überhöhungsfehlbeträge sind vertretbar, wenn die höheren Erhaltungs- und Überwachungskosten und die entsprechend reduzierte Liegedauer der Gleiskomponenten in Kauf genommen werden können.

Insbesondere das durch die Wahl der Trassierungsparameter beeinflusste Niveau der Materialbeanspruchungen an der Schienenfahrkante muss im Einklang mit der Widerstandsfähigkeit der Schienenstahlgüte und der Intensität der örtlichen Überwachung stehen.

b. Fahrkomfort und Neigekoeffizient

Die quasistatische, unausgeglichene, auf den Reisenden wirkende Seitenbeschleunigung p_w ist grösser als diejenige in der Gleisebene p_g. Es gilt folgende Beziehung:

$$p_w = (1 + s) \cdot p_g$$

p_w p_g [m/s²]

Der Höchstwert für p_w, der als akzeptabel betrachtet wird, beträgt 1,0 – 1,5 m/s².

Der Neigekoeffizient s beträgt bei den meisten heute eingesetzten Fahrzeugen höchstens ca. 0,4, bei speziell konstruierten Fahrzeugen ca. 0,2.

Die Anzahl Kurven und die Längen der einzelnen Trassierungselemente können die Wahl des vertretbaren Überhöhungsfehlbetrages ebenfalls beeinflussen.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

3.6.2 Grenzwerte des Überhöhungsfehlbetrages üf

3.6.2.1 Für den Höchstwert des Überhöhungsfehlbetrages üf gelten in Zuggleisen ohne Zwangspunkte (siehe Ziff. 2.1.3) folgende Grenzwerte:

Bei Anwendung der Grenzwerte muss gewährleistet sein, dass die verkehrenden Fahrzeuge für solche Einsatzbedingungen zugelassen sind.

	Radius [m]	üf [mm]
Grenzwert im Normalfall	R < 350 350 ≤ R < 650 R ≥ 650	122 130 (1) 150 (1,2)
Maximaler Grenzwert	R < 350 350 ≤ R < 650 R ≥ 650	130 (3) 150 (3) 150 (2, 3)

(1) Die Fahrgeschwindigkeit der Zugreihe A bleibt begrenzt auf:

$V_A \leq V_{(üf = 122\ mm)} - 5$ V_A, $V_{(üf = 122\ mm)}$ [km/h]

oder:

$V_A \leq 0.291 \sqrt{ü + 122} \cdot \sqrt{R} - 5$

V_A [km/h]
ü [mm]
R [m]

(2) Für den Geschwindigkeitsbereich 200 < V_R ≤ 250 km/h gilt (für entsprechende Fahrzeuge gemäss Ziff. 2.1.3):
Grenzwert im Normalfall: 130 mm
Maximaler Grenzwert: 150 mm

(3) Die Fahrgeschwindigkeit der Zugreihe A bleibt begrenzt auf:

$V_A \leq V_{(üf = 130\ mm)} - 5$ V_A, $V_{(üf = 130\ mm)}$ [km/h]

Bezüglich Umrechung des Überhöhungsfehlbetrages in die unausgeglichene Seitenbeschleunigung siehe Ziff. 3.6.1.1.

3.6.2.2 In Abschnitten mit Zwangspunkten (siehe Ziff. 2.1.3) gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall: 100 mm
Maximaler Grenzwert: 130 mm

Grenzwerte im Bereich von Bogenweichen und Dilatationsvorrichtungen siehe Ziff. 6.3.3.1.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

3.7 Überhöhungsüberschuss üü

3.7.1 Für den Überhöhungsüberschuss ($ü > ü_{id}$) gelten bezüglich der Geschwindigkeit V_R folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall: 110 mm
Maximaler Grenzwert: 130 mm

3.7.2 Die ideelle Überhöhung, bei der theoretisch keine Seitenbeschleunigungen in der Gleisebene auftreten, berechnet sich wie folgt:

$$ü_{id} = \frac{11{,}8 \cdot V_R^{\,2}}{R}$$

V_R [km/h]
$ü_{id}$ [mm]
R [m]

N O R M A L S P U R

(AB 17)

4 Übergangsbogen und Überhöhungsrampe (in Zuggleisen)

4.1 Grundsätze

Nacheinander folgende Elemente unterschiedlicher Krümmung sind in Zuggleisen mit einem Übergangsbogen mit linearem Krümmungsverlauf (Klothoide) miteinander zu verbinden.

Die Überhöhungsrampe ist im Regelfall auf die ganze Übergangsbogenlänge anzuordnen. Der Verlauf der Überhöhungsrampe hat dem Krümmungsverlauf des Übergangsbogens in Form und Länge zu entsprechen.

Die sogenannten «geschwungenen Rampen» mit entsprechenden Arten von Übergangsbogen oder weitere besondere Trassierungsgrundsätze sind zu vermeiden bzw. fallweise im Sinne von Ausnahmen mit dem BAV zu regeln.

Scheitelklothoiden (zwei Übergangsbögen ohne dazwischen liegendes Kreisbogenelement) sind insb. mit Einbezug von Überhöhungsrampen nicht zulässig.

4.2 Verwindung N (dü/dl)

4.2.1 Für Zuggleise gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall:	2 ‰
Maximaler Grenzwert:	2,5 ‰

4.2.2 Für Rangiergleise gilt folgender Grenzwert:

Grenzwert im Normalfall:	3 ‰

4.2.3 Die Verwindungen resultierend aus der geometrischen Linienführung und der real auftretenden Brückendeformation sind gemeinsam zu berücksichtigen.

4.2.4 Im Betriebszustand sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

Für Zuggleise:	3 ‰ (1,2)	(Basislänge > 8 m)
Für Rangier- und Anschlussgleise	4 ‰ (2)	(Basislänge 4 m)

(1) Bei Geschwindigkeiten V_R > 160 km/h sind auf Grund dynamischer Auswirkungen auf das Fahrzeug ggf. Einschränkungen notwendig.

(2) In bestehenden Anlagen gilt in Bögen, die die maximale Überhöhung gemäss Ziff. 3.4.2.1 überschreiten, der Grenzwert von 3 ‰ (unabhängig der Basislänge).

N O R M A L S P U R

(AB 17)

4.3 Länge des Übergangsbogens und der Überhöhungsrampe

Für die Bestimmung der Länge des Übergangsbogens und der Überhöhungsrampe sind die Grenzwerte für die Verwindung (siehe Ziff. 4.2) und die nachstehenden Grenzwerte für die Änderung des Überhöhungsfehlbetrages und der Überhöhung in Funktion der Zeit (siehe Ziff. 4.3.1 und 4.3.2) kumulativ einzuhalten.

4.3.1 Änderung des Überhöhungsfehlbetrages in Funktion der Zeit düf/dt

Grenzwert im Normalfall:	55 mm/s
Maximaler Grenzwert: - bei $V_R \leq$ 200 km/h:	90 mm/s,
- bei $V_R >$ 200 km/h:	75 mm/s

4.3.2 Änderung der Überhöhung in Funktion der Zeit dü/dt

Grenzwert im Normalfall:	50 mm/s
Maximaler Grenzwert:	60 mm/s

5 Kreisbogen ohne Übergangsbogen

5.1 Grundsätze

Auf die Anordnung von Übergangsbögen kann in der Regel in folgenden Fällen verzichtet werden:

a. In Zuggleisen in begründeten Einzelfällen (z. B. Kreisbogen mit ü = 0 mm bei kleinen Änderungen der Gleisabstände).
b. In Weichenanlagen und den daran anschliessenden Zuggleisen innerhalb von Stationen bei $V_R \leq$ 65 km/h.
c. Fahrt über die signalisierte Ablenkung (Nebenstrang) einer im Zuggleis liegenden Weiche und ähnlich gelagerte Fälle (z. B. Weiche mit anschliessendem Gegenbogen) oder bei Spaltungsweichen (Streckenverzweigung oder Aufspaltung von einer einspurigen auf eine zweispurige Streckenführung).
d. Innerhalb der Gleisverbindungen mit abruptem Krümmungsänderung.
e. In Rangiergleisen.
f. Bei einem Richtungsknick (am Ende einer Geraden) in bestehenden Anlagen (Azimutkorrektur von max 1 ‰).

5.2 Mindestradius R

Im Hinblick auf eine freizügige Verwendung des Rollmaterials gelten für Kreisbogen ohne Übergangsbogen folgende Grenzwerte:

5.2.1 Für Zuggleise:

Grenzwert im Normalfall:	185 m
über die Ablenkung von überhöhten Weichen:	150 m

5.2.2 Für Rangiergleise:

Grenzwert im Normalfall:	150 m

Bei Radien < 160 m ist die Geschwindigkeit entsprechend zu reduzieren (siehe Ziff. 5.3.2).

N O R M A L S P U R

(AB 17)

5.3 Abrupte Änderung des Überhöhungsfehlbetrages

5.3.1 In Zuggleisen in begründeten Einzelfällen (siehe Ziff. 5.1 a.) gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall:
- bei $V_R \leq$ 80 km/h: 50 mm
- bei V_R = 160 km/h 25 mm
- bei V_R > 160 km/h 0 mm

Zwischen 80 und 160 km/h wird zwischen beiden Eckwerten linear interpoliert.

Für die Bestimmung der minimalen Länge der Zwischenelemente (siehe Ziff. 5.4.) ist die Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge massgebend.

5.3.2 In Weichenanlagen und Gleisverbindungen in Zuggleisen (siehe Ziff. 5.1 b. bis d.) sowie in Rangier- und Anschlussgleisen (siehe Ziff. 5.1 e.) sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

Grenzwert im Normalfall:	für Zuggleise [1]:	102 mm
	für Rangier- und Anschlussgleise:	120 mm [2]
Maximaler Grenzwert:	für Zug- [1], Rangier- und Anschlussgleise:	120 mm [2]

Für die Bestimmung der minimalen Länge der Zwischenelemente (siehe Ziff. 5.4) ist die Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge massgebend.

[1] Für den Spezialfall einer Gleisverbindung mit nicht parallelen Zuggleisen siehe auch Ziff. 5.4.1.3

[2] In Einzelfällen (i.d.R. nur in bestehenden Anlagen) sind Werte bis 126 mm möglich, sofern eine Vergrösserung der Radien oder die Reduktion der Geschwindigkeit auf V < 40 km/h nicht möglich sind.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

5.4 Länge der Zwischenelemente

5.4.1 Fahrdynamik

5.4.1.1 Bei Zuggleisen ist zwischen zwei sich ruckartig auf den Fahrzeuglauf auswirkenden Krümmungsänderungen (Kreisbogen ohne Übergangsbogen) in Gleisen und Weichen eine Beruhigungsstrecke (Gerade oder Kreisbogen) wie folgt anzuordnen:

Fall a)
Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge > Grenzwert im Normalfall gemäss Ziff. 5.3.1 resp. Ziff. 5.3.2 (bei V_R > 100 km/h gemäss Ziff. 6.2.1):

Länge entsprechend einer Fahrzeit:

Grenzwert im Normalfall:	- bei $V_R \leq 65$ km/h:	0,7 s (1,2)
	- bei $V_R > 65$ km/h:	1 s (3)
Minimaler Grenzwert:	- bei $V_R \leq 65$ km/h:	0,7 s (1,4)
	- bei $V_R > 65$ km/h:	0,7 s (4)

Die Anwendung von Werten unter 1 s ist mit Komforteinbussen verbunden.

(1) mindestens aber Länge gemäss Ziff. 5.4.2 (nur bei Trassierungssituationen mit $R_{id} \leq 110$ m relevant).

(2) In bestehenden Anlagen mit V ≤ 40 km/h ist bei gleichgerichteten Kreisen eine kürzere Fahrzeit allenfalls möglich.

(3) In Einzelfällen (i.d.R nur in bestehenden Anlagen und bei vorgegebenem Raster): Grenzwert im Normalfall: 0,7 s.

(4) In Einzelfällen (i.d.R. nur in bestehenden Anlagen und bei vorgegebenem Raster) ist eine kürzere Fahrzeit allenfalls möglich.

Fall b)
Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge ≤ Grenzwert im Normalfall gemäss Ziff. 5.3.1 resp. 5.3.2 (bei V_R > 100 km/h gemäss Ziff. 6.2.1):

Grenzwert im Normalfall und Minimaler Grenzwert: Länge gemäss Ziff. 5.4.2

N O R M A L S P U R

(AB 17)

5.4.1.2 Bei Zuggleisen mit einer abrupten Krümmungsänderung und einem anschliessenden Übergangsbogen (i.d.R. am Weichenanfang) ist ein Zwischenelement (Gerade oder Kreisbogen) mit einer minimalen Länge entsprechend einer Fahrzeit von 0,7 s anzuordnen.

In begründeten Einzelfällen (z. B. Verlängerung nicht möglich oder unverhältnismässig) darf die minimale Länge des Zwischenelementes unterschritten werden, wenn eines der nachfolgenden Kriterien erfüllt ist:

a. der Übergangsbogen und der Kreisbogen sind gegengerichtet und $V_R \leq 95$ km/h.

b. der Übergangsbogen und der Kreisbogen sind gleichgerichtet und $V_R \leq 115$ km/h.

c. die Summe der Überhöhungsfehlbeträge (Δüf) ist nicht grösser als der Grenzwert im Normalfall gemäss AB 17, Ziffer 5.3.2 bei Kreisbögen oder als der Überhöhungsfehlbetrag der «typenzugelassenen» Grundformweichen beim Weichenanfang. Massgebend ist der Überhöhungsfehlbetrag im Übergangsbogen 0,7 s vor dem abrupten Krümmungswechsel.

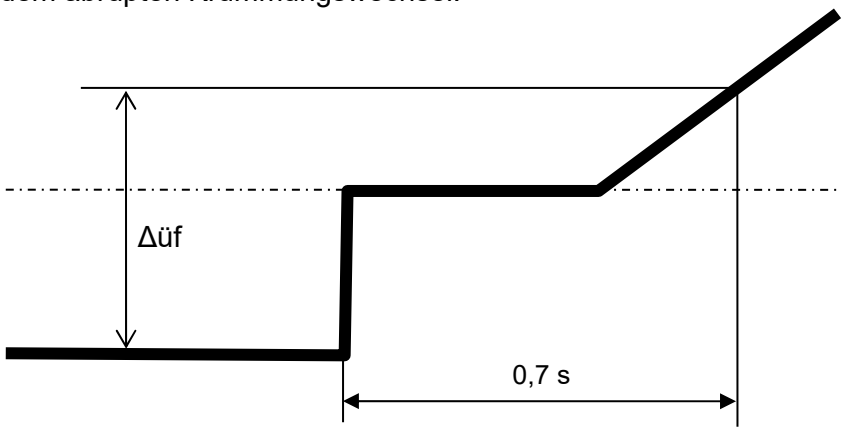


Abb. Zeitlicher Verlauf des Überhöhungsfehlbetrages

Bei Schnellfahrweichen ($V_R > 125$ km/h über die Weichenablenkung), Neuanlagen oder Umbauten mit konzeptionellen oder wesentlichen Veränderungen (z. B. Grossprojekt, neue Gleisverbindungen auf einer bestehenden Strecke) darf die minimale Länge der Zwischengeraden entsprechend einer Fahrzeit von 0,7 s grundsätzlich nicht unterschritten werden.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

5.4.1.3 In Gleisverbindungen in Zuggleisen gelten grundsätzlich die Vorgaben gemäss Ziff. 5.4.1.1.

Im Spezialfall einer Gleisverbindung mit nicht parallelen Zuggleisen kann die massgebende Länge des Zwischenelementes wie folgt bestimmt werden:
Länge des Zwischenelementes (Gerade oder Kreisbogen) plus Länge des geraden Herzstückes der Weiche (1)

Dabei sind folgende Grenzwerte (Grenzwert im Normalfall) zu beachten:

a) Massgebende Länge des Zwischenelementes:

   Länge entsprechend einer Fahrzeit von 0,7 s.

b) Summe der Überhöhungsfehlbeträge in der Ablenkung der Weiche und im massgebenden Zwischenelement, wobei dessen maximaler Überhöhungsfehlbetrag zu berücksichtigen ist:

   $V_R \leq 60$ km/h: 130 mm
   $60 < V_R < 100$ km/h: 125 mm

(1) Nicht zulässig bei Klothoidenweichen

5.4.1.4 Bei Rangier- und Anschlussgleisen ist – unter Berücksichtigung des reduzierten Einflusses der Fahrdynamik (siehe Ziff. 2.2) – zwischen zwei abrupten Krümmungsänderungen (Kreisbogen ohne Übergangsbogen) in Gleisen und Weichen eine Gerade oder ein Kreisbogen wie folgt anzuordnen:

Fall a)
Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge > Grenzwert gemäss Ziff. 5.3.2:
Länge entsprechend einer Fahrzeit:

Grenzwert im Normalfall: 0,7 s(1)
(mindestens aber Länge gemäss Ziff. 5.4.2)

(1) In bestehenden Anlagen ist bei gleichgerichteten Kreisen eine kürzere Fahrzeit allenfalls möglich.

Fall b)
Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge ≤ Grenzwert gemäss Ziff. 5.3.2:
Grenzwert im Normalfall und Minimaler Grenzwert: Länge gemäss Ziff. 5.4.2

N O R M A L S P U R

(AB 17)

5.4.2 Pufferüberdeckung

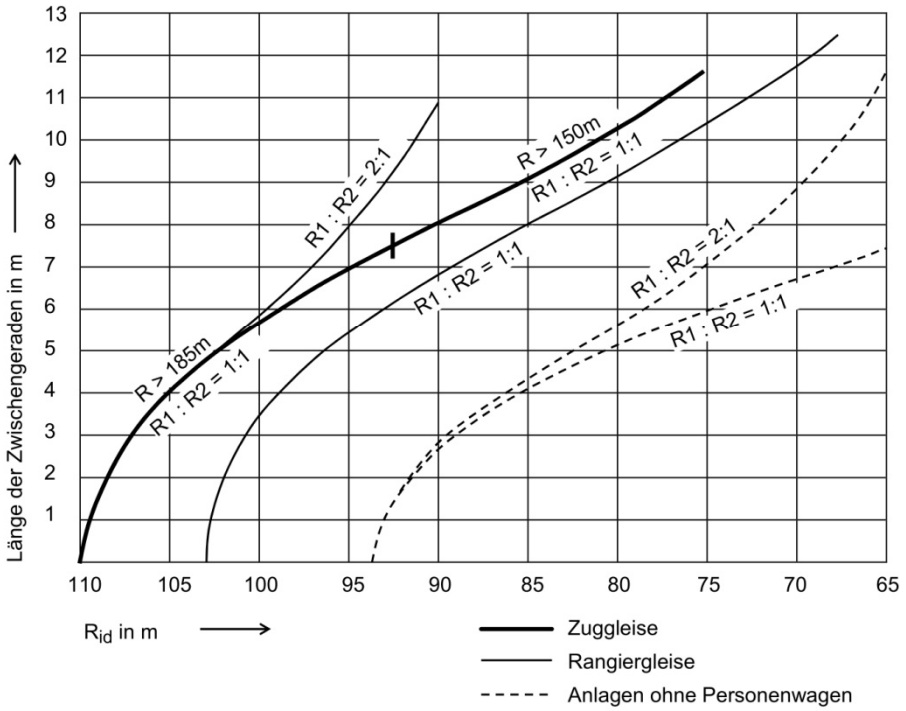
5.4.2.1 Zur Vermeidung von Entgleisungen ist in Gegenbögen mit kleinen Radien eine genügend grosse Pufferüberdeckung notwendig. Dafür ist zwischen beiden Bögen eine Zwischengerade anzuordnen, wenn:

$$R_{id} = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2} \leq 110$$

R_{id}, R1, R2 [m]

Die minimale Länge der Zwischengerade (Minimaler Grenzwert) für Zug-, Rangier- und Anschlussgleise kann, sofern die Bogenlänge mindestens 18 m (bei Anlagen ohne Personenwagen mindestens 12 m) beträgt, nachstehender Tabelle entnommen werden. Sofern es die Platzverhältnisse zulassen, sind grössere Längen vorzusehen.

Für Anlagen ohne Personenwagen kann die Länge der Zwischengerade entsprechend reduziert werden (bei einer maximalen Spurweite im Betrieb von 1455 mm).



Bei betrieblich bedingten, erhöhten Druckkräften in der Längsrichtung der Zugskomposition sind bei kleineren Radien besondere Untersuchungen erforderlich.

5.4.2.2 Bei einer aus mehreren kurzen Elementen zusammengesetzten Linienführung ist mindestens die gleiche Pufferüberdeckung wie oben zu gewährleisten.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

6 Weichen

6.1 Grundsätze

6.1.1 Mit einer geschickten Wahl der Weichentypen und einer optimalen Anordnung der Weichen in einer fahrdynamisch günstigen Linienführung können die Liegedauer, die Verfügbarkeit und die Erhaltungsaufwendungen wesentlich beeinflusst werden. Bei jedem Gleisprojekt ist die Verwendung von Weichen in Grundform anzustreben.

6.1.2 Die Anordnung von Weichen im Einflussbereich von Brücken, insbesondere im Bereich der beweglichen Lager, ist angesichts der zusätzlichen Beanspruchung in der Gleiskonstruktion zu vermeiden. Unumgängliche derartige Anordnungen bedürfen im Einzelfall einer Genehmigung durch das BAV (siehe AB-EBV zu Art. 26, AB 26.1, Ziff. 2.3.8 und 2.3.9).

6.1.3 Die in den Zuggleisen des bestehenden Netzes vorhandenen Kreuzungsweichen mit R_{min} = 160 m sind wo immer vertretbar durch Kreuzungsweichen mit R_{min} = 185 m zu ersetzen.

6.1.4 Bewegliche Herzstückspitzen sind in der Regel mindestens in folgenden Fällen vorzusehen:

- Weichen mit $V_R \geq 200$ km/h im Hauptstrang.
- Bogenweichen mit $V_R > 160$ km/h im Hauptstrang.
- Weichen mit $V_R > 140$ km/h im Nebenstrang (signalisierte Ablenkung).

6.2 Grundformweichen

6.2.1 Überhöhungsfehlbetrag üf

Bei der Bestimmung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit über Ablenkung von Weichen in Form eines Kreisbogens sind folgende Grenzwerte für den Überhöhungsfehlbetrag üf einzuhalten:

Grenzwert im Normalfall:	- bei $V_R \leq 100$ km/h:	100 mm
	- bei $100 < V_R \leq 200$ km/h:	100 mm bis 70mm
Maximaler Grenzwerte:	- bei $V_R \leq 100$ km/h:	120 mm
	- bei $100 < V_R \leq 200$ km/h:	120 mm bis 85 mm

Für Fahrgeschwindigkeiten $100 < V_R \leq 200$ km/h sind die entsprechenden Grenzwerte für üf geschwindigkeitsabhängig zwischen den zugehörigen Eckwerten linear zu interpolieren.

Bei Grundformweichen, deren Ablenkung sich aus mehreren oder/und unterschiedlichen Elementen (Kreisbogen, Klothoide) zusammensetzt, sind die oben erwähnten Grenzwerte ebenfalls verbindlich. Bei Neuentwicklungen solcher Weichen muss die vorgesehene Höchstgeschwindigkeit anhand von Versuchsfahrten mit dem charakteristischen Fahrzeug hinsichtlich des Fahrkomforts und der Rad/Schiene-Kräfte zugelassen werden.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

6.3 Bogenweichen

Eine Bogenweiche entsteht im Normalfall durch die Verlegung einer der beiden Stränge einer Grundformweiche (Stamm oder Ablenkung) in ein durchgehendes, gekrümmtes Gleis (als Hauptstrang bezeichnet).

Bogenweichen sind angesichts der ungünstigen fahrdynamischen Auswirkungen und erhöhten Erhaltungskosten nur in unumgänglichen Fällen anzuordnen.

Eine ganze Gleisverbindung mit Bogenweichen darf höchstens eine gegenläufige Krümmungsänderung (Einfluss des geraden Herzstücks ausgeklammert) aufweisen.

6.3.1 Überhöhung ü

6.3.1.1 Im Bereich von Bogenweichen und in Zwangspunkten (siehe Ziff. 2.1.3) sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

Grenzwert im Normallfall: 120 mm
Maximaler Grenzwert: 150 mm

6.3.1.2 Die maximalen Überhöhungen im Hauptstrang müssen mit Rücksicht auf den minimalen Radius Rmin im Nebenstrang (Ablenkung) der Bogenweichen wie folgt eingeschränkt werden (siehe ORE B 55/Rp5 und 8):

$$\ddot{u}_{max} = \frac{R_{min,Nebenstrang} - 50}{1{,}5}$$

$\ddot{u}_{max}$ [mm]
$R_{min,\ Nebenstang}$ [m]

Ausgenommen davon ist – in Neuanlagen nur in Einzelfällen – der Bogen im Nebenstrang (Ablenkung) einer konvergierend verbogenen Weiche, wenn die Überhöhung auch mindestens 10 m davor und danach konstant ist und $\ddot{u}_{max}$ einhält.

Bei bestehenden Anlagen, die diese Bedingung nicht einhalten, sind in Absprache mit dem BAV besondere Vorkehrungen zu treffen.

6.3.2 Überhöhungsüberschuss üü

Verhältnisse mit üü > 100 mm sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

6.3.3 Überhöhungsfehlbetrag üf

6.3.3.1 Im Weichen-Hauptstrang (ohne abrupte Krümmungsänderung) und bei Dilatationsvorrichtungen gelten folgende Grenzwerte:

	Geschwindigkeit V_R [km/h]	üf [mm]
Grenzwert im Normalfall	$V_R \leq 140$ $140 < V_R \leq 160$ $160 < V_R \leq 250$	110 (1) 100 (1) 80 (1)
Maximaler Grenzwert	$V_R \leq 250$	gemäss Ziff. 3.6.2.1 (in der Regel $üf_{max}$ = 130 mm)

(1) Für Weichen mit beweglichen Herzstückspitzen gilt für alle Geschwindigkeitsbereiche $üf_{max}$ = 130 mm

6.3.3.2 Für den Weichen-Nebenstrang (signalisierte Ablenkung mit abrupter Krümmungsänderung) gelten dieselben Grenzwerte für den Überhöhungsfehlbetrag üf wie in der Ablenkung in Grundform (siehe auch Ziff. 6.2).

N O R M A L S P U R

(AB 17)

7 Vertikale Linienführung

7.1 Grundsätze

7.1.1 Die maximal zulässige Längsneigung ist auch unter Berücksichtigung der betrieblichen Verhältnisse zu bestimmen (bezüglich Stationen siehe insb. auch Art. 34, Abs. 2 EBV).

7.1.2 Neigungswechsel werden mit vertikalen Radien ohne Übergangsbögen ausgerundet.

7.1.3 Die Ausrundungsradien sind möglichst gross zu wählen, wobei mit Ausnahme von Neigungswechsel von ≤ 2 ‰ die Grenzwerte gemäss den Ziff. 7.2 - 7.4 einzuhalten sind.

7.1.4 Die Grenzwerte für die Ausrundungsradien R_v sind auch im Bereich von Brücken einzuhalten. Zu berücksichtigen sind neben der geometrischen Ausrundung auch die real auftretenden Brückendeformationen.

7.2 Vertikale Ausrundungsradien R_v in Zuggleisen

Es gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall:		$R_v = 0{,}35\ V_R^2$	R_v [m]
Zusätzlich gilt	Kuppen:	$R_v \geq 3000$ m	
	Wannen:	$R_v \geq 2000$ m	
Minimaler Grenzwert:	Kuppen:	$R_v = 0{,}25\ V_R^2$	V_R [km/h]
	Wannen:	$R_v = 0{,}175\ V_R^2$	
Zusätzlich gilt	Kuppen:	$R_v \geq 500$ m	
	Wannen:	$R_v \geq 900$ m	

7.3 Vertikale Ausrundungsradien R_v in Weichen (Zuggleise)

Weichen und Gleisdurchschneidungen dürfen nur in vertikale Ausrundungsradien R_v zu liegen kommen, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

Grenzwert im Normalfall:		$R_v = 0{,}35\ V_R^2$	R_v [m]
Zusätzlich gilt	Kuppen:	5000 m	
	Wannen:	3000 m	
Minimaler Grenzwert:	Ist auf Grund des einzelnen Weichentyps spezifisch festzulegen. Mindestens aber die minimalen Grenzwerte gemäss Ziffer 7.2		

Die vertikale Lage der einzelnen Schienenstränge ist auf die konstruktiven Gegebenheiten innerhalb von Anlagen mit überhöhten Bogenweichen abzustimmen.

7.4 Vertikale Ausrundungsradien R_v in Rangiergleisen (Gleise und Weichen)

Für Kuppen und Wannen gilt:

Grenzwert im Normalfall:	Gleise:	1000 m
	Weichen und Gleisdurchschneidungen:	2000 m
Minimaler Grenzwert:	Kuppen:	$R_v \geq 500$ m
	Wannen:	$R_v \geq 900$ m [(1)]

[(1)] In bestehenden Anlagen sind Werte bis $R_V \geq 500$ m allenfalls möglich

N O R M A L S P U R

(AB 17)

8 Aspekte Neigetechnik (Zugreihe N)

8.1 Grundsätzliches

8.1.1 Die Aspekte Neigetechnik sind bei der Bestimmung der Höchstgeschwindigkeit (V_N) für Neigezüge (Züge, die mit einem aktiven Neigesystem für das Erreichen von höheren Überhöhungsfehlbeträgen konstruiert sind) zusätzlich zu den Anforderungen der Zugreihe R zu beachten.

8.1.2 Der Einsatz von Neigezügen erfolgt in der Regel auf ausgewählten, bestehenden Strecken. Diese Strecken sind somit hinsichtlich Trassierung, Tragfähigkeit (siehe AB-EBV zu Art. 31, AB 31) und Gleiszustand für die konventionellen Züge (Zugreihe R) ausgelegt und unterhalten.
Bei Neutrassierungen von Linien mit vorgesehenem Einsatz der Neigezüge (Zugreihe N) erfolgt die Wahl der Trassierungsparameter immer entsprechend der vorgegebenen maximalen Geschwindigkeit der konventionellen Züge (Zugreihe R).

8.1.3 Die im Vergleich zur Zugreihe R höheren Überhöhungsfehlbeträge auf Gleisebene werden mit einem aktiven Neigesystem für den Wagenkasten soweit für die Reisenden erforderlich reduziert. Das Neigesystem hat innerhalb der Übergangsbögen unter Berücksichtigung deren Länge und Gestaltung der Überhöhungsrampe ausreichend schnell zu reagieren.

8.1.4 Die optimale Funktionsweise der Neigetechnik kann nur in Bögen mit ausreichend langen Übergangsbögen und ausserhalb von Zwangspunkten erreicht werden.

8.1.5 Höhere Geschwindigkeiten der Zugreihe N gegenüber der Zugreihe R werden in der Regel nur für Geschwindigkeiten bis 160 km/h eingesetzt.

8.2 Anforderungen an Neigezüge

8.2.1 Eine auf die Eigenschaften der Neigezüge abgestimmte Zugreihe N darf für ein bestimmtes Fahrzeug eingeführt werden, sofern nachstehend erwähnte Voraussetzungen erfüllt sind und deren Einhaltung messtechnisch nachgewiesen ist (siehe auch Ziff. 8.5).

8.2.2 Einhalten der Grenzwerte der Gleisbelastung auf dem Niveau der Rad/Schiene-Kräfte (siehe AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziff. 2). Besonders zu beachten (inkl. Beanspruchung der Gleisbauteile) sind dabei Punkte mit hoher Dynamik der Rad/Schiene-Kräfte (siehe auch Ziff. 8.4.1).

8.2.3 Um die Gleisbeanspruchung in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen zu halten, sind die Fahrzeuge so zu gestalten, dass sie eine möglichst geringe Achslast und einen tiefen Schwerpunkt aufweisen.
Die durchschnittliche Achslast bei aussergewöhnlicher Zuladung (siehe AB-EBV zu Art. 47, AB 47.1, Ziff. 2.5) ist für solche Züge auf 16,0 t beschränkt. Einzelne Achsen dürfen diese Achslast um nicht mehr als 5 % überschreiten.

8.2.4 Das ganze Fahrzeug muss die in den Übergangsbögen auf Grund der Änderung der Überhöhung in Funktion der Zeit auftretenden Drehgeschwindigkeiten bewältigen können. Dieser Nachweis erfolgt im Rahmen der streckenbezogenen Fahrzeughomologation (siehe Ziff. 8.3.2 und 8.5).

N O R M A L S P U R

(AB 17)

8.2.5 Die Steuerung des Wagenkastens muss eine sichere und komfortable S-Bogen-Fahrt mit abrupten Krümmungsänderungen (bei V_R) gewährleisten. Dies gilt auch bei divergierend verbogenen Weichen mit negativem Überhöhungsfehlbetrag in einem der beiden Stränge. Die Einhaltung der zulässigen Überhöhungsfehlbeträge der Zugreihe R wird bei solchen Situationen vorausgesetzt.

8.2.6 Die geschwindigkeitsabhängigen Sicherheitsreserven der Zugreihe N gegenüber der Kippgrenze werden bei hohen Überhöhungsfehlbeträgen im Vergleich zu den konventionellen Zügen um ca. 50 % reduziert.
Die Geschwindigkeitsüberwachung muss demzufolge mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse und insbesondere bei Übergängen von hohen auf niedrige Fahrgeschwindigkeiten durch geeignete Massnahmen (z. B. Zugbeeinflussung) verstärkt werden. Zusätzlich ist der allfällige Einfluss von Seitenwind zu prüfen.

8.3 Fahrdynamische Grenzwerte für den Regelfall

8.3.1 Die nachfolgend angegebenen Grenzwerte wurden auf Grund der vorgegebenen Trassierung (Zugreihe R) und der sich aus der (gegenüber V_R) erhöhten V_N ergebenden erhöhten Fahrdynamik definiert. Diese Grenzwerte dürfen somit ohne weitere Untersuchungen nicht überschritten werden.

8.3.2 Kreisbogen mit Übergangsbogen und Überhöhungsrampe

8.3.2.1 Der maximal zulässige Überhöhungsfehlbetrag für Neigezüge $üf_{N\ max}$ hängt vom Fahrzeugtyp, der Streckenart und der Gleisbeschaffenheit ab.

$üf_{N\ max}$ = 275 mm (bei Radien ≥ 250 m)

Bei Radien unter 250 m sind fallweise besondere Untersuchungen notwendig

8.3.2.2 Die maximal zulässige Änderung der Überhöhung in Funktion der Zeit dü/dt ($dü/dt_{N\ max}$) beträgt 75 mm/s

8.3.2.3 Die maximal zulässige Änderung des Überhöhungsfehlbetrages in Funktion der Zeit düf/dt ($düf/dt_{N\ max}$) beträgt 150 mm/s

8.3.2.4 Die Möglichkeiten der betrieblichen Anwendung der Grenzwerte gemäss Ziff. 8.3.2.1 bis 8.3.2.3 sind anlässlich der streckenbezogenen Fahrzeughomologation (gemäss Ziff. 8.5) nachzuweisen. Ebenfalls nachzuweisen ist, dass die Längen der Übergangsbögen resp. der Überhöhungsrampen entsprechend der Reaktionszeit und der erreichbaren Drehgeschwindigkeit der Wagenkastensteuerung ausreichend lang sind (siehe Ziff. 8.2.4 und 8.5).

N O R M A L S P U R

(AB 17)

8.4 Einschränkungen zu den fahrdynamischen Grenzwerten

8.4.1 Aspekte Fahrbahn

8.4.1.1 In folgenden Fällen ist der zulässige maximale Überhöhungsfehlbetrag der Zugreihe R auch für die Zugreihe N gültig ($üf_{N\ max} = üf_{R\ max}$):

- für verlaschte Gleisabschnitte
- für Abschnitte mit dem Schienenprofil 46E1.

8.4.1.2 Bei Zwangspunkten (gemäss Ziff. 2.1.3) sind Einschränkungen von $üf_{N\ max}$ ($V_{N\ max}$) erforderlich (siehe auch Ziff. 8.4.1.3 und 8.4.2 – 8.4.4).

8.4.1.3 Bei lokalen Störstellen wie z. B. besondere trassierungstechnische Konfigurationen (Korbbögen, bestehende Scheitelklothoiden etc.), schlechter Untergrund, schlechte Gleislage, Widerlagerbereiche von Brücken mit gelockertem Schotterbett, Hangrutschstellen, Durchlässe, Bahnübergänge, Bahnhofsgleise, Übergänge Schotter / feste Fahrbahn sind ggf. Einschränkungen von $üf_{N\ max}$ ($V_{N\ max}$) erforderlich.
Das Mass der Einschränkungen ist auch anlässlich der streckenbezogenen Fahrzeughomologation (siehe Ziff. 8.5) zu ermitteln. Mit dem für die Fahrbahn zuständigen Fachbereich der Infrastruktur ist im Voraus zu bestimmen, welche Messungen (ggf. auch ortsfest) notwendig sind.

8.4.2 Einschränkungen bei Kreisbogen ohne Übergangsbogen

8.4.2.1 Bei Kreisbogen ohne Übergangsbogen mit abrupten Krümmungsänderungen wie z. B. bei Fahrt über die signalisierte Ablenkung von Weichen (Nebenstrang) ist die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit der konventionellen Züge (Zugreihe R) auch für Neigezüge (Zugreihe N) verbindlich.

8.4.2.2 Ausgenommen davon sind – vorbehältlich des Nachweises anlässlich der streckenbezogenen Fahrzeughomologation – Gleisverziehungen (z. B. bei kleinen Änderungen der Gleisabstände) und Richtungsknicke für eine Azimutkorrektur.

8.4.3 Einschränkungen bei Weichen

8.4.3.1 Bei Bogenweichen beträgt bei Fahrt über den Weichen-Hauptstrang (ohne abrupte Krümmungsänderung) der maximal zulässige Überhöhungsfehlbetrag üf ($üf_{N\ max}$) 150 mm.

Die Fahrt über Weichen in nicht ablenkender Stellung (Hauptstrang) kann mit der Geschwindigkeit V_N erfolgen, sofern für die Fahrt über die Ablenkung (Nebenstrang) eine reduzierte Geschwindigkeit signalisiert werden kann.
Ist dies nicht der Fall, muss die Geschwindigkeit V_N auf die Fahrgeschwindigkeit der konventionellen Züge V_R reduziert werden.

8.4.3.2 Für die Fahrt über die signalisierte Ablenkung (Nebenstrang) von Grundform- und Bogenweichen gilt: $V_N = V_{R\ max}$ ($üf_N = üf_{R\ max}$).

8.4.3.3 Die maximale Geschwindigkeit über den geraden Strang von Kreuzungsweichen (DKW/EKW) sowie Gleisdurchschneidungen mit der Neigung 1:9 und steiler – d.h. mit starren Herzstücken – ist auf V_R = 125 km/h beschränkt (siehe auch AB-EBV zu Art. 32, Normalspur, AB 32.1, Ziff. 3).

N O R M A L S P U R

(AB 17)

8.4.4 Einschränkungen bei Brücken.

Nachfolgende Einschränkungen gelten bei:

- Brücken mit Dilatationsvorrichtungen
- Brücken mit direkter Schienenlagerung und Stahlbrücken mit offener Fahrbahn

Beim geraden Gleis besteht – vorbehältlich des Nachweises anlässlich der streckenbezogenen Fahrzeughomologation – keine Einschränkung.

Beim Bogengleis beträgt der maximal zulässige Überhöhungsfehlbetrag üf ($üf_{N\ max}$) 150 mm.

Für Brücken mit direkter Schienenlagerung oder Stahlbrücken mit offener Fahrbahn sind bei Radien < 600 m ggf. zusätzliche Einschränkungen notwendig (siehe Ziff. 8.4.1.3).

8.5 Streckenbezogene Fahrzeughomologation

8.5.1 Im Regelfall kann die «streckenbezogene Fahrzeughomologation» nur mit Fahrzeugen durchgeführt werden, die bereits für die Geschwindigkeitsreihe V_R zugelassen bzw. homologiert sind.
Die streckenbezogene Fahrzeughomologation besteht aus der spezifischen fahrtechnischen Prüfung (statistischer Nachweis für $üf_{N\ max}$ + 10 %, siehe Ziff. 8.3.2.1) und der streckenbezogenen fahrtechnischen Prüfung für V_{hom} (siehe Ziff. 8.5.4).

8.5.2 Die Festlegung der betrieblich zulässigen Fahrgeschwindigkeit der Zugreihe N (V_N) erfolgt für jeden Neigezugtyp auf den für ihn vorgesehenen Strecken anhand des Nachweises der Einhaltung der Rad/Schiene-Kräfte (gemäss AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziff. 2.1) durch Messungen der dynamischen Fahrzeugreaktionen (ggf. inkl. ortsfeste Erfassung der Beanspruchung der Oberbauteile, siehe Ziff. 8.4.1.3) im Rahmen einer so genannten «streckenbezogenen Fahrzeughomologation».
Die Beurteilung der Messresultate erfolgt während der stufenweisen Erhöhung der Geschwindigkeit «on-line» durch lauftechnisch ausgebildetes Personal und bezüglich Auswirkungen auf die Fahrbahn durch den Vertreter der Infrastruktur.

8.5.3 Bei Veränderungen von Streckenabschnitten, welche zu zusätzlichen Einschränkungen führen könnten, muss die streckenbezogene Fahrzeughomologation wiederholt werden.

8.5.4 Die Homologationsgeschwindigkeit (V_{hom}) entspricht im Allgemeinen der maximal möglichen Geschwindigkeit der Zugreihe N zuzüglich 10 %. Maximal ist sie aber entsprechend dem Überhöhungsfehlbetrag $üf_{N\ max}$ (siehe Ziff. 8.3 und 8.4) zuzüglich 10 % begrenzt.

8.5.4.1 Bei Bögen, in denen die Homologationsgeschwindigkeit durch den Überhöhungsfehlbetrag limitiert ist, gilt für unmittelbar daran anschliessende Streckenabschnitte ebenfalls diese Homologationsgeschwindigkeit, falls das Fahrzeug auf der zur Verfügung stehenden Strecke die Homologationsgeschwindigkeit des anschliessenden Abschnitts nicht erreichen kann.

8.5.4.2 Für Bögen, in denen $üf_{N\ max}$ die zugelassenen Werte (Grenzwert im Normalfall) für die Zugreihe R gemäss Ziff. 3.6.2.1 nicht überschreitet (122 mm ≤ üf ≤ 150 mm) sind keine besonderen Messnachweise notwendig.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

8.6 Überwachung

8.6.1 Die Überwachung des Gleiszustandes erfolgt gemäss den Vorgaben für die konventionellen Züge (Zugreihe R). Bei Bedarf ist diese zu verdichten. Bei der Anordnung der Massnahmen zur Behebung der Beschädigungen ist ggf. der gegenüber der Zugreihe R erhöhten Geschwindigkeit V_N Beachtung zu schenken.

8.6.2 Insbesondere sind auf Strecken mit Neigezügen in Abschnitten mit den gegenüber konventionellen Zügen erhöhten Fahrgeschwindigkeiten der Neigezüge die Überwachung bezüglich Schienenfehler jeglicher Art sowie die Ultraschall- und Wirbelstromkontrollen der Schienen entsprechend der Häufigkeit, der Art und dem Ausmass der auftretenden Beschädigungen zu verdichten. Die Ultraschall- und Wirbelstromkontrollen sind mindestens aber halbjährlich durchzuführen.

8.6.3 Wiederholungsfahrten (Inspektionsfahrten)

8.6.3.1 Die sicherheitsrelevanten Veränderungen im Zusammenwirken Fahrzeug/Fahrweg (Auswirkungen der sich allenfalls veränderten Gleislage auf das dynamische Fahrzeugverhalten) sind für jeden auf einer Strecke verkehrenden Neigezugtyp alle 18 Monate mittels sogenannter Wiederholungsfahrten für Neigezüge (Messung der Rad/Schiene-Kräfte bei der Geschwindigkeit der Zugreihe N) zu erfassen, zu prüfen und zu dokumentieren. Diese Frist kann um längstens 2 Monate verlängert werden. Anstelle der oben beschriebenen Wiederholungsfahrten ist ein On-Board Monitoring (OBM) auf den im Regelbetrieb verkehrenden Neigezugtypen zulässig.

8.6.3.2 Die Wiederholungsfahrten können stellvertretend für alle auf der Strecke verkehrenden Neigezugtypen mit einem Vergleichsfahrzeug durchgeführt werden, sofern die Korrelation zwischen den Neigezugstypen und dem Vergleichsfahrzeug nachgewiesen ist.

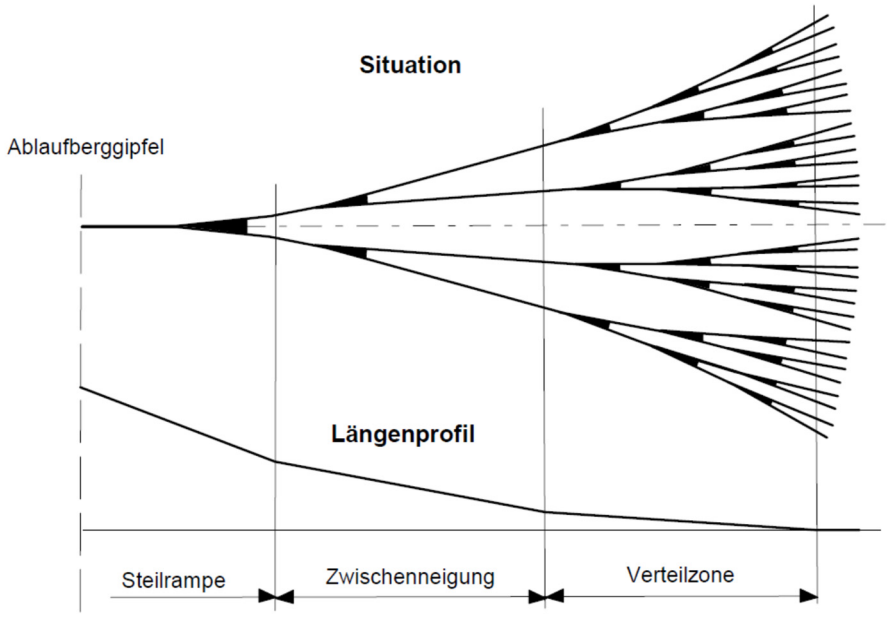
8.6.3.3 Bei der Auswertung der Wiederholungsfahrten ist insbesondere die Anfälligkeit der Neigezüge auf Lagefehler im Gleis (auch innerhalb der zulässigen Gleislagetoleranzen) zu analysieren. Auf Grund der Auswertung sind ggf. die notwendigen Massnahmen durchzuführen.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

9 Ablaufanlagen

Bei Ablaufanlagen sind nachfolgende Besonderheiten zu beachten:



Ablaufgipfel sind in der Regel mit R_v = 300 m auszurunden. Bei bestehenden Anlagen sind in begründeten Fällen Kuppen mit $R_v \geq 250$ m zugelassen.
Erfolgen über die Ablaufgipfel regelmässig Zug- oder Rangierfahrten[3], dann ist dort ein Ausrundungsradius $R_v \geq 800$ m notwendig. Für die Anordnung von Ablaufberggipfelausrundungen (bei bestehenden Anlagen) von 300 m < R_v < 800 m ist im Hinblick auf die Befahrbarkeit durch Zug- oder Rangierfahrten im Einzelfall die Zustimmung des BAV einzuholen.

Im Neigungswechsel zwischen Steilrampe und Zwischenneigung beträgt der kleinste zulässige Radius der Wanne R_v = 400 m. Nach Möglichkeit ist jedoch eine Ausrundung von $R_v \geq 600$ m zu wählen. Erfolgen über diesen Neigungswechsel regelmässig Zugfahrten, dann ist eine Wanne mit $R_v \geq 600$ m notwendig.
Kommen Weichenteile in die Ausrundung zu liegen, dann ist ein Ausrundungsradius von $R_v \geq 600$ m (Wanne) erforderlich.

Im Neigungswechsel zwischen Zwischenneigung und Verteilzone von Ablaufanlagen sind Ausrundungsradien von $R_v \geq 600$ m zulässig. Es sind aber Ausrundungsradien von R_v = 2000 m anzustreben.

In Neigungswechseln der Verteilzone sind Ausrundungsradien mit R_v = 2000 m anzustreben.

In Ablaufanlagen sind Gegenbogen ohne Zwischengerade bis zu einem Minimalradius von R = 200 m zulässig

[3] Rangierfahrten direkt oder indirekt geführt nach FDV.

N O R M A L S P U R

(AB 17)

10 Anschlussgleise

10.1 Grundsätzliches

10.1.1 Diese zusätzlichen Bestimmungen gelten gemäss der Gütertransportverordnung vom 25. Mai 2016[4] (GüTV) auf Grund der besonderen Verhältnisse für Anschlussgleise (siehe Ziff. 2.2).

10.1.2 Der Anschlusspunkt an das Bahnnetz der Infrastrukturbetreiberin fällt nicht unter die Bestimmungen dieser Ziff.. Dieser ist nach den Vorgaben gemäss den Ziff. 1 - 8 dieser Bestimmung auszulegen.

10.1.3 Die maximal zulässige Geschwindigkeit beträgt 40 km/h und ist auf Grund der effektiv vorhandenen Verhältnisse ggf. anzupassen.

10.1.4 Für Anschlussgleise werden (mit Ausnahme von Ziff. 5.3.2 und 5.4.2) nur die Grenzwerte im Normalfall (siehe Ziff. 2.3.1) angegeben (siehe zusätzlich 2.3.3)

10.1.5 Das BAV kann in einer Richtlinie festlegen, unter welchen Voraussetzungen die Über- resp. Unterschreitung der Grenzwerte im Normalfall grundsätzlich bewilligungsfähig sind.

10.2 Fahrbahngestaltung

10.2.1 Betreffend Linienführung von Anschlussgleisen gelten mit Ausnahme der untenstehenden Abweichungen die Vorgaben von Rangiergleisen.

10.2.2 Betreffend Spurerweiterung im Bogen gelten die Vorgaben gemäss AB-EBV zu Art. 16, Normalspur, AB 16, Ziff. 3.2.
Sofern auf die Befahrbarkeit von gewissen Fahrzeugen (insb. Streckentriebfahrzeuge) verzichtet wird, kann von den Bestimmungen abgewichen werden (siehe auch Ziff. 2.3.3 und 10.1.5).

10.2.3 Horizontale Linienführung

10.2.3.1 Kreisbogen (ohne Übergangsbogen)

Bezüglich Mindestradius R ist die Unterschreitung des Grenzwertes im Normalfall mit reduzierter Geschwindigkeit (siehe Ziff. 5.2.2 und 5.3.2) und Zusatzmassnahmen an der Zugkomposition und unter Einschränkung der Befahrbarkeit für gewisse Fahrzeuge möglich (siehe auch Ziff. 10.1.4 und 10.1.5).

10.2.3.2 Bezüglich der Länge der Zwischengerade gelten die Bestimmungen gemäss Ziff. 5.4.1.3 und 5.4.2. Bei Anlagen ohne Personenwagen können die entsprechenden Werte verwendet werden.

[4] SR **742.411**

N O R M A L S P U R

(AB 17)

10.2.4 Weichen

10.2.4.1 Um eine wirtschaftliche Gestaltung von Gleisanlagen zu erreichen, ist im Hinblick auf einen späteren Ersatz und zur Gewährleistung der möglichst freizügigen Befahrbarkeit der Einsatz von Standardweichen in Grundform anzustreben.

10.2.5 Vertikale Linienführung

10.2.5.1 Ausrundungsradien R_v für Gleise, Weichen und Gleisdurchschneidungen (Kuppe und Wanne), Siehe Ziff. 7.4

10.2.5.2 Maximale Neigung

Gleise entlang von Rampen und Ladegleise sind in der Regel horizontal auszuführen. Gleise mit speziellen Funktionen (z. B. Gleise am Übergabepunkt, Sortiergleise …) sollten im allgemeinen eine Neigung von 1.5 ‰ nicht überschreiten. In Abhängigkeit der effektiven Neigung sind ggf. zusätzliche Massnahmen gegen das Entlaufen von Wagen vorzusehen.

10.3 Überwachung und Instandhaltung

10.3.1 Die Überwachung des Gleiszustandes hat unter Berücksichtigung der konkreten Verhältnisse in Anlehnung an die Überwachung der Rangiergleise zu erfolgen.
Die sichere Befahrbarkeit ist dabei immer zu gewährleisten.

10.3.2 Zwischen dem Anschlusspunkt und dem Übergabepunkt gelten die entsprechenden Instandhaltungsvorschriften der Infrastrukturbetreiberin sinngemäss.

10.3.3 Hinsichtlich Trassierung ist im Rahmen der Überwachung insbesondere der Spurweite (siehe AB-EBV zu Art. 16, Normalspur, AB 16, Ziff. 2.1), der Verwindung (siehe Ziff. 4.2.4) und der Gleislage im Bereich von S-Bogen Beachtung zu schenken.

METERSPUR

AB 17

1 Allgemeines

1.1 Die nachstehenden Bestimmungen der Ziffern 1 bis 7 gelten für die geometrische Gestaltung von Gleisanlagen für Geschwindigkeiten der Zugreihe R bis V_R = 120 km/h, einschliesslich deren Planung. Die Vorgaben sind ebenfalls bei der Festlegung der Höchstgeschwindigkeit gemäss AB-EBV zu Art. 76, AB 76.1a zu berücksichtigen. Ergänzende Bestimmungen für Anschlussgleise sind in Ziff. 8 festgelegt.

1.2 Die Lage von Gleisen und Weichen ist zumindest in den Zuggleisen durch ein dauerhaftes Versicherungssystem (möglichst in absoluter Lage in Koordinaten) festzuhalten.

1.3 Die bahneigenen Reglemente und Weisungen regeln die geometrische Gestaltung der Fahrbahn unter Einhaltung der Vorgaben dieser AB mit Rücksicht auf die herrschenden topographischen und betrieblichen Verhältnisse der jeweiligen Bahnunternehmung.

1.4 Toleranzwerte, bei deren Erreichung die Instandhaltung und die Erstellung des regelkonformen Zustandes unumgänglich werden, sind – unter Einhaltung der Vorgaben von Ziff. 4.2.4 – ebenfalls in den bahneigenen Reglementen und Weisungen festzulegen.

2 Grundsätze und Begriffe

2.1 Fahrbahngestaltung

2.1.1 Die Linienführung der Zuggleise sollte eine gleichmässige Fahrgeschwindigkeit ermöglichen. Häufige Wechsel der Geschwindigkeit sind zu vermeiden.

2.1.2 Es ist eine kontinuierliche, gestreckte Linienführung anzustreben, um kurze, häufig wechselnde Trassierungselemente (Gerade, Übergangsbogen, Kreisbogen) zu vermeiden, die einen grösseren Anlagen-Erhaltungsaufwand sowie nachteilige Auswirkungen auf den Fahrzeuglauf (inkl. Kurvenkreischen) und auf den Komfort zur Folge haben.

2.1.3 Bei Gleisen in Strassen sind die Gleisgeometrie und die Geometrie der Strasse aufeinander abzustimmen.

METERSPUR

(AB 17)

2.1.4 Für die Festlegung der fahrbahnseitig zulässigen Höchstgeschwindigkeiten sind neben der theoretischen Gleisgeometrie noch folgende Faktoren massgebend:
- Tragfähigkeit und Lagestabilität des Gleisrostes.
- Gleiszustand, Gewährleistung der erforderlichen Gleislagegüte.
- Verhalten der Fahrzeuge im Gleis (z. B. Querneigekoeffizient, Fahrzeugabmessungen, Laufeigenschaften, Betriebsart) und die vom Fahrzeug auf das Gleis übertragene Beanspruchung.
- Zwangspunkte: Als Zwangspunkte bezeichnet man unter dem Gesichtspunkt der Trassierung alle konstruktiv bedingten Störstellen im Gleis, die infolge von erzwungenen Diskontinuitäten in der Fahrebene (z. B. Weichen, Dilatationsvorrichtungen) und in der Lagerung des Gleisrostes (Übergänge auf Brücken mit Direktbefestigung, auf Feste Fahrbahn oder ähnliche Einrichtungen, wie z. B. Bahnübergänge) zu erhöhten, dynamischen Auswirkungen führen können.
- Verkehrsarten, Güter- bzw. Personenverkehr und deren anteilmässige Verteilung.

2.1.5 Bei der Festlegung der betrieblich zulässigen Fahrgeschwindigkeit sind weiter fahrdienstliche Aspekte, die Längsneigung, die Signalisierung und die Sicherheit auf Perrons massgebend.

2.2 Gleisarten

In vorliegender AB wird die geometrische Gestaltung der Fahrbahn bis zu einer Geschwindigkeit V_R = 120 km/h, bzw. V = 40 km/h für Zahnstangengleise beschrieben. Die trassierungstechnischen und fahrdynamischen Aspekte gelten – mit Ausnahme von Ziff. 5.4.1.3 – generell. Daraus ergibt sich folgende Beschreibung der Gleisarten (siehe auch Anhang Nr. 4):
- Zuggleise
  Gleise, welche für Zugfahrten (bei Strassenbahnen sinngemäss) benutzt werden können.
- Rangiergleise
  Gleise mit V ≤ 40 km/h (exkl. Anschlussgleise), welche ausschliesslich für Rangierbewegungen benutzt werden.
- Drei-/Vierschienengleise
  Gleisanlagen mit zwei Spurweiten, in welchen die Vorschriften beider Spuren zu berücksichtigen sind.
- Anschlussgleise (siehe auch Ziff. 8)
  Gleise gemäss Artikel 2 Buchstabe c der Verordnung über den Gütertransport durch Bahn- und Schifffahrtsunternehmen (Gütertransportverordnung vom 25. Mai 2016[1] (GüTV))

[1] SR **742.411**

METERSPUR

(AB 17)

2.3 Grenzwerte

2.3.1 Die nachstehend erwähnten Grenzwerte werden in zwei Stufen mit folgender Bedeutung unterteilt:

– Grenzwert im Normalfall
  Diese Grenzwerte sind bei Neuanlagen und soweit möglich bei Umbauten von bestehenden Anlagen oder bei Fahrbahnerneuerungen zu berücksichtigen. Sofern die Ausnützung der Grenzwerte unumgänglich ist, können solche ohne besondere Zusatzmassnahmen eingesetzt werden, wenn die erhöhten Erhaltungskosten in Kauf genommen werden können.
– Maximaler bzw. Minimaler Grenzwert
  Diese Grenzwerte sind nur in unumgänglichen, seltenen Einzelfällen bei besonderen Verhältnissen oder für bestimmte Fahrzeugarten anwendbar, sofern die zusätzliche Beeinträchtigung des Fahrkomforts und die höheren Erhaltungskosten in Kauf genommen werden können. Die Anwendung von Werten über resp. unter den «Grenzwerten im Normalfall» bedarf im Einzelfall der Genehmigung des Bundesamtes für Verkehr (BAV). Die Gewährleistung der Fahrstabilität der Fahrzeuge und die Einhaltung der Grenzwerte der Gleisbeanspruchung sind nachzuweisen (siehe Art. 47 EBV bzw. AB-EBV zu Art. 31, Meterspur, AB 31).

2.3.2 Bei Umbauten von bestehenden Anlagen oder bei Fahrbahnerneuerungen mit konzeptionellen oder wesentlichen Veränderungen sind grundsätzlich die Grenzwerte im Normalfall einzuhalten.

2.3.3 Die maximalen bzw. minimalen Grenzwerte werden (mit Ausnahme von Ziff. 5.3.2 und 5.4.2) nur für Zuggleise angegeben. Über- resp. Unterschreitungen der Grenzwerte im Normalfall für Rangier- und Anschlussgleise können ggf. im Rahmen der Plangenehmigung bewilligt werden. Dazu sind fallweise Zusatzmassnahmen notwendig.

METERSPUR

(AB 17)

3 Kreisbogen mit Übergangsbogen (in Zuggleisen)

3.1 Grundsätze

Für die Bestimmung der Mindestradien sind grundsätzlich folgende Parameter massgebend:

- Die maximale und minimale Betriebsgeschwindigkeit.
- Die einzusetzende Überhöhung.
- Die Grenzwerte für den Überhöhungsfehlbetrag resp. Überhöhungsüberschuss.
- Die langfristig erforderliche Flexibilität in der betrieblichen Nutzung der Strecke.

Beim Entwurf einer Linienführung sind unter Berücksichtigung der realisierbaren Überhöhung und Übergangsbogenlänge (siehe Ziff. 3.5 und 4.3) die im Rahmen der vorgegebenen Randbedingungen nach Möglichkeit grössten Kreisbögen anzuwenden.

Die Überhöhung wird im Normalfall durch die Drehung des Gleises um die Gleisachse erreicht.

3.2 Länge der Einzelelemente (Gerade und Kreisbogen)

Die Länge der Elemente Kreisbogen und Gerade darf im Hinblick auf einen ruhigen Fahrzeuglauf in den Zuggleisen folgende Werte der entsprechenden Fahrzeit nicht unterschreiten:

Grenzwert im Normalfall:	1 s
– Bei Strassenbahnen im Strassenraum:	0,7 s
Minimaler Grenzwert:	0,7 s
– Bei Strassenbahnen im Strassenraum:	0,5 s (1)

(1) In Einzelfällen ist eine kürzere Fahrzeit allenfalls möglich.

Eine Mindestlänge von 15 m, bei Strassenbahnen von 8 m ist anzustreben.

Kürzere Zwischengeraden sind bei Gegenbögen durch eine durchgehende Wendeklothoide, bei Kreisbögen mit gleichgerichteter Krümmung durch einen genügend langen Zwischenbogen zu ersetzen.

METERSPUR

(AB 17)

3.3 Mindestradius R

3.3.1 Im Hinblick auf eine kontinuierliche, gestreckte Linienführung sind möglichst grosse Radien zu wählen (siehe auch Ziff. 2.1 und 3.1).

In der Regel sind Radien R < 200 m, bei Strassenbahnen R < 50 m, zu vermeiden.

Der minimale Radius ist im Hinblick auf eine freizügige Verwendung des Rollmaterials in Ziff. 5.2 festgelegt.

3.3.2 In Bereichen von Perronkanten ist R ≥ 250 m anzustreben.

3.3.3 Für die Umsetzung des Behindertengleichstellungsgesetzes (BehiG)[2] bezüglich des autonomen Zugangs für Mobilitätsbehinderte sind im Bereich der Perronkante ggf. weitere Anforderungen bezüglich des minimalen Radius zu erfüllen.

3.4 Überhöhung ü

3.4.1 Grenzwerte der Überhöhung ü

Grenzwert im Normalfall: 105 mm
- Bei Rollbock- oder Rollschemelbetrieb: 90 mm
- In Zahnstangengleisen: 35 mm

Grössere Überhöhungen sind nur bei besonderen Verhältnissen und vom BAV festzulegenden Bedingungen zulässig.
In Spezialfällen ist ein Sicherheitsnachweis hinsichtlich der Kippgefahr der Fahrzeuge erforderlich.

3.4.2 Zusätzliche Bedingungen

3.4.2.1 Grosse Überhöhungen in kleinen Radien erhöhen das Entgleisungsrisiko der langsam fahrenden Züge. Die Belastung der äusseren, führenden Räder wird insbesondere bei torsionssteifen Fahrzeugen in grösseren Verwindungen stark vermindert. Bei der Verwendung kleiner Radien sind deshalb zusätzliche Massnahmen im Gleis anzuordnen. Gegebenenfalls sind auch technisch-betriebliche Massnahmen an der Zugskomposition erforderlich (z. B. Begrenzung der Anfahrzugkraft bzw. Bremskraft, Fahrzeuggattung, Betriebsregime). Ausserdem muss mit erhöhtem Erhaltungsaufwand und der Verminderung des Fahrkomforts gerechnet werden.
Diese Aspekte sind insbesondere in Radien R < ca. 100 m zu beachten.

3.4.2.2 Im Bereich von Perronanlagen ist die Überhöhung ü ≤ 70 mm anzustreben.
Für die Umsetzung des Behindertengleichstellungsgesetzes (BehiG) bezüglich des autonomen Zugangs für Mobilitätsbehinderte sind im Bereich der Perronkante ggf. weitere Anforderungen bezüglich der maximalen Überhöhung zu erfüllen.

3.4.2.3 Weitere Einschränkungen der Überhöhungen ergeben sich allenfalls mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse in Bereichen z. B. der Zwangspunkte (siehe Ziff. 6.3.1), von Instandhaltungs- und Bauarbeiten usw.

[2] SR **151.3**

METERSPUR

(AB 17)

3.5 Regelüberhöhung $ü_{reg}$

Mit der Wahl der Überhöhung ü bei einem bestimmten Radius wird die «ideelle Fahrgeschwindigkeit V_{id}» festgelegt, bei der theoretisch keine Seitenbeschleunigungen in der Gleisebene auftreten:

$$V_{id} = \sqrt{\frac{R \cdot ü}{8{,}26}}$$

V_{id} [km/h]
ü [mm]
R [m]

Im Regelfall wird mit dem Koeffizient a ca. 51 - 63 % der ideellen Überhöhung ausgeglichen. Bei Strecken mit gemischtem Verkehr im Geschwindigkeitsbereich bis 120 km/h wird dabei eine möglichst gleichmässige Beanspruchung des Gleisrostes angestrebt.

$$ü_{reg} = \frac{a \cdot V_R^{\,2}}{R}$$

V_R [km/h]
$ü_{reg}$ [mm]
R [m]

für a gilt: $4{,}2 \le a \le 5{,}2$

In Zahnstangengleisen:

$$ü_{reg} = \frac{1{,}98 \cdot V^2}{R} + 6{,}13$$

V [km/h]
$ü_{reg}$ [mm]
R [m]

Bei Gleisen in Strassen ist Ziff. 2.1.3 massgebend.

3.6 Überhöhungsfehlbetrag üf

3.6.1 Grundsätze

3.6.1.1 Der Überhöhungsfehlbetrag wird für Meterspur gemäss der folgenden Formel gerechnet:

$$üf = \frac{8{,}26 \cdot V_R^{\,2}}{R} - ü$$

V_R [km/h]
üf, ü [mm]
R [m]

Die Beziehung zwischen der unausgeglichenen Seitenbeschleunigung a_q und dem Überhöhungsfehlbetrag üf wird wie folgt abgeleitet:

$$üf = 107 \cdot a_q$$

a_q [m/s²]
üf [mm]

Die spurunabhängige, allgemeine Beziehung lautet:

$$a_q = \frac{v_R^{\,2}}{R} - g\frac{ü}{d}$$

a_q, g [m/s²]
v_R [m/s]
ü [mm]
R [m]
d [mm] (Stützweite Schienenmitte/Schienenmitte)

METERSPUR

(AB 17)

3.6.1.2 Bei der Festlegung des zulässigen Überhöhungsfehlbetrages sind die technischen Abhängigkeiten bezüglich Beanspruchung des Gleises und Sicherheit einzubeziehen.

Die Beanspruchungen werden massgeblich durch die Höhe des Überhöhungsfehlbetrages beeinflusst.

Weitere, zu berücksichtigende Faktoren sind:
- Typ der Gleiskonstruktion (Schienenprofil, Schwellentyp und -abstand, Schienenbefestigung, Schotterbettprofil und der Verdichtungszustand des Schotters).
- Unterhaltszustand des Gleises.
- Gleislagegüte.
- Lauf- und Federeigenschaften der Fahrzeuge.
- Achslast und unabgefederte Masse am Rad.
- Wirtschaftliche Aspekte.

Grosse Überhöhungsfehlbeträge sind vertretbar, wenn die höheren Erhaltungs- und Überwachungskosten und die entsprechend reduzierte Liegedauer der Gleiskomponenten in Kauf genommen werden können.

Insbesondere das durch die Wahl der Trassierungsparameter beeinflusste Niveau der Materialbeanspruchungen an der Schienenfahrkante muss im Einklang mit der Widerstandsfähigkeit der Schienenstahlgüte und der Intensität der örtlichen Überwachung stehen.

3.6.2 Grenzwerte des Überhöhungsfehlbetrages üf

3.6.2.1 Für den Höchstwert des Überhöhungsfehlbetrages üf gelten in Zuggleisen ohne Zwangspunkte (siehe Ziff. 2.1.4) folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall:	86 mm	(a_q = 0,8 m/s^2)
Maximaler Grenzwert:	107 mm	(a_q = 1,0 m/s^2)

Bei Anwendung der Grenzwerte muss gewährleistet sein, dass die verkehrenden Fahrzeuge für solche Einsatzbedingungen zugelassen sind.

3.6.2.2 In Abschnitten mit Zwangspunkten (siehe Ziff. 2.1.4) gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall:	70 mm	(a_q = 0,65 m/s^2)
Maximaler Grenzwert:	86 mm	(a_q = 0,8 m/s^2)

Grenzwerte im Bereich von Bogenweichen und Dilatationsvorrichtungen siehe Ziff. 6.3.3.1.

3.7 Überhöhungsüberschuss üü

Für den Überhöhungsüberschuss (ü > $ü_{id}$) gelten bezüglich der Geschwindigkeit V_R folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall:	70 mm	(a_q = 0,65 m/s^2)
Maximaler Grenzwert:	86 mm	(a_q = 0,8 m/s^2)

METERSPUR

(AB 17)

4 Übergangsbogen und Überhöhungsrampe (in Zuggleisen)

4.1 Grundsätze

Nacheinander folgende Elemente unterschiedlicher Krümmung sind in Zuggleisen mit einem Übergangsbogen mit linearem Krümmungsverlauf (Klothoide) miteinander zu verbinden.

Die Überhöhungsrampe ist im Regelfall auf die ganze Übergangsbogenlänge anzuordnen. Der Verlauf der Überhöhungsrampe hat dem Krümmungsverlauf des Übergangsbogens in Form und Länge zu entsprechen.

Die sogenannten «geschwungenen Rampen» mit entsprechenden Arten von Übergangsbogen oder weitere besondere Trassierungsgrundsätze sind zu vermeiden bzw. fallweise im Sinne von Ausnahmen mit dem BAV zu regeln.

Scheitelklothoiden (zwei Übergangsbögen ohne dazwischen liegendes Kreisbogenelement) sind insb. mit Einbezug von Überhöhungsrampen nicht zulässig (für Strassenbahnen im Strassenraum siehe auch Ziff. 3.2).

4.2 Verwindung N (dü/dl)

4.2.1 Für Zuggleise gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall:	2,5 ‰
– Bei Rollbockbetrieb:	2,0 ‰
– Bei Rollschemelbetrieb:	2,5 ‰
– Bei Strassenbahnen:	2,5 ‰
Maximaler Grenzwert:	3,0 ‰
– Bei Rollbockbetrieb:	2,5 ‰
– Bei Rollschemelbetrieb:	3,0 ‰
– Bei Strassenbahnen:	3,3 ‰

4.2.2 Für Rangiergleise gilt folgender Grenzwert:

Grenzwert im Normalfall:	3,0 ‰
– Bei Strassenbahnen:	3,3 ‰

4.2.3 Die Verwindungen resultierend aus der geometrischen Linienführung und der real auftretenden Brückendeformation sind gemeinsam zu berücksichtigen.

4.2.4 Im Betriebszustand sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

Für Zuggleise:	$V_R \leq 80$ km/h	3,5 ‰ [1]	(Basislänge 6 m)
	80 km/h < $V_R \leq 120$ km/h	3,0 ‰	(Basislänge 6 m)
Für Rangier- und Anschlussgleise:		4,0 ‰	(Basislänge 6 m)

[1] Bei Rollbockbetrieb beträgt der Grenzwert 3,0 ‰.

METERSPUR

(AB 17)

4.3 Länge des Übergangsbogens und der Überhöhungsrampe

Für die Bestimmung der Länge des Übergangsbogens und der Überhöhungsrampe sind die Grenzwerte für die Verwindung (siehe Ziff. 4.2) und die nachstehenden Grenzwerte für die Änderung des Überhöhungsfehlbetrages und der Überhöhung in Funktion der Zeit (siehe Ziff. 4.3.1 und 4.3.2) einzuhalten.

4.3.1 Änderung des Überhöhungsfehlbetrages in Funktion der Zeit düf/dt

Grenzwert im Normalfall:	55 mm/s	($da_q/dt = 0{,}51\ m/s^3$)
Maximaler Grenzwert:	72 mm/s	($da_q/dt = 0{,}67\ m/s^3$)

4.3.2 Änderung der Überhöhung in Funktion der Zeit dü/dt

Grenzwert im Normalfall:	40 mm/s
Maximaler Grenzwert:	50 mm/s

5 Kreisbogen ohne Übergangsbogen

5.1 Grundsätze

Auf die Anordnung von Übergangsbögen kann in der Regel in folgenden Fällen verzichtet werden:

- In Zuggleisen innerhalb von Stationen bei $V_R \leq 65$ km/h.
- In Zuggleisen bei zwei sich folgenden, gleichgerichteten Kreisbögen falls R2/R1 ≤ 1,1 (R2 > R1).
- In Zuggleisen in begründeten Einzelfällen, z. B. Gleisverziehungen (Änderung der Gleisabstände mit Kreisbögen ohne Überhöhungen), usw.
- Fahrt über die signalisierte Ablenkung (Nebenstrang) einer im Zuggleis liegenden Weiche oder ähnlich gelagerte Fälle (z. B. Weiche mit anschliessendem Gegenbogen).
- Innerhalb von Gleisverbindungen mit abrupten Krümmungsänderungen.
- In Rangiergleisen.
- Bei einem Richtungsknick (am Ende einer Geraden) in bestehenden Anlagen (Azimutkorrektur von max. 1 ‰).

METERSPUR

(AB 17)

5.2 Mindestradius R

Im Hinblick auf eine freizügige Verwendung des Rollmaterials gelten für Kreisbogen ohne Übergangsbogen in Zug- und Rangiergleisen folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall: 80 m (1)
- Bei Zahnradbahnen: 60 m (1)
- Bei Rollbock- und Rollschemelbetrieb: (2)
- Bei Strassenbahnen: 20 m (1)
- In Wendeschlaufen von Strassenbahnen: 15 m (1)

(1) Eine netzbezogene Festlegung des Mindestradius (Grenzwert im Normalfall) ist mit Zustimmung des BAV möglich.

(2) Bei Rollbock- und Rollschemelbetrieb sind die einschlägigen Bestimmungen der Normalspur zu beachten. In besonderen Fällen sind spezielle Untersuchungen durchzuführen und Massnahmen zu treffen (z. B. Pufferüberdeckung, Drehgestellauslenkung).

5.3 Abrupte Änderung des Überhöhungsfehlbetrages

5.3.1 Für Zuggleise in begründeten Einzelfällen gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall:
- bei $V_R \leq$ 90 km/h: 54 mm (a_q = 0,5 m/s^2)
- bei V_R = 120 km/h: 27 mm (a_q = 0,25 m/s^2)

Für Fahrgeschwindigkeiten $90 < V_R < 120$ km/h wird zwischen den Eckwerten linear interpoliert.

Für die Bestimmung der minimalen Länge der Zwischenelemente (siehe Ziff. 5.4) ist die Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge massgebend.

5.3.2 In Zuggleise innerhalb von Stationen (bei Strassenbahnen: im Bereich von Haltestellen) bei $V_R \leq$ 65 km/h, in Weichenanlagen und in Gleisverbindungen in Zuggleisen (siehe Ziff. 5.1) sowie in Rangier- und Anschlussgleisen, sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

Grenzwert im Normalfall:
- Für Zuggleise: 72 mm (a_q = 0,67 m/s^2)
- Für Rangier- und Anschlussgleise: 82 mm (a_q = 0,77 m/s^2)

Maximaler Grenzwert:
- Für Zug-, Rangier- und Anschlussgleise: 82 mm (a_q = 0,77 m/s^2)

Für die Bestimmung der minimalen Länge der Zwischenelemente (siehe Ziff. 5.4) ist die Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge massgebend.

METERSPUR

(AB 17)

5.4 Länge der Zwischenelemente

5.4.1 Fahrdynamik

5.4.1.1 In Zuggleisen ist zwischen zwei sich ruckartig auf den Fahrzeuglauf auswirkenden Krümmungsänderungen (Kreisbogen ohne Übergangsbogen) in Gleisen und Weichen eine Beruhigungsstrecke (Gerade oder Kreisbogen) wie folgt anzuordnen:

Fall a)
Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge > Grenzwert im Normalfall gemäss Ziff. 5.3.1 resp. Ziff. 5.3.2 (bei V_R > 75 km/h gemäss Ziff. 6.2):

Länge entsprechend einer Fahrzeit:

Grenzwert im Normalfall:	– bei $V_R \leq 65$ km/h:	0,7 s (1)
	– bei $V_R > 65$ km/h:	1 s (2)
Minimaler Grenzwert:	– bei $V_R \leq 65$ km/h:	0,7 s (1,3)
	– bei $V_R > 65$ km/h:	0,7 s (3)

Die Anwendung von Werten unter 1 s ist mit Komforteinbussen verbunden.

(1) mindestens aber die erforderliche Länge gemäss Ziff. 5.4.2

(2) In Einzelfällen (i.d.R nur in bestehenden Anlagen und bei vorgegebenem Raster): Grenzwert im Normalfall: 0,7 s.

(3) In Einzelfällen (i.d.R. nur in bestehenden Anlagen und bei vorgegebenem Raster) ist eine kürzere Fahrzeit allenfalls möglich.

Fall b)
Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge ≤ Grenzwert im Normalfall gemäss Ziff. 5.3.1 resp. 5.3.2 (bei V_R > 75 km/h gemäss Ziff. 6.2):

Grenzwert im Normalfall und Minimaler Grenzwert:	erforderliche Länge gemäss Ziff. 5.4.2

METERSPUR

(AB 17)

5.4.1.2 Bei Zuggleisen mit einer abrupten Krümmungsänderung und einem anschliessenden Übergangsbogen (i.d.R. am Weichenanfang) ist ein Zwischenelement (Gerade oder Kreisbogen) mit einer minimalen Länge entsprechend einer Fahrzeit von 0,7 s anzuordnen.

In begründeten Einzelfällen (z. B. Verlängerung nicht möglich oder unverhältnismässig) darf die minimale Länge des Zwischenelementes unterschritten werden, wenn eines der nachfolgenden Kriterien erfüllt ist:

a. der Übergangsbogen und der Kreisbogen sind gegengerichtet und $V_R \leq 65$ km/h.

b. der Übergangsbogen und der Kreisbogen sind gleichgerichtet und $V_R \leq 100$ km/h.

c. die Summe der Überhöhungsfehlbeträge (Δüf) ist nicht grösser als der Grenzwert im Normalfall gemäss AB 17, Ziffer 5.3.2 bei Kreisbögen oder als der Überhöhungsfehlbetrag der «typenzugelassenen» Grundformweichen beim Weichenanfang. Massgebend ist der Überhöhungsfehlbetrag im Übergangsbogen 0,7 s vor dem abrupten Krümmungswechsel.

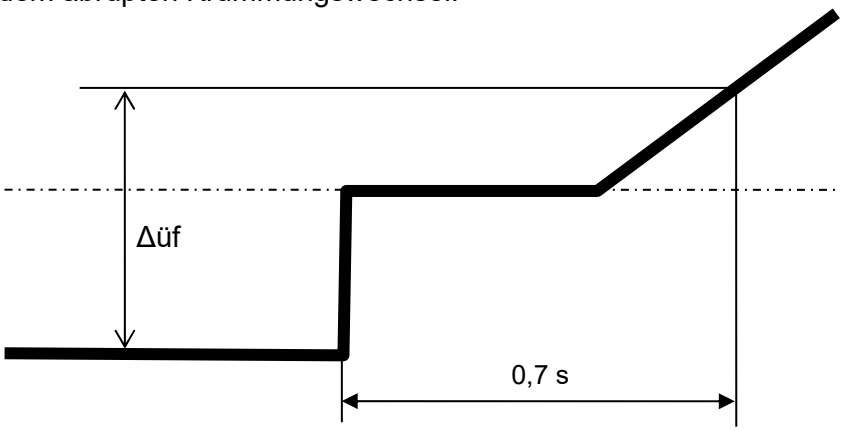


Abb. Zeitlicher Verlauf des Überhöhungsfehlbetrages

Bei Neuanlagen oder Umbauten mit konzeptionellen oder wesentlichen Veränderungen (z. B. Grossprojekt, neue Gleisverbindungen auf einer bestehenden Strecke) darf die minimale Länge der Zwischengeraden entsprechend einer Fahrzeit von 0,7 s grundsätzlich nicht unterschritten werden.

M E T E R S P U R

(AB 17)

5.4.1.3 In Rangier- und Anschlussgleisen ist – unter Berücksichtigung des reduzierten Einflusses der Fahrdynamik (siehe Ziff. 2.2) – zwischen zwei abrupten Krümmungsänderungen (Kreisbogen ohne Übergangsbogen) in Gleisen und Weichen eine Gerade oder ein Kreisbogen wie folgt anzuordnen:

Fall a)
Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge > Grenzwert gemäss Ziff. 5.3.2:
Länge entsprechend einer Fahrzeit:

Grenzwert im Normalfall: 0,7 s (mindestens aber die erforderliche Länge gemäss Ziff. 5.4.2)

Fall b)
Summe der beiden Überhöhungsfehlbeträge ≤ Grenzwert gemäss Ziff. 5.3.2:
Grenzwert im Normalfall und Minimaler Grenzwert: erforderliche Länge gemäss Ziff. 5.4.2

5.4.2 Kupplungssysteme und Wagenübergänge

5.4.2.1 Zur Vermeidung von Entgleisungen infolge Überschreiten der fahrzeugspezifischen Auslenkungsgeometrie der Kupplung und von Beschädigungen der Wagenübergängen ist bei Gegenbögen mit kleinen Radien eine genügend lange Zwischengerade anzuordnen.
Die minimale Länge der Zwischengerade ist insbesondere nach folgenden Einflussfaktoren festzulegen:
- Kupplungssystem der Fahrzeuge.
- Wagenübergangssystem.
- Betrieblich bedingte Längskräfte innerhalb der Zugkomposition.
- Länge der Kreisbogenelemente.

Bei Rollbockbetrieb gelten grundsätzlich die Anforderungen der Normalspur.

6 Weichen

6.1 Grundsätze

6.1.1 Mit einer geschickten Wahl der Weichentypen und einer optimalen Anordnung der Weichen in einer fahrdynamisch günstigen Linienführung können die Liegedauer, die Verfügbarkeit und die Erhaltungsaufwendungen wesentlich beeinflusst werden. Bei jedem Gleisprojekt ist die Verwendung von Weichen in Grundform anzustreben.

6.1.2 Die Anordnung von Weichen im Einflussbereich von Brücken, insbesondere im Bereich der beweglichen Lager, ist angesichts der zusätzlichen Beanspruchung in der Gleiskonstruktion zu vermeiden. Unumgängliche derartige Anordnungen bedürfen im Einzelfall einer Genehmigung durch das BAV (siehe auch AB-EBV zu Art. 26, AB 26.1, Ziff. 2.3.8 und 2.3.9).

METERSPUR

(AB 17)

6.2 Grundformweichen

Für die Bestimmung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit über Ablenkung von Weichen in Form eines Kreisbogens sind folgende Grenzwerte für den Überhöhungsfehlbetrag üf einzuhalten:

Grenzwert im Normalfall:– bei $V_R \leq 75$ km/h: 70 mm ($a_q = 0{,}65$ m/s^2)
– bei $V_R = 120$ km/h: 45 mm ($a_q = 0{,}42$ m/s^2)

Für Fahrgeschwindigkeiten $75 < V_R < 120$ km/h wird zwischen den zugehörigen Eckwerten linear interpoliert.

Maximaler Grenzwert: 72 mm ($a_q = 0{,}67$ m/s^2)
– Bei Strassenbahnen: 82 mm ($a_q = 0{,}77$ m/s^2)

6.3 Bogenweichen

Eine Bogenweiche entsteht im Normalfall durch die Verlegung einer der beiden Stränge einer Grundformweiche (Stamm oder Ablenkung) in ein durchgehendes, gekrümmtes Gleis (als Hauptstrang bezeichnet).

Bogenweichen sind angesichts der ungünstigen fahrdynamischen Auswirkungen und erhöhten Erhaltungskosten nur in unumgänglichen Fällen anzuordnen.

Eine ganze Gleisverbindung mit Bogenweichen darf höchstens eine gegenläufige Krümmungsänderung (Einfluss des geraden Herzstücks ausgeklammert) aufweisen.

6.3.1 Überhöhung ü

6.3.1.1 Im Bereich von Bogenweichen und in Zwangspunkten (siehe Ziff. 2.1.4) sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

Grenzwert im Normallfall: 90 mm
– In Zahnstangengleisen: 35 mm

Maximaler Grenzwert: 105 mm
– Bei Rollbock- oder Rollschemelbetrieb: 90 mm
– In Zahnstangengleisen: 35 mm

6.3.2 Überhöhungsüberschuss üü

Verhältnisse mit üü > 70 mm ($a_q = 0{,}65$ m/s^2) sind nach Möglichkeit zu vermeiden.

6.3.3 Überhöhungsfehlbetrag üf

6.3.3.1 Im Weichen-Hauptstrang (ohne abrupte Krümmungsänderung) und bei Dilatationsvorrichtungen gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall: 70 mm ($a_q = 0{,}65$ m/s^2)
Maximaler Grenzwert: gemäss Ziff. 3.6.2.1 (in der Regel: 86 mm) ($a_q = 0{,}8$ m/s^2)

6.3.3.2 Für den Weichen-Nebenstrang (signalisierte Ablenkung mit abrupter Krümmungsänderung) gelten dieselben Grenzwerte für den Überhöhungsfehlbetrag üf wie in der Ablenkung in Grundform (siehe auch Ziff. 6.2).

METERSPUR

(AB 17)

7 Vertikale Linienführung

7.1 Grundsätze

7.1.1 Die maximal zulässige Längsneigung ist unter Berücksichtigung der betrieblichen Verhältnisse zu bestimmen (bezüglich Stationen siehe insb. auch Art. 34, Abs. 2 EBV).

7.1.2 Neigungswechsel werden mit vertikalen Radien ohne Übergangsbögen ausgerundet.

7.1.3 In technischer und konstruktiver Hinsicht sind bei der Festlegung der Lage von Zahnstangenein- und -ausfahrten neben den betrieblichen Anforderungen auch die horizontale und vertikale Linienführung zu berücksichtigen.

7.1.4 Die Ausrundungsradien sind möglichst gross zu wählen, wobei mit Ausnahme von Neigungswechsel von ≤ 2 ‰ die Grenzwerte gemäss den Ziff. 7.3 - 7.5 einzuhalten sind.

7.1.5 In Übergangsbögen mit Überhöhungsrampen sind Neigungswechsel zu vermeiden. Lässt sich deren Anordnung nicht umgehen, so sind die Ausrundungsradien möglichst gross zu wählen.

7.1.6 Die Grenzwerte für die Ausrundungsradien R_v sind auch im Bereich von Brücken einzuhalten. Zu berücksichtigen sind neben der geometrischen Linienführung auch die real auftretenden Brückendeformation.

7.2 Längsneigung in Zuggleisen

Es gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall 40 ‰ (1)

– Bei Zahnradbahnen: 250 ‰ (1)

(1) Grössere Längsneigungen sind nur in besonderen Verhältnissen und vom BAV festzulegenden Bedingungen zulässig.

Maximaler Grenzwert:

– Bei Strassenbahnen: 70 ‰ (2)

(2) Die Längsneigung darf bei Neubaustrecken in keinem Fall überschritten werden. Bestehende, steilere Strecken dürfen bei Erneuerungen wieder mit der gleichen Längsneigung erstellt werden.

METERSPUR

(AB 17)

7.3 Vertikale Ausrundungsradien R_v in Zuggleisen

Es gelten folgende Grenzwerte:

Grenzwert im Normalfall: Kuppen: $R_v = 0{,}25\ V_R^2$ R_v [m]
Wannen: $R_v = 0{,}17\ V_R^2$ V_R [km/h]

mindestens aber:

- Bei Adhäsions-, gemischte Zahnrad- und Adhäsionsbahnen:
  Kuppen: 1500 m
  Wannen: 1000 m
- Bei Zahnradbahnen: Kuppen: 400 m
  Wannen: 300 m
- Bei Strassenbahnen: Kuppen und Wannen: 500 m

Minimaler Grenzwert:

- Bei Adhäsions-, gemischte Zahnrad- und Adhäsionsbahnen (z. B. im Falle von Gleisbaustellen): Kuppen und Wannen: 500 m
- Bei Strassenbahnen: Kuppen und Wannen: 300 m

7.4 Vertikale Ausrundungsradien R_v in Weichen (Zuggleise)

Weichen und Gleisdurchschneidungen dürfen nur in vertikale Ausrundungsradien R_v zu liegen kommen, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

Grenzwert im Normalfall: Kuppen: $V_R < 60$ km/h: 3000 m
$V_R \geq 60$ km/h: 5000 m
Wannen: 2000 m

- Bei Strassenbahnen: Kuppen: 3000 m
  Wannen: 1000 m

Minimaler Grenzwert: Ist auf Grund des einzelnen Weichentyps spezifisch festzulegen.

Die vertikale Lage der einzelnen Schienenstränge ist auf die konstruktiven Gegebenheiten innerhalb von Anlagen mit überhöhten Bogenweichen abzustimmen.

7.5 Vertikale Ausrundungsradien R_v in Rangiergleisen (Gleise und Weichen)

Für Kuppen und Wannen gilt:

Grenzwert im Normalfall: Gleise: 1000 m
Weichen und Gleisdurchschneidungen: 1500 m

- Bei Strassenbahnen: Gleise: 300 m
  Weichen und Gleisdurchschneidungen: 1000 m

METERSPUR

(AB 17)

8 Anschlussgleise

8.1 Grundsätzliches

8.1.1 Diese zusätzlichen Bestimmungen gelten gemäss der Gütertransportverordnung vom 25. Mai 2016[3] (GüTV) auf Grund der besonderen Verhältnisse für Anschlussgleise (siehe Ziff. 2.2).

8.1.2 Der Anschlusspunkt an das Bahnnetz der Infrastrukturbetreiberin fällt nicht unter die Bestimmungen dieser Ziffer. Dieser ist nach den Vorgaben gemäss den Ziff. 1 bis 7 dieser Bestimmung auszulegen.

8.1.3 Die maximal zulässige Geschwindigkeit beträgt 40 km/h und ist auf Grund der effektiv vorhandenen Verhältnisse ggf. anzupassen.

8.1.4 Für Anschlussgleise werden (mit Ausnahme von Ziff. 5.3.2 und 5.4.2) nur die Grenzwerte im Normalfall (siehe Ziff. 2.3.1) angegeben (siehe zusätzlich Ziff. 2.3.3)

8.1.5 Das BAV kann in einer Richtlinie festlegen, unter welchen Voraussetzungen die Über- resp. Unterschreitung der Grenzwerte im Normalfall grundsätzlich bewilligungsfähig sind.

8.2 Fahrbahngestaltung

8.2.1 Betreffend Linienführung von Anschlussgleisen gelten mit Ausnahme der untenstehenden Abweichungen die Vorgaben von Rangiergleisen.

8.2.2 Betreffend Spurerweiterung im Kreisbogen gelten die Vorgaben gemäss AB-EBV zu Art. 16, Meterspur, AB 16, Ziff. 3.

8.2.3 Horizontale Linienführung

8.2.3.1 Kreisbogen (ohne Übergangsbogen)

Bezüglich Mindestradius R ist die Unterschreitung des Grenzwertes im Normalfall mit reduzierter Geschwindigkeit (siehe Ziff. 5.2 und 5.3.2) und Zusatzmassnahmen an der Zugkomposition und unter Einschränkung der Befahrbarkeit für gewisse Fahrzeuge möglich (siehe auch Ziff. 8.1.4 und 8.1.5).

8.2.4 Bezüglich der Länge der Zwischengerade gelten die Bestimmungen gemäss Ziff. 5.4.1.3 und 5.4.2.

8.2.5 Weichen

8.2.5.1 Um eine wirtschaftliche Gestaltung von Gleisanlagen zu erreichen, ist im Hinblick auf einen späteren Ersatz und zur Gewährleistung der möglichst freizügigen Befahrbarkeit der Einsatz von Standardweichen in Grundform anzustreben.

[3] SR **742.411**

M E T E R S P U R

(AB 17)

8.2.6 Vertikale Linienführung

8.2.6.1 Vertikale Ausrundungsradien R_v

Es gelten folgenden Grenzwerte:

Gleise in Kuppen und Wannen:

Grenzwert im Normalfall und Minimaler Grenzwert: 500 m

Weichen und Gleisdurchschneidungen in Kuppen und Wannen: siehe Ziff. 7.5.

8.2.6.2 Maximale Neigung

Gleise entlang von Rampen und Ladegleise sind in der Regel horizontal auszuführen.

Gleise mit speziellen Funktionen (z. B. Gleise am Übergabepunkt, Sortiergleise) sollten im allgemeinen eine Neigung von 1,5 ‰ nicht überschreiten. In Abhängigkeit der effektiven Neigung sind ggf. zusätzliche Massnahmen gegen das Entlaufen von Wagen vorzusehen.

8.3 Überwachung und Instandhaltung

8.3.1 Die Überwachung des Gleiszustandes hat unter Berücksichtigung der konkreten Verhältnisse in Anlehnung an die Überwachung der Rangiergleise zu erfolgen.
Die sichere Befahrbarkeit ist dabei immer zu gewährleisten.

8.3.2 Zwischen dem Anschlusspunkt und dem Übergabepunkt gelten die entsprechenden Instandhaltungsvorschriften der Infrastrukturbetreiberin sinngemäss.

8.3.3 Hinsichtlich Trassierung ist im Rahmen der Überwachung insbesondere der Spurweite (siehe AB-EBV zu Art. 16, Meterspur, AB 16, Ziff. 2.1), der Verwindung (siehe Ziff. 4.2.4) und der Gleislage im Bereich von S-Bogen Beachtung zu schenken.

N O R M A L S P U R

AB 18.1

1 Lichtraumprofil

1.1 Das Lichtraumprofil (Aufbau gemäss AB 18, Bilder, Bild 1) umfasst die über und neben einem Gleis freizuhaltenden Räume. Es setzt sich zusammen aus dem von der Grenzlinie fester Anlagen umschriebenen Raum und den Sicherheitsräumen des Lichtraumprofils gemäss AB 18.3. Grundsätzlich sind die Lichtraumprofile gemäss AB 18, Bilder, Bilder 7 - 10 anzuwenden.

1.1.1 Weitere Sicherheitsräume für Personal und Dritte, sowie Räume für besondere betriebliche und technische Bedürfnisse richten sich nach AB 18.4

1.1.2 Der **Bereich I** (siehe AB 18, Bilder, Bilder 7 bis 10) umfasst den:
- von der Grenzlinie fester Anlagen umschriebenen Raum
- Raum für offene Türen (inkl. reduzierten Fensterraum)

Der **Bereich II** (siehe AB 18, Bilder, Bilder 7 bis 10) umfasst den:
- Bereich I
- Fensterraum
- Raum für Schlupfweg
- Raum für Dienstweg in der erforderlichen Breite
- Raum zwischen dem Raum für den Schlupfweg und dem Bereich I im unteren Bereich
- Oberleitungsraum

1.2 Sämtliche Massangaben beziehen sich (sofern nichts anderes angegeben) auf die geometrisch definierte Linienführung (Solllage, versicherte Gleislage) und das Achsensystem des Lichtraumprofils. Dieses ist definiert durch die Verbindungslinie der Schienenoberkanten (Fahrebene) und der darauf rechtwinklig stehenden Gleismittellinie (gemäss AB 18, Bilder, Bild 1).

1.3 Bezüglich Gleisbau und Fahrdynamik werden folgende Abkürzungen verwendet:

$f_{ü}$	Überhöhungsfehler
R	Radius im Kreisbogen
R_v	Vertikale Ausrundungsradien (von Neigungswechseln)
SOK	Schienenoberkante
s	Spurweite
t_1	Querverschiebungstoleranz des Gleises aus der geometrisch definierten Linienführung
ü	Überhöhung
üf	Überhöhungsfehlbetrag
üü	Überhöhungsüberschuss
Δh	Höhentoleranz des Gleises gegenüber der geometrisch definierten Linienführung

N O R M A L S P U R

AB 18.2

1 Grenzlinie fester Anlagen

1.1 Die Grenzlinie fester Anlagen (Sollwert siehe AB 18, Bilder, Bilder 2 - 6) ist die Umgrenzung des minimalen Querschnittes, bei dem für definiertes Fahrzeugverhalten (gemäss AB-EBV zu Art. 18/47, Normalspur, AB 18.2/47.2) die Durchfahrt der Fahrzeuge gewährleistet ist.

1.1.1 Sie wird aus der Bezugslinie ermittelt, welche in einer besonderen und gemeinsamen Ausführungsbestimmung zu Art. 18.2/47.2, Normalspur behandelt wird.

1.1.2 Der Sollwert berücksichtigt die Ausladung in Gleisbögen mit Radien $R \geq 250$ m, vertikale Ausrundungsradien $R_v \geq 5000$ m, Überhöhungen und Überhöhungsfehlbeträge ≤ 150 mm, festgelegte Gleislagetoleranzen (gemäss Ziff. 2) sowie im Bereich Stromabnehmer den elektrischen Schutzabstand.

1.1.3 Für Radien $R < 250$ m resp. vertikale Ausrundungsradien $R_v < 5000$ m sind die Lichtraumübergänge gemäss AB 18, Bilder, Bild 13 und die Erweiterungen (Kurvenerweiterung resp. Höhenanpassung) gemäss den Ziff. 3 und 4 zu berücksichtigen.

1.1.4 Das BAV kann in begründeten Einzelfällen, insbesondere wenn die Einhaltung des Sollwertes bei bestehenden Bauten und Anlagen einen unverhältnismässigen Aufwand zur Folge hätte, die Berechnung der Grenzlinie fester Anlagen auf Grund der effektiven Eigenschaften der Fahrbahn genehmigen (Sonderwert, Ausnahmewert; siehe Kommentar Nr. 2 zur EBV, KOM EBV 2).

1.1.5 Bei Anschlussgleisen und in bahneigenen Unterhaltsanlagen ist die Berechnung der Grenzlinie fester Anlagen auf Grund der effektiven Gleisgeometrie (Sonderwert) zulässig.

1.2 Gegenüber Bauten und festen Anlagen hat die Grenzlinie den Charakter eines unteren Grenzmasses (Kleinstmass). Sie muss auch bei zeitweiligen Einbauten für bahntechnische Einrichtungen eingehalten werden.

1.3 In den Stromabnehmerraum dürfen die funktionsbedingt notwendigen Teile der Oberleitung dann einragen, wenn sie das gleiche elektrische Potential wie die Oberleitung aufweisen und zu keiner Zeit die mechanische Durchgängigkeit des Stromabnehmers beeinträchtigen.

N O R M A L S P U R

(AB 18.2)

2 Gleislagetoleranzen

2.1 Die nachfolgenden Bau- und Betriebstoleranzen des Gleises liegen der Berechnung der Soll- und Sonderwerten der Grenzlinie fester Anlagen zugrunde:

Höhenlage — Höhentoleranz Δh des Gleises gegenüber der geometrisch definierten Linienführung (Solllage, versicherte Gleislage):

$\Delta h = \pm 30$ mm

(in kurzen Umbauphasen ist ein $\Delta h = -40$ mm zulässig)

Seitenlage — Querverschiebungstoleranz des Gleises aus der geometrisch definierten Linienführung (Solllage, versicherte Gleislage):

$t_1 = \pm 25$ mm

Querneigung / Überhöhung — maximal zulässiger Überhöhungsfehler:

$f_{ü} = \pm 15$ mm

Spurweite — maximal zulässige Spurweite s (inkl. Spurerweiterung):

$s_{max} \leq 1470$ mm

N O R M A L S P U R

(AB 18.2)

3 Kurvenerweiterung in Gleisbogen

3.1 In den halben Breitenmassen der Grenzlinie fester Anlagen bzw. des Lichtraumprofils sind bei Gleisbögen mit Radius R ≥ 250 m die Kurvenerweiterungen (e) eingerechnet, für Radien R < 250 m sind diese mit folgenden Werten für e_i resp. e_a zu erweitern:

Radius R [m]	Kurvenerweiterung Kurveninnenseite e_i [mm]	Kurvenerweiterung Kurvenaussenseite e_a [mm]	Kurvenerweiterung Stromabnehmer-raum $e_i = e_a$ [mm]	Bemerkungen
≥ 250	0	0	0	Wageneinsatz unbeschränkt
220	27	33	1	
185	70	84	4	
160	113	135	6	
150	133	160	7	
135	170	204	9	Wageneinsatz beschränkt $an_i - {n_i}^2 + \frac{p^2}{4} \leq 100$ $an_a + {n_a}^2 - \frac{p^2}{4} \leq 120$
120	217	260	11	
110	255	305	13	
100	300	360	15	
90	356	427	18	
80	425	510	21	

a = Abstand der Endachsen bzw. Drehzapfen in m
n = Abstand des betrachteten Querschnittes von der nächstliegenden Endachse bzw. vom nächstliegenden Drehzapfen in m (n_i = Innenseite; n_a = Aussenseite)
p = Achsstand im Drehgestell in m

4 Höhenanpassung bei Kuppen und Wannen

4.1 In den Höhenmassen der Grenzlinie fester Anlagen bzw. des Lichtraumprofils für den oberen Bereich sind bei Kuppen und Wannen bei vertikalen Ausrundungsradien $R_v \geq 5000$ m die Höhenanpassungen f eingerechnet, für vertikale Ausrundungsradien $R_v < 5000$ m sind diese mit folgenden Werten für f zu vergrössern:

Ausrundungs-radius R_v [m]	Höhenanpassung f für oberen Bereich [mm]
≥ 5000	0
2500	10
1650	20
1250	30
1000	40

Für den unteren Bereich gilt die Tabelle in AB 18, Bilder, Bild 6

Bei Ablaufanlagen ist f speziell zu berechnen.

N O R M A L S P U R

AB 18.3

1 Fensterraum

1.1 Der Fensterraum ist gegenüber Bauten und festen Anlagen wie folgt freizuhalten:

1.1.1 in Verbindung mit dem Raum für den Dienst- bzw. Schlupfweg und dem Raum für offene Türen als minimaler Raum für das Rangierpersonal auf seitlichem Rangiertritt;

1.1.2 bei allen Gleisen, auf denen mit Personen besetzte Personenwagen verkehren können, deren Fenster sich um mehr als 0,20 m öffnen lassen.

1.2 Die Anordnung und die Abmessungen sind in Ziff. 6.1 und Ziff. 6.2 beschrieben.

2 Raum für den Dienstweg

2.1 Der Raum für den Dienstweg dient dem Personal als Weg und für den Aufenthalt neben fahrenden Zügen.

2.2 Mindestens ein Raum für den Dienstweg in der erforderlichen Breite muss von jedem Gleis ohne Überschreiten eines anderen Gleises direkt und ohne Hindernisse erreicht werden können.

2.2.1 Ist der Raum für den Dienstweg nur einseitig eines Gleises angeordnet, so muss wahrnehmbar sein, auf welcher Seite er sich befindet. Seitenwechsel sind zu vermeiden.

2.3 Ausgestaltung des Raumes für den Dienstweg

2.3.1 Der Raum für den Dienstweg ist lotrecht angeordnet.

2.3.2 Die minimal erforderliche Breite des Raumes für den Dienstweg unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit ist in AB-EBV zu Art. 19, AB 19.3, Ziffer 2 festgelegt.

2.3.3 Bei nicht mehr als 1,50 m langen Hindernissen darf der Raum für den Dienstweg bis auf die Abmessungen des Raumes für den Schlupfweg reduziert werden. Der Bereich I (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2) und der Fensterraum müssen aber erhalten bleiben.

2.3.4 Die Anordnung und die weiteren Abmessungen sind in Ziff. 6.1 und Ziff. 6.3 beschrieben.

2.4 In bestehenden Tunneln und Galerien, in welchen der Raum für den Dienstweg nicht vorhanden ist, muss mindestens der Bereich I (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2) und der Raum für den Schlupfweg sowie der Raum zwischen dem Raum für den Schlupfweg und dem Bereich I im unteren Bereich vorhanden sein. Weiter sind besondere Massnahmen für die Sicherheit des im Tunnel beschäftigten Personals vorzusehen (vgl. auch AB-EBV zu Art. 28, AB 28.2, Ziffer 1).

N O R M A L S P U R

(AB 18.3)

2.5 Auf Strecken mit reinem Strassenbahnbetrieb kann auf den Raum für den Dienstweg verzichtet werden, wenn die Gleise

2.5.1 baulich nicht vom übrigen Strassenverkehr getrennt oder

2.5.2 baulich abgetrennt, jedoch vom Strassenraum her ungehindert zugänglich sind.

3 Raum für den Schlupfweg

3.1 Der Raum für den Schlupfweg soll das Passieren entlang stehender Züge gewährleisten. Dabei ist zu beachten, dass u.U. Fahrzeuge eingesetzt werden, deren Türen bzw. Trittbretter im geöffneten Zustand über die Flucht der Seitenwände der Fahrzeuge hinausragen (siehe Ziff. 4) und somit den Raum für den Schlupfweg teilweise beanspruchen.
Er ist lotrecht angeordnet und ist bei allen Bauten und festen Anlagen freizuhalten.

3.2 Übersteigbare Hindernisse wie z. B. Zwergsignale, Weichenlaternen usw., die dem Zweck des Schlupfwegraumes nicht entgegenstehen, sind gestattet.

3.3 Für Verladerampen gelten besondere Bestimmungen.

3.4 Die Anordnung und die Abmessungen sind in Ziff. 6.1 und Ziff. 6.4 beschrieben.

4 Raum für offene Türen

4.1 Der zum Öffnen der Türen und zum Bewegen von Fahrzeugen mit offenen Türen und ausgeklappten Trittbrettern notwendige Raum (Überschreitung der Bezugslinie durch die Fahrzeuge gemäss AB-EBV zu Art. 47, Normalspur, AB 47.2, Ziffer 7) ist gegenüber Bauten und festen Anlagen freizuhalten.

4.1.1 Der Raum für offene Türen beinhaltet auch den reduzierten Fensterraum.

4.2 Die Anordnung und die Abmessungen sind in Ziff. 6.1 und Ziff. 6.5 beschrieben.

5 Oberleitungsraum

5.1 Der Oberleitungsraum dient der Installation der Oberleitung. Die Anordnung und die Abmessungen sind in AB 18, Bilder, Bild 12 beschrieben.

N O R M A L S P U R

(AB 18.3)

6 Anordnung und Abmessungen der Sicherheitsräume

6.1 Die Anordnung der Sicherheitsräume ist in AB 18, Bilder, Bild 1 dargestellt. Alle Höhen sind auf abgesteckte Gleishöhen (= Nennhöhe des Gleises, versicherte Gleislage) bezogen.

6.2 Fensterraum

6.2.1 Abmessungen für Strecken, auf denen mit Personen besetzte Fahrzeuge (Lokomotiven, Wagen etc.) verkehren können:

Obere Begrenzung	h_F = 3,04 m über SOK
Untere Begrenzung	h_F = 1,66 m über SOK
Breite, minimal	b_{Fmin} = 0,30 m

6.2.2 Reduzierter Fensterraum (siehe AB 18.5, Ziffern 1.5, 2.3 und 3.3 (1)):

Breite, minimal	$b_{Fred,min}$ = 0,20 m

(1) Ein reduzierter Fensterraum ist in diesen Fällen beispielsweise möglich bei Bauten wie Tunneln, langen Stützmauern oder ähnlichen Bauwerken, grundsätzlich aber nicht bei Einzelobjekten wie Signalmasten, Fahrleitungsmasten usw.
In der Regel sind bestehende Einzelobjekte, welche nur den reduzierten Fensterraum frei lassen, nach den FDV (Signale) zu kennzeichnen.

N O R M A L S P U R

(AB 18.3)

6.3 Raum für den Dienstweg

6.3.1 Alle Massangaben sind im waagrecht-lotrechten Koordinatensystem, siehe auch AB 18, Bilder, Bild 1, angegeben.

6.3.2 Abmessungen

Breite, minimal:

einfacher Dienstweg	b_{Dmin} = 0,50 m (1)
erweiterter Dienstweg	b_{Dmin} = 0,70 m (1)
doppelter einfacher Dienstweg	b_{Dmin} = 1,00 m (1)
einfacher plus erweiterter Dienstweg	b_{Dmin} = 1,20 m
doppelter erweiterter Dienstweg	b_{Dmin} = 1,40 m

zulässige Einschränkung auf der gleisabgewandten Seite (z. B. Geländer) für
$h \leq 1{,}00$ m: $b_D \geq b_{Dmin} - 0{,}10$ m

(1) Kann die erforderliche Breite des Raumes für den Dienstweg zwischen einem Gleis und einem festen Hindernis nicht eingehalten werden, so sind zusätzliche Massnahmen vorzusehen. Als solche kommen in Frage:

- besondere Ausweichmöglichkeiten für das Personal (Nischen, Ausstellbuchten usw.),
- vom Gleis abgesetzte Anordnung des Raumes für den Dienstweg (ggf. zusammen mit betrieblichen Massnahmen),
- Festhaltemöglichkeiten.

Höhe: $h_D \geq 2{,}00$ m über Standfläche
(Mindesthöhe 2,00 m über SOK)

6.3.3 Höhe der Standfläche: ≤ 0,42 m (2) über SOK

Bei Höhen über 0,30 m sind Auftrittstufen erforderlich.

(2) Befindet sich der Raum für den Dienstweg auf einem Perron (oder ähnlichem), so ist eine maximale Höhe der Standfläche entsprechend der Objekthöhe zulässig.

N O R M A L S P U R

(AB 18.3)

6.4 Raum für den Schlupfweg

6.4.1 Alle Massangaben sind im waagrecht-lotrechten Koordinatensystem, siehe auch AB 18, Bilder, Bild 1, angegeben.

6.4.2 Abmessungen

Breite, minimal	b_{Smin} = 0,20 m
Höhe	$h_S \geq$ 2,00 m über Standfläche (Mindesthöhe 2,00 m über SOK)

6.4.3 Höhe der Standfläche: ≤ 0,42 m (1) über SOK

Bei Höhen über 0,30 m sind Auftrittstufen erforderlich.

(1) Befindet sich der Raum für den Schlupfweg auf einem Perron (oder ähnlichem), so ist eine maximale Höhe der Standfläche entsprechend der Perronhöhe zulässig.

6.5 Raum für offene Türen

Obere Begrenzung	h = 3,04 m über SOK
Untere Begrenzung	h = 0,56 m über SOK
Breite	20 cm ausserhalb der jeweiligen Grenzlinie fester Anlagen, d.h. Abstand von Gleisachse: EBV 1 – EBV 3: 1,89 m - 2,10 m (siehe AB 18, Bilder, Bilder 7 - 9) EBV 4: 1,89 m - 2,115 m (siehe AB 18, Bilder, Bild 10)

N O R M A L S P U R

AB 18.4

1 Weitere Sicherheitsräume für Personal resp. Dritte sind im Einzelfall und insbesondere unter Berücksichtigung der Vorgaben von AB-EBV zu Art. 19, AB 19.3 resp. AB 19.4 festzulegen.

2 Räume für besondere betriebliche und technische Bedürfnisse sind im Einzelfall festzulegen. Dies betrifft insbesondere
- zusätzliche elektrische Sicherheitsräume,
- Räume für die Konstruktion der Fahrleitung und ihrer Aufhängung,
- die Hebungsreserve für den Oberbau,
- die Erweiterung des Fensterraumes bis auf die Höhe der seitlichen Führerstandfenster der Lokomotiven im Rangierbereich,
- Räume für die Sicht auf Signale,
- Räume für die Schneeräumung,
- Räume für die Beförderung von aussergewöhnlichen Sendungen mit Lademassüberschreitung,
- Räume für die Instandhaltung inkl. Lagerung von Baumaterialien, sowie
- Arbeitsräume ausserhalb des Lichtraumprofils (z. B. die Reinigung von und Arbeiten an Gebäuden nahe der Fahrbahn).

N O R M A L S P U R

AB 18.5

1 Minimales Lichtraumprofil und Grenzlinie fester Anlagen für Strecken ohne besondere Anforderungen bezüglich Lichtraumprofil (Strecken, welche auch längerfristig keine der Anforderungen gemäss Ziff. 2, Ziff. 3 oder Ziff. 4 erfüllen müssen)

1.1 Es handelt sich in der Regel nur um bestehende Strecken.

1.2 Für bestehende Bauten und Anlagen gelten das Lichtraumprofil EBV 1 gemäss AB 18, Bilder, Bild 7 mit der Grenzlinie EBV 1 gemäss AB 18, Bilder, Bild 2.

1.2.1 Bei Anwendung der Grenzlinie fester Anlagen EBV 1 und des Lichtraumprofils EBV 1 ist der kombinierte Verkehr C25/344 zugelassen.

1.3 Bei neuen Bauten und Anlagen ist Ziff. 5 zu beachten.

1.4 Bei Umbauten von Bauten und Anlagen sowie bei neu montierten Anlageteilen sind in der Regel das Lichtraumprofil und die Grenzlinie fester Anlagen gemäss Ziff. 2.1, bei entsprechend vorgesehener langfristigen Nutzung dasjenige gemäss Ziff. 3.1 bzw. Ziff. 4.1 anzuwenden.

1.5 Bestehende Bauten und Anlagen, die Ziff. 1.2 nicht erfüllen, müssen mindestens ein reduziertes Lichtraumprofil, umfassend den Bereich I (inkl. den reduzierten Fensterraum, siehe AB 18.3, Ziffer 6.2.2) und den Raum für den Schlupfweg sowie den Oberleitungsraum, einhalten.

1.5.1 Vorhandene Einragungen bestehender Bauten und Anlagen in dieses reduzierte Profil sind in ein «Verzeichnis der Einragungen in das Lichtraumprofil» aufzunehmen. Sie sind besonders zu überwachen und bei nächster Gelegenheit, insb. aber bei Nutzungsänderungen, zu entfernen.

2 Lichtraumprofil und Grenzlinie fester Anlagen auf Strecken für
- den Verkehr mit doppelstöckigen Reisezugwagen und
- den kombinierten Verkehr mit Code P60/384, C60/384 und NT50/375

2.1 Für bestehende Bauten und Anlagen gelten das Lichtraumprofil EBV 2 gemäss AB 18, Bilder, Bild 8 mit der Grenzlinie EBV 2 gemäss AB 18, Bilder, Bild 3.

2.2 Bei neuen Bauten und Anlagen (inkl. neumontierte Anlageteile an bestehenden Bauten und Anlagen) ist Ziff. 5 zu beachten.

2.3 Auf herzurichtenden Strecken (Nutzungsänderung) müssen bestehende Bauten und Anlagen, die Ziff. 2.1 nicht erfüllen, mindestens ein reduziertes Lichtraumprofil, umfassend den Bereich I (inkl. reduzierten Fensterraum, siehe AB 18.3, Ziffer 6.2.2) und den Raum für den Schlupfweg sowie den Oberleitungsraum, einhalten.

N O R M A L S P U R

(AB 18.5)

3 Lichtraumprofil und Grenzlinie fester Anlagen für Strecken für den kombinierten Verkehr mit dem Code P80/408, C80/409 und NT 70/398

3.1 Für bestehende Bauten und Anlagen gelten das Lichtraumprofil EBV 3 gemäss AB 18, Bilder, Bild 9 mit der Grenzlinie EBV 3 gemäss AB 18, Bilder, Bild 4.

3.2 Bei neuen Bauten und Anlagen (inkl. neumontierte Anlageteile an bestehenden Bauten und Anlagen) ist Ziff. 5 zu beachten.

3.3 Auf herzurichtenden Strecken (Nutzungsänderung) müssen bestehende Bauten und Anlagen, die Ziff. 3.1 nicht erfüllen, mindestens ein reduziertes Lichtraumprofil, umfassend den Bereich I, inkl. reduzierten Fensterraum, siehe AB 18.3, Ziffer 6.2.2 und den Raum für den Schlupfweg sowie den Oberleitungsraum, einhalten.

4 Lichtraumprofil und Grenzlinie fester Anlagen für
- Neubaustrecken der Nord-Süd-Transversalen Basel-Chiasso bzw. Basel-Iselle und
- Neu- und Ausbaustrecken für V > 160 km/h

4.1 Für Bauten und Anlagen gelten das Lichtraumprofil EBV 4 gemäss AB 18, Bilder, Bild 10 mit der Grenzlinie EBV 4 gemäss AB 18, Bilder, Bild 5.

4.1.1 Bei Anwendung der Grenzlinie fester Anlagen EBV 4 und des Lichtraumprofils EBV 4 ist der kombinierte Verkehr bis Code P99/429, C99/429 und NT90/420 zugelassen.

5 Lichtraumprofil und Grenzlinie fester Anlagen bei neuen Bauten und Anlagen

5.1 Im Hinblick auf die langfristige Weiterentwicklung des Eisenbahnsystems sind grundsätzlich und sofern nicht unverhältnismässige Kosten entstehen das Lichtraumprofil und die Grenzlinie fester Anlagen gemäss Ziff. 4.1 anzuwenden.

5.1.1 Sofern die Nutzung der Strecke auch langfristig nicht gemäss den Ziff. 3 oder 4 erfolgt, kann ggf. auch das Lichtraumprofil und die Grenzlinie fester Anlagen gemäss Ziff. 2.1 angewandt werden.

6 Sonderfälle

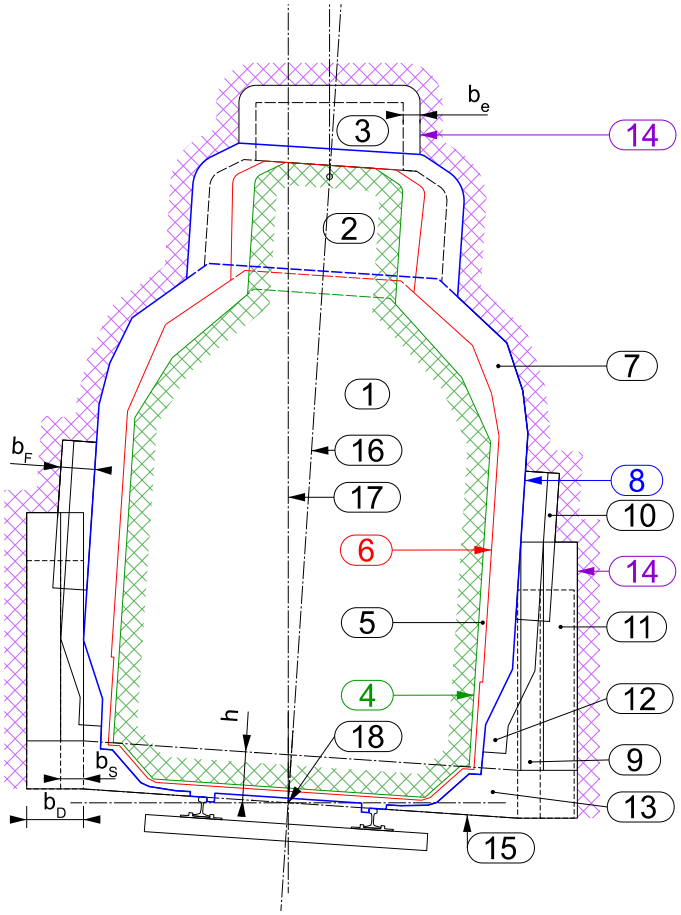
6.1 Für Sonderfälle wie Zahnradbahnen und spezielle bahntechnische Bedürfnisse können den besonderen Gegebenheiten angepasste, spezielle Lichtraumprofile mit dazugehörenden Grenzlinien fester Anlagen festgelegt werden.

NORMALSPUR

AB 18, Bilder

Legende

1	Raum für Fahrzeuge und Ladungen
2	Raum für Stromabnehmer
3	Oberleitungsraum
4	Begrenzung der Fahrzeuge bzw. Ladungen und des Stromabnehmers
5	Vom Fahrzeugbauer einzuhaltende Einschränkung infolge Fahrzeugcharakteristik und Laufwerkspielen
6	Bezugslinie
7	Von der Infrastrukturbetreiberin (Baudienst) einzuhaltende Erweiterung infolge Gleisgeometrie und Gleislage
8	Grenzlinie fester Anlagen
9	Raum für den Schlupfweg (Breite b_S)
10	Fensterraum (Breite b_F)
11	Raum für den Dienstweg in der erforderlichen Breite (Breite b_D)
12	Raum für offene Türen
13	Raum zwischen Raum für den Schlupfweg und Bereich I im unteren Bereich
14	Lichtraumprofil (Grenzlinie fester Anlagen plus Sicherheitsräume des Lichtraumprofils)
15	SOK
16	Achsensystem des Lichtraumprofils
17	Waagrecht – lotrechtes Achsensystem
18	Nullpunkt der Achsensysteme
b_e	elektrischer Schutzabstand
h	Höhe der Standfläche



Zusätzliche Räume (siehe AB 18.4) für
- Sicht auf Signale,
- Hebungsreserve für den Oberbau,
- Schneeräumung,
- Transporte mit Lademassüberschreitung, etc. sind in dieser Zeichnung nicht berücksichtigt.

Bild 1: Prinzipieller Aufbau des Lichtraumprofils inkl. Anordnung der Sicherheitsräume

N O R M A L S P U R

(AB 18, Bilder)

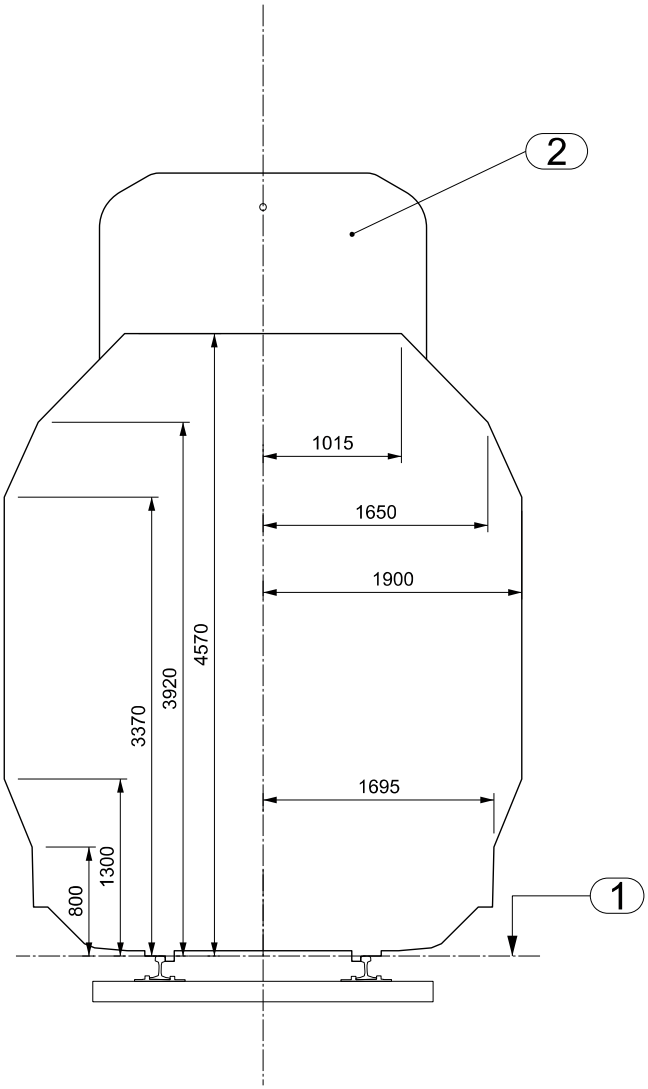
Legende

1	SOK
2	Stromabnehmerraum (siehe Bild 12): In der Regel EBV S2 (EBV S1 zulässig)

Gültig für

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Masse für den unteren Bereich sind dem Bild 6 zu entnehmen.



Masse in mm

Bild 2: Grenzlinie fester Anlagen EBV 1 (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 1)

N O R M A L S P U R

(AB 18, Bilder)

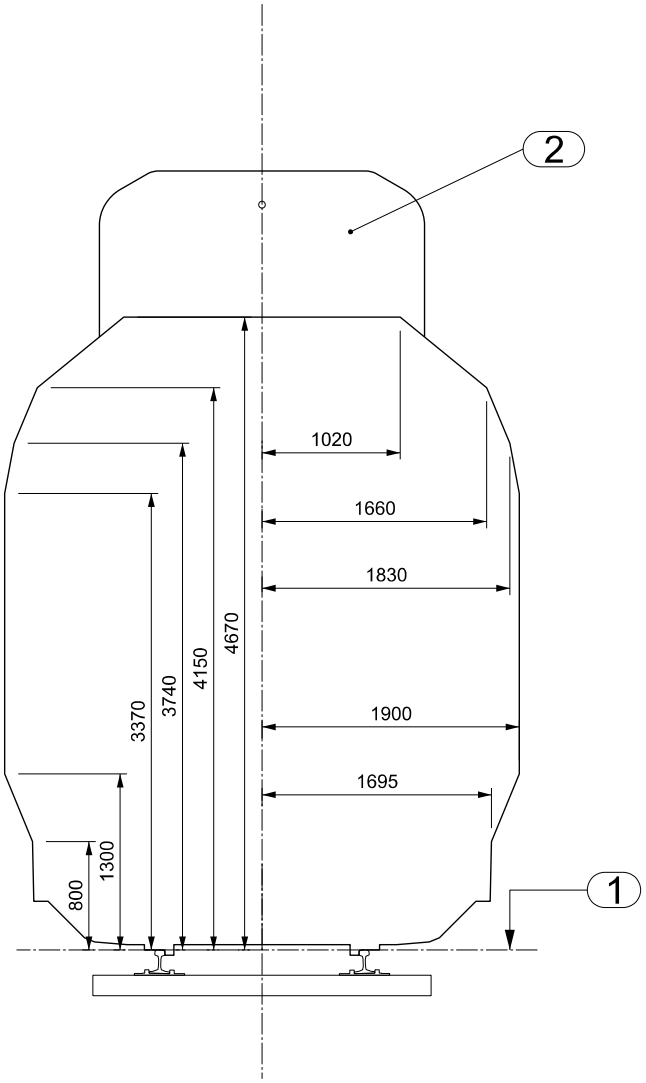
Legende

1	SOK
2	Stromabnehmerraum (siehe Bild 12): In der Regel EBV S2

Gültig für:

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Masse für den unteren Bereich sind dem Bild 6 zu entnehmen.



Masse in mm

Bild 3: Grenzlinie fester Anlagen EBV 2 (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 2)

N O R M A L S P U R

(AB 18, Bilder)

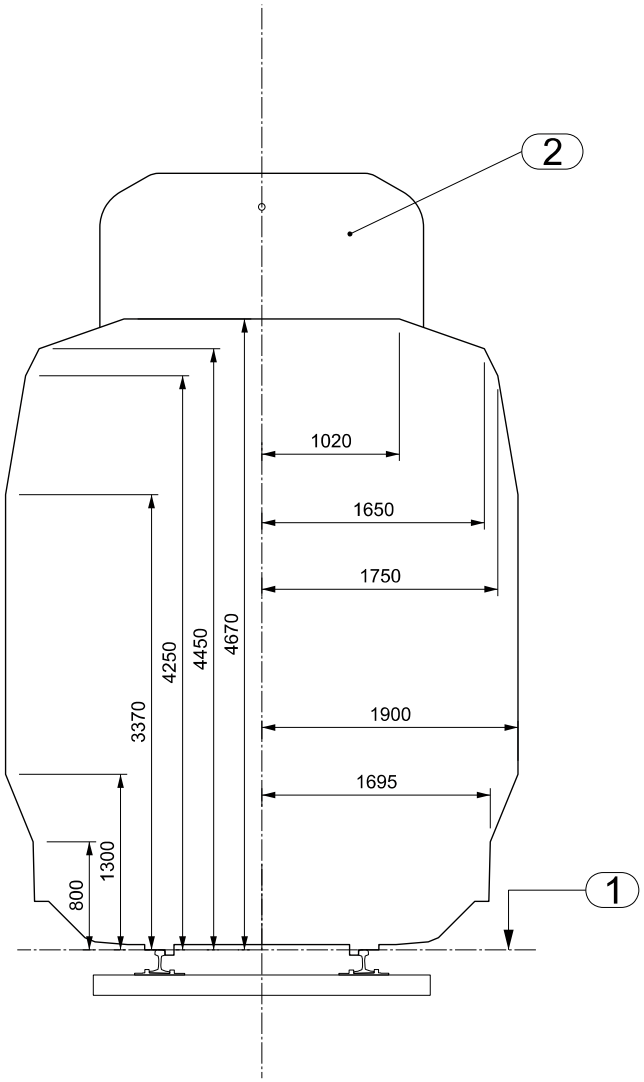
Legende

1	SOK
2	Stromabnehmerraum (siehe Bild 12): In der Regel EBV S2

Gültig für

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Masse für den unteren Bereich sind dem Bild 6 zu entnehmen.



Masse in mm

Bild 4: Grenzlinie fester Anlagen EBV 3 (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 3)

N O R M A L S P U R

(AB 18, Bilder)

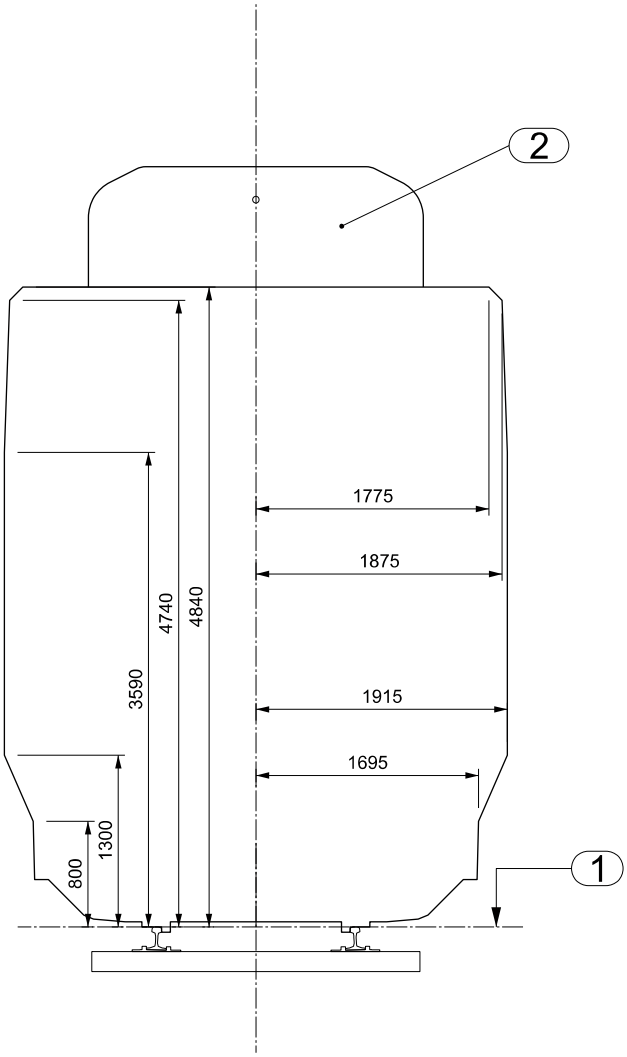
Legende

1	SOK
2	Stromabnehmerraum (siehe Bild 12): In der Regel EBV S3

Gültig für

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Masse für den unteren Bereich sind dem Bild 6 zu entnehmen.



Masse in mm

Bild 5: Grenzlinie fester Anlagen EBV 4 (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 4)

N O R M A L S P U R

(AB 18, Bilder)

Legende

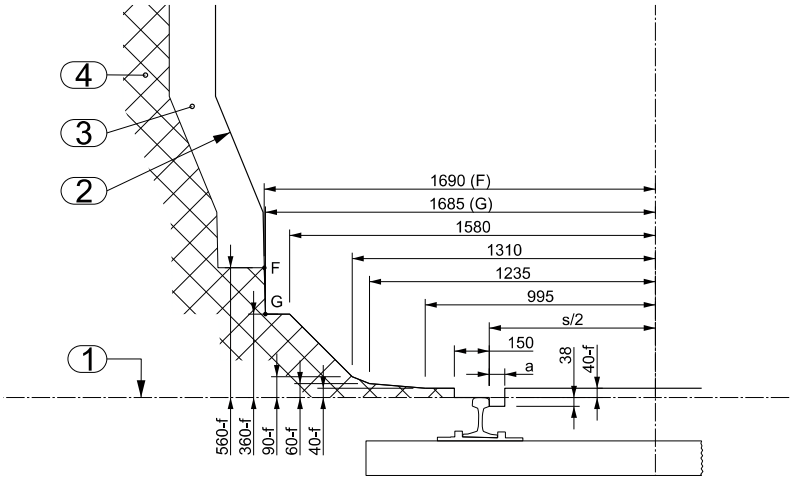
1	SOK
2	Grenzlinie fester Anlagen
3	Bereich I
4	Bereich II

Höhenreduktion f bei vertikalen Ausrundungen:
(Bei Ablaufanlagen ist f speziell zu berechnen):

R_v	f
≥ 5000 m	0 mm
2500 m	5 mm
1650 m	10 mm
1250 m	15 mm
1000 m	20 mm

Gültig für

R	≥ 250 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	



Anmerkung
Im unteren Bereich ist der Bereich I des Lichtraumprofils identisch mit der Grenzlinie fester Anlagen

Der minimale Wert für a beträgt bei

- Radlenkern von Weichen und Gleisdurchschneidungen a_{min} = 41 mm (1)
- Rillenschienen a_{min} = 50 mm
- allen übrigen unbeweglichen Gegenständen a_{min} = 67 mm (1)

(1) In Kurven ist a um den Betrag der Spurerweiterung zu erhöhen.

Für Bauteile, die mit dem Gleis verbunden sind, dürfen die Höhenmasse um max. 30 mm erhöht werden (Wegfall der Höhentoleranz Δh).
Beispiel: Radlenker

Masse in mm

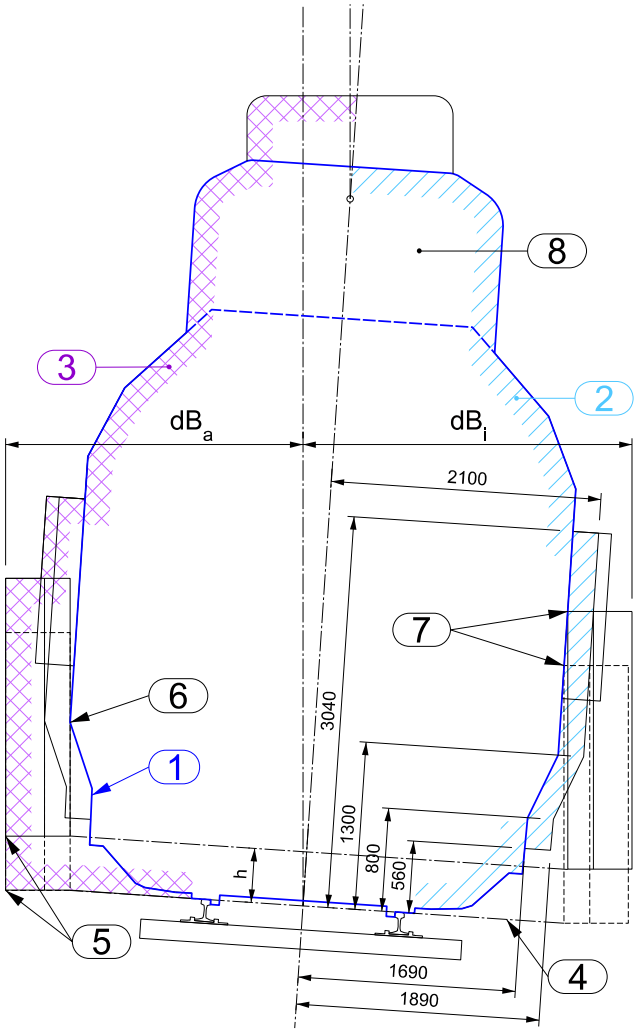
Bild 6: Begrenzungen unterer Bereich

NORMALSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Grenzlinie fester Anlagen EBV 1 (siehe Bild 2)
2	Bereich I (1) (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
3	Bereich II (2) (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
4	SOK
5	Horizontale Standfläche
6	Relevanter Punkt für Berechnung dB_a
7	Relevanter Punkt für Berechnung dB_i (abhängig von h)
8	Stromabnehmerraum In der Regel EBV S2 (S1 zulässig)
h	Höhe der Standfläche (siehe AB 18.3, Ziffer 6.3.3 und Ziffer 6.4.3)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite), siehe Bild 11
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite), siehe Bild 11



Gültig für

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

(1) Einragungen von bestehenden Anlageteilen in den Bereich I müssen registriert sein und sind bei nächster Gelegenheit, insb. aber bei Nutzungsänderungen, zu entfernen. Zeitweilige Einbauten bis höchstens an die Grenzlinie der festen Anlagen sind u.U. zulässig.

(2) Einragungen in den Bereich II sind grundsätzlich nur aufgrund von Typenzulassungen oder Genehmigungen im Einzelfall im Rahmen der Plangenehmigung und bis höchstens an den Bereich I zulässig. Davon ausgenommen sind die in AB 18.3, Ziffer 2.3.3, Ziffer 2.4 und Ziffer 3.2 beschriebenen Spezialfälle.

Masse in mm

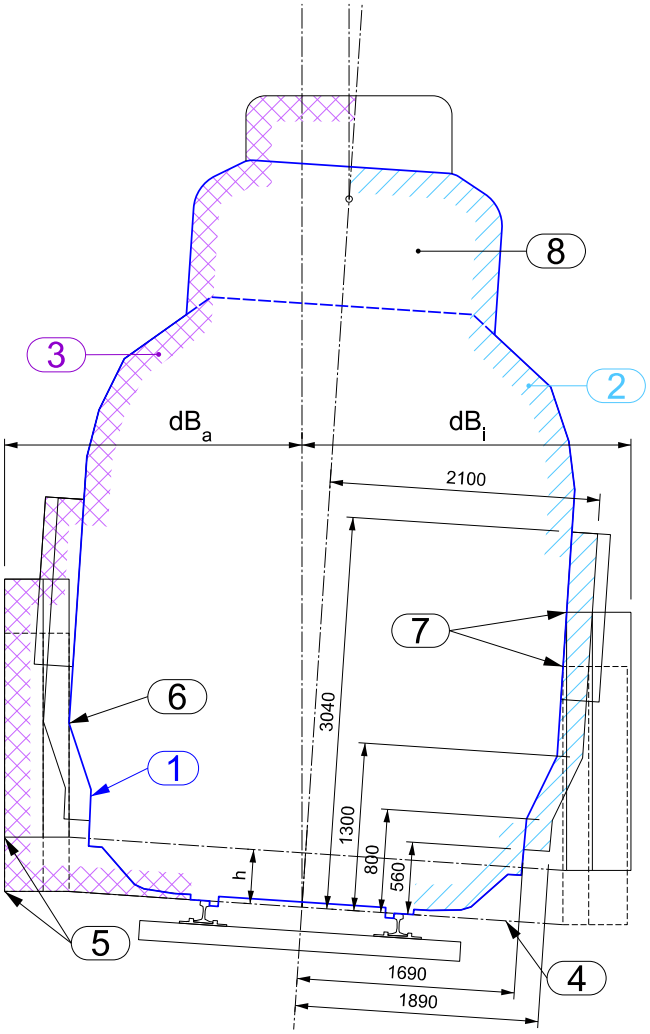
Bild 7: Lichtraumprofil EBV 1 (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 1)

NORMALSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Grenzlinie fester Anlagen EBV 2 (siehe Bild 3)
2	Bereich I (1) (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
3	Bereich II (2) (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
4	SOK
5	Horizontale Standfläche
6	Relevanter Punkt für Berechnung dB_a
7	Relevanter Punkt für Berechnung dB_i (abhängig von h)
8	Stromabnehmerraum In der Regel EBV S2
h	Höhe der Standfläche (siehe AB 18.3, Ziffer 6.3.3 und Ziffer 6.4.3)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite), siehe Bild 11
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite), siehe Bild 11



Gültig für

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

(1) Einragungen von bestehenden Anlageteilen in den Bereich I müssen registriert sein und sind bei nächster Gelegenheit, insb. aber bei Nutzungsänderungen, zu entfernen. Zeitweilige Einbauten bis höchstens an die Grenzlinie der festen Anlagen sind u.U. zulässig.

(2) Einragungen in den Bereich II sind grundsätzlich nur aufgrund von Typenzulassungen oder Genehmigungen im Einzelfall im Rahmen der Plangenehmigung und bis höchstens an den Bereich I zulässig. Davon ausgenommen sind die in AB 18.3, Ziffer 2.3.3, Ziffer 2.4 und Ziffer 3.2 beschriebenen Spezialfälle.

Masse in mm

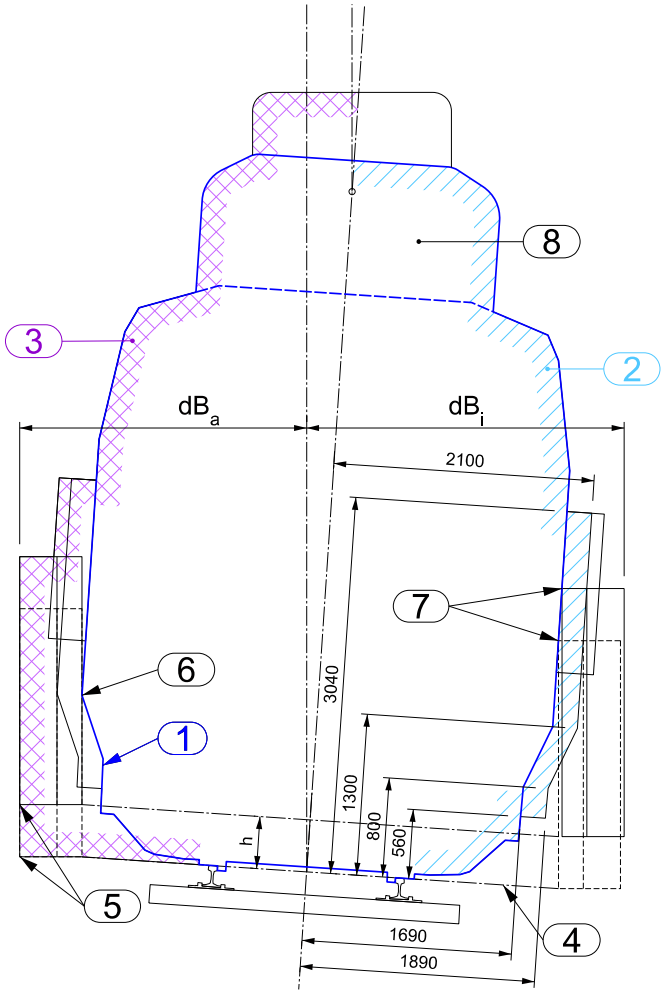
Bild 8: Lichtraumprofil EBV 2 (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 2)

NORMALSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Grenzlinie fester Anlagen EBV 3 (siehe Bild 4)
2	Bereich I (1) (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
3	Bereich II (2) (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
4	SOK
5	Horizontale Standfläche
6	Relevanter Punkt für Berechnung dB_a
7	Relevanter Punkt für Berechnung dB_i (abhängig von h)
8	Stromabnehmerraum In der Regel EBV S2
h	Höhe der Standfläche (siehe AB 18.3, Ziffer 6.3.3 und Ziffer 6.4.3)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite), siehe Bild 11
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite), siehe Bild 11



Gültig für

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

(1) Einragungen von bestehenden Anlageteilen in den Bereich I müssen registriert sein und sind bei nächster Gelegenheit, insb. aber bei Nutzungsänderungen, zu entfernen. Zeitweilige Einbauten bis höchstens an die Grenzlinie der festen Anlagen sind u.U. zulässig.

(2) Einragungen in den Bereich II sind grundsätzlich nur aufgrund von Typenzulassungen oder Genehmigungen im Einzelfall im Rahmen der Plangenehmigung und bis höchstens an den Bereich I zulässig. Davon ausgenommen sind die in AB 18.3, Ziffer 2.3.3, Ziffer 2.4 und Ziffer 3.2 beschriebenen Spezialfälle.

Masse in mm

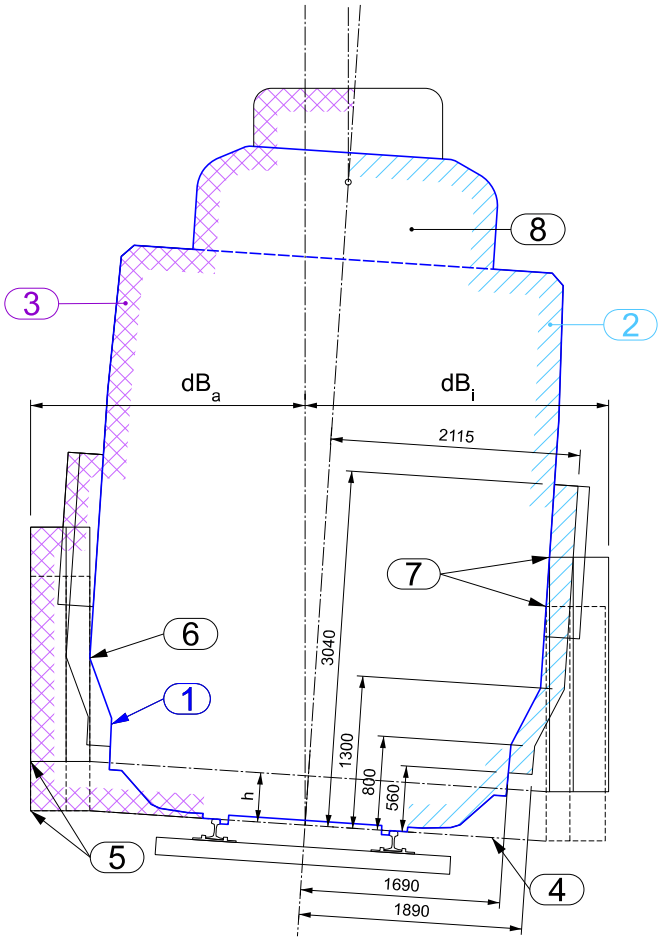
Bild 9: Lichtraumprofil EBV 3 (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 3)

NORMALSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Grenzlinie fester Anlagen EBV 4 (siehe Bild 5)
2	Bereich I (1) (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
3	Bereich II (2) (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
4	SOK
5	Horizontale Standfläche
6	Relevanter Punkt für Berechnung dB_a
7	Relevanter Punkt für Berechnung dB_i (abhängig von h)
8	Stromabnehmerraum In der Regel EBV S3
h	Höhe der Standfläche (siehe AB 18.3, Ziffer 6.3.3 und Ziffer 6.4.3)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite), siehe Bild 11
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite), siehe Bild 11



Gültig für

R	≥ 250 m
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

(1) Zeitweilige Einbauten bis höchstens an die Grenzlinie der festen Anlagen u.U. zulässig.

(2) Einragungen in den Bereich II sind grundsätzlich nur aufgrund von Typenzulassungen oder Genehmigungen im Einzelfall im Rahmen der Plangenehmigung und bis höchstens an den Bereich I zulässig. Davon ausgenommen sind die in AB 18.3, Ziffer 2.3.3 und Ziffer 3.2 beschriebenen Spezialfälle.

Masse in mm

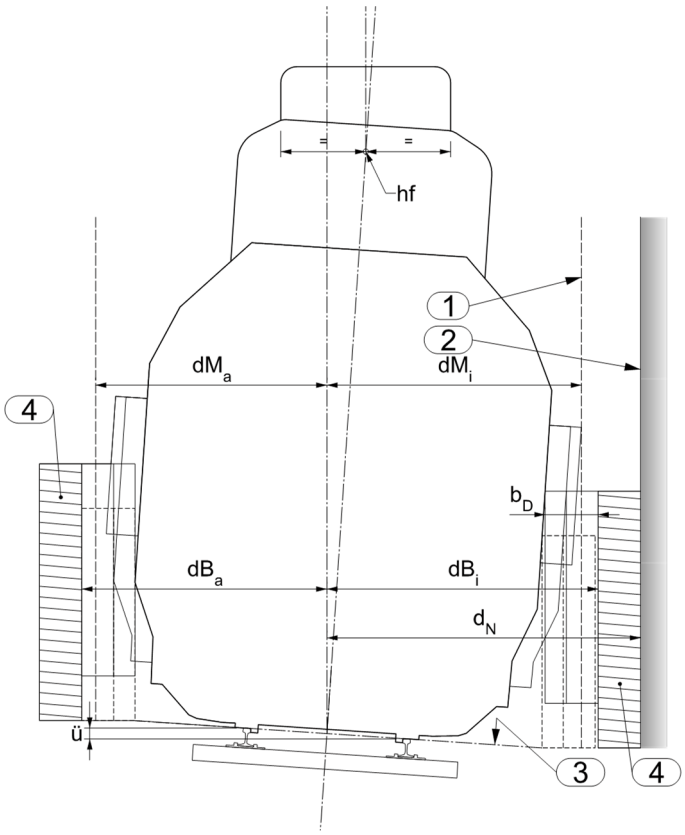
Bild 10: Lichtraumprofil EBV 4 (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 4)

N O R M A L S P U R

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Masten in Gleisfeldern
2	Gebäude und Kunstbauten (Neubauten)
3	SOK
4	Räume ausserhalb des Lichtraumprofils gemäss AB 18.4 (1)
ü	Überhöhung
hf	Nennfahrdrahthöhe
dM_i	Minimalabstand für Masten in Gleisfeldern oder vergleichbaren Anlagen (Kurveninnenseite) (3)
dM_a	Minimalabstand für Masten in Gleisfeldern oder vergleichbaren Anlagen (Kurvenaussenseite) (3)
b_D	Erforderliche Breite des Raumes für den Dienstweg gemäss AB 18.3, Ziffer 2.3.2
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite)
d_N	Minimaler Abstand zu Neubauten (Gebäude und Kunstbauten) (1), (2)



Alle Masse im waagrecht – lotrechten Koordinatensystem

(1) Zusätzliche Anforderungen können aus AB-EBV zu Art. 27 und zu Art. 28 entstehen.

(2) Minimale Abstände bei Neubauten (Gebäude und Kunstbauten), insb. von Dritten, sind im Einzelfall festzulegen. Die Abstände dB_i resp. dB_a dürfen dabei keinesfalls unterschritten werden. Abstände unter 3000 mm sind zu vermeiden.

(3) Der Abstand dM_i und dM_a darf auf Perrons nicht angewendet werden.

		Überhöhung ü [mm]			
		0	50	100	150
dB_i [mm]	EBV 1 – 3	1900 + b_D	1980 + b_D	2058 + b_D	2133 + b_D
	EBV 4	1915 + b_D	1993 + b_D	2070 + b_D	2146 + b_D
dB_a [mm]	EBV 1 – 3	1900 + b_D	1856 + b_D	1810 + b_D	1761 + b_D
	EBV 4	1915 + b_D	1869 + b_D	1822 + b_D	1774 + b_D
dM_i [mm]	EBV 1 – 3	2200 (4)	2301	2399	2494
	EBV 4	2215 (4)	2313	2411	2506
dM_a [mm]	EBV 1 – 3	2200 (4)			
	EBV 4	2215 (4)			

Tabelle gültig für
- R ≥ 250 m
- üf ≤ 150 mm
- Standflächen ≤ 420 mm über SOK (Werte gerechnet für Standfläche 420 mm über SOK)
- Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2

(4) In bestehenden Anlagen sind Werte ≥ 2180 mm möglich.

Masse in mm

Bild 11: Lichtraumprofil - Abstände von Masten und Bauten)

N O R M A L S P U R

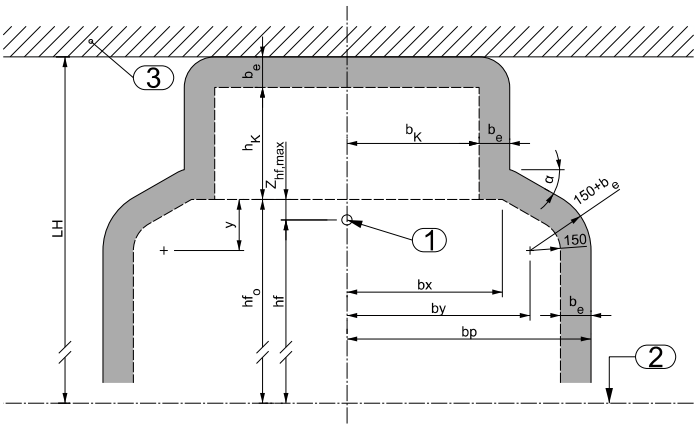
(AB 18, Bilder)

Legende

1	Fahrdraht auf Nennhöhe
2	SOK
3	Überbauten
LH	Lichte Höhe der Überbauten

Gültig für

R	≥ 250 m (1)
R_v	≥ 5000 m
üf	≤ 150 mm
üü (resp. ü)	≤ 150 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	



(1) Kurvenerweiterung für Radien < 250 m gemäss AB 18.2, Ziffer 3

Stromabnehmerraum	EBV S1 (A)	EBV S2 (B)	EBV S3 (C)	EBV S4 (D)
maximale Wippenbreiten mit isolierenden Endhörnern	1320 mm 1450 mm	1450 mm 1600 mm	1600 mm	1950 mm
bx Regelwert (2)	767 mm	767 mm	826 mm	1085 mm
by Regelwert (2)	840 mm	900 mm	975 mm	1150 mm
bp Regelwert (2)	990 mm + b_e	1050 mm + b_e	1125 mm + b_e	1300 mm + b_e
hf Nennfahrdrahthöhe: **hf_o** oberste Lage des Fahrdrahts	gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.3.3, Buchstabe f $hf_o = hf + Z_{hf,\,max}$			
y	220 mm	250 mm	235 mm	250 mm
α	31 °	30 °	25 °	40 °

(2) Sonderwerte nach spezieller Berechnung gemäss AB-EBV zu Art. 18/47, Normalspur, AB 18.2/47.2, Ziff. 6

Anwendungsbereiche (A) – (D):

A) EBV S1: Zulässig bei EBV1
B) EBV S2: Regelanwendung für EBV 1, EBV 2, EBV 3
C) EBV S3: Regelanwendung für EBV 4
D) EBV S4: Strecken, auf denen ausländische Triebfahrzeuge mit Wippenbreite 1950 mm verkehren. Weitere Anwendungen werden von Fall zu Fall festgelegt

Werte nach AB-EBV:

b_e elektrischer Schutzabstand gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9

Von der Infrastrukturbetreiberin (ISB) in Abhängigkeit vom Oberleitungstyp und den örtlichen Gegebenheiten zu bestimmende Werte:

$Z_{hf,\,max}$ Summe der Zuschläge gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.2.2.2
h_k (3) Höhe des Oberleitungs-Konstruktionsraumes
b_k (3) halbe Breite des Oberleitungs-Konstruktionsraumes
LH Lichte Höhe des Überbaus (LH = $hf_o + h_k + b_e$)
(3) im waagrecht-lotrechten Koordinatensystem (siehe auch Bild 11)

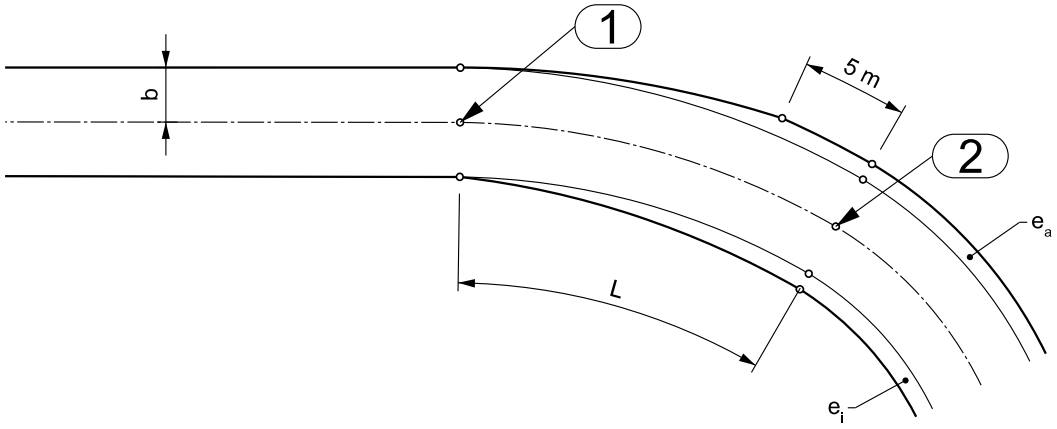
Masse in mm

Bild 12: Stromabnehmerraum (EBV S1 bis S4) und Oberleitungsraum

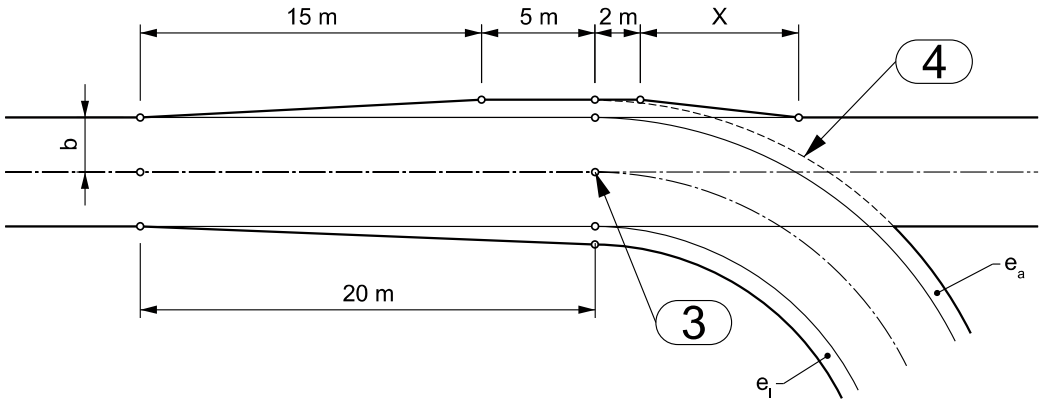
N O R M A L S P U R

(AB 18, Bilder)

Übergang Gerade in Bogen mit Übergangsbogen:



Übergang Gerade in Weiche oder Gerade in Bogen ohne Übergangsbogen:



Legende

1	Übergangsbogenanfang (ÜA)		
2	Übergangsbogenende (ÜE) / Bogenanfang		
3	Bogenanfang		
4	Verlauf der Kurvenerweiterung bei abruptem Krümmungswechsel		
b	halbe Breite der Grenzlinie fester Anlagen für R ≥ 250 m gemäss Bilder 2 - 5		
L	Länge des Lichtraumübergangs (= Länge des Übergangsbogens, mindestens aber 20 m ab ÜE)		
e_i	Kurvenerweiterung (Kurveninnenseite) gemäss AB 18.2, Ziffer 3		
e_a	Kurvenerweiterung (Kurvenaussenseite) gemäss AB 18.2, Ziffer 3		
x	Lichtraumübergang	x = 7 m	für Radius R: 150 m ≤ R < 185 m
		x = 6 m	für Radius R: 185 m ≤ R < 250 m

Bild 13: Lichtraumübergänge

METERSPUR

AB 18.1

1 Lichtraumprofil

1.1 Das Lichtraumprofil (Aufbau gemäss AB 18, Bilder, Bild 1) umfasst die über und neben einem Gleis freizuhaltenden Räume. Es setzt sich zusammen aus dem von der Grenzlinie fester Anlagen umschriebenen Raum und den Sicherheitsräumen des Lichtraumprofils gemäss AB 18.3. Grundsätzlich sind die Lichtraumprofile gemäss AB 18, Bilder, Bild 5 bis 7 anzuwenden.

1.1.1 Weitere Sicherheitsräume für Personal und Dritte, sowie Räume für besondere betriebliche und technische Bedürfnisse richten sich nach AB 18.4.

1.1.2 Der **Bereich I** (siehe AB 18, Bilder, Bilder 5 bis 7) umfasst den:
- von der Grenzlinie fester Anlagen umschriebenen Raum
- Raum für offene Türen (inkl. reduzierten Fensterraum)

Der **Bereich II** (siehe AB 18, Bilder, Bilder 5 bis 7) umfasst den:
- Bereich I
- Fensterraum
- Raum für Schlupfweg
- Raum für Dienstweg in der erforderlichen Breite
- Raum zwischen dem Raum für den Schlupfweg und dem Bereich I im unteren Bereich
- Oberleitungsraum

1.2 Sämtliche Massangaben beziehen sich (sofern nichts anderes angegeben) auf die geometrisch definierte Linienführung (Solllage, versicherte Gleislage) und das Achsensystem des Lichtraumprofils. Dieses ist definiert durch die Verbindungslinie der Schienenoberkanten (Fahrebene) und der darauf rechtwinklig stehenden Gleismittellinie (gemäss AB 18, Bilder, Bild 1).

1.3 Bezüglich Gleisbau und Fahrdynamik werden folgende Abkürzungen verwendet:

$f_{ü}$	Überhöhungsfehler
R	Radius im Kreisbogen
R_V	Vertikale Ausrundungsradien (von Neigungswechseln)
SOK	Schienenoberkante
s	Spurweite
t_1	Querverschiebungstoleranz des Gleises aus der geometrisch definierten Linienführung
ü	Überhöhung
üf	Überhöhungsfehlbetrag
üü	Überhöhungsüberschuss
Δh	Höhentoleranz des Gleises gegenüber der geometrisch definierten Linienführung

METERSPUR

AB 18.2

1 Grenzlinie fester Anlagen

1.1 Die Grenzlinie fester Anlagen (Sollwert siehe AB 18, Bilder, Bilder 2 bis 4) ist die Umgrenzung des minimalen Querschnittes, bei dem für definiertes Fahrzeugverhalten (gemäss AB-EBV zu Art. 18/47, Meterspur, AB 18.2/47.2) die Durchfahrt der Fahrzeuge gewährleistet ist.

1.1.1 Sie wird aus der Bezugslinie ermittelt, welche in einer besonderen und gemeinsamen Ausführungsbestimmung zu Art. 18.2/47.2, Meterspur behandelt wird.

1.1.2 Der Sollwert berücksichtigt vertikale Ausrundungsradien, Überhöhungen und Überhöhungsfehlbeträge gemäss AB 18, Bilder, Bilder 2 bis 4, festgelegte Gleislagetoleranzen (gemäss Ziff. 2) sowie im Bereich Stromabnehmer den elektrischen Schutzabstand.

1.1.3 In Gleisbögen sind die Lichtraumübergänge gemäss AB 18, Bilder, Bild 10 und Kurvenerweiterung gemäss Ziff. 3 zu berücksichtigen. In speziell begründeten Fällen dürfen die Lichtraumübergänge und Kurvenerweiterungen auch mittels einer exakt konstruierten Schleppkurve auf Basis des massgebenden Referenzfahrzeuges und der Grenzlinie fester Anlagen berücksichtigt werden.

1.1.4 Das BAV kann in begründeten Einzelfällen, insbesondere wenn die Einhaltung des Sollwertes bei bestehenden Bauten und Anlagen einen unverhältnismässigen Aufwand zur Folge hätte, die Berechnung der Grenzlinie fester Anlagen auf Grund der effektiven Eigenschaften der Fahrbahn genehmigen (Sonderwert, Ausnahmewert; siehe Kommentar Nr. 3 zur EBV, KOM EBV 3).

1.1.5 Bei Anschlussgleisen und in bahneigenen Unterhaltsanlagen ist die Berechnung der Grenzlinie fester Anlagen auf Grund der effektiven Gleisgeometrie (Sonderwert) zulässig.

1.2 Gegenüber Bauten und festen Anlagen hat die Grenzlinie den Charakter eines unteren Grenzmasses (Kleinstmass). Sie muss auch bei zeitweiligen Einbauten für bahntechnische Einrichtungen eingehalten werden.

1.3 In den Stromabnehmerraum dürfen die funktionsbedingt notwendigen Teile der Oberleitung dann einragen, wenn sie das gleiche elektrische Potential wie die Oberleitung aufweisen und zu keiner Zeit die mechanische Durchgängigkeit des Stromabnehmers beeinträchtigen.

M E T E R S P U R

(AB 18.2)

2 Gleislagetoleranzen

2.1 Die nachfolgenden Bau- und Betriebstoleranzen des Gleises liegen der Berechnung der Soll- und Sonderwerte der Grenzlinie fester Anlagen zugrunde:

Höhenlage	Höhentoleranz Δh des Gleises gegenüber der geometrisch definierten Linienführung (Solllage, versicherte Gleislage): $\Delta h = + 50$ mm / - 20 mm
Seitenlage	Querverschiebungstoleranz des Gleises aus der geometrisch definierten Linienführung (Solllage, versicherte Gleislage): $t_1 = \pm 25$ mm
Querneigung / Überhöhung	maximal zulässiger Überhöhungsfehler: $f_{ü} = \pm 15$ mm
Spurweite	maximal zulässige Spurweite s (inkl. Spurerweiterung): $s_{max} \leq 1030$ mm

3 Kurvenerweiterung in Gleisbogen

3.1 Die halben Breitenmasse der Grenzlinie fester Anlagen bzw. des Lichtraumprofils sind bei Gleisbögen mit folgenden Werten für e_i resp. e_a zu erweitern:

M E T E R S P U R

(AB 18.2)

Grenzlinie fester Anlagen und Lichtraumprofil	Höhenbereich über SOK in mm	Kurvenerweiterung e in m Innen (e_i) Aussen (e_a)
A Triebfahrzeuge und Wagen AB 18, Bilder, Bild 2 und 5	Gesamter Höhenbereich	$\frac{25^{1)}}{R}$
B Rollbockbetrieb AB 18, Bilder, Bild 3 und 6	0 bis H+200-f	$\frac{25^{1)}}{R}$
	H+200-f bis H+4580+f	analog Normalspur (AB 18.2, Normalspur, Ziffer 3)
Rollschemel mit 4-Achs-Normalspurwagen AB 18, Bilder, Bild 3 und 6	0 bis + H+200-f	$\frac{25^{1)}}{R}$
	H+200-f bis H+4580+f	$\frac{40}{R}$ $\frac{25}{R}$
Rollschemel mit 2-Achs-Normalspur-wagen, AB 18, Bilder, Bild 3 und 6	Gesamter Höhenbereich	$\frac{25^{1)}}{R}$
C Strassenbahn AB 18, Bilder, Bild 4 und 7	Gesamter Höhenbereich	$\frac{5,7}{(R - 1,3)}$ $\frac{11,25}{(R + 2,7)}$

Legende

R	Kurvenradius in m
H	Höhe SOK Normalspur über SOK Meterspur in mm
e	Kurvenerweiterung in m e_i Kuveninnenseite e_a Kurvenaussenseite
f	Höhenanpassung bei Kuppen und Wannen $f = \frac{50'000}{R_V}$ f [mm] R_V [m]

1) Falls in bestehenden Anlagen die Kurvenerweiterung im Höhenbereich von 0 - 180 mm über SOK e = 12,5 / R beträgt, darf bis zur nächsten baulichen Anpassung der Anlage oder der Beschaffung von neuen Fahrzeugen diese reduzierte Kurvenerweiterung beibehalten werden.

METERSPUR

AB 18.3

1 Fensterraum

1.1 Der Fensterraum ist gegenüber Bauten und festen Anlagen wie folgt freizuhalten:

1.1.1 in Verbindung mit dem Raum für den Dienst- bzw. Schlupfweg und dem Raum für offene Türen als minimaler Raum für das Rangierpersonal auf seitlichem Rangiertritt;

1.1.2 bei allen Gleisen, auf denen mit Personen besetzte Fahrzeuge (Lokomotiven, Wagen etc.) verkehren können, deren Fenster sich um mehr als 0,20 m öffnen lassen.

1.2 Die Anordnung und die Abmessungen sind in Ziff. 6.1 und 6.2 beschrieben.

2 Raum für den Dienstweg

2.1 Der Raum für den Dienstweg dient dem Personal als Weg und für den Aufenthalt neben fahrenden Zügen.

2.2 Mindestens ein Raum für den Dienstweg in der erforderlichen Breite muss von jedem Gleis ohne Überschreiten eines anderen Gleises direkt und ohne Hindernisse erreicht werden können.

2.2.1 Ist der Raum für den Dienstweg nur einseitig eines Gleises angeordnet, so muss wahrnehmbar sein, auf welcher Seite er sich befindet. Seitenwechsel sind zu vermeiden.

2.3 Ausgestaltung des Raumes für den Dienstweg

2.3.1 Der Raum für den Dienstweg ist lotrecht angeordnet.

2.3.2 Die minimal erforderliche Breite des Raumes für den Dienstweg unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit ist in AB-EBV zu Art. 19, AB 19.3, Ziffer 2 festgelegt.

2.3.3 Bei nicht mehr als 1,50 m langen Hindernissen darf der Raum für den Dienstweg bis auf die Abmessungen des Raumes für den Schlupfweg reduziert werden. Der Bereich I (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2) und der Fensterraum müssen aber erhalten bleiben.

2.3.4 Die Anordnungen und die weiteren Abmessungen sind in Ziff. 6.1 und 6.3 festgehalten.

2.4 In bestehenden Tunneln und Galerien, in welchen der Raum für den Dienstweg nicht vorhanden ist, muss mindestens der Bereich I (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2) und der Raum für den Schlupfweg sowie der Raum zwischen dem Raum für den Schlupfweg und dem Bereich I im unteren Bereich vorhanden sein. Weiter sind besondere Massnahmen für die Sicherheit des im Tunnel beschäftigten Personals vorzusehen (vgl. auch AB-EBV zu Art. 28, AB 28.2, Ziffer 1).

METERSPUR

(AB 18.3)

2.5 Auf Strecken ausschliesslich mit Strassenbahnbetrieb kann auf den Raum für den Dienstweg verzichtet werden, wenn die Gleise

2.5.1 baulich nicht vom übrigen Strassenverkehr getrennt oder

2.5.2 baulich abgetrennt, jedoch vom Strassenraum her ungehindert zugänglich sind.

3 Raum für den Schlupfweg

3.1 Der Raum für den Schlupfweg soll das Passieren entlang stehender Züge gewährleisten. Dabei ist zu beachten, dass u.U. Fahrzeuge eingesetzt werden, deren Türen bzw. Trittbretter im geöffneten Zustand über die Flucht der Seitenwände der Fahrzeuge hinausragen (siehe Ziff. 4) und somit den Raum für den Schlupfweg teilweise beanspruchen.
Er ist lotrecht angeordnet und ist bei allen Bauten und festen Anlagen freizuhalten.

3.2 Übersteigbare Hindernisse wie z. B. Zwergsignale, Weichenlaternen usw., die dem Zweck des Schlupfwegraumes nicht entgegenstehen, sind gestattet.

3.3 Für Verladerampen gelten besondere Bestimmungen.

3.4 Die Anordnung und die Abmessungen sind in Ziff. 6.1 und 6.4 beschrieben.

4 Raum für offene Türen

4.1 Der zum Öffnen der Türen und zum Bewegen von Fahrzeugen mit offenen Türen und ausgeklappten Trittbrettern notwendige Raum (Überschreitung der Bezugslinie durch die Fahrzeuge gemäss AB-EBV zu Art. 47, Meterspur, AB 47.2, Ziffer 4) ist gegenüber Bauten und festen Anlagen freizuhalten.

4.1.1 Der Raum für offene Türen beinhaltet auch den reduzierten Fensterraum.

4.2 Die Anordnung und die Abmessungen sind in Ziff. 6.1 und 6.5 beschrieben.

5 Oberleitungsraum

5.1 Der Oberleitungsraum dient der Installation der Oberleitung. Die Anordnung und die Abmessungen sind in AB 18, Bilder, Bild 9 beschrieben.

6 Abmessungen der Sicherheitsräume

6.1 Die Anordnung der Sicherheitsräume ist in AB 18, Bilder, Bild 1 dargestellt. Alle Höhen sind auf abgesteckte Gleishöhen (= Nennhöhe des Gleises, versicherte Gleislage) bezogen.

METERSPUR

(AB 18.3)

6.2 Fensterraum

6.2.1 Abmessungen für Strecken, auf denen mit Personen besetzte Fahrzeuge (Lokomotiven, Wagen etc.) verkehren können:

Obere Begrenzung	h_F = 3,05 m über SOK
Untere Begrenzung	h_F = 1,68 m über SOK
Breite, minimal	b_{Fmin} = 0,30 m

6.2.2 Reduzierter Fensterraum (siehe AB 18.5, Ziffer 2.3 (1)):

Breite, minimal $b_{Fred,min}$ = 0,20 m

(1) Ein reduzierter Fensterraum ist in diesen Fällen beispielsweise möglich bei Bauten wie Tunneln, langen Stützmauern oder ähnlichen Bauwerken, grundsätzlich aber nicht bei Einzelobjekten wie Signalmasten, Fahrleitungsmasten usw. In der Regel sind bestehende Einzelobjekte, welche nur den reduzierten Fensterraum frei lassen, nach den FDV (Signale) zu kennzeichnen.

6.3 Raum für den Dienstweg

6.3.1 Alle Massangaben sind im waagrecht-lotrechten Koordinatensystem, siehe auch AB 18, Bilder, Bild 1, angegeben

6.3.2 Abmessungen

Breite, minimal:	einfacher Dienstweg	b_{Dmin} = 0,50 m (1)
	erweiterter Dienstweg	b_{Dmin} = 0,70 m (1)
	doppelter einfacher Dienstweg	b_{Dmin} = 1,00 m (1)
	einfacher plus erweiterter Dienstweg	b_{Dmin} = 1,20 m

zulässige Einschränkung auf der gleisabgewandten Seite (z. B. Geländer) für
h ≤ 1,00 m: $b_D \geq b_{Dmin}$ - 0,10 m

(1) Kann die erforderliche Breite des Raumes für den Dienstweg zwischen einem Gleis und einem festen Hindernis nicht eingehalten werden, so sind zusätzliche Massnahmen vorzusehen. Als solche kommen in Frage:

- besondere Ausweichmöglichkeiten für das Personal (Nischen, Ausstell-buchten usw.),
- vom Gleis abgesetzte Anordnung des Raumes für den Dienstweg (ggf. zusammen mit betrieblichen Massnahmen),
- Festhaltemöglichkeiten.

Höhe $h_D \geq$ 2,00 m über Standfläche

(Mindesthöhe 2,00 m über SOK)

6.3.3 Höhe der Standfläche: ≤ 0,42 m über SOK

Bei Höhen über 0,30 m sind Auftrittstufen erforderlich.

METERSPUR

(AB 18.3)

6.4	Raum für den Schlupfweg	
6.4.1	Alle Massangaben sind im waagrecht-lotrechten Koordinatensystem, siehe auch AB 18, Bilder, Bild 1, angegeben.	
6.4.2	Abmessungen	
	Breite, minimal	b_{Smin} = 0,20 m
	Höhe	$h_S \geq$ 2,00 m über Standfläche (Mindesthöhe 2,00 m über SOK)
6.4.3	Höhe der Standfläche:	≤ 0,42 m über SOK
		Bei Höhen über 0,30 m sind Auftrittstufen erforderlich.
6.5	Raum für offene Türen	
	Obere Begrenzung	h = 3,05 m über SOK
	Untere Begrenzung	h = 0,42 m über SOK (1)
		(1) Im Einvernehmen mit dem BAV kann die untere Begrenzung in Abhängigkeit der Perronkante auch auf einen anderen Wert festgelegt werden
	Breite	20 cm ausserhalb der jeweiligen Grenzlinie fester Anlagen, d.h. Abstand von Gleisachse:
		EBV A: 1,67 m bis 1,85 m, zuzüglich e (gemäss AB 18, Bilder, Bild 5)
		EBV C: 1,42 m bis 1,60 m, zuzüglich e (gemäss AB 18, Bilder, Bild 7)

AB 18.4

1 Weitere Sicherheitsräume für Personal resp. Dritte sind im Einzelfall und insbesondere unter Berücksichtigung der Vorgaben von AB-EBV zu Art. 19, AB 19.3 resp. AB 19.4 festzulegen.

2 Räume für besondere betriebliche und technische Bedürfnisse sind im Einzelfall festzulegen. Dies betrifft insbesondere
- zusätzliche elektrische Sicherheitsräume,
- Räume für die Konstruktion der Fahrleitung und ihrer Aufhängung,
- die Hebungsreserve für den Oberbau,
- Räume für die Sicht auf Signale,
- Räume für die Schneeräumung,
- Räume für die Beförderung von aussergewöhnlichen Sendungen mit Lademassüberschreitung,
- Räume für die Instandhaltung inkl. Lagerung von Baumaterialien, sowie
- Arbeitsräume ausserhalb des Lichtraumprofils (z. B. die Reinigung von und Arbeiten an Gebäuden nahe der Fahrbahn).

METERSPUR

AB 18.5

1 Lichtraumprofil und Grenzlinie fester Anlagen für Neuanlagen

1.1 Für Neuanlagen und grössere Umbauten gelten grundsätzlich folgende Lichtraumprofile mit den dazugehörenden Grenzlinien fester Anlagen:

1.1.1 für EBV A: siehe AB 18, Bilder, Bilder 2 und 5 gültig für Adhäsions-, Zahnrad- und gemischte Meterspurbahnen;

1.1.2 für EBV B: siehe AB 18, Bilder, Bilder 3 und 6 gültig für Adhäsions-, Zahnrad- und gemischte Meterspurbahnen mit Rollschemel- oder Rollbockbetrieb;

1.1.3 für EBV C: siehe AB 18, Bilder, Bilder 4 und 7 gültig für Strassenbahnen.

2 Lichtraumprofil und Grenzlinie fester Anlagen für bestehende Anlagen

2.1 Im Sinne einer Vereinheitlichung sollten auch für bestehende Anlagen die Lichtraumprofile mit den dazugehörenden Grenzlinien fester Anlagen gemäss AB 18, Bilder, Bilder 2 - 7 angewendet werden.

2.1.1 Es können jedoch durch die Bahnen im Einvernehmen mit dem Bundesamt Lichtraumprofile mit dazugehörenden Grenzlinien fester Anlagen festgelegt werden, die von AB 18, Bilder, Bilder 2 – 7 abweichen.

2.2 Bei Umbauten von Bauten und Anlagen sowie bei neu montierten Anlageteilen sind in der Regel das Lichtraumprofil und die Grenzlinie fester Anlagen gemäss Ziff. 1.1 anzuwenden.

2.3 Alle Anlagen, die Ziff. 2.1 nicht erfüllen, müssen ein reduziertes Lichtraumprofil, umfassend den Bereich I (inkl. den reduzierten Fensterraum, siehe AB 18.3, Ziffer 6.2.2) und den Raum für den Schlupfweg sowie den Oberleitungsraum, einhalten.

2.3.1 Vorhandene Einragungen bestehender Bauten und Anlagen in dieses reduzierte Profil sind in ein «Verzeichnis der Einragungen in das Lichtraumprofil» aufzunehmen. Sie sind besonders zu überwachen und bei nächster Gelegenheit zu entfernen.

3 Sonderfälle

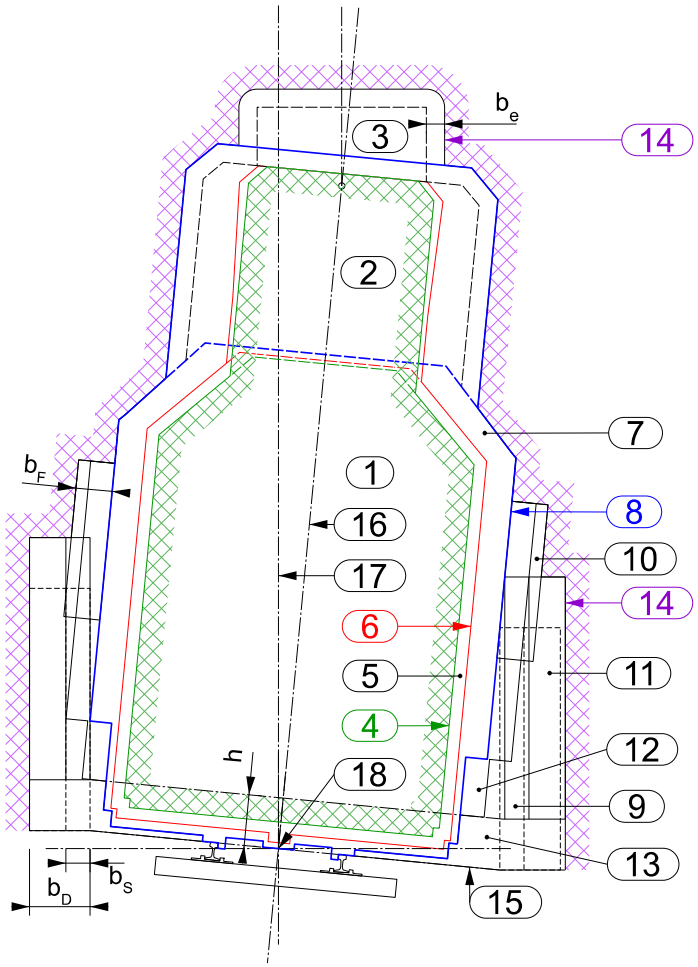
3.1 Für Sonderfälle und spezielle bahntechnische Bedürfnisse können den besonderen Gegebenheiten angepasste, spezielle Lichtraumprofile mit dazugehörenden Grenzlinien fester Anlagen festgelegt werden.

METERSPUR

AB 18, Bilder

Legende

1	Raum für Fahrzeuge und Ladungen
2	Raum für Stromabnehmer
3	Oberleitungsraum
4	Begrenzung der Fahrzeuge bzw. Ladungen und des Stromabnehmers
5	Vom Fahrzeugbauer einzuhaltende Einschränkung infolge Fahrzeugcharakteristik und Laufwerkspielen
6	Bezugslinie
7	Von der Infrastrukturbetreiberin (Baudienst) einzuhaltende Erweiterung infolge Gleisgeometrie und Gleislage
8	Grenzlinie fester Anlagen
9	Raum für den Schlupfweg (Breite b_S)
10	Fensterraum (Breite b_F)
11	Raum für den Dienstweg in der erforderlichen Breite (Breite b_D)
12	Raum für offene Türen
13	Raum zwischen Raum für den Schlupfweg und Bereich I im unteren Bereich
14	Lichtraumprofil (Grenzlinie fester Anlagen plus Sicherheitsräume des Lichtraumprofils)
15	SOK
16	Achsensystem des Lichtraumprofils
17	Waagrecht – lotrechtes Achsensystem
18	Nullpunkt der Achsensysteme
b_e	elektrischer Schutzabstand
h	Höhe der Standfläche



Zusätzliche Räume (siehe AB 18.4) für
- Sicht auf Signale,
- Hebungsreserve für den Oberbau,
- Schneeräumung,
- Transporte mit Lademassüberschreitung, etc.

sind in dieser Zeichnung nicht berücksichtigt.

Bild 1: Prinzipieller Aufbau des Lichtraumprofils inkl. Anordnung der Sicherheitsräume

METERSPUR

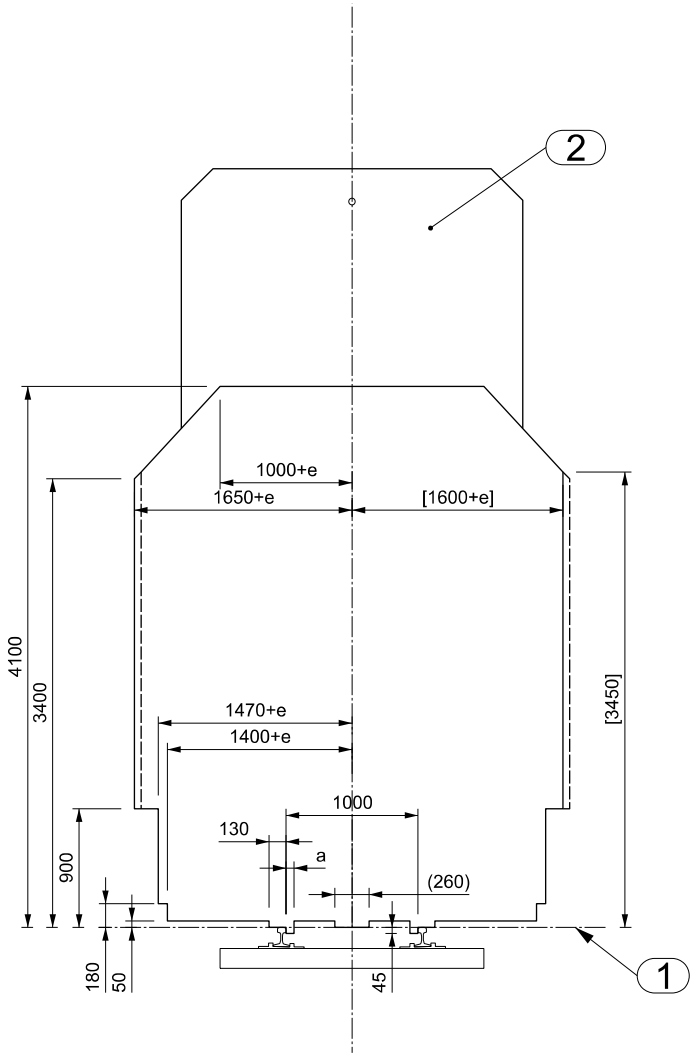
(AB 18, Bilder)

Legende

1	SOK
2	Stromabnehmerraum: siehe Bild 9
a	60 mm mit Ausnahme von Oberbaubauteilen
e	Kurvenerweiterung gemäss AB 18.2, Ziffer 1.1.3
[ ]	Masse gegenüber der Grenzlinie fester Anlagen des Nachbargleises
( )	Mass für Bahnen, die Fahrzeuge mit Zahnrädern zulassen

Gültig für

R_v	≥ 500 m
üf	≤ 99 mm
üü (resp. ü)	≤ 105 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	



Für Bauteile, die mit dem Gleis verbunden sind, dürfen die Höhenmasse um max. 20 mm erhöht werden (Wegfall der Höhentoleranz Δh)
Beispiel: Radlenker

Masse in mm

Bild 2: Grenzlinie fester Anlagen EBV A (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 1)

METERSPUR

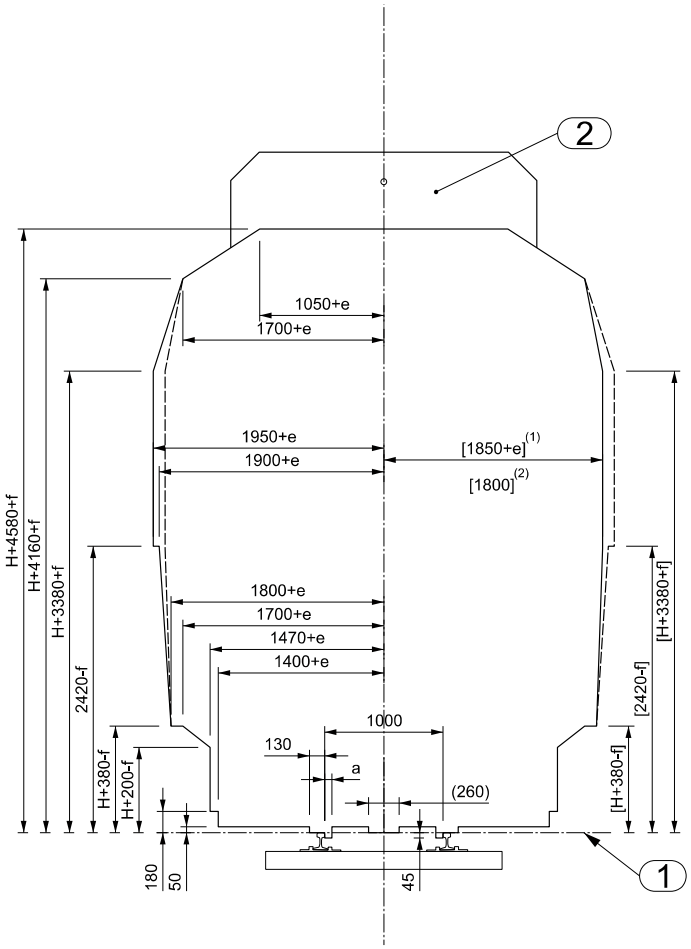
(AB 18, Bilder)

Legende

1	SOK
2	Stromabnehmerraum: siehe Bild 9
H	Höhe SOK Normalspur über SOK Meterspur
a	60 mm mit Ausnahme von Oberbaubauteilen
e	Kurvenerweiterung gemäss AB 18.2, Ziffer 1.1.3
f	Höhenanpassung bei Kuppen und Wannen
[ ]	Masse gegenüber der Grenzlinie fester Anlagen des Nachbargleises
( )	Mass für Bahnen, die Fahrzeuge mit Zahnrädern zulassen

Gültig für

üf	≤ 107 mm
üü (resp. ü)	≤ 105 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	



Höhenanpassung bei Kuppen und Wannen

$$f = \frac{50000}{R_V}$$ f [mm]

R_V [m]

Für Bauteile, die mit dem Gleis verbunden sind, dürfen die Höhenmasse um max. 20 mm erhöht werden (Wegfall der Höhentoleranz Δh)
Beispiel: Radlenker

(1) in Kurven (2) in Geraden

Masse in mm

Bild 3: Grenzlinie fester Anlagen EBV B (Anwendungsbereich: Siehe AB 18.5, Ziffer 1)

METERSPUR

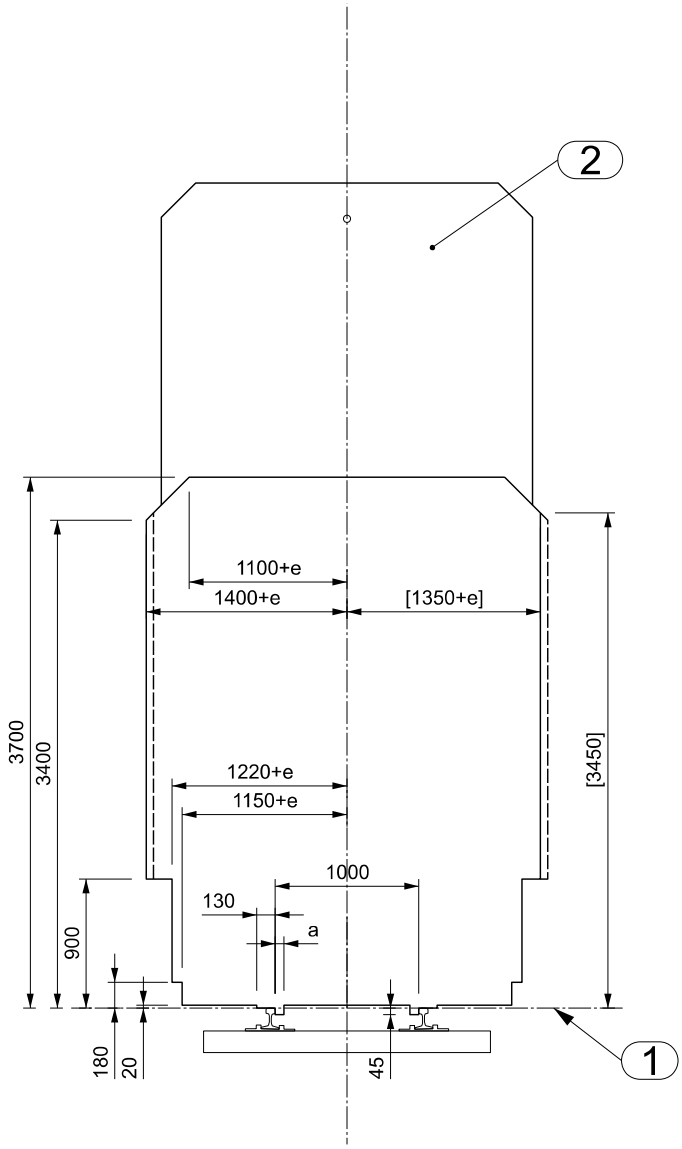
(AB 18, Bilder)

Legende

1	SOK
2	Stromabnehmerraum: siehe Bild 9
a	60 mm mit Ausnahme von Oberbaubauteilen
e	Kurvenerweiterung gemäss AB 18.2, Ziffer 1.1.3
[ ]	Masse gegenüber der Grenzlinie fester Anlagen des Nachbargleises

Gültig für

R_v	≥ 300 m
üf	≤ 99 mm
üü (resp. ü)	≤ 105 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	



Anmerkung
Diese Grenzlinie fester Anlagen basiert auf einer Bezugslinie, welche von einem Fahrzeug mit einer Kastenbreite von 2,2 m abgeleitet wurde

Für Bauteile, die mit dem Gleis verbunden sind, dürfen die Höhenmasse um max. 20 mm erhöht werden (Wegfall der Höhentoleranz Δh)
Beispiel: Radlenker

Masse in mm

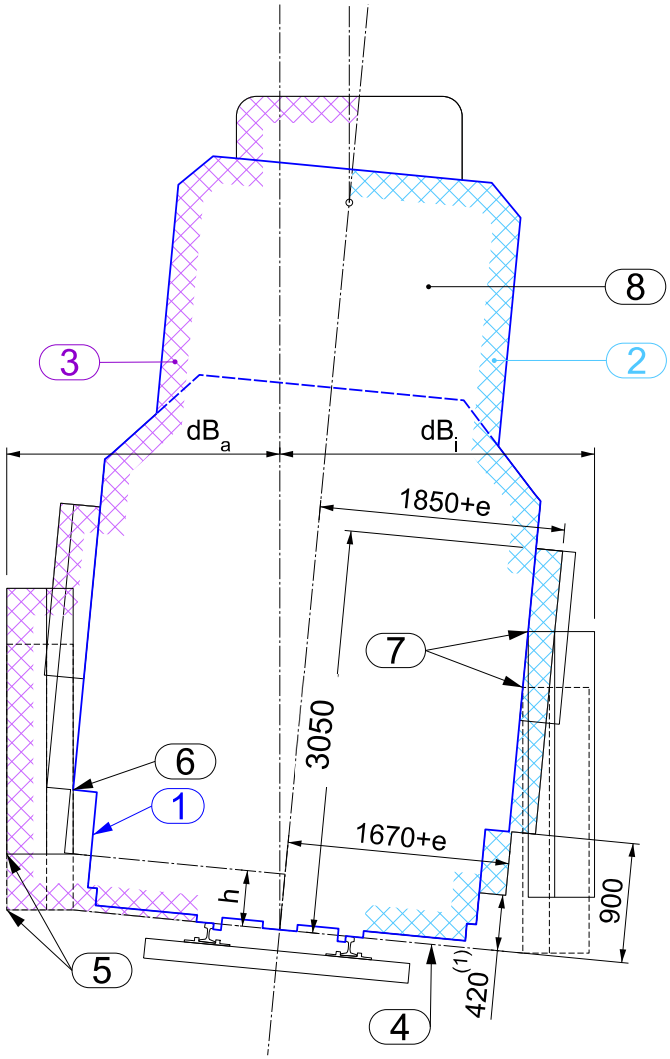
Bild 4: Grenzlinie fester Anlagen EBV C (Anwendungsbereich: Siehe AB 18.5, Ziffer 1)

METERSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Grenzlinie fester Anlagen EBV A (siehe Bild 2)
2	Bereich I (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
3	Bereich II (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
4	SOK
5	Horizontale Standfläche
6	Relevanter Punkt für Berechnung dB_a
7	Relevanter Punkt für Berechnung dB_i (abhängig von h)
8	Stromabnehmerraum Siehe Bild 9
e	Kurvenerweiterung gemäss AB 18.2, Ziffer 1.1.3
h	Höhe der Standfläche (siehe AB 18.3, Ziffer 6.3.3 und 6.4.3)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite), siehe Bild 8
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite), siehe Bild 8



Gültig für

R_v	≥ 500 m
üf	≤ 99 mm
üü (resp. ü)	≤ 105 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Bereich I: Einragungen von bestehenden Anlageteilen müssen registriert sein und sind bei nächster Gelegenheit zu entfernen. Zeitweilige Einbauten bis höchstens an die Grenzlinie der festen Anlagen sind u.U. zulässig.

Bereich II: Einragungen sind grundsätzlich nur aufgrund von Typenzulassungen oder Genehmigungen im Einzelfall im Rahmen der Plangenehmigung und bis höchstens an den Bereich I zulässig. Davon ausgenommen sind die in AB 18.3, Ziffer 2.3.3, Ziffer 2.4 und Ziffer 3.2 beschriebenen Spezialfälle.

(1) siehe auch AB 18.3 Ziffer 6.5

Masse in mm

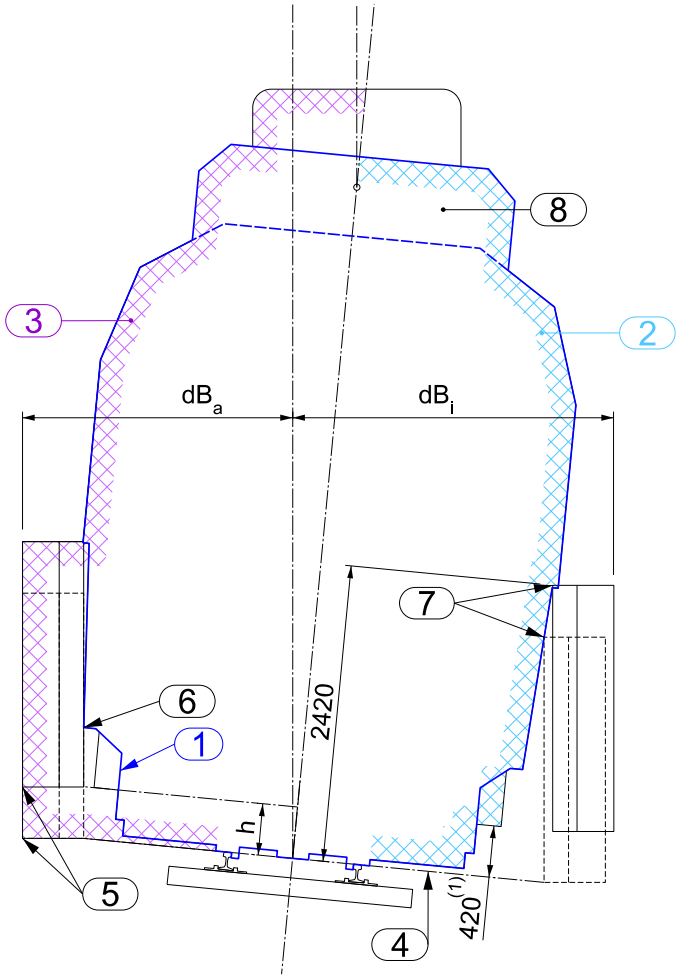
Bild 5: Lichtraumprofil EBV A (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 1)

METERSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Grenzlinie fester Anlagen EBV B (siehe Bild 3)
2	Bereich I (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
3	Bereich II (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
4	SOK
5	Horizontale Standfläche
6	Relevanter Punkt für Berechnung dB_a
7	Relevanter Punkt für Berechnung dB_i (abhängig von h)
8	Stromabnehmerraum siehe Bild 9
h	Höhe der Standfläche (siehe AB 18.3, Ziffer 6.3.3 und 6.4.3)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite), siehe Bild 8
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite), siehe Bild 8



Gültig für

R_v	∞ (2)
üf	≤ 107 mm
üü (resp. ü)	≤ 105 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Bereich I: Einragungen von bestehenden Anlageteilen müssen registriert sein und sind bei nächster Gelegenheit zu entfernen. Zeitweilige Einbauten bis höchstens an die Grenzlinie der festen Anlagen sind u.U. zulässig.

Bereich II: Einragungen sind grundsätzlich nur aufgrund von Typenzulassungen oder Genehmigungen im Einzelfall im Rahmen der Plangenehmigung und bis höchstens an den Bereich I zulässig. Davon ausgenommen sind die in AB 18.3, Ziffer 2.3.3, Ziffer 2.4 und Ziffer 3.2 beschriebenen Spezialfälle

(1) siehe auch AB 18.3 Ziffer 6.5 (2) Höhenkorrektur siehe Bild 3

Masse in mm

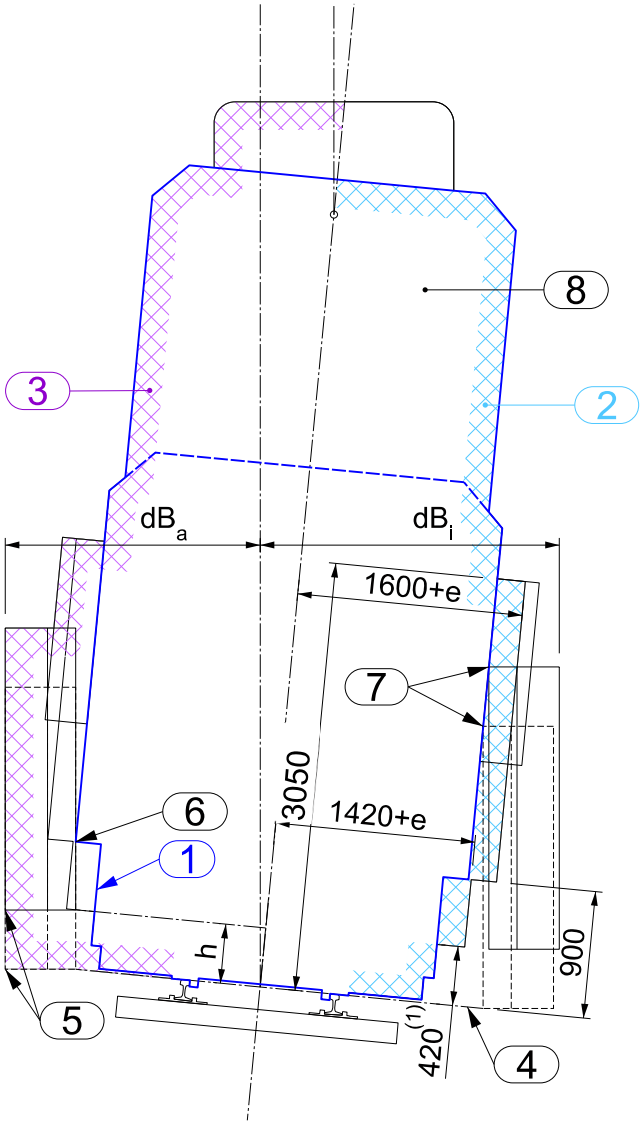
Bild 6: Lichtraumprofil EBV B (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 1)

METERSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Grenzlinie fester Anlagen EBV C (siehe Bild 4)
2	Bereich I (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
3	Bereich II (siehe AB 18.1, Ziffer 1.1.2)
4	SOK
5	Horizontale Standfläche
6	Relevanter Punkt für Berechnung dB_a
7	Relevanter Punkt für Berechnung dB_i (abhängig von h)
8	Stromabnehmerraum siehe Bild 9
e	Kurvenerweiterung gemäss AB 18.2, Ziffer 1.1.3
h	Höhe der Standfläche (siehe AB 18.3, Ziffer 6.3.3 und 6.4.3)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite), siehe Bild 8
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite), siehe Bild 8



Gültig für

R_v	≥ 300 m
üf	≤ 99 mm
üü (resp. ü)	≤ 105 mm
Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2	

Bereich I: Einragungen von bestehenden Anlageteilen müssen registriert sein und sind bei nächster Gelegenheit zu entfernen. Zeitweilige Einbauten bis höchstens an die Grenzlinie der festen Anlagen sind u.U. zulässig.

Bereich II: Einragungen sind grundsätzlich nur aufgrund von Typenzulassungen oder Genehmigungen im Einzelfall im Rahmen der Plangenehmigung und bis höchstens an den Bereich I zulässig. Davon ausgenommen sind die in AB 18.3, Ziffer 2.3.3, Ziffer 2.4 und Ziffer 3.2 beschriebenen Spezialfälle.

(1) siehe auch AB 18.3 Ziffer 6.5

Masse in mm

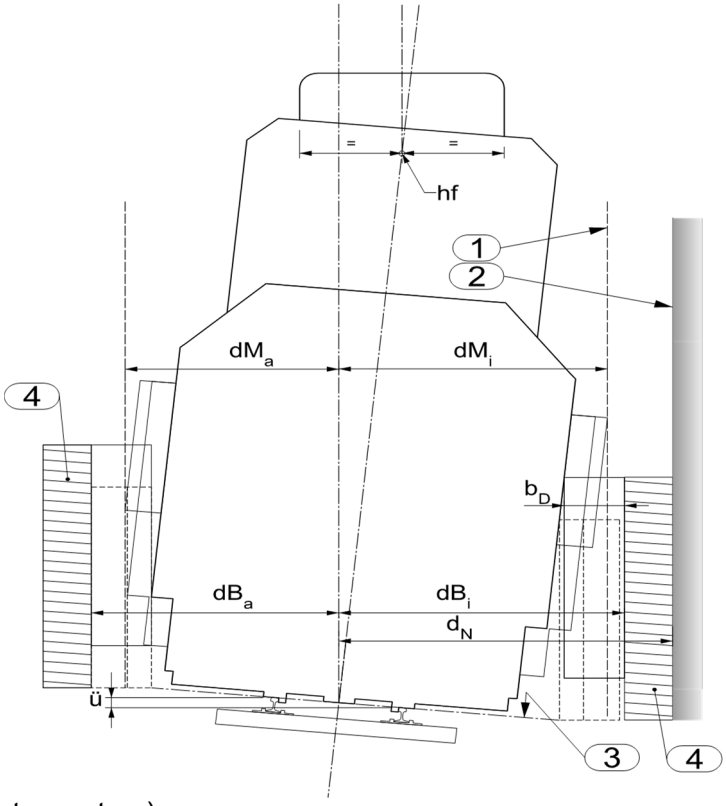
Bild 7: Lichtraumprofil EBV C (Anwendungsbereich: siehe AB 18.5, Ziffer 1)

METERSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Masten in Gleisfeldern
2	Gebäude und Kunstbauten (Neubauten)
3	SOK
4	Räume ausserhalb des Lichtraumprofils gemäss AB 18.4 (1)
ü	Überhöhung
hf	Nennfahrdrahthöhe
dM_i	Minimalabstand für Masten in Gleisfeldern oder vergleichbaren Anlagen (Kurveninnenseite) (3)
dM_a	Minimalabstand für Masten in Gleisfeldern oder vergleichbaren Anlagen (Kurvenaussenseite) (3)
b_D	Erforderliche Breite des Raumes für den Dienstweg gemäss AB 18.3, Ziffer 2.3.2
dB_i	Breite Bereich II (Kurveninnenseite)
dB_a	Breite Bereich II (Kurvenaussenseite)
d_N	Minimaler Abstand zu Neubauten (Gebäude und Kunstbauten) (1), (2)



Alle Masse im waagrecht – lotrechten Koordinatensystem)

(1) Zusätzliche Anforderungen können aus AB-EBV zu Art. 27 und zu Art. 28 entstehen.

(2) Minimale Abstände bei Neubauten (Gebäude und Kunstbauten), insb. von Dritten, sind im Einzelfall festzulegen. Die Abstände dB_i resp. dB_a dürfen dabei keinesfalls unterschritten werden. Abstände unter 3000 mm sind zu vermeiden.

(3) Der Abstand dM_i und dM_a darf auf Perrons nicht angewendet werden.

		Überhöhung ü [mm]		
		0	50	100
dB_i [mm]	EBV A	$1650 + b_D + e_i$	$1763 + b_D + e_i$	$1872 + b_D + e_i$
	EBV B	$1900 + b_D + e_i$ (1)	$2013 + b_D + e_i$ (1)	$2120 + b_D + e_i$ (1)
	EBV C	$1400 + b_D + e_i$	$1514 + b_D + e_i$	$1623 + b_D + e_i$
dB_a [mm]	EBV A	$1650 + b_D + e_a$	$1605 + b_D + e_a$	$1557 + b_D + e_a$
	EBV B	$1900 + b_D + e_a$ (1)	$1783 + b_D + e_a$ (1)	$1756 + b_D + e_a$ (1)
	EBV C	$1400 + b_D + e_a$	$1356 + b_D + e_a$	$1308 + b_D + e_a$
dM_i [mm]	EBV A	$1950 + e_i$	$2093 + e_i$	$2232 + e_i$
	EBV B	$2100 + e_i$ (1)	$2213 + e_i$ (1)	$2320 + e_i$ (1)
	EBV C	$1700 + e_i$	$1843 + e_i$	$1982 + e_i$
dM_a [mm]	EBV A	$1950 + e_a$	$1868 + e_a$	$1781 + e_a$
	EBV B	$2100 + e_a$ (1)	$1983 + e_a$ (1)	$1956 + e_a$ (1)
	EBV C	$1700 + e_a$	$1619 + e_a$	$1534 + e_a$

Tabelle gültig für:
- R_v, und üf gemäss Bild 1, 2 resp. 3
- Standfläche ≤ 420 mm über SOK (Werte gerechnet für Standfläche 420 mm über SOK)
- Gleislagetoleranzen gemäss AB 18.2, Ziffer 2

(1) Gültig für H ≤ 535 mm (siehe Bild 3).

Bild 8 Lichtraumprofil - Abstände von Masten und Bauten

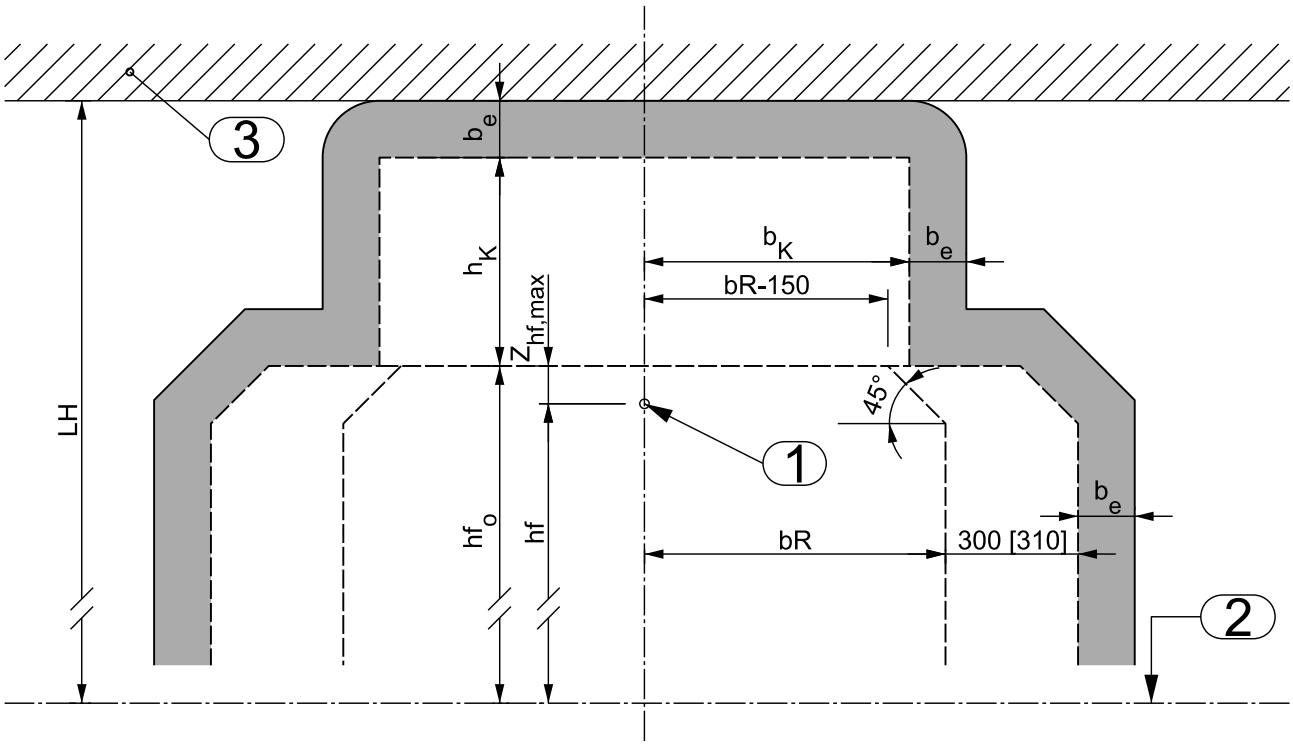
METERSPUR

(AB 18, Bilder)

Legende

1	Fahrdraht auf Nennhöhe
2	SOK
3	Überbauten
LH	Lichte Höhe der Überbauten (LH = hf_o + h_k + b_e)
hf	Nennfahrdrahthöhe, gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.3.3, Buchstabe f
hf_o	oberste Lage des Fahrdrahts, hf_o = hf + $Z_{hf, max}$
$Z_{hf,max}$	Summe der Zuschläge gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.2.2.2
h_k (1)	Höhe des Oberleitungs-Konstruktionsraumes
b_e	Elektrischer Schutzabstand gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9
b_k (1)	Halbe Breite des Oberleitungs-Konstruktionsraumes
bR	Halbe Breite der Bezugslinie des Stromabnehmers b_w + 65 [70] (inkl. Seitenverschiebung unter Einwirkung einer horizontalen Kraft sowie seitliche Befestigungstoleranzen in Funktion der Höhe), b_w - Halbe Breite der Stromabnehmerwippe

(1) im waagrecht-lotrechten Koordinatensystem (siehe auch Bild 8)



Die angegebenen Werte gelten für oberste Lagen des Fahrdrahtes bis 5 500 mm [Werte in Klammern gelten bis 5 700 mm]. Für höhere Lagen müssen diese Werte neu bestimmt werden.

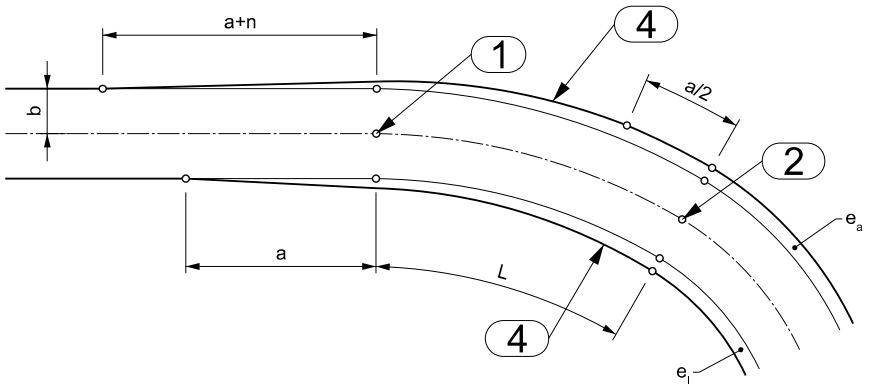
Masse in mm

Bild 9: Stromabnehmerraum und Oberleitungsraum

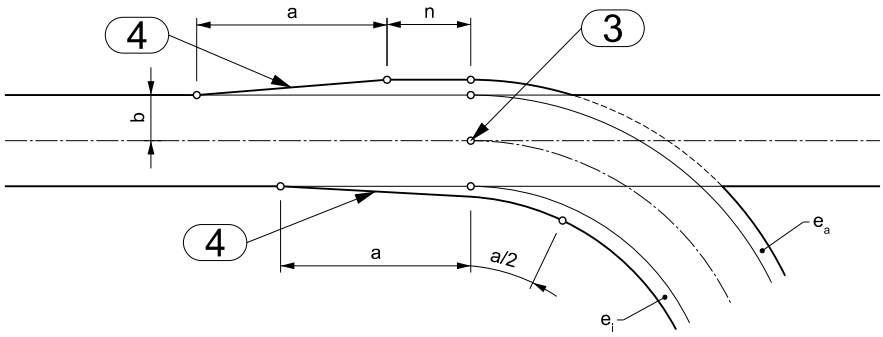
M E T E R S P U R

(AB 18, Bilder)

Übergang Gerade in Bogen mit Übergangsbogen:



Übergang Gerade in Weiche oder Gerade in Bogen ohne Übergangsbogen:



Legende

1	Übergangsbogenanfang (ÜA)
2	Übergangsbogenende (ÜE)
3	Bogenanfang
4	Linearer Übergang
b	halbe Breite der Grenzlinie fester Anlagen gemäss Bilder 2 – 4
L	Länge des Übergangsbogens
e_i	Kurvenerweiterung (Kurveninnenseite) gemäss AB 18.2, Ziffer 3
e_a	Kurvenerweiterung (Kurvenaussenseite) gemäss AB 18.2, Ziffer 3
a	Drehzapfenabstand des massgebenden Fahrzeuges a = 14 m (a = 7 m bei Strassenbahnen)
n	Äusserer Überhang des massgebenden Fahrzeuges (n = 3 m)

Bei Parallelgleisen kann es je nach effektivem Gleisachsabstand beim Übergang von einer Geraden in einen Bogen auf Grund der bereits in der Geraden notwendigen Kurvenerweiterung zu einer lokalen Überschneidung der beiden Grenzlinien (inkl. Kurvenerweiterung) kommen. Ohne weitere Nachweise kann eine solche Überschneidung von maximal 50 mm ($e_i + e_a \leq 50$mm, gemessen am Übergangsbogenanfang) toleriert werden.

Bild 10: Lichtraumübergänge

S P E Z I A L S P U R

AB 18.5

Für Spezialspurbahnen sind das Lichtraumprofil und die Grenzlinie fester Anlagen analog den für die Meterspur geltenden Bestimmungen zu berechnen und festzulegen.

N O R M A L S P U R

AB 18.2/47.2 Bezugslinie

1 Von der Bezugslinie aus wird einerseits die Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen und andererseits die Grenzlinie fester Anlagen bestimmt.

1.1 Die Masse der Bezugslinie sind in Gleisbogen, bei Spurweiten über dem Grundmass und bei Überhöhungen gemäss Ziff. 6, für Vertikalausrundungen gemäss Ziff. 5 anzupassen.

1.2 Die Mittellinie der Bezugslinie fällt für feste Anlagen mit der Gleismittellinie, für Fahrzeuge und Ladungen mit der Fahrzeugmittellinie zusammen. Die Mittellinie steht rechtwinklig zur Verbindungslinie der Schienenoberkanten.

1.3 Die Breitenmasse der Bezugslinie werden parallel zur Verbindungslinie der Schienenoberkanten, die Höhenmasse parallel zur Mittellinie gemessen.

2 Für die Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen (AB-EBV zu Art. 47) sind zu berücksichtigen:

2.1 die geometrischen Verschiebungen, die sich aus der Stellung der Fahrzeuge im Gleisbogen und in der Geraden ergeben;

2.2 die Lichtraumübergänge gemäss AB 18, Bilder, Bild 13 (insbesondere bei Gelenkfahrzeugen);

2.3 die Verschiebungen infolge der Abnutzungen der Fahrzeugteile;

2.4 die senkrechten Ausschläge;

2.5 die senkrechten geometrischen Verschiebungen, die sich aus der Stellung der Fahrzeuge in Vertikalausrundungen ergeben;

2.6 die quasistatischen seitlichen Ausschläge gemäss Ziff. 6, die aus der Neigung der gefederten Teile unter dem Einfluss des Gewichtes (Fahrzeug im Stillstand oder mit geringer Geschwindigkeit auf einem überhöhten Gleis) oder der Fliehkraftbeschleunigung (Fahrzeug während der Fahrt in einem Gleisbogen) herrühren;

2.7 der über 1° hinausgehende Einfluss der Unsymmetrien, die sich aus den Bau- und Einstellungstoleranzen der Fahrzeuge und der etwaigen ungleichmässigen Verteilung der Regellast ergeben;

2.8 die Seitenverschiebungen der Stromabnehmerwippe unter Einwirkung einer Seitenkraft von 300 N.

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

3 Für die Grenzlinie fester Anlagen und damit auch für das Lichtraumprofil (AB zu Art. 18) sind zu berücksichtigen:

3.1 die zufälligen seitlichen Schwingungen aus Ursachen, die sowohl mit dem Fahrzeug wie auch mit dem Gleis zusammenhängen;

3.2 der Einfluss der Unsymmetrien, die sich aus den Bau- und Einstellungstoleranzen der Fahrzeuge und der etwaigen ungleichmässigen Verteilung der Regellast ergeben, bis zu 1°.

3.3 die quasistatischen seitlichen Ausschläge gemäss Ziff. 6, die bei der Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen nicht berücksichtig wurden (siehe Ziff. 2.5).

4 Die Bezugslinien sind in den Ziff. 7 bis 14 dargestellt.

5 Bei Vertikalausrundungen (R_V) sind die Höhenmasse der Bezugslinie wie folgt um den Wert f zu verändern:

5.1 Im unteren Bereich: Verminderung um

$$f\,(mm) = \frac{25\,000}{R_V\,(m)}$$ für Ziff. 7 und 9

$$f\,(mm) = \frac{50\,000}{R_V\,(m)}$$ für Ziff. 8

5.2 Im oberen Bereich:

Für Höhen h > 1170 mm Vergrösserung
für h ≤ 1170 mm Verminderung um

$$\Big\}\ f\,(mm) = \frac{50'000}{R_v\,(m)}$$

NORMALSPUR

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

6 SEITLICHE ERWEITERUNG DER BEZUGSLINIE

SEITLICHE ERWEITERUNG DER BEZUGSLINIE

(Vergrösserung der halben Breitenmasse) Einheiten: $d_{i/a}$, d_s, q (mm); R (m)

Index i: Bogeninnenseite; Index a: Bogenaussenseite; ohne Index: Bogeninnen- und -aussenseite

Zugrundeliegende Fahrzeugeigenschaften:	Teile (mit Ausnahme der Stromabnehmer in angehobener Stellung) im Höhenbereich über SOK (h_R = Höhe des Bezugspunktes)		Stromabnehmer in angehobener Stellung
- Neigungskoeffizient allgemein $k_s \leq 0{,}4$			
- im Stromabnehmerbereich $k_s \leq 0{,}225$			
- Wankpolhöhe $h_W = 0{,}50$ m	$h_R \leq 400$ mm	$h_R > 400$ mm	
Erweiterung d in Gleisbogen			
1) für Fahrzeuge in Gleisbogen mit Radius $R \geq 250$ m	$d = \frac{2'500}{R}$	$d = \frac{3'750}{R}$	$d = \frac{2'500}{R}$
2) für Fahrzeuge in Gleisbogen, bei welchen $250 \text{ m} > R \geq 150$ m ist			
a) für die bogeninneren Teile des Fahrzeugs	$d_i = \frac{50\,'000}{R} - 190$	$d_i = \frac{50\,'000}{R} - 185$	
b) für die bogenäussern Teile des Fahrzeugs	$d_a = \frac{60\,'000}{R} - 230$	$d_a = \frac{60\,'000}{R} - 225$	
Erweiterung d_s bei Spurweiten über dem Grundriss (s: effektives Mass der Spurweite)	$d_s = \frac{s - 1435}{2}$		
Bemerkung: Für gebräuchliche Fahrzeuge mit einem Drehzapfenabstand unter 20 m gelten die Formeln für $R < 250$ m auch für Radien $R < 150$ m. Für längere Fahrzeuge werden die entsprechenden Regeln im Kommentar zu den Lichtraumvorschriften behandelt.			

Erweiterung der Bezugslinie bei Überhöhungen		
Gültig für: - Punkte mit $h_R > 500$ mm	$q = \frac{0.4}{1'500}(\Delta ü - 50)(h_R - 500)$	$q = \frac{0.225}{1'500}(\Delta ü - 66)(h_R - 500)$
- $\Delta ü > 50$ bzw. 66 mm		
(quasistatische Seitenneigung q)		
In der Bezugslinie enthaltenes Grundmass für Überhöhungsübereschuss bzw. -fehlbetrag $\Delta ü$	$\Delta ü = 50$ mm	$\Delta ü = 66$ mm

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

7 BEZUGSLINIE EBV U1, UNTERER BEREICH

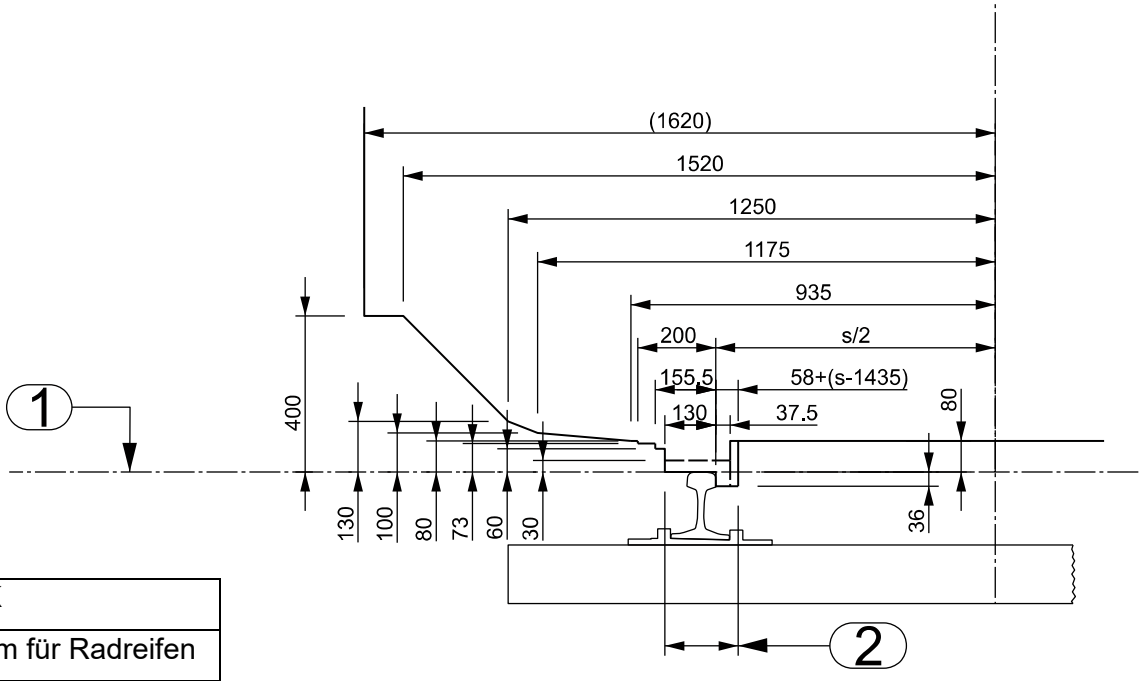
Davon abgeleitet sind:

- Die Begrenzungen im unteren Bereich (AB-EBV zu Art 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bild 6).

Gültig für:

- Feste Anlagen, ausgenommen Sondereinrichtungen in Rangieranlagen.
- Fahrzeuge, die keine nicht absenkbaren Sondereinrichtungen (Brems-, Rangier- oder Hemmeinrichtungen) in Rangieranlagen und die absenkbaren ausschliesslich in ihrer abgesenkten Stellung befahren dürfen.

Fahrzeuge müssen Neigungswechsel mit einem vertikalen Ausrundungsradius von Rv ≥ 500 m befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen die Räder, unter die Schienenoberkante (SOK) ragen.



Legende

1	SOK
2	Raum für Radreifen
s	Spurweite

Masse in mm

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

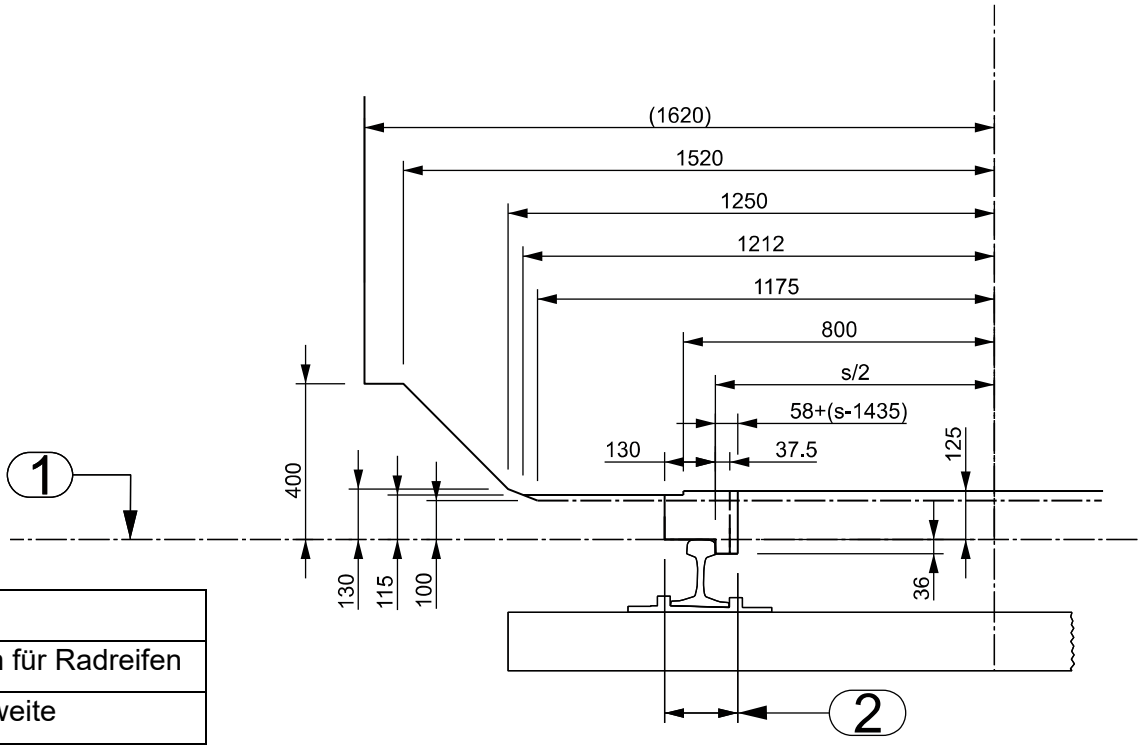
8 BEZUGSLINIE EBV U2, UNTERER BEREICH

Gültig für:

- Sondereinrichtungen mit Typenzulassung in Rangieranlagen in Arbeitsstellung.
- Fahrzeuge, die freizügig eingesetzt werden können.

Beladene Reisezugwagen dürfen die strichpunktierte Linie ausnützen, im Leerzustand haben sie jedoch der ausgezogenen Linie Rechnung zu tragen.

Fahrzeuge müssen Neigungswechsel mit einem vertikalen Ausrundungsradius von $R_V \geq 250$ m (Kuppen) und 300 m (Wannen) befahren können. Die Bedingungen zum Befahren von Neigungswechseln (einschliesslich Ablaufbergen) und von Brems-, Rangier- oder Hemmeinrichtungen gemäss SN EN 15273-2[1] müssen erfüllt sein und es darf kein Bauteil, ausgenommen die Räder, unter die Schienenoberkante (SOK) ragen.



Legende

1	SOK
2	Raum für Radreifen
s	Spurweite

Masse in mm

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

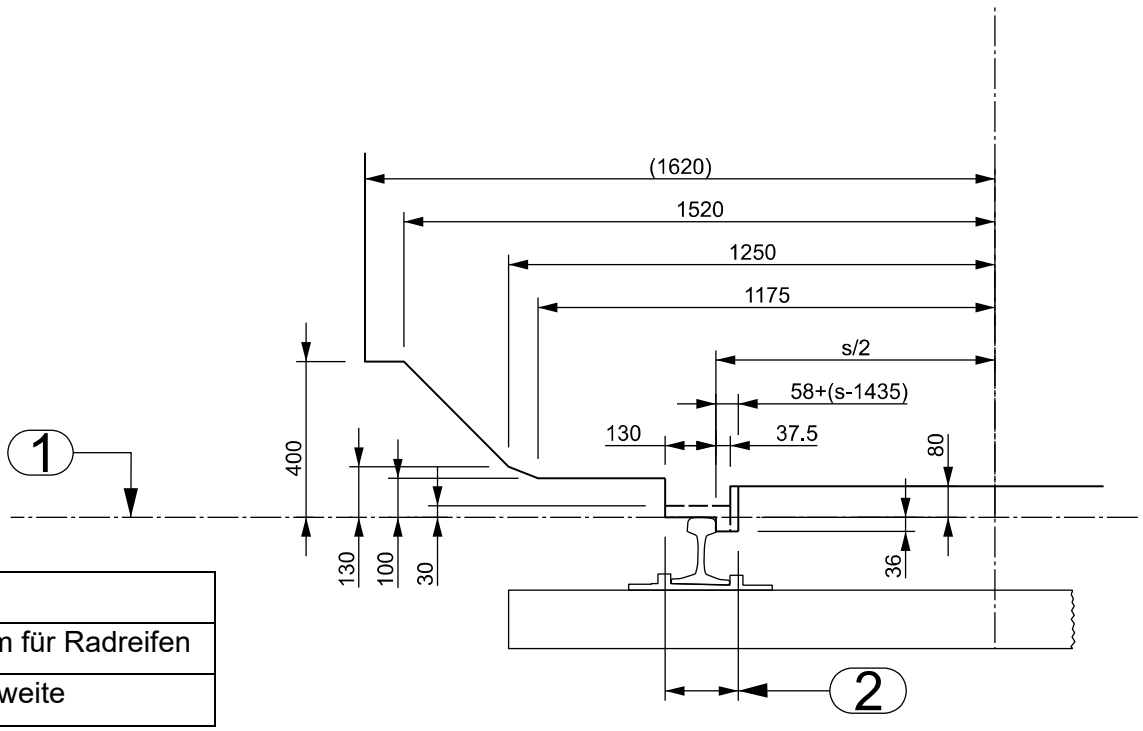
9 BEZUGSLINIE EBV U3, UNTERER BEREICH

Gültig für:

- Nicht absenkbare Sondereinrichtungen mit Typenzulassung in Rangieranlagen in Ruhestellung.
- Fahrzeuge(1), die auf allen schweizerischen Normalspurstrecken – ausgenommen Sondereinrichtungen in Rangieranlagen in Arbeitsstellung – verkehren dürfen.

(1) In der praktischen Anwendung in der Regel nur für Triebfahrzeuge (Lokomotiven) relevant.

Fahrzeuge müssen Neigungswechsel mit einem vertikalen Ausrundungsradius von Rv ≥ 500 m, solche die Ablaufberge befahren sollen Rv ≥ 250 m (Kuppen) und 300 m (Wannen), befahren können, ohne dass irgendein Bauteil, ausgenommen die Räder, unter die Schienenoberkante (SOK) ragen. Die Bedingungen zum Befahren von Neigungswechseln (einschliesslich Ablaufbergen) gemäss SN EN 15273-2[2] müssen erfüllt sein, Da sich die Sondereinrichtungen in Rangieranlagen in der Nähe von Kuppen und Wannen befinden können, sind die Rechenregeln für die Höheneinschränkung analog SN EN 15273-2[2] «Befahren von Brems- Rangier- oder Hemmeinrichtungen» zu berücksichtigen.



Legende

1	SOK
2	Raum für Radreifen
s	Spurweite

Masse in mm

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

10 BEZUGSLINIE EBV O1, OBERER BEREICH

Davon abgeleitet sind:

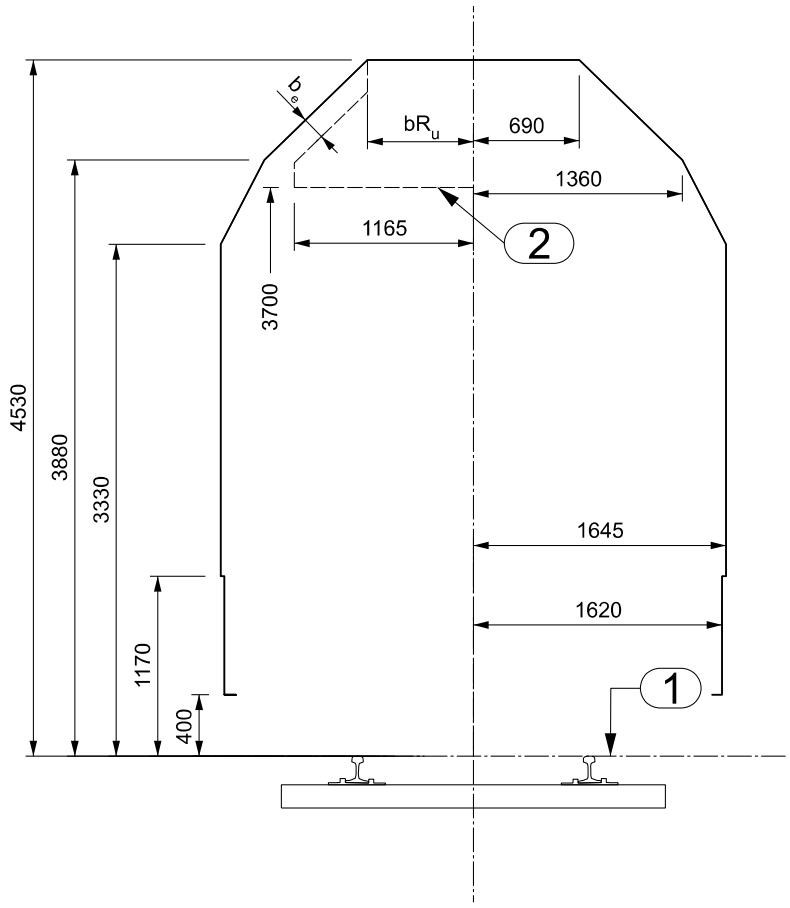
- Grenzlinie fester Anlagen und Lichtraumprofil EBV 1 (AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bilder 2 und 7)

Gültig für:

- Infrastruktur: siehe AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18.5, Ziffer 1
- Fahrzeuge und Ladungen, die auf dem schweizerischen Normalspurnetz freizügig eingesetzt werden dürfen

Legende

1	SOK
2	Bezugslinie für spannungführende Teile auf dem Fahrzeugdach
b_e	Elektr. Schutzabstand b_e: Gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9
bR_u	siehe Ziff. 14



unterer Bereich: siehe Ziff. 7 bis 9

Masse in mm

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

11 BEZUGSLINIE EBV O2, OBERER BEREICH

Davon abgeleitet sind:

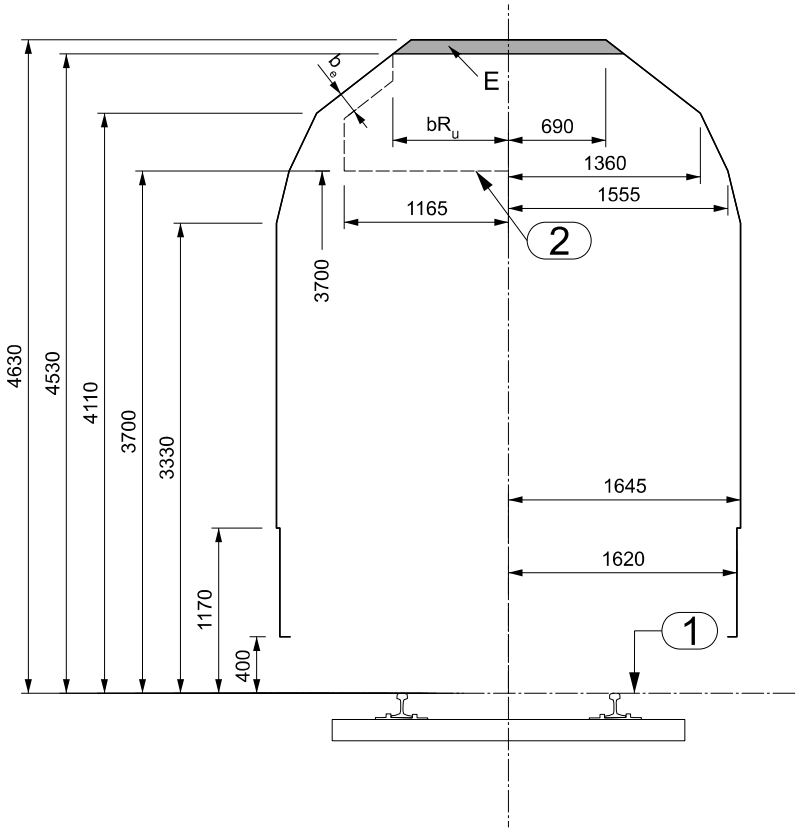
- Grenzlinie fester Anlagen und Lichtraumprofil EBV 2 (AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bilder 3 und 8)

Gültig für:

- Infrastruktur: siehe AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18.5, Ziffer 2
- Fahrzeuge und Ladungen, die nur auf dafür bezeichneten Strecken verkehren dürfen

Legende

1	SOK
2	Bezugslinie für spannungführende Teile auf dem Fahrzeugdach
b_e	Elektr. Schutzabstand b_e: Gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9
bR_u	siehe Ziff. 14
E	Im Bereich E dürfen Fahrzeuge und Ladungen keine beweglichen Teile aufweisen und müssen bahngeerdet sein



unterer Bereich: siehe Ziff. 7 bis 9

Masse in mm

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

12 BEZUGSLINIE EBV O3, OBERER BEREICH

Davon abgeleitet sind:

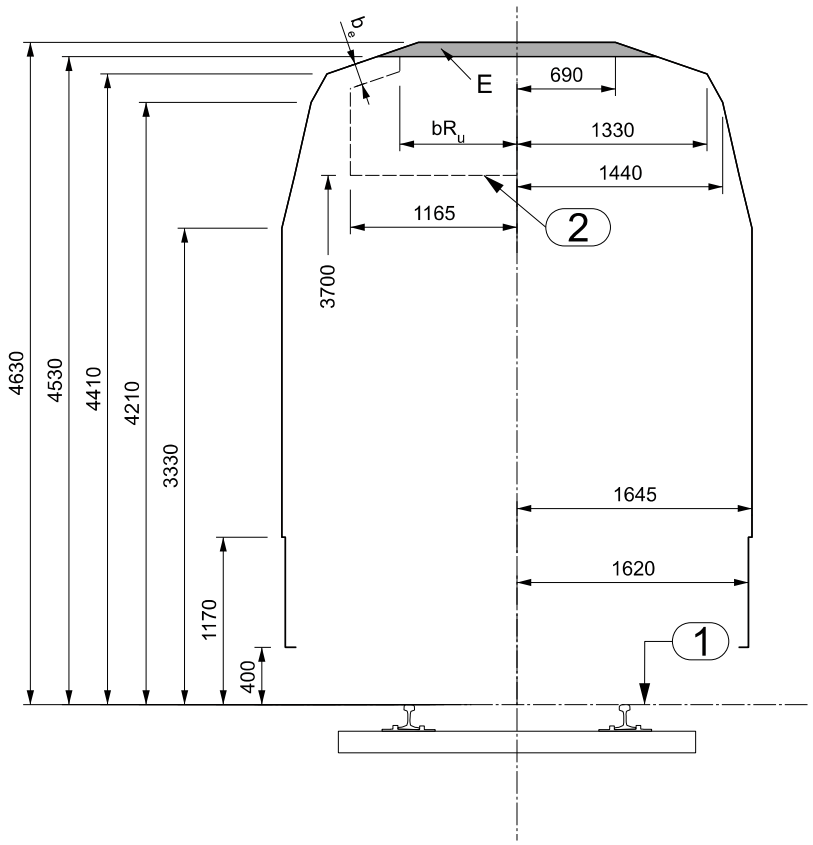
- Grenzlinie fester Anlagen und Lichtraumprofil EBV 3 (AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bilder 4 und 9)

Gültig für:

- Infrastruktur: siehe AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18.5, Ziffer 3
- Fahrzeuge und Ladungen, die nur auf dafür bezeichneten Strecken verkehren dürfen

Legende

1	SOK
2	Bezugslinie für spannungführende Teile auf dem Fahrzeugdach
b_e	Elektr. Schutzabstand b_e: Gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9
bR_u	siehe Ziff. 14
E	Im Bereich E dürfen Fahrzeuge und Ladungen keine beweglichen Teile aufweisen und müssen bahngeerdet sein



unterer Bereich: siehe Ziff. 7 bis 9

Masse in mm

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

13 BEZUGSLINIE EBV O4, OBERER BEREICH

Davon abgeleitet sind:

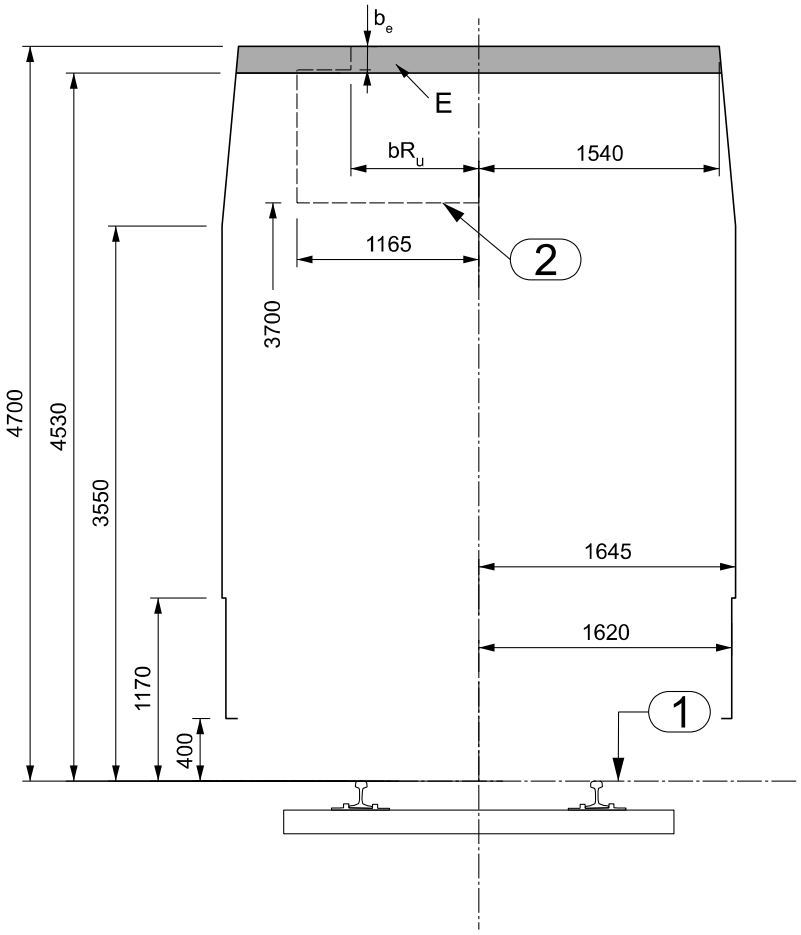
- Grenzlinie fester Anlagen und Lichtraumprofil EBV 4 (AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bilder 5 und 10)

Gültig für:

- Infrastruktur: siehe AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18.5, Ziffer 4 (zurzeit nur anwendbar für Bauten und Anlagen)

Legende

1	SOK
2	Bezugslinie für spannungführende Teile auf dem Fahrzeugdach
b_e	Elektr. Schutzabstand b_e: Gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9
bR_u	siehe Ziff. 14
E	Im Bereich E dürfen Fahrzeuge und Ladungen keine beweglichen Teile aufweisen und müssen bahngeerdet sein



unterer Bereich: siehe Ziff. 7 bis 9

Masse in mm

N O R M A L S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

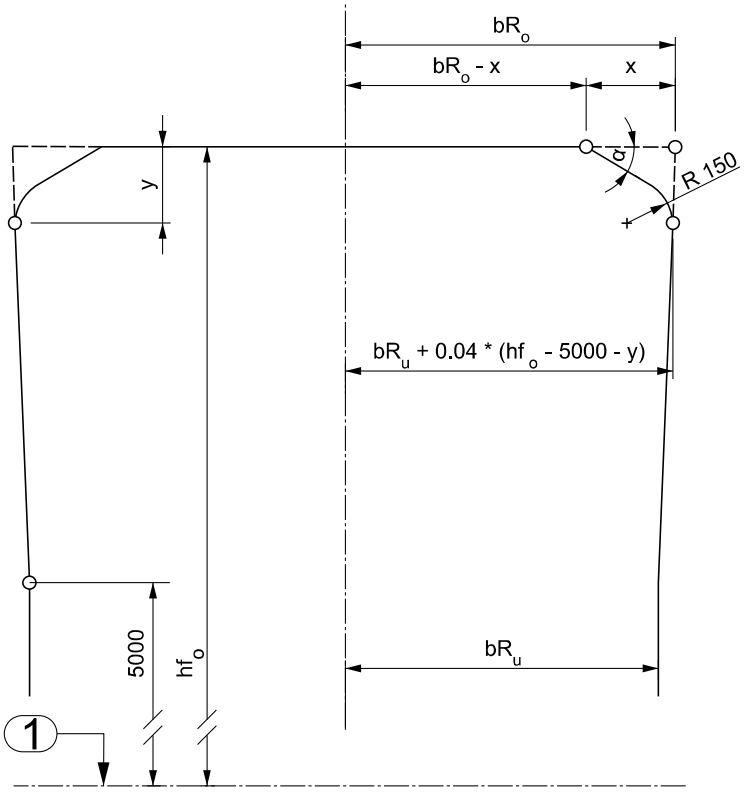
14 BEZUGSLINIE EBV S1 BIS S4 FÜR DEN STROMABNEHMERRAUM

Davon abgeleitet sind:

- Stromabnehmerräume EBV S1 bis S4 (AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bild 12)

Legende

1	SOK



Strom-abnehmer	Wippen-breite [mm]	bR_u [mm]	bR_o [mm]	α [°]	x [mm]	y [mm]
S1	1320	770	$770 + 0{,}04 \cdot (hf_o - 5000)$	31	242	220
S2[3]	1450	835	$835 + 0{,}04 \cdot (hf_o - 5000)$	30	304	250
S3[3]	1600	910	$910 + 0{,}04 \cdot (hf_o - 5000)$	25	319	235
S4[3]	1950	1'085	$1085 + 0{,}04 \cdot (hf_o - 5000)$	40	236	250

[3] alle kleineren, in dieser Tabelle aufgeführten Wippenbreiten sind ebenfalls möglich

METERSPUR

AB 18.2/47.2 Bezugslinie

1 Von der Bezugslinie aus wird einerseits die Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen und andererseits die Grenzlinie fester Anlagen bestimmt.

1.1 Die Masse der Bezugslinie sind in Gleisbogen gemäss Ziff. 6 zu erweitern.

1.2 Für feste Anlagen fällt die Mittellinie der Bezugslinie mit der Gleismittellinie, für Fahrzeuge und Ladungen mit der Fahrzeugmittellinie zusammen. Die Mittellinie steht rechtwinklig zur Verbindungslinie der Schienenoberkanten.

1.3 Die Breitenmasse der Bezugslinie werden parallel zur Verbindungslinie der Schienenoberkanten, die Höhenmasse parallel zur Mittellinie gemessen.

1.4 Bei Rollschemel- und Rollbockbetrieb ist speziell das Zusammenwirken der Federungen von Rollbock bzw. Rollschemel und transportiertem Normalspurfahrzeug zu berücksichtigen.

2 Für die Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen (AB-EBV zur Art. 47) sind zu berücksichtigen:

2.1 die effektiven geometrischen Ausladungen;

2.2 die Lichtraumübergänge gemäss AB 18, Bilder, Bild 10 (insbesondere bei Gelenkfahrzeugen);

2.3 die seitlichen Ausschläge infolge von Fahrzeugseitenspielen;

2.4 die geometrischen Verschiebungen, die sich aus dem Spurspiel sowie aus der Stellung der Fahrzeuge im Gleisbogen und in der Geraden ergeben;

2.5 der über 1° hinausgehende Einfluss einer Unsymmetrie, die sich aus den Bau- und Einstellungstoleranzen der Fahrzeuge sowie der ungleichmässigen Verteilung der Regellast ergibt;

2.6 die seitlichen Verschiebungen des vorliegenden Fahrzeuges infolge quasistatischer Seitenneigung, die grösser sind als die Werte, berechnet mit einer Wankpolhöhe von 0,50 m über SOK und dem Neigungskoeffizienten von 0,40 (0,225 für den Stromabnehmer);

2.7 die Verschiebungen infolge Abnutzung der Fahrzeugteile;

METERSPUR

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

2.8 die senkrechten Ausschläge infolge Einfederung parallel zur Gleisachse sowie infolge quasistatischer Seitenneigung;

2.9 die senkrechten geometrischen Verschiebungen, die sich aus der Stellung im kleinsten Vertikalausrundungsradius von 500 m (300 m bei Strassenbahnen) ergeben;

2.10 die Seitenverschiebungen der Stromabnehmer-Wippe unter Einwirkung einer Seitenkraft von 300 N;

2.11 die seitlichen Verschiebungen des Stromabnehmers infolge von Befestigungstoleranzen.

3 Für die Grenzlinie fester Anlagen und damit auch für das Lichtraumprofil (AB-EBV zu Art. 18) sind zu berücksichtigen:

3.1 die seitlichen Verschiebungen infolge quasistatischer Seitenneigung, die bei einer Wankpolhöhe von 0,50 m über SOK und einem Neigungskoeffizienten von 0,40 (0,225 für den Stromabnehmerraum) auftreten;

3.2 die Verschiebungen infolge von Bau- und Betriebstoleranzen des Gleises;

3.3 die Verschiebungen als Folge zufälliger seitlicher Schwingungen von 1° (Kurvenaussenseite und Gerade) bzw. 0,2° (Kurveninnenseite) aus Ursachen, die sowohl mit dem Fahrzeug als auch mit dem Gleis zusammenhängen;

3.4 der Einfluss einer Unsymmetrie von 1°, die sich aus den Bau- und Einstellungstoleranzen der Fahrzeuge und der etwaigen ungleichmässigen Verteilung der Regellast ergibt;

3.5 die Verschiebungen infolge abnutzungsbedingter Spurerweiterungen;

3.6 die Messungenauigkeiten von 0,01 m im Höhenbereich unter 0,90 m über SOK bzw. 0,05 m über 0,90 m über SOK;

3.7 die Zuschläge für Besonderheiten (z. B. elektrischer Sicherheitsabstand im Bereich der Stromabnehmer und der Fahrleitung).

4 Für Neuanlagen gelten die Bezugslinien gemäss Ziff. 7 bis 9. Anzustreben ist, dass für den Bau der Fahrzeuge und den Bau der Anlagen von derselben Bezugslinie ausgegangen wird.

M E T E R S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

5 Im Sinne der Vereinheitlichung muss bei Umbauten bestehender Anlagen von den Bezugslinien gemäss Ziff. 7 bis 9 ausgegangen werden.

5.1 In begründeten Fällen können durch die Bahnen im Einvernehmen mit dem Bundesamt abweichende Bezugslinien festgelegt werden.

5.2 Im Hinblick auf bestehende Anlagen kann die Bezugslinie für den Bau der Fahrzeuge kleiner sein als die für die Neu- und Umbauten der Anlagen massgebende Bezugslinie.

M E T E R S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

6 KURVENERWEITERUNG E

Bezugslinie	Höhenbereich über SOK in mm	Kurvenerweiterung e in m Innenseite	Aussenseite
A Triebfahrzeuge und Wagen Ziff. 7	Gesamter Höhenbereich	$\frac{25^{1)}}{R}$	
B Rollbockbetrieb Ziff. 8	0 bis H + 50	$\frac{25^{1)}}{R}$	
	H + 50 bis H + 4530	analog Normalspur	
Rollschemel mit 4-Achs-Normalspurwagen Ziff. 8	0 bis H + 50	$\frac{25^{1)}}{R}$	
	H + 50 bis H + 4530	$\frac{40}{R}$	$\frac{25}{R}$
Rollschemel mit 2-Achs-Normalspurwagen Ziff. 8	Gesamter Höhenbereich	$\frac{25^{1)}}{R}$	
C Strassenbahn Ziff. 9	Gesamter Höhenbereich	$\frac{5,7}{(R - 1,3)}$	$\frac{11,25}{(R + 2,7)}$

R Kurvenradius in m
H Höhe SOK Normalspur über SOK Meterspur in mm
e Kurvenerweiterung in m

[1] Falls in bestehenden Anlagen die Kurvenerweiterung im Höhenbereich von 0 - 200 mm über SOK e = 12,5 / R beträgt, darf bis zur nächsten baulichen Anpassung der Anlage diese reduzierte Kurvenerweiterung beibehalten werden, sofern neue Fahrzeuge damit kompatibel sind.

M E T E R S P U R

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

7 **BEZUGSLINIE EBV A**

Davon abgeleitet sind:

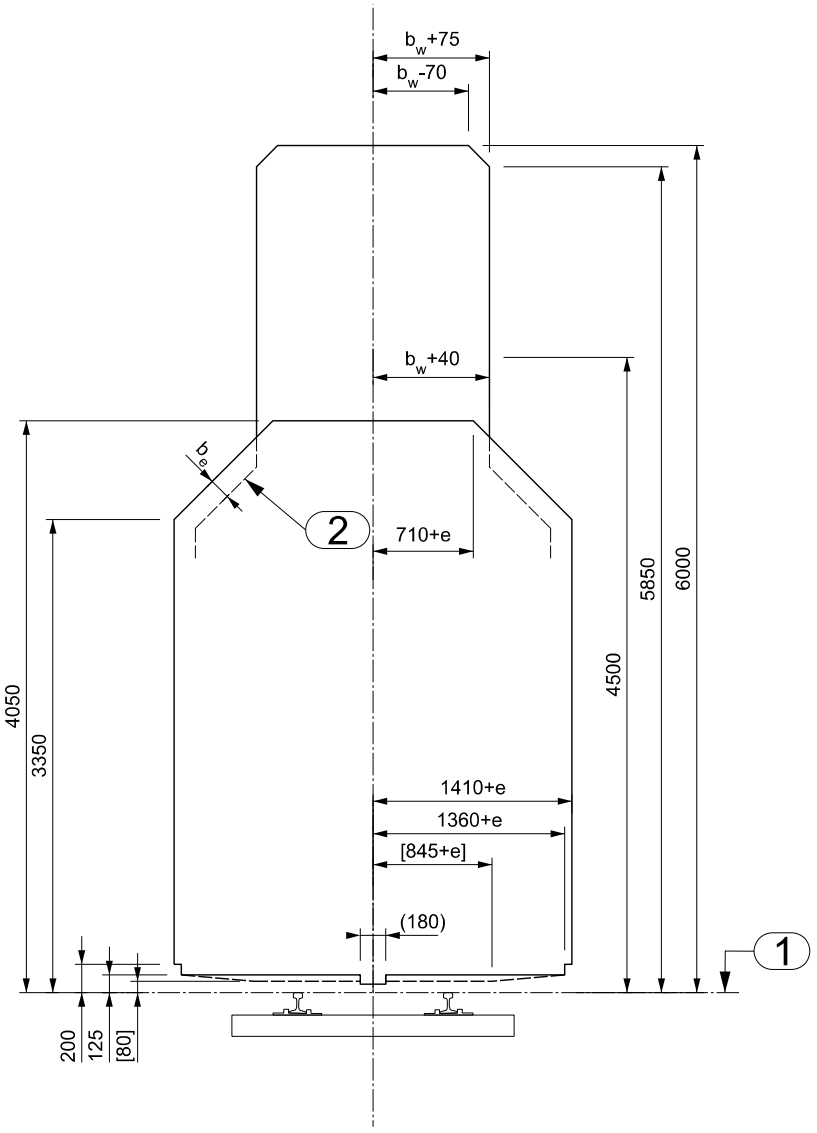
- Grenzlinie fester Anlagen und Lichtraumprofil EBV A (AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18, Bilder, Bilder 2 und 5)

Gültig für:

- Adhäsions-, Zahnrad- und gemischte Meterspurbahnen ohne Rollschemel- bzw. Rollbockbetrieb

Legende

1	SOK
2	Bezugslinie für spannungsführende Teile auf dem Fahrzeugdach
e	Kurvenerweiterung gemäss Ziff. 6
[ ]	Triebfahrzeuge, Steuerwagen und Rollschemel von Adhäsionsbahnen
( )	Mass für Bahnen, bei denen Fahrzeuge mit Zahnrädern verkehren
b_w	Halbe Breite der Stromabnehmerwippe; Bei wankweichen Fahrzeugen kann gesetzt werden: ▪ b_w+75 zu b_w +90 ▪ b_w -70 zu b_w -55 ▪ b_w+40 zu b_w +56
b_e	Elektr. Schutzabstand gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9



Masse in mm

METERSPUR

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

8 **BEZUGSLINIE EBV B**

Davon abgeleitet sind:

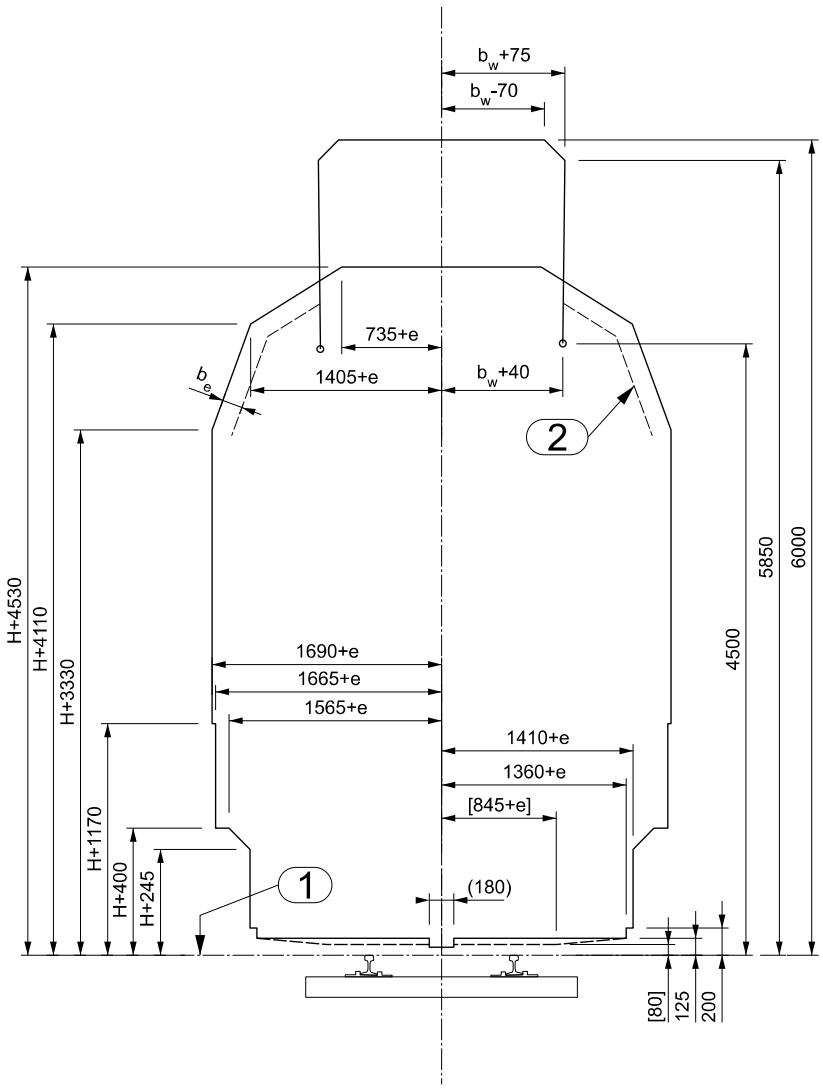
- Grenzlinie fester Anlagen und Lichtraumprofil EBV B (AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18, Bilder, Bilder 3 und 6)

Gültig für:

- Adhäsions- und Zahnrad- und gemischte Meterspurbahnen mit Rollschemel- bzw. Rollbockbetrieb

Legende

1	SOK
2	Bezugslinie für spannungsführende Teile auf dem Fahrzeugdach
e	Kurvenerweiterung gemäss Ziff. 6
H	Höhe SOK Normalspur über SOK Meterspur
[ ]	Triebfahrzeuge, Steuerwagen und Rollschemel von Adhäsionsbahnen
( )	Mass für Bahnen, bei denen Fahrzeuge mit Zahnrädern verkehren
b_w	Halbe Breite der Stromabnehmerwippe; Bei wankweichen Fahrzeugen kann gesetzt werden: ▪ b_w+75 zu b_w +90 ▪ b_w -70 zu b_w -55 ▪ b_w+40 zu b_w +56
b_e	Elektr. Schutzabstand gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9



Masse in mm

METERSPUR

(AB 18.2/47.2 Bezugslinie)

9 **BEZUGSLINIE EBV C**

Davon abgeleitet sind:

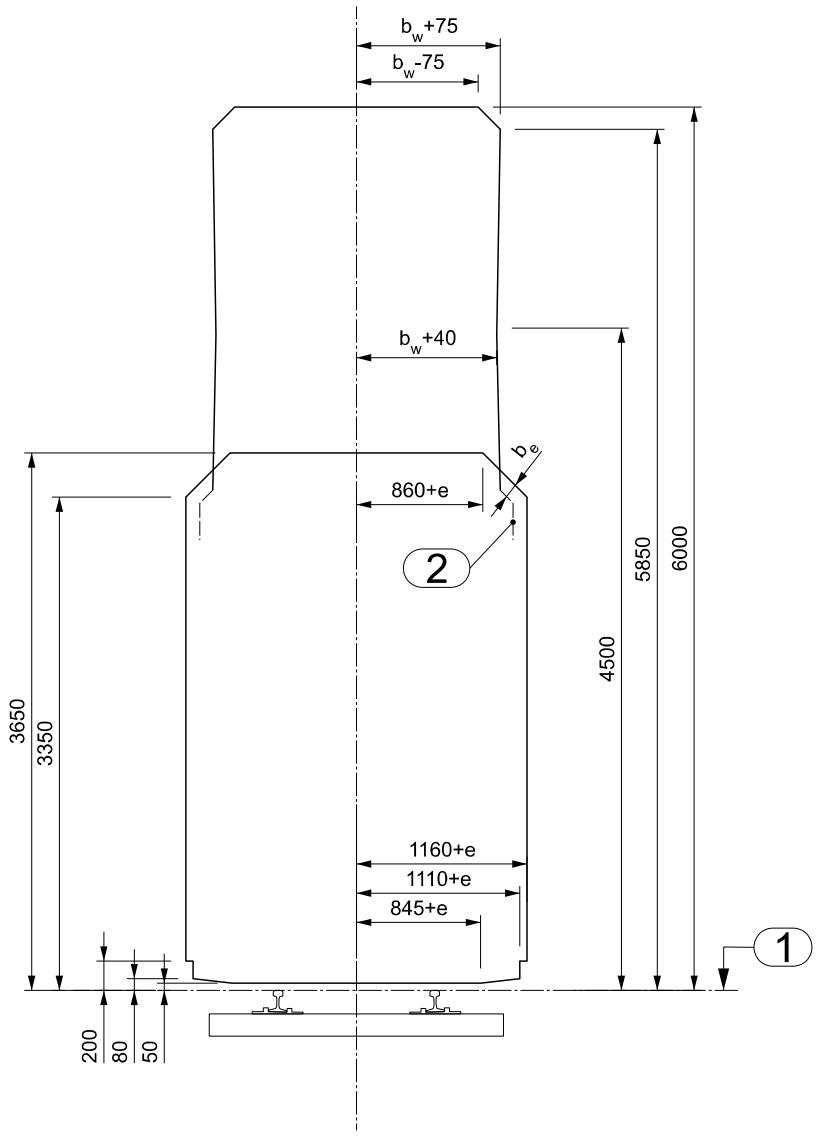
- Grenzlinie fester Anlagen und Lichtraumprofil EBV C (AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18, Bilder, Bilder 4 und 7)

Gültig für:

- Strassenbahnen

Legende

1	SOK
2	Bezugslinie für spannungsführende Teile auf dem Fahrzeugdach
b_w	Halbe Breite der Stromabnehmerwippe
b_e	Elektr. Schutzabstand gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 5.9



Masse in mm

N O R M A L S P U R

AB 19.1

1 Der minimale Abstand der Gleisachsen von parallelen Gleisen und derjenige zwischen einer Gleisachse und einer Baute oder einer Anlage ergibt sich grundsätzlich aus der Grenzlinie fester Anlagen und den notwendigen Sicherheitsräumen. Dies gilt auch für einen frei zu haltenden Raum neben einem Gleis.

1.1 Für die Festlegung der Abstände zwischen und neben den Gleisen ist grundsätzlich jeweils die höchste Durchfahrgeschwindigkeit der verschiedenen Zugreihen[1] massgebend.

1.1.1 Die Geschwindigkeit von aerodynamisch gut profilierten Zügen (Zugreihe N) muss im Geschwindigkeitsbereich V ≤ 160 km/h nicht speziell berücksichtigt werden.

1.1.2. Bei Güterzugsgeschwindigkeiten V > 120 km/h ist der Abstand, insbesondere die minimale Breite des Raumes für den Dienstweg, unter Berücksichtigung der Aerodynamik ggf. zu vergrössern.

1.1.3 Bei Geschwindigkeiten über 160 km/h ist der Abstand unter Berücksichtigung der Aerodynamik zu vergrössern.

2 Die Anforderungen des Lichtraumprofils (insb. diejenigen an dessen Sicherheitsräume) sowie die Anforderungen an die Sicherheitsräume für das Personal, Dritte und Räume für weitere technische und betriebliche Bedürfnisse sind gemeinsam zu erfüllen.

3 Sicherheitsräume von parallelen Gleisen können von beiden Gleisen gemeinsam genutzt werden, sofern die Anforderungen beider Gleise erfüllt sind.

AB 19.2

1 Der minimale Gleisachsabstand zwischen zwei parallelen Gleisen ohne dazwischenliegende Sicherheitsräume, Bauten oder Anlagen ist wie folgt festgelegt:

1.1 Regelgleisachsabstand (gültig bei Neubauten und soweit möglich bei Anlageveränderungen): 3,80 m.
Dieser ist gültig für Radien ≥ 250 m sowie für Überhöhungsüberschüsse bzw. –fehlbeträge ≤ 150 mm und genügt für Geschwindigkeiten V ≤ 160 km/h.

1.1.1 Es gibt Gründe (z. B. Bedarf einer Mittenentwässerung), die einen grösseren Gleisachsabstand als den Regelgleisabstand erfordern.

1.2 Auf bestehenden Strecken: 3,60 m.
Dieser darf ohne besondere Massnahmen belassen werden und genügt für Geschwindigkeiten V ≤ 140 km/h (Bei Anlageveränderungen siehe Ziff. 1.1).

1.2.1 Bestehende Doppelspuren mit einem Gleisachsabstand < 3,60 m sind zu überprüfen, in einem Verzeichnis festzuhalten und besonders zu überwachen.
Die Geschwindigkeit darf nicht grösser sein als 125 km/h.

[1] Zugreihe (RADN).

N O R M A L S P U R

(AB 19.2)

1.3 Für Geschwindigkeiten 160 km/h < V ≤ 250 km/h ist der minimal notwendige Gleisachsabstand unter Berücksichtigung der aerodynamischen Einflüsse hauptsächlich in Folge Zugsbegegnungen und der gleisnahen Bauten (insb. Stützmauern, Tunnels, Strassenüberführungen), des Betriebsregimes (insb. Mischverkehr) sowie des Unterhalts- und Überwachungsregimes projektspezifisch festzulegen.

1.3.1 Grundsätzlich gilt ein minimaler Gleisachsabstand von 4,50 m.

1.3.2 Auf bestehenden Strecken mit Geschwindigkeiten 160 km/h < V ≤ 200 km/h kann ein Gleisachsabstand von 4,20 m ohne besondere Massnahmen belassen werden.

1.3.3 Im Weichenbereich ist die erhöhte Gefährdung des Nachbargleises durch entgleiste Fahrzeuge mit zu berücksichtigen.

1.4 Es ist jeweils die höchste Durchfahrgeschwindigkeit massgebend (siehe AB 19.1, Ziffer 1.1).

AB 19.3

1 Zwischen und neben Gleisen ist als Sicherheitsraum ein Raum für einen Dienstweg gemäss AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18.3 in der erforderlichen Breite gemäss Ziff. 2 so anzuordnen, dass von jedem Gleis aus mindestens ein solcher Raum direkt erreichbar ist.

2 Die minimale Breite dieses Raumes für den Dienstweg beträgt unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit:

2.1 für den Aufenthalt neben einem Gleis

2.1.1 gegenüber einem festen Hindernis (d.h. zwischen einem fahrenden Zug und einem festen Hindernis):

- V ≤ 80 km/h: einfacher Dienstweg
- 80 km/h < V ≤ 100 km/h: erweiterter Dienstweg
- 100 km/h < V ≤ 160 km/h: doppelter einfacher Dienstweg
- 160 km/h < V ≤ 250 km/h: Ist projektspezifisch festzulegen unter Berücksichtigung des Betriebsregimes (insb. Mischverkehr) sowie des Unterhalts- und Überwachungsregimes. (siehe zusätzlich Ziff. 5).

2.1.2 ohne festes Hindernis (d.h. neben einem fahrenden Zug):

- V ≤ 160 km/h: mindestens einfacher Dienstweg
- 160 km/h < V ≤ 250 km/h: Ist projektspezifisch festzulegen unter Berücksichtigung des Betriebsregimes (insb. Mischverkehr) sowie des Unterhalts- und Überwachungsregimes. (siehe zusätzlich Ziff. 5).

N O R M A L S P U R

(AB 19.3)

2.1.3 Als feste Hindernisse gelten in diesem Zusammenhang Bauten und Anlagen, bei welchen bei einer Zugdurchfahrt aerodynamische Einflüsse auf das Personal zu erwarten sind. Dies sind insbesondere Wände von Tunneln und Galerien sowie Mauern längs von Gleisen.
In der Regel kann bei Geschwindigkeiten V ≤ 160 km/h davon ausgegangen werden, dass Bauten oder Anlagen mit einer Höhe ab SOK ≤ 1.2 m oder einer Länge ≤ 5 m nicht als feste Hindernisse zu betrachten sind.

2.2 für den Aufenthalt zwischen zwei Gleisen mit fahrenden Zügen oder für betriebliche Tätigkeiten an einem stehenden Zug und einem fahrenden Zug auf dem Nachbargleis:

- V ≤ 40 km/h: einfacher Dienstweg
- 40 km/h < V ≤ 60 km/h: erweiterter Dienstweg (1)
- 60 km/h < V ≤ 100 km/h: doppelter einfacher Dienstweg (2)
- 100 km/h < V ≤ 125 km/h: einfacher plus erweiterter Dienstweg (3)
- 125 km/h < V ≤ 160 km/h: doppelter erweiterter Dienstweg
- 160 km/h < V ≤ 250 km/h: Ist projektspezifisch festzulegen unter Berücksichtigung des Betriebsregimes (insb. Mischverkehr) sowie des Unterhalts- und Überwachungsregimes. (siehe zusätzlich Ziff. 5).

Dabei ist jeweils die höhere Geschwindigkeit der beiden Gleise massgebend.

(1) Ein erweiterter Dienstweg reicht auch aus, wenn die Geschwindigkeit auf einem Gleis ≤ 40 km/h und auf dem anderen Gleis ≤ 80 km/h beträgt.

(2) Ein doppelter einfacher Dienstweg reicht auch aus, wenn die Geschwindigkeit auf einem Gleis ≤ 65 km/h und auf dem anderen Gleis ≤ 125 km/h beträgt.

(3) Ein einfacher plus erweiterter Dienstweg reicht auch aus, wenn die Geschwindigkeit auf einem Gleis ≤ 90 km/h und auf dem anderen Gleis ≤ 140 km/h beträgt.

2.2.1 Der sich aus den Anforderungen gemäss Ziff. 2.2 ergebende Regelgleisachsabstand (gültig bei Neubauten und soweit möglich bei Anlageveränderungen) ohne dazwischenliegende Bauten oder Anlagen beträgt für einen:

- einfachen Dienstweg: 4,30 m(1)
- erweiterten Dienstweg: 4,50 m
- doppelten einfachen Dienstweg: 4,80 m
- einfachen plus erweiterten Dienstweg: 5,00 m
- doppelten erweiterten Dienstweg: 5,20 m

(1) In bestehenden Anlagen mit einer Überhöhung ≤ 100 mm und einem Radius > 500 m kann ein minimaler Gleisachsabstand von 4,20 m ohne besondere Massnahmen belassen werden.

Diese Gleisachsabstände sind gültig, wenn folgende Bedingungen eingehalten sind:

N O R M A L S P U R

(AB 19.3)

- Radius ≥ 250 m,
- Überhöhungsüberschuss bzw. -fehlbetrag ≤ 150 mm,
- gleiche Höhenlage und ähnliche Überhöhung der beiden Gleise und
- Standfläche des Dienstweges auf Gleishöhe.

Für die Anordnung von Bauten oder Anlagen ist der Gleisachsabstand gemäss Ziff. 4 zu erweitern.

2.2.2 Wenn sich zwischen zwei Gleisen ein Raum für einen Schlupfweg sowie ein Raum für einen Dienstweg befinden und diese Räume geeignet getrennt sind, so sind die zulässigen Geschwindigkeiten der Gleise und die Anordnung der Schutztrennung im Einzelfall festzulegen.

Als geeignet getrennt gelten die beiden Räume, wenn die Schutztrennung

- durchgehend das unbeabsichtigte Betreten des Schlupfweges vom Dienstweg her verhindert (einzelne Durchgänge als Zugänge sind erlaubt),
- keinen zusätzlichen aerodynamischen Einfluss auf das Personal auf dem Dienstweg hat und
- dem Personal auf der ganzen Länge stabile Festhaltemöglichkeiten bietet.

2.3 Es ist jeweils die höchste Durchfahrgeschwindigkeit massgebend (siehe AB 19.1, Ziffer 1.1).

2.4 Die detaillierte Ausgestaltung des Dienstwegs in der erforderlichen Breite richtet sich nach AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18.3.

3 Sofern die Notwendigkeit von betrieblichen Tätigkeiten nach AB-EBV zu Art. 71 gegeben ist, sind die entsprechend notwendigen Sicherheitsräume ggf. zusätzlich vorzusehen. Die Ausgestaltung und Breite dieser Sicherheitsräume richtet sich nach Ziff. 1 und 2.

3.1 Für Arbeiten an der Infrastruktur ist das entsprechende Sicherheitsdispositiv massgebend.

4 Bei der Anordnung von Anlagen wie Masten, Abschrankungen, Hinweistafeln und dergleichen und von Bauten zwischen oder neben den Gleisen müssen insbesondere alle Anforderungen des Lichtraumprofils gemäss AB-EBV zu Art. 18; Normalspur (inkl. Sicherheitsräume) erfüllt werden.

5 Im Weichenbereich ist bei Geschwindigkeiten 160 km/h < V ≤ 250 km/h die erhöhte Gefährdung des Nachbargleises durch entgleiste Fahrzeuge mit zu berücksichtigen.

N O R M A L S P U R

AB 19.4

1 Sicherheitsräume für Reisende

1.1 Der Achsabstand von Gleisen, zwischen denen regelmässig ein- und ausgestiegen wird, beträgt mindestens 5,20 m.

1.2 An Orten, an denen der Perron als Warteraum benutzt wird, ist der Gleisachsabstand gemäss AB-EBV zu Art. 21, Normalspur, AB 21.2 zu vergrössern.

2 Sicherheitsräume bei Freiverlade-, Rampen- und Anschlussgleisen

2.1 Zwischen einem Freiverlade- oder Rampengleis und dem benachbarten Gleis ist entlang der Ladestelle als Sicherheitsraum mindestens ein Raum für einen Dienstweg der folgenden Breite wie folgt erforderlich:

- Regelfall: einfacher plus erweiterter Dienstweg (1)
- An wenig befahrenen Gleisen: erweiterter Dienstweg (1)

(1) Mindestens aber Breite gemäss AB 19.3, Ziffer 2.2.

2.2 Laderampen von mehr als 10 m Länge und einer Höhe von mehr als 0,80 m über Schienenoberkante, bei denen sich Dritte auf der Gleisebene aufhalten können und bei denen die Anforderungen des Lichtraumprofils (inkl. Sicherheitsräume) nicht uneingeschränkt eingehalten sind, sind überkragend mit einem Schutzraum auszuführen.

2.3 Weitere aus Sicht Arbeitnehmerschutz (Unfallverhütung) erforderliche Sicherheitsräume sind gegebenenfalls zusätzlich freizuhalten.

METERSPUR

AB 19.1

1 Der minimale Abstand der Gleisachsen von parallelen Gleisen und derjenige zwischen einer Gleisachse und einer Baute oder einer Anlage ergibt sich grundsätzlich aus der Grenzlinie fester Anlagen und den notwendigen Sicherheitsräumen. Dies gilt auch für einen frei zu haltenden Raum neben einem Gleis.

1.1 Für die Festlegung der Abstände zwischen und neben den Gleisen ist grundsätzlich jeweils das massgebende Lichtraumprofil (siehe AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18.5) und die höchste Durchfahrgeschwindigkeit der verschiedenen Zugreihen[1] massgebend.

1.1.1 Bei Zugsgeschwindigkeiten V > 120 km/h ist der Abstand, insbesondere die minimale Breite des Raumes für den Dienstweg, unter Berücksichtigung der Aerodynamik ggf. zu vergrössern.

2 Die Anforderungen des Lichtraumprofils (insb. diejenigen an dessen Sicherheitsräume) sowie die Anforderungen an die Sicherheitsräume für das Personal, Dritte und Räume für weitere technische und betriebliche Bedürfnisse sind gemeinsam zu erfüllen.

3 Sicherheitsräume von parallelen Gleisen können von beiden Gleisen gemeinsam genutzt werden, sofern die Anforderungen beider Gleise erfüllt sind.

AB 19.2

1 Der minimale Gleisachsabstand zwischen zwei parallelen Gleisen ohne dazwischenliegende Sicherheitsräume, Bauten oder Anlagen ist wie folgt festgelegt:

1.1 Regelgleisachsabstand (gültig bei Neubauten und soweit möglich bei Anlageveränderungen):

Lichtraumprofil / Grenzlinie fester Anlagen	in Geraden	in Kurven
- EBV A (1)	3,20 m	3,20 m + 2e (2)
- EBV B (1) (Rollschemel/Rollbock)	3,60 m	3,70 m + e_i + e_a (2)
- EBV C (1) (Strassenbahnen)	2,70 m	2,70 m + e_i + e_a (2)

(1) gemäss AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18.5, Ziffer 1
(2) e, e_i und e_a gemäss AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18.2, Ziffer 1.1.3

1.1.1 Es gibt Gründe (z. B. Bedarf einer Mittenentwässerung), die einen grösseren Gleisachsabstand als den Regelgleisabstand erfordern.

1.2 Bestehende Doppelspuren mit kleineren Gleisachsabständen sind zu überprüfen, in einem Verzeichnis festzuhalten und besonders zu überwachen.

1.3 Es ist jeweils die höchste Durchfahrgeschwindigkeit massgebend (siehe AB 19.1, Ziffer 1.1).

[1] Zugreihe (RADN).

METERSPUR

AB 19.3

1 Zwischen und neben Gleisen ist als Sicherheitsraum ein Raum für einen Dienstweg gemäss AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18.3 in der erforderlichen Breite gemäss Ziff. 2 so anzuordnen, dass von jedem Gleis aus mindestens ein solcher Raum direkt erreichbar ist.

2 Die minimale Breite dieses Raumes für den Dienstweg beträgt unter Berücksichtigung der Geschwindigkeit:

2.1 für den Aufenthalt neben einem Gleis

2.1.1 gegenüber einem festen Hindernis (d.h. zwischen einem fahrenden Zug und einem festen Hindernis):

- V ≤ 80 km/h: einfacher Dienstweg
- 80 km/h < V ≤ 100 km/h: erweiterter Dienstweg
- 100 km/h < V ≤ 120 km/h: doppelter einfacher Dienstweg

2.1.2 ohne festes Hindernis (d.h. neben einem fahrenden Zug):

- V ≤ 120 km/h: mindestens einfacher Dienstweg

2.1.3 Als feste Hindernisse gelten in diesem Zusammenhang Bauten und Anlagen, bei welchen bei einer Zugdurchfahrt aerodynamische Einflüsse auf das Personal zu erwarten sind. Dies sind insbesondere Wände von Tunneln und Galerien und Mauern längs von Gleisen.
In der Regel kann bei Geschwindigkeiten V ≤ 120 km/h davon ausgegangen werden, dass Bauten oder Anlagen mit einer Höhe ab SOK ≤ 1.2 m oder einer Länge ≤ 5 m nicht als feste Hindernisse zu betrachten sind.

2.2 für den Aufenthalt zwischen zwei Gleisen mit fahrenden Zügen oder für betriebliche Tätigkeiten an einem stehenden Zug und einem fahrenden Zug auf dem Nachbargleis:

- V ≤ 40 km/h: einfacher Dienstweg
- 40 km/h < V ≤ 60 km/h: erweiterter Dienstweg (1)
- 60 km/h < V ≤ 100 km/h: doppelter einfacher Dienstweg (2)
- 100 km/h < V ≤ 120 km/h: einfacher plus erweiterter Dienstweg

Dabei ist jeweils die höhere Geschwindigkeit der beiden Gleise massgebend.

(1) Ein erweiterter Dienstweg reicht auch aus, wenn die Geschwindigkeit auf einem Gleis ≤ 40 km/h und auf dem anderen Gleis ≤ 80 km/h beträgt.

(2) Ein doppelter einfacher Dienstweg reicht auch aus, wenn die Geschwindigkeit auf einem Gleis ≤ 65 km/h und auf dem anderen Gleis ≤ 120 km/h beträgt.

2.2.1 Der sich aus den Anforderungen gemäss Ziff. 2.2 ergebende Regelgleisachsabstand ohne dazwischenliegende Bauten oder Anlagen setzt sich zusammen aus der Grenzlinie fester Anlagen und dem Dienstweg in der erforderlichen Breite (Kurvenerweiterung und lotrecht angeordneter Dienstweg bei überhöhten Gleisen beachten).
Für die Anordnung von Bauten oder Anlagen ist der Gleisachsabstand gemäss Ziff. 4 zu erweitern.

METERSPUR

(AB 19.3)

2.2.2 Wenn sich zwischen zwei Gleisen ein Raum für einen Schlupfweg sowie ein Raum für einen Dienstweg befindet und diese Räume geeignet getrennt sind, so sind die zulässigen Geschwindigkeiten der Gleise und die Anordnung der Schutztrennung im Einzelfall festzulegen.

Als geeignet getrennt gelten die beiden Räume, wenn die Schutztrennung

- durchgehend das unbeabsichtigte Betreten des Schlupfweges vom Dienstweg her verhindert (einzelne Durchgänge als Zugänge sind erlaubt),
- keinen zusätzlichen aerodynamischen Einfluss auf das Personal auf dem Dienstweg hat und
- dem Personal auf der ganzen Länge stabile Festhaltemöglichkeiten bietet.

2.3 Es ist jeweils das massgebende Lichtraumprofil (siehe AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18.5) und die höchste Durchfahrgeschwindigkeit massgebend (siehe AB 19.1, Ziffer 1.1).

2.4 Die detaillierte Ausgestaltung des Dienstwegs in der erforderlichen Breite richtet sich nach AB-EBV zu Art. 18, Meterspur; AB 18.3.

3 Sofern die Notwendigkeit von betrieblichen Tätigkeiten nach AB-EBV zu Art. 71 gegeben ist, sind die entsprechend notwendigen Sicherheitsräume ggf. zusätzlich vorzusehen. Die Ausgestaltung und Breite dieser Sicherheitsräume richtet sich nach Ziff. 1 und 2.

3.1 Für Arbeiten an der Infrastruktur ist das entsprechende Sicherheitsdispositiv massgebend.

4 Bei der Anordnung von Anlagen wie Masten, Abschrankungen, Hinweistafeln und dergleichen und von Bauten zwischen oder neben den Gleisen müssen insbesondere alle Anforderungen des Lichtraumprofils gemäss AB-EBV zu Art. 18, Meterspur (inkl. Sicherheitsräume) erfüllt werden.

METERSPUR

AB 19.4

1 Sicherheitsräume für Reisende

1.1 Der Achsabstand von Gleisen, zwischen denen regelmässig ein- und ausgestiegen wird, beträgt mindestens

Meterspur A (1)	4,70 m + 2e (2)
Meterspur B (1) (Rollschemel/Rollbock)	4,70 m + e_i + e_a (2)
Meterspur C (1) (Strassenbahnen)	4,20 m + e_i + e_a (2)

(1) gemäss AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18.5, Ziffer 1
(2) e, e_i und e_a gemäss AB-EBV zu Art. Art. 18, Meterspur, AB 18.2, Ziffer 1.1.3

1.2 An Orten, an denen der Perron als Warteraum benutzt wird, ist der Gleisachsabstand gemäss AB-EBV zu Art. 21, Meterspur, AB 21.2 zu vergrössern.

2 Sicherheitsräume bei Freiverlade-, Rampen- und Anschlussgleisen

2.1 Zwischen einem Freiverlade- oder Rampengleis und dem benachbarten Gleis ist entlang der Ladestelle als Sicherheitsraum mindestens ein Raum für einen Dienstweg der folgenden Breite wie folgt erforderlich:

- Regelfall: einfacher plus erweiterter Dienstweg (1)
- An wenig befahrenen Gleisen: erweiterter Dienstweg (1)

(1) Mindestens aber Breite gemäss AB 19.3, Ziffer 2.2.

2.2 Laderampen von mehr als 10 m Länge und einer Höhe von mehr als 0,80 m über Schienenoberkante, bei denen sich Dritte auf der Gleisebene aufhalten können und bei denen die Anforderungen des Lichtraumprofils (inkl. Sicherheitsräume) nicht uneingeschränkt eingehalten sind, sind überkragend mit einem Schutzraum auszuführen.

2.3 Weitere aus Sicht Arbeitnehmerschutz (Unfallverhütung) erforderliche Sicherheitsräume sind gegebenenfalls zusätzlich freizuhalten.

N O R M A L S P U R

AB 20

aufgehoben

M E T E R S P U R

AB 20

aufgehoben

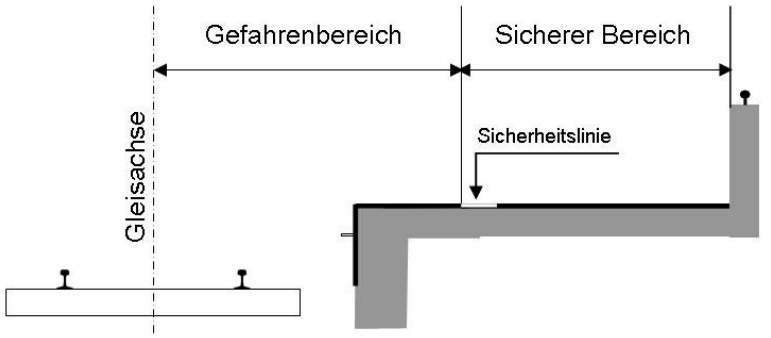
N O R M A L S P U R

AB 21.2

1 Definition

Auf Perrons wird zum Schutz von Personen vor fahrenden Zügen zwischen folgenden Bereichen unterschieden:

- Gefahrenbereich,
- Sicherer Bereich.



2 Gefahrenbereich

2.1 Der Gefahrenbereich wird ab Gleisachse mit Rücksicht auf die Durchfahrgeschwindigkeit der Züge und die örtlichen Gegebenheiten definiert.

2.2 In der Regel ist der Gefahrenbereich wie folgt definiert:

Durchfahrgeschwindigkeit (v) [km / h]			Mindestabstand von Gleisachse [m]
v_{max} Güterzüge (in der Regel V_A[1])	v_{max} Reisezüge (in der Regel V_R[1])	v_{max} aerodynamisch gut profilierte Züge[2] (V_N[1])	
0 - 90	0 - 100	(0 -160 : nicht massgebend)	2,20
91 - 100	101 - 120		2,30
101 - 110	121 - 140		2,50
111 - 120	141 - 160	161 - 180	2,70
(siehe Ziff. 2.3)	161 - 200	181 - 200	3,00

Durchfahrten mit v > 200 km/h an den den Reisenden frei zugänglichen Perrons sind nicht zulässig.

[1] Zugreihe (RADN).

[2] Als aerodynamisch gut profilierte Züge gelten die Zugskompositionen, die nach der im Bericht «Abstände auf Perrons» (BAV, Bern, 2011) angewendeten Methode gemessen und berechnet wurden.

N O R M A L S P U R

(AB 21.2)

2.3 Besonderheiten

An Orten wo verstärkte Auswirkungen von Luftströmungen und dadurch gefährliche Druck- oder Sogeinwirkungen auf Personen entstehen können, sind zusätzliche Schutzmassnahmen sowie eine grössere Breite des Gefahrenbereichs vorzusehen.

Bei Güterzügen, die über 120 km/h fahren, ist aufgrund ihrer aerodynamischen Charakteristiken zu prüfen, ob der Gefahrenbereich nach Ziff. 2.2 genügt oder ob er zu vergrössern ist.

3 Sicherer Bereich

Der sichere Bereich ist auf der Basis des langfristig absehbaren Personenaufkommens auf dem Perron festzulegen.

Falls gemäss dieser Festlegung geringere Breiten genügen, sind folgende Mindestmasse einzuhalten:

3.1 In der Regel 1,50 m.

3.2 Längs Hindernissen von beschränkter Länge mit Festhaltemöglichkeiten (z. B. Treppenzugänge, Wartekabine, Richtwert max. 10 m Länge) sowie bei Perronenden, ist ein geringerer Abstand zulässig, aber mindestens 0,90 m. Reisende müssen sich jedoch vollständig ausserhalb des Gefahrenbereichs aufhalten können.

3.3 Bei Geschwindigkeiten von 161 bis 200 km/h sind zur Abwendung des Überraschungseffekts besondere Schutzmassnahmen nach der Richtlinie des Bundesamtes für Verkehr (BAV) «Schutz der Reisenden auf Perrons bei Durchfahrgeschwindigkeiten über 160 km/h» vom 2. Juli 2006 zu treffen.

3.4 Die Einhaltung der vorliegenden Bestimmungen zum sicheren Bereich gewährleistet die Sicherheit der Reisenden auf einem Perron nur teilweise. Um eine hinreichende Sicherheit erreichen zu können, ist zusammen mit der Einhaltung des sicheren Bereiches eine gesamtheitliche Planung des Perrons nach AB-EBV zu Art. 34, AB 34.4 durchzuführen.

4 Bereichsgrenze (Sicherheitslinie)

Die Grenze zwischen dem Gefahrenbereich und dem sicheren Bereich ist deutlich sichtbar mit einer Sicherheitslinie auf dem Perron zu kennzeichnen. Sie muss optisch sowie taktil (mit Füssen und Blindenstock ertastbar) ausgeführt werden. Für die Ausführung dieser taktil-visuellen Sicherheitslinien ist der Leitfaden des BAV «Taktil-visuelle Markierung von Bahnperrons»[3] massgebend. Die Linie gehört zum sicheren Bereich.

[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 21.2)

5 Bestehende Anlagen mit ungenügender Breite des sicheren Bereichs

Anlagen, die vor dem 2. Juli 2006 ausgeführt wurden, in der Zwischenzeit bis zum 30. Juni 2024 nicht umgebaut wurden und die Anforderungen der AB 21.2 nicht erfüllen, sind anzupassen, wo es Gründe der Sicherheit zwingend erfordern.

Das Bundesamt erlässt für die Beurteilung der Sicherheit solcher Anlagen entsprechende Bestimmungen in Form einer Richtlinie.

AB 21.3

1 Voraussetzungen der Infrastruktur für den autonomen Zugang in die Fahrzeuge

1.1 Um den autonomen Zugang entlang dem Perronabschnitt, bei welchem der niveaugleiche Einstieg nach AB-EBV zu Art. 34, AB 34, Ziff. 3.1.1 vorgesehen ist, gewährleisten zu können, sind bei der Infrastruktur folgende Voraussetzungen einzuhalten:

a. Gleisüberhöhung max. 75 mm;

   Bei Überhöhungen von mehr als 40 mm ist deren Beschränkung zur Gewährleistung des autonomen Zugangs in die Fahrzeuge auf Grundlage einer Verhältnismässigkeitsprüfung im Sinne von Art. 11, Abs. 1 BehiG abzuklären. Anforderungen an die Verhältnismässigkeitsprüfung und an deren Ergebnisse sind in der «Planungsanweisung BehiG»[4] enthalten. Die Verhältnismässigkeitsprüfungen sind vorgängig und unabhängig von den einzelnen Infrastrukturprojekten durchzuführen.

b. Gleislagetoleranzen nach AB-EBV zu Art. 18, AB 18 Normalspur, AB 18.2, Ziffer 2;

c. Lagetoleranz der Perronkante P55, ab der Gleisachse der versicherten Gleislage: (Perronkante P55 gemäss Typenzulassung BAV):

   Horizontal: + 20 mm von der Gleisachse gemessen
   - 0 mm gegen die Gleisachse gemessen

   Vertikal: + 0 mm
   - 20 mm

[4] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

METERSPUR

AB 21.2

1 Die AB-EBV zu Art. 21, Normalspur, AB 21.2 sind für die Meterspur unter Berücksichtigung nachfolgender Ziffern 2 und 3 anwendbar.

2 Gefahrenbereich

Die Masse sind wie folgt anzupassen:

2.1 Der Abstand ist um die Kurvenerweiterung gemäss AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18.2, Ziffer 3 zu vergrössern.

2.2 Je nach Grenzlinie werden die Abstände wie folgt verkleinert:

- Meterspur A — Reduktion um 0,20 m
- Meterspur B (beladener Rollschemel / Rollbock)
  - von 0 bis 40 km/h — Reduktion um 0,20 m
  - V > 40 km/h — keine Reduktion
- Meterspur C — Reduktion um 0,40 m

3 Sicherer Bereich

Für den sicheren Bereich bei Strassenbahnen ist der geringere Abstand von mindestens 0,90 m gemäss AB-EBV zu Art. 21, Normalspur, AB 21.2, Ziffer 3.2 generell zulässig.

METERSPUR

AB 21.3

1 Voraussetzungen der Infrastruktur für den autonomen Zugang in die Fahrzeuge

1.1 Um den autonomen Zugang entlang dem Perronabschnitt, bei welchem der niveaugleiche Einstieg nach AB-EBV zu Art. 34, AB 34, Ziffer 3.1.1 vorgesehen ist, gewährleisten zu können, sind bei der Infrastruktur folgende Voraussetzungen einzuhalten:

1.1.1 Bei Linien mit einer Grenzlinie der festen Anlagen EBV A (basierend auf dem Normfahrzeug A[1]) und einer typischen, normalen Perronkante (Perronhöhe: 300 bis 400, in der Regel 350 mm über SOK; Abstand von der Gleisachse: 1470 mm + Kurvenerweiterung):

a. Gleisüberhöhung max. 60 mm;
Bei Überhöhungen von mehr als 40 mm ist deren Beschränkung zur Gewährleistung des autonomen Zugangs in die Fahrzeuge auf Grundlage einer Verhältnismässigkeitsprüfung im Sinne von Art. 11, Abs. 1 BehiG abzuklären. Anforderungen an die Verhältnismässigkeitsprüfung und an deren Ergebnisse sind in der «Planungsanweisung BehiG»[2] enthalten. Die Verhältnismässigkeitsprüfungen sind vorgängig und unabhängig von den einzelnen Infrastrukturprojekten durchzuführen.

b. Gleisradius min. 130 m;

c. Gleislagetoleranzen nach AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18.2, Ziffer 2;

d. Lagetoleranz der Perronkante, ab der Gleisachse der versicherten Gleislage:
Horizontal: + 20 mm von der Gleisachse gemessen
- 0 mm gegen die Gleisachse gemessen
Vertikal: + 0 mm
- 20 mm

[1] Normfahrzeug A gemäss Kommentar Nr. 3 zur EBV (KOM EBV 3) und bezogen auf den maximal ausgefahrenen intelligenten Schiebetritt mit Abstand 1795 mm von der Fahrzeugmittellinie.
[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

METERSPUR

(AB 21.3)

1.1.2 Bei Linien mit einem von Ziffer 1.1.1 abweichenden Abstand der Perronkante von der Gleisachse ist der minimale Gleisradius (Ziffer 1.1.1 Bst. b.) für das Normfahrzeug A[3] gemäss den Vorgaben der AB-EBV zu Art. 53, AB 53.1, Ziffer 4 zu bestimmen.

1.1.3 Bei Linien mit von Ziffer 1.1.1 abweichenden Verhältnissen (z. B. Strassenbahnen, Bahnen mit speziellen Lichtraumprofilen gemäss Art. 18 Abs. 5 EBV) darf vom minimalen Gleisradius (Ziffer 1.1.1 Bst. b.) abgewichen werden.
Der Nachweis des autonomen Zugangs für den gewählten Radius ist für das entsprechend angepasste Normfahrzeug und die festgelegten Eigenschaften der Perronkante gemäss den Vorgaben der AB-EBV zu Art. 53, AB 53.1, Ziffer 4 zu erbringen.

2 Die Bahnen bestimmen für zusammenhängende Teile ihres Eisenbahnnetzes die gemäss Ziffer 1.1 festgelegten Eigenschaften der Perronkante (Perronhöhe und Abstand von der Gleisachse) sowie ggf. den festgelegten minimalen Gleisradius und reichen die entsprechenden Angaben dem BAV zur Kenntnisnahme ein.

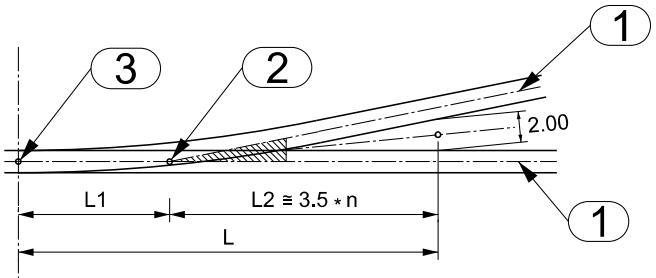
[3] unabhängig von der Art des Fahrzeugtrittes.

N O R M A L S P U R

AB 22

1 Die Sicherheitszeichen zur Markierung der Grenzpunkte der Nutzlänge von Stationsgleisen sind in der Regel dort zu setzen, wo der Gleisachsabstand 3,50 m beträgt.
Vereinfachte Einmessung:

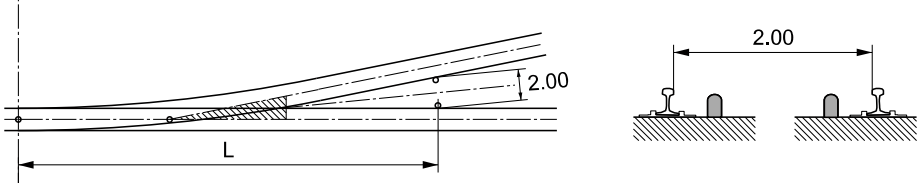
Anordnung: Ein Pfahl



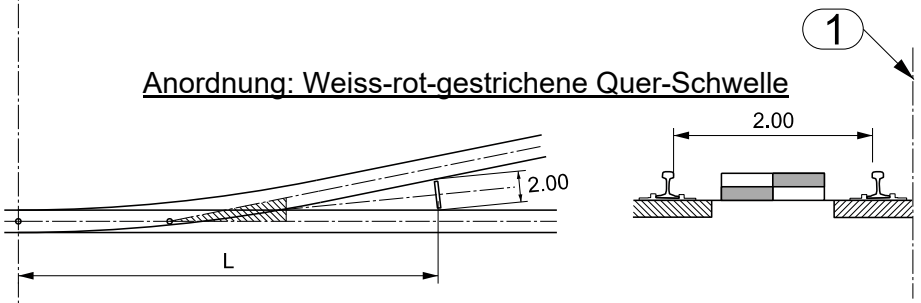
Legende

1	Gleisachse
2	Achsenschnittpunkt
3	Weichenstoss
1:n	Endneigung der Weiche

Anordnung: Zwei Pfähle



Anordnung: Weiss-rot-gestrichene Quer-Schwelle



2 Bei aussergewöhnlich beengten Verhältnissen kann die Position des Sicherheitszeichens anhand der tatsächlich vorhandenen geometrischen Gleislage und der tatsächlich vorhandenen Bau- und Betriebstoleranzen der Gleise mittels des Berührungspunktes der Grenzlinien fester Anlagen bestimmt werden.

M E T E R S P U R

AB 22

1 Die Sicherheitszeichen zur Markierung der Grenzpunkte der Nutzlänge von Stationsgleisen sind dort zu setzen, wo sich die Grenzlinien fester Anlagen berühren.

2 Bei Gleisverzweigungen mit Überhöhungen ≤ 20 mm und wenn ein Gleis gerade ist, können die Sicherheitszeichen dort gesetzt werden, wo der Gleisachsabstand folgende Masse aufweist:

Meterspur A:

3,40 m	bei R des abzweigenden Gleises	60 – 79 m
3,30 m	bei R des abzweigenden Gleises	80 – 129 m
3,20 m	bei R des abzweigenden Gleises	130 – 249 m
3,10 m	bei R des abzweigenden Gleises	≥ 250 m

Meterspur B:

3,90 m	bei R des abzweigenden Gleises	60 – 70 m
3,80 m	bei R des abzweigenden Gleises	80 – 184 m
3,70 m	bei R des abzweigenden Gleises	185 – 249 m
3,60 m	bei R des abzweigenden Gleises	≥ 250 m

AB 23.1

1 Neue Anlagen

1.1 Bei Parallelführung oder Annäherung von Bahn und Strasse ist ausreichend Raum für Bahn- und Strassensignalisation, Entwässerung, Unterhalt, Blendschutz, Bepflanzung, Schneeablagerung usw. vorzusehen.

1.2 Wo die Gefahr droht, dass Strassenfahrzeuge oder davon abkommende Ladungen auf das Eisenbahntrassee geraten und dadurch die Sicherheit der Eisenbahn gefährden, sind zusätzlich Sicherheitsabstände und/oder Schutzmassnahmen zwischen Bahn und Strasse anzuordnen.

1.3 Sicherheitsabstände und Schutzmassnahmen sind gemäss VSS-Norm 71 253[1] zu bestimmen.

2 Bestehende Anlagen

2.1 Bei bestehenden Parallelführungen und Annäherungen sind Sicherheitsabstände und/oder Schutzmassnahmen zu bestimmen, wenn wesentliche bauliche oder betriebliche Änderungen an Strasse oder Eisenbahn erfolgen oder wenn die Unfallhäufigkeit dies erfordert.

2.1.1 Als wesentliche bauliche Änderung gelten Veränderungen an der horizontalen und vertikalen Linienführung, die eine massgebliche Erhöhung der Kollisionswahrscheinlichkeit, der Abkommenswahrscheinlichkeit oder der Abkommensdistanz von Strassenfahrzeugen bewirken.

2.1.2 Als wesentliche betriebliche Änderung gelten insbesondere die Änderung der Betriebsart der Eisenbahn (z. B. Zugfahrten anstelle von Strassenbahnbetrieb), die Erhöhung der Geschwindigkeit um mehr als 10 km/h, der Einsatz von neuem Rollmaterial mit nachteiliger Auswirkung auf die Kollisionswahrscheinlichkeit (z. B. breitere Wagenkasten, geringere Bremsleistung) sowie eine Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit auf der Strasse.

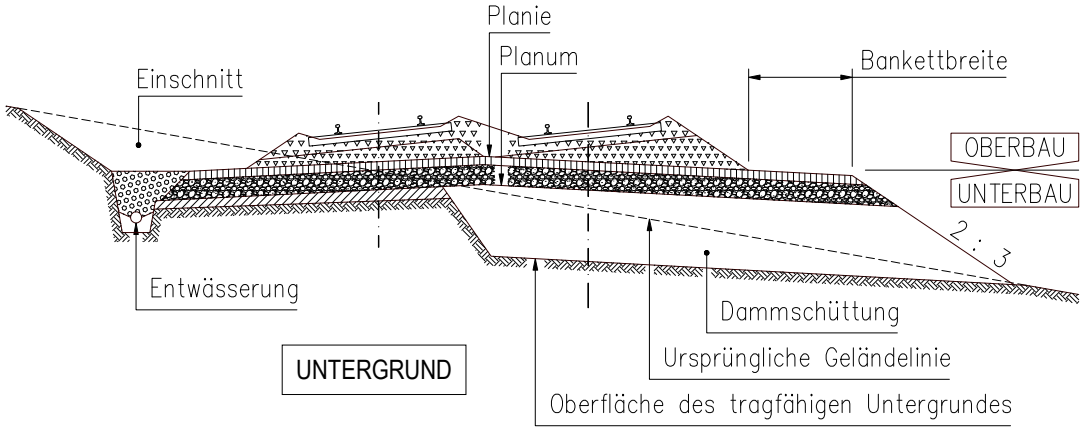
2.2 Die Überprüfung gemäss Ziffer 2.1 kann mit einer Risikoanalyse unter Einbezug vergleichbarer Situationen oder durch Anwendung der VSS-Norm 71 253[1] erfolgen. Die Überprüfungsmethode ist in Absprache mit dem BAV fallweise festzulegen.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 25

1 Allgemeines

1.1 Der Unterbau ist das zwischen dem Oberbau und dem Untergrund liegende Bauwerk. Er kann aus verschiedenen Schichten aufgebaut sein (z. B. Sperrschicht, Fundationsschicht, Dammschüttung).



obere Schicht aus Brechschotter
untere Schicht aus Brechschotter } Schotterbett
Sickerkörper aus Sickergeröll oder Schotter
Sperrschicht, z.B. aus bitumenhaltigem Belag
Fundationsschicht aus Kiesgemisch
Verbesserter Untergrund

1.2 Diese Bestimmungen gelten sowohl für den Neubau als auch für die Erhaltung bestehender Anlagen, deren Erneuerung, Anpassung, Umbau oder Erweiterung[1] geplant wird.

1.3 Kann bei solchen Erhaltungsvorhaben vorwiegend aus betrieblichen Gründen nicht nach dem bei Neubauten üblichen Verfahren gearbeitet werden (z. B. nur einschichtiger anstatt mehrschichtiger Einbau der Fundationsschicht), so dass der Qualitätsstandard von Neubauten nicht vorausgesetzt werden kann, sind im Einzelfall reduzierte Anforderungen zulässig. Diesem Umstand wird nachfolgend durch entsprechende Differenzierung der Anforderungen für Neubauten (N) und für Erhaltungsvorhaben (E) bei bestehenden Anlagen Rechnung getragen.

1.4 Bei Erhaltungsvorhaben ist trotz diesbezüglich reduzierten Anforderungen wenn immer möglich der Qualitätsstandard von Neubauten anzustreben.

1.5 Die Schotterbettdicke wird wegen des engen Zusammenhangs mit dem Unterbau hier behandelt. Für die übrigen, die Gestaltung des Schotterbettes betreffenden Aspekte wird auf die Bestimmungen in den AB-EBV zu Art. 31, AB 31 verwiesen.

[1] Inhaltliche Bedeutung der Begriffe gemäss SN 588 469, siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

1.6 Der Unterbau muss sowohl tragfähig als auch verformungsarm sein und ist so zu bemessen, dass er die vom Schotterbett übertragene Belastung während einer wirtschaftlichen Nutzungsdauer (bei Neubauten in der Regel 100 Jahre; bei Erhaltungsvorhaben [vergleiche Ziff. 1.2] allenfalls entsprechend den angrenzenden Teilstücken) schadlos aufnehmen und in verträglicher Grösse auf den Untergrund verteilen kann.

1.7 Zur Erreichung einer wirtschaftlichen Nutzungsdauer des Unterbaus ist sowohl bei Neubauten als auch bei der Erhaltung bestehender Anlagen (vergleiche Ziff. 1.2) eine möglichst hohe Anfangsqualität der einzelnen Teile anzustreben. Hierzu sind die geologischen, geotechnischen und hydrologischen Verhältnisse unter Einbezug gesicherter Informationen angemessen abzuklären und es ist auf eine sorgfältige Projektierung sowie eine kontrollierte bauliche Umsetzung zu achten.

1.8 Dimensionierung und Gestaltung des Unterbaus haben grundsätzlich unter Berücksichtigung der einschlägigen Schweizer Normen (SN) und VSS-Normen zu erfolgen.

1.9 Durch das Zusammenfassen der vielfältigen Gleisbelastungen in Gleisbelastungsgruppen, die für die Normal-, Meter- und Spezialspurbahnen gelten, wird den unterschiedlichen Anforderungen vereinfachend Rechnung getragen.

1.10 Sowohl in Längs- als insbesondere auch in Querrichtung des Gleises ist der Unterbau zwecks kontinuierlicher Bettung homogen und gleichmässig so aufzubauen, dass keine differentiellen Setzungen oder Steifigkeitsunterschiede unter den Schwellen entstehen.

1.11 Unterbau und Schotterbett sind überall zu entwässern. Bei Doppel- und Mehrspurstrecken ist das Quergefälle von Planie und Planum auch im Bereich von Gleisbögen, Weichen und Bahnübergängen in der Regel sattelförmig und symmetrisch mit Gefällsbruch jeweils zwischen zwei Gleisen auszubilden.

1.12 Werden Geokunststoffe eingesetzt, so gelten für deren Eigenschaften die Anforderungen gemäss der SN EN 13250[2].

2 Gleisbelastungsgruppen

2.1 Die Gleise werden getrennt nach Neubauten (N) und Erhaltungsvorhaben (E) gemäss Ziff. 1.2 entsprechend ihrer Belastung in Bruttotonnen pro Tag (Bt/d) oder der Ausbaugeschwindigkeit (V) in Gleisbelastungsgruppen gemäss nachfolgender Tabelle zusammengefasst. Massgebend ist jenes Kriterium, das zur höheren Gleisbelastungsgruppe führt.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

2.2 Gleisbelastungsgruppen Neubau (N) und Erhaltung (E):

Bezeichnung	künftige Belastung	oder künftige Ausbaugeschwindigkeit (Zugreihe R)
N1, E1	> 30 000 Bt/d	oder V ≥ 160 km/h
N2, E2	15 000 – 30 000 Bt/d	oder V ≥ 80 km/h
N3, E3	5000 – 15 000 Bt/d	–
N4, E4	< 5000 Bt/d	–

2.3 Da für den Unterbau eine deutlich höhere Nutzungsdauer vorausgesetzt wird als für den Oberbau, ist bei der Gruppenzuteilung für die Bemessung des Unterbaus immer die zukünftige, aufgrund von Prognosen zu erwartende Belastung oder Ausbaugeschwindigkeit massgebend.

2.4 Anschlussgleise[3] sind wie N4 oder E4 zu behandeln.

3 Schotterbett

3.1 Die Schotterbettdicke ist in Abhängigkeit von der Gleisbelastung derart zu bemessen, dass der Unterbau möglichst gleichmässig belastet wird.

3.2 Für das Schotterbett sind ausserhalb von starren Unterbauten (siehe Ziff. 3.5) in Abhängigkeit von der Ausbaugeschwindigkeit folgende Mindestdicken einzuhalten, wobei für die Schotterbettdicke der vertikale Abstand zwischen der Schwellenunterkante und der Planie unter der tiefer liegenden Schiene massgebend ist:

Gleisbelastungsgruppe	V [km/h]	Minimale Schotterbettdicke [m]
N1, E1	> 160	0.35
	≤ 160	0.30
N2, E2	–	0.30
N3, E3	–	0.30
N4	–	0.25
E4	–	0.20

3.3 Das BAV kann in begründeten Einzelfällen bei bestehenden Anlagen im Zusammenhang mit Erhaltungsmassnahmen (vergleiche Ziff. 1.2) Abweichungen von diesen Mindestwerten der Schotterbettdicken genehmigen, wenn zum Beispiel die durch das Einhalten des Mindestwertes erforderlichen Anpassungen an bestehenden Anlagenteilen einen übergrossen Aufwand zur Folge hätten.

3.4 Die maximale Schotterbettdicke unter der höher liegenden Schiene darf insbesondere aus Gründen der Homogenität des Oberbaus, der Gleisstabilität und der Unterhaltsfreundlichkeit nicht mehr als 70 cm betragen.

3.5 Für die Regeldicken des Schotterbettes auf starren Unterbauten (z. B. Brücken oder betonierte Sohlen und Fahrbahnplatten von Tunneln, verwitterungsunempfindlicher Fels) gelten die Bestimmungen in den AB-EBV zu Art. 26, AB 26.1, Ziff. 2.3.2.

[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 4.

(AB 25)

3.6 Die Qualität von Gleisschotter hat der SN 670 110 / EN 13450[4] zu entsprechen.

4 Planie, Sperrschicht, Fundationsschicht und Planum

4.1 Verformbarkeit

4.1.1 Als Kennwerte für die Verformbarkeit gelten der mittels der statischen Lastplatte auf dem Lockergestein gemäss der VSS-Norm 70 317[4] bestimmte Verformungsmodul M_{E1} bei Erstbelastung oder die auf der bitumenhaltigen Sperrschicht mit dem Benkelmannbalken gemäss der VSS-Norm 70 362[4] gemessene rückfedernde Deflektion d.

4.1.2 Das Leichte Fallgewichtsgerät (LFG; Plattendurchmesser 30 cm, Bestimmung des dynamischen Verformungsmoduls E_{vd}) darf zur Bestimmung der Verformbarkeit eingesetzt werden. Betreffend das LFG sowie die Durchführung und Auswertung des Plattendruckversuches mit dem LFG ist die VSS-Norm 70 313[4] zu berücksichtigen. Bei Messungen ist der Boden zu beschreiben (Klassifikation) und insbesondere bei feinkörnigen Böden sind zusätzlich Angaben zur Konsistenz zu machen.

4.1.3 Wird die Verformbarkeit mit dem LFG bestimmt, hat die Beurteilung durch geotechnische Fachpersonen anhand von bodenbezogenen Anforderungswerten für den E_{vd} zu erfolgen, die auf gefestigten Erfahrungswerten beruhen. Diese Anforderungswerte sind so festzulegen, dass die entsprechenden Verformbarkeiten vergleichbar sind mit den in Ziff. 4.2.4 aufgeführten, auf den M_{E1}-Wert bezogenen Grenzwerten.

4.1.4 Für die Anforderungen an die Gleichmässigkeit sowie für mögliche Kontrollmethoden gelten sinngemäss die VSS-Normen 40 585[4] und 70 311[4].

4.2 Grenzwerte für die Verformbarkeit

4.2.1 Die Verformbarkeit auf dem Unterbau ist auf die Belastungen des Oberbaus abzustimmen. Eine Über- oder Unterbemessung des Unterbaus führt zu übermässigen Beanspruchungen und zu vorzeitiger Alterung des Oberbaus.

4.2.2 Die Steifigkeit des Unterbaus ist so auszulegen, dass die Beanspruchung des Oberbaus im zulässigen Bereich liegt.

4.2.3 Unabhängig von der Gleisbelastungsgruppe darf der M_{E1}-Wert auf der Planie nicht grösser als 150 MN/m^2 und die rückfedernde Deflektion d auf bitumenhaltigen Sperrschichten nicht kleiner als 0.4 mm sein.

[4] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

4.2.4 Die folgende Tabelle enthält die einzuhaltenden Grenzwerte für die Verformbarkeit auf der Planie und auf dem Planum bezogen auf die einzelnen Gleisbelastungsgruppen.

Gleisbelastungsgruppe	Auf der Planie				Auf dem Planum
	Maximale Verformbarkeit		Minimale Verformbarkeit		Maximale Verformbarkeit
	M_{E1} [MN/m²]	d [1/100 mm]	M_{E1} [MN/m²]	d [1/100 mm]	M_{E1} [MN/m²]
N1, N2	60	140	150	40	15
N3	40	170[1)]	150	40	15
N4	15	-	150	-	15
E1, E2	40	-	150	-	6[2)]
E3	30	-	150	-	6[2)]
E4	15	-	150	-	6[2)]

[1)] nur relevant, wenn eine bitumenhaltige Sperrschicht eingebaut wird (vgl. Tabelle Ziff. 4.3.2)

[2)] entspricht einem korrelierten Wert des California Bearing Ratio von ca. CBR = 3 %

4.2.5 Die in der Tabelle aufgeführten Werte sind bei der Bemessung des Unterbaus zu berücksichtigen und gelten unmittelbar vor Einbau des Schotters, also nach einem allfälligen Befahren der Planie durch Pneufahrzeuge während des Baus.

4.2.6 Falls bei Erhaltungsvorhaben die Planie mit Pneufahrzeugen oder einem Einbaufertiger befahren wird, sind für die Anforderungen an die Verformbarkeit die entsprechenden Werte für Neubauten einzuhalten.

4.2.7 Ist in Gleisen der Gleisbelastungsgruppen N4, E3 und E4 der Einbau von Betonschwellen vorgesehen, sind auf der Planie die minimalen Werte der Verformbarkeit der nächst höheren Gleisbelastungsgruppe einzuhalten.

4.3 Sperrschicht und Fundationsschicht

4.3.1 Die Dicken der Sperrschicht und der Fundationsschicht sind in Abhängigkeit des Bauverfahrens (Neubau oder Erhaltungsvorhaben [vergleiche Ziff. 1.2]), der Gleisbelastung, der Oberbauart (Schotteroberbau oder feste Fahrbahn, Schwellenart etc.), der Verformbarkeit des Untergrundes, der zu erwartenden Frosteinwirkung sowie unter Berücksichtigung der konstruktiven und baubetrieblichen Erfordernisse zu bemessen bzw. festzulegen.

4.3.2 In der nachfolgenden Tabelle sind für den Schotteroberbau die bei Neubauten und Erhaltungsvorhaben in Abhängigkeit der Gleisbelastungsgruppe, der Verformbarkeit auf dem Planum, dem Material und verschiedenen Aufbautypen einzuhaltenden minimalen Schichtdicken für die Sperrschicht (S), die Fundationsschicht (F) oder Kombinationen von diesen (S/F) aufgeführt:

(AB 25)

Gleisbelastungsgruppe	Verformbarkeit auf dem Planum	Aufbau	
	M_{E1} [MN/m²]	Material	Mindestdicke [cm]
N1 N2	15 bis 30	S: Bitumenhaltige Sperrschicht F: Kiesgemisch	7[1)] 40
	grösser als 30	S: Bitumenhaltige Sperrschicht F: Kiesgemisch	7[1)] 25
N2	15 bis 30	S: Mineralische Sperrschicht F: Kiesgemisch	5 40
	grösser als 30	S: Mineralische Sperrschicht F: Kiesgemisch	5 25
N3	grösser als 15	S: Bitumenhaltige Sperrschicht F: Kiesgemisch	7[1)] 25
		S: Mineralische Sperrschicht F: Kiesgemisch	5 25
N4	grösser als 15	S: Mineralische Sperrschicht F: Kiesgemisch	5 20
		F: Kiesgemisch	25
E1 E2	6 bis 8	S/F: Kiessand PSS	40
	grösser als 8 bis 10	S/F: Kiessand PSS	35
	grösser als 10	S/F: Kiessand PSS	30
E3	6 bis 8	S/F: Kiessand PSS	30
		S: Mineralische Sperrschicht F: Kiesgemisch	5 25
		F: Kiesgemisch	30
	grösser als 8	S/F: Kiessand PSS	30
		S: Mineralische Sperrschicht F: Kiesgemisch	5 20
		F: Kiesgemisch	25
E4	mindestens 6	S/F: Kiessand PSS	25
		S: Mineralische Sperrschicht F: Kiesgemisch	5 20
		F: Kiesgemisch	20

[1)] Bei einer bitumenhaltigen Sperrschicht hat es sich als zweckmässig erwiesen, dass zwischen dem Kiesgemisch und der Sperrschicht eine Ausgleichsschicht von 3 cm Dicke aus bitumenhaltigem Asphaltgranulat 0/16 gemäss der SN EN 13108-8[5] eingebaut wird. Dadurch werden die wirksame Dicke der bitumenhaltigen Sperrschicht sowie die Elastizität des Unterbaus erhöht.

4.3.3 Falls der Verformungsmodul M_{E1} auf dem Planum bei Neubauten geringer als 15 MN/m² bzw. bei Erhaltungsvorhaben geringer als 6 MN/m² ist, sind Massnahmen zur Verbesserung des Planums zu treffen.

4.3.4 Für die bitumenhaltige Sperrschicht ist Asphaltbeton des Typs AC RAIL 16 oder AC RAIL 22 gemäss der VSS-Norm 40 430[5] zu verwenden.

[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

4.3.5 Zwecks Vermeidung einer zu steifen Planie ist die Dicke der bitumenhaltigen Sperrschicht auf maximal 10 cm zu beschränken.

4.3.6 Mineralische Sperrschichten sind aus gut abgestuftem Kiesgemisch 0-16 mm zu erstellen, das einen natürlichen Tonbinder oder Karbonat enthält.

4.3.7 Für Fundationsschichten sind Kiesgemische 0/22 oder 0/45 gemäss der VSS-Norm 70 119 / EN 13242 / EN 13285[6] zu verwenden. Solche Kiesgemische sind dann einzubauen, wenn die betrieblichen Randbedingungen einen mehrschichtigen Aufbau des Unterbaus zulassen, was insbesondere bei Neubauten der Regel entspricht.

4.3.8 Wenn aus betrieblichen Gründen bei Erhaltungsvorhaben an bestehenden Gleisen anstelle eines zweischichtigen Einbaus nur einschichtig eingebaut werden kann, ist für diese einschichtige Kombination von Sperrschicht und Fundationsschicht Kiessand PSS zu verwenden.

4.3.9 Bei dem aus historischen Gründen als Kiessand PSS bezeichneten Material handelt es sich um ein frostsicheres, relativ wasserundurchlässiges, ungebundenes Kiesgemisch aus beständigen, festen Gesteinskörnern mit stetig verlaufender Korngrössenverteilung 0/32, das den Anforderungen der VSS-Norm 70 119 / EN 13242 / EN 13285[6], der SN 670 330-2 / SN EN 13286-2/AC[6], der EN 13286-47[6] sowie der VSS-Norm 70 321[6] zu entsprechen hat.

4.3.10 Auf filterstabilem, nicht verwitterungsempfindlichem (insbesondere frostsicherem) Fels kann auf den Einbau einer Sperr- und Fundationsschicht verzichtet werden.

4.3.11 Speziellen geotechnischen Gegebenheiten ist mit entsprechenden Massnahmen zu begegnen, die zu einer Anpassung der unter Ziff. 4.3.2 aufgeführten Aufbauten des Unterbaus führen können. Dies kann z. B. bei einem Untergrund mit hohem Feinmaterialanteil, bei der Gefahr eines Wasserdruckes unter der Sperrschicht, bei einem hohen Grundwasserstand, bei einem bis in die Fundationsschicht hinein schwankenden Seespiegel oder bei einem stark setzungsempfindlichen Untergrund der Fall sein.

4.3.12 Unterbauaufbauten, welche aufgrund von speziellen geotechnischen Gegebenheiten gemäss Ziff. 4.3.11 von den unter Ziff. 4.3.2 aufgeführten Konstruktionen abweichen, sind unter Angabe entsprechender Begründungen frühzeitig mit dem BAV abzusprechen.

4.3.13 Der Einbau von Schichten aus Kiesgemischen 0/22, 0/45 und Kiessand PSS ist zu kontrollieren. Die Einbaukontrollen für Schichten aus Kiesgemischen und Kiessand PSS richten sich nach der VSS-Norm 40 585[6].

4.4 Bautoleranzen

Die zulässigen Abweichungen gegenüber den Projekthöhen betragen beim Planum ± 3 cm, bei der Planie ± 2 cm und bei einer bitumenhaltigen Sperrschicht ± 1 cm. Unter der 3-m-Latte[7] sind Vertiefungen von maximal 3 cm zulässig. Für bitumenhaltige Planien gilt die VSS-Norm 40 525[6].

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[7] 4-m-Latten dürfen bei Gleisen unter der Fahrleitung nicht verwendet werden.

(AB 25)

5 Frost

5.1 Allgemeines

Frostschutzmassnahmen sind mindestens für die Gleisbelastungsgruppen N1, N2, N3, E1, E2 und E3 dann zu prüfen, wenn der Untergrund aus Böden der Kategorie G3 oder G4 gemäss der VSS-Norm 70 140[8] besteht und gleichzeitig mindestens eine der folgenden hydrologisch ungünstigen Bedingungen zutrifft:

- Einschnitttiefe (OK Böschungskante bis OK Schwelle) mehr als 3 m,
- massgebender Grundwasserspiegel höher als 2 m ab OK Schwelle,
- gespanntes Bodenwasser vorhanden.

5.2 Dimensionierung des Unterbaus auf Frost

Die Frosttiefe hängt von den örtlichen klimatischen Bedingungen und den thermischen Eigenschaften der Bodenmaterialien ab. Der wichtigste Bemessungsparameter ist der Frostindex der Luft gemäss der VSS-Norm 70 140[8]. Die Dimensionierung der Frostschutzschicht hat aufgrund wissenschaftlich erhärteter Methoden zu erfolgen. Für Bahnstrecken in klimatisch nicht extremen Verhältnissen darf folgendes, gegenüber dem Strassenbau vereinfachtes Bemessungsverfahren angewendet werden:

Vergleichsdicke: $\boxed{z = f_s d_s + f_b d_b + f_k d_k}$

Korrekturfaktoren:

- Schotter: $f_s = 0.5$ (0.8 bei günstigen örtlichen Klimabedingungen)
- bitumenhaltige Sperrschicht: $f_b = 0.7$
- Kiesgemisch: $f_k = 1.0$

Schichtdicken [m]: d_i (s: Schotter, b: bitumenhaltige Sperrschicht, k: Kiesgemisch)

Frosttiefe [m]: $\boxed{X = 0.00077 FI + 0.53}$

Frostindex der Luft [°C·Tage]: FI Frostindex der Luft gemäss der VSS-Norm 70 140[8], wobei ein minimaler Frostindex von 200 °C·Tage nicht unterschritten werden darf.

Bedingung für Frostbemessung: $\boxed{z \geq X}$

[8] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

6 Entwässerung

6.1 Betreffend die Anforderungen und Zulässigkeit einer Entwässerung gemäss Gewässerschutzgesetz und -verordnung wird auf die Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen»[9] verwiesen.

6.2 Eine gut und dauerhaft funktionierende Entwässerung ist entscheidend für eine hohe Nutzungsdauer der Fahrbahn. Wasser im Unterbau verschlechtert die für die Lastabtragung wichtigen Eigenschaften der einzelnen Schichten und kann zusammen mit der dynamischen Verkehrsbelastung zur Zerstörung der Schichtgrenzen führen. Damit verbunden ist eine Vermischung des Unterbaumaterials bis zu Feinmaterialaufstössen in das Schotterbett. Das Eindringen von Wasser in den Unterbau ist deshalb möglichst zu verhindern. Dies wird insbesondere mit dem Erstellen einer möglichst ebenen Planie mit einem genügenden Quergefälle, einem allfälligen Einbau einer bitumenhaltigen Sperrschicht (vgl. Ziff. 4.3) und dem Abfangen von allfällig seitlich zufliessendem Wasser erreicht.

6.3 Für die Planung und bauliche Ausbildung von Entwässerungssystemen gelten die SN 640 340[9] sowie die VSS-Normen 40 350[9], 40 353[9], 40 357[9] und 40 360[9] sinngemäss.

6.4 Als Entwässerungssysteme kommen Böschungen, Bahngräben, Sickergräben, Leitungen oder Kombinationen dieser Typen in Frage.

6.5 Entwässerungsleitungen sind in der Regel dann vorzusehen, wenn das Gleis nicht auf einem Damm verläuft und das Meteorwasser nicht schadlos versickern kann oder wenn Bahngräben oder Entwässerungsschalen nicht genügend wirksam sind.

6.6 Entwässerungssysteme sind so anzuordnen, dass sie mit minimalen Betriebsbehinderungen instand gehalten werden können.

6.7 Leitungen, die das Gleis unterqueren, sind rechtwinklig zur Gleisachse und ausserhalb von Weichenbereichen anzuordnen.

6.8 Der Rohrscheitel bahneigener, querender Leitungen darf nicht höher als 1.30 m ab Schwellenoberkante liegen. Für bahnfremde Leitungen ist die VSS-Norm 71 260[9] zu beachten.

6.9 Die Versickerung des Gleisabwassers hat ausserhalb des Unterbaus so zu erfolgen, dass dieser dauerhaft entwässert bleibt. Ist dies bei Erhaltungsvorhaben (vgl. Ziff. 1.2) aus Platzgründen nicht möglich, ist die Filterstabilität gemäss Ziff. 7 zwischen dem anstehenden Untergrund und dem Sickermaterial zu gewährleisten.

6.10 Bei Entwässerung durch Versickerung ist eine genügende Durchlässigkeit des Untergrundes nachzuweisen (k-Wert nach Darcy).

6.11 Die Querneigung von Planum und Planie gegen die Entwässerungsanlage hat mindestens zu betragen:

5 % bei Verwendung von Erdmaterial sowie

3 % bei Verwendung von geeigneten, stabilisierten Materialien oder einer bitumenhaltigen Sperrschicht

Für starren Unterbau (zum Beispiel aus Beton) gilt AB-EBV zu Art. 26, AB 26.1, Ziff. 2.5.2.

[9] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

6.12 Entwässerungsrohre sind in der Regel mit mindestens 5 ‰ Gefälle zu verlegen und ihr Durchmesser hat mindestens 20 cm zu betragen.

6.13 Entwässerungsrohre sind derart zu verlegen, dass deren Scheitel möglichst unterhalb der Frosttiefe (gilt insbesondere für Sammelleitungen) und jedenfalls tiefer als die Unterkante der Fundationsschicht liegt.

7 Filterstabilität

Um Kornumlagerungen sowie innere Erosion infolge von durchströmendem Wasser und insbesondere Durchmischungen von Schichten mit unterschiedlichen Korngrössenverteilungen infolge von dynamischen Beanspruchungen entgegenzuwirken, sind an den Grenzflächen der einzelnen Schichten die Filterkriterien gemäss den VSS-Normen 70 125[10] und 70 241[10] einzuhalten.

8 Dämme

8.1 Gestaltung

8.1.1 Die Breite der Planie ist nach bautechnischen Gesichtspunkten (maschineller Unterhalt) und entsprechend den örtlichen Verhältnissen (Gleisüberhöhung, Querneigung der Planie, etc.) zu bestimmen. Sie ist insbesondere so zu wählen, dass die Stabilität der Schotterflanke (Böschungsneigung Höhe zu Breite [H:B] = 2:3) jederzeit gewährleistet bleibt.

8.1.2 Bei neuen Dämmen ist die Dammkrone so breit zu wählen, dass die erforderliche Planiebreite ohne den Einsatz von Banketthalterungen (siehe Ziff. 11) gewährleistet ist.

8.1.3 Die Breite des Bankettes (vgl. Ziff. 1.1) sollte mindestens 50 cm betragen, gemessen ab dem Böschungsfusspunkt des theoretischen Schotterbettprofils.

8.1.4 Zusätzliche Verbreiterungen können sich aus weiteren Anforderungen (wie zum Beispiel Begehbarkeit, Sicherheitsräume gemäss AB-EBV zu Art. 18, AB 18, etc.) ergeben.

8.1.5 Die Oberflächen von Dammböschungen sind so zu gestalten, dass sich das Unterhaltspersonal darauf sicher bewegen kann.

8.2 Standsicherheit und Konstruktives

8.2.1 Eisenbahndämme sind nach der SN 505 267[10] zu bemessen. Die Überprüfung bestehender Eisenbahndämme kann auf der Basis der Normenreihe SN 505 269[10] erfolgen. Betreffend die Erbebensicherheit ist zusätzlich die Richtlinie «Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen»[10] zu berücksichtigen.

8.2.2 Die Anforderungen an die Verdichtung und an die Verformbarkeit von Dammschüttungen richten sich nach der VSS-Norm 40 585[10].

[10] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

8.2.3 Die Neigung von Dammböschungen muss den geotechnischen Eigenschaften des Erd- bzw. Felsmaterials Rechnung tragen. Die Böschungsneigung von Erdmaterial darf das Verhältnis von 2:3 nicht überschreiten. Die Stabilität ist nachzuweisen.

8.2.4 Dammschüttungen an Hängen sind mit abgestuften Drainageteppichen vor eindringendem Hangwasser zu schützen.

8.2.5 Bei hohem Grundwasserspiegel ist zwischen dem Untergrund und dem Damm eine kapillarbrechende, filterstabile Flächendrainage einzubauen.

8.2.6 Beim Anschütten an einen bestehenden Damm ist zwischen dem bestehenden und dem neuen Teil eine stufenförmige Verzahnung auszuführen. Besteht aufgrund von unterschiedlichen Durchlässigkeiten die Gefahr eines Aufstaus von Wasser zwischen dem bestehenden und dem neuen Teil, ist das Wasser mittels geeigneter Drainageschichten abzuleiten.

8.2.7 Wird die Belastung eines bestehenden Dammes erhöht (z. B. schwererer Oberbau, grössere Verkehrsbelastung, höhere Geschwindigkeit, etc.), so ist dessen Sicherheit gegen Instabilität nachzuweisen.

8.3 Überwachung und Instandhaltung

8.3.1 Beim Anschütten an einen bestehenden Damm mit einem während der Bauarbeiten in Betrieb stehenden Gleis ist dessen Stabilität mittels geeigneter Massnahmen zu überwachen.

8.3.2 Überschreiten Böschungen eine Höhe von 6 m, so ist zu prüfen, ob für deren Instandhaltung eine befahrbare Zwischenberme vorzusehen ist.

8.3.3 Böschungsbepflanzungen, welche die Sicherheit des Bahnbetriebes oder des Instandhaltungspersonals beeinträchtigen, sind verboten. Die VSS-Norm 71 240[11] ist zu beachten.

9 Einschnitte

9.1 Die Böschungsneigung von Einschnitten muss den geotechnischen Eigenschaften des Erd- bzw. Felsmaterials Rechnung tragen. Im Falle von Erdmaterial ist in der Regel eine maximale Böschungsneigung von 2:3 einzuhalten.

9.2 Wasserführende Anschnitte von Böschungen sind zur Verhinderung von Ausschwemmungen, Vernässung und Aufstau infolge Eisbildung mit geeigneten Massnahmen zu entwässern.

9.3 Ziff. 8.2.3 gilt sinngemäss.

[11] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

10 Stützbauwerke

10.1 Allgemeines

10.1.1 Bei Stützbauwerken ist zwischen steifen und flexiblen Konstruktionen zu unterscheiden. Unter steifen Stützbauwerken werden schub- und biegesteife Konstruktionen mit oder ohne rückwärtige Verankerung wie Schwergewichtsmauern, Winkelstützmauern, Stahlspundwände u. dgl. verstanden. Flexible Stützbauwerke sind begrenzt verformbare Boden-Element-Konstruktionen wie Raumgitterwände, gestapelte Drahtgitterbehälter (Steinkörbe, Gabionen), Bodenvernagelungen u. dgl., bei denen durch den Kraft- und Verformungsschluss zwischen Bewehrungen aus Stahl, Geokunststoffen, Bodennägeln, Drahtgitterbehältern oder Stahlbetonfertigteilen und dem Boden ein selbststützender Verbund-Erdkörper entsteht.

10.1.2 Dauerhafte Stützbauwerke zur Sicherung des Eisenbahntrassees sind derart auszubilden, dass Verformungen und Verschiebungen der Stützkonstruktion, die zu ungünstigen Veränderungen der Gleislage führen können, ausgeschlossen sind.

10.1.3 Flexible Konstruktionen sind wegen ihrer Nachgiebigkeit insbesondere für dauerhafte Konstruktionen unter der Bahn in der Regel ungeeignet und nicht anzuwenden.

10.1.4 Im Lastabtragungsbereich von Bahnlasten, deren Ausbreitung ab der unteren Kante des Schwellenkopfes vereinfachend unter 45° gegenüber der Horizontalen angenommen werden darf, sind nur steife Stützbauwerke zulässig.

10.1.5 Die Bemessung von Stützbauwerken hat gemäss den SN 505 260 bis 505 267[12] zu erfolgen. Die Überprüfung bestehender Stützbauwerke kann auf der Basis der Normenreihe SN 505 269[12] durchgeführt werden. Betreffend die Erdbebensicherheit ist zusätzlich die Richtlinie «Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen»[12] zu berücksichtigen.

10.1.6 Für den Einsatz von Boden- und Felsankern gilt die ASTRA-Richtlinie «Boden- und Felsanker»[12].

10.1.7 Zur Verhinderung eines erdseitigen Wasserdruckes auf Stützbauwerke sind geeignete Entwässerungsmassnahmen vorzusehen, die dauerhaft kontrolliert und unterhalten werden können.

10.2 Steife Stützbauwerke

10.2.1 Der anzusetzende Erddruck für die Bemessung von steifen Stützbauwerken richtet sich unter anderem nach deren Steifigkeit, Verschieblichkeit, der Verdichtung der Hinterfüllung und der Nähe zu in Betrieb stehenden Gleisen.

10.2.2 Muss davon ausgegangen werden, dass sich der aktive Bruchzustand aufgrund der grossen Steifigkeit und/oder behinderten Verschieblichkeit eines steifen Stützbauwerkes nur teilweise oder nicht einstellen kann, ist für dessen Bemessung ein erhöhter Erddruck anzusetzen (mindestens Mittelwert aus dem aktiven Erddruck und dem Erdruhedruck).

[12] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

10.2.3 Bei einer vorgesehenen Verdichtung der Hinterfüllung hinter einem unverschieblichen oder nahezu unverschieblichen Stützbauwerk ist für dessen Bemessung unter Berücksichtigung des Verdichtungsgrades der Verdichtungsdruck zu berücksichtigen.

10.2.4 Bei der Bemessung von steifen Stützbauwerken, die Bahnlasten tragen oder die nahe an Bahngleisen liegen, ist jedenfalls mindestens ein erhöhter Erddruck anzusetzen (mindestens Mittelwert aus dem aktiven Erddruck und dem Erdruhedruck).

10.2.5 Die Sichtflächen von Stützmauern sind in der Regel mit einem Anzug zu gestalten.

10.2.6 Stützmauern sind, wo es die örtlichen Verhältnisse zum Schutz Dritter bez. Absturzgefahr als erforderlich erscheinen lassen (z. B. bei oberhalb liegenden Strassen, Wegen und Plätzen), mit Geländern zu versehen. Die einschlägigen Bestimmungen der VSS-Norm 40 568[13] sind zu beachten.

11 Banketthalterungen

11.1 Allgemeines

11.1.1 Banketthalterungen sind konstruktive Halterungsmassnahmen zur dauerhaften Sicherung eines entlang der Planiekante verlaufenden, niedrigen Geländesprunges. Mit dem Einsatz von Banketthalterungen kann bei bestehenden Dämmen beispielsweise als Folge einer erforderlichen Vergrösserung der Schotterbettdicke die erforderliche Planiebreite ohne Veränderungen an der Dammgeometrie erreicht werden.

11.1.2 Als Banketthalterungen werden Konstruktionen wie Verpresspfähle oder Rammträger mit Ausfachungen sowie erdseitig offene, mit Schotter- oder Geröll verfüllte Stahlgitterelemente u. dgl. verwendet.

11.1.3 Die unter Ziff. 10.1 aufgeführten steifen Stützbauwerke können zwar neben ihrer Hauptfunktion, dem Stützen, zusätzlich auch die Funktion einer Banketthalterung haben, gelten aber nicht als Banketthalterungen.

11.1.4 Banketthalterungen dürfen nur bei bestehenden Dämmen im Zusammenhang mit Erhaltungsvorhaben (vergleiche Ziff 1.2) eingesetzt werden.

11.1.5 Banketthalterungen dürfen nur oberhalb und keinesfalls unterhalb des vereinfachend angenommenen Lastabtragungsbereiches von Bahnlasten gemäss Ziff. 10.1.4 eingesetzt werden.

11.2 Stabilität und Konstruktives

11.2.1 Die Höhe von Banketthalterungen darf maximal 1 m betragen.

11.2.2 Die Stabilität der Böschung, in der eine Banketthalterung fundiert wird, muss gewährleistet sein.

11.2.3 Die Stabilität bestehender Böschungen, die steiler als 2:3 sind und in die eine Banketthalterung fundiert werden soll, ist nachzuweisen.

[13] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 25)

11.2.4 Banketthalterungen sind derart auszubilden, dass kein Wasser gestaut und innere Erosion vermieden wird.

11.2.5 Elemente von Banketthalterungen, die aus Stahl bestehen, sind der vorausgesetzten Nutzungsdauer entsprechend gegen Korrosion zu schützen.

12 Schutzbauten

12.1 Allgemeines

12.1.1 Drohenden Naturgefahren ist nach Möglichkeit durch eine entsprechende Wahl der Linienführung auszuweichen.

12.1.2 Der Bahnkörper ist nach Möglichkeit gegen Gefährdungen wie Sturz (Steinschlag, Blockschlag, Felssturz, Bergsturz, Eisschlag), Hochwasser und Murgang (Wellenschlag, Überschwemmung/Überflutung, Übermurung/Übersarung), Kolkbildung (Kolke, Seitenerosion), Lawinen (Fliesslawinen, Staublawinen, Gleitschnee), Schneeverwehungen, Rutschungen und Kriechhänge (permanente oder spontane Rutschungen, Hangmuren) etc. zu schützen.

12.1.3 Als Schutzbauten sind insbesondere Massnahmen denkbar wie Steinschlagschutznetze, Lawinenverbauungen, Schutzdämme (Leitdämme, Auffangdämme), Felsabdeckungen mittels aufgehängten Drahtgitternetzen, Blockwurf als Erosionsschutz und dgl.

12.1.4 Projektierung und Erstellung von Tragwerken im Zusammenhang mit Schutzbauten gegen Naturgefahren haben basierend auf den Schweizer Tragwerksnormen SN 505 260 bis 505 267[14] zu erfolgen. Die Überprüfung bestehender Schutzbauten kann auf der Basis der Normenreihe SN 505 269[14] durchgeführt werden. Betreffend die Einwirkungen ist insbesondere auch die SN 505 261/1[14] zu beachten und betreffend die Erdebensicherheit ist zusätzlich die Richtlinie «Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen»[14] zu berücksichtigen.

12.1.5 Als Grundlage für die Planung von Schutzbauten sind die Risiken der Naturgefahren im Sinne einer Gefahrenbeurteilung möglichst genau und vollständig zu erfassen sowie zu bewerten.

12.1.6 Die Lage, Höhe und erforderliche Energieaufnahme von Schutzbauten zur Aufnahme von Einwirkungen aus Sturzereignissen sind basierend auf einschlägigen Fachgutachten aufgrund von möglichen, abzudeckenden Sturzprozessen mit Flugbahnberechnungen unter Berücksichtigung der Bodeneigenschaften und meteorologischer Aspekte zu bemessen.

12.2 Steinschlagschutznetze

12.2.1 Steinschlagschutznetze sind unter Beachtung der «Grundlagen zur Qualitätsbeurteilung von Steinschlagschutznetzen und deren Fundation»[14] zu planen und zu erstellen.

12.2.2 Es dürfen nur geprüfte und zugelassene Steinschlagschutznetze verwendet werden, die im «Typenverzeichnis Steinschlagverbauungen» des BAFU[15] aufgeführt sind.

[14] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[15] Wird laufend angepasst, siehe Homepage BAFU (www.bafu.admin.ch/typenpruefung).

(AB 25)

12.2.3 Es dürfen nur geprüfte und zugelassene Ankermörtel verwendet werden, die auf der «Typenliste Ankermörtel» des BAFU[16] aufgeführt sind.

12.2.4 Die Standorte von Steinschlagschutznetzen sind im Allgemeinen so zu wählen, dass die im Falle eines Ereignisses auslenkenden Teile (z. B. Pfosten, Netze) keinesfalls in das Lichtraumprofil der Bahn einragen oder Teile der festen Bahnanlagen (z. B. Fahrleitungsmasten) treffen können. Im Falle von installierten Naturgefahrenalarmanlagen (im Schutznetz installierte Sensoren, die im Ereignisfall einen Alarm generieren, der zu einer Intervention auf den Zugsverkehr führt) darf für die Standortwahl der Netze anstelle der maximalen Auslenkung der Teile die als Ergebnis des modellierten Ereignisses erwartete Auslenkung zugrunde gelegt werden.

12.3 Schutzdämme

12.3.1 Schutzdämme sind bezogen auf die individuellen, situativ gegebenen Anforderungen konstruktiv zu gestalten und zu bemessen.

12.3.2 Die bergseitige Böschung von Auffangdämmen gegen Stein- und Blockschlag ist mit Blöcken zu sichern und möglichst steil auszubilden, um ein Überrollen des Dammes zu erschweren.

12.4 Kolkschutz

12.4.1 Bei erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten des Wassers (ca. ab $v > 2$ m/s) ist die Stabilität der Sohle im Bereich der Fundation eines Bauwerkes (z. B. Bahnbrücke) bezüglich Erosionsgefahr zu überprüfen und gegebenenfalls mittels eines Kolkschutzes zu gewährleisten.

12.4.2 Um der erodierenden Schleppkraft des Wassers entgegenzuwirken, ist ein Kolkschutz aus einem Blockwurf mit einer darunterliegenden, das Auswaschen von Feinanteilen aus dem Untergrund unterbindenden Filterschicht vorzusehen.

12.5 Lawinen

12.5.1 Zu den baulichen Massnahmen gegen Lawinen gehören beispielsweise Stütz- und Verwehungsverbauungen, Auffang-, Leit- und Ablenkdämme, Galerien, etc.

12.5.2 Für Stützverbauungen im Lawinenanbruchgebiet ist die technische Richtlinie und Vollzugshilfe «Lawinenverbau im Anbruchgebiet»[17] zu beachten.

12.5.3 Es dürfen nur Stützwerke verwendet werden, die auf der «Typenliste Lawinenverbauungen» des BAFU[16] aufgeführt sind.

12.5.4 Es dürfen nur geprüfte und zugelassene Ankermörtel verwendet werden, die auf der «Typenliste Ankermörtel»" des BAFU[16] aufgeführt sind.

[16] Wird laufend angepasst, siehe Homepage BAFU (www.bafu.admin.ch/typenpruefung).
[17] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 26.1

1 Projektierungsgrundlagen

1.1 Grundsätze

1.1.1 Für die Projektierung, die Berechnung und die Ausführung von Bahnbrücken sind die massgebenden Schweizer Normen (SN) oder die ins Schweizer Normenwerk aufgenommenen Europäischen Normen (SN EN) anzuwenden. Die SN EN dürfen nur zusammen mit den nationalen Anhängen angewendet werden. Ausserdem sind die Grundsätze der UIC-Kodexe 717[1], 774-3[1], 776-2[1] und 776-3[1] zu beachten.

1.1.2 Der bestehende und zukünftige Streckenausbau bestimmen die Anforderungen an die Gleisbettung und an die Tragsicherheit. Bei bestehenden Brücken der Normalspur bestimmt die Streckenklasse die Mindestanforderung an die Tragsicherheit.

1.1.3 Für die Inbetriebnahme, die Überwachung und die Instandhaltung von Bahnbrücken sind die Bestimmungen der SN 588 469[1] und der Normenreihe SN 505 269[1] zu beachten. Betreffend die Erdbebensicherheit ist zusätzlich die Richtlinie «Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen»[1] zu berücksichtigen.

1.1.4 Zum Schutz der Bauwerke vor Korrosion durch Streuströme sind besondere Massnahmen zu ergreifen (Bauwerkserde, Bahnstromrückleitung, Isolation usw.).

1.1.5 Die Konzeption der Brücken ist darauf auszurichten, dass die Auswirkungen auf die Gleislageveränderungen beziehungsweise die Einleitung zusätzlicher Beanspruchungen in das Gleis auf das absolute Minimum eingeschränkt werden. Das Tragwerkkonzept ist so zu wählen, dass Schienen-Dilatationsvorrichtungen nur in unumgänglichen oder unverhältnismässigen Situationen notwendig werden. Ausnahmen sind im Voraus mit der Aufsichtsbehörde abzustimmen.

1.1.6 Bei langen, mehrfeldrigen Brücken ist darauf zu achten, dass durch geschickte Anordnung von festen und beweglichen Lagern möglichst keine Dilatationsvorrichtungen erforderlich werden oder ihre Anzahl minimiert wird.

1.1.7 Widerlager und Dehnungsfugen sind möglichst in geraden Gleisabschnitten anzuordnen. Über Längsfugen zwischen Überbauten darf kein Gleis verlegt werden.

1.1.8 Die Überbauenden sind so gedrungen auszubilden und Lager so anzuordnen, dass die Bewegungen der oberen Überbaukanten unter den Einwirkungen (Verkehr, Temperatur, Kriechen und Schwinden, Unterbauverformungen etc.) möglichst klein bleiben und weitgehend nur in Richtung der Gleisachse möglich sind.

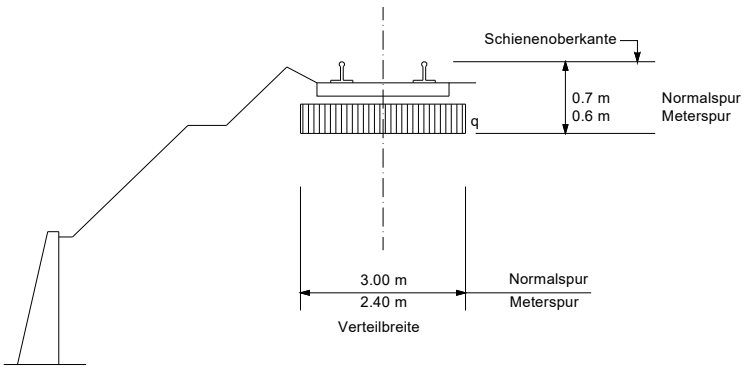
1.1.9 Die Brücken sind in der Regel so zu gestalten, dass das selbe Fahrbahn-System verwendet werden kann wie in den anschliessenden Bereichen.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 26.1)

1.2 Erddruck

1.2.1 Die Berechnung des Erddruckes aus Bahnlasten infolge Verkehr und Oberbau hat für jedes Gleis nach folgenden Angaben zu erfolgen:



Für die Einwirkungen q sind die ständigen Lasten des Oberbaus sowie die veränderlichen Verkehrslasten nach dem anzuwendenden Lastmodell (LM) der SN 505 261[2], bezogen auf die entsprechenden oben angegebenen Verteilbreiten, einzusetzen.

1.3 Berechnung und Bemessung

1.3.1 Die Schnittkräfte von Bahnbrücken sind nach der Elastizitätstheorie zu ermitteln. Bei Platten kann die plastische Schnittkraftermittlung bei sorgfältiger Beachtung der Randbedingungen gerechtfertigt sein.

1.3.2 Die Berechnung der Auswirkungen hat unter Berücksichtigung des Klassifizierungsbeiwertes α gemäss der folgenden Tabelle zu erfolgen.

	Tragsicherheit	Ermüdung	Durchbiegung	Verwindung	Relative Verschiebung	Interaktion Gleis Bauwerk[3]
Normalspur (LM1)	1,33	1,00	1,00	1,33	1,33	1,33
Normalspur (LM2)	1,33	-	1,00	1,33	1,33	1,33
Normalspur (LM3)	1,00	-	-	1,00	-	1,00
Meterspur (LM5 und LM6)	1,13[4]	1,00	1,00	1,13[4]	1,00	1,13[4]
Meterspur (LM4 und LM7)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Die Anwendung abweichender Klassifizierungsbeiwerte erfordert die Zustimmung des BAV und ist in der Nutzungsvereinbarung festzuhalten.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[3] Siehe EN 1991-2:2003.
[4] gilt nur für Bahnen mit einer Leistungsvereinbarung BAV.

(AB 26.1)

1.3.3 Neue Brücken dürfen sich im belasteten Zustand nicht stärker deformieren, als dies die Grenzwerte der Trassierungselemente (siehe AB-EBV zu Art. 17) zulassen.

Hinsichtlich der theoretisch ermittelten Durchbiegungen sind folgende Werte einzuhalten:

- bei $V < 80$ km/h $w \leq \ell / 800$
- bei 80 km/h $\leq V \leq$ 200 km/h $w \leq \ell / (15\,V - 400)$

ℓ = Spannweite [m]

w = Durchbiegung [m]

V = Höchstgeschwindigkeit in km/h (dimensionslos eingesetzt)

1.3.3.1 Normalspurbahnverkehr:

Die Berechnung hat mit den charakteristischen Werten der Lastmodelle 1 und 2 gemäss der Norm SN 505 261[2], multipliziert mit dem dynamischen Beiwert Φ und mit dem Klassifizierungsbeiwert α gemäss 1.3.2 sowie unter Berücksichtigung eventueller Zentrifugalkräfte, auf nicht mehr als zwei Gleisen angeordnet, zu erfolgen.

(AB 26.1)

1.3.3.2 Meter- und Spezialspurbahnverkehr:

Die Berechnung hat mit den charakteristischen Werten der Lastmodelle für Schmalspurbahnverkehr gemäss der Norm SN 505 261[5], multipliziert mit dem dynamischen Beiwert Φ und mit dem Klassifizierungsbeiwert α gemäss 1.3.2 sowie unter Berücksichtigung eventueller Zentrifugalkräfte, auf nicht mehr als zwei Gleisen angeordnet, zu erfolgen.

1.3.3.3 Bei Brücken für Höchstgeschwindigkeiten über 200 km/h sind in Absprache mit dem BAV dynamische Berechnungen durchzuführen.

1.3.4 Bestehende Brücken sollen sich in belastetem Zustand nicht stärker deformieren, als dies die Grenzwerte der Trassierungselemente (siehe AB-EBV zu Art. 17) zulassen. Die theoretisch ermittelte vertikale Verformung soll die gemäss dem UIC-Kodex 776-3[5] empfohlenen Grenzwerte für einen annehmbaren Komfort (Tabelle 3) nicht überschreiten. Bei Überschreitung der Grenzwerte ist die Verkehrssicherheit in Abstimmung mit dem BAV messtechnisch (vertikale Beschleunigung) nachzuweisen.

1.4 Interaktion Gleis - Tragwerk

1.4.1 Die Gleise auf den Brücken sind, soweit möglich, durchgehend lückenlos zu verschweissen. Die zusätzlichen Beanspruchungen des Gleises, die durch Bewegungen der Brückenüberbauten entstehen, dürfen keine Gefahr eines Schienenbruchs darstellen und keine Instabilität des Gleises bewirken. Hierzu ist fallweise ein Stabilitätsnachweis unter Berücksichtigung der jeweiligen Gleiskonstruktion und der aus den Brückenbewegungen stammenden Beanspruchungen erforderlich (vgl. AB-EBV zu Art. 31, Ziff. 2.2 und 5 für die Normalspur).

1.4.2 Falls die zusätzlichen Schienenspannungen oder die Differenz der Längenänderungen zwischen Brücke und Gleis infolge Temperaturdifferenzen bzw. Brems- und Anfahrkräften Beträge erreichen, die das Gleis im Bereich von beweglichen Brückenenden gemäss Stabilitätsnachweis nicht aufnehmen kann, ist in erster Linie das Tragwerkkonzept zu ändern, bevor Dilatationsvorrichtungen eingeplant werden.

1.4.3 Der verlangte Stabilitätsnachweis gelingt in der Regel, wenn die wirksamen Dehnungslängen DL die folgenden Werte nicht überschreiten:

- Beton- und Verbundbrücken DL = 90 m
- Stahlbrücken DL = 60 m

1.4.4 Diese Grenzwerte gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Schienen mit einer längenbezogenen Masse von 60 kg/m und einer Mindestzugfestigkeit von 900 N/mm^2
- Radius im Bereich der Widerlager grösser als 1500 m
- Schotteroberbau mit Betonschwellen und mindestens 30 cm verdichtetem Schotter unter den Schwellen

[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 26.1)

1.4.5 Weitere Anhaltspunkte zur Bestimmung der zulässigen Dehnungslänge können der SN EN 1991-2:2003[6] (Ziff. 6.5.4 und Anhang G) oder dem technischen Bericht CEN TR 17231:2018/Annex D[6] entnommen werden.

2 Konstruktion

2.1 Unterbau

2.1.1 Für die Fundation der Unterbauten sind grundsätzlich die Eigenschaften des Baugrundes abzuklären.

2.1.2 Die Hinterfüllung von Widerlagern und Stützmauern muss derart verdichtet werden, dass Setzungen des Gleises auf ein Minimum beschränkt bleiben.

2.2 Lagerkonstruktionen

2.2.1 Brückenlager sind so anzuordnen, dass sie ausgewechselt werden können. Die hierzu notwendigen Abstützpunkte für Pressen müssen festgelegt und bemessen werden. Die Tragsicherheit von Über- und Unterbauten ist für das Abheben der Überbauten von den Lagern nachzuweisen.

2.2.2 Brückenlager sind für grösstmögliche Exzentrizitäten auszulegen. Reserven sind vorzusehen, um mögliche Verformungen des Untergrundes aufnehmen zu können.

2.2.3 Bewegliche Brückenlager sind so anzuordnen, dass sich die Brücke bei den Widerlagern und Fugen nur in der räumlichen Richtung der Gleisachse bewegen kann. Die Gleisverwindung infolge schiefwinklig zur Gleisachse angeordneter Lagerachsen ist gemäss den AB-EBV zu Art. 26, AB 26.1, Ziff. 1.3.2 nachzuweisen.

2.2.4 Für Eisenbahnbrücken ist ein Lagerungsschemaplan zu erstellen, der alle zu beachtenden Angaben und Abmessungen sowie die Relativverschiebungen der Überbauenden enthält. In einfachen Fällen, wie zum Beispiel bei integralen Brücken, kann auf diesen Plan verzichtet werden.

2.3 Fahrbahn

2.3.1 Das Gleis ist in der Regel im durchgehenden Schotterbett zu verlegen. Der Schotter ist in einem Trog unterzubringen, dessen Oberkante mindestens auf Höhe der Schwellenoberkante (in Gleisachse gemessen) liegen muss. Zudem sind die Gleishebungsreserven zu beachten. Die Breite des Schottertroges richtet sich nach betrieblichen und unterhaltstechnischen Gegebenheiten.

2.3.2 Die minimale Schotterbettdicke auf Brücken beträgt bei Normal-, Meter- und Spezialspurbahnen 30 cm ab Unterkante Schwelle, gemessen unter der tiefer liegenden Schiene.

2.3.3 Das BAV kann in begründeten Einzelfällen bei bestehenden Anlagen im Zusammenhang mit Erhaltungsmassnahmen (Erneuerung, Anpassung, Umbau oder Erweiterung) Abweichungen von diesem Mindestwert gemäss Ziff. 2.3.2 genehmigen, wenn zum Beispiel die durch das Einhalten des Mindestwertes erforderlichen Anpassungen an bestehenden Anlagenteilen einen übergrossen Aufwand zur Folge hätten.

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 26.1)

2.3.4 Das BAV kann in begründeten Einzelfällen insbesondere bei bestehenden Anlagen im Zusammenhang mit Erhaltungsmassnahmen (Erneuerung, Anpassung, Umbau oder Erweiterung) dann schotterlose Fahrbahn-Systeme genehmigen, wenn die für das Schottergleis erforderlichen Anpassungen an bestehenden Anlagenteilen einen übergrossen Aufwand zur Folge hätten.

2.3.5 Die Anforderungen an solche Brücken mit schotterlosem Fahrbahn-System sind in der Regel höher als jene an Brücken mit Schotterbett und sind frühzeitig (bereits in der Entwurfsphase) unter Berücksichtigung der eingesetzten Bauart des Fahrbahn-Systems in Absprache mit dem BAV festzulegen.

2.3.6 Bei Längsgefällen von über 70 ‰ sind Massnahmen erforderlich, die das Abgleiten des Schotters verhindern.

2.3.7 Bei Anordnung von Dilatationsvorrichtungen ist in der Regel eine Schotterbetttrennung erforderlich. Die kontinuierliche Tragfähigkeit und Lagestabilität des Gleisoberbaues dürfen dabei nicht beeinträchtigt werden. In Gleisbögen sind Dilatationsvorrichtungen zu vermeiden. Solche Übergänge werden im Hinblick auf die Festlegung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit gemäss den AB-EBV zu Art. 17, AB 17, Ziff. 2.1.3, als Zwangspunkte behandelt.

2.3.8 Die Anordnung von Weichen im Einflussbereich von Brücken ist angesichts der dadurch zusätzlich resultierenden Beanspruchungen der Gleiskonstruktion zu vermeiden. Die Länge des über die Brücke hinausreichenden Einflussbereiches ist mit 40 % der Länge des Brückenüberbaus zwischen dessen Bewegungszentrum und Überbauende (Dehnungslänge) anzunehmen.
Das BAV kann in begründeten Einzelfällen die Anordnung von Weichen im Einflussbereich von Brücken genehmigen.

2.3.9 Aufgrund der geringen zusätzlichen Beanspruchungen der Gleiskonstruktion durch Betonbrücken mit Dehnungslängen bis 30 m, Stahlbrücken mit Dehnungslängen bis 20 m und integralen Brücken (Rahmenkonstruktionen und Mauerwerksbrücken ohne kontinuierliche Fahrbahnplatte) ist die Anordnung von Weichen im Einflussbereich solcher Brücken möglich.

2.3.10 Aluminothermische Schweissungen, geklebte Isolierstösse und verlaschte Stösse von Gleisen mit Vignol-Schienen sind nach Möglichkeit mehr als 10 m, mindestens aber 4 m von den Brückenenden entfernt anzuordnen.

2.4 Übergänge

2.4.1 Übergänge sind so auszubilden, dass zwischen Planie und Brückenüberbau ein möglichst kontinuierlicher Übergang der Bettung entsteht.

2.4.2 Brückenplatten sind in der Regel rechtwinklig zur Gleisachse auszubilden.

(AB 26.1)

2.4.3 Bei schiefwinkligen Brücken ist ein zur Gleisachse rechtwinkliger Abschluss mit einem setzungs-unempfindlichen Füllkörper (z. B. Füll-, Mager-, oder Sickerbeton) zwischen Widerlagerwand und Hinterfüllung auszubilden. Der Füllkörper muss sich von Oberkante Überbau bis zum gewachsenen Terrain bzw. bis zum Fundationshorizont erstrecken. Wo die Herstellung von setzungsunempfindlichen Füllkörpern nicht möglich ist, können ausnahmsweise Schleppplatten angeordnet werden.

2.4.4 Am Übergang von der Brücke zur offenen Strecke ist die seitliche Stabilisierung des Schotterbettes auf einer ausreichenden Länge nach der Brücke mittels steifer Stützkonstruktionen zu gewährleisten (vgl. AB-EBV zu Art. 25, AB 25, Ziff. 10). Flexible und damit nachgiebige Konstruktionen sind dafür nicht geeignet.

2.5 Abdichtung und Entwässerung

2.5.1 Tragkonstruktionen sind vor schädigenden Auswirkungen von eindringendem Wasser zu schützen. In der Regel ist auf Brückenüberbauten eine Abdichtung aufzubringen, die im Einzelfall auch den Einflüssen von aggressiven Substanzen wie z. B. salzhaltigem Wasser zu widerstehen vermag.

2.5.2 Die Abdichtung ist mit geeigneten Massnahmen vor mechanischer Beschädigung zu schützen.

2.5.3 Das Oberflächenwasser der Fahrbahn ist kontrolliert aus dem Gleisbereich abzuleiten. Bei neuen Brücken ist auf Fahrbahnplatten ein minimales Quergefälle von 2 % erforderlich und ein minimales Längsgefälle von 2 % anzustreben. Bei kurzen Brücken (Fliessweg kürzer als 5 m) kann auf ein Quergefälle verzichtet werden, sofern ein Längsgefälle von mindestens 2 % angeordnet wird. Bei bestehenden Brücken sind die Anforderungen sinngemäss umzusetzen, soweit dies verhältnismässig möglich ist.

2.5.4 Für den Abfluss des Wassers im Schottertrog sind kurze Abflusswege anzustreben, bzw. genügend Abläufe vorzusehen (je nach Gefälle, ein Ablauf für 100 bis 200 m^2).

2.5.5 Die Entwässerung der Hinterfüllung im Bereich der Widerlager ist sicherzustellen.

2.5.6 Sämtliche Entwässerungselemente sind kontrollierbar, spülbar und gut unterhaltbar auszubilden und müssen mit geringstmöglicher Beeinträchtigung des Eisenbahnbetriebes instandgehalten werden können.

2.6 Abschrankungen, Verschiedenes

2.6.1 Brücken sind beidseitig mit Abschrankungen zu versehen, welche soweit über den Brückenüberbau hinaus zu führen sind, bis keine Absturzgefahr mehr besteht. Bei Brücken, die über Verkehrswege führen, sind Schutzgitter anzubringen, welche das Herabfallen von Schotter, Werkzeugen oder ähnlichem wirksam verhindern.

AB 26.2

1 Grundsätze für den Entgleisungs- und Anprallschutz

1.1 Brücken sind grundsätzlich für entgleiste Fahrzeuge zu bemessen. Grösse und Anordnung der Entgleisungslasten sind der Norm SN 505 261[7] zu entnehmen. In den Fällen, wo dies nicht möglich oder unverhältnismässig erscheint, sind geeignete Massnahmen gegen das seitliche Versetzen entgleister Fahrzeuge zu treffen.

1.2 Fangschienen

1.2.1 Das Verlegen von Fangschienen kann bei bestehenden Brücken in Abhängigkeit von der vorhandenen Gefahrensituation (z. B. Kurvenradius) für geringe und mittlere Geschwindigkeiten zur Beschränkung der Auswirkungen einer allfälligen Entgleisung als geeignete Massnahme erachtet werden.

1.2.2 Die Anordnung von Fangschienen ist besonders bei allen Fachwerkbrücken, bei Stabbogenbrücken sowie allgemein bei allen Bauwerken, deren Tragkonstruktion über der Fahrbahn liegt und durch eine Entgleisung besonders betroffen wäre, angezeigt.

1.2.3 Bei höheren Geschwindigkeiten oder neuen Brücken ist das Tragwerk unabhängig von allfällig vorgesehenen Fangschienen für entgleiste Fahrzeuge zu bemessen.

1.3 Falls die Anordnung von Fangschienen in Betracht gezogen wird, ist deren Abstand zu den Fahrschienen so zu wählen, dass die allenfalls entgleisten Fahrzeuge nicht im Bereich der Einläufe der Fangschienen seitlich verschoben werden, da sonst zusätzliche Beschädigungen (z. B. Rad- oder Achsbruch) oder seitliche Querstellung des entgleisten Fahrzeuges entstehen könnten. In solchen Fällen sind besondere Untersuchungen hinsichtlich geeigneter Massnahmen zur Beschränkung der Folgeschäden einer Entgleisung durchzuführen.

1.4 Stahlbrücken mit offener Fahrbahn und mehr als 10 m Länge sind mit einem dichten Schwellenbelag (Tragschwellen mit dazwischenliegenden Füllschwellen) und Fangschienen zu versehen.

1.4.1 Füllschwellen sind mit mindestens vier tragfähigen Befestigungen mit den Fahr- oder den Fangschienen zu verbinden.

1.4.2 Bei hölzernen Füllschwellen kann auf die Befestigung an Fahr- oder Fangschienen verzichtet werden, sofern sie auf denselben Tragelementen wie die Tragschwellen auflagern und ihre Oberkante nicht mehr als 2 cm tiefer liegt als jene der Tragschwellen.

1.4.3 Die Fangschienen werden in der Regel auf jeder Tragschwelle befestigt.

[7] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 26.2)

1.5 Grundsätze für den Anprallschutz bei neuen Brücken

1.5.1 Bei Brücken mit über der Fahrbahn liegenden Teilen des Haupttragwerks (z. B. Fachwerk-, Stabbogen-, Trogbrücken) sind die entsprechenden Tragwerksteile durch massive seitliche Randborde vor direktem Anprall zu schützen.
Die Randborde sollen die Entfernung der Fahrzeuge von der Gleisachse und somit die Intensität des Anpralls gegen das Tragwerk minimieren sowie durch ihre massive Bauweise eine direkte Abtragung der Anprallkräfte in die Brückenplatte ermöglichen. Die Geometrie und der maximale Abstand der Randborde von der Gleisachse richten sich in der Regel nach der in Anhang Nr.1 der AB-EBV enthaltenen Tabelle 21. Die Anprallkräfte gegen die Randborde können unter Berücksichtigung der Festlegungen gemäss Art. 27 der AB-EBV aus der in Anhang Nr.1 der AB-EBV enthaltenen Tabelle 24 entnommen werden.

1.5.2 Haupttragelemente (z. B. von Fachwerk-, Stabbogen-, Trogbrücken), deren (lichter) Abstand zur Gleisachse den Mindestabstand gemäss dem Anhang Nr. 1 zu den AB-EBV zu Art. 27, Ziff. 6.2.2 unterschreiten, können trotz der Randborde durch seitlichen Anprall gefährdet sein, da das entgleiste Fahrzeug durch das Randbord zum Kippen gebracht werden kann (die Gefährdung ist u. a. von der Höhe der Haupttragelemente abhängig). Entsprechend gefährdete Haupttragelemente sind angemessen robust auszubilden und für die nach vorgängiger Absprache mit der Aufsichtsbehörde festgelegten Einwirkungen auf Anprall zu bemessen. Die Einwirkungen können durch das Vorhandensein eines massiven Randbordes reduziert sein.

1.5.3 Trogbrücken mit niedrigen Randträgern als Haupttragelemente, welche die Fahrbahnebene um höchstens 30 cm überragen, können ohne zusätzliche, massive Randborde ausgebildet werden. Die Obergurte der Randträger sind auf Anprall zu bemessen. Die auf OK Randträger anzusetzenden Anprallkräfte richten sich grundsätzlich nach den im Anhang Nr.1 zu den AB-EBV zu Art. 27, Tabelle 24, aufgeführten Angaben.

1.5.4 Anprall bildet zusammen mit dem Entgleisungslastmodell 1 gemäss der Norm SN 505 261[8] und mit den ständigen Lasten eine aussergewöhnliche Bemessungssituation.

1.5.5 Brückenrandborde wie Konsolköpfe, Randträger und funktional gleichwertige Bauteile, welche nicht als Haupttragelement ausgebildet werden und die Fahrbahnebene um höchstens 30 cm überragen, sind auf Anprall zu bemessen. Die Anprallkräfte, welche an der Oberkante der Randborde anzusetzen sind, sollen mindestens 50 % der nach den im Anhang Nr.1 zu den AB-EBV zu Art. 27, Tabelle 24, aufgeführten Werte betragen.

[8] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 26.2)

2 Verlegen von Fangschienen

2.1 Fangschienen können zwischen oder ausserhalb der Fahrschienen angeordnet werden. Bei mehrspurigen Brücken werden die Fangschienen wie folgt verlegt:

- bei offener Fahrbahn bei jeder Fahrschiene;
- bei Schotterbettung in der Regel nur bei den äussersten Gleisen und je nach Lage der Fangschiene am innen- bzw. aussenliegenden Schienenstrang.

2.2 Fangschienen dürfen keine zusätzlichen Längskräfte in die Fahrschienen übertragen.

2.3 Die an den Schienenköpfen gemessenen Abstände zwischen Fahr- und Fangschiene sollen 0,18 bis 0,22 m, bzw. im Bereich der Dilatationsvorrichtungen bis 0,43 m betragen. Die Oberkante der Fangschiene darf höchstens 30 mm unter der Oberkante der Fahrschiene liegen.

2.4 Fangschienen sollen mindestens 5 m über die Brückenenden hinausgeführt werden.

Bei Anordnung der Fangschienen zwischen den Fahrschienen sind die Fangschienen an ihren Enden bis zu ihrem Zusammenschluss und im Verhältnis 1:5 zur Gleisachse hin abzubiegen und so auszubilden, dass eventuell von den Fahrzeugen herunterhängende Kupplungsteile nicht hängen bleiben können (z. B. Ablenkkonstruktion vor den Fangschienenenden aus einem Holzkeil).

Bei Anordnung der Fangschienen ausserhalb der Fahrschienen sind die Fangschienen bis zum Schwellenkopf und im Verhältnis 1:5 von der Gleisachse weg abzubiegen.

2.5 Werden die Fahrschienen direkt auf einer Beton- oder Stahlfahrbahn befestigt, so sind anstelle von allenfalls erforderlichen Fangschienen robuste Führungselemente (z. B. Winkeleisen) einzubauen.

2.6 Die Bestimmungen der Ziffern 2.1 bis 2.4 sind sinngemäss anzuwenden.

AB 27.1

1 Neue Bauten

1.1 Bei neuen Bauten sind angemessene Sicherheitsabstände zwischen Gleis und tragenden Bauteilen anzuordnen. Die Sicherheitsabstände sind unter Berücksichtigung der Linienführung, der Fahrgeschwindigkeit, der Lage von Weichen und Gleisdurchschneidungen, der Bauwerksart und –nutzung sowie der baulichen Schutzmassnahmen zwischen Gleis und Bauwerk festzulegen.

1.2 Tragende Bauteile im Nahbereich der Eisenbahn haben einen angemessenen Tragwiderstand gegen Anprall von Schienenfahrzeugen aufzuweisen.

1.3 Angaben zu Sicherheitsabständen, Schutzmassnahmen und den zu berücksichtigenden Anprallkräfte enthält der Anhang Nr. 1 zu den AB-EBV.

AB 27.2 und AB 27.3

1 Bestehende Bauten

1.1 Bei der Instandsetzung, Erweiterung, Veränderung oder Umnutzung von bestehenden Bauten, der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit der Eisenbahn um mehr als 20 km/h oder bei einer Reduktion der Gleis- und Weichenabstände zu einer Baute, sind verhältnismässige Schutzmassnahmen gegen Anprall von Schienenfahrzeugen zu bestimmen, sofern die Anforderungen für neue Bauten nicht erfüllt sind.

1.2 Die Bestimmung verhältnismässiger Schutzmassnahmen hat grundsätzlich mit einer Risikoanalyse nach UIC-Kodex 777-2 «Überbauung von Bahnanlagen – Bautechnische Massnahmen im Gleisbereich»[1] zu erfolgen. Für die Risikoermittlung sind die in Anhang Nr. 1 zu den AB-EBV erwähnten Hinweise zu beachten.

1.3 Bei Strassenbrücken über ein- oder mehrgleisige Eisenbahnstrecken darf die Bestimmung verhältnismässiger Schutzmassnahmen mit dem BAV- / SBB-Leitfaden zur Beurteilung von Anprallrisiken bei neuen und bestehenden Bauten erfolgen.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 27.4

1 Schutzeinrichtungen gegen abkommende Strassenfahrzeuge und Ladungen sind gemäss den Bestimmungen der SN 640 560[2] und VSS-Norm 40 561[2] bzw. gemäss der VSS-Norm 71 253[2] anzubringen.

2 Auf Strassenbrücken über Gleisanlagen sind die erforderlichen Schutzmassnahmen risikoorientiert festzulegen. Die Notwendigkeit von Fahrzeugrückhaltesystemen sowie die minimal erforderliche Aufhaltestufe sind mit dem BAV-Leitfaden «Passive Schutzmassnahmen auf Strassenbrücken über Gleisanlagen»[2] zu bestimmen.

3 Bei Parkplätzen und ähnlichen Verkehrsflächen, die an Gleise mit Zugfahrten angrenzen, sind Schutzeinrichtungen oder andere wirksame Hindernisse anzuordnen.

AB 27.5

1 Für Bau und Betrieb von Rohrleitungsanlagen im Nahbereich einer Eisenbahn (Abstand $\leq$ 20 m) sind besondere Sicherheitsmassnahmen und vertikale Sicherheitsabstände zu beachten.

1.1 Bei Rohrleitungsanlagen der Versorgungsbereiche Telekommunikation, Elektrizität, Brenn- oder Treibstoffe (flüssig oder gasförmig), Wasser, Fernwärme und Abwasser sind die Sicherheitsmassnahmen und -abstände der VSS-Norm 71 260[2] zu erfüllen.

1.2 Bei Rohrleitungsanlagen der Versorgungsbereiche Brenn- oder Treibstoffe (flüssig oder gasförmig) ist darüber hinaus die Verordnung vom 4. April 2007[3] über Sicherheitsvorschriften für Rohrleitungsanlagen (RLSV) einzuhalten.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[3] SR **746.12**

AB 28.1

1 Konstruktive Voraussetzungen

1.1 Allgemeines
Im Sinne der Art. 12 und 13 wird Folgendes vorausgesetzt:

1.1.1 Die Geometrie des Hohlraums muss jederzeit den betrieblichen Anforderungen entsprechen.

1.1.2 Tunnel und Galerien sind in der Regel mit Hektometertafeln zu versehen. Die Lage von Gleisen und Weichen ist durch dauerhafte Versicherungspunkte festzuhalten.

1.1.3 Entlang der Tunnelwand ist ein Weg mit einer ebenen, hindernisfreien Oberfläche zu erstellen, dabei sind die Anforderungen gemäss AB-EBV zu Art. 28, AB 28.1, Ziff. 2 zu berücksichtigen.

1.2 Querschnittgestaltung
Die Festlegung des Ausbruchquerschnitts der Tunnel ist abhängig von:

- dem Lichtraumprofil mit Sicherheitsräumen,
- allfälligen zusätzlichen Räumen,
- dem Raum für Signale,
- dem Raum für die Fahrleitungsanlage, soweit im Lichtraumprofil nicht berücksichtigt,
- dem Raum für Telekommunikationsanlagen,
- den Raum für Entwässerungseinrichtungen und Kabeltrassen mit zugehörigen Schächten,
- allfälligen Räumen für Vorkehrungen des Schall- und Erschütterungsschutzes,
- dem bautechnischen Nutzraum für allfällige, während der Nutzungsdauer notwendig werdende technische Massnahmen,
- den aufgrund des Bauverfahrens zu erwartenden Bautoleranzen,
- dem Raum für den Gleisunterbau,
- der Stärke des Tunnelausbaus,
- dem Verhalten des Gebirges nach dem Ausbruch und während der Nutzung des Tunnels (bspw. Quellfähigkeit)
- den Anforderungen der Rettung (siehe AB-EBV zu Art. 28, AB 28.1, Ziff. 2).

(AB 28.1)

1.3 Abdichtung und Entwässerung

1.3.1 Abdichtung
Tunnel und Galerien sind soweit abzudichten, dass schädigende Einwirkungen wie Frost und chemisch belastetes Wasser (z. B. Salz) auf das Bauwerk vermieden und die bahntechnischen Einrichtungen sowie der Bahnbetrieb weder durch Tropf- und Spritzwasser noch durch Eisbildung beeinträchtigt werden.

1.3.2 Entwässerung
Entwässerungseinrichtungen sind derart anzulegen, dass das gesamte in der Kalotte, auf den Paramenten sowie in der Sohle auftretende Wasser aufgenommen und sicher abgeleitet werden kann. Sie sind in dichter Bauweise und möglichst gut zugänglich auszuführen und müssen mit einfachen Mitteln und mit geringstmöglicher Beeinträchtigung des Eisenbahnbetriebes instand gehalten werden können. Eintretendes Wasser ist zu fassen und auf direktem Weg in die Entwässerungseinrichtungen zu leiten. Sekundäre Wasserableitungen, die nicht instand gehalten werden können, sind ersetzbar anzulegen.

1.4 Belüftung
Tunnel sowie unterirdische Haltestellen und Bahnhöfe müssen während des Bahnbetriebs und der Dauer von Instandhaltungsarbeiten genügend mit Frischluft versorgt sein.

1.5 Überwachung und Kontrollen
Bei den periodischen Kontrollen von Tunneln ist auch der Zustand des obliegenden Geländes einzubeziehen, soweit durch dessen Veränderungen schädigende Einwirkungen auf den Tunnel auftreten können.

2 Rettung von Personen

2.1 Grundsätze
Als Personen gelten Reisende sowie Betriebs-, Unterhalts- und Baustellenpersonal.

Im Ereignisfall müssen alle Personen eine faire Chance haben, den Tunnel, die Galerie oder die unterirdische Haltestelle verlassen zu können oder aus diesen evakuiert zu werden, ohne dabei erheblichen Schaden zu erleiden.

Zu diesem Zweck sind alle für die Selbst- und Fremdrettung notwendigen Voraussetzungen gemäss TSI SRT, den entsprechenden NNTV sowie der BAV Richtlinie betreffend Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel[1] zu schaffen.

Das Zusammenwirken der für Selbst- und Fremdrettung notwendigen Massnahmen ist im Rahmen eines Alarm- und Rettungskonzeptes zu überprüfen. Auf dieser Grundlage ist der Nachweis der fairen Chance zu führen.

Die Ergebnisse des Alarm- und Rettungskonzeptes sind in der Analyse der Eisenbahngesamtrisiken zu berücksichtigen.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 28.2

1 Schutznischen für das Personal

1.1 Schutznischen oder andere Schutzbauwerke für das Personal sind in regelmässigen Abständen von höchstens 50 m anzubringen. Der Abstand der ersten Nische ab Tunnelportal darf höchstens 25 m betragen.

1.2 In zwei- und mehrgleisigen Tunneln und Galerien sind die Nischen beidseitig anzuordnen, in eingleisigen Tunneln und Galerien mindestens einseitig, auf der Seite des Dienstweges. Beidseitig angeordnete Nischen müssen einander gegenüberliegen.

1.3 Die Nischen sind gut sichtbar zu kennzeichnen (z. B. mit reflektierenden Tafeln). Sie müssen vom Weg (vgl. Ziffer 1.1.3) aus in der Regel aus halber Nischendistanz erkennbar sein.

1.4 Die Abmessungen der Nischen betragen

im Normalfall: Höhe 2,2 m;
Nutzfläche mindestens 3,0 m^2
Tiefe mindestens 1,5 m.

im Sonderfall: Höhe: 2,2 m;
Nutzfläche mindestens 2,2 m^2
Tiefe mindestens 0,8 m.

Der Sonderfall darf nur angewendet werden, wenn spezielle Verhältnisse vorliegen, wie z. B. ungünstige geologische Bedingungen oder Tübbingbauweise mit in den Tunnelraum einragenden Nischen.

Bei Nischen mit geneigter oder gewölbter Wand ist die Nutzfläche auf 1,5 m Höhe über dem Nischenboden zu messen. Der für den Personenschutz vorgesehene Raum muss frei von Einbauten und Anlagen sein

1.4.1 Bei einer nutzbaren Nischentiefe von weniger als 1,5 m ist die Nische gleisseitig mit einer Wand mit einer Eintrittsöffnung von max. 0,8 m Breite abzuschirmen. Bei Fahrgeschwindigkeiten $V \leq 80$ km/h kann auf die abschirmende Wand verzichtet werden.

1.5 Für in den Tunnelraum einragende Schutznischen (Kastennischen) ist der Nachweis einer genügenden Schutzwirkung zu erbringen (Schutz gegen Anprall von Teilen, welche von Zügen wegfallen können).

1.6 Die Sohle der Nische liegt in der Regel auf gleicher Höhe wie der Weg im Tunnel. Sie darf max. eine Tritthöhe darüber liegen.

(AB 28.2)

1.7 Für bestehende Tunnel, die diesen Anforderungen nicht entsprechen, sind besondere Massnahmen vorzusehen, soweit es die Sicherheit des im Tunnel beschäftigten Personals erfordert (technische, betriebliche und organisatorische Massnahmen einzeln oder in Kombination).

1.8 Auf Nischen darf nur dann verzichtet werden, wenn nachweislich

- zwischen Gleis und Tunnelwand ein genügender Sicherheitsraum vorhanden ist,
- die Sicherheit des Personals mit technischen, betrieblichen und organisatorischen Massnahmen gewährleistet werden kann und
- die für Kontrollen und Kleinunterhalt erforderlichen betrieblichen Einschränkungen im Tunnel ohne Nischen, im Vergleich mit dem Tunnel mit Nischen, die vorgesehene Verfügbarkeit der Strecke nicht massgeblich reduzieren.

1.9 Bei Tunneln ohne Nischen sowie bei Tunneln mit von den Vorschriften abweichenden Nischenabständen ist sicherzustellen, dass das im Tunnel beschäftigte Personal über diese Abweichungen (Grösse, Abstand, Vorhandensein der Schutznischen, usw) Kenntnis hat. Bei jedem Tunnelzugang ist ein Schild mit den Information zu den Abweichungen von den Vorschriften betreffend Schutznischen anzubringen.

AB 29

1 Als Schutzmassnahmen gegen elektrische Einflüsse gelten:

1.1 Erdung von Anlagen und Einrichtungen auf Bahnbetriebsgebiet, insbesondere im Bereich spannungsführender Fahrleitungsteile, gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d.

1.2 Isolation (Streustromschutz) von mit der Rückleitung verbundenen Metallteilen in Anlagen von Gleichstrombahnen, gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d, Ziff. 3.

1.3 Einrichtungen bei Bauten an, über und neben der Bahn, die dazu dienen, dass spannungsführende Teile der Bahnstromleitungen für Personen gemäss der in Ziff. 1.1 erwähnten Verordnung als unberührbar gelten.

2 Armierungen von Bauwerken auf Bahnbetriebsgebiet sind derart zu gestalten, dass metallische Kontaktstellen mit dem Gleis jederzeit kontrollierbar sind und dass, insbesondere bei Gebäuden, jederzeit eine elektrische Verbindung mit dem Gleis hergestellt werden kann.

3 Grundsätzlich dürfen bei ermüdungsbeanspruchten Bauwerken (Eisenbahnbrücken usw.) keine Heftschweissungen an der tragenden Bewehrung ausgeführt werden.

N O R M A L S P U R

AB 31

1 Allgemeines (gilt sinngemäss auch für AB-EBV zu Art. 32)

1.1 Hinsichtlich der Wahl und der Verlegung des Oberbaumaterials sind die entsprechenden Vorgaben der AB-EBV zu Art. 16, 17, 26 und 32 mit zu berücksichtigen.

1.2 Bei Erlass oder Änderung der entsprechenden bahneigenen Reglemente bzw. Normalien und Pflichtenhefte mit konzeptionellem Charakter sind diese dem Bundesamt für Verkehr (BAV) vorzulegen. Soweit es sicherheitsrelevante Bereiche betrifft, die in den vorliegenden AB-EBV geregelt werden, sind diese durch das BAV zu genehmigen.

1.3 Bei Einführung von neuen oberbautechnischen Parametern, Elementen, Komponenten oder Verfahren stützt sich das technische Vorgehen auf folgende Stufen:

1.3.1 Stufe Entwicklung
Nachweise aus Berechnungen, Laborversuchen und/oder Messungen im Gleis.

1.3.2 Stufe Betriebserprobung
Werden für die Beurteilung der Sicherheit und der Gebrauchstauglichkeit weitere Anhaltspunkte hinsichtlich des Verhaltens (z. B. Ermüdung oder Verschleiss) benötigt, ist eine im erforderlichen Ausmass und für eine aussagekräftige Dauer angelegte Betriebserprobung durchzuführen.

Über die Notwendigkeit einer Betriebserprobung von sicherheitsrelevanten Parametern, Elementen, Komponenten oder Verfahren entscheidet das BAV.

Die Betriebserprobung kann nur mit Einverständnis der betreffenden Bahnunternehmung resp. Infrastrukturbetreiberin durchgeführt werden.

1.3.3 Stufe Anwenderfreigabe
Sind die sicherheitsrelevanten Nachweise und die Gebrauchstauglichkeit anhand der oben erwähnten Stufen ausreichend, werden die oberbautechnischen Parameter, Elemente, Komponenten oder Verfahren in Reglemente, Normalien und Pflichtenhefte aufgenommen und vom BAV gemäss Ziff. 1.2 genehmigt (bei Bauelementen/Komponenten siehe Typenzulassung gemäss EBV Art. 7 und EBG Art. 18x).

1.4 Die Fahrbahn und ihre Komponenten müssen für den sicheren Betrieb tauglich, wartungs- und kontrollgerecht konstruiert sowie dauerhaft erkennbar angeschrieben sein.

2 Belastungsannahmen für die Dimensionierung des Oberbaus

Der Oberbau von Zuggleisen mit Gemischtverkehr ist auf folgende Einwirkungen zu dimensionieren:

N O R M A L S P U R

(AB 31)

2.1 Maximale fahrzeugbedingte Einwirkungen (siehe auch Art. 47 Abs. 1 EBV und AB-EBV zu Art. 47, AB 47.1)

Vertikal:

– Achslast statisch	UIC-Kodex 700[1]:	20,0 t für Streckenklasse C 22,5 t für Streckenklasse D
– Radkraft quasistatisch	$Q_{qst\ max}$ = 145 kN	(UIC-Kodex 518[1])
– Radkraft dynamisch	$Q_{qst\ dyn}$ = 200 kN	(UIC-Kodex 518[1])
– Spitzenwerte bei Unregelmässigkeiten am Rad oder auf der Schiene, (Schlagbeanspruchung)	Q_{max} bis 350 kN	(ERRI D 170[1])

Horizontal:

Gleisverschiebekraft der Radsätze $(\Sigma Y)_{max\,2m} = \alpha \left(10 + \frac{P}{3}\right)$ [kN]

P = statische Radsatzkraft
α = 0,85 Regelwert für die generelle Anwendung
α = 1,0 Ausnahmewert, je nach Gleiskonstruktion sind besondere Abklärungen erforderlich

Im Bereich der Herzstückpartien von Weichen (ca. Länge der Radlenker) kann infolge der höheren Rahmensteifigkeit der Weichenkonstruktion eine Gleisverschiebekraft von maximal $\Sigma Y_{max\ 2m}$ = 25 + P/3 (Spitzenwert) angenommen werden.

Führungskraft am Rad horizontal

quasistatisch $(Y_{qst})_{max}$	Grenzwert im Normalfall	60 kN (1)
	maximaler Grenzwert	70 kN
maximal (Spitzen) Y_{max}		120 – 140 kN (z. B. Radlenker)

Bei Radien R < 250 m sind fallweise besondere Untersuchungen erforderlich.

(1) Bei Radien 250 m ≤ R < 400 m beträgt der Grenzwert im Normalfall radienabhängig 60 kN – 67,5 kN (siehe Art. 51 EBV).

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

Längskräfte infolge Bremsen/Anfahren:

Vorbehältlich weiterer Erkenntnisse ist bei konventionellen Bremssystemen mit maximalen Zusatzkräften in der Grössenordnung von 100 kN/Schiene zu rechnen (ca. 6 °C). Die gegenseitige Beeinflussung einzelner Achsen ist dabei bis zu einem Abstand von ca. 20 m einzubeziehen.

Beim Einsatz von besonderen Bremssystemen – z. B. Wirbelstrombremsen – sind die zu berücksichtigenden Höchstkräfte aus der Annahme einer maximalen Verzögerung der Züge von 2,5 m/s^2 bei voller Achslast abzuleiten. Die daraus entstehende Erwärmung der Schienen ist in der Stabilitätsrechnung des Gleises (siehe Ziff. 5) mit zu berücksichtigen.

2.2 Längskräfte in den Schienen infolge Interaktion Brücke – Gleis

Die Zusatzspannungen in Längsrichtung der Schienen aus der Interaktion Brücke – Gleis setzen sich insbesondere aus folgenden Einflüssen zusammen:

- Längsdehnung der Brücke;
- Widerlagerverdrehung der Tragkonstruktion infolge Last;
- Längsverschiebung der Tragkonstruktion infolge Bremsen.

Infolge der kumulierten Auswirkungen der Interaktion Brücke-Gleis dürfen diese Zusatzspannungen in den durchgehenden Schienen ohne Dilatationsvorrichtung höchstens folgende Werte erreichen:

- zusätzliche Druckspannung max. 72 N/mm^2 (ca. 30 °C)
- zusätzliche Zugspannung max. 92 N/mm^2 (ca. 38 °C)

Der Berechnung der Schienenspannungen ist ein Längsverschiebewiderstand des Gleisrostes von 20 kN/m (plastisch) ab einer Verschiebung von 2 mm zugrunde zu legen.

Diese Grenzwerte gelten unter folgenden Voraussetzungen:

- Schienen mit einer längenbezogenen Masse von 60 kg/m und einer Mindestzugfestigkeit von 900 N/mm^2
- Radius im Bereich der Widerlager grösser als 1 500 m
- Schotteroberbau mit Betonschwellen und mindestens 30 cm verdichtetem Schotter unter den Schwellen

Für schotterlose Fahrbahn-Systeme können diese Grenzwerte in Absprache mit dem BAV auf höchstens 140 N/mm^2 erhöht werden, wobei der Berechnung der Schienenspannungen ein Längsverschiebewiderstand des Gleisrostes von 40 kN/m (plastisch) ab einer Verschiebung von 0.5 mm zugrunde zu legen ist.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

2.3 Temperaturbedingte Längskräfte

Im Regelfall sind bei der Konzeption des Gleises Längskräfte zu berücksichtigen, die je nach Schienenprofil und Verlegeart einer Temperaturschwankung von ± 40 °C um die mittlere Neutralisationstemperatur (in der Regel 25 °C) entsprechen.

Weichen die örtlichen Verhältnisse eines Netzes resp. von Netzteilen von diesen Werten ab, ist das zu berücksichtigende Temperatur/Kräfte-Regime mittels aussagekräftiger Messungen zu erfassen und der Vorschlag für die anzuwendende Neutralisationstemperatur sowie die zu berücksichtigende Temperaturschwankung dem BAV zur Genehmigung vorzulegen.

Im Innern von Tunneln darf ab ca. 100 m Abstand von den Portalen auf das neutralisieren verzichtet werden, wenn die Schienentemperatur im Zeitpunkt der Verspannung der Schienenbefestigung über +10 °C liegt.

3 Deformationsverhalten

Die Tragkonstruktion Gleis muss ein Deformationsverhalten aufweisen, das folgenden Anforderungen entspricht:

- eine effiziente Lastverteilung zwischen der Schienenlauffläche und dem Untergrund;
- ausreichende Dämpfung der dynamischen Kräfte;
- die dynamischen Bewegungen dürfen zu keinen übermässigen, bleibenden Deformationen oder zu einer unzulässigen Materialermüdung führen;
- die Schienenlauffläche und die Schienenfahrkante müssen die Radsätze der Fahrzeuge sicher tragen und führen können;
- beim Schottergleis dürfen die relativen, dynamischen Bewegungen des Gleisrostes im Schotterbett zu keiner Destabilisierung (Abnahme/Verlust des Querverschiebewiderstandes und der Gleislagestabilität) des Schotterbettes und der Schotterflanken führen;
- die elastischen Elemente des Oberbaus aus Kunststoff sind so auszulegen, dass die gewünschte Wirkung bei allen im Gleis auftretenden Temperaturbereichen erreicht wird;
- in Abschnitten mit aus Erfahrung oder Messungen bekannten sog. weichen Böden im Untergrund sind besondere Abklärungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Funktionalität und der Lagestabilität des Gleises erforderlich.
- Im Allgemeinen ist eine Deflexion von ca. 1 mm unter einer Achslast von 20 t anzustreben.
- Bei Weichen ist insbesondere im Bereich der Zungenvorrichtungen auf ein möglichst gleichmässiges Deformationsverhalten zu achten.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

4 Tragfähigkeitsnachweis, Dimensionierung

4.1 Der Gleisoberbau muss eine ausreichende Widerstandsfähigkeit und Lagestabilität aufweisen, um die in allen Betriebszuständen auftretenden Kräfte/Belastungen (siehe Ziff. 2) zwischen Fahrzeug und Gleis und die in die Schiene eingeleiteten Längskräfte sicher aufnehmen zu können.

4.2 Ein Tragfähigkeitsnachweis (siehe auch Art. 47 der EBV) ist in folgenden Fällen erforderlich:

- bei der Einführung von neuen Fahrzeugen mit einer nicht der Streckenklasse gemäss UIC-Kodex 700[2] entsprechenden Achslast;
- bei der Einführung von neuen oder geänderten Bauarten des Gleises;
- bei Überschreitungen der Lastgrenzen gemäss Ziff. 2.

4.3 Die Nachweise sind im Normalfall in kontinuierlichen Verhältnissen nach der Berechnungsmethode «Zimmermann», d.h. nach dem Modell der Umwandlung des Querschwellengleises in einen idealisierten, unendlich langen Balken auf elastischer Unterlage («Langschwelle»), zu erbringen. Dabei wird die Nachgiebigkeit des Gleises (Unter- und Oberbau inkl. aller elastischen Elemente) durch den Bettungsmodul C [N/mm^3] beschrieben.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

Die Berechnung beruht auf folgenden Formeln und Parametern:

- Grundwert des Langschwellen-Oberbaus: $L = \sqrt[4]{\frac{4EI}{bC}}$
- Deflexion der Schiene: $y = \frac{Q}{2bCL}$
- Biegemoment: $M = \frac{QL}{4}$
- Stützpunktkraft: $S = bCay$
- Breite der Langschwelle: $b = \frac{(l-s)b_s}{a}$

E	=	Elastizitätsmodul der Schiene	[N/mm^2]
I	=	Trägheitsmoment der Schiene	[mm^4]
C	=	Bettungsmodul	[N/mm^3]
Q	=	Radkraft	[N]
b_s	=	Breite der Schwelle[3]	
a	=	Schwellenabstand	[mm]
s	=	Stützweite, Abstand der Schienenkopfmitten	[mm]
l	=	Schwellenlänge ($l \leq 2s$)	[mm]

Als Lastannahmen für Q fliessen in die Berechnung entweder:

- die statistischen Auswertungen der im Gleis gemessenen Kräfte mit Hilfe der Normalverteilung

oder

- die Annahmen der zulässigen, dynamischen Werte der Rad-Kräfte gemäss Ziff. 2.

4.4 Die für die Betriebsbelastungen aus der Dauerfestigkeit der Schiene verfügbaren Biegezugspannungen in der Schienenfussmitte betragen bei der Schienenstahlgüte R 260 für die Schienenprofile 54E2, 54E6, 60E1 und 60E2 unter Berücksichtigung der Unterspannung infolge des lückenlosen Verschweissens im Allgemeinen $\sigma_{Dzul\ max}$ = 200 N/mm^2.

4.5 Der nachzuweisende Sicherheitsfaktor beträgt:

- in Zuggleisen s ≥ 1.5
- in Rangier- und Anschlussgleise s ≥ 1.2

[3] Für nicht rechteckförmige Schwellen ist *b* in Absprache mit dem BAV festzulegen.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

5 Stabilität von lückenlosen Gleisen und von Weichen

5.1 Grundsätze

Die Konstruktion des Gleisrostes muss entsprechend der Gleisgeometrie, der Belastung (Achslast) und mit Rücksicht auf den Gleislagezustand ausreichend widerstandsfähig sein, um die unter Ziff. 2 angegebenen Kräfte und Lasten ohne entgleisungsrelevante Gleisdeformationen (Verdrückung, Verwerfung, Hebung) aufnehmen zu können.

Das lückenlose Gleis ist eine sicherheitsrelevante und anspruchsvolle Gleiskonstruktion und muss deshalb durch fachlich gezielt ausgebildetes Personal verlegt, in Stand gehalten und entsprechend überwacht werden können.

Das lückenlos verschweisste Gleis darf im Regelfall nur in Abschnitten mit lagemässig stabilem, tragfähigem Untergrund eingesetzt werden. Bei hiervon abweichenden Verhältnissen sind besondere Untersuchungen und Massnahmen hinsichtlich Gewährleistung der Gleislagestabilität erforderlich.

5.2 Stabilitätsnachweis

5.2.1 Der Stabilitätsnachweis für das lückenlose Gleis hat gemäss UIC-Kodex 720[4] zu erfolgen, wobei die folgenden Parameter einzubeziehen sind:

- Schienen (Querschnittsfläche, Trägheitsmoment, thermischer Ausdehnungskoeffizient);
- Querverschiebewiderstand des Gleisrostes;
- Längsverschiebewiderstand der Schienen resp. des Gleisrostes;
- Verdrehwiderstand der Schienenbefestigung;
- Abmessungen der Schotterbettflanken und Verdichtungszustand;
- Vertikale Steifigkeit des Untergrundes;
- Krümmung des Gleises;
- Maximaler lokaler Gleislagefehler und dessen Länge;
- Auftreten von singulären Punkten wie Weichen, Brücken, Festpunkten;
- Auf das Gleis im belasteten Zustand wirkende Kräfte gemäss Ziff. 2;
- Schwankungen der Schienentemperaturen durch das ganze Jahr, in der Regel ± 40 °C gegenüber der Neutralisationstemperatur;
- Neutralisationstemperatur und deren Schwankungen in der Regel 25 °C (siehe auch Ziff. 2.3).

5.2.2 Für Zuggleise ist für alle auftretenden Belastungszustände eine ausreichend widerstandsfähige Verankerung des Gleisrostes im Schotterbett zu gewährleisten, so dass in der Regel keine seitliche temperaturabhängige Bogenatmung im unbelasteten Zustand auftritt. Kann dies nicht erreicht werden, ist das Gleis mit verlaschten Schienen zu verlegen.

[4] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

5.2.3 Das lückenlose Gleis gilt als stabil, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

$T_{max} = T_N + \Delta T_t + \Delta T_v < \Delta T_{zul} + T_N$

T_{max} = örtlich massgebende Höchsttemperatur

T_N = Neutraltemperatur

ΔT_t = zu berücksichtigende Schwankung der Schienentemperatur (im Regelfall 40 °C, siehe Ziff. 2.3)

ΔT_v = sonstige zu berücksichtigende Einflüsse (Bremskräfte, Einflussbereich von Brücken), umgerechnet auf °C

ΔT_{zul} = zulässiger Temperaturanstieg gemäss Simulationsberechnung, siehe Ziff. 5.3 und 5.4

$T_{b\,max}$ = höchste, labile Verwerfungstemperatur über T_N (*), bei deren Erreichung sich das Gleis ohne äussere Einwirkung verwirft/deformiert

$T_{b\,min}$ = stabile Verwerfungstemperatur über T_N (*)

(*) oder der dem Temperaturanstieg entsprechende Kräftezustand

5.3 Simulationsberechnungen

Die Berechnungen und Nachweise erfolgen mittels Berechnungsmethoden, mit denen sowohl die labile ($T_{b\,max}$) wie auch die stabile ($T_{b\,min}$) Verwerfungs-Temperatur erfasst werden können, d.h. mit Einbezug der abklingenden Phase der Verwerfung.

Zurzeit gelten als Standard die vom U.S. Department of Transportation (Volpe National Transportation Systems Center) entwickelten Simulationsprogramme CWR-SAFE resp. CWR-BUCKLE (siehe Frage ERRI D 202, insbesondere Berichte 4, 10, und 12)[5].

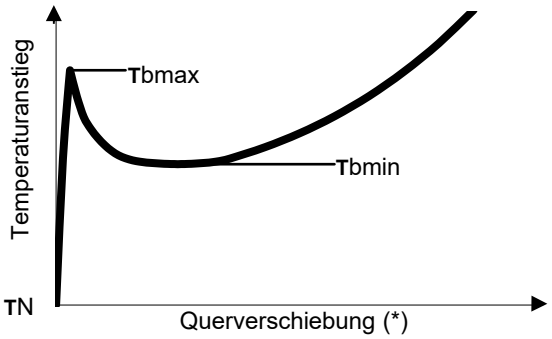
[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

5.4 Sicherheitskonzept

Das Gleisverhalten bei Überschreitung der Stabilitätsgrenze ist anhand der Gleichgewichtskurven zu beurteilen. Massgebliche Beurteilungsgösse ist $\delta T = T_{b,max} - T_{b,min}$.

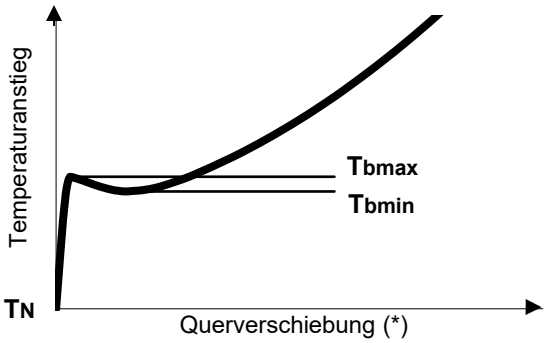


Fall 1

Wenn $\delta T \geq 20$ °C

dann gilt $\Delta T_{zul} = T_{b,min} + 0.25\ \delta T$

Widerstandsfähige Konstruktionen im gut stabilisierten Schotterbett



Fall 2

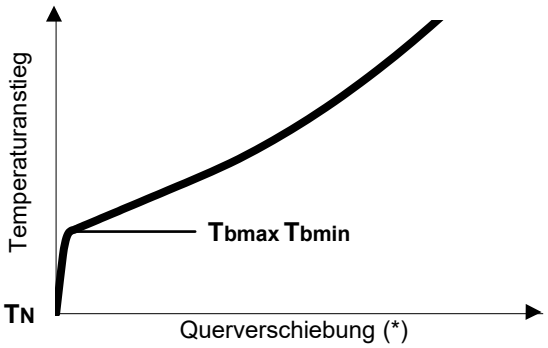
Wenn 5 °C ≤ δT < 20 °C

dann gilt $\Delta T_{zul} = T_{b,min}$

Wenn 0 °C ≤ δT < 5 °C

dann gilt $\Delta T_{zul} = T_{b,min} - 5$ °C

Stabiles Gleis ohne Reserven



Fall 3

«Progressive Verwerfung resp. seitliche Atmung»:

- in der Regel nur in Rangiergleisen zulässig
- verstärkte Überwachung insbesondere (aber nicht nur) der Querverschiebungen erforderlich.

(*) Verlauf der Querverschiebung bei Überschreitung der Stabilitätsgrenze

N O R M A L S P U R

(AB 31)

6 Schiene, Schweissverfahren

Die eingesetzten Schienenprofile und Stahlgüten sind auf die Belastung und die örtlichen Verhältnisse der Strecke abzustimmen. Im Normalspurbereich sind die international standardisierten Schienenprofile einzusetzen, d.h. 60E1, 60E2, 54E2, 54E6 oder bei schwachen Belastungen in Einzelfällen sowie bei Radien < 250 m (siehe nachstehende Bemerkung für Strecken für den Verkehr mit der Zugreihe D) 46E1.

Im Bereich von zwei verschiedenen Schienenprofilen sind die thermischen Normalspannungen nicht im Gleichgewicht. Daher sind Wechsel des Schienenprofils in Bögen mit kleinen Radien zu vermeiden und möglichst in geraden Abschnitten anzuordnen.

In Zuggleisen ist bei der Wahl des Schienenprofils zusätzlich Folgendes zu beachten:

- Bei Fahrgeschwindigkeiten über 160 km/h ist ausschliesslich das Schienenprofil 60E1 oder 60E2 ohne Isolierstösse einzusetzen.
- Auf Strecken für Verkehr der Zugreihe N (Neigezüge) ist, sofern die Geschwindigkeit der Zugreihe N grösser ist als die zulässige Geschwindigkeit der Zugreihe R (und somit $üf_N > üf_{R\,max}$), mindestens das Schienenprofil 54E2 oder 54E6 einzusetzen (siehe auch AB-EBV zu Art. 17, AB 17, Normalspur, Ziff. 8.4.1.1).
- Auf Strecken für Verkehr der Zugreihe D (Streckenklasse D, siehe Ziff. 2.1) ist mindestens das Schienenprofil 54E2 oder 54E6 einzusetzen. Bestehende Anlagen sind bei der nächsten Erneuerung oder bei Nutzungsänderungen entsprechend umzubauen.
  Falls das Schienenprofil 46E1 in Kreisbögen mit Radien R < 250 m weiter verwendet werden soll, ist nachzuweisen (z. B. auf Grund der gefahrenen Geschwindigkeit oder der Anzahl entsprechender Lastwechsel), dass die effektiv vorhandene Fahrbahnbeanspruchung für dieses Schienenprofil zulässig ist.
- In Kreisbögen mit Radien 250 m ≤ R < 400 m und V_R > 40 km/h ist mindestens das Schienenprofil 54E2 oder 54E6 einzusetzen (siehe Ziff. 2.1, Fussnote (1)). Bestehende Anlagen sind bei der nächsten Erneuerung oder bei grossen Nutzungsänderungen anzupassen.

Die allgemeinen Anforderungen an die Schienen sind in der SN EN 13674[6] festgehalten.

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

Es dürfen nur genehmigte Schweissverfahren eingesetzt werden. Die Genehmigung der Schweissverfahren erfolgt in Anlehnung an die entsprechenden SN EN-Normen.

Die Stossschweissungen müssen weitestgehend porenfrei sein. Die minimale Durchbiegung beim statischen Biegeversuch (Basis 1 000 mm, Zugspannung im Schienenfuss) beträgt bei Bruch ungeachtet der Profilgrösse und Stahlgüte 10 mm.

Grundsätzlich dürfen keine Heftschweissungen zur Befestigung von anderen Gegenständen an die Schiene, wie Kabeln, Leitungen usw. eingesetzt werden, die Veränderungen im Stahlgefüge verursachen.

Die Tragfähigkeit der Schienen muss auch bei allen abgenützten Profilen gewährleistet sein. Die zulässigen Abnützungen an den Schienen sind entsprechend der Gleiskategorie und dem Schienenprofil festgelegt.

7 Schienenbefestigung

Die Schienenbefestigungen müssen dem Einsatzgebiet und den örtlich herrschenden Verhältnissen entsprechende Merkmale für Durchschubwiderstand, Federziffer und Verdrehwiderstand aufweisen. In den Zuggleisen sind ausschliesslich elastisch verspannte Schienenbefestigungen zu verwenden.
Die Anforderungen sind in den Normen SN EN 13146[7] und SN EN 13481[7] festgelegt.

8 Schwellen, Schotterbett

Die gewählte Schwellenart muss auf die örtlichen Verhältnisse abgestimmt sein. Die Anforderungen an die Schwellen sind in den Normen SN EN 13230[7] enthalten.

Bei Fahrgeschwindigkeiten über 160 km/h sind ausschliesslich Betonschwellen zu verwenden.

Die Schwellenteilung beträgt im Regelfall 60 cm.

Das Schotterbett und dessen Zustand, Stabilität und Verdichtungsgrad müssen zusammen mit dem gewählten Schwellentyp einen ausreichenden Querverschiebewiderstand für das belastete und unbelastete Gleis gewährleisten. Der Schotterbettquerschnitt ist nach bodenmechanischen Grundsätzen so zu gestalten, dass genügend Reserve gegenüber sich verflachenden Schotterflanken besteht.

Geeignete Verlegearten mit hinreichender Stabilität sind in den Regelungen R RTE 22041[7] und R RTE 22541[7] festgelegt.

[7] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

9 Schotterlose Fahrbahn-Systeme

9.1 Schotterlose Fahrbahn-Systeme können je nach gewählter Bauart in Tunnels mit einer Länge über ca. 1 000 m in geologisch stabilen Verhältnissen eingesetzt werden, sofern ein ausreichend tragfähiges und langfristig setzungs- bzw. deformationsfreies Planum resp. ein solcher Untergrund gewährleistet ist.

Der Einsatz von schotterlosen Fahrbahn-Systemen ausserhalb von oder in kürzeren Tunneln sowie auf Brücken erfordert besondere Abklärungen und ist unter Angabe entsprechender Begründungen frühzeitig mit dem BAV abzusprechen.

Die dynamisch ungünstigen Verhältnisse in den Übergangskonstruktionen sind bei der Evaluation von schotterlosen Fahrbahn-Systemen und der Länge der Konstruktionen im Hinblick auf den Unterhaltsaufwand besonders zu beachten. Solche Übergänge werden im Hinblick auf die Festlegung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit gemäss AB-EBV zu Art. 17, AB 17, Ziff. 2.1.3, als Zwangspunkte behandelt.

9.2 Die Dimensionierung und Gestaltung von schotterlosen Fahrbahn-Systemen sowie der Übergänge zum Schotteroberbau und zwischen verschiedenen schotterlosen Fahrbahn-Systemen haben grundsätzlich unter Berücksichtigung der einschlägigen Schweizer Normen (SN) zu erfolgen. Die zu erfüllenden Anforderungen sind in den SN EN 16432[8] festgelegt.

9.3 Um negative Auswirkungen in Form von zusätzlichen Längskräften infolge lokal stark variierender Schienen-Temperaturen zu vermeiden, sind die Übergänge in der Regel im Tunnel mindestens 60 bis 100 m vom Tunnelportal entfernt anzuordnen.

9.4 Bei der Verlegung von schotterlosen Fahrbahn-Systemen auf elastisch gelagerten Masse-Federsystemen (MFS) dürfen die Deformationen des belasteten Gleises die durch die Grenzwerte der Trassierungselemente (siehe AB-EBV zu Art. 17) festgelegte Grössen nicht überschreiten.

Die Endverdrehungen der auf MFS verlegten Tragplatten dürfen im Belastungsfall nicht mehr als 0,3 ‰ betragen.

[8] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

10 Elektrotechnische und signaltechnische Anforderungen an den Gleisoberbau

– Minimaler spezifischer Bettungswiderstand gemäss AB-EBV zu Art. 39, AB 39.3.e.

11 Gleisoberbau für Bahnübergänge

11.1 Der Gleisoberbau im Bereich von Bahnübergängen soll ein mit dem anschliessenden Gleis vergleichbares vertikales und horizontales Deformationsverhalten aufweisen.

11.2 Der Strassenbelag im Bereich von Gleisen muss ausser der ausreichenden Tragfähigkeit noch eine den örtlichen Anforderungen der Strasse entsprechende Rauheit aufweisen und verschleissresistent sein.

11.3 Die Höhenlage des Strassenbelags muss konstruktiv an den Gleisrost gebunden sein und dauerhaft das Höhenniveau der Oberkante der Schienenlauffläche aufweisen.

11.4 Das vom Strassenbelag oder aus den Spurrillen abfliessende Wasser darf nicht ins Schotterbett geleitet werden.

11.5 Die Spurrillen im Strassenbelag müssen einen freien Durchgang der Radprofile und Spurkränze der Eisenbahnfahrzeuge ermöglichen.

Minimaler Grenzwert:

– Breite der Spurrille	45 mm	(bei Spurweite 1435 mm, im Innenstrang zuzüglich allfällige Spurerweiterung)
– Tiefe der Spurrille	40 mm	

11.6 Die konstruktive Gestaltung der Spurrillen muss eine dauerhafte Freihaltung der festgelegten Abmessungen der Spurrille gewährleisten.

11.7 Elastische Ausfüllungen der Spurrillen zur Vermeidung der Unfallgefahr für Zweiradfahrzeuge dürfen im Regelfall nur in Rangier- und Anschlussgleisen verwendet werden. In Zuggleisen dürfen solche Ausfüllungen im Regelfall nur bei tieferen Geschwindigkeiten und geringen Belastungen eingesetzt werden.
Es ist im Typenzulassungs- resp. Plangenehmigungsverfahren nachzuweisen, dass die elastische Ausfüllung den sicheren Durchgang der Spurkränze der Eisenbahnfahrzeuge ermöglicht und somit nicht als Einragung in die Grenzlinie fester Anlagen gemäss AB-EBV zu Art. 18 gilt.

N O R M A L S P U R

(AB 31)

12 Elastische Elemente (Unterschottermatten, Schwellensohlen und dergleichen)

12.1 Bei Verwendung elastischer Elemente sind die UIC Kodexe UIC IRS 70713-1[9] und UIC 719-1[9] sowie die Normen SN EN 16730[9] und EN 17282:2021[9] zu beachten.

12.2 Für Schwellensohlen mit einem statischen Bettungsmodul ≤ 0.25 N/mm^3 (Definition gemäss SN EN 16730[9] Ziff. 5.3.2) ist die Gebrauchstauglichkeit mittels Labortest gemäss Ziff. 5.5.3 und Anhang L der SN EN 16730[9] zu prüfen.

12.3 Elastische Elemente wie Unterschottermatten, Schwellensohlen, Zwischenlagen oder dergleichen sind so zu wählen und aufeinander abzustimmen, dass eine Destabilisierung des Schotterbettes ausgeschlossen ist.

12.4 Die theoretische Deflexion unter einer Achslast von 20 t darf im Allgemeinen nicht mehr als ca. 2 mm betragen.

12.5 Die Übergänge zwischen verschiedenen Gleissteifigkeiten sind möglichst kontinuierlich zu gestalten. Die abrupte Änderung der theoretischen Deflexion darf nicht mehr als ca. 0.5 mm betragen und die Längen der einzelnen Stufen sind der zulässigen Geschwindigkeit anzupassen.

12.6 Unterschottermatten sind immer rechtwinklig zur Gleisachse abzuschliessen.

12.7 Werden Unterschottermatten zum Schutz vor Erschütterungen eingesetzt, ist darauf zu achten, dass der Unterbau über eine hinreichend grosse Gegenimpedanz verfügt.

[9] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

METERSPUR

AB 31

1 Allgemeines

Die Vorgaben in AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31 gelten für die Meterspur sinngemäss, sofern nachfolgend nicht anders spezifiziert.

2 Belastungsannahmen im Gleis

Die im Teil Normalspur erwähnten Belastungsarten gelten sinngemäss auch für Meterspur.

Bis auf weiteres gilt folgender Grenzwert für die Gleisverschiebekraft

$\Sigma Y_{lim\,2m} = 0{,}85\ (10 + P/3)$ dabei P = Achslast in kN

Für die übrigen Kräfte sind zur Zeit keine allgemein gültigen Grenzwerte festgelegt. Im konkreten Anwendungsfall bzw. bei Einführung neuer Komponenten oder Teilsysteme sind besondere Untersuchungen erforderlich.

Der Artikel 47 der EBV[1] regelt die Abstimmung von Fahrzeugbeanspruchungen auf den Gleisoberbau.

3 Deformationsverhalten

Die Vorgaben in AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziff. 3 gelten für Meterspur sinngemäss, wobei für die Beurteilung der Deflexion in der Regel von einer Achslast von 12 t auszugehen ist.

4 Tragfähigkeitsnachweis, Dimensionierung

Die Vorgaben in AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziff. 4 gelten für Meterspur sinngemäss.

5 Stabilität von lückenlosen verschweissten Gleisen und Weichen

5.1 Grundsätze

5.1.1 Die Wirkungsweise der lückenlos verschweissten Gleise und Weichen ist bei der Meterspur bei Radien R ≥ 200 m und in vergleichbaren Verhältnissen annähernd die gleiche, wie in den Gleisen mit Normalspur (siehe AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziff. 5).

Die topographischen Verhältnisse der Meterspurbahnen erfordern allerdings den sicheren und wirtschaftlichen Einsatz der lückenlosen Gleise auch für deutlich kleinere Radien. Der bei grösseren Radien geltende Grundsatz, wonach der Gleisrost stabil im Schotterbett verankert ist und praktisch nur elastische Bewegungen auftreten, kann in solchen Verhältnissen nicht mehr eingehalten werden.

[1] SR **742.141.1**

METERSPUR

(AB 31)

Bei lückenlos verschweissten Gleisen der Meterspurbahnen mit kleinen Radien im Bereich ca. R < 200 m wird deshalb eine beschränkte, temperaturbedingte, seitliche Bewegung des Gleisrostes, genannt Bogenatmung, unter Anwendung besonderer Massnahmen bewusst hingenommen.

Die in den AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziff. 5 erwähnten Grundsätze für die Normalspur gelten demzufolge für die Meterspur mit folgenden Ausnahmen:

- Der Hinweis auf die Belastungen des Gleises gemäss AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziff. 2 ist für Meterspur ungültig.
- Das Sicherheitskonzept gemäss AB-EBV zu Art. 31, Normalspur, AB 31, Ziff. 5.4 ist für Meterspur im Bereich kleiner Radien mit R < 200 m je nach Oberbauart des Gleises nicht allgemein verbindlich.

5.1.2 Die Bogenatmung ist nur unter folgenden Voraussetzungen zulässig:

5.1.2.1 Die Bogenatmung darf die Befahrbarkeit der Gleise mit den vorgegebenen Fahrgeschwindigkeiten nicht beeinträchtigen.

5.1.2.2 Die Bogenatmung des Gleises darf nicht abrupt bei Erreichung einer bestimmten Temperatur erfolgen. Die Übergangsbereiche der kritischen Temperaturen zur abrupten Verwerfung (siehe Abbildung Sicherheitskonzept unter Ziff. 5.4.1 und 5.4.2) müssen in Abhängigkeit der Gleiskonstruktion gemieden werden.

5.1.2.3 Die temperaturbedingten Querverschiebungen müssen sich mit annähernd gleich bleibenden Werten über die gesamte Bogen- respektive Abschnittslänge kontinuierlich entwickeln können. Die Bildung von lokalen Gleislagefehlern sind durch eine regelkonforme Ausbildung der Schotterflanken, der Gleisbettung und bei Bedarf zusätzlich durch eine höhere Rahmensteifigkeit des Gleisrostes dauerhaft zu vermeiden.

5.1.2.4 Bei lagemässigen Zwangspunkten wie Brücken, Bahnübergänge, Bogenweichen usw. sind, soweit möglich, besondere Massnahmen vorzusehen, um die erwähnte Entstehung von lokalen Lagefehlern zu verhindern. Kann dies nicht ausgeschlossen werden, ist ein verlaschtes Gleis anzuordnen.

5.1.2.5 Die durch die Fahrzeuge eingeleiteten Gleisverschiebekräfte dürfen im durch die Bogenatmung teilweise aufgelockerten Schotterbett keine zusätzlichen, bleibenden Deformationen verursachen.

5.1.2.6 Für die Beurteilung der Gleislagestabilität sind längerfristige Kenntnisse der örtlichen Verhältnisse erforderlich. Insbesondere ist die Kenntnis über die lokal auftretenden Höchstwerte der Schienentemperaturen und der im Gleis vorhandenen Neutralisationstemperatur erforderlich.

5.1.2.7 Die Überwachung der Gleislage muss in ausreichendem Ausmass gewährleistet sein, um allfällige Unregelmässigkeiten bzw. Bildung von lokalen Gleislagefehlern rechtzeitig feststellen und mit entsprechenden Massnahmen beheben zu können.

METERSPUR

(AB 31)

5.1.2.8 Als Empfehlung zur Bestimmung der maximal zulässigen Erhöhung der Schienentemperatur $\Delta T_{max\,zul}$ gegenüber der Neutralisationstemperatur T_N gelten im Sinne von Richtwerten die Angaben gemäss Abbildung unter Ziff. 5.3.

Je nach der Oberbauart, Querverschiebewiderstand und dem vorhandenen Radius kann daraus in Kombination mit der örtlich effektiv vorhandenen Neutralisationstemperatur abgeleitet werden, bis zu welcher im Gleis gemessenen Schienentemperatur T_S die Bogenatmung den Wert von ca. 20 mm voraussichtlich nicht überschritten wird.

Dabei gilt:

$T_{Szul} \leq \Delta T_{max} + T_N$ wobei

- T_{Szul} [°C] – Höchstwert für die zulässige Schienentemperatur
- ΔT_{max} [°C] – Temperaturanstieg in der Schiene über T_N, siehe Abbildung unter Ziff. 5.3
- T_N [°C] – im betreffenden Abschnitt effektiv vorhandene Neutralisationstemperatur

5.1.3 Bei Neubauten oder Totalerneuerungen des Gleises sind insbesondere an exponierten Lagen und im Hinblick auf grösstmöglichen Temperaturanstieg ΔT_{max} solche Oberbauarten (inkl. Schotterbett) einzusetzen, die einen möglichst hohen Querverschiebewiderstand aufweisen.

5.1.4 Sind bei bestehenden Gleisanlagen anhand von Messungen resp. Erfahrungen an bestimmten Stellen im Sommer Überschreitungen der zulässigen Schienentemperatur T_{Szul} zu erwarten, ist die Überwachung entsprechend zu verstärken respektive Einschränkungen der Fahrgeschwindigkeit oder andere gleichwertige Massnahmen anzuordnen.

5.2 Gleise mit Zahnstangen

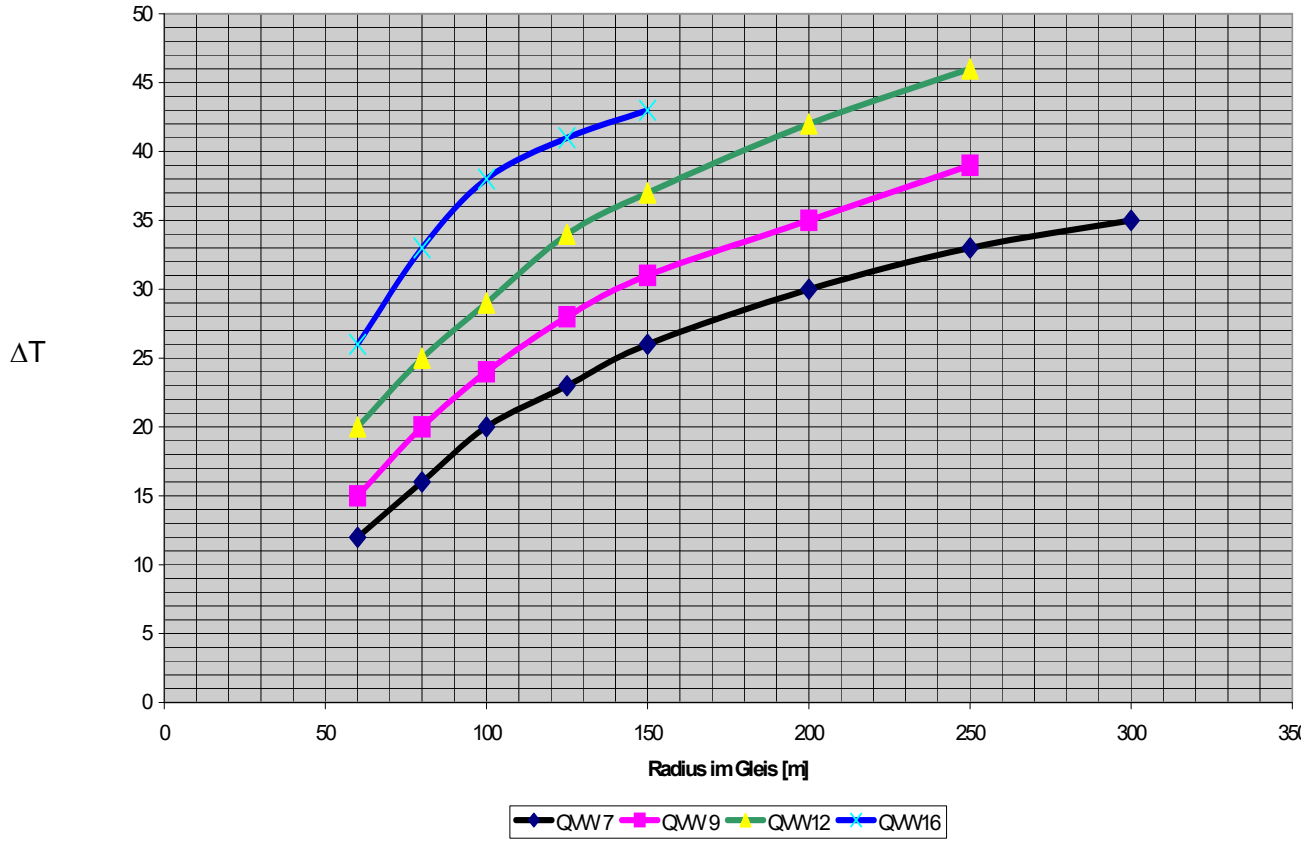
Bei Zahnstangenstrecken mit Lamellenzahnstangen sind besondere Untersuchungen der Lagestabilität erforderlich, da die in der Zahnstange entstehende, temperaturbedingte Erhöhung der Längskräfte im Gleisrost meistens nicht durch eine entsprechende Erhöhung des Trägheitsmomentes der Lamelle ausgeglichen wird. Der zulässige Temperaturanstieg ΔT_{max} liegt bei solchen Konstruktionen um ca. 5 – 7 °C tiefer als in Abbildung unter Ziff. 5.4.3 (Bild 3) angegeben.

Bei Zahnstangengleisen mit System «Riggenbach» kann wegen der hohen Rahmensteifigkeit des Gleisrostes von einem Temperaturanstieg ΔT_{max} gemäss Abbildung unter Ziff. 5.4.3 (Bild 3) ohne einen solchen, zusätzlichen Abzug ausgegangen werden.

METERSPUR

(AB 31)

5.3 Abbildung: Zulässiger Anstieg der Schienentemperatur ΔT_{max} über der T_N nach Abzug von 5° C für Bremsen und Toleranz, als Beispiel mit Schienenprofil 46E1.



QVW = Querverschiebewiderstand des Gleises in kN/m (Kraft pro Laufmeter)

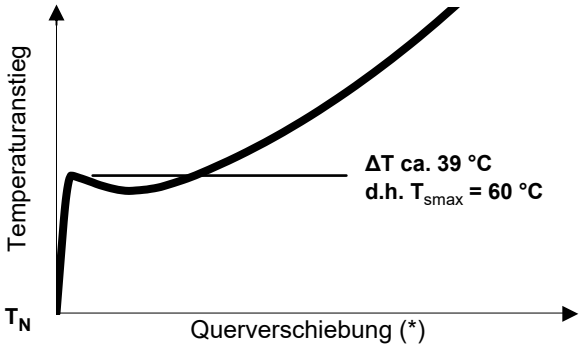
Der Querverschiebewiderstand entspricht der auf eine Gleislänge von 1 m entsprechend der Schwellenteilung aufgerechneten Kraft, die erforderlich ist, um eine einzelne vom Gleisrost gelöste Schwelle bei noch nicht erfolgter Konsolidation des Schotterbettes um 2 mm zu verschieben.

METERSPUR

(AB 31)

5.4 Abbildung: Sicherheitskonzept, Beispiele für den kritischen Temperaturanstieg über der Neutralisationstemperatur T_N = 25 °C

5.4.1 Bild 1 (z. B. R = 300 m)

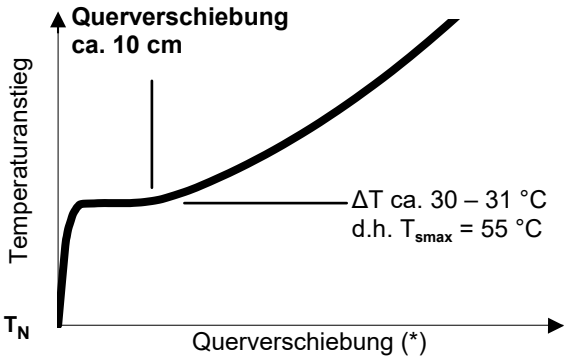


Verwerfung bei
ca. $T_S = T_N$ + 39 °C,
darf nicht auftreten d.h.

ΔT_{zul} ≤ ca. 35 °C
T_{Smax} = 60 °C

Zustand ohne Bogenatmung

5.4.2 Bild 2 (z. B. R = 200m)



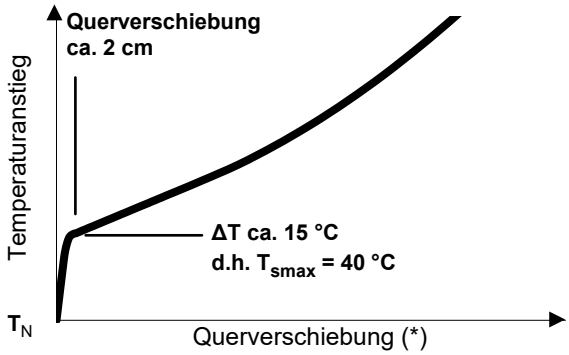
Bei ΔT ca. 30 – 31 °C über T_N bricht der Gleisrost seitlich um ca. 10 cm aus.

Dieser Zustand ist vergleichbar mit Verwerfung, darf deshalb nicht auftreten d.h.

ΔT_{zul} ≤ ca. 30 °C
T_{Smax} = 55 °C.

Zustand ohne Bogenatmung

5.4.3 Bild 3 (z. B. R = 60 m)



Bereich reine Bogenatmung ohne seitliches «Ausbrechen», bei seitlicher Verschiebung **um ca. 2 cm beträgt ΔT ca. 15 °C.**

Zulässig mit Überwachung bis ca. Schienentemperatur
T_{Smax} = 25 + 15 °C = **40 °C.**

(*) Verlauf der Querverschiebung bei Überschreitung der Stabilitätsgrenze

N O R M A L S P U R

AB 32.1

1 Weichen sind so zu gestalten, dass eine fahrdynamisch günstige und instandhaltungsfreundliche Linienführung der Zuggleise erreicht wird und dass ihr Deformationsverhalten möglichst weitgehend demjenigen der Gleise entspricht.

2 Um eine wirtschaftliche Gestaltung von Gleisanlagen zu erreichen, sollen hauptsächlich einfache und gerade Weichen eingesetzt werden.

3 Kreuzungsweichen und Gleisdurchschneidungen sollen in Zuggleisen vermieden werden. Bei Geschwindigkeiten über 125 km/h und bei Kreuzungspartien mit einer flacheren Neigung als 1:9 sind in Zuggleisen doppelte Herzstücke mit beweglichen Spitzen zu verwenden. Steilere Neigungen als 1:8 sind in Zuggleisen zu vermeiden.

4 Die geometrische Gestaltung von Weichen richtet sich entsprechend der betrieblich erforderlichen Geschwindigkeiten nach AB-EBV zu Art. 17, AB 17, Ziff. 6.

5 Die beweglichen Zungen- und Herzstückspitzen von Weichen sind mit mechanischen Umstell- und Verschlussvorrichtungen auszurüsten.

6 Spurführung

Die konstruktiven Abmessungen der Weichen müssen den folgenden Werten entsprechen:

Grenzwert [mm]	Theoretischer Wert	Toleranzen im Betrieb
Spurweite	1435	(3)
Rillenweite Radlenker	40 (4)	(5)
Leitweite	1395 (4)	≥ 1393
Durchgangsweite	60	– 5
Leitweite bei doppelten HS	1355	≤ 1356
Überhöhung H der Radlenker	0 ≤ H ≤ 60 (1) 40 ≤ H ≤ 60 (2)	+ 10

(1) bei einfachen Weichen
(2) bei doppelten Herzstücken (HS)
(3) wird für Zungenvorrichtung und Herzstückpartie besonders festgelegt
(4) je nach Oberbaukonstruktion auch 41 resp. 1394 mm
(5) abzuleiten aus den Toleranzen der Spur- und Leitweiten

Spurerweiterungen in Bogenweichen werden in AB-EBV zu Art. 16 behandelt.

METERSPUR

AB 32.1

1 Weichen sind so zu gestalten, dass eine fahrdynamisch günstige und instandhaltungsfreundliche Linienführung der Zuggleise erreicht wird und dass ihr Deformationsverhalten möglichst weitgehend demjenigen der Gleise entspricht. Bei der Wahl des Schienenprofils, der Befestigung und des Schwellentyps sind die einzelnen Komponenten des Gleises mit zu berücksichtigen.

2 Um eine wirtschaftliche Gestaltung von Gleisanlagen zu erreichen, sollen, wo immer möglich, einfache Weichen in der Grundform eingesetzt werden. Kreuzungsweichen und Gleisdurchschneidungen sollen in den Zuggleisen vermieden werden. Steile Gleisdurchschneidungen sind allgemein zu vermeiden.

3 Die geometrische Gestaltung der Weichen richtet sich unter Beachtung der einschlägigen konstruktiven Weichennormen nach den

- betrieblich erforderlichen Geschwindigkeiten
- fahrdynamischen Grenzwerten

gemäss AB-EBV zu Art. 17, AB 17.

4 Die Anzahl verschiedener Grundformen ist im Hinblick auf die rationelle Materialbewirtschaftung möglichst klein zu halten. Durch Anwendung eines Baukastenprinzips kann auch die Anzahl verschiedener Bauteile eingeschränkt werden.

Die konstruktiven und geometrischen Merkmale der eingesetzten Weichen sind nach der Regelung D RTE 22564 «Standardausführung von Weichen Meterspur»[1] des VöV möglichst zu standardisieren. Die Weichen sind in entsprechenden Planunterlagen zu dokumentieren.

Die konstruktiven und geometrischen Merkmale der Weichen von Strassenbahnen und Bahnen mit strassenbahnähnlichen Verhältnissen sind in Anlehnung an die Vorschriften der Meterspurbahnen und unter Berücksichtigung der sicheren Befahrbarkeit zu definieren.

5 Der konstruktive Aufbau soll einen instandhaltungsarmen Einsatz und eine möglichst lange Nutzungsdauer gewährleisten. Dem Verschleiss stark unterworfene Bauteile sollen austauschbar sein.

6 Bogenweichen sollen unter Verwendung von vorhandenen Bauteilen der Weichengrundformen hergestellt werden können.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

METERSPUR

(AB 32.1)

7 Spurführung

7.1 Eine einwandfreie Führung der Radsätze wird durch geeignete Gestaltung der Zungenvorrichtungen, der Herzstücke und der Radlenker erreicht.

7.2 Langfristig ist eine schrittweise Umstellung auf einheitliche Radsätze und Weichenmerkmale im Sinne der Regelung R RTE 29500 «Standardisierung Radsätze und Weichen, Meterspur»[2] des VöV erforderlich und somit die Verwendung des Weichentyps «a» (Voraussetzung dafür ist der Radsatz Typ «A» an den Fahrzeugen) anzustreben (Für Strassenbahnen und Bahnen mit Strassenbahnähnlichen Verhältnissen: siehe Ziffer 4).

Sollte dies wegen der Abmessungen der Radsätze nicht möglich sein, müssen bis zu deren abgeschlossener Umrüstung auf Radsatz Typ «A» (siehe AB-EBV zu Art. 51, AB 51) Weichen des Typs «b» (Radsatz «B», siehe AB-EBV zu Art. 51, AB 51) eingesetzt werden.

Bedingungen:

Der Einsatz von Weichen Typ «b» ist erst nach / anlässlich der Einführung der Radsätze "B" möglich;

der Einsatz von Weichen Typ «a» ist erst nach / anlässlich der Einführung der Radsätze "A" möglich;

respektive chronologische Einführung (sofern nötig) folgender Zustände:

Radsatz «B» → Weiche «b» → Radsatz «A» → Weiche «a»

Die Modifikationen von Weichen können mittels Totalersatz oder durch Auswechslung des Herzstücks und/oder der Radlenker erfolgen. Allenfalls ist auch eine konstruktive Anpassung an den eingebauten Weichenteilen möglich.

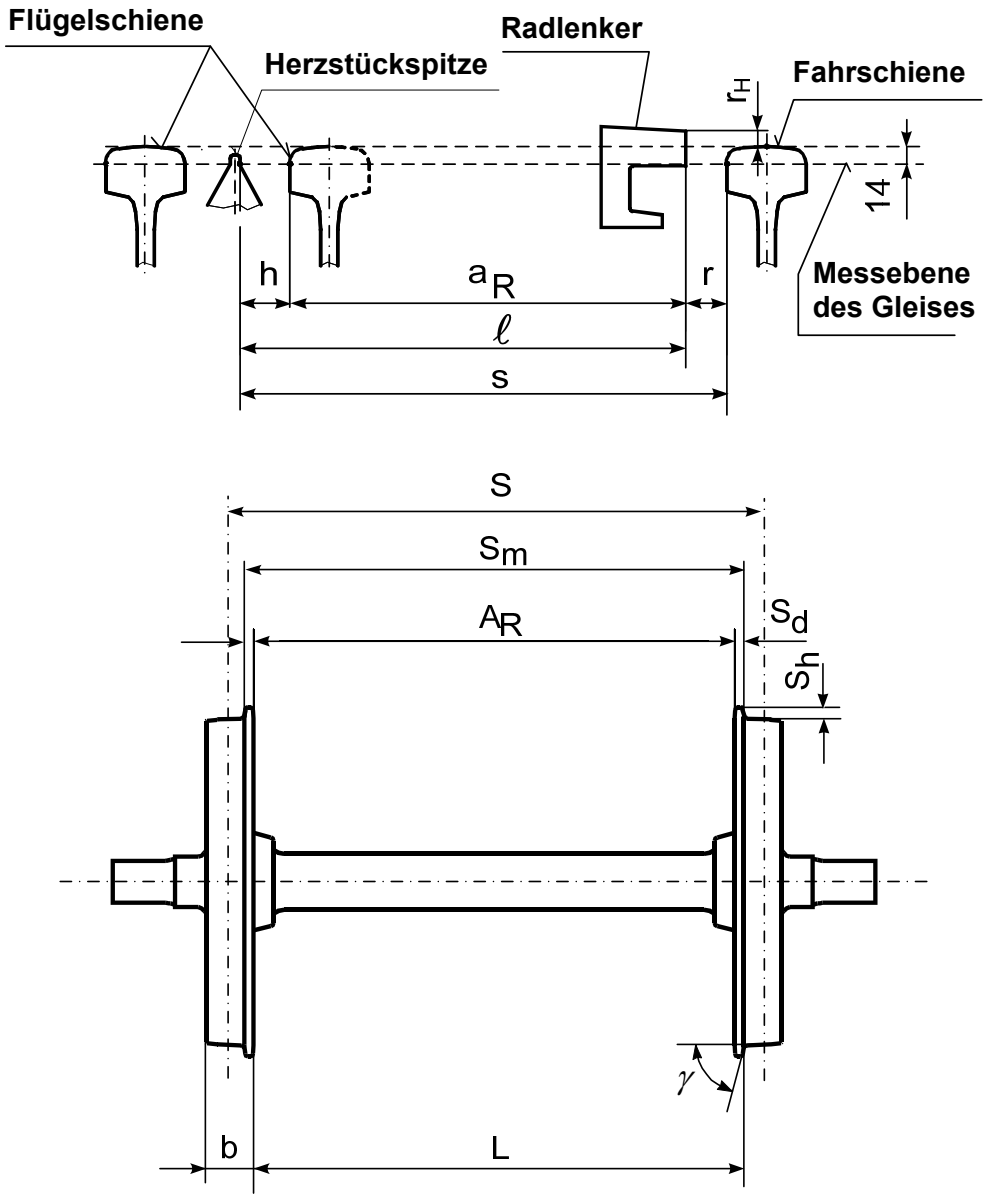
Die mit Radprofil «C» ausgerüsteten Dienstfahrzeuge können im Grundsatz alle Weichentypen befahren. Jede Bahnunternehmen ist trotzdem verpflichtet, vor jedem Einsatz solcher Fahrzeuge die vorhandenen Bedingungen zu prüfen.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

METERSPUR

(AB 32.1)

7.2.1 Dabei sind folgende Werte massgebend:



Legende siehe Ziff. 7.2.2

METERSPUR

(AB 32.1)

7.2.2 Siehe auch Abbildung in Ziff. 7.2.1

- Spurweite **s**

  Bedingung: s > Spurmass S_m der Radsätze

- Leitweite **ℓ**: Abstand Leitkante Radlenker und Herzstück 14 mm unter der Lauffläche ($\ell = s - r$)

  Bedingung: ℓ > Leitmass L der Radsätze (Abstand Spurkranz – Radrücken des anderen Rades)

- Rillenweite im Radlenker **r** ($r = s - \ell$)

  Bedingung: r > Spurkranzdicke S_d

- Rillenweiten im Herzstück **h** ($h = s - a_R - r$)

  Bedingung: h > Spurkranzdicke S_d

- Radlenkerüberhöhung (über Schienenoberkante) $\mathbf{r_H}$ (r_{Hmax} = 20 mm)

- Rillentiefe $\mathbf{r_T}$ (Spurkranzkanal)

  Bedingung: r_{Tmin} > Spurkranzhöhe S_{hmax}

- Leitkantenabstand bei Doppelherzstücken $\mathbf{a_R}$: Abstand der Leitkanten Radlenker und Flügelschiene oder Radlenker - Radlenker bei Kreuzungsweichen resp. Durchschneidungen ($a_R = \ell - h$)

  Bedingung: a_R < Radrückenabstand A_R

- $\mathbf{q_\varepsilon}$, (**Q**): Klaffmass (Abliegen der Oberkante Zungenspitze von der Stockschiene (Backenschiene); gemäss UIC MB 716 resp. R RTE 29500[3])

  Bedingung: $q_{\varepsilon max}$ = 3 mm

- **z**: Oberkante Zungenspitze unter der Lauffläche der Stockschiene (Backenschiene); Zungenabsenkung

  Bedingung: z_{min} = 20 mm

  z_{max} = 25 mm

- Durchgangsweite **w**: Mindestabstand zwischen abliegender Zunge und der Stockschiene (Backenschiene), (w_{min} = 53 mm)

Die nachstehende Tabelle enthält die massgebenden Werte für die Weichen des Typs «a» und derjenigen des Typs «b».

[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

METERSPUR

(AB 32.1)

7.2.3 Masse und Toleranz

Kontrollmasse in Weichen		Sollmass [mm]	Bautoleranz [mm]	Betriebs-grenzmass [mm]
s	Spurweite gemessen 14 mm unter SOK (ausserhalb des Herzstückbereiches)	1003 [1)]	+2/-2	+10/-3
ℓ	Leitweite ℓ = s – r Gemessen ca. 100 mm nach Herzstückspitze	«a»: 965 «b»: 971	+2/0 [2)]	+4/-2
r	Rillenweite im Radlenker r = s - ℓ r > S_d	«a»: 38 «b»: 32	+1/-2	+2/-2
h	Rillenweite im Herzstück h = s - a_R – r h > S_d	«a»: 41 «b»: 37	+1/-1	+4/-2
r_H	Radlenkerüberhöhung	≤ 20		
r_T	Rillentiefe	≥ 50		
a_R	Stichweite a_R = ℓ - h (Leitkantenabstand bei doppelten Herzstücken)	«a»: 924 «b»: 934		
$q_{\varepsilon max}$	Klaffmass (bei Zungenspitze max. 25 mm unter der Lauffläche)	3		
z	Oberkante der Zungenspitze unter der Lauffläche (Zungenabsenkung)	25		0/-5
w_{min}	Durchgangsweite	53		

Bemerkung: In der Kolonne «Sollmass» sind jeweils die Werte für die beiden Weichentypen «a» bzw. «b» angegeben.

[1)] Abweichung in Ausnahmefällen (je nach Schienenprofil) zulässig, wenn Bautoleranz +2/-2 [mm] eingehalten ist.

[2)] In Ausnahmefällen (je nach Schienenprofil) ist +2/-1 [mm] zulässig

AB 33.1

1 Dimensionierung

Die Bauteile des Systems Zahnstange / Oberbau müssen so dimensioniert sein, dass der sichere Betrieb aller auf der Strecke verkehrenden Fahrzeuge während der gesamten Nutzungsdauer und während allen vorhersehbaren Betriebszuständen gewährleistet ist.

1.1 Die Zahnstange muss auf allen Abschnitten (Einfahrten, Strecke, Weichen usw.) gegen Bruch folgende Sicherheit aufweisen:

Dreifache Sicherheit bezüglich der grössten Zahnbelastung, welche bei der Untersuchung der Sicherheit gegen Entgleisen (AB-EBV zu Art. 54, AB 54.1.a) rechnungsmässig oder durch Messungen ermittelt wird. Stosszuschläge und Formfaktoren müssen dabei nicht berücksichtigt werden.

1.2 Für Zahnstangensysteme mit form- oder kraftschlüssigen Stossverbindungen sind verfeinerte Nachweis- und Berechnungsmethoden anzuwenden. Dabei darf die in Ziffer 1.1 festgelegte Sicherheit unterschritten werden.

1.2.1 Sicherheiten für Zahnstangensysteme mit form- oder kraftschlüssigen Stossverbindungen:

Einwirkung / Einwirkungskombination	*Kriterium*	*Sicherheit*
Zahnbelastung infolge Traktion[1]	*Dauerfestigkeit[4]*	*2,0*
Zahnbelastung infolge Traktion[1] + Zwang aus ΔT_t [2]	*Dauerfestigkeit[4]*	*1,5*
Grösste Zahnbelastung[3]	*Fliessgrenze*	*2,0*
Grösste Zahnbelastung[3] + 80 % Zwang aus ΔT_t [2]	*Fliessgrenze*	*1,5*
Grösste Zahnbelastung[3] + 100 % Zwang aus ΔT_t [2]	*Bruchgrenze*	*1,5*

[1] bei Beharrungsfahrt

[2] siehe Ziff. 1.2.1.5

[3] gemäss AB-EBV zu Art. 54, AB 54.1.a, Ziff. 4

[4] für schwellende oder wechselnde Zug-, Druck-, Biege-, Schub- oder Torsionsbeanspruchung

1.2.1.1 Die Grösse des Stosszuschlags ist unter Berücksichtigung der Fahrzeugbauart und im Einvernehmen mit dem Bundesamt festzulegen. Für die Einwirkung Traktion muss kein Stosszuschlag berücksichtigt werden.

(AB 33.1)

1.2.1.2 Die Sicherheiten sind für den Zahnquerschnitt, den Zahnstangenstegquerschnitt sowie für Verbindungs- und Befestigungsmittel nachzuweisen.

1.2.1.3 Bei mehrachsigen Spannungszuständen sind die Sicherheiten mit den entsprechenden Materialkennwerten und den Vergleichsspannungen (gemäss Gestaltänderungsenergiehypothese) zu bestimmen.

1.2.1.4 Beim Ermüdungsnachweis sind die Einflüsse aus Kerbwirkung und Oberflächenrauhigkeit zu berücksichtigen.

1.2.1.5 Die zu berücksichtigende Schwankung der Zahnstangentemperatur ΔT_t beträgt:

- Auf Streckenabschnitten im Freien mit direkter Sonneneinstrahlung

  ΔT_t = ± 40°C
- Auf Streckenabschnitten im Tunnel

  ΔT_t = ± 10°C
- Im Portalbereich (bis 150 m ab Portal)

  ΔT_t = ± 25°C

Abweichungen auf Grund lokaler Verhältnisse und Beobachtungen sind zu berücksichtigen.

1.2.1.6 Zusätzlich ist AB-EBV zu Art. 31, Meterspur, AB 31, Ziffer 5.2, zu berücksichtigen.

2 Abnützung

In Bezug auf die Festigkeit darf die Abnützung der Zähne nur soweit zugelassen werden, dass der in Ziff. 1.1 erwähnte Sicherheitsfaktor nicht kleiner wird als:

2.1 70 % des vorgenannten Wertes bei Geschwindigkeiten nach Geschwindigkeitsreihe 2,

2.2 85 % des vorgenannten Wertes bei Geschwindigkeiten nach Geschwindigkeitsreihe 3.

2.3 Dabei wird vorausgesetzt, dass sich alle übrigen Teile der Zahnstange in einwandfreiem Zustand befinden.

(AB 33.1)

3 Berechnungsgrundlagen

In allen Fällen sind folgende Annahmen zu treffen:

3.1 Der auf einen Zahnkranz entfallende Anteil der totalen Zahnbelastung wird nur von einem Zahn des betreffenden Kranzes übernommen (Eingriffsverhältnisse siehe AB-EBV zu Art. 54, AB 54.1.b).

3.2 Die Kontaktspannungen zwischen Zahnflanke und Zahnrad dürfen vereinfacht zu einer Resultierenden zusammengefasst werden.

3.3 Die Resultierende ist entsprechend den Eingriffsverhältnissen an der für den Nachweisquerschnitt ungünstigsten Stelle auf der Zahnflanke und aussermittig zur Mittelachse der Zahnstange anzusetzen. Die Aussermittigkeit ist mindestens mit einem Viertel der Zahnbreite in Rechnung zu stellen. Spezielle Verhältnisse, welche eine grössere Aussermittigkeit erfordern oder ermöglichen, sind zu berücksichtigen.

3.4 Die Reibkraft zwischen Zahnrad und Zahnstange ist gemäss AB-EBV zu Art. 54, AB 54.1.a, Ziff. 3.4.3 zu bestimmen (Reibungskoeffizient $\mu_s = 0{,}15$).

3.5 Die der Abnützung nicht unterworfenen Teile (Steg) können so dimensioniert werden, dass deren Sicherheitsfaktor noch demjenigen der um das zulässige Mass abgenützten Zähne entspricht. Die zum Eingriff kommende wirksame Zahnflanke darf jedoch infolge Zahnstangendurchbiegung in den bei der Berechnung der Sicherheit gegen Entgleisen zu berücksichtigenden, extremen Fällen um höchstens 10 % kleiner werden (Widerstandsmoment des Steges, Distanz der Abstütz- bzw. Einspannpunkte). Für diese Berechnung ist der frei zwischen zwei Befestigungspunkten liegende Teil der Zahnstange als am einen Ende fest eingespannt und am andern frei aufliegend anzunehmen.

4 Fabrikation

Innerhalb eines einzelnen Zahnstangenelementes müssen die Fabrikationstoleranzen in folgenden Grenzen bleiben:

4.1 Teilung von Zahn zu Zahn, vom jeweils benachbarten Zahn zur Stirn und zu den Befestigungslöchern des betreffenden Zahnstangenelementes bei

4.1.1 Lamellen- (Abt-) und Keilkopf- (Strub-)-Zahnstangen $\pm$ 0,2 mm

4.1.2 Leiter- (Riggenbach-)-Zahnstangen, bei welchen nach Abnützung der einen Zahnflanke eine Benützung der anderen Zahnflanke nicht vorgesehen ist $\pm$ 0,3 mm

4.2 Abstand des ersten vom letzten Zahn eines Zahnstangenelementes mit n Zähnen und einer Teilung t bei +15 °C (n x t) $\pm$ 1,0 mm

(AB 33.1)

5 Einbau

Bei Gleis- und/oder Zahnstangenerneuerungen sind folgende Einbautoleranzen einzuhalten:

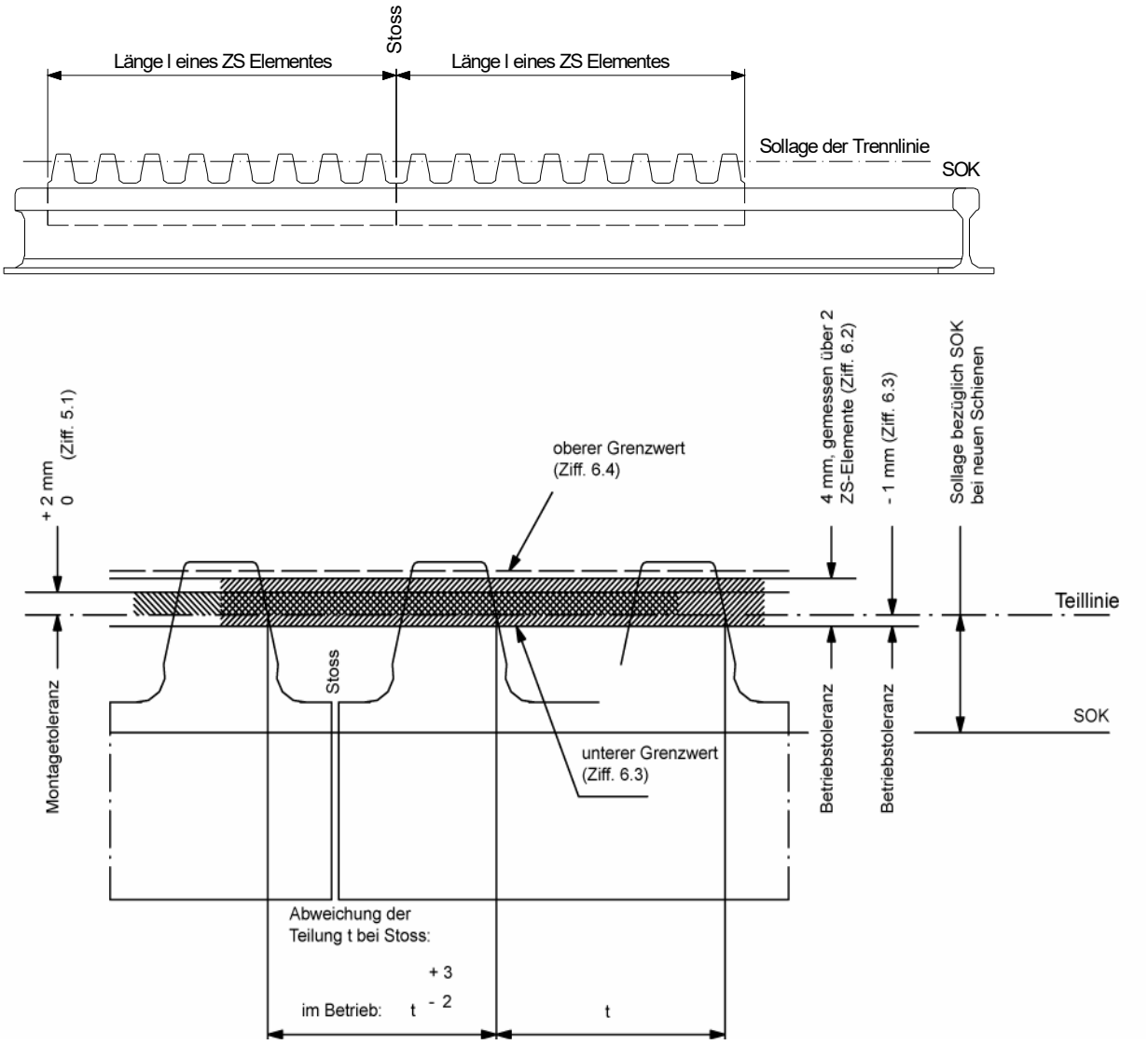
5.1	Montagetoleranz für die Höhenlage der Zahnstange, bezogen auf die Schienenoberkante bei neuen Schienen	+ 2 / – 0 mm
5.2	Gegenseitige Lage der Lamellen in Längsrichtung bei mehrlamelliger Zahnstange	± 0,5 mm
5.3	Montagetoleranz der Zahnstangenstösse	± 1,0 mm

6 Überwachung

Im Betrieb, in unbelastetem Zustand, gelten folgende Grenzen:

6.1	Teilung zwischen zwei benachbarten Zähnen beim Stoss	+ 3 / – 2 mm
6.2	Abweichung der Höhenlage der Zahnstange gegenüber einer Parallelen zur Schienenoberkante, gemessen über 2 Zahnstangenelemente	4 mm
6.3	Unterer Grenzwert für die Höhenlage der Zahnstange (gegenüber der Solllage) bezogen auf die Schienenoberkante	– 1 mm
6.4	Oberer Grenzwert für die Höhenlage der Zahnstange abhängig von der zugelassenen Schienen- und Radabnützung sowie vom minimalen Abstand zwischen Zahnkopf und Zahngrund. Die Bahnen legen diesen Grenzwert für ihre spezifischen Verhältnisse fest.	
6.5	Gegenseitige Lage der Lamellen in Längsrichtung bei mehrlamelliger Zahnstange	± 1 mm

(AB 33.1)

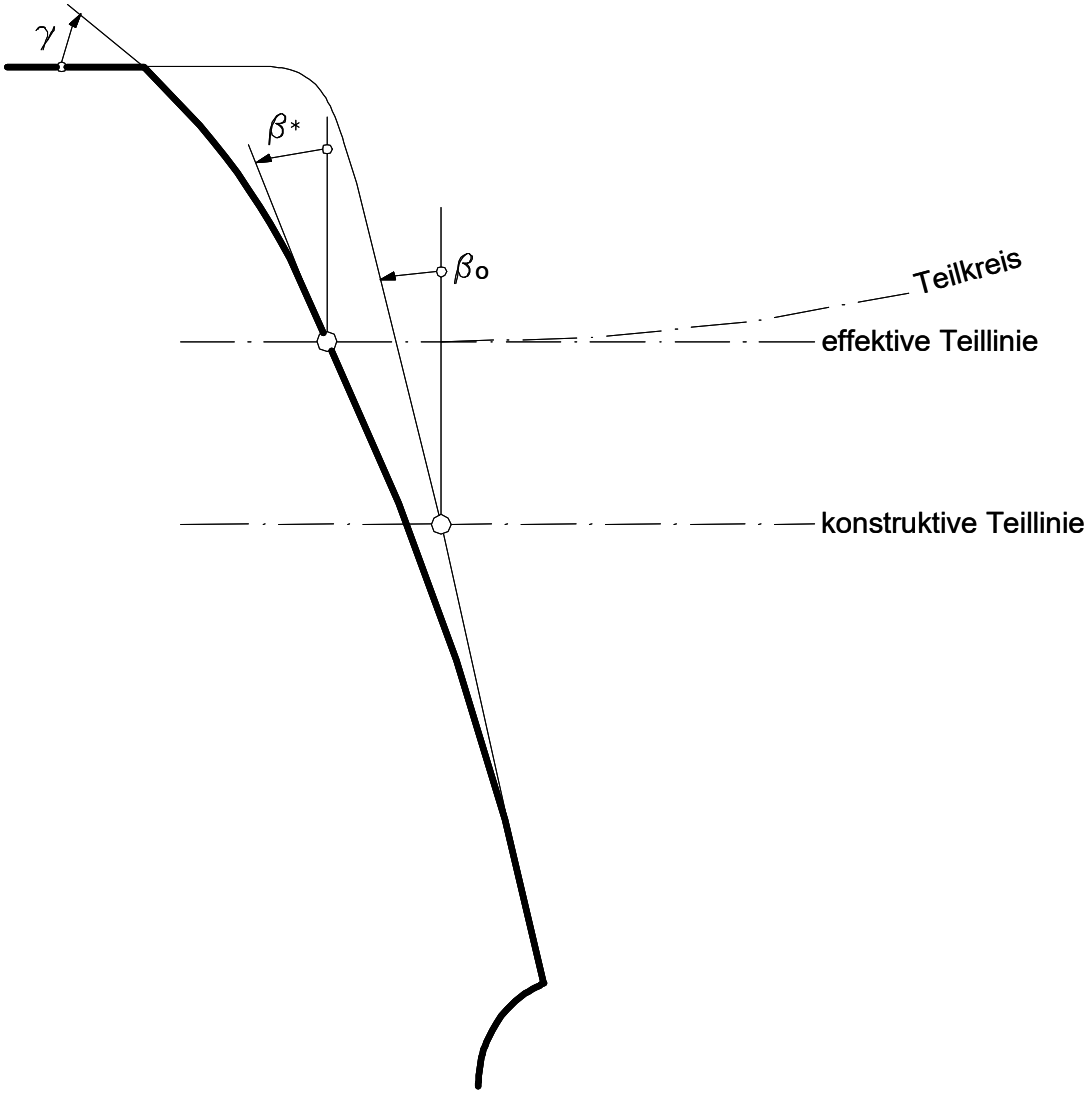


7 In Bezug auf die Aufsteigegefahr bei Zahnstangen mit vertikalem Eingriff müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

7.1 Damit das Zahnrad bei eventuellem Aufsteigebeginn wieder heruntergleitet, darf der Winkel γ am Zahnkopf nicht kleiner als 45° sein.

7.2 Damit der Sicherheitsfaktor S den Wert S* nicht unterschreitet, darf der Flankenwinkel β im Durchschnitt benachbarter Zähne nicht grösser als der nachfolgend festgelegte Winkel β * sein (siehe Zeichnung).

(AB 33.1)



7.3 Der Winkel β^* ist durch die Beziehung

$$tg\ \beta^* = tg\ \beta_o + \frac{R_o}{\lambda_r \cdot z_g}(S_R - S_R^*)$$ gegeben.

Dabei bedeuten

7.3.1 z_g die für die Berechnung der Sicherheit gegen Entgleisen massgebende totale Zug- oder Bremskraft des einzelnen Fahrzeuggestelles, die über die Zahnstange ausgeübt wird (siehe AB-EBV zu Art. 54, AB 54.1.a);

(AB 33.1)

7.3.2 λ_r der Einflussfaktor der Summe aller Zahnauftriebe des Gestells (= Drehgestell bei Drehgestell-Fahrzeugen, Rahmen bei einrahmigen Fahrzeugen) auf das betrachtete Tragrad (λ_r = 0,25 für alle 4 Tragräder beim zweiachsigen Gestell mit 2 oder 4 gegenüber der zentralen Querachse symmetrisch angeordneten Rahmen- oder Tatzenlager-Zahnradantrieben und Zahnrädern auf den Achsen. Bei anderen Gestellanordnungen ist λ_r für jedes Rad besonders zu ermitteln);

7.3.3 R_O die Radstützkraft, die auf horizontalem Gleis ohne Zug- oder Bremskraftausübung, jedoch unter Einwirkung eventueller sog. «Achsdruckvermehrer» entsteht, selbst wenn letztere nur beim Ziehen oder Bremsen wirken;

7.3.4 S_R der sich bei einwandfreier Zahnstange (β_o) und z_g ergebende Sicherheitsfaktor (= Wert, der sich aus der Berechnung der Sicherheit gegen Entgleisen ergibt und der mindestens 1,2 für Geschwindigkeitsreihe 2 bzw. 1,25 für Geschwindigkeitsreihe 3 betragen muss);

7.3.5 S_R^* der bei abgenützter Zahnstange zugelassene minimale Sicherheitsfaktor (= 1,05 für Geschwindigkeitsreihe 2 bzw. 1,1 für Geschwindigkeitsreihe 3);

7.3.6 β_o der Flankenwinkel der neuen Zahnstange (tg β_o im allgemeinen = 0,25);

7.3.7 $\frac{R_o}{\lambda_r \cdot z_g}$ der Faktor, welcher grundsätzlich für jedes Rad des auf der betrachteten Zahnstange fahrenden Fahrzeuges einen eigenen Wert aufweist. Massgebend ist das Rad mit dem kleinsten Wert dieses Faktors aller auf der betreffenden Bahnstrecke verkehrenden Fahrzeuge.

7.3.8 Der Winkel β^* ist auf der Höhe der effektiven Teillinie zu messen, welche sich infolge der gefederten Lagerung der Zahnräder, der Durchbiegung der Zahnstange und der Tragrad-Durchmesser im Neuzustand ergibt.

8 In Bezug auf eine möglichst ungestörte Abwicklung des Eingriffsvorganges müssen die Zahnflanken über die gesamte zum Eingriff kommende Zahnhöhe frei von Vorsprüngen sein.

9 Über die Qualität der Materialien sind vor der Verwendung Gütenachweise beizubringen.

AB 34

1 Rangiergrenze

1.1 Zur Kennzeichnung der Rangiergrenze sind beim Einfahrsignal Bahnhofanfang- bzw. Bahnhofendetafeln wie folgt anzubringen:

1.1.1 Bahnhofanfangtafeln sind aufzustellen:

- bei Signalsystem N zwingend
- bei Signalsystem L bei unmittelbar aneinander grenzenden Bahnhöfen oder in unübersichtlichen Anlagen, in denen die Rangiergrenze nicht einfach ersichtlich ist.

1.1.2 Bahnhofendetafeln sind aufzustellen:

- bei unmittelbar aneinander grenzenden Bahnhöfen oder
- in unübersichtlichen Anlagen, in denen die Rangiergrenze nicht einfach ersichtlich ist.

1.2 Bei Bahnhöfen ohne Einfahrsignal können zur Kennzeichnung der Rangiergrenze Bahnhofanfang- und Bahnhofendetafeln alleine oder gemeinsam mit der Merktafel S aufgestellt werden. Am selben Standort sind immer Bahnhofanfang- und Bahnhofendetafel aufzustellen. Werden diese in Kombination mit der Merktafel S verwendet, so befinden sich alle drei Tafeln am selben Standort.

2 Publikumsbereiche in Bahnhöfen

Es sind folgende Publikumsbereiche zu unterscheiden:

a) Perron:
   - Gefahrenbereich
   - Sicherer Bereich:
     - von Möblierungen freizuhaltende Zirkulations- und Warteflächen
     - Zonen, die möbliert werden können

b) Übrige Publikumsbereiche

(AB 34)

3 Bedürfnisse behinderter und altersbedingt eingeschränkter Menschen [Eisenbahn und Strassenbahn]

3.1 Perron und Zugang: Generelles

3.1.1 Die Perronhöhen sind innerhalb von zusammenhängenden Bahnnetzen einheitlich zu gestalten und müssen auf den niveaugleichen Einstieg in das verwendete Rollmaterial abgestimmt sein. Ausnahmen sind möglich, wenn gemäss Art. 3 Abs. 2 VböV Hilfestellung durch das Personal der Unternehmung gewährleistet ist:

bei Normalspurbahnen beträgt die Perronhöhe 550 mm über Schienenoberkante,

bei Schmalspurbahnen beträgt die Referenzhöhe der Perrons 350 mm über Schienenoberkante; andere Perronhöhen sind innerhalb zusammenhängender Netze zulässig;

bei Strassenbahnen ist der niveaugleiche Einstieg in das verwendete Rollmaterial zu gewährleisten. In Ausnahmefällen sind stattdessen Rollstuhlrampen von den Perrons in die Fahrzeuge zulässig. Die Neigung der Rollstuhlrampen darf dabei 12 %, bei Hilfestellung durch das Personal der Unternehmung 18 % nicht übersteigen.

3.1.1.1 Abweichungen

a) Sind die entsprechenden Werte der Perronhöhe nicht mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar, so sind Perron-Teilerhöhungen (in Abweichung von AB-EBV zu Art. 34, AB 34.4, Ziff. 1.3) über die ganze Perronbreite zulässig.

b) Sind die Voraussetzungen der Infrastruktur gemäss AB-EBV zu Art. 21, AB 21.3, nicht mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar, so sind Perron-Teilkonformitäten[1] zulässig.

Diese Teilerhöhungen und diese Teilkonformitäten sind zulässig, solange sie durch alle eingesetzten Zugskompositionen bedienbar sind. Sie müssen sich innerhalb derselben Strecke an allen Haltepunkten am gleichen Ort der Perrons befinden.

Der Niveauunterschied zwischen der Perron-Teilerhöhung und dem übrigen Perronbereich darf keine Stufen aufweisen und darf in der Neigung 6 % nicht überschreiten.

3.1.1.2 Bei Situationen mit nicht niveaugleichem Einstieg ist eine maximale Niveaudifferenz zwischen der Perronkante und der sich am nächsten befindenden Trittstufe von 230 mm nach oben und 160 mm nach unten erlaubt. Vorbehalten bleiben AB-EBV zu Art. 83, AB 83, Ziff. 2.1.

3.1.1.3 Perrons von neuen Haltepunkten müssen grundsätzlich so konzipiert werden, dass sie die infrastrukturseitigen Voraussetzungen (siehe AB-EBV zu Art. 21, AB 21.3) für die Einhaltung von AB-EBV zu Art. 53, AB 53.1, Ziff. 4.1, erfüllen.

[1] Perron-Teilkonformität = die entsprechenden Werte sind auf der vollen Perronlänge erfüllt, jedoch sind die infrastrukturseitigen Voraussetzungen für den niveaugleichen Einstieg nur in einem Teilbereich des Perrons erfüllt.

(AB 34)

3.1.2 Personen im Rollstuhl oder mit Rollator ist der Zugang zu den Perrons wie folgt zu gewährleisten:

a) mit Rampen. Die Rampenneigung darf bei Niveauunterschieden:
   - bis 1,50 m max. 6 % betragen;
   - über 1,50 m max. 12 % bei überdachten oder beheizten Rampen, ansonsten max. 10 % betragen;

b) und/oder mit Liften, (Liftmass Länge mindestens 1,80 m), mit taktilen, sehbehin derten- und rollstuhlgerechten Bedienungselementen und akustischer Stockwerk angabe bei mehr als zwei der Öffentlichkeit zugänglichen Stockwerken.

Bei der Wahl bezüglich Rampen bzw. Liften ist die Richtlinie des Bundesamts für Verkehr (BAV) «stufenfreier Bahnzugang» massgebend.

Bei niveaugleichen Zugängen über Gleiskörper muss mindestens an einem Ort der Zugang zum Perron für Rollstühle und Rollatoren mittels einer Rampe gewährleistet sein: Dabei darf die Rampenneigung max. 6 % betragen. Der Zugang für Rollstühle und Rollatoren darf keine Unebenheiten aufweisen, die Gleisrille ist möglichst schmal zu halten.

Bahnhöfe mit Zugang zum Perron über das Gleis stellen für blinde und sehbehinderte Reisende eine besondere Erschwernis und eine zusätzliche Gefahr dar. Aus diesem Grund sollten die Orientierung- und Mobilitätstrainer für blinde und stark sehbehinder-te Personen solche Bahnhöfe bei den Schulungen speziell berücksichtigen.

3.1.3 Bewegliche Möblierungselemente

3.1.3.1 Die Rampen und Treppen sind vollständig, die Unterführungen sind möglichst von festen und beweglichen Möblierungselementen (z. B. Werbeständern) freizuhalten.

3.1.3.2 Auf Perrons ist innerhalb des sicheren Bereiches ein Verkehrsweg von 1,20 m Breite von Hindernissen freizuhalten.

Ausnahmsweise sind kleinere Breiten bis 0,90 m auf begrenzter Länge möglich.

Bei den Strassenbahnen muss die Durchfahrbreite (ganze Perronbreite bis Kante) für Rollstühle und Rollatoren mindestens 0,90 m betragen. Besteht für Rollstühle oder Rollatoren das Risiko eines Sturzes auf die Fahrbahn, so muss die Durchfahrbreite mindestens 1,20 m betragen.

(AB 34)

3.1.4 Gefälle auf Perrons

3.1.4.1 Das Quergefälle auf Perrons darf bis zu 2 % betragen.

Bei Fallliniengefälle über 2,5 % ist das Gefälle weg vom Gleis auszurichten.

In Ausnahmefällen (z. B. bestehenden Türschwellen) ist ein Quergefälle bis zu 3 % zulässig.

3.1.4.2 Ein Längsgefälle des Perrons bis zu 6 % ermöglicht grundsätzlich den autonomen Zugang in die Fahrzeuge.

Bei Längsgefällen über 6 % sind die Massnahmen gemäss AB-EBV zu Art. 53, AB 53.1, Ziff. 4.2 umzusetzen.

3.1.5 Haltestellenplattform bei Strassenbahnen

3.1.5.1 Breite der Haltestellenplattform bei der Rollstuhleinfahrtsfläche:

- bei niveaugleichem Einstieg mindestens 1,40 m;
- im Ausnahmefall des Einstiegs ins Fahrzeug über eine Rollstuhlrampe mindestens 1,40 m plus Rampenüberlappung

Diese Masse erhöhen sich um einen Sicherheitszuschlag von 0,25 m bei Inselhaltestellen ohne Abschrankung.

Sind Rollstühle mit kuppelbaren elektrischen Antriebsgeräten, Behinderten-Elektroscooter oder ähnliche Fahrzeuge zugelassen, so soll die Breite der Haltestelle bei der Rollstuhleinfahrtsfläche mindestens 2,00 m betragen. Im Ausnahmefall des Einstiegs ins Fahrzeug über eine Rollstuhlrampe soll die Breite mindestens 2,00 m plus Rampenüberlappung betragen.

Die minimale Länge der Rollstuhleinfahrtsfläche beträgt 4,00 m.

(AB 34)

3.1.5.2 Um die autonome Benützung für Rollstuhl oder Rollator (die Fahrgäste im Rollstuhl oder mit Rollator können ohne fremde Hilfe ein- und aussteigen) zu gewährleisten, muss AB-EBV zu Art. 53, AB 53.1, Ziff. 4.1 eingehalten sein.

3.2 Die unterschiedlichen Bereiche von Publikumsanlagen in Bahnhöfen und deren Funktionen (Ziff. 2) müssen auch für sehbehinderte und blinde Personen erkennbar sein. Massgebend ist der Leitfaden des BAV «Taktil-visuelle Markierung von Bahnperrons»[2].

3.3 Lückenlose Führungskette auf Bahnperrons

Eine lückenlose Führung sehbehinderter und blinder Reisender ist, gestützt auf ein Führungskonzept der wichtigen Verbindungen, zu gewährleisten. Sie ist mit taktil-visuellen Markierungen und baulichen Elementen gemäss dem Leitfaden des BAV «Taktil-visuelle Markierung von Bahnperrons»[2] zu realisieren.

3.4 Optische und taktile Markierung auf Perrons von Strassenbahnen

3.4.1 An den Haltestellen ist auf der Höhe der ersten Fahrzeugtüre eine taktil-visuelle Markierung (Aufmerksamkeitsfeld) gemäss SN 640 852[2] anzubringen. Bei Haltestellen in Fahrbahnmitte soll diese Markierung möglichst über die ganze Trottoirbreite gezogen werden.

3.4.2 Darf der Gleiskörper nicht überquert werden, so ist eine taktil-visuelle Markierung entlang der Haltekante anzubringen. Sie ist in ihrer Form analog zur Sicherheitslinie auszuführen.

3.5 Bei Haltepunkten mit Halt auf Verlangen:

- muss ein optisch unübersehbarer Hinweis auf die Notwendigkeit der Haltanforderung angebracht werden,
- müssen Haltanforderungstasten an zentraler Stelle, (z. B. in der Nähe des Billettautomaten oder der Kommunikationseinrichtung) angebracht werden;
- muss bei richtungsgetrennter Anlage für Halt auf Verlangen die Anforderung für die entsprechende Fahrtrichtung ersichtlich sein.

Die Halteanforderungseinrichtungen müssen auch für blinde Reisende auffindbar, bedienbar und auf den Status überprüfbar sein. (vgl. Ziff. 3.3 des Leitfadens des BAV «Taktil-visuelle Markierung von Bahnperrons»[2]).

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 34.3

1 Ziel und Abgrenzung

1.1 Das Ziel der vorliegenden Ausführungsbestimmung ist, die Gefährdung der Reisenden zu vermeiden und die durch den Zugang zum Perron entstehenden Risiken zu beherrschen.

1.2 Die beste und wenn möglich anzustrebende Lösung ist der räumlich vom Gleis getrennte Zugang.

1.3 Die Bedingungen, die einen nicht räumlich vom Gleis getrennten Zugang oder einen Zugang über das Gleis zeitlich getrennt ermöglichen, sind unter den Ziff. 3 bis 5 angegeben.

1.4 Als nicht räumlich vom Gleis getrennter Zugang oder Zugang über das Gleis zeitlich getrennt gelten die Fälle, bei denen der Perron (auch Aussenperron) nur von einer Seite der Gleisanlage über das Gleis bzw. die Gleise erreicht werden kann.

1.5 Sämtliche Übergänge bei Haltepunkten mit nur einem Gleis sind als Bahnübergänge zu konzipieren (Art. 37 ff. EBV).

1.6 Zugänge über eine Gleisanlage, die nicht ausschliesslich dem Zugang zum Zug dienen, sind als Bahnübergänge zu konzipieren (Art. 37 ff. EBV).

1.7 Ausnahmen zu Ziff. 1.6 können Anlagen darstellen, die mit bahnseitiger Regelung (Prozesse der fahrdienstlichen Betriebsvorschriften) betrieben sind.

2 Zugang räumlich vom Gleis getrennt

Bei den Zugängen zu den Perrons sind die Konflikte zwischen Mensch und Schienenverkehr mittels Unter- oder Überführungen räumlich zu beseitigen.

3 Allgemeine Bestimmungen zu den Zugängen nicht räumlich vom Gleis getrennt (Ziff. 4) und über das Gleis zeitlich getrennt (Ziff. 5)

3.1 Der Bahnhof ist betrieblich zu planen. Um die Sicherheit zu gewährleisten, sind bei der Planung die in enger Abhängigkeit stehenden Aspekte Bau, Bahnbetrieb, Sicherungsanlagen (vgl. AB-EBV zu Art. 39, AB 39.2 und AB 39.3.a, Ziff. 11), Fahrplan und Reisende (inkl. Personenströme) zu berücksichtigen.

3.2 Nutzungskonzept

Da die Konzeption, das Ausmass und die Gestaltung der Warte- und Bewegungsbereiche des Reisenden dessen Verhalten massgebend beeinflussen, muss zu Beginn ein Nutzungskonzept des Bahnhofs erstellt werden. Dabei müssen die Personenflüsse mit ihren Einflussgrössen und die Betriebsabwicklung(en) mit ihren zugehörigen Parametern (Sicherungsanlagen, usw.) berücksichtigt werden.

3.3 Der Fahrplan wird von der betrieblichen Planung und der Konzeption der Anlage beeinflusst.

(AB 34.3)

4 Zugang nicht räumlich vom Gleis getrennt

Bei Anlagen, welche eine der nachfolgenden zusätzlichen Voraussetzungen erfüllen, braucht der Zugang zum Perron nicht räumlich vom Gleis getrennt zu sein.

4.1 Zugang zu den Perrons nur mit bahnseitiger Regelung (Prozesse der fahrdienstlichen Betriebsvorschriften)

4.1.1 Der Zugang erfolgt nur über Gleise, in welche nicht signalmässig eingefahren werden kann. Diese Gleise sind in der Regel im Perron zu integrieren.

4.1.2 Im Strassenbahnbereich ist zu prüfen, ob die örtlichen Verhältnisse diese Form des Zugangs zulassen.

4.2 Zugang mit abwechselnder Prioritätenzuteilung

4.2.1 Allgemeines

Bei der Sicherung mit abwechselnder Prioritätenzuteilung gelten insbesondere folgende Bahnhofstypen nicht als Bahnhöfe mit einfachen betrieblichen Verhältnissen:

a. Bahnhöfe an Doppel- bzw. Mehrspurstrecken.
b. Bahnhöfe am Übergang von Einspur- auf Doppel- bzw. Mehrspurstrecken.
c. Bahnhöfe an Einspurstrecken oder am Zusammentreffen von Einspurstrecken mit ähnlichem Betrieb wie bei Doppelspurstrecken (z. B. langes Überholgleis oder Einmündung zweier Einspurstrecken, welche gleichzeitige Einfahrten ohne besondere betriebliche/technische Massnahmen erlauben).
d. Bahnhöfe auf Einspurstrecken, mit hohem Reisendenaufkommen.

4.2.2 Schmaler Zwischenperron (max. 2,00 m Breite)

In Bahnhöfen an Einspurstrecken mit einfachen betrieblichen Verhältnissen (Ziff. 4.2.1), in denen Zugänge zu einem schmalen Zwischenperron über ein Gleis erfolgen in welches signalmässig eingefahren werden kann, sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

a. Die Abläufe sind mittels einer Sequentialisierung (Abfolge aufeinander bezogener Ereignisse/Zustände) aller Phasen des Betriebs, der Sicherungsanlagen und des Verhaltens der Reisenden aufzuzeigen.
b. Der sichere Bereich für Reisende muss eindeutig erkennbar, ausreichend dimensioniert sein und baulich klar gestaltet werden. Der Unterschied zwischen dem sicheren Bereich und dem Gefahrenbereich muss offensichtlich sein.
c. Zur Lenkung der Reisenden sind Anzahl und Breite der Zugänge zum Zwischenperron zu beschränken.
d. Um Gefährdungen vermeiden zu können, müssen die Zugänge und ihre Umgebung vom Triebfahrzeugführer frühzeitig ersichtlich und erkennbar sein.
e. keine Einrichtungen, wie Wartehäuschen, Bänke, Automaten, Billetentwerter, Fahrplan- und Infoanzeiger, Werbeelemente, usw. dürfen die Reisenden dazu einladen, auf dem Zwischenperron zu warten

(AB 34.3)

4.2.3 Breiter Zwischenperron (mit einem ausreichend dimensionierten sicheren Bereich gemäss AB-EBV zu Art. 21, AB 21.2 und AB-EBV zu Art. 34, AB 34.4):

In Bahnhöfen an Einspurstrecken mit einfachen betrieblichen Verhältnissen (Ziff. 4.2.1), in denen der Zugang zu einem breiten Zwischenperron über ein Gleis erfolgt, in welches signalmässig eingefahren werden kann, sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

a. Die Abläufe sind mittels einer Sequentialisierung (Abfolge aufeinander bezogener Ereignisse/Zustände) aller Phasen des Betriebs, der Sicherungsanlagen und des Verhaltens der Reisenden aufzuzeigen.
b. Der Zwischenperron darf nur ein Gleis bedienen, welches nicht das zu überquerende Gleis ist.
c. Der sichere Bereich für Reisende muss eindeutig erkennbar sein und baulich klar gestaltet werden. Der Unterschied zwischen dem sicheren Bereich und dem Gefahrenbereich muss offensichtlich sein.
d. Mit Ausnahme des Zugangs ist der Zwischenperron auf der Seite des zu überquerenden Gleises in der Regel baulich gegen ein Überqueren des Gleises begrenzt.
e. Im Normalfall führt nur ein Zugang zum Zwischenperron.
f. Der Zugang zum Zwischenperron muss räumlich eindeutig begrenzt sein
g. Um Gefährdungen vermeiden zu können, muss der Zugang und seine Umgebung vom Triebfahrzeugführer frühzeitig ersichtlich und erkennbar sein.
h. Die erforderlichen Sicherungsmassnahmen für den Zugang sind mittels einer entsprechenden Risikoanalyse als genügend nachgewiesen.

4.2.4 In folgenden Fällen dürfen Perrons nicht mit abwechselnder Prioritätenzuteilung erreicht werden:

a. Die genannten Bedingungen sind nicht erfüllt.
b. Bei breiten Zwischenperrons, die mehr als ein Gleis bedienen.
c. Wenn mehr als ein Hauptgleis[3] überquert werden muss.

[3] «Hauptgleis» gemäss Definition der FDV.

(AB 34.3)

5 Zugang über das Gleis zeitlich getrennt

5.1 Ein zeitlich getrennter Zugang über das Gleis muss Prioritäten festsetzen, entweder auf die das Gleis benutzenden Schienenfahrzeuge oder auf die den Zugang über das Gleis benutzenden Menschen.

5.2 Zur zeitlichen Trennung ist eine Einrichtung mit einem physischen Hindernis zwingend.

5.3 In Bahnhöfen, bei denen ein nicht räumlich vom Gleis getrennter Zugang nach Ziff. 4 unzulässig ist, muss der Zugang zum Perron unter folgenden Bedingungen zeitlich getrennt sein. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, ist der Zugang räumlich vom Gleis getrennt zu konzipieren.

5.4 Ein zeitlich getrennter Zugang über das Gleis und die Umsetzung der betrieblichen Planung des Bahnhofs dürfen kein durch die Konzeption der Anlage verursachtes verbotenes Verhalten bei den Benutzern auslösen.

5.5 Ist ein zeitlich getrennter Zugang über das Gleis durch eine Schrankenanlage gewährt, dann sind die Bahnhofanlage und dieser Zugang so zu konzipieren, dass:

a. für den Reisendenwechsel von und zu den Zügen genügend Zeit vorgesehen wird (Sequentialisierung);
b. ausreichend dimensionierte Wartezonen beidseits der Querung vorhanden sind;
c. bei der Mitbenützung eines bestehenden Bahnüberganges für den Strassenverkehr die Sicherheit der Fussgänger gegenüber dem Strassenverkehr nötigenfalls durch bauliche Massnahmen gemäss Normenwerk sichergestellt wird. Der Übergang befindet sich im Normalfall nicht mehr als 150 m vom Halteort des Zuges (Zugsmitte) entfernt.

Die Schlagbäume sind mit Hängegitter zu versehen.

6 Dienstliche Übergänge

Die Benutzung von dienstlichen Übergängen, die nicht als Zugang zum Perron für die Reisenden konzipiert sind, ist für diese zu verhindern. Mögliche bauliche Massnahmen sind z. B. Platzierung entfernt von den üblichen Wegen der Reisenden, Abschrankungen, usw.

AB 34.4

1 Die Sicherheit des Publikums auf den Perrons muss durch die Konzeption, die Gestaltung und die Dimensionierung, basierend auf dem langfristig zu erwartenden Publikumsaufkommen, gewährleistet werden. Die Publikumsbereiche (Aufenthaltsbereiche und Wege) müssen selbsterklärend sein.

1.1 Perrons sind so zu gestalten, dass sich die Reisenden optimal verteilen können.

1.1.1 Bei der Modellierung der Publikumsströme auf den Perrons sind die durch wartende Reisende entstehenden Rückstaueffekte zu berücksichtigen.

1.1.2 Hindernisse im Publikumsstrom sind zu vermeiden; insbesondere ist auf Mobiliar, Anlagen oder andere Hindernisse im Einmündungsbereich der Perronzugänge zu verzichten. Ausnahmen: grundlegende Ausrüstungselemente, Billettentwerter, Perrondachstützen in begrenzter Zahl.

Als Richtwert für die Länge der hindernisfreien Zone im Einmündungsbereich der Perronzugänge gilt 20 m; dieser Wert:

a. muss gegebenenfalls nach der Modellierung (erwartetes Publikumsaufkommen, Breite) erhöht werden;
b. kann aufgrund der folgenden Situationen verringert werden:
   - in Kleinbahnhöfen mit weniger als 500 Reisenden pro Tag und Perronkante wenn das Aufkommen kleiner als 60 Reisende pro Perronkante in der Spitzenzeit von 10 Minuten ist,

   oder
   - auf einem Perron mit einer Länge von weniger als 100 m.

1.2 Die Möblierung, wie Wartehäuschen, Bänke, Automaten, Fahrplan- und Infoanzeigen, Werbeelemente usw., ist so anzuordnen und gegebenenfalls zu beschränken, dass keine engen Bereiche für bevorzugte Wege (Wunschlinien) entstehen.

Bewegte Bilder, die vom Perronbereich her gesehen werden können, dürfen weder die Sicherheit der Personen auf dem Perron noch die Betriebssicherheit beeinträchtigen.

1.3 Hindernisse wie Stützen, Kandelaber, Masten auf dem Perron sind ohne Abweichung von der Vertikalen zu erstellen.

Werden dennoch schräge Elemente erstellt:

a. ist auf der Seite mit spitzem Winkel von der Horizontalen:
   - eine zusätzliche Hindernisbreite bis zu einer lichten Höhe von 2,35 m zu berücksichtigen,
   - der Durchgang bei dieser zusätzlichen Hindernisbreite zu verhindern,
b. sind auf der Seite mit stumpfen Winkel von der Horizontalen Stolperfallen zu verhindern.

(AB 34.4)

1.4 Die Perronfläche darf keinen Höhenabsatz (längs oder quer) aufweisen.

1.5 Perronzugänge sind Treppen, Rampen, Personenunter- und überführungen, Fusswege, Rolltreppen, Lifte und ähnliche Anlagen, die den Weg zum und vom Perron ermöglichen. Die Perronzugänge sind als kohärentes System mit den Perrons anzuordnen und zu dimensionieren.

1.5.1 Die Anordnung und Dimensionen der Perronzugänge sind derart festzulegen, dass die Sicherheit auf den Perrons nicht beeinträchtigt wird.

1.5.2 Die Anordnung und Dimensionen der Perronzugänge sind auf der Basis der langfristig absehbaren Nutzung festzulegen. Dabei ist sowohl das Personenaufkommen, die Personenverteilung und die Art von Begegnungsfällen gemäss der VSS-Norm 40 238[4] und deren Häufigkeit zu berücksichtigen

Sofern das Personenaufkommen zusammen mit den massgebenden Begegnungsfällen kein grösseres Mass bedingen, sind für die Perronzugänge (Bauten mit seitlicher Begrenzung) folgende Mindestwerte der lichten Breite einzuhalten:

a. Personenunterführungen: in Abhängigkeit von der Länge und der Betriebsform gemäss VSS-Norm 40 246[4], Tabelle 2

b. Treppen und Rampen aus/zu einer Personenunterführung oder -überführung:
   – 2,50 m
   – 2,75 m mit örtlicher Erschliessungsfunktion
   Ausnahmsweise sind in begründeten Fällen für solche Treppen und Rampen geringere Breiten bis 2,00 m möglich.

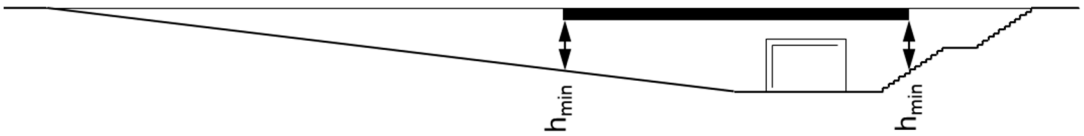
Die Personenunterführungen und -überführungen der Bahnhöfe und die Zugänge dieser Querungen müssen ihre Funktion als Verbindung zu und von den Perrons ungehindert erfüllen. Bei einer allfälligen Mitbenützung von Velos sind Abkreuzungen von Fussgänger- und Veloverkehr konzeptionell zu verhindern und die unterschiedlichen Funktionen der Verkehrsflächen für alle Nutzer erkennbar zu machen.

[4] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 34.4)

1.5.3 Folgende Mindestwerte der lichten Höhe der Perronzugänge sind einzuhalten:

- Rampen und Treppen, teilgedeckt durch den Perron: Mindestwert h_{min} in Abhängigkeit von der Deckenlänge gemäss der VSS-Norm 40 246[5], Tabelle 6. Dieser Wert kann am oberen Ende des gedeckten Teils der Rampe oder Treppe bis auf 2,50 m reduziert werden.



- Personenunterführungen: Mindestwert in Abhängigkeit von der Länge gemäss VSS-Norm 40 246[5], Tabelle 6. Die für die Anwendung der Norm zu berücksichtigende Tunnellänge kann auf die Länge der massgebenden Tunnelabschnitte reduziert werden, wenn die Röhrenwirkung deutlich unterbrochen wird. Die Unterbrechung der Röhrenwirkung kann zum Beispiel bei den Perronzugängen durch eine Querschnittserweiterung (grössere lichte Höhe) in Verbindung mit einem Lichteinfall erreicht werden. Massnahmen für den Lichteinfall dürfen die Personensicherheit auf Perrons nicht beeinträchtigen.

2 Die Perrons müssen mindestens während der Betriebszeiten ausgeleuchtet sein.

2.1 Mit der Beleuchtung muss ein guter Kontrast insbesondere im Bereich der Sicherheitslinien, der Perronkanten und Treppen erreicht und die Lenkung des Publikums in den sicheren Bereich angestrebt werden.

Die Beleuchtung darf weder Reisende noch Triebfahrzeugführende blenden und ist konform zur SN EN 12464[5] zu planen und auszuführen.

[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 34.4)

3 Signaletik, Markierungen

3.1 Es ist eine einheitliche Signaletik für alle Bahnen anzustreben.

3.2 Die Signaletik muss prägnant, kohärent und auf das Wesentliche begrenzt sein.

3.3 Bodenmarkierungen auf den Perrons sind nur für die notwendigen Sicherheits- und bahnbetrieblichen Informationen zulässig.

4 Trennung des Perronbereichs von anderen Verkehrs- und Publikumsbereichen (gilt nicht für Strassenbahnbereich)

4.1 Die Perrons sind baulich von den übrigen Publikumsbereichen abzutrennen. Bei den Zugängen zu den Perrons muss die unterschiedliche Funktion für das Publikum eindeutig sein.

4.2 Die Perrons sind von Strassen und von Anlagen für den Langsamverkehr abzutrennen.

5 Unterirdische Perronanlagen

5.1 Unterirdische Perronanlagen und deren Zugänge oder Anlagen mit ähnlichen Merkmalen sind mit signalisierten Fluchtwegen auszurüsten, welche auf Basis eines Sicherheitskonzepts für die gesamte Anlage zu planen sind.

6 Spezielle Risikosituationen

6.1 Wenn im Laufe der Nutzung von bestehenden Anlagen spezielle Risikosituationen entstehen, können zur Unterstützung der Sicherheit des Publikums aktive Personenwarnsysteme eingesetzt werden, falls:

a. provisorische bauliche Massnahmen nicht genügen und
b. ein zweckmässiger Umbau geplant ist und
c. organisatorische und betriebliche Möglichkeiten ausgeschöpft sind und
d. die Bahn nachweisen kann, dass aufgrund des Publikumsaufkommens oder -verhaltens zusätzliche Massnahmen nötig sind.

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) legt in einer Richtlinie fest, wie die Erfüllung dieser Bedingungen nachzuweisen ist und wie Personenwarnsysteme im Perronbereich zu konzipieren und einzusetzen sind.

AB 35

1 Gleisabschlüsse

1.1 Gleisabschlüsse müssen so beschaffen und angeordnet sein, dass sie:

- einen angemessenen Schutz gegen das Überfahren von Gleisenden aufweisen,
- die zu erwartende Aufprallenergie nicht vollständig abgebremster Fahrzeuge aufnehmen und umwandeln können,
- keine Beschleunigungen hervorrufen, die Personen ernsthaft gefährden oder die Schäden am Transportgut verursachen,
- keine Kräfte hervorrufen, die erhebliche Schäden an den Fahrzeugen und Anlagen verursachen.

1.2 Die Leistungsfähigkeit von Gleisabschlüssen ist unter Berücksichtigung der im Gleis auftretenden Zugsmassen und der anzunehmenden Auffahrgeschwindigkeit nachzuweisen.

1.2.1 Die anzunehmende Auffahrgeschwindigkeit ist eine Bemessungsgrösse. In der Regel sind folgende Auffahrgeschwindigkeiten zu berücksichtigen:

Bewegungsart der Fahrzeuge	Normalspur	Meterspur
Zugfahrt	15 km/h	10 km/h
Rangierbewegung	10 km/h	7 km/h

1.2.1.1 Die anzunehmende Auffahrgeschwindigkeit darf aufgrund einer Sicherheitsbeurteilung angemessen reduziert werden:

- für Fahrzeuge mit einer von der Reibung zwischen Rad und Schiene unabhängigen Sicherheitsbremse
- wenn das Anhalten aller Fahrten vor dem Gleisabschluss durch Zugbeeinflussung unterstützt wird.

1.2.2 Die erforderliche Leistungsfähigkeit von Gleisabschlüssen sowie der freizuhaltende Verschiebeweg von abbremsenden und verschieblichen Gleisabschlüssen dürfen vereinfachend aus dem Bemessungswert der kinetischen Energie E_d bestimmt werden. Die Rotationsenergie darf vernachlässigt werden.

$$E_d = \gamma_S \frac{m \cdot v^2}{2} \text{ [J]}$$

mit:

- E_d Bemessungswert der kinetischen Energie in [J]
- m massgebende Zugmasse in [kg]
- v massgebende Auffahrgeschwindigkeit [m/s]
- γ_S Beiwert zur Berücksichtigung der Schutzfunktion des Gleisabschlusses

(AB 35)

1.2.3 Der Beiwert zur Berücksichtigung der Schutzfunktion ist risikoorientiert unter Beachtung folgender Richtwerte festzulegen:

- γ_S = 2,0 für Gleisabschlüsse vor Tragwerkselementen, bei deren Ausfall gravierende Sach- und Personenschäden zu erwarten sind und das Anhalten aller Fahrten vor dem Gleisabschluss nicht mit einer Zugbeeinflussung unterstützt wird.
- γ_S = 1,5 für Gleisabschlüsse bei deren Versagen z. B. Lichtraumprofile von Zugfahrstrassen verletzt werden können oder Fahrzeuge in Bereiche gelangen können, wo sich häufig und über längere Zeit Personen aufhalten.
- γ_S = 1,0 für Gleisabschlüsse bei deren Versagen eine Gefährdung von Personen oder von wichtigen Eisenbahninfrastrukturen weitgehend ausgeschlossen werden kann.

1.3 Zur Vermeidung von Schäden an Fahrzeugen und Anlagen sind grundsätzlich abbremsende und verschiebliche Gleisabschlüsse einzusetzen.

1.4 Feste Gleisabschlüsse sind zulässig, wenn eine Gefährdung von Personen beim Versagen des Gleisabschlusses sowie erhebliche Schäden an Fahrzeugen und am Transportgut unwahrscheinlich sind. Dies trifft grundsätzlich zu:

- an Enden von Gleisen mit erlaubter Höchstgeschwindigkeit von 5 km/h;
- an Enden von Anschlussgleisen mit erlaubter Höchstgeschwindigkeit von 10 km/h, sofern Gleisabschlüsse mit energievernichtenden Puffern ausgerüstet sind und Zugskompositionen mit höchstens 20 Achsen verkehren;
- an Enden von Gleisen mit Zahnstangen, die mit einer Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h befahren werden und feste Gleisabschlüsse mit energievernichtenden Puffer ausgerüstet sind;
- an Enden von Meter- und Spezialspurgleisen, sofern das Anhalten aller Fahrten vor dem Gleisabschluss mit einer Zugbeeinflussung unterstützt wird, der Gleisabschluss keine besondere Schutzfunktion hat und die massgebenden Zugskompositionen über Sicherheitsbremsen verfügen.

AB 37b

1 Verkehrsbewertung bei Bahnübergängen

1.1 Strassenseitige Verkehrsbewertung

Schwacher Strassenverkehr:	maximal 8 Personenäquivalente pro Stunde
Sehr schwacher Strassenverkehr:	maximal 8 Personenäquivalente pro Stunde, davon dürfen maximal 2 Personenäquivalente pro Stunde durch Motorwagen, Motorräder, Motorfahrräder und Fahrräder beansprucht werden.

1 Personenäquivalent entspricht 1 Fussgänger, 1 Fahrrad, 1 Motorfahrrad, 1 Motorrad, oder 0,75 Motorwagen.

Für die Bestimmung der Anzahl Personenäquivalente pro Stunde ist der Mittelwert über die gemeinsame Betriebszeit der Bahn- und Strassenanlagen an einem gewöhnlichen Tag des Jahres massgebend.

Wird ein Bahnübergang mit sehr schwachem Strassenverkehr an einzelnen Tagen stärker frequentiert, sind die entsprechend höheren Verkehrsbewertungen zu berücksichtigen oder an diesen Tagen spezielle Massnahmen zu treffen.

1.2 Bahnseitige Verkehrsbewertung

Langsamer Schienenverkehr:	Schienenverkehr bis zu 50 km/h Höchstgeschwindigkeit im Bereich des Bahnübergangs.

AB 37c Allgemeines

1 Signale am Bahnübergang

1.1 Schlagbäume

1.1.1 Schlagbäume sind rot-weiss gestreift.

1.2 Blinklichtsignale

1.2.1 Blinklichtsignale bestehen aus einer dreieckigen schwarzen Tafel mit zwei auf gleicher Höhe angeordneten rot blinkenden Lichtern, die in der Regel nicht gleichzeitig aufleuchten, (Wechselblinklichtsignal) oder mit einem rot blinkenden Licht (einfaches Blinklichtsignal).

1.2.2 Die eingesetzten Leuchtmittel (Signalgeber mit Glühlampen, Drehleuchten, usw.) müssen im gesamten Anfahrtsbereich mit Blick auf die Signale am Bahnübergang gut sichtbar sein.

1.2.3 Für die eingesetzten Leuchtmittel gelten sinngemäss auch die SN EN 12352[1] und SN EN 12368[1].

1.3 Andreaskreuze

1.3.1 Die Andreaskreuze sind weiss mit rotem Rand. Sie können hochkant stehen und bei ungünstigem Hintergrund auf weisse Tafeln aufgemalt werden.

1.4 Die Signale am Bahnübergang sind nach den Bildern 1–4 der AB-EBV zu Artikel 37c auszugestalten.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 37c Allgemeines)

1.5 Standort

1.5.1 Für den Standort der Signale gelten die Bestimmungen in Artikel 103 der Signalisationsverordnung (SSV) vom 5. September 1979[2].

1.5.2 Die Signale stehen vor dem Bahnübergang.

1.5.2.1 Bei Blinklichtsignalanlagen an eingleisigen Bahnstrecken ist die Anordnung der Signale für eine Richtung hinter dem Bahnübergang zulässig, wenn

a. die Aufstellung vor dem Bahnübergang nicht möglich ist; und

b. sehr gute Sichtbarkeit der Signale (z. B. Drehleuchten) während min. 5 Sekunden im gesamten Anfahrtsbereich gegeben ist.

Dabei sind die Signale hinter dem Bahnübergang auf beiden Strassenseiten aufzustellen.

1.5.2.2 Die Anordnung der Blinklichtsignale für beide Richtungen hinter dem Bahnübergang ist zulässig bei

a. Bahnübergangsanlagen, die nur für den Fussgängerverkehr geöffnet sind; oder

b. Bedarfsschrankenanlagen.

1.6 An Bahnübergängen, welche strassenseitig mit einer Geschwindigkeit von mehr als 50 km/h befahren werden, dürfen bei Schranken-, Halbschranken- und Blinklichtsignalanlagen keine einfachen Blinklichtsignale verwendet werden.

2 Auf Streckenabschnitten und in Bahnhöfen mit einer zugelassenen Höchstgeschwindigkeit von über 140 km/h oder wo die Räumung des Bahnübergangs oft erschwert ist, sind beim Bahnübergang Massnahmen zur Erkennung von Strassenfahrzeugen vorzusehen. Wo solche Massnahmen den Bahnbetrieb oft behindern, sind zweckdienliche Signalisationen oder Lichtsignalanlagen gemäss SSV zur Räumung des Bahnübergangs vorzusehen und bei der zuständigen Behörde zu beantragen.

[2] SR **741.21**

(AB 37c Allgemeines)

3 Funktionsabläufe

3.1 Begriffe

Grundstellung:	Der betriebsbereite Zustand einer Anlage.
Warnzeit:	Die Dauer vom Aufleuchten der Blinklichter, des gelben oder des gelb blinkenden Lichtsignals (Lichtsignalanlagen, bei denen das grüne Licht fehlt) sowie dem Ertönen des akustischen Signals bis zum Beginn der Schliessbewegung der Schlagbäume bei Schranken-, Halbschranken- und Bedarfsschrankenanlagen oder bis zum Eintreffen der schnellsten Zugfahrt oder Rangierbewegung bei Blinklicht- und Lichtsignalanlagen.
Räumzeit:	Die Zeit, welche Strassenbenützer zur Räumung des Bahnübergangs benötigen. Sie ist abhängig von der Anlagenart, den Räumwegen und der Geschwindigkeit der Strassenbenützer.
Schliesszeit:	Die Dauer der Schliessbewegung der Schlagbäume.
Sicherheitszeit:	Die minimale Dauer, in welcher sich die Schlagbäume vor der Durchfahrt eines Schienenfahrzeuges in der geschlossenen Stellung befinden müssen.
Sperrzeit:	Die Dauer, die der Bahnübergang für den Strassenverkehr gesperrt ist. Für die maximale Sperrzeit ist die gemäss Betriebskonzept langsamste fahrplanmässige Zugfahrt oder Rangierbewegung massgebend.
Öffnungszeit:	Die Dauer der Öffnungsbewegung der Schlagbäume.
Offenhaltezeit:	Die Dauer, während der die Schlagbäume bei Bedarfsschranken sich in der Stellung offen befinden und keine Warnung an die Strassenbenützer erfolgt.
Grundstellungszeit:	Die Dauer zur Erreichung der Grundstellung nach Ablauf der Sperrzeit.

(AB 37c Allgemeines)

3.2 Schrankenanlage

Funktionsablauf		Schlag-bäume	Blinklichtsignale		Lichtsignale 3 Farben		Lichtsignale ohne Grün		Akusti-sches Signal
			Art der Schrankenschliessung						
			gleichzeitig	gestaffelt	gleichzeitig	gestaffelt	gleich-zeitig	gestaffelt	
Grundstellung		offen	dunkel	dunkel	grün	grün	dunkel	dunkel	nein
Warn-zeit[1)]	gelb bl.	offen[2)]	-	-	-	-	3 s	3 s	ja
	gelb		-	-	3 s	3 s	3 s	3 s	ja
	rot bl.		12 s[3)]	1. Staffel 8 s 2. Staffel 12 s[3)]	-	-	-	-	ja
	rot		-	-	9 s[3)]	1. Staffel 5 s 2. Staffel 9 s[3)]	9 s[3)]	1. Staffel 5 s 2. Staffel 9 s[3)]	ja
Schliesszeit		6 - 11 s[1)]	blinken	blinken	rot	rot	rot	rot	ja
Sicherheitszeit		5 s geschl.	blinken	blinken	rot	rot	rot	rot	nein
Geschlossene Schranken		geschl.	blinken	blinken	rot	rot	rot	rot	nein
Öffnungszeit[4)]		6 - 11s[1)]	dunkel	dunkel	3 s rot+gelb anschl. grün	3 s rot+gelb anschl. grün	3 s gelb bl. anschl. dunkel	3 s gelb bl. anschl. dunkel	nein

Tabelle 1: Funktionsablauf Schrankenanlage

[1)] Werte für Neuanlagen. Alte Anlagen sind bei einer Erneuerung anzupassen.

[2)] Bei gestaffelter Schliessung schliesst die 1. Staffel nach der ersten Zeit, die 2. Staffel nach der zweiten Zeit.

[3)] Dieser Warnzeitanteil muss bei Abständen von mehr als 12 m vom Blinklichtsignal oder Lichtsignal, beim Fussgängerverkehr vom Schlagbaum, zum gegenüberliegenden Schlagbaum, gemessen in der Achse des jeweiligen Verkehrs, entsprechend der massgebenden Räumgeschwindigkeit gemäss Ziff. 4.1 überprüft werden.

[4)] Verhalten der Signale nur bei Neuanlagen. Alte Anlagen sind bei einer Erneuerung anzupassen.

(AB 37c Allgemeines)

3.3 Halbschrankenanlage

Funktionsablauf		Schlagbäume	Blinklichtsignale	Lichtsignale 3 Farben	Lichtsignale ohne Grün	Akustisches Signal
Grundstellung		offen	dunkel	grün	dunkel	nein
Warnzeit[1)]	gelb bl.	offen	-	-	3s	ja
	gelb		-	3s	3s	ja
	rot bl.		8s	-	-	ja
	rot		-	5s	5s	ja
Schliesszeit		6 - 11s[1)]	blinken	rot	rot	ja
Sicherheitszeit[2)]		5s geschlossen	blinken	rot	rot	ja
Geschlossene Halbschranken		geschlossen	blinken	rot	rot	ja
Öffnungszeit[3)]		6 - 11s[1)]	dunkel	3 s rot +gelb anschl. grün	3 s gelb bl. anschl. dunkel	nein

Tabelle 2: Funktionsablauf Halbschrankenanlage

[1)] Werte für Neuanlagen. Alte Anlagen sind bei einer Erneuerung anzupassen.

[2)] Diese minimale Sicherheitszeit muss bei Abständen von mehr als 6 m vom Blinklichtsignal oder Lichtsignal, beim Fussgängerverkehr vom Schlagbaum, zur am weitesten entfernten Gleisachse, gemessen in der Achse des jeweiligen Verkehrs, entsprechend der massgebenden Räumgeschwindigkeit gemäss Ziff. 4.1 überprüft werden.

[3)] Verhalten der Signale nur bei Neuanlagen. Alte Anlagen sind bei einer Erneuerung anzupassen.

3.4 Blinklichtsignalanlage oder Lichtsignalanlage

Funktionsablauf		Blinklichtsignale	Lichtsignale 3 Farben	Lichtsignale ohne Grün	Akustisches Signal
Grundstellung		dunkel	grün	dunkel	nein
Warnzeit[1)]	gelb bl.	-	-	3 s	ja
	gelb	-	3 s	3 s	ja
	rot bl.[2)]	15 s	-	-	ja
	rot[2)]	-	12 s	12 s	ja
Grundstellungszeit		-	3 s rot + gelb anschl. grün	3 s gelb blinken	nein

Tabelle 3: Funktionsablauf Blinklichtanlage oder Lichtsignalanlage

[1)] Werte für Neuanlagen. Alte Anlagen sind bei einer Erneuerung anzupassen.

[2)] Dieser minimale Warnzeitanteil muss bei Abständen von mehr als 6 m vom Blinklichtsignal oder Lichtsignal zur am weitesten entfernten Gleisachse, gemessen in der Achse des jeweiligen Verkehrs, entsprechend der massgebenden Räumgeschwindigkeit gemäss Ziff. 4.1 überprüft werden.

(AB 37c Allgemeines)

3.5 Bedarfsschrankenanlage

Funktionsablauf	Schlagbäume	Blinklichtsignale	Lichtsignale	Akustisches Signal
Grundstellung	geschlossen	dunkel	dunkel	nein
Anforderung	geschlossen	dunkel	dunkel	nein
Öffnungszeit	6 – 11 s	dunkel	dunkel	nein
min. Offenhaltezeit	15 s	dunkel	dunkel	nein
Warnzeit[1)]	offen	12 s blinken	3 s gelb blinken anschl. 3 s gelb anschl. 9 s rot	ja
Schliesszeit	6 – 11 s	blinken	rot	ja
Sicherheitszeit	5 s geschlossen	dunkel	dunkel	nein

Tabelle 4: Funktionsablauf Bedarfsschrankenanlage mit automatisch schliessenden Schlagbäumen bei Öffnungsanforderung durch den Strassenbenützer

[1)] Die Warnzeit muss bei Abständen von mehr als 10 m vom Blinklichtsignal, beim Fussgängerverkehr vom Schlagbaum, zum gegenüberliegenden Schlagbaum, gemessen in der Achse des jeweiligen Verkehrs, entsprechend der massgebenden Räumgeschwindigkeit gemäss Ziff. 4.1 überprüft werden.

3.6 Lichtsignalanlage mit fehlersicherer Sperrung des Strassenverkehrs

Funktionsablauf		Lichtsignale	Akustisches Signal
Grundstellung		dunkel	nein
Warnzeit	gelb bl.	3 s	ja
	gelb	3 s	ja
	rot[1)]	12 s	ja
Grundstellungszeit		3 s gelb blinken	nein
Störung		gelb blinken	nein

Tabelle 5: Funktionsablauf Lichtsignalanlage mit fehlersicherer Sperrung des Strassenverkehrs

[1)] Dieser minimale Warnzeitanteil muss bei Abständen von mehr als 6 m vom Lichtsignal zur Gleisachse, gemessen in der Achse des jeweiligen Verkehrs, entsprechend der massgebenden Räumgeschwindigkeit gemäss Ziff. 4.1 überprüft werden.

(AB 37c Allgemeines)

3.7 Freigabe des Bahnübergangs für den Strassenverkehr

3.7.1 Aufgehoben.

3.7.2 Bahnübergänge müssen gesichert bleiben, falls die Anlage zwischen den Funktionsabläufen nicht 10 Sekunden in Grundstellung verbleiben kann. Andernfalls ist zwischen den Zugfahrten oder Rangierbewegungen ein entsprechender minimaler Abstand einzuhalten.

4 Berechnung Räumzeit und Sichtweite

4.1 Ist bei Anlagen eine Überprüfung der Warn- oder Sicherheitszeit gemäss Tabellen 1-5 notwendig, ist die Räumzeit für jede Verkehrsart separat zu berechnen. Die anzuwendende Warn- oder Sicherheitszeit bestimmt sich aus der längsten berechneten Räumzeit, sofern die Tabellen 1-5 nicht längere Zeiten vorschreiben.

Bei der Berechnung der Räumzeit bei Anlagen sind folgende Geschwindigkeiten zu berücksichtigen:

- Fahrzeugverkehr: 5,0 m/s; bei speziellen Verhältnissen ist diese Geschwindigkeit zu reduzieren.
- Fussgängerverkehr: 1,0 m/s.

4.2 Bei Bahnübergängen, die nur mit Andreaskreuzen oder Lichtsignalanlagen mit fehlersicherer Sperrung des Strassenverkehrs signalisiert beziehungsweise gesichert sind, müssen für die Berechnung der erforderlichen Sichtweiten folgende Parameter berücksichtigt werden:

a. Für die Beobachtung, ob kein Schienenfahrzeug naht, und für den Entscheid, ob der Bahnübergang überquert werden soll, sind 2 Sekunden einzurechnen (Reaktionszeit).
b. Geschwindigkeit Fussgängerverkehr: 0,7 m/s.
c. Beschleunigung Fahrzeugverkehr aus dem Stand: 0,4 m/s^2.
Ist die Benützung des Bahnübergangs durch Lastwagen und ähnliche Fahrzeuge nicht möglich, so kann für Personenwagen mit einer Beschleunigung von 1,2 m/s^2 gerechnet werden.
d. Maximale Geschwindigkeit Fahrzeugverkehr: 5 m/s; bei speziellen Verhältnissen ist diese Geschwindigkeit zu reduzieren.

AB 37c.1

1 Schrankenanlagen

1.1 Schrankenanlagen bestehen aus Schlagbäumen und Blinklichtsignalen beidseits des Bahntrassees sowie einem, ausnahmsweise mehreren akustischen Signalen.

1.2 Die Schlagbäume sperren die gesamte Strassenbreite.

1.3 Werden mehrere Schlagbäume zur Sperrung der gleichen Strasse angebracht, so können diese gestaffelt geschlossen werden, d. h. die erste Staffel sperrt die rechte Strassenseite und die zweite Staffel die linke. Bei einer gestaffelten Schliessung ist der Fussgängerverkehr speziell zu berücksichtigen.

1.4 Aufgehoben.

1.5 Die Schlagbäume in unmittelbarer Nähe von Schulanlagen und Spielplätzen sowie bei Zugängen zu Perrons sind mit Hängegittern auszurüsten.

1.6 Die Sperrzeit der Schrankenanlagen muss möglichst kurz gehalten werden. Für eine Zugfahrt oder Rangierbewegung soll sie 150 Sekunden nicht überschreiten.

2 Halbschrankenanlagen

2.1 Halbschrankenanlagen bestehen aus Schlagbäumen und Blinklichtsignalen, die beidseits des Bahntrassees angebracht sind sowie einem, ausnahmsweise mehreren akustischen Signalen.

2.2 Die Schlagbäume sperren die Strassenzufahrt zum Bahnübergang. Die Länge der Schlagbäume ist so zu bemessen, dass sie in geschlossener Lage auf der nicht abgesperrten Fahrbahnseite genügend Raum frei lassen, damit der Bahnübergang ungehindert verlassen werden kann. Die Schlagbäume müssen in geschlossener Lage jedoch mindestens 1 Meter in die Strassenfahrbahn hineinragen.

2.3 Die Schlagbäume sollen in geschlossener Lage einen rechten Winkel zur Strassenachse bilden.

2.4 Die Blinklichtsignale stehen am rechten und am linken Strassenrand.

2.5 Die Sperrzeit der Halbschrankenanlagen muss möglichst kurz gehalten werden. Für eine Zugfahrt oder Rangierbewegung soll sie 120 Sekunden nicht überschreiten.

AB 37c.3

1 Blinklichtsignalanlagen

1.1 Blinklichtsignalanlagen bestehen aus Blinklichtsignalen und Andreaskreuzen, die in der Regel über den Blinklichtsignalen angebracht werden, sowie einem, ausnahmsweise mehreren akustischen Signalen.

1.2 Aufgehoben.

1.3 Blinklichtsignalanlagen, die für eine folgende Zugfahrt oder Rangierbewegung weiter blinken müssen, dürfen nur ausnahmsweise und nur in Bahnhöfen oder auf Streckenabschnitten mit langsamem Schienenverkehr verwendet werden.

1.4 Bei Anlagen nach Ziff. 1.3 ist der Strassenbenützer mit einer Zusatztafel auf den Umstand für das Weiterblinken aufmerksam zu machen.

1.5 Aufgehoben.

1.6 Die Warnzeit bei Blinklichtsignalanlagen muss möglichst kurz gehalten werden. Für eine Zugfahrt oder Rangierbewegung soll sie 30 Sekunden nicht überschreiten.

2 Bedarfsschrankenanlagen

2.1 Bedarfsschrankenanlagen sind Anlagen, welche durch den Strassenbenützer bei Bedarf geöffnet und geschlossen werden. Bedarfsschranken sind in der Regel geschlossen.

2.2 Bedarfsschrankenanlagen bestehen aus Schlagbäumen und geeigneten Bedien- und Sicherungseinrichtungen. Bei Bedarf sind Hinweistafeln mit Angaben zu deren Funktionsweise (vgl. Bild 4) anzubringen.

2.3 Die Schlagbäume sperren die gesamte Strassenbreite.

2.4 Sofern die Schlagbäume automatisch schliessen, sind die Anlagen mit Blinklichtsignalen und einem akustischen Signal zu ergänzen. Die Blinklichtsignale und das akustische Signal dienen zur Warnung vor automatisch schliessenden Schlagbäumen.

(AB 37c.3)

2.5 Unter geeigneten Bedien- und Sicherungseinrichtungen sind unter anderem zu verstehen:

a. Schlüsselschalter;
b. Drucktasten;
c. Fernbedienung;
d. Vorhängeschloss;
e. Rückmeldung an die Strassenbenützer.

2.6 Manuelle Bedarfsschrankenanlagen mit strassenseitig eingeschränktem Benutzerkreis

2.6.1 Solche Anlagen bedingen den Nachweis der betrieblichen Sicherheit durch den Infrastrukturbetreiber. Dabei muss auch nachgewiesen werden, dass genügend Zeit für die Querung des Übergangs vor der nächsten möglichen Fahrt zur Verfügung steht.

2.6.2 Die Berechtigungen und Nutzungsbedingungen sind zu dokumentieren, nachvollziehbar zu instruieren und den Benutzern abzugeben.

2.6.3 An Stelle von Schlagbäumen kann die physische Absperrung mit anderen gleichwertigen Mitteln realisiert werden.

3 Nur mit Andreaskreuzen signalisierte Bahnübergänge

3.1 Aufgehoben.

3.2 Sichtverhältnisse

3.2.1 Die für das sichere Überqueren des Bahnübergangs genügenden Sichtverhältnisse müssen gewährleistet sein. Beträgt die erforderliche Sichtweite für das sichere Überqueren des Bahnüberganges aufgrund der Räumzeit und der Geschwindigkeit der Bahn mehr als 300 Meter, ist ein Andreaskreuz allein nicht zulässig.

(AB 37c.3)

3.3 Anbringen von Pfeiftafeln

3.3.1 Bahnseitige Pfeiftafeln gemäss den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften sind nach Artikel 37c Absatz 3 Buchstabe c EBV bei zeitweise ungenügenden Sichtverhältnissen (z. B. wegen Nebels) anzubringen. Sie stehen in der Entfernung, in welcher die Achtungssignale vom Strassenbenützer 15 und, wenn erforderlich, 10 Sekunden vor Vorbeifahrt der schnellsten Zugfahrt oder Rangierbewegung gehört werden können.

3.3.2 Mit Ausnahme von zweigleisigen Strecken ohne Wechselbetrieb sind auf mehrspurigen Strecken die Pfeiftafeln je Gleis aufzustellen.

3.3.3 Wird die Strassenanlage nicht während der ganzen Betriebszeit der Bahn benützt, so können zeitliche Einschränkungen angebracht werden.

3.4 Bahnübergänge an kombinierten Fussgänger-/Fahrradwegen dürfen gemäss Artikel 37c Absatz 3 Buchstabe c EBV ausgerüstet werden, wenn mit Signalen und Hindernissen das direkte Befahren durch Fahrräder verhindert werden kann.

4 Lichtsignalanlagen mit fehlersicherer Sperrung des Strassenverkehrs

4.1 Lichtsignalanlagen mit fehlersicherer Sperrung des Strassenverkehrs bestehen aus Lichtsignalen und Andreaskreuzen, die in der Regel über den Lichtsignalen angebracht werden, sowie einem akustischen Signal.

4.2 Aufgehoben.

4.3 Erforderliche Sichtverhältnisse

4.3.1 Die für das sichere Überqueren des Bahnübergangs genügenden Sichtverhältnisse müssen gewährleistet sein. Beträgt die erforderliche Sichtweite für das sichere Überqueren des Bahnüberganges aufgrund der Räumzeit und der Geschwindigkeit der Bahn mehr als 300 Meter, müssen besondere Massnahmen getroffen werden oder es ist eine andere Sicherungsart vorzusehen.

(AB 37c.3)

5 Anlagen für die Verkehrsregelung bei Bahnübergängen nach Artikel 37c Absatz 3 Bestimmung d. der EBV

5.1 Werden solche Bahnübergänge mit einer Lichtsignalanlage ergänzt, so gelten die Bestimmungen über Lichtsignalanlagen nach Strassenverkehrsgesetzgebung.

5.2 Für die Bahn sind weisse Lichter in besonderer Anordnung (vgl. Signalisationsverordnung; SSV[3]) anzuwenden. Diese stehen maximal 20 Meter vom Bahnübergang entfernt und werden durch die Lichtsignalanlage gesteuert.

6 Bei Industriegleisen über Hauptstrassen ist anstelle des Signals «Strassenbahn» das Signal «andere Gefahren» (SSV 1.30) mit einer Zusatztafel «Industriegleis(e)» anzubringen.

AB 37c.4

1 Lichtsignale anstelle von Blinklichtsignalen

1.1 Die Ausgestaltung der Lichtsignale richtet sich nach den Bestimmungen der Strassenverkehrsgesetzgebung. Die Vorschriften dieser Ausführungsbestimmungen über die Blinklichtsignale bei Schranken-, Halbschranken-, Bedarfsschranken- und Blinklichtsignalanlagen gelten für Lichtsignale sinngemäss.

AB 37c.5 (ersetzt durch AB 37c.3 Ziffer 5 bis 6)

[3] SR **741.21**

AB 37c.6

1 Strassenseitige Vorsignale und Markierungen nach SSV

1.1 Die für die Gewährleistung der Sicherheit am Bahnübergang erforderlichen strassenseitigen Vorsignale und Markierungen sind nach Artikel 104 SSV mit der zuständigen Behörde zu koordinieren.

1.2 Vorsignale dürfen nur innerorts, auf Feld- und Fusswegen sowie auf privaten Zufahrten weggelassen werden, wenn die Signale am Bahnübergang rechtzeitig erkennbar sind.

1.3 Aufgehoben.

1.4 Aus Sicherheitsgründen ist nach Möglichkeit beidseits des Bahntrassees vor dem Bahnübergang die Markierung von Haltelinien nach SSV vorzusehen.

AB 37c, Massbilder

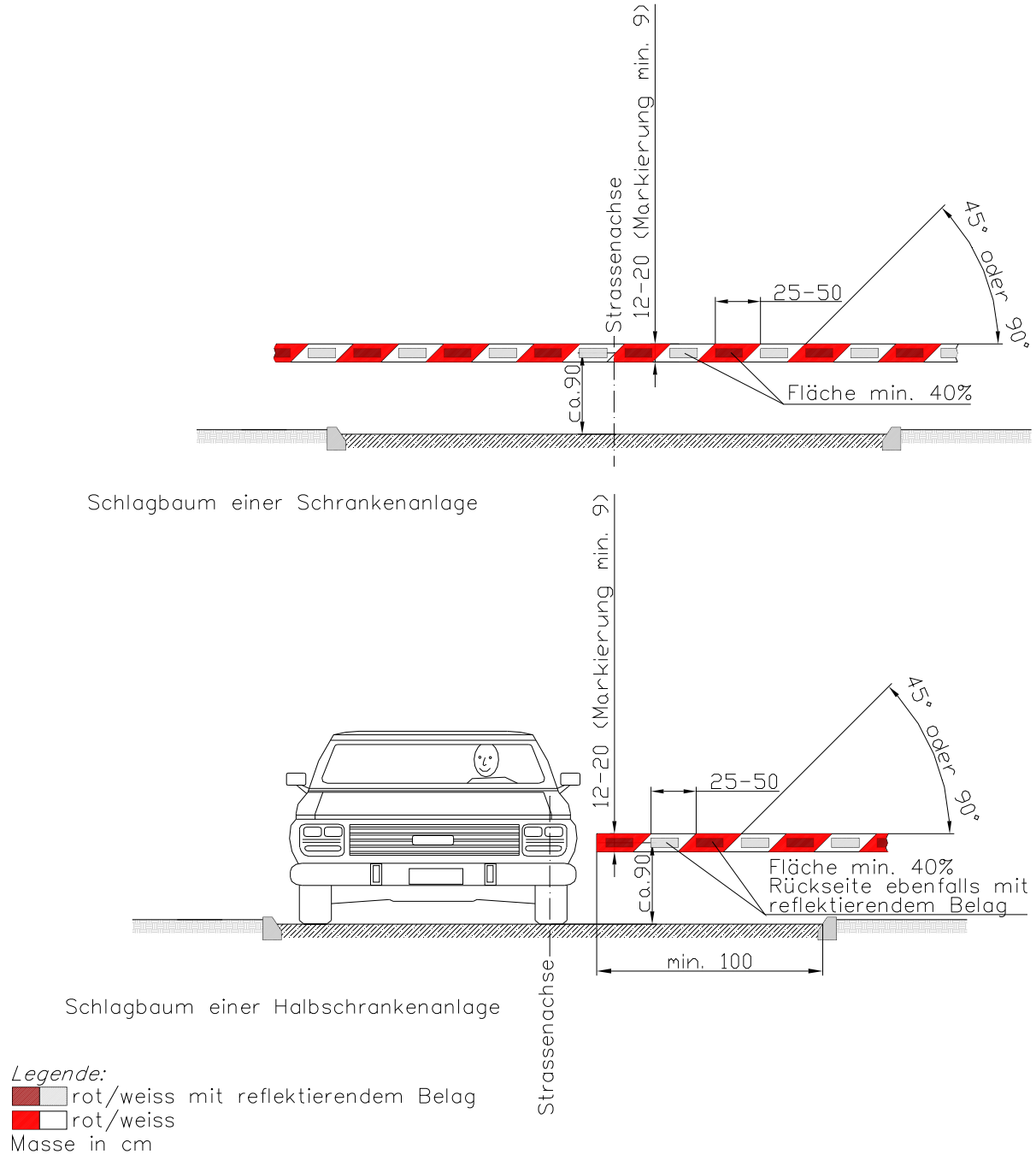
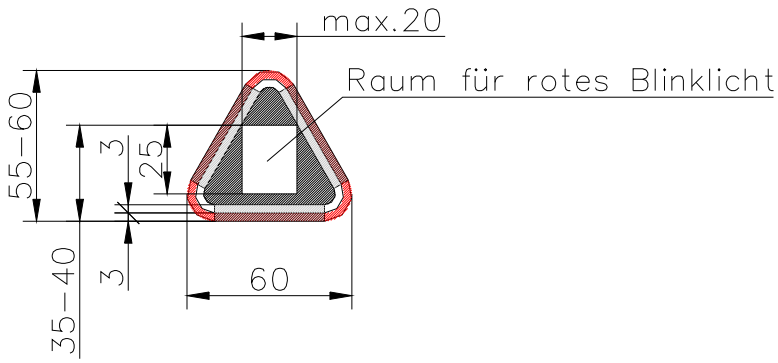
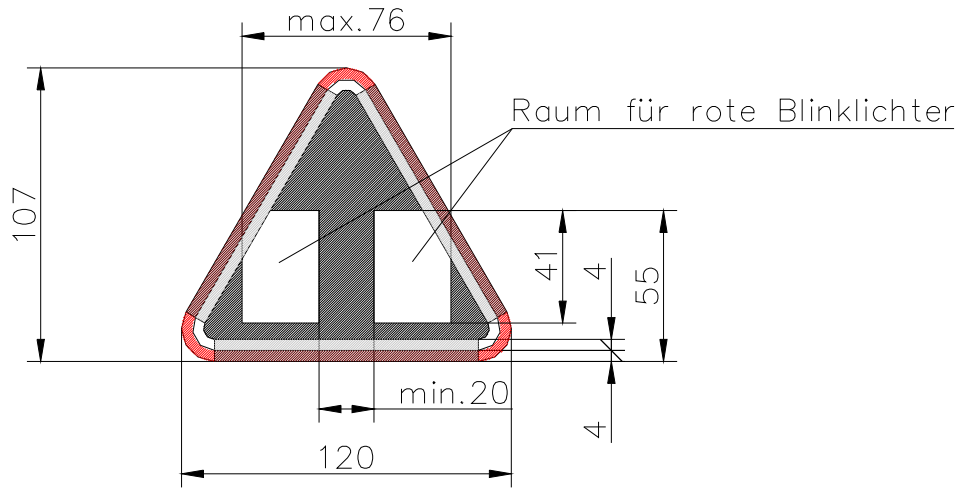


Bild 1: Schlagbäume von Schranken- und Halbschrankenanlagen

(AB 37c, Massbilder)



einfaches Blinklichtsignal

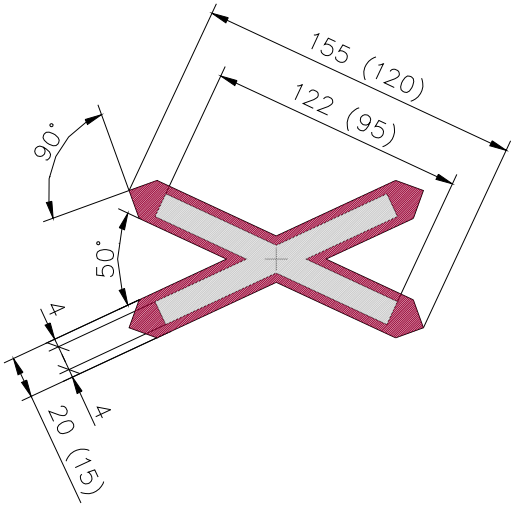


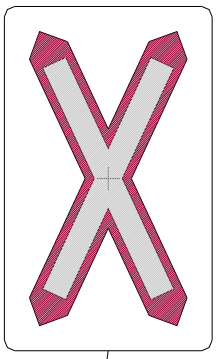
Wechselblinklichtsignal

Legende:
rot/weiss mit reflektierendem Belag
rot/weiss
Masse in cm

Bild 2: Blinklichtsignale

(AB 37c, Massbilder)





Bei ungünstigem Hintergrund können die Andreaskreuze auf weisse Tafeln aufgemalt werden

Legende:
rot/weiss mit reflektierendem Belag
Kleines Modell: Masse in Klammern
Masse in cm

Bild 3: Andreaskreuze

(AB 37c, Massbilder)

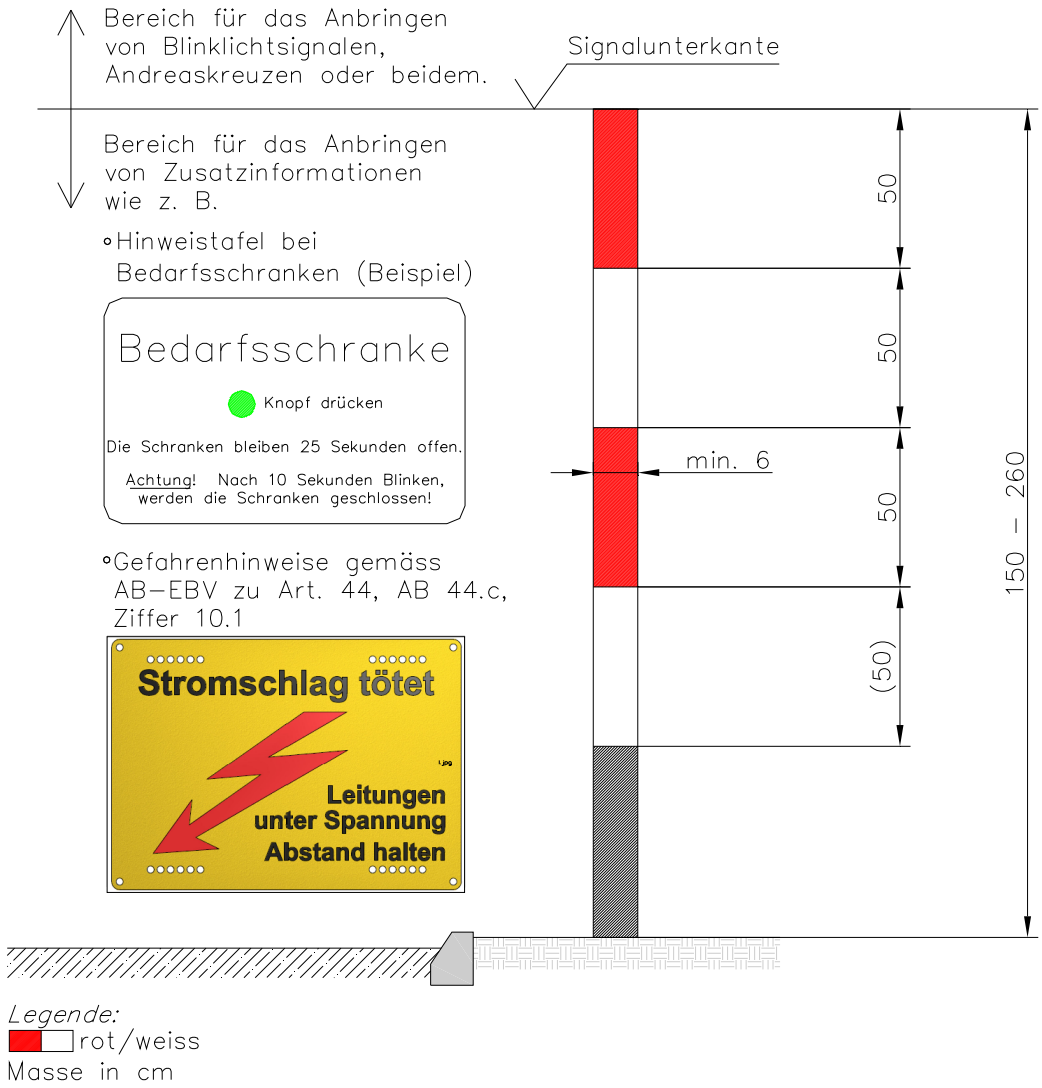


Bild 4: Signalständer und Angaben zum Anbringen von Signalen und Tafeln

AB 37f

1 Werden Bahnübergänge aufgehoben, über die ein Wanderweg führt, so ist das Bundesgesetz vom 4. Oktober 1985[1] über Fuss- und Wanderwege (FWG), insbesondere Artikel 7, zu berücksichtigen.

2 Werden Bahnübergänge aufgehoben, über die Fuss- und Wanderwege führen, so ist nach FWG in folgenden Fällen Ersatz zu leisten:

a. bei Fuss- und Wanderwegen, falls ein Umweg von mehr als 500 m entsteht;

b. bei Wanderwegen, falls diese über grössere Wegstrecken mit ungeeigneten Belägen nach Artikel 6 der Verordnung vom 26. November 1986[2] über Fuss- und Wanderwege (FWV) zu führen sind.

[1] SR **704**
[2] SR **704.1**

AB 38.1 Allgemeines

1 Für die Spezifikation und den Nachweis der Erfüllung der Zuverlässigkeits-, Verfügbarkeits-, Instandhaltbarkeits- und Sicherheitsanforderungen (RAMS-Anforderungen) sind die SN EN 50126-1 und -2[1] anzuwenden.

1.1 Die sicherheitsrelevanten funktionalen Anforderungen und die Anforderungen an die Sicherheitsintegrität sind aufgrund einer Risikoanalyse festzulegen.

1.2 Für die sicherheitsrelevante Kommunikation zwischen sicherheitsrelevanten Einrichtungen ist zudem die SN EN 50159[1] anzuwenden.

1.3 Die Sicherheitsnachweisführung zu und die Begutachtung von elektronischen Systemen mit Funktionen mit hoher Sicherheitsrelevanz haben gemäss SN EN 50129[1] zu erfolgen.

1.3.1 Bei Anwendung der SN EN 50129 erübrigt sich die Berücksichtigung der SN EN 50126-2, ausser bei expliziten Verweisen in der SN EN 50129.

1.4 Die Faktoren, die die Zuverlässigkeits-, Verfügbarkeits-, Instandhaltbarkeits- und Sicherheitseigenschaften (RAMS-Eigenschaften) beeinflussen, müssen während der gesamten Lebensdauer der Systeme eingehalten und überwacht werden.

1.5 Für Plangenehmigungs- und Betriebsbewilligungsverfahren regelt das BAV den Umgang mit den SN EN 50126-1 und SN EN 50129 in einer Richtlinie.

2 Auf Bahnstrecken und in Bahnhöfen muss zwischen Fahrdienstleiter und Triebfahrzeugführer eine Sprachkommunikation möglich sein.

2.1 Für die Qualitätssicherung und die Nachvollziehbarkeit von Ereignissen ist die Sprachkommunikation im Rahmen sicherheitsrelevanter Betriebsprozesse soweit verhältnismässig aufzuzeichnen.

3 Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen müssen gegen voraussehbare Fehlhandlungen und soweit verhältnismässig gegen missbräuchliche Eingriffe geschützt werden.

3.1 Hinsichtlich Cybersicherheit gelten die Vorschriften der AB-EBV zu Art. 2, AB 2.1^{bis}.

4 Die Eigenschaften der Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen müssen mit den Betriebsprozessen und -vorschriften abgestimmt sein.

5 Für die Anforderungen an Kabel der Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen gilt die AB-EBV zu Art. 44, AB 44.b.

6 Die Datenverbindungen und -netzwerke müssen in Bezug auf Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS-Anforderungen) und Cybersicherheit den Anforderungen der angeschlossenen Anlagen, Systeme und Anwendungen genügen.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 38.2 Geltungsbereich

1 Zu den mit Art. 38 geregelten Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen gehören nebst den Sicherungsanlagen insbesondere die Bahnleitsysteme, Tunnelleitsysteme, Zugkontrolleinrichtungen und die Systeme des automatischen Zugbetriebs.

2 Es gibt keine scharfe Abgrenzung zwischen Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen.

- Art. 38 enthält allgemeine Anforderungen an Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen.
- Art. 39 enthält detaillierte funktionale und technische Anforderungen an Sicherungsanlagen.
- Art. 40 enthält spezifische Anforderungen an Zugkontrolleinrichtungen.

3 Der automatische Zugbetrieb beinhaltet neben den mit Art. 39 geregelten Funktionen für die Sicherstellung sicherer Zugbewegungen die Funktionen, welche zusätzlich benötigt werden, um die Aufgaben von Lokführern oder weiterem sicherheitsrelevantem Personal zu übernehmen. Je nach Automatisierungsgrad erfordert ein automatischer Zugbetrieb die Funktionen[2]

- Sicherstellen sicherer Zugbewegungen
- Fahren
- Überwachen des Fahrweges
- Überwachen des Fahrgastwechsels
- Betreiben eines Zuges
- Sicherstellen des Erkennens und der Bewältigung von Notfallsituationen

[2] Bezeichnung der Funktionen gemäss SN EN 62267:2009.

AB 38.3 Abstimmung zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen

1 Damit die Gesamtsicherheit gewährleistet ist, müssen auch die fahrzeugseitigen Sicherungsanlagen und Telematikanwendungen die bei der Konzeption des Signalsystems und der Zugbeeinflussung festgelegten Voraussetzungen erfüllen.

1.1 Auf mit ETCS ausgerüsteten Strecken sind die «Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken»[3] ein Bestandteil der festgelegten Voraussetzungen.

2 Zur rechtzeitigen Offenbarung und Analyse allfälliger Fehler ist der zwischen Infrastrukturbetreiberinnen und Eisenbahnverkehrsunternehmungen erforderliche Informationsaustausch festzulegen und zu gewährleisten.

2.1 Die Betreiberinnen von mit ETCS ausgerüsteten Infrastrukturen koordinieren Planung, Bau und Betrieb der zur Offenbarung und Analyse allfälliger Fehler von ETCS-Komponenten nötigen Systeme.

3 Für die Zugbeeinflussung auf nicht interoperablen Strecken gilt der «Nationale Standard Zugbeeinflussung»[3].

[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 39.2 Allgemeines

1 Unter betrieblichen Verhältnissen sind diejenigen Merkmale des Bahnbetriebes zu verstehen, welche für die Risiken massgebend sind. Dies sind insbesondere:

a. Art und Grösse des Eisenbahnnetzes;
b. Art und Grösse der beteiligten Unternehmungen;
c. die zugelassenen Fahrgeschwindigkeiten;
d. die Anzahl der Zugfahrten und Rangierbewegungen;
e. die Anzahl gleichzeitiger Zugfahrten und Rangierbewegungen;
f. die Art und Form der Bewegungsabläufe;
g. die Ersatzszenarien der Betriebsführung bei technischen Störungen.

2 Unter bahnsystemtechnischen und baulichen Gegebenheiten sind insbesondere zu verstehen:

a. Spurweite, geometrische Gestaltung der Fahrbahn, Lichtraumprofil;
b. Anzahl Gleise, Gestaltung der Gleisanlage, Flankenschutz, Zugang zu den Perrons;
c. Traktionsart, Stromsystem, Bremssystem;
d. Adhäsion, Zahnrad.

3 Alle voraussehbaren Gefährdungen, die aufgrund der baulichen, betrieblichen, personellen oder sonstigen Gegebenheiten zu einem Ereignis führen können, sind in einer Risikoanalyse zu erfassen.

3.1 In der Regel sind dies Gefährdungen, die insbesondere zu folgenden Ereignissen führen können:

a. Frontal-, Auffahr- und seitliche Kollisionen mit Schienenfahrzeugen;
b. Entgleisungen auf Weichen, Kreuzungen und Schutzvorrichtungen, deren bewegliche Teile sich nicht in der korrekten Position befinden oder die versehentlich unter Schienenfahrzeugen umgestellt werden;
c. Entgleisungen wegen zu hoher Geschwindigkeit;
d. Kollisionen mit Personen oder Strassenfahrzeugen auf Bahnübergängen;
e. Kollisionen mit Personen oder Strassenfahrzeugen auf nicht schienenfreien Zugängen.

(AB 39.2 Allgemeines)

4 Planung und Erstellung der Sicherungsanlagen

4.1 Sicherheitsrelevante Funktionen sind auf möglichst einfachen und klar strukturierten Prozessen aufzubauen. Für Funktionen, die mehrfach zum Einsatz gelangen, sind einheitliche Lösungen anzustreben.

4.2 Sicherheitsrelevante Funktionen, deren Versagen unmittelbar zu Unfällen mit kritischem oder katastrophalem Ausmass führen kann, sind in Systemen mit hoher Sicherheitsintegrität zu realisieren.

4.2.1 Diese Systeme sind nach dem Prinzip der Fehlersicherheit zu gestalten, so dass bei Versagen einer Funktion und bei Spannungsausfällen oder -unterbrüchen ein sicherer Zustand eingenommen oder beibehalten wird.

4.2.2 Bei der Planung und der Erstellung sind folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

a. Fehlerquellen und Ausfälle innerhalb des Systems;
b. externe Störeinflüsse, denen das System vor und während dem Betrieb ausgesetzt ist;
c. Fehlerquellen, denen das System während den Instandhaltungsarbeiten ausgesetzt ist.

4.2.2.1 Aderunterbrechungen, Erdschlüsse und Massenschlüsse, bei Aussenanlagen auch Aderberührungen, müssen sich im Sinne der Fehlersicherheit auswirken.

4.2.2.2 Fremdströmen und induzierten Spannungen in den Leitungen der Aussenanlagen ist durch geeignete Schutzmassnahmen zu begegnen.

4.2.2.3 Die voraussehbaren Betriebszustände der elektrischen Anlagen gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.e, Ziff. 3.1 sind zu berücksichtigen.

4.2.2.4 In Bezug auf die elektromagnetische Verträglichkeit sind die SN EN 50121-1, -2 und -4[1]; in Bezug auf die Umweltbedingungen die SN EN 50125-1 und -3[1] anzuwenden.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 39.2 Allgemeines)

4.3 Die Übertragungssicherheit muss der Wichtigkeit der Information und deren Einfluss auf voraussehbare Gefährdungen angemessen sein.

4.3.1 In die Beurteilung der Übertragungssicherheit sind alle Einrichtungen auf dem ganzen Informationsweg einzubeziehen.

4.4 aufgehoben

4.5 Die Zuverlässigkeit der Stromversorgungen muss den Anforderungen der Sicherungsanlagen genügen.

4.6 Beim Zusammentreffen von Erdungssystemen und für die Massnahmen zum Schutz gegen Korrosion durch Streuströme von Gleichstromanlagen gelten die AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d, Ziff. 2 und 3.

4.7 Für die Bemessung der Isolation in Sicherungsanlagen ist die AB-EBV zu Art. 44, AB 44.e, Ziff. 1.2.1 zu berücksichtigen.

(AB 39.2 Allgemeines)

5 Dokumentation

5.1 Sicherungsanlagen sind anwendergerecht zu dokumentieren. Die Dokumentation muss nachvollziehbar sein und sowohl die Anforderungen an den Betrieb und die Instandhaltung als auch deren Umsetzung beinhalten.

5.1.1 Die erforderlichen Instandhaltungsarbeiten müssen in einem Instandhaltungsplan dokumentiert sein.

5.2 Die System- und Anlagedokumentation ist während der ganzen Lebens- bzw. Benützungsdauer aktuell zu halten. Sie muss den Anwendern zur Verfügung stehen.

5.2.1 Systemunterlagen, welche nicht bei dem Eisenbahnunternehmen aufbewahrt werden, müssen vom Lieferanten oder einer anderen beauftragten Stelle während der ganzen Systemlebensdauer jederzeit zur Verfügung gestellt werden können.

(AB 39.2 Allgemeines)

6 Betrieb und Instandhaltung

6.1 Die Einhaltung der für einen sicheren Betrieb notwendigen Voraussetzungen und Anwendungsbedingungen muss über die gesamte Lebensdauer der Anlage sichergestellt sein.

6.2 Die Erfassung und Analyse aller relevanten Beobachtungen, Ereignisse und offenbarten Fehler in Betrieb stehender Anlagen ist zu gewährleisten. Erforderliche Massnahmen sind umzusetzen.

6.3 Bei der Inbetriebnahme von Sicherungsanlagen sowie bei Ergänzungen, Anpassungen oder Änderungen an in Betrieb stehenden Sicherungsanlagen ist während den Arbeiten bis zur erneuten Prüfung mit der versehentlichen Beeinflussung von Informationen und der Veränderung von Abhängigkeiten zu rechnen.

Damit die Sicherheit gewährleistet bleibt, sind die erforderlichen Massnahmen zu treffen. Mögliche Massnahmen können insbesondere sein:

a. Ausserbetriebsetzung von Anlageteilen;

b. Reduktion der Fahrgeschwindigkeit;

c. Verschraubung der befahrenen Weichen und der dazugehörigen Schutzweichen.

6.4 Auf Anlagen für Geschwindigkeiten über 160 km/h sind Instandhaltungsarbeiten im Gefahrenbereich nur zulässig, wenn die dadurch verursachten Risiken durch die Sicherungsanlage auf ein akzeptables Mass begrenzt sind. Hierzu ist in der Sicherungsanlage eine eigens für Instandhaltungsarbeiten vorgesehene Betriebsart anzuwenden.

(AB 39.2 Allgemeines)

7 Bedien- und Anzeigeeinrichtungen, Zuglaufmanagement

7.1 Die Bedien- und Anzeigeeinrichtungen sowie das Zuglaufmanagement müssen dem Personal ermöglichen, die Zugfahrten und Rangierbewegungen konform zu den Betriebsprozessen und -vorschriften zu steuern und zu überwachen.

7.1.1 Die dem Fahrdienstleiter angezeigten Informationen müssen mit den dem Fahrpersonal angezeigten Informationen inhaltlich und zeitlich abgestimmt sein.

7.1.2 Die Auswirkungen automatisierter Funktionen auf den Eisenbahnbetrieb müssen für das Personal vorhersehbar sein.

7.1.3 Zur Gefahrenabwehr müssen automatische Betriebsabläufe durch den Fahrdienstleiter abgebrochen werden können.

7.2 Die Sicherheitsniveaus der Bedien- und Anzeigeeinrichtungen müssen mit den Sicherheitsniveaus der Funktionen, für welche die Informationen verwendet werden, abgestimmt sein.

7.2.1 Eine Reduktion des Sicherheitsniveaus einer angezeigten Information ist möglich:

a. wenn durch ein unabhängiges System verhindert wird, dass ein Fehler in der Anzeige zu einem Unfall führen kann; oder

b. wenn aufgrund redundanter Informationen oder dynamischer Prozesse davon ausgegangen werden darf, dass Fehler in der Anzeige dem Bediener rechtzeitig offenbart werden.

7.3 Die Bedien- und Anzeigeeinrichtungen sind ergonomisch zu gestalten mit dem Ziel, Fehlverhalten des Personals bei der Steuerung und Überwachung des Eisenbahnbetriebs zu vermeiden.

8 aufgehoben

AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung

1 Die Fahrwegsteuerung und -sicherung hat den für eine Zugfahrt oder eine Rangierbewegung bestimmten Fahrweg zu steuern und ihn gegen Gefährdungen, die insbesondere zu folgenden Ereignissen führen können, zu sichern:

a. Frontal- und Auffahrkollisionen;
b. Flankenfahrten;
c. Entgleisungen auf Weichen, Kreuzungen und Schutzvorrichtungen, deren bewegliche Teile sich nicht in der korrekten Position befinden oder die versehentlich unter Schienenfahrzeugen umgestellt werden;
d. Kollisionen mit Personen oder Strassenfahrzeugen auf Bahnübergängen.

1.1 Für Fahrten mit bezüglich dieser Ereignisse vernachlässigbaren Risiken ist die vollständige Sicherung der Fahrwege durch die Sicherungsanlage keine zwingende Anforderung.

2 Für die Erteilung einer Fahrerlaubnis durch die Sicherungsanlage muss der Fahrweg gesichert sein.

2.1 Die durch Sicherungsanlagen erteilten Fahrerlaubnisse für Zugfahrten und Rangierbewegungen sind unter sich derart in Abhängigkeit zu bringen, dass sich gegenseitig gefährdende Fahrten ausgeschlossen sind.

2.2 Sich gegenseitig gefährdende Fahrten müssen auch über die Grenzen von technischen Systemen jederzeit ausgeschlossen sein.

2.3 Durch die Sicherungsanlage ist sicherzustellen, dass während der Fahrtstellung eines ortsfesten Signals für einen ersten Zug kein zweiter Zug auf das gleiche Gleis vor diesem Signal gelangen kann.

Auch bei Anlagen mit Führerstandsignalisierung ist durch entsprechende Massnahmen zu verhindern, dass ein zweiter Zug ohne für ihn gesicherten Fahrweg einem ersten Zug folgen kann.

2.4 Der sichere Eisenbahnbetrieb muss auch nach einer Zugtrennung gewährleistet bleiben.

(AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung)

2.5 Zur Gefahrenabwehr muss eine durch die Sicherungsanlage erteilte Fahrerlaubnis durch einen Eingriff des Bedieners zurückgenommen werden können.

2.6 Wird in Anlagen ohne Rangierfahrstrassen die Fahrerlaubnis für Rangierbewegungen mittels Rangiersignal erteilt, sind Risiken, welche sich aus ungenügender Fahrwegsicherung durch das Personal ergeben können, so weit wie verhältnismässig durch die Sicherungsanlage zu reduzieren.

2.7 Für startende Züge ist eine vollständige Sicherung des Fahrwegs zwischen Zugspitze und erstem Hauptsignal durch die Sicherungsanlage nicht zwingend, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

a. Die Maximalgeschwindigkeit bis zum ersten Hauptsignal beträgt 40km/h.
b. Die Risiken aus Gefährdungen, welche nicht durch die Sicherungsanlage ausgeschlossen werden, müssen durch entsprechende Betriebsprozesse auf ein akzeptables Mass reduziert sein.

3 Ein Fahrweg ist gesichert, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

a. Alle weiteren Fahrten in diesen Fahrweg sind ausgeschlossen, sowohl vor als auch während der Zugfahrt oder Rangierbewegung im Fahrweg.
b. Es befinden sich keine Schienenfahrzeuge auf dem Fahrweg oder in dessen Lichtraumprofil.
c. Die Weichen im Fahrweg, die Schutzweichen und die Entgleisungsmittel befinden sich in der richtigen Lage und sind gegen Umlaufen gesichert.
d. Mit Bahnübergangsanlagen ausgerüstete Bahnübergänge im Fahrweg sind für den Strassenverkehr gesperrt.
e. Ggf. sind weitere Bedingungen gemäss Risikoanalyse erfüllt.

3.1 Ist ein Fahrweg durch die Sicherungsanlage gesichert, wird er Fahrstrasse genannt.

3.2 Für Zugfahrten müssen grundsätzlich alle Bedingungen mit hoher Sicherheitsrelevanz durch die Sicherungsanlage dauernd überwacht werden. Geht eine dieser Bedingungen verloren, ist die Fahrerlaubnis durch die Sicherungsanlage zurückzunehmen.

3.2.1 Insbesondere für Zugfahrten mit Geschwindigkeiten über 160 km/h ist diese Anforderung zwingend zu erfüllen.

3.2.2 Von dem in Ziff. 3.2 genannten Grundsatz der Anforderung der dauernden Überwachung kann für die Gleisfreimeldung im Fahrweg abgewichen werden, sofern nachgewiesen ist, dass eine technische Realisierung dieser Überwachung unverhältnismässig ist.

(AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung)

3.3 Fahrstrassen für Zugfahrten auf belegte Gleise sind zulässig, wenn durch die Sicherungsanlage geprüft ist, dass der für die Zugfahrt erforderliche Bremsweg vor der Belegung frei ist.

3.3.1 Bei der Fahrt mit Besetztsignal gilt:

a. Die minimale Entfernung ab der Geschwindigkeitsschwelle bis zur Zone, in welcher eine Besetzung zulässig ist, ist unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse und des eingesetzten Rollmaterials festzulegen.

b. Bei normalspurigen Bahnen ist eine Entfernung von mindestens 200 m ab der Geschwindigkeitsschwelle einzuhalten.

3.4 Fahrstrassen für Rangierbewegungen auf belegte Gleisabschnitte sind zulässig.

(AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung)

4 Flankenschutz und Durchrutschweg

4.1 Sicherungsanlagen sind so auszulegen, dass Kollisionsrisiken von Zugfahrten und Rangierbewegungen mit zu spät bremsenden Fahrten oder entlaufenen Schienenfahrzeugen auf ein akzeptables Mass begrenzt werden.

4.2 Flankenfahrten können insbesondere durch Schutzweichen, Entgleisungsmittel oder Zugbeeinflussungen verhindert werden.

4.2.1 Flankenschutz durch Schutzweichen oder Entgleisungsmittel ist anzustreben.

4.2.2 Flankenfahrten in Zugfahrstrassen durch zu spät bremsende Rangierbewegungen oder entlaufene Schienenfahrzeuge sind zwingend mit Schutzweichen oder Entgleisungsmitteln zu verhindern:

a. in Gleisen für Geschwindigkeiten über 120 km/h;
b. in Gleisen für Geschwindigkeiten über 80 km/h bei Konfliktpunkten, in deren Bereich im Normalbetrieb sowohl Zugfahrten als auch Rangierbewegungen stattfinden;
c. bei Konfliktpunkten, wo mit entlaufenen Schienenfahrzeugen gerechnet werden muss:
   - in Gleisen mit Geschwindigkeiten über 40 km/h; oder
   - in allen Gleisen, in denen im Normalbetrieb Personentransporte stattfinden.

4.2.3 Auf den Gleisen zwischen der Schutzweiche oder dem Entgleisungsmittel und dem Konfliktpunkt dürfen sich keine Schienenfahrzeuge befinden.

4.2.4 Die Auswahl der geeigneten Mittel (Schutzweichen, Entgleisungsmittel) und deren Platzierung haben so zu erfolgen, dass unter den spezifischen baulichen und betrieblichen Verhältnissen die angestrebte Schutzwirkung erzielt wird und Folgeschäden im Eintretensfall hinreichend begrenzt werden.

4.2.5 Werden die in Ziffer 4.2.2 festgelegten Geschwindigkeitsgrenzen aufgrund fehlender Kompatibilität dieser Grenzen mit den Geschwindigkeitsstufen des vorhandenen Signalsystems geringfügig überschritten, muss die Infrastrukturbetreiberin den entsprechenden Nachweis für die Unverhältnismässigkeit einer Geschwindigkeitsreduktion erbringen.

4.3 Risiken, die durch einen über das Ende seiner Fahrstrasse hinausfahrenden Zug entstehen, sind soweit nicht vernachlässigbar, mit einem Durchrutschweg zu reduzieren. Dieser ist hinter dem Ende der Fahrstrasse vorzusehen.

Als Risiken gelten insbesondere Kollisionen des betrachteten Zuges mit Zugfahrten, Rangierbewegungen und dem Strassenverkehr. Kollisionen mit Prellböcken und anderen festen Hindernissen müssen nicht berücksichtigt werden.

(AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung)

4.3.1 Sind gleichzeitige Zugfahrten auf Bahnhöfen zugelassen, so gelten für Normalspurbahnen folgende Werte für die Mindestdurchrutschwege:

Massgebende Einfahrgeschwindigkeit [km/h]	Mindestdurchrutschweg [m]
1 – 49	40
50 – 59	45
60 – 69	50
70 – 79	55
80 – 89	60
90 – 99	65
100 – 109	70
110 – 119	75
120 – 129	80
130 – 139	85
140 – 149	90
150 – 159	95
160	100
161 – 250	Gemäss Ziff. 4.3.4

Zuschlag in Abhängigkeit vom Gefälle: Die Durchrutschwege sind um 1 m pro ‰ des mittleren Gefälles des Gleises zu erhöhen, abzüglich 5 ‰, die vom mittleren Gefälle generell stets abgezogen werden dürfen.

4.3.2 Sind gleichzeitige Zugfahrten auf Bahnhöfen zugelassen so gelten für Adhäsionsbahnen mit Meter- und Spezialspur die folgenden Werte für die Mindestdurchrutschwege:

Massgebende Einfahrgeschwindigkeit [km/h]	Mindestdurchrutschweg [m]	
	Bahnen ohne MS	Bahnen mit MS
1 – 35	*)	*)
36 – 45	30	10
46 – 55	35	20
56 – 65	40	30
66 – 75	45	40
76 – 85	50	45
86 – 95	55	50
96 – 105	60	50
106 – 110	65	50

MS = geschlossene Kompositionen mit Magnetschienenbremse

*) Der Mindestdurchrutschweg ist in Abhängigkeit der Eigenschaften des eingesetzten Rollmaterials, der betrieblichen Verhältnisse und der bahnsystemtechnischen und baulichen Gegebenheiten festzulegen.

Zuschlag in Abhängigkeit vom Gefälle: Die Durchrutschwege sind um 1 m pro ‰ des mittleren Gefälles des Gleises zu erhöhen.

(AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung)

4.3.3 Wo das Anhalten aller Zugfahrten vor dem Ende ihrer Fahrstrasse durch Zugbeeinflussungen unterstützt wird, sind kürzere als die in den Ziff. 4.3.1 und 4.3.2 für Geschwindigkeiten bis 160 km/h festgelegten Mindestdurchrutschwege möglich. Diese sind aufgrund einer Sicherheitsbeurteilung festzulegen.

4.3.4 Für Zugfahrten mit Geschwindigkeiten über 160 km/h bis und mit 250 km/h ist in allen Fällen sowohl auf Bahnhöfen als auch auf Strecken ein Durchrutschweg von mindestens 200 m einzuhalten.

4.4 Auf Anlagen für Geschwindigkeiten über 160 km/h sind Rangierbewegungen im Normalbetrieb nicht zulässig.

5 Umgehung der Fahrwegsicherung

5.1 Notbedienungen verändern Prozessinformationen oder Bedingungen für die Sicherung der Fahrwege. Sie erlauben das Aufrechterhalten des Bahnbetriebes im Fall von technischen Störungen.

5.1.1 Risiken aus fehlerhaften Notbedienungen sind so weit wie verhältnismässig durch die Sicherungsanlage zu reduzieren.

5.1.2 Auf Anlagen für Geschwindigkeiten über 160 km/h sind Notbedienungen nur in Kombination mit speziellen Fahrstrassen, welche Geschwindigkeiten von maximal 80 km/h erlauben, zulässig.

5.2 Wird die Fahrerlaubnis mittels Hilfssignal erteilt, sind Risiken, welche sich aus ungenügender Fahrwegsicherung durch das Personal ergeben können, so weit wie verhältnismässig durch die Sicherungsanlage zu reduzieren.

(AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung)

6 Geschwindigkeitsermittlung

6.1 Damit Gefährdungen aufgrund zu hoher Geschwindigkeit verhindert werden können, müssen vor der Erteilung der Fahrerlaubnis für Zugfahrten die zulässigen Geschwindigkeiten ermittelt sein.
Die Ermittlung der Geschwindigkeiten erfolgt entweder statisch bei der Planung der Sicherungsanlage für jede mögliche Fahrstrassenkombination oder dynamisch für jede Fahrerlaubnis durch die Sicherungsanlage.

6.1.1 Bei der Ermittlung der Geschwindigkeiten sind neben der maximal erlaubten Geschwindigkeit auf den Abschnitten des Fahrwegs und deren Längen und Neigungen insbesondere folgende Faktoren zu berücksichtigen:

a. Distanz zwischen dem Ende des Fahrwegs und dem Gefahrenpunkt;
b. Art des Flankenschutzes;
c. Typ der Fahrerlaubnis;
d. Störungen.

6.1.2 Bei der Geschwindigkeitsermittlung auf dem Fahrzeug sind fahrzeugspezifische Faktoren wie Höchstgeschwindigkeiten der relevanten Fahrzeuge und Bremseigenschaften zu berücksichtigen.

7 Signalhaltstellung

7.1 Damit der Zug jederzeit durch ein Halt zeigendes Signal geschützt ist, ist das Startsignal der Fahrstrasse spätestens nach Vorbeifahrt des Zugschlusses an diesem Signal auf Halt zu stellen.

7.2 Für die Haltstellung sind insbesondere in folgenden Fällen mindestens zwei voneinander unabhängige Gleisfreimeldeeinrichtungen oder gleichwertige Kriterien erforderlich, die je die Haltstellung bewirken:

a. bei Hauptsignalen, deren Haltstellung von den rückliegenden Hauptsignalen nicht geprüft wird;
b. bei Hauptsignalen, vor welchen im Regelfall mehrere Züge stehen können.

(AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung)

8 Auflösen von Fahrstrassen

8.1 Ein Fahrweg muss so lange gesichert bleiben, bis kein Fahrzeug der betreffenden Fahrt mehr gefährdet werden kann.

8.2 Die Auflösung einer Fahrstrasse durch die Sicherungsanlage muss von den Zugfahrten oder den Rangierbewegungen abhängig sein. Sie kann abschnittweise erfolgen.

8.3 Fehler und Ausfälle in der Sicherungsanlage und externe Störeinflüsse dürfen grundsätzlich nicht zur Auflösung von Fahrstrassen führen.

8.3.1 Spannungsausfälle oder -unterbrüche dürfen nicht zur Auflösung von Fahrstrassen führen.

8.3.2 Wo Zugfahrstrassen für Geschwindigkeiten über 40 km/h freigegeben werden können:

a. haben bei der Auflösung von Fahrstrassen mindestens zwei voneinander unabhängige Gleisfreimeldeeinrichtungen oder gleichwertige Kriterien mitzuwirken;
b. darf bei der Verwendung von Gleisstromkreisen die Auflösung nicht durch vorübergehende Überbrückung eines einzelnen Isolierstosses zustande kommen.

8.4 In einem Bahnhof darf eine Zugfahrstrasse nach erfolgter Zugfahrt durch eine Bedienhandlung aufgelöst werden können, wenn durch die Sicherungsanlage geprüft ist, dass alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

a. Es ist keine vom Ziel der betreffenden Zugfahrstrasse weiterführende Fahrerlaubnis vorhanden.
b. Mindestens ein Gleisfreimeldeabschnitt, der auch für eine mögliche Fahrstrasse der Gegenrichtung geprüft wird, wurde befahren.
c. Die letzte in der Fahrstrasse spitz befahrbare Weiche vor dem Ziel der Fahrstrasse wurde befahren.
d. Der letzte Bahnübergang in der Fahrstrasse wurde befahren.

8.4.1 Sind die Bedingungen c. oder d. aufgrund der normalen Halteorte im Regelbetrieb nicht immer erfüllt, darf die Fahrstrasse durch eine Bedienhandlung aufgelöst werden können, wenn anstelle dieser Bedingungen durch die Sicherungsanlage geprüft ist, dass der Zug mit hoher Wahrscheinlichkeit stillsteht.

8.4.2 Auf Gleisen für Geschwindigkeiten über 160 km/h ist diese Auflösung im Normalbetrieb nicht zulässig.

(AB 39.3.a Fahrwegsteuerung und -sicherung)

8.5 Eine Zugfahrstrasse darf aufgrund einer Notbedienung nur aufgelöst werden, wenn sie nicht befahren wird. Die Auflösung darf erst erfolgen, wenn die Sicherungsanlage überprüft hat, dass:

a. kein Zug betroffen ist; oder
b. ein betroffener Zug mit grosser Wahrscheinlichkeit zum Stillstand gekommen ist; oder
c. ein betroffener Zug die Fahrstrasse vollständig verlassen hat.

8.5.1 Auf Gleisen für Geschwindigkeiten über 160 km/h ist der Stillstand des Zuges zwingend durch die Sicherungsanlage zu überprüfen.

9 Das Einstellen von Fahrstrassen über nicht befahrbare Gleisabschnitte muss durch die Sicherungsanlage ausgeschlossen werden können.

10 Aufgehoben.

11 Auf Bahnhöfen mit Zugängen zu den Perrons über das Gleis entstehen zusätzliche Risiken für die Reisenden. Diese sind so weit wie verhältnismässig durch die Sicherungsanlage zu reduzieren (vgl. AB-EBV zu Art. 34, AB 34.3, Ziff. 3).

AB 39.3.b Signalisierung

1 Allgemeines

1.1 Es sind die in den FDV[1] beschriebenen Signalsysteme und dargestellten Signale und Signalbilder anzuwenden.

1.2 Die Fahrerlaubnis-, Geschwindigkeits- und weiteren für die Fahrt relevanten Informationen müssen dem Triebfahrzeugführer eindeutig angezeigt werden.

1.2.1 Die Sicherheitsanforderungen an die Signalisierung sind risikoorientiert festzulegen. Bei dieser Festlegung kann das Vorhandensein und die Sicherheitsintegrität der Zugbeeinflussung berücksichtigt werden.

1.2.2 Die Signalisierung kann mittels ortsfester Signale oder direkt im Führerstand erfolgen. Die rechtzeitige und eindeutige Erkennbarkeit und Zuordnung der Signalisierung müssen gewährleistet sein.

1.2.3 Ortsfeste Signale müssen eindeutig einem Gleis zugeordnet sein.

1.2.3.1 Werden ausnahmsweise Gruppensignale eingesetzt, muss mittels Zusatzsignalisierung sichergestellt werden, dass die Zuordnung der Fahrerlaubnis für den Triebfahrzeugführer eindeutig ist.

1.2.4 In Bereichen, in denen Züge mit Geschwindigkeiten über 160 km/h verkehren dürfen, ist eine Führerstandsignalisierung mit ETCS Level 2 notwendig. Die infrastrukturseitige Ausrüstung mit einem zusätzlichen Signalsystem ist nicht zulässig.

1.2.5 Auf Anlagen mit Führerstandsignalisierung müssen bei Fahrten in Vollüberwachung alle für eine sichere Zugführung relevanten Informationen im Führerstand signalisiert werden. Die Beachtung ortsfester Signale durch den Triebfahrzeugführer darf vom Signalsystem nicht vorausgesetzt werden.

1.2.6 Bei Anlagen mit Führerstandsignalisierung muss die Sicherungsanlage sicherstellen, dass nur entsprechend ausgerüstete und funktionsfähige Fahrzeuge vom letzten ortsfesten Signal eine Fahrerlaubnis für die Einfahrt in den Führerstandsignalisierungsbereich erhalten.

[1] SR **742.173.001**

(AB 39.3.b Signalisierung)

2 Projektierung ortsfester Signale

2.1 Ortsfeste Signale sind grundsätzlich auf der linken Seite des Gleises aufzustellen.

2.1.1 Auf einspurigen Strecken können sie auch rechts aufgestellt werden.

2.1.2 Auf mehrspurigen Abschnitten können die Signale des äussersten rechten Gleises auf dessen rechter Seite aufgestellt werden.

2.1.3 Die Bezeichnungen links und rechts gelten im Sinne der Fahrrichtung.

2.1.4 In zweigleisigen Tunnels können die Signale beider Gleise zusammen zwischen den Gleisen angeordnet werden.

2.1.5 Ein Wechsel der Aufstellungsseite eines Signals ist nur zulässig, wenn dadurch die Zuordnung des Signals zum Gleis nicht erschwert wird.

2.2 Jeder Zug muss vor einem Halt zeigenden Signal anhalten beziehungsweise vor einem Fahrt zeigenden Signal die Geschwindigkeit entsprechend angepasst haben können. Ist die rechtzeitige Erkennung des Signals hierzu nicht gewährleistet, so ist in der erforderlichen Distanz eine Vorsignalisierung nötig.

2.3 Informationen von Haupt- und Vorsignalen sowie von Kontrolllichtern müssen vom Triebfahrzeugführer während mindestens 6 Sekunden gesehen werden können.

2.3.1 Bei Anzeige einer Geschwindigkeitsausführung mit vorausgehender Ankündigung, kann die Mindestsichtzeit um 1 Sekunde verkürzt werden.

2.3.2 Besteht auf mehrspurigen Abschnitten Verwechslungsgefahr bei der Zuordnung der Signale, müssen die Mindestsichtzeiten um die für eine eindeutige Zuordnung erforderliche Zeit erhöht werden.

2.4 Der Zielpunkt einer durch die Sicherungsanlage erteilten Fahrerlaubnis muss dem Triebfahrzeugführer von einem ortsfesten Signal signalisiert werden.

2.4.1 Bei Rangierbewegungen darf auf diese Signalisierung verzichtet werden, wenn im Bereich des Zielpunktes keine Zugfahrten gefährdet werden können.

2.5 Kontrolllichter sind in Bremswegentfernung zum Bahnübergang aufzustellen.

2.6 Die Stellung der Weichen muss an Weichensignalen ersichtlich sein.

2.6.1 Bei einfachen betrieblichen Verhältnissen kann auf Weichensignale verzichtet werden.

2.6.2 Im Bereich von Rangierfahrstrassen mit Zwergsignalen sind Weichensignale wegzulassen.

2.7 Die Standorte Halt zeigender Signale sind mit den elektrischen Trennstellen in der Fahrleitung so abzustimmen, dass es beim Halt der stromabnehmenden Fahrzeuge vor diesen Signalen zu keinen Beschädigungen an Fahrleitung und Stromabnehmer kommen kann.

(AB 39.3.b Signalisierung)

3 Funktionale Anforderungen

3.1 Bei durch die Sicherungsanlage erteilten Fahrerlaubnissen muss die Signalisierung immer eindeutig einer Zugfahrt oder einer Rangierbewegung zugeordnet sein.

3.1.1 Eine bereits signalisierte Fahrerlaubnis darf nicht für eine zweite Fahrt bestehen bleiben. Diese Forderung gilt grundsätzlich auch im Störungsfall.

3.2 Technische Störungen an der Signalisierung dürfen zu keinen Gefährdungen wegen überhöhter Geschwindigkeit führen. Deren Auswirkung auf die Signalisierung muss restriktiv sein.

4 Abfahrerlaubnis

4.1 Die Sicherungsanlage darf die Abfahrerlaubnis nur signalisieren, wenn für den betreffenden Fahrweg eine Fahrerlaubnis erteilt ist.

5 Kennzeichnung der Signale

5.1 Ortsfeste Signale sind in Abstimmung mit den Betriebsprozessen und -vorschriften zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung von Haupt- und Vorsignalen muss bei langsamer Vorbeifahrt für das Fahrpersonal erkennbar sein.

(AB 39.3.b Signalisierung)

6 Physikalische Eigenschaften

6.1 Die ortsfesten Signale sind so zu gestalten, dass deren Information aus einer den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen angepassten Entfernung vom Führerstand aus eindeutig erkennbar ist.

6.1.1 Die Lichtsignale sind so zu gestalten, dass eine durch Phantomlicht verfälschte Wahrnehmung der Signalisierung vermieden wird.

6.1.2 Für die Festlegung und die Prüfung der Lichtfarben der Lichtsignale ist die Norm CIE S 004/E-2001[2] anzuwenden.

6.1.3 Die Lichtstärke der Lichtsignale ist so zu wählen, dass alle Signalbilder ohne Blendwirkung einwandfrei erkennbar sind. Bei Dunkelheit ist sie entsprechend zu reduzieren.

6.2 Aufgehoben.

6.3 Die Anzeige des «Halt»-Begriffs der Hauptsignale muss mit erhöhter Verfügbarkeit erfolgen; mittels redundanter Lichtquelle oder mittels Lichtquelle mit entsprechender Zuverlässigkeit.

6.4 Ortsfeste Signale sind so zu konstruieren, dass ihre Funktion durch die anzunehmenden äusseren Einwirkungen nicht beeinträchtigt wird.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 39.3.c Zugbeeinflussung

1 Die Zugbeeinflussung muss die Triebfahrzeugführer unterstützen mit dem Ziel, die zulässigen Maximalgeschwindigkeiten nicht zu überschreiten.

1.1 Hierzu überwacht die Zugbeeinflussung die Zugfahrten und Rangierbewegungen derart, dass sie:

a. die Triebfahrzeugführer nötigenfalls warnt; und

b. die Fahrten nötigenfalls direkt im Sinne der Sicherheit beeinflusst. Diese Beeinflussung erfolgt in der Regel durch Bremsung der Fahrt.

2 Die Zugbeeinflussung ist so einzusetzen, dass sie Risiken, die aus Fehlhandlungen der Triebfahrzeugführer erwachsen, auf ein akzeptables Mass begrenzt.

2.1 Für Zugfahrten gilt:

a. Es ist mindestens eine Zugbeeinflussung mit punktueller Überwachung einzusetzen;

b. Eine Zugbeeinflussung mit kontinuierlicher Überwachung ist einzusetzen bei dichtem Verkehr:

- auf Einspurstrecken und Strecken mit Wechselbetrieb,
- auf mehrspurigen Strecken mit dichter Signalfolge und Geschwindigkeiten über 80 km/h.

2.1.1 Geschwindigkeitsschwellen, die für die Sicherheit gegen Entgleisen kritisch sind sowie Langsamfahrstellen sind mit einer Zugbeeinflussung zu schützen.

2.1.2 Bahnübergänge mit Bahnübergangsanlagen sind mit einer Zugbeeinflussung zu schützen. Ausgenommen sind Bahnübergänge mit fehlersicherer Sperrung des Strassenverkehrs gemäss AB-EBV zu Art. 39, AB 39.3.f, Ziff. 2 Buchstabe b.

2.2 Bei Abweichung von der Vorschrift gemäss Ziff. 2.1 muss die Infrastrukturbetreiberin über ein Konzept für den Einsatz der Zugbeeinflussung auf ihrem Netz verfügen. Dieses Konzept hat die vorhandenen und zu erwartenden Gefährdungen zu berücksichtigen und aufzuzeigen, dass die Risiken auf ein akzeptables Mass begrenzt werden.

3 Bei Geschwindigkeiten über 160 km/h ist ETCS Level 2 einzusetzen.

4 Bei der Festlegung der Sicherheitsanforderungen an die Zugbeeinflussung ist die Sicherheitsintegrität der Signalisierung inkl. einer allfälligen Anzeige auf den Fahrzeugen zu berücksichtigen.

AB 39.3.d Umstellung und Sicherung von Weichen

1 Allgemeine Anforderungen

1.1 Stell- und Sicherungseinrichtungen der Weichen müssen das Umstellen, Festhalten und Überwachen der Lage der Weichenzungen gewährleisten.

1.1.1 Für Weichen mit beweglichen Herzstücken gelten die Bestimmungen sinngemäss auch für die Herzstücke.

1.1.2 Für Kreuzungen mit beweglichen Teilen und für Zahnstangenweichen gelten die Bestimmungen sinngemäss auch für die übrigen beweglichen Teile.

1.1.3 Für Entgleisungsmittel gelten die Bestimmungen sinngemäss, je nach Einbauort mit reduzierten Anforderungen an Lagesicherung und Überwachung.

1.2 Weichen sind grundsätzlich als «aufschneidbar» zu konzipieren. Dies mit dem Ziel, dass ein unbeabsichtigtes Befahren der Weiche in falscher Stellung von der Wurzel her («Aufschneiden») bei Geschwindigkeiten bis zu 30 km/h keine Entgleisung und keine Beschädigung von Zungenvorrichtung, Verschluss oder Antrieb verursacht.

1.2.1 Bei Weichen, die nicht als «aufschneidbar» konzipiert werden können, sind besondere Massnahmen gegen falsches Befahren zu treffen.

1.2.2 Bei in die Fahrwegsteuerung und -sicherung der Sicherungsanlage einbezogenen Weichen muss diese ein Aufschneiden, respektive eine falsche Befahrung, erfassen und dem Fahrdienstleiter anzeigen. Die Stell- und Sicherungseinrichtung der Weiche muss die dafür notwendige Information zur Verfügung stellen.

(AB 39.3.d Umstellung und Sicherung von Weichen)

2 Weichenumstellvorrichtung

2.1 Die Weichenumstellvorrichtung ist so auszubilden, dass die Festhaltekraft (passiv) den Anforderungen gemäss Ziff. 2.1.1 und die Umstellkraft (aktiv) den Anforderungen der Weichenkonstruktion entspricht.

2.1.1 Anforderungen Festhaltekraft

a. Im Geschwindigkeitsbereich $v \leq 40$ km/h ist die Festhaltekraft durch die Infrastrukturbetreiberin so festzulegen, dass die Anforderungen gemäss Ziff. 1.1 erfüllt werden.
b. Geschwindigkeitsbereich $40 < v \leq 140$ km/h: Festhaltekraft ≥ 3,5 kN;
c. Geschwindigkeitsbereich $140 < v \leq 160$ km/h: Festhaltekraft ≥ 7 kN;
d. Geschwindigkeitsbereich $160 < v \leq 250$ km/h: Festhaltekraft ≥ 10 kN.

3 Weichenverschluss

3.1 Der Weichenverschluss muss anliegende Zunge und Stockschiene so zueinander in Lage halten, dass eine sichere Spurführung gewährleistet ist.

3.1.1 Anzahl und Lage der Verschlüsse sind in Abstimmung mit der Weichenkonstruktion so festzulegen, dass diese Anforderung erfüllt ist.

3.1.2 Der Verschluss ist so auszulegen, dass er gegen Spurerweiterung und Schienenwanderung möglichst unempfindlich ist.

(AB 39.3.d Umstellung und Sicherung von Weichen)

3.1.3 Der Verschluss muss eine Verschlusskraft erreichen, die wesentlich über der Festhaltekraft liegt und gleichzeitig eine der Risikokategorie (Geschwindigkeitsbereich) angemessene Zuverlässigkeit aufweist.

3.1.3.1 Je nach Geschwindigkeitsbereich ist mindestens das folgende Konstruktionsprinzip anzuwenden:

a. $v \leq 40$ km/h stumpf befahren bzw. $v \leq 20$ km/h gegen die Spitze: Kraftschlüssiger Verschluss;
b. 40 bzw. $20 < v \leq 120$ km/h: Selbsthemmendes Totpunkt-Gelenkwerk (Gelenkschloss «Jüdel»);
c. $120 < v \leq 250$ km/h: Vorzugsweise direkte Verklammerung zwischen Zunge und Stockschiene, mindestens aber eine formschlüssige und selbsthemmende Mechanik über möglichst wenig Glieder.

3.1.4 Die sichere Spurführung muss risikoorientiert auch bei Ausfall eines Verschlusses bis zu dessen Offenbarung durch ein zweites System aufrechterhalten werden («Notverschluss», «Rückfallebene»). Dazu ist ein von den Stellstangen unabhängiges System, das direkt an den Zungen angreift und diese in ihrer Lage behält, einzusetzen.

3.1.4.1 Diese Forderung gilt unabhängig von der Geschwindigkeit in Fällen, wo durch Entgleisungen auch bei niederen Geschwindigkeiten erhöhte Risiken bestehen, insbesondere bei:

a. Spitz befahrenen Weichen, welche in das Profil eines Gleises führen, auf welchem mit gleichzeitigen Fahrten gerechnet werden muss;
b. Weichen in Tunnels, Einschnitten und Galerien;
c. Trassen mit Absturzgefahr;
d. Kollisionsgefahr mit Tragkonstruktionen
e. Weichen vor Perrons (Personengefährdung).

3.1.4.2 Diese Forderung gilt generell bei Weichen für Geschwindigkeiten über 80 km/h.

(AB 39.3.d Umstellung und Sicherung von Weichen)

4 Lageüberwachung

4.1 Die Lage der an- und abliegenden Zungen muss überwacht werden.

Minimale Anforderungen:

a. Geschwindigkeit v ≤ 40 km/h: Überwachung der Lage der Zungen, falls die Weiche in die Fahrwegsteuerung und -sicherung der Sicherungsanlage einbezogen ist;
b. Geschwindigkeitsbereich 40 < v ≤ 80 km/h: Überwachung der Lage der Zungen;
c. Geschwindigkeitsbereich 80 < v ≤ 250 km/h oder Situationen analog Ziff. 3.1.4.1: Zwei unabhängige Systeme für die Überwachung der Lage der Zungen.

4.1.1 Eine Lageüberwachung kann im Antrieb aufgrund der Lage der Stellstange erfolgen. Eine zweite Lageüberwachung muss direkt an den Zungen angreifen.

4.2 Die Lageüberwachung darf die Weichenendlage nur anzeigen, wenn alle folgenden Bedingungen erfüllt sind:

a. Die anliegende Zunge gewährleistet eine sichere Spurführung;
b. Die abliegende Zunge ist in genügendem Abstand von der Stockschiene festgehalten;
c. An keiner Stelle der Zungenvorrichtung liegt eine unzulässige Spurverengung vor;
d. Der Weichenverschluss ist in der verschlossenen Lage gehalten.

Die einzuhaltenden Grenzwerte sind in der AB-EBV zu Art. 32, AB 32.1 festgehalten.

4.2.1 Je nach Weichenkonstruktion und Anzahl und Lage der Verschlüsse sind weitere Lageüberwachungen der Zungen bezüglich Spurverengung vorzusehen.

4.2.2 Bei Weichen mit beweglichem Herzstück ist zusätzlich die übereinstimmende Lage von Zungen und Herzstück zu überwachen.

(AB 39.3.d Umstellung und Sicherung von Weichen)

5 Auslegungsalternativen

5.1 Die Forderungen aus Ziff. 3.1.4 und 4.1.c. können auch als erfüllt betrachtet werden durch den Nachweis, dass durch die Konstruktion, die Fertigung und die Instandhaltung des primären Systems eine für diese Anwendung genügende Sicherheit gewährleistet ist.

6 Instandhaltung, Betrieb

6.1 Die Einhaltung der für die Umstellung, Festhaltung und Überwachung der Zungen relevanten Grössen ist periodisch zu kontrollieren. Die dafür notwendigen Grundlagen, inklusive Messmethoden, müssen dokumentiert sein.

6.2 Für das Festhalten der an- und abliegenden Zungen bei fehlender Verschlussfunktion oder Überwachung gemäss Ziff. 3.1, 3.1.4 und 4.1 müssen Vorrichtungen vorgesehen werden, die zusammen mit den betrieblichen Anordnungen die Sicherheit gewährleisten.

6.3 Durch Instandhaltungsarbeiten verursachte Risiken aus fehlender Übereinstimmung der effektiven Weichenlage mit der Logik der Sicherungsanlage sind durch lückenlose Prüfprozesse zu minimeren.

6.3.1 Auf Anlagen für Geschwindigkeiten über 160 km/h sind zur Beherrschung dieser Risiken zwingend technische Massnahmen zu prüfen.

AB 39.3.e Gleisfreimeldung und Zugortung

1 Gleisfreimeldeeinrichtungen

1.1 Gleisfreimeldeeinrichtungen müssen unter festgelegten Voraussetzungen zwischen den Zuständen «frei» und «nicht frei» unterscheiden können.

1.1.1 Ein Abschnitt darf als «frei» gemeldet werden, wenn sich keine Achse eines Schienenfahrzeuges, welches die gemäss Ziff. 1.3.2 festgelegten Bedingungen erfüllt, auf dem bestimmten Abschnitt befindet.

1.1.2 Sind für die Funktion der Gleisfreimeldeeinrichtung isolierte Schienenstösse erforderlich, muss jede von einer Isolierstossüberbrückung betroffene Gleisfreimeldeeinrichtung ihre betroffenen Abschnitte als «nicht frei» melden.

1.1.3 Systemfehler, Defekte von Hardware oder Unterbrechungen von elektrischen Verbindungen der Gleisfreimeldeeinrichtung müssen offenbart werden. Die betroffenen Abschnitte dürfen von der Gleisfreimeldeeinrichtung nicht als «frei» gemeldet werden.

1.1.4 Das Fehlen der Speisung muss offenbart werden. Die betroffenen Abschnitte dürfen von der Gleisfreimeldeeinrichtung nicht als «frei» gemeldet werden.

1.1.5 Bei Achszählsystemen dürfen nach Einschaltung oder Wiederkehr der Spannung beziehungsweise nach Ausfall des Systems die betroffenen Abschnitte nicht selbsttätig als «frei» gemeldet werden.

1.2 Gleisfreimeldeeinrichtungen müssen sowohl eine hohe Sicherheitsintegrität als auch eine grosse Zuverlässigkeit aufweisen.

1.2.1 Die Sicherheitsintegrität ist abhängig von der Funktion, der Verwendung der Information und den betrieblichen Verhältnissen festzulegen.

(AB 39.3.e Gleisfreimeldung und Zugortung)

1.3 Gleisfreimeldeeinrichtungen sind so auszulegen, dass sie ein Schienenfahrzeug unter festgelegten Voraussetzungen erkennen können. Hierzu müssen durch die Infrastrukturbetreiberin mindestens die nachfolgend aufgeführten Grenzwerte und Bedingungen für die festen Anlagen und die Schienenfahrzeuge festgelegt werden.

1.3.1 Grenzwerte und Bedingungen für feste Anlagen:

a. Höchstgeschwindigkeit;
b. klimatische Bedingungen;
c. elektromagnetische Eigenschaften im Gleisbereich wie:
   – Betriebs- und Störströme in der Schiene,
   – Betriebs- und Störspannungen an der Schiene,
   – elektromagnetische Felder;
d. Anforderungen an die Isolationseigenschaften isolierter Schienen und Schienenstösse;
e. benachbarte oder überlagerte Gleisfreimeldeeinrichtungen;
f. Erdung;
g. Traktionsstromrückleitung;
h. physikalische Eigenschaften der Schienen;
i. mechanische Beanspruchungen von Komponenten am Gleis;
j. metallfreier Raum im Gleis;
k. Anzahl Fahrten pro Zeiteinheit.

1.3.2 Grenzwerte und Bedingungen für Fahrzeuge:

a. elektromagnetische Eigenschaften der Fahrzeuge;
b. physikalische Eigenschaften der Magnetschienenbremsen;
c. physikalische Eigenschaften der Wirbelstrombremsen;
d. Radgeometrie;
e. minimaler und maximaler Achsabstand;
f. maximaler Achswiderstand / Impedanz zwischen den Laufflächen der Räder einer Achse;
g. maximaler Abstand zwischen Fahrzeugende und äusserster Achse;
h. minimale Achslast;
i. metallfreier Raum im unteren Bereich;
j. Radmaterial;
k. Eigenschaften der Klotzbremsen;
l. Eigenschaften des Streusands;
m. maximal zulässige Achszahl.

(AB 39.3.e Gleisfreimeldung und Zugortung)

1.3.3 Gleisstromkreise sind so auszulegen, dass sie bei folgenden Grenzwerten der Bettungs- und Achsnebenschlusswiderstände noch funktionieren:

1.3.3.1 Spezifischer Bettungswiderstand:

a. auf Stationsgleisen:
   - bei Normalspur: 1,5 Ω km,
   - bei Meterspur: 1,0 Ω km;

b. auf Streckengleisen:
   - bei Normalspur: 2,5 Ω km,
   - bei Meterspur: 1,7 Ω km.

1.3.3.2 Achsnebenschlusswiderstand:

a. bei bis 300 m langen Weichen und Isolierabschnitten: 1,0 Ω;

b. bei mehr als 300 m langen Isolierabschnitten: 0,5 Ω.

1.3.3.3 Kommen Fahrzeuge mit Portalachsen zum Einsatz, ist die sichere Detektion dieser Fahrzeuge aufgrund der Eigenschaften der eingesetzten Portalachsen nachzuweisen (siehe auch AB-EBV zu Art. 51, AB 51.1, Ziffer 1.25.2).

1.4 Gleisfreimeldeeinrichtungen müssen so konzipiert sein, dass die Rückführung des Traktionsstroms gewährleistet bleibt. Für die Traktionsstromrückleitung ist die AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d anzuwenden.

1.5 Die Befestigung der Gleisfreimeldeeinrichtungen im Gleis darf die Funktionalität der Fahrbahn nicht beinträchtigen.

1.6 Um sicherzustellen, dass Schienenfahrzeuge die Gleisfreimeldeeinrichtungen nicht beeinträchtigen, ist die SN EN 50238-1[1] anzuwenden.

1.7 Rückstellung von Achszählsystemen

1.7.1 Eine manuelle Rückstellung in den Zustand «frei» darf nicht wirksam werden, wenn die letzte erfasste Achse in den Abschnitt eingefahren ist.

1.7.2 Eine manuelle Rückstellung in den Zustand «frei» darf durch den Fahrdienstleiter nur mittels Notbedienung erfolgen.

1.7.3 Eine uneingeschränkte Rückstellung in den Zustand «frei» durch das Instandhaltungspersonal ist in Abweichung von der Vorschrift gemäss Ziff. 1.7.1 zulässig, wenn die entsprechenden Prozesse zur Gewährung der Betriebssicherheit festgelegt sind.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 39.3.e Gleisfreimeldung und Zugortung)

1.8 Planung

1.8.1 Gleisfreimeldeeinrichtungen sind so zu projektieren, dass keine Überwachungslücke zwischen angrenzenden Abschnitten entsteht. Die Funktion muss für die vorausgesetzten Achsabstände sichergestellt sein.

1.8.2 Gleisfreimeldeeinrichtungen sind so zu projektieren, dass auch für die Schienenfahrzeuge mit dem grössten Abstand zwischen Fahrzeugende und äusserster Achse die Profilfreiheit bei Weichen und Bahnübergängen gewährleistet ist.

1.8.3 Besteht ein durch eine Gleisfreimeldeeinrichtung zu überwachender Abschnitt aus mehreren Teilabschnitten, ist zu gewährleisten, dass alle Teilabschnitte überwacht werden. Die Funktion muss für alle Teilabschnitte, auch bei Unterbruch von Schienenverbindern oder anderen elektrischen Verbindungen, gewährleistet bleiben.

1.8.4 Die Einhaltung der für den Betrieb der Gleisfreimeldeeinrichtung vorausgesetzten Grenzwerte und Bedingungen muss über die gesamte Lebensdauer der Anlage sichergestellt werden.

1.9 Werden Achszählsysteme redundant eingesetzt, sind die Zählpunkte so anzuordnen, dass keine Lücke in der Belegtmeldung entstehen kann. Dabei:

a. ist der minimale äussere Achsabstand der eingesetzten Fahrzeuge zu berücksichtigen;
b. darf eine als gestört bewertete Redundanz erst nach einer manuellen Rückstellung in den Zustand «frei» wieder ausgewertet werden.

(AB 39.3.e Gleisfreimeldung und Zugortung)

1.10 In der Sicherungsanlage und den Betriebsvorschriften müssen folgende Aspekte berücksichtigt sein:

1.10.1 Eine störungsbedingte Belegtmeldung einer Gleisfreimeldeeinrichtung darf zu keinem Ereignis mit kritischem oder katastrophalem Ausmass führen. In der Sicherungsanlage sind entsprechende Massnahmen zu treffen.

1.10.2 Nach Möglichkeit hat die Sicherungsanlage fehlende Belegtmeldungen von Fahrzeugen durch Plausibilitätsprüfungen zu detektieren.

1.10.3 Dass ein definierter Gleisabschnitt von einem Schienenfahrzeug vollständig verlassen worden ist können Achszählsysteme nur feststellen, wenn auch dessen Einfahrt erkannt werden konnte. Das unerkannte Eindringen von Fahrzeugen in einen Gleisabschnitt muss daher mit entsprechenden Prozessen und Betriebsvorschriften verhindert werden.

1.10.4 Eine manuelle Rückstellung eines Achszählabschnittes ist nur bei freiem Gleisabschnitt zulässig. Dies ist durch entsprechende Prozesse und Betriebsvorschriften sicherzustellen.

(AB 39.3.e Gleisfreimeldung und Zugortung)

2 Zugortungsanlagen

2.1 Zugortungsanlagen ermitteln, ob ein Schienenfahrzeug einen definierten Ort erreicht hat. Sie müssen eine grosse Zuverlässigkeit aufweisen. Die Anforderungen an die Sicherheit sind abhängig von der Funktion, der Verwendung der Information und den betrieblichen Verhältnissen festzulegen.

AB 39.3.f Steuerung und Überwachung von Bahnübergängen

1 Bahnübergangsanlagen müssen die zeitliche Trennung von Schienen- und Strassenverkehr auf Bahnübergängen gewährleisten.

1.1 Hierzu haben sie:

a. die Bahnübergänge gegen das Befahren durch Zugfahrten und Rangierbewegungen zu schützen; oder

b. die Bahnübergänge für den Strassenverkehr zu sperren.

1.2 Die zeitliche Trennung muss auch bei Störungen der Bahnübergangsanlage sichergestellt sein.

2 Bahnübergangsanlagen können nach zwei Prinzipien betrieben werden, die sich insbesondere bezüglich folgender Merkmale unterscheiden:

a. die Bahnübergangsanlage kann Fahrerlaubnisse über den Bahnübergang bei nicht gesperrtem Bahnübergang verhindern;

b. die Bahnübergangsanlage kann den Bahnübergang für den Strassenverkehr fehlersicher sperren.

(AB 39.3.f Steuerung und Überwachung von Bahnübergängen)

3 Bahnübergangsanlagen gemäss Ziff. 2 Buchstabe a

3.1 Bei Bahnübergangsanlagen gemäss Ziff. 2 Buchstabe a sind unzeitige Fahrerlaubnisse über Bahnübergänge fehlersicher zu verhindern.

3.1.1 Statt fehlersicherer Verhinderung von Fahrerlaubnissen ist auf Strecken, die nicht zum interoperablen Hauptnetz gehören, auch die Verhinderung von Fahrten über Bahnübergänge durch fehlersichere Dunkelschaltung von Kontrolllichtern zulässig.

3.2 Bahnübergänge sind für den Strassenverkehr gesperrt, wenn pro bahnquerende Spur mindestens zwei Leuchtquellen dem Strassenverkehr «Halt» signalisieren und vorhandene Schlagbäume sich schliessen oder geschlossen sind.

3.2.1 Eine Doppelfadenlampe darf als zwei Leuchtquellen betrachtet werden, wenn die beiden Faden der Lampe dem Strassenverkehr unabhängig «Halt» signalisieren können.

3.2.2 Bei Schranken-, Halbschranken- oder Bedarfsschrankenanlagen kann auf die zweite Leuchtquelle verzichtet werden, sofern die Bahnübergangsanlage mit einer automatischen Störungsmeldung ausgerüstet ist.

3.2.3 Die Lage der Schlagbäume ist zu kontrollieren. Für die Kontrolle der Lage der Schlagbäume sind folgende Lösungen zulässig:

a. Kontrolle der geschlossenen Lage aller Schlagbäume;
b. Kontrolle der geschlossenen Lage der Schlagbäume, welche die Zufahrt zum Bahnübergang auf der rechten Strassenseite sperren, und des Beginns der Schliessbewegung der übrigen Schlagbäume;
c. Kontrolle des Beginns der Schliessbewegung aller Schlagbäume, falls das Schliessen der Schlagbäume durch entsprechende Konstruktion gewährleistet ist.

3.3 Bei Bahnübergangsanlagen, welche gemäss AB-EBV zu Art. 37c, AB 37c allgemein, Ziff. 2 mit Massnahmen zur Erkennung von Strassenfahrzeugen ausgerüstet sind, ist das Erteilen von Fahrerlaubnissen zu verhindern, wenn sich Strassenfahrzeuge auf dem Bahnübergang befinden.

(AB 39.3.f Steuerung und Überwachung von Bahnübergängen)

4 Bahnübergangsanlagen gemäss Ziff. 2 Buchstabe b

4.1 Wenn sich Zugfahrten oder Rangierbewegungen einem Bahnübergang nähern, ist dieser für den Strassenverkehr fehlersicher zu sperren.

4.1.1 Kann für Rangierbewegungen die fehlersichere Sperrung des Strassenverkehrs durch die Bahnübergangsanlage nicht gewährleistet werden, sind betriebliche Massnahmen zur zeitlichen Trennung von Schienen- und Strassenverkehr zu treffen.

4.2 Bei Störungen:

a. sind bei Schrankenanlagen alle Schlagbäume fehlersicher zu schliessen;

b. ist bei Lichtsignalanlagen ohne Schlagbäume der gestörte Zustand gegenüber dem Strassenverkehr fehlersicher anzuzeigen.

4.3 Zur Sicherstellung der Störungsbehebung sind diese Bahnübergangsanlagen mit einer automatischen Störungsmeldung auszurüsten.

(AB 39.3.f Steuerung und Überwachung von Bahnübergängen)

5 Schlagbäume dürfen sich erst nach Aufleuchten der optischen Signale und nach Ablauf der Warnzeit schliessen.

5.1 Ausgenommen sind Anlagen nach Ziff. 4 bei Störungen.

6 Die Freigabe des Bahnübergangs für den Strassenverkehr erfolgt in der Regel automatisch durch erfolgte Zugfahrten oder Rangierbewegungen.

6.1 Die unzeitige Freigabe des Bahnübergangs für den Strassenverkehr ist durch geeignete Mittel zu verhindern.

AB 41.1

1 Ankündigungs- und Warnanlagen für Arbeiten im Gleisbereich sind gemäss den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften FDV[1], R 300.12 einzusetzen.

2 Ankündigungs- und Warnanlagen für Arbeiten im Gleisbereich sind so auszulegen, dass sie dort arbeitendes Personal vor sich nähernden Fahrten warnen.

3 Die Warnung muss zeitgerecht erfolgen und durch die betroffene Zielgruppe eindeutig wahrnehmbar sein.

4 Für die Spezifikation und den Nachweis der Erfüllung der Zuverlässigkeits-, Verfügbarkeits-, Instandhaltbarkeits- und Sicherheitsanforderungen (RAMS-Anforderungen) sind die SN EN 50126-1 und -2[2] anzuwenden.

4.1 Die sicherheitsrelevanten funktionalen Anforderungen und die Anforderungen an die Sicherheitsintegrität sind aufgrund einer Risikoanalyse festzulegen.

4.2 Für die sicherheitsrelevante Kommunikation zwischen sicherheitsrelevanten Einrichtungen ist zudem die SN EN 50159[2] anzuwenden.

4.3 Die Sicherheitsnachweisführung zu und die Begutachtung von elektronischen Systemen mit Funktionen mit hoher Sicherheitsrelevanz haben gemäss SN EN 50129[2] zu erfolgen.

4.3.1 Bei Anwendung der SN EN 50129 erübrigt sich die Berücksichtigung der SN EN 50126-2, ausser bei expliziten Verweisen in der SN EN 50129.

[1] SR **742.173.001**
[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 42.2 Schutzmassnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen

1 Schutzmassnahmen bei Bahnstrom-Telematikanwendungen;

Telematikanwendungen der elektrischen Anlagen müssen gegen bewusste oder unbewusste Fehlhandlungen und soweit verhältnismässig auch gegen missbräuchliche Eingriffe geschützt werden.

1.1 Hinsichtlich Cybersicherheit gelten die Vorschriften der AB-EBV zu Art. 2, AB 2.1^{bis}.

1.2 Für sicherheitsrelevante Kommunikation zwischen sicherheitsrelevanten Einrichtungen ist zudem die SN EN 50159[1] bzw. UIC 930 anzuwenden.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 43.1.a Störung anderer elektrischer Einrichtungen

1 Die Anlagen der Bahnstromversorgung sind mit den Eigenschaften der Fahrzeuge zu koordinieren. Für interoperable Strecken müssen insbesondere die Vorgaben der europäischen technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) und der SN EN 50388-1[1] eingehalten werden.

1.1 Die Infrastrukturbetreiberin muss über die Zulässigkeit der elektrischen Rekuperationsbremse innerhalb seines Netzes Auskunft erteilen können.

1.2 Die Regelung aller aktiven Elemente muss so erfolgen, dass es zu keinen unerwünschten Schwingungen kommt. Der Nachweis ist nach SN EN 50388-1 Ziff. 10 zu führen.

2 Die zur Erzeugung, Transformierung, Umformung, Verteilung und Verwendung der elektrischen Energie dienenden Starkstromanlagen müssen so erstellt werden, dass sie keine unzulässigen elektromagnetischen Rückwirkungen auf andere elektrotechnische Anlagen und Einrichtungen haben; insbesondere gelten Art. 4 und Art. 20 der Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV)[2].

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[2] SR **734.5**

AB 44 BAHNSTROMERZEUGUNG UND -UMFORMUNG

AB 44.a Bahnstromerzeugung und -umformung

1 Ergänzende Vorschriften

Soweit die Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV) und diese Ausführungsbestimmungen keine Vorschriften enthalten, gelten für Anlagen zur Bahnstromerzeugung und Bahnstromumformung die Bestimmungen der Starkstromverordnung vom 30. März 1994[2] sowie der Leitungsverordnung vom 30. März 1994[3] (LeV).

2 Kabelleitungen

Bei Kabeln für die Bahnstromerzeugung und -umformung gelten die für Kabel aufgeführten Vorschriften der AB-EBV zu Art. 44, AB 44.b.

3 Netzstabilität

Die Anlagen der Bahnstromversorgung müssen einen stabilen Netzbetrieb gewährleisten.

3.1 Die Vorgaben der jeweiligen Infrastrukturbetreiberin sind einzuhalten.

3.2 Die Kompatibilität zwischen Anlagen der Bahnstromerzeugung und den Fahrzeugen ist gemäss SN EN 50388-1[4] nachzuweisen.
Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[5].

4 Stationäre und mobile Energiespeicher

4.1 Energiespeicher sind in das Schutzkonzept zu integrieren.

4.2 Energiespeicher müssen mit einer Entladeeinrichtung ausgerüstet sein. Der Zugang zu den Speichermedien darf nur im entladenen oder anderweitig gesicherten Zustand möglich sein.

4.3 Speichermedien wie Kondensatoren, Schwungräder, Akkumulatoren müssen den Produktnormen entsprechen.

---

[1] SR **742.141.1**
[2] SR **734.2**
[3] SR **734.31**
[4] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.a Bahnstromerzeugung und -umformung)

5 Nutzbremsung

5.1 Für die Nutzbremsung gelten die Anforderungen gemäss SN EN 50388-1.

5.2 Für Gleichstromstrecken ist die Nutzbremsung infrastrukturseitig zu ermöglichen, wenn dies wirtschaftlich sinnvoll ist.

5.3 Die Bahnenergieversorgung übernimmt keine Sicherheitsfunktion hinsichtlich des Bremsens unter allen Bedingungen.

5.4 Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[6].

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

AB 44 BAHNSTROMVERTEILUNG

AB 44.b Bahnstromverteilung und Kabel

1 Ergänzende Vorschriften

1.1 Soweit die Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV) und diese Ausführungsbestimmungen keine Vorschriften enthalten, gelten für die Bahnstromverteilung die Bestimmungen der Starkstromverordnung vom 30. März 1994[2] sowie der Leitungsverordnung vom 30. März 1994[3] (LeV).

1.2 Freileitungen und Kabel sind für die auftretenden Spannungen und die zu erwartenden Ströme sowohl für Betriebs- als auch für Fehlerfälle ausreichend zu dimensionieren.

1.3 Bei der Anordnung und der Führung von Freileitungen bzw. der Verlegung von Kabeln sind sowohl die thermischen Belastungen als auch die auftretenden magnetischen Kräfte für Betriebs- und Fehlerfälle, der Schutz gegen elektrische Korrosion beim Zusammentreffen unterschiedlicher Materialien sowie Massnahmen zur Verbesserung der Impedanzverhältnisse und der Stromverteilung zu berücksichtigen.

2 Kabelleitungen im Gleisbereich

2.1 Kabelleitungen im Gleisbereich sind so anzuordnen, dass sie gegen mechanische Beschädigung geschützt sind.

2.2 Oberflächenkanäle sind zulässig. Hochspannungskabelleitungen dürfen nur in Oberflächenkanälen geführt werden, wenn sie dem Eisenbahnbetrieb dienen und genügende Sicherheit nachgewiesen wird, insbesondere für den Ereignisfall.

3 Kabelleitungen bei Kunstbauten

Kabelleitungen an Tunnelgewölben und Stützmauern sind so anzuordnen, dass sie gegen mechanische Beschädigung genügend geschützt sind. Hochspannungskabelleitungen dürfen nur in bestehenden Tunneln am Gewölbe verlegt werden, sofern sie dem Eisenbahnbetrieb dienen und insbesondere für den Ereignisfall genügende Sicherheit nachgewiesen wird.

---

[1] SR **742.141.1**
[2] SR **734.2**
[3] SR **734.31**

(AB 44.b Bahnstromverteilung und Kabel)

4 Kabel (Bauprodukte) in Tunneln sowie an speziellen Orten

Kabel, die dem Feuer ausgesetzt sein könnten, müssen

- in Tunneln,
- in Innenbereichen mit Publikumsverkehr,
- in Depots und Instandhaltungsanlagen,
- an allen weiteren Orten, an denen die Folgen eines Kabelbrands negative Auswirkungen auf die Sicherheit haben können

besondere Merkmale hinsichtlich der Entflammbarkeit, der Brandfortleitung, der Rauchdichte, der Toxizität, der Energiefreisetzung und des Abtropfverhaltens aufweisen.

4.1 Das gilt als erfüllt, wenn die Kabel mindestens den nachfolgenden Anforderungen nach der delegierten Verordnung (EU) 2016/364[4] entsprechen:

Tunnel	Klassifizierung B2ca, s1a, a1
Innenbereiche mit Publikumsverkehr	Klassifizierung Cca, s1, d2, a1
Depots und Instandhaltungsanlagen (>100 Personen)	Klassifizierung Cca, s1, d2, a1
Depots und Instandhaltungsanlagen (<100 Personen)	Klassifizierung Dca, s2, d2, a2
Unterwerke, Gleichrichterstationen (freistehend bzw. in Gebäuden ohne Publikumsverkehr)	Klassifizierung Eca
Unterwerke, Gleichrichterstationen (unterirdisch bzw. in Gebäuden mit Publikumsverkehr)	Klassifizierung Cca, s1, d2, a1

Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI).

4.2 Wenn es sich um eine niedrigere Klassifizierung als die in Ziff. 4.1 angegebene handelt, kann die Kabelklassifizierung von der Infrastrukturbetreiberin nach einer Risikobewertung unter Berücksichtigung der Merkmale des Bauwerks und der beabsichtigten Betriebsart bestimmt werden.

4.3 Materialien, die nicht signifikant zur Brandlast beitragen würden, sind aufzulisten und können von den obigen Bestimmungen ausgenommen werden.

4.4 Für andere spezielle Orte und Fluchtwege sind die Anforderungen mittels einer Sicherheits- und Risikobetrachtung festzulegen.

4.5 Der Nachweis der Klassifizierung hat mit einer Leistungserklärung im Sinne der Verordnung über Bauprodukte vom 27. August 2014[5] (BauPV) zu erfolgen.

[4] Delegierte Verordnung (EU) 2016/364 der Kommission vom 1. Juli 2015 über die Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten im Einklang mit der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates, ABl. L 68 vom 15.3.2016, S. 4.

[5] SR **933.01**

(AB 44.b Bahnstromverteilung und Kabel)

4.6 Kabel, die zur Branderkennung, Brandmeldung, Evakuierung und zur Brandbekämpfung gebraucht werden, sind hinsichtlich des Funktionserhalts im Brandfall zu bemessen, dabei ist auch das Montagematerial zu berücksichtigen. Der Feuerwiderstand kann kabelseitig durch entsprechende Kabeltypen oder anlagenseitig durch entsprechende Verlegung erreicht werden. Der Kabelquerschnitt ist auch hinsichtlich des Spannungsfalles unter Berücksichtigung der maximalen Anzahl der gleichzeitig betroffenen Brandabschnitte auszuwählen.

5 Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen bahneigener Kabelleitungen mit Gleisanlagen

Bei Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen bahneigener Kabelleitungen mit Gleisanlagen sind die Abstände so zu wählen, dass die Kabelleitungen nicht gefährdet werden. Die Abstände gemäss LeV müssen nicht eingehalten werden, wenn genügende Sicherheit nachgewiesen wird.

6 Erdung von Kabelmänteln, Kabelschirmen und Bewehrungen

Bei der Erdung von Kabelmänteln, Kabelschirmen und Bewehrungen sind die eisenbahnspezifischen Verhältnisse sowie der Personen- und Sachenschutz zu beachten. Von den entsprechenden Regelungen der Leitungs-, Starkstrom- und Schwachstromverordnung darf abgewichen werden, sofern genügende Sicherheit nachgewiesen wird.

7 Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen bahneigener Übertragungsleitungen mit Fahrleitungsanlagen

Bei Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen bahneigener Übertragungsleitungen mit Fahrleitungsanlagen können die Abstände gemäss LeV Art. 99, Abs. 1, lit. a und Abs. 2 sowie Art. 101, Abs. 2 entsprechend nachfolgender Ziff. 7.1 und 7.2 unterschritten werden, wenn genügende Sicherheit nachgewiesen wird.

7.1 Bei Annäherungen und Parallelführungen bahneigener Übertragungsleitungen mit Fahrleitungsanlagen darf der Mindestabstand gem. LeV Art. 99, Abs. 1, lit. a sowie Abs. 2 um maximal 1,5 m reduziert werden.

7.2 Bei Kreuzungen bahneigener Übertragungsleitungen mit Fahrleitungsanlagen dürfen die Kreuzungsabstände nach LeV Art. 81 beurteilt werden.

AB 44 FAHRLEITUNGSANLAGEN

AB 44.c Fahrleitungsanlagen

1 Grundsatz für die Fahrleitungsspeisung

1.1 Bei Kabeln für Fahrleitungsanlagen gelten die für Kabel aufgeführten Vorschriften der AB-EBV zu Art. 44, AB 44.b.

2 Fahrleitungsschaltanlagen

2.1 Fahrleitungsschaltanlagen, die nicht fernbetätigt werden können, müssen für das instruierte Personal leicht zugänglich sein.

2.2 Bei fernbetätigten Schaltern muss die Fahrleitung auch bei einem Ausfall der Fernbetätigung geschaltet werden können. Die Stellung ist zu erfassen und zu übermitteln. Unregelmässigkeiten der Steuerung dürfen nicht zu gefährlichen Schaltzuständen oder Schalthandlungen führen.

2.3 Fahrleitungsschaltanlagen dürfen von Unberechtigten nicht betätigt werden können. Die Massnahmen gegen unberechtigtes Betätigen sind dem örtlichen Gefährdungspotenzial anzupassen.

2.4 Fahrleitungsschalter und Schalter für notfallmässiges Kurzschliessen, Erden, bzw. Verbinden mit der Rückleitung von unter Spannung stehenden Fahrleitungsanlagen sind so zu bauen und anzuordnen, dass auch bei Schaltvorgängen die notwendige Sicherheit für sich in der Nähe befindende Personen gewährleistet ist.

3 Fahrleitungsanforderungen

Die Wahl des Fahrleitungssystems ist entsprechend den bahnbetrieblichen Anforderungen zu treffen.

3.1 Für das Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer sind die Anforderungen der SN EN 50367[1] einzuhalten; das heisst insbesondere, dass Fahrleitungen so zu bauen sind, dass der Strom bei den zulässigen Fahrgeschwindigkeiten, mit der betrieblich vorgesehenen Anzahl gehobener Stromabnehmer sowie deren Abstand und bei den vorkommenden Witterungsverhältnissen einwandfrei abgenommen wird.

3.2 Fahrleitungen sind entsprechend der SN EN 50119[1] Ziff. 4 und 5 auszulegen.

3.3 Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[2].

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

4 Fahrleitungsfunktionalitäten

Fahrleitungen sind elektrisch zu unterteilen.

4.1 Unterteilung und Abschaltbarkeit

4.1.1 Die Fahrleitungen sind durch den Einbau von Trennvorrichtungen so zu unterteilen, dass klar definierte Abschnitte spannungslos gemacht werden können. Die Trennvorrichtungen müssen unter Spannung bedienbar sein.
Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[3].

4.1.1.1 Trennstellen in der Fahrleitung sind, wo erforderlich, auf geeignete Weise durch Signale zu decken oder durch Merktafeln gemäss R 300.2, Ziff. 7 der Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV)[4] erkennbar zu machen.

4.1.1.2 Im Tram- und Trolleybusbetrieb sind Trennstellen, wo erforderlich, auf geeignete Weise zu markieren.

4.1.1.3 Die Streckentrennung befindet sich zwischen dem Einfahrsignal und dem spätesten Halteort der Züge aus der Gegenrichtung.

4.1.2 Die Standorte von elektrischen Trennstellen in der Fahrleitung sind mit den vorgesehenen Halteorten[5] von Fahrzeugen mit gehobenem Stromabnehmer so aufeinander abzustimmen, dass es beim Halt dieser Fahrzeuge zu keinen Beschädigungen an Fahrleitung und Stromabnehmer kommen kann.

4.1.3 Das Befahren kurzgeschlossener und geerdeter bzw. mit der Rückleitung verbundener Fahrleitungsabschnitte mit gehobenem Stromabnehmer ist durch betriebliche oder technische Massnahmen zu verhindern.

[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.
[4] SR **742.173.001**
[5] Siehe FDV, R300.6, Ziff. 5.2.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

4.1.4 Fahrleitungen in Depots und an Instandhaltungsorten sowie über Verlade- und Anschlussgleisen:

Fahrleitungen in Depots und an Instandhaltungsorten sowie über Verlade- und Anschlussgleisen müssen abschaltbar sein und kurzgeschlossen und geerdet bzw. mit der Rückleitung verbunden werden können.

4.1.4.1 In Depots und an Instandhaltungsorten müssen die Fahrleitungen der einzelnen Gleise wie folgt abschaltbar sein:

a. einzeln, damit bei Fahrbewegungen nur die jeweils benötigte Fahrleitung unter Spannung gesetzt werden kann,

b. gruppenweise, wenn die Annäherung an unter Spannung stehende Fahrleitungen der ganzen Gruppe verhindert werden kann.

4.1.4.2 Das Aufheben des kurzgeschlossenen und geerdeten bzw. mit der Rückleitung verbundenen Zustands sowie das Einschalten der zugehörigen Schalter muss mittels einer Verriegelungsvorrichtung verhindert werden.

4.1.4.3 Als Schutzmassnahme im Sinne des Kurzschliessens und Erdens sind bei Trolleybusfahrleitungen:

a. im einpolig geerdeten Netz nach Trennung des nicht geerdeten Pols;
beide Fahrleitungspole kurzzuschliessen und sofern nicht nachgewiesen wird, dass die maximale Berührungsspannung nach AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d, Ziff. 2.2 eingehalten ist, diese mit der Bauwerkserde zu verbinden,

b. in Netzen nach Trennung beider Pole;
beide Fahrleitungspole kurzzuschliessen und mit der Bauwerkserde zu verbinden.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

4.1.5 Zusätzliche Massnahmen gegen zufälliges Berühren in Depots und an Instandhaltungsorten

In Depots und an Instandhaltungsorten sind zusätzliche Massnahmen gegen zufälliges Berühren erforderlich. Zugänge zu Fahrleitungsanlagen und Anlageteilen, die unter Spannung stehen, sind mit Einrichtungen zu versehen, welche die Sicherheitsabstände gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziffer 9.2 gewährleisten.

4.1.5.1 Als Zugänge gelten insbesondere fest montierte oder im Raum vorhandene mobile Leitern und Hubarbeitsbühnen, fest installierte Treppen, Podeste und Ähnliches.
Je nach baulichen Gegebenheiten und Rettungskonzept können auch Anlagen in Eisenbahntunneln darunter fallen.

4.1.5.2 Steuerungen solcher Einrichtungen sind so zu konzipieren und zu bauen, dass es nicht zu Gefährdungssituationen kommt. Insbesondere müssen sie so ausgelegt und beschaffen sein, dass:

a. bei den zu erwartenden Betriebsbeanspruchungen und Fremdeinflüssen die Funktion gewährleistet ist,

b. ein Defekt der Einrichtung nicht zu Gefährdungssituationen führt,

c. vorhersehbare Bedienungsfehler nicht zu Gefährdungssituationen führen.

4.1.5.3 Die Bahn hat mit einer Konformitätserklärung auf Basis einer Sicherheitsbescheinigung des Erstellers der Einrichtung zu bestätigen, dass die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt sind.
Der Ersteller hat dem Betreiber der Einrichtung eine Betriebs- und Instandhaltungsanleitung zu übergeben und eine Instruktion an der erstellten Anlage durchzuführen.

4.1.5.4 Diese Einrichtungen sind gemäss den Angaben des Herstellers fachgerecht in Stand zu halten. Die Instandhaltung ist zu dokumentieren.

4.1.6 In Depots und an Instandhaltungsorten muss der Schaltzustand der Fahrleitung sicher angezeigt werden und im Bereich der Arbeitsstelle eindeutig erkennbar sein.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

4.2 Isolation

4.2.1 Die Isolation der Fahrleitung muss den im Eisenbahnbetrieb auftretenden elektrischen Spannungsbeanspruchungen standhalten.

4.2.1.1 Fahrleitungen mit verschiedenen Spannungen, die sich an gemeinsamen Tragwerken befinden, sind an Isolatoren, die für die höchste dieser Spannungen bemessen sind, zu befestigen.

4.2.1.2 Je nach örtlichen Gegebenheiten und Anordnungen der Isolatoren sind Massnahmen gegen Beeinträchtigung der Isolation durch Tiere, Wasser oder spezifische Verschmutzung zu treffen.

4.2.1.3 Der geforderte Isolationsabstand in Luft darf durch Einbau von Isoliermaterial unterschritten werden, wenn dies neben der nötigen Isolationsfestigkeit auch genügend Widerstandsfähigkeit gegen Sonnenlicht und mechanische Beanspruchungen, insbesondere Schläge durch Stromabnehmer, aufweist.

4.2.2 Als Isolation sind zwei unabhängige Isolierkörper hintereinander einzubauen, wenn die Fahrleitung:

a. an Metall- oder Stahlbetonstrukturen aufgehängt ist, die nicht mit der Rückleitung verbunden sind,

b. für Instandhaltungsarbeiten nicht spannungslos gemacht werden kann.

4.2.2.1 Wenn vorgesehen ist, Instandhaltungsarbeiten an oder in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen durchzuführen, so gilt:

a. bei doppelter Isolation ist der der Erde nähere Isolator mehr als 2 m vom Fahrdraht oder Tragseil entfernt anzubringen,

b. bei dreifacher Isolation sollen die Isolatoren mindestens 1 m voneinander entfernt eingebaut werden.

4.2.2.2 Bei Tragwerken, die nicht mit der Rückleitung verbunden sind, muss zwischen Tragwerk und nächstliegendem Isolator ein ausreichender Abstand vorhanden sein, um eine die Funktion beeinträchtigende Verschmutzung bzw. Überbrückung dieses Isolators zu verhindern.

4.2.3 Als Isolation sind drei unabhängige Isolierkörper hintereinander einzubauen, wenn die Fahrleitung an nicht mit der Rückleitung verbundenen Tragwerken aufgehängt ist und für Instandhaltungsarbeiten nicht spannungslos gemacht werden kann.

4.2.4 Jeder unabhängige Isolierkörper muss für sich allein der vollen Spannungsbeanspruchung standhalten.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

4.2.5 Anstelle mehrerer unabhängiger Isolierkörper kann ein einziges isolierendes Bauelement treten, wenn es den Anforderungen an die Isolationsfestigkeit genügt und die Abstände eingehalten sind.

4.2.6 Der Bereich zwischen erster und zweiter respektive erster und dritter Isolation ist hinsichtlich Abständen und Schutzmassnahmen als Spannung führend zu betrachten.

5 Fahrleitungsauslegung und -anordnungen

Fahrleitungen sind so zu errichten, dass ein sicherer Eisenbahnbetrieb gewährleistet ist.

5.1 Speiseabschnitte

5.1.1 Die Speiseabschnittslänge muss mit dem Schutzkonzept abgestimmt werden, insbesondere bezüglich Kurzschlusserkennung.

5.1.2 Bei der Wahl der Speiseabschnittslängen sind die Vorgaben der SN EN 50163[6] und der SN EN 50388-1[6] einzuhalten. Für interoperable Strecken gelten zusätzlich die Vorgaben der europäischen technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[7].

5.1.3 Für alle nicht in der SN EN 50163 aufgeführten Nennspannungen gilt nachfolgende Regelung.

a. Für Un = 11000 V gilt in Anlehnung an SN EN 50163, Kapitel 4.1:
$Umin_2$ = 8067 V, $Umin_1$ = 8800 V, $Umax_1$ = 12650 V, $Umax_2$ = 13200 V.
Für die Frequenz gilt SN EN 50163, Kapitel 4.2.

b. Für alle anderen nicht in der SN EN 50163 aufgeführten Nennspannungen darf die Abweichung der Spannung nicht mehr als ±30 % betragen.

5.1.4 Die Leistungsfähigkeit der Bahnenergieversorgung ist im interoperablen Hauptnetz wie folgt zu bewerten:

a. durch Nachweis nach TSI ENE; oder

b. durch Nachweis nach SN EN 50388-1, Ziff. 8; oder

c. durch Vergleich mit einem Referenzfall, in dem die Energieversorgungslösung für einen Zugbetrieb mit ähnlichen oder noch höherem Leistungsbedarf verwendet wird (im Referenzfall müssen die Speiseabschnittslänge und die Streckenimpedanz vergleichbar gross oder grösser sein); oder

d. in einfachen Fällen durch grobe Schätzung der mittleren nutzbaren Spannung, die zusätzliche Kapazitäten für einen künftigen Verkehrsbedarf ermöglicht.

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[7] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

5.2 Abstand zum Boden

5.2.1 Die Höhe der Fahrdrähte (hf) und der mit ihnen verbundenen spannungführenden Teile über Schienenoberkante oder über Fahrbahn und Radweg muss wenigstens betragen:

5.2.1.1 Minimale Fahrdrahthöhe ($hf_{min, absolut}$) auf Grundlage der vorhandenen Grenzlinie fester Anlagen:

$hf_{min, absolut} = G_{fA} + f + H + b_e + k$

G_{fA} Grenzlinie fester Anlagen nach AB-EBV:

- Normalspur EBV 1: G_{fA} = 4,570 m
  (siehe AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bild 2)
- Normalspur EBV 2: G_{fA} = 4,670 m
  (siehe AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bild 3)
- Normalspur EBV 3: G_{fA} = 4,670 m
  (siehe AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bild 4)
- Normalspur EBV 4: G_{fA} = 4,840 m
  (siehe AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bild 5)
- Meter- und Spezialspur EBV A: G_{fA} = 4,100 m
  (siehe AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18, Bilder, Bild 2)
- Meter- und Spezialspur EBV B: G_{fA} = 4,580 m
  (siehe AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18, Bilder, Bild 3)
- Meter- und Spezialspur EBV C: G_{fA} = 3,700 m
  (siehe AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18, Bilder, Bild 4)

Für nicht aufgeführte Anlagen (z. B. Trolleybusse) sind die entsprechenden Grenzlinien fester Anlagen bei der Festlegung von $hf_{min, absolut}$ zu berücksichtigen.

f Höhenzuschlag bei Kuppen und Wannen der Fahrbahn
(siehe AB-EBV zu Art. 18)

H Höhenzuschlag bei Eisenbahnen mit Rollschemel- bzw. Rollbockbetrieb;
die Höhe zwischen Auflageebene der Normalspurräder und Schienenoberkante (SOK) der Meterspur (nur für EBV B)

b_e elektrischer Schutzabstand nach Ziff. 5.9

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

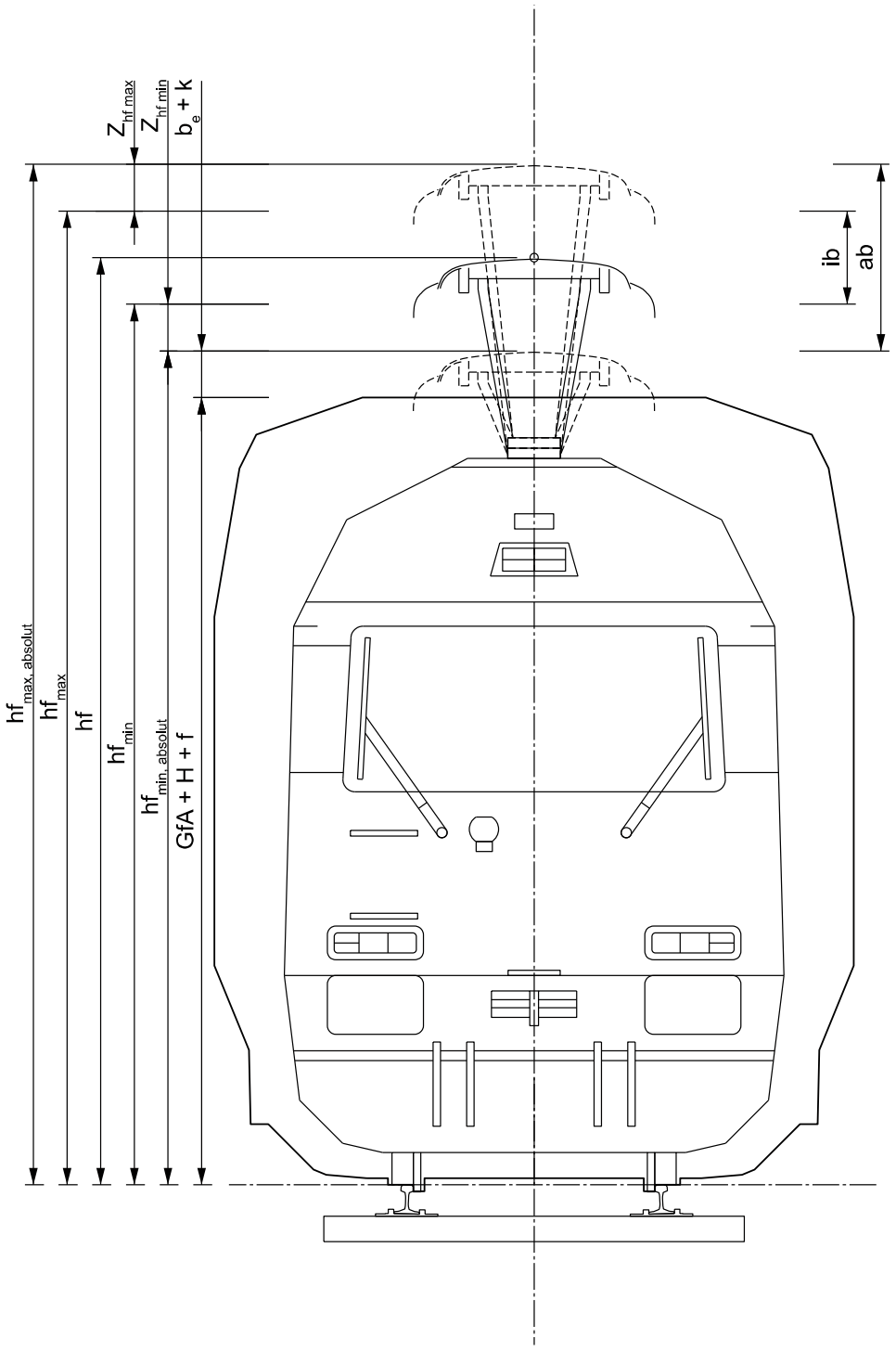
k Sicherheitszuschlag

G_{fA}	Zuschlag k [mm]
EBV 1	70
EBV 2	0
EBV 3	0
EBV 4	0
EBV A	$0{,}5 \cdot b_e$, maximal 70
EBV B	$0{,}5 \cdot b_e$, maximal 70
EBV C	$0{,}5 \cdot b_e$, maximal 70
andere	$0{,}5 \cdot b_e$, maximal 70

Der Sicherheitszuschlag berücksichtigt einen zusätzlichen Abstand zur Fahrleitung, wenn der oberste Punkt von Fahrzeugen oder Ladungen nicht mit der Rückleitung verbunden ist.

Bei Strecken, auf denen permanente Lademassüberschreitungen bewilligt sind, sind die Durchführbarkeit und die Erfüllung der Beförderungsbedingungen im Sinne von AB-EBV zu Art. 47, Normalspur, AB 47.2, Ziff. 5 zu gewährleisten.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)



ib Installationsbereich für die Oberleitung
ab Arbeitsbereich des Stromabnehmers

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

Zudem ergeben sich auf Grund der örtlichen Gegebenheiten folgende Anforderungen an die minimale Fahrdrahthöhe:

auf freier Strecke mit unabhängigem Bahnkörper ohne erkennbare Abgrenzung (insbesondere Zaun, Böschung) gegenüber der Umgebung	5,0 m
auf Strecken ohne unabhängigen Bahnkörper, auf öffentlichen Strassen, Verkehrsflächen, Bahnübergängen und Freiverladeplätzen (d.h. bei unbehinderter Zugänglichkeit) Wenn die geforderte Mindesthöhe nicht eingehalten werden kann, ist unter Berücksichtigung von VSS 40 201 nach SN EN 50122-1, Ziff. 5.2.5 zu verfahren.	5,5 m
in Bahnhöfen über Karrenüberfahrten H_1 = Höhe der Ladefläche des Karrens über Schienenoberkante	3,5 m + H_1
in Depots und an Instandhaltungsorten für Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten am Fahrzeugäusseren: - Hochspannungsanlage - Niederspannungsanlage Diese Einteilung bezieht sich auf die Nennspannung.	 5,0 m 4,5 m
in Depots, in welchen höchstens Arbeiten durchgeführt werden, bei welchen eine zufällige Berührung der Fahrleitung – auch mit den dort üblicherweise benötigten Gegenständen – als ausgeschlossen betrachtet werden kann.	keine[8]

5.2.1.2 Minimale Auslegungsfahrdrahthöhe (hf_{min}) auf Grund aller Bewegungen des Fahrdrahtes bis zur minimalen Fahrdrahthöhe:

$hf_{min} = hf_{min,\ absolut} + Z_{hf,\ min}$

$Z_{hf,\ min} = fg + fu + th_u$

$Z_{hf,\ min}$ = Summe der Zuschläge, gemäss Festlegung der Infrastrukturbetreiberin für:

- fg Gleishebungsreserve
- fu Fahrdrahtabweichungen nach unten infolge Temperaturschwankungen sowie statischer und dynamischer Einflüsse
- th_u abwärts gerichtete Montagetoleranzen der Fahrleitung

[8] An den Zugängen zu diesen Räumen müssen Hinweise auf die niedrige Fahrdrahthöhe angebracht sein.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

5.2.2 Höchsthöhe des Fahrdrahtes

5.2.2.1 Die maximale Fahrdrahthöhe ($hf_{max, absolut}$) soll im Hinblick auf eine maximale Stromabnahme folgende Werte nicht übersteigen:

a. bei allen Eisenbahnen mit Ausnahme derjenigen mit Grenzlinie EBV C: 6,05 m

b. bei Eisenbahnen mit Grenzlinie EBV C: 6,20 m

c. bei Trolleybusanlagen gemäss Festlegung des Infrastrukturbetreibers

5.2.2.2 Maximale Auslegungsfahrdrahthöhe (hf_{max}) auf Grund aller Bewegungen des Fahrdrahtes bis zur maximalen Fahrdrahthöhe:

$hf_{max} = hf_{max, absolut} - Z_{hf, max}$

$Z_{hf, max} = fo + th_o$

$Z_{hf, max}$ = Summe der Zuschläge, gemäss Festlegung des Infrastrukturbetreibers für:

fo Fahrdrahtabweichungen nach oben infolge Temperaturschwankungen sowie statischer und dynamischer Einflüsse inklusive Anhub

th_o aufwärts gerichtete Montagetoleranzen der Fahrleitung

5.2.3 Als Freileitung geführte Speise-, Hilfs- und Umgehungsleitungen auf dem Eisenbahn- und Trolleybustrassee und die mit ihnen verbundenen spannungführenden Teile dürfen nicht tiefer als die benachbarten Fahrdrähte geführt werden.
Abseits dieser Trassees gelten die Verlegevorschriften der Leitungsverordnung vom 30. März 1994[9] (LeV).

5.2.4 Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[10].

[9] SR **734.31**
[10] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

5.3 Spannweite und Geometrie

5.3.1 Die Spannweite ist so wählen, dass die Stromabnahme nicht beeinträchtigt wird und dass die Kriterien für die Stromabnahme gemäss SN EN 50367[11] eingehalten werden.

5.3.2 Spannweite und Nennseitenlage des Fahrdrahtes sind unter Berücksichtigung von Fahrgeschwindigkeit, Windabtrieb, Gleisgeometrie, Bewegungen der Tragwerke und Fahrzeugeigenschaften so festzulegen, dass bei gegebener Wippenbreite des Stromabnehmers ein Wippenüberstand gemäss den anerkannten Regeln der Technik gewährleistet ist.

5.3.3 Die Geometrie der Oberleitungsanlage ist, sofern diese Ausführungsbestimmungen nichts anderes festlegen, nach der SN EN 50119, Ziff. 5.10 auszuführen.

Zur Geometrie zählen insbesondere:

a. Horizontale Auslenkung des Fahrdrahtes (Zick-Zack),

b. Anhub,

c. Veränderung der Fahrdrahthöhen,

d. Minimale Fahrdrahthöhe ($hf_{min,\ absolut}$),

e. Minimale Auslegungsfahrdrahthöhe (hf_{min}),

f. Nennfahrdrahthöhe hf mit $hf_{min} \leq hf \leq hf_{max}$

g. Maximale Auslegungsfahrdrahthöhe (hf_{max}).

5.3.4 Die horizontale Auslenkung des Fahrdrahtes (Zick-Zack) ist auf dem Normalspurnetz so zu wählen, dass die Befahrbarkeit mit einer 1450 mm-Wippe mit isolierenden Endhörnern gewährleistet ist.
Auf Tram-, Zahnrad-, Spezialbahn- und allen anderen Netzen muss diese so festgelegt werden, dass die Befahrbarkeit mit allen verkehrenden und vom Infrastrukturbetreiber zugelassenen Wippenbreiten sichergestellt ist.

5.3.5 Der vertikale Abstand zwischen Fahrdraht und Tragseil in Feldmitte ist so auszulegen, dass es im Kurzschlussfall zu keiner Beschädigung des Kettenwerks kommen kann.

5.3.6 Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[12].

[11] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[12] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

5.4 Stromschienen

5.4.1 Für Stromschienen oberhalb der Fahrzeuge gelten die Bestimmungen für Fahrleitungen sinngemäss.

5.4.2 Über die Zulässigkeit von Stromschienen im Gleisbereich und die dabei zu treffenden Schutzmassnahmen entscheidet das Bundesamt für Verkehr (BAV) auf Antrag. In jedem Fall sind die Vorgaben aus SN EN 50122-1[13], Ziff. 4.2 und 5.6 zu erfüllen.

5.5 Mehrpolige Fahrleitungen

5.5.1 Die Fahrdrähte mehrpoliger Fahrleitungen sind so aufzuhängen, dass zwischen ihnen der Isolationsabstand eingehalten ist.

5.5.2 Bei der Festlegung der Sicherheitsmassnahmen ist davon auszugehen, dass alle Fahrdrähte unter Spannung stehen.
In Trolleybusnetzen ist auch der betriebsmässig geerdete oder mit einer Rückleitung verbundene Pol als unter Spannung stehend zu betrachten.

5.5.3 Ist in einem Netzteil keiner der Fahrdrähte geerdet, so muss die Isolation aller Fahrdrähte gegen Erde überwacht sein. Nötigenfalls muss bei ungenügender Isolation die Speisung des Netzteils selbsttätig abgeschaltet werden.

5.5.4 Werden Stangenstromabnehmer verwendet, so ist durch geeignete Massnahmen dafür zu sorgen, dass bei Entdrahtung weder empfindliche Tragwerkteile beschädigt werden noch Potenzialverschleppung erfolgen kann.
Die Fahrleitungstragwerke sind so zu gestalten, dass infolge Anpralls von Stromabnehmerstangen Drähte oder Tragwerke möglichst nicht auf die Fahrbahn fallen können.
Tragwerkteile, welche durch entdrahtete Stromabnehmer unter gefährliche Berührungsspannung gesetzt werden können, müssen von berührbaren Teilen der Tragwerke isoliert sein.
Bei Stangenstromabnehmern ohne besondere seitliche Begrenzung ist zu berücksichtigen, dass diese um mindestens zwei Drittel ihrer Länge seitlich der Fahrzeugachse ausschwenken können.

[13] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

5.6 Schutzstrecken

5.6.1 Zwischen benachbarten Fahrleitungsabschnitten zweier Speisebezirke, die unterschiedliche Spannung, Frequenz oder Phasenlage aufweisen oder aufweisen können, sind Schutzstrecken einzubauen.

5.6.2 Lage und Bauart der Schutzstrecken müssen gewährleisten, dass Fahrzeuge sofort aus dieser evakuiert werden können, wenn es aus Sicherheitsgründen erforderlich ist.

5.6.3 Der elektrische Zustand einer fakultativen Schutzstrecke ist dem Fahrpersonal geeignet anzuzeigen.
Bei Führerstandsignalisierung hat die Anzeige im Führerstand zu erfolgen.

5.6.4 Auf interoperablen Strecken müssen die Schutzstrecken den europäischen technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[14] entsprechen.

5.6.5 Die Länge der Schutzstrecke ist mit den möglichen Stromabnehmerkonfigurationen zu koordinieren.

5.7 Fahrleitungskreuzungen

Kreuzungen von Fahrleitungen mit unterschiedlicher Spannung, Phasenlage oder Frequenz sind so auszuführen, dass ein ausreichender Isolationsabstand sowohl statisch als auch beim Befahren vorhanden ist.

5.8 Parallelfelder

Die Anordnung von Parallelfeldern ist entsprechend SN EN 50119[15], Ziff. 5.12 auszuführen.

[14] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.
[15] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

5.9 Elektrischer Schutzabstand

5.9.1 Zwischen spannungsführenden und nicht unter Spannung stehenden, ganz oder teilweise leitfähigen Teilen muss ein ausreichender elektrischer Schutzabstand vorhanden sein.

5.9.2 Der elektrische Schutzabstand in Luft b_e muss bei einer Fahrdrahtnennspannung U_n mindestens betragen:

a. auf normalspurigen Strecken, soweit diese nicht in Anhang 5 der EBV aufgeführt sind, die Werte nach SN EN 50119[16], Ziffern 5.1.3 und 5.1.4

b. auf sonstigen Strecken vorrangig die Werte nach SN EN 50119, Ziffern 5.1.3 und 5.1.4; ist dies nicht möglich, die Werte b_e aus nachfolgender Tabelle:

U_n [kV]	b_e [mm]
≤ 1,5	35
> 1,5 … ≤ 3,0	50
> 3,0 … ≤ 10,0	100
> 10,0	$10 \cdot U_n$ [kV]

5.9.3 Bei nicht unter Spannung stehenden, ganz oder teilweise leitfähigen Teilen, die nicht mit der Rückleitung verbunden sind, muss der elektrische Schutzabstand in Luft b_e um den Faktor zwei vergrössert werden.

5.9.4 Können die elektrischen Schutzabstände zwischen blanken, unter Spannung stehenden Anlageteilen und leitenden Teilen von Bauten oder Einrichtungen nicht eingehalten werden, so ist eine isolierende Abdeckung anzubringen.

5.10 An den Fahrleitungsanlagen, die aufgrund ihrer Bauweise für Vögel eine Stromschlaggefahr darstellen, sind Vorkehrungen zu treffen, damit Vögel an diesen keine Erd- und Kurzschlüsse einleiten können.

[16] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

5.11 Fahrleitungen in Waschanlagen

Wenn in Waschanlagen die Fahrleitung während des Waschvorganges spannungsführend ist, ist sicherzustellen:

a. dass allfällige Fehler automatisch erkannt und die Fahrleitung abgeschaltet wird,

b. dass die Isolation der Fahrleitung den Einsatzbedingungen entspricht,

c. dass Flüssigkeiten nicht direkt auf aktive Teile der Fahrleitung oder des Stromabnahmesystems gespritzt werden,

d. dass Anbringung und Ausführung der elektrischen Komponenten der Fahrzeuge für den Waschvorgang unter Spannung geeignet sind.

5.12 Fahrleitungen in explosionsgefährdeten Bereichen

Fahrleitungen in explosionsgefährdeten Bereichen sind zulässig, wenn sie kurzgeschlossen und geerdet bzw. mit der Rückleitung verbunden sind, solange Explosionsgefahr besteht.

6 <u>Fahrleitungstragwerke</u>

Fahrleitungstragwerke müssen genügend sicher bemessen sein.

6.1 Für die Bemessung der Fahrleitungstragwerke sind die Einwirkungen und die Lastfälle der SN EN 50119 zu entnehmen.

6.2 Für die Bemessung der Fahrleitungstragwerke hat die Bestimmung der Tragwiderstände nach SN 505 262, SN 505 263 und SN 505 265 oder nach SN EN 1992, 1993 und 1995 zu erfolgen.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

6.3 Für die geotechnische Bemessung der Fundamente von Fahrleitungsanlagen wie Block-, Flach- und Pfahlfundationen gilt:

a. Die Bestimmung der äusseren Tragsicherheit hat nach SN 505 267 oder nach SN EN 1997-1 zu erfolgen.

b. Wird die Bestimmung der äusseren Tragsicherheit nach SN EN 1997-1 vorgenommen, sind bis zum Vorliegen der für die Schweiz national festzulegenden Parameter (NDP) die auf das jeweilige Projekt bezogenen Parameter (z. B. Partialfaktoren, Nachweisformate etc.) vorzuschlagen, mittels Vergleichsrechnungen zu belegen und in der Nutzungsvereinbarung zu dokumentieren.

c. Bezüglich Korrosionsschutzanforderungen für Pfähle und Anker sowie für die Bemessung und Prüfung von Ankern gelten in jedem Fall die Festlegungen in der SN 505 267.

6.4 Fahrleitungstragwerke sind gegen Korrosion zu schützen.

6.5 Die für Fahrleitungstragwerke und kombinierte Tragwerke (z. B. Fahrleitung und Übertragungsleitung) einzuhaltenden Gebrauchsgrenzen sind durch die Infrastrukturbetreiberin festzulegen und zu dokumentieren.

6.6 Fahrleitungstragwerke müssen bei allen Betriebsbedingungen die Befahrbarkeit der Strecke mit elektrischen Fahrzeugen und die Einhaltung der an die Fahrleitung gestellten Anforderungen ermöglichen.

6.7 In Anlagen, bei denen die Erdung über die Fahrleitungsmaste und deren Fundamente erfolgt, sind zur Einhaltung der maximal zulässigen Berührungsspannungen gut leitende Verbindungen zwischen Mast und Fundament, gut leitende Verbindungen innerhalb des Fundaments und ein niedriger Erdausbreitungswiderstand erforderlich.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

7 Einsatz von Fahrleitungskomponenten

Fahrleitungskomponenten müssen für ihren Einsatz die sicherheitsrelevanten mechanischen und elektrischen Anforderungen erfüllen.

7.1 Fahrleitungskomponenten müssen hinsichtlich der eingesetzten Materialien und der mechanischen und elektrischen Auslegung der SN EN 50119[17], Ziff. 7 und 8 entsprechen.
Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[18].

7.2 Bei der elektrischen Dimensionierung sind die zu erwartenden Überspannungen, die Betriebs- und Kurzschlussströme sowie die Umgebungstemperatur zu berücksichtigen.
Insbesondere die Temperaturen des Drahtwerks dürfen die zulässigen Temperaturen für die einzelnen Leiter im Normalbetrieb und im Kurzschlussfall nicht überschreiten.

8 Einrichtungen an oder in der Nähe von Fahrleitungsanlagen

Einrichtungen an oder in der Nähe von Fahrleitungsanlagen dürfen den Eisenbahnbetrieb nicht beeinträchtigen.

8.1 Kabel und Freileitungen in der Nähe von Fahrleitungen

Bahneigene sowie bahnfremde Leitungen dürfen auf Fahrleitungstragwerken angebracht werden, wenn ein sicherer Eisenbahnbetrieb gewährleistet ist, dadurch keine inakzeptablen Risikoerhöhungen auftreten und die Instandhaltung der elektrischen Anlagen nicht behindert wird.

8.2 Signale

8.2.1 Signale für den Eisenbahnbetrieb müssen so an Tragwerken angebracht sein, dass der Eisenbahnbetrieb durch deren Instandhaltung nicht beeinträchtigt wird. Falls die Fahrleitung geschaltet werden muss, sind die betrieblichen Konsequenzen zu berücksichtigen.

8.2.2 Sicherheitskennzeichnungen und Signaltafeln dürfen auch an Fahrleitungsteilen befestigt werden, die unter Spannung stehen, sofern die Kriterien gemäss Ziff. 3.1, 3.2 und 9 eingehalten sind.

[17] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[18] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

8.3 Elektrische Telekommunikations- und Niederspannungsanlagen

8.3.1 Elektrische Telekommunikations- und Niederspannungsanlagen dürfen nur an Tragwerken der Fahrleitungsanlage befestigt werden, wenn für die Sicherheit bei Betrieb und Instandhaltung eine schriftliche Vereinbarung zwischen den beiden Infrastrukturbetreiberinnen besteht.

8.3.2 Die Schutzmassnahmen sind nach SN EN 50122-1[19], Ziff. 7 auszuführen.
Die Möglichkeit des Anschlusses eines Schutzleiters nach SN EN 50122-1, Ziff. 7, Bilder 22 und 24, darf bei isoliert aufgestellten und mit der Rückleitung verbundenen Anlagenteilen nicht angewendet werden.

8.3.3 Beleuchtungskörper sowie deren Zuleitungen, die an eigenen Tragseilen über den unter Spannung stehenden Teilen einer Fahrleitungsanlage aufgehängt sind, müssen:

8.3.3.1 wenn beim Absenken oder Herabfallen, die unter Spannung stehenden Teile der Fahrleitungsanlage berührt werden können:

a. nach SN EN 50122-1, Ziff. 7.2 bemessen werden, oder

b. über einen ausserhalb der Fahrleitungsanlage angebrachten Transformator galvanisch getrennt gespeist sein.
Der Trenntransformator und die Zuleitungen müssen für eine zeitweilige Überspannung in der Höhe der Fahrleitungsnennspannung ausgelegt sein.

8.3.3.2 wenn beim Absenken oder Herabfallen, die unter Spannung stehenden Teile der Fahrleitungsanlage nicht berührt werden:

a. nach SN EN 50122-1, Ziff. 7.3 bemessen werden, oder

b. über einen ausserhalb der Fahrleitungsanlage angebrachten Transformator galvanisch getrennt gespeist sein.

[19] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

8.3.4 Durch Zuleitungen elektrischer Niederspannungsanlagen darf die ausgeführte Isolation der Fahrleitungsanlage nicht überbrückt werden.

8.3.5 Tragseile über spannungführenden Teilen einer Fahrleitungsanlage, die nicht Teil der Fahrleitungsanlage sind, müssen:

a. nach SN EN 50122-1[20], Ziff. 6.3 bemessen werden, wobei Ziff. 6.3.2 nicht zur Anwendung kommt, oder

b. bei Niederspannungsfahrleitungsanlagen so isoliert sein, dass bei einem allfälligen Kontakt mit unter Spannung stehenden Teilen der Fahrleitungsanlage keine Spannungsverschleppung auf berührbare Teile auftritt.
Zu herunterhängenden unter Spannung stehenden Tragseilen ist wo möglich der Schutz durch Abstand zu gewährleisten.

8.3.6 Einrichtungen, insbesondere Verkehrssignale in der Nähe von Fahrdrähten, dürfen die Instandhaltung der Fahrleitungsanlage nicht behindern.

8.4 Abschalt- und Abtrennbarkeit von Transformatoren an Fahrleitungsanlagen

8.4.1 Ein Transformator, der direkt aus der Fahrleitungsanlage, an welcher er montiert ist, versorgt wird, gilt als vom Netz abgetrennt, wenn diese Fahrleitungsanlage abgeschaltet und mit der Rückleitung verbunden ist.

8.4.2 Der Betriebsinhaber solcher Transformatoren an Fahrleitungsanlagen prüft mittels Risikobeurteilung die Notwendigkeit einer Signalisierung bezüglich der Erreichbarkeit der Leitstelle, um eine Abschaltung zu verlangen und bringt diese gegebenenfalls gut sichtbar an.

8.4.3 Ein Transformator an der Fahrleitungsanlage muss mindestens wie folgt von der Anlage abtrennbar sein:
- primärseitig: durch eine Hochspannungssicherung oder
durch einen einfach durchschneidbaren Funkenhornsicherungsdraht
- sekundärseitig: durch eine Sicherung oder mindestens einen Lasttrennschalter

Während des Abtrennungsvorganges des Transformators sind die Sicherheitsabstände gemäss AB-EBV zu Art. 45, AB 45.3 zu beachten und alle relevanten Teile der Fahrleitungsanlage abzuschalten und mit der Rückleitung zu verbinden.

8.4.4 Zuleitungen zu Spannungswandlern und Überspannungsableitern müssen nicht einzeln und unter Spannung abtrennbar sein.

[20] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

9 Schutzmassnahmen gegen direktes Berühren

Alle unter Spannung stehenden Teile der Fahrleitungsanlage und der mit dieser in Kontakt stehenden Fahrzeugausrüstung müssen der zufälligen Annäherung oder Berührung entzogen sein. An Stellen, deren Betreten nur zu dienstlichen Zwecken erlaubt ist, können Massnahmen getroffen werden, die den besonderen, vorliegenden Verhältnissen entsprechen.

9.1 Bei Fahrleitungsanlagen in der Nähe von Gebäuden dürfen die in der Leitungsverordnung (LeV)[21] festgelegten Mindestabstände unterschritten werden, wenn durch geeignete Massnahmen der Schutz vor zufälliger Annäherung und Berührung gewährleistet und nachgewiesen ist.

9.2 Schutzmassnahmen gegen direktes Berühren sind nach SN EN 50122-1[22], Ziff. 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6 und 5.7 auszuführen. In öffentlichen Bereichen, in denen das Vorhandensein elektrischer Anlagen nicht sofort ersichtlich ist, sind auf Grund der örtlichen Gegebenheiten und der vorhandenen Risiken zusätzliche Massnahmen zu treffen. Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[23].

9.3 Konstruktionsteile der Fahrleitungsanlage sind keine Standflächen im Sinne von SN EN 50122-1, Ziff. 5.1.4.

10 Sicherheitskennzeichnung

10.1 Hochspannungs- und Niederspannungsanlagen sind, wo auf Grund der örtlichen Gegebenheiten ein erhöhtes Gefährdungspotenzial hinsichtlich Annäherung und Berührung unter Spannung stehender Teile besteht, durch gut sichtbare Gefahrenhinweise zu kennzeichnen.

10.1.1 Die für die Information des Publikums vorgeschriebenen Gefahrenhinweise müssen in leicht leserlicher und witterungsbeständiger Schrift auf die Gefahr hinweisen.

10.1.2 An Stellen, welche für das Ein- und Ausladen von Gütern bestimmt sind, sowie an Fahrzeugen, bei denen zwecks Be- und Entladung in die Nähe der Fahrleitung hinaufgestiegen werden muss, ist darauf hinzuweisen, dass diese erst dann bestiegen, beladen oder entladen werden dürfen, wenn die Fahrleitung durch das zuständige Personal abgeschaltet sowie kurzgeschlossen und geerdet bzw. mit der Rückleitung verbunden worden ist.

10.1.3 Bei leicht zugänglichen Hochspannungskabeln sind an geeigneten Stellen Gefahrenhinweise anzubringen.

10.1.4 Der Text soll in der in der Umgebung hauptsächlich verbreiteten Landessprache abgefasst sein.

---

[21] SR **734.31**
[22] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[23] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.c Fahrleitungsanlagen)

10.1.5 Ausführung und Farben dieser Gefahrenhinweise siehe nachfolgende Bilder.



Bild 1



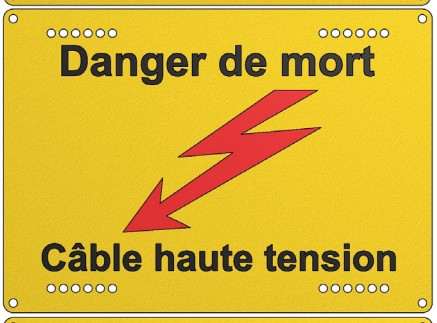
Bild 2



Bild 3













10.2 Warnzeichen sind entsprechend der SN EN 50122-1[24], Ziff. 5.2.4 zu gestalten und anzubringen.

10.3 Die zuständigen Einsatzkräfte sind über die vorhandenen elektrischen Anlagen zu orientieren und insbesondere über die notwendigen Massnahmen gegenüber Fahrzeugen, Hochspannungs- und Niederspannungsanlagen zu instruieren.

[24] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 44 BAHNRÜCKSTROM UND ERDUNG

AB 44.d Bahnrückstrom und Erdung

1 Grundsatz zu vollständiger und zuverlässiger Bahnstromrückführung

Der Bahnrückstrom muss zuverlässig und möglichst vollständig über die dafür vorgesehenen Leitungen zurückgeführt werden.

1.1 Die Rückleitung ist für den zu erwartenden Strom ausreichend zu dimensionieren.

1.2 Für Eisenbahnen, die mit Gleichstrom betrieben werden, sind die Grenzwerte der Ableitungsbeläge gemäss SN EN 50122-2[1], Ziff. 5.2 einzuhalten.

1.3 Für alle Anlagen und Erdungssysteme, welche im Einflussbereich des Bahnrückstromsystems liegen, ist rechtzeitig während der Planung ein Rückleitungs- und Erdungskonzept zu erstellen und zu dokumentieren. Ausgenommen davon sind ganz einfache Fälle.
Sind mehrere Betriebsinhaber betroffen, so ist das Konzept gemeinsam zu vereinbaren.

1.4 Fahrschienen als Rückleitung

1.4.1 Werden die Fahrschienen zur Rückleitung des Traktionsstroms benutzt, so muss diese jederzeit über zwei voneinander unabhängige Strompfade möglich sein, wobei jeder Strompfad für den zu erwartenden Strom ausreichend dimensioniert sein muss.

1.4.1.1 Als unabhängiger Strompfad gilt:

a. jede durchgehend verschweisste oder elektrisch gut leitend verbundene Fahrschiene, auch bei isolierstossfreien Gleisfreimeldeeinrichtungen,

b. ein Rückleitungsseil von mindestens 95 mm^2 Querschnitt (Kupferäquivalent) an Masten oder kontrollierbar im Boden verlegt,

c. ein zweischienig isoliertes Gleis gilt als ein einziger Strompfad,

d. ein einschienig isoliertes Gleis gilt als ein einziger Strompfad.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.d Bahnrückstrom und Erdung)

1.5 Elektrische Anschlüsse an Fahrschienen

1.5.1 Rückleiter und Verbindungen an die Fahrschienen sind gemäss SN EN 50122-1[2], Ziff. 10.3 zu bauen.

1.5.2 Festigkeit und Leitfähigkeit der Leiter und deren Anschlüsse dürfen durch betriebsbedingte Veränderungen der Gleislage und durch die von Fahrzeugen herrührenden Erschütterungen nicht beeinträchtigt werden.

1.5.3 Leiter und deren Anschlüsse sind möglichst gegen Beschädigung bei Gleisinstandhaltungsarbeiten zu schützen.

1.5.4 Leiter und deren Anschlüsse müssen den dynamischen und thermischen Belastungen im Kurzschlussfall standhalten.

Leiter und Anschlussstellen müssen kontrollierbar sein. Wo eine Sichtkontrolle nicht möglich ist, muss die elektrische Prüfung der Einzelleiter möglich sein.

1.5.5 Elektrische Anschlüsse an die Fahrschienen dürfen die Festigkeit der Fahrschienen nicht unzulässig beeinträchtigen.

1.6 Rückleitung zum Unterwerk

1.6.1 Die Verbindungen zur Rückleitungssammelschiene des Unterwerks sind gemäss SN EN 50122-1, Ziff. 10.3 zu bauen.

1.6.2 Anschlüsse des Unterwerks an die Fahrschienen sind bei frei zugänglichen Schienen über mindestens 50 m Gleisstrecke, oder bei bis Oberkante eingedeckten Rillenschienen über mindestens 5 m Gleisstrecke zu verteilen.

1.6.3 Rückleitungsseile im Bereich des Unterwerks (bei Anschluss Unterwerk) sind entsprechend den elektrischen und mechanischen Anforderungen verteilt an den Rückstrom führenden Fahrschienen anzuschliessen.

1.6.3.1 Bei den Unterwerken müssen die Anschlüsse an die Fahrschienen leicht zugänglich und gut sichtbar oder markiert sein.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.d Bahnrückstrom und Erdung)

1.7 Kennzeichnung der Rückstrom- und Erdleiter

1.7.1 Wo für die Leiter von Rückleitungs- und Erdungssystemen Verwechslungsgefahr besteht, sind Massnahmen dagegen zu treffen. Insbesondere muss verhindert werden, dass irrtümlich Leiter aufgetrennt werden, in welchen Ströme fliessen oder gefährliche Spannungen entstehen können, welche Personen gefährden können.

1.7.2 Bei neuen oder zu ändernden Anlagen sind Rückstrom- und Erdleiter wie folgt zu kennzeichnen:

1.7.2.1 Rückleiter und Verbindungen zwischen verschiedenen Punkten des Rückleitungssystems:

a. Isolierte Leiter in gelber Farbe, oder in neutraler Farbe (schwarz oder grau) mit dauerhaft gelb markierten Anschlussstellen.

b. Bei Wechselstrombahnen sind blanke Leiter möglich, sofern damit nicht das Schienenpotenzial verschleppt wird und keine unzulässigen Annäherungen zu spannungsführenden Teilen oder Erdungssystemen entstehen.

1.7.2.2 Rückleiter von Gleisfreimeldeeinrichtungen sind mit Isolationen in anlagenspezifischen Farben versehen, oder blank mit dauerhaft gelber Kennzeichnung an der Anschlussstelle markiert.

1.7.2.3 Rückleiter zu Unterwerken, Gleichrichtern, Transformatoren und Spannungswandlern sind wie folgt auszuführen:

a. Als isolierte Leiter in gelber Farbe oder in neutraler Farbe (schwarz oder grau) mit dauerhaft gelb markierten Anschlussstellen.

b. Bei Wechselstrombahnen sind blanke Leiter mit dauerhaft gelb markierten Anschlussstellen möglich, sofern damit nicht das Schienenpotenzial verschleppt wird und keine unzulässigen Annäherungen zu spannungsführenden Teilen oder Erdungssystemen entstehen.

1.7.2.4 Potenzialausgleichsleiter und Schutzleiter, welche im Betriebsfall keinen Strom führen sind wie folgt auszuführen:

a. Als isolierte Leiter in grün-gelber Farbe oder in neutraler Farbe (schwarz oder grau) mit dauerhaft grün-gelb markierten Anschlussstellen.

b. Blanke Leiter mit dauerhaft grün-gelb markierten Anschlussstellen sind möglich, sofern damit nicht das Schienenpotenzial verschleppt wird und keine unzulässige Annäherungen zu spannungsführenden Teilen oder Erdungssystemen entstehen.

(AB 44.d Bahnrückstrom und Erdung)

2 Grundsatz zu gefährlichen Berührungsspannungen

Am Bahnrückstromsystem und bei dessen Zusammentreffen mit Erdungssystemen dürfen keine gefährlichen Berührungsspannungen auftreten.

2.1 Zusammentreffen von Erdungssystemen

2.1.1 Beim Zusammentreffen der Bahnstromrückleitung mit Niederspannungsanlagen, die nicht für die Bahnstromversorgung vorgesehen sind, ist nach SN EN 50122-1[3], Ziff. 7 vorzugehen.

2.1.2 Die getroffenen Massnahmen sind an geeigneter Stelle der Anlage dauerhaft zu dokumentieren.

2.1.3 Die Wirksamkeit einer Trennung der Rückleitung von Erdungssystemen oder deren Zusammenschluss muss jederzeit überprüft werden können.

2.2 Die zulässigen Berührungsspannungen sind in SN EN 50122-1, Ziff. 9 und in SN EN 50122-3, Ziff. 7 festgelegt.
Für Kabel und Freileitungen der Bahnstromverteilanlagen gemäss Anhang 4 Bst. b EBV gilt die Starkstromverordnung vom 30. März 1994[4].
Für Gemeinschaftsleitungen, an deren Tragwerken Leitungen gemäss Anhang 4 Bst. c EBV betrieben werden, gelten die jeweils tieferen Werte von Starkstromverordnung und SN EN 50122.
Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[5].

2.3 Der Begriff Berührungsspannung ist in SN EN 50122-1, Ziff. 3.1.3 definiert. Leitfähige Anlageteile bis auf eine Höhe von 2.5 m über der Standfläche und mit weniger als 1.75 m Direktabstand gelten als gleichzeitig berührbar.

2.4 Betriebsmässig geerdete Fahrdrähte von mehrpoligen Fahrleitungen dürfen nicht zur Erdung von Anlageteilen verwendet werden.

2.5 Um Isolationsfehler in den Schaltanlagen von Gleichstromschaltanlagen zu erfassen und gefährliche Berührungsspannungen zu verhindern, ist gemäss SN EN 50123-7-1[3], Ziff. 6.5.7 zu verfahren.

[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[4] SR **734.2**
[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.d Bahnrückstrom und Erdung)

3 Massnahmen gegen schädliche Wirkung von Rückstrom

Der Bahnrückstrom darf weder Anlagen der Eisenbahnen noch Anlagen Dritter unzulässig stören oder gefährden.

3.1 Streustrom

3.1.1 Dem Streustrom von Gleichstrombahnen ist wegen seiner Korrosionswirkung besondere Beachtung zu schenken. Die Anlagen sind gemäss SN EN 50122-2[6] zu planen und zu bauen.
Die Richtlinie C3 der Korrosionskommission der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz (SGK) ist zusätzlich anzuwenden.

3.1.2 Betreffen die Schutzmassnahmen die Anlagen mehrerer Betriebsinhaber, so legen diese die Massnahmen gemeinsam fest. Können sie sich nicht einigen, so entscheidet die Aufsichtsbehörde der überwiegend betroffenen Anlage in Absprache mit den anderen Aufsichtsbehörden.

3.2 Elektrische Beeinflussung

3.2.1 Bei leitfähigen Anlagen und Leitungen im elektrischen Einflussbereich von Eisenbahnen sind die notwendigen Massnahmen nach den Regeln der Technik gegen die Beeinflussung dieser Anlagen und gegen das Verschleppen von Schienenpotenzial zu ergreifen. Insbesondere anzuwenden sind die Leitungsverordnung vom 30. März 1994[7] (LeV) und die VSS-Norm 71 260.

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[7] SR **734.31**

(AB 44.d Bahnrückstrom und Erdung)

4 Zone besonderer Massnahmen

Bei leitfähigen Anlageteilen im Oberleitungsbereich und Stromabnehmerbereich, die normalerweise nicht unter Spannung stehen, sind geeignete Massnahmen nach SN EN 50122-1[8], Ziff. 6 zu treffen, um die Gefährdung von Personen durch Berührungsspannungen und die Gefährdung von Sachen durch Fehlerströme zu verhindern.
Im interoperablen Netz gelten zudem die Anforderungen der technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[9].

4.1 Der Oberleitungsbereich und Stromabnehmerbereich ist in SN EN 50122-1, Ziff. 4 festgelegt.

4.1.1 Die national festzulegenden Werte, gemäss SN EN 50122-1, Ziff. 4.1, Bild 1, sind:

a. Kenngrösse X:
3 m für Hochspannung
2 m für Niederspannung
Das Mass X ist im Innern von Kurven dem Risiko entsprechend zu erweitern.

b. Kenngrösse Y:
entsprechend dem Wert «bp» gemäss AB-EBV zu Art. 18, Normalspur, AB 18, Bilder, Bild 12 resp. entsprechend der Summe der Werte «bR» und «be» plus 300 *[310]* mm gemäss AB-EBV zu Art. 18, Meterspur, AB 18, Bilder, Bild 9.

c. Kenngrösse Z:
0,4 m, sofern der Nachweis erbracht ist, dass ein Stromabnehmer, der infolge einer Störung von der Oberleitung getrennt wird, nicht weiter unter Spannung steht (z. B. als Folge der Verbindung der Zugausrüstung mit anderen elektrisch untereinander verbundenen Stromabnehmern oder bei Nutzbremsung des Zuges) resp. 2 m in allen andern Fällen.

4.1.2 Die national festzulegenden Werte, gemäss SN EN 50122-1, Ziff. 4.3 Bild 2 (Trolleybusanlagen, nur Niederspannung in der Schweiz), sind:

a. Kenngrösse X:
2 m. Das Mass X ist im Innern von Kurven dem Risiko entsprechend zu erweitern.

b. Kenngrösse Y:
0,6 m

c. Kenngrösse Z:
1 m

[8] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[9] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 44.d Bahnrückstrom und Erdung)

4.2 Tragwerkteile aus leitendem Material auf nicht leitenden Masten sind in folgenden Fällen mit der Rückleitung zu verbinden:

a. bei Tragwerken auf dem Gebiet von Bahnhöfen und Haltestellen,

b. bei Tragwerken in der Nähe von Bahnübergängen,

c. bei verankerten Tragwerken, wenn der Abstand des Ankerbügels zu den leitenden Tragwerkteilen weniger als 0.5m beträgt und im Anker kein Isolator eingebaut ist.

Diese Massnahmen erübrigen sich bei doppelter oder verstärkter Isolation der Oberleitung gemäss SN EN 50122-1[10], Ziff. 6.2.3.2.

5 Erden bzw. mit der Rückleitung verbinden von ausgeschalteten Anlageteilen

Wo vorhandene universelle Erdungsvorrichtungen nicht anschliessbar sind, müssen spezielle Anschlussstellen vorgesehen werden oder andere geeignete Erdungsvorrichtungen vorhanden sein.

5.1 Vorgesehene Anschlussstellen an den festen Anlagen sind zu bezeichnen. Ihre Verbindung zur Rückleitung muss jederzeit kontrollierbar sein.

6 Kabelleitungen

Bei Kabel für Bahnrückstrom und Erdung gelten die für Kabel aufgeführten Vorschriften der AB-EBV zu Art. 44, AB 44.b.

[10] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 44 ÜBRIGE BAHNSPEZIFISCHE ELEKTRISCHE ANLAGEN

AB 44.e Übrige bahnspezifische elektrische Anlagen

1 Ergänzende Vorschriften und Grundsätze

1.1 Ergänzende Vorschriften

Soweit die Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV) und diese Ausführungsbestimmungen keine Vorschriften enthalten, gelten für die übrigen bahnspezifischen elektrischen Anlagen soweit anwendbar die Bestimmungen der Niederspannungs-Installationsverordnung vom 7. November 2001[2] (NIV), der Verordnung vom 25. November 2015[3] über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV), der Schwachstromverordnung vom 30. März 1994[4],sowie die Bestimmungen der Starkstromverordnung vom 30. März 1994[5].

1.2 Grundsätze

Den besonderen Anforderungen bezüglich Bahnrückstromsystem und Isolationskoordination ist Rechnung zu tragen.

Bei Kabeln für übrigen bahnspezifische elektrische Anlagen gelten die für Kabel aufgeführten Vorschriften der AB-EBV zu Art. 44, AB 44.b.

1.2.1 Für die Bemessung der Isolation in Sicherungsanlagen sind SN EN 50124-1 und SN EN 50124-2[6] anzuwenden.
Wo diese nicht anwendbar sind, gilt folgendes:

1.2.1.1 Alle Stromkreise müssen gegeneinander, gegen das Gehäuse, gegen Kabelmäntel und gegen Erde genügend spannungsfest sein. Für die Spannungsfestigkeit gelten folgende Klassen:

a. verstärkte Isolation 4000 V, 50 Hz, 1 Min. ist anzuwenden für Trenntransformatoren und bei Geräten, die an das Streckenkabel angeschlossen werden,

b. normale Isolation 2000 V, 50 Hz, 1 Min. ist anzuwenden für alles Material der Innen- und Aussenanlagen mit Ausnahme von Trenntransformatoren, Geräten, die an das Streckenkabel angeschlossen werden und Teilen mit Kleinspannung oder Schwachstrom in den Innenanlagen,

c. leichte Isolation 500 V, 50 Hz, 1 Min. ist anzuwenden für Teile mit Kleinspannung oder Schwachstrom in den Innenanlagen.

---

[1] SR **742.141.1**
[2] SR **734.27**
[3] SR **734.26**
[4] SR **734.1**
[5] SR **734.2**
[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.e Übrige bahnspezifische elektrische Anlagen)

1.2.1.2 Bei Stromkreisen, die Apparate oder Bauelemente enthalten, welche wegen ihrer Konstruktion nicht genügend spannungsfest sein können, ist die Spannungsprüfung auf die entsprechend vorgesehene Trennstelle zu beschränken. In solchen Apparaten und Bauelementen müssen sich Kurzschlüsse und Aderberührungen im Sinne der Sicherheit auswirken.
Kann diese Bedingung nicht erfüllt werden, sind Schutzmassnahmen vorzusehen, die gefährliche Überspannungen verhindern.

2 Koordination von Massnahmen

Der Bau und die Änderung von nicht bahnspezifischen elektrischen Anlagen, welche sich auf Eisenbahnbetriebsgebiet befinden, sind bezüglich des Bahnrückstromsystems rechtzeitig mit dem zuständigen Fachdienst des Bahnbetreibers zu koordinieren.

2.1 Folgende Massnahmen sind koordiniert festzulegen und umzusetzen:

a. Verhinderung gefährlicher Berührungsspannungen.

b. Verhinderung von Gefährdung oder unzulässiger Störung elektrischer Anlagen von Bahnen oder von Dritten durch Bahnrückstrom oder Bahnpotenzial.

2.2 Die Umsetzung des Erdungskonzeptes muss sichergestellt werden.

3 Einhalten von Betriebsbedingungen

Die definierten Betriebsbedingungen müssen eingehalten werden.

3.1 Die Sicherheitsintegrität von Sicherungsanlagen ist in vorhersehbaren Betriebszuständen der elektrischen Anlagen zu gewährleisten. Als vorhersehbare Betriebszustände gelten:

a. Normalbetrieb (z. B. Trennung/Zusammenschluss öffentliches-/Bahn-Stromnetz);

b. anzunehmende Fehlerfälle (z. B. Aufhebung galvanische Trennung, Körperschlüsse);

c. durchzuführende Prüfungen (z. B. Installationsprüfungen, Funktionsprüfungen).

3.2 Erdfreie Stromkreise in Sicherungsanlagen müssen auf Erdschluss überwacht sein.

3.3 Die Rückleitung ist in die Einspeisung der Hoch- und Niederspannungsstromkreise abgestellter Fahrzeuge zu integrieren. Einspeisungen ohne integrierte Rückleitung im gleichen Anschluss sind nur zulässig, wenn der Nachweis erbracht wurde, dass genügend Sicherheit vorhanden ist und der Schaltzustand für das Betriebspersonal eindeutig erkennbar ist.

3.4 Für die Speisung abgestellter Fahrzeuge hat der Infrastrukturbetreiber unternehmensspezifische Regelungen zu definieren und zu dokumentieren.

AB 44 SCHUTZ- UND LEITTECHNIK

AB 44.f Schutz- und Leittechnik

1 Ergänzende Vorschriften und Grundsätze

1.1 Ergänzende Vorschriften

Soweit die Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV) und diese Ausführungsbestimmungen keine Vorschriften enthalten, gelten für die Schutz- und Leittechnik soweit anwendbar die Bestimmungen der Schwachstromverordnung vom 30. März 1994[2], der Niederspannungs-Installationsverordnung vom 7. November 2001[3] (NIV) sowie die Bestimmungen der Verordnung vom 25. November 2015[4] über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV).

1.2 Grundsätze

1.2.1 Gegen gefährliche elektrische Fehlerfälle sind die notwendigen, organisatorisch, technisch und wirtschaftlich realisierbaren Massnahmen zu treffen.
Die Massnahmen orientieren sich am aktuellen Stand der Schutztechnik.

1.2.2 Zum Schutz von Personen sind insbesondere die gemäss AB-EBV zu Art. 44.d, AB 44.d, Ziff.2.2 zulässigen Berührungsspannungen bei elektrischen Fehlerfällen zu beachten. Dabei sind Abschaltzeiten, Fehlerströme und Erdungsanlagen zu koordinieren.

1.2.3 Zum Schutz von Anlagen sind insbesondere die thermische und die dynamische Wirkung von Kurzschlussströmen, die bei elektrischen Fehlerfällen entstehen können, zu berücksichtigen.

1.2.4 Die Auslegung elektrischer Schutzsysteme für Gleich- und Wechselstrom-Bahnenergieversorgungssysteme hat nach SN EN 50633[5] zu erfolgen.

[1] SR **742.141.1**
[2] SR **734.1**
[3] SR **734.27**
[4] SR **734.26**
[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.f Schutz- und Leittechnik)

1.2.5 Inbetriebnahme und periodische Prüfung

1.2.5.1 Inbetriebnahmeprüfung und Instandhaltung sind den Verfügbarkeits- und Sicherheitsanforderungen entsprechend festzulegen, durchzuführen und zu protokollieren.

1.2.5.2 Die Nutzung von Funktionen der Selbstüberwachung und der Fehlerfallanalyse sowie vorhandene, redundante Schutzsysteme können bei der Definition der Prüfperiodizität berücksichtigt werden.

1.2.5.3 In jedem Fall ist das ganze Schutzsystem, insbesondere Schutzrelais, Leistungsschalter, Wandler/Sensoren, Hilfsspannung, Verbindung zur Leitstelle, zu prüfen.

1.2.6 Die Koordination von Fahrleitungsschutz und Fahrzeugschutz hat:

a. auf Eisenbahnstrecken, auf denen Interoperabilität gefordert ist, gemäss den europäischen technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI)[6] und gemäss SN EN 50388-1[7], Ziff. 11 zu erfolgen,

b. für übrige Eisenbahnstrecken nach SN EN 50388-1, Ziff. 11 zu erfolgen.

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.
[7] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 44.f Schutz- und Leittechnik)

2 Schutzkonzept

Für jeden Netzbereich der Bahnstromversorgung muss ein den Anforderungen angepasstes Schutzkonzept erstellt und umgesetzt werden.

2.1 Das Schutzkonzept beinhaltet insbesondere die Themen:

a. Fehlerarten und erforderliche Schutzfunktionen,

b. Abschaltzeiten,

c. Selektivität,

d. Schutzzuverlässigkeit (Auslösesicherheit, Redundanz),

e. Prüfung und Instandhaltung.

2.2 Der zu betrachtende Netzbereich umfasst unabhängig vom Betriebsinhaber das gesamte, elektrisch zusammenhängende Netz. Dabei ist der Schaltzustand bei Normalbetrieb und bei allen zulässigen Notschaltungen zu berücksichtigen.
Das Schutzkonzept kann, bei eindeutig definierten Schnittstellen, für Teile des Netzes erstellt werden.

2.3 Der Betriebsinhaber stellt mittels geeigneten Prozessen sicher, dass jedes Netz nur so betrieben wird, wie es vom Schutzkonzept her zulässig ist.

2.4 Der Betriebsinhaber stellt sicher, dass das Schutzkonzept aktuell gehalten und umgesetzt wird.
Er stellt den Informationsfluss zwischen allen betroffenen Fachdiensten und dem Betrieb sicher.
Änderungen im geschützten Netz umfassen insbesondere die Topologie, die Anlageeigenschaften (Kurzschlussleistung, Leitungskenngrössen), die Last, sowie die zulässigen Schalt- und Betriebszustände.

3 Leittechnik

Leittechnische Anlagen zur Steuerung von Bahnstromversorgungsanlagen dienen dem Betrieb und einer optimalen Verfügbarkeit.
Sie sind grundsätzlich nicht fehlersicher gebaut. Personen- und Sachenschutz sind über andere Prozesse sicher zu stellen.

AB 45 Allgemein

1 Ergänzende Vorschriften

Soweit die Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV) und diese Ausführungsbestimmungen keine Vorschriften enthalten, gelten für Arbeiten an elektrischen Anlagen oder in deren Nähe, soweit anwendbar, die Bestimmungen der Starkstromverordnung vom 30. März 1994[2], der Leitungsverordnung vom 30. März 1994[3] (LeV), der Schwachstromverordnung vom 30. März 1994[4], sowie der Niederspannungs-Installationsverordnung vom 7. November 2001[5] (NIV).

[1] SR **742.141.1**
[2] SR **734.2**
[3] SR **734.31**
[4] SR **734.1**
[5] SR **734.27**

AB 45.1 Arbeitsstellensicherung

1 Gleis als Rückleitung

Bei elektrisch betriebenen Eisenbahnen ist das Gleis als stromführende Rückleitung zu betrachten.

2 Anlagen unter Spannung

Fahrleitungsanlagen gelten als unter Spannung stehend, wenn sie nicht sichtbar kurzgeschlossen und geerdet bzw. mit der Rückleitung verbunden sind.

3 Sichtbarkeit des Anlagenzustands (z. B. Erdungsvorrichtungen)

Der kurzgeschlossene und geerdete bzw. mit der Rückleitung verbundene Zustand der Anlage muss von der Arbeitsstelle aus erkennbar sein.

4 Erdungsschalter und Schalter zum Verbinden mit der Rückleitung

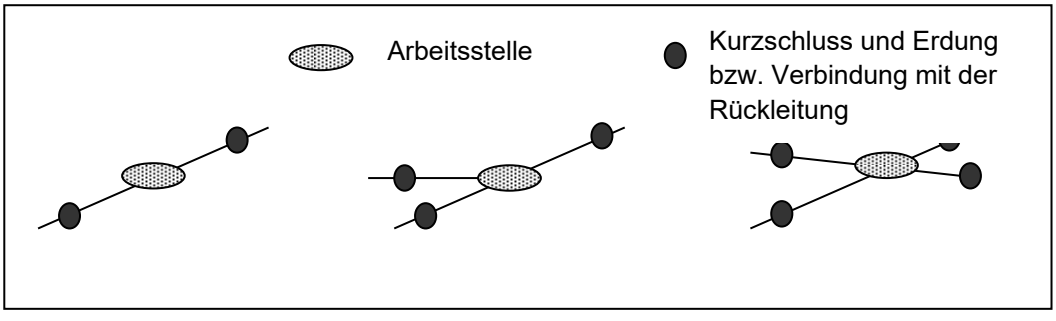
Die Erdungsschalter und Schalter zum Verbinden mit der Rückleitung sind gegen Ausschalten (=Trennen der Verbindung) zu sichern, während in der Nähe der kurzgeschlossenen und geerdeten bzw. mit der Rückleitung verbundenen Anlagen oder Leitungen gearbeitet wird.

5 Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung mit beiden Fahrschienen

Beim Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung mittels mobilen Vorrichtungen (z. B. Erdungsvorrichtungen) sind, insbesondere in der Nähe isolierter Fahrschienen, die beiden Fahrschienen vorher leitend miteinander zu verbinden. Dort wo der Anschluss an die Fahrschienen nicht möglich ist, darf an eine besondere dafür geeignete Vorrichtung angeschlossen werden.

6 Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung von verschiedenen Fahrleitungsabschnitten

Das Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung ist zu allen angrenzenden, spannungsführenden Fahrleitungsabschnitten (Sektoren) vorzunehmen. Zudem muss sichergestellt werden, dass zwischen der Arbeitsstelle und der Kurzschluss- und Erdungsstelle bzw. Verbindungsstelle mit der Rückleitung keine Fahrleitungstrennstellen, Einspeisungen oder benachbarte spannungsführende Teile liegen.



(AB 45.1 Arbeitsstellensicherung)

7 Zulässiges einseitiges Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung

Einseitiges Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung ist nur zulässig wenn:

a. nicht von der Seite ohne Kurzschluss- und Erdungsmassnahmen bzw. ohne Verbindung mit der Rückleitung her in den kurzgeschlossenen und geerdeten bzw. mit der Rückleitung verbundenen Abschnitt eingespeist werden kann,

b. die Trennstecken zu den angrenzenden Abschnitten so ausgeführt sind, dass nicht durch den Stromabnehmer eine Spannung auf den kurzgeschlossenen und geerdeten bzw. mit der Rückleitung verbundenen Abschnitt übertragen werden kann,

c. keine Induktion durch benachbarte Anlagen auftreten kann,

d. bei Arbeiten auf Fahrzeug-Dächern oder -Aufbauten, die Speisung der Fahrzeuge nur einseitig erfolgen kann.

8 Teile unter Spannung

Bei Fahrleitungsanlagen gelten die Isolatoren bis zum ersten an Erde liegenden oder mit der Rückleitung verbundenen Metallteil als unter Spannung stehend. Vollisolierte Bauelemente (Ausleger, Seile usw., insbesondere verwendet bei Niederspannungsfahrleitungen) sind an einem nachweisbar kriechstromfesten Ort mit einer Markierung zu versehen. Diese Markierung gilt sinngemäss als an Erde liegend oder mit der Rückleitung verbunden.

9 Überbrückung der Rückleitung

Bevor Fahrschienen getrennt werden, ist die vorgesehene Trennstelle mit einem genügend dimensionierten elektrischen Leiter zu überbrücken, um gefährliche Spannungen am Gleis und an mit der Rückleitung verbundenen Objekten zu vermeiden. An den Fahrschienen angeschlossene Erd- und Rückleiter sind mit diesem Überbrückungsleiter zu verbinden, bevor sie von den Fahrschienen getrennt werden.

(AB 45.1 Arbeitsstellensicherung)

10 Sicherung mit Leittechnik

Die Sicherung der Arbeitsstelle (Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung und sichern gegen Wiedereinschalten) ausschliesslich mittels Leittechnik ist nicht zulässig, ausser bei speziell für diese Tätigkeit vorgesehenen und geprüften Steuereinrichtungen vor Ort.

Das Sichern gegen Wiedereinschaltung kann vor Ort oder durch die Leittechnik in Kombination mit organisatorischen Massnahmen erfolgen, sofern dadurch vergleichbare Sicherheit gewährleistet ist wie beim Sichern vor Ort.

11 Trolleybusanlagen und mehrpolige Eisenbahnen

Bei Trolleybusanlagen und bei mehrpoligen Fahrleitungen von Eisenbahnen sind alle Leiter kurzzuschliessen und zu erden bzw. mit der Rückleitung zu verbinden.

AB 45.2 Personal und Ausrüstung bei Arbeiten an elektrischen Anlagen oder in deren Nähe

1 Beaufsichtigung, Instruktion und Zustandsüberwachung

1.1 Die Beaufsichtigung und Leitung von Arbeiten an elektrischen Anlagen oder in deren Nähe darf nur durch entsprechend instruiertes oder sachverständiges Personal erfolgen.

1.2 Die Instruktion von Dritten darf nur durch eine sachverständige Person erfolgen.

1.3 Die Zustandsüberwachung von elektrischen Anlagen gemäss EBV, Anhang 4, hat durch instruiertes Personal (Fachspezialist als bahnanlagespezifisches Kontrollorgan) zu erfolgen.
Die Unabhängigkeit der Zustandsüberwachung richtet sich nach AB-EBV zu Art. 14, AB 14.1, Ziff. 3.

2 Gleichwertige betriebsinterne Ausbildung einer sachverständigen Person

2.1 Die nötige praktische und theoretische Ausbildung für eine entsprechend sachverständige Person liegt in der Verantwortung des Betriebsinhabers. Diese Ausbildung umfasst mindestens:

a. die bahnspezifischen Besonderheiten der Elektrotechnik,

b. die Technik des Fachbereiches (zum Beispiel Fahrleitungen, Fahrzeuginstandhaltung, Beleuchtung, usw.),

c. das Sicherheitsverhalten, insbesondere zu den Themen Schutzmassnahmen, Gefahren des elektrischen Stromes, Massnahmen bei Unfällen und Schadenfällen, Unfallverhütung sowie erste Hilfe-Massnahmen,

d. eine Praxis im Bau von elektrischen Anlagen unter der Anleitung einer anderen, sachverständigen Person und einer zeitlich angemessenen praktischen Erfahrung im Umgang mit Fahrleitungsanlagen inkl. der Schaltberechtigung.

2.2 Nach Abschluss der nötigen, betriebsinternen Ausbildung müssen die sachverständigen Personen eine Prüfung bestehen. Diese hat sich über den praktischen und den theoretischen Teil zu erstrecken. Sie ist entweder von einem Sachverständigen des Betriebsinhabers oder von einem Sachverständigen eines Dritten durchzuführen.

2.3 Die gleichwertige betriebsinterne Ausbildung zur sachverständigen Person muss unter Anleitung von sachverständigen Personen stehen und mindestens 5 Jahre betragen. Mit einer entsprechenden Begründung und Dokumentation darf der Betriebsinhaber diesen Zeitraum auf 3 Jahre reduzieren.

2.4 Der Inhalt der vom Betriebsinhaber vorgeschriebenen, «gleichwertigen betriebsinternen Ausbildung» für eine sachverständige Person, einschliesslich des zeitlichen Aufwandes, muss in seiner Dokumentation beschrieben sein.

2.5 Die entsprechende Bemessung des zeitlichen Aufwandes für den Inhalt der theoretischen und praktischen Ausbildung muss dokumentiert werden.

2.6 Der Betriebsinhaber hat die Ernennung zur sachverständigen Person schriftlich zu bestätigen.

(AB 45.2 Personal und Ausrüstung bei Arbeiten an elektrischen Anlagen oder in deren Nähe)

3 Ausrüstung

Wer an elektrischen Anlagen oder in deren Nähe arbeitet, muss entsprechend den anerkannten Regeln der Technik ausgerüstet sein.

4 Instruktion

Technische Einrichtungen entbinden den Betriebsinhaber nicht von der Pflicht, das betroffene Personal bei Eintritt und periodisch wiederkehrend zu instruieren. Instruktionen sind zu dokumentieren.

AB 45.3 Sicherheitsabstände und besondere Sicherheitsmassnahmen

1 Normative Verweise

Für Arbeiten

- an spannungsfreien Oberleitungsanlagen
- in der Nähe von unter Spannung stehenden Oberleitungsanlagen
- an oder in der Nähe deren Rückleitung

ist die SN EN 50488[6] anzuwenden.

Für andere Fahrleitungsanlagen gilt die SN EN 50488 sinngemäss.

2 Vermeidung von Starkstromunfällen

Zur Vermeidung von Starkstromunfällen dürfen weder Körperteile noch gehaltene Gegenstände in die Gefahrenzone eindringen bzw. versehentlich hineingeraten. Davon ausgenommen sind nur die Arbeitsmethode «Arbeiten unter Spannung» oder die Verwendung von Werkzeugen, die für einen Eingriff in diese Zone konzipiert sind.

3 Sicherheitsabstände und Massnahmen gegen das Berühren von unter Spannung stehenden Teilen oder bei Arbeiten in deren Nähe bei Fahrleitungsanlagen

3.1 Die Festlegung der Abstände und Massnahmen hat nach SN EN 50488, Ziff. 5.3 und Ziff. 7 zu erfolgen.

3.2 Für 11 kV- Fahrleitungsanlagen gelten die Werte für 15 kV-Fahrleitungsanlagen.

3.3 Für 33 kV-Fahrleitungsanlagen gelten folgende Werte:
D_L = 750 mm
D_V = 1750 mm

4 Für alle übrigen elektrischen Anlagen gilt die Starkstromverordnung vom 30. März 1994[7].

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[7] SR **734.2**

AB 46.1 Anlagen und Arbeitsmittel

1 Ergänzende Vorschriften und Grundsätze

Soweit die Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV) und diese Ausführungsbestimmungen keine Vorschriften enthalten, sind die Bestimmungen der Starkstromverordnung vom 30. März 1994[2], der Leitungsverordnung vom 30. März 1994[3] (LeV) sowie der Niederspannungs-Installationsverordnung vom 7. November 2001[4] (NIV) anzuwenden.

2 Anlagenbetrieb und Anlageninstandhaltung (Zustandsüberwachung)

Betrieb und Instandhaltung von elektrischer Anlagen umfasst insbesondere nachfolgende Tätigkeiten und Vorgaben:

a. Anlagebedienung,

b. Instruktion,

c. aktuelle Betriebsunterlagen,

d. Prozessüberwachung (z. B. Audit, Betriebskontrollen, Inspektion).

2.1 Fahrleitungsanlagen, die nicht genutzt werden, sind entweder abzubrechen oder so zu erhalten wie solche die sich in Betrieb befinden.
Für stillgelegte, nicht abgebrochene Fahrleitungsanlagen ist dem Bundesamt für Verkehr (BAV) ein Gesuch einzureichen.

2.2 Fahrleitungsanlagen, die nicht unter Spannung stehen, sind dauerhaft kurzzuschliessen und zu erden bzw. mit der Rückleitung zu verbinden.
Bei nicht unter Spannung stehenden Trolleybus- oder mehrpoligen Fahrleitungen sind alle Leiter kurzzuschliessen und zu erden.

---

[1] SR **742.141.1**
[2] SR **734.2**
[3] SR **734.31**
[4] SR **734.27**

(AB 46.1 Anlagen und Arbeitsmittel)

2.3 Der Betriebsinhaber bestimmt für jeden Anlageteil und für die Arbeitsmittel eine Kontrollperiode. Der allgemeine Rahmen bezüglich der Kontrollperioden ist in der Starkstromverordnung festgelegt.

Für die elektrischen Anlagen gelten insbesondere folgende Kontrollperioden:

a. jährlich, für Schutzapparate zwischen Rückleitungs- und Erdungssystemen untereinander und miteinander und Teilen von solchen (insbesondere Kurzschliesser), sowie für die Verriegelungssysteme und Rückleiter in Depots und Instandhaltungseinrichtungen, Kurzschluss- und Erdungsvorrichtungen, Verbindungsvorrichtungen mit der Rückleitung, Erdungsschalter, doppelte Isolationen mit nicht geerdeter bzw. mit der Rückleitung verbundener Zwischenmasse, Schienenverbinder, ortsveränderliche und flexible Anlagenteile zur Speisung abgestellter Fahrzeuge,

b. alle zehn Jahre, für die übrigen Teile des Rückleitungs- und Erdungssystems, sowie elektrische Niederspannungsinstallationen, die ganz oder überwiegend dem Bahnbetrieb dienen (bahnspezifische elektrische Niederspannungsanlagen).

c. gemäss AB-EBV zu Art. 44, AB 44.f, Ziff. 1.2.5 für elektrische Schutzeinrichtungen.

(AB 46.1 Anlagen und Arbeitsmittel)

2.4 Die Wirksamkeit der Trennung von Rückleitungs- und Erdungssystemen muss periodisch überprüft werden. Die Periodizität richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und Bautätigkeiten im Bereich des Zusammentreffens der Rückleitungs- und Erdungssysteme. Sind elektrische Installationen betroffen, welche der Niederspannungs-Installationsverordnung vom 7. November 2001[5] (NIV) unterstehen, muss die Wirksamkeit der Trennung mindestens anlässlich der periodischen Installationskontrolle nach NIV überprüft werden.

2.5 Beim Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung, insbesondere mit mobilen Vorrichtungen (z. B. Erdungsvorrichtungen), sind die Werte der Kurzschlussströme in Bahnstromversorgungsanlagen mit zu berücksichtigen.

2.6 Die Vorrichtungen zum Kurzschliessen und Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung (z. B. Erdungsvorrichtungen) müssen:

a. vor Witterungseinflüssen, Verschmutzung und Beschädigung geschützt aufbewahrt werden,

b. wenn sie auf Fahrzeugen mitgeführt werden, für instruiertes Personal leicht zugänglich sein.

2.7 Bei Gleisinstandhaltungsarbeiten ist auf die Verbindungen an die Fahrschienen angemessen Rücksicht zu nehmen.
Elektrische Verbindungen an die Fahrschienen sind regelmässig zu kontrollieren und allenfalls zu ersetzen.

3 <u>Arbeitsmittel</u>

Die Arbeitsgeräte und die Werkzeuge zählen zu den Arbeitsmitteln.

[5] SR **734.27**

AB 46.2 Benutzerdokumentation

1 Anlagebetriebs- und Instandhaltungsunterlagen

Die technischen Anlagebetriebs- und Instandhaltungsunterlagen beschreiben die technische Anlage oder Anlageteile (gem. Bst. a-e Anhang 4 EBV) und geben Anweisungen für Personen, die an diesen Anlagen technische Tätigkeiten planen und ausführen. Sie müssen:

a. nachvollziehbar darlegen, wie die Sicherheit der Anlage und ihrer Teile während der vorgesehenen Betriebsdauer gewährleistet wird,

b. für die verschiedenen Teile der Anlage die erforderlichen Massnahmen und deren Periodizität festlegen,

c. für die verschiedenen Aufzeichnungen (Nachweise) die Aufbewahrungsfrist festlegen,

d. die Funktion der Anlage und ihrer Teile beschreiben,

e. für technisches Betriebspersonal eine Anleitung zur fachgerechten Bedienung und Instandhaltung der Anlage mit Arbeitsabläufen und –anweisungen enthalten.

Zu den technischen Anlagebetriebs- und Instandhaltungsunterlagen gehören folgende anlagenspezifischen Dokumente:

- technische Dokumentation der elektrischen Anlagen:
  - allgemeine Erzeugnis-/Produktebeschreibungen
  - Rückleitungs- und Erdungskonzept, Schaltpläne / Schemata, Dispositionspläne
  - Konzept der Schutz- und Leittechnikanlagen
  - allg. Projektierungs-Handbuch, Bauteile-Handbuch, Montage-/Installations-Handbuch
  - Bedienungsanleitungen der Hersteller für Betrieb, Instandhaltung und Störungsbehebung
  - Betriebsparameter (Einstellungen, zu berücksichtigende Bedingungen)
  - Dokumentationen von relevanten Komponenten, Bauarten oder Stücknachweis der Schaltgerätekombinationen
  - Sicherheitskonzept und Sicherheitsdispositiv der elektrischen Anlagen
  - Nachweis der Sicherheit (Kontrollbericht, SiNa, Mess- und Prüfprotokoll [M+P])
  - Konformitätserklärung der Hersteller
- Beschreibung der Schnittstellen zu/unter den relevanten Anlageteilen
- relevante Richtlinien, Vollzugshilfen u.ä (RTE, ESTI, BAFU, usw.)
- bahninterne Anweisungen: «Schutzkleidung», «Schalten und Erden (mit der Rückleitung verbinden)», usw.

2 Anwendergerechte Sprache

Die Dokumente sind in den anwendergerechten Sprachen zu verfassen und zur Verfügung zu stellen.

AB 46.3 Sicherheitsrelevante Dokumente

1 Sicherheitsrelevante Dokumente, insbesondere Schaltplan und Erdungskonzept müssen jederzeit den aktuellen Zustand der elektrischen Anlagen wiedergeben.

2 Der Nachweis der Sicherheit (periodischer Kontrollbericht, SiNa, oder M+P) für elektrische Anlagen gemäss Anhang 4, EBV, muss alle relevanten Angaben enthalten, die für die Beurteilung der Sicherheit der Installation notwendig sind.

AB 46.4 Gemeinsame Schutzmassnahmen

1 Der Betriebsinhaber und an seinen elektrischen Anlagen oder in deren Nähe tätig werdende Dritte sind verpflichtet, die Schutzmassnahmen dem eigenen Personal in einer für sie verständlichen Sprache zu vermitteln.

AB 47.1 Grundlegende Anforderungen

Die Fahrzeuge sind auf den Oberbau, die Bauwerke und die Betriebsverhältnisse abzustimmen.

1 Fahrsicherheit

1.1 Der Grenzwert der Summe der Führungskräfte ∑Y von Fahrzeugen auf nicht interoperablen Strecken für Meter- und Spezialspurbahnen beträgt (siehe auch AB-EBV zu Art. 31, AB 31 Meterspur):

$\sum Y_{lim,\ 2m} = 0{,}85\ (10 + P/3)$ dabei P = Achslast in kN.

1.2 Der Nachweis der Sicherheit gegen Entgleisen von Fahrzeugen auf nicht interoperablen Strecken für Meter- und Spezialspurbahnen erfolgt nach der Richtlinie «Nachweis sicheres Fahrverhalten Meterspur-, Spezialspur- und Zahnradbahnen» des BAV.

1.3 Der Nachweis der Fahrstabilität von Fahrzeugen auf nicht interoperablen Strecken bei Meter- und Spezialspurbahnen mit einer Höchstgeschwindigkeit über 80 km/h erfolgt in Anlehnung an SN EN 14363[1] und bei 110 % der vorgesehenen höchsten Fahrgeschwindigkeit. Im Übrigen wird auf die Richtlinie «Nachweis sicheres Fahrverhalten Meterspur-, Spezialspur- und Zahnradbahnen» des BAV verwiesen.

2 Belastungsannahmen

2.1 Die zulässige Achslast und die zugehörigen Achsabstände sind unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit des Oberbaus, des Unterbaus und der Kunstbauten zu ermitteln.

2.2 Der Unterschied der statischen Radlasten eines Radsatzes darf bei Tara 5 % der betreffenden Radsatzlast nicht übersteigen.

2.3 Der Unterschied zwischen den Summen aller Radlasten der einen Fahrzeugseite und jener der anderen Fahrzeugseite bei Tara muss betragen:

2.3.1 Normalspurbahnen < 4 % der Fahrzeugmasse,

2.3.2 Schmalspurbahnen < 3 % der Fahrzeugmasse,

2.3.3 Strassenbahnen < 3 % der Fahrzeugmasse.

2.4 Überschreitungen der Grenzwerte nach Ziffer 2.3 sind zulässig, falls die Sicherheit gegen Entgleisen nicht in einem unzulässigen Mass beeinträchtigt wird. Die Überschreitungen bedürfen der Zustimmung des Bundesamtes für Verkehr (BAV).

2.5 Für den Bau der Fahrzeuge und die Festlegung der Nutzlast sind folgende Werte anzunehmen:

2.6 Fahrzeuge, welche für den interoperablen Betrieb gebaut werden, sind gemäss SN EN 15663[1] auszulegen.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 47.1 Grundlegende Anforderungen)

2.7 Für alle übrigen Fahrzeuge gilt:

		pro m^2 effektive Stehplatzfläche	pro sitzende oder stehende Person inkl. Handgepäck
2.7.1	Innerortsverkehr, Strassenbahn	8 Stehplätze	70 kg
2.7.2	Vorortsverkehr, Nahverkehr	6 Stehplätze	70 kg
2.7.3	Zahnradbahnen ohne Ziffer 2.7.4	6 Stehplätze	75 kg
2.7.4	Fahrzeuge, die vorwiegend im Fernverkehr, auch auf Zahnstangenstrecken, eingesetzt sind	4 Stehplätze	75 kg
		pro m^2 Bodenfläche	
2.7.5	Gepäck- und Postabteile	320 kg, jedoch entsprechend mehr, wenn diese als Stehplatzfläche zugelassen sind.	

2.7.6 Für die Festlegung der massgebenden Anzahl Stehplätze ist die Summe folgender Fussbodenflächen massgebend:

2.7.7 Einstiegplattformen ohne die Fläche abgesenkter Treppenstufen,

2.7.8 Mittel- oder Seitengang der Reisendenabteile ohne die Fläche des Beinraumes zwischen bzw. vor den Sitzen,

2.7.9 den Reisenden zugängliche Gepäckabteile.

2.7.10 Allfällige Klappsitze und Skiträger sind dabei in derjenigen Stellung anzunehmen, in der sie die grösste Stehfläche ermöglichen.

2.7.11 In Berücksichtigung der verschiedenartigen Raum- und Türenanordnungen und der damit verbundenen Ausnützung der Bodenfläche müssen als effektive Stehplatzfläche angenommen werden:

2.7.12 Bei Fahrzeugen gemäss Ziff. 2.7.1 und Ziff. 2.7.2 nur 85 %,

2.7.13 bei Fahrzeugen gemäss Ziff. 2.7.3 und 2.7.4 nur 75 %,

der Summe der obenerwähnten Fussbodenflächen.

2.8 Sofern durch Personenzähl- oder Wägevorrichtungen eine Beschränkung der Zuladung gewährleistet ist, können kleinere Werte als die obenerwähnten zugelassen werden.

(AB 47.1 Grundlegende Anforderungen)

2.9 Auf Grundlage des vorgesehenen Einsatzkonzeptes sind abweichende Festlegungen der Nutzlast möglich. Ziffer 2.11 bleibt vorbehalten.

2.10 Für die Drehgestelle der Fahrzeuge von Bahnen mit überwiegend touristischem Charakter ist für den Nachweis gegen Ermüdung anzunehmen, dass alle Sitze und Klappsitze besetzt sind und dass Stehplatzflächen so besetzt sind, dass insgesamt 50 % der Zuladung gemäss Ziffer 2.7 erreicht wird. Ziffer 2.11 bleibt vorbehalten.

2.11 Abweichungen von den Vorgaben der Ziffer 2.7 bedürfen der Zustimmung des Bundesamtes für Verkehr (BAV).

2.12 Fahrzeuge für Normalspurbahnen sind nach den Regeln der SN EN 15528[2] in Streckenklassen einzustufen.

2.13 Fahrzeuge für Meterspurbahnen sind in die Lastmodelle 4 - 7 der SN 505 261[2] einzustufen. Die Einstufung darf durch den Vergleich der tatsächlichen Achs- bzw. Streckenlasten mit den entsprechenden Kennwerten der Lastmodelle erfolgen. Übersteigen die tatsächlichen Achs- oder Streckenlasten des Fahrzeuges die Kennwerte des für die Infrastruktur massgebenden Lastmodells, muss die Einstufung methodisch in Anlehnung an die SN EN 15528[2], Anhang B, mit dem Vergleich der Schnittkräfte an der virtuellen Infrastruktur erfolgen.

3 Damit die Gesamtsicherheit gewährleistet ist, müssen die Fahrzeuge die bei der Konzeption des Signalsystems und der Zugbeeinflussung festgelegten Voraussetzungen erfüllen.

3.1 Bei der Konstruktion der Fahrzeuge ist darauf zu achten, dass die Bedingungen für das Zusammenwirken von Fahrzeugen und Sicherungsanlagen (Gleisfreimeldeeinrichtungen, Zugortungsanlagen usw.) erfüllt werden.

3.2 Auf mit ETCS ausgerüsteten Strecken sind die «Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken»[2] ein Bestandteil der festgelegten Voraussetzungen.

4 Resonanzfrequenz

4.1 Elektrische Triebfahrzeuge mit Umrichtern im 16.7 Hz-Netz müssen sich oberhalb 87 Hz ab dem 1.1.2021 passiv verhalten.

5 Cybersicherheit

5.1 Hinsichtlich Cybersicherheit gelten die Vorschriften der AB-EBV zu Art. 2, AB 2.1^{bis}.

AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen

1 Siehe AB-EBV zu Art. 18/47, AB 18.2/47.2:
- Normalspur, Ziff. 1 bis Ziff. 14.
- Meterspur, Ziff. 1 bis Ziff. 9.

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

N O R M A L S P U R

AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen

1 Die Fahrzeuge der Normalspurbahnen dürfen unter Berücksichtigung der gemeinsamen AB-EBV zu Art. 18/47, AB 18.2/47.2 und den in der untenstehenden Ziff. 8 dargestellten Einstellungen in einem Gleis mit einer Spurweite s = 1'465 mm die massgebende Bezugslinie nicht überschreiten.
Fahrzeuge und Ladungen, welche die obere Begrenzung der Bezugslinie O1 überschreiten, dürfen in diesem Bereich keine beweglichen Teile aufweisen und müssen bahngeerdet sein.

2 Für Ladungen gelten dieselben Bestimmungen mit der Abweichung, dass für deren bogeninneren Teile, die sich mehr als 400 mm über Schienenoberkante und in einem Gleisbogen mit 150 m $\leqq$ R $\leqq$ 250 m befinden, die halben Breitenmasse der Bezugslinie um

$$di = \frac{40\,000}{R} - 145$$

zu erweitern sind statt

$$di = \frac{50\,000}{R} - 185$$

wie für die entsprechenden Fahrzeugteile.

di = Erweiterung in mm

R = Radius des Gleisbogens in m

3 Für die Bestimmung der Mindesthöhe über Schienenoberkante der Fahrzeugteile im unteren Bereich sind neben den senkrechten Ausschlägen infolge der Abnutzungen zu berücksichtigen:

3.1 Lokomotiven:
der senkrechte Ausschlag, der sich bei dem Triebfahrzeug unter der Einwirkung einer Überlast von 30 % seines grössten gefederten Dienstgewichtes ergeben würde, bzw. – wenn sie ungünstiger ist – die Wirkung einer Absenkung, die der vorstehend errechneten gleich ist, jedoch nur einen Teil der Federungen betrifft;

3.2 Triebwagen:
der senkrechte Ausschlag, der sich aus dem gesamten Spiel der Federungen, bzw. – wenn er ungünstiger ist – eines Teils von ihnen, bis zum Anschlag ergibt;

N O R M A L S P U R

(AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen)

3.3 leere Reisezugwagen:
der Ausschlag der abgefederten Massen um 30 mm oder, wenn er ungünstiger ist[1], eines Teils dieser Massen;

3.4 übrige Wagen:
der grösste Ausschlag, der sich aus der Last und ihrer dynamischen Wirkung auf die Biegsamkeit der Tragfedern – bei Güterwagen auch des Untergestells – ergibt sofern nicht besondere Erwägungen vorliegen, ist der durch die Biegsamkeit der Tragfedern bewirkte Ausschlag gleich dem gesamten Spiel der Federungen bis zum Anschlag oder, wenn es ungünstiger ist[1], eines Teils von ihnen anzusetzen.

4 Für das Befahren von nicht absenkbaren Rangiereinrichtungen gemäss Ziff. 10.1 bis 10.3 und AB-EBV zu Art. 18/47, AB 18.2/47.2 ist bei Streckenlokomotiven an Stelle einer Überlast die Auswirkung der effektiven Zugkraft, aber höchstens 170 kN, zu berücksichtigen.

5 Fahrzeuge und Ladungen, welche die massgebende Bezugslinie überschreiten, werden als Sendung mit Lademassüberschreitung (Lü-Sendung) behandelt. Die Infrastrukturbetreiberin ermittelt im Auftrag der Eisenbahnverkehrsunternehmung die Durchführbarkeit und die Beförderungsbedingungen der Lü-Sendung. Massgebend dafür sind die freien Abstände gemäss Ziff. 9 zwischen der Lü-Sendung und den festen Anlagen sowie Fahrzeugen auf Nachbargleisen. Als Fahrzeuge im Sinne dieser Vorschriften gelten Triebfahrzeuge, Wagen und Kleinwagen sowie selbstfahrende und nicht selbstfahrende Maschinen. Die freien Abstände sind nach den Berechnungsgrundlagen der Ziff. 10 zu ermitteln.

5.1 Begründete Abweichungen von den freien Abständen und Berechnungsgrundlagen sind möglich, sofern sie vom Bundesamt für Verkehr (BAV) genehmigt wurden.

5.2 Die Infrastrukturbetreiberin führt in geeigneter Form die Verzeichnisse, die zur Bestimmung der freien Abstände von Lü-Sendungen zu festen Anlagen und Fahrzeugen auf Nachbargleisen erforderlich sind. Sie hält sie auf aktuellem Stand.

6 Arbeitsgeräte zur Schneeräumung, Gleisbaumaschinen usw. dürfen während des Arbeitseinsatzes ihrem Zweck entsprechend die massgebende Bezugslinie überschreiten. Die Bahnverwaltung erlässt die nötigen Vorschriften, damit keine Gefährdungen oder Störungen des ordnungsgemässen Bahnbetriebs entstehen.

7 Ausgeklappte Spiegel und Trittbretter sowie offene Türen dürfen die Bezugslinie im Höhenbereich über 0,6 m um höchstens 0,2 m überragen. Bei der Fahrt dürfen Spiegel im Höhenbereich zwischen 1,7 m bis 3,0 m über SOK ausgeklappt und bei Rangierbewegungen dürfen Trittbretter ausgeklappt und Türen offen bleiben, sofern Gefährdungen, insbesondere bei Kreuzungen mit anderen Fahrzeugen und bei zeitweiligen Einbauten, vermieden werden.

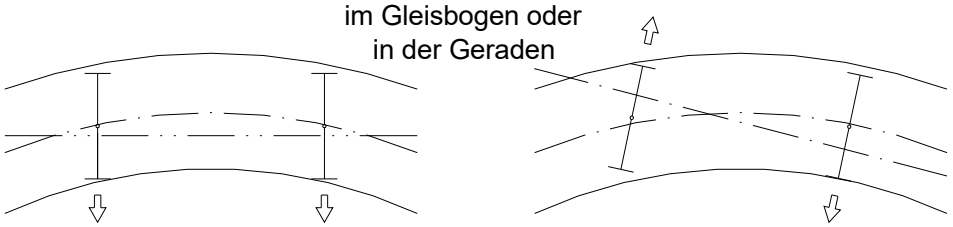
[1] Das heisst: Bei solchen Wagenteilen, die über die Aufstützbasis hinausragen und die sich möglicherweise infolge einer Ausmittigkeit der Last neigen.

N O R M A L S P U R

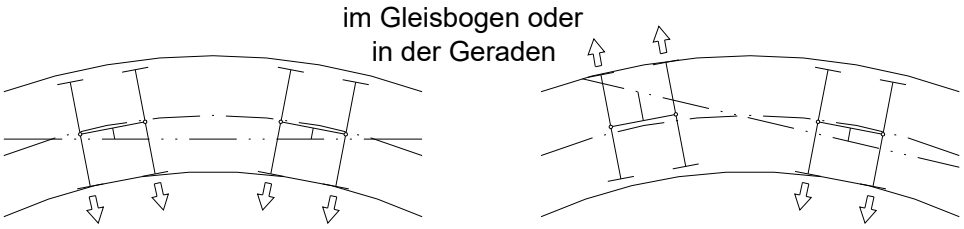
(AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen)

8 EINSTELLUNG DER FAHRZEUGE IM GLEIS

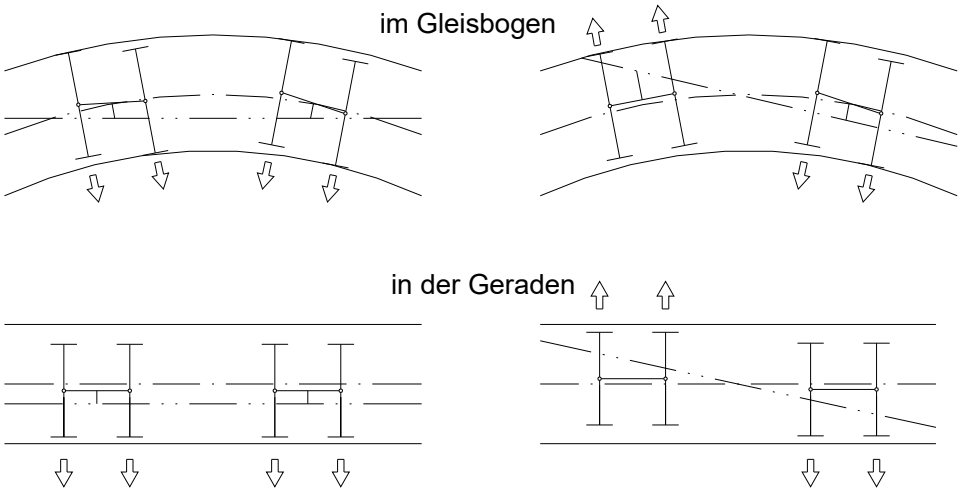
2-achsige Fahrzeuge – Drehgestelle und mit ihnen verbundene Teile



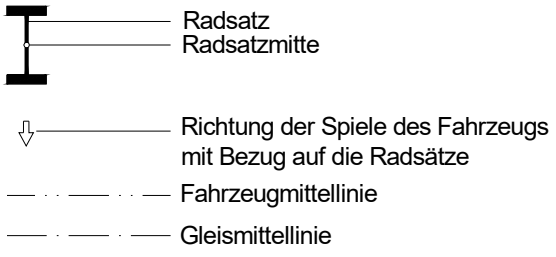
Drehgestell - Triebfahrzeuge 1)



Drehgestell - Wagen



1) Triebwagen mit einem Anfahr-Haftwert < 0,2 können wie Drehgestellwagen behandelt werden



N O R M A L S P U R

(AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen)

9 FREIE ABSTÄNDE UND ENTSPRECHENDE BEDINGUNGEN FÜR LÜ-SENDUNGEN

Gegenüber festen Anlagen:

Freier Abstand [mm]		Zulässige Geschwindigkeit v [km/h]
waagrecht	senkrecht (nach oben und unten)	
≥ 100	≥ 80	v der jeweiligen Zug- und Bremsreihe nach Streckentabelle
90	70	max 60
80		max 40
70	60	max 30
60		max 20
50	50	max 10
< 50	< 50	Befahren des betreffenden Gleises verboten

Für weich gefederte Fahrzeuge sind die waagrechten Abstände der Tabelle zu verdoppeln (Beispiel: Doppelstock-Personenwagen auf nicht dafür freigegebenen Strecken).

Gegenüber der Ruhelage des Fahrdrahtes:

Freier Abstand [mm]	Bedingung
≥ 1.5 · be (entspricht 225 mm bei 15 kV~)	keine
≥ 1.0 · be (entspricht 150 mm bei 15 kV~)	Lü-Sendung starr und bahngeerdet
≥ 70 (aber kleiner als 1.0 · be)	Fahrleitung ausgeschaltet
< 70	Besondere Massnahmen im Einzelfall

be: elektrischer Schutzabstand gemäss AB-EBV zu Art. 44, Art. 44.c, Ziff. 5.9

Gegenüber Fahrzeugen auf Nachbargleisen:

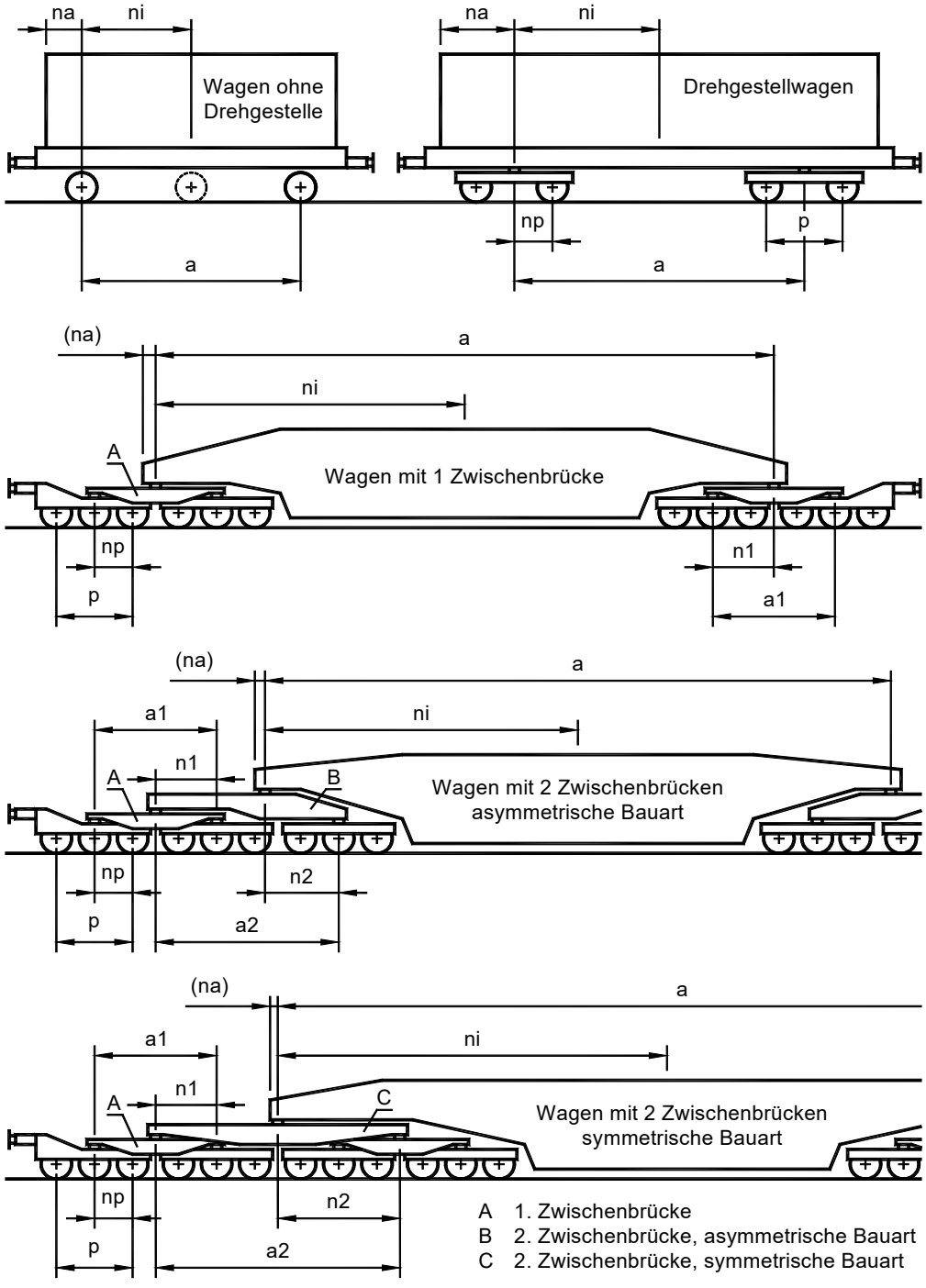
Freier Abstand [mm]	Begegnung und Parallelfahrt
≥ 200	gestattet
< 200	verboten

N O R M A L S P U R

(AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen)

10 GRUNDLAGEN UND FORMELN ZUM BERECHNEN DER FREIEN ABSTÄNDE

Die nachstehend dargestellten Grössen sind für die Berechnung der Auslenkung relevant. Sie sind in den Formeln in [m] einzusetzen. Bei einer konkreten Lü-Sendung nicht auftretende Grössen werden gleich 0 gesetzt (Beispiel: p bei einem Zweiachser).



A 1. Zwischenbrücke
B 2. Zwischenbrücke, asymmetrische Bauart
C 2. Zwischenbrücke, symmetrische Bauart

N O R M A L S P U R

(AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen)

10.1 **Berechnung der Auslenkung, Formelglied Dp für Drehgestelle und Zwischenbrücken:**

$D0 = p \cdot np - np^2$ Drehgestell, allgemeingültige Formel

$D0 = \frac{p^2}{4}$ Drehgestell, Normalfall (Drehzapfen in Drehgestellmitte)

$D1 = a1 \cdot n1 - n1^2$ Bei 1 Zwischenbrücke sowie 2 Zwischenbrücken, symmetrische Bauart

$D1 = \frac{a1 \cdot n1 - n1^2}{2}$ Bei 2 Zwischenbrücken, asymmetrische Bauart

$D2 = a2 \cdot n2 - n2^2$ Bei 2 Zwischenbrücken

$Dp = D0 + D1 + D2$ Formelglied für Drehgestelle und Zwischenbrücken

10.2 **Berechnung der gesamten Auslenkung:**

R Kurvenradius [m]
c Summe der Querspiele [mm] des Wagens
Di Auslenkung [mm] eines Querschnittes ni zur Bogeninnenseite
Da Auslenkung [mm] eines Querschnittes na zur Bogenaussenseite
Die in eckige Klammern gesetzten Formelteile sind im geraden Gleis gleich 0.

$$Di_R = \left[\frac{a \cdot ni - ni^2 + Dp}{2 \cdot R} \cdot 1000 \right] + c$$

$$Da_R = \left[\frac{a \cdot na + na^2 - Dp}{2 \cdot R} \cdot 1000 \right] + c \cdot \frac{2 \cdot na + a}{a}$$

10.3 **Berechnung des seitlichen Raumbedarfs ab Gleisachse im Kurvenradius R:**

Bi Halbe Breite der Ladung [mm] im Querschnitt ni
Ba Halbe Breite der Ladung [mm] im Querschnitt na
Zi Seitlicher Raumbedarf [mm] im Querschnitt ni nach der Kurveninnenseite
Za Seitlicher Raumbedarf [mm] im Querschnitt na nach der Kurvenaussenseite
Zg Seitlicher Raumbedarf [mm] in der Geraden

$$Zi_R = Bi + Di_R$$

$$Za_R = Ba + Da_R$$

$$Zg = \max\left(Zi_{R\infty}, Za_{R\infty}\right)$$

N O R M A L S P U R

(AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen)

10.4 **Berechnung des minimalen Gleisabstandes für Begegnungen und Parallelfahrten mit Fahrzeugen auf einem Nachbargleis:**

R Kurvenradius [m]

G1 Minimaler Gleisabstand [mm] für Begegnung mit einem Fahrzeug ohne Lü

G2 Minimaler Gleisabstand [mm] für Begegnung mit einer identischen Lü-Sendung

Die in eckige Klammern gesetzten Formelteile sind im geraden Gleis gleich 0.

$Z_R = max \quad (Zi_R,\ Za_R)$ Massgebender seitlicher Raumbedarf

$G1_R = Z_R + 1575 + \left[\frac{8000}{R}\right] + 42.5 + 200$ Für R >= 250 m

$G1_R = Z_R + 1575 + \left[\frac{60\,000}{R} - 208\right] + 42.5 + 200$ Für R < 250 m

$G2_R = 2 \cdot Z_R + 200$ Für beliebigen Kurvenradius R

METERSPUR

AB 47.2 Begrenzung der Fahrzeuge und Ladungen

1 Die Fahrzeuge der Meterspurbahnen und deren Ladungen dürfen unter Berücksichtigung der in den gemeinsamen AB-EBV zu Art. 18/47, Meterspur, AB 18.2/47.2 und den in Ziffer 6 dargestellten Einstellungen in einem Gleis mit einer Spurweite s = 1'030 mm die massgebende Bezugslinie nicht überschreiten.

Ladungen, welche die obere Begrenzung der Bezugslinie überschreiten, dürfen in diesem Bereich keine beweglichen Teile aufweisen und müssen bahngeerdet sein.

2 Für Fahrzeugteile im unteren Bereich ist bei der Bestimmung der Mindesthöhen über Schienenoberkante sowohl eine gleichmässige als auch eine einseitige Einfederung zu überprüfen. Der ungünstigere Wert ist zu berücksichtigen. Dabei ist für Triebwagen und alle Wagen das gesamte Spiel der Federung, für Lokomotiven das 1,3-fache Dienstgewicht der abgefederten Massen in Rechnung zu setzen.

3 Arbeitsgeräte zur Schneeräumung, Gleisumbaumaschinen usw. dürfen während des Arbeitseinsatzes ihrem Zweck entsprechend die massgebende Bezugslinie überschreiten. Die Bahnverwaltung erlässt die nötigen Vorschriften, damit keine Gefährdungen oder Störungen des ordnungsgemässen Bahnbetriebs entstehen.

4 Ausgeklappte Spiegel und Trittbretter sowie offene Türen dürfen bei Stillstand der Fahrzeuge die Bezugslinie nur dann überschreiten, wenn die Funktion der Sicherheitsräume gemäss AB-EBV zu Art. 18, AB 18.3 nicht beeinträchtigt wird und Gefährdungen von Fahrzeugen – insbesondere bei Kreuzungen mit anderen Fahrzeugen – sowie von festen Anlagen bzw. zeitweiligen Einbauten vermieden werden. Das Gleiche gilt bei der Fahrt für Spiegel im Höhenbereich zwischen 1,7 m und 3,0 m über SOK sowie, bei Rangierbewegungen für ausgeklappte Trittbretter und offene Türen.

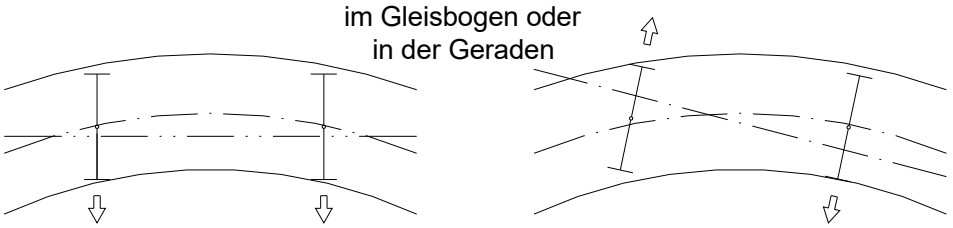
5 In begründeten Fällen dürfen Bahnräumer, die auch für die Schneeräumung dienen, die massgebende Begrenzungslinie des Fahrzeuges überragen. Die Freihaltung des zusätzlichen Raumbedarfs ist durch die Infrastrukturbetreiberin nachzuweisen und dauerhaft sicherzustellen.

METERSPUR

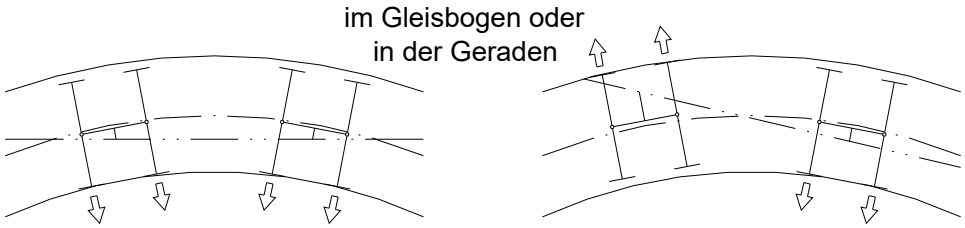
(AB 47.2)

6 EINSTELLUNG DER FAHRZEUGE IM GLEIS

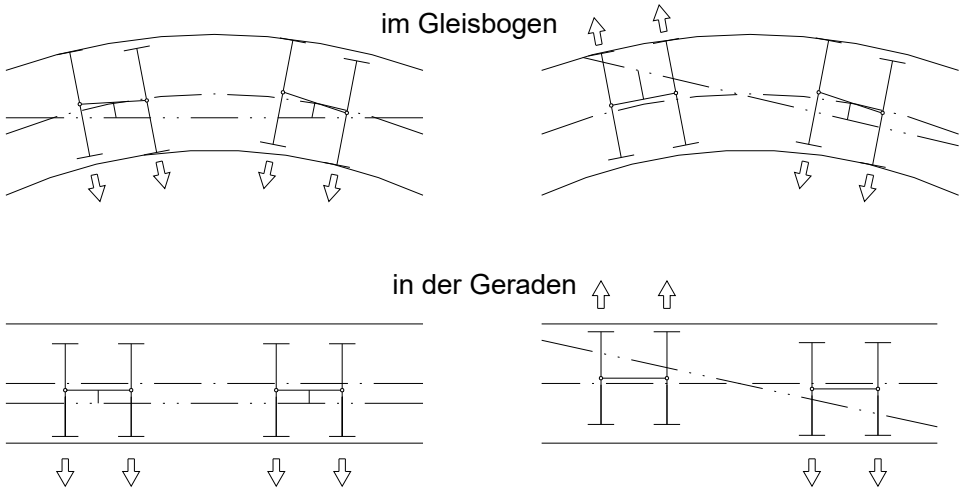
2-achsige Fahrzeuge – Drehgestelle und mit ihnen verbundene Teile



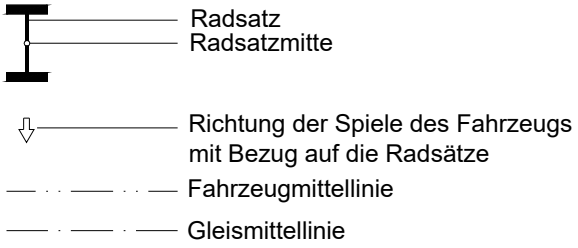
Drehgestell - Triebfahrzeuge 1)



Drehgestell - Wagen



1) Triebwagen mit einem Anfahr-Haftwert < 0,2 können wie Drehgestellwagen behandelt werden



AB 48.2 relevante Bestimmungen

1 Behindertengerechte Gestaltung

1.1 Für die behindertengerechte Gestaltung des Innenraums ist AB-EBV zu Art. 51, AB 51.1 Ziff. 3 (Behindertengerechte Gestaltung) massgebend.

1.2 Für die behindertengerechte Gestaltung des Türbereichs sind AB-EBV zu Art. 53, AB 53.1 Ziff. 2 (Erkennbarkeit der Türen), 3 (Anforderungen an die Türöffnungstasten) und 4 (Rollstuhl- und Rollatorzugang) massgebend.

AB 49.1 Energieerfassung nicht interoperable Fahrzeuge[1]

1 Erfassung des Energieverbrauchs.

1.1 Die verbrauchte elektrische Energie ist in Echtzeit zu erfassen. Die Energiebilanz ist auszuweisen.

1.2 Kann ein Fahrzeugbetreiber darlegen, dass er den effektiven Energieverbrauch während der Fahrt eines Fahrzeugs auf andere Weise erfassen und verfolgen kann, kann auf ein Erfassungssystem auf dem Fahrzeug verzichtet werden.

1.3 Die erfassten Daten sollen von den Fahrzeugbetreibern und den Infrastrukturbetreibern ausgewertet werden, um Effizienzpotenziale zu ermitteln, Energiesparmassnahmen anzuordnen und die Wirksamkeit bereits getroffener Massnahmen zu überprüfen.

1.4 Die Daten sollen dem Lokführer in Echtzeit in geeigneter Weise zur Verfügung gestellt werden, um eine energieeffiziente Fahrweise zu unterstützen, ohne dass eine Ablenkung von den sicherheitsrelevanten Aufgaben resultiert.

1.5 Die Daten können zur verbrauchsbasierten Abrechnung des Energiebezugs verwendet werden. Die Infrastrukturbetreiberin legt in diesem Fall die Voraussetzungen an die Datenqualität und -übermittlung fest. Um die Kommunikationsschnittstelle zu den festen Anlagen sicherzustellen wird die Anwendung der SN EN 50159[2] empfohlen.

1.6 Spezialfahrzeuge gemäss Art. 56 Abs. 1 EBV sowie Fahrzeuge, die innerhalb von 5 Jahren nach Inkrafttreten dieser Regelung ausser Betrieb genommen werden, bedürfen keiner Erfassung des Energieverbrauchs.

AB 49.2 Geltungsbereich

1 Dies gilt insbesondere für Fahrzeuge, welche auf Anschlussgleisen verkehren und nur zu den Übergabepunkten in einem Bahnhof oder einem Gleis auf einer interoperablen Strecke fahren.

[1] Präzisierung zu Art. 10 EBV.
[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 50.1 Elektrische Teile von Fahrzeugen

1 Grundsatz zur Schutzerde

Die Schutzerde der Schienen-Fahrzeuge ist so auszuführen, dass es zu keinen personengefährdenden Berührungsspannungen kommen kann.

1.1 Zu berücksichtigen sind Artikel 54 Abs. 1, Artikel 55 und Artikel 57 der Starkstromverordnung vom 30. März 1994[1] sowie die Niederspannungs-Installations-Norm (NIN), Kapitel 4.1 (Schutz gegen elektrischen Schlag)[2].

1.2 Bezüglich Schutzerde sind SN EN 50153[2], SN EN 50343[2] und SN EN 60349-1[2] sinngemäss anzuwenden.

1.3 Ausser bei metallischen Schutzabdeckungen von elektrischen Anlageteilen gelten gesicherte Verschraubungen ohne isolierend wirkende Zwischenschicht bei entsprechendem Querschnitt als Erdverbindung.

2 Erdungskonzept

Die Erdung aller Bauelemente und Systeme von Fahrzeugen ist mittels eines Konzeptes zu definieren und entsprechend umzusetzen.

2.1 Das Erdungskonzept besteht aus:

a. Erdungsschema,

b. Definition der Leitungsquerschnitte,

c. FMEA-Bericht zu Schutzkonzept und Bauteilerdung,

d. Nachweis der Impedanz zwischen Fahrzeugkörper und Schutzleiter.

2.2 Die Prüfung der Erdverbindungen ist gemäss den Anforderungen in der SN EN 50153, Ziff. 6.4.4 durchzuführen.

3 Isolation

Die Isolation von Fahrzeugen ist so auszuführen, dass die auftretenden Spannungen beherrscht werden und es zu keinen Überschlägen kommt.

3.1 Bezüglich Luft- und Kriechstrecken ist die SN EN 50124-1[2] anzuwenden.

3.2 Die Isolationsfestigkeit ist gemäss SN EN 60077-1[2] zu prüfen.

---

[1] SR **734.2**

[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 50.1)

3.3 Die Prüfung der einzelnen Geräte (insbesondere Trafo, Traktionsmotor, Stromrichter) hat gemäss den jeweiligen Normen zu erfolgen.

3.4 Die Isolation bei Trolleybussen ist gemäss SN EN 50502[3] auszuführen.

3.5 Die periodischen Prüfungen bei Trolleybussen sind nach den in der SN EN 50502 vorgegebenen Werten durchzuführen.

3.6 Die Werte der periodischen Prüfung der SN EN 50502 gelten auch für überholte Trolleybusse.

3.7 Bei Trolleybusse deren Isolation nicht dem Stand der SN EN 50502 entspricht sind kürzere Prüfintervalle mit Sichtprüfungen der Einstiegbereiche durch Elektrofachkräfte durchzuführen.

3.7.1 Die periodischen Prüfungen dieser Trolleybusse sind spätestens nach ca. 2 Monaten oder nach ca. 7500 km Fahrstrecke, je nach dem welcher Grenzwert zuerst erreicht wird und nach Instandhaltungseingriffen an der elektrischen Ausrüstung durchzuführen.

4 <u>Unzulässige Spannungen</u>

Um Personen- und Sachschaden zu vermeiden, ist das Fahrzeug so auszuführen, dass der Schutz vor externen und internen unzulässigen Spannungen gewährleistet ist.

4.1 Schutzmassnahmen gegen elektrische Gefahren müssen in Übereinstimmung mit der SN EN 50153[3] ausgeführt sein.

4.2 Die Dachanordnung von Nieder- und Kleinspannungsgeräten sowie deren Schutz sind so auszuführen, dass Hochspannungsüberschläge vermieden werden.

4.3 Das Fahrzeug muss vom besetzten Führerstand aus sicher und allpolig von der Fahrleitung abgeschaltet werden können.

4.4 Bezüglich Sicherheitsanforderungen und Verbindungssystemen ist für Trolleybusse die SN EN 50502 anzuwenden.

[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 50.1)

5 Schaltkreise

Die Schaltkreise der Fahrzeuge sind gegen Überstrom abzusichern.

5.1 Für die Auslegung und den Schutz von Schaltkreisen für Eisenbahnfahrzeuge ist die SN EN 50153[4] und für die Trolleybusse ist die SN EN 50502[4] anzuwenden.

5.2 Fahrzeuge mit Stromabnehmern sind mit einem Hauptschalter auszurüsten, der sämtliche Stromkreise von der Fahrleitung trennt.

5.3 Triebfahrzeuge sind mit mindestens einer selbsttätigen Ausschaltvorrichtung vor Beschädigung durch Überstrom zu schützen. Diese Abschaltvorrichtung muss in der Lage sein, fahrzeuginterne Kurz- und Erdschlüsse selbsttätig und sicher zu unterbrechen.

5.4 Die einzelnen Schaltkreise müssen voneinander unabhängig durch selbsttätige Abschaltvorrichtungen gegen Überströme geschützt sein.

5.5 Werden elektrische Bremsen verwendet, so ist bei deren Ausfall sicherzustellen, dass der Bremsvorgang automatisch und zuverlässig fortgesetzt wird.

5.6 Zur Vermeidung von unzulässiger Überhitzung müssen die elektrischen Wärmerzeuger mit einer Schutzeinrichtung versehen sein.
Die Schutzeinrichtung muss unabhängig von der Regelung und der Energiequelle wirken und den Laststrom sicher unterbrechen.

6 Leitungs-Querschnitte

Leitungs-Querschnitte sind so zu dimensionieren, dass es zu keinen übermässigen Erwärmungen kommt.

6.1 Die Auslegung und Installation von elektrischen Leitungen hat gemäss SN EN 50343[4] zu erfolgen.

6.2 Die koordinierte Dimensionierung von Leitungsquerschnitt und Leitungsabsicherung hat gemäss SN EN 60865-1[4] zu erfolgen.

7 Oberschwingungs-Verhalten

Die Fahrzeuge dürfen keine Oberschwingungen produzieren, welche zu Störungen im Eisenbahn-Gesamtsystem führen. Die Regelung muss so erfolgen, dass es zu keinen unerwünschten Netz-Resonanzen kommen kann.

7.1 Die Vorgaben des jeweiligen Infrastrukturbetreibers sind zu beachten und einzuhalten.

7.2 Die Kompatibilität ist gemäss SN EN 50388[4] und SN EN 50238-1[4] nachzuweisen.

[4] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 50.1)

8 Gefahrenzonenannäherung

Das Eindringen von Personen oder Sachen in die Gefahrenzone von spannungsführenden Teilen, ist zu verhindern.

8.1 Die Abdeckungen, Verriegelungen und Kennzeichnungen von spannungsführenden Teilen und Geräten sind gemäss SN EN 50153[5], SN EN 60529[5] und SN EN 60349-1[5] und Art. 72 der Starkstromverordnung vom 30. März 1994 auszuführen.

8.2 Für Trolleybusse ist die SN EN 50502[5] anzuwenden.

8.3 Das Eindringen in den Gefahrenbereich der Fahrleitung, insbesondere durch Besteigen von Fahrzeugen, ist nur nach vorschriftsgemässem Kurzschliessen, Erden bzw. Verbinden mit der Rückleitung erlaubt.

8.4 Apparatedeckel mit Bedienelementen sind zu erden.

8.5 Apparatekasten von Kleinspannungskreisen können gemäss SN EN 50153, Bereich 1, geerdet werden.

8.6 Metallische Bauelemente auf dem Dach sind zu erden.

8.7 Abschlussvorrichtungen von Apparateräumen auf Fahrzeugen, die Teile mit Hochspannung enthalten, müssen so beschaffen sein, dass diese nur bei ausgeschalteten, kurzgeschlossenen und geerdeten Schaltkreisen geöffnet werden können.

8.8 Die Stromabnehmer dürfen erst an die Fahrleitung angelegt werden können, wenn die betreffenden Apparateräume abgeschlossen sind.

8.9 Fahrzeuge mit Zugsammelschienen im Hochspannungsbereich müssen mit einer Trenn- und Erdungseinrichtung ausgerüstet sein, mit der man sämtliche an die Zugsammelschiene angeschlossenen Verbraucher in einem Arbeitsvorgang unter Last abschalten kann.

8.10 Das Kuppeln der Zugsammelschiene muss mittels betrieblicher Vorschriften abschliessend geregelt werden.

8.11 Für die Beförderung von Personen bestimmte, offene Fahrzeuge müssen für den Betrieb unter Fahrleitungen so geschützt werden, dass störungsbedingt herunterhängende Teile der Fahrleitung zu einer Abschaltung dieser führen, bevor sie durch im Fahrzeug befindliche Personen berührt werden können.

[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 50.1)

9 Restspannungen

Personen und Sachen dürfen nicht durch Restspannungen gefährdet werden.

9.1 Massnahmen zum Schutz vor Restspannungen sind gemäss SN EN 50153[6] auszuführen.

10 Batterien und Energiespeicher

Batterien und Energiespeicher sind sicher einzubauen und so zu betreiben, dass sie zu keiner Gefährdung von Personen und Sachen führen können.

10.1 Batterien sind gemäss SN EN 50272-2[6] bzw. SN EN 50272-3[6] einzubauen und zu betreiben.

11 Stromabnehmer

Stromabnehmer sind für alle Betriebssituationen so einzustellen, dass weder die Fahrleitung noch der Stromabnehmer beschädigt werden und damit eine kontinuierliche Stromabnahme erfolgt.

11.1 Es muss sichergestellt werden, dass die Stromabnahme weder Schäden, noch ungewöhnlichen Verschleiss oder Schwingungen des Schleifstücks oder der Fahrleitung verursacht.

11.2 Stromabnehmer sind so zu positionieren, dass sie eine möglichst kleine Kurvenerweiterung im Lichtraumprofil zur Folge haben.[7]

11.2.1 Der Stromabnehmer ist in der Fahrzeugs-Längsachse anzuordnen. Bei Fahrzeugen mit Drehgestellen ist er möglichst axial über dem Drehpunkt, bei Rahmenfahrzeugen auf der Senkrechten zur Achswelle, anzuordnen. Somit kann für den Stromabnehmerraum die Kurvenerweiterung e = 0 angenommen werden. Abweichungen sind im Einvernehmen mit der Infrastrukturbetreiberin möglich.

11.3 Das Zusammenwirken zwischen Stromabnehmer und Oberleitung ist für Normalspureisenbahnen nach SN EN 50367[6] nachzuweisen.
Bei Schmalspureisenbahnen kann die Norm sinngemäss angewendet werden.

11.4 Für Trolleybusse ist bezüglich Stangen-Stromabnehmer die SN EN 50502[6] zu berücksichtigen.

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[7] Eingefügt durch Ziff. I der V vom 4. Nov. 2009, in Kraft seit 1. Juli 2010 (AS **2009** 5991).

(AB 50.1)

12 Schalt- und Steuergeräte

Schalt- und Steuergeräte in den Fahrzeugen sind so einzubauen und zu schützen, dass keine Gefährdung für Personen und Sachen entstehen kann.

12.1 Teile der elektrischen Ausrüstung, die sich beim Betrieb stark erwärmen oder Funken bilden, sind so anzuordnen, dass sie keine Gefährdung darstellen.

12.2 Durch geeignete Massnahmen ist zu verhindern, dass Leitungskupplungen unter gefährlicher Spannung oder unter Last geöffnet werden können.

13 Leittechnik und Steuerung

Steuer- und Überwachungseinrichtungen sind wenn möglich so aufzubauen, dass sich eine Störung im Interesse der Sicherheit bemerkbar macht.

13.1 Als Einrichtungen, die im Sinne der Verordnung gebaut sein müssen, kommen insbesondere in Betracht: Steuerung der Bremsen (elektrisch, pneumatisch und hydraulisch), Traktionssteuerung, Sicherheitseinrichtungen (Übergeschwindigkeitsauslöser, Zugbeeinflussung usw.), Türverriegelung.

13.2 Die Traktionsabschaltung muss sicher sein und für ferngesteuerte Triebfahrzeuge in Mehrfachtraktion (Vielfachsteuerung) über mindestens zwei voneinander unabhängige Befehlspfade erfolgen.

13.3 Sofern entsprechende Konstruktionen oder Schaltungen mit vertretbarem Aufwand nicht ausführbar sind, müssen periodische Kontrollen leicht durchführbar sein.

13.4 Funktionen deren Fehlverhalten (Störungen) die Sicherheit beinträchtigen können, sind sicherheitsrelevante Funktionen.

13.4.1 Für sicherheitsrelevante Funktionen ist der Nachweis der funktionalen und technischen Sicherheit zu erbringen.

13.4.2 Sicherheitsrelevante Funktionen sind z. B. in folgenden Bereichen enthalten: Fahrzeugsteuerung, Traktions- und Bremssteuerung, Zugbeeinflussungssysteme, Sicherheitseinrichtungen, Neigezugsteuerung, automatische Zugsteuerung, Türsteuerungen.

13.4.3 Beim Auftreten von Einfachfehlern in sicherheitsrelevanten Steuer- und Überwachungseinrichtungen muss die Sicherheit gewährleistet bleiben und eine entsprechende Fehleroffenbarung erfolgen

(AB 50.1)

13.4.4 Bei Zahnradbahnfahrzeugen sind die folgenden sicherheitsrelevanten Funktionen in einer Sicherheitsbaugruppe zu realisieren:
- Betriebsartenüberwachung,
- Rückrollschutz,
- Übergeschwindigkeitsüberwachung und -auslösung,
- Verzögerungsüberwachung.

Die oben aufgeführten sicherheitsrelevanten Funktionen müssen redundant ausgeführt werden.

13.5 In jedem Führerstand muss es jederzeit und nachweislich sicher möglich sein, eine Schnellbremsung mit selbsttätiger Traktionsabschaltung vorzunehmen.

14 Gleit und Schleuderschutz

Die Streckentriebfahrzeuge weisen Vorrichtungen auf, die das Schleudern und Gleiten der Räder vermindern.

14.1 Vorrichtungen im Sinne dieser Vorschrift sind z. B. Sander, Gleitschutzregler, Schleuderbremse, geeignete Schaltung und Zugkraft - Geschwindigkeits-charakteristik.

15 Geschwindigkeitsmesser und Fahrdatenregistrierung

Triebfahrzeuge und Steuerwagen müssen eine Fahrdatenregistrierung mit bleibender Aufzeichnung sowie, im besetzten Führerstand, eine Geschwindigkeitsanzeige aufweisen.

15.1 Die Aufzeichnungen müssen zur Auswertung und Aufbewahrung entnommen werden können.

15.2 Zusätzlich zum Geschwindigkeitsverlauf (in Abhängigkeit von Weg und Zeit) sind folgende Funktionen zu registrieren:

15.2.1 Einleitung einer Schnellbremsung durch den Triebfahrzeugführer bei Fahrzeugen, die zahlreiche Bahnübergänge oder Strecken ohne unabhängigen Bahnkörper zu befahren haben.

15.2.2 Signalübertragung der Zugbeeinflussung oder andere Informationsübertragungen von der Strecke her;

15.2.3 Über die Registrierung weiterer Betätigungen oder Funktionen (z. B. Pfeife, Getriebeumschaltung bei Zahnradbahnen) wird während dem Zulassungsverfahren von Fall zu Fall entschieden.

15.3 Für Strassenbahn-Fahrzeuge und mit Rangiertriebfahrzeugen geführte Züge genügt eine Fahrdatenregistrierung mit bleibender Aufzeichnung die nur den Verlauf der Geschwindigkeit auf den letzten zurückgelegten Wegstrecken (Restwegschreiber) aufzeichnet, sowie im besetzten Führerstand, eine Geschwindigkeitsanzeige.

AB 50.2 Sicherheitssteuerung und Zugbeeinflussungssystem

1 Zugkompositionen sind mit einer Sicherheitssteuerung und einer Wachsamkeitskontrolle auszurüsten, die bei Dienstunfähigkeit des Triebfahrzeugführers oder der Triebfahrzeugführerin den Zug auf jedem Streckenabschnitt zum Stillstand bringen kann.

1.1 Als Sicherheitssteuerung wird eine Einrichtung bezeichnet, bei welcher der Triebfahrzeugführer ein spezielles Bedienungsorgan (z. B. Pedal oder Taste) dauernd zu betätigen hat. Wird diese Betätigung unterbrochen, so muss ein akustisches Signal unmittelbar oder nach maximal 3 s auf den unbetätigten Zustand aufmerksam machen.

1.1.1 Sofern nicht von neuem eine Betätigung erfolgt, muss nach einer Warndauer von 3 s bis 5 s bzw. einem durchfahrenen Weg von 50 m bis 100 m automatisch die Zugkraft unterbrochen und der Zug so rasch wie möglich zum Stillstand gebracht werden. Die Überwachung kann sowohl in Funktion der Zeit als auch des Weges erfolgen.

1.1.2 Das Ansprechen darf zwecks grösserer Bewegungsfreiheit bzw. Übersicht des Triebfahrzeugführers bei Rangierfahrten im Geschwindigkeitsbereich unter 15 km/h verhindert werden, sofern dies selbsttätig erfolgt und eine eingeleitete Bremsung dadurch nicht beeinträchtigt wird.

1.1.3 Die Bedienungsorgane (Pedal, Tasten usw.) sind so anzuordnen und zu dimensionieren (Federkraft, Drehpunkt), dass sie bei Handlungsunfähigkeit des Triebfahrzeugführers, insbesondere auch bei Anordnung für sitzende Bedienung, sicher ansprechen.

1.2 Bei der Wachsamkeitskontrolle muss der Triebfahrzeugführer seine Dienstbereitschaft in gewissen Zeit- oder Wegabständen zusätzlich durch bestimmte Tätigkeiten (z. B. Loslassen und erneutes Treten des Pedals, Betätigung der Fahr- oder Bremssteuerung) bestätigen.

1.2.1 Bleibt diese Tätigkeit während der Fahrt über eine Wegstrecke von 500 m bis 1600 m oder während ca. 30 s bis 60 s aus, muss ein akustisches Signal (welches sich deutlich vom akustischen Signal der Sicherheitsteuerung unterscheidet) darauf aufmerksam machen.

1.2.2 Erfolgt hierauf kein Eingreifen, so muss nach einer Fahrstrecke von weiteren ca. 200 m automatisch eine Schnellbremsung des ganzen Zuges eingeleitet und die Zugkraft unterbrochen werden.

1.3 Hat die Sicherheitssteuerung angesprochen, so darf sie nicht lediglich durch erneute Betätigung des zugehörigen Bedienungsorgans
(z. B. durch erneutes Niedertreten des Pedals ohne Zusatzbetätigung) zurückgestellt werden können.

1.4 Das richtige Funktionieren der Sicherheitssteuerung muss mit geringem Aufwand geprüft werden können.

1.5 Zusätzlich zu den AB-EBV zu Art. 50, AB 50.2 sind die AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.c Ziffer 1 - 4.4 zu beachten.

(AB 50.2)

2 Auf den entsprechend ausgerüsteten Streckenabschnitten muss die Zugbeeinflussung den Zug zum Stillstand bringen können. Die Zugbeeinflussung muss den Triebfahrzeugführer unterstützen mit dem Ziel, die zulässigen Maximalgeschwindigkeiten nicht zu überschreiten.

2.1 Die Zugbeeinflussung darf auf die gleichen Apparate wie die Sicherheitssteuerung (AB 50.2) einwirken. Über die Einwirkung auf Rangierfahrten wird von Fall zu Fall entschieden.

2.2 Folgende Bedingungen müssen durch die Zugbeeinflussung erfüllt werden:

2.2.1 Einbegriffige Zugbeeinflussung mit Zwangshalt:

2.2.1.1 Bei Vorbeifahrt an einem entsprechend ausgerüsteten Signal muss sie bei dessen Haltstellung automatisch eine Schnellbremsung bewirken (= Zwangshalt).

2.2.1.2 Vor der Weiterfahrt nach einem Zwangshalt soll sie dem Triebfahrzeugführer bewusst machen, weshalb der Zug zum Stillstand gekommen ist, und seine entsprechende Bestätigung abwarten.

2.2.1.2.1 Diese Bestätigung darf in dem normalerweise für den Fahrbetrieb nötigen Bedienungsbereich des Triebfahrzeugführers nicht möglich sein (z. B. Rückstelltaste im Apparatekasten an der Führerstands-Rückwand oder in einem Apparateraum) oder nur im Stillstand möglich sein.

2.2.1.2.2 Sofern nötig, soll die Einwirkung der Einrichtung auf Bremse und Antrieb zwecks Vorbeifahrt an Halt gebietenden Signalen (Rangierfahrten oder Signalstörungen) vom Führerstand aus mittels einer Rangiertaste unterdrückt werden können. Dabei muss automatisch gewährleistet sein, dass die Funktion «Zwangsbremsung» nur während begrenzter Zeit unwirksam ist oder in diesem Zustand nicht mit höherer Geschwindigkeit gefahren werden kann. Dieser und der ausgeschaltete Zustand der Zugbeeinflussung muss im Führerstand angezeigt werden.

2.2.2 Mehrbegriffige Zugbeeinflussung («Halt», «Warnung» und eventuell «Fahrt») mit punktueller Überwachung:

2.2.2.1 Zusätzlich zu den Bedingungen unter Ziff. 2.2.1 muss sie bei Vorbeifahrt an einem entsprechend ausgerüsteten Signal bei dessen Warnstellung als Warneinrichtung wirksam sein.

2.2.3 Für Zugbeeinflussungen mit kontinuierlicher Überwachung darf die Bestätigung des Triebfahrzeugführers auch vom Führertisch aus möglich sein, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

2.2.3.1 Die Geschwindigkeitsüberwachung muss über den ganzen Fahrtablauf wirken.

2.2.3.2 Jedes Einleiten eines Zwangshalts muss registriert werden.

2.2.3.2.1 Zu registrieren sind Grund, Ort und Zeitpunkt. Aus den registrierten Daten muss der Grund für das Ansprechen eindeutig hervorgehen.

2.2.3.2.2 Dem Triebfahrzeugführer ist der Grund für das Einleiten anzuzeigen.

(AB 50.2)

2.2.3.3 Die Rückstellbetätigung soll nur durch eine unübliche Mehrtastenbedienung möglich sein.

2.2.3.4 Die Rückstellung darf nur im Stillstand möglich sein.

2.2.3.5 Umgehungsmöglichkeiten für Vorbeifahrt an gestörten Signalen, das Befahren von gestörten Weichen und Bahnübergängen usw., nötigenfalls mit reduzierter Geschwindigkeit, sind anzubieten.

2.2.3.6 Sofern die Zugbeeinflussung auch im Rangierbetrieb Überwachungsfunktionen anbietet, muss diese Betriebsart auf dem Führerstand vorgewählt werden können.

2.3 Das richtige Funktionieren der Zugbeeinflussung muss mit geringem Aufwand geprüft werden können (z. B. Prüftaste, Prüfstrecke).

3 Geeignete Massnahmen müssen bewirken, dass nach Ansprechen von Sicherheitssteuerung oder Zugbeeinflussung die dadurch ausgelöste Bremswirkung ausreichend lange erhalten bleibt.

3.1 Die Bedingung, dass nach dem Ansprechen der Sicherheitssteuerung oder der Zugbeeinflussungseinrichtung die Bremskraft der mit ihr betätigten Bremse erhalten bleiben soll, kann als erfüllt betrachtet werden, wenn

3.1.1 entweder ein Zugbegleiter den Zug sichern kann oder

3.1.2 bei unbegleiteten Zügen folgende Massnahmen getroffen sind:

	Grösste zu befahrende Neigung in ‰:	Formation des Zuges: Personentriebwagen alleinfahrend:	Triebfahrzeug mit gebremster Anhängelast
3.1.2.1	0 ... 30	Kontrolle der Bremskrafterhaltung spätestens nach 3 Monaten	die Anhängelast muss mit automatischer Bremse ausgerüstet sein.
3.1.2.2	31 ... 50	Kontrolle der Bremskrafterhaltung spätestens nach 3 Monaten; zudem müssen mindestens 2 unabhängige Bremszylinder vorhanden	Kontrolle der Bremskrafterhaltung des Triebfahrzeuges und eines Anhängewagens spätestens nach 3 Monaten. sein.
3.1.2.3	> 50	Das Triebfahrzeug muss eine von äusseren Energiequellen vollständig unabhängige Bremse (z. B. Federspeicherbremse, Verklinkung des Bremsgestänges im gebremsten Zustand) aufweisen.	

(AB 50.2)

4 Eine Fahr- und Bremsautomatik darf die Wirkung der Sicherheitseinrichtungen nicht beeinträchtigen.

4.1 Als Sicherheitseinrichtungen, die durch eine Fahr- und Bremsautomatik nicht beeinträchtigt werden dürfen, gelten:

4.1.1 Sicherheitssteuerung und Wachsamkeitskontrolle;

4.1.2 Übergeschwindigkeitsauslöser sowie die dazugehörige Steuerung, insbesondere bei Zahnradbahnen.

5 Sofern die Informationsübertragung zwischen festen Anlagen und Fahrzeugen sicherheitstechnische Funktionen erfüllt, müssen angemessene Sicherheit und Verfügbarkeit gewährleistet sein.

5.1 Unter Informationsübertragung wird verstanden:

5.1.1 Die Übermittlung von Informationen auf radioelektrischem Weg (Funk),

5.1.2 die Übertragung der Fahrerlaubnis und Fahrwegbeschreibung der Streckensicherungsanlagen auf den Zug (z. B. ETCS).

AB 51.1 Mechanische Teile und Systeme

1 Laufwerke

Werkstoffe, Konstruktion und Abmessungen der Laufwerke müssen den sicheren Lauf der Fahrzeuge gewährleisten.

1.1 Auf den in Frage kommenden Gleisabschnitten müssen selbst die Bogen mit den kleinsten Kurvenradien einwandfrei befahren werden können.

1.2 Die Räder müssen in der Regel Radkörper aus Walz- oder Schmiedestahl bzw. aus Stahlguss sowie aufgezogene (z. B. aufgeschrumpfte) stählerne Radreifen haben oder aus einem Stück aus Walz- oder Schmiedestahl bestehen. Werden Radkörper aus anderen Materialien verwendet, so muss auf deren technologische Eigenschaften besonders geachtet werden.

1.3 Der Festigkeitsnachweis von Rädern folgt den Vorgaben von SN EN 13260[2], SN EN 13262[2] und SN EN 13979-1[2]. Bei hinreichend niedrigen Auslastungsgraden genügt der rechnerische Nachweis. Im Übrigen gilt die Richtlinie «Strukturnachweise Meter- und Spezialspurbahnen» des BAV.

1.4 Nachweise für bereifte Räder erfolgen in Anlehnung an die obengenannten Normen.

1.5 Der gesamte Umfang des Radreifens muss auf dem Radkörper durchlaufend aufliegen und gegen unzulässige axiale Verschiebung gesichert sein (Sprengring oder andere konstruktive Massnahmen).

1.6 Bei Rädern mit eingebauter Gummifederung muss auf die Führungssicherheit im Gleis sowie auf die Ableitung der beim Bremsen entstehenden Wärme geachtet werden.

1.7 Für die Masse der Räder und Radreifen der nicht interoperablen Normalspurbahnen sind die Einheitlichen Technischen Vorschriften (ETV) des Übereinkommens über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF 1999)[1] zu beachten.

1.8 Die Breite der Radreifen (oder entsprechender Teile bei Vollrädern) muss im neuen Zustand in der Regel betragen:

	höchstens	mindestens	
1.8.1	126 mm *)	119 mm *)	bei Fahrzeugen auf Meterspurbahnen
		110 mm	bei Fahrzeugen auf 750 mm-Spur-Bahnen
1.8.2	–	80 bis vorzugsweise 90 mm	bei Fahrzeugen im Strassenbahnbereich

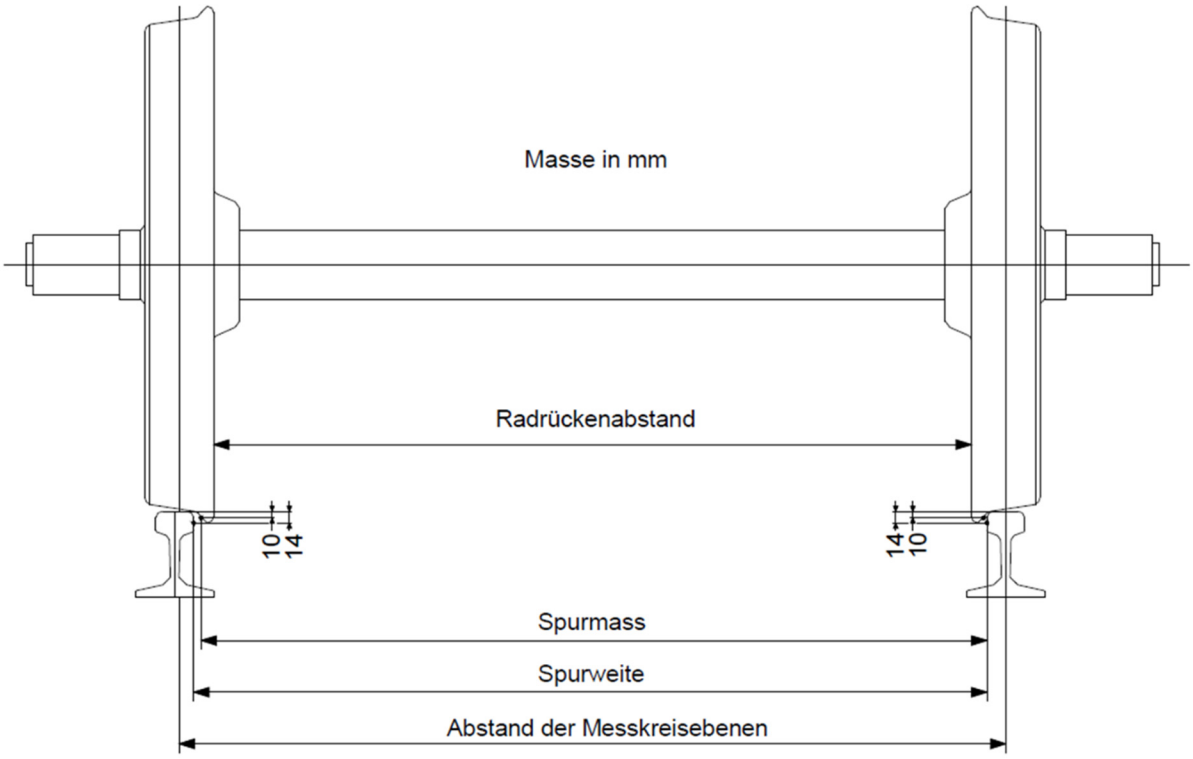
*) Für Meterspur gilt die Regelung R RTE 29500 «Standardisierung Radsätze und Weichen Meterspur»[2].

1.9 Bei der Festlegung der Dicke und der zulässigen Abnützung der Radreifen ist der mechanischen und thermischen Beanspruchung Rechnung zu tragen; in jedem Fall muss noch die zuverlässige Verbindung zwischen Radkörper und Radreifen gewährleistet sein.

[1] COTIF 1999 «Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr», siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[2] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 51.1)

1.10 Die zulässige Abnützung der Radkränze muss durch eine auf der äusseren Stirnfläche eingedrehte Rille überprüfbar sein.



1.11 Der Radrückenabstand eines Radsatzes zwischen den inneren Stirnflächen der Radkränze, bei leerem oder beladenem Fahrzeug, in Schienenhöhe gemessen, muss betragen:

mindestens 935 +1/-2 mm *) bei Meterspur

1.12 Die beiden Messkreisebenen eines Radsatzes sind in folgenden Abständen anzunehmen:

1050 mm bei Meterspur

Spurweite + 50 mm bei kleineren Spurweiten als Normal- und Meterspur

*) Für Meterspur gilt die Regelung R RTE 29500 «Standardisierung Radsätze und Weichen Meterspur»[3] des VöV.

[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 51.1)

1.13 Das Spurmass eines Radsatzes, 10 mm ausserhalb der Messkreisebenen über die Spurkränze gemessen, darf betragen:

höchstens	mindestens	
989 mm *)	975 mm *)	bei Meterspur
Spurweite - 8 mm	Spurweite - 20 mm	bei kleineren Spurweiten als Normal- und Meterspur

1.14 Die Spurkranzhöhe, über dem Messkreis gemessen, darf betragen:

höchstens	mindestens	
38 mm *)	28 mm *)	bei Schmalspur, max. 41 mm bei Zahnrad-Triebfahrzeugen zulässig
–	13 mm	bei Strassenbahnfahrzeugen

1.15 Das qR-Mass darf betragen:

im Neuzustand	mindestens	
1.15.1 7,23 mm *)	4,5 mm *)	bei Meterspur

Bemerkungen:
Sollte die Bauart der Weichen die Anwendung der Masse nach Ziff. 1.10 bis Ziff. 1.14 für Meterspur nicht zulassen, kann die Aufsichtsbehörde bis zur vollzogenen Anpassung der Weichen gemäss AB-EBV zu Art. 32, AB 32.1, Ziff. 7.2 abweichende Masse gestatten (Radsatz «B» gemäss Regelung R RTE 29500 «Standardisierung Radsätze und Weichen Meterspur»[4] des VöV).

Für Fahrzeuge mit Übergang auf einen Strassenbahnbereich haben sich die Radsatzabmessungen zudem nach den Anforderungen der Rillenschienenanlagen zu richten.

*) Für Meterspur gilt die VöV-Regelung R RTE 29500 «Standardisierung Radsätze und Weichen Meterspur».

1.16 Bei der Auslegung der Radsatzwelle sind folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

Die äusseren Kräfte, vertikale und horizontale Stosszuschläge, Kerbwirkungen infolge Querschnittsänderungen und Oberflächenbeschaffenheit, Presssitze sowie die Dauerfestigkeitswerte des Materials.

1.17 Die SN EN 13103-1[4] und DIN CEN/TS 13103-2[4] sind entsprechend den jeweiligen Anwendungsbereichen für die Auslegung von Radsatzwellen anzuwenden. Die Vorgaben der SN EN 13261[4] sind zu berücksichtigen.

[4] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 51.1)

1.18 Die Lasten aus SN EN 13103-1[5] und DIN CEN/TS 13103-2[5] dürfen bei Bahnen mit überwiegend touristischem Charakter in Abhängigkeit von der tatsächlichen Jahreslaufleistung Fahrzeuge abgemindert werden. Die Einzelheiten sind der Richtlinie «Strukturnachweise Meter- und Spezialspurbahnen» des BAV zu entnehmen.

1.19 Räder, Radsatzwellen / Portalachsen der Fahrzeuge sind in regelmässigen Abständen zerstörungsfrei zu prüfen. Die Intervalle für die Prüfung sind auf Grundlage von nachvollziehbar dokumentierten Risikobeurteilungen festzulegen. Eine ausschliesslich visuelle Prüfung ist nicht zulässig. Das Vorgehen folgt den einschlägigen Instandhaltungsregelwerken der Branche.

1.20 Radsätze/ Achsen und Federung

Die Fahrzeuge müssen federnd auf ihren Achsen ruhen. Bei keinem zulässigen Belastungszustand darf die Radlastverteilung die Sicherheit vor Entgleisung beeinträchtigen.

1.21 Eine richtige Radlastverteilung ist durch genügende Einsenkung der Federung oder durch andere konstruktive Mittel (z. B. Dreipunktlagerung) erreichbar.

1.22 Federn dürfen sich im Laufe des Betriebes nicht unzulässig verändern.

1.23 Die Einsenkung der Tragfedern muss so gross sein, dass Änderungen in der Querneigung des Gleises in dem Masse, wie sie in Überhöhungsrampen vorkommen, sowie tolerierte Abweichungen in der Gleislage keine Beeinträchtigung der Sicherheit gegen Entgleisen bewirken können.

1.23.1 Bei Fahrzeugen mit Luftfederung sind Massnahmen zu treffen, die eine unzulässige, ungleiche Lastverteilung selbst im Falle von Undichtheiten verhindern.

1.23.2 Sofern die Notlaufeigenschaften eine Geschwindigkeitsreduktion erfordern, ist eine diesbezügliche Störung auf dem besetzten Führerstand anzuzeigen.

1.23.3 Für eine ausreichende Dämpfung der Schwingungsvorgänge ist zu sorgen.

1.24 Bei Rädern, insbesondere solchen mit eingebauter Federung, ist der Erdung (Schutz- und Betriebserdung) des Fahrzeuges und bei Wälzlagern der Rückleitung des Traktions- bzw. Heizstromes in das Gleis besondere Beachtung zu schenken.

1.24.1 Werden in den Sicherungsanlagen Gleisstromkreise verwendet, darf der elektrische Widerstand von Radlauffläche zu Radlauffläche bei neuen Radsätzen und nach der Wiederbereifung 0,01 Ohm sowie nach der Revision des Fahrzeuges ohne Wiederbereifung 0,1 Ohm nicht übersteigen. Diese Werte sind bei Spannungen und mit Strömen in derselben Grössenordnung wie die Betriebsspannung und der Betriebsstrom der eingesetzten Gleisstromkreise zu messen.

1.24.2 Bei Portalachsen ist der minimale Leitwert mit den Anforderungen der eingesetzten Gleisstromkreise abzustimmen. Die sichere Detektion dieser Fahrzeuge ist nachzuweisen. (Siehe AB-EBV zu Art. 39, AB 39.3.e, Ziff. 1.3.3)

[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 51.1)

2 Personenwagen Innenausstattung und Personenschutz

2.1 Die Innenausstattung der Wagenkästen sollen grösstmöglichen Personenschutz und angemessenen Komfort gewähren.

2.2 Schienenfahrzeuge sind so zu konstruieren, dass dem Ausbruch eines Brandes vorgebeugt wird.

2.2.1 Materialien für Innenausstattung und Fensterscheiben dürfen keine Zersetzungsprodukte entwickeln, welche in geringer Menge beim Einatmen, Verschlucken oder Aufnahme über die Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen können.

2.2.2 Material und Bauweise müssen so gewählt werden, dass sich ein Brand möglichst langsam entwickelt.

2.2.3 Für die frühzeitige Entdeckung eines Brandes sind Vorkehrungen zu treffen.

2.2.4 Bei der Neuentwicklung sowie dem Umbau eines Fahrzeuges sind Risiken der Materialwahl, der Bauweise sowie des Betriebseinsatzes hinsichtlich der Brandentstehung und –entwicklung systematisch zu analysieren.

2.2.5 Für Schienenfahrzeuge, die dem Transport von Fahrgästen dienen, ist darzulegen, dass in jeder betrieblichen Situation eine Evakuierung der Fahrgäste aus dem Fahrzeug in nützlicher Frist möglich ist.

2.2.6 Die Fahrfähigkeit eines brennenden Fahrzeuges muss so lange erhalten bleiben, wie es die betrieblichen Randbedingungen sowie die Rettungsmassnahmen erfordern.

2.3 Bruchstücke von Innenausstattung und Fensterscheiben dürfen in der Regel zu keinen ernstlichen Verletzungen führen. Insbesondere dürfen bei der Zertrümmerung der Fensterscheiben keine Bruchstücke mit freiliegenden scharfen und schneidenden Kanten entstehen.

2.4 Sofern die Fenster nicht oder nur ungenügend weit geöffnet werden können, sind Notausstiegmöglichkeiten vorzusehen. Auf besondere Notausstiege kann verzichtet werden, sofern pro Abteil mindestens zwei Türen, welche direkt von Hand oder mittels einer Notöffnung geöffnet werden können, vorhanden sind.

2.5 Für die Anforderungen an Festhaltemöglichkeiten für Eisenbahnfahrzeuge ist die SN EN 16585-2:2017[6] massgebend. Eine Konformitätsbewertung durch eine Konformitätsbewertungsstelle ist nur für Fahrzeuge nötig, die auf interoperablen Strecken (Art. 15*a* EBV[7]) verkehren.

2.6 Die Innenausstattung muss in der Regel fest montiert sein und darf keine scharfen Kanten aufweisen.

2.7 Die Wahl der Bodenbeläge hat unter Berücksichtigung der Art der Bahn im Hinblick auf hohe Sicherheit gegen Gleiten zu erfolgen. Massgebend ist die SN EN 16584-3:2017[6].

2.8 Stufen, Trittkanten und Gefahrenbereiche müssen kontrastreich markiert und gut beleuchtet sein. Massgebend sind die SN EN 16584-1:2017[6] und die SN EN 16584-3:2017[6].

[6] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[7] SR **742.141.1**

(AB 51.1)

2.9 Die Ausrüstung der Wagen mit Beleuchtung, Heizung, Lüftung und Toiletten richtet sich nach den betrieblichen Bedürfnissen.

2.10 Für die Anforderungen an die Beleuchtung der Fahrgasträume ist die SN EN 13272[8] massgebend.

2.11 Gepäckhalter müssen so konstruiert sein, dass bei schroffen Bremsungen die Gefahr des Herunterfallens von Gepäck gering ist; andernfalls müssen die Ablageflächen so gehalten werden, dass nur kleine Gepäckstücke abgelegt werden können.

3 Behindertengerechte Gestaltung

3.1 Für die allgemeinen Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung von Fahrzeugen sind die TSI PRM[9] sowie der 2. Abschnitt der VAböV[10] massgebend. Eine Konformitätsbewertung durch eine Konformitätsbewertungsstelle ist nur für Fahrzeuge nötig, die auf interoperablen Strecken (Art. 15*a* EBV) verkehren.

3.2 Der Zugang zum Speisewagen soll für Menschen mit Behinderungen gewährleistet sein.

3.2.1 Für die Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung von Toiletten in Fahrzeugen, die auf interoperablen Strecken (Art. 15*a* EBV) verkehren, ist zudem die SN EN 16585-1:2017[8] massgebend.

3.2.2 Für die Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung von Elementen zum Sitzen, Stehen, Fortbewegen in den Fahrzeugen, die auf interoperablen Strecken verkehren, ist zudem die SN EN 16585-2:2017[8] massgebend.

3.2.3 Für die Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung von Innentüren ist die SN EN 16585-3:2017[8] massgebend.

3.2.4 Für die Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung von Durchgängen in Fahrzeugen, die auf interoperablen Strecken verkehren, ist zudem die SN EN 16585-3:2017[8] massgebend.

[8] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[9] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.
[10] SR **151.342**

(AB 51.1)

3.3 Für Eisenbahnfahrzeuge, die nicht auf interoperablen Strecken (Art. 15*a* EBV) verkehren, sowie für Strassenbahnfahrzeugen gelten zudem folgende Abweichungen zu den TSI-PRM[11] (Ziffern der TSI-PRM in eckigen Klammern):

3.3.1 Vorrangsitze [4.2.2.1.2.1 (7), (8), (9) und (10) sowie 4.2.2.1.2.3 (1)]: Aufgrund baulicher Einschränkungen (Lichtraumprofil, verfügbarer Raum) dürfen die Abmessungen von Vorrangsitzen und der für deren Benutzer verfügbare Raum geringer sein, soweit die Benützbarkeit dadurch nicht massgeblich eingeschränkt wird. Bei Vis-à-vis-Bestuhlung darf der übliche Sitzabstand verwendet werden. Sitze mit normalen Dimensionen, jedoch aufklappbaren Sitzflächen, gelten nicht als Klappsitze im Sinne der TSI-PRM und können auch Vorrangsitze sein.

3.3.2 Rollstuhlplätze [4.2.2.2 (4)]: Vom Mindestabstand in der Längsebene zwischen der Rückseite des Rollstuhlplatzes und der angrenzenden nächstgelegenen Fläche darf ein Bereich von maximal 150 mm für den Fussbereich des Rollstuhls unterfahrbar sein. Dieser unterfahrbare Bereich muss seitlich frei zugänglich sein, seine lichte Höhe beträgt mindestens 300 mm.

3.3.3 Rollstuhlplätze, Hilferufvorrichtungen [4.2.2.2 (11)]: Wenn in der Zugskomposition ein Notrufsystem vorhanden ist, muss der Rollstuhlplatz mit einer Hilferufvorrichtung ausgestattet sein, die es der Person im Rollstuhl ermöglicht, bei Gefahr mit einer Person in Kontakt zu treten, die geeignete Massnahmen einleiten kann.

Für die Fahrgäste im Rollstuhl sind in Zweirichtungsfahrzeugen, die auf nicht interoperablen Strecken oder Streckenabschnitten mit Längsneigung von 50 ‰ und mehr sowie mit Gegengefälle verkehren, zwei gegenüberliegende passive Rückhaltevorrichtungen mit einer Breite von mindestens 700 mm, einer Höhe des unteren Randes ab Boden von maximal 300 mm und einer Höhe des oberen Randes von mindestens 1000 mm zu realisieren. Der Abstand zwischen diesen gegenüberliegenden Rückhaltevorrichtungen soll 1500 mm bis 1600 mm betragen. Zudem müssen für diese Fahrgäste wandseitig Festhaltemöglichkeiten im Höhenbereich 700 mm bis 900 mm vorhanden sein.

Bei Rollstuhlplätzen in Fahrzeugen, die auf nicht interoperablen Strecken oder Streckenabschnitten mit Neigung von 50 ‰ und mehr ohne Gegengefälle verkehren, genügt eine passive Rückhaltevorrichtung. Die Orientierung des Rollstuhls ist in diesem Fall mit dem Rücken zur Talseite hin. Zudem müssen für diese Fahrgäste wandseitig Festhaltemöglichkeiten im Höhenbereich 700 mm bis 900 mm vorhanden sein.

[11] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 51.1)

3.3.4 Toiletten [4.2.2.5 (2) und (3)]: Aufgrund baulicher Einschränkungen (Lichtraumprofil, verfügbarer Raum) dürfen die Abmessungen von Standardtoiletten und Universaltoiletten geringer sein, soweit die Benützbarkeit dadurch nicht massgeblich eingeschränkt wird. Das heisst, dass sowohl der seitliche wie der diagonale Transfer vom Rollstuhl auf den Toilettensitz gewährleistet sein müssen. Hingegen ist es zulässig, dass ein notwendiges Rollstuhl-Wendemanöver unmittelbar ausserhalb der Toilettenkabine auszuführen ist.

3.3.5 Lichte Räume [4.2.2.6 (1) und (2)]: Aufgrund baulicher Einschränkungen (Lichtraumprofil, verfügbarer Raum) dürfen die lichten Räume in diesen Bereichen geringer sein.

3.3.6 Lichte Räume [4.2.2.6 (3)]: Neben dem Rollstuhlplatz und in anderen Bereichen, in denen Rollstuhlfahrende unter Umständen wenden müssen, soll nach Möglichkeit ein Wendebereich mit einem Durchmesser von mindestens 1'500 mm vorgesehen werden. Der Rollstuhlplatz kann dabei in den erforderlichen Wendekreis eingerechnet werden.

3.3.7 Niveauwechsel [4.2.2.8 (1)]: Stufen im Innern des Zuges (mit Ausnahme der Stufen für den Einstieg von aussen) dürfen maximal 200 mm hoch und müssen mindestens 280 mm tief sein, gemessen auf der Mittelachse der Stufe. Die Stufen dürfen bis maximal 230 mm hoch sein, wenn dadurch von maximal vier Stufen eine eingespart werden kann.

3.3.8 Niveauwechsel [4.2.2.8 (3)]: Es sind, möglichst beidseitig, Festhaltemöglichkeiten für das sichere Begehen der Treppen vorzusehen.

3.3.9 Niveauwechsel (4.2.2.8 (4)]: Treppen mit einer, zwei oder drei Stufen sind möglichst auf beiden Seiten mit mindestens einem Handlauf oder einer anderen Vorrichtung, die für einen sicheren Halt genutzt werden kann, auszustatten.

3.3.10 Stufen zum Ein- und Ausstieg [4.2.2.11.2 (8)]: Diese Vorgabe ist für den nicht interoperablen Bereich nicht relevant.

(AB 51.1)

3.4 Zusätzliche Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung von Strassenbahnfahrzeugen:

3.4.1 Der Anteil des Niederflurbereichs muss mindestens 50 % betragen. In Fahrzeugen bis 35 m Innenraumlänge ist Stellraum für mindestens einen Rollstuhl, möglichst aber für zwei Rollstühle vorzusehen. In Fahrzeugen ab 35 m Innenraumlänge ist Stellraum für mindestens zwei Rollstühle vorzusehen.

Für die Fahrgäste im Rollstuhl sind in Strassenbahnfahrzeugen passive Rückhaltevorrichtungen mit einer Breite von mind. 700 mm, einer Höhe des unteren Randes ab Boden von mindestens 300 mm und einer Höhe des oberen Randes mindestens bis 1'300 mm zu realisieren. Zudem müssen für diese Fahrgäste wandseitig Festhaltemöglichkeiten im Höhenbereich 700 bis 900 mm vorhanden sein.
Bei Rollstuhlplätzen in Strassenbahnfahrzeugen ist die Orientierung des Rollstuhls mit dem Rücken zur Fahrtrichtung hin.
Rollstuhlplätze von Zweirichtungs-Strassenbahnfahrzeugen haben zwei gegenüberliegende Rückhaltevorrichtungen aufzuweisen. Der Abstand zwischen diesen Rückhaltevorrichtungen beträgt 1'500 mm bis 1'600 mm.
Wenn gleichzeitig max. 2 Rollstühle unmittelbar nebeneinander befördert werden, dürfen diese quer zur Fahrtrichtung hin platziert werden. In diesen Fällen soll bei Zweirichtungs-Strassenbahnfahrzeugen der Abstand zwischen den Rückhaltevorrichtungen 1'600 mm betragen.

3.4.2 In den Fahrzeugen sind Festhaltemöglichkeiten von Tür bis Fahrgastplatz (Sitz- oder Stehplatz) im Höhenbereich von 800 bis 1'200 mm anzuordnen. Festhaltemöglichkeiten entlang von Sitzreihen sind möglichst beidseitig anzuordnen. Wo eine beidseitige Anordnung nicht möglich ist, sind die Festhaltemöglichkeiten stets auf derselben Seite anzubringen. Zudem ist nach Möglichkeit eine möglichst durchgehende horizontale Haltestange über Kopf vorzusehen, und es muss von jedem Stehplatz aus eine Festhaltemöglichkeit, möglichst auch über Kopf, erreichbar sein.

3.4.3 Personen mit Rollator dürfen nur auf dem Rollator sitzend befördert werden, wenn im Fahrzeug entsprechende geeignete Sicherheitseinrichtungen speziell für Rollatoren bestehen. Es sind nötigenfalls entsprechende Hinweise anzubringen.

(AB 51.1)

4 Zug und Stossvorrichtungen

4.1 Die Fahrzeuge sind mit geeigneten Zug- und Stossvorrichtungen sowie Angriffspunkten für Hebevorrichtungen zu versehen.

4.2 Wo die Wahl des Kupplungssystems frei steht, soll eine halb- oder vollautomatische Kupplung Anwendung finden.

4.3 Die Kupplungsorgane sollen möglichst mit arbeitsverzehrenden Federungselementen und Zerstörungsgliedern versehen sein.

4.4 Alleinfahrende Fahrzeuge können mit vereinfachten Kupplungsorganen, welche lediglich im Falle von Unregelmässigkeiten benützbar sein müssen, ausgerüstet werden. Diese Organe müssen genügend elastisch sein.

4.5 Im Sinne einer weitestmöglichen Vereinheitlichung ist bei Meterspurbahnen eine Kupplungshöhe von 620 bis 650 mm über Schienenoberkante (SOK) anzustreben.

4.6 Kupplung und Zerstörungsglieder sollen für folgende Beanspruchungen ausgelegt sein.

(AB 51.1)

4.7 Normalspurbahnen:

4.7.1 Das elastische System der Zugeinrichtung muss eine statische Mindestaufnahme von 8 kJ aufweisen.

4.7.2 Zughaken und Zugstange müssen einer Kraft von 1'000 kN standhalten, ohne zu brechen.

4.7.3 Die Schraubenkupplung muss einer Kraft von 850 kN standhalten, ohne zu brechen. Die Bruchfestigkeit der Schraubenkupplung muss niedriger sein als die Bruchfestigkeit der übrigen Teile der Zugeinrichtung.

4.8 Schmalspurbahnen und Strassenbahnen: wird von Fall zu Fall festgelegt.

4.9 Angriffspunkte für Hebevorrichtungen sind gut sichtbar zu bezeichnen.

4.10 Die Festigkeit der Fahrzeugtragstruktur sowie die Befestigung von Ausrüstung muss in Anlehnung an SN EN 12663[12] und SN EN 15227[12] auf alle zu erwarten Zug- und Druckkräfte, die Kräfte des Crashimpulses und die von Hebevorrichtungen übertragenen Kräfte abgestimmt sein.

5 Wärmewirkung und Funkenwurf

5.1 Wärmeempfindliche Konstruktionsmaterialien und Betriebsstoffe (z. B. Hydrauliköl) im Einflussbereich der Bremsen sind mittels Funken- bzw. Strahlungsschutzblechen zu schützen.

6 Ausrüstung und Kennzeichnung

Die Fahrzeuge haben die für Betrieb und Sicherheit nötigen Ausrüstungsgegenstände mitzuführen.

6.1 Ausrüstungsgegenstände im Sinne dieser Vorschrift sind:

6.1.1 Feuerlöschgeräte im Bereich der Führerstände;

6.1.2 Ausrüstungsgegenstände nach den Bestimmungen der Schweizerischen Fahrdienstvorschriften FDV (z. B. Signalmittel, Bremsmittel zum Sichern des Zuges)

6.1.3 Sanitätsmaterial;

6.1.4 Handlampen;

6.1.5 Weiteres auf Grund von Risikoanalysen notwendiges Material wie z. B. Fluchthauben

6.1.6 Sofern nicht jedes einzelne Fahrzeug entsprechend ausgerüstet ist, muss eine genügende Anzahl dieser Gegenstände auf dem Zug mitgeführt werden.

6.2 Zugskompositionen müssen mit Bahnräumern ausgerüstet sein. Bei Strassenbahnfahrzeugen, welche überwiegend für Fahrten im Strassenbahnbereich verwendet werden, sind an Stelle der Bahnräumer Schutzvorrichtungen gemäss AB-EBV zu Art. 55, AB 55.b anzubringen.

[12] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 51.1)

6.3 Spitze und Schluss jedes Zuges müssen vorschriftsgemäss signalisierbar sein; auf die vor dem Zug liegende Strecke müssen akustische Warnsignale abgegeben werden können.

6.3.1 Die Spitzen- und Schlussbeleuchtung an Triebfahrzeugen und Steuerwagen sind gemäss den FDV auszuführen.

6.3.1.1 Verkehrt ein Fahrzeug ausschliesslich auf Strecken, für welche die Infrastrukturbetreiberin
- ein lückenlos verfügbares Mobilkommunikationssystem für Züge ausweist und
- für alle Züge verlangt
und besteht dazu eine vom Fahrzeug aus nutzbare Notruffunktion, kann auf die Signalisierung des Warnsignals gemäss FDV verzichtet werden.

6.3.2 Strassenbahn-Fahrzeuge sind mit Blinkern für Fahrrichtungsanzeige bzw. Warnung und Bremsleuchten auszurüsten.

6.3.2.1 Die Bremsleuchten sollen bei einer durch die Fahrzeug-Steuerung, Zugbeeinflussung oder ein Bedienelement angeforderten Verzögerung aufleuchten.
Sie müssen bei Tag auf wenigstens 100 m und in der Nacht auf wenigstens 300 m deutlich erkennbar sein, ohne zu blenden. Wenn sie mit den Schlusslichtern vereinigt sind, müssen sie sich durch die Leuchtstärke deutlich von ihnen unterscheiden.

6.3.3 Eisenbahnverkehrsunternehmen, die Strecken ohne unabhängigen Bahnkörper befahren, sind berechtigt, Fahrzeuge mit blinkenden, gelben Gefahrenlichtern auszurüsten, sofern diese für die übrigen Verkehrsteilnehmer eine nicht leicht erkennbare Gefahr bilden.

6.3.4 Eisenbahnverkehrsunternehmen, die Strecken mit unabhängigem Bahnkörper befahren, haben ihre Fahrzeuge mit ein- oder zweistufigen Signalpfeifen bzw. mit einem Signalhorn nach SN EN 15153-2[13] auszurüsten. Auf Strassenbahnstrecken sind als Mindestausrüstung Signalglocken erforderlich.

6.3.5 Signalmittel dürfen nicht an Leitungen der Vakuumbremse angeschlossen werden.

[13] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

(AB 51.1)

6.4 Die Fahrzeuge haben die für Betrieb und Benützer notwendigen Anschriften zu tragen.

6.4.1 In den Führerständen sind anzuschreiben:

6.4.1.1 Adhäsionsbahnen und Zahnradbahnen:

6.4.1.1.1 Höchstgeschwindigkeit, für die das betreffende Fahrzeug zugelassen ist;

6.4.1.1.2 Fahrzeugnummer;

6.4.1.1.3 Führerstandnummer;

6.4.1.1.4 Beschriftung oder Symbole für die Bedienungs-, Überwachungs- und Messorgane;

6.4.1.1.5 Hinweis, falls die Feststellbremse nicht auf alle Räder des Fahrzeuges wirkt;

6.4.1.1.6 Sprechverbot mit dem Triebfahrzeugführer während der Fahrt sowie Verbot betreffend das Berühren der Apparate und Bedienungseinrichtungen, sofern die Führerstände allgemein zugänglich sind.

6.4.1.2 Zahnradbahnen:

6.4.1.2.1 Zulässige Höchstgeschwindigkeiten für allfällige Adhäsionsstrecken sowie für Zahnstangenstrecken bei Berg- und bei Talfahrt

6.4.1.2.2 Weist die zu befahrende Strecke verschiedene Gefälle auf, so sind die entsprechenden Geschwindigkeiten für die Talfahrt getrennt anzuschreiben, wenn Angaben auf der Strecke fehlen;

(AB 51.1)

6.4.2 Auf beiden Aussenlängsseiten der Fahrzeuge sind anzuschreiben:

6.4.2.1 Adhäsions- und Zahnradbahnen:

6.4.2.1.1 Bezeichnung des Halters oder des Eisenbahnverkehrsunternehmens;

6.4.2.1.2 Seriebezeichnung und Fahrzeugnummer;

6.4.2.1.3 Betriebliche Angaben, dies sind insbesondere Höchstgeschwindigkeit, Eigengewicht, Fahrzeuggewicht einschliesslich Nutzlast, Bremsgewicht und Bremskraft der Feststellbremse (Festhaltekraft). Bei Fahrzeugen für den Personenverkehr, die in geschlossenen Zugskompositionen oder in immer gleich zusammengesetzten Zügen verkehren, genügt es, wenn die für die Bremsrechnung wichtigen Daten lediglich an gut zugänglicher Stelle im Fahrzeuginnern (z. B. Plattform mit Festhaltekraft oder Führerstand) angebracht werden.

6.4.2.1.4 Hinweis, wenn die Bedienung der Feststellbremse nicht auf jeder Plattform erfolgen kann und dies nicht unmittelbar feststellbar ist (z. B. geschlossene Plattformen), und zusätzlicher Hinweis, wenn keine Bremskraft der Feststellbremse (Festhaltekraft) angeschrieben ist und das Gesamtgewicht zu dessen Bestimmung nur mit einem Faktor angerechnet werden kann (z. B. «1/2»).

6.4.2.2 Ladegewicht und Bodenfläche bei Gepäck- bzw. Güterabteilen:

6.4.2.2.1 Klassen- und Abteilbezeichnung gemäss Transportreglement und sofern verschiedene Klassen oder Abteilarten vorhanden sind.

6.4.2.3 Zahnradbahnen: Zahl der Sitzplätze sowie der maximal zulässigen Stehplätze in den Personenabteilen und auf den Plattformen sowie gegebenenfalls im Gepäckraum.

6.4.2.4 Bei Strassenbahn-Fahrzeugen, welche überwiegend Fahrten im Strassenbahnbereich durchführen, genügt die Anschrift des Bahnunternehmens (Stadtwappen) und der Fahrzeugnummer.

(AB 51.1)

6.4.3 Im Innern der Fahrzeuge sind anzuschreiben:

6.4.3.1 Klassen- und Abteilbezeichnung gemäss Ziffer 6.4.2.2.1;

6.4.3.2 Hinweise auf die Betätigungsorgane der Notbremse;
Fahrzeuge welche auf Strecken mit Tunnels eingesetzt werden und über keine Notbremsüberbrückung respektive Notbremsanforderung verfügen, sind mit einem Hinweisschild auszurüsten: Notbremse in Tunnels nicht betätigen.

6.4.3.3 Hinweise auf Notöffnungseinrichtungen der Türen;

6.4.3.4 Notausstiege beziehungsweise Fluchtwege sind zu bezeichnen;

6.4.3.5 gegebenenfalls Hinweise auf Halt- und Türöffnungsanforderungstasten;

6.4.3.6 Hinweis für stehende Reisende auf Gefährdungsmöglichkeit durch starke Bremsungen bei Bahnen mit diesbezüglich besonderen Verhältnissen (z. B. Bahnen ohne unabhängigen Bahnkörper, Zahnradbahnen mit vorwiegend Stehplätzen).

6.4.4 Im Regional- und im Fernverkehr sind die Züge aussen mit einer genügenden Anzahl an Zuglaufanzeigen (Linien-Nummer, Ziel, wichtige Zwischenhalte) auszurüsten. Die Anforderungen an die optischen Kundeninformationen sind in der Verordnung des UVEK über die technischen Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VAböV)[14] festgehalten.

6.4.5 Durch Reklamen sowie durch die Farbe der Wände darf die Sichtbarkeit von Anschriften nicht beeinträchtigt werden.

7 <u>Führerstand</u>

Zugskompositionen müssen mindestens einen Führerstand aufweisen, der sämtliche Einrichtungen enthält, um den Zug sicher führen zu können.

7.1 Jeder Führerstand muss mit folgenden Einrichtungen ausgerüstet sein:

7.1.1 Bedienungseinrichtungen für die Bremsen;

7.1.2 Kontrolleinrichtungen, die für einen geordneten und sicheren Betriebsablauf nötig sind (z. B. Manometer für Bremsen, Volt- und Amperemeter für Fahrmotoren und Fahrleitung, Rückmeldung für die Türen, Rücksehspiegel am Fahrzeugäusseren usw.);

7.1.2.1 bei Anzeigeinstrumenten wird empfohlen, die zulässigen Betriebsbereiche und Maximalwerte zu bezeichnen;

[14] SR **151.342**

(AB 51.1)

7.1.2.2 bei optischen Anzeigevorrichtungen sind die Farben möglichst wie folgt zu wählen:

«rot»	=	Gefahr, Fahrverbot bzw. Haltanforderung
«orange»	=	Warnung und Hinweis, dass allenfalls Massnahmen zu treffen sind
«grün»	=	Fahrerlaubnis bzw. Meldung, dass eine bestimmte Funktion in Ordnung ist
«weiss»	=	allgemeine Information
«blau»	=	besondere Information;

7.1.3 Erforderliche Signal- und Beleuchtungsmittel. Falls deren normale Beleuchtung direkt vom Fahrdraht gespeist wird, ist eine Notbeleuchtung vorzusehen;

7.1.4 Einrichtungen, welche die unbehinderte Sicht durch genügend grosse Fenster gewährleisten (z. B. Fensterwischer, Sonnenblende, Fensterheizung). Der Eindruck der natürlichen Farbe der Signale darf durch sie nicht verfälscht werden;

7.1.5 Tür-Steuerung und -Überwachung gemäss AB-EBV zu Art. 53, AB 53.2.

7.1.6 Meldeeinrichtung, die anzeigt, dass die Zugsammelschiene (z. B. «Heizleitung»), die über betriebsmässig trennbare Kupplungen führt, unter Spannung steht.

7.2 Sämtliche Bedienungsorgane müssen so angeordnet sein, dass deren Betätigung möglich ist, ohne dass die sichere Führung des Zuges beeinträchtigt wird.

7.3 Die Einrichtungen im unbesetzten Führerstand müssen derart verriegelt sein oder unter Verschluss gelegt werden können, dass Unbefugte keine gefährdenden Manipulationen ausführen können.

7.4 In Personen-Triebwagen ohne separate Räume für die Führerstände muss wenigstens der Platz des Triebfahrzeugführers abgeschrankt sein. Bei Strassenbahnen genügt eine bewegliche Abschrankung.

7.5 Die Zugänge zum Führerstand müssen so eingerichtet sein, dass

7.5.1 der Führerstand auch bei eingeschränkten Profilverhältnissen betreten und verlassen werden kann,

7.5.2 eine einwandfreie Übermittlung zwischen Rangierpersonal und Triebfahrzeugführer möglich ist,

7.5.3 der Triebfahrzeugführer den Führerstand auch während der Fahrt rasch verlassen kann (sog. «Fluchtweg»).

7.6 Zugskompositionen für führerlosen Betrieb sind mit einem Hilfsführerstand auszurüsten.

7.6.1 Die Einrichtung des Hilfsführerstandes muss ermöglichen, dass der Zug mindestens bis zur nächsten Ausweichstelle geführt werden kann.

(AB 51.1)

8 Thermische Anlagen

8.1 Als thermische Anlagen gelten insbesondere Dieselmotoren.

8.2 Die Brennstoffanlagen müssen folgenden Bedingungen genügen:

8.2.1 Brennstoffbehälter und Rohrleitungen müssen aus geeignetem Material bestehen. Verlötungen mit Weichlot sind nicht zulässig.

8.2.2 Alle Behälter für flüssige Brennstoffe müssen bei einem Prüfdruck von 0,3 bar Überdruck zuverlässig dicht sein.

8.2.3 Brennstoffrohrleitungen für leicht flüchtige Brennstoffe sind oben an die Behälter anzuschliessen.

8.2.4 Einfüll- und Belüftungsstutzen sind so anzuordnen, dass Brennstoffe oder deren Dämpfe möglichst nicht ins Fahrzeuginnere gelangen können.

8.2.5 Bei Behältern für leicht flüchtige Brennstoffe sind die Einfüllstutzen mit einem Feuerrückschlagsieb zu versehen.

8.2.6 Die zum Motor führenden Brennstoffleitungen sind bei hoch liegenden Behältern und in der Regel auch beim Motor mit gut zugänglichen Absperrventilen zu versehen.

8.2.7 Brennstoffleitungen sind so anzuordnen, dass allfällig austretende Leckflüssigkeit weder auf die Auspuffanlage noch auf heisse Teile der übrigen Anlage tropfen kann.

8.2.8 Behälter, die verflüssigte Gase enthalten, dürfen im Betrieb nur in gut belüfteter Umgebung aufgestellt werden.

8.2.9 Brennstoffbehälter und zugehörige Rohrleitungen müssen so konstruiert und angeordnet sein, dass das Ausfliessen von Brennstoff, insbesondere bei Unfällen, möglichst verhindert wird.

8.3 Die Maschinenanlagen müssen folgenden Bedingungen genügen:

8.3.1 In den Maschinenräumen muss für genügenden Luftwechsel gesorgt sein.

8.3.2 Es sind geeignete Massnahmen gegen Belästigung durch Abgase, Lärm und Erschütterung zu treffen.

8.3.3 Den Reisenden zugängliche Anlagen müssen zweckmässig verschalt sein.

8.4 Die Auspuffanlagen müssen folgenden Bedingungen genügen:

8.4.1 Auspuffleitungen sind so anzuordnen, dass Abgase möglichst nicht ins Fahrzeuginnere eindringen können.

8.4.2 Die Auspuffleitungen sind mit wirksamen Schalldämpfern auszurüsten.

8.5 Flüchtige Brennstoffe dürfen in Personenzügen lediglich für den Betrieb von Hilfsaggregaten verwendet und nur in begrenzter Menge mitgeführt werden.

(AB 51.1)

9 Wagenkasten

9.1 Die Personen- und Gepäckwagen müssen in der Regel geschlossen gebaut und durchgehend begehbar sein. Der Übergang von Wagen zu Wagen muss möglich sein, sofern die betrieblichen Verhältnisse oder bauliche Gegebenheiten der Strecke dies erfordern.

9.1.1 Unter «geschlossen gebaut» ist zu verstehen, dass die gesamte nutzbare Grundfläche des Wagens mit einem fest montierten Dach überdeckt ist.

9.1.2 Wenn die Übergänge zwischen den Wagen für Reisende benutzbar sein sollen (z. B. in Zügen, die Speisewagen mitführen), sind sie mit angemessenen Schutzvorrichtungen gegen Abstürzen zwischen die Wagen und Berühren gefährlicher Teile auszurüsten.

9.1.3 Diese Schutzvorrichtungen (z. B. Faltenbälge oder Gummiwülste) sollen aus schwer brennbarem Material bestehen.

10 Druckbehälter und unter Druck stehende Teile

10.1 Unter Druck stehende Teile der Luft-, Hydraulik- und Dampfanlagen, die mit dem Fahrzeug fest verbunden sind und seinem Betrieb dienen, müssen so ausgelegt sein, dass wirksame Kontrollen durchgeführt werden können.

10.1.1 Die Druckgeräteverwendungsverordnung[15], die EKAS-Richtlinie «Druckgeräte»[16], die Meldepflicht gegenüber der Suva sowie die Pflicht zur regelmässigen Inspektion sind zu beachten.

10.1.2 Für Behälter und Druckkessel für den Transport von flüssigen und gasförmigen Gütern, die mit dem Fahrzeug fest verbunden sind, jedoch nicht seinem Betrieb dienen, gelten die betreffenden Sondervorschriften (RID/RSD usw.).

10.1.3 Aus dem Ausland bezogene Druckbehälter und Dampfkessel sind nach den schweizerischen Vorschriften zu prüfen.

10.1.4 Sämtliche unter Druck stehenden Luft-, Hydraulik- und Dampfsysteme sind während des Betriebes auf Dichtheit zu überwachen. Undichtheiten sind baldmöglichst zu beheben.

10.1.5 Stellen, an denen andere Leckflüssigkeit als Wasser austreten kann, sind mit geeigneten Auffangvorrichtungen zu versehen.

[15] SR **832.312.12** «Druckgeräteverwendungsverordnung» vom 15.Juni 2007
[16] EKAS-Richtlinie Nr. 6516 «Druckgeräte», Dezember 2014.

(AB 51.1)

10.2 Diese Teile sind vor ihrer Inbetriebnahme Druckproben zu unterziehen.

10.2.1 Die Druckproben sind mit Flüssigkeit durchzuführen, ausgenommen bei Dampfheizungseinrichtungen. Sie sind vorzunehmen an Luftbehältern und Hydrauliksystemen (ausgenommen Einspritzanlagen).

10.2.2 Der Probedruck bei der ersten Inbetriebsetzung muss bei Luftbehältern und bei Hydrauliksystemen 1,3-mal den Betriebsdruck betragen.

10.2.3 Nach den Druckproben sind Behälter auf Deformationen zu prüfen.

10.2.4 Bei den Systemen der Bremsen dürfen die Verluste anlässlich deren Inbetriebsetzung bzw. nach Revisionen und bei unterbrochener Nachspeisung nur so gross sein, dass folgende Werte nicht überschritten werden:

10.2.4.1 Bremskraftverlust am Bremsorgan bei Druckluftbremsen und hydraulischen Bremsen: 10 % des Nennwertes in 30 Minuten.

10.2.4.2 Vakuumverlust bei Vakuumbremsen:

Hauptleitung mit allen daran angeschlossenen Apparaten bei einem Ausgangsvakuum von 0,69 bar (52 cm Hg):
0,027 bar (2 cm Hg) pro Minute;

Bremszylinder-Oberkammer inkl. Sonderbehälter nach erfolgter Bremsung:
0,027 bar (2 cm Hg) in 10 Minuten.

AB 51.2 Strukturanforderungen

1 Die kollisionstaugliche Auslegung von Schienenfahrzeugen erfolgt in Anlehnung an SN EN 15227[17] auf Grundlage von Risikobetrachtungen. Im Übrigen gilt die Richtlinie «Strukturnachweise Meter- und Spezialspurbahnen» des BAV.

1.1 Schienenfahrzeuge müssen so ausgelegt werden, dass für alle zu erwartenden Ereignisse ein angemessenes Deformationsverhalten erreicht wird.

2 Neue Schienenfahrzeuge sind unter Berücksichtigung des gegebenen Risikos in ihrem Deformationsverhalten auf andere Schienenfahrzeuge abzustimmen, mit denen sie gemeinsam betrieben werden.

3 Die Festigkeit der Fahrzeugtragstruktur sowie die Befestigung von Ausrüstung muss in Anlehnung an SN EN 12663-1[17] und SN EN 15227 auf alle zu erwarten Zug- und Druckkräfte, die Kräfte des Crashimpulses und die von Hebevorrichtungen übertragenen Kräfte abgestimmt sein.

4 Die Einzelheiten des Vorgehens beim Festigkeitsnachweis der Fahrzeugstrukturen stützt sich auf die obenerwähnten Normen; es ist im Einzelnen beschrieben in der Richtlinie «Strukturnachweise Meter- und Spezialspurbahnen» des BAV.

[17] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 52.1 Anforderungen an Bremssysteme

1	Die Eisenbahnfahrzeuge sind in der Regel mit einer automatischen Bremse auszurüsten: - mit der jederzeit angehalten werden kann; - die bei Zugtrennung auf jedem Zugteil selbsttätig wirkt; - die unabhängig von einer Energiequelle ausserhalb des Fahrzeugs ausreichend lange wirksam ist;	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
1.1	Die automatische Bremse muss mit den Bremssystemen derjenigen Bahnen zusammenarbeiten können, auf deren Strecken die Fahrzeuge übergehen. Dies gilt jedoch nur, wenn die Fahrzeuge betriebsmässig miteinander kuppelbar sind.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2	Die Bedingung, dass die automatische Bremse jederzeit in der Lage sein muss, das Fahrzeug bzw. den Zug zum Stillstand zu bringen, erfordert insbesondere:	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
2.1	Bei Strecken mit langen und starken Gefällen und unter Berücksichtigung einer allfällig vorausgehenden Erwärmung der Bremsorgane in der Regel eine Beharrungsbremse, wenigstens auf dem Triebfahrzeug (z. B. Antriebsbremse);	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
2.2	Allenfalls bei Triebfahrzeugen die Aufteilung des Bremssystems in mehrere Systeme gemäss Ziff. 8;	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	**L**	
2.3	Betreffend die Dichtheit der Leitungssysteme siehe AB-EBV zu Art. 51, AB 51.1, Ziff. 10;	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
2.4	Im Notfall muss der Triebfahrzeugführer durch Betätigung eines Nothahns, welcher direkt in die Hauptleitung eingebaut ist, den Zug zum Stillstand bringen können. Bei einem rein pneumatischen Führerbremsventil kann auf den Nothahn verzichtet werden;	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.5	Die thermische Eignung der Bremskomponenten, die nicht durch vorausgegangene Bremsungen vorerwärmt sein dürfen, müssen bei maximaler Fahrzeugzuladung zwei unmittelbar aufeinander folgende Schnellbremsungen möglich sein, ohne dass die Bremse oder Teile davon geschädigt werden. Der Anhalteweg der zweiten Schnellbremsung darf gegenüber der ersten Bremsung länger sein, aber in keinem Fall länger als der entsprechende nach AB 52.2 Ziffer 4 mit einer Reduktion der Anpresskraft P um 16,58 % berechnete Anhalteweg.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**			
3	Als automatische Bremse kann bei Zügen, die nur aus einem Triebfahrzeug (Triebwagen) bestehen und Neigungen von weniger als 30 ‰ befahren, die Antriebsbremse kombiniert mit der Feststellbremse dienen. Während dem Bremsvorgang muss die vorgeschriebene Bremswirkung (Verzögerung bzw. Bremsverhältnis) der Antriebsbremse bis zu einer Geschwindigkeit von 6 km/h erhalten bleiben und der Zug anschliessend mit der Feststellbremse zum Stillstand gebracht werden können.	**A**			**N**	**S**	**T**	**L**	

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.1)

4	Betätigungsorgane für die Notbremse (Hähne, Schalter usw.) respektive Notbremsanforderung	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.1	sind gut sichtbar und jederzeit zugänglich, entweder in den Einstiegplattformen und/oder im Fahrgastbereich und soweit nötig auch in den Führerständen (z. B. bei fehlender Notbremsstellung des Führerbremsventils), anzubringen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.2	Sind Betätigungsorgane nur auf den Einstiegs-Plattformen vorhanden, muss in den Bereichen in denen sich Reisende aufhalten darauf hingewiesen werden, wo sich die Betätigungsorgane befinden.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.3	Die Betätigungsorgane müssen so angeordnet sein, dass diese nicht unbeabsichtigt betätigt werden können.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.4	Nach einer Betätigung dürfen sich diese nicht selbsttätig in die Grundstellung zurücksetzen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.5	Fahrzeuge, die zur Personenbeförderung dienen, sind mit einer Notbremsanforderung oder Notbremsüberbrückung auszurüsten: – wenn sie auf Strecken mit Tunnels von mehr als 1'000 m Länge verkehren und diese Tunnels keine Evakuationsstellen haben, – oder wenn die Evakuationsstellen mehr als 100 m voneinander entfernt sind und jeweils mehr als 100 Züge pro Tag auf diesen Strecken verkehren. Die Notbremsüberbrückung muss es dem Triebfahrzeugführer ausserhalb des Haltestellenfensters ermöglichen in den Bremsvorgang einzugreifen, um den Haltepunkt des Zuges selbst zu wählen oder den Zug nach dem Halt sofort wieder anzufahren.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.5.1	Bei Zügen die aus Einzelwagen gebildet werden ist sicherzustellen, dass alle Fahrzeuge untereinander funktional kompatibel sind.							
4.5.2	Vorbehalten bleibt für Zahnradbahnen mit Neigungen von mehr als 125 ‰, AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.c, Ziff. 1.2.			**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.1)

5	Unabhängigkeit von einer Energiequelle ausserhalb des Fahrzeuges	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
5.1	kann z. B. erreicht werden durch Hilfsluftbehälter auf Wagen, genügende Luftversorgung auf Triebfahrzeugen, Federspeicher, selbsterregte elektrische Bremsen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
5.2	Die Bremse gilt als ausreichend lange wirksam, wenn sie einerseits zum Stillsetzen des Fahrzeuges genügt und anderseits noch so lange wirkt, bis das stillgesetzte Fahrzeug mit zweckmässigen Mitteln gegen Entlaufen gesichert ist bzw. die Bedingungen von AB-EBV zu Art. 50, AB 50.2, Ziff. 3 erfüllt sind.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
6	Für Rangier- und Bahndiensttraktoren, die vorwiegend in den Stationen oder ohne Anhängelast auf der Strecke verkehren, kann auf die automatische Bremse verzichtet werden.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**		
7	Mehrfachtraktion mit Fernsteuerung	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
	Erfolgt bei der Mehrfachtraktion von Zugskompositionen oder Triebfahrzeugen im betriebsbereiten Zustand oder während der Fahrt eine ungewollte Zugtrennung an der Trennstelle der automatischen Kupplung:							
7.1	Ist dies auf dem Zug führenden Fahrzeug im Blickfeld des Triebfahrzeugführenden unmittelbar und zweifelsfrei darzustellen.							
7.2	Hat jeder sich zwischen den Trennstellen und dem Zugschluss befindliche Zugteil selbsttätig und unverzögert mittels Schnellbremsung anzuhalten.							
7.3	Muss der in Fahrrichtung vorderste Zugteil selbsttätig und mittels verzögerter Schnellbremsung so anhalten, dass es zu keinem Aufprall der Zugteile untereinander kommt. Dabei hat eine vom Triebfahrzeugführenden, von der Zugbeeinflussung oder Sicherheitseinrichtungen angeforderte Schnellbremsung in jedem Fall unverzögert zu erfolgen.							
7.4	Darf es dem Triebfahrzeugführenden erst im Stillstand und nachdem er Kenntnis vom Grund der selbsttätig erfolgten Schnellbremsung genommen hat möglich sein, durch eine entsprechende Handlung die Bremswirkung aufzuheben und den vorderen Zugteil zu bewegen.							
7.5	Ist diese auf den der Trennstelle benachbarten Fahrzeugen, zusammen mit den für die Zugtrennung relevanten Daten, bleibend aufzuzeichnen.							

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.1)

8	Triebfahrzeuge müssen in der Regel zusätzlich zur automatischen Bremse eine Bremse besitzen, mit der das alleinfahrende Fahrzeug jederzeit angehalten werden kann.	**A**			**N**	**S**	**T**	**L**
8.1	Mit der zusätzlich zur automatischen Bremse verlangten, von dieser unabhängigen Bremse muss das beladene Triebfahrzeug auf dem grössten befahrenen Gefälle sicher angehalten werden können.	**A**			**N**	**S**	**T**	**L**
8.2	Als Bremse bzw. als Massnahme im Sinne der Ziff. 1 kommen in Betracht:	**A**			**N**	**S**	**T**	**L**
8.2.1	Antriebsorgan (Antriebsbremse) kombiniert mit einer Feststellbremse, deren Bremskraft bei Gestängebruch mindestens zur Hälfte erhalten bleiben muss;							
8.2.2	Antriebsorgan (Antriebsbremse) allein, bei elektrischen Triebfahrzeugen fahrdrahtunabhängig, bei thermischen Triebfahrzeugen unabhängig vom Traktions-Verbrennungsmotor wirkend;	**A**			**N**	**S**	**T**	**L**
8.2.3	Aufteilung der automatischen Bremse in mindestens zwei voneinander unabhängig wirkende Teilsysteme, von denen jedes über mindestens einen Bremszylinder sowie eine eigene Versorgung ab Speiseleitung (bei Federspeicherbremse eigene Entleerung) verfügt und das Fahrzeug im Sinne von Ziff. 1 anhalten kann;	**A**			**N**	**S**	**T**	**L**
8.2.4	Aufteilung der automatischen Bremse im Sinne von Ziff. 8.2.3. Anstelle der je unabhängigen Versorgung der Bremszylinder kann eine nichtautomatische Bremse (Rangierbremse bzw. Feststellbremse) treten, welche die gleichen Bremszylinder benützt und das Fahrzeug im Sinne der Ziff. 1 anzuhalten vermag.	**A**			**N**	**S**	**T**	**L**
8.3	Bei lediglich für den Rangierdienst im Stationsbereich ausgelegten Kleinmotorfahrzeugen kann mit Zustimmung des Bundesamtes auf die zusätzlich zur automatischen Bremse vorgeschriebene Bremse verzichtet werden.	**A**			**N**	**S**		
9	Zugskompositionen sind mit einer von der Reibung zwischen Rad und Schiene unabhängigen Sicherheitsbremse auszurüsten: a. auf Strecken ohne unabhängigen Bahnkörper, auf denen die Geschwindigkeit nicht angemessen reduziert wird, sowie bei Strassenbahnen; b. auf Strecken mit unabhängigem Bahnkörper, die mehr als 60 ‰ Neigung aufweisen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.1)

9.1	Als von der Reibung zwischen Rad und Schiene unabhängige Sicherheitsbremsen gelten Magnetschienenbremsen, Wirbelstromschienenbremsen, Zahnradbremsen usw.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
9.1.1	Die Stromversorgung von elektrisch erregten Bremsen muss auch bei Ausfall der Fahrdrahtspannung mindestens bis zum Stillstand gewährleistet sein.	**A**			**N**	**S**	**T**		
9.1.2	Bei Magnetschienenbremsen ist auf gutes Anliegen der Magnete am Schienenkopf, insbesondere in Kurven, zu achten, damit die Bremswirkung optimal wird.	**A**			**N**	**S**	**T**		
9.1.3	Bei Sicherheitsbremsen, die eine Entlastung der Räder bewirken, wie z. B. Karborundumbremsen (Karborundumklötze), die von oben auf den Schienenkopf gepresst werden) oder Zahnradbremsen (gebremste Zahnräder, die in eine Zahnstange eingreifen) sind die Wirksamkeit der Radbremsen und die Sicherheit gegen Entgleisen, letztere gemäss AB-EBV zu Art. 54, AB 54.1 zu überprüfen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
9.2	Für 9 a. gilt zudem:	**A**			**N**	**S**	**T**		
9.2.1	Bei Strassenbahnen muss die Summe der Anzugskräfte aller Schienenbremsmagnete eines Fahrzeuges mindestens so gross wie die Hälfte der Gesamtgewichtskraft des Fahrzeuges sein.	**A**			**N**	**S**	**T**		
9.2.2	Für andere Bahnen als Strassenbahnen ist das gleiche Verhältnis zwischen Anzugskraft und Gesamtgewichtskraft wie in Ziff. 9.2.1 anzustreben.	**A**			**N**	**S**			
9.2.3	Für die Bemessung der Sicherheitsbremse sind die Forderungen in AB 52.2, Ziffer 7.1 zu berücksichtigen.	**A**			**N**	**S**	**T**		
9.3	Für 9 b. gilt zudem:	**A**			**N**	**S**			
9.3.1	Die Sicherheitsbremse muss in ihrer Bremskraft so bemessen sein, dass ein Zug auch bei gleitenden Rädern des Triebfahrzeuges im maximalen Gefälle noch sicher angehalten werden kann.	**A**			**N**	**S**			
9.3.2	Das Bremsgewicht der Sicherheitsbremse ist gemäss AB 52.2 durch Versuche zu bestimmen, wobei die Ausgangsgeschwindigkeit der Fahrgeschwindigkeit auf den Streckenabschnitten, für welche die Sicherheitsbremse vorgeschrieben ist, entsprechen muss.	**A**			**N**	**S**			
9.3.3	Wenn durch die Wirkung der Sicherheitsbremse die Eigenschaften anderer Bremsen beeinflusst werden (z. B. Radentlastung bei Karborundumbremse), ist die Bremswirkung beim gleichzeitigen Wirken aller dieser Bremsen zu bestimmen.	**A**			**N**	**S**			

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 52.2 Bremskraft

1	Als Mass für die Wirkung der Bremse eines Adhäsionsfahrzeuges dient auf Strecken mit unabhängigem Bahnkörper das Bremsverhältnis und auf Strecken ohne unabhängigen Bahnkörper die Bremsverzögerung.	**A**			**N**	**S**	**T**	
2	Um die nachstehend geforderten Bremsverhältnisse bzw. Bremsverzögerungen zu erreichen, ist über einen grossen Abschnitt des Bremsweges eine weitgehende Ausnutzung der zwischen Rad und Schiene zur Verfügung stehenden Haftreibung notwendig. Dabei ist der thermischen Belastbarkeit und der Veränderung der Reibwerte infolge der Erwärmung der bremsenden Teile Rechnung zu tragen.	**A**			**N**	**S**	**T**	
3	Damit die maximale am Radumfang wirkende Bremskraft, insbesondere bei Geschwindigkeiten von mehr als 30 km/h, die Reibungsgrenze zwischen Rad und Schiene nicht überschreitet, kann die zulässige Bremsklotz-Anpresskraft wie folgt ermittelt werden:	**A**			**N**	**S**	**T**	
	$P \leq \frac{Q \cdot \mu_s}{\mu_{k30}} \cdot g$	**A**			**N**	**S**	**T**	

P Anpresskraft Reibpaarung pro Radsatz [kN]

Q Radsatzlast in [t]

μ_s Reibungskoeffizienten Rad-Schiene (Höchstwerte):

a) für Klotzbremsen mit K-Sohlen	0,13
b) für Scheibenbremsen	0,13
c) für Klotzbremsen mit Grauguss-Sohlen	0,15
für *a)* bis *c)* mit Gleitschutz	0,22

g Erdbeschleunigung = 9,81 [m/s²]

μ_{k30} Reibungskoeffizient zwischen Bremsklotz und Rad bzw. zwischen Bremsbelag und Bremsscheibe bei einer Geschwindigkeit von 30 km/h. Je nach den Betriebsverhältnissen (kleine Höchstgeschwindigkeit) darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Reibungskoeffizienten, insbesondere von Grauguss-Klötzen, mit abnehmender Geschwindigkeit unter 30 km/h stark ansteigen.

(AB 52.2)

3.1	Es ist zu beachten, dass sich das Verhältnis der Bremskraft zur Achslast in Abhängigkeit der spezifischen Anpresskraft und der Reibpaarung wesentlich ändern kann.	**A**			**N**	**S**	**T**	
3.2	Die Festlegung der auf die Radsätze einwirkenden Bremskräfte soll unter Berücksichtigung der minimalen und maximalen Radsatzlast erfolgen. Bei Triebfahrzeugen mit hohem Anteil an rotierender Masse können diese Bremskräfte entsprechend höher sein, ohne dass die Gefahr zunimmt, dass die Räder zu gleiten beginnen.	**A**			**N**	**S**	**T**	
4	Die einstufige Bremse von Einzelfahrzeugen ist nach den Kennlinien gemäss Ziff. 6.1.5 zu bewerten. Diesen Bewertungskennlinien sind die folgenden Abhängigkeiten und Werte zugrunde gelegt:	**A**				**S**		

$$s = \sum_{n=0}^{v_n=0} \left[v_n \cdot \Delta t + \tfrac{1}{2}(\bar{a}_n \cdot \Delta t^2) \right]$$

$$\boldsymbol{v_{n+1} = v_n + \bar{a}_n \cdot \Delta t} \qquad \boldsymbol{t_{n+1} = t_n + \Delta t}$$

$$\boldsymbol{\bar{a}_n = \frac{1}{2}\left[a_{(t_n;\, v_n)} + a_{(t_n + \Delta t;\, v_n + a_{(t_n;\, v_n)} \cdot \Delta t)} \right]}$$

$$\boldsymbol{a_{(t;v)} = -\frac{1}{(1+\xi)}\left[\left(1 - e^{-\left(\frac{3t}{\tau}\right)}\right) \cdot \frac{P}{G} \cdot \lambda \cdot \mu_{(v)} + a_{w(v)} + a_{s(i)} \right]}$$

s	Anhalteweg bei der Bremsbewertung [m]	P	Anpresskraft Reibpaarung [N]
n	Index nummerische Integration	G	Fahrzeuggewicht [kg]
v_n	Momentangeschwindigkeit bei t_n [ms^{-1}]	λ	Bremsverhältnis [%]
v_0	Bremsausgangsgeschwindigkeit [ms^{-1}]	g	Erdbeschleunigung = 9,81 [ms^{-2}]
Δt	Zeitschritt nummerische Integration = 0.1	m_T	Träge Masse [kg]
t_n	Fortlaufende Zeit bei Schritt-Index n [s]	m_R	Rotierende Masse [kg]
τ	Füllzeit 95 % Bremszylinderenddruck = 2.6 [s]	ξ	Verhältnis m_R/m_T = 0,055 [1]
$\bar{a}_n$	Mittlere Verzögerung während Δt [ms^{-2}]	i	Streckenneigung [‰]
$a_{(t;v)}$	Momentanverzögerung [ms^{-2}]	$\frac{P}{G}$	{ 3,092 [N/kg] (SB) 3,513 [N/kg] (K)

$a_{w(v)}$ Fahrwiderstand = $\left[20 + \frac{2}{300}(3.6v)^2\right] \cdot \frac{1}{1000}$ [ms^{-2}]

$a_{s(i)}$ Streckenwiderstand = $g \cdot sin(tan^{-1}(i/1000))$ [ms^{-2}]

$\mu_{(v)}$ Kombinierte Reibwertcharakteristik Scheibenbremse (SB) und K-Bremssohle (K) [1]

je als Polynom: $a_6v^6 + a_5v^5 + a_4v^4 + a_3v^3 + a_2v^2 + a_1v + a_0$ mit v in [km/h] und

$\mu_{(v)}$	v_0 [km/h]	a_6	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0
SB	≤ 80	5.41795E-14	-2.03624E-11	2.73971E-09	-1.77011E-07	1.17528E-05	-1.17900E-03	3.84878E-01
K	> 80	6.34337E-18	4.55092E-12	-1.35100E-09	7.24688E-08	1.42685E-05	-2.27480E-03	3.79410E-01

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.2)

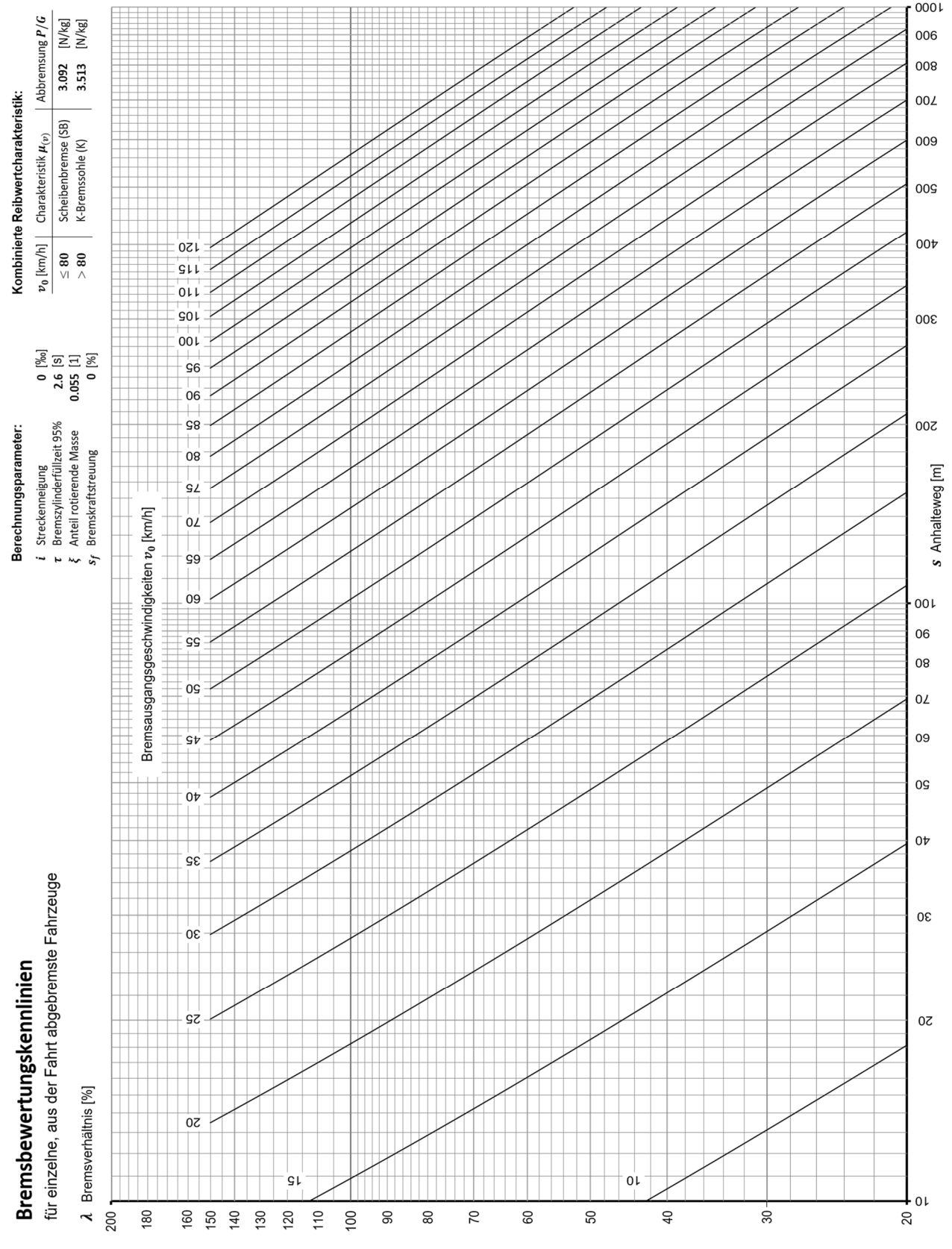
5	Für die Bestimmung des Bremsverhältnisses sind entsprechende Fahrversuche durchzuführen, mit mindestens einem Fahrzeug einer Bauserie. Für weitere, technisch und funktional baugleiche Fahrzeuge kann der Nachweis zum Bremsverhältnis mittels Konformität erfolgen.	**A**			**N**	**S**			
5.1	Es ist das Bremsverhältnis (λ) und das am Fahrzeug anzuschreibende Bremsgewicht (B) zu bestimmen bei Adhäsionsbahnen,	**A**			**N**	**S**			
5.2	beziehungsweise die Bremsverzögerung bei Strassenbahnen.	**A**			**N**	**S**	**T**		
6	In Bezug auf das zu erreichende Bremsverhältnis λ sind die Bremsen gemäss den nachstehenden Angaben zu konzipieren.	**A**			**N**	**S**			
6.1	Für Fahrzeuge auf Strecken mit unabhängigem Bahnkörper und ohne Sicherheitsbremse gilt:	**A**			**N**	**S**			
6.1.1	Resultiert auf horizontaler und gerader Strecke bei einer Schnellbremsung aus der Geschwindigkeit v_0 = 80 km/h ein Anhalteweg von $s \cong$ 252,8 m, entspricht dies einem Bremsverhältnis λ = 100 %.	**A**			**N**	**S**			
6.1.2	Für die Bestimmung des Bremsverhältnisses gemäss Ziffer 5, sind Schnellbremsversuche auf horizontaler und gerader Strecke durchzuführen. Aufgrund der dabei gemessenen Anhaltewege ist anhand der Bremsbewertungskennlinien gemäss Ziffer 6.1.5 das entsprechende Bremsverhältnis zu ermitteln.	**A**			**N**	**S**			
6.1.2.1	Kann bei der Bremsbewertung aus topographischen Gründen der Anhalteweg nicht auf horizontaler Strecke bestimmt werden, so ist dieser nach der Formel für den Anhalteweg (s) gemäss Ziff. 4, oder nach einer adäquaten anderen Berechnungsmethode, entsprechend umzurechnen.	**A**			**N**	**S**			
6.1.3	Bei einer Geschwindigkeit von 80 km/h sind nachfolgende Bremsverhältnisse anzustreben: – Wagen ohne Lastabbremsung, unbeladen $\lambda \geqq 100$ – Personentriebwagen, unbeladen $\lambda \geqq 90$ – Gütertriebwagen, unbeladen $\lambda \geqq 85$ – Lokomotiven $\lambda \geqq 85$	**A**			**N**	**S**			
6.1.4	Die Anpassung der Bremsbewertungskennlinien auf die Reibwertcharakteristik der Scheibenbremse gemäss Ziffer 4 bedingt, dass alle Fahrzeuge, welche mit Geschwindigkeiten von mehr als 80 km/h verkehren, zwingend nach den Bremsbewertungskennlinien gemäss Ziffer 6.1.5 (Stand 2020) bei der höchst zulässigen Fahrgeschwindigkeit bewertet sein müssen.	**A**			**N**	**S**			
6.1.4.1	Die aktualisierte «Ergänzung a» zu Kommentar Nr. 4 zur Eisenbahnverordnung enthält den Anhang mit den Kurvenblättern, welche anhand des Berechnungsmodells in Ziffer 4 überarbeitet wurden.	**A**			**N**	**S**			

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.2)

6.1.5 Bremsbewertungskennlinien

A | | **N** **S** | |



(AB 52.2)

6.1.6	Die Bewertung der Bremse hat grundsätzlich mittels geeigneter Mess- und Auswertungsmethoden anhand von Fahrversuchen auf horizontaler und gerader Strecke bei 80 km/h zu erfolgen. Liegt die Höchstgeschwindigkeit v_{maxFz} über 80 km/h, sind zusätzlich Bremsversuche mit der Bremsausgangsgeschwindigkeit v_{maxFz} durchzuführen und zu bewerten. Massgebend für die Bremsanschrift ist das jeweils tiefere Bremsverhältnis λ_{min}, welches sich aus den beiden Versuchsreihen mit v_{maxFz} beziehungsweise $v_{80km/h}$ ergibt. $B = m_{Tara} \cdot \lambda_{min} \cdot \frac{1}{100}$ B Bremsgewicht in [t] m_{Tara} Masse des unbeladenen Fahrzeuges in [t] λ_{min} Kleinstes Bremsverhältnis aus $v_{80km/h}$ und v_{maxFz} in [%]	**A**			**N**	**S**			
6.1.6.1	Für Fahrzeuge ohne Lastabbremsung ist das am Fahrzeug anzuschreibende Bremsgewicht (B) im unbeladenen Zustand zu ermitteln.	**A**			**N**	**S**			
6.1.6.2	Bei Fahrzeugen mit manuell einstellbarer Lastabbremsung, ist je Hebelstellung das Umstell- und das Bremsgewicht (B) anzuschreiben.	**A**			**N**	**S**			
6.1.6.3	Fahrzeuge mit automatischer Lastabbremsung sind entsprechend zu kennzeichnen sowie mit den Anschriften zum Bremsverhältnis und zum maximalen Bremsgewicht zu versehen. Die Bremsversuche sind sowohl im Zustand «Unbeladen» als auch in dem Beladezustand in welchem der Aussteuerpunkt erreicht wird durchzuführen und zu bewerten. Massgebend für die Anschrift des Bremsverhältnisses (λ) ist das tiefere der beiden Bewertungsergebnisse.	**A**			**N**	**S**			

(AB 52.2)

6.1.7 Durch die zulässige Ladung darf das Verhältnis der theoretischen Abbremsung zu der Erdbeschleunigung **A** **N** **S**

$$\delta = \frac{P}{G} \cdot \frac{100\ \%}{1000 \cdot g}$$

δ Verhältnis theoretische Abbremsung zu Erdbeschleunigung

P Summe der Bremsklotz-Anpresskräfte des Fahrzeuges in [N]

G Fahrzeugmasse in [t] (inkl. Ladung)

g Erdbeschleunigung in [ms^{-2}]

nicht unter folgende Werte sinken:

δ	Fahrzeuggattung	für massgebende Neigungen
40 %	bei Güterwagen	zwischen 0 und 30 ‰
41... 45 %	bei Güterwagen [1)]	zwischen 31 und 50 ‰
46... 50 %	bei Güterwagen [1)]	zwischen 51 und 70 ‰

[1)] Für grössere Neigungen sind grössere %-Werte anzustreben.

6.1.8 Nötigenfalls muss die Bremse so eingerichtet sein, dass die Bremskraft der Last angepasst werden kann (Lastabbremsung). Die Anpassung kann entweder von Hand oder automatisch erfolgen. Zusätzlich ist zu berücksichtigen: **A** **N** **S**

6.1.8.1 Klotzbremse mit Grauguss-Bremssohlen: **A** **N** **S**

$\lambda \leqq$ 100 ... 120: Einstufige Bremse zulässig *)

$\lambda >$ 100 ... 120: Zweistufige Bremse notwendig *)

*) Für grössere v_{max} sind die kleineren Grenzwerte anzustreben.

6.1.8.2 Scheibenbremsen oder Klotzbremsen mit K-Reibwertcharakteristik: **A** **N** **S**

$\lambda \geq$ 120: Gleitschutz notwendig.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.2)

6.2	Für die Fahrzeuge gemäss Ziff. 6.1, die jedoch mit Sicherheitsbremse ausgerüstet sind, gelten die gleichen Bedingungen wie in Ziff. 6.1, jedoch zusätzlich auch jene von AB 52.1, Ziff. 9 für die Sicherheitsbremse.	**A**			**N**	**S**	**T**	
7	In Bezug auf die zu erreichenden Bremsverzögerungen sind die Bremsen für die nachstehenden Werte auszulegen:	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.1	Züge von Adhäsionsbahnen mit Sicherheitsbremse auf Strecken ohne unabhängigen Bahnkörper sowie Strassenbahnen mit Sicherheitsbremse. Minimale Bremsverzögerung $\bar{p}_x$ auf horizontalem Gleis mit trockener, sauberer Lauffläche und ohne Verwendung von Sand:	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.1.1	0,9 m/s² unter Verwendung der automatischen Bremse bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 40 km/h im unbeladenen Zustand.	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.1.2	2,3 m/s² unter gleichzeitiger Verwendung der automatischen Bremse zusammen mit der Sicherheitsbremse und der Antriebsbremse bzw. einer zusätzlichen Bremse, wenn die Antriebsbremse als automatische Bremse benützt wird, bei Ausgangsgeschwindigkeiten von 40 km/h bis zur Maximalgeschwindigkeit im unbeladenen Zustand. Mit sinkender Ausgangsgeschwindigkeit von 40 km/h bis 20 km/h darf die Verzögerung nur so stark gleichmässig abnehmen, dass dieselbe bei 20 km/h den Wert 1,9 m/s² nicht unterschreitet.	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.1.3	Sofern die Mindestwerte nicht erreicht werden, ist die Fahrgeschwindigkeit entsprechend zu reduzieren. Bei schlechtem Schienenzustand können diese Verzögerungswerte naturgemäss kleiner ausfallen.	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.1.4	Bei allen Ausgangsgeschwindigkeiten von 20 km/h bis zur Maximalgeschwindigkeit darf die mittlere Verzögerung den Wert von 2,8 m/s² nicht übersteigen.	**A**			**N**	**S**	**T**	

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.2)

7.2	Züge von Adhäsionsbahnen ohne Sicherheitsbremse auf Strecken ohne unabhängigen Bahnkörper sowie Strassenbahnen ohne Sicherheitsbremse (bestehende Strassenbahnfahrzeuge). Minimale Bremsverzögerung $\bar{p}_x$ auf horizontalem Gleis mit trockener, sauberer Lauffläche und ohne Verwendung von Sand:	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.2.1	0,9 m/s² unter Verwendung der automatischen Bremse bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 40 km/h im unbeladenen Zustand.	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.2.2	1,0 m/s² unter Verwendung der automatischen Bremse zusammen mit der Antriebsbremse bzw. einer zusätzlichen Bremse, wenn die Antriebsbremse als automatische Bremse benützt wird, bei einer Ausgangsgeschwindigkeit von 40 km/h im beladenen Zustand.	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.2.3	Bei schlechtem Schienenzustand können diese Verzögerungswerte naturgemäss kleiner ausfallen.	**A**			**N**	**S**	**T**	
7.3	$\bar{p}_x$ ist wie folgt zu ermitteln: $$\bar{p}_x = \frac{v_0^2}{2 \cdot s}$$ $\bar{p}_x$ mittlere Verzögerung in [m/s²] v_0 Geschwindigkeit in [m/s] ab der Einleitung der Schnellbremsung s Anhalteweg in [m] ab der Einleitung der Schnellbremsung bis zum Stillstand	**A**			**N**	**S**	**T**	

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 52.3 Bremswirkung

1	Die Bremswirkung muss über den ganzen Bereich der zulässigen Abnützung erhalten bleiben.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
1.1	Als Bremsnachstellvorrichtungen sind automatisch wirkende Bremsgestängeregler zu verwenden, die mindestens die maximal zugelassene Klotz- bzw. Belagabnützung sowie einen Teil der Radabnützung kompensieren.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2	Die Bremswirkung darf durch das Federspiel des Fahrzeuges nicht beeinträchtigt werden.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2.1	Durch das Federspiel des Fahrzeuges dürfen insbesondere nicht beeinträchtigt werden: – die Wirkung von Schienenbremsen, – die Wirkung von Scheibenbremsen durch Exzentrizität, – die Wirkung von Klotzbremsen durch Verschiebung der Wirkrichtung, – die Wirkung der Lastabbremsung, – die Eingriffs- und Stabilitätsverhältnisse bei Zahnradbremsen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2.2	Einseitig auf die Lauffläche der Räder wirkende Bremsklötze sind nur bei entsprechender Konstruktion des Laufwerkes zulässig.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3	Die Benützung von Teilen des Bremssystems für weitere Funktionen darf die Wirkung der Bremsen nicht beeinträchtigen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3.1	Luftbehälter für Nebenbetriebe (Türbetätigung usw.) dürfen nur über Rückschlagventile und über in Reihe dazu angeordnete Drosselbohrungen an die Hauptleitung angeschlossen werden (Vermeiden einer Verlängerung der Ansprech- und Lösezeit der Bremse).	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3.2	Falls für Nebenbetriebe Luft in grossen Mengen aus der gleichen Anlage wie für die Bremsen benützt wird, ist für genügende Qualität der für die Bremsen erforderlichen Luft zu sorgen (z. B. Lufttrockner).	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4	Das richtige Funktionieren der Bremsen muss durch eine Bremsprobe im Stillstand kontrollierbar sein.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.1	Das richtige Funktionieren der Bremse muss feststellbar sein. Hierfür können die Bewegungen des Bremsgestänges oder die Zylinderdrücke überprüft werden.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.2	Mittels Notlöseeinrichtung unwirksam gemachte Federspeicherbremsen müssen erkennbar sein.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4.3	Sofern die Antriebsbremse als automatische Bremse benützt wird, muss deren Betriebsbereitschaft im Stillstand kontrolliert werden können.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 52.4 Feststellbremse

1	Die Feststellbremse muss unabhängig von der automatischen Bremse betätigt oder angesteuert werden können, darf aber mit ihr ein gemeinsames Bremsgestänge haben.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2	Sofern die nötige Mindestfesthaltekraft erreicht wird und für Wagen des internationalen Verkehrs nicht abweichende Vereinbarungen bestehen, genügt es, wenn die Feststellbremse nur auf einen Teil der Räder wirkt. Falls es nicht möglich ist, das Fahrzeug vor dem Sichern zu entladen, ist die Bremse für das Gesamtgewicht zu bemessen.	**A**			**N**	**S**	**T**	
3	Falls die Feststellbremse zusätzlich zum Regulieren der Fahrgeschwindigkeit (z. B. Abstossmanöver) benötigt wird, muss sie thermisch entsprechend bemessen sein und von einer Plattform aus betätigt werden können.	**A**			**N**	**S**	**T**	
4	Als Feststellbremsen gelten von Hand oder mit Fuss (Kurbel, Hebel, Pedal usw.) betätigte Bremsen oder Federspeicherbremsen, die sich nicht selbsttätig lösen können. (Wenn z. B. bei Verlust von Hydrauliköl die Bremskraft nachlassen kann oder bei Spindelbremsen die Selbsthemmung nicht genügt, ist eine Verriegelung notwendig.)	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
5	Die Betätigung der Feststellbremse mittels Kurbel oder Handrad muss so eingerichtet sein, dass die Bremskraft vergrössert wird, wenn Kurbel oder Handrad im Uhrzeigersinn gedreht werden.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
5.1	Folgende Werte sind bei der Auslegung anzunehmen:	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
5.1.1	500 N Kraft an der Kurbel bei zweihändig bedienbaren Bremskurbeln;							
5.1.2	200 N Kraft an der Kurbel bei einhändig bedienbaren Bremskurbeln;							
5.1.3	Wirkungsgrad – 97 % pro Hebel für Bremsgestänge – 29 bis 42 % für Bremsspindeln, je nach Gewindeform und Steigung							
5.1.4	Ausser bei Triebfahrzeugen darf ein Übersetzungsverhältnis von 1'400 : 1 in der Regel nicht überschritten werden.							

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 52.4)

6	Die Wirksamkeit der Feststellbremse von Adhäsionsfahrzeugen für deren Sicherung gegen unbeabsichtigtes Wegrollen im Gefälle kann anhand der Festhaltekraft ermittelt werden.	**A**			**N**	**S**	**T**	
6.1	Unter den Bedingungen gemäss Ziff. 5, ist die Festhaltekraft die Kraft, mit der in der Ebene auf geradem Gleis stehende Fahrzeuge gezogen werden müssen, damit diese zu rollen beginnen.	**A**			**N**	**S**	**T**	
6.2	Die Festhaltekraft kann wie folgt berechnet werden:	**A**			**N**	**S**	**T**	

$$F_{park} = \sum F_{pb} \cdot \mu_{st} \cdot \frac{r_m}{r_h}$$

F_{park}	Kraft der Feststellbremse an allen Rädern in [kN]		
F_{pb}	statische Anpresskräfte Bremsklotz- oder Bremsbelag in [kN]		
r_m	mittlerer Reibradius (bei Klotzbremsen $r_m = r_h$) in [m]		
r_h	Radius eines zur Hälfte abgenutzten Rades in [m]		
μ_{st}	Reibwerte bei 0 km/h [1]		
	für Sohlen:	GG	0,35
		K-Sohlen	0,20
		LL-Sohlen	0,20
	für Beläge:	organische Verbundstoffe	0,35
		Sinter	0,30

6.3	Die Bremskraft am Radumfang darf nur bis zu der Höhe der maximalen Haftwertbeanspruchung von $\tau_{Rad/Schiene} = 0{,}12$ jedes mit der Feststellbremse gebremsten Radsatzes angerechnet werden.	**A**			**N**	**S**	**T**	
6.4	Gegen Abrollen ist ein Sicherheitsfaktor von $K_{park} = 1{,}4$ anzustreben.	**A**			**N**	**S**	**T**	
6.5	Das Gefälle, in dem Fahrzeuge mit der Feststellbremse gesichert werden können, kann wie folgt berechnet werden:	**A**			**N**	**S**	**T**	

$$i_{max} = \frac{F_{park}}{m_{st} \cdot g \cdot K_{park}} \cdot 1000\ ‰$$

i_{max}	Gefälleneigung in [‰]
F_{park}	statische Anpresskräfte Bremsklotz- oder Bremsbelag in [kN]
m_{st}	Fahrzeugmasse (ohne rotierende Massen) in [t]
g	Erdbeschleunigung mit 9,81 [m/s^2]
K_{park}	Sicherheitsfaktor gegen Abrollen [1]

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 53.1 Anforderungen an Einstiegstüren

1 Für die Anforderungen an Fahrgasttüren (Einstiegstüren) bezüglich Konstruktion und Betrieb ist die SN EN 14752[1] anzuwenden.

1.1 Die Halte- und Öffnungsanforderung kann in Abweichung zur SN EN 14752 im Türtaster bei nicht freigegebenen Türen grün angezeigt werden.

2 Die Erkennbarkeit der Türen richtet sich nach der SN EN 16584-1:2017[1]. Eine Konformitätsbewertung durch eine Konformitätsbewertungsstelle ist nur für Fahrzeuge nötig, die auf interoperablen Strecken (Art. 15a EBV) verkehren.

3 Für die Anforderungen an die Türöffnungstasten ist SN EN 16584-2:2017[1] massgebend. Zudem sind die entsprechenden Vorgaben der Verordnung des UVEK über die technischen Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VAböV)[2]zu beachten.

4 Rollstuhl- und Rollatorzugang

4.1 Grundsätzlich ist der autonome Zugang für Personen im Rollstuhl oder mit Rollator bei mindestens einem definierten Einstieg («niveaugleicher Einstieg») pro Zug zu gewährleisten. Diese Einstiege sollen aussen am Fahrzeug mit einem Rollstuhl-Piktogramm gekennzeichnet sein, wenn dies betrieblich sinnvoll ist.

Beim niveaugleichen Einstieg ist zu gewährleisten, dass bei der konstruktiven Gestaltung der Wertepaar-Bereich gem. Ziffer 2.3 der TSI PRM[3] eingehalten wird. Dieser Wertepaar-Bereich betrifft die maximalen Abstände zwischen der Perronkante und der Aussenkante der Spaltminimierung (z. B. Klapp- bzw. Schiebetritt, Verschleissleiste), oder, falls keine Spaltminimierung vorhanden, der Einstiegskante des Fahrgastraums.

Spaltminimierungselemente dürfen Perronkanten von Perrons mit einer Höhe gemäss AB-EBV zu Art. 34, AB 34, Ziff. 3.1.1 um maximal 20 mm horizontal überragen.

---

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[2] SR **151.342**
[3] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 6.

(AB 53.1)

4.2 Kann der autonome Zugang nicht gewährleistet werden, so erbringen die Unternehmen des öffentlichen Verkehrs insbesondere für Rollstuhlfahrende die erforderliche Hilfestellung durch den Einsatz von Personal und den nötigen Hilfsmitteln (z. B. mobile Lifte, fahrzeuggebundene Hublifte, Rampen mit ausreichender Rutschfestigkeit und auf beiden Seiten erhöhten Kanten von mind. 50 mm). Werden dabei Rampen eingesetzt, so darf die maximale Neigung 18 % betragen.

Für Rollstuhlfahrende ist bei Perrons in Längsneigung, bei denen die maximale Neigung >60 ‰ bis 120 ‰ beträgt, beim Ein- und Ausstieg Hilfestellung durch eine Person des Unternehmens zu gewährleisten, da aus einer Perron-Längsneigung eine Querneigung des Ein-/Ausstiegs resultiert. Bei Perrons in Längsneigung, bei denen die maximale Neigung >120 ‰ bis 180 ‰ beträgt, ist Hilfestellung durch zwei Personen des Unternehmens zu gewährleisten.

Wo verhältnismässig und angezeigt, soll Personalhilfestellung auf Wunsch von Betroffenen auch bei Perrons mit einer Längsneigung ≤60 ‰ geleistet werden. Hierbei sind die BAV-Hinweise zur autonomen Benutzung des barrierefrei ausgestalteten öffentlichen Verkehrs[4] zu beachten.

Die Benutzung von mobilen Liften für den Ein- und Ausstieg von Rollstühlen ist bei Perrons in Längsneigung mit einer maximalen Neigung >60 ‰ nicht zulässig. Die Benutzung von Rollstuhlrampen für den Ein- und Ausstieg ist bei Perrons in Längsneigung mit einer maximalen Neigung >60 ‰ nur dann zulässig, wenn diese der Spaltüberbrückung und der Überwindung einer Höhendifferenz zwischen Perron und Fahrzeug von max. 50 mm dienen und die Neigung der Perronkante und jene des Fahrzeugeinstiegs parallel verlaufen. Perrons in Längsneigung mit einer maximalen Neigung >60‰ und einer Höhendifferenz zwischen Perron und Fahrzeug >50 mm sind für Rollstühle nicht benutzbar. Es ist eine externe Ersatzlösung anzubieten.

An den Haltepunkten mit Perrons in Längsneigung mit einer maximalen Neigung >60 ‰ bis 180 ‰ sind an den geeigneten Stellen Halteorte zu kennzeichnen, an denen die Rollstuhlfahrenden auf das hilfestellende Personal warten.

Perrons in Längsneigung mit einer maximalen Neigung >180 ‰ sind für Rollstühle nicht benutzbar. Es ist eine externe Ersatzlösung anzubieten. Ausgenommen sind Perrons, bei denen ein Teilbereich in der Länge eine Neigung ≤180 ‰ aufweist, sich die Rollstuhleinstiege bei den eingesetzten Fahrzeugen in diesem Teilbereich befinden und ein Perronzugang zu diesem Teilbereich vorhanden ist.

4.3 Eine Konformitätsbewertung durch eine Konformitätsbewertungsstelle ist nur für Fahrzeuge nötig, die auf interoperablen Strecken (Art. 15*a* EBV) verkehren.

4.4 Der Nachweis des autonomen Zugangs zu Normal- und Meterspurfahrzeugen ist gemäss den entsprechenden Richtlinien des BAV zu führen.

[4] Abrufbar unter www.bav.admin.ch/mobile.

AB 53.2 Anforderungen an die Türüberwachung

1 Offene oder nicht zuverlässig geschlossene Einstiegtüren müssen vom Triebfahrzeugführer festgestellt werden können.

2 Wird während der Fahrt eine Türe über die Türnotöffungseinrichtung geöffnet, darf durch eine allfällige Schaltungsabhängigkeit keine Schnellbremse eingeleitet werden.

AB 53.3 Gepäcktüre

1 Bei in Fahrzeug-Längsrichtung laufenden Schiebetüren muss bei unbeabsichtigtem Schliessen eine Öffnung von ca. 300 mm Breite bestehen bleiben.

AB 53.4 Übergangstüren zwischen Fahrzeugen

1 Die Sicherung der Übergangstüren am Zugende kann durch das Hochklappen der Übergangsbrücke erfolgen, sofern letztere nicht unbeabsichtigt gesenkt werden kann.

AB 54 Grundsätze

1	Ein Zahnradfahrzeug im Sinne dieser Verordnung ist ein Fahrzeug, das seine Zug- oder Bremskraft auf eine Zahnstange überträgt. Als Zahnradfahrzeuge gelten ebenfalls Fahrzeuge, bei denen Zug- oder Bremskräfte über Zahnstange und Adhäsion gleichzeitig übertragen werden, wenn die Kraftübertragung über Adhäsion alleine nicht genügt.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1	Für die Festlegung der Zug- oder Bremskraft der Zahnradantriebe sind als maximale Reibungskoeffizienten für die zwischen Rad und Schiene effektiv ausgeübten Kräfte für Fahren 0,2 und für Bremsen 0,15 anzunehmen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2	Zahnradfahrzeuge haben die Anforderungen an die Eingriffsverhältnisse gemäss AB 54.1.b zu erfüllen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**		
2	Adhäsionsfahrzeuge, deren gemäss AB-EBV zu Art. 52, AB 52.1, Ziff. 9 verlangte Sicherheitsbremse als Zahnradbremse ausgebildet ist, sind keine Zahnradfahrzeuge im Sinne von Ziffer 1.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2.1	Sie haben jedoch in Bezug auf Eingriffverhältnisse und Sicherheit gegen Entgleisen den für Zahnradfahrzeuge gültigen Vorschriften zu entsprechen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3	Bei reinen Zahnradbahnen wird auf Grund der hohen Verzögerungen sowie der tiefen Geschwindigkeiten auf die kollisionstaugliche Auslegung gemäss AB-EBV zu Art. 51, AB 51.2 verzichtet.		**z**	**Z**				

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.1.a Sicherheit gegen Entgleisen

			z	Z	N	S		
1	Bei der Fahrt in der Geraden muss der sich auf die Achslasten beziehende Sicherheitsfaktor S_Q (Längsstabilität), welcher durch die Beziehung $S_Q = 1 + \frac{Q_{eff}}{Q_o}$ definiert ist, mindestens betragen:		z	Z	N	S		
1.1	1,3 bei Fahrgeschwindigkeiten nach Geschwindigkeitsreihe 2,		z	Z	N	S		
1.2	1,4 bei Fahrgeschwindigkeiten nach Geschwindigkeitsreihe 3.		z	Z	N	S		
2	Da Entgleisungen allgemein in Kurven wahrscheinlicher sind genügt eine solche Untersuchung allein nicht. Es ist vielmehr notwendig, die Sicherheit in Bezug auf die unter Berücksichtigung des Spurkranzauftriebes entstehenden Radlasten nachzuprüfen. Der entsprechende Sicherheitsfaktor S_R (Entgleisungssicherheit) ist in diesem Fall durch die Beziehung $S_R = 1 + \frac{R_{eff}}{R_o}$ definiert und muss mindestens betragen:		z	Z	N	S		
2.1	1,2 bei Fahrgeschwindigkeiten nach Geschwindigkeitsreihe 2,		z	Z	N	S		
2.2	1,25 bei Fahrgeschwindigkeiten nach Geschwindigkeitsreihe 3.		z	Z	N	S		
3	Dabei bedeuten:		z	Z	N	S		
3.1	Q_o bzw. R_o: Achs- bzw. Radkraft, die auf horizontalem Gleis ohne Zug- oder Bremskraftausübung, jedoch unter Einwirkung eventueller sog. «Achsdruckvermehrer» entsteht, selbst wenn letztere nur beim Ziehen oder Bremsen wirken.		z	Z	N	S		
3.2	Q_{eff}, bzw. R_{eff}: Beim betrachteten Vorgang auftretende, senkrecht zum Gleis gerichtete Kraft der betreffenden Achse bzw. des betreffenden Rades.		z	Z	N	S		
3.3	Für die Berechnung der Sicherheit gegen Entgleisen werden unabgenützte Schienen-, Spurkranz- und Zahnstangenprofile vorausgesetzt (betr. Abnützung der Zahnstange siehe AB-EBV zu Art. 33, AB 33.1).		z	Z	N	S		
3.4	Der Berechnung sind folgende Reibungskoeffizienten zugrunde zu legen:		z	Z	N	S		
3.4.1	Reibungskoeffizient Rad-Schienenkopf	$\mu_S = 0.3$	z	Z	N	S		
3.4.2	Reibungskoeffizient Spurkranz-Schiene	$\mu_b = 0.3$ bzw. $\mu_b = 0.15$[1)]	z	Z	N	S		
	[1)] nur wenn dauernd eine einwandfreie Spurkranzschmierung gewährleistet ist, z. B. auch bei Schnee und Kälte.							

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.1.a)

3.4.3	Reibungskoeffizient Zahnstange-Zahnrad $\mu_Z = 0.15$		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4	Für die Extremfälle, die bezüglich der Sicherheit gegen Entgleisen zu untersuchen sind, gelten folgende Voraussetzungen:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.1	Die maximale Zugkraft, entsprechend der eingestellten Zugkraftbegrenzung (= nicht verzögerte Strom- bzw. Druckbegrenzung, Drehmomentbegrenzung) kommt zur Wirkung.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2	Die zwei Bremssysteme (vgl. AB 54.2.b.2, Ziff. 1.2) setzen gleichzeitig ein bzw. eines der Bremssysteme überlagert sich der Beharrungsbremse, wobei die Anteile wie folgt zu berücksichtigen sind:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.1	Bei zwei mechanischen Anhaltebremsen		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.1.1	die maximale Bremskraft beider Bremsen,		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.1.2	die maximale Bremskraft der einen Bremse und die um 30 % verminderte Bremskraft der anderen Bremse, sofern beide Bremsen ausschliesslich mittels Handbremsspindel betätigbar sind.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.2	Bei einer mechanischen Anhaltebremse und der Beharrungsbremse		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.2.1	die maximale Bremskraft der auf dem Triebfahrzeug konzentrierten, mechanischen Anhaltebremse und 120 % der Beharrungskraft der Beharrungsbremse für das grösste Zugsgewicht auf dem betreffenden Gefälle, wenn die betrachtete mechanische Bremse mittels Übergeschwindigkeitsauslösung ansprechen kann,		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.2.2	die maximale Bremskraft der auf dem Triebfahrzeug konzentrierten, mechanischen Anhaltebremse und 100 % der Beharrungskraft der Beharrungsbremse für das grösste Zugsgewicht auf dem betreffenden Gefälle, wenn keine Übergeschwindigkeitsauslösung auf die betrachtete mechanische Bremse einwirken kann.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.2.3	In beiden Fällen darf mit der effektiv zu erwartenden Summe der Kräfte beider Bremsen, welche normalerweise kleiner als die theoretische Summe ist, gerechnet werden, wobei mittels Versuchen nachzuweisen ist, dass der angenommene Wert nicht überschritten wird.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

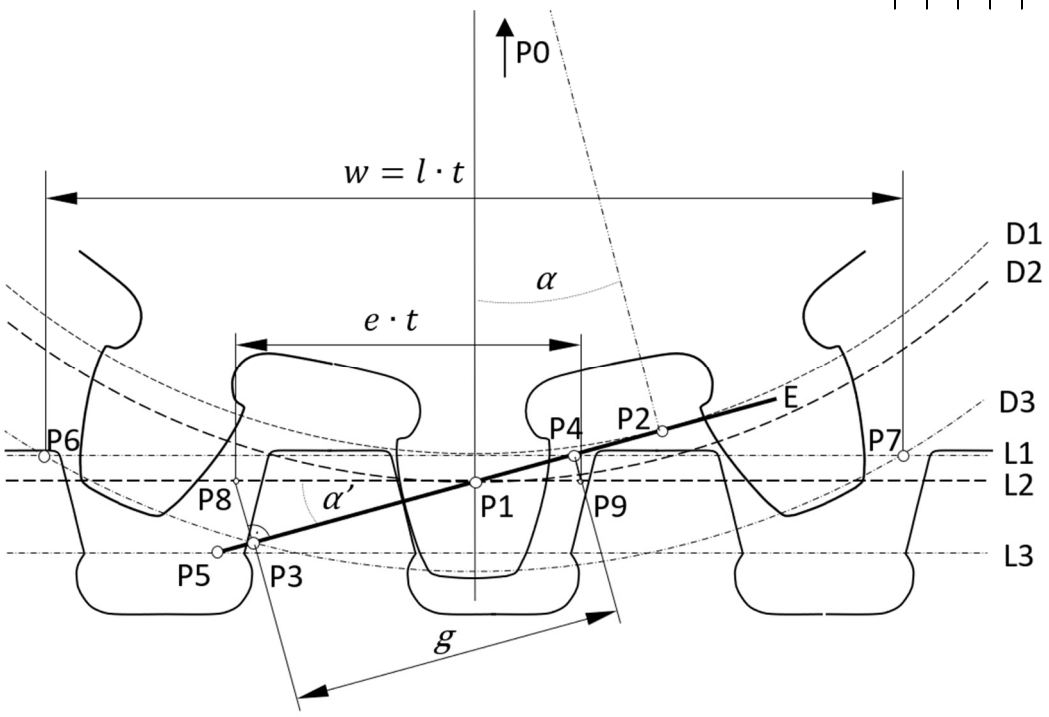
(AB 54.1.a)

5	Die Sicherheit gegen Entgleisen ist nach einer vom Bundesamt anerkannten Methode zu rechnen, wobei folgende Bremskräfte anzunehmen sind:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.1	Die sich nach AB 54.2.b.2, Ziff. 2.2.1 bez. 2.2.2 für jede der mechanischen Anhaltebremsen ergebende Kraft oder		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.2	die effektiv durch Messungen ermittelte Kraft, wobei allfällige Streuungen zu berücksichtigen sind.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.3	Dabei sind ebenfalls zu berücksichtigen:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.3.1	Streckenverhältnisse (Kombination Gefälle – Kurvenradius, Zentrifugalkräfte in der Kurve bei der Ansprechgeschwindigkeit des Übergeschwindigkeitsauslösers);		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.3.2	Einfluss von Wind von 50 km/h – sofern die örtlichen Verhältnisse nicht andere Werte bedingen – in der massgebenden Querrichtung;		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.3.3	Belastung des betrachteten Fahrzeuges (leer, voll beladen, ggf. einseitig beladen);		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.3.4	Zusammensetzung und Belastung des Zuges (betrieblich zulässige Komposition, eventuelle Mehrfachtraktion);		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.3.5	Unregelmässigkeiten: Ausfall der Bremse bzw. der Zugkraft in irgendeinem Zugsteil, Anfahren gegen gebremsten Zug.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
5.3.6	Allfällige, weitere hinzukommende Fälle sind im Pflichtenheft festzulegen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
6	Die Sicherheit vor Entgleisung bei Wagen muss gemäss den obigen Punkten für Triebfahrzeuge gewährleistet sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
6.1	Die Sicherheit gegen Entgleisen der Wagen wird vor allem durch den Querschub der Puffer (max. Pufferkräfte in Verbindung mit Kurveneinstellung) sowie durch den infolge der Bremsung entstehenden Zahnauftrieb, sofern eine Bremse im Wagen zur Wirkung kommt, beeinträchtigt.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
6.2	Der Sicherheitsfaktor S_R muss mindestens betragen:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
6.2.1	$S_R = 1,1$	für alle Wagen einer Zugskomposition bei Bergfahrt,	**z**	**Z**	**N**	**S**		
6.2.2	$S_R = 1,05$	für Wagen mit ungebremsten Zahnrädern bei Talfahrt,	**z**	**Z**	**N**	**S**		
6.2.3	$S_R = 1,2$	für alle übrigen Wagen einer Zugskomposition bei Talfahrt,	**z**	**Z**	**N**	**S**		
6.2.4	$S_R = 1,2$	für alleinfahrende Wagen bei Talfahrt (z. B. Bremsversuch).	**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.1.b Zahneingriff

1.1 Zahneingriffbild (schematisch): | z | Z | N | S |



1.1.1 Begriffe für das Zahneingriffbild: | z | Z | N | S |

$\boldsymbol{l}$	Eindringdauer	$l = \frac{\mathrm{w}}{\mathrm{t}}$
$\boldsymbol{e}$	Eingriffdauer	$e = \frac{\mathrm{g}}{\cos(\alpha) \cdot \mathrm{t}}$
$\boldsymbol{t}$	Teilung	
$\boldsymbol{e \cdot t}$	Eingriffslänge	(P8 – P9)
$\boldsymbol{\alpha, \alpha'}$	Eingriffswinkel	
$\boldsymbol{g}$	Eingriffstrecke	(P3 – P4)
$\boldsymbol{l \cdot t}$	Eindringlänge	(P6 – P7)
$\boldsymbol{w}$	Eindringlänge	(P6 – P7)

Schnittpunkte der Eingriffslinie mit:

P1 Teilkreis und Senkrechte der Radmitte

P2 Tangentenpunkt mit Grundkreis des Zahnrades

P3 Kopfkreis der wirksamen Zahnflanke des Zahnrades

P4 Kopflinie der wirksamen Zahnflanke der Zahnstange

P5 Fusslinie der wirksamen Zahnflanke der Zahnstange

P0: Radmitte (Fixpunkt)

D1: Grundkreis
D2: Teilkreis
D3: Kopfkreis der wirksamen Zahnflanke
L1: Kopflinie der wirksamen Zahnflanke
L2: effektive Teillinie
L3: Fusslinie der wirksamen Zahnflanke
E: Eingriffslinie

Schnittpunkte der Kopflinie der wirksamen Zahnstangenflanke:

P6, P7 mit Kopfkreis der wirksamen Zahnflanke des Zahnrades

Schnittpunkte der Senkrechten zur Eingriffslinie in den Punkten P3 und P4:

P8, P9 mit der Teillinie

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.1.b)

1.2	Zahnräder können mechanisch miteinander gekuppelt sein, wobei auf eine gleichmässige Kräfteverteilung sowie das entstehende Schwingungssystem geachtet werden muss.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
1.3	Wo die Bauart der Zahnstange ein seitliches Ausweichen der Zahnräder nicht verhindert, sind wenigstens an exponierten Stellen der Strecke Massnahmen zu treffen, durch welche das Fahrzeug noch sicher im Gleis geführt bleibt, auch wenn die Spurkränze vorübergehend wirkungslos sein sollten.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.4	Die Distanz zwischen den einzelnen Zahnrädern darf kein Vielfaches der Teilung sein, damit nicht zusätzliche Schwingungen erzeugt werden.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
1.5	Ein Zahnrad kann aus einem oder mehreren Zahnkränzen (z. B. System Abt) bestehen.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.5.1	Zur Erzielung einer gleichmässigen Verteilung der Zahnkräfte müssen die Triebzahnkränze eines Triebzahnrades tangential gefedert sein, wobei anzustreben ist, dass sie bei der Wirkung der maximalen Zugkraft bzw. der maximalen Bremskraft einer mechanischen Anhaltebremse nicht zum Anschlag kommen.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
1.5.2	Das bei der Zahnstange System Locher verwendete Zahnradpaar gilt sinngemäss als ein Zahnrad mit zwei Zahnkränzen, sofern diese mechanisch miteinander verbunden sind.	**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.1.b)

1.6	Zur Beurteilung der Eingriffverhältnisse ist in Bezug auf die Kontinuität der Übertragung die Eingriffdauer «e» und in Bezug auf eine un-un-terbrochene Übertragung im Falle eines Zahnbruches die Eindring-dauer «I» massgebend.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.1	Um den lückenfreien Eingriff zu gewährleisten,		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.1.1	sollte die Eingriffdauer «e» jedes Triebzahnkranzes mindestens 1,15 betragen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
1.6.1.2	Wenn dieser Wert nicht erreicht werden kann, muss jeder Triebzahnkranz eine Tangentialfederung aufweisen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
1.6.1.3	Bei Bremszahnrädern sollte die Eingriffdauer «e» mindestens 1,00 betragen. Ist dies nicht der Fall, ist der Nachweis zu erbringen, das Aufkanten, Überrutschen und Aufsteigen nicht vorkommen können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.2	Um im Falle eines Zahnbruches einen Unterbruch der Übertragung und die damit verbundenen harten Massenträgheitsschläge zu vermeiden,		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.2.1	sollte jeder Zahnkranz stets mit mindestens zwei Zähnen in die Zahnstange eindringen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.2.2	Die Eindringdauer «I» jedes Zahnkranzes soll daher mindestens 2,15 betragen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.3	Der Verlauf der Eingriffsdauer «e» und der Eindringdauer «I» ist über den Verlauf der Radabnützung grafisch nachzuweisen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.3.1	Für die Bestimmung von «e» werden unabgenützte Zahnprofile vorausgesetzt. Der vorgeschriebene Wert 1,15 der Eingriffdauer für Triebzahnräder enthält daher eine Reserve von 0,15 für die Abnützung.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.3.2	Mit Rücksicht auf Ungenauigkeiten in der Höhenlage der Zahnstange enthält der Wert 2,15 der Eindringdauer «I» ebenfalls eine Sicherheitsreserve von 0,15.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.3.3	Bei Zahnstangen mit kleinem Widerstandsmoment (z. B. System Abt) ist zu berücksichtigen, dass sich die Lamellen zwischen ihren Auflagepunkten infolge des Zahnauftriebes stark durchbiegen können, wodurch die Gefahr des Aufkantens erheblich vergrössert wird.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.3.4	Die oben erwähnten Zahlenwerte müssen mit der gemäss AB-EBV zu Art. 33, AB 33.1 zugelassenen Zahnstangen-Durchbiegung erfüllt sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.6.3.5	Bei halbabgenutzten Rädern sollten der Teilkreis und die konstruktive Teillinie in einem Punkt zusammenfallen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.1.b)

1.7	Zahnstange mit vertikalem Zahneingriff		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.7.1	Bei knapper Stabilität können die bei ungenügenden Eingriffverhältnissen auftretenden Massenkräfte das Aufsteigen des Zahnrades begünstigen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.7.2	Die für Eingriffdauer «e» und Eindringdauer «l» angegebenen Mindestwerte sollen bei der höchsten Lage der Zahnräder vorhanden sein. Als solche gilt stets diejenige, die sich bei neuen Tragrädern ergibt. Nehmen die Zahnräder am Federspiel teil, dann ist dabei die sich beim leeren Fahrzeug unter Einfluss der auftretenden Zug- oder Bremskräfte ergebende statische Einfederung der Tragfedern in Betracht zu ziehen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.7.3	Bei tiefster Lage der Trieb- und Bremszahnräder (grösste Radabnützung und gegebenenfalls volles Federspiel) darf kein Verklemmen in der Zahnstange und keine Berührung zwischen Zahnkopf und Zahngrund auftreten. Zur Erfüllung dieser Bedingung müssen Zahnräder, wenn sie am Federspiel teilnehmen, nötigenfalls zum Ausgleich der Radabnützung in der Höhe verstellbar sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.7.4	In Hinblick auf eine möglichst ungestörte Abwicklung des Eingriffvorganges müssen die Zahnflanken über die gesamte zum Eingriff kommende Zahnhöhe frei von Vorsprüngen sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.8	Zahnstange mit horizontalem Zahneingriff		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.8.1	Bei der doppelseitigen Zahnstange können die Zahnräder nicht aus dem Eingriff geraten. Ungenügende Eingriffverhältnisse haben somit diesbezüglich keinen Einfluss, wohl aber in Bezug auf die Massenkräfte und die damit verbundenen Abnützungen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.8.2	Aus dem in 1.8.1 erwähnten Grunde sollten die für «e» und «l» angegebenen Mindestwerte ebenfalls für die horizontale Zahnstange erreicht sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.9	Stromübergang vom Fahrzeug in die Zahnstange: Es ist zu beachten, dass ohne besondere Massnahmen nicht ausgeschlossen werden kann, dass Traktionsstrom nicht nur über die Tragräder in die Schienen, sondern auch über die Zahnräder in die Zahnstange fliessen kann.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.2.a Zug und Stossvorrichtungen

AB 54.2.a.1 gekuppelte Fahrzeuge

1	Stossvorrichtungen sind in jedem Falle unerlässlich. Für den Betrieb mit gekuppelten Fahrzeugen sind in der Regel auch Zugvorrichtungen erforderlich.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.2	In jedem Falle muss festgelegt werden, ob dauernd entkuppelt zu fahren ist oder ob zur Vermeidung einer Zugstrennung zeitweises Einkuppeln (beispielsweise auf wenig steilen Streckenabschnitten) verlangt werden soll.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.2.1	Bei der Verwendung von Vorstellwagen auf einer durchgehend ansteigenden Strecke und zwei- oder dreiachsigen kurzen Rahmenlokomotiven als Traktionsmittel ist die Lokomotive dauernd oder streckenweise zu entkuppeln.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.2.2	Bei Drehgestell-Triebfahrzeugen oder Fahrzeugen, welche mit den Leitungen der Fernsteuerung verbunden sind, müssen die Fahrzeuge der Züge bei Berg- und Talfahrt dauernd über die Zugvorrichtung gekuppelt sein; dies schliesst die Verwendung von ungesicherten Kupplungshaken als Zugvorrichtung aus.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.3	Die Zug- und Stossvorrichtungen müssen derart gestaltet sein, dass die auftretenden Kräfte keine Entgleisungen, keine unzulässigen Pufferverschiebungen bzw. kein Ausknicken der Kupplungen verursachen.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.3.1	Als sichere Zug- und Stossvorrichtungen gelten beispielsweise Schraubenkupplungen mit Mittel- oder Seitenpuffern, halbautomatische und vollautomatische Mittelpufferkupplungen und ähnlich konstruierte Vorrichtungen.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.3.2	Einfachere Verbindungen sind zum Kuppeln von Vorstellwagen zulässig, sofern sie gegen Aushängen genügend gesichert sind (z. B. Stossbalken mit gesichertem Kupplungshaken).	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.3.3	Ein ungesicherter Kupplungshaken wird als Zugvorrichtung zugelassen, wenn mit zeitweise entkuppelten Wagen gefahren wird.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.3.4	Ungesicherter Kupplungshaken oder Seil- bzw. Kettenverbindung darf als Zugvorrichtung für vorgestellte Ski- und Güterwagen verwendet werden.	**z**	**Z**	**N**	**S**			

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.2.a.2 nicht gekuppelte Fahrzeuge

		z	Z	N	S		
1	Beim Betrieb mit entkuppelten Wagen muss dafür gesorgt werden, dass diese bei Zugstrennung nicht auf das Triebfahrzeug zurückrollen.	z	Z	N	S		
1.1	Durch geeignete Massnahmen muss dieser Erscheinung entgegengewirkt werden (z. B. Klinkenbremse oder ähnliche Rücklaufsicherung im Vorstellwagen). Andernfalls ist der Betrieb mit entkuppelten Wagen für die Bergfahrt nicht erlaubt.	z	Z	N	S		
1.2	Im nicht durchgehend gekuppelten Zug muss jedes entkuppelte Fahrzeug bzw. jede entkuppelte Fahrzeuggruppe auf dem maximalen Gefälle in beladenem Zustand aus der zulässigen Talfahrgeschwindigkeit für sich angehalten werden können.	z	Z	N	S		
1.2.1	Für den Wert der Verzögerung wird dabei nichts vorgeschrieben.	z	Z	N	S		
1.2.2	Die betreffenden Bremsen müssen besetzt sein oder durch Übergeschwindigkeitsauslösung automatisch einsetzen. Im letzteren Fall muss die Auslösung auf allen Wagen, z. B. durch elektrische Verbindung, gleichzeitig erfolgen.	z	Z	N	S		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.2.b Bremsen

AB 54.2.b.1 von Triebfahrzeugen

1	Triebfahrzeuge sind mit wenigstens zwei bremsbaren, in die Zahnstange eingreifenden Zahnrädern zu versehen. Diese müssen bei Drehgestellfahrzeugen auf mindestens zwei Drehgestelle verteilt sein. Alle Zahnräder haben genügende Eingriffsverhältnisse aufzuweisen.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
1.1	Wenn eines der bremsbaren Zahnräder störungsbedingt nicht mehr in die Zahnstange eingreift, muss der Zug noch sicher angehalten werden können.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
2	Triebfahrzeuge, deren Antriebe bei Störungen grössere Bremskräfte entwickeln können als die der Untersuchung der Sicherheit gegen Entgleisen zugrunde gelegten, müssen in der Kraftübertragung zwischen Antrieb und Zahnrad ein Drehmoment-Begrenzungsorgan besitzen. Dieses darf nicht zwischen dem Bremsorgan der mechanischen Anhaltebremse und dem Zahnrad liegen. Beträgt das Gefälle auf keinem Streckenabschnitt mehr als 125 ‰, so kann auf das Organ unter den in den Ausführungsbestimmungen[1] festgelegten Voraussetzungen verzichtet werden.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
2.1	Drehmoment-Begrenzungsorgane sollen verhindern, dass zu grosse Drehmomente auf die Zahnräder übertragen werden, damit (z. B. bei Kurzschlüssen im Bremsstromkreis, bei Bürstenrundfeuern, wenn elektrisch gebremst wird) nicht so stark bremsende Drehmomente auftreten können, dass zu hohe Materialbeanspruchung entsteht oder das Triebfahrzeug aus der Zahnstange gehoben wird.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
2.2	Unter Bremsorgan der mechanischen Anhaltebremse wird hier der mit dem Antrieb gekuppelte Teil (z. B. Bremstrommel, Bremsscheibe) verstanden.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
2.3	Beträgt das Gefälle auf keinem Streckenabschnitt mehr als 125 ‰, so kann bei Drehgestell-Fahrzeugen auf Drehmoment-Begrenzungsorgane verzichtet werden, wenn jede Achse einen von den anderen Achsen getrennten Antrieb aufweist.	**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**

[1] SR **742.141.11**

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.1)

3	Die Triebfahrzeuge sind mit einer sicheren Übergeschwindigkeitsauslösung auszurüsten, der mittels einer der mechanischen Anhaltebremsen den Zug selbsttätig zum Stillstand bringt, sobald in Talrichtung die höchstzulässige Fahrgeschwindigkeit überschritten wird.[2]		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.1	Die Funktionen der Übergeschwindigkeitsüberwachung und Übergeschwindigkeitsauslösung sind in einer Sicherheitsbaugruppe umzusetzen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.2	Sobald sich abzeichnet, dass eine sich im Eingriff befindliche Schnellbremsung den Grenzwert für die minimale mittlere Verzögerung im Gefälle nach AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.b.2, Ziff. 2.2.2.3 nicht mehr einhalten kann, muss die Geschwindigkeitsüberwachungsanlage unverzüglich und zusätzlich die andere mechanische Anhaltebremse gemäss AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.b.2, Ziff. 1.2 aktivieren um den Zug zum Stillstand zu bringen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.2.1	Die Einbindung der Verzögerungsüberwachung in die Steuerkreise hat so zu erfolgen, dass eine Störung im Überwachungssystem keine Doppelbremsung hervorruft.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.3	Der Übergeschwindigkeitsauslöser muss so eingestellt werden, dass er bei einer Übergeschwindigkeit anspricht, die höchstens 10 % grösser als die höchstzulässige Fahrgeschwindigkeit v_{zul} ist.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.4	Ist erwünscht, auf kleinerem Gefälle rascher zu fahren, so darf der Übergeschwindigkeitsauslöser auf eine höhere Ansprechgeschwindigkeit als die für das Maximalgefälle massgebende Fahrgeschwindigkeit v_{zul} eingestellt werden.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.4.1	Da die Erhöhung der Ansprechgeschwindigkeit bei gleich bleibender Bremskraft eine entsprechend grössere, thermische Beanspruchung der Bremse (siehe AB 54.2.b.2, Ziff. 2.2.1) zur Folge hat, ist diese Geschwindigkeit von Fall zu Fall mit Rücksicht auf das thermische Verhalten der Bremsen festzulegen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.5	Der Übergeschwindigkeitsauslöser ist mehrstufig mit den entsprechenden Ansprechgeschwindigkeiten auszuführen,		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.5.1	wenn die Bremskraft mit Rücksicht auf die auf kleineren Gefällen auftretenden Verzögerungen entsprechend dem Gefälle abgestuft wird		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.5.2	oder aufgrund des thermischen Verhaltens der Bremse nicht im Sinne von Ziff. 3.2 auf kleineren Gefällen genügend rasch gefahren werden kann.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

[2] Fassung gemäss Ziff. I der V vom 16. Nov. 2011, in Kraft seit 1. Juli 2012 (AS **2011** 6233).

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.1)

3.5.3	Für die Anpassung sowohl der Bremskraft als auch der Ansprechgeschwindigkeit des Übergeschwindigkeitsauslösers an eine bestimmte Neigung sind folgende Bedingungen zu erfüllen:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.5.3.1	Die Umschaltung auf dem Fahrzeug muss von Hand durch den Triebfahrzeugführer erfolgen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.5.3.2	Die für den betreffenden Streckenabschnitt richtige Schaltung muss vom Gleis aus derart überwacht werden, dass der Zug bei Nichtübereinstimmung selbsttätig zum Anhalten kommt.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.6	Der Übergeschwindigkeitsauslöser soll innerhalb einer Ansprechtoleranz von ± 5 % arbeiten. Bei der Einleitung der Bremsung muss eine eventuell ausgeübte Zugkraft unterbrochen werden.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.7	Der Antrieb des Übergeschwindigkeitsauslösers muss von einem Trieb- bzw. Bremszahnrad aus schlupffrei erfolgen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.7.1	Ketten- oder Zahnriemenantrieb ist nur zulässig, wenn eine Sicherheitsvorrichtung vorhanden ist, die bei Unterbruch der Kraftübertragung anstelle des Übergeschwindigkeitsauslösers eine Bremsung einleitet.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.7.2	Der Antrieb muss von der Funktion des Drehmoment-Begrenzungsorgans unabhängig sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
3.8	Die Aktivierung der Bremse durch den Übergeschwindigkeitsauslöser hat durch möglichst einfache und möglichst direkt und rasch wirkende Mittel zu erfolgen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
4	Triebfahrzeuge müssen eine Rücklaufsicherung aufweisen, die während der Bergfahrt ein unbeabsichtigtes Rückwärtsrollen des Zuges selbsttätig verhindert. Dies gilt auch für Fahrzeuge, die in derselben Fahrrichtung sowohl Steigungen wie Gefälle befahren.[3]		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
4.1	Ausser den Freilaufbremsen (z. B. Klinkenbremsen) sind als Rücklaufsicherung auch Vorrichtungen zulässig, welche auf die Änderung der Fahrrichtung reagieren und dadurch mittels einer der unter AB 54.2.b.2 Ziff. 1.2 erwähnten Bremsen den Zug zum Stillstand bringen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
4.1.1	Die dabei in Talrichtung bis zum Stillstand zurückgelegte Wegstrecke darf auf dem maximalen Gefälle höchstens 5 m betragen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
4.1.2	Die Geschwindigkeit, bei welcher die Bremsen durch diese Vorrichtung zum Ansprechen kommen, darf höchstens 10 km/h betragen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
4.2	Bei Bremsen mit Freilauf für die Bergfahrt (z. B. Klinkenbremsen) muss dafür gesorgt werden, dass vor der Bergfahrt folgende Bedingungen erfüllt sind:		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
4.2.1	Sie müssen fest angezogen werden.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**
4.2.2	Sie müssen gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert werden.		**z**	**Z**	**N**	**S**		**L**

[3] Fassung gemäss Ziff. I der V vom 16. Nov. 2011, in Kraft seit 1. Juli 2012 (AS **2011** 6233).

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.2.b.2 von Zugskompositionen

1	Zugskompositionen müssen folgende Bremseinrichtungen besitzen:	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1	eine Beharrungsbremse, mit der die normale Geschwindigkeit des vollbeladenen Zuges bei Talfahrt gehalten, auf mindestens 50 Prozent der für das betreffende Gefälle zulässigen Fahrgeschwindigkeit ermässigt und diese ermässigte Geschwindigkeit gehalten werden kann;	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.2	Beharrungsbremsen sind:	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.2.1	Antriebsbremsen wie z. B. – Widerstands- und Rekuperationsbremse bei elektrischen Triebfahrzeugen, – Widerstandsbremse bei thermoelektrischen Triebfahrzeugen, – Motorbremse bei Triebfahrzeugen mit Verbrennungsmotor, – hydrodynamische und hydrostatische Bremsen irgendwelcher Art (z. B. bei thermischen Triebfahrzeugen), – Gegendruckbremse bei Dampflokomotiven;	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.2.2	Reibungsbremsen wie z. B. – Trommel-, Scheiben- oder die auf die Radreifen wirkende Klotzbremse, deren Kapazitäten eine dauernde Bremsung gestatten;	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.2.3	eine Kombination vorgenannter Bremsen.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.3	Eine als mechanische Anhaltebremse vorgesehene Bremse	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.3.1	darf als Beharrungsbremse nur verwendet werden, sofern sie thermisch so bemessen ist, dass sie ihre Funktion als Anhaltebremse gemäss 2.2.1 jederzeit erfüllen kann.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.3.2	Auf Gefällen über 125 ‰ darf keine der zwei unter Ziff 1.2 vorgeschriebenen mechanischen Anhaltebremsen als Beharrungsbremse verwendet werden.		**Z**	**N**	**S**			
1.1.4	Die Beharrungsbremse muss so ausgelegt sein, dass bei Ausfall der Fahrdrahtspannung bzw. des Verbrennungsmotors bei thermischen Triebfahrzeugen, folgende Möglichkeit besteht:	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.4.1	Von jeder beliebigen Stelle der Zahnstangenstrecke aus müssen die Reisenden in Sicherheit gebracht werden können.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.4.2	Dabei kann auf die Regulierbarkeit der Geschwindigkeit verzichtet werden.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.5	Im Stromkreis der elektrischen Beharrungsbremse dürfen Überwachungseinrichtungen und Schaltelemente eingebaut werden, die diesen beim Auftreten von Überströmen öffnen, sofern dadurch gleichzeitig automatisch eines der beiden Bremssysteme I oder II (vgl. 1.2) zum Einsatz kommt.	**z**	**Z**	**N**	**S**			

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

1.2 zwei voneinander unabhängige mechanische Anhaltebremsen für die Talfahrt. **z Z N S**

1.2.1 Als zwei voneinander unabhängige mechanische Anhaltebremsen gelten folgende Varianten: **z Z N S**

	Neigungen	1. mechanische Anhaltebremse	2. mechanische Anhaltebremse	
1.2.1.1	Alle	Zahnradbremse	Zahnradbremse	**z Z N S**
1.2.1.2	Alle	Kombinierte Zahnrad- und Adhäsionsbremse	Zahnradbremse	**z Z N S**
1.2.1.3	Bis max. 90 ‰	Adhäsionsbremse	Zahnradbremse	**z N S**

1.2.2 Die mechanischen Anhaltebremsen und die Beharrungsbremse müssen bei jeder Zugskomposition in einer der folgenden Kombinationen zwei Bremssystemen zugeordnet sein: **z Z N S**

	Neigungen	Bremssystem I	Bremssystem II	
1.2.2.1	Alle	Zahnradbremse = ①	Zahnradbremse = ②	**z Z N S**
1.2.2.2	Alle	Kombinierte Zahnrad- und Adhäsionsbremse = ①	Zahnradbremse = ②	**z Z N S**
1.2.2.3	Bis max. 125 ‰	Kombinierte Zahnrad- und Adhäsionsbremse = ①	Zahnradbremse unterstützt = ② gemäss Ziff. 2.2.1.4	**z N S**
1.2.2.4	Bis max. 90 ‰	Adhäsionsbremse = ①	Zahnradbremse = ②	**z N S**

①: 1. mechanische Anhaltebremse

②: 2. mechanische Anhaltebremse

1.2.3 Den beiden unabhängigen mechanischen Anhaltebremsen dürfen lediglich die Zahnräder gemeinsam sein. **z Z N S**

1.2.3.1 Bei hydraulischer Betätigung der Bremsorgane muss jedes Bremssystem über separate Rücklaufleitungen entleert werden. **z Z N S**

1.2.3.2 In diesen Rücklaufleitungen dürfen Ölfilter eingebaut sein, sofern letztere bei Verstopfung einen Überlauf freigeben, der keinerlei Rückstau auf die Leitungen erzeugt. **z Z N S**

(AB 54.2.b.2)

2	Die mechanischen Anhaltebremsen müssen folgenden Bedingungen genügen:[4]		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1	Mindestens eine dieser Bremsen muss eine reine Zahnradbremse sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.1	Als reine Zahnradbremse gilt eine Bremse beliebiger Anordnung, deren Bremskraft rein formschlüssig auf das Zahnrad und damit auf die Zahnstange übertragen wird.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.1.1	Bei nicht trennbarer Kupplung von Adhäsions- und Zahnradantrieb (sog. verkuppelter Antrieb) gilt auch die Adhäsionsbremse als reine Zahnradbremse.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.2	Die reine Zahnradbremse		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.2.1	darf nur dann auf die einzelnen Fahrzeuge einer Zugskomposition verteilt werden, sofern dieselbe betrieblich nicht verändert wird, die Instandhaltung der ganzen Komposition nach den für Triebfahrzeuge geltenden Vorschriften erfolgt und die Bremskraft jedes Fahrzeuges entsprechend seinem Gewicht bemessen ist.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.2.1.1	Mit dem Wortlaut «betrieblich nicht verändert wird» ist gemeint, dass eine solche Komposition nur durch qualifiziertes Personal im Depot oder in einer Werkstätte in ihrer Grösse verändert werden darf. Dadurch wird zum einwandfreien Funktionieren dieser Bremse beigetragen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.2.1.2	Die vereinigte Führung von Zugskompositionen dieser Art ist grundsätzlich zulässig (vgl. AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.b.5, Ziff. 2).		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.2.2	In allen anderen Fällen darf diese Bremse nur auf die Triebfahrzeuge der Komposition wirken.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.3	Die andere mechanische Anhaltebremse darf wie folgt gebaut sein:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.3.1	Als kombinierte Zahnrad- und Adhäsionsbremse, die auf die Komposition verteilt ist, d.h. auch auf die Wagen wirkt.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.3.1.1	Der Anteil der Adhäsionsbremse darf durch Magnetschienenbremsen unterstützt werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.3.1.1.1	Die Komposition verkehrt auf der gleichen Strecke auch auf reinen Adhäsionsabschnitten mit unabhängigem Bahnkörper, mit Neigungen von mehr als 60 ‰.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.3.1.1.2	Die Ansteuerung der Magnetschienenbremsen erfolgt nach den Grundsätzen gemäss AB 50.1, Ziff. 13.4.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.3.2	Auf Neigungen bis höchstens 90 ‰ als reine Adhäsionsbremse, die auf die Komposition verteilt sein muss, d.h. auf alle Fahrzeuge wirken muss.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

[4] Fassung gemäss Ziff. I der V vom 16. Nov. 2011, in Kraft seit 1. Juli 2012 (AS **2011** 6233).

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

2.1.4	Für den Betrieb auf Zahnstangenstrecken muss bei der hierfür speziellen Auslegung der Bremskraft-Anteile der Adhäsions- und Zahnradbremsen berücksichtigt werden,		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.4.1	dass auf den grossen Gefällen Radsätze entlastet werden, wodurch die verfügbare Adhäsionsbremskraft vermindert wird.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1.4.2	Die Adhäsionsbremse von Fahrzeugen für gemischten Zahnrad- und Adhäsionsbetrieb muss für den Betrieb auf Adhäsionsstrecken den Vorschriften der Adhäsionsbahnen genügen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2	Jede dieser Bremsen muss bei Talfahrt in der Lage sein, den Zug sicher anzuhalten; auf Neigungen von höchstens 125 ‰ und unter den hier festgelegten Voraussetzungen sind Erleichterungen durch Kombination mit einer der übrigen Bremsen zulässig.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.1	Dimensionierungsgrundsätze		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.1.1	Für die kraftmässige Bemessung der Bremssysteme sind das maximale Gefälle und das maximale Triebfahrzeug- bzw. Zugsgewicht für den in Betracht gezogenen Bremsfall massgebend.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.1.1.1	Diese Gewichte sind aufgrund der zulässigen Zuladung (Reisende entsprechend der angeschriebenen Anzahl Sitz- und Stehplätze, Güter, Schnee) zu bestimmen, wobei ohne anders lautende Angaben des Pflichtenheftes mit den Zahlenwerten in AB-EBV zu Art. 47, AB 47.1, Ziff. 2.4 zu rechnen ist.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.1.1.2	Für die Stehplätze müssen Plattformen und Gangflächen sowie hierfür vorgesehene Gepäckraumflächen berücksichtigt werden, sofern nicht garantiert werden kann, dass die angeschriebene Platzzahl nicht überschritten wird.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.1.2	Bei Zugskompositionen, bei denen keine der beiden mechanischen Anhaltebremsen eine automatische Bremse gemäss AB 52.1, Ziff. 1 ist, sind beide mechanischen Anhaltebremsen des Triebfahrzeuges für das maximale Gewicht der Zugskomposition zu bemessen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.1.3	Bei Zugskompositionen, bei denen die eine der beiden mechanischen Anhaltebremsen eine automatische Bremse gemäss AB 52.1, Ziff. 1 ist, muss die betreffende Bremse des Triebfahrzeuges nur für das maximale Triebfahrzeuggewicht bemessen sein, wobei die Wagen ihren Bremskraftanteil selbst aufzubringen haben.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

2.2.1.4	Bei Zugskompositionen gemäss Ziff. 2.2.1.3, die Neigungen von höchstens 125 ‰ befahren, darf die auf dem Triebfahrzeug konzentrierte mechanische Anhaltebremse (zweite mechanische Anhaltebremse) im Hinblick auf die Sicherheit gegen Entgleisen der Anhängewagen zur Bildung des Bremssystems II wie folgt unterstützt werden:		**z**		**N**	**S**		
2.2.1.4.1	Durch den von der ersten mechanischen Anhaltebremse der Anhängelast (Bremssystem I) unabhängigen Anteil der Beharrungsbremse oder		**z**		**N**	**S**		
2.2.1.4.2	durch die erste mechanische Anhaltebremse des Triebfahrzeuges, wobei die Temperatur ihrer Bandbremse (Zahnradbremse) überwacht sein muss.		**z**		**N**	**S**		
2.2.1.4.3	In beiden Fällen sind folgende Bedingungen zu erfüllen:		**z**		**N**	**S**		
2.2.1.4.3.1	Die Bremskraft der zweiten mechanischen Anhaltebremse allein muss zum Sichern des maximalen Zugsgewichtes im grössten Gefälle genügen.		**z**		**N**	**S**		
2.2.1.4.3.2	Die zweite mechanische Anhaltebremse und die sie unterstützende Bremse müssen mittels eines einzigen Bedienungsorgans betätigt werden können, das vom Bedienungsorgan der Beharrungsbremse bzw. von jenem der ersten mechanischen Anhaltebremse sowie des Bremssystems I unabhängig ist.		**z**		**N**	**S**		
2.2.1.4.3.3	Die Anhängelast am Triebfahrzeug muss mindestens – 2 Wagen umfassen und – 50 % der max. zulässigen Anhängelast des Triebfahrzeuges betragen.		**z**		**N**	**S**		
2.2.1.4.4	Für das Bremssystem II gelten hinsichtlich Längsstabilität, Sicherheit gegen Entgleisen, Dimensionierung (Ziff. 2.2.1.1) sowie Verzögerungswerte (Ziff. 2.2.2) dieselben Bedingungen wie für eine entsprechende mechanische Anhaltebremse.		**z**		**N**	**S**		
2.2.1.4.5	Für Zugkompositionen, bei denen das Bremssystem II gemäss AB 54.2.b.2, Ziff. 2.1.2.1 über den ganzen Zug verteilt ist, gelten sinngemäss die Vorgaben nach Ziff. 2.2.1.4.		**z**		**N**	**S**		
2.2.2	Verzögerungswerte		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.2.1	Der Sollwert B_O der Bremskraft ist grundsätzlich nach der Beziehung $B_o = m_g\,(p_e + a)$ Bezeichnungen siehe Ziff. 2.2.4 zu berechnen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.2.1.1	Erfahrungsgemäss muss mit einer Streuung der Bremskraft gerechnet werden. Bei Bandbremsen kann eine Streuung von ± 15 % angenommen werden.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

		z	Z	N	S		
2.2.2.1.2	Es sind folgende Nachweise zu erbringen:	z	Z	N	S		
2.2.2.1.2.1	Bei der Wirkung einer effektiven Bremskraft, die 15 % höher liegt als deren Sollwert B_o, müssen die Bedingungen für die Sicherheit gegen Entgleisen rechnerisch erfüllt sein.	z	Z	N	S		
2.2.2.1.2.2	Bei 85 % der effektiven Bremskraft der Bandbremsen muss ein Fahrzeug – mit Bruttogewicht, – im maximalen Gefälle, – aus der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, bei einer zweiten von zwei unmittelbar aufeinander folgenden Bremsungen, noch sicher zum Stillstand kommen, ohne dass eine thermische Überbeanspruchung der bremsenden Teile auftritt. Für diese Bremsung ist keine Minimalverzögerung vorgeschrieben. Eine dieser Bremsungen muss durch den allenfalls vorhandenen Übergeschwindigkeitsauslöser eingeleitet werden.	z	Z	N	S		
2.2.2.1.2.3	Diese letzte Bedingung ist bei Bremsversuchen zu kontrollieren, um mittels der Beziehung $B_e = m_g\ (p_e + a)$ (Bezeichnungen siehe Ziff. 2.2.4) aufgrund der gemessenen p_e die auftretende effektive Bremskraft nachrechnen zu können.	z	Z	N	S		
2.2.2.2	Jedes einzelne Bremssystem muss im Stande sein, den Zug (bei Mehrfachtraktion den entsprechenden Zugsanteil) bzw. das Triebfahrzeug bei den vorerwähnten massgebenden Grössen mit den in Ziff. 2.3 angegebenen Verzögerungen zum Stillstand zu bringen.	z	Z	N	S		
2.2.2.2.1	Wird die Bremswirkung automatisch reguliert (z. B. auf einen bestimmten Bremskraft- oder Verzögerungswert), so muss der Reguliervorgang derart erfolgen, dass bei Störungen die volle Bremskraft zur Wirkung kommt.	z	Z	N	S		
2.2.2.2.2	Die durch jedes einzelne Bremssystem bewirkte Bremsung darf nicht zu schroff sein (z. B. auf kleineren Gefällen). Eine Bremsung ist als schroff zu bezeichnen, wenn die auftretende effektive Verzögerung (Verzögerung nach Aufbau der Bremskraft) p_e = 3,0 m/s^2 überschreitet.	z	Z	N	S		
2.2.2.2.3	Ebenso wichtig wie der Wert der Verzögerung ist ihre zeitliche Änderung bzw. der Ruck. Die Aufbauzeit der Bremskraft sollte daher nicht weniger als 0,2 s betragen.	z	Z	N	S		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

2.2.2.3	Bei Einleitung der Bremsung durch den Triebfahrzeugführer oder durch Steuerungseinrichtungen auf dem Fahrzeug, davon ausgenommen die Übergeschwindigkeitsauslösung, wird die mittlere Verzögerung für jedes einzelne Bremssystem aufgrund des Bremsweges durch die nachstehende Beziehung ermittelt: $\bar{p}_x = \frac{v_o^2}{2X}$ (Bezeichnungen siehe Ziff. 2.2.4)		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.2.3.1	Bei der Soll-Bremskraft B_0 (100 %) muss $\bar{p}_x$ mindestens 0,3 m/s² betragen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.2.3.2	Jede Bremse muss dabei im Stande sein, vom kalten Zustand aus drei solche möglichst rasch aufeinander folgenden Bremsungen von der Geschwindigkeit $v_o = v_{zul}$ bis zum Stillstand durchzuführen, ohne schädliche Erwärmung zu erleiden.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.2.3.3	Bei der dritten Bremsung darf die mittlere Verzögerung $\bar{p}_x$ kleiner als 0,3 m/s² sein, jedoch muss sicher angehalten werden können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.2.4	Bei Einleitung der Bremsung durch den Übergeschwindigkeitsauslöser muss das betreffende Bremssystem imstande sein, vom kalten Zustand aus zwei solche möglichst rasch aufeinander folgende Bremsungen bis zum Stillstand ohne schädliche Erwärmung durchzuführen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.2.4.1	Der Wert der auftretenden effektiven Verzögerung p_e darf dabei nicht grösser sein als jener, der bei der Betätigung der Bremse durch den Triebfahrzeugführer auftritt.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.2.4.2	Bei der zweiten Bremsung darf die effektive Verzögerung gegenüber derjenigen bei der ersten Bremsung einen wesentlich kleineren Wert aufweisen, jedoch muss sicher angehalten werden können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3	Bremsversuch: Der Bremsversuch dient der Kontrolle, ob die Wirkung der Bremsen der rechnerischen Bemessung entspricht. Er ist bei Inbetriebsetzung und bei periodischen Kontrollen gemäss den folgenden Anweisungen durchzuführen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1	Einleitung der Bremsung durch den Triebfahrzeugführer (siehe auch Ziff. 2.2.2.3):		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.1	Der Streckenpunkt, bei dem die Bremsung beginnen soll, wird durch eine neben dem Gleis angebrachte Stopp-Marke festgehalten.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.2	Die Talfahrt muss genügend weit vor dieser Marke beginnen, um mit der Beharrungsbremse die Geschwindigkeit derart regulieren zu können, dass sie kurz vor der Marke konstant bleibt. Die entsprechende Geschwindigkeit v_o soll möglichst nahe an der höchstzulässigen Geschwindigkeit v_{zul} liegen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

2.2.3.1.3	Beim Vorbeifahren an der Stopp-Marke wird der Stopp-Befehl gegeben, worauf die Beharrungsbremse auszuschalten (Ausnahme: Ziff. 2.2.1.4.1) und möglichst rasch anschliessend die betreffende Anhaltebremse einzusetzen ist.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.3.1	Das Ausschalten der Beharrungsbremse umfasst lediglich den Wegfall der betreffenden Bremskraft, nicht aber das Abkuppeln allfälliger, zu dieser Bremse gehörender, rotierender Massen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.3.2	Falls für die Einleitung der Bremsung verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung stehen (z. B. Betätigung über Führerbremsventil, durch elektrisches Organ oder mit Handrad bzw. -kurbel), muss der Bremsversuch für jede Art der Betätigung durchgeführt werden, sofern die Grösse oder die Aufbauzeit der Bremskraft von der Art der Bremsbetätigung abhängig ist. Die dabei gemessenen Verzögerungen müssen in den vorgeschriebenen Grenzen liegen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.3.3	Bei der Bremsbetätigung mittels Handrad bzw. -kurbel ist die Bremse bis zum Stopp-Befehl in der normalen Lösestellung zu belassen (kein Vorziehen).		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.3.4	Die ausschliesslich zum Sichern des stillstehenden Zuges vorgesehenen Bremsbetätigungen (z. B. direkte Betätigung gemäss Ziff. 2.5) werden nur im Stillstand geprüft.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.4	Beim Bremsversuch sind zu messen:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.4.1	Geschwindigkeit v_o: Infolge der unvermeidlichen Verlustzeit τ wird die Geschwindigkeit beim Ansprechen der Bremse stets höher als v_o sein;		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.4.2	Bremsweg x;		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.4.3	Effektive Verzögerung p_e, welche mit Hilfe eines passenden Gerätes unmittelbar zu messen und zu registrieren ist. Allgemein zeigt die aufgenommene p-Kurve stets gewisse Schwingungen. Als effektive Verzögerung p_e ist diejenige zu betrachten, die sich nach Aufbau der Bremskraft als Mittelwert ergibt. Viel genauer und übersichtlicher lässt sich p_e als Neigung der Geschwindigkeits-Zeit-Kurve ermitteln, falls eine solche aufgenommen wird;		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.3.1.4.4	Bremszeit T, lediglich zu Vergleichszwecken.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

2.2.3.1.5	Registrierungen	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.1.5.1	Um einen richtigen Einblick in die sich abspielenden Vorgänge zu erhalten, ist es empfehlenswert, ebenfalls die Geschwindigkeit v und den Weg x in Funktion der Zeit zu registrieren.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.1.5.2	Zudem sollten im gleichen Registrierdiagramm der Stopp-Befehl, das Abschalten der Beharrungsbremse (Ausnahme: Ziff. 2.2.1.4.1) und die Betätigung bzw. das Einschalten der Anhaltebremse festgehalten werden.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.2	Einleitung der Bremsung durch den Übergeschwindigkeitsauslöser (siehe auch Ziff. 2.2.2.4).	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.2.1	Bei diesem Versuch wird die Geschwindigkeit auf ca. 70 bis 80 % der Ansprechgeschwindigkeit des Übergeschwindigkeitsauslösers reguliert und bei einer Marke neben dem Gleis die Beharrungsbremse ausgeschaltet (im gleichen Sinne wie Ziff. 2.2.3.1).	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.2.2	Wird dabei v (evtl. auch x) in Funktion der Zeit t registriert und das Ansprechen des Übergeschwindigkeitsauslösers markiert, lassen sich aufgrund des Diagramms die Geschwindigkeit v_1 beim Ansprechen des Übergeschwindigkeitsauslösers und zu Vergleichszwecken die Bremszeit T_1 vom Moment des Ansprechens des Übergeschwindigkeitsauslösers bis zum Stillstand bestimmen. Das Ablesen der Geschwindigkeit sowie die Markierung des Bodens neben dem Gleis beim Ansprechen des Übergeschwindigkeitsauslösers sind zu ungenau, um zu richtigen Resultaten auf Grund des Bremsweges X zu kommen.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.2.3	Die effektive Verzögerung P_e ergibt sich unmittelbar aus der Neigung der aufgenommenen Geschwindigkeitskurve. Sie kann aber auch aus der mit Hilfe eines Verzögerungsmessers registrierten Verzögerung ermittelt werden.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.2.4	Für periodische Kontrollen genügt es im allgemeinen, die Zeit T_1 mit einer Stoppuhr zu bestimmen, sofern der Moment des Ansprechens genügend genau feststellbar ist; es ist dann lediglich ein Gerät zur Messung von p_e notwendig.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.3	Nachkontrolle der effektiven Bremskraft B_e.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.2.3.3.1	Zur Nachkontrolle bzw. Einstellung der effektiven Bremskraft	**z**	**Z**	**N**	**S**			
	$\mathbf{B_e = m_g\,(p_e + a)}$ (Bezeichnungen siehe Ziff. 2.2.4)							
2.2.3.3.2	a ist aufgrund eines Ablaufversuches vom Stillstand aus zu ermitteln. Der Ablaufversuch kann mit dem Bremsversuch zur Kontrolle der Bremsfunktion bei Übergeschwindigkeitsauslösung (siehe Ziff. 2.2.3.2) kombiniert werden.	**z**	**Z**	**N**	**S**			

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

			z	Z	N	S		
2.2.4	Verwendete Bezeichnungen:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.2.4.1	Zeiten in [s]:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
	t	= Momentanwert ab Stopp-Befehl						
	T	= Bremszeit, Stopp-Befehl bis zum Stillstand des Fahrzeuges						
	T_1	= Bremszeit, Moment des Ansprechens des Übergeschwindigkeitsauslösers bis zum Stillstand des Fahrzeuges						
	τ	= Verlustzeit, Stopp-Befehl bis zur Wirkung der effektiven Bremskraft						
2.2.4.2	Wege in [m]:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
	x	= Momentanwert beim Bremsvorgang						
	X	= Bremsweg, Stopp-Marke bis zum Stillstandspunkt des Fahrzeuges						
2.2.4.3	Geschwindigkeiten in [m/s]:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
	v_{zul}	= höchstzulässige Fahrgeschwindigkeit gemäss AB-EBV zu Art. 76, AB 76						
	v_o	= Fahrgeschwindigkeit beim Stopp-Befehl						
	v	= Momentanwert						
	v_1	= Fahrgeschwindigkeit beim Ansprechen des Übergeschwindigkeitsauslösers						
2.2.4.4	Geschwindigkeit in [km/h]:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
	v_{zul} [km/h] = 3.6 v_{zul} [m/s]							
2.2.4.5	Beschleunigung in [m/s^2]:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
	a	= auf dem betreffenden Gefälle ohne Bremsung entstehende freie Beschleunigung						

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

2.2.4.6	Verzögerungen in [m/s²]:	**z**	**Z**	**N**	**S**			
	p = Momentanwert beim Bremsvorgang							
	p_e = effektive Verzögerung, die sich nach Aufbau der Bremskraft ergibt. Sie kann bei Aufzeichnung mittels Verzögerungsschreiber als Mittelwert der einzelnen Schwingungen oder bei Aufzeichnung der Geschwindigkeits-Zeit-Kurve als Neigung des abfallenden Teils dieser Kurve ermittelt werden.							
	$\bar{p}_x$ = mittlere Verzögerung (aufgrund des Bremsweges X zu ermitteln)							
2.2.4.7	Diverse Grössen:	**z**	**Z**	**N**	**S**			
	m_g = totale Masse: Summe der translatorisch bewegten Masse und der auf die Zahnstange reduzierten Masse der rotierenden Teile in [kg]							
	B_e = effektive Bremskraft in [N]							
	L = Momentanwert der an den Bremstrommeln entwickelten Bremsleistung in [W]							
	Bremsleistung = $v \cdot B_e$							
	L_{max} = maximale Bremsleistung in [W]							
	A = total anfallende Energie in [J]							
2.3	Nur eine dieser Bremsen muss bei der Fahrt in Steigungen, auf horizontalen Teilstrecken sowie in schwachen Gegengefällen wirksam sein.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.3.1	Es ist vorteilhaft, die andere mechanische Anhaltebremse mit Freilauf für die Bergfahrt (Klinkenbremse) auszuführen, sofern die Streckenverhältnisse dies zulassen (z. B. auf einer überwiegend in einer Richtung ansteigenden Strecke).	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.3.2	Als schwache Gegengefälle sind solche bis höchstens 40 ‰ zu betrachten.	**z**	**Z**	**N**	**S**			

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

2.4	Eine dieser Bremsen muss für die Talfahrt und in der Regel auch für die Bergfahrt beim Bremsen und Lösen regulierbar sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.4.1	Auf die Regulierbarkeit dieser mechanischen Anhaltebremse bei Bergfahrt kann verzichtet werden, wenn eine andere Bremse des Zuges (z. B. die Bremse des Steuerwagens, die Beharrungsbremse des Triebfahrzeuges) zum normalen Anhalten genügt.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5	Eine dieser Bremsen muss jederzeit auch direkt betätigt werden können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.1	Der Begriff «direkt betätigt» gilt in folgenden Fällen als erfüllt:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.1.1	Die Bremskraft kann direkt durch menschliche Kraft erzeugt werden (z. B. Spindel- oder Wurfhebelbremse).		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.1.2	Die Bremskraft wird durch eine vorgespannte Feder (Federspeicher Bremse) erzeugt und im gelösten Zustand der Bremse zurückgehalten, mittels		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.1.2.1	einer direkt von Hand auslösbaren Klinke oder		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.1.2.2	eines direkt von Hand entleerbaren Drucköl- oder Druckluftzylinders bzw. füllbaren Vakuumzylinders.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.1.2.3	Das hydraulische oder pneumatische Betätigungsorgan muss direkt wirkend und möglichst einfach sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.1.2.4	Ein indirekt wirkendes Betätigungsorgan muss den pneumatischen- oder hydraulischen Bremsstellkreis auf zwei getrennten Pfaden mit höchster Priorität ansteuern können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.1.3	Wenn in jedem Führerstand ein speziell gekennzeichnetes, indirekt wirkendes NOT- Betätigungsorgan vorhanden ist, welches das Stellorgan für die Federspeicherbremse allpolig und mit höchster Priorität schaltet.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.2	Der Begriff «direkt betätigt» gilt als nicht erfüllt, sobald Regulierventile sowie elektrisch gesteuerte Apparate irgendwelcher Art im Entleerungskreis des Drucksystems bzw. Füllungskreis des Vakuumsystems vorhanden sind.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.2.1	Regulierventile sind Ventile, welche verschiedene Öffnungsquerschnitte zulassen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.2.2	Rückschlagventile fallen somit nicht unter Ziff. 2.5.2.1.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

2.5.3	Zusätzlich zur Sicherheitsanforderung ist die direkte Betätigung auch für das Sichern des angehaltenen Zuges notwendig.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.5.3.1	Die direkt betätigte Bremse muss von jedem Führerstand des Zuges aus in diesem Sinne bedient werden können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.	Beide Bremsen müssen vom besetzten Führerstand aus betätigt werden können, sofern nicht diejenige Bremse, welche die Rücklaufsicherung gewährleistet, bereits vor der Bergfahrt wirksam gemacht werden kann. Sie müssen durch den Triebfahrzeugführer über zwei voneinander vollständig getrennte Systeme bedient werden können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.1	Als zwei voneinander vollständig unabhängige Systeme kommen in Frage:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.1.1	Automatische Druckluftbremse, gesteuert über das Führerbremsventil und		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.1.2	Federspeicherbremse, die zwar mit Druckluft gelöst, aber durch Entleerung über Elektroventile betätigt wird.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.2	Zwecks Erleichterung der Bedienung oder im Zusammenhang mit den Sicherheitseinrichtungen dürfen nebst diesen beiden vorgeschriebenen, voneinander unabhängigen Systemen weitere, voneinander nicht unabhängige Möglichkeiten zur Bremsbetätigung benutzt werden (z. B. elektropneumatische Betätigung beider Bremsen).		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.3	Die Steuerung der Bremsen muss soweit als möglich derart ausgebildet sein, dass sich eine Störung im Sinne der Sicherheit bemerkbar macht.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.4	Auf eine besondere Betätigungsmöglichkeit der Klinkenbremse vom bergseitigen Führerstand des Zuges aus kann unter folgenden Bedingungen verzichtet werden:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.4.1	Die Bremse muss direkt betätigbar und		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.4.2	gegen Lösen durch Unbefugte gesichert sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.6.4.3	Zudem muss die Fahrt bergwärts verhindert sein, falls das Anziehen der Bremse unterlassen wurde.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.2)

3	Auf den Zahnstangen-Ein- und -Ausfahrten der Bahnen mit Zahnstangen- und Adhäsionsstrecken muss die zum Anhalten des Zuges nötige Bremskraft jederzeit vorhanden sein.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.1	Die Umschaltungen für den Übergang von Adhäsions- auf Zahnradbetrieb und umgekehrt (z. B. Anpassung der Bremsen, Betätigung allfälliger Kupplungen zum Adhäsionsantrieb, Wirksamkeit des Übergeschwindigkeitsauslösers) haben auf dem Fahrzeug von Hand durch den Triebfahrzeugführer zu erfolgen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.1.1	Bei vereinigter Führung mehrerer Züge oder Triebfahrzeuge ist eine gestaffelte Umschaltung (Triebfahrzeug um Triebfahrzeug) zulässig.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.1.2	Der von Hand erteilte Umschaltbefehl muss auf das erste Triebfahrzeug unverzögert und auf die anderen Triebfahrzeuge des Zuges entsprechend verzögert wirken.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3.2	Die richtige Wahl der Betriebsart muss vom Gleis aus derart überwacht werden, dass der Zug bei Nichtübereinstimmung zum Anhalten kommt.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4	Für die Bergfahrt kann der Führerstand an der Spitze des Zuges durch eine vereinfachte Einrichtung ersetzt sein, die es erlaubt, den Zug einwandfrei zu führen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.1	Anstelle des für die Bergbahn an der Spitze des Zuges benötigten Führerstandes kann ein durch einen indirekt führenden Triebfahrzeugführer besetzter Standort (sog. «Pilotenstand») treten. Seine Einrichtung muss ermöglichen, die Strecke einwandfrei zu beobachten, Warnsignale auf die Strecke sowie Signale an den das Fahrzeug bedienenden Triebfahrzeugführer zu geben, um nötigenfalls den Zug anzuhalten.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2	Bei übersichtlichen Verhältnissen, insbesondere bei kurzen Strecken und allein fahrenden Triebwagen, darf der Zug mit einem einzigen Führerstand für beide Fahrrichtungen versehen sein. Dabei muss die Sicht des Triebfahrzeugführers in beiden Fahrtrichtungen, nötigenfalls durch geeignete Hilfsmittel, gewährleistet sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.3	Es ist zweckmässig, bei Steuerwagen und Triebfahrzeugen den bergseitigen Führerstand so einzurichten, dass er im Bedarfsfall auch gemäss Ziffer 4.1 benützt werden kann.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.2.b.3 von Wagen

1	Die Wagen müssen ausgerüstet sein mit:								
1.1	Zahnradbremse oder kombinierter Adhäsions- und Zahnradbremse für den Betrieb auf Zahnstangenstrecken;		**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.1	Vorstellwagen müssen nicht mit der automatischen Bremse gemäss AB-EBV zu Art. 52, AB 52.1, Ziff. 1 ausgerüstet sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.2	Für Wagen, die in Zügen mit automatischer Bremse gemäss AB-EBV zu Art. 52, AB 52.1, Ziff. 1 verkehren, vergleiche insbesondere AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.b.2, Ziff. 2.2.1.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.3	Gezogene Wagen für gemischten Zahnrad- und Adhäsionsbetrieb müssen auf den Zahnstangenstrecken auch bei ungünstigen Adhäsionsverhältnissen sicher bremsen. Bei der Festlegung der Bremskraft der Zahnradbremse ist ebenfalls der Entlastung der bergseitigen Achsen und der damit verbundenen Verminderung der Adhäsionsbremskraft Rechnung zu tragen.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.2	Adhäsionsbremse für den Betrieb auf Adhäsionsstrecken.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.2.1	Als Bremse für den Betrieb auf Adhäsionsstrecken gilt der Adhäsionsanteil der kombinierten Adhäsions- und Zahnradbremse. Für diesen ist sinngemäss AB-EBV zu Art. 52 massgebend.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**			
2	Durch direkte Betätigung der in Ziff. 1.1 verlangten Bremse muss der vollgeladene Wagen auf dem maximalen Gefälle gegen Entlaufen gesichert werden können.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
2.1	Betreffend «direkte Betätigung der Bremsen» siehe AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.b.2, Ziff. 2.5.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
3	In begründeten Fällen kann auf die Zahnradbremse verzichtet werden.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
3.1	Bei leichten Gepäck-, Güter- und Dienstwagen sowie Fahrzeugen für Spezialtransporte kann auf die Zahnradbremse verzichtet werden. Sie müssen jedoch mittels besonderer, stets mitgeführter Vorrichtungen (z. B. Seilverankerung am Gleis) im voll beladenen Zustand auf dem grössten Gefälle gesichert werden können.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
3.2	Auf Neigungen bis höchstens 90 ‰ kann an Stelle der Zahnradbremse eine reine Adhäsionsbremse treten, sofern diese für das Sichern gegen Entlaufen genügt.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
3.3	Für die Führung von Wagen von Bahnen ohne Zahnstangenstrecken über Strecken angrenzender Bahnen, die mit Zahnstange ausgerüstet sind, sind die AB 54.2.b.4 und AB-EBV zu Art. 77 massgebend.		**z**	**Z**	**N**	**S**			
4	Vorstellwagen mit erleichterten Anforderungen an Bremsen sowie an Zug- und Stossvorrichtungen dürfen gebaut werden,		**z**	**Z**	**N**	**S**			
4.1	sofern diese stets bergseits aller Triebfahrzeuge im Zug eingereiht sind,		**z**	**Z**	**N**	**S**			
4.2	für Zahnstangenstrecken, die auch horizontale Teilstücke aufweisen können, sonst aber durchgehend ansteigen.		**z**	**Z**	**N**	**S**			

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.2.b.4 beim Ziehen von Wagen

1	Damit bei Bergfahrt auf Steigungen bis höchstens 250 ‰ Wagen gezogen werden dürfen, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1	Der Zug muss mit einer automatischen Bremse nach AB 52.1, Ziff. 1 ausgerüstet sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2	Jeder beliebige Zugteil muss innerhalb nützlicher Zeit und auf der grössten Neigung einwandfrei gegen Entlaufen gesichert werden können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.1	Als Sicherung gegen Entlaufen wird anerkannt:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.1.1	Bei Zugstrennung selbsttätig wirkende Anhaltebremsen, deren Bremskraft unabhängig von Energiequellen ausserhalb des Fahrzeuges erhalten bleibt (z. B. Federspeicherbremsen).		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.1.2	Im Zug verteilte Zugbegleiter, die Feststellbremsen, deren Bremskrafterhaltung in angemessenen Zeitabschnitten kontrolliert wird, betätigen können.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.2	Falls sich höchstens 3 angehängte Güter-, Dienst- oder Postwagen am Schluss des Zuges befinden, braucht sich der gemäss Ziff. 1.2.1.2 nötige Zugbegleiter während der Fahrt nicht auf einem dieser Wagen aufzuhalten.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.3	Sofern das Triebfahrzeug mit einer Bremse gesichert wird, deren Bremskraft unabhängig von Energiequellen ausserhalb des Fahrzeuges erhalten bleibt, kann der Triebfahrzeugführer anstelle eines gemäss Ziff. 1.2.1.2 nötigen Zugbegleiters zur Sicherung folgender Anzahl Wagen unter folgenden Bedingungen eingesetzt werden:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.3.1	Bis 125 ‰ 5 Wagen,		**z**		**N**	**S**		
1.2.3.2	Über 125 ‰ 2 Wagen.			**Z**	**N**	**S**		
1.2.3.3	Die zu sichernden Wagen müssen innert nützlicher Frist vom Führerstand aus erreichbar sein.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.4	Für die Führung unbegleiteter Züge sind die zusätzlichen Bedingungen nach Art. 79 EBV zu beachten.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2	Diese Bedingungen gelten sinngemäss auch bei Talfahrt mit bergseitig eingereihtem Triebfahrzeug.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.2.b.5 bei Mehrfachtraktion

1	Bei Mehrfachtraktion müssen Beharrungsbremse und Anhaltebremsen sowohl jeder Teil-Zugskomposition als auch, bei gleichzeitiger Wirkung der entsprechenden Bremse aller Fahrzeuge, der Gesamt-Zugskomposition den Bedingungen von AB-EBV zu Art. 54 genügen.	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1	Fernsteuerung der in Art. 54.2.b.2, Ziff. 1.2 vorgeschriebenen mechanischen Anhaltebremsen:	**z**	**Z**	**N**	**S**			
1.1.1	Auf Neigungen von 125 ‰ und weniger muss mindestens eine der beiden Bremsen ferngesteuert sein.	**z**		**N**	**S**			
1.1.1.1	Zwecks gleichzeitiger Betätigung der zweiten Bremse auf allen Triebfahrzeugen genügt die Verständigung zwischen den Triebfahrzeugführern (z. B. mittels Lokpfeife), wenn diese Bremse während der Fahrt auf keinem Triebfahrzeug unabhängig von seinem Führer (z. B. durch Übergeschwindigkeitsauslöser) eingesetzt werden kann.	**z**		**N**	**S**			
1.1.1.2	Das verzögerte Einwirken der Sicherheitssteuerung auf diese Bremse gemäss AB 54.2.c, Ziff. 4 ist diesbezüglich zulässig.	**z**		**N**	**S**			
1.1.2	Auf Neigungen über 125 ‰ müssen beide Bremsen des Zuges ferngesteuert werden. Die Fernsteuerung kann über elektrische, pneumatische oder hydraulische Leitungen erfolgen.		**Z**	**N**	**S**			
1.1.3	Die Prüfung der Funktionstüchtigkeit dieser Bremsen, mittels einer Bremsprobe, muss auch im ferngesteuerten Fahrzeug möglich sein.	**z**	**Z**	**N**	**S**			

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.b.5)

1.2	Anhalten des Zuges mittels einer der beiden mechanischen Bremsen durch direkte Betätigung gemäss AB 54.2.b.2, Ziff. 2.5:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.1	Auf Neigungen bis 125 ‰ wird die Verständigung zwischen den Triebfahrzeugführern zur Betätigung dieser Bremse als genügend betrachtet.		**z**		**N**	**S**		
1.2.2	Auf Neigungen über 125 ‰ sowie bei Mehrfachtraktion mit Fernsteuerung muss diese Bremse bei Betätigung von einem der Triebfahrzeuge aus zum Anhalten des ganzen Zuges bei Talfahrt genügen.			**Z**	**N**	**S**		
1.2.2.1	Damit die Bedingung für die «direkte Betätigung» erfüllt ist, muss diese mechanische Anhaltebremse der ferngesteuerten Triebfahrzeuge mindestens mittels zweier voneinander unabhängiger Steuerkreise und Wirkungsglieder zum Wirken gebracht werden.			**Z**	**N**	**S**		
1.2.2.1.1	Jeder der beiden Steuerkreise und jedes der beiden Wirkungsglieder muss im Rahmen der Bremsprobe einzeln auf seine Funktionstüchtigkeit geprüft werden können.			**Z**	**N**	**S**		
1.3	Bezüglich der gleichzeitigen Betätigung der Bremsen im Stillstand (z. B. direkt zum Sichern des Zuges oder der Klinkenbremse vor Bergfahrt) werden keine Bedingungen gestellt.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2	Bei Zugskompositionen, die für Mehrfachtraktion vorgesehen sind, ist dafür zu sorgen, dass die betreffende mechanische Anhaltebremse im ganzen Zug gleichzeitig wirkt, wenn sie durch eine Überwachungseinrichtung oder durch Notbremsung in Funktion gesetzt wird.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3	Auf Neigungen über 125 Promille ist Mehrfachtraktion ohne Fernsteuerung nicht zulässig.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 54.2.c Sicherheitseinrichtungen von Zugskompositionen

1	Zugskompositionen müssen folgende Sicherheitseinrichtungen aufweisen:		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1	Eine Sicherheitssteuerung mit Wachsamkeitskontrolle, die bewirkt, dass der Zug auf jedem Streckenabschnitt sicher zum Stillstand kommt; die Wachsamkeitskontrolle kann entfallen, wenn Einrichtungen auf der Strecke eine gleichwertige Sicherheit gewährleisten;		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1.1	Die zeit- oder wegabhängiger Sicherheitssteuerung ist in einer Sicherheitsbaugruppe umzusetzen und mit folgenden Werten zu realisieren (kleinere Werte bei grösseren Gefällen):		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1.1.1	Höchstens 3 bis 5 s ab Unterbruch der Bedienung bis zum Auftreten des Warnsignals (s. AB-EBV zu Art. 50, AB 50.2, Ziff. 1).		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1.1.2	bis 5 s vom Auftreten des Warnsignals bis zum Einleiten der Bremsung.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1.1.3	Die Wachsamkeitskontrolle soll in Abhängigkeit der Fahrzeit oder des Fahrweges die Tätigkeit des Triebfahrzeugführers prüfen. Ihre Ansprechzeit soll 60 bis 120 s betragen.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1.2	Um bei der Bergfahrt bei Bremsung durch die Sicherheitssteuerung ein allzu schroffes Anhalten zu vermeiden, genügt es, gegebenenfalls die Zug- bzw. Stosskraft zu unterbrechen, wenn als Rücklaufsicherung eine Freilaufbremse vorhanden ist.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.1.3	Betreffend das Lösen der Bremsen nach dem Ansprechen der Sicherheitssteuerung gilt AB-EBV zu Art. 50, AB 50.2, Ziff. 1.5.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2	eine Einrichtung, die den Reisenden ermöglicht, den Zug direkt anzuhalten oder den Triebfahrzeugführer zum Anhalten zu veranlassen;		**z**	**Z**	**N**	**S**		
1.2.1	Empfohlen wird bei Bahnen mit Gefällen bis 125 ‰ eine Notbremsvorrichtung,		**z**		**N**	**S**		
1.2.2	bei Bahnen mit Gefällen über 125 ‰ ein akustisches Notsignal zur Verständigung des Triebfahrzeugführers.			**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.c)

1.3	Eine Einrichtung (z. B. Schaltungsabhängigkeit), die automatisch eine mechanische Anhaltebremse betätigt oder dem Triebfahrzeugführer ein Anhaltesignal gibt, falls durch einen Ausfall der Steuermittel (Spannung, Druck) die Beharrungsbremse, der Übergeschwindigkeitsauslöser, die Sicherheitssteuerung oder die Wachsamkeitskontrolle in ihrer Funktion beeinträchtigt sind.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2	Die Sicherheitssteuerung muss auf eine von Energiequellen ausserhalb des Fahrzeuges vollständig unabhängige Bremse wirken, oder es muss, nachdem der Zug durch eine erste Bremse zum Stillstand gekommen ist, eine zweite Bremse wirksam werden, deren Bremskraft einerseits zum Sichern des angehaltenen Zuges gegen Entlaufen genügt und andererseits von Energiequellen ausserhalb des Fahrzeuges vollständig unabhängig ist. Auf diese Massnahmen kann verzichtet werden, wenn sich neben dem Triebfahrzeugführer weiteres Zugpersonal auf dem Zug befindet.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
2.1	Eine Luftbremse, deren Druck durch Nachspeisung mit Hilfe einer Energiequelle ausserhalb des Fahrzeuges aufrechterhalten wird, erfüllt die gestellte Bedingung nach Unabhängigkeit von Energiequellen nicht; hingegen erfüllt z. B. eine Federspeicherbremse diese Bedingung.		**z**	**Z**	**N**	**S**		
3	Diese Bestimmungen gelten sinngemäss, wenn eine Fahr- und Bremsautomatik eingebaut wird.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 54.2.c)

4	In der Regel muss der Übergeschwindigkeitsauslöser auf die eine, die Sicherheitssteuerung auf die andere der beiden mechanischen Anhaltebremsen wirken.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.1	Die Verteilung der Wirkung der erwähnten Sicherheitseinrichtungen ist als Regelfall zu betrachten, da dadurch bei Handlungsunfähigkeit des Triebfahrzeugführers ein zweites, durch den Übergeschwindigkeitsauslöser betätigtes Bremssystem zur Verfügung steht.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2	Sicherheitssteuerung, Wachsamkeitskontrolle und Übergeschwindigkeitsauslöser dürfen auf die gleiche Bremse wirken, wenn nach ca. 120 % Bremszeit der ersten Bremse, gemessen vom Zeitpunkt des Ansprechens von Sicherheitssteuerung bzw. Wachsamkeitskontrolle, die zweite Bremse einsetzt.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.1	Dieser Fall kommt beispielsweise bei Mehrfachtraktion ohne Fernsteuerung, wo die zweite mechanische Anhaltebremse nicht ferngesteuert wird, in Betracht.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.2.2	Mit dem erwähnten Zeitverzug soll erreicht werden, dass der Zug beim Ansprechen der Sicherheitssteuerung bzw. der Wachsamkeitskontrolle bereits durch die erste Bremse angehalten wird, bevor die zweite Bremse, als zusätzliche Sicherheit, zur Wirkung kommt.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.3	Bei einfachen Verhältnissen ist oft die eine mechanische Anhaltebremse nur für das direkte Anziehen von Hand eingerichtet. In diesem Falle ist es zulässig, Sicherheitssteuerung, Wachsamkeitskontrolle und Übergeschwindigkeitsauslöser auf die andere Anhaltebremse wirken zu lassen.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
4.4	Es muss vermieden werden, dass bei einer Störung beide mechanischen Anhaltebremsen gleichzeitig zur Wirkung kommen. Dies schliesst bei elektrischer Steuerung die ausschliessliche Anwendung der Ruhestromschaltung in gewissen Fällen aus, um beim Ausfall der Steuerspannung die doppelte Bremswirkung zu verhindern.	**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 55 Grundsätze

Nicht unter die Kategorie Strassenbahnfahrzeuge fallen auf Überlandstrecken eingesetzte Fahrzeuge, welche nur auf kurzen Abschnitten ohne Eigentrasse verkehren.

AB 55.a Bremsen von Strassenbahnfahrzeugen

Strassenbahnfahrzeuge müssen die geforderten Verzögerungswerte erreichen. Die Anforderungen richten sich insbesondere nach AB-EBV zu Art. 52, AB 52.2, Ziff. 7.

AB 55.b Kollisionsschutz

1 Strassenbahnfahrzeuge sind hinsichtlich des Kollisionsverhaltens auf den vorgesehenen Einsatz auszulegen.

2 Die Auslegung erfolgt in Anlehnung an die Norm SN EN 15227[1] auf Grundlage von Risikobetrachtungen.

3 Ergänzend zu SN EN 15227 sind folgende Kollisionsszenarien zwingend zu berücksichtigen:
- Strassenbahnfahrzeug anderer Bauart aus derselben Fahrzeugflotte;
- Kollision mit Strassenfahrzeugen von 7.5 t bei 15 km/h.

4 Die Fahrzeugenden sind so zu gestalten, dass Passanten bei einer Kollision nicht durch das Fahrzeug überrollt werden können.

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 56.1 Definition von historischen Fahrzeugen

1 Unter die Kategorie historische Fahrzeuge fallen alle Fahrzeuge, welche nicht mehr im Regeleinsatz stehen und zum Zweck des Erhaltens als Kulturgut betriebsfähig erhalten werden.

AB 57.1 Definition und Kategorisierung von Dienstfahrzeugen

1 Als Dienstfahrzeuge gelten:

1.1 Schienengebundene Fahrzeuge[1], selbstfahrend oder geschleppt, für Bau, Instandhaltung und Inspektion des Oberbaus, der Bauwerke, des Unterbaus und der Fahrleitungsanlagen (Oberleitung und Stromschiene), für den Betrieb auf Gleisen mit Zugerkennungssystemen;

1.2 Zwei-Wege-Fahrzeuge/-Maschinen[2], selbstfahrend, für den Betrieb auf Schiene und Grund, auch für den Betrieb mit Signal- und Steuerungssystemen;

1.3 Ausgleisbare Maschinen[3], selbstfahrend, nicht für den Betrieb mit Signal- und Steuerungssystemen;

1.4 Anhänger[4], geschleppt, kein Transport auf ihren Schienenrädern zwischen den Baustellen, nicht für den Betrieb mit Signal- und Steuerungssystemen.

2 Die verschiedenen Arten von Dienstfahrzeugen sind in Anhang 1 der Richtlinie «Zulassung Eisenbahnfahrzeuge» aufgeführt.

[1] SN EN 14033-1, SN EN 14033-2, SN EN 14033-3; SN EN 14033-4; siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[2] SN EN 15746-1, SN EN 15746-2, SN EN 15746-3, SN EN 15746-4; siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[3] SN EN 15955-1, SN EN 15955-2; siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[4] SN EN 15954-1, SN EN 15954-2; siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

AB 57.2 ergänzende Vorgaben

1 Für Dienstfahrzeuge sind Vereinfachungen zulässig, in denen davon ausgegangen wird, dass sich auf solchen Fahrzeugen Personen aufhalten, die über die notwendige Kenntnis der Anlagen und des Betriebsablaufes verfügen.

2 Die Funkfernsteuerung muss alle Bewegungen des Dienstfahrzeugs innert kürzester Zeit anhalten können.

3 Die Anschriften und Kennzeichnungen an Dienstfahrzeugen sind gemäss der SN EN 15877-2[5] und den Maschinen und Fahrzeugen entsprechenden, harmonisierten Normen auszuführen.

4 Für die Massendefinition bei Dienstfahrzeugen wird anstelle von Tara die «Masse im betriebsbereiten Zustand (MVO)» gemäss SN EN 15663:2019[5], Tabelle 1 angewendet.

5 Für Messungen im betriebsbereiten Zustand sind die Betriebsverbrauchsstoffe (PCO) gemäss SN EN 15663:2019, Tabelle 6 aufzufüllen.

6 Die Sicherheit auf Dienstfahrzeugen in Verbindung mit Arbeitsgeräten (Hebebühnen, Kräne, Schneeräumvorrichtungen, Räumketten, Mulden, etc.) im Arbeitsbetrieb auf Eisenbahninfrastrukturen wird durch die Vorgaben der Suva[6], insbesondere durch die Maschinenrichtlinie[5] geregelt und ist nicht Bestandteil dieser Ausführungsbestimmungen.

[5] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.
[6] Schweizerische Unfallversicherungsanstalt.

AB 58.1 Anforderungen an die Instandhaltung historischer Fahrzeuge

1 Die Instandhaltung historischer Fahrzeuge betreffend gelten die folgenden Bestimmungen:

1.1 Die Fahrzeuge werden ihrer Verwendung entsprechend unterhalten.

1.2 Die durchgeführten Instandhaltungsarbeiten sind mit Umfang, Namen, Visum und Datum zu dokumentieren.

1.3 Nach einem Stillstand von mehr als einem halben Jahr ist vor dem erneuten Einsatz die Lauffähigkeit des Fahrzeuges festzustellen; die Untersuchung ist mit Umfang, Namen, Visum und Datum zu dokumentieren.

2 Für jedes zugelassene historische Fahrzeug ist ein Dossier in Papier oder elektronischer Form zu führen. Es ist bis zu Verschrottung des Fahrzeuges aufzubewahren. Es enthält mindestens die folgenden Angaben:

2.1 Technische Daten

2.2 Typenskizze, falls nicht vorhanden, Fotos

2.3 Aufstellung sämtlicher durchgeführter Instandhaltungsarbeiten gemäss Ziff. 1.2

2.4 Originalprotokolle von extern durchgeführten Instandhaltungsarbeiten gemäss Ziff. 1.2

2.5 Arbeitsanweisungen

2.6 Bedienungsanleitung

2.7 Angaben über vorhandene Asbestlasten sowie durchgeführte Asbestsanierungen

AB 58.2 Anforderungen an Dampffahrzeuge

3 Für Dampflokomotiven gelten die Anforderungen von AB-EBV zu Art. 51, AB 51.1, Ziff. 8. «Thermische Anlagen» sowie ergänzend die folgende Bedingungen:

3.1 Bei Dampflokomotiven sind Vorkehrungen zu treffen, um den Austritt glühender Brennstoffteile aus dem Schornstein und aus dem Aschenkasten nach Möglichkeit zu verhüten.

3.2 Die Feuerungseinrichtung von Dampflokomotiven muss möglichst rauchfrei arbeiten.

3.3 Die Ausrüstung der Kessel von Dampflokomotiven muss Folgendes umfassen, wobei die Verordnung betreffend Aufstellung und Betrieb von Dampfkesseln[1] sinngemäss Anwendung findet:

3.3.1 Zwei voneinander unabhängige Speisevorrichtungen, von denen jede während der Fahrt und eine bei Stillstand des Fahrzeuges das nötige Wasser in den Kessel fördern kann;

3.3.2 zwei voneinander unabhängige Glas-Wasserstandsanzeiger mit solider, die Beobachtung des Wasserstandes nicht hindernder Schutzvorrichtung;

3.3.3 Abschlussvorrichtungen der Wasserstandsanzeiger, welche bei Glasbruch gefahrlos betätigt werden können oder selbsttätig schliessen;

3.3.4 unverrückbare Marken, welche den niedrigsten zulässigen Wasserstand unter Berücksichtigung der maximalen Bahnneigung anzeigen;

3.3.5 ein Kessel-Manometer im Führerstand mit einer den zulässigen Kesseldruck bezeichnenden roten Marke auf dem Zifferblatt;

3.3.6 ein über dem Feuerloch des Kessels angebrachtes, rundes Kupferschild mit Aufschrift der Kesselnummer und des Betriebsdruckes; zum Sichtbarmachen des Schildes ist in der Verkleidung des Kessels eine passende Öffnung auszusparen;

3.3.7 ein Dampfheizungsmanometer mit einer den zulässigen Betriebsdruck bezeichnenden roten Marke auf dem Zifferblatt im Führerstand, sofern eine Dampfheizung vorhanden ist;

3.3.8 eine Einrichtung zum Anbringen eines Kontroll-Manometers;

3.3.9 zwei auf den Betriebsdruck eingestellte und plombierte Sicherheitsventile;

3.3.10 Schalldämpfer an den Schlammhähnen.

3.4 Die Original-Betriebsvorschriften müssen auf der Maschine vorhanden sein, auch für sog. «Museumsfahrzeuge».

3.5 Der Begriff Dampfkessel umfasst sowohl den Langkessel als auch die Feuerbüchse und den Stehkessel.

3.6 Druckproben sind mit Flüssigkeit durchzuführen, ausgenommen bei Dampfheizungseinrichtungen.

---

[1] SR **832.312.11** «Verordnung vom 9. April 1925 betreffend Aufstellung und Betrieb von Dampfkesseln und Dampfgefässen (BS **8 381**)».

(AB 58.2)

3.7 Der Probedruck bei der ersten Inbetriebsetzung muss bei Dampfkesseln den einschlägigen Vorschriften entsprechen. Er ist mit einem Kontrollmanometer zu messen.

3.8 Nach den Druckproben sind Kessel und Behälter auf Deformationen zu prüfen.

3.9 Bei den Dampflokomotivkesseln sind vor allem die Wände der Feuerbüchse auf Ausbuchtungen und auf Dichtheit der Rohre und Stehbolzen zu kontrollieren. Unzulässige Deformationen können eine sofortige innere Untersuchung nötig machen.

3.10 Eine solche erstreckt sich auf die Reinigung und Prüfung des inneren und äusseren Zustandes des Kessels sowie auf die Kontrolle der Wandstärken und die Prüfung der Rundungen der Feuerbüchse auf Anrisse.

3.11 Sämtliche Siede- und Rauchrohre sind auszubauen.

3.12 Die Verkleidung des Kessels ist zu entfernen.

3.13 Der Kesselraum zwischen Feuerbüchse und Stehkessel sowie Stehbolzen, Deckenanker usw. sind zu kontrollieren.

3.14 Dampfkessel und Dampfheizeinrichtungen sind jährlich, bei saisonalem Betrieb vor der Betriebsaufnahme, einer äusseren Prüfung gemäss den Vorgaben des Kesselinspektorates zu unterziehen.

AB 71

1 Sicherheitsräume für betriebliche Tätigkeiten sind Sicherheits-Zwischenräume nach FDV und der neben einem Gleis frei zu haltende Raum.

1.1 Die Breite und Ausgestaltung dieser Sicherheitsräume richtet sich nach AB-EBV zu Art. 19, AB 19.3. Die Erkennbarkeit für Sicherheits-Zwischenräume richtet sich nach den FDV.

2 Solche Sicherheitsräume sind dort vorzusehen, wo regelmässig betriebliche Tätigkeiten im Bereich der Gleise stattfinden sollen oder in Zukunft vorgesehen sind.

2.1 Dies betrifft insbesondere betriebliche Tätigkeiten am Zug, wie Rangieren, Zugvorbereitung oder Gleise für Intervention, z. B. bei ZKE-Alarmen. Folglich sind solche Sicherheitsräume bei Hauptgleisen nach FDV, bei denen solche Arbeiten geplant sind vorzusehen, sowie generell zwischen Nebengleisen nach FDV und Gleisen, wo regelmässig rangiert wird oder Fahrzeuge abgestellt werden.

3 Wird an Orten mit Halt von Personen- oder Güterzügen (exkl. Haltestellen nach FDV) ohne regelmässige betriebliche Tätigkeiten kein Sicherheits-Zwischenraum nach FDV vorgesehen, so ist in der Regel mindestens ein einfacher Dienstweg vorzusehen, mit dem Ziel, Arbeiten im Gleisbereich (allenfalls mit temporären Geschwindigkeitseinschränkungen; siehe AB-EBV zu Art. 19, AB 19.3) unter laufendem Betrieb zu ermöglichen. Ist ein solcher Dienstweg für die Ausführung der Arbeiten gemäss Instandhaltungskonzept unnötig, darf darauf verzichtet werden.

AB 73.1

1 Bezeichnung der Bahnanlagen

1.1 Die Bahnhöfe und Strecken sind zur Orientierung des Fahrpersonals mit Längenmassangaben zu kennzeichnen.

1.1.1 Ab einem bestimmten Nullpunkt sind die Distanzen mit Kilometer-, Hektometer- oder Meterangaben anzuzeigen.

1.2 Zur Kennzeichnung der Grenze zwischen Anschlussgleis und Bahnhof bzw. Strecke oder Bereich mit Führerstandsignalisierung sind durch die Infrastrukturbetreiberin an der geografischen Lage der Grenze Hinweissignale anzubringen.

1.2.1 Die Merktafeln Anschlussgleis mit Begriff «Anfang Anschlussgleis» sind immer anzubringen.

1.2.2 Die Merktafeln Anschlussgleis mit Begriff «Ende Anschlussgleis» können bei Bedarf angebracht werden.

2 Bezeichnung der Gleise

2.1 Gleise in Bahnhöfen sind mit arabischen Ziffern fortlaufend zu nummerieren.

2.1.1 In der Regel beginnt die Nummerierung auf der Seite des Bahnhofgebäudes.

2.1.2 In Keil- und Inselbahnhöfen ist auf dem äussersten von Reisezügen benützten Gleis mit der Nummerierung zu beginnen.

2.1.3 In Bahnhöfen, deren Gleise durch Signale und Weichenstrassen unterteilt sind, werden die Gleisabschnitte vor dem Bahnhofgebäude mit einstelligen Zahlen als Stammnummer und die anschliessenden Gleisabschnitte mit zweistelligen Zahlen bezeichnet, wobei die Einerstelle die Zugehörigkeit zum Stammgleis angibt.

2.1.4 Auf Bahnhöfen mit ausgedehnten Gleisanlagen sind diese in der Regel in Gleisgruppen A, B, C usw. zu gliedern und ihre einzelnen Gleise nach den Ziffern 2.1.1 bis 2.1.2 zu nummerieren.

2.2 Gleise auf der Strecke sind mit arabischen Ziffern, in der Regel mit dreistelligen Zahlen zu nummerieren.

2.2.1 Die einzelnen Blockabschnitte sind im Sinne der Kilometrierung zu nummerieren, wobei jedes Streckengleis durchgehend eine besondere Hunderterstelle erhält.

3 Bezeichnung der Signale

3.1 Hauptsignale sind mit Buchstaben in der Regel im Sinne der Kilometrierung zu kennzeichnen. Diesen ist allenfalls eine der Gleiszugehörigkeit entsprechende Zahl nachgestellt. In Plänen und Dienstvorschriften sind zusätzlich mit nachgestellten Zeichen die möglichen Signalbilder aufzuführen.

3.2 Rangier- und Sperrsignale sind mit Rücksicht auf ihre Funktion mit den Buchstaben R, S, V und nachgestellt mit den der Gleiszugehörigkeit entsprechenden Zahlen zu kennzeichnen.

3.3 Die Vor- und Wiederholungssignale werden mit denselben Buchstaben wie die nachfolgenden Hauptsignale gekennzeichnet.

(AB 73.1)

4 Bezeichnung der Weichen, Kreuzungen, Entgleisungsvorrichtungen, Sperrschuhe, usw. und deren Signale

4.1 Die Weichen, Kreuzungen, Entgleisungsvorrichtungen, Sperrschuhe usw. sind in den Bahnhöfen und auf der Strecke in der Regel im Sinne der Kilometrierung mit Zahlen zu nummerieren. Die diesen zugeordneten Signale sind mit der entsprechenden Nummer und allenfalls Funktion zu kennzeichnen.

5 Bezeichnung der Bahnübergangsanlagen

5.1 Bahnübergangsanlagen nach AB-EBV zu Art. 39, AB 39.3.f Ziffer 2 Buchstabe a sind beidseitig mit dem Hinweissignal Kennzeichnung überwachte Bahnübergangsanlage zu kennzeichnen.

5.2 Bahnübergangsanlagen nach AB-EBV zu Art. 39, AB 39.3.f Ziffer 2 Buchstabe b sind beidseitig mit dem Hinweissignal Kennzeichnung eigensichere Bahnübergangsanlage zu kennzeichnen.

5.3 Zonen mit Verschachtelung (Begriff gemäss FDV) können bei Meter- und Spezialspurbahnen sowie nicht interoperablen normalspurigen Strecken gemäss Anh. 5 EBV mit dem Hinweissignal Kennzeichnung Zone mit Verschachtelung gekennzeichnet werden.

AB 73.2

1 Die Bezeichnung der Züge ist in den schweizerischen Fahrdienstvorschriften vorgegeben und in den Betriebsvorschriften der Eisenbahnunternehmen zu regeln.

AB 76.1.a

1	Die Höchstgeschwindigkeit in Funktion der Streckenneigung wird bestimmt:	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
1.1	Für Züge auf Adhäsionsstrecken mit unabhängigem Bahnkörper:	**A**			**N**	**S**	**T**	
1.1.1	Aufgrund der angewendeten Bremstabelle sowie den Tabellen der Ziff. 5, 6 oder 7,	**A**			**N**	**S**	**T**	
1.1.2	Für Züge von Schmalspurbahnen mit Spezialfahrzeugen zum Transport von Normalspurwagen aufgrund der Sicherheit gegen Entgleisen.	**A**				**S**	**T**	
1.2	Für Züge auf Adhäsionsstrecken ohne unabhängigen Bahnkörper	**A**			**N**	**S**	**T**	
1.2.1	aufgrund der Tabelle der Ziff. 8,	**A**			**N**	**S**	**T**	
1.2.2	für Züge von Schmalspurbahnen mit Spezialfahrzeugen zum Transport von Normalspurwagen aufgrund der Sicherheit gegen Entgleisen.	**A**				**S**	**T**	
1.3	Für Züge auf Zahnstangenstrecken:		**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
1.3.1	aufgrund der Tabelle der Ziff. 9,		**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
1.3.2	jedoch 40 km/h nicht übersteigend		**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
1.3.3	und für das Befahren von Zahnstangenweichen und Zahnstangeneinfahrten entsprechend der Konstruktion dieser Bauelemente.		**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2	Höchstgeschwindigkeit in Funktion der Bogenradien wird bestimmt:	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2.1	Für Züge auf Adhäsions- oder Zahnstangenstrecken mit Normalspur aufgrund der Tabelle der Ziff. 11.	**A**	**z**	**Z**	**N**		**T**	
2.2	Für Züge auf Adhäsions- oder Zahnstangenstrecken mit Meterspur aufgrund der Vorgabe der Ziff. 12.	**A**	**z**	**Z**		**S**	**T**	
2.3	Für Fahrzeuge mit Querneigeeinrichtung gelten besondere Werte.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3	Aufstellungskriterien Geschwindigkeitstafeln:	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3.1	Die dauernd mit verminderter Geschwindigkeit zu befahrenden Gleisabschnitte sind mit Geschwindigkeitstafeln zu kennzeichnen. Auf mehrspurigen Strecken sind die Geschwindigkeitstafeln je Gleis aufzustellen, ausgenommen auf zweigleisigen Strecken ohne Wechselbetrieb.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3.2	In Bahnhöfen und Haltestellen kann in folgenden Fällen auf die Aufstellung verzichtet werden:	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3.2.1	beginnt die Einschränkung in Bahnhöfen vor oder bei der Ausfahrweiche oder dem Perronende, entfallen Vor- und Anfangssignal, wenn die Geschwindigkeit im anschliessenden Gleisabschnitt gleich oder höher ist als die Bahnhofgeschwindigkeit.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

3.2.1.1	beginnt die Einschränkung in Haltestellen nach der Perronmitte, entfallen Vor- und Anfangssignal, wenn die Geschwindigkeit im anschliessenden Gleisabschnitt gleich oder höher ist als die Streckengeschwindigkeit, welche vor der Haltestelle gilt.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
3.2.2	endet die Einschränkung bei oder nach der Einfahrweiche, entfällt das Endsignal.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
3.3	Innerhalb eines Netzes oder einer bestimmten Linie kann auch die durchgehende Geschwindigkeitssignalisierung umgesetzt werden, sofern diese auf dem ganzen Netz bzw. der ganzen Linie einheitlich Anwendung findet und die maximal zulässige Geschwindigkeit der Infrastrukturbetreiberin höchstens 100 km/h beträgt.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
3.3.1	Der Anfang des entsprechenden Gleisabschnitts wird mit dem Vorsignal für verminderte Geschwindigkeit signalisiert. Auf das Anfangs- und das Endsignal für verminderte Geschwindigkeit wird verzichtet.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
3.3.2	Im Falle einer Geschwindigkeitsverminderung darf die Abstufung höchstens eine Differenz von 40 km/h aufweisen. Beträgt die Geschwindigkeitsverminderung mehr als 20 km/h ist dies in der Streckentabelle aufzuführen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
4	Aufstellungskriterien Signale für den Strassenbahnbetrieb:	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
4.1	Bereiche mit Strassenbahnbetrieb sind gemäss den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften zu kennzeichnen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
4.2	Bei der Signalisierung von Strassenbahnbereichen sind Vor-, Anfangs- und Endsignal auch in Bahnhöfen immer aufzustellen. Bei Anwendung der durchgehenden Geschwindigkeitssignalisierung ist auf das Vorsignal zu verzichten.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
4.3	Innerhalb eines Bereichs mit durchgehender Geschwindigkeitssignalisierung nach Ziff. 3.3 ist der Standort des Anfangssignals in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und den örtlichen Sichtverhältnissen derart festzulegen, dass die Triebfahrzeugführer ihre Sorgfaltspflicht gemäss SVG auf der gemeinsamen Verkehrsfläche wahrnehmen können. Unterscheidet sich der Bereich zwischen Anfangssignal und Beginn der gemeinsamen Verkehrsfläche nicht eindeutig vom Bereich innerhalb der gemeinsamen Verkehrsfläche, sind konstruktive Massnahmen vorzusehen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**		
4.4	In Bereichen ohne Zugfahrten und bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h, kann der Bereich für Strassenbahnbetrieb statt mittels Signalen in der Aussenanlage, in der Streckentabelle oder in Betriebsvorschriften festgelegt werden.	**A**			**N**	**S**	**T**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

5

HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER MASSGEBENDEN NEIGUNG

A **N**

Gültig für

- Züge auf Adhäsionsstrecken mit unabhängigem Bahnkörper und
- Vorsignalentfernungen und Neigungen nach **Bremstabelle 90** und
- ein Energieäquivalent ≤ 1 ≥ ($W_{Gefälle}$ / (W_{Ebene}) und minimaler mittlerer Verzögerung von 0.13 m/s^2 mit Fahrzeugen in Bremsstellung P

$W_{Gefälle}$: Bremsenergie bei einer Schnellbremsung im Gefälle aus $v_{Gefälle}$

W_{Ebene}: Bremsenergie bei einer Schnellbremsung im Ebenen aus $v_{max\ Fz}$

Neigung	Höchstgeschwindigkeit in km/h für Züge mit					
	Klotzbremsen	Doppelklotzbremsen für λ ≤ 135 % Scheibenbremsen für λ ≥ 135%				
	v_{max} ≤120 km/h	v_{max} ≤ 140 km/h		140 km/h ≤ v_{max} ≤ 160 km/h		
	λ ≤ 115 %	λ_{min} = 115	λ_{min} = 125	λ_{min} = 135	λ_{min} = 150	λ_{min} = 180
Steigung und 0 ‰	120	140	140	160	160	160
Gefälle 5 ‰	120	135	140	160	160	160
Gefälle 10 ‰	115	130	140	160	160	160
Gefälle 15 ‰	110	120	130	160	160	160
Gefälle 20 ‰	100	115	125	140	150	155
Gefälle 25 ‰	95	105	115	135	140	145
Gefälle 30 ‰	85	100	110	125	130	140
Gefälle 35 ‰	75	95	100	120	125	135
Gefälle 40 ‰	70	85	95	115	120	130
Gefälle 45 ‰	60	75	85	110	115	125
Gefälle 50 ‰	55	70	80	105	110	120

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

6 **HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER MASSGEBENDEN NEIGUNG**

A **N**

Gültig für

- Züge auf Adhäsionsstrecken mit unabhängigem Bahnkörper und
- Vorsignalentfernungen und Neigungen gemäss **Bremstabellen I und II**

Neigung ‰	Höchstgeschwindigkeit in km/h			
	Reihe R		übrige Reihen	
	Brems-tabellen	Personen-zug-Bremse	Personenzug-Bremse	Güterzug-Bremse
Auf Steigungen und 0 ‰		125	120	80
Gefälle				
bis 10		125	120	80
über 10 ... 13	I	120	115	80
über 13 ... 16		115	110	80
über 16 ... 19		110	105	80
über 19 ... 22	II	105	100	80
über 22 ... 25		100	95	75
über 25 ... 28		95	90	70
über 28 ... 31		90	85	65
über 31 ... 34		85	80	60
über 34 ... 37		80	75	55
über 37 ... 40		75	70	50
über 40 ... 43		70	65	45
über 43 ... 46		65	60	45
über 46 ... 50		60	55	40

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

7 HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER MASSGEBENDEN NEIGUNG

A **N** **S** **T**

Gültig für

- Züge auf Adhäsionsstrecken mit unabhängigem Bahnkörper und
- Vorsignalentfernungen und Neigungen gemäss **Bremstabellen IIA, III und IV**

Neigung ‰	Höchstgeschwindigkeit in km/h Bremsung mit beim Lösen abstufbarer automatischer Bremsen	
	Bremstabelle IIA und IV	Bremstabelle III
Auf Steigungen und 0 ‰	90	75
Gefälle		
bis 5	90	75
über 5 ... 10	90	75
über 10 ... 15	80	75
über 15 ... 20	75	70
über 20 ... 25	70	65
über 25 ... 30	65	60
über 30 ... 35	60	55
über 35 ... 40	55	50
über 40 ... 45	50	45
über 45 ... 50	45	40
über 50 ... 60	35	30
über 60 ... 70	30	25

Für Züge mit beim Lösen nicht abstufbarer automatischer Bremse gilt:

- Höchstgeschwindigkeit 5 km/h kleiner als bei Zügen mit beim Lösen abstufbarer Bremse, jedoch höchstens 80 km/h statt 90 km/h.

Für Züge mit beim Lösen nicht abstufbarer automatischer Bremse, geführt von einem Triebfahrzeug, dessen Antriebsbremse so bemessen ist, dass mit ihr die auf den verschiedenen Gefällen zulässige Geschwindigkeit eingehalten werden kann, gilt:

- Höchstgeschwindigkeit wie bei Zügen mit beim Lösen abstufbarer Bremse, sofern das Bremsgewicht aller mit der automatischen Bremse, beim Lösen abstufbar oder nicht abstufbar, gebremsten Fahrzeuge für diese höhere Geschwindigkeit ausreicht.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

8 **HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER MASSGEBENDEN NEIGUNG**

A | | **N** | **S** | **T** | |

Gültig für

– Züge auf Adhäsionsstrecken ohne unabhängigen Bahnkörper.

Neigung ‰	Höchstgeschwindigkeit in km/h für Züge mit automatischer Bremse	
	Fahrzeuge mit Sicherheitsbremse	Fahrzeuge ohne Sicherheitsbremse
Auf Steigungen und 0 ‰	50	40
Gefälle 10	50	40
20	44	40
30	41	36
40	38	33
50	35	30
60	32	(26)
70	28	--
80	24	--
90	21	--
		( ) gilt nur für Strecken ausserorts

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

9 **HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER MASSGEBENDEN NEIGUNG**

z **Z** **N** **S** **T**

Gültig für

– Züge auf Zahnstangenstrecken

Neigung ‰	Höchstgeschwindigkeit in km/h		
	Geschwindigkeitsreihe 1	Geschwindigkeitsreihe 2	Geschwindigkeitsreihe 3
Auf Steigungen und 0 ‰	35	40	40
Gefälle 20	35	40	40
30	35	37,5	40
50	30	33	40
60	28	30,5	39
70	26	29	36
80	24	27	34
90	22,5	25,5	32
100	21	24	30
110	20	23	29
120	19	21,5	27,5
130	18	21	26,5
145	17	19,5	24,5
160	16	18,5	23
180	15	17	21,5
200	14	16	20
250	12	14	17,5
300	10,5	12	15
390	8	9,5	12
480	6	7	9

Anwendung der Geschwindigkeitsreihen:

1:
Fahrzeuge, die vor dem 1. Januar 1972 für Geschwindigkeiten entsprechend dem Rundschreiben vom 15. März 1937 des Eisenbahndepartementes gebaut worden sind.

2:
Fahrzeuge, die den Bestimmungen dieser Verordnung entsprechen.

3:
Fahrzeuge wie Reihe 2 und wenn ausserdem sämtliche in Ziff. 10 aufgeführten Bedingungen erfüllt sind.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

10 **HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER MASSGEBENDEN NEIGUNG**

BEDINGUNGEN FÜR DIE GESCHWINDIGKEITSREIHE 3

	z	Z	N	S		
Gültig für						
– Züge auf Zahnstangenstrecken						
Anforderungen an die Fahrzeuge:						
– Das Laufwerk muss aus Drehgestellen bestehen.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
– Die mechanischen Anhaltebremsen müssen gleichmässig auf die Zugskomposition verteilt sein, so dass die Bremskraft jedes Fahrzeuges entsprechend seinem Bruttogewicht bemessen ist.		**Z**	**N**	**S**		
– Die Bremsen müssen in jedem Fahrzeug so konzipiert sein, dass sich die Bremskraft bei allen Fahrzeugen entsprechend den ihnen zugeordneten abzubremsenden Gewichten gleich und gleichzeitig aufbaut.		**Z**	**N**	**S**		
– Die Zug- und Stossvorrichtungen zwischen den einzelnen Fahrzeugen müssen sinngemäss die Bedingungen der AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.a.1 erfüllen.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
– Zugskompositionen dieser Art dürfen nur in Mehrfachtraktion mit Fernsteuerung vereinigt geführt werden.	**z**	**Z**	**N**	**S**		
Anforderungen an die Bahnanlage:						
– Unregelmässigkeiten im Gleis und in der Zahnstange sind für die Festlegung der betrieblich maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeit zu berücksichtigen.	**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

11 **HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER GLEISGEOMETRIE / TRASSIERUNG**

A	z	Z	N		T	

Gültig für

- Normalspurfahrzeuge ohne Querneigung
- Züge auf Adhäsions- oder Zahnstangenstrecken

Massgebend für die Bestimmung der Höchstgeschwindigkeit der Zugreihe R in Abhängigkeit der geometrischen Gestaltung des Gleises und der Weichen sind die Vorgaben der AB-EBV zu Art. 17, AB 17 und die bahneigenen Reglemente und Vorschriften.

Die Geschwindigkeiten der Zugreihe A ergeben sich grundsätzlich aus folgender Beziehung:

$v_A = v_R - 5$ v_A, v_R [km/h]

Zusätzlich sind die Höchstgeschwindigkeiten der Zugreihe A begrenzt auf:

$v_{Amax} = v_{(üf = 122\ mm)} - 5$ v_{Amax}, $v_{(üf = 122\ mm)}$ [km/h], R [m], ü [mm]

oder:

$$v_{A\max} = 0{,}291\left[R\left(\ddot{u} + 122\right)\right]^{0{,}5} - 5$$ v_{Amax} [km/h], R [m], ü [mm]

Die Höchstgeschwindigkeiten der Zugreihen für Neigezüge und für Züge mit Wankkompensationseinrichtung werden entsprechend den Eigenschaften der einzelnen Fahrzeugtypen und den konzeptionellen Vorgaben für ihren Einsatz auf den betreffenden Strecken fallweise anhand der Fahrzeugzulassung und der Messungen des Laufverhaltens festgelegt.

Die Fahrzeuge dürfen die für ihre Zulassung geltenden Grenzwerte hinsichtlich der statischen, quasistatischen und dynamischen Kräfte Rad/Schiene bei der Geschwindigkeit v_{max} + 10 % nicht überschreiten (siehe auch AB-EBV zu Art. 31, AB 31, Ziff. 2.1 sowie AB-EBV zu Art. 47, AB 47.1).

Die Höchstgeschwindigkeiten gelten für gut instand gehaltene Fahrzeuge und Gleisanlagen. Sofern der erforderliche Zustand einer der interaktiv zusammenwirkenden Komponenten (Fahrzeug bzw. Gleis) nicht eingehalten werden kann, sind die Höchstgeschwindigkeiten entsprechend einzuschränken.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 76.1.a)

12 **HÖCHSTGESCHWINDIGKEIT IN ABHÄNGIGKEIT DER GLEISGEOMETRIE / TRASSIERUNG**

A	z	Z		S	T	

Gültig für

- Meterspurfahrzeuge
- Züge auf Adhäsions- oder Zahnstangenstrecken

Massgebend für die Bestimmung der Höchstgeschwindigkeit der Zugreihe R in Abhängigkeit der geometrischen Gestaltung des Gleises und der Weichen sind die Vorgaben der AB-EBV zu Art. 17, AB 17 sowie die bahneigenen Reglemente und Vorschriften.

Die Geschwindigkeiten der Zugreihe A ergeben sich aus folgender Beziehung:

$\mathbf{v_A = v_R - 5}$ v_A [km/h], v_R [km/h]

Die Fahrzeuge dürfen die für ihre Zulassung geltenden bzw. festgelegten Grenzwerte hinsichtlich der statischen, quasistatischen und dynamischen Kräfte Rad/Schiene bei der Geschwindigkeit v_{max} + 10 % nicht überschreiten (siehe unter anderem auch AB-EBV zu Art. 31, AB 31 und AB-EBV zu Art. 47, AB 47.1).

Die Höchstgeschwindigkeiten gelten für gut instand gehaltene Fahrzeuge und Gleisanlagen. Sofern der erforderliche Zustand einer der interaktiv zusammenwirkenden Komponenten (Fahrzeug bzw. Gleis) nicht eingehalten werden kann, sind die Höchstgeschwindigkeiten entsprechend einzuschränken.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 76.1.b

1 Für die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit aufgrund der Sicherungsanlagen und Weichen siehe 2. Kapitel 7. Abschnitt der Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983[1] (EBV).

A z Z N S T

AB 76.1.c

1 Für die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit aufgrund der Bauart der Fahrzeuge siehe 3. Kapitel EBV sowie AB-EBV zu Art. 76, AB 76.1.a.

A z Z N S T

AB 76.1.d

1 Für die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit aufgrund der Zusammensetzung des Zuges sind zu berücksichtigen:

- die Einreihung der arbeitenden Triebfahrzeuge,
- aussergewöhnliche Sendungen,
- die Fahrzeuge mit der niedrigsten Fahrgeschwindigkeit,
- Beladung und Zustand der Fahrzeuge sowie die
- in den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften FDV und in den Betriebsvorschriften festgelegte Höchstgeschwindigkeit.

A z Z N S T

AB 76.1.e

1 Für die Festlegung der Höchstgeschwindigkeit aufgrund der Bremsen: Siehe 3. Kapitel EBV sowie Art. 77 EBV.

A z Z N S T

AB 76.1.f

1 Die Eisenbahnunternehmen regeln, wie die nach den technischen Bedingungen festgelegten Höchstgeschwindigkeiten bei Störungen und Unregelmässigkeiten oder bei örtlichen Besonderheiten anzupassen sind.

A z Z N S T

[1] SR **742.141.1**

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

AB 77.1

1	Die Bremsproben sind gemäss den Schweizerischen Fahrdienstvorschriften (FDV)[1] durchzuführen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2	Die Kontrolle der Sicherheitsbremse ist sinngemäss durchzuführen.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3	Als Ausnahmen, bei denen die automatische Bremse nicht betriebsbereit sein muss, sind zugelassen:	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
3.1	Gezogene Wagen von Zahnradbahnen, wenn deren Feststellbremsen derart gleichzeitig bedient werden können und so bemessen sind, dass jeder Zugteil angehalten werden kann.		**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
4	Die Funktionstüchtigkeit der verschiedenen Bremsen jedes Triebfahrzeuges und der auf sie wirkenden Einrichtungen (z. B. Sicherheitssteuerung, allfällige Einrichtungen zur Bremskrafterhaltung) ist mindestens einmal täglich vor dessen Inbetriebnahme zu kontrollieren.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	

AB 77.2

1	Im Zug müssen die wirksamen Bremsen möglichst gleichmässig verteilt sein.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	
2	Es müssen von so vielen Fahrzeugen die automatischen Bremsen angeschlossen sein, dass mindestens das in den Bremstabellen der Ziff. 2.1 bis 2.8 vorgeschriebene Bremsverhältnis eingehalten ist. Zwischenwerte dürfen interpoliert werden. Die massgebende Tabelle wird gemäss Ziff. 3 bestimmt.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**	**T**	

[1] SR **742.173.001**

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

2.1 BREMSTABELLE I

A | | N | | |

Gültig für:
- Bremsverhältnisse ermittelt nach UIC 544-1
- Vorsignalentfernungen von 350 bis 870 m
- Massgebende Neigungen bis 30 ‰

Gefälle [‰]	Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse λ [%]																				
	Geschwindigkeit [km/h]																				
	25	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	**100**	**105**	**110**	**115**	**120**	**125**
0	6	7	8	11	14	18	23	27	32	37	42	47	53	59	65	71	78	85	93	102	112
1	6	7	9	11	14	18	23	27	32	37	42	47	53	59	65	71	78	85	93	102	112
2	6	7	9	12	15	19	23	28	33	38	43	48	54	60	66	72	78	86	94	103	113
3	7	8	9	13	16	20	24	28	33	38	43	49	54	60	66	72	79	87	95	104	114
4	7	9	10	13	16	20	25	29	34	39	44	50	55	61	67	73	80	88	96	105	115
5	7	9	10	14	17	21	26	30	35	40	45	51	56	62	68	74	81	89	97	106	116
6	8	10	12	15	18	22	27	31	36	41	46	52	57	63	69	75	82	90	98	107	117
7	8	10	12	15	19	23	28	32	37	42	47	53	58	64	70	76	83	91	99	108	118
8	9	11	13	16	20	24	29	33	38	43	48	54	60	65	71	78	85	92	101	110	120
9	9	11	14	17	21	25	30	34	39	45	50	55	61	67	73	79	86	93	103	112	122
10	10	12	15	18	22	26	31	36	41	46	51	57	63	68	74	80	88	95	105	114	125
11	11	13	16	19	23	27	32	37	42	47	53	58	64	70	76	82	90	97	106	117	
12	12	14	17	20	24	29	34	38	44	49	54	60	66	72	78	84	92	100	109	120	
13	13	15	18	21	25	30	35	40	45	51	56	62	68	74	80	86	94	102	111	123	
14	14	16	19	22	26	31	36	41	47	52	58	64	70	76	82	89	96	104	114		
15	15	17	20	23	28	32	37	43	48	54	60	65	72	78	84	91	99	107	117		
16	16	18	21	25	29	34	39	44	50	55	61	67	74	80	87	94	101	110	120		
17	17	19	22	26	30	35	40	46	51	57	63	69	76	82	89	96	104	113			
18	18	20	23	27	32	37	42	47	53	59	65	71	78	85	91	99	107	116			
19	19	21	24	29	33	38	44	49	55	61	67	73	80	87	94	101	109	119			
20	20	23	26	30	35	40	45	51	57	63	69	76	83	90	97	104	113				
21	21	24	27	32	36	41	47	53	59	65	71	78	85	92	100	107	116				
22	23	25	29	33	38	43	49	55	61	67	73	80	87	95	102	110	119				
23	24	27	31	34	40	45	50	56	63	69	76	83	90	98	105	113					
24	25	28	32	36	41	46	52	58	65	71	78	85	93	100	108	116					
25	27	30	34	38	43	48	54	60	67	73	80	88	95	103	111	120					
26	28	31	35	39	45	50	56	62	69	76	83	90	98	106	114						
27	30	33	37	41	46	52	58	64	71	78	85	93	101	109	117						
28	31	34	38	43	48	54	59	66	73	80	87	95	103	112	121						
29	33	35	40	44	50	55	61	68	75	82	90	98	106	115							
30	34	37	41	46	51	57	63	70	77	85	92	101	109	118							

Auf den von der Betriebsleitung bezeichneten Strecken mit verlängerten Vorsignalabständen sind mit einem bestimmten Bremsverhältnis grössere Höchstgeschwindigkeiten zulässig.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

2.2 BREMSTABELLE II

A | | N | | |

Gültig für:
- Bremsverhältnisse ermittelt nach UIC 544-1
- Vorsignalentfernungen von 240 bis 590 m
- Massgebende Neigungen bis 50 ‰

Gefälle [‰]	Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse λ [%]														
	Geschwindigkeit [km/h]														
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**
0	6	7	9	12	16	20	24	30	36	42	49	57	65	74	82
2	7	8	10	13	17	21	26	31	37	43	51	59	67	75	84
4	8	10	12	15	19	22	27	33	38	45	52	60	69	77	86
6	10	11	13	16	20	24	28	34	40	47	54	62	70	79	89
8	11	13	15	17	21	25	30	36	41	48	56	64	72	80	91
10	12	14	16	19	22	26	31	37	43	50	58	66	74	83	93
12	14	15	17	20	24	28	33	39	45	52	60	68	77	86	96
14	16	17	19	22	26	30	35	41	47	54	62	70	79	88	99
16	17	18	20	23	27	32	36	43	48	56	64	72	80	91	101
18	19	20	22	25	29	33	38	44	51	58	66	74	83	93	104
20	20	22	24	27	31	35	40	46	53	60	68	77	86	96	107
22	22	24	26	29	33	37	42	48	55	62	71	79	89	99	
24	24	25	28	30	35	39	44	51	57	65	73	82	91	102	
26	26	27	30	32	36	41	46	53	59	67	76	84	94	105	
28	28	29	31	34	38	43	49	55	62	70	78	87	97		
30	30	31	33	36	41	45	50	57	64	72	81	90	100		
32	32	33	36	39	43	48	53	60	67	75	84	(93)	(103)		
34	34	35	38	41	45	50	56	62	69	77	86	(96)	(106)		
36	36	37	40	43	47	52	58	65	72	80	89	(99)			
38	38	39	42	46	49	55	61	67	75	83	(92)	(102)			
40	40	41	44	48	52	57	63	70	77	86	(95)	(105)			
42	42	43	46	50	54	59	66	72	80	89	(98)	(108)			
44	44	46	48	52	57	62	68	75	83	(92)	(101)				
46	46	48	50	54	59	64	71	78	85	(94)	(104)				
48	48	50	53	56	61	67	74	80	88	(97)	(107)				
50	50	52	55	59	64	70	76	83	91	(100)	(110)				

Über die Zulassung der den eingeklammerten Zahlenwerten zugeordneten Geschwindigkeiten wird von Fall zu Fall entschieden.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

2.3 BREMSTABELLE 90

A | | N | | |

Gültig für:
- Bremsverhältnisse ermittelt nach UIC 544-1
- Reisezüge bis v_{max} = 160 km/h
- Massgebende Neigungen bis 50 ‰

Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse λ [%]

Gefälle [‰] \ Geschwindigkeit [km/h]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
0	6	8	10	12	14	17	20	23	26	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135
1	6	8	10	12	15	18	21	24	27	31	36	41	46	52	57	62	66	71	76	81	86	92	97	102	107	112	117	122	126	131	135	135	135
2	7	9	11	13	16	19	22	26	29	33	38	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135
3	7	9	11	14	17	20	23	27	31	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135
4	8	10	12	15	18	21	24	27	31	36	41	46	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	126	131	135	135	135	135
5	9	11	13	16	19	22	25	28	31	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135
6	9	11	14	17	20	23	26	29	32	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	135	135
7	10	12	15	18	21	24	27	30	33	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	126	131	135	135	135	135
8	10	13	16	19	22	25	28	31	34	38	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	127	132	135	135	135	135
9	11	14	17	20	23	26	29	32	35	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135
10	12	15	18	21	24	27	30	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135	135
11	12	15	18	21	24	28	31	34	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135	135	135
12	13	16	19	22	25	29	32	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135	135	135
13	14	17	20	23	27	31	35	39	43	48	53	58	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135	135	135
14	15	18	21	24	28	32	36	40	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135	135	135
15	16	19	22	25	29	33	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	135	135	135	135	135
16	17	20	23	26	29	33	36	40	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135	135	135
17	18	21	24	27	30	34	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	135	135	135	135	135
18	19	22	25	28	31	35	38	43	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135	135	135	135	135
19	20	23	26	29	32	36	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135	135	135	135
20	21	24	27	30	33	37	41	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135	135	135	135	135
21	21	24	28	31	34	38	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135	135	135	135	135	135
22	22	25	29	32	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135	135	135	135	135	135
23	23	26	29	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135	135	135	135	135	135
24	24	27	30	34	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	135	135	135	135	135	135	135
25	25	28	31	35	39	43	48	53	58	63	68	73	78	83	88	93	98	103	108	113	118	123	128	133	135	135	135	135	135	135	135	135	135
26	26	29	32	36	40	45	50	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135	135	135	135	135	135
27	27	30	33	37	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	131	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
28	28	31	34	38	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
29	29	32	35	39	44	49	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
30	30	33	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
35	36	39	43	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	115	120	122	127	132	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
40	42	46	50	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129	134	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
45	48	53	57	62	67	72	77	82	87	92	97	102	107	112	117	122	127	132	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135

Bremsverhältnisse > 135% basieren auf theoretischen Untersuchungen betreffend die Bremsenergie.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

2.4 BREMSTABELLE G2016

A | | N | | |

Gültig für:
- Bremsverhältnisse ermittelt nach UIC 544-1
- Güterzüge bis v_{max} = 120 km/h
- Massgebende Neigungen bis 40 ‰

Gefälle [‰]	Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse λ [%]																				
	Geschwindigkeit [km/h]																				
	20	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	**100**	**105**	**110**	**115**	**120**
0	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(29)	(35)	(41)	(47)	(49)	52	55	58
1	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(31)	(37)	(42)	(48)	51	53	56	59
2	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(26)	(32)	(38)	(44)	(49)	52	55	57	60
3	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(28)	(34)	(40)	(45)	50	53	56	59	61
4	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(27)	(30)	(35)	(41)	(47)	52	54	57	60	63
5	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(28)	(31)	(37)	(43)	(48)	53	56	58	61	64
6	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(27)	(30)	(33)	(39)	(44)	(49)	54	57	60	62	65
7	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(26)	(29)	(32)	(35)	(40)	(46)	51	55	58	61	64	66
8	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(25)	(27)	(30)	(33)	(36)	(42)	(47)	52	57	59	62	65	68
9	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(24)	(26)	(29)	(32)	(35)	(38)	(43)	(49)	53	58	61	63	66	69
10	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(23)	(25)	(28)	(31)	(34)	(36)	(40)	(45)	50	55	59	62	65	67	70
11	(20)	(20)	(20)	(20)	(20)	(22)	(24)	(27)	(29)	(32)	(35)	(38)	(41)	(47)	52	56	60	63	66	69	71
12	(20)	(20)	(20)	(20)	(21)	(23)	(26)	(28)	(31)	(34)	(37)	(40)	(43)	(48)	53	58	62	64	67	70	73
13	(20)	(20)	(20)	(21)	(23)	(25)	(27)	(30)	(33)	(35)	(38)	(41)	(45)	50	55	59	63	66	69	71	74
14	(20)	(20)	(21)	(23)	(24)	(27)	(29)	(32)	(34)	(37)	(40)	(43)	(46)	51	56	60	64	67	70	73	75
15	(21)	(22)	(23)	(25)	(26)	(28)	(31)	(33)	(36)	(39)	(42)	(45)	(48)	53	58	62	66	68	71	74	78
16	(23)	(24)	(25)	(26)	(28)	(30)	(32)	(35)	(37)	(40)	(43)	(46)	50	55	59	63	67	70	72	75	84
17	(25)	(26)	(26)	(28)	(29)	(32)	(34)	(36)	(39)	(42)	(45)	(48)	51	56	61	65	68	71	74	77	91
18	(27)	(27)	(28)	(30)	(31)	(33)	(36)	(38)	(41)	(44)	(47)	50	53	58	62	66	70	72	75	78	97
19	(29)	(29)	(30)	(31)	(33)	(35)	(37)	(40)	(42)	(45)	(48)	51	55	59	64	67	71	74	77	80	103
20	(31)	(31)	(32)	(33)	(34)	(36)	(39)	(41)	(44)	(47)	50	53	56	61	65	69	72	75	78	85	110
21	(32)	(32)	(33)	(35)	(36)	(38)	(40)	(43)	(46)	(48)	51	55	58	63	67	70	74	77	79	90	116
22	(36)	(36)	(36)	(37)	(38)	(40)	(42)	(44)	(47)	50	53	56	60	64	68	72	75	78	81	95	
23	(37)	(37)	(37)	(38)	(39)	(41)	(44)	(46)	(49)	52	55	58	61	66	70	73	77	79	82	100	
24	(39)	(39)	(39)	(40)	(41)	(43)	(45)	(48)	50	53	56	60	63	67	71	75	78	81	86	106	
25	(41)	(41)	(41)	(42)	(43)	(45)	(47)	(49)	52	55	58	61	65	69	73	76	79	82	90	111	
26	(42)	(42)	(42)	(43)	(44)	(46)	(48)	51	54	56	60	63	66	71	74	78	81	84	95	116	
27	(44)	(44)	(44)	(45)	(46)	(48)	50	53	55	58	61	65	68	72	76	79	82	85	99		
28	(46)	(46)	(46)	(47)	(48)	50	52	54	57	60	63	66	70	74	78	81	84	88	104		
29	(47)	(47)	(47)	(48)	(49)	51	53	56	58	61	65	68	71	75	79	82	85	92	109		
30	(49)	(49)	(49)	50	51	53	55	57	60	63	66	69	73	77	81	84	87	96	114		
31	51	51	51	52	53	54	57	59	62	65	68	71	75	79	82	86	89	100	118		
32	53	53	53	54	54	56	58	61	63	66	69	73	76	80	84	87	90	104			
33	54	54	54	55	56	58	60	62	65	68	71	74	78	82	86	89	94	108			
34	56	56	56	57	58	59	61	64	66	69	73	76	80	84	87	90	97	113			
35	59	59	59	59	59	61	63	65	68	71	74	78	81	85	89	92	101	117			
36	60	60	60	60	61	63	65	67	70	73	76	79	83	87	91	94	105				
37	62	62	62	62	63	64	66	69	71	74	78	81	85	89	92	96	109				
38	63	63	63	64	64	66	68	70	73	76	79	83	86	90	94	100	113				
39	65	65	65	66	66	67	70	72	75	78	81	84	88	92	96	103	117				
40	67	67	67	67	68	69	71	73	76	79	83	86	90	94	98	107					

Werte in Klammern massgebend für das erforderliche Teilbremsverhältnis nach FDV

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

2.5 BREMSTABELLE IIA

A | | **N** **S** | |

Gültig für:
- Bremsverhältnisse entsprechend AB-EBV zu Art. 52, AB 52.2, Ziffer 6.1.1
- Anhaltewege bis 325 m
- Massgebende Neigungen bis 50 ‰

Gefälle [‰]	**Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse** λ [%]																
	Geschwindigkeit [km/h]																
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**
0	6	7	9	12	16	20	24	30	36	42	49	57	65	74	82	90	99
5	9	11	13	16	20	23	28	34	39	46	53	61	69	78	87	96	106
10	12	14	16	19	22	26	31	37	43	50	58	66	74	83	93	103	113
15	16	18	20	23	26	31	35	42	47	55	63	71	79	89	100	(110)	
20	20	22	24	27	31	35	40	46	53	60	68	77	86	96	(107)		
25	25	26	29	31	35	40	45	52	58	66	74	83	92	(104)			
30	30	31	33	36	41	45	50	57	64	72	81	90	(100)				
35	35	36	39	42	46	51	57	64	70	79	87	(98)					
40	40	41	44	48	52	57	63	70	77	86	(95)	(105)					
45	45	47	49	53	58	63	69	77	84	(93)	(102)						
50	50	52	55	59	64	70	76	83	(91)	(100)	(110)						

Die den eingeklammerten Zahlenwerten zugeordneten Geschwindigkeiten unterliegen einer besonderen Bewilligung des Bundesamtes.

Bei besonderen Verhältnissen siehe insbesondere Ziff. 10.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

2.6 BREMSTABELLE III

A | | **N** **S** | |

Gültig für:
- Bremsverhältnisse entsprechend AB-EBV zu Art. 52, AB 52.2, Ziffer 6.1.1
- Anhaltewege bis 225 m
- Massgebende Neigungen bis 70 ‰

Gefälle [‰]	**Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse** λ [%]													
	Geschwindigkeit [km/h]													
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**
0	5	6	6	8	11	16	23	30	38	47	57	68	83	97
5	6	7	9	11	15	20	27	34	42	51	61	72	87	102
10	10	10	12	15	19	24	31	38	46	55	65	76	91	106
15	15	15	16	19	23	28	35	42	50	59	69	80	95	110
20	20	20	21	24	28	33	40	47	55	64	74	85	99	
25	25	25	26	29	33	38	45	54	61	71	81	92		
30	30	30	31	35	39	44	52	60	69	79	90			
35	35	35	36	41	45	51	59	68	78	89				
40	40	40	42	47	52	58	67	77	88					
45	45	45	48	53	59	67	76	86						
50	50	51	54	60	67	75	85							
55	55	57	61	68	76	85	(95)							
60	60	64	69	76	85	(94)								
65	65	71	78	85	95	(105)								
70	70	77	86	95	(105)									

Eingeklammerten Zahlen dienen nur der Berechnung von Zwischenwerten.
Bei besonderen Verhältnissen und für Neigungen über 70 ‰ siehe insbesondere Ziff. 10 und 11.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

2.7 BREMSTABELLE IV

A | | **N** **S** | |

Gültig für:
- Bremsverhältnisse entsprechend AB-EBV zu Art. 52, AB 52.2, Ziffer 6.1.1
- Anhaltewege bis 535 m mit berücksichtigter Bremskraftstreuung von 16.58 %
- Massgebende Neigungen bis 70 ‰

Gefälle [‰]	**Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse** λ [%]															
	Geschwindigkeit [km/h]															
	10	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**
0	17	21	24	26	28	30	33	36	39	43	47	51	55	60	65	70
5	21	26	28	30	32	35	38	41	44	47	50	54	58	63	68	74
10	25	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	64	68	73	79
15	28	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	70	(76)	
20	32	38	40	42	44	47	50	53	56	59	62	65	70	(73)		
25	35	42	45	48	51	54	57	60	62	65	68	71	73			
30	39	46	49	52	55	58	61	64	67	70	73	(76)				
35	43	50	54	56	59	62	65	67	70	73						
40	46	55	58	61	64	66	69	71	73							
45	50	59	62	65	68	70	72	74								
50	53	63	67	70	72	74	76									
55	57	68	72	75	77	80										
60	60	72	76	79	83											
65	65	76	80	84												
70	70	81	85	89												

Die eingeklammerten Zahlen dienen nur zur Berechnung von Zwischenwerten.
Bei besonderen Verhältnissen und für Neigungen über 70 ‰ siehe insbesondere Ziff. 10 und 11.

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

2.8 BREMSTABELLE S2020

A | | | S | | |

Gültig für:
- Bremsverhältnisse entsprechend AB-EBV zu Art. 52, AB 52.2, Ziffer 6.1.1
- Thermische Belastbarkeit der Bremse nach AB-EBV zu Art. 52, AB 52.1 Ziff. 2.5, ohne Verwendung der automatischen Bremse zur Regulierung der Fahrgeschwindigkeit
- Minimale Effektivverzögerung 0,13 ms^{-2}
- Relative Bremswegsensitivität 4 %
- Anhaltewege bis 1000 m
- Abbremsung von Radsatzlasten bis 16 t
- Massgebende Neigungen bis -80 ‰

Gefälle [‰]	**Erforderliche Mindest-Bremsverhältnisse λ [%]**																						
	Geschwindigkeit [km/h]																						
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**	**45**	**50**	**55**	**60**	**65**	**70**	**75**	**80**	**85**	**90**	**95**	**100**	**105**	**110**	**115**	**120**
0	21	22	22	22	22	23	23	23	22	22	22	22	22	22	22	25	28	31	35	39	44	48	53
5	25	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	26	26	29	33	36	40	44	49	53	58
10	29	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	34	37	41	45	49	53	58	63
15	34	34	35	35	36	36	36	36	36	36	36	36	36	35	36	39	42	46	50	54	58	63	(68)
20	38	39	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	43	47	51	55	59	63	(68)	(73)
25	42	43	44	44	44	44	45	45	45	45	45	45	45	45	45	48	52	56	60	64	(68)	(73)	(78)
30	46	47	48	48	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	50	53	57	60	64	(69	(73)	(78)	(83)
35	51	52	52	53	53	53	53	54	54	54	54	54	54	54	55	58	61	65	(69)	(74)	(78)	(83)	(88)
40	55	56	56	57	57	58	58	58	58	58	58	59	60	60	62	64	66	(70)	(74)	(78)	(83)	(88)	(93)
45	59	60	61	61	62	62	62	62	63	63	64	65	66	66	67	69	(71)	(75)	(79)	(83)	(88)	(93)	(98)
50	64	64	65	66	66	67	67	67	67	69	70	71	72	73	73	(74)	(76)	(80)	(84)	(88)	(93)	(98)	(103)
55	69	70	70	71	72	72	72	73	73	74	76	77	78	79	(79)	(80)	(81)	(85)	(89)	(93)	(98)	(103)	(108)
60	74	75	76	76	77	77	78	78	78	80	81	83	84	85	(85)	(86)	(87)	(89)	(94)	(98)	(103)	(108)	(113)
65	79	80	81	82	82	83	83	84	84	86	87	89	90	(91)	(92)	(92)	(93)	(94)	(98)	(103)	(108)	(113)	(119)
70	84	85	86	87	87	88	89	89	89	91	93	95	96	(97)	(98)	(98)	(99)	(99)	(103)	(108)	(113)	(118)	(124)
75	89	90	91	92	93	93	94	95	95	97	99	101	(102)	(103)	(104)	(104)	(105)	(106)	(108)	(113)	(118)	(123)	(129)
80	94	95	96	97	98	99	99	100	100	103	105	106	(108)	(109)	(110)	(110)	(111)	(111)	(113)	(118)	(123)	(128)	(134)

2.8.1 Anwendbarkeit auf die Bremsbauarten

A | | | S | | |

2.8.1.1 Tabellenbereich ohne eingeklammerte Zahlenwerte:
- ohne zusätzliche Nachweise für klotzgebremste Fahrzeuge
- für scheibengebremste Fahrzeuge mit zusätzlichem Nachweis betreffend thermische Eignung der Bremskomponenten

2.8.1.2 Tabellenbereich mit eingeklammerten Zahlenwerten:
- für klotz- und scheibengebremste Fahrzeuge mit zusätzlichem Nachweis betreffend thermische Eignung der Bremskomponenten

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

3	Die Auswahl der anzuwendenden Bremstabelle richtet sich nach den streckenseitigen Gegebenheiten und den betrieblichen Anforderungen. Massgebend für die sichere Einhaltung der zur Verfügung stehenden Anhaltewege (Vorsignalentfernung, Steuer- und Kontrolleinrichtung automatischer Anlagen zur Sicherung von Bahnübergängen) sind immer die eigens dafür zu ermittelnden Bremsverhältnisse, welche nicht kleiner sein dürfen als die erforderlichen Mindest-Bremsverhältnisse der angewandten Bremstabelle.	**A**	**z**	**Z**	**N**	**S**		
4	Erreichen die Bremsverhältnisse der Züge mindestens die in den Bremstabellen der Ziff. 2.1 bis 2.8 verlangten Werte kann angenommen werden, dass das Bremsvermögen ausreichend ist, um die Fahrt bis zum Stillstand bremsen zu können.	**A**			**N**	**S**		
4.1	Antriebsbremsen und nichtautomatische Bremsen (= direkt und nicht selbsttätig wirkende Bremsen) fallen für die Berechnung des Bremsverhältnisses ausser Betracht.	**A**			**N**	**S**		
4.2	Bei Gefällen über 60 ‰ dürfen Sicherheitsbremsen gemäss Art. 52 Abs. 2 der EBV[2] bei der Berechnung des Bremsverhältnisses mit höchstens 50 % ihres bei trockenen Schienen bestimmten Bremsgewichts berücksichtigt werden. Dabei darf fehlendes Bremsgewicht von Fahrzeugen mit unwirksamer Bremse nicht durch Bremsgewicht der Sicherheitsbremse ersetzt werden.	**A**			**N**	**S**		
4.3	Auf Gefällen unter 60 ‰ darf das Bremsgewicht der Sicherheitsbremse wie folgt berücksichtigt werden:	**A**			**N**	**S**		
4.3.1	bei der Berechnung des Bremsverhältnisses ist höchstens so viel anzurechnen, dass nicht langsamer als auf Gefällen über 60 ‰ der gleichen Strecke gefahren werden muss;	**A**			**N**	**S**		
4.3.2	bei der Bestimmung des Bremsweges eines Fahrzeuges in Verbindung mit der Distanz zwischen Kontrolllicht und Bahnübergang darf das bei Höchstgeschwindigkeit aufgebrachte Bremsgewicht der Sicherheitsbremse im Bremsverhältnis berücksichtigt werden, sofern die Sicherheitsbremse gemäss AB-EBV zu Art. 52, AB 52.2 ausgelegt ist, mittels des Führerbremsventils in dessen «Schnellbremsstellung» zur Wirkung gebracht wird und kein zwangsläufiges Sanden der Schienen erfolgt.	**A**			**N**	**S**		
4.4	Übersteigt das vorhandene Bremsverhältnis den vorgeschriebenen Wert, so darf die Geschwindigkeit, soweit es die Zusammensetzung des Zugs erlaubt, erhöht werden. Ergibt die Summe der anzurechnenden Bremsgewichte weniger als das vorgeschriebene Bremsverhältnis, so ist die zulässige Höchstgeschwindigkeit herabzusetzen, oder es sind Wagen ohne Bremse wegzustellen bzw. Bremswagen anzuhängen.	**A**			**N**	**S**		

[2] SR **742.141.1**

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

4.5	Bei entsprechenden Anlagen (Signaldistanzen usw.) können im Einvernehmen mit dem Bundesamt für Verkehr (BAV) kleinere Bremsverhältnisse zugelassen werden.	**A**			**N**	**S**		
5	Die Bestimmung der für die Bremsrechnung nötigen Werte ist wie folgt durchzuführen:	**A**			**N**	**S**		
5.1	Bremsgewicht des einzelnen Fahrzeuges gemäss AB-EBV zu Art. 52, AB 52.2.	**A**			**N**	**S**		
5.2	Bremsverhältnis des Zuges $= \frac{\sum Bremsgewichte\ der\ Fahrzeuge}{Zuggewicht}$	**A**			**N**	**S**		
5.2.1	Die Triebfahrzeuge sind in der Regel in die Bremsrechnung einzubeziehen.	**A**			**N**	**S**		
5.2.2	Zuggewicht = Summe aller Fahrzeuggewichte des Zuges + Summe aller Ladungen im Zug.	**A**			**N**	**S**		
5.2.3	Das Bremsverhältnis wird in der Regel in % angegeben.	**A**			**N**	**S**		
5.2.4	Bei der Bremsrechnung sind Bruchteile von Tonnen (t) und Bremsprozenten (%) von 0,5 und grösser aufzurunden, solche von weniger als 0,5 abzurunden.	**A**			**N**	**S**		
6	Sofern für das Befahren langer und starker Gefälle die Antriebsbremse des Triebfahrzeuges nicht betriebsfähig ist oder nicht angewendet wird, muss grundsätzlich das Bremsgewicht der Anhängelast allein für den ganzen Zug (einschliesslich Triebfahrzeug) mindestens der massgebenden Neigung und der niedrigsten Geschwindigkeit der anzuwendenden Bremstabelle (25 km/h bzw. 10 km/h) entsprechen.	**A**			**N**	**S**		
6.1	Bei Triebfahrzeugen, deren automatische Bremse gemäss AB-EBV zu Art. 52, AB 52.1, Ziff. 1 ausgelegt ist, darf jedoch für die Berechnung des Bremsverhältnisses berücksichtigt werden:	**A**			**N**	**S**		
6.1.1	die Hälfte des Bremsgewichtes der automatischen Bremse sowie	**A**			**N**	**S**		
6.1.2	die Hälfte des Bremsgewichtes der fahrdrahtunabhängigen Sicherheitsbremse gemäss Art. AB-EBV zu Art. 52, 52.1 Ziff. 9.	**A**			**N**	**S**		
6.1.3	Die Distanz, welche unter diesen Bedingungen auf starken Gefällen ohne gefährliche Erwärmung der Bremsen zurückgelegt werden darf, ist für jeden einzelnen Fall durch Versuche zu bestimmen, wobei eine allfällig vorausgehende Erwärmung zu berücksichtigen ist.	**A**			**N**	**S**		
7	Bei der Fahrt in Steigungen muss im Hinblick auf eine allfällige Rückwärtsfahrt das grössere der beiden Bremsverhältnisse erreicht sein, die sich aus den Bremstabellen ergeben	**A**			**N**	**S**		
7.1	für die massgebende Neigung und die niedrigste Geschwindigkeit der anzuwendenden Bremstabelle (25 km/h bzw. 10 km/h),	**A**			**N**	**S**		
7.2	für 0 ‰ Neigung und die für den Zug zulässige Höchstgeschwindigkeit.	**A**			**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

(AB 77.2)

8	Die massgebende Neigung ist die Neigung der geraden Verbindungslinie der um folgende Abstände voneinander entfernten Punkte der Strecke mit dem grössten Höhenunterschied:	**A**			**N**	**S**		
8.1	1000 m bei Anwendung der Bremstabellen I, 90 und G2016,	**A**			**N**	**S**		
8.2	500 m bei Anwendung der Bremstabellen II, IIA, IV und S2020,	**A**			**N**	**S**		
8.3	300 m bei Anwendung der Bremstabelle III,	**A**			**N**	**S**		
8.4	Diese Distanzen sind anzupassen, wobei die massgebende Neigung gleich gross wie die effektive Neigung des betreffenden Streckenabschnittes werden kann:							
8.4.1	bei Strecken mit Gefahrenpunkten (z. B. Bahnübergänge, enge Kurven, Stationseinfahrten), die im oder unmittelbar nach einem Gefälle liegen, oder							
8.4.2	wenn vorwiegend kurze Züge verkehren.							
8.5	Die massgebenden Neigungen zwischen den Stationen sind im grafischen Fahrplan und in anderen Fahrplanbehelfen anzugeben.							
9	Bei besonderen Verhältnissen, wie langen Gefällestrecken, häufig feuchten oder dem Laubfall ausgesetzten Schienen usw., sind besondere Anordnungen zu treffen (Geschwindigkeitsverminderung, Verbesserung der Bremswirkung usw.).	**A**			**N**	**S**		
10	Für Adhäsionsbahnen auf unabhängigem Bahnkörper mit Neigungen über 70 ‰ werden besondere, den jeweiligen Verhältnissen angepasste Bremsvorschriften erlassen.	**A**			**N**	**S**		
11	Auf Adhäsionsstrecken ohne unabhängigen Bahnkörper muss die automatische Bremse auf alle Fahrzeuge wirken.	**A**			**N**	**S**		
12	Auf Zahnstangenstrecken müssen mindestens so viele Zahnradbremsen an die automatische Bremse angeschlossen sein, dass der Zug die Bedingungen nach AB-EBV zu Art. 54, AB 54.2.b.2, Ziff. 2.2 erfüllt.		**z**	**Z**	**N**	**S**		

Zeichenerklärung: **A**=Adhäsion, **z** od. **Z**=Zahnrad, **z**≤125 ‰, **Z**>125 ‰;
N=Normalspur, **S**=Schmalspur, **T**=Strassenbahn (Trambahn),
L=nur Triebfahrzeuge

aufgehoben

AB 80.2

1 Die Unternehmungen erlassen in den Betriebsvorschriften die nötigen Regelungen zur einwandfreien Verständigung der Reisenden unter Berücksichtigung der Übermittlungsvorschriften und regeln die Meldewege im Einvernehmen zwischen Infrastrukturbetreiberin und Eisenbahnverkehrsunternehmung.

AB 81

1 Für die Anwendung dieser Ausführungsbestimmungen (AB) gelten die Begriffe nach Anhang Nr. 4.

AB 83

1 Übergangsbestimmungen zu den Änderungen vom 01.01.2001

1.1 Für das Führen unbegleiteter Züge mit Fahrzeugen, die den Bestimmungen der AB-EBV zu Art. 53, AB 53 noch nicht genügen, gilt:

1.1.1 Den Reisenden zugängliche Personen- und Triebwagen dürfen bei geschlossenen Türen aussen keine Festhaltemöglichkeiten aufweisen und

1.1.2 müssen mit abgedeckten oder aufklappbaren bzw. einziehbaren Trittbrettern oder Trittstufen mit Belegungsrückmeldung im Führerstand (Trittkontakte) ausgerüstet sein.

1.2 Für das Führen unbegleiteter Züge mit Fahrzeugen, die den Bestimmungen der AB-EBV zu Art. 53, AB 53 und der AB-EBV zu Art. 83, AB 83, Ziff. 1.1 noch nicht genügen, gilt:

1.2.1 Diese dürfen höchstens 5 den Reisenden zugängliche Personen- und Triebwagen umfassen.

1.2.2 Die Bahnhöfe müssen besetzt sein, wobei der für den Fahrdienst Verantwortliche in der Lage sein muss, das Ein- und Aussteigen der Reisenden zu überwachen (übersichtliche Anlagen), oder

1.2.3 der Triebfahrzeugführer muss in der Lage sein, das Ein- und Aussteigen der Reisenden zu überblicken (kurze Züge).

1.2.4 Übersichtliche und beleuchtete Anlagen sowie günstige Einstiegverhältnisse (z. B. niedrige Einstieghöhe, breite Trittstufen) und ausreichend bemessene Aufenthaltszeiten können im Einzelfall erlauben, auf die volle Anwendung vorstehender Kriterien zu verzichten.

1.2.5 Die Übergangsbestimmung nach Ziff. 1.2 gilt bis 31. Dezember 2018.

(AB 83)

2 Übergangsbestimmungen zu den Änderungen vom 01.07.2012

2.1 Bei Teilumbauten können, in Abweichung von den AB-EBV zu Art. 34, AB 34, Ziff. 3.1.1, bestehende Verhältnisse an nicht umzubauenden Teilen bis längstens 2040 bestehen bleiben.

2.2 Die Vorgaben der AB-EBV zu Art. 44, AB 44.f, Ziff. 2 müssen bis am 30. Juni 2017 umgesetzt sein.

2.3 Die Vorgaben der AB-EBV zu Art. 44, AB 44.c, Ziff. 10 müssen bis am 30. Juni 2013 umgesetzt sein.

2.4 Die Vorgaben der AB-EBV zu Art. 44, AB 44.d, Ziff. 4.1 müssen bis am 31. Dezember 2013 umgesetzt sein.

3 Übergangsbestimmungen zu den Änderungen vom 01.07.2016

3.1 Die Vorgaben der AB-EBV zu Art. 73, AB 73.1, Ziff. 1.2 müssen bis am 30. Juni 2018 umgesetzt sein.

3.2 Die Vorgaben der AB-EBV zu Art. 73, AB 73.1, Ziff. 5.1 und 5.2 müssen bis am 30. Juni 2018 umgesetzt sein.

4 Übergangsbestimmungen zu den Änderungen vom 01.07.2024

4.1 Die Vorgaben gemäss Punkt 4 in Anhang Nr. 6 der AB-EBV müssen bis am 14. Dezember 2025 umgesetzt sein.

AB 84

1 Die Ausführungsbestimmungen gelten zusammen mit den Vorschriften der Eisenbahnverordnung.

2 Das Datum des Inkraftretens der einzelnen Blätter der Ausführungsbestimmungen ergibt sich auf jedem Blatt aus dem Vermerk «Ausgabe: » und der Angabe des Inkraftsetzungsdatums.

Ittigen, den 17. Mai 2024

BUNDESAMT FÜR VERKEHR

Dr. Peter Füglistaler

Anhang Nr. 1

Bauten an, über und unter der Eisenbahn

Feste Anlagen

Anhang zu den AB-EBV zu Art. 27

Inhaltsverzeichnis **Blatt Nr.**

1	**Verständigung**	**2**
1.1	Begriffe	2
1.2	Abkürzungen	4
1.3	Bezeichnungen	4
2	**Allgemeines**	**6**
2.1	Einleitung	6
2.2	Ziel	6
2.3	Geltungsbereich	6
2.4	Grundsätze	6
3	**Anforderungen für Bauten an und über der Eisenbahn**	**7**
4	**Bauwerksklassen**	**8**
5	**Streckenart**	**9**
5.1	Entgleisungs- und Anprallwahrscheinlichkeit	9
5.2	Streckenabschnitte ohne Weichen	9
5.3	Streckenabschnitte mit Weichen	9
6	**Schutzmassnahmen gegen Anprall**	**10**
6.1	Allgemeine Hinweise	10
6.2	Sicherheitsabstände	10
6.3	Anprallkräfte	11
6.4	Ergänzende Schutzmassnahmen	12
7	**Schutzmassnahmen bei Bauten der Bauwerksklasse A**	**14**
7.1	Betriebssituationen	15
7.2	Schutzmassnahmen bei BWK A an Streckenabschnitten **ohne** Weichen	15
7.3	Schutzmassnahmen bei BWK A an Streckenabschnitten **mit** Weichen	16
7.4	Reduktion der Anprallkräfte bei Leitkanten, Leitwinkeln und Perrons	18
8	**Schutzmassnahmen bei Bauten der Bauwerksklasse B**	**19**
8.1	Abstände und Anprallkräfte	20
8.2	Ergänzende Schutzmassnahmen bei Bauten der Bauwerkklasse B	22
9	**Schutzmassnahmen bei Bauten der Bauwerksklasse C**	**25**
10	**Bauliche und konstruktive Anforderungen**	**26**
10.1	Anprallgefährdete Tragwerkselemente	26
10.2	Fahrzeuglenkende Leiteinrichtungen	27
10.3	Abweisende Schutzelemente	28
11	**Anprallgefährdete Tragwerkselemente hinter Gleisenden**	**29**
12	**Ergänzende Bestimmungen zu Risikoanalysen nach UIC-Kodex 777-2**	**31**

1 Verständigung

1.1 Begriffe

Im vorliegenden Anhang Nr. 1 zu den AB-EBV zu Art. 27 werden folgende Begriffe verwendet:

Abkommende Eisenbahnfahrzeuge	Eisenbahnfahrzeuge, die nach der Entgleisung den Gleisbereich teilweise oder vollständig verlassen.
Abweisende Schutzelemente	Bauliche Massnahme zum Schutz von Stützen, Stützenreihen und Wandscheiben vor direktem Anprall aus beliebiger Richtung.
Anprall	Zusammenstoss eines bewegten Körpers mit einem Bauwerk.
Anprallblock	Bauliche Massnahme zum Schutz von Stützen vor direktem Anprall in Hauptrichtung parallel zum Gleis.
Anprallkraft	Auf das Bauwerk wirkende Kraft bei einem Anprall.
Anprallgefährdete Bauten	Bauten, bei denen erfahrungsgemäss davon auszugehen ist, dass durch entgleiste und vom Gleis abkommende Eisenbahnfahrzeugen eine erhöhte Anprallwahrscheinlichkeit besteht.
Anprallgefährdete Bauteile	Bauteile und Tragwerkselemente von anprallgefährdeten Bauten.
Anprallrisiko	Qualitative oder quantitative Charakterisierung eines Schadens aus dem Anprall eines Eisenbahnfahrzeuges auf ein Bauwerk hinsichtlich der Möglichkeit seines Eintreffens und seiner Grösse.
Aussergewöhnliche Einwirkung	Einwirkung mit geringer Eintretenswahrscheinlichkeit, in der Regel von kurzer Dauer und beträchtlicher Einwirkung.
Bauteil	Physisch unterscheidbarer Teil eines Bauwerks bzw. Tragwerks.
Bauwerksklasse	Schematische Charakterisierung von Bauwerken, die eine vergleichbare Gefährdung von Personen infolge einer Beschädigung des Bauwerks berücksichtigt.
Betriebssituation	Charakterisierung des Eisenbahnverkehrs hinsichtlich der Fahrgeschwindigkeit von Reise- und Güterzügen.
Entgleisung	Verlust der Spurführung von Eisenbahnfahrzeugen.
Entgleisungsmittel	Mechanische Schutzvorrichtungen, die eine Entgleisung von Eisenbahnfahrzeugen herbeiführen und so das Befahren eines Gleisabschnittes verhindern.
Gleissituation	Lage der Gleise und Weichen in Bezug auf das Bauwerk.
Fangschiene	Radlenkende Führungsvorrichtung zur Aufrechterhal-

	tung der Spurführung nach einer Entgleisung.
Grenzabstand	Abstand zur Unterscheidung von anprallgefährdeten und nicht anprallgefährdeten Bauten.
Grenzlinie der festen Anlagen	Begrenzung des Raums um ein Gleis, in den keine festen Anlagen einragen dürfen.
Kritische Distanz	Längster Entgleisungsweg bei einer Bremsverzögerung von 3 m/s^2 und einem Entgleisungsweg parallel zum Gleis.
Leiteinrichtung	Gleisparallele Einrichtung mit fahrzeuglenkender Funktion für entgleiste Eisenbahnfahrzeuge, die das Abkommen entgleister Eisenbahnfahrzeugen vom Gleis begrenzt.
Leitkante	Parallel zum Gleis verlaufende, fahrzeuglenkende Begrenzung des Gleisbereichs in massiver Bauweise zur Begrenzung des seitlichen Abkommens von Eisenbahnfahrzeugen auf kritischen Streckenabschnitten.
Leitwinkel	Parallel zum Gleis verlaufendes, fahrzeugabweisendes Bankett zum Schutz von Unterstützungen vor direktem Anprall.
Perronkante	Bauliche Abgrenzung zwischen Gleis- und Perronbereich.
Perronende	Begrenzung des Perronbereichs in der Gleislängsrichtung.
Schutzmassnahme	Bauliche Massnahmen an anprallgefährdeten Bauten.
Ergänzende Schutzmassnahme	Bauliche Massnahmen zur Reduktion der Anprallwahrscheinlichkeit bzw. zum Schutz anprallgefährdeter Bauten vor direktem Anprall.
Schutzweiche	Weiche, die in der Schutz bietenden Stellung ein Flankenfahrt verhindert.
Sicherheitsabstand	Mindestabstand (Lichtmass) zwischen der Gleisachse und einem Tragwerkselement.
strassenbahnähnliche Verhältnisse	Fahrzeuge und Betriebsform einer Bahn, die im Strassenraum verkehrt, sind mit denjenigen einer Strassenbahn vergleichbar.
Streckenart	Charakterisierung eines Streckenabschnitts der Eisenbahn hinsichtlich bestimmter Eigenschaften.
Stütze	Meist vertikales Bauteil mit beliebiger Querschnittsform, das Lasten hauptsächlich in Richtung seiner Längsachse aufnimmt und auf andere Bauteile überträgt.
Tragwerk	Gesamtheit der Bauteile und des Baugrundes, die für das Gleichgewicht und die Formerhaltung eines Bauwerks notwendig sind.

Tragwerkselement	Bauteil eines Tragwerks.
Tragwerkskonzept	Projektbestimmende Grundidee hinsichtlich des Tragwerks.
Unterstützungen	Tragwerkselemente, wie Widerlager Stützen, Stützenreihen, Pfeiler, Wände, Wandscheiben, die Kräfte aus einem Tragwerk an oder über dem Gleis in den Untergrund ableiten.
Wandscheibe	Wandartiges, vertikales Bauteil, das Lasten hauptsächlich in vertikaler Richtung aufnimmt und auf andere Bauteile überträgt.

1.2 Abkürzungen

BWK	Bauwerksklasse
QRA	Quantitative Risikoanalyse zur Bewertung der Anprallrisiken nach UIC-Kodex 777-2
LM 4	Lastmodell 4 gemäss SIA 261, Ziff. 12.2
LM 5	Lastmodell 5 gemäss SIA 261, Ziff. 12.2
SOK	Schienenoberkante
WA	Weichenanfang
WE	Weichenende

1.3 Bezeichnungen

A-$_i$	Betriebssituation für Bauten der Bauwerksklasse A
a	Abstand zwischen dem anprallgefährdeten Tragwerkselement und der nächstgelegenen Gleisachse, rechtwinklig zur Gleisachse
a_G	Grenzabstand zwischen der Gleisachse und dem anprallgefährdetem Tragwerkselement, rechtwinklig zur Gleisachse
a_{Gi}	Abmessung der Gefahrenbereiche bei Bauwerksklasse A
a_{LK}	Abstand zwischen der Gleisachse und der gleisseitigen Begrenzungsfläche einer Leitkante, rechtwinklig zur Gleislängsachse
a_{min}	Einzuhaltender Mindestabstand zwischen Gleisachse und anprallgefährdetem Tragwerkselement, rechtwinklig zur Gleislachse gemessen
a_{QRA}	Abstand zwischen Gleisachse und anprallgefährdetem Tragwerkselement, bei dessen Unterschreitung die Notwendigkeit ergänzender Schutzmassnahmen mit einer Risikoanalyse zu prüfen ist.
a_R	Abstand zwischen Gleisachse und anprallgefährdetem Tragwerkselement, bei dessen Einhaltung oder Überschreitung die festgelegten Anprallkräfte reduziert werden dürfen

a_U	Abstand zwischen der gleisseitigen Begrenzungsfläche einer Leitkante und dem durch die Leitkante zu schützenden Tragwerkselement
a_x	Abstand zwischen dem Haltepunkt (Gleisabschluss) und der nächstgelegenen Unterstützung in der Verlängerung der Gleisachse
$a_{x,min}$	Mindestabstand zwischen Haltepunkt (Gleisabschluss) und der nächstgelegenen Unterstützung in der Verlängerung der Gleisachse
B_{min}	Mindestwandstärke einer Unterstützungen, die als Wand auszubilden ist
d_{cr}	Kritische Distanz zwischen Entgleisungsort und Bauteil, parallel zur Gleisachse gemessen
H	Höhe einer Unterstützung, gemessen zwischen Oberkante Fundament und Unterkante des abgestützten Tragwerks
L_{LW}	Länge eines Leitwinkels parallel zur Gleisachse, ab Unterstützung gemessen
H_{LK}	Höhe einer Leitkante, gemessen ab SOK
H_{LW}	Höhe eines Leitwinkles, gemessen ab SOK
h_Q	Höhe des Angriffspunktes der statischen Ersatzkräfte, gemessen ab Schienenoberkante
L_{min}	Mindestlänge einer parallel zum Gleis liegenden Unterstützungen, die als Wand auszubilden ist
$Q_{di,red}$	Bemessungswert der Anprallkraft ermittelt mit dem Reduktionsbeiwert $\eta_{a,red}$
Q_{dx}	Bemessungswert der Anprallkraft parallel zur Gleisachse wirkend
Q_{dy}	Bemessungswert der Anprallkraft rechtwinklig zur Gleisachse wirkend
V	Betrieblich erlaubte Fahrgeschwindigkeit auf dem massgebenden Gleis für Reise- oder Güterzüge in km/h
V_{GZ}	Betrieblich erlaubte Fahrgeschwindigkeit auf dem massgebenden Gleis für Güterzüge
V_{RZ}	Betrieblich erlaubte Fahrgeschwindigkeit auf dem massgebenden Gleis für Reisezüge
$\eta_{a,red}$	Reduktionsbeiwert zur Ermittlung der Anprallkräfte bei $a > a_R$
η_L	Reduktionsbeiwert zur Ermittlung der Anprallkräfte auf Unterstützungen, die durch Leitwinkel, Leitkanten oder Perrons geschützt werden
η_{LM4}	Reduktionsbeiwert zur Ermittlung der Anprallkräfte für das Lastmodell 4 aus jenen des LM 5

2 Allgemeines

2.1 Einleitung

2.1.1 Der vorliegende Anhang Nr. 1 zu den AB-EBV enthält Festlegungen, die geeignet sind, die Zielsetzung der AB-EBV zu Art. 27, AB 27.1, Ziff. 1 zu erreichen.

2.2 Ziel

2.2.1 Die vorliegenden Bestimmungen haben zum Ziel, die Anordnung und bauliche Ausbildung gleisnaher Bauten so zu beeinflussen, dass Personen- und Sachschäden im Ereignisfall mit hoher Wahrscheinlichkeit ein akzeptierbares Ausmass nicht übersteigen.

2.3 Geltungsbereich

2.3.1 Der vorliegende Anhang Nr. 1 gilt für alle neuen Bauten an oder über Normal-, Meter- oder Spezialspurbahnen, welche die Eigenschaften der in Ziff. 4.3 beschriebenen Bauwerksklassen aufweisen.

2.3.2 Für Strassenbahnen und Bahnen mit strassenbahnähnlichen Verhältnissen, die im Strassenraum verkehren, gelten grundsätzlich die Massnahmen gegen Anprall von Strassenfahrzeugen.

2.3.3 Bei Stützbauwerken sind die Bestimmungen sinngemäss zu berücksichtigen, wenn diese besondere Schutzfunktionen aufweisen oder wenn sie für die Standsicherheit von Bauten einen wesentlichen Beitrag leisten.

2.3.4 Die Bestimmungen sind nicht anwendbar auf Tunnelportale, Bahnbrücken mit über der Schienenoberkante liegenden Tragwerkselementen (z. B. Trogwangen, Fachwerke, Bogen, Hänger) und natürliche Hindernisse (z. B. Felsböschungen).

2.3.5 Für temporäre Bauwerke wie z. B. Abstützungen von Lehrgerüsten sind die Schutzmassnahmen im Einzelfall und in Absprache mit der Aufsichtsbehörde festzulegen.

2.3.6 Bei bestehenden Bahnanlagen an bestehenden Bauten ist die Notwendigkeit von Schutzmassnahmen gemäss den AB-EBV zu Art. 27, AB 27.2 und 27.3 zu ermitteln.

2.4 Grundsätze

2.4.1 Bei der Projektierung von Bahnanlagen oder Bauten an oder über der Bahn ist den Anprallrisiken von Beginn weg hohe Aufmerksamkeit zu schenken.

2.4.2 Die zukünftigen Interessen aus Sicht des Bahnbetriebes und später mögliche Ausbauszenarien sind zu berücksichtigen.

2.4.3 Mit sorgfältig gewählten Tragwerkskonzepten und umsichtig geplanten Gleisanlagen lassen sich Anprallrisiken effizient beschränken.

2.4.4 An Streckenabschnitten mit Weichen ist das Anprallrisiko bei vergleichbaren betrieblichen Verhältnissen erheblich grösser als an Streckenabschnitten ohne Weichen. Die durch Weichen hervorgerufene Erhöhung des Anprallrisikos kann mit baulichen Schutzmassnahmen nur teilweise kompensiert werden. Bauten im Nahbereich von Weichen sind deshalb wenn immer möglich zu vermeiden oder mit dem grösstmöglichen Abstand zum Gleis zu errichten.

2.4.5 Bei der Anordnung von Schutzweichen und Entgleisungsmittel ist die Gefährdung von Bauten und Anlagen durch die allenfalls zur Entgleisung gebrachten Eisenbahnfahrzeuge zu beurteilen.

3 Anforderungen für Bauten an und über der Eisenbahn

3.1 Bauten an und über der Eisenbahn sind so zu erstellen, dass sie einen angemessenen Schutz gegen die Gefahren entgleister und abkommender Eisenbahnfahrzeuge aufweisen.

3.1.1 Ein angemessener Schutz ist erreicht, wenn alle erforderlichen Schutzmassnahmen umgesetzt sind.

3.2 Die Bestimmung der erforderlichen Schutzmassnahmen erfolgt mit Hilfe des vorliegenden Anhangs Nr. 1 nach folgendem Vorgehen:

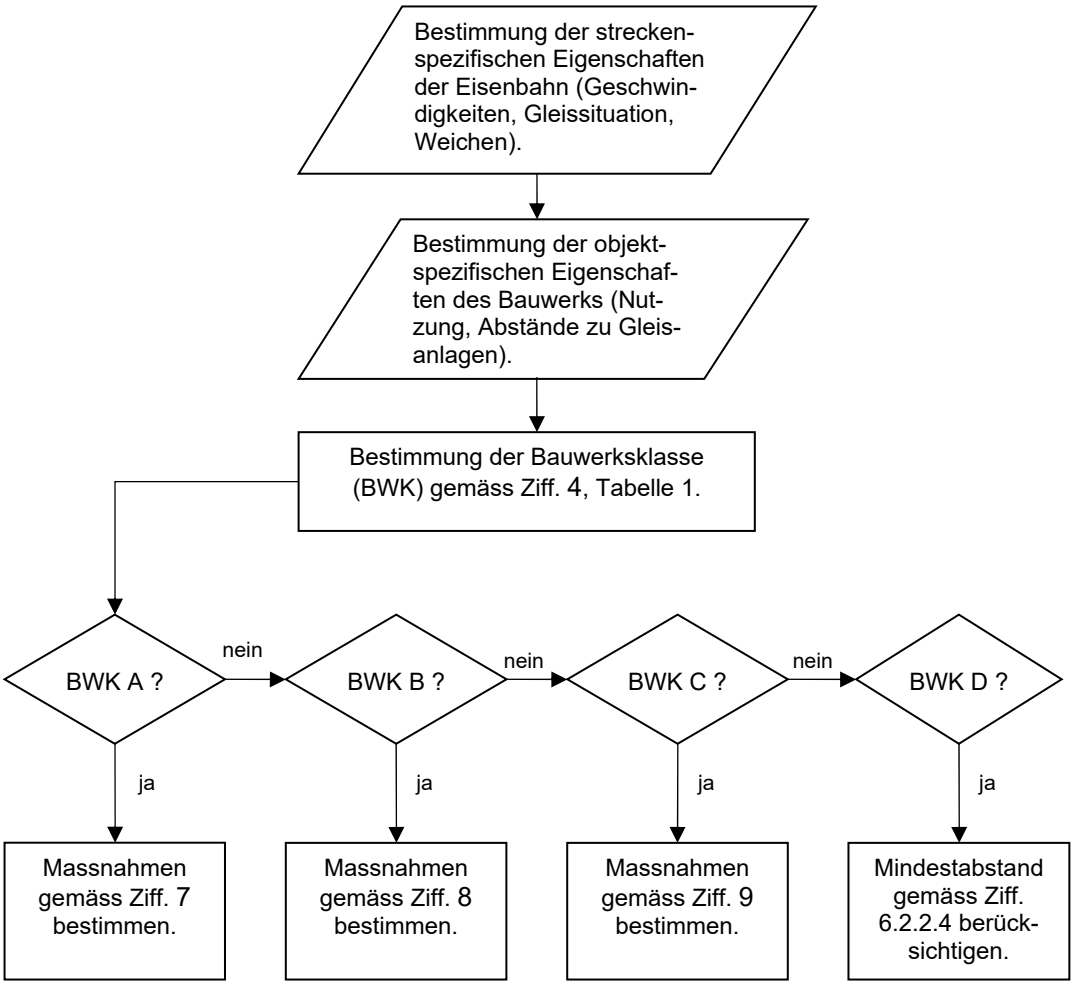


Diagramm 1: Vorgehen zur Bestimmung der erforderlichen Schutzmassnahmen

4 Bauwerksklassen

4.1 Bauten an und über der Eisenbahn sind einer Bauwerksklasse zuzuordnen.

4.2 Die Bauwerksklasse berücksichtigt die unterschiedlichen Schadenpotentiale, die sich aus der Art und Nutzung des Bauwerks ableiten lassen.

4.3 Bauwerksklassen

Klasse A	Bauten mit hohem Schadenpotential, die häufig eine hohe Personendichte aufweisen wie z. B.: - Gebäude an oder über der Eisenbahn mit Geschäfts-, Veranstaltungs-, Schulungs- oder Fabrikationsräumen - mehrgeschossige Wohn- Park- oder Lagerhäuser an oder über der Eisenbahn - Überwerfungsbauwerke der Bahn bei Strecken mit hohem Verkehrsaufkommen (≥ 120 Züge pro Tag und Fahrtrichtung) - Strassenbrücken von besonderer Wichtigkeit mit hohem Verkehrsaufkommen (DTV > 40 000 Fz/d) - Unterirdische Bahnhöfe
Klasse B	Bauten mit beträchtlichem Schadenpotential, die häufig eine geringe bis mittlere Personendichte aufweisen wie z. B.: - Strassenbrücken, Rad- und Fusswegbrücken - Überwerfungsbauwerke der Bahn bei Strecken mit geringem oder mittlerem Verkehrsaufkommen (< 120 Züge pro Tag und Fahrtrichtung) - Ein- bis zweigeschossige Gebäude über der Eisenbahn, ohne Wohn-, Geschäfts- Schulungs- oder Fabrikationsräume - Schutzgalerien der Bahn
Klasse C	Bauten mit geringem Schadenpotential, die normalerweise eine geringe Personendichte aufweisen wie z. B.: - ein- oder mehrgeschossige Einfamilienhäuser (freistehend oder zusammengebaut) sowie andere, ein- bis zweigeschossige Wohngebäude, an der Bahn - eingeschossige Fabrikationsgebäude, Lagerhäuser - Depots und Werkstätten der Bahn - Masten von elektrischen Übertragungsleitungen aus armiertem Beton
Klasse D	Eingeschossige Bauten auf Perronanlagen, Tragwerke von bahntechnischen Anlagen, Bauten, die nicht den übrigen Klassen zuzuordnen sind wie z. B.: - Fahrleitungs- und Signalmasten, Signalbrücken - Perrondächer für ein oder zwei Perronkanten, die keine Gleise überspannen - Verladeanlagen

Tabelle 1: Bauwerksklassen

4.3.1 Bei besonders bedeutenden und wichtigen Bauten der Bauwerksklassen B und C ist im Einzelfall eine Aufklassierung von Klasse B in Klasse A bzw. von Klasse C in Klasse B zu prüfen.

5 Streckenart

5.1 Die Entgleisungs- und Anprallwahrscheinlichkeit wird in hohem Masse vom Vorhandensein von Weichen beeinflusst. Für jedes anprallgefährdete Tragwerkselement ist deshalb zu bestimmen, ob Schutzmassnahmen für Streckenabschnitte mit oder ohne Weichen zu berücksichtigen sind.

5.2 Streckenabschnitte ohne Weiche

Ist die Distanz zwischen der nächstgelegenen Weiche und dem anprallgefährdeten Tragwerkselement grösser als die kritische Distanz d_{cr} (vgl. Ziff. 5.4), sind die Schutzmassnahmen für Streckenabschnitte ohne Weiche zu bestimmen.

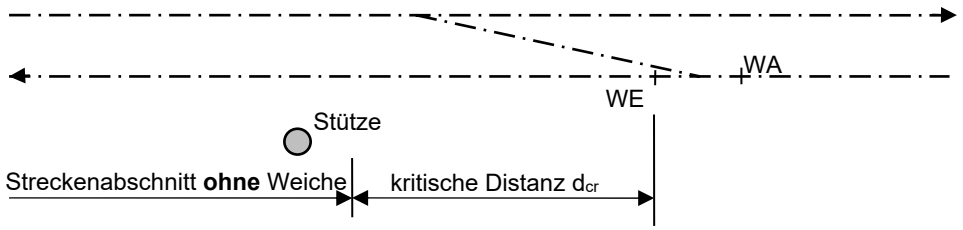


Bild 1: Streckenabschnitt ohne Weiche

5.3 Streckenabschnitte mit Weiche

Ist die Distanz zwischen Weichenanfang und dem anprallgefährdeten Tragwerkelement geringer als die kritische Distanz d_{cr} (vgl. Ziff. 5.4) sind die Schutzmassnahmen für Streckenabschnitte mit Weiche zu bestimmen.

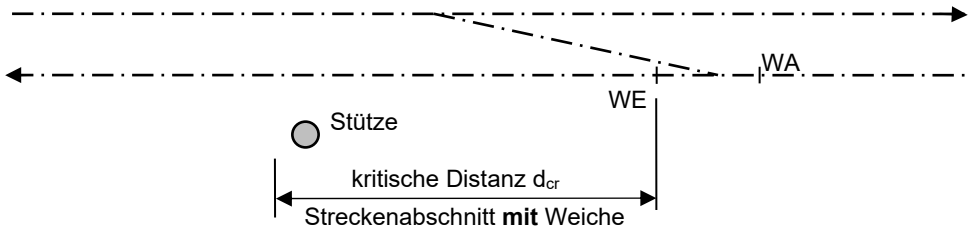


Bild 2: Streckenabschnitt mit Weiche

5.4 Die kritische Distanz d_{cr} ist eine von der betrieblich erlaubten Fahrgeschwindigkeit abhängige Grösse und wird bestimmt mit:

$d_{cr} = V^2/80$

mit: d_{cr} in [m] und V in [km/h]

6 Schutzmassnahmen gegen Anprall

6.1 Allgemeine Hinweise

6.1.1 Als Schutzmassnahmen gegen Anprall eignen sich grundsätzlich alle baulichen und betrieblichen Vorkehrungen, die eine Reduktion der Entgleisungswahrscheinlichkeit, der Anprallwahrscheinlichkeit oder der Versagenswahrscheinlichkeit eines Tragwerks infolge Anprall bewirken.

6.1.2 Der vorliegende Anhang enthält Bestimmungen zu folgenden baulichen Schutzmassnahmen:

- Sicherheitsabstände
- Bemessung für Anprallkräfte
- ergänzende Schutzmassnahmen wie fahrzeuglenkende Leiteinrichtungen und abweisende Schutzelemente

6.1.3 In besonderen Fällen können auch andere bauliche Massnahmen (z. B. Schutzdämme) geeignet sein, einen angemessenen Schutz gegen Anprall zu erreichen. Die Berücksichtigung anderer baulicher Massnahmen setzt die Zustimmung der Aufsichtsbehörde voraus.

6.1.4 Die Schutzwirkung ansteigender Böschungen mit einer Neigung ≥ 2:3 darf bei der Festlegung von Grenzabständen und statischen Ersatzkräfte angemessen berücksichtigt werden.

6.2 Sicherheitsabstände

6.2.1 Zu den Sicherheitsabständen gehören die Mindestabstände und die Grenzabstände.

6.2.2 Mindestabstände

6.2.2.1 Zwischen anprallgefährdeten Tragwerkselementen und der nächstgelegenen Gleisachse ist ein Mindestabstand a_{min} einzuhalten.

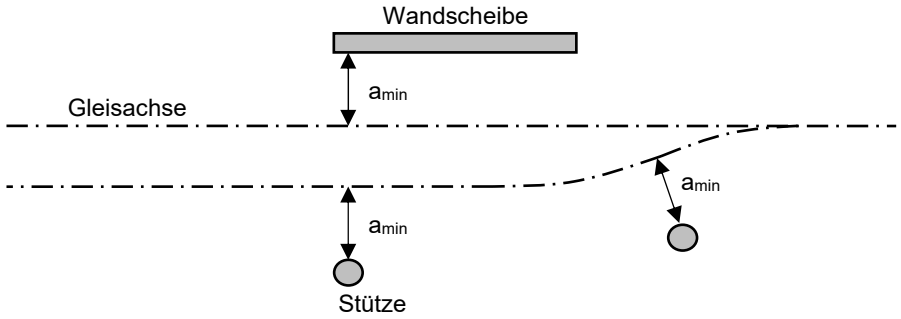


Bild 3: Mindestabstand Gleisachse - Unterstützung

6.2.2.2 Bei Bauten der Klassen A, B und C an Gleisen mit erlaubten Fahrgeschwindigkeiten > 20 km/h gelten folgende Mindestabstände (Lichtmass):

- Normalspurbahnen: a_{min} = 3,00 m
- Meterspurbahnen: a_{min} = 2,80 m
- Spezialspurbahnen: a_{min} = 2,60 m

6.2.2.3 Bei Bauten der Klasse B und C an Gleisen mit erlaubter Fahrgeschwindigkeit V ≤ 20 km/h darf der Mindestabstand bis auf die halbe Breite des Lichtraumprofils (Grenzlinie der festen Anlagen einschliesslich der erforderlichen Sicherheitsräume) reduziert werden, wenn folgende Voraussetzungen kumulativ erfüllt sind:

- auf dem Streckenabschnitt verkehren keine Züge mit Reisenden und
- anprallgefährdete Tragwerkselemente sind für die Anprallkräfte der entsprechenden Bauwerksklasse und der betrieblichen Verhältnisse bemessen.

6.2.2.4 Bei Bauten der Klasse D darf der Mindestabstand ohne Einschränkungen auf die halbe Breite des Lichtraumprofils (Grenzlinie der festen Anlagen einschliesslich der erforderlichen Sicherheitsräume) reduziert werden.

6.2.2.5 Die Mindestabstände sind auch beim Vorhandensein ergänzender Schutzmassnahmen (wie z. B. Leitkanten, Leitwinkel, Fangschienen) zu berücksichtigen.

6.2.3 Grenzabstände

6.2.3.1 Alle Tragwerkselemente, die einen Abstand $a < a_G$ aufweisen, gelten als anprallgefährdet und sind gegen die Einwirkung entsprechender Anprallkräfte zu bemessen.

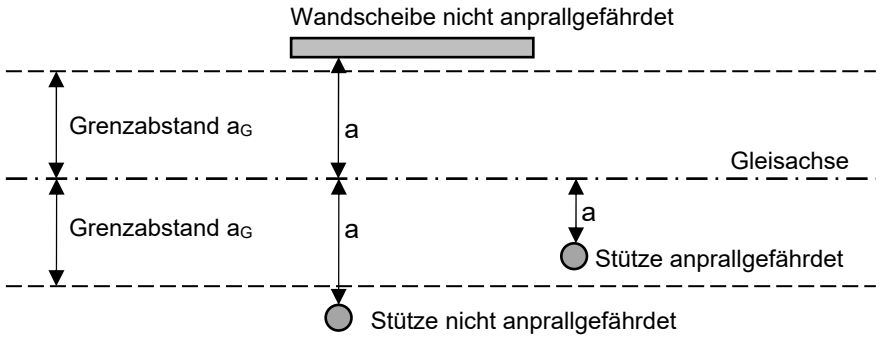


Bild 4: Grenzabstand a_G

6.2.3.2 Unterstützungen sind wenn immer möglich mit einem Abstand $a > a_G$ anzuordnen.

6.3 Anprallkräfte

6.3.1 Mit der Berücksichtigung der Einwirkung Anprall soll eine angemessene Robustheit der betroffenen Tragwerkselemente erreicht werden.

6.3.2 Anprallkräfte sind als aussergewöhnliche Einwirkung im Sinne der SN 505 260 zu berücksichtigen.

6.3.3 Der Ansatzpunkt und die Verteilung der Anprallkräfte sind gemäss Tabelle 2 zu berücksichtigen.

Bauteil	Spurweite	Höhe Ansatzpunkt	Verteilhöhe	Verteilbreite
Stütze, Wandscheibe	Normalspur	1,80 m ü. SOK	≤ 1,00 m	≤ 2,00 m
	Meterspur	1,50 m ü. SOK	≤ 1,00 m	≤ 2,00 m

Tabelle 2: Ansatzpunkte und Verteilung der Anprallkräfte

6.3.4 Anprallkräfte sind als horizontale Einwirkungen mit einer parallel zum Gleis wirkenden Komponente Q_{dx} und einer rechtwinklig zum Gleis wirkenden Komponente Q_{dy} zu berücksichtigen. Die Komponenten Q_{dx} und Q_{dy} dürfen als nicht gleichzeitig wirkend angenommen werden.

6.3.5 Die im vorliegenden Anhang spezifizierten Anprallkräfte orientieren sich an den im UIC-Kodex 777-2 festgelegten Werten. Es handelt sich um Kraftgrössen, die bei einem Anprallereignis von deformierbaren Reisezug- und Güterwagen erwartet werden. Für die Bemessung von anprallgefährdeten Tragwerkselementen sind sie als Mindestwerte zu betrachten. Besondere Schutzziele können grössere Anprallkräfte rechtfertigen.

6.3.6 Aufgrund bisheriger Festlegungen und Erfahrungen ist der ungedämpfte Anprall einer Lokomotive nicht zu berücksichtigen. Die Wahrscheinlichkeit, dass Lokomotiven nach einer Entgleisung über die zu beachtenden Mindestabstände gemäss Ziff. 6.2.2 abkommen, ist sehr gering. Zudem ist die Entgleisungswahrscheinlichkeit von Lokomotiven im Vergleich zur Entgleisungswahrscheinlichkeit von Eisenbahnwagen erheblich geringer.

6.4 Ergänzende Schutzmassnahmen

6.4.1 Mit ergänzenden Schutzmassnahmen soll das Anprallrisiko zusätzlich vermindert werden. Ergänzende Schutzmassnahmen sind erforderlich, wenn sie verhältnismässig sind. Die Verhältnismässigkeit darf mit einer Risikoanalyse nach UIC-Kodex 777-2 untersucht werden. Für das Aufstellen von Risikoanalysen sind die Bestimmungen der Ziff. 12 zu beachten.

6.4.2 Als ergänzende Schutzmassnahmen stehen fahrzeuglenkende Leiteinrichtungen oder abweisende Schutzelemente im Vordergrund.

6.4.3 Fahrzeuglenkende Leiteinrichtungen

6.4.3.1 Leitkanten und Fangschienen sollen verhindern, dass entgleiste Eisenbahnfahrzeuge erheblich vom Gleisbereich abkommen. Sie reduzieren die Anprallwahrscheinlichkeit, indem sie entgleiste Eisenbahnfahrzeuge an Gefahrenstellen vorbeileiten.

6.4.3.2 Leitkanten werden zwischen Gleis und anprallgefährdeten Tragwerkselementen angeordnet. Sie weisen eine geschwindigkeitsabhängige Mindestlänge und eine vorgegebene Höhe auf. Der Abstand zur Gleisachse wird durch Faktoren wie die Höhe der Leitkante, die Grenzlinie der festen Anlagen, die betrieblichen Erfordernisse und den Rahmenbedingungen für den Gleisunterhalt bestimmt.

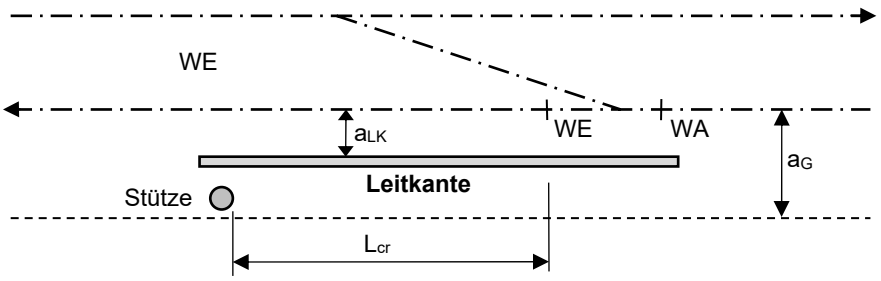


Bild 5: Leitkante

6.4.3.3 Fangschienen werden parallel zu den Fahrschienen angeordnet. Die Anforderungen an Fangschienen richten sich nach den AB-EBV zu Art. 26, AB 26.2, Ziff. 2.

6.4.4 Abweisende Schutzelemente

6.4.4.1 Leitwinkel und Anprallblöcke sollen einen direkten Anprall von entgleisten Eisenbahnfahrzeugen an Tragwerke verhindern und damit deren Versagenswahrscheinlichkeit reduzieren.

6.4.4.2 Leitwinkel werden zwischen Gleis und anprallgefährdeten Tragwerkselementen angeordnet. Im Vergleich zu Leitkanten weisen sie eine deutlich kürzere Länge auf. Bezüglich Regelhöhe und Abstand zur Gleisachse unterscheiden sich Leitwinkel nicht von Leitkanten.

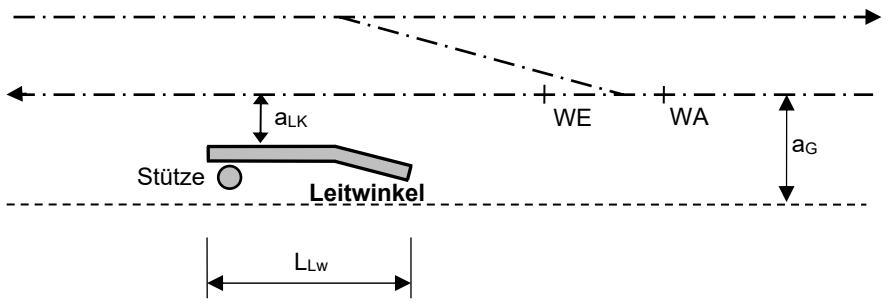


Bild 6: Leitwinkel

6.4.4.3 Anprallblöcke sollen unmittelbar dahinterliegende Tragwerkselemente vor direktem Anprall schützen, indem sie den ersten Stoss anprallender Fahrzeuge abfangen. Sie sind zum Schutz von Tragwerkselementen geeignet, die nicht für die vorgegebenen Anprallkräfte Q_{dx} ausgelegt werden können und/oder in einem kritischen Bereich hinter Gleisabschlüssen liegen.

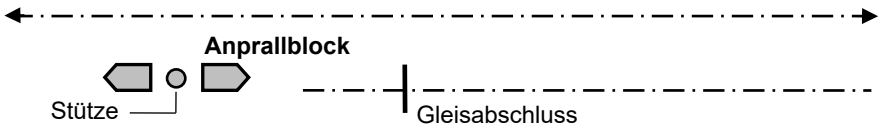


Bild 7: Anprallblöcke

7 Schutzmassnahmen bei Bauten der Bauwerksklasse A

Die erforderlichen Schutzmassnahmen sind unter Berücksichtigung der Streckenart, der Betriebssituation sowie dem Abstand a zwischen dem anprallgefährdeten Tragwerkelement und dem nächstgelegenen Gleis nach folgendem Ablauf zu bestimmen:

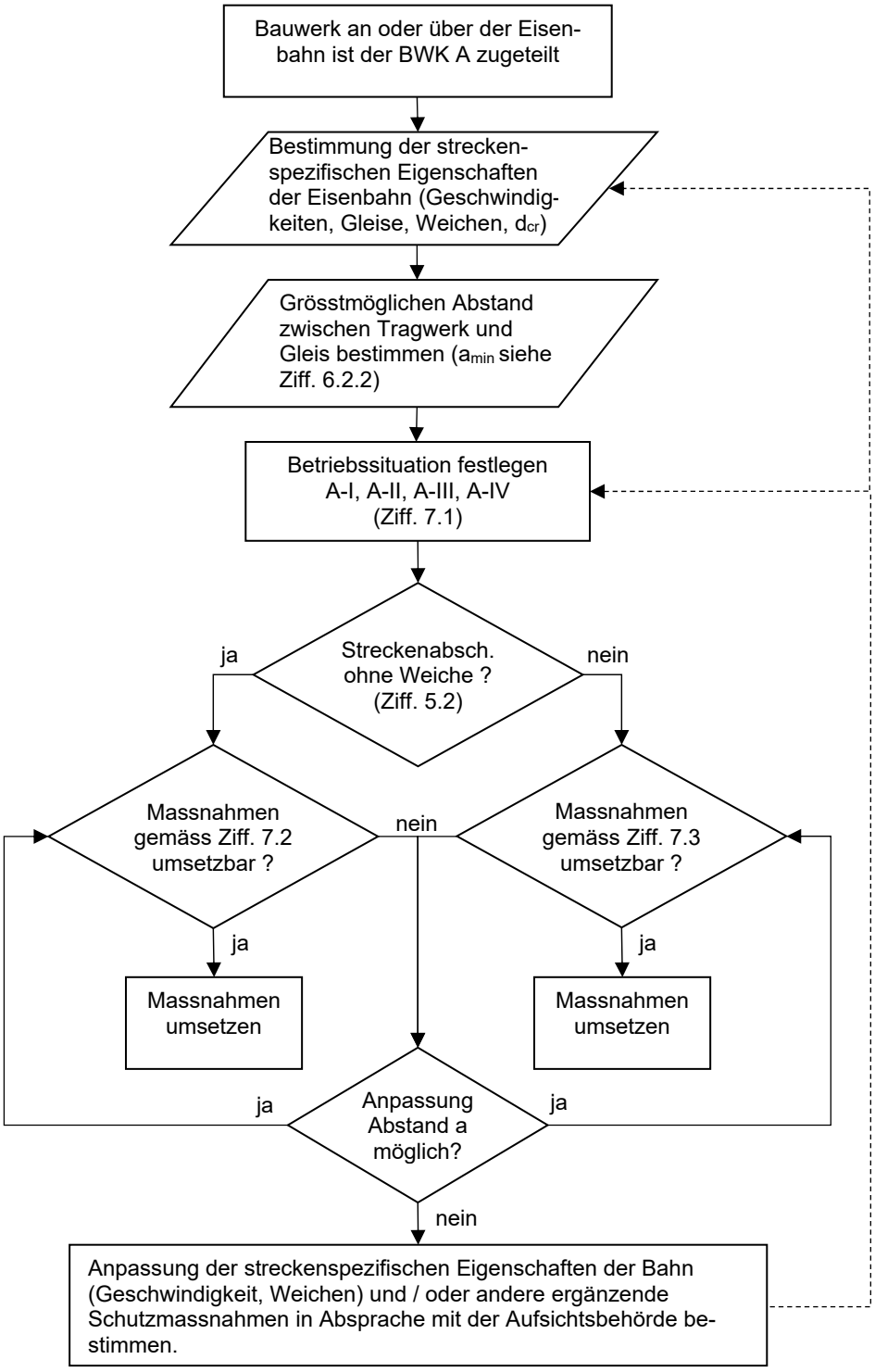


Diagramm 2: Bestimmung der Schutzmassnahmen bei BWK A

7.1 Mit den Betriebssituationen werden die eisenbahnbetrieblichen Verhältnisse auf den angrenzenden Gleisanlagen berücksichtigt:

Betriebs-situation	betrieblich erlaubte Fahrgeschwindigkeit	
	V_{RZ} [1)]	V_{GZ} [1)]
A-I	> 120 km/h	> 80 km/h
A-II	60 < V_{RZ} ≤ 120 km/h	40 < V_{GZ} ≤ 80 km/h
A-III	≤ 60 km/h	≤ 40 km/h
A-IV	ausschliesslich Dienst- und Rangierbewegungen mit V≤ 20 km/h	

[1)] Massgebend ist die Geschwindigkeit, die zur höher eingestufte Betriebssituation führt. Die Betriebssituation A-I ist die "höchste" Betriebssituation.

Tabelle 3: Betriebssituationen bei Bauwerksklasse A für Normal- Meter und Spezialspurbahnen

7.2 Schutzmassnahmen bei BWK A an Streckenabschnitten **ohne** Weiche

7.2.1 Betriebssituation A-I

7.2.1.1 Die Anprallkräfte an Unterstützungen sind im Einzelfall und im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde festzulegen.

7.2.1.2 Unterstützungen sind grundsätzlich als durchgehende Wandscheiben mit Mindestabmessungen gemäss Ziff. 10.1.1 auszubilden.

7.2.1.3 Bei Brücken sind Stützen zulässig, wenn sie einen Abstand a von mindestens 4,50 m zur Gleisachse aufweisen und durch Leitwinkel geschützt werden.

7.2.2 Betriebssituation A-II

7.2.2.1 Bei Bauten an Normalspurbahnstrecken **ohne** Weichen sind folgende Anprallkräfte zu berücksichtigen:

Abstand a [m]	Gefahrenbereiche und Grenzabstand [m]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
3,00 ≤ a ≤ a_{G1}	a_{G1} = 5,00	6,0	2,0
5,00 < a ≤ a_{G2}	a_{G2} = 7,00	4,0	1,5
7,00 < a ≤ a_G	a_G = 9,00	2,0	1,0

Tabelle 4: BWK A / Streckenabschnitt ohne Weiche / Abstände und Anprallkräfte Normalspur

7.2.2.2 Bei Bauten an Meter- und Spezialspurbahnstrecken **ohne** Weichen sind folgende Anprallkräfte zu berücksichtigen:

Abstand a [m]	Gefahrenbereiche und Grenzabstand [m]	LM 4		LM 5	
		Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
$2{,}80 \le a \le a_{G1}$	$a_{G1} = 4{,}50$	2,0	0,8	4,0	1,5
$4{,}50 < a \le a_{G2}$	$a_{G2} = 6{,}00$	1,3	0,5	2,5	1,0
$6{,}00 < a \le a_{G}$	$a_{G} = 8{,}00$	0,8	0,3	1,5	0,6

Tabelle 5: BWK A / Streckenabschnitt ohne Weiche / Abstände und Anprallkräfte Meter- und Spezialspur

7.2.2.3 Unterstützungen in einem Abstand $a < a_{G1}$ sind grundsätzlich als Wandscheiben mit Mindestabmessungen gemäss Ziff. 10.1.1 auszubilden.

7.2.2.4 Stützen mit einem Abstand $a \le a_{G1}$ sind zulässig, wenn diese einen Abstand a von mindestens 4,00 m zur Gleisachse aufweisen und durch Leitwinkel bzw. im Bahnhofbereich mit durchgehenden Perrons vor direktem Anprall geschützt werden.

7.2.3 Betriebssituation A-III

7.2.3.1 Die Anprallkräfte gemäss Tabelle 4 bzw. Tabelle 5 dürfen um 30 % abgemindert werden.

7.2.3.2 Bei Unterstützungen in einem Abstand $a > a_{G2}$ müssen keine Anprallkräfte berücksichtigt werden.

7.2.3.3 Stützen mit einem Abstand $a \le a_{G1}$ sind zulässig, wenn diese einen Abstand a von mindestens 4,00 m zur Gleisachse aufweisen und durch Leitwinkel oder Leitkanten bzw. im Bahnhofbereich mit durchgehenden Perrons vor direktem Anprall geschützt werden.

7.2.4 Betriebssituation A-IV

7.2.4.1 Die Anprallkräfte gemäss Tabelle 4 bzw. Tabelle 5 dürfen um 50 % abgemindert werden.

7.2.4.2 Bei Unterstützungen mit einem Abstand $a > a_{G1}$ müssen keine Anprallkräfte berücksichtigt werden.

7.3 Schutzmassnahmen bei BWK A an Streckenabschnitten **mit** Weiche

7.3.1 Betriebssituation A-I

7.3.1.1 Die Anprallkräfte an Unterstützungen und die Anforderungen an Leitkanten sind im Einzelfall und im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde festzulegen.

7.3.1.2 Unterstützungen sind grundsätzlich als durchgehende Wandscheiben mit Mindestabmessungen gemäss Ziff. 10.1.1 auszubilden und mit Leitkanten vor direktem Anprall zu schützen.

7.3.1.3 Bei Brücken sind Stützen zulässig, wenn diese einen Abstand a von mindestens 4,00 m zur Gleisachse aufweisen und durch eine Leitkante (ab Weichenanfang bis zur Stütze) geschützt werden.

7.3.2 Betriebssituation A-II

7.3.2.1 Bei Bauten an Normalspurbahnstrecken **mit** Weichen sind folgende Anprallkräfte zu berücksichtigen:

Abstand a [m]	Gefahrenbereiche und Grenzabstand [m]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
$3{,}00 \le a \le a_{G1}$	$a_{G1} = 5{,}00$	6,0	3,0
$5{,}00 < a \le a_{G2}$	$a_{G2} = 8{,}00$	4,0	2,0
$8{,}00 < a \le a_{G}$	$a_{G} = 11{,}00$	2,0	1,5

Tabelle 6: BWK A / Streckenabschnitt mit Weiche / Abstände und Anprallkräfte Normalspur

7.3.2.2 Bei Bauten an Meter- und Spezialspurbahnstrecken **mit** Weichen sind folgende Anprallkräfte zu berücksichtigen:

Abstand a [m]	Gefahrenbereiche und Grenzabstand [m]	LM 4		LM 5	
		Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
$2{,}80 \le a \le a_{G1}$	$a_{G1} = 4{,}50$	2,0	0,8	4,0	1,5
$4{,}50 < a \le a_{G2}$	$a_{G2} = 7{,}00$	1,3	0,5	2,5	1,0
$7{,}00 < a \le a_{G}$	$a_{G} = 9{,}00$	0,8	0,3	1,5	0,6

Tabelle 7: BWK A / Streckenabschnitt ohne Weichen / Abstände und Anprallkräfte Meter- und Spezialspur

7.3.2.3 Unterstützungen mit einem Abstand $a \le a_{G1}$ sind grundsätzlich als Wandscheiben mit Mindestabmessungen gemäss Ziff. 10.1.1 auszubilden.

7.3.2.4 Stützen mit einem Abstand $a \le a_{G1}$ sind zulässig, wenn diese einen Abstand von mindestens 4,00 m zur Gleisachse aufweisen und durch Leitkanten bzw. im Bahnhofbereich mit durchgehenden Perrons vor direktem Anprall geschützt werden.

7.3.2.5 Unterstützungen mit einem Abstand $a_{G1} < a < a_{G2}$ dürfen als Stützen ausgebildet werden, wenn diese mit Leitwinkel bzw. im Bahnhofbereich mit durchgehenden Perrons vor direktem Anprall geschützt werden.

7.3.3 Betriebssituation A-III

7.3.3.1 Die Anprallkräfte gemäss Tabelle 6 bzw. Tabelle 7 dürfen um 30 % abgemindert werden.

7.3.3.2 Auf Unterstützungen an Gleisen von Meter- und Spezialspurbahnen, die einen Abstand $a > a_{G2}$ aufweisen, müssen keine Anprallkräfte berücksichtigt werden.

7.3.3.3 Unterstützungen mit einem Abstand $a \le a_{G1}$ dürfen als Stützen ausgebildet werden, wenn diese durch Leitwinkel bzw. im Bahnhofbereich mit durchgehenden Perrons vor direktem Anprall geschützt werden.

7.3.4 Betriebssituation A-IV

7.3.4.1 Die Anprallkräfte gemäss Tabelle 6 bzw. Tabelle 7 dürfen um 40 % abgemindert werden.

7.3.4.2 Bei Unterstützungen mit einem Abstand $a > a_{G2}$ müssen keine Anprallkräfte berücksichtigt werden.

7.4 Reduktion der Anprallkräfte bei Leitkanten, Leitwinkeln und Perrons

7.4.1 Die Anprallkräfte auf Unterstützungen dürfen für alle Betriebssituationen mit dem Reduktionsbeiwert η_L gemäss Tabelle 8 multipliziert werden, wenn Unterstützungen durch Leitkanten, Leitwinkel bzw. im Bahnhofbereich mit entsprechend ausgebildeten Perrons geschützt werden.

Abstand a [m]	η_L
$a \leq a_{G1}$	0,7
$a_{G1} < a \leq a_{G2}$	0,5
$a_{G2} < a \leq a_G$	0,4

Tabelle 8: Reduktionsbeiwerte ηL

7.4.2 Bei Unterstützungen auf Perrons dürfen die Anprallkräfte nur dann mit dem Reduktionsbeiwert η_L bestimmt werden, wenn die Unterstützung einem Abstand $d_U \geq 3L_{LW}$ vom Perronende aufweist oder das Perronende als Leitwinkel ausgebildet wird. L_{LW} siehe Ziff. 10.3.1.2.

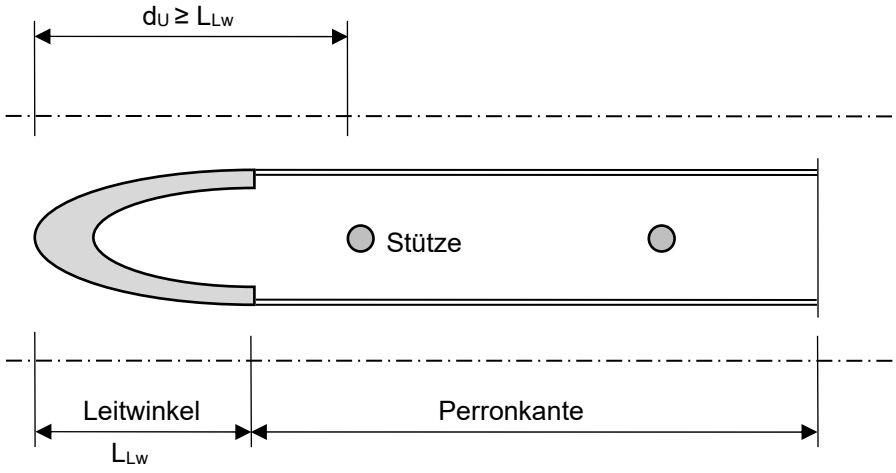


Bild 8: Schutz von Perronenden

8 Schutzmassnahmen bei Bauten der Bauwerksklasse B

Bei Bauten der Bauwerksklasse B sind die Schutzmassnahmen unter Berücksichtigung der Streckenart, des Abstandes und der betrieblich erlaubten Fahrgeschwindigkeit nach folgendem Vorgehen zu bestimmen:

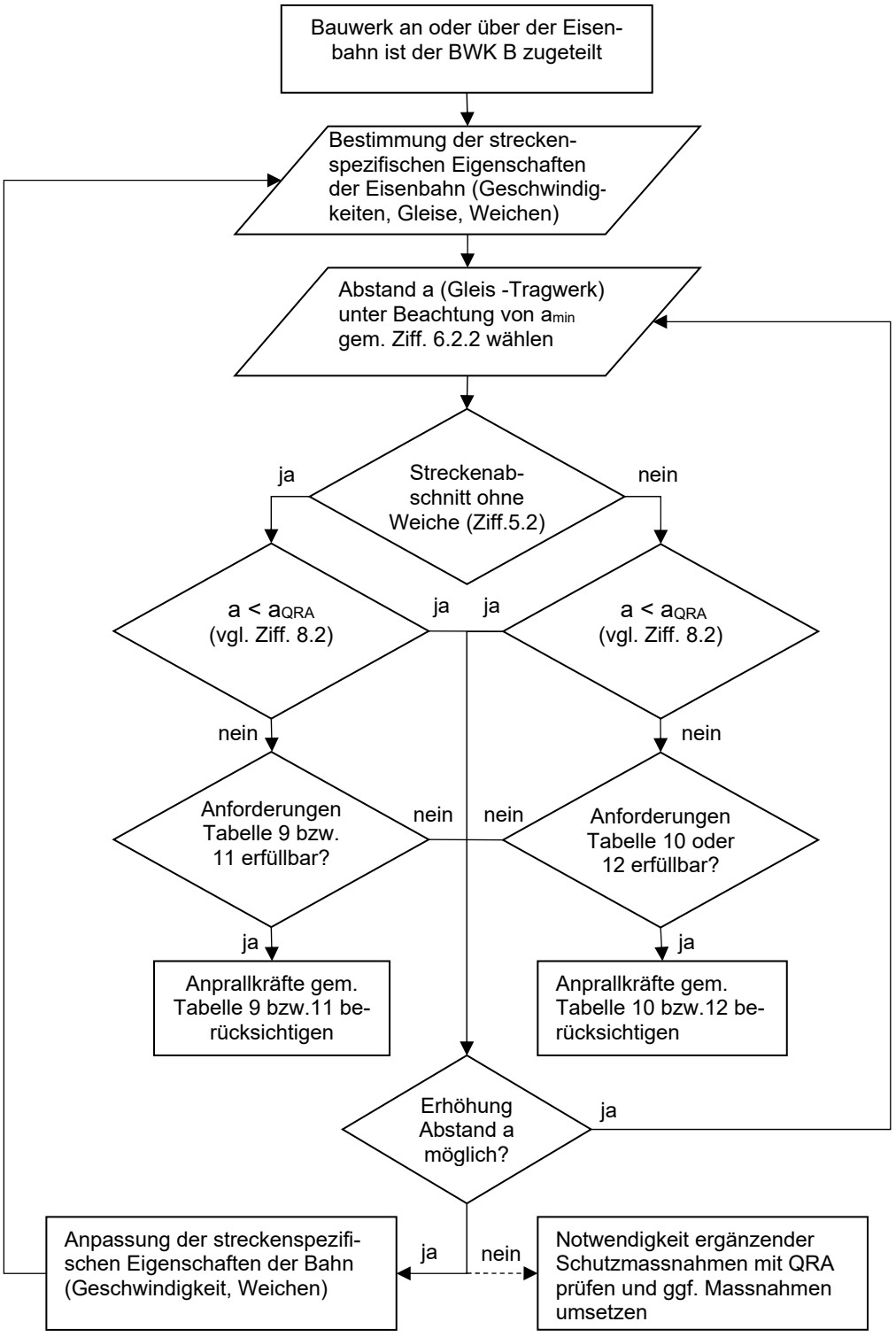


Diagramm 3: Bestimmung der Schutzmassnahmen bei BWK B

8.1 Abstände und Anprallkräfte

8.1.1 Unterstützungen, die innerhalb des Grenzabstandes a_G liegen, sind für die Anprallkräfte Q_{dx} und Q_{dy} gemäss Tabelle 9 bis zu bemessen.

8.1.2 Bei Unterstützungen mit einem Abstand $a_G \geq a \geq a_R$ dürfen die Anprallkräfte mit dem Reduktionsbeiwert $\eta_{a,red}$ auf den Wert $Q_{di,red} = \eta_{a,red} Q_{di}$ abgemindert werden.

8.1.3 Werden Unterstützungen durch Leitkanten, Leitwinkel oder durch entsprechend ausgebildete Perronkanten (vgl. Ziff. 7.4.2) geschützt, dürfen die Anprallkräfte auf Unterstützungen mit dem Reduktionsbeiwert $\eta_L = 0{,}7$ abgemindert werden.

8.1.4 Abstände und Anprallkräfte an Normalspurbahnstrecken

8.1.4.1 Abstände und Anprallkräfte an Streckenabschnitten **ohne** Weiche

V [km/h]	Grenzabstand a_G [m]	Anprallkraft Q_{dx} [MN]	Anprallkraft Q_{dy} [MN]	Grenzabstand für Reduktion a_R [m]	Reduktionsbeiwert $\eta_{a,red}$
20 - 40	4,00	2,0	0,8	-	-
41 – 60	4,00	3,0	1,1	-	-
61 – 120	5,00	4,0	1,5	-	-
121 – 160	7,00	5,5	2,0	6,00	0,8
161 – 200	9,00	6,5	2,5	7,00	0,6
201 - 250	11,00	7,5	3,0	9,00	0,5

Tabelle 9: Anprallkräfte Normalspurbahnstrecken ohne Weiche

8.1.4.2 Abstände und Anprallkräfte an Streckenabschnitten **mit** Weiche

V [km/h]	Grenzabstand a_G [m]	Anprallkraft Q_{dx} [MN]	Anprallkraft Q_{dy} [MN]	Grenzabstand für Reduktion a_R [m]	Reduktionsbeiwert $\eta_{a,red}$
20 – 40	4,00	2,0	0,8	-	-
41 – 60	5,00	3,0	1,1	-	-
61 – 120	7,00	4,0	1,5	6,00	0,8
121 – 160	9,00	5,5	2,0	7,00	0,7
161 – 200	11,00	6,5	2,5	9,00	0,6
201 - 250	13,00	7,5	3,0	11,00	0,5

Tabelle 10: Anprallkräfte Normalspurbahnstrecken mit Weiche

8.1.5 Abstände und Anprallkräfte an Meter- und Spezialspurbahnstrecken

8.1.5.1 Abstände und Anprallkräfte Streckenabschnitten **ohne** Weiche

V [km/h]	Grenzabstand a_G [m]	Anprallkraft Q_{dx} [MN]	Anprallkraft Q_{dy} [MN]	Grenzabstand a_R [m]	Reduktionsbeiwert $\eta_{a,red}$	Reduktionsbeiwert η_{LM4}
10 – 20	3,00	1,0	0,4	--	--	0,5
21 – 40	3,50	1,5	0,6	--	--	0,5
41 – 60	4,00	2,0	0,8	--	--	0,5
61– 80	4,50	2,5	1,0	--	--	0,5
> 80	5,00	3,0	1,2	4,00	0,85	0,5
Tabellenwerte Q_{dx} und Q_{dy} für lokbespannte Züge (LM 5). Die Anprallkräfte für Stadt- und Agglomerationsverkehr (LM 4) sind mit dem Umrechnungsfaktor η_{LM4} aus jenen für LM 5 zu bestimmen.						

Tabelle 11: Anprallkräfte Meter- und Spezialspurbahnstrecke ohne Weiche

8.1.5.2 Abstände und Anprallkräfte Streckenabschnitten **mit** Weiche

V [km/h]	Grenzabstand a_G [m]	Anprallkraft Q_{dx} [MN]	Anprallkraft Q_{dy} [MN]	Grenzabstand a_R [m]	Reduktionsbeiwert $\eta_{a,red}$	Reduktionsbeiwert η_{LM4}
10 – 20	3,50	1,0	0,4	--	--	0,5
21 – 40	4,00	1,5	0,6	--	--	0,5
41 – 60	5,00	2,0	0,8	4,00	0,8	0,5
61– 80	6,00	2,5	1,0	5,00	0,7	0,5
> 80	7,00	3,0	1,2	6,00	0,7	0,5
Tabellenwerte Q_{dx} und Q_{dy} für lokbespannte Züge (LM 5). Die Anprallkräfte für Stadt- und Agglomerationsverkehr (LM 4) sind mit dem Umrechnungsfaktor η_{LM4} aus jenen für LM 5 zu bestimmen.						

Tabelle 12: Anprallkräfte Meter- und Spezialspurbahnstrecke mit Weiche

8.2 Ergänzende Schutzmassnahmen bei Bauten der BWK B

8.2.1 Bei Bauten der Bauwerksklasse B ist in Situationen mit erhöhtem Anprallrisiko abzuklären, ob zusätzlich zu den Schutzmassnahmen gemäss Ziff. 8.1 ergänzende Schutzmassnahmen zur Reduktion des Anprallrisikos zu ergreifen sind. Diese Abklärung hat mit einer objektspezifischen Risikoanalyse nach UIC-Kodex 777-2 bzw. mit dem Leitfaden zur Beurteilung von Anprallrisiken[1] zu erfolgen.

8.2.2 Ein erhöhtes Anprallrisiko besteht, wenn der Abstand a zwischen Gleisachse und anprallgefährdeten Unterstützungen kleiner ist als a_{QRA}.

8.2.3 Der Abstand a_{QRA} berücksichtigt die Einflussgrössen Geschwindigkeit, Verkehrsstärke und Verkehrszusammensetz der Eisenbahn sowie die Ausfallwahrscheinlichkeit des anprallgefährdeten Bauteils.

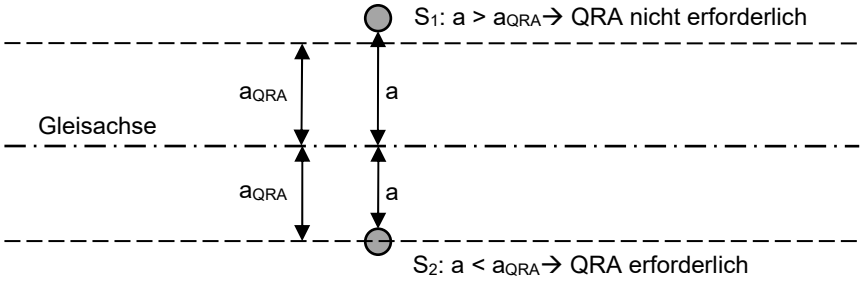


Bild 9: Abstand a_{QRA}

8.2.3.1 Die Abstände a_{QRA} an Normalspurbahnstrecken können den Tabellen 13 bis 16 entnommen werden.[2]

8.2.3.2 Für Streckenabschnitte mit mehr als einer Weiche innerhalb der kritischen Distanz d_{cr} muss a_{QRA} mit dem Leitfaden[1] bestimmt werden.

[1] BAV/SBB; Leitfaden zur Beurteilung von Anprallrisiken bei neuen und bestehenden Bauten.

[2] Die Tabellenwerte orientieren sich an den im Leitfaden enthaltenen Informationen für Strassenbrücken mit DTV ≤ 20 000 Fz/d. Sie dürfen für Strassenbrücken der Bauwerksklasse B generell anwendet werden.

8.2.3.3 Streckenabschnitt **ohne Weiche** - anprallgefährdeter Bauteil: **Widerlager**

			a_{QRA} [m]							
Geschwindigkeit [km/h]			60	80	100	120	140	160	200	250
Anzahl Züge (Reisezüge + Güterzüge) Anteil Güterzüge in %	30	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	9,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	60	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	9,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00
	100	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	11,00
	150	20 %	3,00	3,00	3,00	5,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	9,00	11,00
	200	20 %	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	11,00	11,00
	300	20 %	3,00	3,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	11,00	11,00

Tabelle 13: Notwendigkeit objektspezifische Risikoanalyse für Normalspurbahn an Streckenabschnitt ohne Weiche - anprallgefährdeter Bauteil: Widerlager

8.2.3.4 Streckenabschnitt **ohne Weiche** - anprallgefährdeter Bauteil: **Stütze**

			a_{QRA} [m]							
Geschwindigkeit [km/h]			60	80	100	120	140	160	200	250
Anzahl Züge (Reisezüge + Güterzüge) Anteil Güterzüge in %	30	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	9,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00
	60	20 %	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	9,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	11,00
	100	20 %	3,00	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	11,00	11,00
	150	20 %	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	11,00	11,00
	200	20 %	3,00	3,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	4,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	300	20 %	3,00	4,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00

Tabelle 14: Notwendigkeit objektspezifische Risikoanalyse für Normalspurbahn an Streckenabschnitt ohne Weiche - anprallgefährdeter Bauteil: Stütze

8.2.3.5 Streckenabschnitt **mit einer Weiche** - anprallgefährdeter Bauteil: **Widerlager**

			a_{QRA} [m]							
Geschwindigkeit [km/h]			60	80	100	120	140	160	200	250
Anzahl Züge (Reisezüge + Güterzüge) Anteil Güterzüge in %	30	20 %	3,00	3,00	3,00	4,00	5,00	7,00	9,00	11,00
		50 %	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	5,00	9,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	9,00
	60	20 %	3,00	4,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	4,00	5,00	7,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	3,00	4,00	5,00	7,00	8,00	11,00	11,00
	100	20 %	4,00	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	4,00	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	4,00	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	150	20 %	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	200	20 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	300	20 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00

Tabelle 15: Notwendigkeit objektspezifische Risikoanalyse für Normalspurbahn an Streckenabschnitt mit Weiche - anprallgefährdeter Bauteil: Widerlager

8.2.3.6 Streckenabschnitt **mit einer Weiche** - anprallgefährdeter Bauteil: **Stütze**

			a_{QRA} [m]							
Geschwindigkeit [km/h]			60	80	100	120	140	160	200	250
Anzahl Züge (Reisezüge + Güterzüge) Anteil Güterzüge in %	30	20 %	3,00	3,00	5,00	7,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	4,00	5,00	7,00	7,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	4,00	5,00	7,00	7,00	8,00	11,00	11,00
	60	20 %	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	3,00	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	100	20 %	4,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	4,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	4,00	5,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	150	20 %	5,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	200	20 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
	300	20 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		50 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00
		80 %	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	11,00	11,00

Tabelle 16: Notwendigkeit objektspezifische Risikoanalyse für Normalspurbahn an Streckenabschnitt mit Weiche - anprallgefährdeter Bauteil: Stütze

8.2.4 Abstände a_{QRA} an Meter- und Spezialspurbahnstrecke

8.2.4.1 Die Notwendigkeit ergänzender Schutzmassnahmen ist bei Meter- und Spezialspurbahnen nur dann zu untersuchen, wenn das Verkehrsaufkommen auf dem massgebenden Gleis mehr als 100 Züge/Tag beträgt.

8.2.4.2 Streckenabschnitt **ohne** Weiche

V [km/h]	a_{QRA} [m]	
	Widerlager	Stützen / Wandscheiben
> 80	3,00	3,00

Tabelle 17: Notwendigkeit objektspezifische Risikoanalyse für Meter- und Spezialspurbahn an Streckenabschnitt ohne Weiche

8.2.4.3 Streckenabschnitt **mit** Weiche

V [km/h]	a_{QRA} [m]	
	Widerlager	Stützen / Wandscheiben
40 - 60	2,80	3,50
61 - 80	2,80	4,00
> 80	2,80	5,00

Tabelle 18: Notwendigkeit objektspezifische Risikoanalyse für Meter- und Spezialspurbahn an Streckenabschnitt mit Weiche

9 Schutzmassnahmen bei Bauten der Bauwerksklasse C

9.1 Zwischen den Tragwerkselementen und der nächstgelegenen Gleisachse sind die Mindestabstände gemäss Ziff. 6.2.2 einzuhalten.

9.2 Für Tragwerkselemente von Fabrikationsgebäuden an Streckenabschnitten mit Weichen sind die Mindestabstände gemäss Ziff. 6.2.2 um 1,00 m zu erhöhen, wenn folgende Voraussetzungen kumulativ erfüllt sind:

- erlaubte Geschwindigkeit: $V \geq 60$ km/h
- Verkehrsaufkommen: ≥ 60 Züge/Tag

9.3 Für Tragwerkselemente von Fabrikationsgebäuden an Streckenabschnitten mit Weichen ist eine Aufklassierung des Bauwerks in die Klasse B zu prüfen, wenn folgende Voraussetzungen kumulativ erfüllt sind:

- erlaubte Geschwindigkeit: $V \geq 100$ km/h
- Verkehrsaufkommen: ≥ 120 Züge/Tag

Erfolgt keine Aufklassierung, sind die Mindestabstände gemäss Ziff. 6.2.2 angemessen, jedoch um mindestens 1,00 m, zu erhöhen.

9.4 Für Fabrikationsgebäude mit Tragwerkselementen an Streckenabschnitten mit Weichen ist eine Aufklassierung des Bauwerks in die Klasse B zwingend, wenn folgende Voraussetzungen kumulativ erfüllt sind:

- erlaubte Geschwindigkeit: V ≥ 100 km/h
- Verkehrsaufkommen: ≥ 120 Züge/Tag
- Personendichte im Gebäude: häufig mehr als 10 Personen in unmittelbar an der Bahn liegenden Räumen

10 Bauliche und konstruktive Anforderungen

10.1 Anprallgefährdete Tragwerkselemente sollen über die Höhe H keine wesentlichen Änderungen der Querschnittsabmessungen und der Tragwiderstände aufweisen.

10.1.1 Wandscheiben

Mindestabmessungen	Bauwerksklasse A	Bauwerksklasse B
min. Wanddicke B_{min}	0,80 m (0,60 m)[1]	0,60 m (0,40 m)[1]
min. Wandlänge L_{min}	$L_{min} \geq H/2$	$L_{min} \geq H/2$

[1)] Klammerwerte gelten für Bauteile an Meter- und Spezialspurbahnen
B: Dicke der Wandscheibe, rechtwinklig zur Gleisachse gemessen
L: Länge der Wandscheibe, parallel zur Gleisachse gemessen
H: Höhe der Wandscheibe

Tabelle 19: Mindestabmessungen für Wandscheiben

10.1.2 Stützen

10.1.2.1 An Eisenbahnstrecken mit Normalspurbahnverkehr und V > 80 km/h dürfen Stützen in Stahlbeton ohne ergänzende Schutzmassnahmen folgende Querschnittsabmessungen nicht unterschreiten:

Querschnittsform	Mindestabmessung
rund	Ø ≥ 1,20 m
quadratisch (s x s)	Seitenlänge ≥ 1,20 m
rechteckig (a x b)	a ≥ 0,80 m / b ≥ 2,5 a

Tabelle 20: Mindestabmessungen für Stützen in Stahlbeton

Für Stützen aus anderen Materialien sind die Mindestabmessungen nach den Erfordernissen der zu berücksichtigenden Bemessungssituationen festzulegen.

10.2 Fahrzeuglenkende Leiteinrichtungen

10.2.1 Leitkante

10.2.1.1 Leitkanten sind in der Regel als erdhinterfüllte Stützkonstruktionen in Stahlbeton auszubilden. Sie dürfen keine starren oder formschlüssigen Verbindungen zu anprallgefährdeten Tragwerkselementen aufweisen.

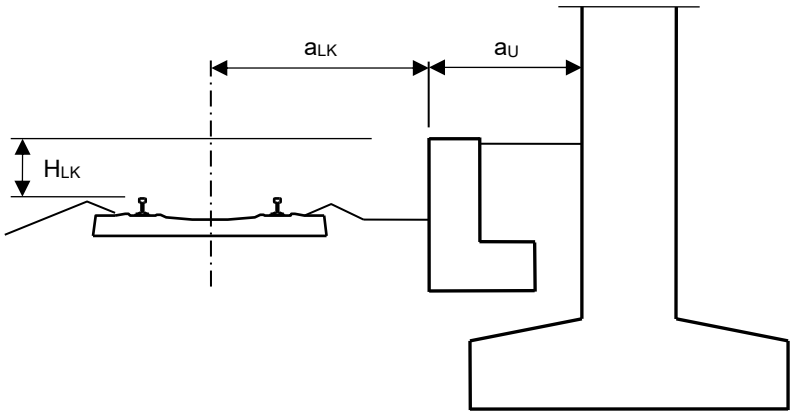


Bild 10: Anordnung von Leitkanten

10.2.1.2 Damit Leitkanten ihre Funktion erfüllen können, sind folgende Bauhöhen und Abstände zwischen Leitkante und Gleisachse einzuhalten:

Bahnart	H_{LK} [m]	a_{LK} [m]		
		min.	max.	Regelfall
Normalspur (im Perronbereich)	0,55	gem. Typenzulassung P55		
Normalspur (im Streckenbereich)	0,76	gemäss Anforderungen Lichtraumprofil	2,50	2,20[1)]
Meter- und Spezialspur	0,35		2,30	2,00[1)]

[1)] Zwischen der Grenzlinie der Festen Anlagen und der Leitkante ist der lotrecht angeordnete Schlupfweg freizuhalten

Tabelle 21: Abstände zwischen Gleisachse und Leitkanten

10.2.1.3 Zwischen der Unterstützung und der gleisseitigen Begrenzung der Leitkante sind folgende Abstände einzuhalten:

- an Normalspurbahnstrecken: $a_U \geq 1{,}30$ m
- an Meter- und Spezialspurbahnstrecken: $a_U \geq 1{,}00$ m

10.2.1.4 Die Länge von Leitkanten ergibt sich aus der Lage der zu schützenden Unterstützung und der kritischen Distanz resp. der Lage der massgebenden Weiche (vgl. Bild 5).

10.2.1.5 Leitkanten sind für die aussergewöhnliche Einwirkung Q_{dy} gemäss Tabelle 22 zu bemessen.

Bahnart	H_{LK} [m]	Q_{dy} [MN]
Normalspurbahn	0,55 - 0,76	0,8
Meter- und Spezialspurbahn	0,35	0,5

Tabelle 22: Anprallkräfte auf Leitkanten

10.2.1.6 Die Anprallkraft ist 0,10 m unter der Oberkante der Leitkante anzusetzen und darf auf eine Länge von 3,00 m verteilt werden. Die mittragende Wirkung angrenzender Leitkantenabschnitte darf angemessen berücksichtigt werden, wenn eine Kraftausbreitung in Längsrichtung gewährleistet ist.

10.2.1.7 Im Perronbereich darf auf eine Bemessung der Leitkante verzichtet werden, wenn die Breite des Perrons mindestens 3,00 m (Normalspur) bzw. 2,00 m (Meter- und Spezialspur) beträgt und die Perronrandwinkel auf die gesamte Höhe und Länge mit gut verdichtetem Kiessand hinterfüllt sind.

10.2.1.8 Leitkanten sind mit Auftrittstufen auszurüsten, wenn der Dienstweg auf der Leitkante verläuft oder die Leitkante zwischen Gleis und Dienstweg liegt.

10.2.2 Fangschienen

10.2.2.1 Für Anordnung und Ausbildung von Fangschienen sind die AB-EBV zu Art. 26, AB 26.2 zu beachten.

10.3 Abweisende Schutzelemente

10.3.1 Leitwinkel

10.3.1.1 Leitwinkel sind in der Regel als fugenlose Stahlbetonkonstruktionen auszubilden und dürfen keine starre oder formschlüssige Verbindung zu anprallgefährdeten Tragwerkselementen aufweisen.

10.3.1.2 Geometrische Anforderungen an Leitwinkel:

Abmessungen	Normalspur		Meterspur	
	Perronbereich	Übrige	Perronbereich	Übrige
Länge L_{LW}	20,00 m	15,00 m	15,00 m	10,00 m
Höhe H_{LW}	0,55 m	0,76 m	0,35 m	0,55 m
Für Spezialspurbahnen sind die geometrischen Anforderungen an Leitwinkel im Einzelfall im Einvernehmen mit der Aufsichtsbehörde festzulegen.				

Tabelle 23: Geometrische Anforderungen an Leitwinkel

10.3.1.3 Die Abstände zwischen Leitwinkel und Gleisachse sowie zwischen Leitwinkel und Unterstützung richten sich nach den Bestimmungen für Leitkanten.

10.3.1.4 Leitwinkel sind für Anprallkräfte gemäss Tabelle 24 zu bemessen. Ansatzpunkt, Verteilbreite und die mittragende Wirkung angrenzender Leitwinkelabschnitte dürfen gemäss Ziff. 10.2.1.6 berücksichtigt werden.

Spurweite	H_{LW} [m]	Q_{dx} [MN]	Q_{dy} [MN]
Normalspur	0,76	2,5	1,0
Meter- und Spezialspur	0,50	1,5	0,5

Tabelle 24: Anprallkräfte auf Leitwinkel

10.3.1.5 Leitwinkel sind mit Auftrittstufen auszurüsten, wenn der Dienstweg auf dem Leitwinkel verläuft oder der Leitwinkel zwischen Gleis und Dienstweg liegt.

10.3.2 Anprallblöcke

10.3.2.1 Anprallblöcke können eine zweckmässige Schutzvorrichtung darstellen, wenn die Realisierung anderer Schutzmassnahmen nicht möglich ist.

10.3.2.2 Anprallblöcke sind baulich so auszubilden, dass keine formschlüssigen Verbindungen zu anprallgefährdeten Tragwerkselementen bestehen. Der lichte Raum zwischen Anprallblock und anprallgefährdeten Tragwerkselementen hat mindestens 1,00 m zu betragen und darf 2,00 m nicht überschreiten.

10.3.2.3 Die Geometrie (Breite, Grundrissform) von Anprallblöcken ist auf das Schutzziel abzustimmen. Die Mindesthöhe ab SOK beträgt 2,00 m.

10.3.2.4 Anprallblöcke an Gleisen sind für die Einwirkung der Anprallkräfte Q_{dx} und Q_{dy} der entsprechenden Bauwerksklasse und Streckenart zu bemessen.

11 Anprallgefährdete Tragwerkselemente hinter Gleisenden

11.1 Anforderungen bei Bauten der Bauwerksklasse A

11.1.1 In Bezug auf das Überfahren des Haltepunktes ist der Schutz von anprallgefährdeten Tragwerkselementen hinter Gleisenden grundsätzlich mit einer Zugbeeinflussung sicherzustellen.

11.1.2 Wird das Überfahren des Haltepunktes bei Zug- und Rangierfahrten nicht durch eine Zugbeeinflussung verhindert, ist das Gleisende mit einem leistungsfähigen Gleisabschluss (Bremsprellbock) und einer Gleisabschlusswand auszurüsten.

11.1.3 Auf eine Gleisabschlusswand darf verzichtet werden, wenn die Bedingung $a_x \geq a_{x,min}$ erfüllt ist ($a_{x,min}$ siehe Tabelle 23).

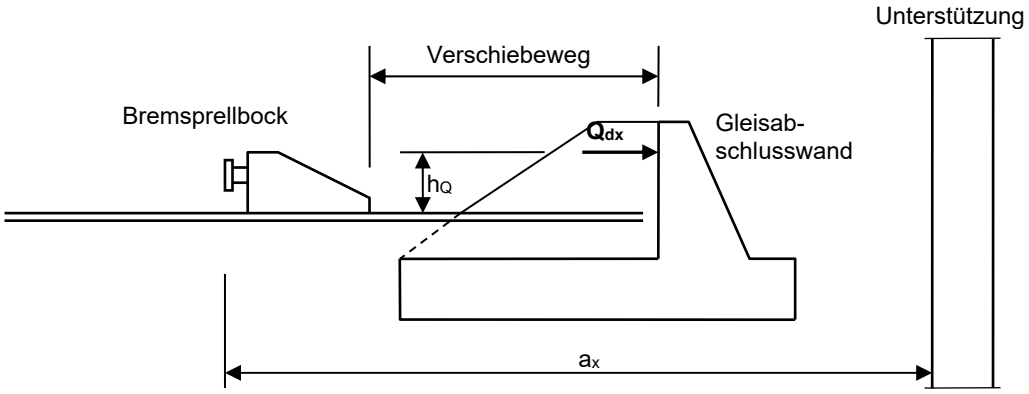


Bild 11: Ausbildung von Gleisenden bei BWK A

11.1.4 Die Gleisabschlusswand ist für folgende Anprallkraft Q_{dx} zu bemessen:

Spurweite	$a_{x,min}$ [m]	Reisezüge Q_{dx} [MN]	Güterzüge Q_{dx} [MN]	h_Q [m]
Normalspur	20,00	5,0	10,0	1,20
Meter- und Spezialspur	15,00	3,5	in Absprache mit der Aufsichtsbehörde	0,80

Tabelle 25: Anprallkraft auf Gleisabschlusswand

11.1.5 Das Arbeitsvermögen von Bremsprellböcken muss mindestens 2500 kJ betragen.

11.1.6 In Bezug auf Entgleisungen vor dem Haltepunkt sind die Bestimmungen der Ziff. 7.2 bzw. 7.3 zu erfüllen.

11.2 Anforderungen bei Bauten der Bauwerksklassen B und C

11.2.1 In Bezug auf das Überfahren des Haltepunktes sind Gleisenden mit entsprechend leistungsfähigen Gleisabschlüssen auszurüsten. Das Arbeitsvermögen der Gleisabschlüsse und der erforderliche Verschiebeweg sind auf das erlaubte Zugsgewicht und eine entsprechend den betrieblichen Verhältnissen festzulegende Restgeschwindigkeit abzustimmen. In der Regel ist die Restgeschwindigkeit für Zugfahrten mit 15 km/h und für Rangierfahrten mit 10 km/h zu berücksichtigen.

11.2.2 Bei Bauten der BWK B sind Unterstützungen mit einem Abstand $a_x \leq a_{x,min}$ für die Anprallkräfte gemäss Tabelle 25 zu bemessen oder mittels entsprechend bemessener Anprallblöcke zu schützen.

12 Ergänzende Bestimmungen zu Risikoanalysen nach UIC-Kodex 777-2

12.1 Für Risikoanalysen nach UIC-Kodex 777-2 sind die Entgleisungshäufigkeit und das Schadenausmass für Schweizer Verhältnisse dem Schlussbericht «Beurteilung von Anprallrisiken, Vertiefte Untersuchung von Ereignishäufigkeit und Schadenausmass» des Bundesamtes für Verkehr (BAV) zu entnehmen.

12.2 Die Wahrscheinlichkeit eines Zuganpralls P2 ist mit folgender Gleichung zu bestimmen:

$P2 = [(b - a)/b]^2 c/d.$

Die Variable *a* bezeichnet den massgebenden Abstand zwischen Gleis und anprallgefährdetem Bauteil, bezogen auf die jeweilige Anprallsituation.

Der massgebende Abstand *a* zwischen Gleis und anprallgefährdeten Bauteilen ist unter Berücksichtigung der horizontalen Trassierungselemente (Gleisbogen) gemäss BAV- / SBB-Leitfaden «Beurteilung der Anprallrisiken von Eisenbahnfahrzeugen bei bestehenden Bauten» zu bestimmen.

Die Variablen *b, c* und *d* sind gemäss Anlage F.2 zu UIC-Kodex 777-2 zu berücksichtigen.

12.3 Die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstosses mit einem Gegenzug (P4) beträgt:

P4 = Anzahl Gegenzüge x Warnfrist / Betriebszeit

Die Warnfrist ist mit 5 Minuten in Rechnung zu stellen. Die Betriebszeit darf in der Regel mit 18 Stunden berücksichtigt werden.

12.4 Die Risikoaversion ist für jedes Ereignisszenario einzeln zu berücksichtigen. Der Aversionsfaktor A_{pf} beträgt:

$A_{pf} = 1.52 \times (\text{Ausmass Ereignisszenario})^{0,5}$

12.5 Die Grenzkosten zur Verhinderung eines Todesopfers sind durch den Infrastrukturbetreiber festzulegen. Der Mindestbetrag von 6.5 Mio. Fr. darf nicht unterschritten werden.

12.6 Die theoretischen Investitionskosten zusätzlicher Schutzmassnahmen sind mit einem Kalkulationszinssatz von ≤ 5 % und einer Nutzungsdauer von 100 Jahren zu bestimmen.

12.7 Die zu berücksichtigende Verkehrsmenge ist auf einen Prognosehorizont von mindestens 10 Jahren auszulegen.

Anhang Nr. 2

Taktil-visuelle Sicherheitsmarkierungen

(Aufgehoben; für die optische und taktile Markierung von Perrons und Zugängen gelten die Anforderungen des Leitfadens des BAV «Taktil-visuelle Markierung von Bahnperrons»[1])

[1] Siehe AB-EBV, Anhang Nr. 3.

Anhang Nr. 3

Konkretisierung von Verweisen in den AB-EBV

Anhang zu den AB-EBV zu Art. 2, AB 2.2, Ziff. 1

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
ASTRA-Richtlinie «Boden- und Felsanker»	Richtlinie «Boden- und Felsanker», ASTRA 12005, Ausgabe 2007, V3.11	AB 25, Ziff. 10.1.6
BAV- / SBB-Leitfaden zur Beurteilung von Anprallrisiken bei neuen und bestehenden Bauten	Leitfaden zur Beurteilung von Anprallrisiken bei neuen und bestehenden Bauten, BAV – SBB, Stand 3. Dezember 2012	AB 27.2, Ziff. 2.3
CEN/TR 17231	CEN/TR 17231:2018 «Einwirkungen auf Tragwerke -Verkehrslasten auf Brücken - Gleis-Brücken Interaktion»	AB 26.1 Ziff. 1.4.5
CIE S 004/E-2001	CIE S 004/E-2001 «Colours of Light Signals – Couleurs des signaux lumineux – Farben von Signallichtern»	AB 39.3.b, Ziff. 6.1.2
COTIF	COTIF 1999 «Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr», in der Fassung des Protokolls von Vilnius, in Kraft ab 1.7.2006, gültig ab 01.07.2015	AB 51.1, Ziffer 1.7
D RTE 22564 «Standardausführung von Weichen»	RTE 22564 «Standardausführung von Weichen», Ausgabe 1. Januar 2010	AB 32.1, Meterspur, Ziff. 4
DIN CEN/TS 13103-2	DIN CEN/TS 13103-2 :2021 «Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle - Teil 2: Konstruktionsleitfaden für innengelagerte Radsatzwellen»	AB 51.1, Ziff. 1.17, 1.18
Einheitliche Technische Vorschriften	ETV LOC&PAS 2015 «Einheitliche Technische Vorschriften zum Teilsystem – Fahrzeuge: LOKOMOTIVEN UND PERSONENWAGEN», anwendbar ab 1.1.2015 ETV WAG 2015 «Einheitliche Technische Vorschriften zum Teilsystem - Fahrzeuge: GÜTERWAGEN», anwendbar ab 1.1.2015 der ZWISCHENSTAATLICHEN ORGANISATION FÜR DEN INTERNATIONALEN EISENBAHNVERKEHR (OTIF)	AB 51.1, Ziffer 1.7
EN 13242	SN EN 13242+A1:2021-10 «Gesteinskörnungen für ungebundene und hydraulischgebundene Gemische für Ingenieur- und Strassenbau»	AB 25, Ziff 4.3.7, 4.3.9

[1] Verweise in den AB-EBV auf andere Regelungen, insbesondere auf Normen, Branchenregelungen oder Merkblätter werden in Anhang Nr. 3 konkretisiert. Die Verweise stehen unter dem Vorbehalt von Artikel 2 Absätze 2 bis 4 der Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983 (EBV; SR **742.141.1**), wonach die anerkannten Regeln der Technik oder darüber hinaus der Stand der Technik anwendbar sind, wenn Regelungen ungeeignet sind, die Vorschriften der Eisenbahngesetzgebung zu konkretisieren (vgl. AB-EBV zu Art. 2, AB 2.2, Ziff. 1 und 1.1).

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
EN 13285	SN EN 13285:2021 «Ungebundene Gemische; Anforderungen»	AB 25, Ziff 4.3.7, 4.3.9
ERRI D 170	Bemessung der verschiedenen Gleisbauteile, Normung der Merkmale und Zulassungsversuche, Diverse Berichte	AB 31, Normalspur, Ziff. 2.1
Grundlagen zur Qualitätsbeurteilung von Steinschlagschutznetzen und deren Fundation	Grundlagen zur Qualitätsbeurteilung von Steinschlagschutznetzen und deren Fundation, BAFU, 2018	AB 25, Ziff. 12.2.1
ISO 3095	ISO 3095:2013 «Acoustics -- Railway applications -- Measurement of noise emitted by railbound vehicles»	AB4, Ziffer 5.1
Leitfaden des BAV «Taktil-visuelle Markierung von Bahnperrons»	Leitfaden des BAV «Taktil-visuelle Markierung von Bahnperrons» vom 01.11.2020 Abrufbar unter www.bav.admin.ch/mobile → Gesetzliche Grundlagen	AB 21.2, Ziff. 4 AB 34, Ziff. 3.2, 3.3 und 3.5 AB-EBV, Anhang Nr. 2 (aufgehoben)
Maschinenrichtline	Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung), ABl. L 157 vom 9.6.2006, S. 24; zuletzt geändert durch Richtlinie 2014/33/EU, ABl. L 96 vom 29.3.2014, S. 251	AB 57.2, Ziff. 6 und Fussnote
Niederspannungs-Installations-Norm (NIN)	NIN SEV 1000:2010 «Niederspannungs-Installationsnorm»	50.1, Ziff. 1.1
Planungsanweisung BehiG	«Planungsanweisung BehiG» des Bundesamtes für Verkehr (BAV), Ausgabe 01. November 2020	AB 21.3, Normalspur, Ziff. 1.1 AB 21.3, Meterspur, Ziff. 1.1.1
R RTE 22041	R RTE 22041 «Lückenlose und verlaschte Gleise und Weichen, Normalspur», Ausgabe 7. Mai 2019.	AB 31, Normalspur, Ziff. 8
R RTE 22541	R RTE 22541 «Lückenlos verschweisstes Gleis (LVG), lückenlos verschweisste Weichen und verlaschte Gleise für Meterspur», Ausgabe 30. November 2005	AB 31, Normalspur, Ziff. 8
R RTE 29500	R RTE 29500 «Standardisierung Radsätze und Weichen, Meterspur», Ausgabe 31. Januar 2007	AB 32.1, Meterspur, Ziff. 7.2; AB 51.1, Ziff. 1.8.1; AB 51.1, Ziff. 1.11; AB 51.1, Ziff. 1.15.1
Richtlinie (EU) 2016/797	Richtlinie (EU) 2016/797 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2016 über die Interoperabilität des Eisenbahnsystems in der	AB 43.1.a

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
	Europäischen Union (Neufassung), ABl. L 138 vom 26.5.2016, S. 44; zuletzt geändert durch Richtlinie (EU) 2020/700, ABl. L 165 I vom 27.5.2020, S. 27	
Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen»	Richtlinie «Entwässerung von Eisenbahnanlagen», BAV/BAFU, August 2018	AB 25, Ziff. 6.1
Richtlinie «Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen»	Richtlinie «Erdbebensicherheit von Eisenbahnanlagen»	AB 25.1 Ziff. 8.2.1, 10.1.5, 12.1.4 sowie AB 26.1 Ziff. 1.1.3
Richtlinie «Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel»	Richtlinie des Bundesamts für Verkehr (BAV) «Sicherheitsanforderungen für bestehende Eisenbahntunnel», 31. Oktober 2022	AB 28.1, Ziff. 2.1
Richtlinie «Stufenfreier Bahnzugang»	Richtlinie des Bundesamts für Verkehr (BAV) «Stufenfreier Bahnzugang», 1. Juli 2024	AB 34, Ziff. 3.1.2
Richtlinie C3 der Korrosionskommission der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz (SGK)	Richtlinien zum Schutz gegen Korrosion durch Streuströme von Gleichstromanlagen, Ausgabe 2022	AB 44.d, Ziff. 3.1.1
Schlussbericht «Beurteilung von Anprallrisiken, Vertiefte Untersuchung von Ereignishäufigkeit und Schadenausmass»	Schlussbericht «Beurteilung von Anprallrisiken, Vertiefte Untersuchung von Ereignishäufigkeit und Schadenausmass» Bundesamt für Verkehr, 31. Dezember 2007	Anhang I der AB zu Art. 27 EBV, Ziff. 12
Simulationsprogramme CWR-SAFE resp. CWR-BUCKLE (siehe Frage ERRI D 202, insbesondere Berichte 4, 10, und 12).	Simulationsprogramme CWR-SAFE resp. CWR-BUCKLE (siehe Frage ERRI D 202 «Verbesserung der Kenntnis der Kräfte im lückenlosen Gleis (einschliesslich Weichen)», insbesondere Bericht 4 vom März 1999, Berichte 10 und 12 vom April 1999).	AB 31, Normalspur, Ziff. 5.3
SN 505 260	SN 505 260:2013 «Grundlagen der Projektierung von Tragwerken», Ausgabe 2013	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4 Anhang I der AB zu Art. 27 EBV, Ziff. 6.3.2
SN 505 261	SN 505 261:2020 «Einwirkungen auf Tragwerke», Ausgabe 2020	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4 AB26.1, Ziff. 1.2.1; AB 26.2, Ziff. 1.1; Anhang I der AB zu Art. 27 EBV, Ziff. 1.2, 1.3.2.1 und 1.3.2.2; AB 47.1, Ziff. 2.13

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN 505 261/1	SN 505 261/1:2020 «Einwirkungen auf Tragwerke - Ergänzende Festlegungen», Ausgabe 2020	AB 25, Ziff. 12.1.4
SN 505 262	SN 505 262:2013 «Betonbau», Ausgabe 2013	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4 AB 44.c, Ziff. 6.2
SN 505 262/1	SN 505 262:2013 «Betonbau - Ergänzende Festlegungen», Ausgabe 2019	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4 AB 44.c, Ziff. 6.2
SN 505 263	SN 505 263:2013 «Stahlbau», Ausgabe 2013	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4 AB 44.c, Ziff. 6.2
SN 505 263/1	SN 505 263/1:2013 «Stahlbau - Ergänzende Festlegungen», Ausgabe 2020	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4 AB 44.c, Ziff. 6.2
SN 505 264	SN 505 264:2014 «Stahl-Beton-Verbundbau», Ausgabe 2014	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4
SN 505 265	SN 505 265:2012 «Holzbau», Ausgabe 2021	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4 AB 44.c, Ziff. 6.2
SN 505 266	SN 505 266:2015 «Mauerwerk», Ausgabe 2015	AB 25, Ziff. 10.1.5, 12.1.4
SN 505 266/2	SN 505 266/2:2012 «Natursteinmauerwerk» Ausgabe 2012	AB 26.1, Ziff. 1.1.1
SN 505 267	SN 505 267:2013 «Geotechnik», Ausgabe 2013	AB 25, Ziff. 8.2.1, 10.1.5, 12.1.4 AB 44.c, Ziff. 6.3
SN 505 267/1	SN 505 267/1:2013 «Geotechnik - Ergänzende Festlegungen», Ausgabe 2013	AB 25, Ziff. 8.2.1, 10.1.5, 12.1.4 AB 44.c, Ziff. 6.3
SN 505 269	SN 505 269:2011 «Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken», Ausgabe 2011	AB 25, Ziff. 8.2.1 AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 505 269/1	SN 505 269/1:2011 «Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen», Ausgabe 2011	AB 25, Ziff. 8.2.1 AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 505 269/2	SN 505 269/2:2011 «Erhaltung von Tragwerken – Betonbau», Ausgabe 2011	AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 505 269/3	SN 505 269/3:2011 «Erhaltung von Tragwerken – Stahlbau», Ausgabe 2011	AB 26.1, Ziff. 1.1.3

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN 505 269/4	SN 505 269/4:2011 «Erhaltung von Tragwerken – Stahl-Beton-Verbundbau», Ausgabe 2011	AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 505 269/5	SN 505 269/5:2011 «Erhaltung von Tragwerken – Holzbau», Ausgabe 2011	AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 505 269/6-1	SN 505 269/6-1:2011 «Erhaltung von Tragwerken – Mauerwerksbau, Teil 1: Natursteinmauerwerk», Ausgabe 2011	AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 505 269/6-2	SN 505 269/6-2:2014 «Erhaltung von Tragwerken – Mauerwerksbau, Teil 2: Mauerwerk aus künstlichen Steinen», Ausgabe 2014	AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 505 269/7	SN 505 269/7:2011 «Erhaltung von Tragwerken – Geotechnik», Ausgabe 2011	AB 25, Ziff. 8.2.1 AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 505 269/8	SN 505 269/8:2017 «Erhaltung von Tragwerken – Erdbeben», Ausgabe 2017	AB 25, Ziff. 8.2.1 AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 521 500 / SIA 500	SN 521 500 / SIA 500 «Hindernisfreie Bauten», Ausgabe 2009 - Korrigenda vom 1. Oktober 2013	AB 2.3, Ziff. 1
SN 588 469	SN 588 469 «Erhaltung von Bauwerken», Ausgabe 1997	AB 26.1, Ziff. 1.1.3
SN 640 340	SN 640 340a:2003 «Strassenentwässerung; Grundlagen», Ausgabe 2003-08	AB 25, Ziff. 6.3
SN 640 560	SN 640 560:2018 «Passive Sicherheit im Strassenraum; Grundnorm», Ausgabe 2018-12	AB 27.4, Ziff. 1
SN 640 852	SN 640 852:2005 «Markierungen; Taktil-visuelle Markierungen für blinde und sehbehinderte Fussgänger», Ausgabe 2005-08.	AB 34, Ziff. 2.2.2.2 und 2.2.3.1
SN 670 110 / EN 13450	SN 670 110:2004 / EN 13450:2002 «Gesteinskörnungen für Gleisschotter», Ausgabe 2005-01	AB 25, Ziff. 3.6
SN 670 330-2 / SN EN 13286-2/AC	SN 670 330-2:2015 / SN EN 13286-2:2010/AC:2012 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische; Teil 2: Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Referenz-Trockendichte und des Wassergehaltes - Proctorversuch», Ausgabe 2015-09	AB 25, Ziff. 4.3.9

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 1992-1-1	SN EN 1992-1-1:2004 «Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1992-1-2	SN EN 1992-1-2:2004 «Eurocode 2: Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1992-2	SN EN 1992-2:2005 «Eurocode 2 - Planung von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 2: Betonbrücken - Planungs- und Ausführungsregeln»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1992-3	SN EN 1992-3:2006 «Eurocode 2 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 3: Stütz- und Behälterbauwerke aus Beton»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-10	SN EN 1993-1-10:2005 «Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-11	SN EN 1993-1-11:2006 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-11: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit Zuggliedern aus Stahl»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-12	SN EN 1993-1-12:2007 «Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-12: Zusätzliche Regeln zur Erweiterung von EN 1993 auf Stahlsorten bis S 700»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-2	SN EN 1993-1-2:2005 «Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-3	SN EN 1993-1-3:2006 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-3: Allgemeine Regeln - Ergänzende Regeln für kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-4	SN EN 1993-1-4:2006 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln - Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen»	AB 44.c, Ziff. 6.2

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 1993-1-5	SN EN 1993-1-5:2006 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-5: Plattenbeulen»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-6	SN EN 1993-1-6:2007 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-7	SN EN 1993-1-7:2007 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-7: Plattenförmige Bauteile mit Querbelastung»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-8	SN EN 1993-1-8:2005 «Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-1-9	SN EN 1993-1-9:2005 «Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-9: Ermüdung»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-2	SN EN 1993-2:2006 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 2: Stahlbrücken»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-3-1	SN EN 1993-3-1:2006 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 3-1: Türme, Maste und Schornsteine - Türme und Maste»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-3-2	SN EN 1993-3-2:2006 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 3-2: Türme, Maste und Schornsteine - Schornsteine»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-4-1	SN EN 1993-4-1:2007 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 4-1: Silos»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-4-2	SN EN 1993-4-2:2007 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 4-2: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen - Tankbauwerke»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-4-3	SN EN 1993-4-3:2007 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 4-3: Rohrleitungen»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-5	SN EN 1993-5:2007 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 5: Pfähle und Spundwände»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1993-6	SN EN 1993-6:2007 «Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 6: Kranbahnen»	AB 44.c, Ziff. 6.2

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 1995-1-1	SN EN 1995-1:2005 «Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauwerken - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1995-1-2	SN EN 1995-1-2:2004 «Eurocode 5 - Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Bemessung für den Brandfall»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1995-2	SN EN 1995-2:2004 «Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten - Teil 2: Brücken»	AB 44.c, Ziff. 6.2
SN EN 1997-1	SN EN 1997-1:2004 «Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln»	AB 44.c, Ziff. 6.3
SN EN 12352	SN EN 12352:2006 «Anlagen zur Verkehrssteuerung – Warn- und Sicherheitsleuchten»	AB 37c Allgemeines, Ziff. 1.2.3
SN EN 12368	SN EN 12368:2017 «Anlagen zur Verkehrssteuerung – Signalleuchten»	AB 37c Allgemeines, Ziff. 1.2.3
SN EN 12464-1	SN EN 12464-1:2021 «Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen»	AB 34.4, Ziff. 2.1
SN EN 12464-2	SN EN 12464-2:2014 «Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 2: Arbeitsplätze im Freien»	AB 34.4, Ziff. 2.1
SN EN 12663-1	SN EN 12663-1+A1:2015 «Bahnanwendungen - Festigkeitsanforderungen an Wagenkästen von Schienenfahrzeugen - Teil 1: Lokomotiven und Personenfahrzeuge (und alternatives Verfahren für Güterwagen)»	AB 51.1, Ziff. 4.10 AB 51.2, Ziff. 3
SN EN 13103-1	SN EN 13103-1 + A1:2023 «Bahnanwendungen – Radsätze und Drehgestelle» – Teil 1: Konstruktionsleitfaden für aussengelagerte Radsatzwellen	AB 51.1, Ziff. 1.17, 1.18
SN EN 13108-8	SN EN 13108-8:2019 «Asphaltmischgut; Mischgutanforderungen Teil 8: Ausbauasphalt», Ausgabe 2019-04	AB 25, Ziff. 4.3.2
SN EN 13146	SN EN 13146 «Bahnanwendungen – Oberbau – Prüfverfahren für Schienenbefestigungssysteme» - Teil 1: Ausgabe 2012+A1:2014 - Teil 2: Ausgabe 2012	AB 31, Normalspur, Ziff. 7

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
	- Teil 3: Ausgabe 2012 - Teil 4: Ausgabe 2012+A1:2014 - Teil 5: Ausgabe 2012 - Teil 6: Ausgabe 2012 - Teil 7: Ausgabe 2012 - Teil 8: Ausgabe 2012 - Teil 9: Ausgabe 2009+A1:2011	
SN EN 13230	SN EN 13230 «Bahnanwendungen - Oberbau; Gleis- und Weichenschwellen aus Beton» - Teil 1: Ausgabe 2016 - Teil 2: Ausgabe 2016 - Teil 3: Ausgabe 2016 - Teil 4: Ausgabe 2016 - Teil 5: Ausgabe 2016	AB 31, Normalspur, Ziff. 8
SN EN 13250	SN EN 13250:2016 «Geotextilien und geotextilverwandte Produkte - Geforderte Eigenschaften für die Anwendung beim Eisenbahnbau», Ausgabe 2017-03	AB 25, Ziff. 1.12
SN EN 13260	SN EN 13260:2021 «Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle - Radsätze - Produktanforderungen»	AB 51.1, Ziff. 1.3
SN EN 13261	SN EN 13261:2021 «Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle - Radsatzwellen - Produktanforderungen»	AB 51.1, Ziff. 1.17
SN EN 13262	SN EN 13262 :2021 «Bahnanwendungen Radsätze und Drehgestelle - Räder - Produktanforderungen»	AB 51.1, Ziff. 1.3
SN EN 13272	SN EN 13272:2012 «Bahnanwendungen – Elektrische Beleuchtung in Schienenfahrzeugen des öffentlichen Verkehrs»	AB 51.1, Ziff. 2.10
SN EN 13286-47	SN EN 13286-47:2022-10 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische; Teil 47: Prüfverfahren zur Bestimmung des CBR-Wertes (California bearing ratio), des direkten Tragindex (IBI) und des linearen Schwellwertes»	AB 25, Ziff. 4.3.9
SN EN 13481	SN EN 13481 «Bahnanwendungen – Oberbau – Leistungsanforderungen für Schienenbefestigungssysteme» - Teil 1: Ausgabe 2012	AB 31, Normalspur, Ziff. 7

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
	- Teil 2+A1: Ausgabe 2017 - Teil 3: Ausgabe 2012 - Teil 4: Ausgabe 2012 - Teil 5+A1: Ausgabe 2017 - Teil 6: Ausgabe 2004 - Teil 7: Ausgabe 2012 - Teil 8: Ausgabe 2012/AC:2014	
SN EN 13674	SN EN 13674 «Bahnanwendungen - Oberbau - Schienen» - Teil 1: Ausgabe 2011+A1:2017 - Teil 2: Ausgabe 2006+A1:2019 - Teil 3: Ausgabe 2006+A1:2010 - Teil 4: Ausgabe 2006+A1:2019	AB 31, Normalspur, Ziff. 6
SN EN 13749	SN EN 13749:2011 Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle - Festlegungsverfahren für Festigkeitsanforderungen an Drehgestellrahmen	AB 51.1, Ziff. 1.3
SN EN 13979-1	SN EN 13979-1 + A2:2011 «Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle, Vollräder - Technisches Zulassungsverfahren - Teil 1: Geschmiedete und gewalzte Räder»	AB 51.1, Ziff. 1.3
SN EN 14033-1	SN EN 14033-1:2017 Bahnanwendungen - Oberbau - Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen - Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren, Ausgabe 2017-10	AB 57.1, Ziff. 1.1
SN EN 14033-2	SN EN 14033-2:2017 Bahnanwendungen - Oberbau - Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen - Teil 2: Technische Anforderungen an die Versetzfahrt und die Arbeitsstellung, Ausgabe 2017-10	AB 57.1, Ziff. 1.1
SN EN 14033-3	SN EN 14033-3:2017 Bahnanwendungen - Oberbau - Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen - Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen, Ausgabe 2017-10	AB 57.1, Ziff. 1.1
SN EN 14033-4	SN EN 14033-4:2019 Bahnanwendungen - Oberbau - Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen - Teil 2: Technische Anforderungen an Fahrbetrieb, Versetzfahrt und Arbeitseinsatz in Schienennahverkehrssystemen, Ausgabe 2019-09	AB 57.1, Ziff. 1.1

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 14363	SN EN 14363:2016+A1:2018 « Bahnanwendungen – Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen – Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche»	AB 47.1, Ziff. 1.3
SN EN 14752	SN EN 14752:2015 «Bahnanwendungen- Seiteneinstiegssysteme für Schienenfahrzeuge»	AB 53.1, Ziff. 1, 1.1
SN EN 15153-2	SN EN 15153-2:2013 «Bahnanwendungen - Optische und akustische Warneinrichtungen für Hochgeschwindigkeitszüge - Teil 2: Signalhörner»	AB 51.1, Ziff. 6.3.4
SN EN 15227	SN EN 15227+A1:2011 «Bahnanwendungen - Anforderungen an die Kollisionssicherheit von Schienenfahrzeugkästen»	AB 51.1, Ziff. 4.10 AB 51.2, Ziff. 1 AB 55. b, 2. + 3.
SN EN 15273-2	SN EN 15273-2 + A1:2017 «Bahnanwendungen – Begrenzungslinien – Teil 2: Fahrzeugbegrenzungslinien»	AB 18.2 / 47.2 N, Ziff. 8 und 9
SN EN 15528	SN EN 15528:2022 «Bahnanwendungen - Streckenklassen zur Bewerkstelligung der Schnittstelle zwischen Lastgrenzen der Fahrzeuge und Infrastruktur»	AB 47.1, Ziff. 2.12, 2.13
SN EN 15663	SN EN 15663:2009 «Bahnanwendungen - Fahrzeugmassedefinitionen»	AB 57.2, Ziff. 4. + 5. AB 47.1, Ziff. 2.6
SN EN 15746-1	SN EN 15746-1:2021 Bahnanwendungen - Oberbau - Zweiwege-Maschinen und zugehörige Ausrüstungen - Teil 1: Technische Anforderungen an die Versetzfahrt und den Arbeitseinsatz, Ausgabe 2021-04	AB 57.1, Ziff. 1.2
SN EN 15746-2	SN EN 15746-2:2021 Bahnanwendungen - Oberbau - Zweiwege-Maschinen und zugehörige Ausrüstungen - Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen, Ausgabe 2021-04	AB 57.1, Ziff. 1.2
SN EN 15746-3	SN EN 15746-3:2021 Bahnanwendungen - Oberbau - Zweiwege-Maschinen und zugehörige Ausrüstungen - Teil 3: Technische Anforderungen an das Fahren, Ausgabe 2021-04	AB 57.1, Ziff. 1.2
SN EN 15746-4	SN EN 15746-4:2021 Bahnanwendungen - Oberbau - Zweiwege-Maschinen und zugehörige Ausrüstungen - Teil 4: Technische Anforderungen an das Fahren, die Versetzfahrt und den Arbeitseinsatz in Schienennahverkehrssystemen, Ausgabe 2021-04	AB 57.1, Ziff. 1.2

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 15877-2	SN EN 15877-2 Bahnanwendungen - Kennzeichnungen von Schienenfahrzeugen - Teil 2: Aussenanschriften an Personenfahrzeugen, Triebfahrzeugeinheiten, Lokomotiven und Gleisbaumaschinen, Ausgabe 2013-10	AB 57.2, Ziff. 3.
SN EN 15954-1	SN EN 15954-1 Bahnanwendungen - Oberbau - Anhänger und zugehörige Ausstattung - Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren und den Arbeitseinsatz, Ausgabe 2013-04	AB 57.1, Ziff. 1.4
SN EN 15954-2	SN EN 15954-2 Bahnanwendungen - Oberbau - Anhänger und zugehörige Ausstattung - Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen, Ausgabe 2013-04	AB 57.1, Ziff. 1.4
SN EN 15955-1	SN EN 15955-1 Bahnanwendungen - Oberbau - Ausgleisbare Maschinen und zugehörige Ausstattung - Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren und den Arbeitseinsatz, Ausgabe 2013-04	AB 57.1, Ziff. 1.3
SN EN 15955-2	SN EN 15955-2 Bahnanwendungen - Oberbau - Ausgleisbare Maschinen und zugehörige Ausstattung - Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen, Ausgabe 2013-04	AB 57.1, Ziff. 1.3
SN EN 16584-1:2017	SN EN 16584-1:2017 «Bahnanwendungen – Gestaltung für die Nutzung durch PRM – Allgemeine Anforderungen – Teil 1: Kontrast»	AB 51.1, Ziff. 2.8 AB 53.1, Ziff. 2
SN EN 16584-2:2017	SN EN 16584-2:2017 «Bahnanwendungen – Gestaltung für die Nutzung durch PRM – Allgemeine Anforderungen – Teil 2: Informationen»	AB 53.1, Ziff. 3
SN EN 16584-3:2017	SN EN 16584-3:2017 «Bahnanwendungen – Gestaltung für die Nutzung durch PRM – Allgemeine Anforderungen – Teil 3: Optische Eigenschaften und Rutschfestigkeit»	AB 51.1, Ziff. 2.7, 2.8
SN EN 16585-1:2017	SN EN 16585-1:2017: «Bahnanwendungen – Gestaltung für die Nutzung durch PRM – Ausstattung und Bauteile in Schienenfahrzeugen – Teil 1: Toiletten»	AB 51.1, Ziff. 3.2.1
SN EN 16585-2:2017	SN EN 16585-2:2017: «Bahnanwendungen – Gestaltung für die Nutzung durch PRM – Ausstattung und Bauteile in Schienenfahrzeugen – Teil 2: Bauteile zum Sitzen, Stehen und Fortbewegen»	AB 51.1, Ziff. 2.5, 3.2.2

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 16585-3:2017	SN EN 16585-3:2017: «Bahnanwendungen – Gestaltung für die Nutzung durch PRM – Ausstattung und Bauteile in Schienenfahrzeugen – Teil 3: Lichte Räume und Innentüren»	AB 51.1, Ziff. 3.2.3, 3.2.4
SN EN 16730	SN EN 16730 «Bahnanwendungen – Oberbau - Gleis- und Weichenschwellen aus Beton mit Schwellensohlen», Ausgabe 2016	AB 31, Normalspur, Ziff. 12
SN EN 50119	SN EN 50119:2020 «Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Oberleitungen für die elektrische Zugförderung»	AB 44.c, Ziff. 3.2, 5.3.3, 5.8, 5.9.2, 6.1 und 7.1
SN EN 50121-1	SN EN 50121:2017 «Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit.» Teil 1	AB 39.2, Ziff. 4.2.2.4
SN EN 50121-2	SN EN 50121:2017 «Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit.» Teil 2	AB 39.2, Ziff. 4.2.2.4
SN EN 50121-4	SN EN 50121:2016 «Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit.» Teil 4	AB 39.2, Ziff. 4.2.2.4
SN EN 50122-1	SN EN 50122-1:2022 «Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung - Teil 1: Schutzmassnahmen gegen elektrischen Schlag»	AB 44.c, Ziff. 5.2.1.1, 5.4.2, 8.3.2, 8.3.3.1, 8.3.3.2, 8.3.5, 9.2, 9.3 und 10.2; AB 44.d, Ziff. 1.5.1, 1.6.1, 2.1.1, 2.2, 2.3, 4, 4.1, 4.1.1, 4.1.2 und 4.2
SN EN 50122-2	SN EN 50122-2:2022 «Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung - Teil 2: Schutzmassnahmen gegen Streustromwirkungen durch Gleichstrombahnen»	AB 44.d, Ziff. 1.2 und 3.1.1
SN EN 50122-3	SN EN 50122-3:2022 «Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrische Sicherheit, Erdung und Rückleitung - Teil 3: Gegenseitige Beeinflussung von Wechselstrom- und Gleichstrombahnen»	AB 44.d, Ziff. 2.2
SN EN 50123-7-1	SN EN 50123-7-1:2003 «Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Gleichstrom-Schalteinrichtungen. Teil 7-1: Mess-, Steuer- und Schutzeinrichtungen in Gleichstrombahnen - Anwendungsleitfaden»	AB 44.d, Ziff. 2.5

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 50124-1	SN EN 50124-1:2017 «Bahnanwendungen − Isolationskoordination − Teil 1: Grundlegende Anforderungen; Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel»	AB 44.e, Ziff. 1.2.1; AB 50.1, Ziff. 3.1
SN EN 50124-2	SN EN 50124-2:2017 «Bahnanwendungen − Isolationskoordination − Teil 2: Überspannungen und geeignete Schutzmassnahmen»	AB 44.e, Ziff. 1.2.1
SN EN 50125-1	SN EN 50125-1:2014 «Bahnanwendungen – Umweltbedingungen für Betriebsmittel - Teil 1: Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen»	AB 39.2, Ziff. 4.2.2.4
SN EN 50125-3	SN EN 50125-3:2003 – Korrektur Mai 2010 «Bahnanwendungen – Umweltbedingungen für Betriebsmittel. Teil 3: Umweltbedingungen für Signal- und Telekommunikationseinrichtungen»	AB 39.2, Ziff. 4.2.2.4
SN EN 50126-1	SN EN 50126-1:2017 «Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS) – Teil1: Generischer RAMS Prozess»	AB 38.1, Ziff. 1; AB 41.1, Ziff. 4
SN EN 50126-2	SN EN 50126-2:2017 «Bahnanwendungen - Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS) - Teil 2: Systembezogene Sicherheitsmethodik»	AB 38.1, Ziff. 1; AB 41.1, Ziff. 4
SN EN 50129	SN EN 50129:2018 «Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme, Sicherheitsrelevante elektronische Systeme für Signaltechnik»	AB 38.1, Ziff. 1.3; AB 41.1, Ziff. 4.3
SN EN 50153	SN EN 50153:2014 «Schutzmassnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren»	AB 50.1, Ziff. 1.2, 2.2, 4.1, 5.1, 8.1, 8.5 und 9.1
SN EN 50159	SN EN 50159:2010 + A1: 2020 «Bahnanwendungen – Telekommunikationstechnik, Signaltechnik und Datenverarbeitungssysteme – Sicherheitsrelevante Kommunikation in Übertragungssystemen»	AB 38.1, Ziff. 1.2, AB 41.1, Ziff. 4.2, AB 42.2, Ziff. 1.2 AB 49.1, Ziff. 1.5
SN EN 50163	SN EN 50163:2004 + A1:2007 + A2:2020 + A3:2022 «Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen»	AB 44.c, Ziff. 5.1.2 und 5.1.3
SN EN 50238-1	SN EN 50238-1:2019 «Bahnanwendungen – Kompatibilität zwischen Fahrzeugen und Gleisfreimeldesystemen» - Teil 1 Allgemeines	AB 39.3.e, Ziff. 1.6; AB 50.1, Ziff. 7.2

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 50272-2	SN EN 50272-2:2001 «Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen - Teil 2: Stationäre Batterien»	AB 50.1, Ziff. 10.1
SN EN 50272-3	SN EN 50272-3:2002 «Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen - Teil 3: Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge»	AB 50.1, Ziff. 10.1
SN EN 50343	SN EN 50343:2014 «Bahnanwendung - Fahrzeuge Regeln für die Installation von elektrischen Leitungen»	AB 50.1, Ziff. 1.2 und 6.1
SN EN 50367	SN EN 50367:2020+A1:2022 «Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen und Fahrzeuge - Technische Kriterien für die Koordination zwischen elektrische Bahnenergieversorgungssysteme und Fahrzeugen zum Erreichen der Interoperabilität - Teil 1: Allgemeines»	AB 44.c, 3.1 und 5.3.1; AB 50.1, Ziff. 11.3
SN EN 50388-1	SN EN 50388-1:2022 «Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen und Fahrzeuge - Technische Kriterien für die Koordination zwischen elektrische Bahnenergieversorgungssysteme und Fahrzeugen zum Erreichen der Interoperabilität - Teil 1: Allgemeines»	AB 43.1.a, Ziff. 1 und 1.2; AB 44.a, Ziff. 3.2 und 5.1 AB 44.c, Ziff. 5.1.2; 5.1.4 AB 44.f, Ziff. 1.2.6; AB 50.1, Ziff. 7.2
SN EN 50488	SN EN 50488:2021 «Bahnanwendungen - Ortsfeste Anlagen - Elektrische Schutzmassnahmen bei Arbeiten an oder in der Nähe einer Oberleitungsanlage und/oder ihrer zugehörigen Rückleitung»	AB 45.3, Ziff. 1 und 3.1
SN EN 50502	SN EN 50502:2015 «Bahnanwendung - Fahrzeuge - Elektrische Ausrüstung in O-Bussen - Sicherheitsanforderungen und Verbindungssysteme» Als SN noch nicht verfügbar.	AB 50.1, Ziff. 3.4, 3.5, 3.6 3.7, 4.4, 5.1, 8.2 und 11.4
SN EN 50633	SN EN 50633:2016 «Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Schutzprinzipien für Wechselstrom- und Gleichstrom-Bahnenergieversorgungssysteme»	AB 44.f, Ziff. 1.2.4
SN EN 60077-1	SN EN 60077-1:2002 «Bahnanwendungen – Elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen - Teil 1: Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln»	AB 50.1, Ziff. 3.2
SN EN 60349-1	SN EN 60349-1:2010 «Elektrische Zugförderung - Drehende elektrische Maschinen für Bahn- und Strassenfahrzeuge Teil 1: Elektrische Maschinen ausgenommen umrichtergespeiste Wechselstrommotoren.»	AB 50.1, Ziff. 1.2 und 8.1

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
SN EN 60529	SN EN 60529+A1+A2:2014 «Schutzarten durch Gehäuse»	AB 50.1, Ziff. 8.1
SN EN 60865-1	SN EN 60865-1:2012 «Kurzschlussströme - Berechnung der Wirkung - Teil 1: Begriffe und Berechnungsverfahren»	AB 50.1, Ziff. 6.2
Technische Richtlinie 716 für Lokomotivkessel	Technische Richtlinie 716 für Lokomotivkessel, TR 716, SVTI, Rev. Nr. 180924	AB 4, Ziff. 1, Buchst. g
Technische Richtlinie und Vollzugshilfe «Lawinenverbau im Anbruchgebiet»	Technische Richtlinie als Vollzugshilfe «Lawinenverbau im Anbruchgebiet», BAFU, 2007	AB 25, Ziff. 12.5.2
UIC IRS 70713-1	UIC International Railway Solution 70713-1 Railway Application - Track & Structure «Under Sleeper Pads (USP) - Recommendations for Use», Ed. no.1 , April 2018	AB 31, Normalspur, Ziff. 12
UIC-Kodex 518 «Fahrtechnische Prüfung und Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen - Fahrsicherheit, Fahrwegbeanspruchung und Fahrverhalten»	UIC-Kodex 518 «Fahrtechnische Prüfung und Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen - Fahrsicherheit, Fahrwegbeanspruchung und Fahrverhalten». 3. Ausgabe 2009	AB 31 N, Ziffer 2.1
UIC-Kodex 519 «Methode zur Bestimmung der äquivalenten Konizität»	UIC-Kodex 519 «Methode zur Bestimmung der äquivalenten Konizität». 1. Ausgabe 2004	AB 31 N, Ziffer 2.1
UIC-Kodex 700 «Klasseneinteilung der Strecken - Zugehörige Lastgrenzen der Güterwagen»	UIC-Kodex 700 «Klasseneinteilung der Strecken - Zugehörige Lastgrenzen der Güterwagen». 10. Ausgabe 2004	AB 31 N, Ziffer 2.1 AB 31 N, Ziffer 4.2
UIC-Kodex 716 «Maximal zulässige Abnutzungsporfile für Weichen»	UIC-Kodex 716 «Maximal zulässige Abnutzungsporfile für Weichen». 2. Ausgabe 2004	AB 32.1 M, Ziffer 7.2.2
UIC-Kodex 717 «Empfehlungen für die Konstruktion von Brücken unter Berücksichtigung oberbautechnischer Anforderungen und zur Abminderung der Schallemission»	UIC-Kodex 717 «Empfehlungen für die Konstruktion von Brücken unter Berücksichtigung oberbautechnischer Anforderungen und zur Abminderung der Schallemission», 2. Ausgabe, September 2010	AB 26.1, Ziff. 1.1
UIC-Kodex 719-1 «Recommendations for the use of Under Ballast Mats. UBM»	UIC-Kodex 719-1 «Recommendations for the use of Under Ballast Mats. UBM», Ed. No. 1, June 2011	AB 31, Normalspur, Ziff. 12
UIC-Kodex 774-3 «Interaktion Gleis - Brücke. Empfehlungen für die Berechnungen»	UIC-Kodex 774-3 «Interaktion Gleis – Brücke – Empfehlungen für die Berechnungen», 2. Ausgabe, Oktober 2001	AB 26.1, Ziff. 1.1

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
UIC-Kodex 776-2 «Anforderungen für die Planung der Eisenbahnbrücken in Bezug auf die dynamischen Wechselwirkungen Fahrzeug - Gleis - Brücke»	UIC-Kodex 776-2 «Anforderungen für die Planung der Eisenbahnbrücken in Bezug auf die dynamischen Wechselwirkungen Fahrzeug - Gleis - Brücke», 2. Ausgabe, Oktober 2009	AB 26.1, Ziff. 1.1
UIC-Kodex 776-3 «Brückenverformungen»	UIC-Kodex 776-3 «Brückenverformungen», 1. Ausgabe Januar 1989	AB 26.1, Ziff. 1.1
UIC-Kodex 777-2 «Überbauung von Bahnanlagen - Bautechnische Massnahmen im Gleisbereich»	UIC-Kodex 777-2 «Überbauung von Bahnanlagen - Bautechnische Massnahmen im Gleisbereich», 2. Ausgabe, Oktober 2002	AB 27.1, Ziff. 1.5; AB 27.2, Ziff. 2.2; AB 27.3, Ziff. 2.2 Anhang I der AB zu Art. 27 EBV, Ziff. 12
UIC-Kodex 930 «Datenaustausch für die Bahnstromabrechnung»	UIC-Kodex 930 «Datenaustausch für die Bahnstromabrechnung für den grenzüberschreitenden Schienenverkehr». Erste Ausgabe 2010	AB 42.2, Ziffer 1.2
Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken[2]	«Voraussetzungen für den Einsatz von Fahrzeugen auf ETCS-Strecken», Version v2.6; SBB; Systemführerschaft ETCS CH	AB 38.3, Ziff. 1.1; AB 47.1, Ziff. 3.2
VSS 40 201	VSS 40 201:2019 «Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer», Ausgabe 2019-03	AB 44.c, Ziff. 5.2.1.1
VSS 40 238	VSS 40 238:2007 «Fussgänger- und leichter Zweiradverkehr; Rampen, Treppen und Treppenwege», Ausgabe 2019-03	AB 34.4, Ziff. 1.5.2
VSS 40 246	VSS 40 246:2022-04 «Anlagen des Fuss- und Veloverkehrs; Unterführungen», Ausgabe 2022-04	AB 34.4, Ziff. 1.5.2 und 1.5.3
VSS 40 350	VSS 40 350:2000 «Oberflächenentwässerung von Strassen; Regenintensitäten», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 6.3
VSS 40 353	VSS 40 353:2019 «Strassenentwässerung; Grundlagen zur Bestimmung des Abflusses», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 6.3
VSS 40 357	VSS 40 357:2019 «Strassenentwässerung; Bemessungsabfluss der Kanalisationen», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 6.3
VSS 40 360	VSS 40 360:2022-03 «Strassenentwässerung; Sammelleitungen und Drainagen, Ausführungsvorschriften»	AB 25, Ziff. 6.3

[2] Das BAV publiziert dieses Dokument auf seiner Homepage.

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
VSS 40 430	VSS 40 430:2022-09 «Walzasphalt - Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten»	AB 25, Ziff. 4.3.4
VSS 40 525	VSS 40 525:2019 «Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen - Anforderungen», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 4.4
VSS 40 561	VSS 40 561:2021 «Passive Sicherheit im Strassenraum; Fahrzeug-Rückhaltesysteme», Ausgabe 2021-08	AB 27.4, Ziff. 1
VSS 40 568	VSS 40 568:2019 «Passive Sicherheit im Strassenraum; Geländer», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 10.2.6
VSS 40 585	VSS 40 585:2020-05 «Verdichtung und Tragfähigkeit; Anforderungen»	AB 25, Ziff. 4.1.4, 4.3.13, 8.2.2
VSS 70 119	VSS 70 119:2021-10 «Ungebundene Gemische; Technische Lieferanforderungen»	AB 25, Ziff 4.3.7, 4.3.9
VSS 70 125	VSS 70 125a:2022 «Filtermaterialien; Qualitätsvorschriften», Ausgabe 2022-09	AB 25, Ziff. 7
VSS 70 140	SN 670 140b:2001 «Frost», Ausgabe 2022-03	AB 25, Ziff. 5.1, 5.2
VSS 70 241	VSS 70 241:2019 «Geotextilien, Anforderungen für die Funktionen Trennen und Filtern», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 7
VSS 70 311	VSS 70 311:2006 «Verdichtung und Tragfähigkeit; Kontrollmethoden», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 4.1.4
VSS 70 313	VSS 70 313:2019 «Böden; Leichtes Fallgewichtsgerät und dynamischer Plattendruckversuch», Ausgabe 2019-07	AB 25, Ziff. 4.1.2
VSS 70 317	VSS 70 317:2019 «Böden; Plattendruckversuch E_V und M_E», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 4.1.1
VSS 70 321	VSS 70 321:2019 «Ungebundene und hydraulisch gebundene Gemische; Frosthebungsversuch», Ausgabe 2019-08	AB 25, Ziff. 4.3.9
VSS 70 362	VSS 70 362a:2019 «Benkelmannbalken; Gerät, Messvorgang und Auswertung», Ausgabe 2019-12	AB 25, Ziff. 4.1.1

In den AB-EBV enthaltene Verweise[1]	Genaue Bezeichnung inkl. Fassung	Aufgeführt in den folgenden Bestimmungen der AB-EBV
VSS 71 240	VSS 71 240:2019 «Unterhalt der Grünflächen an Bahnanlagen; Gehölz-freie Vegetation, Hecken und Gebüsche», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 8.3.3
VSS 71 253	VSS 71 253:2019 «Schiene-Strasse, Parallelführung und Annäherung; Abstand und Schutzmassnahmen», Ausgabe 2019-03	AB 23.1, Ziff. 1.3, 2.2 AB 27.4, Ziff. 1
VSS 71 260	VSS 71 260:2019 «Unterirdische Querungen und Parallelführungen von Leitungen mit Gleisanlagen», Ausgabe 2019-03	AB 25, Ziff. 6.8 AB 27.5, Ziff. 1.1 AB 44.d, Ziff. 3.2.1;
ZBMS Standard[3]	Nationaler Standard Zugbeeinflussung für Bahnen welche nicht zu ETCS migrieren, Version 2.0;	AB 38.3, Ziff. 3

[3] Das BAV publiziert dieses Dokument auf seiner Homepage.

Anhang Nr. 4

Begriffe

Anhang zu den AB-EBV zu Art. 81, AB 81

ALLGEMEIN

Instandhaltung *Maintenance*

Kombination aller technischen und administrativen Massnahmen sowie Massnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustandes dient, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann. Entspricht dem SIA-Begriff Überwachung und Unterhalt.

Sicherheitsrelevante Änderung / Modifikation *Modification déterminante pour la securité*

Siehe AB-EBV zu Art. 10, AB 10.1, Ziff. 2.

Station -- Bahnhof *Station -- gare*

Die beiden Begriffe Station und Bahnhof sind gleichbedeutend: In den AB-EBV steht zurzeit in einzelnen Bestimmungen das Wort Bahnhof (wie in den FDV), in den meisten Fällen das Wort Station (wie in den übergeordneten Erlassen EBG und EBV).

Zustandsüberwachung *Surveillance de l'état*

Manuell oder automatisch ausgeführte Tätigkeit zur Messung der Merkmale und Parameter des IST-Zustandes einer Einheit (= Nachweisprüfung + Inspektion + Fehlerortung / -diagnose + Funktionsprüfung). Entspricht dem SIA-Begriff «Überwachung» (= Beobachtung + Inspektion + Kontrollmessung + Funktionskontrolle).

BAUTEN UND ANLAGEN

Geometrische Gestaltung der Fahrbahn; Sicherheitsabstände; Unterbau, Kunstbauten und Schutzeinrichtungen; Oberbau; Stationen

Anschlussgleise voies de raccordement

Gleise gemäss Art. 2 lit. c der Verordnung über den Gütertransport durch Bahn- und Schifffahrtsunternehmen (Gütertransportverordnung vom 25. Mai 2016[1] (GüTV))

Grundlegende Ausrüstungselemente *éléments d'équipement essentiels*

Als grundlegende Ausrüstungselemente auf Perrons gelten Einrichtungen, deren Erkennen, Auffinden und Benutzen eine notwendige Voraussetzung für sehbehinderte und blinde Reisende für die Benutzung der entsprechenden Züge darstellt.
Dazu zählen Text-to-Speech-Einrichtungen, Anmeldetaster bei Halt auf Verlangen sowie taktile Bezeichnungen von Gleis und Sektor (Gleisschilder) im Sinne von Art. 6 Abs. 1 VAböV.

Rangiergleise *voies de manoeuvre*

Gleise mit V ≤ 40 km/h (exkl. Anschlussgleise), welche ausschliesslich für Rangierbewegungen benutzt werden.

Zuggleise *voies de circulation*

Normalspur (exkl. Zahnradbahnen):	Gleise, welche für Zugfahrten benutzt werden können.
Meterspur, Zahnradbahnen:	Gleise, welche für Zugfahrten (bei Strassenbahnen sinngemäss) benutzt werden können.

[1] SR **742.411**

BAUTEN UND ANLAGEN

Sicherungsanlagen, Telematikanwendungen, Personenwarnsysteme

Achsnebenschlusswiderstand *Résistance de pontage d'un essieu*

Der Widerstand der elektrischen Verbindung, die durch eine im Gleisstromkreis befindliche Achse hergestellt wird.

Bettungswiderstand *Résistance du ballast*

Elektrischer Widerstand, mit dem die gegenüberliegenden Schienen eines Gleisfreimeldeabschnitts gegeneinander isoliert sind.

Durchrutschweg *Distance de glissement*

Der Durchrutschweg ist ein Teil der Gleisanlage hinter dem Ende einer Fahrstrasse. Er wird von der Sicherungsanlage beansprucht um Risiken, die durch einen über das Ende seiner Fahrstrasse hinausfahrenden Zug entstehen, zu reduzieren.

Fahrerlaubnis *Autorisation de circuler*

Die Erlaubnis für eine Zugfahrt oder eine Rangierbewegung, sich unter Einhaltung festgelegter Bedingungen zu bewegen.

Sie entspricht der Zustimmung zur Fahrt (Rangierbewegung oder Zugfahrt) bzw. der CAB-Fahrerlaubnis gemäss FDV.

Fahrstrasse *Itinéraire*

Ein durch die Sicherungsanlage gesicherter Fahrweg.

Fahrweg *Parcours*

Der Weg einer Zugfahrt oder einer Rangierbewegung.

BAUTEN UND ANLAGEN

(Sicherungsanlagen, Telematikanwendungen, Personenwarnsysteme)

Festhaltekraft (bei Weichen) *Force de maintien (aiguilles)*

Kraft, mit der die abliegende Zunge durch den Weichenantrieb in ihrer Lage gehalten wird. Entspricht auch der Kraft, mit der der Verschluss in seiner Lage gehalten wird.

Führerstandsignalisierung *Signalisation en cabine*

Einrichtung zur Signalisierung im Führerstand.

Gleisfreimeldeeinrichtung *Équipement de contrôle de l'état libre de la voie*

Gleisfreimeldeeinrichtungen dienen dem Zweck, das Freisein einzelner Abschnitte der Gleisanlage von Eisenbahnfahrzeugen festzustellen.

Kraftübertragungsmittel (bei Weichen) *Dispositif de transmission de la force (aiguilles)*

Nebenkomponenten des Umstellsystems einer Weiche: Stellstange und weitere Teile, welche die Umstell- und die Festhaltekraft des Antriebs auf die Zungen übertragen, sei es direkt oder über Komponenten des Verschlusses.

Notbedienung *Commande de secours*

Funktion, welche in der Sicherungsanlage Abhängigkeiten umgeht oder Zustandsmeldungen verändert.

Schutzweiche *Aiguille de protection*

Weiche, die in der Schutz bietenden Stellung eine Flankenfahrt verhindert. Eine Weiche ist nur solange eine Schutzweiche, wie sie als solche beansprucht wird.

Sicherungsanlage *Installation de sécurité*

Anlage zur Steuerung und Sicherung der Zugfahrten und Rangierbewegungen.

BAUTEN UND ANLAGEN

(Sicherungsanlagen, Telematikanwendungen, Personenwarnsysteme)

Telematik *Télématique*

Erfassen, Übertragen, Verarbeiten, Ausgeben von Information (Begriff zusammengesetzt aus Telekommunikation und Informatik).

Telematikanwendung *Application télématique*

Anwendung zur Unterstützung des Eisenbahnbetriebs im Hinblick auf Sicherheit, Leistungsfähigkeit, Umwelt und Komfort, welche Telematik verwendet.

Umstellkraft (bei Weichen) *Force de manœuvre (aiguilles)*

Kraft, mit der die Weichenzunge verschoben/in die neue Endlage gebracht wird.

Weichenantrieb *Moteur d'aiguille*

Die Hauptkomponente des Umstellsystems von Weichen: Baugruppe, welche einen Umstellbefehl in die entsprechende Bewegung umsetzt (Stellkraft) und die beweglichen Teile in den Endlagen festhält (Festhaltekraft).

Weichenendlage *Position de fin de course de l'aiguille*

Status (als Schnittstellen-Information an die Fahrwegsicherung) einer Weiche, die in einer korrekten, befahrbaren Lage ist und Zunge und Herzstück in übereinstimmender Lage verschlossen hat.

Weichenlageüberwachung *Dispositif de contrôle de position d'aiguille*

Subsystem das die Teile umfasst, welche zur Überwachung und Rückmeldung der Lage der Weichenzungen, des Herzstückes oder der entsprechenden Teile eines Entgleisungsmittels nötig sind (ab Angriffspunkt auf Zunge bis Anschlussklemmen).

Weichenumstellvorrichtung *Dispositif de manœuvre d'aiguille*

Subsystem das die Teile umfasst, welche zur Lageänderung der Weichenzungen, des Herzstückes oder der entsprechenden Teile eines Entgleisungsmittels nötig sind (ab Anschlussklemmen bis Angriffspunkt an der Zunge).

BAUTEN UND ANLAGEN

(Sicherungsanlagen, Telematikanwendungen, Personenwarnsysteme)

Weichen-Verschluss *Appareil de calage d'aiguille*

Element, das mindestens die anliegende Weichenzunge (Verschlusskraft), in vielen Fällen auch die abliegende Weichenzunge (Festhaltekraft) im fahrbahntechnisch korrekten Abstand zu der Stockschiene hält.

Weichen-Verschlusskraft *Force de calage de l'aiguille*

Kraft, mit der die anliegende Weichenzunge durch den Verschluss in ihrer Lage gehalten wird.

Zugbeeinflussung *Contrôle de la marche des trains*

Überwachungseinrichtung zur Unterstützung der Beachtung von Signalen oder der Beachtung von Maximalgeschwindigkeiten oder zur Einwirkung auf die Fahrzeuge.

Zuglaufmanagement *Gestion de la marche des trains*

Einrichtung, die Fahrwege anfordert und das Personal bei dispositiven und operativen Tätigkeiten für Züge und Rangierbewegungen im Betrieb unterstützt.

Zugortungsanlage *Dispositif de localisation des convois*

Einrichtung zur Ermittlung der Standorte von Eisenbahnfahrzeugen.

BAUTEN UND ANLAGEN

Elektrische Anlagen [Artikel 42 EBV]

Anforderungen an Funktionen und Fachqualifikationen im Zusammenhang mit el. Anlagen
Es gelten folgende Minimalanforderungen für:

Anlagenverantwortliche Person *Responsable d'installation*

Rolle und Verantwortung:

Diese Person trägt während der Durchführung von Arbeiten die unmittelbare Verantwortung für den sicheren Betrieb der elektrischen Anlage. Sie hat in einer Gefährdungsbeurteilung die möglichen Auswirkungen der Arbeiten auf die elektrische Anlage oder auf Teile davon, die in ihrer Verantwortung stehen, sowie auch die Auswirkungen der elektrischen Anlage auf die Arbeitsstelle und die dort arbeitenden Personen zu beurteilen. Sie erteilt der arbeitsverantwortlichen Person die Durchführungserlaubnis für den bearbeiteten Teil der Anlage.

Fachqualifikation:

Die anlagenverantwortliche Person hat im Fachbereich eine Fachqualifikation wie eine sachverständige Person.

Arbeitsverantwortliche Person *Responsable des travaux*

Rolle und Verantwortung:

Diese Person trägt die unmittelbare Verantwortung für die Durchführung der Arbeiten an der Arbeitsstelle. Sie leitet und überwacht die Arbeiten in oder an elektrischen Anlagen, stellt die Sicherheit der arbeitenden Personen vor Ort sicher (Sicherheitsregeln), orientiert diese über Abläufe der Arbeiten und eventuelle Gefahren, bestimmt bei Abwesenheit einen Stellvertreter oder eine Stellvertreterin und gibt die Anlagen zum Einschalten frei.

Fachqualifikation:

Die arbeitsverantwortliche Person ist entsprechend instruiert oder hat im Fachbereich eine Fachqualifikation wie eine sachverständige Person.

Betriebsinhaber nach Art. 46 EBV *Exploitant selon art. 46 OCF*

Rolle und Verantwortung:

Der Betriebsinhaber ist verantwortlicher Betreiber (Eigentümer, Pächter, Mieter usw.) einer elektrischen Anlage. Er hat die Verfügungsgewalt über die Anlage und deren Betrieb und ist damit auch verantwortlich für die Einhaltung der Sicherheit und der Vorgaben des Gesundheitsschutzes.
Die fachliche Leitung trägt innerhalb des Unternehmens diejenige Verantwortung, welche der Betriebsinhaber ihr zur Erfüllung ihrer Aufgaben mit den erforderlichen Befugnissen übertragen hat.

Fachqualifikation:

Als fachliche Leitung hat die vom Betriebsinhaber bezeichnete Person eine Fachqualifikation wie eine sachverständige Person.

BAUTEN UND ANLAGEN

(Elektrische Anlagen [Artikel 42 EBV])

Anforderungen an Funktionen und Fachqualifikationen im Zusammenhang mit el. Anlagen
Es gelten folgende Minimalanforderungen für:

Fachkraft *Personne qualifiée*

Rolle und Verantwortung:

Diese Person ist berechtigt, die durch den Betriebsinhaber, oder deren Beauftragte, angewiesenen Arbeiten und Tätigkeiten im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften auszuführen.

Fachqualifikation:

Als Fachkraft gilt, wer eine fachtechnische Bildung hat; das heisst, wer ein vom SBFI (*Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation, od. vergleichbar*) anerkanntes Fähigkeitszeugnis im Fachbereich oder eine gleichwertige betriebsinterne Ausbildung nachweist.

Instruierte Person für elektrische Anlagen *Personne instruite pour les installations électriques*

Rolle und Verantwortung:

Diese Person ist berechtigt, begrenzte, genau umschriebene Tätigkeiten in Starkstromanlagen gemäss Instruktion durch eine sachverständige Person auszuführen. Sie kennt die örtlichen Verhältnisse und die zu treffenden Schutzmassnahmen.

Fachqualifikation:

Als instruiert im Fachbereich elektrische Anlagen gelten Personen mit oder ohne elektrotechnische Bildung.

Laie oder Laiin *Personne ordinaire*

Rolle und Verantwortung:

Diese Person hat keine elektrotechnischen Kompetenzen und keine Verantwortlichkeiten.

Fachqualifikation:

Als Laie oder Laiin ist eine Person weder Fachkraft noch instruierte oder sachverständige Person.

BAUTEN UND ANLAGEN

(Elektrische Anlagen [Artikel 42 EBV])

Anforderungen an Funktionen und Fachqualifikationen im Zusammenhang mit el. Anlagen
Es gelten folgende Minimalanforderungen für:

Sachverständige Person für elektrische Anlagen — *Personne compétente pour les installations électriques*

Rolle und Verantwortung:

Diese Person hat Erfahrung im Umgang mit Starkstromanlagen, kennt die örtlichen Verhältnisse und die zu treffenden Schutzmassnahmen. Sie kann z. B. als Betriebsinhaber, als anlageverantwortliche, arbeitsverantwortliche oder schaltberechtigte Person eingesetzt werden und darf Personen instruieren und ausbilden.

Fachqualifikation:

Als sachverständig im Fachbereich elektrische Anlagen gilt, wer eine elektrotechnische Bildung *(fachtechnische Berufslehre oder Studium im Fachbereich*) abgeschlossen hat. Als sachverständig in einem speziellen Arbeitsgebiet gilt, wer eine dem Arbeitsgebiet entsprechende fachtechnische Bildung *(fachtechnische Berufslehre, gleichwertige betriebsinterne Ausbildung oder Studium im Fachbereich*) abgeschlossen hat.

Schaltberechtigte Person — *Personne habilitée à enclencher ou déclencher*

Rolle und Verantwortung:

Diese Person ist für Schalthandlungen an elektrischen Anlagen instruiert. Sie führt Schalthandlungen, ausser in Notsituationen, immer im Auftrag aus.

Fachqualifikation:

Als schaltberechtigt gilt, wer im Fachbereich dazu instruiert oder sachverständig ist und nach internem Kompetenznachweis vom Betriebsinhaber dazu ermächtigt wurde.

BAUTEN UND ANLAGEN

(Elektrische Anlagen [Artikel 42 EBV])

Anlagenbetrieb *Exploitation de l'installation*

Alle technischen und organisatorischen Vorgänge und Zustände, die erforderlich sind um eine Anlage von Bahnen für den Eisenbahnbetrieb funktionsfähig zu halten.

Bahnstrom-Telematik *Télématique pour les installations du courant de traction*

Bahnstrom-Telematik umfasst die Informtions- und Kommunikations-Technologien (IKT) und alle elektrischen Einrichtungen der «Sekundärtechnik» (Schutz- u. Leittechnik), inklusive deren relevanten Schnittstellen.

Berührungsspannung *Tension de contact*

Spannung zwischen leitfähigen Teilen, wenn diese gleichzeitig von einem Menschen oder einem Tier berührt werden.

Depot: *Dépôt*

Unter der Bezeichnung «Depot» werden auch «Abstellräume» und «Abstellhallen» verstanden.

Fahrdraht / Stromschiene *Fil de contact / rail de contact*

Abnützbarer Leiter, welcher der Stromübertragung zwischen Fahrleitungsanlage und Fahrzeugen dient.

BAUTEN UND ANLAGEN

(Elektrische Anlagen [Artikel 42 EBV])

Fahrleitung *Ligne de contact*

Fahrleitung ist der Überbegriff von Oberleitung (Kettenwerk, Einfachfahrleitung oder Stromschiene) und Stromschiene im Fahrschienenbereich. Fahrleitung ist ein Leiter- und Stromschienensystem zur Versorgung von Fahrzeugen mit elektrischer Energie über Stromabnehmereinrichtungen. Es umfasst alle Leiter, die zur Stromabnahme nötig sind und beinhaltet folgendes:

- Fahrdraht
- Verstärkungsleitungen
- Trageinrichtungen, die nicht von den Leitern isoliert sind,
- Isolatoren, die mit aktiven Teilen verbunden sind,
- Schalterquerleitungen,
- Trennschalter,
- Trennstellen in der Fahrleitung:
  - Gleistrennung; [insb. Gleistrenner]
  - Schutztrennung (insb. Schutzstrecke, Phasen- oder Systemtrennstelle); [insb. Gleistrenner, Parallelfeld]
  - Streckentrennung [insb. Gleistrenner, Parallelfeld]
- Überspannungsschutzeinrichtungen

Instandhaltungsort *Installations de maintenance*

Unter der Bezeichnung «Instandhaltungsort» werden auch Werkstätten verstanden.

Leittechnik für elektrische Anlagen *Technique de contrôle et de commande*
(Bahnstromtelematikanwendungen) *pour les installations électriques*
(Applications télématiques pour les installations du courant de traction)

Im Zusammenhang mit dem Bahnstromversorgungsnetz umfasst der Begriff «Leittechnik» die übergeordnete Netzleittechnik und die örtliche Steuerungstechnik (Stationsleittechnik/Anlagenleittechnik). Sie schliesst die zugehörige Datenfernübertragung ein.

Oberleitung *Ligne de contact aérienne*

Oberhalb oder seitlich der oberen Fahrzeugbegrenzungslinie angebrachte Fahrleitung, die Fahrzeuge mit elektrischer Energie über eine auf dem Dach angebrachte Stromabnahmeeinrichtung versorgt.

BAUTEN UND ANLAGEN

(Elektrische Anlagen [Artikel 42 EBV])

Oberleitungsbereich *Zone de la ligne de contact aérienne*

Bereich dessen Grenze eine gerissene Oberleitung in der Regel nicht überschreitet.

Schutzerde (Fahrzeug): *Terre de protection (véhicule)*

Eine von der Betriebsstromrückleitung unabhängige elektrische Verbindung zwischen den Radsätzen und den übrigen Fahrzeugteilen.

Schutzkonzept für Bahnstromanlagen: *Concept de protection pour les installations du courant de traction*

Zusammenfassende Betrachtung und Koordination aller Schutzmassnahmen bei elektrischen Fehlerfällen im Zusammenhang mit dem Bahnstromversorgungsnetz.

Speisebezirk für Fahrleitungsanlagen: *Zone d'alimentation pour installations de ligne de contact*

Summe der von einem Unterwerk elektrisch versorgten Fahrleitungsabschnitte.

Stromabnehmerbereich: *Zone de captage du courant*

Bereich dessen Grenzen ein unter Spannung stehender Stromabnehmer auch bei Bruch oder Entgleisung in der Regel nicht überschreitet.

Stromabnehmerraum: *Zone du pantograph*

Teil des Lichtraumprofils, der vom Stromabnehmer eingenommen wird.

Tragseil: *Câble porteur*

Isolierendes oder spannung-/stromführendes Tragelement, meistens in Form eines Seiles.

Übertragungsleitung: *Ligne de transport*

Leitungsanlage des Bahnstromversorgungsnetzes (= Sondernetz), hauptsächlich zur Übertragung von Bahnenergie von der Produktionsebene zu den Unterwerken.

FAHRZEUGE

Äussere Untersuchung: *Visite extérieure*

- Bei Behältern und Leitungssystemen: Prüfung des äusseren Zustandes und Kontrolle der Wartung.
- Bei Dampfkesseln: Prüfung des Kessels und seiner Ausrüstung auf sichtbare Beschädigungen. Die Kesselverkleidung ist nur entfernt, wenn gleichzeitig auch eine innere Untersuchung (Kesselrevision) vorgenommen wird.

Fahrtechnik *Technique de roulement*

Damit sind die fahrtechnischen Untersuchungen und Berechnungen gemäss SN EN 14363 gemeint respektive bei den Spezialspurfahrzeugen die diesbezüglichen Untersuchungen basierend auf der EBV/AB-EBV.

Fahrverhalten *Comportement au roulement*

Wird als Oberbegriff für die drei Elemente Fahrtechnik, Sicherheit gegen Entgleisen und Verhalten bei Seitenwind verwendet.

Fernsteuerung: *Télécommande*

Steuerung eines Triebfahrzeuges von einem anderen Fahrzeug aus.

Innere Untersuchung: *Visite intérieure*

- Bei Behälter: Prüfung des inneren Zustandes.
- Bei Dampfkesseln (Kesselrevision): Reinigung und Prüfung des inneren und äusseren Zustandes des Kessels sowie Kontrolle der Wandstärken und Prüfung der Rundungen der Feuerbüchse auf Anrisse. Sämtliche Siede- und Rauchrohre sind ausgebaut. Die Verkleidung des Kessels ist entfernt. Der Kesselraum zwischen Feuerbüchse und Stehkessel ist gereinigt.

Interoperable Fahrzeuge *Véhicules interopérables*

Als interoperable Fahrzeuge werden Fahrzeuge bezeichnet, welche auf interoperablen Strecken im Sinn der TSI sowie auf den übrigen Normalspurstrecken in der Schweiz eingesetzt werden können.

FAHRZEUGE

Mehrfachtraktion ohne Fernsteuerung *Traction multiple sans télécommande*

Jedes nicht ferngesteuerte Triebfahrzeug wird von einem Triebfahrzeugführer bedient.

Mehrfachtraktion mit Fernsteuerung *Traction multiple avec télécommande*

Sämtliche Triebfahrzeuge werden nur von einem Führerstand aus bedient.

Mehrfachtraktion *Traction multiple*

Vereinigte Führung von mehreren Zugskompositionen oder Triebfahrzeugen (z. B. Doppeltraktion).

Schnellbremsung *Freinage d'urgence*

Beschleunigte Vollbremsung ohne stufenweise Verstärkung der Bremskraft. Bei Fahrzeugen mit Sicherheitsbremse wird diese zusätzlich wirksam.

Vorstellwagen *Voiture poussée*

Bergseits aller Triebfahrzeuge eingereihter Wagen auf Zahnstangenstrecken.

Vollbremsung *Freinage à fond*

Bremsung mit grösstmöglicher Bremskraft nach stufenweiser Verstärkung der Bremskraft (Bremsstufen).

Zugskomposition (im technischen Sinn) *Rame (au sens technique)*

Ein Triebfahrzeug oder mehrere zusammengekuppelte Triebfahrzeuge mit oder ohne Wagen als Zug einsetzbar, das heisst, mit mindestens einem den betrieblichen Anforderungen genügenden Führerstand.

BAHNBETRIEB

Bremsgewicht *Poids-frein*

Wert für die Wirkung der Bremse eines Fahrzeuges ausgedrückt in Tonnen. Das Bremsgewicht eines Zuges ist die Summe der Bremsgewichte aller für die Bremsrechnung in Betracht kommenden Fahrzeuge.

Bremsverhältnis *Rapport ou pourcentage de freinage*

Die Wirksamkeit der Bremsen eines Fahrzeuges oder eines Zuges, in Prozenten (%).

Mindestfesthaltekraft *Force minimale de retenue*

Die minimal erforderliche Kraft zur Sicherung von stillstehenden Fahrzeugen in Kilo-Newton (kN). Es dürfen nur von Wirkung der Luftbremse unabhängige Bremsmittel angerechnet werden.

Pendelzug *Train-navette*

Zugskomposition bestehend aus einem oder mehreren Triebfahrzeugen, die an beiden Enden einen Führerstand besitzt und je nach Fahrrichtung vom einen oder anderen Führerstand aus bedient werden kann.

Unbegleiteter Zug *Train non accompagné*

Nur mit dem Triebfahrzeugführer begleiteter Zug.

Zug (im fahrdienstlichen Sinn): *Train (dans le sens du service de transport)*

Ein einzelnes Triebfahrzeug oder zusammengekuppelte Triebfahrzeuge mit oder ohne Wagen auf der Strecke, und zwar vom Zeitpunkt der Übernahme durch das Fahrpersonal auf dem Abfahrgleis der Ausgangsstation bis zur Ankunft auf dem Ankunftsgleis der Bestimmungsstation, ausgenommen während Rangierbewegungen.

Zuggewicht *Poids du train*

Summe der Gewichte der arbeitenden Triebfahrzeuge und der Anhängelast in Tonnen. Die Anhängelast setzt sich aus dem Gewicht der Wagen samt Ladung und allfälliger geschleppter Triebfahrzeuge zusammen.

Anhang Nr. 5

Sicherheitsnachweis für Fahrzeuge

Anhang zu den AB-EBV zu Art. 8, AB 8.3

GRUNDSÄTZE

1 Für Schienenfahrzeuge besteht der Sicherheitsnachweis aus den Nachweisen zur vorschriftskonformen Ausführung inkl. der entsprechenden Konformitätsbescheinigungen, dem Sicherheitsbericht, dem Sicherheitsbewertungsbericht[1] sowie den Prüfberichten von Sachverständigen insofern diese verlangt sind. Der Sicherheitsnachweis ist dem Bundesamt für Verkehr (BAV) im Rahmen der Verfahren Betriebsbewilligung oder Typenzulassung zuzustellen.

Sicherheitsnachweis		
Nachweis vorschriftskonforme Ausführung	Sicherheitsbericht	Sicherheits-bewertungsbericht

Diese Unterlagen sind zusammen mit einer schriftlichen Erklärung einzureichen, welche

- alle eingereichten Unterlagen auflistet und eindeutig betreffend Dokumententitel, Dokumentennummer, Version, Ersteller und Datum identifiziert,
- die Einhaltung der Anforderungen gemäss Eisenbahngesetz (EBG)[2], Eisenbahnverordnung (EBV)[3], diesen Ausführungsbestimmungen, Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG)[4], Bundesgesetz über die Produktesicherheit (PrSG)[5], europäische Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (MRL) usw. bestätigt und
- allfällige Abweichungen aufführt.

Diese Erklärung dient als Rahmendokument zum Sicherheitsnachweis und ist vom Antragsteller zu unterzeichnen.

2 Der Sicherheitsnachweis für ein Schienenfahrzeug, entsprechend seiner Ausführung und Ausrüstung, ist gemäss der folgenden Struktur zusammen mit der Erklärung einzureichen. Die Struktur unterscheidet interoperable Fahrzeuge, nicht interoperable Fahrzeuge sowie Dienstfahrzeuge. Die zu den einzelnen Fachgebieten gemäss dieser Struktur einzureichenden Nachweise werden in einer Richtlinie definiert. Die Einforderung weiterer Dokumente im Rahmen der Prüfung des Sicherheitsnachweises durch das BAV bleibt vorbehalten.

Die Unterlagen sind dem BAV spätestens 3 Wochen vor der technisch-betrieblichen Sicherheitsprüfung zuzustellen. Zudem ist eine Liste mit allen eingereichten Unterlagen enthaltend: *Dokumentbezeichnung, Dokument-Nr., Dokument Rev./Index, Erstellungsdatum, Dokumentersteller,* einzureichen. Die Dokumente sind, bis auf den Antrag mit den Unterschriften, in elektronischer Form einzureichen. Auf ausgedruckte Dokumente wird, sofern nicht anders vereinbart, verzichtet.

---

[1] bei signifikanten Änderungen gemäss EBV Art. 8c.
[2] SR **742.101**
[3] SR **742.141.1**
[4] SR **151.3**
[5] SR **930.11**

STRUKTUR FÜR DEN SICHERHEITSNACHWEIS VON INTEROPERABLEN FAHRZEUGEN

NACHWEIS DER VORSCHRIFTSKONFORMEN AUSFÜHRUNG	
A	Konformitätsbescheinigung TSI zum Teilsystem «Fahrzeuge - Güterwagen»
	EG-Prüferklärung TSI zum Teilsystem «Fahrzeuge - Güterwagen»
B	Konformitätsbescheinigung TSI zum Teilsystem «Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung»
	EG-Prüferklärung TSI zum Teilsystem «Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung»
C	Konformitätsbescheinigung TSI zum Teilsystem «Lokomotiven und Personenwagen»
	EG-Prüferklärung TSI zum Teilsystem «Lokomotiven und Personenwagen»
D	Konformitätsbescheinigung TSI zum Teilsystem «Energie»
	EG-Prüferklärung TSI zum Teilsystem «Energie»
E	Konformitätsbescheinigung TSI zum Teilsystem «Fahrzeuge - Lärm»
	EG-Prüferklärung TSI zum Teilsystem «Fahrzeuge - Lärm»
F	Konformitätsbescheinigung TSI zum Teilsystem «Fahrzeuge» des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitseisenbahnsystems
	EG-Prüferklärung TSI zum Teilsystem «Fahrzeuge» des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitseisenbahnsystems
G	Konformitätsbescheinigung TSI bezüglich «eingeschränkt mobile Personen»
	EG-Prüferklärung TSI bezüglich «eingeschränkt mobile Personen»
H	Konformitätsbescheinigung TSI bezüglich «Sicherheit in Eisenbahntunneln»
	EG-Prüferklärung TSI bezüglich «Sicherheit in Eisenbahntunneln»
I	Konformitätsbescheinigungen zu den notifizierten nationalen technischen Vorschriften NNTV[6]
J	Prüferklärung zu den notifizierten nationalen technischen Vorschriften NNTV
SICHERHEITSBERICHT	
SICHERHEITSBEWERTUNGSBERICHT	
PRÜFBERICHTE VON SACHVERSTÄNDIGEN[7]	

[6] EBV Art. 48 Abs. 3.
[7] EBV Art. 15m.

STRUKTUR FÜR DEN SICHERHEITSNACHWEIS VON NICHT INTEROPERABLEN FAHRZEUGEN

NACHWEIS DER VORSCHRIFTSKONFORMEN AUSFÜHRUNG	
0	Allgemein
1	Fahrverhalten
2	Fahrzeugaufbau
3	Zug-/Stosseinrichtung
4	Drehgestell und Fahrwerk
5	Radsatz / Radsatzlager
6	Bremseinrichtung
7	Unter Druck stehende Anlagen für den Fahrzeugbetrieb
8	Stromabnehmer
9	Fensterscheiben
10	Türen
11	Übergang zwischen Fahrzeugen
12	Energieversorgung
13	Steuerungstechnik
14	Brauch- und Abwasseranlagen
15	Umweltschutz
16	Brandschutz
17	Arbeitsschutz
18	Fahrzeugbegrenzung
19	Sicherheitseinrichtungen
20	Anschriften und Zeichen
21	Fügetechnik
22	Wartungsbuch
23	Betriebshandbuch
24	Ausstattungen
25	Störungen und Unfälle
SICHERHEITSBERICHT	
SICHERHEITSBEWERTUNGSBERICHT	
PRÜFBERICHTE VON SACHVERSTÄNDIGEN[8]	

[8] EBV Art. 8a zum Nachweis der sicheren Integration und der technischen Kompatibilität.

STRUKTUR FÜR DEN SICHERHEITSNACHWEIS VON DIENSTFAHRZEUGEN

NACHWEIS DER VORSCHRIFTSKONFORMEN AUSFÜHRUNG	
0	Allgemein
1	Typenbild mit technischer Beschreibung
2	Fahrzeugumgrenzungslinie
3	Rad- und Radsatzlasten
4	Aufhängung
5	Ausdrehwiderstand Drehgestelle
6	Fahrsicherheit in Gleisverwindungen
7	Fahrzeugrahmen und Anbauteile
8	Motor und Umweltschutz
9	Zugkraft-Geschwindigkeits- und Steigungs-Geschwindigkeits-Diagramm
10	Bremseinrichtung
11	Drehgestell und Fahrwerk
12	Verriegelungs- und Sicherheitseinrichtungen
13	Zug-/Stosseinrichtung
14	Anschriften und Zeichen
15	Kabinen
16	Unter Druck stehende Anlagen für den Fahrzeugbetrieb
17	Andere Berechnungen, Messungen, Nachweise und Versuche
18	Sicherheitseinrichtungen
19	Wartungs- und Betriebshandbuch
20	Energieversorgung / EMV
21	EG-Konformitätserklärung
SICHERHEITSBERICHT	
SICHERHEITSBEWERTUNGSBERICHT	
PRÜFBERICHTE VON SACHVERSTÄNDIGEN[9]	

[9] EBV Art. 8a zum Nachweis der sicheren Integration und der technischen Kompatibilität.

Anhang Nr. 6

Technische Spezifikationen für die Interoperabilität

Anhang zu den AB-EBV zu Art. 15*b*, AB 15b

1 Verordnung (EU) Nr. 1299/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Infrastruktur» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, ABl. L 356 vom 12.12.2014, S. 1; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2023/1694, ABl. L 222 vom 8. 9.2023, S. *88.*

2 Verordnung (EU) Nr. 454/2011 der Kommission vom 5. Mai 2011 über die Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem «Telematikanwendungen für den Personenverkehr» des transeuropäischen Eisenbahnsystems, ABl. L 123 vom 12.5.2011, S. 11; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2019/775, ABl. L 139 I vom 27.5.2019, S. 103.

3 Durchführungsverordnung (EU) 2023/1695 der Kommission vom 10. August 2023 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität der Teilsysteme «Zugsteuerung, Zugsicherung und Signalgebung» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union und zur Aufhebung der Verordnung (EU) 2016/919, ABl. L 222 vom 8.9.2023, S. 380.

4 Durchführungsverordnung (EU) 2019/773 der Kommission vom 16. Mai 2019 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union und zur Aufhebung des Beschlusses 2012/757/EU, ABl. L 139 I vom 27.5.2019, S. 5; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2023/1693, ABl. L 222 vom 8.9.2023, S. 1.

5 Verordnung (EU) Nr. 321/2013 der Kommission vom 13. März 2013 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Fahrzeuge – Güterwagen» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union und zur Aufhebung der Entscheidung 2006/861/EG der Kommission, ABl. L 104 vom 12.4.2013, S. 1; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2023/1694, ABl. L 222 vom 8.9.2023, S. 88.

6 Verordnung (EU) Nr. 1300/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über die technischen Spezifikationen für die Interoperabilität bezüglich der Zugänglichkeit des Eisenbahnsystems der Union für Menschen mit Behinderung und Menschen mit eingeschränkter Mobilität, ABl. L 356 vom 12.12.2014, S. 110; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2023/1694, ABl. L 222 vom 8.9.2023, S. 88.

7 Verordnung (EU) Nr. 1301/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Energie» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, ABl. L 356 vom 12.12.2014, S. 179; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2023/1694, ABl. L 222 vom 8.9.2023, S. 88.

8 Verordnung (EU) Nr. 1302/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über eine technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Fahrzeuge — Lokomotiven und Personenwagen» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union, ABl. L 356 vom 12.12.2014, S. 228; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2023/1694 der Kommission vom 10.8.2023, ABl. L 222 vom 8.9.2023, S. 88.

9 Verordnung (EU) Nr. 1303/2014 der Kommission vom 18. November 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität bezüglich der «Sicherheit in Eisenbahntunneln» im Eisenbahnsystem der Europäischen Union, ABl. L 356 vom 12.12.2014, S. 394; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2019/776, ABl. L 139 I vom 27.5.2019, S. 108.

10 Verordnung (EU) Nr. 1304/2014 der Kommission vom 26. November 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems «Fahrzeuge — Lärm» sowie zur Änderung der Entscheidung 2008/232/EG und Aufhebung des Beschlusses 2011/229/EU, ABl. L 356 vom 12.12.2014, S. 421; zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2023/1694, ABl. L 222 vom 8.9.2023, S. 88.

11 Verordnung (EU) Nr. 1305/2014 der Kommission vom 11. Dezember 2014 über die technische Spezifikation für die Interoperabilität zum Teilsystem «Telematikanwendungen für den Güterverkehr» des Eisenbahnsystems in der Europäischen Union und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 62/2006 der Kommission, ABl. L 356 vom 12.12.2014, S. 438, zuletzt geändert durch Durchführungsverordnung (EU) 2019/778 vom 16.5.2019, ABl. L 139 I vom 27.5.2019, S. 356.

AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUR EISENBAHNVERORDNUNG	
NACHFÜHRUNG	Blatt Nr.: 1
	Ausgabe: 01.07.2024

1 Die Ausführungsbestimmungen sind den einzelnen Vorschriften der Eisenbahnverordnung im Loseblattsystem zugeordnet. Es ist Aufgabe der Benützer und Benützerinnen, sich periodisch über den Stand der Ausführungsbestimmungen zu vergewissern.

2 Die Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung werden vom Bundesamt für Bauten und Logistik (BBL) verwaltet. Sie sind dort zu bestellen.

Vertrieb:
BBL, Vertrieb Publikationen, CH-3003 Bern
(Telefon 058 465 50 50 oder per Internet www.bbl.admin.ch/bundespublikationen)

ÄNDERUNGSVERZEICHNIS

Das Änderungsverzeichnis ist auf der Homepage des BAV (www.bav.admin.ch) aufgeschaltet.

ANHÄNGE UND KOMMENTARE

Zu einzelnen Ausführungsbestimmungen werden detailliertere Regelungen und Erläuterungen als Anhänge zu den AB-EBV veröffentlicht:

Anhänge			
Nr.	**TITEL**	**Neuausgabe**	**Revisionen**
1	Bauten an, über und unter der Bahn, AB-EBV Art. 27	Januar 1994	01.07.12 / 01.07.14 / 01.11.20
2	aufgehoben		01.07.12 / 01.07.14 / 01.07.16 / 01.11.20
3	Konkretisierung von Verweisen in den AB-EBV	Juli 2010	01.07.12 / 01.07.14 / 01.07.16 / 01.11.20 / 01.07.24
4	Begriffe	Juli 2012	01.07.14 / 01.07.16 / 01.11.20 / 01.07.24
5	Sicherheitsnachweis für Fahrzeuge	Juli 2012	01.07.12 / 01.07.16 / 01.07.24
6	Technische Spezifikationen Interoperabilität	Juli 2024	

Zur Eisenbahnverordnung als Ganzes, zu einzelnen in der Eisenbahnverordnung geregelten Problembereichen sowie zu einzelnen Ausführungsbestimmungen sind Kommentare verfasst worden. Diese Kommentare geben zusätzliche Informationen und Erläuterungen.

Kommentare sind in der Regel als historische Dokumente zu betrachten, die wichtige Hintergrundinformationen zu einer bestimmten, datierten Revision enthalten. Diese können jedoch für das bessere Verständnis der sich nach wie vor in Kraft befindenden AB-EBV-Bestimmungen aufschlussreich sein.

Die Liste der Kommentare ist auf der Homepage des BAV (www.bav.admin.ch) aufgeschaltet.