

# **Verordnung über die Sicherheitsanforderungen an Pendelbahnen (Pendelbahnverordnung)**

vom 18. Februar 1988 (Stand am 7. Mai 2004)<sup>1</sup>

---

*Das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation*

gestützt auf Artikel 51 der Seilbahnverordnung vom 10. März 1986 (Stand am 31. Oktober 2000)<sup>2</sup>,

*verordnet:*

1. Die Revision der Pendelbahnverordnung tritt am 15. Mai 2004 in Kraft.
2. Der Vollzug obliegt der Aufsichtsbehörde (Bundesamt für Verkehr).

7. Mai 2004

EIDGENÖSSISCHES DEPARTEMENT FÜR  
UMWELT, VERKEHR, ENERGIE UND  
KOMMUNIKATION

Leuenberger

<sup>1</sup> Der Text dieser Verordnung wird nicht in der Sammlung der eidgenössischen Gesetze veröffentlicht; Exemplare sind beim Bundesamt für Bauten und Logistik, Vertrieb Publikationen, CH 3003 Bern, erhältlich.

<sup>2</sup> Text erscheint im Internet unter [www.bav.admin.ch](http://www.bav.admin.ch)  
SR 743.12

# 1 Allgemeine Bestimmungen

## 101 Zweck und Geltungsbereich

Diese Vorschrift enthält, in Ausführung der Seilbahnverordnung, die besonderen Sicherheitsbestimmungen für Bau, Betrieb und Instandhaltung der Pendelbahnen.

## 102 Begriffe

- .1 Pendelbahnen sind Luftseilbahnen, deren Fahrzeuge vom Zugseil auf Tragseilen hin- und herbewegt werden. Die Fahrzeuge müssen geschlossen sein (Kabinen).
- .2 Für diese Verordnung gelten die in Anhang 4 enthaltenen Begriffe.

## 103 Ergänzende Vorschriften

- .1 Zusätzlich zu den Vorschriften dieser Verordnung gelten die ergänzenden Vorschriften nach Artikel 5 der Seilbahnverordnung sowie die anerkannten Regeln der Technik.
- .2 Als solche gelten insbesondere:
  - .2.1 die Niederspannungsinstallationsnorm der Electrosuisse SEV<sup>3</sup>, sinngemäss;
  - .2.2 die Leitsätze für Blitzschutzanlagen der Electrosuisse SEV<sup>3</sup>;
  - .2.3 die Norm SIA 160 Einwirkungen auf Tragwerke<sup>4</sup>;
  - .2.4 die Norm SIA 161 Stahlbauten<sup>4</sup>;
  - .2.5 die Norm SIA 161/1 Stahlbauten – Qualitätsmanagement, Betriebsausweise, Prüfungen, Werkstoffe<sup>4</sup>;
  - .2.6 die Norm SIA 162 Betonbauten<sup>4</sup>;
  - .2.7 die Norm SIA 162/1 Betonbauten – Materialprüfung<sup>4</sup>;
  - .2.8 die Norm SIA 164 Holzbau<sup>4</sup>;
  - .2.9 die Empfehlung SIA 183 Brandschutz im Hochbau<sup>4</sup>;
  - .2.10 die Empfehlung SIA V191 Vorgespannte Boden- und Felsanker<sup>4</sup>;
  - .2.11 die Norm SIA 358 Geländer und Brüstungen<sup>4</sup>;
  - .2.12 die Norm SIA 469 Erhaltung von Bauwerken<sup>4</sup>;
  - .2.13 die Norm SN 214061 Prüfung und Ueberwachung der Schweisser<sup>5</sup>;

<sup>3</sup> Electrosuisse SEV, Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltdorf

<sup>4</sup> Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Postfach, 8039 Zürich  
Auslieferung: Schwabe und Co. AG, Postfach, 4132 Muttenz

<sup>5</sup> Bezugsquelle: Schweizerische Normen-Vereinigung, Bürglistrasse 29, 8400 Winterthur

- .2.14 die Norm DIN 15018 Krane (Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung)<sup>5</sup>;
- .2.15 die Richtlinie VDI 2230 Blatt 1 Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen<sup>5</sup>;
- .2.16 die Norm DIN 3930 Teil 1 Grundlagen für die Tragfähigkeitsberechnung von Gerade- und Schrägzahnstirnrädern<sup>5</sup>;
- .2.17 die Norm DIN 1691 Gusseisen mit Lamellengraphit<sup>5</sup>;
- .2.18 die Norm DIN 1693 Gusseisen mit Kugelgraphit<sup>5</sup>;
- .2.19 das Rechenprogramm 245/II des Instituts für Leichtbau und Seilbahntechnik<sup>6</sup>;
- .2.20 die Konstruktionsunterlagen für Klemmköpfe<sup>7</sup>;
- .2.21 die Richtlinien für Abseilgeräte der OITAF<sup>8</sup> (Internationale Organisation für das Seilbahnwesen).

## 104 Abweichungen von Vorschriften

- .1 Soll von Bestimmungen dieser Verordnung abgewichen werden, ist nachzuweisen, dass die Sicherheit im Sinne dieser Verordnung gewährleistet ist.
- .2 Bei Bestimmungen mit dem Hinweis oder Vermerk "ausser in begründeten Fällen", "wenn nötig" usw. entscheidet das Bundesamt für Verkehr (Bundesamt).
- .3 Technische Neuentwicklungen, für welche diese Verordnung keine Bestimmungen enthält, erfordern den Nachweis, dass sie den Sicherheitsanforderungen dieser Verordnung sinngemäss entsprechen.

<sup>6</sup> Zu beziehen beim Institut für Leichtbau und Seilbahntechnik, ETH – Hönggerberg, 8093 Zürich

<sup>7</sup> Bezugsquelle: Schweizerische Technische Fachschule STF, Schlosstalstrasse 139, 8408 Winterthur

<sup>8</sup> Zu beziehen bei Organizzazione Internazionale Trasporti a Fune, Casella postale 8172, Via Suzzara 19, I - 00188 Roma

## **2 Vorlagen und Nachweise**

### **21/22 Vorlagen für die Plangenehmigung**

#### **211 Allgemeines**

- .1 Für die Plangenehmigung sind die Vorlagen nach den Ziffern 213 - 227 einzureichen. Das Bundesamt für Verkehr (Bundesamt) kann zur Beurteilung des Plangenehmigungsgesuches weitere Vorlagen verlangen, welche aber nicht Gegenstand einer Prüfung im Rahmen der Plangenehmigung sind.
- .2 Das Längenprofil, der Situationsplan, die Übersichtspläne, der Anlagenutzungsplan, das Betriebskonzept, der Technische Bericht, der Sicherheitsbericht und die Bauorganisation sind von den zur Vertretung des Seilbahnunternehmens befugten Organen zu unterzeichnen. Das Bundesamt kann die Unterzeichnung weiterer Vorlagen verlangen, insbesondere wenn sich andere Instanzen dazu äussern müssen. Schriftliche Vollmacht für Dritte siehe Artikel 8 Absatz 2 der Seilbahnverordnung.
- .3 Die Vorlagen für die Plangenehmigung sind zusammen mit einem vollständigen Verzeichnis und in folgender Anzahl einzureichen:
  - 3.1 die Vorlagen nach den Ziffern 213, 214, 219, 220, 221, 222 und 226 7-fach;
  - 3.2 die übrigen Vorlagen 5-fach;
  - 3.3 entsprechend den Erfordernissen des durchzuführenden Plangenehmigungsverfahrens kann das Bundesamt abweichende Stückzahlen festlegen.

#### **212 Beschaffenheit der Vorlagen**

- .1 Die Pläne, Schemas, Unterlagen und Berechnungen sind im Format A4 (210 x 297 mm) oder auf dieses Format gefaltet einzureichen. Die Vorlagen müssen datiert sein, die amtliche Bezeichnung der Bahn und den Namen des Autors tragen.
- .2 Die Pläne und Schemas sind zu nummerieren und zu beschriften. Die gegenseitigen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Anlageteilen müssen leicht erkennbar sein.
- .3 Auf allen Situationsplänen und Gebäudegrundrissen ist die Nord-Süd-Richtung einzutragen.
- .4 Berechnungen sind ausführlich und übersichtlich darzustellen. Lastannahmen, Berechnungsmodelle und Nachweise müssen aussagekräftig und leicht überprüfbar sein.

## 213 Situationsplan

Einzureichen sind Situationspläne in aussagefähigem Massstab, enthaltend:

- .1 die Standorte mit den Koordinaten der Stationen und die Bahnachse;
- .2 die horizontalen Abstände bei Annäherung an andere Transportanlagen, Strassen sowie Hindernisse (Gebäude, Felsen usw.);
- .3 die zur Beurteilung von Annäherungen, Parallelführungen oder Kreuzungen mit elektrischen Leitungen nötigen Angaben gemäss dem 3. Abschnitt der Verordnung über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV) vom 30. März 1994<sup>9</sup>.

## 214 Längenprofil

Einzureichen ist das Längenprofil im Massstab 1:1'000, enthaltend:

- .1 den Geländeverlauf in der Bahnachse (gewachsen und gegebenenfalls korrigiert);
- .2 den Geländeverlauf in den Seilebenen bei Querneigungen über 20 Prozent, nötigenfalls mit Querprofilen;
- .3 den horizontalen Abstand vom Nullpunkt und die Höhe über Meer der Stützenfundamente sowie der Sehnenschnittpunkte der Seilauflagen in den Stationen und auf den Stützen;
- .4 die Stützhöhen und -neigungen und die Spurweiten;
- .5 die horizontale und die schiefe Länge, den Höhenunterschied und die Sehnenneigung der einzelnen Felder;
- .6 die Leer- und Vollseillinien;
- .7 die Linie der Fahrzeugunterkante sowie die tiefste Zugseillage bei Durchhangvergrösserungen im Anfahr- und Bremsfall (Ziff. 351.3, 412.1 und .3) in Bereichen, die bezüglich des Bodenabstandes kritisch sind;
- .8 die vertikalen Abstände bei Kreuzungen mit anderen Transportanlagen, Strassen, elektrischen Leitungen, mechanisch bearbeiteten Skipisten sowie bei Hindernissen (Gebäude, Felsen usw.);
- .9 die Stützen, von der Talstation ausgehend nummeriert;
- .10 die Lage der Zugseil-Zwischenaufhängungen.

<sup>9</sup> SR 734.31

## 215 Seitliche Abstände, Lichtraumprofil

Einzureichen sind die zeichnerischen Nachweise des Lichtraumprofils der längs- und querpandelnden Fahrzeuge:

- .1 bei den Stützen sowie den Stationseinfahrten;
- .2 an den Tragseilauflagern und den Rollenbatterien für Zugseile.

## 216 Seilberechnung

Einzureichen ist die Seilberechnung mit:

- .1 den technischen Daten der Seile (Machart, Flechtformel, Nenndurchmesser der Drähte und Seile, Nennfestigkeit der Drähte, rechnerische Bruchkraft und Mindestbruchkraft, Laufmetermasse, Oberflächenausführung der Drähte, Art der Seele);
- .2 der Angabe der horizontalen und der schiefen Länge, dem Höhenunterschied und der Neigung der einzelnen Felder und der ganzen Bahn;
- .3 den Nachweisen, entsprechend den Bestimmungen der nachfolgenden Kapitel, über:
  - .3.1 die grössten und die kleinsten Seilzüge;
  - .3.2 die Verankerung der Trag- und Zugseile;
  - .3.3 die Spannsysteme und die Spannwege der Seile;
  - .3.4 die Auflagesicherheit der Tragseile auf Stützen;
  - .3.5 die auf die Seilauflagen wirkenden Seil- und Reibkräfte;
  - .3.6 die erforderlichen Reibwerte an der Antriebsscheibe mit Angabe der Fütterung;
  - .3.7 die erforderliche Dauer- und Spitzenleistung der Antriebsmotoren;
  - .3.8 die Schnürspannungen bei mehrrilligen Antriebsscheiben;
  - .3.9 die Seil- und die Umfangskräfte des Zugseils (Seilzüge über der Bahnlänge, Umfangskraftdiagramm);
  - .3.10 die Verzögerung der Bahn bei Bremsung und Auslauf, für alle Lastfälle;
  - .3.11 die Abhebetendenz des Zugseils;
  - .3.12 die Kinetik des Fahrzeuges (Abhebetendenz, Anprall an Tragseile bzw. Tragseilauflager) sowie die Bremskraft und den Verschleiss der Bremsbeläge, bei der Fangbremsung infolge Zugseilriss.

## 217 Mechanische Teile

Soweit die Teile nicht aus den Plänen nach Ziffer 220 ausreichend ersichtlich, sind Übersichtszeichnungen einzureichen für:

- .1 den Hauptantrieb, den Hilfs- oder Notantrieb, gegebenenfalls den Bergungsantrieb;
- .2 die Spannvorrichtungen mit ihren Führungen und Puffern;
- .3 die Fahrzeugführungen in den Stationen;
- .4 die Stützensausrüstung (Tragseilschuhe, Zugseiltragrollen und Fahrzeugführungen, Einrichtungen für die Bergungsbahn);

## 218 Elektrische Anlagen

Einzureichen sind:

- .1 das Konzept der bahntechnischen elektrischen Einrichtungen, mit Angaben über:
  - .1.1 das System des Leistungsteils (Hauptantriebsmotor, Energieabschaltung usw.);
  - .1.2 die Systeme der Sicherheitseinrichtungen und –funktionen (Zusammenstellung);
  - .1.3 die Systeme der Fernüberwachungsanlage;
  - .1.4 die Steuerung des Hilfs- bzw. Notantriebs und gegebenenfalls des Bergungsantriebs;
- .2 soweit nicht in den Plänen nach Ziffer 220 ausreichend dargestellt, Zeichnungen, aus denen ersichtlich sind:
  - .2.1 die Standorte der wichtigsten elektrischen Betriebsmittel (Anlage- und Hauptschalter, elektrische Maschinen, Schaltschränke, Kommandostand usw.);
  - .2.2 die Anordnungen der Nothaltvorrichtungen (Ziff. 625) und der Auslöseeinrichtungen der Sicherheitsbremse (Ziff. 526.3);
- .3 Übersichtsschemas für:
  - .3.1 den allgemeinen Aufbau;
  - .3.2 die Antriebssteuerung;
  - .3.3 die Sicherheitseinrichtungen und –funktionen;
  - .3.4 die Fernüberwachungsanlage;
  - .3.5 weitere Sicherheitseinrichtungen (z.B. Einfahrtüberwachungen);

- .4 Angaben über die elektrischen Sicherheitseinrichtungen, umfassend:
- .4.1 Art und Typenbezeichnung der verwendeten Systeme bzw. Einrichtungen;
- .4.2 gegebenenfalls bereits erfolgter Einsatz bei andern Seilbahnen;
- .5 gegebenenfalls vorhandene Zulassungen: Zertifikate mit Zertifizierungs- bzw. Prüfberichten.

## 219 Fahrzeuge

Einzureichen sind die Zusammenstellungszeichnungen mit den Hauptabmessungen und Gewichtsangabe für:

- .1 das Fahrzeug, die Einzelteile (Fangbremse, Zugseilanschluss, Türen usw.) erkennbar;
- .2 die ausserhalb der Kabine mitzuführenden Transportbehälter, Wasser- oder Öltanks;
- .3 das Bergungsfahrzeug.

## 220 Stationen und Stützen

Einzureichen sind:

- .1 der Nutzungs- und Sicherheitsplan;
- .2 die Übersichtspläne der Stationen (Grundrisse, Schnitte, Fassaden) im Massstab mindestens 1:100; daraus ersichtlich:
  - .2.1 die Bezugspunkte des Längenprofils;
  - .2.2 die Foundationen oder Verankerungen;
  - .2.3 der Kommandoraum bzw. die Überwachungsstelle;
  - .2.4 alle weiteren dem Bahnbetrieb dienenden Räume (Maschinenraum, Traforaum, Werkstatt, Warteraum usw.);
  - .2.5 die Lage aller Seile, ihrer Befestigung oder Verbindung sowie der zugehörigen Scheiben und Sättel;
  - .2.6 die Zu- und Abgänge für die Fahrgäste und die übrigen Verkehrswege;
  - .2.7 das Fahrzeug am Laufwerkpuffer;
  - .2.8 die Anordnung der Instandhaltungspodeste und deren Zugänge;
  - .2.9 die Ruhelage des Bergungsfahrzeuges;
- .3 die Übersichtspläne aller Stützen, daraus ersichtlich:
  - .3.1 die Instandhaltungspodeste und deren Zugänge;



- .3.2 die Fundationen oder Verankerungen;
- .3.3 allfällig erforderliche Verschiebe- oder Schutzeinrichtungen.
- .4 gegebenenfalls Pläne von Aus- und Einstiegstellen auf Stützen, mit den erforderlichen Podesten und Zugängen.

## **221 Anlagenutzungsplan und Betriebskonzept**

Einzureichen ist das Konzept für den Anlagenutzungsplan und das Betriebskonzept mit Angaben über:

- .1 die vorgesehene Lebensdauer;
- .2 die Nutzungszustände und die Art des Betriebes;
- .3 die zugrunde gelegten Lastannahmen;
- .4 alle Umwelteinflüsse.

## **222 Technischer Bericht**

Einzureichen ist der Technische Bericht mit Angaben über:

- .1 die technischen Daten der Anlage und ihrer hauptsächlichen Elemente;
- .2 die Gestaltung, die Anordnung, den Verwendungszweck und die Funktionsweise der hauptsächlichen Systemelemente (namentlich Stationen, Stützen, Spannsysteme, Fahrzeuge, Antrieb und Bremsen);
- .3 die für die Stationsgebäude vorgesehenen Werkstoffe, Installationen und Ausstattungen (Baubeschrieb);
- .4 die bereits vorhandenen Zulassungen von Systemelementen.

## **223 Bergungskonzept**

Einzureichen ist das Bergungskonzept mit Angaben über:

- .1 die vorgesehenen Mittel für die Rückführung der Fahrgäste aus blockierten Fahrzeugen;
- .2 den Zeitbedarf für die Bergung;
- .3 die für die Bergung vorgesehene personelle Organisation.

## 224 Sicherheitsbericht

einzureichen ist der Sicherheitsbericht, enthaltend:

- .1 die Darstellung der Risiken, welche sich aus dem Bau und dem Betrieb der Anlage für die Menschen und die Umwelt ergeben, mit:
  - .1.1 den akzeptierbaren Risiken;
  - .1.2 den Massnahmen, welche zum Schutz gegen nicht akzeptierbare Risiken ergriffen werden;
- .2 Angaben über das Einhalten der Vorschriften, welche für die im Rahmen der Plangenehmigung einzureichenden Unterlagen zu beachten sind, mit:
  - .2.1 den allfälligen Abweichungen davon, samt den entsprechenden Begründungen;
  - .2.2 den Massnahmen, welche ergriffen werden, um auch mit den Abweichungen die Sicherheit im Sinne der Vorschriften zu gewährleisten.

## 225 Bauorganisation

- .1 Einzureichen sind Angaben über die Verantwortlichkeiten bei der Erstellung der Seilbahn, namentlich für:
  - .1.1 die Seilbahnunternehmung;
  - .1.2 die Projektgenieure (für Längenprofil, Seilrechnung);
  - .1.3 die Bauingenieure und die Bauleitung;
  - .1.4 die Ersteller der Mechanischen Ausrüstung und die Montageleitung;
  - .1.5 die Ersteller der Elektrischen Ausrüstung;
- .2 Angaben über die beauftragten Sachverständigen sowie die Prüf- und Konformitätsbewertungsstellen.

## 226 Gutachten oder Berichte

- .1 Einzureichen sind Gutachten oder Berichte über die Umwelteinflüsse und deren Berücksichtigung bei der Planung, namentlich über:
  - .1.1 die Baugrundverhältnisse;
  - .1.2 die Wind- und Schneeverhältnisse;
  - .1.3 die Lawinensituation und die Steinschlaggefahr;
  - .1.4 die Vereisungsgefahr;
  - .1.5 die Brandgefahren.
- .2 Die Gutachten oder Berichte sind durch Fachleute zu erstellen.

**227****Lieferprogramm**

Einzureichen ist das Lieferprogramm für die Nachweise, welche nach Artikel 32 Absatz 3 der Seilbahnverordnung Voraussetzung sind für die Erteilung der Betriebsbewilligung (Ziffern 232 – 240).

## **23/24 Vorlagen für die Betriebsbewilligung**

### **231 Allgemeines**

- .1 Die Vorlagen sind zusammen mit einem vollständigen Verzeichnis und in folgender Anzahl einzureichen:
  - .1.1 die Vorlagen nach den Ziffern 232, 233 und 235 2-fach;
  - .1.2 die übrigen Vorlagen 1-fach.
- .2 Berechnungen sind ausführlich und übersichtlich darzustellen. Lastannahmen, Berechnungsmodelle und Nachweise müssen aussagekräftig und leicht überprüfbar sein.
- .3 In Festigkeitsberechnungen sind die entsprechenden Zeichnungsnummern und die Werkstoffe mit den massgebenden mechanischen Eigenschaften anzugeben. Die massgebenden mechanischen Eigenschaften sind:
  - .3.1 die Zugfestigkeit;
  - .3.2 die Streckgrenze ( $\sigma_{0,2}$  – Grenze);
  - .3.3 die Bruchdehnung;
  - .3.4 gegebenenfalls die Kerbschlagarbeit;
  - .3.5 gegebenenfalls die Ermüdungsfestigkeit.
- .4 In den Werkstattzeichnungen sind die Schweiß- und Prüfverfahren eindeutig zu bezeichnen.
- .5 Die Werkstattzeichnungen und Baupläne sind durch Stücklisten zu ergänzen. Darin sind die Werkstoffe nach den einschlägigen Normen zu bezeichnen.
- .6 Für die Beschaffenheit der Vorlagen ist die Ziffer 212 zu beachten.

### **232 Sicherheitsnachweis**

- .1 Einzureichen ist der Sicherheitsnachweis gemäss Artikel 33 der Seilbahnverordnung.
- .2 Die in Anhang 3 Ziffer 3b der Seilbahnverordnung genannten Nachweise über die vorschriftenkonforme Ausführung umfassen die in den Ziffern 234 – 239 genannten Teile. Das Bundesamt kann weitere Vorlagen verlangen, wenn solche zur Prüfung der Vollständigkeit des Sicherheitsnachweises und des Umfangs der Berichte der Sachverständigen erforderlich sind.

- .3 Bereits früher eingereichte Teile des Sicherheitsnachweises sind aufgrund der weiteren Erkenntnisse bei der Erstellung der Anlage nachzuführen und zu ergänzen.
- .4 Der Sicherheitsnachweis und alle dazugehörigen Unterlagen sind vom Seilbahnunternehmen während der ganzen Lebensdauer der Anlage aufzubewahren.

### **233 Berichte der Sachverständigen**

- .1 Einzureichen sind die Berichte unabhängiger Sachverständiger über die von ihnen durchgeführten Prüfungen nach Anhang 3 Absatz 4 der Seilbahnverordnung. Diese umfassen:
  - .1.1 die Prüfung des Nutzungs- und Sicherheitsplans, die Nachführungen aufgrund der Erkenntnisse bei der Bauausführung sind zu berücksichtigen;
  - .1.2 die Prüfung der Pläne sowie der Tragsicherheits- und Ermüdungsnachweise für diejenigen Bauteile, deren Versagen eine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben zur Folge haben kann. Dazu gehören
    - .1.2.1 für die mechanische Ausrüstung die Teile nach den Ziffern 234.4, 237.2.1 und .2.2;
    - .1.2.2 für die festen Anlagen die Teile nach Ziffern 238 und 239;
  - .1.3 die Prüfung neuer, noch nicht bei bestehenden Anlagen bewährter Sicherheitseinrichtungen. Solche können sein
    - .1.3.1 für die mechanische Ausrüstung neue Systeme gemäss Ziffer 234.3.1;
    - .1.3.2 für die elektrische Ausrüstung neue Systeme gemäss Ziffer 236;
  - .1.4 die zutreffenden Atteste;
  - .1.5 die zutreffenden Schnittstellen;
- .2 Die Konformität der von Sachverständigen geprüften Nachweise mit den eingebauten Teilen ist durch den Hersteller zu bestätigen;
- .3 Die Richtlinie des Bundesamtes vom 1. Februar 2002 über den Beizug von Sachverständigen ist zu beachten;
- .4 Die Prüfung durch Sachverständige ersetzt nicht die Eigenbeurteilung der Vorschriftenkonformität durch den Hersteller.

### **234 Mechanische Teile**

Einzureichen sind:

- .1 Zusammenstellungszeichnungen mit den Hauptabmessungen für:

- .1.1 den Hauptantrieb; den Hilfs- oder Notantrieb, den Bergungsantrieb;
- .1.2 die Bremsen samt ihren Betätigungseinrichtungen;
- .1.3 die Spannvorrichtungen mit ihren Führungen und Puffern;
- .1.4 die Konstruktionen gegen Seilentgleisungen aus Scheiben;
- .1.5 die Fahrzeugführungen in Stationen;
- .1.6 die Bahnsteiggeländer mit Bahnsteigtüren, Verschlüssen und Verriegelungen;
- .1.7 die Stützensausrüstung (Tragseilschuhe, Seilrollen, Seileinweiser, Seilsicherungen, Seilfänger und Fahrzeugführungen, Zugseil-Zwischenaufhängungen);
- 2 Detailzeichnungen mit Stücklisten – soweit für die Prüfung des Sicherheitsnachweises, das Verständnis der Funktion oder die Beurteilung der Instandhaltung notwendig – für:
  - 2.1 die Seilscheiben und –rollen einschliesslich ihrer Wellen und Achsen samt Lagerung;
  - 2.2 die Bremsscheiben, -backen und -gestänge;
  - 2.3 die Seilbefestigungen und –verbindungen;
  - 2.4 die Spannvorrichtungen und Spanngewichtskonstruktionen;
  - 2.5 die Pufferkonstruktionen;
  - 2.6 die Tragseilschuhe und Rollenbatterien;
  - 2.7 die Rollenketten;
- 3 Zeichnungen, nötigenfalls mit Beschreibungen,
  - 3.1 aus denen die Funktion der mechanischen Sicherheitseinrichtungen ersichtlich ist. Dazu gehören Einrichtungen für
    - 3.1.1. die Geschwindigkeitsüberwachung (Ziffer 526.4);
    - 3.1.2 die Seillageüberwachung auf den Stützen (Ziffer 558.8);
  - 3.2 aus denen die Anordnung und die Betätigung der mechanischen Sicherheitseinrichtungen sowie weiterer für die Sicherheit wichtigen Schalter usw. hervorgeht, soweit diese nicht aus den Zeichnungen nach den Ziffern 217 und 220.2 ersichtlich sind;
- 4 Festigkeitsberechnungen, wenn nötig mit den Bemessungsgrundlagen, für:
  - 4.1 die Teile nach Ziffer 234.2;
  - 4.2 die Getriebewelle, bei fliegender Lagerung der Antriebscheibe;
  - 4.3 die Getriebebefestigung, wenn Seilkräfte darauf wirken;

**235            Hydraulische oder pneumatische Einrichtungen**

Einzureichen sind:

- .1            Schemas mit Stücklisten bzw. Legenden für
- .1.1        die Antriebe;
- .1.2        die Bremsen;
- .1.3        die Spanneinrichtungen.

**236            Elektrische Anlagen**

Einzureichen sind:

- .1            Schemas mit Stücklisten bzw. Legenden für:
- .1.1        die Antriebe und Steuerungen sowie die zugehörigen Sicherheitseinrichtungen;
- .1.2        die Fernüberwachungsanlage;
- .1.3        die Fernsteuerung;
- .1.4        die bahninternen Sprechverbindungen;
- .1.5        die Windmessanlage;
- .1.6        zusätzliche Sicherheitseinrichtungen;
- .2            Programmierungsunterlagen für programmierbare Sicherheitseinrichtungen;
- .3            auf Verlangen des Bundesamtes, Detailschemas und Pläne für einzelne elektrische Sicherheitseinrichtungen, Berechnungen, Beschreibungen, Prüfberichte und Nachweise.

**237            Fahrzeuge**

Einzureichen sind:

- .1            Zusammenstellungszeichnungen mit den Hauptabmessungen für:
- .1.1        das gesamte Fahrzeug und das Bergungsfahrzeug;
- .1.2        das Laufwerk;
- .1.3        die Fangbremse mit ihren Auslösevorrichtungen, gegebenenfalls den Bremswagen;
- .1.4        das Gehänge;
- .1.5        die Pendeldämpfung;
- .1.6        die Zugseilbefestigung;
- .1.7        die Kabine (Türen, Fenster, Luken ersichtlich);

- .1.8 die Anordnung und die Betätigung der für die Sicherheit wichtigen elektrischen Schalter;
- .1.9 die Anordnung der Lastmesseinrichtung;
- .2 Detailzeichnungen mit Stücklisten – soweit für die Prüfung der Sicherheitsnachweise, das Verständnis der Funktion oder die Beurteilung der Instandhaltung notwendig – für:
  - .2.1 alle Teile der Zugseilbefestigung;
  - .2.2 die tragenden Teile und Verbindungen des Laufwerks bzw. Bremswagens, des Gehänges und der Kabine;
  - .2.3 die Laufwerkrollen;
  - .2.4 die wesentlichen Teile der Fangbremse samt Auslöseeinrichtungen, Charakteristik von Brems- und Auslösefedern sowie Einrichtungen für die Bremskraftabstufung, -steuerung oder –regelung;
  - .2.5 die Pendeldämpfungseinrichtungen;
  - .2.6 die Türbetätigungen, -verschlüsse und –führungen.
- .3 Nachweise:
  - .3.1 Festigkeitsberechnungen zu den Teilen nach den Ziffern 237.2.1 bis .2.4;
  - .3.2 die erforderliche Bremskraft der Fangbremse;
  - .3.3 die Längspendelfreiheit und die mögliche Anprallenergie;
  - .3.4 das Nicht-Abheben des Laufwerks bzw. Bremswagens;
  - .3.5 die seitliche Auspendelung des leeren Fahrzeugs bei einem Staudruck von  $250 \text{ N/m}^2$ ;
  - .3.6 die gewogene Masse der einzelnen Fahrzeugteile (Laufwerk, Bremswagen, Gehänge und Kabine), vollständig ausgerüstet;
  - .3.7 für die Fangbremse der Backendruck in Funktion der Backenabnutzung, die innere Reibung und die Schliesszeit.

## 238 Stationen

Einzureichen sind:

- .1 Übersichtspläne mit Angabe
  - .1.1 der Seil- und Windkräfte in und ausser Betrieb sowie der Nutzlasten,
  - .1.2 der Kräfte, die beim Abspannen von Seilen oder Ausbau von Anlageteilen an den Befestigungsstellen auftreten,
- .2 die Ausführungspläne aller tragenden Teile (Fundamente, Verankerungen, Decken und Wände, Dächer, Stahlkonstruktionen usw.) mit den zugehörigen Materiallisten;



- .3 die Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit für die Tragelemente.

## **239 Stützen und –fundamente**

Einzureichen sind:

- .1 die Ausführungspläne aller tragenden Teile mit den zugehörigen Materiallisten, auch für Typenstützen;
- .2 die Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit für die Tragelemente.

## **240 Atteste**

Einzureichen sind Atteste über:

- .1 die mechanischen Eigenschaften der Seile nach der Verordnung vom 13. Dezember 1993 über die Sicherheitsanforderungen an Seile von Seilbahnen;
- .2 die mechanischen Eigenschaften (Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung sowie gegebenenfalls Kerbschlagarbeit):
  - .2.1 der Wellen und Achsen von Seilscheiben;
  - .2.2 der tragenden Teile der Fahrzeuge;
  - .2.3 der Seilhülsen;
  - .2.4 der Bremszangen von Fangbremsen;
- .3 die äussere und innere Rissfreiheit (mit Angabe der Prüfmethode):
  - .3.1 der fertigen Wellen und Achsen von Seilscheiben;
  - .3.2 der fertigen Haupttragrohre von Gehängen;
  - .3.3 der tragenden Schweissnähte an Fahrzeugen (nur äussere Rissfreiheit);
  - .3.4 der Seilhülsen;
  - .3.5 der Bremszangen von Fangbremsen;
  - .3.6 der gegossenen, tragenden Teile von Fahrzeugen;
- .4 diejenigen Bauteile von festen Anlagen, deren Versagen eine unmittelbare Gefahr für Leib und Leben zur Folge haben kann;
- .5 die Probelastung der Fahrzeuge (Ziff. 702.9 - .14), soweit solche Nachweise nicht bereits für gleichwertige Konstruktionen vorliegen.

### **3 Allgemeine Bauvorschriften**

#### **31 Linienführung**

##### **311 Bahnachse und horizontale Seilablenkung**

- .1 Die Bahnachse muss, ausser in begründeten Fällen, gerade sein.
- .2 Die horizontale Ablenkung von Seilen ist bei Spurveränderungen zulässig, wenn
  - 2.1 die dadurch bewirkte, horizontale Seilkraft 10 Prozent der Auflagekraft des Tragseiles in keinem Belastungsfall übersteigt;
  - 2.2 die sichere Ablage des Zugseiles gewährleistet ist.

##### **312 Führen über Wald**

Bei Bahnen, die über Wald führen, sind die Bestimmungen nach Ziffer 361 zu beachten.

##### **313 Führen über Gebäude und Menschenansammlungen**

- .1 Ausnahmsweise dürfen vereinzelte, feuerfest gedeckte Gebäude überfahren werden.
- .2 Werden Gebiete überfahren, auf denen Menschenansammlungen möglich sind, so sind wenn nötig besondere Massnahmen gegen Seilentgleisungen oder zum Auffangen von entgleisten Seilen zu treffen. Skipisten sind davon ausgenommen.

##### **314 (Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)**

##### **315 Spannfeldlängen**

Die Spannfeldlängen sind nach Möglichkeit so zu wählen, dass diese das dynamische Verhalten des Zugseiles nicht ungünstig beeinflussen.

##### **316 Gefällsbrüche**

Bei grossen Gefällsbrüchen sind in der Regel zwei oder mehr Stützen vorzusehen.

## **32 Abstände und Lichtraumprofil**

### **321 Seitliche Abstände**

- .1 Der Abstand der um 0,2 rad (20 Prozent) querpendelnden Fahrzeuge von bahnfremden festen Gegenständen (Gebäude, Felsen, einzelne Bäume usw.) muss mindestens 1,5 m betragen; dabei ist die seitliche Auslenkung der Seile bei Seitenwind (Ziff. 414) zu berücksichtigen.
- .2 In Waldschneisen genügt bei 0,2 rad (20 Prozent) Querpendelung ein Abstand von 1 m.

### **322 Querpendelung**

- .1 Ohne Führungen muss im Bereich der Stützen die Querpendelfreiheit der leeren Fahrzeuge mindestens 0,1 rad (10 Prozent) grösser sein als mit Führungen (Ziff. 322.3).
- .2 Bei extremer Windexposition sind auch bei grösserer Querpendelfreiheit Führungen anzubringen.
- .3 Die Querpendelfreiheit der leeren Fahrzeuge gegenüber Führungen an Stützen muss mindestens betragen:
  - .3.1 0,1 rad (10 Prozent) bei begleiteten Fahrzeugen, mit Fangbremse;
  - .3.2 0,15 rad (15 Prozent) bei unbegleiteten Fahrzeugen, mit Fangbremse;
  - .3.3 0,2 rad (20 Prozent) bei Fahrzeugen ohne Fangbremse.
- .4 Für Führungen ist Ziffer 559 zu beachten.

### **323 Spurweite**

- .1 Die Spurweite muss so gross sein, dass Ziffer 322 eingehalten ist.
- .2 Die Spurweite muss mindestens so gross sein, dass zwischen zwei sich kreuzenden, um 0,2 rad (20 Prozent) gegeneinander querpendelnden Fahrzeugen ein Abstand von 1 m vorhanden ist. Der Zuschlag nach Ziffer 323.5 ist zu berücksichtigen.
- .3 Kreuzen die Fahrzeuge nicht in der Feldmitte, so kann die Spurweite nach Ziffer 323.2 durch lineare Interpolation der Spurerweiterung nach Ziffer 323.5 bestimmt werden. In der Feldmitte ist Ziffer 323.4 einzuhalten. Kreuzen die Fahrzeuge weniger als 150 m von einer Stütze entfernt, so ist keine Spurerweiterung nötig.

- .4 In Feldern, in denen keine Kreuzung der Fahrzeuge stattfindet oder bei einspurigen Bahnen, ist in der Feldmitte zwischen dem um 0,2 rad (20 Prozent) ausgependelten Fahrzeug und dem gegenüberliegenden, lotrecht hängenden Seil ein Abstand von mindestens 2 m einzuhalten. Der Zuschlag nach Ziffer 323.5 ist einzuhalten.
- .5 Bei Seilfedern mit Sehnenlängen grösser als 300 m erhöhen sich die Mindestabstände um den Zuschlag  $\frac{\text{Sehnenlänge} - 300}{500}$ , in m.

## 324 Längspendelung

- .1 Die Längspendelfreiheit der Fahrzeuge muss auf der Strecke mindestens gleich 0,34 rad (35 Prozent) sein.
- .2 Sie muss ferner mindestens so gross sein, dass die Anprallgeschwindigkeit (Fangbremsung bei Zugseilriss, mit dem mittleren Reibwert) bei extremster Längspendelung nicht überschreitet
  - .2.1 3,5 m/s beim Anprall an Tragseilauflager;
  - .2.2 5 m/s beim Anprall an Tragseile.
- .3 An eingedrückten Laufwerkpuffern muss die Längspendelfreiheit mindestens 0,15 rad (15 Prozent) sein.

**33 Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen****331 Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen mit Strassen**

- .1 Bei Annäherungen und Parallelführungen ist zwischen den Fahrzeugen oder den Seilen und den Strassenfahrzeugen ein Mindestabstand von 1,5 m einzuhalten. Dabei ist anzunehmen, dass die Seile mit einer Auslenkung von 0,2 rad (20 Prozent) zur Vertikalen entgleisen oder dass die Seile um 20 Prozent des grössten Durchhangs seitlich ausgelenkt werden; massgebend ist der grösste Trag- bzw. Zugseildurchhang bei gleichförmiger Bewegung.
- .2 Bei Kreuzungen sind die Vorschriften der Bundesgesetzgebung über den Strassenverkehr betreffend die Höhe der Strassenfahrzeuge einzuhalten. Dabei gilt:
  - .2.1 Beim grössten dynamischen Durchhang des Trag- oder Zugseiles (Ziff. 351.2 oder .3) ist von Strassenfahrzeugen ein Abstand von mindestens 1,5 m einzuhalten.
  - .2.2 Je nach Bedeutung der Strasse sind wenn nötig zusätzliche Massnahmen gegen Seilentgleisungen oder zusätzliche Einrichtungen zum Auffangen von entgleisten Seilen vorzusehen.

**332 Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen mit elektrischen Leitungen**

- .1 Es gilt die Verordnung vom 30. März 1994<sup>10</sup> über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV).
- .2 Angenäherte, parallelgeführte oder kreuzende elektrische Leitungen dürfen die elektrischen Anlagen der Bahn nicht ungünstig beeinflussen.
- .3 Nötigenfalls sind Schutzmassnahmen vorzusehen, damit eine Berührung von elektrischen Leitern bei dynamischen Einwirkungen (Ziff. 351.2 und .3), bei Seilentgleisungen und beim Riss des Zugseils oder des Seiles für die Telefonleitung nicht möglich ist.

<sup>10</sup> SR 734.31

### 333 **Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen mit Seilbahnen und Skiliften**

- .1 Bei Annäherung oder Parallelführung muss jede Bahn gegenüber der anderen die gleichen seitlichen Abstände einhalten wie gegenüber einem bahnfremden festen Gegenstand (Ziff. 321.1). Dabei ist auch das Lichtraumprofil, das die andere Bahn mit ihren Fahrzeugen beansprucht, als fester Gegenstand zu betrachten. Die Breite dieses Lichtraumprofils muss
  - .1.1 bei Seilbahnen mindestens die am lotrecht hängenden Seil um 0,2 rad (20 Prozent) querverpendelnden Fahrzeuge umfassen;
  - .1.2 bei Skiliftanlagen die lotrecht hängenden Förderseile beidseits um mindestens 3 m übersteigen.
- .2 Bei Kreuzungen müssen die Fahrzeuge und Seile der unterfahrenen Bahn beim grössten dynamischen Durchhang (Ziff. 351.2 und .3) mindestens folgende Ueberfahrhöhen aufweisen:
  - .2.1 zu Stützen und ihren Aufbauten (Seilabhebeeinrichtungen): 1,5 m;
  - .2.2 zur Spannfeldsehne beim Förderseil einer Einseil-Umlaufbahn: 1,5 m;
  - .2.3 zur Leerseillinie des um 10 Prozent überspannten Tragseiles: 1,5 m;
  - .2.4 zur Seillinie der mit halber Bruchkraft gespannten Seile für die Telefon- und die Schalterleitung und des Bergungsseiles: 1,5 m;
  - .2.5 zur Seillinie des gleichförmig bewegten Skiliftseiles: 3 m.
- .3 Skiliftbügel, die beim Loslassen in die Höhe schnellen, dürfen sich nicht an kreuzenden Seilbahnfahrzeugen verhängen können.
- .4 Nötigenfalls sind zusätzliche Massnahmen gegen Seilentgleisungen oder zusätzliche Einrichtungen zum Auffangen von entgleisten Seilen vorzusehen.

## 34 Fahrgeschwindigkeit

### 341 Fahrgeschwindigkeit

- .1 Bei der Festlegung der Fahrgeschwindigkeit sind zu berücksichtigen:
  - .1.1 der sichere und ruhige Lauf der Fahrzeuge;
  - .1.2 die Ausbildung und Leistungsfähigkeit der Antriebsbremsen und der Fangbremse.
- .2 Unter Vorbehalt der Fahr- und Bremsproben sind folgende maximalen Fahrgeschwindigkeiten zulässig:
  - .2.1 bei begleiteten Fahrzeugen
    - .2.1.1 in den Feldern 10 m/s,
    - .2.1.2 bei Stützenüberfahrten 7 m/s,
  - .2.2 bei unbegleiteten Fahrzeugen, mit entsprechender Querpendelfreiheit (Ziff. 322.3.2 und .3.3), in den Feldern und bei Stützenüberfahrten 6 m/s,
  - .2.3 bei ausnahmsweise unbegleiteten Fahrzeugen (Ziff. 924.4) mit der Querpendelfreiheit für begleitete Fahrzeuge (Ziff. 322.3.1)
    - .2.3.1 in den Feldern 6 m/s,
    - .2.3.2 bei Stützenüberfahrten 4 m/s.
- .3 Die Fahrgeschwindigkeit muss über den ganzen Bereich stufenlos einstellbar sein. Dabei gilt:
  - .3.1 sie muss zur Prüfung der Uebergeschwindigkeitsauslösungen der Bremsen um mindestens 20 Prozent überschritten werden können;
  - .3.2 sie darf höchstens 2 m/s betragen, wenn
    - .3.2.1 eine oder mehrere Sicherheitseinrichtungen überbrückt sind,
    - .3.2.2 die Bremskraftregelung oder -steuerung ausgeschaltet ist,
  - .3.3 sie richtet sich nach den im Anhang 1 Kolonne Bemerkungen angegebenen Werten und bei Betrieb mit Ersatzsteuerung nach den funktionsfähigen Sicherheitseinrichtungen (Anhang 1, Teil A).
- .4 Die kleinste überwachte Fahrgeschwindigkeit richtet sich nach der Längspendelfreiheit (Ziff. 324.3) und dem Energieaufnahmevermögen des Laufwerkpuffers (Ziff. 542).
- .5 Die Stützenüberfahrgeschwindigkeit ist mit einer Toleranz von 10 Prozent zu überwachen (Ziff. 665.3) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 5.3), wenn

- .5.1 beim Ueberfahren der Stützen mit der in den Seilfeldern maximalen Fahrgeschwindigkeit eine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann;
- .5.2 die Stützenüberfahrgeschwindigkeit normalerweise kleiner ist als 70 Prozent der maximalen Fahrgeschwindigkeit.
- .6 Wenn die Seilkontrollen von Auge durchgeführt werden, muss mit  $\leq 0,3$  m/s gefahren werden können.
- .7 Mit dem Hilfs- oder Notantrieb ist die Fahrgeschwindigkeit auf höchstens 2 m/s zu begrenzen. Höhere Fahrgeschwindigkeiten sind zulässig, wenn die zutreffenden Sicherheitseinrichtungen nach Anhang 1, Kolonnen Ersatzsteuerung (ES) sowie die Betriebs- und die Sicherheitsbremse funktionsfähig sind.



## 35 Bodenabstände

### 351 Kleinster Abstand vom Boden oder Schnee

- .1 Der Abstand des Zugseiles oder der 0,2 rad (20 Prozent) längs und quer pendelnden Fahrzeuge vom Boden bzw. von der Schneedecke muss beim grössten dynamischen Durchhang mindestens betragen:
- |      |  |       |
|------|--|-------|
| .1.1 | bei nicht begehbaren oder gegen Betreten gesicherten Streckenabschnitten | 1,0 m |
| .1.2 | bei festen Hindernissen  | 1,5 m |
| .1.3 | bei begehbaren Streckenabschnitten                                       | 2,5 m |
| .1.4 | bei Skipisten, die mechanisch bearbeitet werden                          | 3,5 m |
- .2 Der grösste dynamische Durchhang des Zugseiles ist, wenn keine Zwischenaufhängungen vorhanden sind, zu bestimmen für:
- .2.1 die Bremsung nach Ziffer 412.3; das Ueberschwingen des Seiles ist zu berücksichtigen;
- .2.2 das instabile Verhalten des Seiles;
- .2.3 das Anfahren mit  $0,3 \text{ m/s}^2$  bei Last auf (Ziff. 423.1.3);
- .2.4 die Stützenüberfahrt des beladenen Fahrzeugs.
- .3 Für Tragseile ist eine Durchhangsvergrösserung von 10 Prozent des grössten statischen Durchhangs anzunehmen.
- .4 Beim Fahrzeug ist der lotrechte Abstand zur Kabinen- bzw. Transportbehälterunterkante massgebend, auf einer Breite, die die Fahrzeugaussenkante beidseits um 1,5 m übersteigt.
- .5 Die Schneehöhe ist auf Grund der örtlichen Erfahrungen anzunehmen.

### 352 Grösster Bodenabstand

- .1 Der grösste Bodenabstand soll 100 m nicht übersteigen.
- .2 Wenn eine Bergungsbahn vorhanden ist, ist der Bodenabstand nicht beschränkt.

## **36           Bergungseinrichtungen**

### **361           Bergungsbahn**

- .1           Wenn ungünstige Bergungsverhältnisse vorliegen (Ziff. 523.10), ist eine Bergungsbahn erforderlich.
- .2           Mit der Bergungsbahn müssen die Reisenden längs den Seilen geborgen werden können.
- .3           Die Bergungsbahn muss von den Einrichtungen des Hauptantriebes unabhängig sein.
- .4           Die Leistungsfähigkeit der Bergungsbahn hat der Bahnlänge zu entsprechen.
- .5           Für Bergungsgeräte ist Ziffer 932 zu beachten.

## 4 Belastungsannahmen, Seile und Seilberechnung

### 41 Belastungsannahmen

#### 411 Personenmasse

Die Masse einer Person ist mit 80 kg anzunehmen.

#### 412 Beschleunigung und Verzögerung

- .1 Die Anfahrbeschleunigung ist für die Seilberechnung bei Last auf (Ziff. 423.1.2) mit  $a = 0,3 \text{ m/s}^2$  anzunehmen.
- .2 Die mittlere Bremsverzögerung muss bei Last ab (Ziff. 423.1.4) mindestens betragen:
  - .2.1  $0,5 \text{ m/s}^2$  bei Bremskraftregelung;
  - .2.2  $0,6 \text{ m/s}^2$  ohne Bremskraftregelung.
- .3 Beim ungünstigsten Zusammenwirken der Belastung der Bahn (leere Bahn oder Last auf) mit der grössten Bremskraft der Betriebsbremse (Restdruck Null oder Ausfall der Bremskraftsteuerung) darf das Zugseil nicht von den Stützenauflagen abgehoben werden (Ziff. 443.1.3).
- .4 Die vom elektrischen Halt bewirkte Verzögerung darf höchstens  $1 \text{ m/s}^2$  betragen.

#### 413 Reibwerte und -widerstände

- .1 Für den Nachweis der Kraftübertragung an der Antriebscheibe (Ziff. 423) sind folgende Reibwerte zulässig:

	statisch <sup>11</sup>	dynamisch <sup>12</sup>
.1.1 für Stahl- oder Gusseisenrillen	0,07	0,07
.1.2 für Futter aus Gummi, Kunststoffen usw.	0,2	0,22
.1.3 für weiches Aluminiumfutter (Brinellhärte $\leq 500 \text{ N/mm}^2$ )	0,2	0,2

- .2 Für die Seilberechnung sind mindestens folgende Reibwiderstände anzunehmen:

<sup>11</sup> statisch = bei gleichförmiger Bewegung

<sup>12</sup> dynamisch = beim Anfahren (Ziff. 423.1.3) bzw. Bremsen (Ziff. 423.1.5) sowie beim Eindringen der Laufwerkpuffer (Ziff. 423.1.6)

- 2.1 gefütterte Seilrollen: 3 Prozent, ungefüttete Seilrollen: 1 Prozent des Rollendruckes;
  - 2.2 gefütterte Laufwerkrollen: 2 Prozent des Rollendruckes;
  - 2.3 Seilscheiben mit Wälzlager: 0,3 Prozent, Seilscheiben mit Gleitlagern: 1 Prozent der Lagerkraft;
  - 2.4 Spannwagen: 1 Prozent der Normalkräfte auf die Führungen;
  - 2.5 Tragseilschuhe: 10 Prozent der Seilauflagekraft;
  - 2.6 Tragseilrollenkettens mit Wälzlager: 0,5 Prozent, mit Gleitlagern: 1 Prozent der Seilauflagekraft.
- 3 Für die Stützenberechnung sind mindestens folgende Reibwiderstände anzunehmen:  
Tragseile: 15 Prozent der Seilauflagekraft, sowohl auf beiden Fahrbahnen gleich gerichtet als auch entgegengesetzt gerichtet.
- 4 Für Klemmen und Klemmplatten aus Stahl ist ein Reibwert von 0,16 anzunehmen.
- 5 Für Trommelbefestigungen sind folgende Reibwerte anzunehmen:  
Auflage auf Holz oder Kunststoff: 0,11,  
Auflage auf Blech: 0,08.

## 414 Wind

- .1 Für die Beanspruchung infolge Wind gilt bei
  - .1.1 Bahn in Betrieb: der Betriebsgrenzwind mit dem Staudruck von  $q_{red} = 0,25 \text{ kN/m}^2$ ;
  - .1.2 Bahn ausser Betrieb:
    - .1.2.1 für Seile und Fahrzeuge der Staudruck  $q = 1,0 \text{ kN/m}^2$ ;
    - .1.2.2 für die festen Anlagen, Stützenausüstung usw. der Maximalwind sowie der Höhenbeiwert nach Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160).
- .2 Für Lagen mit aussergewöhnlichen Windverhältnissen (z.B. Gipfel- oder Kammlagen im Gebirge, Hanglagen und Lagen in Mulden oder auf Sätteln) sowie für Bahnen, die bei höheren Windstärken betrieben werden sollen, ist der Kennwert des Staudruckes im Einvernehmen mit dem Bundesamt festzulegen. Angaben über maximale Windstärken bei den Messstationen können beim Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie<sup>13</sup> eingeholt werden.

<sup>13</sup> Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie  
Prozess Klimatologie  
Krähenbühlstrasse 58  
8044 Zürich

- .3 Für Spannfelder über 400 m Länge kann zur Berechnung der Windkräfte eine reduzierte Länge  
 $l_{\text{red}} = 240 + 0,4 \cdot l$  eingesetzt werden.  
 $l$  = effektive Sehnslänge [m]
- .3.1 In besonders windexponierten Lagen ist mit der ganzen Sehnslänge zu rechnen.
- .4 Wenn nicht andere Werte aus Windkanalversuchen vorliegen, sind für die Berechnung der Windkräfte folgende Beiwerte  $C_1$  anzunehmen:
- .4.1 Litzenseile  $C_1 = 1,3$   
 verschlossene Seile  $C_1 = 1,2$
- .4.2 Laufwerke und Gehänge  $C_1 = 1,6$
- .4.3 Kabinen rechteckig  $C_1 = 1,3$   
 mit abgerundeten Ecken  $C_1 = 1,3 - \frac{2r}{l}$   
 $l$  = Kabinenlänge [m],  $r$  = Radius der Abrundung [m]
- .4.4 Rollenbatterien  $C_1 = 1,6$
- .4.5 Für aufgelöste Konstruktionen gilt die Tabelle für ebene Fachwerke nach Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160);
- .5 Für weitere Beiwerte ist Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160) zu beachten.

## 415 Dynamische Einwirkungen

- .1 Um den Stosswirkungen des Betriebes Rechnung zu tragen, ist für die Bemessung der Stützen die Masse eines beladenen Fahrzeuges mit dem dynamischen Beiwert  $\Phi = 1,2$  zu multiplizieren.

## 416 Schnee

- .1 Für Höhen unter 2'000 m ü.M. ist der Kennwert der Schneelast  $s$  pro Quadratmeter überdeckter Grundrissfläche nach folgender Formel zu bestimmen:

$$s = \left[ 1 + \left( \frac{h_0}{350} \right)^2 \right] \cdot 0,4 [\text{kN/m}^2] \geq 0,9 [\text{kN/m}^2]$$

$h_0$  = Bezugshöhe in [m] nach Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160)

- .2 Wo besondere Umstände vorliegen - Standorte, die höher als 2'000 m ü.M. oder in Gegenden liegen, die als besonders schneereich oder schneearm gelten - sind die Schneelasten im Einvernehmen mit dem Bundesamt festzulegen.

- .3 Angaben über die Einwirkungen von Lawinen und Kriechschnee können beim Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung<sup>14</sup> eingeholt werden.
- .4 Für Fahrzeuge mit Stationierung im Freien ist eine Schneehöhe auf dem Fahrzeugdach von 0,5 m mit einer Raumlast von 4 kN/m<sup>3</sup> anzunehmen.
- .5 Für schmale Podeste ist eine Schneehöhe gleich der Podestbreite mit einer Raumlast von 4 kN/m<sup>3</sup> anzunehmen.

## 417 Eisbehang

- .1 Die Vereisung von Seilen und Stützen muss gegebenenfalls berücksichtigt werden. Annahmen über den Eisbehang sowie gleichzeitig wirkende Windkräfte sind im Einvernehmen mit dem Bundesamt und dem Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung<sup>14</sup> zu treffen.
- .2 Für Seile, bei welchen Eisbehang nicht rechtzeitig durch Bewegungen oder Befahren entfernt werden kann (z.B. Seile für Telefonleitungen oder Luftpfeiler, Ziff. 47), gelten folgende Bestimmungen:
  - .2.1 Die Sicherheit dieser Seile gegen Bruch muss mindestens 2 betragen, berechnet mit den Werten:
 

Stärke des Eismantels	25 mm
Raumlast Eis	6 kN/m <sup>3</sup>
Staudruck des Querwindes	1 kN/m <sup>2</sup>
Beiwert C <sub>1</sub>	1,3
  - .2.2 Diese Seile dürfen weder die übrigen Bahnseile (jene beim grössten Seilzug, ohne Wind- und Eislast) noch die Fahrzeuge berühren können.

## 418 Aussergewöhnliche Einwirkungen

- .1 Aussergewöhnliche Einwirkungen sind im Sinne von Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160) und entsprechend den Gefährdungsbildern in den Bemessungswerten der Beanspruchung zu berücksichtigen.
- .2 Als Kennwerte von aussergewöhnlichen Einwirkungen für Beanspruchungen bei Bahn in Betrieb gelten insbesondere:
  - .2.1 die 1,3-fache Bremskraft der Fangbremse (Ziff. 712.4);
  - .2.2 die 1,1-fachen Kräfte infolge Einwirkungen aus Lawinen und Kriechschnee (Ziff. 416.3);

<sup>14</sup> Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung  
7260 Davos Dorf

- .2.3 die 1,1-fache Kraft infolge Bruch einer Telefon- oder Schalterleitung in einem angrenzenden Spannfeld;
- .2.4 die 1,1-fachen Anprallkräfte des Spannweges oder des Spanngewichtes (Ziff. 573).
- .3 Als Kennwerte von aussergewöhnlichen Einwirkungen für Beanspruchungen bei Bahn ausser Betrieb gelten insbesondere:
  - .3.1 die 1,1-fachen Kräfte infolge Einwirkungen im Bauzustand;
  - .3.2 die 1,1-fachen Kräfte infolge des Seilabhebevorganges (Ziff. 560), resp. der vollständigen Entlastung einer Stützenseite bei voller Seilauflast der andern Seite;
  - .3.3 die 1,1-fachen Kräfte beim Herabfallen von elektrischen Leitungen (für die Bemessung von Schutzkonstruktionen).
- .4 Die zu berücksichtigenden aussergewöhnlichen Einwirkungen sind in der Regel im Einvernehmen mit dem Bundesamt und allenfalls Beteiligten festzulegen.

## 419

### **Baugrund**

Bei der Festlegung der Einwirkungen aus dem Baugrund sind die Streuung der Bodenkennwerte, die Aussagfähigkeit der getätigten Felduntersuchungen, die Umgebungsgefährdung und das Berechnungsmodell zu berücksichtigen.

## 42 Seile und Seilberechnung, Allgemeines

### 421 Zugsicherheit und zulässige Querschnittsverminderung

- .1 Die Zugsicherheit neuer Seile, d.h. das Verhältnis der wirklichen Bruchkraft zum grössten Seilzug (bei gleichförmiger Bewegung) muss den in der folgenden Tabelle genannten Werten entsprechen.
- .2 Die Querschnittsverminderung infolge von Drahtbrüchen sowie Abnutzung oder Verrostung darf auf der massgebenden Länge höchstens die in der folgenden Tabelle genannten Werte erreichen:

Seilart	Zugsicherheit	zulässige Querschnittsverminderung [%]	massgebende Länge (Anzahl Seil $\phi$ )
Zugseil, gleichförmig bewegt	4,5	20	40
Tragseil	3,25	10	180
Tragseil mit Bremskraft der Fangbremse <sup>15</sup>	2,75		
Spannseil	5,5	10	40 <sup>16</sup>
Spannseil, mit Schlaufen oder Anpressköpfen	6,5	10	40 <sup>16</sup>
Bergungsseil, endlos ausser Betrieb	3,0	10	40
in Betrieb	3,25		
Bergungsseil, endlich	5,0	10	40
Seile für die Telefonleitung (s. auch Ziff. 417)	2,75	--	--

- .3 In der Regel ist auf 1/10 der massgebenden Länge höchstens die halbe Querschnittsverminderung zulässig.

<sup>15</sup> beim grössten Reibungskoeffizienten

<sup>16</sup> 30 bei Kreuzschlagseilen



## 422 Durchmesser von Rollen, Scheiben, Rollenketten und Trommeln Radius von Tragseilschuhen

- .1 Der Durchmesser von ungefütterten Rollen, weichgefütterten Scheiben, gefütterten Trommeln und Rollenketten für Zug-, Trag-, Spann- und Bergungsseile muss, in Seilmitte gemessen, mindestens sein:

Seilart	Anzahl Seil $\varnothing$	Anzahl Aus- sendraht $\varnothing$ oder -höhe
Zugseil		
Rollen	12	--
Scheibe, Windentrommel	80	800
Ablenkschuh	160	--
Befestigungstrommel	22	--
Tragseil		
Verankerungstrommel	65	600
Rollenkette u. Spannscheibe	300 <sup>17</sup>	--
Spannseil		
Scheibe mit Seilbewegung	40	800
Scheibe od. Trommel ohne Seilbewegung	20	--
Kauschen	7	--
Bergungsseil, endlos		
Scheibe	60	--
Bergungsseil, endlich		
Scheibe oder Trommel	30	--

- .2 weiche Futter sind solche, die einen Elastizitätsmodul von höchstens 10 kN/mm<sup>2</sup> aufweisen.
- .3 Bei ungefütterten Scheiben und Trommeln sind die Werte nach Ziffer 422.1 um mindestens 25 Prozent zu erhöhen.
- .4 Der Rillenradius von ungefütterten Scheiben und Rollen sowie von Schuhen muss gleich dem 0,51 - 0,54-fachen Seildurchmesser sein.
- .5 Bei weichgefütterten Zugseilrollen ist ein Seilablenkwinkel von höchstens 0,1 rad (10 Prozent) zulässig.

<sup>17</sup> 200, wenn die Tragseile mindestens sechsmal um die Länge des Rollenkettensattels plus je 5 m nachgelassen werden können.

- .6 Bei ungefüterten Zugseilrollen ist ein Seilablenkwinkel von höchstens 0,05 rad (5 Prozent) und eine Auflagekraft von höchstens 2'500 N zulässig.
- .7 Der Krümmungsradius von Trageilschuhen muss mindestens sein:
- |      |  |                                     |
|------|--|-------------------------------------|
| .7.1 | Schuh von Fahrzeugen überfahren        | $300 \cdot d$ und $\frac{v^2}{2}$ m |
| .7.2 | Seil auf Schuh, längs bewegt           | $250 \cdot d$                       |
| .7.3 | Seil auf Schuh, durch Fahrzeug gebogen | $200 \cdot d$                       |
| .7.4 | Seil ruhend                            | $40 \cdot d$ und $400 \cdot \delta$ |
- d = Seildurchmesser  
 $\delta$  = Aussendrahthöhe  
v = Fahrgeschwindigkeit [m/s]
- .8 Die Trageile sollen in den Stationen so geführt werden, dass in den Seilquerschnitten die Richtung der Biegewechselbeanspruchung nicht ändert.

## 423 Kraftübertragung an der Antriebscheibe

- .1 Die grössten Seilzüge ( $T_1$  = grosser Seilzug,  $T_2$  = kleiner Seilzug) und grössten Umfangskräfte ( $U = T_1 - T_2$ ) sind für folgende Belastungsfälle (mit Fahrzeugen in ungünstigster Stellung) nachzuweisen:
- .1.1 beidseits leere bzw. beidseits beladene Fahrzeuge (grösste Kräfte massgebend), bei gleichförmiger Bewegung;
- .1.2 Last auf: beladenes Fahrzeug auf, leeres Fahrzeug ab, bei gleichförmiger Bewegung;
- .1.3 Last auf beim Anfahren mit  $a = 0,3 \text{ m/s}^2$ ;
- .1.4 Last ab: beladenes Fahrzeug ab, leeres Fahrzeug auf, bei gleichförmiger Bewegung;
- .1.5 Last ab beim Bremsen mit  $a$  nach Ziffer 412.2 oder .4;
- .1.6 ungünstigste Last beim Eindrücken der Laufwerkpuffer und grösstem zulässigem Einzugsweg;
- .2 Bei den Nachweisen nach Ziffer 423.1 sind die Reibwiderstände (Ziff. 413.2), der Kraftbedarf der vom Zugseil angetriebenen Einrichtungen und folgende Massen zu berücksichtigen:
- .2.1 Masse der Zugseile;
- .2.2 Masse der Fahrzeuge;
- .2.3 Masse der Personen oder der Lasten;

- .2.4 Masse der vom Seil angetriebenen, rotierenden Teile mit  $m_{\text{red}} = 2/3$  der effektiven Masse.
- .3 Der erforderliche Reibwert ist mit der Formel  $\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu \cdot \beta}$  nachzuweisen für die Belastungsfälle nach den Ziffern 423.1.2, .1.3, .1.5 und .1.6. Er darf die zulässigen Werte (Ziff. 413.1) nicht übersteigen.  
 $e$  = Grundzahl der natürlichen Logarithmen  
 $\mu$  = Reibwert (Ziff. 413.1)  
 $\beta$  = Seilumschlingung im Bogenmass
- .4 Die Flächenpressung ist nach der Formel  $p = \frac{3 \cdot T_m}{d \cdot D}$  nachzuweisen. Sie darf den vom Hersteller der Fütterung angegebenen Wert nicht übersteigen.  
 $T_m = \frac{T_1 + T_2}{2}$  ;  
 $d$  = Seildurchmesser,  
 $D$  = Scheibendurchmesser.

#### 424 Mehrere parallele Seile

- .1 Bei Verwendung von zwei oder mehr parallelen Seilen ist dafür zu sorgen, dass alle Seile mit gleicher Funktion möglichst den gleichen Zug erhalten.
- .2 Zugseile sind so anzutreiben, dass der Zug möglichst gleich ist; sie sind durch getrennte Gewichte zu spannen.
- .3 Tragseile können durch gemeinsame Gewichte gespannt werden.

43

**(Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)**

## **44 Zugseile**

### **441 Berechnung der Seilzüge, -auflagekräfte und -durchhänge**

Für Zugseile sind nachzuweisen:

- .1 die Seilzüge auf Stützen und in Stationen bei gleichförmiger Bewegung für die Belastungsfälle nach den Ziffern 423.1.1, 1.2 und .1.4 auf der ganzen Länge der Bahn.
- .2 folgende Auflagekräfte, bei gleichförmiger Bewegung:
  - .2.1 die grösste Auflagekraft auf dem Laufwerk;
  - .2.2 die grösste und kleinste Auflagekraft auf den Rollen von Stützen bzw. Zwischenaufhängungen.
- .3 die grössten Durchhänge des Seils, wenn keine Zwischenaufhängungen vorhanden sind, in Feldmitte sowie bei Hindernissen, Kreuzungen usw. bei kleinstem Seilzug und
  - .3.1 gleichförmige Bewegung (statisch);
  - .3.2 Anfahren oder Bremsen (Ziff. 412.1 und .3) (dynamisch).

### **442 Kleinster Seilzug**

Der kleinste Seilzug muss so gross sein, dass die Schlaffseilauslösung der Fangbremse (Ziff. 712.6) beim Wirken einer Antriebsbremse im Bereich der Stationseinfahrt nicht anspricht.

### **443 Kleinste Auflagekraft**

- .1 Die Auflagekraft des Zugseils darf nicht negativ werden,
  - .1.1 wenn der grösste bei gleichförmiger Bewegung vorhandene Seilzug um 40 Prozent erhöht wird;
  - .1.2 bei Verdoppelung des durch die Stützenüberfahrt des beladenen Fahrzeugs verursachten Seilzugunterschiedes, wenn nicht ein kleinerer Seilzugunterschied rechnerisch nachgewiesen wird.
  - .1.3 bei Stützenauflagen, wenn die Bahn dynamischen Einflüssen unterworfen ist (Ziff. 412.3).

**444 Abheben von Laufwerken**

- .1 Die Laufwerke (leerer) Fahrzeuge dürfen nicht vom Tragseil abgehoben werden,
  - .1.1 wenn der grösste, bei gleichförmiger Bewegung vorhandene Zugseilzug um 40 Prozent erhöht wird;
  - .1.2 wenn die Bahn dynamischen Einflüssen (Ziff. 412.3) unterworfen ist;
  - .1.3 bei Zugseilriss oben oder Wirken der Fangbremse auf Stützen oder in Stützennähe, wenn nicht nachgewiesen wird, dass die Fangbremse trotzdem zum Wirken kommen kann;
  - .1.4 durch die Wirkung des Schwingungsdämpfers (Ziff. 706.5).
- .2 Bei zwei oder mehr Tragseilen pro Fahrbahn dürfen die Laufwerkrollen auf den Seilschuhen nicht einseitig abheben, wenn Kabine und Gehänge um 0,1 rad (10 Prozent) querpendeln.

**45 Tragseile****451 Berechnung der Seilzüge, -auflagekräfte und -durchhänge**

Für Tragseile sind nachzuweisen:

- .1 die Seilzüge auf Stützen und in Stationen für
  - .1.1 das leere Seil;
  - .1.2 das Seil mit beladenem Fahrzeug;
- .2 die extremen Auflage- und Reibkräfte auf Stützen und in Stationen;
- .3 die grössten Durchhänge in Feldmitte sowie bei Hindernissen, Kreuzungen usw. bei kleinstem Seilzug und grösster Auflagekraft des Zugseiles;
- .4 der kleinste Durchhang für das leere Fahrzeug bei grösstem Seilzug für Spannfelder, die grosse Bodenabstände aufweisen (Ziff. 352);
- .5 die extremen Seilwinkel auf Stützen und in Stationen;
- .6 die nötigen Seilschuhlängen;
- .7 der Endseilzug von Trommelbefestigungen (Ziff. 575.1.2).

**452 Rollenkraft- und Querkraftverhältnis**

- .1 Das Rollenkraftverhältnis, d.h. das Verhältnis der grössten Kraft von gefütterten Laufwerkrollen zum kleinsten Seilzug darf 1/60 nicht überschreiten.
- .2 Die grösste Laufwerkrollenkraft ist nachzuweisen für das beladene Fahrzeug und die grösste Zugseilauflagekraft bei gleichförmiger Bewegung.
- .3 Das Querkraftverhältnis soll etwa 1/8 sein.

**453 Kleinste Auflagekraft**

- .1 Die kleinste Auflagekraft muss mindestens gleich sein der Windkraft, die bei einem Staudruck von 500 N/m<sup>2</sup> auf die halbe Seillänge (Sehnenlänge) der beiden angrenzenden Spannfelder wirkt. Reduzierte Längen (Ziff. 414.3) können berücksichtigt werden. Die Windkraft auf Zugseile ist zu berücksichtigen, wenn Zwischenaufhängungen (Ziff. 564) vorhanden sind; dabei kann die Zugseilauflagekraft ebenfalls berücksichtigt werden.

- .2 Sie darf nicht negativ werden, wenn
- .2.1 der grösste Seilzug um 40 Prozent erhöht wird;
- .2.2 die Fangbremse mit dem grössten Reibwert der Bremsbeläge wirkt;
- .2.3 bei Niederhalteschuhen (nur in Stationen) der kleinste Seilzug um 40 Prozent vermindert wird.
- .3 Mit Berücksichtigung der Fahrzeugfläche muss der für die statische Entgleisung kritische Staudruck mindestens 250 N/m<sup>2</sup> betragen.
- .4 Der kritische Staudruck ist nach folgender Formel nachzuweisen:

$$q = \sqrt{\frac{d}{R}} \cdot \sqrt{1 - \sin(\alpha)} \cdot \frac{\sum T}{\sum (c_n \cdot F)} \quad [\text{N/m}^2]$$

d = Seildurchmesser [m]

R = Schuhradius [m]

$\alpha$  = 90 minus halber Umfassungswinkel des Seilschuhs bei Vollseilauflage [°]

$\sum T$  = kleinster Trageilzug plus kleinster Zugseilzug [N]

$c_n$  = Widerstandskoeffizienten (Ziff. 414.5)

F = vom Wind angeblasene Flächen (des Trag- und des Zugseils sowie des Fahrzeuges) [m<sup>2</sup>]

Als Seillänge ist die halbe, gegebenenfalls reduzierte Spannfeldlänge (Ziff. 414.3) zu berücksichtigen.

- .5 Ziffer 558.8 ist zu beachten.



**46            Bergungsseile****461           Berechnung der Seilzüge, -auflagekräfte und  
-durchhänge**

- .1            Für Bergungsseile sind sinngemäss die Nachweise nach Ziffer 441 zu erbringen.
- .2            Endlose Bergungsseile müssen mindestens 15 mm Durchmesser, endliche Bergungsseile mindestens 10 mm Durchmesser haben.

**47           Andere Seile****471           Seile für die Telefonleitung**

- .1           Seile für die Telefonleitung sind möglichst in der Bahnachse anzuordnen; im übrigen sind sie so hoch zu führen, dass sie in allen Betriebsfällen höher gespannt sind als die übrigen Seile.
- .2           Die Seile für die Telefonleitung sind an den Stützen zu verankern.
- .3           Werden an den Seilen für die Telefonleitung Kabel befestigt, so müssen diese folgende Bedingungen erfüllen:
  - 3.1          Der Durchmesser des Kabels darf nicht grösser sein als der des Seiles.
  - 3.2          Die Masse des Kabels inklusive seiner Befestigungselemente darf höchstens ein Viertel der Masse des tragenden Seiles betragen.
  - 3.3          Zudem ist Ziffer 623.10 zu beachten.

**472           Luftkabel**

- .1           Frei gespannte Luftkabel von einer Station zu der nächsten Stütze sind in der Regel nur für Längen bis zu 40 m zulässig.
- .2           Zudem ist Ziffer 623.10 zu beachten.

## **5 Besondere Bauvorschriften für die mechanischen Teile**

### **51 Allgemeines**

#### **511 Kommandostand**

- .1 In der Antriebstation ist ein Kommandostand vorzusehen. Dieser ist so anzuordnen, dass möglichst gut überblickt werden können:
  - .1.1 die Annäherung einfahrender Fahrzeuge;
  - .1.2 das Ein- und Aussteigen der Reisenden.
- .2 Mit dem Hilfs- oder Notantrieb soll vom Kommandostand aus gefahren werden können.
- .3 Der Kommandoraum muss genügend Platz bieten; er soll gegen Lärm geschützt sein.
- .4 Der Kommandoraum muss heizbar sein.
- .5 Zudem ist Ziffer 642 zu beachten.

#### **512 Hydraulische Einrichtungen**

##### **Allgemeine Bestimmungen**

- .1 Hydraulische Einrichtungen sind so zu bemessen, auszuführen und zu betreiben, dass das sichere Funktionieren der damit gesteuerten, geregelten oder angetriebenen Einrichtungen gewährleistet ist und andere Anlageteile nicht unzulässig beeinflusst werden (z.B. Verschmutzung durch Öl).
- .2 Die Einrichtungen sind durch einstellbare Ueberdruckventile zu schützen. Diesem Ueberdruck müssen die Leitungen und Anschlüsse mit mindestens 3-facher Sicherheit, die übrigen Bauteile mit mindestens 1,5-facher Sicherheit standhalten.
- .3 Hydraulische Systeme müssen auf einfache Art entlüftet werden können.
- .4 Die Stellung von Absperr- und Umschalhahnen ist zu überwachen, wenn eine Gefährdung durch Fehlstellung nicht ausgeschlossen werden kann.
- .5 Die notwendige Kühlung bzw. Heizung der hydraulischen Einrichtungen muss gewährleistet sein.

- .6       Hydraulische Einrichtungen sind so anzuordnen, dass Wasseransammlungen bzw. Eisbildung die Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigen können.
- .7       Der Druckabbau darf durch Einbauten in der Rückflussleitung oder durch ein ungünstiges Verhältnis des Leitungsquerschnittes zur Leitungslänge nicht unzulässig behindert werden. Dabei gilt:
  - .7.1      wenn nötig sind für sicherheitstechnisch wichtige Hydraulikkreise separate Rückflussleitungen vorzusehen;
  - .7.2      die mechanische Uebergeschwindigkeitsauslösung muss eine separate Rückflussleitung haben;
  - .7.3      in Rückflussleitungen sind Filter nur bei ausreichender Bemessung und mit Umgehungsventil zulässig.
- .8       Wenn Druckmessglieder für Regelungen oder Messungen verwendet werden, darf diese Druckmessung durch Oelfluss nicht beeinträchtigt werden (z.B. Anschluss an Zylindern). Für Prüfzwecke sind Anschlüsse für Druckmessglieder entsprechend vorzusehen.
- .9       Leitungen und Wirkungsglieder von Hydraulikkreisen sind in geeigneter Weise zu kennzeichnen.

### **Bremsen**

- .10      Für hydraulisch offen gehaltene Bremsen gilt zudem:
  - .10.1     Die Druckerzeugung (einschliesslich Energiequelle) muss bei Hilfs- bzw. Notantrieb vollständig getrennt von derjenigen bei Hauptantrieb sein. Bei Ausfall dieser Druckerzeugung muss der Einsatz des Haupt- oder des Hilfs- bzw. Notantriebes mit Hilfe einer genügend leistungsfähigen Handpumpe sichergestellt werden können.
  - .10.2     Hydraulikkreise der verschiedenen Bremsen müssen mindestens zwischen der Druckerzeugung und dem Oelbehälter getrennt sein.
  - .10.3     Ein Druckabfall im Hydraulikkreis einer Bremse darf nicht gleichzeitig zu einem unzulässigen Druckabfall im Hydraulikkreis der anderen Bremse führen.
  - .10.4     Beim Einsatz des Hilfs- bzw. Notantriebes dürfen für die Bremsen nicht die gleichen Ventile wie für den Hauptantrieb verwendet werden. Wenn die Ventile verdoppelt sind und wahlweise sowohl für Hauptantrieb als auch für Hilfs- bzw. Notantrieb verwendet werden können, genügt eine ausreichende Ersatzteilhaltung.
  - .10.5     Das System muss durch einen von Hand zu betätigenden Hahn drucklos gemacht werden können.

- .10.6 Das Wirken der Bremsen ist durch Druckabbau im zugehörigen Hydraulikkreis herbeizuführen; gleichzeitig ist die Druckleitung zu sperren oder genügend zu drosseln; ausgenommen sind Bremskraftregelungen. Wenn auf einen hydraulischen Ruhekreis Wirkungsglieder (Ventile) eines Ruhe- und eines Arbeitsstromkreises einwirken müssen (Ziff. 656.3), ist diese Bestimmung auch dann einzuhalten, wenn eines der beiden Wirkungsglieder eine beliebige Fehllage einnimmt.
- .10.7 Beim Bremsen mit Last ab im Bereich der Stationseinfahrt muss der Restdruck eine ausreichende Regulierreserve gewährleisten; bei Last ab in ungünstigster Stellung darf der Restdruck höchstens gleich 30 Prozent des bei anliegenden Bremsbacken vorhandenen Druckes sein.
- .10.8 Der Bremsgegendruck muss pro Bremse durch zwei voneinander getrennte Druckschalter erfasst werden. Beim Hilfs- bzw. Notantrieb genügt pro Bremse ein Druckschalter.
- .10.9 Es muss sichergestellt sein, dass beim Umschalten auf eine andere Antriebsart oder auf Notöffnen (Ziff. 527.1.2) die Bremsen sich nicht automatisch öffnen können. Speicher für das Notöffnen müssen nach dem Umschalten drucklos sein.
- .10.10 Der Druck in Bremszylindern ist gut sichtbar anzuzeigen.

### **Kraftübertragung**

- .11 Für die hydraulische Kraftübertragung des Hilfs- oder Notantriebes gilt zudem:
- .11.1 Bei der massgebenden Belastung (Ziff. 523.2) soll die Bahn zum Stillstand gebracht und in beiden Richtungen ruckfrei angefahren werden können.
- .11.2 Beim Wirken der Bremse (Ziff. 523.4) ist ausser in begründeten Fällen der Druckabbau in der hydraulischen Kraftübertragung automatisch einzuleiten.
- .11.3 Ölkühler sind ausreichend zu bemessen. Zu berücksichtigen sind der Aufstellungsort, die Belastung und die Einsatzdauer (Ziff. 523.2).
- .12 Für pneumatische Einrichtungen gilt Ziffer 512 sinngemäss.

## **513 Verhütung von Arbeitsunfällen**

- .1 Die mechanischen Einrichtungen müssen gut zugänglich sein, so dass Bedienung und Instandhaltung, bei Beachtung der einschlägigen Sicherheitsvorschriften und wenn nötig auch während des Betriebes, gefahrlos möglich sind.

- .2 In den Stationen sind für die Instandhaltung der Laufwerke, Fangbremsen, Seile usw. die nötigen Podeste vorzusehen. Podeste für Laufwerke und Bremswagen sind bei asymmetrischen Gehängen auf der Seite der Bahnachse anzubringen. In der Regel sind auch an den Gehängen demontierbare oder in der Höhe verstellbare Podeste vorzusehen.
- .3 Podeste müssen rutschsicher sein; sie sind mit Geländern und in der Regel mit festen Leitern zu versehen.
- .4 Rotierende Teile sind durch besondere Farben zu kennzeichnen und wenn nötig mit einem Berührungs- oder Schleuderschutz zu versehen.
- .5 Zug- und Bergungsseile sowie Riemen sind mit Berührungsschutz zu versehen, wenn sie im Arbeits- oder Durchgangsbereich des Personals liegen; dies gilt insbesondere für den Auf- und Ablauf der Seile bzw. Riemen bei Scheiben.

## **514 Schweißverbindungen**

Alle tragenden Schweißverbindungen sind von geprüften Schweißern auszuführen. Die Ziffern 103.2.13 und .2.14 sind zu beachten.

## **515 Schraubenverbindungen**

Für die Bemessung von tragenden Schraubenverbindungen ist Ziffer 103.2.15 zu beachten.

## **52 Antriebe und Bremsen**

### **521 Allgemeines**

#### **Antriebe**

- .1 Für den Antrieb müssen zwei voneinander unabhängige Energiequellen und entsprechende Motoren vorhanden sein. Für den Hauptantrieb ist in der Regel ein Elektromotor und für den Hilfs- oder Notantrieb ein Verbrennungsmotor vorzusehen.
- .2 Mit jedem Antrieb muss möglichst ruckfrei angefahren werden können.
- .3 Futter von Antriebscheiben müssen den erforderlichen Reibwert (Ziff. 413.1) mit Sicherheit erbringen. Sie müssen möglichst abriebfest sein und dürfen bei Seilschliff nicht schmelzen.
- .4 Die Antriebseinrichtungen sind witterungsgeschützt, in der Regel in Gebäuden, unterzubringen.
- .5 Die notwendige Kühlung der mechanischen Antriebsteile sowie die Frischluftzufuhr für Verbrennungsmotoren muss gewährleistet sein.
- .6 Die Abgase von Verbrennungsmotoren sind ins Freie abzuleiten.

#### **Bremsen**

- .7 Der Hauptantrieb ist mit zwei voneinander unabhängigen, automatisch wirkenden Bremsen, der Betriebsbremse und der Sicherheitsbremse, auszurüsten.
- .8 Jede Bremse ist für die bei Last ab erforderliche Verzögerung (Ziff. 412.2) zu bemessen.
- .9 Die beiden Bremsen dürfen, ausser in begründeten Fällen, nicht gleichzeitig wirken; dabei sind die Ziffern 655.6 und 656.6 zu beachten.
- .10 Ein Ueberbremsen der Bahn, das die Gefährdung von Personen oder wesentlichen Sachschaden zur Folge haben kann, ist durch konstruktive Massnahmen möglichst zu verhindern.
- .11 Die Anpresskraft der Bremsbacken muss durch Gewichte oder Druckfedern erzeugt werden; deren Wirkung muss von Null bis zum erforderlichen Wert leicht einstellbar sein. Die Kraftübertragung muss mechanisch erfolgen.

- .12 Die Bremsbacken und -flächen sind durch konstruktive Massnahmen möglichst vor Hydrauliköl, Schmiermitteln, Nässe usw. zu schützen.
- .13 Alle Bauteile der Bremsen müssen eine mindestens 3,5-fache Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweisen; aussergewöhnliche dynamische Schliesskräfte (z.B. Fallgewichte) sind zu berücksichtigen.
- .14 Für die Bremsen gilt zudem:
  - .14.1 die Bremswirkung muss in beiden Fahrrichtungen gleich sein;
  - .14.2 der Backendruck muss gleichmässig auf die Bremsbacken verteilt werden;
  - .14.3 die Abnutzung der Bremsbeläge muss, wenn nötig, kompensiert werden können;
  - .14.4 der Reserveweg muss feststellbar sein;
  - .14.5 bei Bremsen ohne automatische Nachstellung ist die Charakteristik von Bremsfedern so zu wählen, dass die Abnutzung von 1 mm pro Bremsbelag eine rechnerische Abnahme der Bremskraft von höchstens 10 Prozent zur Folge hat;
  - .14.6 das Backenspiel muss gleichmässig verteilt werden können;
  - .14.7 die offene bzw. die geschlossene Stellung oder die entsprechenden Drücke bei hydraulisch oder pneumatisch offen gehaltenen Bremsen müssen überwacht werden können;
  - .14.8 sie müssen bei Last ab (Ziff. 423.1.4) möglichst rasch zum Wirken kommen;

## 522 Hauptantrieb

- .1 Der Hauptantrieb, der auch als Doppelantrieb ausgeführt werden kann, ist für Dauerbetrieb mit Last auf (Ziff. 423.1.2) und der grössten zulässigen Fahrgeschwindigkeit, für Anfahren mit Last auf (Ziff. 423.1.3) sowie für das vollständige Einziehen der Fahrzeuge (Ziff. 423.1.6) zu bemessen.
- .2 Flachriemen und offene Ketten sind für den Hauptantrieb nicht zulässig.
- .3 Das Hauptgetriebe muss in einfacher Weise von der Antriebs Scheibe getrennt werden können, wenn die Bahn mit einem Hilfsantrieb ausgerüstet ist.
- .4 Die Sicherheit der Wellen und Achsen gegen Verformen und Ermüden ist nach Ziffer 533 nachzuweisen.



- .5 Die Sicherheit von Wellen usw. gegen die Streckgrenze muss mindestens 1,5 betragen, wenn die volle Bremskraft beider Bremsen nur auf die rotierenden Massen des Antriebes wirkt.
- .6 Bei Windenantrieb muss die Endbefestigung des Zugseils Ziffer 707.3 genügen.

## **523 Hilfs-, Not- und Bergungsantrieb**

### **Allgemeine Bestimmungen**

- .1 Ein Hilfsantrieb ist vorzusehen, wenn
  - .1.1 eine Bahn bewohntes Gebiet allein erschliesst; Ziffer 617.3 ist zu beachten;
  - .1.2 in Richtung Bergstation geborgen werden muss;
  - .1.3 ungünstige Bergungsverhältnisse vorliegen (Ziff. 523.10) und keine Bergungsbahn vorhanden ist.
- .2 Der Hilfs- oder Notantrieb ist mindestens zu bemessen für:
  - .2.1 die grösste Umfangskraft, die bei Bergung in Richtung Talstation mit gleichförmiger Bewegung oder Anfahren auftreten kann;
  - .2.2 Anfahren mit Last auf (Ziff. 423.1.2), falls in Richtung Bergstation geborgen werden muss;
  - .2.3 mehrstündige Betriebsdauer.
- .3 Die vom Hauptantrieb unabhängigen Teile müssen eine mindestens 2,5-fache Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweisen. Das Wirken einer Bremse ist zu berücksichtigen.
- .4 Beim Einsatz des Hilfs- oder Notantriebes muss mindestens eine Bremse, in der Regel die Sicherheitsbremse, funktionsfähig sein, wenn sich die Bahn unter Last und drei Viertel der rechnerischen Reibung von Seilrollen und -scheiben von selbst bewegt. Ziffer 527.1.1 ist zu beachten.
- .5 Mit dem Hilfs- oder Notantrieb müssen die auf der Strecke befindlichen Reisenden innerhalb einer Stunde in die Stationen gebracht werden können. In begründeten Fällen sind längere Zeiten zulässig.
- .6 Verbrennungsmotoren sind mit Berücksichtigung der Einsatzdauer und der Höhe über Meer zu bemessen, für stationäre Aufstellung auszurüsten und in der Regel mit einem batteriegespeisten Anlasser zu versehen.

- .7 Ketten sind zulässig, wenn
- .7.1 sie einfach und schnell montiert werden können;
- .7.2 keine Schmiermittel auf Bremsflächen geschleudert werden können.
- .8 Für den Hilfs- oder Notantrieb gilt zudem:
- .8.1 er muss innert 30 Minuten in Betrieb gesetzt werden können;
- .8.2 folgenschwere Fehler beim Einrichten müssen ausgeschlossen sein;
- .8.3 Fehlbedienung, z.B. falsche Fahrrichtung, darf keine Ueberbeanspruchung der mechanischen Teile oder der Befestigungen zur Folge haben;
- .8.4 hydraulische oder pneumatische Einrichtungen sind
- .8.4.1 von denen des Hauptantriebes möglichst weitgehend zu trennen (Ziff. 512.10.1);
- .8.4.2 möglichst einfach aufzubauen.
- .9 Zudem ist Ziffer 617 zu beachten.

#### **Hilfsantrieb**

- .10 Ungünstige Bergungsverhältnisse liegen vor,
- .10.1 wenn das Gelände für Skifahrer und Fussgänger schlecht befahr- bzw. begehbar ist;
- .10.2 bei ungünstigen klimatischen Bedingungen;
- .10.3 bei einer mittleren Abseilhöhe von mehr als etwa 100 m;
- .10.4 wenn die Bahn längere Strecken über Wald führt.
- .11 Eine Hälfte eines Doppelantriebes kann als Hilfsantrieb verwendet werden, wenn diese
- .11.1 ausreichend bemessen ist (Ziff. 523.2);
- .11.2 auf eine zweite Energiequelle umgeschaltet werden kann;
- .11.3 mechanisch abgetrennt werden kann.

#### **Bergungsantrieb**

- .12 Der Bergungsantrieb ist mit zwei voneinander unabhängigen Bremsen auszurüsten. Eine Bremse muss auf die Antriebscheibe oder -trommel (Ziff. 526.1) wirken. Die Anpresskraft der Bremsbacken muss durch Gewichte oder Druckfedern erzeugt werden.
- .13 Ferner sind die allgemeinen Bestimmungen (Ziff. 523.2 - 9) sinngemäss zu beachten.
- .14 Bei endlosem Bergungsseil ist Ziffer 423.3 zu beachten.

## 524 Getriebe

- .1 Hauptgetriebe sind für die massgebenden Belastungsfälle (Ziff. 423.1 und 522.5) zu bemessen. Ziffer 103.2.16 ist zu beachten.
- .2 Getriebegehäuse und deren Befestigungen sind, sofern sie Seilkräfte zu übernehmen haben, entsprechend zu bemessen.
- .3 Die Schmierung von Getrieben muss auch bei tiefen Temperaturen sowie beim Fahren mit dem Hilfs- oder Notantrieb gewährleistet sein.
- .4 Hilfsgetriebe sind für die massgebenden Belastungsfälle (Ziff. 523.2 und .3) zu bemessen; bei Doppelantrieben gilt dies für jedes Hauptgetriebe sinngemäss.

## 525 Betriebsbremse und elektrischer Halt

- .1 Die Betriebsbremse muss in den in Ziffer 655 bzw. Anhang 1, Teil W genannten Fällen automatisch zum Wirken gebracht werden.
- .2 Die Bremskraft ist verzögerungsabhängig zu regeln (Bremskraftregelung), wenn beim Wirken der Bremse bei Last auf (Ziff. 423.1.2) die Verzögerung  $1,5 \text{ m/s}^2$  übersteigen würde; in begründeten Fällen kann sie auch belastungsabhängig gesteuert werden (Bremskraftsteuerung). Bei Bremskraftsteuerung ist die Abstufung so zu wählen, dass die Bremse in keinem Belastungsfall eine Verzögerung von mehr als  $1,5 \text{ m/s}^2$  bewirkt. (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.8)
- .3 Die Bahn muss durch elektrischen Halt (Ziff. 654) stillgesetzt werden können, wenn beim Stillsetzen mit Last auf (Ziff. 423.1.2) ohne Wirken einer Bremse (Auslauf) die Verzögerung  $2 \text{ m/s}^2$  übersteigt. (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 1.2)
- .4 Elektrischer Halt ist beim Wirken der Fangbremse nicht zulässig.
- .5 Die Bremse ist durch einen elektrischen, hydraulischen oder pneumatischen Ruhekreis offen zu halten.

## 526 Sicherheitsbremse

- .1 Die Sicherheitsbremse muss auf die Antriebscheibe, auf eine andere Seilscheibe mit genügender Umschlingung, auf die Antriebstrommel oder einen mit der Scheibe oder Trommel verbundenen Bremskranz wirken.

- .2 Sie ist durch einen elektrischen, hydraulischen oder pneumatischen Ruhekreis offen zu halten. Wenn sich die Bahn unter Last und drei Viertel der rechnerischen Reibung der Seilrollen und -scheiben nicht von selbst bewegt, kann sie auch mechanisch offen gehalten werden (Anh. 1, Ziff. 1.5).
- .3 Sie muss im Kommandostand von Hand entweder mechanisch oder elektrisch (Ziff. 656.3) zum Wirken gebracht werden können; dabei ist Ziffer 625 zu beachten.
- .4 Sie muss automatisch zum Wirken gebracht werden
  - .4.1 bei 15 - 20 Prozent Uebergeschwindigkeit;
  - .4.2 in den in Anhang 1, Teil W genannten Fällen.
- .5 Die automatische Uebergeschwindigkeitsauslösung muss folgenden Bedingungen genügen:
  - .5.1 der Uebergeschwindigkeitsauslöser muss an einer Scheibe nach Ziffer 526.1 befestigt sein oder von dieser formschlüssig angetrieben werden. Liegende Kettenantriebe sind nicht zulässig;
  - .5.2 sie muss in beiden Fahrrichtungen wirken;
  - .5.3 sie muss unabhängig von elektrischen Einrichtungen sein;
  - .5.4 sie muss mit  $\pm 5$  Prozent Schaltgenauigkeit wirken und leicht einstellbar sein;
  - .5.5 ihr Ansprechen muss leicht ersichtlich sein;
  - .5.6 Hydraulikventile müssen zwangsläufig oder durch das Dreifache der nötigen Kraft betätigt werden; Zugfedern sind nicht zulässig, Ziffer 512.7.3 ist zu beachten;
  - .5.7 die Rückstellung darf nicht automatisch erfolgen;
  - .5.8 sie muss auch bei Selbstbewegung der Bahn (Ziff. 527.1.2) funktionsfähig sein.
- .6 Bei Befestigung an der Scheibe sind zwei gegenüberliegende Uebergeschwindigkeitsauslöser vorzusehen, wenn sich die Bahn unter Last und drei Viertel der rechnerischen Reibung von Seilrollen und -scheiben mit mehr als  $0,3 \text{ m/s}^2$  von selbst beschleunigt.

## 527 Handbetätigung der Bremsen

- .1 Bewegt sich die Bahn unter Last und drei Viertel der rechnerischen Reibung von Seilrollen und -scheiben von selbst (Selbstbewegung), ist die Handbetätigung der Bremsen in folgenden Fällen erforderlich:

- .1.1 Zum Anfahren und Stillsetzen muss beim Einsatz des Hilfs- oder Notantriebes eine Bremse von Hand betätigt werden können, falls keine vom Netz unabhängige, automatische Bremsbetätigung vorhanden ist. Bremse und Antrieb müssen von einem Mann bedient werden können.
- .1.2 Wenn die Selbstbewegung der Bahn für die Bergung dienlich ist, muss eine auf die Antriebscheibe wirkende Bremse unabhängig von elektrischen Einrichtungen das Bewegen der Bahn mit annähernd konstanter Fahrgeschwindigkeit erlauben. Die Bremse muss jederzeit voll zur Wirkung gebracht werden können.

## **53 Seilscheiben, Wellen, Achsen und Lager**

### **531 Seilscheiben und Lagerung**

- .1 Seilscheiben sind aus Stahl, Stahlguss oder Gusseisen (Ziff. 103.2.17 und .18) herzustellen. Geschweisste Scheiben sind spannungsarm zu glühen.
- .2 Der Rillenradius ist dem Seildurchmesser anzupassen.
- .3 Seilscheiben müssen eine mindestens 3,5-fache Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweisen. Dabei sind sinngemäss zu berücksichtigen:
  - .3.1 der grösste Seilzug bei gleichförmiger Bewegung;
  - .3.2 die Flächenpressung des Seiles (Ziff. 423.4);
  - .3.3 die Umfangskraft bei Last auf (Ziff. 423.1.2);
  - .3.4 der Bremsbackendruck;
  - .3.5 Scheiben aus Gusseisen müssen eine mindestens 5-fache Sicherheit gegen die Zugfestigkeit aufweisen;
  - .3.6 bei Berücksichtigung der Schnürspannungen (Ziff. 535.3) genügt eine mind. 2-fache Sicherheit gegen die Streckgrenze, bei Scheiben aus Gusseisen eine mind. 3-fache Sicherheit gegen die Zugfestigkeit.
- .4 Das Bundesamt kann den rechnerischen Ermüdungsnachweis verlangen.
- .5 Einseitige Lagerung von Seilscheiben ist nur zulässig, wenn eine Seilentgleisung über das freie Ende der Welle oder Achse hinaus ausgeschlossen ist.
- .6 Entgleiste Seile dürfen nicht durch scharfkantige Teile aufgehalten werden. Beschädigungen durch Verklemmen zwischen Scheibe und Lager oder durch vorstehende Schrauben müssen ausgeschlossen sein. Ziffer 532 ist zu beachten.

### **532 Massnahmen gegen Seilentgleisungen**

- .1 Der Kranz von Seilscheiben muss so geformt sein, dass er Seilentgleisungen entgegenwirkt; er muss, vom Rillengrund gemessen, mindestens die Höhe des Seildurchmessers haben.
- .2 Entgleisungen von Zugseilen aus Scheiben sind durch weitere konstruktive Massnahmen (z.B. durch kräftige Oesen zwischen Strecke und Scheiben) zu verhindern.

- .3 Scheiben von Zugseilen sind mit nachstellbaren, isolierten Rillenkratzern auszurüsten. Im Freien befindliche Spannseilscheiben sind mit Rillenkratzern auszurüsten.
- .4 Rillenkratzer und Befestigung sind für eine an der Vorderkante angreifende Kraft von 5 kN zu bemessen.

### 533 Wellen und Achsen

- .1 Für Wellen und Achsen ist Material zu verwenden, das auch bei tiefen Temperaturen eine genügende Zähigkeit, charakterisiert durch die Kerbschlagarbeit nach Anhang 3, aufweist.
- .2 Die Sicherheit von Wellen usw. gegen Ermüden muss mindestens folgende Werte erreichen, sofern nicht mit dem Spektrum der Betriebslasten die Zulässigkeit kleinerer Mindestsicherheiten speziell nachgewiesen wird:

Belastungsfall nach	Mindestsicherheit
Ziff. 423.1.1	2
Ziff. 423.1.2	1,3
Ziff. 423.1.3	1,15

Ferner gilt:

- .2.1 Die Unsicherheit der Lasthöhe ist mit dem Faktor 1,1, die Lebenswichtigkeit mit dem Faktor 1,5 zu berücksichtigen. Die Oberflächenbeschaffenheit, Dicke und Form der Bauteile sind ebenfalls zu berücksichtigen.
- .2.2 Bei zweirilligen Antriebsscheiben sind die durch Schnürspannungen verursachten Zusatzbelastungen (Ziff. 535.3) zur Hälfte zu berücksichtigen.
- .3 Wellen und feste Achsen müssen beim grössten Seilzug und grösster Umfangskraft bei gleichförmiger Bewegung mindestens folgende Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweisen:
  - .3.1 ohne Berücksichtigung der Schnürspannungen: 3,5;
  - .3.2 bei Berücksichtigung der Schnürspannungen (Ziff. 535.3): 2

### 534 Lager

- .1 Wälzlager sind nach den Anleitungen und Vorschriften des Lagerherstellers zu berechnen.
- .2 Die rechnerische Lebensdauer muss mindestens betragen:

- 2.1 für den Hauptantrieb, Seilscheiben usw. 25'000 Betriebsstunden bezüglich der Belastungen nach den Ziffern 423.1.1 und .1.2; bei zweirilligen Antriebscheiben und ihren Gegenscheiben sind die Schnürspannungen (Ziff. 535.3) zur Hälfte zu berücksichtigen;
- 2.2 für Zwischenwellen von Getrieben 25'000 Betriebsstunden bezüglich der Belastung nach Ziffer 423.1.2;
- 2.3 für den Hilfs- oder Notantrieb 5'000 Betriebsstunden bezüglich der Belastung nach Ziffer 523.1;
- 2.4 für Seilrollen 5'000 Betriebsstunden für den grössten Rollendruck bei gleichförmiger Bewegung und die Windkraft bei einem Staudruck von 250 N/m<sup>2</sup> auf das Seil, je zur Hälfte auf die erste und die zweite Rolle wirkend.
- 3 Bei der grössten Lagerbelastung ist der vom Lagerhersteller angegebene statische Tragsicherheitsfaktor einzuhalten. Dabei ist zu beachten:
  - 3.1 bei zweirilligen Antriebscheiben und ihren Gegenscheiben sind die Schnürspannungen (Ziff. 335.3) zur Hälfte zu berücksichtigen;
  - 3.2 bei Lagern von Seilrollen ist der grösste Rollendruck ausser Betrieb und die Windkraft bei einem Staudruck von 1 kN/m<sup>2</sup> auf das Seil, je zur Hälfte auf die erste und die zweite Rolle wirkend, zu berücksichtigen.
- 4 Für Gleitlager sind Materialien zu verwenden, die erfahrungsgemäss keinen unzulässigen Verschleiss der Achsen verursachen. Die Flächenpressung ist nachzuweisen.
- 5 Alle der Witterung ausgesetzten Lager müssen, ausser in begründeten Fällen, ohne Ausbau nachgeschmiert werden können. Das Schmiermittel muss angrenzende Hohlräume füllen, damit Wasseransammlungen verhindert werden.

## 535 Zweirillige Scheiben

- 1 Zweirillige Antriebscheiben und ihre Gegenscheiben sind beidseits zu lagern.
- 2 Es sind Einrichtungen vorzusehen, mit denen die Rillentiefen genau kontrolliert und nötigenfalls korrigiert werden können.
- 3 Mögliche Schnürspannungen zwischen den Antrieb- und Umlenkscheiben sind mit einer Erhöhung des Reibwertes (statisch) nach Ziffer 413.1 um 30 Prozent zu berücksichtigen.
- 4 Für die Bemessung gilt Ziffer 531.3.6; für den Nachweis nach Ziffer 531.3 ist die ungünstigste Kombination der Schnürspannungen mit den Seilzügen nach Ziffer 423.1 massgebend.



## **54 Einfahrt der Fahrzeuge in die Stationen**

### **541 Antrieb von Kopierwerken**

- .1 Mechanische Kopierwerke bzw. Signalgeber oder gleichwertige Einrichtungen für elektronische Kopierwerke sind formschlüssig von Umlenk- oder Ablenkscheiben anzutreiben.
- .2 Die Antriebe der Kopierwerke müssen, ausser in begründeten Fällen, von verschiedenen Scheiben aus erfolgen.
- .3 Zudem ist Ziffer 663 zu beachten.

### **542 Laufwerkpuffer**

- .1 An den Enden der Strecke sind Laufwerkpuffer anzubringen.
- .2 Die Puffer müssen den Hangabtrieb der Nutzlast kompensieren können. Dabei gilt:
  - .2.1 Puffer und deren Befestigung sind zu bemessen für:
    - .2.1.1 den Anprall des Laufwerks mit der kleinsten überwachten Fahrgeschwindigkeit;
    - .2.1.2 die Kraft beim grössten zulässigen Einzugsweg.
- .3 Die Puffer sind so auszubilden, dass die Laufwerke nicht aufsteigen können.

**55/56 Stützenausrüstung****551 Seilrollen**

- .1 Gefütterte Seilrollen sind mit Metallflanschen zu versehen.
- .2 Die Rillentiefe von Zugseilrollen soll möglichst gross sein.
- .3 Die Seilauflagekraft ist möglichst gleichmässig auf die Rollen zu verteilen.

**552-556 (Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)****557 Seileinweiser**

- .1 Rollenbatterien für Zugseile sind mit äusseren und inneren Seileinweisern auszurüsten.
- .2 Aeussere Seileinweiser sind, wenn nur ein Tragseil vorhanden ist, bis zum Stützenschaft zu führen und so auszubilden, dass sie dem entgleisten, daran aufwärts gleitenden Zugseil möglichst wenig Widerstand bieten.
- .3 Ein Verhängen des entgleisten Zugseiles an der Stütze oder an den Seileinweisern ist zu verhindern.
- .4 Der Verschleiss der Seileinweiser ist zu berücksichtigen.
- .5 Die Bahn muss nach Anhang 1, Teil W stillgesetzt werden, wenn das entgleiste Seil den unteren Teil der Seileinweiser nach Ziffer 557.2 berührt.

**558 Tragseilauflager und Rollenkettensättel**

- .1 Tragseilauflager müssen gerichtet werden können.
- .2 Sie sind mit seilschonendem Material zu füttern und mit den notwendigen Schmiereinrichtungen zu versehen.
- .3 Die Länge der Seilschuhe muss so gross sein, dass die Seile bei den ungünstigsten Seilzügen und Belastungen auf Rädern nach Ziffer 422.7 aufliegen.
- .4 Auf der die Leerseilauflage überragenden Länge dürfen die Seilschuhe das Tragseil um höchstens 120° umfassen.
- .5 Die Seilschuhe sind so zu formen, dass sie auch mit geschlossener Fangbremse befahren werden können und ein Aufsteigen der Bremsbacken auf den Schuhen verhindert wird.

- .6 Tragseilsicherungen müssen soweit innerhalb der Leerseilauflege liegen, dass sie nicht durch Seilschwingungen beschädigt werden können; sie dürfen weder die Wirkung der Fangbremse noch die Längsbewegung der Seile behindern.
- .7 Die Unterseite der Tragseilaufleger ist so auszuführen, dass sich längspendelnde Fahrzeuge nicht daran verfangen können.
- .8 Wenn der für die statische Entgleisung kritische Staudruck (Ziff. 453.4) mit Berücksichtigung der Fahrzeugfläche kleiner als  $500 \text{ N/m}^2$  ist, sind beidseits jedes Tragseiles und mindestens an jedem Sattelende überwachte Tragseilfangvorrichtungen anzubringen.
- .9 An Rollenkettsätteln sind Schmiereinrichtungen für die Tragseile vorzusehen.

## 559 Fahrzeugführungen

- .1 Fahrzeugführungen müssen die Querpendelung der Fahrzeuge vor dem Hindernis auf das zulässige Mass (Ziff. 322) reduzieren. Sie müssen Fahrzeuge erfassen, die längs um  $0,34 \text{ rad}$  (35 Prozent) und quer pendeln um:
  - .1.1  $0,2 \text{ rad}$  (20 Prozent) bei begleiteten Fahrzeugen mit Fangbremse;
  - .1.2  $0,25 \text{ rad}$  (25 Prozent) bei unbegleiteten Fahrzeugen mit Fangbremse;
  - .1.3  $0,3 \text{ rad}$  (30 Prozent) bei Fahrzeugen ohne Fangbremse.
- .2 Sie sind zu bemessen für die grössten Anprall- und Führungskräfte und sollen energieverzehrend wirken.
- .3 Sie müssen auf die Kabinen wirken (tiefe Führungen).
- .4 Sie sind so anzuordnen, dass die Fahrzeuge weder bei Quer- noch bei Längspendelung sowie bei veränderlicher Höhenlage aufsitzen können.

## 560 Seilabhebeeinrichtungen

- .1 Stützen sind mit festen Abhebeeinrichtungen auszurüsten.
- .2 Für die Bemessung sind zu berücksichtigen:
  - .2.1 die grösste Seilauflegekraft;
  - .2.2 die Anordnung des Hebezeuges;
  - .2.3 der beim Heben entstehende Schrägzug in Seilebene.

**561 (Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)****562 Stützenpodeste**

- .1 Für die Instandhaltung der Tragseilauflager und Zugseilrollen sind an den Stützen Podeste anzubringen.
- .2 Für die Konstruktion sind zu beachten:
  - .2.1 die Podeste sind möglichst rutschsicher (Fett, Eis) zu gestalten und auf der Seite der Bahnachse mit einem festen Geländer zu versehen; wenn nötig sind Treppenstufen einzubauen;
  - .2.2 Schneeanstimmungen sind möglichst zu verhindern;
  - .2.3 die Podeste sind den Arbeiten anzupassen, die von dort aus vorgenommen werden müssen.
- .3 Für die Dimensionierung ist eine Einzellast von 2 kN in ungünstigster Stellung zu berücksichtigen; dabei darf die grösste Durchbiegung  $f$  nicht grösser sein als  $l/200$  ( $l$  = Stützweite oder doppelte Kraglänge). Ferner ist Ziffer 812.1.3.5 zu beachten.

**563 Leitern, Stützennummern**

- .1 Die Stützen sind mit Leitern auszurüsten, die vom Erdboden bis 1 m über den Stützenkopf reichen.
- .2 Bei mehr als 20 m hohen Stützen sind besondere Absturzsicherungen oder in Abständen von höchstens 15 m Zwischenpodeste mit Geländern vorzusehen.
- .3 Die Leitern sind genügend steif auszubilden.
- .4 Das Besteigen durch Unbefugte ist durch Anschläge zu verbieten.
- .5 Der Ueberstieg zu den Podesten (Ziff. 562) muss gesichert sein.
- .6 Die Stützen sind gut sichtbar zu nummerieren (Ziff. 214.9).

**564 Zwischenaufhängungen für Zugseile**

- .1 Zwischenaufhängungen für Zugseile sind nur zulässig, wenn pro Fahrbahn zwei oder mehr Tragseile verwendet werden.
- .2 Die Zwischenaufhängungen für Zugseile müssen mit geschlossener Fangbremse befahren werden können.

## **57 Seilspannvorrichtungen und -befestigungen**

### **571 Spannvorrichtungen**

- .1 Die Seile sind in der Regel durch Gewichte zu spannen.
- .2 Die Reibung der Spannvorrichtungen muss möglichst klein sein.
- .3 Schnelle Bewegungen der Spanngewichte von Zugseilen sind nötigenfalls durch Einrichtungen zu dämpfen, die in Abhängigkeit von der Spanngewichtsgeschwindigkeit wirken.
- .4 Die Spannvorrichtungen sind zum Schutz gegen Witterungseinflüsse in der Regel in Gebäuden unterzubringen, mindestens aber zu decken.
- .5 Der Raum unterhalb von Spanngewichten ist gegen Betreten zu sichern.

### **572 Spannwege**

- .1 Die Spannwege sind mindestens zu bemessen für
  - .1.1 den Einfluss der Durchhangunterschiede während einer Fahrt mit beladenem Fahrzeug;
  - .1.2 die elastische Längenänderung der Seile aus den Seilzugunterschieden bei leeren und beladenen Fahrzeugen; für Zugseile ist ein Elastizitätsmodul von 70 und 100 kN/mm<sup>2</sup> anzunehmen;
  - .1.3 die Längenänderung bei einer Temperaturdifferenz von 60 °C;
  - .1.4 eine bleibende Seilverlängerung von 1 Promille für Zugseile;
  - .1.5 eine bleibende Seilverlängerung von 0,5 Promille für Tragseile;
  - .1.6 den Einfluss des durch die Stützenüberfahrt des beladenen Fahrzeugs verursachten Seilzugunterschiedes.
- .2 Die Spannvorrichtungen dürfen im normalen Betrieb, einschliesslich Anfahren der Bahn, die Endlagen nicht erreichen.
- .3 Die Stellung der Spanngewichte muss an einer Skala festgestellt werden können. Der Nullpunkt muss der tiefsten Lage des Gewichts entsprechen.

## 573 Führungen und Puffer

- .1 Spanngewichte sind so zu führen, dass sie sowohl bei SeilSchwingungen als auch beim Aufprall auf Puffer weder entgleisen oder verklemmen noch verkanten, kippen oder sich verdrehen können.
- .2 Für Zugseilspanngewichte gilt:
  - 2.1 Bei kombinierter Antriebs- und Spannvorrichtung darf die Bewegung des Spanngewichtes durch das Drehmoment aus der Umfangskraft nicht wesentlich behindert werden;
  - 2.2 die Wege sind durch federnde (energieverzehrende) Puffer zu begrenzen;
  - 2.3 Spanngewichtskonstruktionen sowie dazugehörige Puffer und Stossdämpfer samt Abstützungen sind zu bemessen für die Anprallenergie des Spanngewichtes; bei direkter Abspannung ist die Spanngewichteschwindigkeit gleich der halben Fahrgeschwindigkeit anzunehmen; bei über- oder untersetzter Abspannung gilt dies sinngemäss.

## 574 Fest verankerte Tragseile

- .1 Beidseits fest verankerte Tragseile sind nur in begründeten Fällen zulässig.
- .2 Die Bemessung (Ziff. 421) ist durch Berechnungen und Belastungsversuche nachzuweisen. Dabei sind das beladene Fahrzeug in ungünstigster Stellung und eine Temperaturdifferenz von  $\pm 30\text{ °C}$  zu berücksichtigen.
- .3 Die Seilspannung muss kontrolliert und reguliert werden können.

## 575 Seilbefestigungen und -verbindungen

- .1 Für Tragseilbefestigungen gilt:
  - 1.1 Tragseile sind mindestens an einem Ende auf Trommeln zu befestigen; der Trommeldurchmesser muss Ziffer 422.1 entsprechen;
  - 1.2 der Endseilzug (Ziff. 451.7) ist durch Klemmplatten über eine Abstützung auf das Fundament zu übertragen;
  - 1.3 in kleinem Abstand (ca. 10 mm) ist eine identische Sicherheits-Klemmplatte anzubringen;
  - 1.4 mit den Reibwerten nach Ziffer 413.4 und .5 muss eine mindestens 3-fache Sicherheit gegen Versagen vorhanden sein (ohne Berücksichtigung der Sicherheitsklemmplatte); es ist mit höchstens 4 Umschlingungen ( $8\pi$ ) zu rechnen;

- .1.5 die Trommeln sind mit weichem Material zu belegen, das keine Verrostung der Seile hervorrufen kann;
- .1.6 zum Nachlassen der Seile sind die nötigen Kraftangriffsstellen vorzusehen.
- .2 Spannseilbefestigungen müssen mindestens die wirkliche Bruchkraft des gespannten Seiles aushalten. Dies betrifft insbesondere Seilköpfe einschliesslich deren Befestigung sowie Spannwinden einschliesslich Restumschlingung mit Seilendbefestigung an der Windentrommel und die Windenbefestigung.
- .3 Seilverbindungen mittels Seilköpfen müssen mindestens die wirkliche Bruchkraft des schwächeren Seiles aushalten. Für Seilköpfe ist Ziffer 707.6 zu beachten.
- .4 Seilbefestigungen und -verbindungen müssen für die Instandhaltung gut zugänglich sein.

## **576 Tragseilreserve**

- .1 Die Tragseile müssen so lang sein, dass sie mindestens dreimal um die Länge des längsten Seilschuhs bzw. des Rollenkettensattels plus je 5 m nachgelassen werden können.
- .2 Die Seilreserve ist gegen Witterungseinflüsse zu schützen.

## **6 Besondere Bauvorschriften für die elektrischen Anlagen**

### **61 Allgemeines**

#### **611 Sicherheitstechnische Grundsätze**

- .1 Durch konstruktive Massnahmen ist anzustreben, dass keine Fehler auftreten.
- .2 Bei Verwendung von Sicherheitseinrichtungen ist durch schaltungstechnische oder gleichwertige Massnahmen sicherzustellen, dass
  - 2.1 jeder Fehler, der die Funktionsfähigkeit einer für die Sicherheit wichtigen Einrichtung in Frage stellt und der durch konstruktive Massnahmen nicht ausgeschlossen werden kann,
    - 2.1.1 wenn er unmittelbar zu einem unzulässigen Fehlzustand führt, sich sofort betriebshemmend bemerkbar macht oder
    - 2.1.2 wenn er nicht unmittelbar zu einem unzulässigen Fehlzustand führt, sich bemerkbar macht, je nach Gefährungsgrad:
      - betriebshemmend (bei einer der nächsten Bedienungshandlungen, einer der nächsten Zustandsänderungen oder vor dem übernächsten Betriebsablauf),
      - durch Anzeige oder
      - spätestens bei der nächsten entsprechenden periodischen Prüfung;
  - 2.2 Ziffer 611.2.1 sinngemäss eingehalten ist, wenn zu einem Fehler, der sich aufgrund seiner nicht gefährdenden Art nicht bemerkbar machen muss, ein zweiter Fehler hinzutritt.
- .3 Die Grundstellung der für die Sicherheit wichtigen Schaltgeräte ist wenn nötig schaltungstechnisch zu prüfen.
- .4 Sicherheitsstromkreise müssen Ruhestromkreise sein; bei Ueberwachungskreisen muss jedoch das Ruhe-Arbeitsstromsystem oder ein anderes, gleichwertiges System angewendet werden.
- .5 Stromkreise, in denen Schaltglieder verwendet werden, müssen genügend Strom führen und von einer genügend grossen Spannung gespeist werden, damit im Hinblick auf die Kontaktgabe die Funktionsfähigkeit gewährleistet ist.
- .6 Sicherheitsstrom- und Ueberwachungskreise müssen in der Regel unmittelbar vor jedem Betriebsablauf automatisch geprüft werden (Test).



- .7 Die elektrischen Anlagen einer Bahn dürfen die bahntechnischen Einrichtungen nicht nachteilig beeinflussen. Beeinflussungen durch das speisende Netz, atmosphärische Einwirkungen sowie induktive oder kapazitive Eigen- oder Fremdeinwirkungen dürfen die Sicherheit nicht beeinträchtigen.
- .8 Zustandsmeldungen und Befehle, die eine betriebliche Erlaubnis darstellen oder eine solche ermöglichen, dürfen nur übertragen werden, wenn alle dazu notwendigen Bedingungen erfüllt sind. Sie müssen annulliert werden, sobald eine die Sicherheit gewährleistende Bedingung nicht mehr erfüllt ist. Die Uebertragung der entsprechenden Signale soll aktiv geschehen.
- .9 Bereitschaftsmeldungen und Fahrbefehlssignale dürfen während der Fahrt nicht gespeichert bleiben.
- .10 In begründeten Fällen kann von den sicherheitstechnischen Grundsätzen abgewichen werden, insbesondere:
  - .10.1 wenn der Erfüllung aussergewöhnliche Schwierigkeiten entgegenstehen;
  - .10.2 wenn durch den technischen Aufwand die Zuverlässigkeit unverhältnismässig sinkt;
  - .10.3 bei einfachen betrieblichen Verhältnissen;
  - .10.4 bei Dienstfahrt;
  - .10.5 bei Ueberbrückung einer oder mehrerer Sicherheitseinrichtungen;
  - .10.6 bei Einrichtungen für den Hilfs-, den Not- und den Bergungsantrieb.

## **612 Verwendung elektronischer Bauelemente**

- .1 Für die Dimensionierung und für den Betrieb elektronischer Bauelemente sowie der zugehörigen Betriebsmittel und Schaltungen gelten die entsprechenden anerkannten Regeln der Technik.
- .2 Bei Verwendung elektronischer Bauelemente muss mit Fehlern, wie z.B. Kurzschlüssen, Unterbrechungen, Abweichungen von vorgegebenen Toleranzen - deren Einhaltung zur Funktionserfüllung notwendig ist - gerechnet werden.

## **613 Steuerungsarten**

- .1 Unabhängig von der Steuerungsart, mit der die Bahn normalerweise betrieben wird (Fern-, Direkt- oder Handsteuerung), muss eine Ersatzsteuerung vorhanden sein. Eine solche ist nicht erforderlich, wenn

- .1.1 bei Betrieb mit Handsteuerung die Bestimmungen für die Ersatzsteuerung (Ziff. 616.1 und .2) eingehalten werden oder
- .1.2 elektrische Anlageteile auf andere unabhängige Anlageteile auf einfache Art umgeschaltet werden können. Dabei sind Anhang 1, Teil A und sinngemäss die Bestimmungen für die Ersatzsteuerung (Ziff. 616.1) zu beachten.
- .2 Bahnen mit Fernsteuerung müssen auch mit Direktsteuerung betrieben werden können.
- .3 Das Umschalten von einer Steuerungsart auf eine andere muss im Stillstand jederzeit möglich sein.

## **614 Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen**

- .1 Bei den verschiedenen Steuerungsarten müssen mindestens die im Anhang 1, Teil A bezeichneten Sicherheits- und Schutzeinrichtungen vorhanden und funktionsfähig sein. Steuerungseinrichtungen sind im Anhang 1 nur aufgeführt, wenn sie nicht bei allen Steuerungsarten vorhanden und funktionsfähig sein müssen. Es dürfen auch zusätzliche Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen vorhanden sein, wobei
  - .1.1 mindestens auch die für diese Steuerungseinrichtungen erforderlichen Sicherheits- und Schutzeinrichtungen vorhanden und funktionsfähig sein müssen;
  - .1.2 für Ersatzsteuerung Ziffer 616 zu beachten ist.
- .2 Wenn eine Sicherheits- oder Schutzeinrichtung anspricht oder betätigt wird, muss die Bahn durch elektrischen Halt, Nothalt-Betriebsbremse oder Nothalt-Sicherheitsbremse automatisch stillgesetzt bzw. muss die Anfahrt automatisch gesperrt werden, indem der entsprechende Sicherheitsstromkreis (Anh. 1, Teil W) unterbrochen wird (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 1.2 - 1.5). Das Stillsetzen durch Nothalt-Sicherheitsbremse muss auch erfolgen durch Schliessen des erforderlichen Arbeitsstromkreises (Ziff. 656.1.2).
- .3 Bei Bahnen nach Ziffer 525.3 muss
  - .3.1 das Stillsetzen durch elektrischen Halt möglich sein (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 1.2);
  - .3.2 der Sicherheitsstromkreis für elektrischen Halt unterbrochen werden, wenn dies beim Ansprechen oder Betätigen einer Sicherheits- oder Schutzeinrichtung zulässig ist (Anh. 1, Teil W).

- .4 Die Bahn muss auch durch Anhalten stillgesetzt werden können, ausser wenn das Stillsetzen durch elektrischen Halt mit einer kleineren Verzögerung als  $0,8 \text{ m/s}^2$  möglich ist (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 1.1).
- .5 Anhalten muss jederzeit durch elektrischen Halt, Nothalt-Betriebsbremse und Nothalt-Sicherheitsbremse unterbrochen werden können, elektrischer Halt jederzeit durch Nothalt-Betriebsbremse und Nothalt-Sicherheitsbremse sowie Nothalt-Betriebsbremse jederzeit durch Nothalt-Sicherheitsbremse.
- .6 Wenn eine Sicherheits- oder Schutzeinrichtung im Anhang 1 in der Kolonne "Bemerkungen" entsprechend bezeichnet ist ("R"), darf eine Anfahrt nach dem Ansprechen dieser Sicherheits- oder Schutzeinrichtung nur möglich sein, nach einer manuellen Rückstellung im Kommandoraum oder wenn nötig direkt bei der Sicherheits- oder Schutzeinrichtung.
- .7 Die Steuerspannung darf nur durch einen Schlüsselschalter ein- und ausgeschaltet werden können. Ebenso müssen auch andere wichtige Funktionen durch Schlüsselschalter gesperrt werden können, ausser wenn die entsprechenden elektrischen Betriebsmittel für die Bedienung ausschliesslich dem Personal zugänglich sind.

## **615 Ueberbrückung von Sicherheitseinrichtungen**

- .1 Um Bergungen möglichst zu vermeiden, müssen Sicherheitseinrichtungen überbrückt werden können, wenn sie im Anhang 1, Teil Ue entsprechend bezeichnet sind.
- .2 Nach Möglichkeit soll die Ueberbrückung der verschiedenen Sicherheitseinrichtungen einzeln oder in Gruppen erfolgen.
- .3 Ueberbrücken darf nur mit Hilfe eines Schlüsselschalters möglich sein.
- .4 Bei Ueberbrückung einer oder mehrerer Sicherheitseinrichtungen darf mit Direkt-, Hand- oder Ersatzsteuerung gefahren werden, wobei festzulegen ist, welche Sicherheitseinrichtungen noch funktionsfähig sein müssen. Die Erteilung des Fahrbefehls ist zu erschweren und die automatische Beschleunigung muss verhindert werden.
- .5 Bei Ueberbrückung einer oder mehrerer Sicherheitseinrichtungen
  - .5.1 muss dies angezeigt werden (Ziff. 642.3.12 - .3.14);
  - .5.2 darf die Fahrgeschwindigkeit höchstens  $2 \text{ m/s}$  betragen.

- .6 Steuerbefehle, die durch die Fernüberwachungsanlage übertragen werden, müssen wenn nötig überbrückt werden können.

## **616 Ersatzsteuerung**

- .1 Während des Betriebes mit Ersatzsteuerung dürfen nur solche elektrische Betriebsmittel funktionsfähig sein, die aufgrund technischer Erkenntnisse und Erfahrungen kaum ausfallen oder in kurzer Zeit durch Ersatzteile ausgetauscht werden können.
- .2 Während des Betriebes mit Ersatzsteuerung dürfen in der Regel höchstens die im Anhang 1, Teil A in der Kolonne für die maximal zulässigen Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen ("Max") bezeichneten Einrichtungen funktionsfähig sein. Dabei ist steuerungsmässig zu gewährleisten, dass die maximale Fahrgeschwindigkeit den bei Betrieb mit Handsteuerung zugelassenen Wert nicht überschreitet.
- .3 Sind nicht alle im Anhang 1, Teil A in der Kolonne für die maximal zulässigen Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen ("Max") bezeichneten Einrichtungen funktionsfähig, so muss die maximale Fahrgeschwindigkeit entsprechend den Bestimmungen in der Kolonne für die Reduktion der Fahrgeschwindigkeit (" $v_{red}$ ") steuerungsmässig herabgesetzt werden.
- .4 Die im Anhang 1, Teil A in der Kolonne für die minimal erforderlichen Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen ("Min") bezeichneten Einrichtungen müssen bei Betrieb mit Ersatzsteuerung jedoch immer funktionsfähig sein.

## **617 Hilfs-, Not- und Bergungsantrieb**

- .1 Die elektrischen Anlagen des Hilfs-, des Not- und des Bergungsantriebs müssen möglichst einfach aufgebaut sein. Ihre Funktionsfähigkeit muss auf einfache Art gewährleistet werden können.
- .2 Die elektrischen Betriebsmittel dieser Antriebe sind von denen des Hauptantriebs möglichst weitgehend zu trennen.
- .3 Wenn die Bahn über einen Hilfsantrieb verfügen muss, weil sie bewohntes Gebiet allein erschliesst (Ziff. 523.1.1), muss die Fernüberwachungsanlage bei dessen Einsatz funktionsfähig sein. In den andern Fällen sowie beim Einsatz des Notantriebs ist dies anzustreben.
- .4 Zudem sind Ziffer 523 und sinngemäss Kapitel 6 zu beachten.

## **62 Elektrische Betriebsmittel, Installation**

### **621 Anlage- und Hauptschalter**

- .1 Die bahntechnischen elektrischen Anlagen müssen durch einen Anlageschalter und gegebenenfalls einen oder mehrere Hauptschalter bei allen Betriebszuständen vollständig spannungslos gemacht werden können.
- .2 Durch den Anlageschalter müssen mindestens die Hauptstromkreise von der Zuleitung abgetrennt werden können.
- .3 Stromkreise, die ausschliesslich Hilfsbetrieben, Steuerungen, Sicherheitseinrichtungen usw. dienen, dürfen vor dem Anlageschalter angeschlossen sein, wenn sie
  - .3.1 von den übrigen Stromkreisen getrennt sind;
  - .3.2 durch besondere Hauptschalter von der Zuleitung abgetrennt werden können.
- .4 Stromkreise, die ausschliesslich elektrischen Betriebsmitteln für die Instandhaltung dienen, müssen
  - .4.1 vor dem Anlageschalter und den Hauptschaltern angeschlossen sein;
  - .4.2 von den übrigen Stromkreisen getrennt sein;
  - .4.3 durch besondere Hauptschalter von der Zuleitung abgetrennt werden können, wenn sie nicht Bestandteil der eigentlichen Hausinstallation sind.
- .5 Durch den Anlage- und die Hauptschalter (Ziff. 621.2, .3 und .4) darf nur die bahntechnische elektrische Anlage spannungslos gemacht werden können, nicht aber die eigentliche Hausinstallation.
- .6 Anlage- und Hauptschalter müssen
  - .6.1 im Maschinen- oder Schaltschrankraum an leicht zugänglicher Stelle montiert und vom Boden aus bedienbar sein;
  - .6.2 von Hand mechanisch bedient und vom gleichen Standort aus betätigt werden können;
  - .6.3 auch bei geöffneten Schranktüren leicht zugänglich sein;
  - .6.4 dauerhaft und deutlich so gekennzeichnet sein, dass einwandfrei ersichtlich ist, welche Anlageteile abgeschaltet werden.
- .7 Der Anlageschalter muss auch bei geöffneter Schranktüre ohne besondere Hilfsmittel mindestens ausschaltbar sein, ausser wenn
  - .7.1 die Schranktüre nur bei ausgeschaltetem Schalter geöffnet werden kann;

- .7.2 im selben Schrank keine weiteren Klemmen und Schaltgeräte montiert sind.
- .8 Die Anlage- und Hauptschalter sind in einem separaten Schrank oder im normalen Schaltschrank, allseitig berührungssicher abgedeckt, zu montieren. Im ersten Fall dürfen im selben Schrank und im zweiten Fall unter derselben Abdeckung keine weiteren Klemmen und Schaltgeräte montiert sein.
- .9 Der Anlageschalter muss mit einer mechanischen Einrichtung versehen sein, mit der sowohl das unbefugte als auch das irrtümliche Einschalten verhindert werden kann.

## **622 Elektrische Betriebsmittel**

- .1 Elektrische Betriebsmittel müssen
  - .1.1 so beschaffen und so montiert sein, dass sie bei den zu erwartenden Einsatzbedingungen einwandfrei und sicher funktionieren;
  - .1.2 so dimensioniert und so betrieben werden, dass eine ausreichende Lebensdauer gewährleistet werden kann.
- .2 Sicherheitstechnisch wichtige elektrische Betriebsmittel sind unter Verschluss zu halten, so dass unbefugte Eingriffe erschwert sind.
- .3 Die Schlüssel von Schlüsselschaltern dürfen nur in der sichernden Stellung dieser Schalter abziehbar sein. Schlüssel, die für Schalter für den normalen Betrieb verwendet werden, dürfen nicht für Ueberbrückungsschalter verwendet werden können.
- .4 Schalter und Tasten, von deren zuverlässigem Funktionieren die Sicherheit der Bahn abhängt, müssen zwangsläufig sein, ebenso ihre mechanische Betätigung. In begründeten Fällen können statt dessen angewendet werden:
  - .4.1 überwachte Verdoppelung von nicht zwangsläufigen bzw. nicht zwangsläufig betätigten Schaltern oder
  - .4.2 berührungslos beeinflussbare Schaltgeräte, die mit den zugehörigen Schaltungen zusammen den sicherheitstechnischen Grundsätzen (Ziff. 611) entsprechen.
- .5 Schaltgeräte, deren Schaltstellung aus sicherheitstechnischen Gründen zu prüfen ist, müssen mit zwangsgeführten Kontakten versehen sein.
- .6 Wenn für eine Zeitüberwachung das Unter- oder Ueberschreiten einer eingestellten Zeit aus Sicherheitsgründen verhindert werden muss, ist ein Zeitrelais mit minimaler oder maximaler Zeitbegrenzung zu verwenden.

- .7 Die notwendige Kühlung der elektrischen Betriebsmittel muss gewährleistet sein.
- .8 Die Gehäuse der Schaltgeräte und Schalter sowie die Klemmenkästen und -dosen, die unmittelbar der Witterung ausgesetzt sind, müssen - ausser in begründeten Fällen - an der tiefsten Stelle mit Kondenswasseröffnungen versehen sein.
- .9 Bei Akkumulatoren, die für die Sicherheit wichtige Einrichtungen mit elektrischer Energie versorgen, muss
  - .9.1 dafür gesorgt werden, dass sie in der Regel sowohl automatisch als auch vom speisenden Netz galvanisch getrennt aufgeladen werden;
  - .9.2 der Lade- und Entladestrom sowie die Spannung durch Instrumente angezeigt werden;
  - .9.3 mindestens über den Anschlussklemmen eine Abdeckung vorhanden sein;
  - .9.4 der Ladezustand periodisch geprüft werden können.

## **623 Montage und Installation**

- .1 Elektrische Betriebsmittel dürfen erst montiert werden, wenn in den betreffenden Räumen, Bauten usw. keine Arbeiten mehr ausgeführt werden müssen, die die Funktionsfähigkeit der elektrischen Betriebsmittel beeinträchtigen könnten.
- .2 Schaltschränke sind, ausser in begründeten Fällen, in einem speziell hierfür ausgeführten und gut zugänglichen Raum oder im Kommandoraum aufzustellen.
- .3 Mindestens in der Nähe von Schaltschränken müssen Steckdosen an gut zugänglichen Stellen vorhanden sein.
- .4 Die elektrischen Anlagen sind soweit möglich gegen Beschädigung sowohl durch Dritte als auch durch äussere Einflüsse zu schützen.
- .5 Die elektrischen Betriebsmittel müssen so montiert und so zugänglich sein, dass
  - .5.1 ihre betriebsmässige Bedienung und Ueberwachung gefahrlos möglich sind;
  - .5.2 unter Beachtung der einschlägigen Sicherheitsvorschriften ihre Instandhaltung - ihre Inspektion wenn nötig auch während des Betriebes - gut möglich ist. Dies gilt insbesondere auch für die Anschlussklemmen von Steuerstrom-, Sicherheitsstrom- und Ueberwachungskreisen.

- .6 Elektrische Betriebsmittel sind übersichtlich anzuordnen, verständlich und dauerhaft zu kennzeichnen sowie wenn nötig gegen unbeabsichtigte Betätigung zu schützen.
- .7 Kabel und Leiter ausserhalb von Schaltschränken und vom Kommandostand müssen gekennzeichnet sein.
- .8 Die für die Kennzeichnung der Schutz- und Neutralleiter verwendeten Farben dürfen nicht zur Kennzeichnung anderer Leiter verwendet werden.
- .9 Leitungsverbindungen zwischen Anlageteilen, die mechanisch einfach demontierbar sein müssen, sind mit Steckverbindungen auszurüsten. Diese müssen wenn nötig mechanisch gesichert werden können.
- .10 Für die Uebertragung von Signalen darf in begründeten Fällen entlang der Strecke ein aussen elektrisch nicht leitendes Kabel unter folgenden Bedingungen gespannt werden:
  - .10.1 Die Befestigung des Kabels an der Telefonleitung ist elektrisch leitend auszuführen und elektrisch leitend mit der Telefonleitung zu verbinden.
  - .10.2 Ein frei gespanntes Luftkabel ist auf Unterbruch zu überwachen.
  - .10.3 Zudem sind die Ziffern 471 und 472 zu beachten.
- .11 Längs der Strecke sowie in und an den Stützen dürfen bahnfremde elektrische Anlagen nur in begründeten Fällen installiert werden.
- .12 Auch auf Fahrzeugen darf die Masse nicht zur Stromleitung verwendet werden.

## **624 Besondere Schutzmassnahmen gegen Personengefährdung**

- .1 Die bahntechnischen Installationen sind mit getrennten Schutz- und Neutralleitern auszuführen.
- .2 Schaltschränke, die nicht in nur dem Personal zugänglichen Räumen montiert sind, dürfen nur mit Hilfe von Sicherheitsschlüsseln oder Werkzeugen geöffnet werden können.
- .3 Elektrische Betriebsmittel für Hauptstromkreise sind in der Regel in einem separaten Schrank oder Schrankteil zu montieren.



- .4 Spannungsführende Teile von elektrischen Betriebsmitteln für die Instandhaltung müssen
  - .4.1 auch bei geöffneten Schranktüren und entfernten normalen Abdeckungen vor zufälliger Berührung geschützt sein;
  - .4.2 als spannungsführend deutlich gekennzeichnet sein, wenn Verwechslungen mit bahntechnischen elektrischen Betriebsmitteln möglich sind.
- .5 Die Installationen der elektrischen Betriebsmittel für die Instandhaltung sind von denjenigen der bahntechnischen elektrischen Betriebsmitteln möglichst zu trennen.

## **625 Nothalt-Vorrichtungen**

(Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 2.1, 6.2 und 6.3)

- .1 Nothalt-Tasten oder auch Nothalt-Schalter zum Stillsetzen der Bahn (Anh. 1, Teil W) sind insbesondere anzubringen:
  - .1.1 im Kommandostand;
  - .1.2 auf den Bahnsteigen;
  - .1.3 bei Zwischenhaltestellen;
  - .1.4 in den Fahrzeugen, wenn diese nicht von Personal begleitet sind.
- .2 Mindestens je ein Nothalt-Schalter zum Stillsetzen der Bahn (Anh. 1, Teil W) ist anzubringen:
  - .2.1 im Maschinenraum;
  - .2.2 im Schaltschrankraum;
  - .2.3 bei den Podesten für die Laufwerke;
  - .2.4 in der Gegenstation;
  - .2.5 in den Steuerstellen der Fahrzeuge.
- .3 Nothalt-Schalter zum Stillsetzen der Bahn durch Nothalt-Sicherheitsbremse sind wenn nötig anzubringen (Ziff. 526.3).
- .4 Wenn es die besondere Situation erfordert, sind weitere Nothalt-Vorrichtungen anzubringen.
- .5 Nothalt-Vorrichtungen sind übersichtlich und leicht erreichbar anzuordnen sowie durch rote Farbe und Anschrift zu kennzeichnen. Wenn sie den Reisenden frei zugänglich sind, ist gegen Missbrauch strafrechtliche Ahndung anzudrohen.

- .6 Anordnung und Ausführung der Nothalt-Vorrichtungen müssen
- .6.1 Verwechslungen mit anderen elektrischen Betriebsmitteln möglichst ausschliessen;
- .6.2 ein unbeabsichtigtes Betätigen möglichst verhindern.
- .7 Nothalt-Schalter dürfen ausserhalb der Betriebszeit durch einen Verschluss vor missbräuchlicher Betätigung geschützt werden.
- .8 Mindestens bei den vorgeschriebenen Nothalt-Schaltern (Ziff. 625.2) muss, ausser in begründeten Fällen, die Schaltstellung einwandfrei ersichtlich sein.

## **626 Beleuchtung**

- .1 Eine ausreichende künstliche Beleuchtung muss vorhanden sein mindestens in Räumen, die:
  - .1.1 für die Instandhaltung der Bahn notwendig sind sowie wenn nötig in Spannunggewichtsschächten;
  - .1.2 für den Betrieb der Bahn notwendig sind,
  - .1.3 den Reisenden zugänglich sind.
- .2 Eine von der normalen Energiequelle unabhängige künstliche Beleuchtung (Notbeleuchtung), z.B. mit tragbaren Lampen, muss vorhanden sein mindestens in Räumen, die:
  - .2.1 für die Bedienung des Hilfs-, des Not- und des Bergungsantriebs notwendig sind;
  - .2.2 für die Instandhaltung der Bahn notwendig sind;
  - .2.3 den Reisenden zugänglich sind.
- .3 In der Antriebsstation sind Scheinwerfer mit einer Reichweite von etwa 100 m zu montieren, so dass die einfahrenden Fahrzeuge beobachtet werden können.
- .4 Fahrzeuge sind mit Innenbeleuchtung und Scheinwerfern auszurüsten.

## **63 Besondere Schutzeinrichtungen**

### **631 Massnahmen gegen Gefährdung durch Isolationsfehler**

- .1 Das Auftreten von Körper-, Erd- und Leitungsschlüssen sowie das Eindringen von Fremdströmen in Leitungen sind durch konstruktive Massnahmen und sorgfältige Montage möglichst zu vermeiden.
- .2 Elektrische Betriebsmittel sind gegen die Auswirkungen von Kurzschlussströmen zu schützen.
- .3 Für die Nullung und die Schutzerdung in den Stationen gelten die entsprechenden gesetzlichen Bestimmungen unabhängig von der Höhe der verwendeten Spannung, ausser wenn sich ein Isolationsdefekt auf andere Art bemerkbar macht.
- .4 Die elektrischen Wirkungsglieder müssen - ausser wenn infolge eines einzelnen Fehlers keine Gefährdung entstehen kann - elektrisch verbunden sein
  - .4.1 in geerdeten Stromkreisen einseitig unmittelbar mit dem geerdeten Leiter;
  - .4.2 in ungeerdeten, einpolig geschalteten Stromkreisen alle einseitig mit demselben Leiter.

### **632 Blitzschutz und Erdung**

- .1 Die Stationen und Zwischenhaltestellen sind durch Blitzschutzanlagen zu schützen. Ziffer 103.2.2 ist zu beachten.
- .2 Durch geeignete Erdungseinrichtungen und -massnahmen ist dafür zu sorgen, dass bei voraussehbaren Potentialanhebungen infolge Einwirkungen durch Hochspannungsanlagen - auch durch Verschleppung durch Seile der Bahn - keine unzulässigen Schritt- und Berührungsspannungen auftreten.
- .3 Nicht zu überwachende Seile (Ziff. 671.2) sind mindestens in den Stationen zu erden.
- .4 Vergussmuffen zwischen Tragseilen und Spannseilen müssen elektrisch überbrückt werden.
- .5 Die Stützen, mindestens diejenigen in der Nähe der Stationen, sind in der Regel niederohmig zu erden.

- .6 Durch geeignete Blitzschutzeinrichtungen sind zu schützen:
- .6.1 die Fernüberwachungsanlage, die Fernsteuerung und die Fernmeldeeinrichtungen;
- .6.2 wenn nötig weitere auf Ueberwachungskreise einwirkende elektrische Betriebsmittel;
- .6.3 wenn nötig elektrische Betriebsmittel der Antriebseinrichtungen.
- .7 Statische Aufladungen der Fahrzeuge dürfen sich nicht nachteilig auswirken können.

## **64 Einrichtungen für die Bedienung und Prüfung**

### **641 Signalisierung**

- .1 Die notwendigen Anzeigeeinrichtungen (z.B. Instrumente, Signallampen, Schauzeichen) sind so einzubauen, dass das Personal über den Betriebsablauf, das Funktionieren der Anlage und möglichst weitgehend über Störungen und deren Ursachen informiert wird.
- .2 Störungsanzeigen müssen, unabhängig von der Art der Störung, bis zur nächsten Anfahrt oder bis zur manuellen Rückstellung erhalten bleiben. Wenn nötig ist eine Speicherung der Anzeige vorzusehen.
- .3 In begründeten Fällen können Anzeigen statt optisch auch akustisch oder durch eindeutig erkennbare Schaltstellungen von Betriebsmitteln erfolgen.
- .4 Für Bedienungs- und Anzeigeeinrichtungen sind die Farben in der Regel wie folgt zu wählen:
  - .4.1 rot: sicheres Stillsetzen, Signalisierung gefährlicher Zustände, Ueberbrückung, Nothalt-Vorrichtungen, Nothalt- und Störungsanzeigen usw.;
  - .4.2 gelb: nicht sicheres Stillsetzen, Hinweis auf besondere, zu beachtende Betriebszustände und auf zu treffende Massnahmen usw.;
  - .4.3 grün: Meldung des ordnungsgemässen Zustandes, eingeschaltete Steuerspannung, Fahrbefehlstasten, Fahrtanzeigen, offene Bremsen usw.;
  - .4.4 weiss, blau oder schwarz: allgemeine Information, allgemeine Bedienungseinrichtungen usw.
- .5 Die Werte wichtiger Spannungen und Ströme sowie das Vorhandensein wichtiger Ueberwachungssignale sind mit Messinstrumenten oder anderen gleichwertigen Einrichtungen mit hinreichender Genauigkeit anzuzeigen.
- .6 Bei Messinstrumenten müssen
  - .6.1 die Skalenlängen und -teilungen so gewählt werden, dass das Ablesen leicht möglich ist;
  - .6.2 wichtige Bereiche und Werte bezeichnet sein.
- .7 Es muss angezeigt werden, ob die Spannung für die Wirkungsglieder der für die Sicherheit wichtigen hydraulischen und pneumatischen Einrichtungen nach den entsprechenden Schaltgliedern vorhanden ist.
- .8 Ein Fahrtenzähler ist einzubauen.

## 642 Kommandostand und Steuerstelle

- .1 Vom Kommandostand aus muss die Bahn gesteuert und überwacht werden können.
- .2 Von der Steuerstelle aus muss die Bahn stillgesetzt und wenn nötig ferngesteuert werden können.
- .3 Beim Kommandostand sind durch Anzeigeeinrichtungen insbesondere einzeln anzuzeigen:
  - .3.1 die Betriebsbereitschaft der Bahn;
  - .3.2 die Fahrriichtung;
  - .3.3 die Fahrgeschwindigkeit;
  - .3.4 die Stellung der Bremsen des Antriebs;
  - .3.5 die Stellung der Abstufung der Bremskraftsteuerung;
  - .3.6 das Ansprechen von Sicherheitseinrichtungen des Antriebs, wenn nötig auch von Schutzeinrichtungen;
  - .3.7 die Annäherung der Fahrzeuge an die Stationen (akustisch) und das Erreichen der kleinsten überwachten Fahrgeschwindigkeit (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 4.2);
  - .3.8 die Annäherung der Fahrzeuge an die Stützen (akustisch) und das Erreichen der zulässigen Fahrgeschwindigkeit über die Stützen, wenn dieselbe kleiner sein muss, als die höchste Fahrgeschwindigkeit (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 5.2);
  - .3.9 Unterbruch, Kurzschluss und Erdschluss der Ueberwachungskreise;
  - .3.10 die Bereitschaft der Fahrzeuge (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 2.9);
  - .3.11 Ueberlast der Fahrzeuge (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.6);
  - .3.12 die Ueberbrückung der ganzen Fernüberwachungsanlage;
  - .3.13 die Ueberbrückung einzelner Teile der Fernüberwachungsanlage;
  - .3.14 die Ueberbrückung anderer Sicherheitseinrichtungen;
  - .3.15 die Windgeschwindigkeit, der Windalarm und die Windwarnung (Ziff. 644.3 und .5);
  - .3.16 die Antriebsart (Haupt-, Hilfs-, Not- oder Bergungsantrieb), wenn diese nicht leicht ersichtlich ist.
- .4 Bei Steuerstellen sind durch Anzeigeeinrichtungen insbesondere einzeln anzuzeigen:
  - .4.1 der Windalarm und die Windwarnung (Ziff. 644.5 und .6) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.11);
  - .4.2 die geschlossene Stellung der Bremsen nach dem Stillsetzen.

- .5 Durch einen Fahrzeugstandanzeiger beim Kommandostand ist der jeweilige Ort der Fahrzeuge auf der Strecke anzuzeigen. Es gilt zudem:
  - .5.1 Die Strecke muss in der Regel im Massstab 1:1'000 bis 1:2'000 wiedergegeben werden. Ein kleinerer Massstab kann gewählt werden, wenn zusätzlich die Distanz mindestens eines Fahrzeuges zu einer der Stationen in Metern angezeigt wird.
  - .5.2 In beiden Fahrzeugendlagen muss der Fahrzeugstandanzeiger automatisch so korrigiert werden, dass er sich in der entsprechenden Anfangsposition befindet.
  - .5.3 Es muss eine Skala mit geeigneter Teilung angebracht sein, ausser wenn die Distanz eines Fahrzeuges zu einer der Stationen in Metern angegeben wird.
  - .5.4 Die Lage der Stützen, der Streckenmitte, des Beginns der Einfahrtverzögerung, der Festpunktkontrolle, einiger wichtiger Stellen der Einfahrtüberwachung sowie weiterer wichtiger Stellen auf der Strecke ist anzugeben.
  - .5.5 Beim Hilfs- und Notantrieb muss der Fahrzeugstandanzeiger funktionsfähig sein.
- .6 Zudem ist Ziffer 511 zu beachten.

## 643 Prüfeinrichtungen

- .1 Sicherheitsstrom- und Ueberwachungskreise sowie Sicherheitseinrichtungen, die sich nicht automatisch prüfen lassen oder die direkt auf mechanische Teile einwirken, müssen durch das Personal auf einfache Art geprüft werden können.
- .2 An der zu prüfenden Einheit darf, ausser in begründeten Fällen, für die Durchführung dieser Prüfung nichts verändert werden.
- .3 Durch entsprechende Verriegelungen ist eine Gefährdung des Normalbetriebes auszuschliessen.
- .4 Insbesondere müssen geprüft werden können:
  - .4.1 die Uebergeschwindigkeitsauslösung bei  $v \geq v_{\max} + 10$  Prozent, in beiden Fahrrichtungen (Nothalt-Betriebsbremse);
  - .4.2 die Uebergeschwindigkeitsauslösung bei  $v \geq v_{\max} + 15-20$  Prozent, in beiden Fahrrichtungen (Nothalt-Sicherheitsbremse);
  - .4.3 die Einfahrtüberwachungen (Ziff. 662), je einzeln;
  - .4.4 die Ueberwachungen der Stützenüberfahrt, je einzeln (Ziff. 665.3);
  - .4.5 die Wirkung der Betriebsbremse;
  - .4.6 die Wirkung der Sicherheitsbremse;

- .4.7 der Ruhe- und der Arbeitsstromkreis der Sicherheitsbremse, je einzeln (Ziff. 656.1);
- .4.8 die Verzögerungsüberwachungen;
- .4.9 die Ansprechwerte der Nothalt-Auslösungen der Ueberwachungskreise (Unterbruch, Kurzschluss und Erdschluss);
- .4.10 die verschiedenen Kanäle eines Ueberwachungssystems und die entsprechenden Abschaltwerte von Ton- und Hochfrequenz-Ueberwachungskreisen;
- .4.11 die Uebertragung des Ueberlast-Signals und die entsprechende Verriegelung des Fahrbefehls sowie möglichst weitgehend auch die Lastmesseinrichtung selber (Ziff. 701.14).
- .5 Während der Prüfung der Sicherheitsbremse muss es möglich sein, die Betriebsbremse zum Wirken zu bringen, auch wenn dies im Normalbetrieb beim Wirken der Sicherheitsbremse schaltungstechnisch verhindert wird (Ziff. 655.5).
- .6 Weitere Betriebsmittel, die für Sicherheit im ähnlichen Mass wichtig sind, müssen wenn nötig auch prüfbar sein.

## 644 Windmessenanlage

- .1 Ausser in begründeten Fällen, muss eine Windmessenanlage vorhanden sein.
- .2 Windmesser sind an einer oder mehreren, dem Wind besonders ausgesetzten Stellen anzubringen.
- .3 Die Windgeschwindigkeit ist kontinuierlich oder in Schritten von höchstens 5 km/h bis mindestens 125 km/h anzuzeigen (Ziff. 642.3.15).
- .4 Die Messung bzw. die entsprechende Anzeige muss so erfolgen, dass - bei nicht kontinuierlicher Messung - pro Messzyklus möglichst wenig Windweg, höchstens aber 60 m Windweg erfasst wird.
- .5 Windgeschwindigkeiten, die den für den Betrieb erfahrungsgemäss höchstzulässigen Wert überschreiten (Windalarm) sowie solche, die etwa 75 Prozent dieses Wertes überschreiten (Windwarnung), sind mit verschiedenen, eindeutig unterscheidbaren Signalen anzuzeigen (Ziff. 642.3.15 und .4.1).
- .6 In den Fahrzeugen sind der Windalarm und die Windwarnung anzuzeigen (Ziff. 642.4.1) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.11).
- .7 Die Windmesser sind so zu montieren, dass sie für die Instandhaltung zugänglich sind.



## **65 Elektrische Antriebseinrichtungen**

### **651 Elektrischer Antrieb**

- .1 Die elektrischen Antriebseinrichtungen müssen erlauben, unabhängig von der Belastung sowohl möglichst ruckfrei anzufahren als auch in beiden Richtungen zu fahren. Sie sind für Dauerbetrieb mit Last auf (Ziff. 423.1.2) und der grössten zulässigen Fahrgeschwindigkeit zu bemessen.
- .2 Anfahren mit dem Hauptmotor muss bei Last auf (Ziff. 423.1.2)
  - .2.1 aus Stationen und Zwischenhaltestellen mit einer Beschleunigung von  $0,3 \text{ m/s}^2$  möglich sein. Es müssen auch kleinere Werte vorgegeben werden können;
  - .2.2 an der ungünstigsten Stelle der Strecke mit einer Beschleunigung von mindestens  $0,1 \text{ m/s}^2$  möglich sein.
- .3 Die Fahrgeschwindigkeit muss über den ganzen Geschwindigkeitsbereich stufenlos einstellbar sein.
- .4 Zur Einhaltung der vorgegebenen Fahrgeschwindigkeit muss der elektrische Antrieb automatisch in den Zustand elektrischer Bremsung übergehen können, wobei
  - .4.1 ausser in begründeten Fällen, ein Vierquadrantenantrieb erforderlich ist;
  - .4.2 die einwandfreie Drehmomentumkehr gewährleistet sein muss.
- .5 Die vorgegebene Fahrgeschwindigkeit muss einerseits ausreichend lastunabhängig eingehalten werden können und andererseits müssen Drehmomentänderungen, die dem Antrieb von aussen aufgedrückt werden, weich bzw. nicht zu schnell ausreguliert werden. Die Abweichungen der Fahrgeschwindigkeit dürfen in der Regel bis zu  $\pm 5$  Prozent betragen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.1).
- .6 Alle Regelkreise müssen sowohl einzeln als auch zusammengeschaltet bei allen Betriebszuständen ein stabiles Verhalten aufweisen. Es muss ein genügender Abstand von der Stabilitätsgrenze eingehalten werden.
- .7 Wenn die Bahn stillgesetzt werden muss, ist der Energiefluss zwischen dem speisenden Netz und dem Hauptmotor bei Nothalt-Betriebsbremse und bei Nothalt-Sicherheitsbremse sofort, in den übrigen Fällen spätestens beim Stillstand, automatisch doppelt zu unterbrechen. Dabei muss
  - .7.1 mindestens eine der Unterbrechungen galvanisch erfolgen;
  - .7.2 in einem statischen Umformer der Energiefluss gesperrt werden.
- .8 Bei einem Doppelantrieb müssen die Motoren in jedem Betriebszustand entsprechend ihrer Leistung belastet werden.

## 652 Steuerung

- 1 Ein Fahrbefehl darf nur wirksam sein, wenn alle erforderlichen Bedingungen für eine einwandfreie Anfahrt erfüllt sind. Diese sind insbesondere:
  - 1.1 die Bahn muss stillstehen;
  - 1.2 die elektrischen Betriebsmittel für die Vorgabe der Fahrgeschwindigkeit müssen sich in der Nullstellung befinden;
  - 1.3 die Betriebsbremse darf nicht geöffnet sein;
  - 1.4 die doppelte Abschaltung des Energieflusses zwischen Netz und Hauptmotor beim vorangegangenen Stillsetzen muss erfolgt sein (Ziff. 651.7).
- 2 Das Erteilen eines Fahrbefehls muss bei Ueberbrückung einer oder mehrerer Sicherheitseinrichtungen erschwert sein.
- 3 Bei Ueberbrückung einer oder mehrerer Sicherheitseinrichtungen darf nach dem Erteilen eines Fahrbefehls keine automatische Beschleunigung erfolgen.
- 4 Ein Steuerbefehl zur Fahrrichtungsumkehr darf nur nach erfolgtem Stillstand der Bahn wirksam sein.
- 5 Es muss steuerungsmässig gewährleistet sein, dass die Fahrgeschwindigkeit
  - 5.1 den maximal zulässigen Wert (Ziff. 341) nicht überschreitet:
    - 5.1.1 im normalen Betrieb,
    - 5.1.2 bei Ueberbrückung einer oder mehrerer Sicherheitseinrichtungen,
    - 5.1.3 bei ausgeschalteter Bremskraftregelung oder -steuerung (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.8);
  - 5.2 bei Ersatzsteuerung den nach Anhang 1, Teil A in der Kolonne für die Reduktion der Fahrgeschwindigkeit (" $v_{\text{red}}$ ") erwähnten zulässigen Wert nicht überschreitet, wenn eine der entsprechenden Sicherheits-, Schutz- oder Steuerungseinrichtungen nicht funktionsfähig ist (Ziff. 616.3).
- 6 Die Sollwertbildung für die Fahrgeschwindigkeit ist so auszuführen, dass immer derjenige Sollwert wirksam ist, der die kleinste Fahrgeschwindigkeit zur Folge hat.
- 7 Die Fahrgeschwindigkeit muss
  - 7.1 vor der Fahrt auf einen bestimmten Wert begrenzt werden können (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.2);

- .7.2 vom Kommandostand aus während der Fahrt jederzeit sowohl begrenzt als auch herabgesetzt werden können.
- .8 Kann die Fahrgeschwindigkeit von verschiedenen Steuerstellen aus herabgesetzt werden, so darf ein solches Herabsetzen von keiner anderen Steuerstelle aus wirkungslos gemacht werden können.

## **653 Anhalten**

- .1 Nach dem Erteilen eines Steuerbefehls für das Anhalten muss die Bahn mit genügender, möglichst konstanter Verzögerung stillgesetzt werden. Es muss dabei eine Verzögerung von mindestens  $0,2 \text{ m/s}^2$  vorgegeben werden können.
- .2 Kurz vor dem ordnungsgemässen Beenden des Anhaltens, d.h. unmittelbar vor dem Stillstand der Bahn, muss die volle Bremskraft der Betriebsbremse zum Wirken gebracht werden. Spätestens beim Stillstand ist der Energiefluss zwischen Netz und Hauptmotor zu unterbrechen (Ziff. 651.7).
- .3 Das Anhalten muss auch von der Fernüberwachungsanlage aus eingeleitet werden können, wenn dieses Stillsetzen der Bahn möglich sein muss (Ziff. 614.4) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.10).

## **654 Elektrischer Halt**

- .1 Bei einem elektrischen Halt muss die Bahn durch den Hauptmotor mit genügender, möglichst konstanter, überwachter Verzögerung stillgesetzt werden. Es muss dabei eine Verzögerung von  $0,3 - 0,8 \text{ m/s}^2$  vorgegeben werden können.
- .2 Ein elektrischer Halt muss automatisch eingeleitet werden, wenn der entsprechende Sicherheitsstromkreis (Anh. 1, Teil W) unterbrochen wird.
- .3 Der elektrische Halt muss auch von der Fernüberwachungsanlage aus eingeleitet werden können, wenn dieses Stillsetzen der Bahn möglich sein muss (Ziff. 614.3) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.3).
- .4 Kurz vor dem ordnungsgemässen Beenden des elektrischen Halts, d.h. unmittelbar vor dem Stillstand der Bahn, muss die volle Bremskraft der Betriebsbremse zum Wirken gebracht werden. Spätestens beim Stillstand ist der Energiefluss zwischen Netz und Hauptmotor zu unterbrechen (Ziff. 651.7).
- .5 Die durch den elektrischen Halt bewirkte Verzögerung ist durch eine Verzögerungsüberwachung zu überwachen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.6).

## 655 Nothalt-Betriebsbremse

### Allgemeine Bestimmungen

- .1 Die Betriebsbremse muss automatisch zum Wirken gebracht und gleichzeitig oder unmittelbar darauf muss der Energiefluss zwischen Netz und Hauptmotor unterbrochen werden (Ziff. 651.7) (Nothalt-Betriebsbremse), wenn
  - .1.1 der entsprechende Sicherheitsstromkreis (Anh. 1, Teil W) unterbrochen wird;
  - .1.2 der elektrische Halt oder das Anhalten infolge Uebergangs auf eine andere Steuerungsart (Handsteuerung oder evtl. Ersatzsteuerung) nicht funktionsfähig sein kann;
  - .1.3 der elektrische Halt annähernd beendet ist;
  - .1.4 das Anhalten annähernd beendet ist;
  - .1.5 der automatische Stationshalt erfolgen muss (Ziff. 661.5);
  - .1.6 der Controller in die Nullstellung gebracht wird.
- .2 Die Bremskraft der Betriebsbremse muss wirken (Ziff. 525.2),
  - .2.1 durch Bremskraftregelung oder
  - .2.2 in begründeten Fällen durch Bremskraftsteuerung oder
  - .2.3 unabhängig von der Belastung sofort und vollständig.
- .3 Es ist zulässig, die Bremskraftregelung und -steuerung miteinander zu kombinieren. Dabei muss jeweils der grössere der beiden die Bremskraft bestimmenden Werte wirksam sein.
- .4 Die durch die Betriebsbremse bewirkte Verzögerung ist durch eine Verzögerungsüberwachung zu überwachen, ausser wenn ohne das Wirken einer Bremse die Fahrgeschwindigkeit bei Last ab (Ziff. 423.1.4) abnimmt (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.7).
- .5 Es ist zu verhindern, dass die Betriebsbremse beim normalen Wirken der Sicherheitsbremse die Bahn - wenn nötig auch bei Netzausfall oder Asymmetrie im Netz - zusätzlich verzögert. Die volle Bremskraft der Betriebsbremse muss beim Stillstand des Seils zum Wirken gebracht werden spätestens jedoch - wenn die Betriebsbremse beim Wirken der Sicherheitsbremse schaltungstechnisch vollständig offen gehalten wird - nach Ablauf der normalen Bremszeit bei Last ab (Ziff. 423.1.4).

- .6 Die Stromversorgung der auf die Betriebsbremse einwirkenden elektrischen Betriebsmittel muss so erfolgen, dass ein Spannungsausfall, der ein Ueberbremsen durch gleichzeitiges Wirken der Betriebs- und der Sicherheitsbremse zur Folge haben könnte, möglichst verhindert wird.

### **Bremskraftregelung**

- .7 Bei Bremskraftregelung gilt zudem:
- .7.1 Die Bremskraft der Betriebsbremse ist so zu regulieren, dass die Bahn mit möglichst konstanter Verzögerung stillgesetzt wird. Es muss dabei eine Verzögerung von  $0,3 - 0,8 \text{ m/s}^2$  vorgegeben werden können. Grössere Verzögerungen sind nur zulässig, wenn diese ohne die Wirkung der Betriebsbremse erreicht werden (Auslauf).
- .7.2 Die Bremskraftregelung muss auch bei Netzausfall oder Asymmetrie im Netz funktionsfähig bleiben.
- .7.3 Die volle Bremskraft der Betriebsbremse muss - unabhängig von der Bremskraftregelung - spätestens beim Stillstand des Seils zum Wirken gebracht werden. Der Haltestromkreis des entsprechenden Wirkungsgliedes muss von mindestens 2 Kontakten verschiedener Schaltgeräte unterbrochen werden.

### **Bremskraftsteuerung**

- .8 Bei Bremskraftsteuerung gilt zudem:
- .8.1 Für die Bremskraft der Betriebsbremse ist die Umfangskraft unmittelbar vor dem Stillsetzen massgebend, wobei kurzzeitige Spitzenwerte unberücksichtigt bleiben müssen. Die Aenderung dieses Wertes nach dem Unterbrechen des Energieflusses darf keinen Einfluss mehr auf die Bremskraft haben.
- .8.2 Die Bremskraftsteuerung muss ermöglichen, bei normalen Bremsungen eine Verzögerung von  $0,3 \text{ m/s}^2$  bis zum maximal zulässigen Wert (Ziff. 525.2) einzuhalten.
- .8.3 Die Bremskraftsteuerung muss, ausser in begründeten Fällen, auch bei Netzausfall oder Asymmetrie im Netz funktionsfähig bleiben.
- .8.4 Die volle Bremskraft der Betriebsbremse muss - unabhängig von der Bremskraftsteuerung - spätestens beim Stillstand des Seils zum Wirken gebracht werden. Die Haltestromkreise der entsprechenden Wirkungsglieder müssen je von mindestens 2 Kontakten verschiedener Schaltgeräte unterbrochen werden.

## 656 Nothalt-Sicherheitsbremse

- .1 Die Sicherheitsbremse muss zusätzlich zu den erforderlichen mechanischen Auslösungen (Ziff. 526.3 und .4) automatisch zum Wirken gebracht werden (Nothalt-Sicherheitsbremse), wenn
  - .1.1 der entsprechende Sicherheitsstromkreis (Anh. 1, Teil W) unterbrochen wird;
  - .1.2 der erforderliche Arbeitsstromkreis (Ziff. 656.3) geschlossen wird.
- .2 Sobald die Sicherheitsbremse zum Wirken gekommen ist, muss der im Anhang 1, Teil W bezeichnete Sicherheitsstromkreis unterbrochen werden (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.10). Ausserdem muss auch beim Versagen eines elektrischen Betriebsmittels dieses Sicherheitsstromkreises, der Energiefluss zwischen Netz und Hauptmotor unterbrochen werden (Ziff. 651.7).
- .3 Wenn die Sicherheitsbremse durch einen hydraulischen oder pneumatischen Ruhekreis (Ziff. 526.2) offen gehalten wird, muss sie durch je ein Wirkungsmitglied eines Ruhe- und eines Arbeitsstromkreises (Ziff. 656.1.1 und .1.2) zum Wirken gebracht werden (Ziff. 512.10.6). Wenn sie durch einen elektrischen Ruhestromkreis offen gehalten wird, genügt ein Ruhestromkreis (Ziff. 656.1.1).
- .4 Falls der Druck in einem hydraulischen oder pneumatischen Ruhekreis unzulässig sinkt, muss die Sicherheitsbremse vollständig zum Wirken gebracht werden, wenn das Wirken der Betriebsbremse schaltungstechnisch verhindert wird (Ziff. 655.5), ausser wenn sich die Bahn unter Last nicht von selbst bewegt (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.11).
- .5 Infolge Netzausfalls oder Asymmetrie im Netz darf die Sicherheitsbremse nicht automatisch vor dem Stillstand der Bahn zum Wirken kommen.
- .6 Die Stromversorgung der auf die Sicherheitsbremse einwirkenden elektrischen Betriebsmittel muss so erfolgen, dass ein Spannungsausfall, der ein Ueberbremsen durch gleichzeitiges Wirken der Sicherheits- und der Betriebsbremse zur Folge haben könnte, möglichst verhindert wird.
- .7 Wenn die Sicherheitsbremse während der Fahrt durch eine elektrische Auslösung (Anh. 1, Teil W) zum Wirken gebracht wurde, darf sie nur vom Maschinenraum oder Kommandostand aus geöffnet bzw. das Öffnen eingeleitet werden können.

## 657 Verzögerungsüberwachung

- .1 Bei ungenügender Verzögerung muss durch die Verzögerungsüberwachung der im Anhang 1, Teil W bezeichnete Sicherheitsstromkreis unterbrochen werden.
- .2 Die Verzögerungsüberwachung darf bei elektrischem Halt bzw. Nothalt-Betriebsbremse nicht durch das gleiche Schaltgerät in Funktion gesetzt werden, das den elektrischen Halt unmittelbar einleitet bzw. den Haltestromkreis der Betriebsbremse unterbricht.
- .3 Die Verzögerungsüberwachung muss unabhängig von der gewählten und der tatsächlichen Fahrrichtung sowie auch bei Netzausfall oder Asymmetrie im Netz funktionsfähig sein.
- .4 Für die Verzögerungsüberwachung muss ein Ansprechwert von 0,3 - 1,0 m/s<sup>2</sup> vorgegeben werden können.
- .5 Wenn die Betriebs- oder die Sicherheitsbremse durch die Verzögerungsüberwachung zum Wirken gebracht werden muss, soll die Zeitverzögerung möglichst kurz sein; bei Beginn des Ueberwachungsvorganges darf sie 2 Sekunden nicht übersteigen.

## 658 Zusätzliche Sicherheits- und Schutzeinrichtungen des Antriebs

- .1 Die verschiedenen Antriebe (Haupt-, Hilfs-, Not- und Bergungsantrieb) sind mit ihren elektrischen Anlagen so gegeneinander zu verriegeln, dass eine Gefährdung ausgeschlossen ist (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 2.2).
- .2 Wenn bei einem Doppelantrieb die Bahn auch mit einem Motor betrieben werden kann, müssen entsprechende Verriegelungen vorhanden sein (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 2.3).
- .3 Die Fahrgeschwindigkeit ist unabhängig von der Fahrrichtung zu überwachen, ob sie
  - .3.1 den maximal zulässigen Wert nicht um mehr als 10 Prozent übersteigt (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.3);
  - .3.2 bei Ersatzsteuerung den nach Anhang 1, Teil A in der Kolonne für die Reduktion der Fahrgeschwindigkeit (" $v_{red}$ ") erwähnten zulässigen Wert nicht überschreitet, wenn eine der entsprechenden Sicherheits-, Schutz- oder Steuerungseinrichtungen nicht funktionsfähig ist (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.4);
  - .3.3 bei Ueberbrückung einer oder mehrerer Sicherheitseinrichtungen den zulässigen Wert von 2 m/s nicht übersteigt (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.5).

- .4 Es ist zu überwachen, ob die Betriebsbremse bei Beginn der Fahrt öffnet und während der Fahrt geöffnet bleibt (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.9).
- .5 Gefährdungen infolge grossen Drehmomentänderungen - verursacht durch Fehler im elektrischen Antrieb - müssen möglichst verhindert werden, wenn diese Drehmomentänderungen ein Ueberbeschleunigen oder ein Ueberverzögern zur Folge haben könnten (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.12).
- .6 Gefährdungen infolge Netzausfalls oder Asymmetrie im Netz sind zu verhindern (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.13).
- .7 Die Messung des Drehzahl-Istwertes (Ausgangsgrösse eines entsprechenden Messgliedes) für eine Steuerungs- oder Regelungsfunktion und für eine Sicherheitseinrichtung, die eine solche Funktion überwacht, muss - ausser in begründeten Fällen - von getrennten Messgliedern vorgenommen werden.
- .8 Wenn eine Sicherheitseinrichtung verdoppelt werden muss und für diese Sicherheitseinrichtung ein Drehzahl-Istwert verwendet wird, ist Ziffer 658.7 sinngemäss zu beachten.
- .9 Die verschiedenen Messglieder für die Drehzahl-Istwerte sind mechanisch getrennt voneinander anzutreiben.
- .10 Die verschiedenen für die Sicherheit wichtigen Drehzahl-Istwerte sowie der Drehzahl-Sollwert sind, durch gegenseitigen Vergleich, zu überwachen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.14 - 3.17).
- .11 Die Ueberwachung der Drehzahl-Istwerte muss bei einem Unterschied der verschiedenen Werte von  $\geq 0,6$  m/s ansprechen.
- .12 Das Uebereinstimmen zwischen effektiver Fahrriichtung und erteiltem Fahrbefehl ist zu überwachen (Fahrriichtungsüberwachung), ausser wenn eine Gefährdung durch andere konstruktive bzw. andere schaltungstechnische oder gleichwertige Massnahmen ausgeschlossen ist (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.18).
- .13 Die Fahrriichtungsüberwachung muss bei einer Fahrgeschwindigkeit von  $\geq 0,6$  m/s ansprechen.
- .14 Die Felder der elektrischen Maschinen sind vor thermischer Ueberlastung zu schützen, wenn eine solche Ueberlastung durch konstruktive oder schaltungstechnische Massnahmen nicht ausgeschlossen werden kann (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.21).
- .15 Der minimal erforderliche Feldstrom des Hauptmotors ist wenn nötig zu überwachen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.22).



- .16 Die elektrischen Maschinen sind durch Motorschutzschalter oder ähnlich funktionierende Wirkungsglieder thermisch zu schützen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 3.23).

## **66 Stationseinfahrt und Stützenüberfahrt**

### **661 Einfahrtverzögerung**

- .1 Vor den Stationen ist die Fahrgeschwindigkeit durch die Einfahrtverzögerungssteuerung rechtzeitig zu vermindern (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 4.1).
- .2 Die Einfahrtverzögerungssteuerung muss sowohl eine den Reisenden zumutbare Verzögerung bewirken als auch gewährleisten, dass die Einfahrtüberwachung normalerweise nicht anspricht.
- .3 Die Annäherung der Fahrzeuge an die Stationen und das Erreichen der kleinsten überwachten Fahrgeschwindigkeit ist anzuzeigen (Ziff. 642.3.7) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 4.2).
- .4 Im Einziehbereich der Stationen müssen beim Stillstand des Seils die Betriebs- und die Sicherheitsbremse mit voller Bremskraft zum Wirken gebracht werden.
- .5 Spätestens beim normalen Halteort in der Antriebsstation müssen die Bremsen zum Wirken gebracht (Ziff. 661.4) und der Energiefluss zwischen Netz und Hauptmotor unterbrochen werden (Ziff. 651.7).
- .6 Bei Versagen des normalen Stationshalts muss - unabhängig von den elektrischen Betriebsmitteln für diesen Halt - durch einen weiteren Schalter (Puffernotschalter) der im Anhang 1, Teil W, bezeichnete Sicherheitsstromkreis unterbrochen werden (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 4.3).
- .7 Bei einem Windenantrieb müssen auch bei Versagen des normalen Stationshalts sowie des Notpufferschalters die Bremsen zum Wirken gebracht (Ziff. 661.4) und der Energiefluss zwischen Netz und Hauptmotor unterbrochen werden (Ziff. 651.7) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 4.4).

### **662 Einfahrtüberwachung**

(Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 4.5 - 4.11)

- .1 Der Geschwindigkeitsverlauf ist im Stationseinfahrtbereich durch zwei voneinander unabhängige Kopierwerke in Verbindung mit voneinander unabhängigen Geschwindigkeitsmessgliedern zu überwachen.
- .2 Es müssen zwei voneinander vollständig unabhängige Einfahrtüberwachungen vorhanden sein.

- .3 Jede dieser Einfahrtüberwachungen muss den entsprechenden Sicherheitsstromkreis unterbrechen (Anh. 1, Teil W), wenn die Fahrgeschwindigkeit vor den Stationen nicht genügend vermindert worden ist.
- .4 Die Fahrzeuge müssen nach dem Ansprechen einer Einfahrtüberwachung vor dem Anfang der Bahnsteige stillstehen. Die Wegverlängerung die entsteht, wenn die Verzögerungsüberwachung die Sicherheitsbremse zum Wirken bringen muss, ist zu berücksichtigen.
- .5 Die Geschwindigkeitsmessglieder für mindestens eine Einfahrtüberwachung müssen direkt von einer Umlenk- oder einer Ablenkscheibe aus angetrieben oder beeinflusst werden.
- .6 Die Geschwindigkeitsmessglieder und ihre zugehörigen Wirkungsglieder bzw. Ausgangssignale für die Einfahrtüberwachung müssen überwacht werden, ob sie schalten bzw. vorhanden sind (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 4.11).

## 663 **Kopierwerk**

### **Allgemeine Bestimmungen**

- .1 Für die wegabhängige Steuerung und Ueberwachung des Fahrtprogramms zwischen den beiden Stationen sind die Informationen zu verwenden, die das Kopierwerk abgibt.
- .2 Der Abbildung der Strecke durch das Kopierwerk ist der Seilweg zugrunde zu legen.
- .3 Das Kopierwerk muss den Sollwert für den Geschwindigkeitsverlauf über der Strecke, insbesondere in den Stationseinfahrtbereichen bilden oder die Sollwertbildung einleiten.
- .4 Das Kopierwerk muss eine wegabhängige Geschwindigkeitsüberwachung in den Stationseinfahrtbereichen ermöglichen.
- .5 Das Kopierwerk muss weitere Informationen für Steuerungen und Ueberwachungen abgeben können.
- .6 Die Fahrriechtung muss vom Kopierwerk selbst erkannt werden. Ein Fahrriechungswechsel auf der Strecke muss möglich sein.
- .7 Bei Netzausfall muss die Funktionsfähigkeit des Kopierwerkes erhalten bleiben.

- .8 Korrekturen der Einstellung und der Ueberwachung des Fahrtprogramms müssen am Kopierwerk durch entsprechend instruiertes Personal mit normalem Aufwand möglich sein.
- .9 Zudem ist Ziffer 541 zu beachten.

#### **Elektronisches Kopierwerk**

- .10 Für das elektronische Kopierwerk gilt zudem:
  - .10.1 Die Weeingabe für das Kopierwerk muss durch einen von einer Umlenk- oder Ablenkscheibe beeinflussten Signalgeber oder eine gleichwertige Einrichtung erfolgen.
  - .10.2 Das Kopierwerk muss Einstellungen mit einer Genauigkeit von  $\leq 1$  m Seillänge erlauben.
  - .10.3 Die Einstellungen der verschiedenen Ausgabefunktionen müssen am Kopierwerk gut sichtbar oder einfach zu ermitteln sein.
  - .10.4 Von jedem Kopierwerk muss die jeweilige Distanz eines Fahrzeuges zu einer der beiden Stationen in Metern angezeigt werden.
  - .10.5 Ausgabesignale, die Sicherheitsfunktionen ausüben und die nicht durch die Kopierwerkkontrolle überwacht werden (Ziff. 664), müssen automatisch kontrolliert werden.
  - .10.6 Nach einem Ausfall der Speisespannung darf das Kopierwerk erst wieder funktionsfähig sein, wenn es in bezug auf die Abbildung der Strecke wieder synchronisiert worden ist.

#### **Mechanisches Kopierwerk**

- .11 Für das mechanische Kopierwerk gilt zudem:
  - .11.1 Das Kopierwerk muss mindestens im Stationseinfahrtbereich Einstellungen mit einer Genauigkeit von  $\leq 2$  m Seillänge erlauben. Dies bedingt eine Skala, bei der 1 mm Skalenlänge höchstens 1 m Seillänge entsprechen darf.
  - .11.2 Mindestens der Massstab, die beiden Endlagewerte und die Lage der Festpunktkontrolle sind am Kopierwerk selbst anzugeben.
  - .11.3 Kopierwerkschalter, die Sicherheitsfunktionen ausüben und die nicht durch die Kopierwerkkontrolle überwacht werden (Ziff. 664), müssen zwangsläufig betätigt werden und zwangsläufig schalten oder ihre Funktion muss mindestens einmal pro Fahrt automatisch kontrolliert werden.
  - .11.4 Werden von Potentiometern im Kopierwerk Sicherheitsfunktionen ausgeübt, so muss ihre Funktionsfähigkeit automatisch kontrolliert werden, ausser wenn dieselben durch die Kopierwerkkontrolle überwacht werden (Ziff. 664).

**664 Kopierwerkkontrolle**

(Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 4.12 - 4.15)

- .1 Bei Verwendung elektronischer Kopierwerke müssen im Stationseinfahrtbereich folgende Sicherheitseinrichtungen für die Kopierwerkkontrolle vorhanden und funktionsfähig sein:
  - .1.1 Festpunktkontrolle mit direkter Verwendung derjenigen Positionswerte, die für die Einfahrtüberwachungen unmittelbar verwendet werden.
  - .1.2 Kontinuierliche Gleichlaufüberwachung derjenigen Positionswerte, die für die Einfahrtüberwachungen unmittelbar verwendet werden.
  - .1.3 Nullstellungskontrolle.
- .2 Bei Verwendung mechanischer Kopierwerke müssen im Stationseinfahrtbereich folgende Sicherheitseinrichtungen für die Kopierwerkkontrolle vorhanden und funktionsfähig sein:
  - .2.1 Festpunktkontrolle mit oder ohne direkter Verwendung derjenigen Positionswerte, die für die Einfahrtüberwachungen unmittelbar verwendet werden.
  - .2.2 Eine von der Festpunktkontrolle unabhängige Gleichlaufüberwachung, ausser wenn eine Festpunktkontrolle nach Ziffer 664.1.1 vorhanden ist.
  - .2.3 Nullstellungskontrolle.

**665 Stützenüberfahrt, -verzögerung und -ueberwachung**

- .1 Die Steuer- und Regelgeräte müssen eine einwandfreie Stützenüberfahrt erlauben.
- .2 Wenn die maximale Fahrgeschwindigkeit grösser ist als die zulässige Fahrgeschwindigkeit über die Stützen (Ziff. 341.2) muss
  - .2.1 die Fahrgeschwindigkeit vor den Stützen durch zwei voneinander möglichst unabhängige Stützenverzögerungssteuerungen rechtzeitig vermindert werden (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 5.1);
  - .2.2 die Annäherung der Fahrzeuge an die Stützen und das Erreichen der zulässigen Fahrgeschwindigkeit über die Stützen angezeigt werden (Ziff. 642.3.8) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 5.2).
- .3 Wenn die Fahrgeschwindigkeit über die Stützen überwacht werden muss (Ziff. 341.5), ist Ziffer 662 sinngemäss zu beachten (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 5.3).

## **67 Fernüberwachungsanlage und Fernsteuerung**

### **671 Ueberwachungskreise**

- .1 Ueberwachungskreise müssen das Stillsetzen der Bahn bewirken (Ziff. 614.2), sowohl wenn sie unterbrochen werden als auch wenn sie mit andern Ueberwachungskreisen oder auch mit Erde kurzgeschlossen werden.
- .2 Sämtliche über die Stützen geführten Seile, Leiter usw. (Seile) - mit Ausnahme der Trageile - sind durch Ueberwachungskreise auf Unterbruch, gegenseitige Berührung und Erdschluss zu überwachen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.1).
- .3 Bei Verwendung von zwei oder mehr parallelen Zugseilen ist es nicht erforderlich, dass diese Seile auf gegenseitige Berührung überwacht werden. Die Zugseile müssen aber jederzeit einzeln auf Erdschluss und zusammen auf Unterbruch überwacht sein.
- .4 Sende- und Empfangseinrichtungen des Ueberwachungskreises einer Zugseilüberwachung sind so zu montieren, dass gegenseitige Beeinflussungen zwischen Sender und Empfänger, die die Funktionsfähigkeit beeinträchtigen könnten, ausgeschlossen sind.
- .5 Ueberwachungskreise dürfen sowohl berührungslos als auch galvanisch gekoppelt werden. Wenn extreme Witterungsverhältnisse zu erwarten sind, muss die berührungslose Koppelung vorgesehen werden.
- .6 Durch Ueberwachungskreise muss eine Nothalt-Auslösung spätestens erfolgen, wenn
  - .6.1 der Widerstand gegen Erde (Ableitwiderstand) unter 500 Ohm - in der Zugseilschleufe unter 200 Ohm - sinkt;
  - .6.2 der Widerstand zwischen überwachten Seilen unter 500 Ohm sinkt.
- .7 In Ueberwachungskreisen ist zwischen den einzelnen Seilen und Erde sowie zwischen den Seilen untereinander höchstens Kleinspannung zulässig. Höhere Werte bis maximal 100 Volt (Gleichspannung bzw. bei Wechselspannung: Scheitelwert) sind zulässig, sofern die Kurzschlussleistungen höchstens 10 Watt betragen und entsprechende Schutzmassnahmen auf den Stützen und in den Stationen getroffen werden.
- .8 Die Nothalt-Auslösung darf um höchstens 0,5 Sekunden verzögert werden, um automatisches Stillsetzen der Bahn infolge kurzzeitigen Unterbruchs oder Erdschlusses sowie atmosphärischer Einwirkung zu verhindern.

- .9 In begründeten Fällen darf die Möglichkeit bestehen, dass eine zusätzliche Abschaltverzögerung zugeschaltet werden kann. Die dauernde Zuschaltung dieser Verzögerung darf nicht möglich sein.
- .10 Es ist nicht zulässig, Bauelemente wie z.B. Widerstände, Kondensatoren, Dioden parallel zu Oeffnungskontakten bzw. -elementen, die für die Sicherheit wichtig sind, einzubauen.
- .11 Erdleitungen dürfen für die Wirkung von Sicherheitseinrichtungen in der Regel nur dann mitverwendet werden, wenn sie durch einen Ueberwachungskreis überwacht sind.
- .12 Es genügt, zu überwachende Seile (Ziff. 671.2) nur auf Unterbruch und Erdschluss zu überwachen, wenn
  - .12.1 eine gegenseitige Berührung der überwachten Seile oder Teil der Bahn, die mit diesen Seilen elektrisch leitend verbunden sind - ausser bei Seilriss - ausgeschlossen ist;
  - .12.2 innerhalb der Installation kein Schluss zwischen den Ueberwachungskreisen auftreten kann.

#### **Gleichstrom-Ueberwachungskreise**

- .13 Für Gleichstrom-Ueberwachungskreise gilt zudem:
  - .13.1 Die Abschaltsicherheit muss gewährleistet sein.
  - .13.2 Wird der Strom eines Ueberwachungskreises, der die entsprechende Leitung auf Unterbruch überwacht,
    - .13.2.1 nicht in der Station erzeugt (Gegen- oder Antriebsstation), in der er ausgewertet wird (Antriebs- oder Gegenstation), muss der entsprechende Zweig des Ueberwachungskreises durch Sicherheits- oder Schutzeinrichtungen unterbrochen werden;
    - .13.2.2 in der Station erzeugt, in der er ausgewertet wird, muss der entsprechende Zweig des Ueberwachungskreises durch Sicherheits- oder Schutzeinrichtungen unterbrochen und anschliessend müssen die zu diesem Zweck eingebauten elektrischen Betriebsmittel kurzgeschlossen werden.
  - .13.3 Durch Ueberwachungskreise muss eine Nothalt-Auslösung spätestens erfolgen, wenn
    - .13.3.1 der Widerstand in Serie (Längswiderstand) über 10'000 Ohm steigt;
    - .13.3.2 der Längswiderstand den gleichen Wert erreicht, bei dem der Widerstand gegen Erde eine Nothalt-Auslösung bewirkt, wenn Ueberwachungskreise nach Ziffer 671.13.2.1 durch Sicherheitseinrichtungen direkt unterbrochen werden.

### **Ton- und Hochfrequenz-Ueberwachungskreise**

- .14 Für Ton- und Hochfrequenz-Ueberwachungskreise gilt zudem:
  - .14.1 Werden für Ueberwachungskreise Ton- und Hochfrequenzsignale verwendet, so muss die Abschaltsicherheit sinngemäss gewährleistet sein.
  - .14.2 Ein Ueberwachungssignal darf nur dann in derjenigen Station erzeugt werden, in der es empfangen und verarbeitet wird, wenn gegenseitige Beeinflussungen zwischen Sender und Empfänger, die die Funktionsfähigkeit beeinträchtigen könnten, ausgeschlossen sind.
  - .14.3 Werden im Sicherheitskreis Funkverbindungen verwendet, muss ebenfalls ein sicherer und zuverlässiger Betrieb gewährleistet werden können. Solche Verbindungen im Ueberwachungskreis sind nur in begründeten Fällen zulässig.

## **672 Sicherheits- und Schutzeinrichtungen, die auf Ueberwachungskreise einwirken**

- .1 Sicherheits- und Schutzeinrichtungen auf der Strecke müssen direkt auf Ueberwachungskreise einwirken. Diejenigen in den Fahrzeugen, in der Gegenstation sowie in Zwischenhaltestellen müssen direkt oder über Sicherheitsstromkreise auf Ueberwachungskreise einwirken.
- .2 Sicherheits- und Schutzeinrichtungen, die auf einen Gleichstrom-Ueberwachungskreis einwirken, müssen den entsprechenden Zweig unterbrechen (Ziff. 671.13.2.1) oder unterbrechen und anschliessend die zu diesem Zweck eingebauten elektrischen Betriebsmittel kurzschliessen (Ziff. 671.13.2.2). Auf Ton- oder Hochfrequenz-Ueberwachungskreise einwirkende Sicherheits- und Schutzeinrichtungen müssen sinngemäss wirken.

## **673 Ueberwachung der Fangbremse**

- .1 Die Stellung der Fangbremse sowie diejenige einer allfälligen Oeffnungseinrichtung sind zu überwachen (Ziff. 712) (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.4).
- .2 Die Schalter für die Ueberwachung der Fangbremse müssen einzeln ohne grossen Aufwand geprüft werden können.
- .3 Eine elektrisch gesteuerte Oeffnungseinrichtung der Fangbremse darf nur durch ein manuell zu betätigendes Schaltgerät in Funktion gesetzt werden können. Das Betätigen dieses Schaltgerätes muss erschwert werden (Ziff. 712.3).



## **674 Besondere Installationen für Ueberwachungskreise**

- .1 Der Isolationswiderstand zu überwachenden Seile (Ziff. 671.2) gegen Erde muss, mit 500 Volt Prüfspannung, auch bei ungünstigsten Witterungsverhältnissen mindestens 20'000 Ohm betragen.
- .2 Bei Berührung eines Fahrzeugs durch überwachte Seile (Ziff. 671.2), auch solche der gegenüberliegenden Fahrbahn, muss die Bahn, ausser in begründeten Fällen, automatisch stillgesetzt werden (Anh. 1, Teil W), wenn eine solche Berührung - Seilriss und Seilüberschlag ausgenommen - durch konstruktive Massnahmen nicht ausgeschlossen werden kann (Ziff. 701.13).
- .3 Bei Verwendung eines endlosen Bergungsseils muss bei Berührung desselben mit einem Laufwerk eine Nothalt-Auslösung erfolgen, unabhängig von der Laufwerk-Erdung.
- .4 Werden für die Verwirklichung von Ueberwachungsaufgaben der Fernüberwachungsanlage keine Freileitungen, sondern Kabelleitungen verwendet, so kann in begründeten Fällen von Abschnitt 67 abgewichen werden.

## **675 Fernsteuerung**

- .1 Elektrische Betriebsmittel und Signale der Fernsteuerung dürfen die Sicherheit der Bahn nicht beeinträchtigen. Die Signale dürfen sich gegenseitig nicht beeinflussen.
- .2 Fernsteuerungen müssen so aufgebaut sein, dass möglichst keine Fehlsignale auftreten und sich gegebenenfalls solche nicht gefährdend auswirken können.
- .3 Sowohl die Bereitschaft als auch ein Fahrbefehl dürfen von den Fahrzeugen aus erst erteilt werden können, wenn alle hiefür notwendigen Bedingungen erfüllt sind.
- .4 Ein Fahrbefehl darf nur weitergeleitet werden können, wenn
  - .4.1 aus beiden Fahrzeugen die Bereitschaft und aus einem Fahrzeug ein Fahrbefehl erteilt worden ist oder
  - .4.2 wenn aus beiden Fahrzeugen der korrespondierende Fahrbefehl erteilt worden ist.
- .5 Die Fahrgeschwindigkeit muss von den Fahrzeugen aus während der Fahrt jederzeit sowohl begrenzt als auch herabgesetzt werden können (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.10).

- .6 Fernsteuerbefehle sowohl zum Anhalten als auch zum Herabsetzen der Fahrgeschwindigkeit müssen vor allen anderen Fernsteuerbefehlen den Vorrang haben.

## **68 Fernmeldeeinrichtungen**

### **681 Oeffentliches Telefonnetz**

In begründeten Fällen kann auf den Anschluss an das öffentliche Telefonnetz verzichtet werden, wenn während der ganzen Betriebszeit gewährleistet ist, dass eine andere, gleichwertige Verbindung zu einer während dieser Zeit besetzten Stelle des Bahnunternehmens - mit Anschluss an das öffentliche Telefonnetz - jederzeit hergestellt werden kann.

### **682 Bahninterne Sprechverbindungen**

- .1 Neben der Verbindung der Stationen und Fahrzeuge durch eine Betriebstelefonanlage, einschliesslich der Zwischenhaltestellen, müssen in der Regel auch die einzelnen Sektionen einer Seilbahn durch eine Betriebstelefonanlage miteinander verbunden sein.
- .2 Bahninterne Sprechverbindungen dürfen die Funktionsfähigkeit der Fernüberwachungsanlage und der Fernsteuerung nicht beeinträchtigen.
- .3 Die bahninternen Sprechverbindungen müssen eine genügende Uebertragungsqualität gewährleisten.
- .4 Die bahninternen Sprechverbindungen müssen auch bei Netzausfall und Nothalt-Auslösungen der Ueberwachungskreise infolge einwirkender Sicherheits- oder Schutzeinrichtung und einseitigen Seilüberschlags funktionsfähig bleiben.
- .5 Die Betriebstelefonanlage muss funktionsfähig bleiben, wenn Nothalt-Auslösungen der Fernüberwachungsanlage vollständig oder teilweise überbrückt werden.
- .6 In der Betriebstelefonanlage darf, ausser in begründeten Fällen, keine Funkverbindung enthalten sein.
- .7 Wenn Fahrgäste in Fahrzeugen ohne Fahrzeugbegleiter befördert werden und diese Fahrzeuge nicht in kurzer Zeit erreicht werden können, sind Einrichtungen vorzusehen, durch die die Fahrgäste bei Störungen - von einer durch Personal besetzten Stelle aus - verständigt werden können. Diese Einrichtungen müssen, ausser in begründeten Fällen, ein Gegengespräch ermöglichen.

**683            Uebermittlung von Fahr- und Haltsignalen**

- .1            Zur Uebermittlung von Fahr- Haltsignalen müssen Signaleinrichtungen vorhanden sein. Diese dürfen die Funktionsfähigkeit der Fernüberwachungsanlage und der Fernsteuerung nicht beeinträchtigen können.
  
- .2            Werden für die Durchgabe von Fahr- und Haltsignalen dauernd aufliegende Stromabnehmer verwendet, so sind die Kontaktstellen auf Unterbrechung zu kontrollieren.

## **7 Besondere Bauvorschriften für die Fahrzeuge**

### **701 Allgemeines**

- .1 Alle Fahrzeuge sind so auszubilden, dass die vorgeschriebenen Quer- und Längspendelfreiheiten (Ziff. 322 und 324) sowie die Bedingungen für Fahrzeugführungen (Ziff. 559) eingehalten sind.
- .2 Die tragenden Teile von Fahrzeugen sowie deren Anschlüsse und Verbindungen sind so auszubilden, dass ihr Zustand geprüft werden kann. Abdeckungen müssen leicht entfernt werden können.
- .3 Sie sind gegen Korrosion zu schützen.
- .4 Für tragende Teile von Fahrzeugen ist Material zu verwenden, das auch bei tiefen Temperaturen eine genügende Zähigkeit, charakterisiert durch die Kerbschlagarbeit nach Anhang 3, aufweist.
- .5 Alle tragenden Schweissverbindungen sind beanspruchungsgerecht zu dimensionieren (Ziff. 103.2.14) und von geprüften Schweißern (Ziff. 103.2.13) auszuführen.
- .6 Verbindungen zwischen Laufwerken (Bremswagen), Gehängen und Kabinen sind gegen selbsttätiges Lösen zu sichern.
- .7 Elastische Zwischenglieder müssen ausfallsicher sein.
- .8 Alle tragenden Schraubenverbindungen sind beanspruchungsgerecht zu dimensionieren (Ziff. 103.2.15).
- .9 Bei stehender Beförderung der Reisenden ist die Bodenfläche der Fahrzeuge so zu bemessen, dass einer Person mindestens 0,18 m<sup>2</sup> und höchstens 0,2 m<sup>2</sup>, bei Lastmessung höchstens 0,22 m<sup>2</sup> zur Verfügung stehen. Ferner ist eine genügende Anzahl Haltegriffe vorzusehen.
- .10 Ohne Wind müssen die mit der halben Nutzlast beladenen Fahrzeuge lotrecht hängen.
- .11 Wenn nötig, müssen Zusatzmassen eingelegt oder betriebssicher befestigt werden können. Die Zustandsprüfung tragender Teile (Ziff. 701.2) darf dadurch nicht behindert werden.
- .12 Für die Beförderung von Gütern sind in der Regel besondere Transportbehälter zu verwenden. Diese können an den Kabinen aufgehängt werden; sie müssen so beschaffen sein, dass deren Inhalt nicht herausfallen kann. Die zulässige Nutzlast ist an den Transportbehältern anzuschreiben.

- .13 Alle Fahrzeugteile sind, ausser in begründeten Fällen, untereinander elektrisch leitend zu verbinden (Ziff. 674.2).
- .14 Bei gleichzeitiger Beförderung von Reisenden und Gütern (einschliesslich Wasser) mit an den Kabinen aufgehängten Transportbehältern sind die Fahrzeuge mit einer Lastmessenrichtung zu versehen. Deren Ansprechwert darf um höchstens 10 Prozent der Nutzlast abweichen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.6).
- .15 In allen Fahrzeugen ist eine Steuerstelle vorzusehen.
- .16 Ziffer 626.4 ist zu beachten.

## 702 Bemessung

- .1 Gehänge und Kabinen sind für folgende Kräfte und Momente zu bemessen (Ziff. 702.2):
  - .1.1 Eigengewicht aller Teile einschliesslich Ausrüstung (G);
  - .1.2 Nutzlast (Q), (Ziff. 411);
  - .1.3 Lastfaktor ( $\gamma$ ) = 1,4; Eigengewicht und Nutzlast sind in den Lastfällen 2 und 3 mit dem Wert  $\gamma$  zu multiplizieren;
  - .1.4 Dämpfungsmoment MY;
    - .1.4.1 mit Schwingungsdämpfer am Tragrohr  $\pm 100$  Nm pro Person;
    - .1.4.2 ohne Schwingungsdämpfer am Tragrohr  $\pm 25$  Nm pro Person;
  - .1.5 Torsionsmoment MZ  $\pm 50$  Nm pro Person, gleichzeitig mit MY wirkend;
  - .1.6 Anprallkraft HY (quer zur Fahrrichtung) = 200 N pro Person, in halber Kabinenhöhe an der ungünstigsten Anprallstelle wirkend;
  - .1.7 Kräfte beim Wirken der Fangbremse (QF); dabei ist Ziffer 103.2.19 zu beachten. Ferner gilt:
    - .1.7.1 Die beim Wirken der Fangbremse möglichen Anprallkräfte sind bei der Bemessung von Gehänge und Kabine und insbesondere bei der Ausbildung der talseitigen Dachrandzone der Kabine zu berücksichtigen;
    - .1.7.2 Die talseitige Kabinenstirnwand ist für die Anprallkraft HX (in Fahrrichtung) = Nutzlast zu bemessen, sofern nicht kleinere Kräfte nachgewiesen werden; Ziffer 703.3 ist zu beachten;
  - .1.8 Probelasten (QP).

- .2 Die Beanspruchungen und Sicherheiten sind für folgende Kräfte und Momente nachzuweisen:

Lastfall	1	2	3	4	5
Auftreten		häufig	selten	ausnahmsweise	
Eigengewicht	G	G	G	-	-
Nutzlast	Q	Q	Q	-	-
Lastfaktor	-	$\gamma$	$\gamma$	-	-
Momente	-	MY, MZ	-	MY, MZ	MY, MZ
Anprallkraft	-	-	HY	-	-
Fangbremsung	-	-	-	QF	-
Probelasten	-	-	-	-	QP
Sicherheit	3*	1,3**	1,6*	1*	1,1*

\* gegen die Streckgrenze bzw. gegen Knicken oder Beulen

\*\* gegen Ermüdung, unter Berücksichtigung der Oberflächenbeschaffenheit, Dicke und Form der Bauteile

- .3 Für Aluminiumlegierungen ist eine reduzierte Streckgrenze von  $0,72 \sigma_z$  zu berücksichtigen, wenn die Streckgrenze grösser als  $0,72 \sigma_z$  ist.  $\sigma_z$  = Zugfestigkeit.
- .4 Für Laufwerke sind die Beanspruchungen und Sicherheiten nach Ziffer 702.2 für den Lastfall 1 (einschliesslich Zugseilauflagekraft und grösste Windkraft im Betrieb (Ziff. 414) auf Zugseil und Fahrzeug) und den Lastfall 4 nachzuweisen.
- .5 Für die Bemessung von Fangbremsen sind die Ziffern 712.4 und .13 zu beachten.
- .6 Das Tragrohr des Gehänges muss im Lastfall 4 eine mind. 1,25-fache Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweisen.
- .7 Berechnungsmodelle für Gehänge müssen das tatsächliche Verhalten mit genügender Genauigkeit wiedergeben. Insbesondere ist der Einfluss zusätzlicher Bindungen (Querschotten), torsionsteifer Stäbe und exzentrischer Anordnung der Gehängewangen bezüglich des Gelenkes zu berücksichtigen. Zusatzspannungen durch Zwängungskräfte sind mindestens im Ermüdungsnachweis zu berücksichtigen.

Richtungen: X = Fahrrichtung  
 Y = quer zur Fahrrichtung  
 Z = vertikal

- .8 Gehänge sind für den Lastfall 2 mit einer rechnerischen Lebensdauer von mindestens 300'000 Fahrten zu bemessen. Für jede Stütze oder Fahrt ist mit 10 Längspendelungen (MY) und gleichzeitigen Torsionsschwingungen (MZ) zu rechnen.

**Probebelastungen:**

- .9 Probelastungen von Laufwerken sind durchzuführen mit den Kräften X und Z aus  $Q_F$ , gleichzeitig wirkend, oder 3 (G + Q + Zugseilauflagekraft), wenn diese grössere Beanspruchungen ergeben.
- .10 Probelastungen von Gehängen sind durchzuführen mit
- .10.1 den Kräften X und Z aus  $Q_F$ , gleichzeitig wirkend, oder 3 (G + Q), wenn diese grössere Beanspruchungen ergeben;
- .10.2 dem Dämpfungsmoment MY (mit Schwingungsdämpfer am Tragrohr), sofern die Berechnung nicht zeigt, dass die Probelastung unnötig ist;
- .10.3 dem Torsionsmoment MZ infolge HY oder aus  $Q_F$ , sofern die Berechnung nicht zeigt, dass die Probelastung unnötig ist.
- .11 Probelastungen von Kabinen sind durchzuführen mit
- .11.1 der Kraft Z aus  $Q_F$  oder 3 (G + Q), wenn diese grössere Beanspruchungen ergeben;
- .11.2 der Kraft X aus  $Q_F$  oder HY, wenn diese grössere Beanspruchungen ergibt.
- .12 Für Probelastungen verwendete Fahrzeuge oder Fahrzeugteile müssen in allen Belangen der endgültigen Ausführung entsprechen.
- .13 Die Ergebnisse der Probelastungen sind mit den statischen Berechnungen zu vergleichen. Abweichungen sind zu begründen.
- .14 Auf Probelastungen kann verzichtet werden, wenn diese Nachweise bereits für eine gleichwertige Konstruktion erbracht worden sind.

**703 Kabinen**

- .1 Kabinen und Transportbehälter sind mit den nötigen Streifenleisten auszurüsten.
- .2 Im Innenraum sind vorstehende, scharfkantige Teile zu vermeiden.
- .3 Die talseitige Stirnwand ist zu polstern und so auszubilden, dass Reisende nicht hinausfallen können. Ziffer 702.1.7.2 ist zu beachten.



- .4 Fenster müssen aus nichtsplitterndem Material bestehen. Sie dürfen nur soweit geöffnet werden können, dass im Bereich der Stützen und Stationen keine Gefährdung von Reisenden möglich ist.
- .5 Die notwendigen Lüftungseinrichtungen sind vorzusehen.
- .6 Die Kabinen sind mit einer Dach- und einer Bodenluke sowie einer Leiter zum Erreichen des Daches zu versehen.
- .7 Ueber der Bodenluke ist eine Befestigungsstelle für das Abseilgerät vorzusehen; sie ist für die Masse des Abseilgerätes und der gleichzeitig abzuseilenden Personen gemäss Ziffer 702.2, Lastfall 1, zu bemessen.
- .8 Grössere Kabinen (über etwa 80 Personen) sollen
  - .8.1 für den Begleiter einen erhöhten Standort haben;
  - .8.2 mit einer Nottoilette ausgerüstet werden;
  - .8.3 durch "weiche" Zwischenwände unterteilt werden.
- .9 In begleiteten Kabinen ist ein Bergungsgerät (Abseilgerät) vor Feuchtigkeit und Beschädigung geschützt unterzubringen.
- .10 Jede Kabine ist mit einer Leine auszurüsten, mit der Material hochgezogen werden kann. Ebenso ist das Werkzeug zum Öffnen der Fangbremse beim Ausfall der normalen Öffnungseinrichtung mitzuführen.
- .11 Der Windwiderstand von Kabinen soll möglichst klein sein.
- .12 In den Kabinen sind die zulässige Anzahl Personen, die Nutzlast in kg sowie bei unbegleiteten Kabinen (Ziff. 924) eine Anweisung für das Verhalten bei Stillstand auf der Strecke, in der Regel mehrsprachig, anzuschlagen. Ferner ist das Rauchen zu verbieten.
- .13 Die Kabinen sind aussen gut sichtbar zu nummerieren.

## **704 Kabinentüren**

- .1 Kabinen sind mit Türen auszurüsten, die nicht unbeabsichtigt geöffnet werden können.
- .2 Die Türen müssen verriegelt werden können. Die verriegelte Stellung muss ersichtlich sein.
- .3 Die Stellung der Türen ist im Bereich der Stationen und Zwischenhaltestellen zu überwachen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.7 und 6.8).

- .4 Bei maschineller Türschliessung muss der Verschluss sinngemäss die gleiche Sicherheit bieten. Zudem gilt:
  - .4.1 die Schliesskraft darf höchstens 150 N betragen, wenn das Einklemmen nicht verhindert wird;
  - .4.2 die Türkanten sind weich zu polstern;
  - .4.3 bei Ausfall der maschinellen Einrichtung müssen die Türen von Hand geöffnet werden können;
  - .4.4 die Verriegelung ist zu überwachen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.9).
- .5 Maschinell betätigte Türen dürfen sich nur öffnen lassen, wenn sich das Fahrzeug an einer Ein- bzw. Ausstiegstelle befindet.
- .6 Die Kabinentüren sowie deren Führungen und Verschlüsse müssen den beim Wirken der Fangbremse und beim Anprall der Kabine (Ziff. 702.1.7) auftretenden Kräften standhalten. Wenn die Streifenleisten (Ziff. 703.1) an den Türen befestigt sind, gilt das Gleiche für die Kräfte, die beim Anprall an Führungen auftreten.

## **705 (Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)**

### **706 Gehänge**

- .1 Für geschweisste Stahlgehänge ist Fe 360 oder Fe 510 der Gütegruppe D (Ziff. 103.2.4) oder eine mindestens gleichwertige Stahlqualität zu verwenden.
- .2 Geschlossene Profile müssen eine Wandstärke von mindestens 2,5 mm haben. Sie sind gegen innere Korrosion zu schützen und mit den nötigen Wasserablauföchern zu versehen.
- .3 Der Innenradius von Krümmungen muss mindestens gleich dem Dreifachen der Profilhöhe bzw. des äusseren Rohrdurchmessers sein.
- .4 Die Gehänge sind mit Leitern auszurüsten.
- .5 Die Längspendelung ist zu dämpfen (Schwingungsdämpfer).
- .6 Der Gehängekopf ist so zu lagern, dass die vorgeschriebene Längspendelung (Ziff. 324) bei der grössten Seilneigung möglich ist.
- .7 Für Lager sind die Ziffern 534.4 und .5 zu beachten.

**707 Zugseilbefestigung**

- .1 Die Zugseilbefestigung an den Laufwerken muss periodisch prüfbar sein.
- .2 Wird ausnahmsweise eine nichtprüfbare Befestigungsart verwendet, so ist das befestigte Zugseilstück periodisch zu erneuern.
- .3 Zugseilbefestigungen sind für die wirkliche Bruchkraft des Seiles zu bemessen.
- .4 Biegungen infolge von Zugseilanschlägen sind von der Befestigung fernzuhalten. Dabei gilt:
  - .4.1 Sofern nicht ein besonderes Dämpfungsglied Biegeschwingungen von der Befestigung fernhält, sind Seilhülsen mit gefütterten Schutzhülsen auszurüsten. Dafür gilt:
    - .4.1.1 die Fütterungslänge muss mindestens  $4 \cdot d$  sein;  
 $d$  = Seilnennendurchmesser
    - .4.1.2 die Fütterungsdicke muss  $(0,25 - 0,5) \cdot d$ , der Innendurchmesser gleich dem Seilnennendurchmesser sein;
    - .4.1.3 als Material ist Kunststoff mit einer Härte von 90–95° Shore A zu verwenden, der keine Korrosion verursacht.
- .5 Für Klemmköpfe ist Ziffer 103.2.20 zu beachten.
- .6 Für Vergussgehäuse sind Stähle zu verwenden, deren Eigenschaften durch die Wärmeeinflüsse beim Vergießen nicht nachteilig verändert werden. Ferner gilt:
  - .6.1 Bei Litzenseilen sind die inneren Abmessungen der Gehäuses wie folgt zu wählen:
    - .6.1.1 die Kegellänge  $L$  muss  $5 \cdot d \leq L \leq 7 \cdot d$  sein;  $d$  = Seilnennendurchmesser
    - .6.1.2 der Kegelneigungswinkel soll  $5^\circ \leq \alpha \leq 9^\circ$  sein;
- .7 Bei Trommelbefestigung muss die Trommel und die Endbefestigung folgenden Bedingungen genügen:
  - .7.1 der Trommeldurchmesser muss Ziffer 422.1 entsprechen;
  - .7.2 der Endseilzug ist durch gefederte Klemmplatten über eine Abstützung auf den Laufwerkhauptträger zu übertragen;
  - .7.3 in kleinem Abstand (ca. 10 mm) ist eine identische Sicherheitsklemmplatte anzubringen;

- .7.4 auch bei einer Abnahme des Seilnennendurchmessers um 5 Prozent muss mit den Reibwerten nach Ziffer 413.4 und .5 beim grössten Seilzug bei gleichförmiger Bewegung eine mindestens 3-fache Sicherheit gegen Versagen vorhanden sein (ohne Berücksichtigung der Sicherheitsklemmplatte).
- .8 Bei Verwendung von Klemmen (bei endlosem Zugseil) muss deren totale Abziehkraft, d.h. der wirkliche Widerstand gegen Gleiten bei geschmiertem Seil mindestens gleich sein dem vierfachen Hangabtrieb des beladenen Fahrzeugs bei grösster Seilneigung. Dabei gilt:
  - .8.1 Es sind mindestens zwei Klemmen zu verwenden;
  - .8.2 die Klemmen müssen den Ziffern 707 und 708 der Verordnung über die Sicherheitsanforderungen an Umlaufbahnen mit festen Klemmen genügen.

## **708-710 (Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)**

### **711 Laufwerke**

- .1 Die Laufwerke sind möglichst entgleisungssicher zu bauen. Bei Laufwerken ohne Fangbremse sind die Wippen mit Führungseinrichtungen auszurüsten, die unter die Trageseilunterkante reichen und unten soweit geöffnet sind, dass sie unter Windeinfluss nicht auf Seilschuhe auffahren oder zwischen Seilschuh und Trageseil einfahren können. Die Unterseite der Führungseinrichtungen ist so zu formen, dass sie von Trageseilschuhen seitlich abrutschen können.
- .2 Die Beweglichkeit der Wippen quer zur Seilebene ist auf das betrieblich Notwendige zu beschränken.
- .3 Laufwerkrollen sind zu füttern und mit Metallflanschen zu versehen. Die Rillentiefe soll möglichst gross sein.
- .4 An den Enden der Laufwerke sind Schneeabstreifer anzubringen.
- .5 Für die Bemessung gilt Ziffer 702.4.

### **712 Fangbremse**

- .1 Die Fahrzeuge sind mit einer auf die Trageseile wirkenden Fangbremse auszurüsten.
- .2 Diese muss automatisch zum Wirken gebracht werden
- .2.1 beim Riss des oberen oder des unteren Zugseils (Schlaffseilauflösung, Ziff. 712.6);

- .2.2 bei etwa 30 Prozent Uebergeschwindigkeit, durch zwei unabhängige, mechanische Uebergeschwindigkeitsauslöser, wenn eine Auslösung nach Ziffer 712.6 nicht sichergestellt werden kann.
- .3 Sie muss vom Fahrzeugbegleiter, in der Regel zur Hälfte, von Hand ausgelöst werden können. Bei fernbetätigter Oeffnungseinrichtung muss die Bremse am Betätigungsstandort während des Oeffnens von Hand ausgelöst werden können.
- .4 Die Bremskraft der Fangbremse muss beim mittleren Reibwert der Bremsbeläge mindestens gleich sein:
  - .4.1 dem grössten bei gleichförmiger Bewegung und Talfahrt unmittelbar oberhalb des Laufwerks vorhandenen Zugseilzug;
  - .4.2 dem 1,5-fachen grössten Hangabtrieb des beladenen Fahrzeugs;
  - .4.3 bei Verwendung von zwei parallelen Zugseilen dem 1,5-fachen Wert nach Ziffer 712.4.1 (für ein Zugseil) bzw. dem grössten Hangabtrieb des beladenen Fahrzeugs.
- .5 Bei der durch einen Bremsweg von  $0,75 v^2$  m verursachten Abnützung der Bremsbeläge und kleinstem Reibwert muss die Bremskraft der Fangbremse mindestens gleich dem grössten Hangabtrieb des beladenen Fahrzeugs sein.  
 $v =$  Fahrgeschwindigkeit [m/s]
- .6 Die automatische Auslösung infolge Seilriss muss erfolgen, wenn der Seilzug am Laufwerk unter die Hälfte der grössten Höhenspannung des oberen bzw. des unteren Zugseils oder unter 5 kN abgesunken ist.
- .7 Ist die Bremskraft entsprechend dem Ort des Seilrisses (unteres oder oberes Seil) oder der Fahrriechung abgestuft, so muss sie in Stationsnähe verhindern, dass Fahrzeuge (beim Riss des der Station abgewendeten Zugseils) in die Station hineingezogen werden.
- .8 Bei Windenbahnen darf die Fangbremse beim bergwärtsfahrenden Fahrzeug nicht zur Wirkung kommen.
- .9 Die Bremsbeläge dürfen die Tragseile nicht beschädigen.
- .10 Die Bremsbeläge sind so zu formen, dass Tragseilschuhe und Klemmen von Zugseil-Zwischenaufhängungen bei geschlossener Bremse befahren werden können. Ferner gilt:
  - .10.1 Die Unterseite der Bremsbeläge und -backen ist so zu formen, dass sie von Tragseilschuhen seitlich abrutschen können.
- .11 Die Bremskraft ist durch Druckfedern zu erzeugen; sie muss einstellbar sein.

- .12 Bei hydraulischer Offenhaltung der Fangbremse ist der Öffnungsdruck zu überwachen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 6.5).
- .13 Alle Bauteile der Fangbremse oder des Bremswagens müssen beim grössten Reibwert eine mindestens zweifache Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweisen; aussergewöhnliche dynamische Schliesskräfte sind zu berücksichtigen.
- .14 Eine Bremskraftregelung darf auf keinen Fall eine zu kleine Bremskraft verursachen.
- .15 Bei Verwendung von zwei parallelen, endlosen Zugseilen kann auf die Fangbremse verzichtet werden, wenn
  - .15.1 jedes Seil für sich allein die entsprechenden Bedingungen erfüllt;
  - .15.2 mit den dynamischen Zusatzkräften beim Riss eines Seils die Zugsicherheit (Ziff. 421.1) des verbleibenden Seils nicht unter 3 sinkt.
- .16 Zudem ist Ziffer 673 zu beachten.

## 713 **Bergungsfahrzeug**

- .1 Das Fassungsvermögen soll mindestens gleich 10 Prozent des Fassungsvermögens der Hauptkabine sein.
- .2 Für die Bemessung gilt Ziffer 702.2 und .4, Lastfall 1.
- .3 An einem endlosen Bergungsseil sind die Fahrzeuge mit Klemmen zu befestigen, die Ziffer 707.8 entsprechen.
- .4 Ein endloses Bergungsseil soll auch als Förderseil (ohne Laufwerk, mit reduzierter Nutzlast) verwendet werden können.
- .5 Das Uebersteigen von der Haupt- in die Bergungskabine muss gefahrlos möglich sein. Die Gehängelänge des Bergungsfahrzeugs muss nötigenfalls einstellbar sein.
- .6 Das Verlassen der Bergungskabine in den Stationen muss gefahrlos und rasch möglich sein.
- .7 Die für die rasche Einsatzbereitschaft der Bergungsfahrzeuge nötigen Hilfsmittel (Hebezeuge, Kranlaufbahnen usw.) sind vorzusehen. Bergungsfahrzeuge sind jederzeit gut zugänglich zu lagern.

## **8 Besondere Bauvorschriften für die festen Anlagen**

### **81 Berechnung und Bemessung**

#### **811 Grundsätze**

- .1 Für die Bemessung der festen Anlagen ist durch das Seilbahnunternehmen und die Lieferanten ein Nutzungsplan aufzustellen. Darin sind die vereinbarten Anforderungen festzuhalten.
- .2 Bauten und Bauteile, welche Fahrzeuge und mechanische Einrichtungen tragen oder Seilkräfte aufnehmen bzw. ableiten, sind möglichst steif und in der Regel in Stahl, Stahlbeton oder Spannbeton auszuführen.
- .3 Für die Bestimmung von Gefährdungsbildern für Stationsbauten ist gegebenenfalls den alpinen Verhältnissen besondere Beachtung zu schenken, d.h. Einwirkungen aus Wind und Schnee können gleichzeitig auftreten.
- .4 Die Nachweise für Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdungssicherheit sind nach Ziffer 814 bis 816 zu führen.
- .5 Sind mehrere Ingenieure am Bau beteiligt, sind bei Schnittstellen die Beanspruchungen eindeutig zu definieren und für jede Einwirkung gesondert anzugeben.

#### **812 Einwirkungen**

- .1 Als Einwirkungen sind zu berücksichtigen:
  - .1.1 Eigenlasten des Tragwerkes;
  - .1.2 ständige Einwirkungen;
  - .1.3 veränderliche Einwirkungen:
    - .1.3.1 Seilauflasten (Ziff. 44, 45, 46);
    - .1.3.2 dynamische Einwirkungen (Ziff. 415);
    - .1.3.3 Reibung (Ziff. 413);
    - .1.3.4 Wind (Ziff. 414);
    - .1.3.5 Schnee (Ziff. 416);
    - .1.3.6 Eisbehang (Ziff. 417);
  - .1.4 aussergewöhnliche Einwirkungen (Ziff. 418);
  - .1.5 weitere Einwirkungen infolge Temperatur, Baugrund, Konstruktion (Vorspannung, Schwinden, Kriechen) usw.

- .2 Die vorgenannten Einwirkungen bilden die Grundlage zur Erstellung von Sicherheitsplänen und von Nutzungsplänen.
- .3 Der massgebende Bemessungswert der Beanspruchung, d.h. die Berücksichtigung von gleichzeitig auftretenden Einwirkungen ist anhand von Gefährdungsbildern zu bestimmen (Anhang 5). Von sich gegenseitig ausschliessenden Einwirkungen ist nur die jeweils ungünstiger wirkende zu berücksichtigen.

### 813 Berechnung

- .1 Die auftretenden Schnittkräfte an Bauteilen nach Ziffer 811.2 sind nach der Elastizitätstheorie zu ermitteln.
- .2 Die aus den angrenzenden Spannungsfeldern einwirkenden Windkräfte auf Seile und Fahrzeuge greifen je zur Hälfte an den zwei äussersten Rollen der Rollenbatterien, bzw. an den Auflaufpunkten des beladenen oder des leeren Trageils an.
- .3 Werden die Schnittkräfte mit Hilfe von Computern ermittelt, so kann das Bundesamt verlangen, dass für die wichtigsten Bauteile die ausgedruckten Werte mit üblichen Berechnungsmethoden oder mit einem anders aufgebauten Programm stichprobenweise überprüft werden.
- .4 Dem räumlichen Verhalten von Fachwerkkonstruktionen ist Rechnung zu tragen.

### 814 Tragsicherheit

- .1 Für den Nachweis der Tragsicherheit eines Bauwerkes und einzelner Elemente ist die Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160) zu beachten.  
Es gilt:
 

$S_d \leq \frac{R}{\gamma_R}$	$S_d$ = Bemessungswert der Beanspruchung
	$R$ = Tragwiderstand
	$\gamma_R$ = Widerstandsbeiwert
- .1.1 Für die Bestimmung des massgebenden Bemessungswertes der Beanspruchung von Seilbahnstützen gilt Anhang 5 als wegleitend.
- .1.2 Der Tragwiderstand wird gemäss den Regeln der entsprechenden Konstruktionsnormen, die auch die Widerstandsbeiwerte festlegen, bestimmt.
- .2 Für den Nachweis der Gesamtstabilität eines Tragwerkes ist Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160) zu beachten, für Stützenfundamente gilt Ziffer 841.



## 815 Gebrauchstauglichkeit

- .1 Die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit richten sich nach Ziffer 843 und Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160) und nach dem Nutzungsplan (Ziff. 811.1).
- .2 Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gelten:
  - .2.1 für klimatische Einwirkungen die Werte nach Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160);
  - .2.2 für alle anderen Einwirkungen die Kennwerte wie für den Nachweis der Tragsicherheit;
  - .2.3 für Lastfaktoren und Widerstandsbeiwert der Wert 1,0.

## 816 Ermüdungssicherheit

- .1 Für den Nachweis der Ermüdungssicherheit eines Tragwerkes und einzelner Tragelemente ist die Ziffer 103.2.3 (Norm SIA 160) zu beachten.  
Dabei gilt:
 

$S_{fat} \leq \frac{R_{fat}}{\gamma_{fat}}$	$S_{fat}$ = ermüdungswirksame Beanspruchung
	$R_{fat}$ = Ermüdungsfestigkeit
	$\gamma_{fat}$ = Widerstandsbeiwert für den Nachweis der Ermüdungssicherheit
- .2 Als Ermüdungslast ist ein vollbeladenes Fahrzeug, multipliziert mit dem dynamischen Beiwert (Ziff. 415) einzusetzen.
- .3 Für die Ermüdungsfestigkeit, sowie den Widerstandsbeiwert gelten die Werte der Konstruktionsnormen.
- .4 Der Betriebslastfaktor beträgt:
  - .4.1 für Betonkonstruktionen:  $\alpha = 1,0$
  - .4.2 für Stahlkonstruktionen:  $\alpha = 0,8$
 damit werden  $1 \cdot 10^6$  Spannungswechsel während der Nutzungsdauer berücksichtigt.
- .5 Grundsätzlich sind alle Bauteile möglichst ermüdungsgerecht zu konstruieren.
- .6 Der Nachweis der Ermüdungssicherheit ist insbesondere für die Seilsättel, den Stützenkopf und die direkt anschliessenden Stäbe zu erbringen.

## **82 Material und Konstruktionen**

### **821 Stahl und Stahlkonstruktionen**

- .1 Für Stahlbauten sind die Ziffern 103.2.4 (Norm SIA 161) und 103.2.5 (Norm 161/1) zu beachten.
- .2 Stahlkonstruktionen nach Ziffer 811.2 sind so zu gestalten, dass keine Aufschaukelungen und Flutterbewegungen entstehen können. Zuglieder sind biegesteif auszubilden.
- .3 Für die Wahl der Stahlgütegruppe gilt:
  - .3.1 geschraubte Konstruktionen Gütegruppe B
  - .3.2 geschweisste Konstruktionen nach Ziffer 811.2 Gütegruppe C
- .4 Offene Profile müssen mindestens 4 mm Materialdicke aufweisen, Rohre mit kreis- oder rechteckförmigen Querschnitten mindestens 3 mm.
- .5 Für geschraubte Verbindungen von Stützen und Konstruktionen in Stationen, die Seil- und Antriebskräfte aufnehmen müssen, sind:
  - .5.1 voll vorgespannte hochfeste Schrauben zu verwenden;
  - .5.2 pro Anschluss mindestens zwei Schrauben vorzusehen;
  - .5.3 bei ermüdungsbeanspruchten Bauteilen (Ziff. 816.6) sind nur gebohrte Löcher zulässig. Gestanzte Löcher sind mindestens 4 mm aufzubohren.
- .6 Bei ermüdungsbeanspruchten Bauteilen (Ziff. 816.6) haben die Schweissnähte der Qualitätsstufe QB nach Ziffer 103.2.4 (Norm SIA 161) zu entsprechen.

### **822 Beton und Betonkonstruktionen**

- .1 Für Betonbauten sind die Ziffern 103.2.6 (Norm SIA 162) und 103.2.7 (Norm SIA 162/1) zu beachten.
- .2 Für Bauteile nach Ziffer 811.2 gilt als Mindestanforderung die Betonsorte B 35/25 nach Ziffer 103.2.6 (Norm SIA 162).

### **823 Holzkonstruktionen**

Für Holzkonstruktionen ist Ziffer 103.2.8 (Norm SIA 164) zu beachten.

**824 Boden- und Felsanker**

- .1 Für Boden- und Felsanker ist Ziffer 103.2.10 (Empfehlung SIA V191) zu beachten.
- .2 Sind zur Erreichung der notwendigen Sicherheiten Boden- oder Felsanker notwendig, so sind
  - .2.1 die Anker als permanente, kontrollierbare Anker nach Ziffer 103.2.10 (Empfehlung SIA V191) auszubilden;
  - .2.2 die Anzahl und die Anordnung der Kontrollanker mit dem Bundesamt festzulegen;
  - .2.3 die Ankerköpfe zugänglich anzuordnen und wirksam gegen Korrosion, Steinschlag usw. zu schützen;
  - .2.4 durch geodätische oder andere geeignete Messungen die Bauwerksbewegungen periodisch zu kontrollieren.

**825 Erhaltung der Bauwerke**

- .1 Bei der Projektierung und Ausführung von Bauwerken sind neben den entsprechenden Konstruktionsnormen auch die Belange der Bauwerkserhaltung nach Ziffer 103.12 (Norm SIA 469 Erhaltung von Bauwerken) zu berücksichtigen.
- .2 Die für die Gesamtstabilität von Bauwerken erforderlichen Elemente (z.B. vor- oder angespannte Verankerungen) müssen jederzeit kontrolliert und nötigenfalls ersetzt oder ergänzt werden können.
- .3 Dem Übergangsbereich verschiedener Konstruktionsmaterialien und den Verbindungen ist besondere Beachtung zu schenken.

## **83 Stationen**

### **831 Allgemeines**

- .1 Die Stationsräume sind so anzulegen, dass die Reisenden und das Personal nicht durch mechanische Teile, elektrische Anlagen oder Fahrzeuge gefährdet werden können. Der Maschinenraum muss für das Personal gut zugänglich sein.
- .2 Räume für mechanische Teile, elektrische Anlagen, Lagerräume usw. sind gegen unbefugtes Betreten zu sichern. Wenn dies nicht möglich ist, so ist unbefugtes Betreten zu verbieten.
- .3 Räume für mechanische Teile und elektrische Anlagen sind so auszuführen, dass möglichst wenig Staub entstehen und in diese eindringen kann. Wasser, Schnee usw. darf höchstens entlang den Seilen eindringen.
- .4 In Räumen, in denen elektrische Betriebsmittel montiert sind, dürfen keine Gegenstände aufbewahrt werden, die sich auf den Betrieb gefährdend auswirken können.
- .5 Die Stationen sind so auszubilden, dass die Laufwerke (Fahrzeuge) möglichst gut gegen Witterungseinflüsse geschützt sind.
- .6 Sprengmaterial darf nicht in den Stationen gelagert werden.
- .7 Ferner sind die Bestimmungen für die Längspendelung der Fahrzeuge (Ziff. 324), den Kommandostand (Ziff. 511), die Verhütung von Arbeitsunfällen (Ziff. 513), die Antriebe (Ziff. 521.4 - .6), die Spannvorrichtungen (Ziff. 571.4 und .5), die Anordnung der Nothalt-Vorrichtungen (Ziff. 625), die Beleuchtung (Ziff. 626), Blitzschutz und Erdung (Ziff. 632) sowie die Anweisungen an die Reisenden (Ziff. 927) zu beachten.

### **832 Zugänge, Treppen und Geländer**

- .1 In der Antriebs- und in der Umlenkstation müssen die Bahnsteige horizontal sein.
- .2 Der Abstand zwischen Bahnsteigkante und Kabine darf höchstens 0,05 m betragen.
- .3 Die Bahnsteige sind mit Geländern zu versehen; die Öffnungen bei den Zugängen zu den Fahrzeugen müssen mit Türen (Bahnsteigtüren) geschlossen und verriegelt werden können.

- .4 Maschinell betätigte Bahnsteigtüren dürfen sich nur öffnen, wenn sich ein Fahrzeug der Ausstiegstelle nähert. Ziffer 704.4 ist zu beachten.
- .5 Die Stellung von maschinell betätigten Bahnsteigtüren ist zu überwachen (Anwendung nach Anh. 1, Ziff. 2.8).
- .6 Treppen für Reisende müssen mindestens 1,2 m breit und rutschsicher sein; sie sind mit Geländern oder Handläufen zu versehen.
- .7 Wo Absturzgefahr besteht, sind Geländer anzubringen. Diese müssen mindestens 1 m hoch sein. Sie sind für eine waagrechte Kraft von 800 N/m zu bemessen. Im übrigen ist Ziffer 103.2.11 (Norm SIA 358) zu beachten.

### **833 Brandverhütung**

- .1 Bei der Wahl der Baustoffe und der Löschgeräte ist zu berücksichtigen, dass die Seile der Hitzeeinwirkung eines Brandes nur kurze Zeit standhalten.
- .2 Der Anteil brennbarer Baustoffe ist möglichst gering zu halten.
- .3 Baustoffe der Brennbarkeitsklasse I bis III sind nicht zugelassen.
- .4 Boden, Wände und Decken von Transformatorenstationen, Heizräumen und Räumen, in denen entzündbare oder selbstentzündliche Stoffe gelagert werden, müssen feuerbeständig (F 90) erstellt sein.
- .5 Im Bereich von Zündquellen sind nichtbrennbare Baustoffe zu verwenden oder ausreichende Schutzabstände einzuhalten.
- .6 Als Löschgeräte sind geeignete, von der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen geprüfte Geräte in genügender Anzahl bereitzustellen.
- .7 In der Antriebstation - nötigenfalls auch in der Gegenstation und in Zwischenhaltestellen - sind Löschgeräte bereitzustellen, die bei Bränden an spannungsführenden elektrischen Anlagen eingesetzt werden können (Brandklasse E).
- .8 Im übrigen sind die Bau- und Feuerpolizeivorschriften nach kantonalem Recht einzuhalten und ist die Ziffer 103.2.9 (Empfehlung SIA 183) zu beachten.

**834 Besondere Räume****Warteräume und Toiletten**

- .1 In den Stationen oder deren unmittelbarer Umgebung sind heizbare Warteräume, mindestens aber witterungsgeschützte Räume für die Reisenden vorzusehen.
- .2 In den Stationen sind, wenn nötig, Toiletten vorzusehen.

**Räume für das Personal**

- .3 In jeder Station ist ein heizbarer Raum für das Personal vorzusehen.

**Werkstatt**

- .4 Eine Werkstatt mit den für die Instandhaltung nötigen Einrichtungen ist vorzusehen.

**835 Spannungsschächte**

- .1 Spannungsschächte sind mit Geländern oder Netzen zu umgeben oder abzudecken, wenn sie im Verkehrsbereich der Reisenden oder des Personals liegen.
- .2 Die Schächte sind mit festen Leitern zu versehen und müssen bis zum Boden zugänglich sein. Wenn nötig müssen die Schächte künstlich beleuchtet werden können.
- .3 Eindringendes Wasser muss abfließen oder entfernt werden können. Wenn nötig sind Heizung und automatische Pumpe vorzusehen.

**836 Ausbau von Anlageteilen**

- .1 Zum Ausbau von schweren Anlageteilen, Abspannen von Seilen und Abheben von Fahrzeugen sind Befestigungsmöglichkeiten für Hebezeuge vorzusehen.
- .2 Die zulässige Belastung ist anzuschreiben.
- .3 Wenn nötig sind in Decken oder Wänden leicht abdeckbare Öffnungen vorzusehen. Diese sind gut sichtbar zu kennzeichnen; wenn nötig mit Angabe der zulässigen Belastung.

## 84 Stützen

### 841 Fundamente

- .1 Die Baugrundverhältnisse für Fundamente sind sorgfältig abzuklären; insbesondere soll das Setzungsverhalten beurteilt werden. Dem Problem der Frosttiefe ist gebührende Beachtung zu schenken.
- .2 Vor der Erstellung der Fundamente sind die angetroffenen Eigenschaften des Baugrundes mit den Annahmen des Projektes zu vergleichen; dem Bundesamt ist Gelegenheit zu bieten, den Baugrund zu inspizieren.
- .3 Einem wirksamen Wasserablauf im Bereich der Fundamente ist besondere Beachtung zu schenken.
- .4 Fundamente müssen gegen Abheben, Verschieben und Kippen eine Mindestsicherheit von  $s = 1,5$  aufweisen: dabei dürfen beim Kippnachweis die Einflüsse von Wandreibung und Erdwiderständen nicht berücksichtigt werden. Ausnahmen von dieser Einschränkung sind zu begründen und dürfen nur mit Einwilligung des Bundesamtes beansprucht werden.
- .5 Für Beanspruchungen bei Bahn in Betrieb (ohne Berücksichtigung von aussergewöhnlichen Einwirkungen) muss die Resultierende der Kräfte durch den Kern der Fundamentfläche gehen.
- .6 Für den Nachweis der Gesamtstabilität nach Ziffer 841.4 und .5 werden die Eigenlasten mit dem Mittelwert, die ständigen, veränderlichen und aussergewöhnlichen Einwirkungen mit den Kennwerten und die Baugrundlasten mit einem vorsichtig gewählten Erwartungswert ohne Multiplikation mit Lastfaktoren eingesetzt.
- .7 Für allenfalls erforderliche Boden- oder Felsanker sind die Ziffern 824 und 825.2 zu beachten.
- .8 Der Belastung von Stützen und -fundamenten durch Kriechschnee ist Rechnung zu tragen.

## 842 Verankerungen

- .1 Die Verankerung von Stützen in den Fundamenten muss durch spezielle Ankerstäbe gewährleistet werden.
- .2 Bei Fachwerkstützen sind pro Eckstiel mindestens zwei Ankerstäbe anzuordnen, bei Rohrstützen mindestens deren drei.
- .3 Für neue Seilbahnstützen wird das Einbetonieren von Eckprofilen in den Fundamentbeton nicht zugelassen; dies gilt auch für Rohrstützen.
- .4 Als Material für die Ankerstäbe soll in der Regel rostgeschützter Stahl verwendet werden.
- .5 Die Ankerstäbe müssen möglichst senkrecht zur Fläche der Stützenfussplatten stehen.
- .6 Die Muttern von Ankerstäben sind zu sichern, z.B. mittels Doppelmuttern; Splinte oder Körnungen sind nicht zugelassen.

## 843 Verformungen

Um eine genügende Steifigkeit der Stützen zu gewährleisten, dürfen auf der Höhe der Seilachsen nachstehende Verformungen nicht überschritten werden:

- .1 Auslenkung der Stützenachse bezogen auf die Stützhöhe H (Seilachse)
  - .1.1 Bahn in Betrieb:  $H/300$
  - .1.2 Bahn ausser Betrieb, sowie bei Gefährdungsbildern mit aussergewöhnlichen Einwirkungen:  $H/100$
- .2 Verdrehung des Stützenkopfes in Höhe der Seilachse
  - .2.1 Bahn in Betrieb:  $0,003 \text{ rad } (10')$
  - .2.2 Bahn ausser Betrieb, sowie bei Gefährdungsbildern mit aussergewöhnlichen Einwirkungen:  $0,0175 \text{ rad } (60')$



## **9 Betrieb und Instandhaltung**

### **91 Allgemeines**

#### **911 Betriebsvorschriften**

- .1 Betriebsreglement und Betriebsanleitung sind dem Personal gegen Quittung abzugeben. Die Betriebsanleitung ist gemäss der entsprechenden Rahmenvorschrift abzufassen.
- .2 Die Betriebsanleitung kann auszugsweise abgegeben werden. Ein vollständiges Exemplar, ergänzt mit notwendigen Unterlagen und Schemas, ist in der Antriebsstation griffbereit zu halten.

#### **912 Technischer Leiter**

- .1 Der Technische Leiter ist bei den Prüfungen und Inspektionen des Bundesamtes anwesend.
- .2 Er sorgt für die Vollständigkeit der Betriebsvorschriften sowie für deren Anpassung oder Ergänzung, wenn sich dies auf Grund der Erfahrungen oder von Aenderungen an der Bahn als notwendig erweist.
- .3 Er berücksichtigt bei seinen Anordnungen die Sicherheit des Personals.

#### **913 Personal**

Das Alter des eingesetzten Personals muss mindestens betragen:

- |    |                   |          |
|----|-------------------|----------|
| .1 | Maschinist        | 20 Jahre |
| .2 | Fahrzeugbegleiter | 18 Jahre |
| .3 | übriges Personal  | 15 Jahre |

## 92 Betrieb

### 921 Allgemeines

- .1 Vor jeder Betriebsaufnahme ist festzustellen, ob der Betrieb gefahrlos durchgeführt werden kann.
- .2 Werden Mängel festgestellt, die die Betriebssicherheit beeinträchtigen könnten, so darf der Betrieb nur aufgenommen oder fortgesetzt werden, nachdem der Technische Leiter seine Zustimmung gegeben hat.

### 922 Betriebsaufnahme und Stichproben

#### Tägliche Betriebsaufnahme

- .1 Vor der täglichen Betriebsaufnahme müssen die Prüfungen (tägliche Prüfungen) mindestens umfassen:
  - .1.1 eine Prüffahrt (Ziff. 923);
  - .1.2 die Funktionsfähigkeit derjenigen Sicherheitsstrom- und Ueberwachungskreise, auf die die Nothalt-Vorrichtungen direkt einwirken;
  - .1.3 die Funktionsfähigkeit der Nothaltauslösungen der Ueberwachungskreise bei Erdschluss, bei Kurzschluss und bei Unterbruch;
  - .1.4 die angezeigten Stromwerte bzw. Ueberwachungssignale der Fernüberwachungsanlage (Ruhestrom, Strom bei Unterbruch, bei Kurz- und bei Erdschluss usw.);
  - .1.5 die Funktionsfähigkeit der bahninternen Sprechverbindungen;
  - .1.6 die Zugänglichkeit aller Nothalt-Vorrichtungen;
  - .1.7 die Funktionsfähigkeit der Lastmesseinrichtung (Ziff. 643.4.11);
  - .1.8 die Auflage der Seile auf Scheiben, Rollen und Schuhen in Stationen sowie die Funktionsfähigkeit der Rillenkratzer;
  - .1.9 den Zustand der Bremsflächen;
  - .1.10 die Stellung der Spanngewichte;
  - .1.11 die Dichtigkeit von hydraulischen oder pneumatischen Systemen und von Getrieben;

#### Tägliche Stichproben

- .2 Tägliche Stichproben während des Betriebes müssen mindestens umfassen:
  - .2.1 die Spannungen und Ströme des elektrischen Antriebes;
  - .2.2 die Anzeige- und Meldeeinrichtungen;

- .2.3 den Lauf des Antriebes sowie der Seilscheiben und -rollen in den Stationen;
- .2.4 die Funktionsfähigkeit der Zugangssperren;
- .2.5 die Windmessanlage.

### **Betriebsaufnahme nach aussergewöhnlichen Betriebseinstellungen**

- .3 Wird der Betrieb wegen betriebsgefährdender Wettereinflüssen (Wind, Gewitter, Schnee, Lawinen usw.) vorübergehend eingestellt, so muss vor der Wiederaufnahme des Betriebes mindestens eine Prüffahrt (Ziff. 923) durchgeführt werden.
- .4 Wird der Betrieb wegen Gewittern, die möglicherweise Schäden zur Folge hatten, vorübergehend eingestellt, so müssen vor der Wiederaufnahme des Betriebes die Prüfungen mindestens umfassen:
  - .4.1 eine Prüffahrt (Ziff. 923);
  - .4.2 die Funktionsfähigkeit der Nothaltauslösungen der Ueberwachungskreise;
  - .4.3 die Blitzschutzeinrichtungen, visuell;
  - .4.4 endlose Bergungsseile: ganze Länge mit  $v \leq 2$  m/s bei Blickrichtung längs des Seils oder mit Prüfgerät.

## **923 Prüffahrt**

- .1 Die Prüffahrt ist von einem instruierten Angestellten auf mindestens einer Seite der Bahn durchzuführen. Dabei ist auf beiden Seiten der Bahn zu beobachten, ob:
  - .1.1 die Seilauflage und der Lauf der Seilrollen auf den Stützen in Ordnung ist (Rundlauf der Rollen, Laufgeräusche);
  - .1.2 Eis- oder Schneeansatz an Seilschuhen oder Rollenbatterien die Ueberfahrt oder den Rollenlauf behindern könnten;
  - .1.3 Eis- oder Schneeansatz an Stützenpodesten den Betrieb gefährden könnten;
  - .1.4 Eis- oder Schneeansatz die Funktionsfähigkeit des Windmessers beeinträchtigen könnten;
  - .1.5 das Bergungsseil sowie das Seil für die Telefonleitung über dem leeren Tragseil hängen;
  - .1.6 die nötigen Abstände von Bäumen und von der Schneedecke (auch bei Vollast) vorhanden sind.

- .2 Für die Prüffahrt gilt zudem:
- .2.1 Vor Stationseinfahrten ist anzuhalten, wenn Eisansatz oder Schneeanhäufungen die Einfahrt behindern könnten.
- .2.2 Während der Prüffahrt ist der Kommandostand zu besetzen.
- .2.3 Bei ferngesteuerter Prüffahrt ist der Kommandostand unmittelbar nach der Prüffahrt während einer Fahrt zu besetzen.
- .2.4 Während der Prüffahrt dürfen keine Reisenden befördert werden.
- .3 Auf die Prüffahrt kann in begründeten Fällen verzichtet werden, wenn es die Witterungsverhältnisse gestatten und wenn während der ersten Fahrt der Kommandostand besetzt ist und beide Fahrzeuge von Personal begleitet werden.

## **924 Besetzung der Stationen und Begleitung der Fahrzeuge**

- .1 Die Antriebstation ist mit einem Maschinisten zu besetzen, der den Betrieb überwacht, solange Reisende mit der Bahn befördert werden. Bei ferngesteuerten Bahnen kann auf die Besetzung der Antriebstation verzichtet werden, wenn diese in kurzer Zeit (etwa 30 Minuten) von Personal erreicht werden kann.
- .2 Jedes mehr als 15 Personen fassende Fahrzeug ist, solange Reisende mit der Bahn befördert werden, von einem instruierten Angestellten (Fahrzeugbegleiter) zu begleiten.
- .3 Höchstens 15 Personen fassende Fahrzeuge sind nur bei starkem Wind (Windalarm) zu begleiten. Hingegen sind beide Stationen mit einem instruierten Angestellten zu besetzen, solange Reisende befördert werden. Auf die Besetzung der Gegenstation kann verzichtet werden, wenn entsprechende Überwachungseinrichtungen (Fernscheinrichtungen, Gegensprechanlage usw.) vorhanden sind.
- .4 Mit Bewilligung des Bundesamtes kann in verkehrsschwachen Zeiten auf die Begleitung von Fahrzeugen mit grösserem Fassungsvermögen verzichtet werden, wenn
  - .4.1 in einem Fahrzeug höchstens 15 Personen befördert werden;
  - .4.2 die Fahrgeschwindigkeit nach Ziffer 341.2.2 oder .2.3 nicht überschritten wird;
  - .4.3 es die Witterungsverhältnisse gestatten; der Technische Leiter bestimmt, ob die Fahrzeuge zusätzlich durch Gewichte zu belasten sind;
  - .4.4 beide Stationen von einem Angestellten besetzt sind;

- .4.5 auf der Strecke blockierte Fahrzeuge von Angestellten innert angemessener Zeit erreicht werden können.
- .5 Wird nur ein Fahrzeug begleitet, so kann bei Fernsteuerung auf die Besetzung der Stationen verzichtet werden. Dabei gilt:
  - .5.1 das unbegleitete Fahrzeug ist für Reisende zu sperren, mit der Anschrift "geschlossen" zu kennzeichnen und, wenn nötig, mit mindestens einem Viertel der Nutzlast zu beladen;
  - .5.2 die Fahrgeschwindigkeit richtet sich nach Ziffer 341.2.2 oder .2.3.
- .6 Nach der Inbetriebnahme einer Bahn oder dem Umbau der elektrischen Anlagen ist die Anlage während genügend langer Zeit - in der Regel drei volle Betriebsmonate - von einem Maschinisten zu überwachen; im ersten Betriebsmonat am Kommandostand.

## **925 Betriebstelefon und Funkgeräte**

- .1 Die Betriebstelefonanlage und die Funkgeräte sollen nur für dienstliche Meldungen verwendet werden.
- .2 Während des Betriebes ist in jedem begleiteten Fahrzeug sowie beim Personal nach Ziffer 924.1 ein funktionsfähiges Funkgerät bereitzuhalten.

## **926 Besondere Betriebsbedingungen**

- .1 Dauerbetrieb ist nicht zulässig:
  - .1.1 wenn die Nothalt-Auslösungen der Fernüberwachungsanlage vollständig oder teilweise überbrückt sind;
  - .1.2 wenn die Nothalt-Auslösungen weiterer Sicherheitseinrichtungen überbrückt sind, ausser wenn es möglich ist, deren Aufgaben vollumfänglich und während der vollen Betriebsdauer zusätzlichem Personal zu übertragen;
  - .1.3 mit dem Hilfsantrieb, wenn kein Notantrieb vorhanden ist;
  - .1.4 mit dem Notantrieb;
  - .1.5 mit der Hälfte eines Doppelantriebes, wenn die andere Hälfte nicht funktionsfähig ist, ausser wenn ein Not- oder Hilfsantrieb vorhanden ist;
  - .1.6 wenn die Bremskraftregelung oder -steuerung der Betriebsbremse ausgeschaltet ist und die Bremswirkung für die Reisenden unzumutbar oder gefährlich sein könnte.

- .2 Mit Bewilligung des Technischen Leiters dürfen in den Fällen nach Ziffer 926.1 Reisende befördert werden, die sich auf der Strecke befinden oder die bewohntes Gebiet nicht aus eigener Kraft oder ohne Gefahr erreichen können, wenn
  - .2.1 keine Personen gefährdet werden oder Teile der Bahn Schaden leiden können; wenn nötig ist die Strecke zu prüfen;
  - .2.2 die Aufgaben von nicht funktionsfähigen Sicherheitseinrichtungen soweit von der Sache her möglich von zusätzlichem Personal übernommen werden;
  - .2.3 die Bahn durch Besetzung des Kommandostandes auf Funkbefehl jederzeit stillgesetzt werden kann.

## **927 Anweisungen an die Reisenden**

- .1 Anweisungen an die Reisenden sind als Piktogramme oder mehrsprachig gut sichtbar anzuschlagen.
- .2 Die Ein- und Ausgänge der Stationen sind deutlich zu kennzeichnen.

## **93           Bergung**

### **931           Allgemeines**

Jedes unbegleitete Fahrzeug muss von einem Bergungsmann ohne Mitwirkung der Reisenden erreicht werden können.

### **932           Bergungsgeräte**

- .1           Es dürfen nur Bergungsgeräte verwendet werden, die vom Bundesamt oder einer von diesem anerkannten Stelle zugelassen sind.
- .2           Bergungsgeräte müssen auf einfache und zuverlässige Art am Fahrzeug befestigt werden können.
- .3           Abseilgeräte, Abseilgeschirre und dazugehörige Seile müssen den Anforderungen nach Ziffer 103.2.21 genügen.
- .4           Abseilgeräte dürfen nur im Rahmen der durch Versuche nachgewiesenen Abseilarbeit eingesetzt werden.

### **933           Bergungsplan und Bergungszeit**

- .1           Für jede Bahn ist ein Bergungsplan aufzustellen, der gewährleistet, dass die Reisenden unter ungünstigsten Umständen in möglichst kurzer Zeit und auf sichere Art geborgen werden können.
- .2           Der Bergungsplan ist so aufzustellen, dass bei Bergung durch Abseilen die Bergungszeit drei Stunden nicht überschreitet.
- .3           Die Bergungszeit beginnt mit dem Stillstand der Bahn und endet, wenn die Reisenden den Boden erreicht haben. Die Bergung ist jedoch erst beendet, wenn die Reisenden eine Station oder einen anderen Ort erreicht haben, von dem aus ein gefahrloser Abtransport möglich ist.

## **94 Instandhaltung**

### **941 Allgemeines**

- .1 Das Seilbahnunternehmen hat für die Instandhaltung genügend Zeit einzuräumen. Grössere Instandhaltungsarbeiten sind rechtzeitig zu planen.
- .2 Die elektrischen Anlagen sind mindestens jährlich durch Fachleute mit entsprechenden Fachkenntnissen einer Zustandsüberwachung zu unterziehen; wenn nötig ist auch die Instandsetzung vorzunehmen.
- .3 Das Seilbahnunternehmen muss über die nötigen Werkzeuge, Prüf- und Messeinrichtungen sowie die zum Prüfen der Bremsen nötigen Gewichte verfügen.
- .4 Für die Instandhaltung sind die nötigen Ersatzteile in genügender Anzahl funktionsfähig bereitzuhalten und zweckmässig zu lagern.
- .5 Für die Instandhaltung nötige Hebezeuge, Seile usw. sind in gutem Zustand zu halten. Die zulässige Belastung muss bekannt sein.

### **942 Planung der Instandhaltung**

Die Instandhaltungspläne für die Inspektion und Wartung haben die im Anhang 2 vorgeschriebenen periodischen Prüfungen zu berücksichtigen.

### **943 Checklisten, interne Prüfungen**

- .1 Die Instandhaltetätigkeiten (Prüfung, Wartung und Instandsetzung) sind soweit möglich in Checklisten zu erfassen, auf denen die Ausführung vom Beauftragten mit Unterschrift bestätigt werden muss.
- .2 Für die Sicherheit wesentliche Instandhaltungsarbeiten sind einer Nachprüfung durch eine zweite Person zu unterziehen und von dieser mit Unterschrift zu bestätigen.



**944            Meldungen an das Bundesamt**

- .1            Jährlich sind dem Bundesamt bis zum 31. März zu melden:
  - .1.1        die Zahl der Betriebsstunden, die Anzahl der beförderten Reisenden sowie die Masse der beförderten Güter;
  - .1.2        die durchgeführten Instandhaltungsarbeiten (Jahresbericht). Messprotokolle usw. sind beizulegen.
- .2            Zwischenfälle und Störungen sind dem Bundesamt nach Artikel 9 der Seilbahnverordnung zu melden. Telefonische Meldungen sind schriftlich zu bestätigen (Formular Unfall- und Störungsmeldung).

## **10 Schlussbestimmungen**

### **1001 Aufhebung bisherigen Rechts**

Die Ausführungsbestimmungen vom 5. Oktober 1963<sup>18</sup> des Eidgenössischen Verkehrs und Energiewirtschaftsdepartementes zur Verordnung vom 23. September 1963<sup>19</sup> über Bau und Betrieb von eidgenössisch konzessionierten Seilbahnen werden aufgehoben.

<sup>18</sup> AS 1963 1004

<sup>19</sup> AS 1963 803

*Anhang 1*  
(Ziff. 614.1, .2 und .3)  
(Ziff. 615.1)  
(Ziff. 616)

### **Teil A: Anwendung der Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen (Ziff. 614.1 und 616)**

Aus Teil A der folgenden Tabelle geht hervor, bei welchen Steuerungsarten die aufgeführten Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen vorhanden und funktionsfähig sein müssen. Steuerungseinrichtungen sind nur aufgeführt, wenn sie nicht bei allen Steuerungsarten vorhanden und funktionsfähig sein müssen. Es dürfen auch zusätzliche Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen vorhanden sein, wobei mindestens auch die für diese Steuerungseinrichtungen erforderlichen Sicherheits- und Schutzeinrichtungen vorhanden und funktionsfähig sein müssen. Für Ersatzsteuerung ist Ziffer 616 zu beachten.

### **Teil Ue: Ueberbrückung von Sicherheitseinrichtungen (Ziff. 615.1)**

Um Bergungen möglichst zu vermeiden, müssen Sicherheitseinrichtungen überbrückt werden können, wenn sie in Teil Ue der folgenden Tabelle entsprechend bezeichnet sind.

### **Teil W: Wirkung der Sicherheits- und Schutzeinrichtungen (Ziff. 614.2 und .3)**

Wenn eine der in folgender Tabelle aufgeführten Sicherheits- oder Schutzeinrichtungen anspricht oder betätigt wird, muss die Bahn durch elektrischen Halt (Ziff. 654), Nothalt-Betriebsbremse (Ziff. 655) oder Nothalt-Sicherheitsbremse (Ziff. 656) automatisch stillgesetzt bzw. muss die Anfahrt automatisch gesperrt werden, indem der entsprechende, in Teil W der folgenden Tabelle bezeichnete Sicherheitsstromkreis unterbrochen wird. Das Stillsetzen durch Nothalt-Sicherheitsbremse muss auch erfolgen, durch Schliessen des erforderlichen Arbeitsstromkreises (Ziff. 656.1.2). Bei Bahnen nach Ziffer 525.3 muss das Stillsetzen durch elektrischen Halt möglich sein und der entsprechende Sicherheitsstromkreis muss unterbrochen werden, wenn dies beim Ansprechen oder Betätigen einer Sicherheits- oder Schutzeinrichtung nach Teil W der folgenden Tabelle zulässig ist.

**Bedeutung der Zeichen**

- X = muss vorhanden und funktionsfähig sein
- (X) = muss je nach Situation vorhanden und funktionsfähig sein
- ü = muss überbrückt werden können (Ziff. 615)
- X<sup>ü</sup> = muss funktionsfähig sein, ausser wenn derjenige Ueberwachungskreis überbrückt ist, auf den diese Sicherheits- oder Schutzeinrichtung unter Umständen einwirkt.
- M = diese Wirkung muss erfolgen
- O = entweder/oder (je nach Art, Situation usw.)
- () = je nach Situation
- R = Manuelle Rückstellung erforderlich (Ziff. 614.6)

### Bedeutung der Kolonnen

Angabe der Ziffer, in der die betreffende Bestimmung umschrieben ist						Anwendung der Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen
Fernsteuerung						
Direktsteuerung						
Handsteuerung						
maximal zulässig (Ziff. 616.2)		Sicherheits-, Schutz und Steuerungseinrichtungen		Ersatzsteuerung (Ziff. 616)		
minimal erforderlich (Ziff. 616.4)		Reduktion der Fahrgeschwindigkeit (Ziff. 616.3)				
Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen: Ueberbrückung (Ziff. 615)						Wirkung der Schutz- und Sicherheitseinrichtungen
Anfahrt gesperrt						
Elektrischer Halt (Ziff. 654)						
Nothalt-Betriebsbremse (Ziff. 655)						
Nothalt-Sicherheitsbremse (Ziff. 656)						
Bemerkungen						



Ziffer	A					Ue	W				Bemerkungen	
	FS	DS	HS	ES			AG	EH	NH-BB	NH-SB		
				Max	Min		v <sub>red</sub>					



### Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen

Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	Ziffer	A						Uc	W			Bemerkungen	
		FS	DS	HS	ES		AG		EH	NH- BB	NH- SB		
					Max	Min							V <sub>red</sub>
<b>1 Stillsetzen der Bahn</b>													
1.1 Anhalten	614.4 653	X	X		(X)								
1.2 Elektrischer Halt, bei Bahnen mit zu grosser Eigenverzögerung	525.3 614.2 und .3 654	X	X		(X)					M			
1.3 Elektrischer Halt, bei den übrigen Bahnen	614.2 654	(X)	(X)		(X)					M			
1.4 Nothalt-Betriebsbremse	614.2 655	X	X	X	X	X					M		
1.5 Nothalt-Sicherheitsbremse, elektrische Auslösung	526.2 614.2 656	X	X	X	X	(X)						M	R
<b>2 Allgemeines</b>													
2.1 Nothalt-Vorrichtungen	625	X	X	X	X	X							
2.1.1 Eine Nothalt-Vorrichtung in jeder Station sowie Nothalt-Schalter im Maschinenraum										(O)	O		
2.1.2 Uebrige Nothalt-Vorrichtungen												O	O

Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	Ziffer	A						Ue	W			Bemerkungen
		FS	DS	HS	ES		AG		EH	NH- BB	NH- SB	
					Max	Min						
2.2	Gegenseitige Verriegelung der Haupt-, Hilfs-, Not- und Bergungsantriebe	658.1	X	X	X	X	X	X				M: Ziffer 658.1
2.3	Verriegelung bei Doppelantrieb	658.2	X	X	X	X	X	X				M: Ziffer 658.2
2.4	Ueberwachung der Kühlung, wenn nötig	521.5 622.7	X	X	X	X	X	X		O (O)		
2.5	Ueberwachung des Getriebeöldrucks, wenn nötig	524.3	X	X	X	X	X	X		O (O)		
2.6	Ueberwachung von Klapp-, Schiebe- oder ähnlichen Einrichtungen, wenn nötig		X	X	X	X	X	X		O O		
2.7	Sicherungen und Sicherungsautomaten		X	X	X	X	X	X				
2.7.1	Sicherungen und Sicherungsautomaten, die für die Sicherheit wichtige Stromkreise schützen									O O		
2.8	Ueberwachung von maschinell betätigten Bahnsteigtüren	832.5	X	X	X	(X)	(X)			M		
2.9	Anzeige der Bereitschaft der Fahrzeuge	642.3.10	(X)	X	(X)		(X)					
<b>3</b>	<b>Elektrische Antriebsseinrichtungen</b>											
3.1	Regelung der Fahrgeschwindigkeit	651.5	X	X	(X)	(X)	(X)					
3.2	Fahrgeschwindigkeit, Begrenzung vor der Fahrt	652.7.1	X	X		(X)	(X)			(X)		
3.3	Uebergeschwindigkeitsauslösung bei $v \geq v_{max} + 10$ Prozent	658.3.1	X	X	X	X	X				M	

Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	Ziffer	A						Ue	W			Bemerkungen	
		FS	DS	HS	ES		AG		EH	NH- BB	NH- SB		
					Max	Min							V <sub>red</sub>
3.4	Ueberwachung: v <sub>red</sub> ≤ 2 m/s				X								
3.5	Ueberwachung: v <sub>Ueberbrückung</sub> ≤ 2 m/s						X						
3.6	Verzögerungsüberwachung des elektrischen Halts	X	X	X	X								R
3.7	Verzögerungsüberwachung der Betriebsbremse	X	X	X	X			4 m/s					M
3.8	Bremskraftregelung oder -steuerung funktionsfähig, d. h. nicht ausgeschaltet	X	X	X	X			2 m/s					
3.9	Betriebsbremse: Ueberwachung der offenen Stellung	X	X	(X)	(X)	(X)					O	O	
3.10	Sicherheitsbremse zum Wirken gekommen: Nothalt-Auslösung	X	X	X	X								M
3.11	Sicherheitsbremse: Drucküberwachung	X	X	X	X								M
3.12	Verhinderung von Gefährdungen infolge grossen Drehmomentänderungen	X	X	X	X			2 m/s					M
3.13	Verhinderung von Gefährdungen infolge Netzausfalls oder Asymmetrie im Netz	X	X	X	X								M
													M: Umformergruppe abschalten



Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	Ziffer	A						Ue	W			Bemerkungen
		FS	DS	HS	ES		AG		EH	NH-BB	NH-SB	
					Max	Min						
3.14 Sollwert-Istwertüberwachung (Drehzahl)	658.10	X	X	X	X	X	2 m/s			M		
3.15 Istwertüberwachung für die Ueberwachung: V <sub>red</sub>	658.10 3.4 (Anh. 1)				X				(O)	O		
3.16 Istwertüberwachung für die Ueberwachung: V <sub>Ueberbrückung</sub>	658.10 3.5 (Anh. 1)							X	(O)	O		
3.17 Istwertüberwachung für die übrigen Istwerte (Drehzahl)	658.10	X	X	X	X	X	2 m/s		(O)	O		
3.18 Fahrrihtungsüberwachung	658.12	X	X	(X)	(X)				O	O		
3.19 Ueberwachung der Stromaufnahme des Hauptmotors (Spitzenstrom)		X	X	X	X			X		M		
3.20 Ueberwachung der Stromaufnahme des Hauptmotors (Dauerstrom)		X	X	X	X			X	(O)	O		
3.21 Thermischer Schutz der Felder der elektrischen Maschinen	658.14	X	X	X	X	X		X	(O)	O		
3.22 Ueberwachung des minimalen Feldstroms des Hauptmotors	658.15	X	X	X	X			X		M		
3.23 Motorschutzschalter	658.16	X	X	X	X			X				
3.23.1 für Umformer, Hauptmotor usw.										M		
3.23.2 für die übrigen Maschinen										O	O	
<b>4 Stationseinfahrt</b>												
4.1 Einfahrtverzögerungssteuerung	661.1 und .2	X	X						(X)			
4.2 Einfahrtssignal	642.3.7 661.3			X	X		2 m/s					

Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	Ziffer	A						Ue	W			Bemerkungen
		FS	DS	HS	ES		AG		EH	NH- BB	NH- SB	
					Max	Min						
4.3	661.6	X	X	X	X	X		ü			M	
4.4	661.7	X	X	X	X	X		ü			M	
4.5	662	X	X								M	
4.6	662					X	2 m/s				M	z.B. einstufig
4.7	662			X							M	
4.8	662 664.1.1 664.2.1				(X)		2 m/s					nur im Störfall anwendbar, V <sub>max</sub> = 6 m/s
4.9	662			X		X	2 m/s					
4.10	341.4 662	X										
4.11	662.6	X	X	X		X	2 m/s			O	O	O: Fahrgeschwindigkeit entsprechend reduziert
4.12	664	X										
4.12.1										O	O	R
4.12.2										O	O	R
4.12.3												
4.13.1	664	X								M		
4.13.2	664	(X)										V <sub>max</sub> = 6 m/s

Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	Ziffer	A						Ue	W			Bemerkungen
		FS	DS	HS	ES		AG		EH	NH- BB	NH- SB	
					Max	Min						
4.14.1 Keine GU, aber mit NK und FP ohne direkter Verwendung derjenigen Positionswerte, die für die Einfahrüberwachung unmittelbar verwendet werden oder	664.2.1			X								
	664.2.3											
4.14.2 kein FP, aber mit GU und NK	664			X								V <sub>max</sub> = 6 m/s
4.15.1 kein FP, aber mit GU und NK	664.4.6 (Anh. 1)				X			2 m/s				V <sub>max</sub> = 6 m/s
oder												
4.15.2 nur NK	664.1.3 664.2.3				X			2 m/s				V <sub>max</sub> = 4 m/s
	618											
<b>5 Stützenüberfahrt</b>												
5.1 Stützenverzögerungssteuerung	665.2.1	X	X		(X)							
5.2 Stützenüberfahrtsignal	642.3.8 665.2.2			X	X			V <sub>Stütze</sub>				
5.3 Überwachung der Fahrgeschwindigkeit über die Stützen	341.5 665.3	X	X	X	X			Ziffer 665.3		O	O	

Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	Ziffer	A					Ue	W			Bemerkungen		
		FS	DS	HS	ES			AG	EH	NH- BB		SB	
					Max	Min							V <sub>rest</sub>
<b>6 Fernüberwachungsanlage</b>													
6.1 Überwachungskreise	671	X	X	X	X								
6.1.1 für die Zug- und Bergungsseile							ü						
6.1.2 für die übrigen Seile									M				
6.2 Nothalt-Sicherheitsbremse von den Fahrzeugen aus	625.3 656	X							O	O			
6.3 Nothalt-Vorrichtungen in den Fahrzeugen	625.1 und .2	X	X	X	X								
6.4 Überwachung der Fangbremse	673	X	X	X	X		ü		O	O			
6.5 Fangbremse, Drucküberwachung	712.12	X	X	X	X		X <sup>u</sup>						
6.6 Lastmesseinrichtung	701.14	X	X	X	X		X <sup>u</sup>		O	O			* im Bereich der Ausfahren aus den Stationen und den Zwischenhaltestellen
6.7 Überwachung der Türstellung, wenn die Fahrzeuge von Personal begleitet sind	704.3	X											
6.7.1 vor der Anfahrt									M				
6.7.2 während der Fahrt										O	O		
6.8 Überwachung der Türstellung, wenn die Fahrzeuge nicht von Personal begleitet sind	704.3	X	X	X	X		ü						
6.8.1 vor der Anfahrt													
6.8.2 während der Fahrt									M				
										O	O		

Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	Ziffer	A						Ue	W			Bemerkungen		
		FS	DS	HS	ES		AG		EH	NH- BB	NH- SB			
					Max	Min							V <sub>red</sub>	
6.9 Ueberwachung der Türverriegelung bei maschineller Schliessung der Fahrzeugtüren	704.4.4	X	X	X	X	X								
6.9.1 vor der Anfahrt														
6.9.2 während der Fahrt									M					
6.10 Steuerbefehle für das Anhalten, das Herabsetzen der Fahrgeschwindigkeit usw.	614.4 653.3 675.4	X												
6.11 Anzeige des Windalarms und der Windwarnung in den Fahrzeugen	642.4.1 644.6	X												

*Anhang 2*  
(Ziff. 942)

## **Periodische Prüfungen**

### **1 Wöchentliche Prüfungen**

Die wöchentlichen Prüfungen müssen mindestens umfassen:

- 1.1 Funktionsfähigkeit des Hilfs- oder Notmotors, allenfalls des Bergungsmotors.

### **2 Monatliche Prüfungen**

Die monatlichen Prüfungen müssen mindestens umfassen:

- 2.1 alle Nothalt-Vorrichtungen in den Stationen und Zwischenhaltestellen.
- 2.2 Zustand der Seile
  - 2.2.1 Zugseile, Spannseile und endlose Bergungsseile in Bereichen mit Drahtbrüchen oder anderen äusseren Schäden: visuell ( $v \leq 0,3$  m/s) oder mit Prüfgerät;
  - 2.2.2 Trageile im Bereich der Schuhe sowie in Bereichen mit Drahtbrüchen oder anderen äusseren Schäden;
  - 2.2.3 Seilverbindungen und -befestigungen;
  - 2.2.4 Veränderung der Seillängen.
- 2.3 Abnutzung der
  - 2.3.1 Futter von Seilscheiben, -rollen und -schuhen;
  - 2.3.2 Bremsbeläge.
- 2.4 Prüfen der
  - 2.4.1 Betriebsbremse mit Bremskraftregelung (Messung der Bremswege oder -zeiten und des Gegendruckes) mit leeren Fahrzeugen;
  - 2.4.2 Betriebsbremse mit Bremskraftsteuerung (Messung der Bremswege oder -zeiten) so, dass Abstufungen geprüft werden;
  - 2.4.3 Sicherheitsbremse (Messung der Bremswege oder -zeiten) mit leeren Fahrzeugen;
  - 2.4.4 elektrischen Auslösungen der Sicherheitsbremse (Arbeits- und Ruhestromkreis einzeln);
  - 2.4.5 Verzögerungsüberwachungen;
  - 2.4.6 Einfahrtüberwachungen in beiden Fahrrichtungen, abwechslungsweise mit jedem Kopierwerk allein;

- 2.4.7 Uebergeschwindigkeitsauslösung der Betriebsbremse, in beiden Fahrtrichtungen;
- 2.4.8 Uebergeschwindigkeitsauslösung(en) der Sicherheitsbremse, in beiden Fahrtrichtungen;
- 2.4.9 Akkumulatoren.
- 2.5 Fahren mit der Ersatzsteuerung sowie mit dem Hilfs- oder Notantrieb, allenfalls mit dem Bergungsantrieb, mit Verschieben von endlosen Bergungsseilen um ca. 50 m.
- 2.6 Zustand der Rollen, Seileinweiser, Tragseilschuhe und -sicherungen, Schrauben und Sicherungen einschliesslich Befestigung am Stützenkopf.
- 2.7 Zustand der Fahrzeuge einschliesslich Zugseilbefestigung, Türverschlüsse und Türverriegelungen.

### **3 Vierteljährliche Prüfungen**

Die vierteljährlichen Prüfungen müssen mindestens umfassen:

- 3.1 Zustand der Zugseile: Spleisse und eingelegte Litzen im Stillstand;
- 3.2 Handauslösung der Fangbremsen im Stillstand;
- 3.2.1 Funktionsfähigkeit der Fangbremsschalter.
- 3.3 Stützen und übrige Stahlkonstruktionen, nur nach der ersten Inbetriebnahme:
  - 3.3.1 Schweissnähte auf Oberflächenrisse;
  - 3.3.2 Niete und Schrauben auf Festsitzen bzw. Anziehdrehmoment.
  - 3.3.3 Gradheit der Stäbe.

### **4 Halbjährliche Prüfungen**

Die halbjährlichen Prüfungen müssen mindestens umfassen:

- 4.1 Zustand der Seile
  - 4.1.1 Zugseile, Tragseile, endlose Bergungsseile und Spannseile: ganze Länge visuell ( $v \leq 0,3$  m/s) oder mit Prüfgerät, solange keine Drahtbrüche oder andere äussere Schäden festgestellt wurden;
  - 4.1.2 Seile für Telefonleitungen usw.: an den Auflage- und Befestigungsstellen.

## 5 Jährliche Prüfungen, Bergungsübung

Die jährlichen Prüfungen müssen mindestens umfassen:

- 5.1 Messen des Isolationswiderstandes der überwachten Seile gegen Erde (Ziff. 671.2).
- 5.2 Visuelle Prüfung der
  - 5.2.1 Seilkondensatoren, Seiltransformatoren und Stromabnehmer der Fernüberwachungsanlage;
  - 5.2.2 elektrischen Isolationen auf den Stützen;
  - 5.2.3 besonderen Schutzeinrichtungen (Schutzerdungen, Blitzschutz usw.);
  - 5.2.4 Schutzkonstruktionen bei Kreuzungen mit elektrischen Leitungen.
- 5.3 Prüfen der
  - 5.3.1 elektrischen Sicherheits- und Schutzeinrichtungen mit Ansprechwerten, wenn nötig;
  - 5.3.2 elektrischen Steuerungs- und Regelungseinrichtungen;
  - 5.3.3 elektrischen Installation und der elektrischen Betriebsmittel (Zustand der Kontakte und Anschlüsse, Festsitzen der Schrauben usw.);
  - 5.3.4 Funktionsfähigkeit der Windmessanlage;
  - 5.3.5 Ansprechwerte der Überwachungskreise (Erdschluss, Kurzschluss und Unterbruch);
  - 5.3.6 Funktionsfähigkeit der Ersatzteile, wenn nötig;
  - 5.3.7 Ansprechwerte der Lastmeseinrichtung.
- 5.4 Prüfen der Rollen, Seileinweiser, Tragseilschuhe und Tragseilsicherungen betreffend
  - 5.4.1 Anrisse, Deformationen und Verschleiss;
  - 5.4.2 Lockerung bzw. Sicherung der Schrauben sowie Festsitzen der Nieten.
- 5.5 Prüfen der
  - 5.5.1 Betriebsbremse mit Last ab und Last auf (mit Messung der Bremswege oder -zeiten, der Gegendrücke bei Bremskraftregelung bzw. der Bremsstufen bei Bremskraftsteuerung);
  - 5.5.2 Sicherheitsbremse mit Last ab (mit Messung der Bremswege oder -zeiten).



- 5.6 Prüfen der mechanischen Teile und der Fahrzeuge betreffend
- 5.6.1 Anrisse, Deformationen und Verschleiss;
- 5.6.2 Lockerung bzw. Sicherung der Schrauben, Festsitzen der Nieten.
- 5.7 Prüfen der
- 5.7.1 Schlauffseilauslösungen der Fangbremsen mit Messen des Restseilzuges;
- 5.7.2 Uebergeschwindigkeitsauslösungen der Fangbremsen.
- 5.8 Prüfen der Stützen und Fundamente auf Schäden infolge Frost, Steinschlag, Schneedruck, Geländebewegungen usw. (Streckenbegehung nach Wintersaison).
- 5.9 Prüfen der Stationen wie Ziffer 5.8.
- 5.10 Prüfen des Zustandes von endlichen Bergungsseilen auf der ganzen Länge visuell ( $v \leq 0,3$  m/s) oder mit Prüfgerät.
- 5.11 Reinigen der Tragseile, bei Bahnen mit Fangbremsen.
- 5.12 Versetzen der an den Tragseilen festgeklemmten Einrichtungen wie Zugseil-Zwischenaufhängungen.
- 5.13 Durchführen einer Bergungsübung.

## 6 Mehrjährige Prüfungen

Die weiteren Prüfungen müssen mindestens umfassen:

- 6.1 **alle zwei Jahre**
- 6.1.1 Zugseilbefestigungen an den Laufwerken;
- 6.1.2 die Nullung bzw. Schutzerdung der beweglich montierten elektrischen Betriebsmittel; diejenigen der fest montierten elektrischen Betriebsmittel nach bundesrechtlichen Vorschriften;
- 6.1.3 nur nach der ersten Inbetriebnahme:  
Kontrolle der Verankerungen (Ziff. 824.2.2) in Bezug auf Tragsicherheit und Korrosionsschutz, sowie Messung der Bauwerksbewegungen (Ziff. 824.2.4).

- 6.2 **alle sechs Jahre**
- 6.2.1 Stützen und übrige Stahlkonstruktionen:
  - 6.2.1.1 Schweißnähte auf Oberflächenrisse;
  - 6.2.1.2 Schrauben hinsichtlich Lockerung und Nieten bezüglich Festsitzen;
  - 6.2.1.3 Anziehdrehmoment von hochfest vorgespannten Schrauben;
  - 6.2.1.4 Geradheit der Stäbe.
- 6.2.2 Kontrolle der Verankerungen (Ziff. 824.2.2) in Bezug auf Tragsicherheit und Korrosionsschutz sowie Messung der Bauwerksbewegungen (Ziff. 824.2.4).
- 6.3 **Wenn die Hersteller keine kürzeren Fristen vorschreiben:**
  - 6.3.1 Prüfen der Laufwerke und Fangbremsen (zerlegen); alle 6 Jahre;
  - 6.3.2 Gehängetragrohr auf Rissfreiheit prüfen (ausbauen); alle 6 Jahre;
  - 6.3.3 Prüfen der Betriebs- und der Sicherheitsbremse (zerlegen); alle 6 Jahre.
- 6.4 **Seilendbefestigungen:**

Seilendbefestigungen sind nach den besonderen Vorschriften des Bundesamtes zu prüfen.

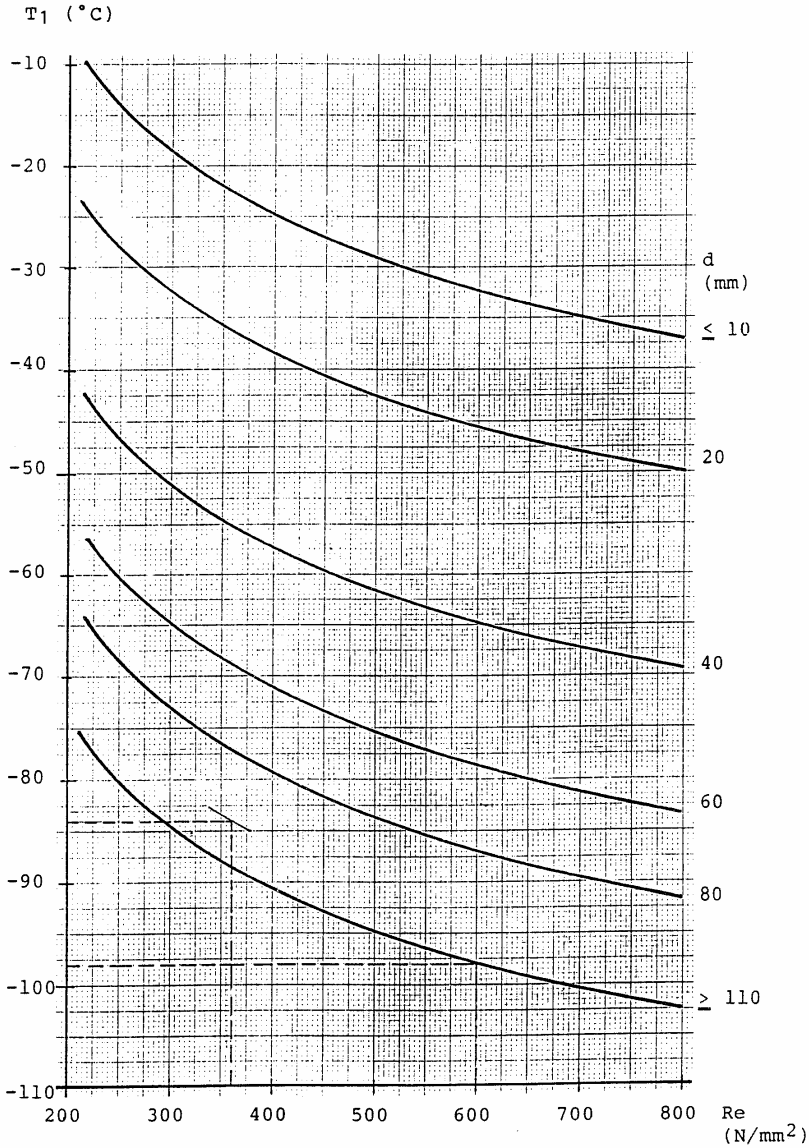
*Anhang 3*  
(Ziff. 533.1 und 701.3)

## **1 Materialqualität (Zähigkeit)**

Mit der ISO-V-Probe muss bei der Prüftemperatur TK28 mindestens eine Kerbschlagarbeit von 28 J erreicht werden.

Das Nomogramm auf der folgenden Seite dient zur Bestimmung der erforderlichen Kerbschlagprüftemperatur  $T_1$  in Abhängigkeit von der Materialstreckgrenze  $R_e$  und der Bauteildicke  $d$ . Für eine Betriebstemperatur über  $-40^\circ\text{C}$ , für stoss- oder schlagartige Beanspruchung und für Bauteilspannungen nahe der Streckgrenze, ist  $T_1 = T_{K28}$ . Für abweichende Betriebsbedingungen darf die Prüftemperatur  $T_1$  um die Summe der massgebenden Korrekturwerte  $T_2, T_3, T_4$  erhöht werden.

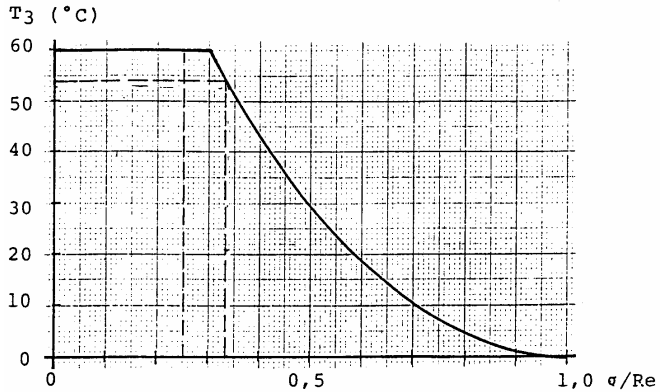
## 2 Dicke, Streckgrenze (Nomogramm)



### 3 Betriebstemperatur (Korrekturwert)

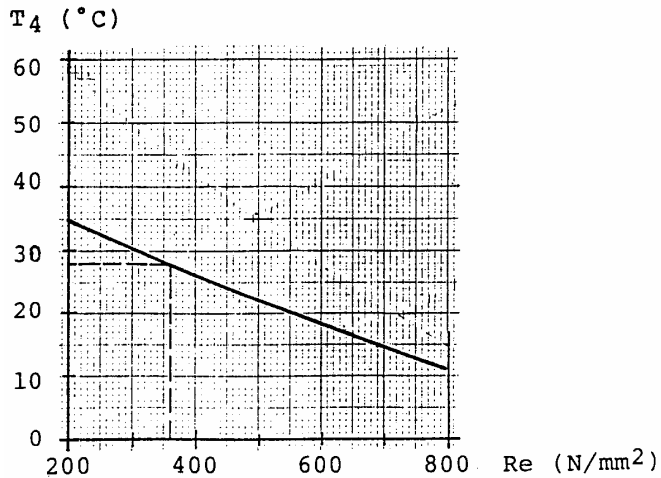
Betriebstemperatur  $\geq 0^\circ\text{C}$  :  $T_2 = 28^\circ\text{C}$

### 4 Bauteilspannung (Korrekturwert)



### 5 Beanspruchungsart (Korrekturwert)

Ruhende Belastung oder langsame Laständerung (z.B. stillstehende Achsen von Umlenkscheiben).



## 6 Ablesebeispiele

1. Stillstehende Umlenkscheibenachse vor der Bergstation, Durchmesser  $d = 95$  mm, Streckgrenze  $R_e = 360$  N/mm<sup>2</sup>, grösste Spannung  $\sigma = 120$  N/mm<sup>2</sup>

$$T_{K28} = T_1 + T_3 + T_4 = -84 + 54 + 28 = -2^\circ \text{ C}$$

Ein Mindestwert der Kerbschlagarbeit von 28 J muss bei einer Prüftemperatur von höchstens  $-2^\circ \text{ C}$  nachgewiesen werden.

2. Antriebswelle im Maschinenraum, Durchmesser  $d = 200$  mm, Streckgrenze  $R_e = 600$  N/mm<sup>2</sup>, grösste Spannung  $\sigma = 150$  N/mm<sup>2</sup>

$$TK28 = T1 + T2 + T3 = -98 + 28 + 60 = -10^\circ \text{ C}$$

Ein Mindestwert der Kerbschlagarbeit von 28 J muss bei einer Prüftemperatur von höchstens  $-10^\circ \text{ C}$  nachgewiesen werden.

## **Begriffe**

Die Abkürzungen neben den Begriffen werden für Hinweise und Erläuterungen in der Verordnung verwendet.

### **1 Grundlagen, mechanische Anlage**

- 1.1 Grösster Durchhang  
Der grösste Seildurchhang, der sich bei gleichförmigem Betrieb einstellen kann.
- 1.2 Grösster dynamischer Durchhang  
Der grösste Seildurchhang, der sich infolge plötzlicher Laständerungen (Anfahren, Bremsen) oder infolge betrieblicher Schwingungen (Pumpen) einstellen kann.
- 1.3 Zwischenhaltestelle  
In einer Zwischenhaltestelle wird die Bahn für das Ein- und Aussteigen der Reisenden (ausserhalb der Antriebs- oder der Gegenstation) stillgesetzt.
- 1.4 Schnürspannungen  
Schnürspannungen entstehen infolge unterschiedlicher Rillendurchmesser bei der mehrrilligen Antriebsscheibe und führen zu erhöhten Seilzugkräften zwischen der Antriebsscheibe und ihrer Gegenseibe bzw. ihren Gegenseiben.

### **2 Grundlagen, elektrische Anlage**

- 2.1 Ruhestromkreis  
Stromkreis, der normalerweise dauernd von Strom durchflossen ist. Die Ueberführung der in den betreffenden Stromkreis geschalteten elektrischen Betriebsmittel in den sichereren Betriebszustand erfolgt durch Unterbrechung des Stromflusses.
- 2.2 Ruhestromsystem  
System das ausschliesslich aus Ruhestromkreisen besteht.
- 2.3 Arbeitsstromkreis  
Stromkreis, in dem normalerweise kein Strom fliesst. Die Ueberführung der in den betreffenden Stromkreis geschalteten elektrischen Betriebsmittel in einen sichereren Betriebszustand erfolgt durch Herstellen des Stromflusses.

- 2.4            Ruhe-Arbeitsstromsystem  
System, bei welchem ein Ruhe- und ein Arbeitsstromkreis so miteinander für die gleiche Funktion verwendet werden, dass die in diese Kreise geschalteten elektrischen Betriebsmittel durch Unterbrechung des Stromflusses bzw. durch Herstellen oder Erhöhung des Stromflusses in einen sichereren Betriebszustand übergeführt werden.
- 2.5            Arbeitsstromsystem  
System, bei welchem ein Arbeitsstromkreis vorhanden ist, der nicht gleichzeitig in einem Ruhe-Arbeitsstromsystem wirkt.
- 2.6            Sicherheitseinrichtungen (SE)  
Einrichtungen, die dazu dienen, entweder direkt (z.B. mechanische Uebergeschwindigkeitsauslöser, Nothalt-Vorrichtung, Fangbremsshalter) oder durch Ueberwachung der für die Sicherheit wichtigen Vorgänge und Zustände (z.B. Istwertüberwachung, Verzögerungsüberwachung, Fernüberwachungsanlage) einen betriebshemmenden Einfluss auszuüben (z.B. Stillsetzen der Bahn).
- 2.7            Schutzeinrichtungen  
Elektrische Betriebsmittel, die vor allem andere Einrichtungen und Sachen vor bestimmten Einflüssen (z.B. Ueberstrom, Fehlerstrom, Uebertemperatur) schützen (z.B. Ueberstromauslöser, FI-Schalter, Getriebeöldruckwächter, Ventilationswächter). Schutzeinrichtungen sind keine Sicherheitseinrichtungen.
- 2.8            Funktionsfähigkeit  
Fähigkeit, eine vorgesehene Funktion unter gegebenen Bedingungen technisch erfüllen zu können.
- 2.9            Ueberbrückung  
Zustand, bei dem sowohl besonders bezeichnete Sicherheitseinrichtungen als auch verschiedene Steuerbefehle der Fernüberwachungsanlage so geschaltet sein müssen, dass sie nicht funktionsfähig sind, wenn sie auch bei Uebergang auf eine andere Steuerungsart oder bei einer tieferen Fahrgeschwindigkeit noch funktionsfähig sein müssten.
- 2.10          Fehlerausschluss  
Ausschluss eines theoretisch möglichen Fehlers, mit dessen Auftreten aufgrund spezieller konstruktiver und allenfalls anderer Massnahmen nicht gerechnet werden muss.



- 2.11           Zwangsläufigkeit  
Ein Schaltgerät (z.B. Schalter, Taste) ist dann zwangsläufig, wenn seine Öffnungskontakte durch direkte mechanische Krafteinwirkung von aussen, über sein Betätigungsorgan, geöffnet werden und zwar vollständig unabhängig vom Einfluss irgendwelcher mechanischer Energiespeicher, Wippen, Kipphebel usw.
- 2.12           Zwangsgeführte Kontakte  
Relais oder Schütze haben zwangsgeführte Kontakte, wenn ein Arbeitskontakt (Schliesser) nur dann den an ihn angeschlossenen Stromkreis schliesst, wenn kein Ruhekontakt (Oeffner) fehlerhafterweise geschlossen ist, und wenn nach dem Entregen ein Ruhekontakt nur dann wieder schliesst, wenn kein Arbeitskontakt mehr geschlossen ist. Bleibt ein Ruhekontakt fehlerhafterweise geschlossen, so darf auch bei Erregung der Spule mit 1,5-fachem Nennstrom kein Arbeitskontakt schliessen.
- 3               Elektrische Betriebsmittel**
- 3.1           Elektrische Betriebsmittel  
Betriebsmittel, die als Ganzes oder in einzelnen Teilen der Erzeugung, der Fortleitung sowie der Anwendung elektrischer Energie dienen (z.B. Generatoren, Motoren, Transformatoren, Leitungen, Relaispulen, Schalter, Instrumente).
- 3.2           Wirkungsglieder  
Bauteile, die bei Einwirkung physikalischer Grössen, genannt Wirkungsgrössen, Veränderungen in elektrischen Stromkreisen oder Betriebsmitteln verursachen (z.B. Ventil- und Relaispulen einerseits sowie hydraulische Druckschalter und Ventilationswächter andererseits). Es kann zwischen elektrischen und elektronischen Wirkungsgliedern unterschieden werden. Wirkungsglieder sind auch elektrische Betriebsmittel.
- 3.3           Schaltgeräte  
Geräte, die Stromkreise trennen oder verbinden (z.B. Relais, Schütze, Schalter). Schaltgeräte sind auch elektrische Betriebsmittel.
- 3.4           Schaltglieder  
Geräteteile, die alle zur unmittelbaren Kontaktgabe gehörenden Teile umfassen, d.h. das feste und das bewegte Kontaktstück mit seinen Stromführungs-, Federungs-, Befestigungs- und Lagerteilen. Schaltglieder sind meistens Bestandteile von Wirkungsgliedern oder Schaltgeräten.

- 3.5            Zeitrelais  
Schaltgeräte (Relais), deren Schaltglieder durch einstellbare Zeit verzögert wirken.
- 3.6            Zeitrelais mit maximaler Zeitbegrenzung  
Zeitrelais, bei denen die eingestellte Zeit im Fehlerfall kürzer, nicht aber länger werden kann.
- 3.7            Zeitrelais mit minimaler Zeitbegrenzung  
Zeitrelais, bei denen die eingestellte Zeit im Fehlerfall länger, nicht aber kürzer werden kann.
- 3.8            Nothalt-Vorrichtung  
Schaltgerät, das bei der Betätigung von Hand auf einen Sicherheitsstrom- oder Ueberwachungskreis einwirkt.
- 3.9            Nothalt-Taste  
Nothalt-Vorrichtung, die nach dem Betätigen automatisch in die Ruhestellung zurückgeht.
- 3.10          Nothalt-Schalter  
Nothalt-Vorrichtung, die nach dem Betätigen nicht automatisch in die Ruhestellung zurückgeht (z.B. Drehschalter, Taste mit Rastrierung).
- 3.11          Meldeeinrichtungen  
Anzeigeeinrichtungen, die für das Personal gut sichtbar sind. Sie können auch im Kommandostand, je nach Montageort desselben, eingebaut sein.
- 3.12          Kopierwerk (KW)  
Einrichtung, die Informationen über den jeweiligen Fahrzeugstand, bezogen auf die Gesamtstrecke, liefert.

## **4            Stromkreise**

- 4.1            Hauptstromkreise  
Stromkreise, die die eigentlichen Antriebseinrichtungen (z.B. Hauptmotor, Umformermotor) und die Hilfsbetriebe, die mit mehr als 25 Ampere-Ueberstromauslöser abgesichert sind, mit elektrischer Energie versorgen.

- 4.2 Hilfsbetriebestromkreise  
Stromkreise, die die eigentlichen Hilfsbetriebe (z.B. Ventilatoren, Bremsdrücker, Pumpenmotoren) mit elektrischer Energie versorgen und die höchstens mit 25 Ampere-Ueberstromauslöser abgesichert sind.
- 4.3 Steuerstromkreise  
Stromkreise, die zur eigentlichen Steuerung, Regelung usw. dienen.
- 4.4 Sicherheitsstromkreise  
Stromkreise - mit Ausnahme der Ueberwachungskreise - auf die einerseits Sicherheitseinrichtungen direkt einwirken (z.B. Nothalt-Tasten, Schalter) oder die andererseits direkt physikalische Grössen überwachen und allenfalls miteinander vergleichen (z.B. Sollwert-Istwertüberwachung, Verzögerungsüberwachung). Sie bewirken das Stillsetzen der Bahn oder verhindern, dass sie sich ungewollt in Bewegung setzt.
- Ueberwachungskreise  
vgl. Ziffer 8.2.

## 5 Steuerung und Bedienung

- 5.1 Steuerungsarten  
Nach der Steuerungsart des Hauptantriebs werden unterschieden:
- 5.1.1 Programmsteuerung (PS)
- 5.1.1.1 Fernsteuerung (FS)  
Die Fahrt kann durch das Personal von verschiedenen Steuerstellen aus eingeleitet und zum Teil beeinflusst werden.
- 5.1.1.2 Direktsteuerung (DS)  
Die Fahrt kann durch den Maschinisten vom Kommandostand aus eingeleitet und zum Teil beeinflusst werden.
- 5.1.2 Handsteuerung (HS)  
Die ganze Fahrt wird normalerweise nur durch den Maschinisten gesteuert.
- 5.1.3 Ersatzsteuerung (ES)  
Die Fahrt kann durch den Maschinisten vom Kommandostand aus eingeleitet und zum Teil beeinflusst oder von Hand gesteuert werden, wobei alle für diese Betriebsart nicht erforderlichen Sicherheits-, Schutz-, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen nicht funktionsfähig sind.

### 5.2 Kommandostand

Vom Kommandostand aus kann die Bahn gesteuert und überwacht werden. Er enthält die hierzu notwendigen Betriebsmittel.

### 5.3 Steuerstelle

Von der Steuerstelle aus (Fahrzeuge) kann die Bahn stillgesetzt und wenn nötig ferngesteuert werden. Sie enthält die hierzu notwendigen Betriebsmittel.

### 5.4 Kommandoraum

Raum, in dem der Kommandostand neben Schaltschränken und allfälligen Hilfsbetrieben montiert ist.

### 5.5 Maschinenraum

Raum oder Stelle, in dem oder an der der Hauptantrieb der Bahn montiert ist.

## **6 Stillsetzen der Bahn**

### 6.1 Stillsetzen

Eine Bahn wird stillgesetzt, indem sie aus dem fahrenden Zustand zum Stillstand gebracht wird.

### 6.2 Anhalten (Ah)

Die Bahn wird durch den Hauptmotor mit genügender, möglichst konstanter, nicht überwachter Verzögerung stillgesetzt.

### 6.3 Elektrischer Halt (EH) (Nothalt-Elektrischer Halt)

Nach dem Unterbrechen des entsprechenden Sicherheitsstromkreises wird die Bahn mit Hilfe des Hauptmotors mit genügender, möglichst konstanter, überwachter Verzögerung stillgesetzt.

### 6.4 Nothalt-Betriebsbremse (NH-BB)

Nach dem Unterbrechen des entsprechenden Sicherheitsstromkreises wird die Betriebsbremse zum Wirken gebracht und der Energiefluss zwischen dem speisenden Netz und dem Hauptmotor unterbrochen.

### 6.5 Nothalt-Sicherheitsbremse (NH-SB)

Nach dem Unterbrechen des entsprechenden Sicherheitsstromkreises oder dem Schliessen des entsprechenden Arbeitsstromkreises oder durch mechanische Auslösung wird die Sicherheitsbremse zum Wirken gebracht und der Energiefluss zwischen dem speisenden Netz und dem Hauptmotor unterbrochen.

- 6.6            Bremskraftregelung (BKR)  
Die Bremskraft der Betriebsbremse wird während des Bremsvorganges entsprechend einem vorgegebenen Verzögerungswert geregelt, so dass die Bahn mit möglichst konstanter Verzögerung stillgesetzt wird.
- 6.7            Bremskraftsteuerung (BKS)  
Die Bremskraft der Betriebsbremse wird steuerungsmässig, d.h. nicht überwacht, vor Beginn des Bremsvorganges festgelegt und bleibt normalerweise bis zum Stillstand unverändert.
- 6.8            Verzögerungsüberwachung  
Überwacht die beim Stillsetzen der Bahn durch den Hauptmotor oder eine mechanische Bremse bewirkte Verzögerung.
- 7            Antrieb**
- 7.1            Fahrgeschwindigkeit  
Geschwindigkeit, die an der Antriebsscheibe gemessen werden kann.
- 7.2            Hauptantrieb  
Antrieb, mit dem die Bahn im normalen Betrieb bewegt wird.
- 7.3            Hilfsantrieb  
Antrieb mit eigener Energiequelle, der vom Getriebe des Hauptantriebes unabhängig ist.
- 7.4            Notantrieb  
Antrieb mit eigener Energiequelle, der den Hauptantrieb bewegt.
- 7.5            Bergungsantrieb  
Antrieb mit eigener Energiequelle, der die Bergungsfahrzeuge bewegt.
- 7.6            Hauptmotor  
Motor, mit dem die Bahn über den Hauptantrieb direkt angetrieben wird. Dessen Drehzahl bestimmt unmittelbar die jeweilige Fahrgeschwindigkeit.

## **8 Fernüberwachungsanlage und Fernmeldeeinrichtungen**

- 8.1 Fernüberwachungsanlage (FUA)  
Sicherheitseinrichtung, mit der Teile der Bahn ausserhalb der Antriebsstation überwacht werden. Zur Fernüberwachungsanlage gehören die Ueberwachungskreise und die entsprechenden Auswertungen. In gewissen Fällen erlaubt sie auch, die Steuerungseinrichtungen der Antriebssteuerung von ausserhalb der Antriebsstation (z.B. Fahrzeuge) durch Steuerbefehle zu beeinflussen.
- 8.2 Ueberwachungskreise  
Stromkreise oder andere Verbindungen zur Informationsübertragung, auf die die Sicherheits- und Schutzeinrichtungen auf der Strecke direkt einwirken. Die Sicherheits- und Schutzeinrichtungen in den Fahrzeugen, in der Gegenstation sowie in Zwischenhaltestellen wirken direkt oder über Sicherheitsstromkreise auf Ueberwachungskreise ein. Ueberwachungskreise bewirken das Stillsetzen der Bahn, wenn sie unterbrochen, wenn sie mit andern Ueberwachungskreisen oder auch mit Erde kurzgeschlossen werden und wenn zu diesem Zweck eingebaute elektrische Betriebsmittel kurzgeschlossen werden. Sie dienen auch der Ueberwachung verschiedener Seile auf Unterbruch, gegenseitige Berührung und Erdschluss. Leiter der Ueberwachungskreise sind in der Regel grösstenteils unmittelbar der Witterung ausgesetzt.
- 8.3 Abschaltsicherheit  
Die Abschaltsicherheit ist dann gewährleistet, wenn die Ansprechwerte, bei denen eine Nothalt-Auslösung durch einen Ueberwachungskreis (Ruhe-Arbeitsstromsystem) erfolgt, so festgelegt sind, dass auch dann eine Nothalt-Auslösung durch den entsprechenden Ueberwachungskreis erfolgen kann, wenn auf der Strecke oder in den Stationen entweder irgendwelche Ableit- oder irgendwelche Längswiderstände auftreten.
- 8.4 Grenzstromwerte  
Wenn die Abschaltsicherheit nicht gewährleistet ist, sind die Grenzstromwerte diejenigen Werte, bei denen eine Nothalt-Auslösung erfolgen müsste, damit die Abschaltsicherheit gewährleistet wäre.
- 8.5 Bahninterne Sprechverbindungen  
Als solche gelten Betriebstelefon-, Funksprech-, Gegensprechanlagen usw.

## **9 Betrieb**

- 9.1 Betriebsanleitung  
Anweisung der Bahnhersteller für den sachgemässen Betrieb und die sachgemässe Instandhaltung der Anlage sowie Beschreibung der Funktion der Anlage und ihrer Teile.
- 9.2 Dienstfahrt  
Fahrt, bei der keine Reisenden befördert werden.
- 9.3 Prüffahrt  
Dienstfahrt, während der Prüfungen vorgenommen werden.
- 9.4 Bergung  
Evakuierung von Reisenden aus blockierten Seilbahnfahrzeugen (mit bahneigenen oder bahnfremden Mitteln) an einen für den weiteren Transport geeigneten Ort.
- 9.5 Instandhaltung  
Gesamtheit der Massnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes sowie zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes.

## **10 Stationseinfahrt**

- Kopierwerk (KW)  
vgl. Ziffer 3.12
- 10.1 Einfahrtüberwachung  
Überwachung des Geschwindigkeitsverlaufs im Stationseinfahrtbereich durch zwei voneinander unabhängige Kopierwerke in Verbindung mit voneinander unabhängigen Geschwindigkeitsmessgliedern.
- 10.2 Kopierwerkkontrolle (KWK)  
Verschiedene Kontrollen der Kopierwerkstellungen. Man unterscheidet:
- 10.2.1 Festpunktkontrolle (FP)  
Kontrolliert die Stellung eines oder mehrerer Kopierwerke gegenüber einem festen Punkt der Strecke.
- 10.2.2 Gleichlaufüberwachung (GU)  
Überwacht die Stellung eines Kopierwerkes gegenüber dem zweiten Kopierwerk.

- 10.2.3 Nullstellungskontrolle (NK)  
Wenn sich die Fahrzeuge in den Stationen befinden, wird kontrolliert, ob sich die Kopierwerke in den entsprechenden Anfangspositionen befinden.

## 11 Grundlagen, feste Anlagen

- 11.1 Einwirkungen  
Es werden vier Arten von Einwirkungen unterschieden:
- 11.1.1 Eigenlasten des Tragwerkes
- 11.1.2 Ständige Einwirkungen  
Zu den ständigen Einwirkungen zählen in der Regel Auflasten, Einwirkungen aus dem Baugrund und Vorspannung.
- 11.1.3 Veränderliche Einwirkungen  
Zu den veränderlichen Einwirkungen zählen Nutzlasten und klimatische Einwirkungen.
- 11.1.4 Aussergewöhnliche Einwirkungen  
Einwirkungen die während der geplanten Nutzungsdauer des Bauwerkes nicht oder nur selten mit einer signifikanten Grösse und dann nur während sehr kurzer Zeit auftreten.
- 11.2 Gefährdungsbilder  
Entscheidend für die Sicherheit während der Ausführung und der geplanten Nutzungsdauer sind:
- die Beurteilung der Einflüsse, die eine Gefährdung für das Bauwerk darstellen können;
  - das Erkennen der möglichen kritischen Situationen für das Bauwerk.
- Das Aufstellen und Durchdenken von kritischen Situationen, sogenannten Gefährdungsbildern, dient der Planung von Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit.
- 11.3 Sicherheitsplan  
Im Sicherheitsplan werden die für das Tragwerk zu berücksichtigenden Gefährdungsbilder zusammengestellt und es wird festgelegt, mit welchen Massnahmen den Gefahren begegnet werden soll.



#### 11.4 Nutzungszustände und Nutzungsplan

Im Nutzungsplan werden die für das Tragwerk zu berücksichtigenden Nutzungszustände zusammengestellt und festgelegt, mit welchen Massnahmen die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet werden soll. Der Nutzungsplan enthält beispielsweise:

- die geplante Nutzungsdauer;
- die Anforderungen hinsichtlich Deformationen, Dauerhaftigkeit und Aussehen.

Er dient auch als Grundlage für die Überwachung und den Unterhalt.



## Nachweis der Tragsicherheit für Stützen

Zur Ermittlung des massgebenden Bemessungswertes der Beanspruchung genügt in der Regel eine Betrachtung der Gefährdungsbilder gemäss Zusammenstellung auf den folgenden Seiten.

Lastfaktoren:

$\gamma_G$  = Lastfaktor für Eigenlasten des Tragwerkes

$\gamma_Q$  = Lastfaktor für die Leiteinwirkung

$\psi$  = Lastfaktor für die Begleiteinwirkung

$\psi_{acc}$  = Lastfaktor für die Begleiteinwirkung zu einer aussergewöhnlichen Leiteinwirkung

Bemessungswert der Beanspruchung  $S_d$ :

Fall 1: Leiteinwirkung ist entweder eine ständige oder eine veränderliche Einwirkung

$$S_d = S (\gamma_G \cdot G_m, \gamma_Q \cdot Q_r, \Sigma \psi \cdot Q_r)$$

Fall 2: Leiteinwirkung ist eine aussergewöhnliche Einwirkung

$$S_d = S (G_m, Q_{acc}, \Sigma \psi_{acc} \cdot Q_r)$$

### Tabelle von möglichen Gefährdungsbildern

für die Ermittlung der Bemessungswerte der Beanspruchung - gilt für den Nachweis der Tragsicherheit bei Seilbahnstützen  
 Lastfaktoren:  $\gamma_G, \gamma_Q, \Psi, \Psi_{acc}$

Betriebszustand		IB	AB	AB	IB	IB	AB	IB	AB	Bemerkungen
Leiteinwirkung		Nützlast	Maximalwind	Eisbehang	aussergewöhnliche Einwirkung	IB	AB	IB	AB	IB = In Betrieb AB = Ausser Betrieb
<b>Einwirkungen</b>										
1.	Eigenlasten des Tragwerkes	$G_m$	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	Bei günstiger Beeinflussung $\gamma_c = 0,8$ z.B. bei Niederhaltestützen
2.	Ständige Einwirkungen	$Q_r$	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	Stützenausrüstung, Bergungsseile, Schalter- und Telefonleitungen
3.	Veränderliche Einwirkungen	$Q_r$	1,5	--	1,0	1,0	1,0	--	--	inkl. dynamische Einwirkungen (Ziff. 415)
3.1	Seilauflasten IB		--	1,3 <sup>20</sup>	--	--	1,0	--	1,0	Ziffer 413.3
3.2	Seilauflasten AB		1,5	1,3	--	1,0	--	--	--	Ziffer 414
3.3	Reibung									
3.4	Wind									
3.4.1	Betriebsgrenzwind	$q_{red} = 0,25 \text{ kN/m}^2$	1,0	--	1,0	--	--	--	--	
3.4.2	Maximalwind	$q_r = \text{var.}$	--	1,5	0,8	--	--	--	1,0 <sup>21</sup>	
3.5	Schnee		0,8	--	--	--	--	--	--	
3.6	Eisbildung (Stütze und Seile)		--	1,5	--	--	1,5	--	--	auf Podesten (Ziff. 416)

20 AB sind die Seilauflasten als ständige Einwirkungen zu betrachten

21 je nach Bahntyp und Gegebenheiten zu berücksichtigen, da die Leiteinwirkung nicht nur während sehr kurzer Zeit auftritt

Betriebszustand		IB	AB	AB	AB	IB	IB	AB	Bemerkungen
Leiteinwirkung		Nutzlast	Maximalwind	Eisbehang	Aussergewöhnliche Einwirkung	IB	AB		
4. Aussergewöhnliche Einwirkungen $Q_{acc}$									Kennwerte nach Ziffer 418
4.1	In Betrieb								
4.1.1	Seilreibung im Seilfänger	oder							
4.1.2	Seilentgleisung im Seilfangarm	oder			1,0				1,3-fache Kräfte
4.1.3	Bremskraft Fangbremse								
4.1.4	Lawine, Kriechschnee	oder							1,1-fache Kräfte
4.1.5	Bruch Telefon-, Schalterleitung								
4.2	Ausser Betrieb								
4.2.1	Bauzustände	oder							
4.2.2	Seilabbebevorang	oder						1,0	
4.2.3	Vollständige Entlastung einer Stützenseite bei voller Belastung der anderen Seite								1,1-fache Kräfte
5.	Weitere Einwirkungen Rettungsbahn im Fall Evakuierung, Temperatur, Baugrund, Konstruktion (z.B. Vortensionung, Schwinden, Kriechen) usw.								

## Anhang 6

### Bestimmungen für Spezialbahnen

Ausführungsbestimmungen zur Seilbahnverordnung  
Hinweise für die Tragkonstruktionen von Spezialbahnen

#### 1 Gruppenumlaufbahnen (GUB)

Bei GUB sind die Nachweise der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdungssicherheit von Stationen sowie Stützenkonstruktionen und deren Foundationen grundsätzlich analog den Bestimmungen für Umlaufbahnen zu führen. Dabei sind folgende Besonderheiten zu berücksichtigen:

*Ziffer 418: Falls ein Anhängen der Klemmen im Seilfänger (Ziff. 418.2.1) resp. Seilfangarm (Ziff. 418.2.2) nicht ausgeschlossen werden kann, muss die aufsummierte Klemmenabziehkraft in Rechnung gestellt werden, sofern die Anlage nicht innerhalb der Fahrzeugdistanz durch Nothalt stillgesetzt werden kann.*

*Ziffer 816: Ermüdungssicherheit*

*Ziffer 816.2 Als Ermüdungslast ist eine vollbeladene Kabinengruppe einzusetzen, wobei für die Kabinen, welche sich gleichzeitig auf den Rollenbatterien einer Stütze befinden können, die Masse mit dem dynamischen Beiwert (Ziff. 415) zu multiplizieren ist.*

*Ziffer 816.3 Für die Ermüdungsfestigkeit, sowie den Widerstandsbeiwert gelten die Werte der Konstruktionsnormen.*

*Ziffer 816.4 Der Betriebslastfaktor beträgt*

*Ziffer 816.4.1 für Betonkonstruktionen:  $\alpha = 1,0$*

*Ziffer 816.4.2 für Stahlkonstruktionen:  $\alpha = 0,8$*

*Damit werden  $1 \cdot 10^6$  Spannungswechsel während der Nutzungsdauer berücksichtigt.*

#### 2 Umlaufbahnen mit Trag- und Zugseil

Bei Umlaufbahnen mit Trag- und Zugseil (z.B. 3-Seil-Bahn) sind die Nachweise der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Ermüdungssicherheit von Stationen sowie Stützenkonstruktionen und deren Foundationen grundsätzlich analog den Bestimmungen für Umlaufbahnen zu führen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Allgemeine Bestimmungen</b>	<b>2</b>
101 Zweck und Geltungsbereich	2
102 Begriffe	2
103 Ergänzende Vorschriften	2
104 Abweichungen von Vorschriften	3
<b>2 Vorlagen und Nachweise</b>	<b>4</b>
21/22 Vorlagen für die Plangenehmigung	4
211 Allgemeines	4
212 Beschaffenheit der Vorlagen	4
213 Situationsplan	5
214 Längenprofil	5
215 Seitliche Abstände, Lichtraumprofil	6
216 Seilberechnung	6
217 Mechanische Teile	7
218 Elektrische Anlagen	7
219 Fahrzeuge	8
220 Stationen und Stützen	8
221 Anlagenutzungsplan und Betriebskonzept	9
222 Technischer Bericht	9
223 Bergungskonzept	9
224 Sicherheitsbericht	10
225 Bauorganisation	10
226 Gutachten oder Berichte	10
227 Lieferprogramm	11
23/24 Vorlagen für die Betriebsbewilligung	12
231 Allgemeines	12
232 Sicherheitsnachweis	12
233 Berichte der Sachverständigen	13
234 Mechanische Teile	13
235 Hydraulische oder pneumatische Einrichtungen	15
236 Elektrische Anlagen	15
237 Fahrzeuge	15
238 Stationen	16
239 Stützen und –fundamente	17
240 Atteste	17
<b>3 Allgemeine Bauvorschriften</b>	<b>18</b>
31 Linienführung	18
311 Bahnachse und horizontale Seilablenkung	18
312 Führen über Wald	18
313 Führen über Gebäude und Menschenansammlungen	18
314 (Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)	18
315 Spannfeldlängen	18
316 Gefällsbrüche	18

32	Abstände und Lichtraumprofil	19
321	Seitliche Abstände	19
322	Querpendelung	19
323	Spurweite	19
324	Längspendelung	20
33	Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen	21
331	Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen mit Strassen	21
332	Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen mit elektrischen Leitungen	21
333	Annäherungen, Parallelführungen und Kreuzungen mit Seilbahnen und Skiliften	22
34	Fahrgeschwindigkeit	23
341	Fahrgeschwindigkeit	23
35	Bodenabstände	25
351	Kleinster Abstand vom Boden oder Schnee	25
352	Grösster Bodenabstand	25
36	Bergungseinrichtungen	26
361	Bergungsbahn	26
<b>4</b>	<b>Belastungsannahmen, Seile und Seilberechnung</b>	<b>27</b>
41	Belastungsannahmen	27
411	Personenmasse	27
412	Beschleunigung und Verzögerung	27
413	Reibwerte und -widerstände	27
414	Wind	28
415	Dynamische Einwirkungen	29
416	Schnee	29
417	Eisbehang	30
418	Aussergewöhnliche Einwirkungen	30
419	Baugrund	31
42	Seile und Seilberechnung, Allgemeines	32
421	Zugsicherheit und zulässige Querschnittsverminderung	32
422	Durchmesser von Rollen, Scheiben, Rollenketten und Trommeln	
	Radius von Tragseilschuhen	33
423	Kraftübertragung an der Antriebscheibe	34
424	Mehrere parallele Seile	35
43	(Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)	36
44	Zugseile	37
441	Berechnung der Seilzüge, -auflagekräfte und -durchhänge	37
442	Kleinster Seilzug	37
443	Kleinste Auflagekraft	37
444	Abheben von Laufwerken	38
45	Tragseile	39
451	Berechnung der Seilzüge, -auflagekräfte und -durchhänge	39
452	Rollenkraft- und Querkraftverhältnis	39
453	Kleinste Auflagekraft	39
46	Bergungsseile	41



461	Berechnung der Seilzüge, -auflagekräfte und -durchhänge	41
47	Andere Seile	42
471	Seile für die Telefonleitung	42
472	Luftkabel	42
<b>5</b>	<b>Besondere Bauvorschriften für die mechanischen Teile</b>	<b>43</b>
51	Allgemeines	43
511	Kommandostand	43
512	Hydraulische Einrichtungen	43
513	Verhütung von Arbeitsunfällen	45
514	Schweissverbindungen	46
515	Schraubenverbindungen	46
52	Antriebe und Bremsen	47
521	Allgemeines	47
522	Hauptantrieb	48
523	Hilfs-, Not- und Bergungsantrieb	49
524	Getriebe	51
525	Betriebsbremse und elektrischer Halt	51
526	Sicherheitsbremse	51
527	Handbetätigung der Bremsen	52
53	Seilscheiben, Wellen, Achsen und Lager	54
531	Seilscheiben und Lagerung	54
532	Massnahmen gegen Seilentgleisungen	54
533	Wellen und Achsen	55
534	Lager	55
535	Zweirillige Scheiben	56
54	Einfahrt der Fahrzeuge in die Stationen	57
541	Antrieb von Kopierwerken	57
542	Laufwerkpuffer	57
55/56	Stützenausrüstung	58
551	Seilrollen	58
552-556	(Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)	58
557	Seileinweiser	58
558	Tragseilauflager und Rollenkettensättel	58
559	Fahrzeugführungen	59
560	Seilabhebeeinrichtungen	59
561	(Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)	60
562	Stützenpodeste	60
563	Leitern, Stützennummern	60
564	Zwischenaufhängungen für Zugseile	60
57	Seilspannvorrichtungen und -befestigungen	61
571	Spannvorrichtungen	61
572	Spannwege	61
573	Führungen und Puffer	62
574	Fest verankerte Tragseile	62
575	Seilbefestigungen und -verbindungen	62
576	Tragseilreserve	63

<b>6 Besondere Bauvorschriften für die elektrischen Anlagen</b>	<b>64</b>
61 Allgemeines	64
611 Sicherheitstechnische Grundsätze	64
612 Verwendung elektronischer Bauelemente	65
613 Steuerungsarten	65
614 Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen	66
615 Ueberbrückung von Sicherheitseinrichtungen	67
616 Ersatzsteuerung	68
617 Hilfs-, Not- und Bergungsantrieb	68
62 Elektrische Betriebsmittel, Installation	69
621 Anlage- und Hauptschalter	69
622 Elektrische Betriebsmittel	70
623 Montage und Installation	71
624 Besondere Schutzmassnahmen gegen Personengefährdung	72
625 Nothalt-Vorrichtungen	73
626 Beleuchtung	74
63 Besondere Schutzeinrichtungen	75
631 Massnahmen gegen Gefährdung durch Isolationsfehler	75
632 Blitzschutz und Erdung	75
64 Einrichtungen für die Bedienung und Prüfung	77
641 Signalisierung	77
642 Kommandostand und Steuerstelle	78
643 Prüfeinrichtungen	79
644 Windmessanlage	80
65 Elektrische Antriebseinrichtungen	81
651 Elektrischer Antrieb	81
652 Steuerung	82
653 Anhalten	83
654 Elektrischer Halt	83
655 Nothalt-Betriebsbremse	84
656 Nothalt-Sicherheitsbremse	86
657 Verzögerungsüberwachung	87
658 Zusätzliche Sicherheits- und Schutzeinrichtungen des Antriebs	87
66 Stationseinfahrt und Stützenüberfahrt	90
661 Einfahrtverzögerung	90
662 Einfahrtüberwachung	90
663 Kopierwerk	91
664 Kopierwerkkontrolle	93
665 Stützenüberfahrt, -verzögerung und -ueberwachung	93
67 Fernüberwachungsanlage und Fernsteuerung	94
671 Ueberwachungskreise	94
672 Sicherheits- und Schutzeinrichtungen, die auf Ueberwachungskreise einwirken	96
673 Ueberwachung der Fangbremse	96
674 Besondere Installationen für Ueberwachungskreise	97
675 Fernsteuerung	97
68 Fernmeldeeinrichtungen	99

681	Oeffentliches Telefonnetz	99
682	Bahninterne Sprechverbindungen	99
683	Uebermittlung von Fahr- und Haltsignalen	100
<b>7</b>	<b>Besondere Bauvorschriften für die Fahrzeuge</b>	<b>101</b>
701	Allgemeines	101
702	Bemessung	102
703	Kabinen	104
704	Kabinentüren	105
705	(Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)	106
706	Gehänge	106
707	Zugseilbefestigung	107
708-710	(Keine Bestimmungen für diese Seilbahnart)	108
711	Laufwerke	108
712	Fangbremse	108
713	Bergungsfahrzeug	110
<b>8</b>	<b>Besondere Bauvorschriften für die festen Anlagen</b>	<b>111</b>
81	Berechnung und Bemessung	111
811	Grundsätze	111
812	Einwirkungen	111
813	Berechnung	112
814	Tragsicherheit	112
815	Gebrauchstauglichkeit	113
816	Ermüdungssicherheit	113
82	Material und Konstruktionen	114
821	Stahl und Stahlkonstruktionen	114
822	Beton und Betonkonstruktionen	114
823	Holzkonstruktionen	114
824	Boden- und Felsanker	115
825	Erhaltung der Bauwerke	115
83	Stationen	116
831	Allgemeines	116
832	Zugänge, Treppen und Geländer	116
833	Brandverhütung	117
834	Besondere Räume	118
835	Spanngewichtsschächte	118
836	Ausbau von Anlageteilen	118
84	Stützen	119
841	Fundamente	119
842	Verankerungen	120
843	Verformungen	120
<b>9</b>	<b>Betrieb und Instandhaltung</b>	<b>121</b>
91	Allgemeines	121
911	Betriebsvorschriften	121
912	Technischer Leiter	121
913	Personal	121

92	Betrieb	122
921	Allgemeines	122
922	Betriebsaufnahme und Stichproben	122
923	Prüffahrt	123
924	Besetzung der Stationen und Begleitung der Fahrzeuge	124
925	Betriebstelefon und Funkgeräte	125
926	Besondere Betriebsbedingungen	125
927	Anweisungen an die Reisenden	126
93	Bergung	127
931	Allgemeines	127
932	Bergungsgeräte	127
933	Bergungsplan und Bergungszeit	127
94	Instandhaltung	128
941	Allgemeines	128
942	Planung der Instandhaltung	128
943	Checklisten, interne Prüfungen	128
944	Meldungen an das Bundesamt	129
<b>10</b>	<b>Schlussbestimmungen</b>	<b>130</b>
1001	Aufhebung bisherigen Rechts	130
<b>Anhang 1</b>		<b>131</b>
Sicherheits-, Schutz- und Steuerungseinrichtungen		134
1	Stillsetzen der Bahn	134
2	Allgemeines	134
3	Elektrische Antriebseinrichtungen	135
4	Stationseinfahrt	137
5	Stützenüberfahrt	139
6	Fernüberwachungsanlage	140
<b>Anhang 2</b>		<b>142</b>
Periodische Prüfungen		142
1	Wöchentliche Prüfungen	142
2	Monatliche Prüfungen	142
3	Vierteljährliche Prüfungen	143
4	Halbjährliche Prüfungen	143
5	Jährliche Prüfungen, Bergungsübung	144
6	Mehrjährliche Prüfungen	145
<b>Anhang 3</b>		<b>147</b>
1	Materialqualität (Zähigkeit)	147
2	Dicke, Streckgrenze (Nomogramm)	148
3	Betriebstemperatur (Korrekturwert)	149
4	Bauteilspannung (Korrekturwert)	149
5	Beanspruchungsart (Korrekturwert)	149
6	Ablesebeispiele	150
<b>Anhang 4</b>		<b>151</b>

---

Begriffe	151
1 Grundlagen, mechanische Anlage	151
2 Grundlagen, elektrische Anlage	151
3 Elektrische Betriebsmittel	153
4 Stromkreise	154
5 Steuerung und Bedienung	155
6 Stillsetzen der Bahn	156
7 Antrieb	157
8 Fernüberwachungsanlage und Fernmeldeeinrichtungen	158
9 Betrieb	159
10 Stationseinfahrt	159
11 Grundlagen, feste Anlagen	160
<b>Anhang 5</b>	<b>163</b>
Nachweis der Tragsicherheit für Stützen	163
Tabelle von möglichen Gefährdungsbildern	164
<b>Anhang 6</b>	<b>166</b>
Bestimmungen für Spezialbahnen	166
1 Gruppenumlaufbahnen (GUB)	166
2 Umlaufbahnen mit Trag- und Zugseil	166
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>167</b>