



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Verkehr BAV**  
Abteilung Infrastruktur

Referenz: BAV-232//249

Datum: 15. September 2023

Version : V 2.0\_d

# Richtlinie

# Lärmschutz bei Eisenbahnanlagen

## Dokument-Lenkung

Herausgeber: Bundesamt für Verkehr, 3003 Bern

Autoren: Robert Attinger, Thomas Berner, Philipp Wälterlin (BAV)  
Sandro Ferrari, Maurus Bärlocher, Fredy Fischer (BAFU)

Verteiler: Veröffentlichung auf der BAV-Internetseite

Sprachen: Deutsch (Erstsprache)  
Französisch  
Italienisch

Diese Richtlinie tritt am 15. September 2023 in Kraft

Bundesamt für Verkehr  
Abteilung Infrastruktur

Abteilung Sicherheit

Anna Barbara Remund  
Vizedirektorin

Dr. Rudolf Sperlich  
Vizedirektor

## Änderungsnachweise

<i>Version</i>	<i>Datum</i>	<i>Ersteller</i>	<i>Änderungshinweise</i>	<i>Dokumentenstatus</i>
1.00	15.04.2019	Philipp Wälterlin	-	ausser Kraft
2.00	15.09.2023	Philipp Wälterlin	Ziff. 5.3, 7.2.2, 13.1, 13.3	In Kraft

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Geltungsbereich</b> .....	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Lärmrechtliche Einordnung von Eisenbahnprojekten</b> .....	<b>7</b>
4.1	Überblick .....	7
4.2	Neue Anlagen (Art. 7 LSV) .....	7
4.3	Wesentliche Änderung einer bestehenden ortsfesten Anlage (Art. 8 Abs. 2 und 3 LSV).....	8
4.4	Wesentliches Abweichen von zulässigen Immissionen (Art. 37a Abs. 2 LSV).....	8
<b>5.</b>	<b>Verkehrsprognose</b> .....	<b>9</b>
5.1	Ausgangszustand .....	9
5.2	Prognosezustand .....	9
5.3	Grauguss-Sohlenbremsen (GG-Sohlen) im Güterverkehr.....	9
5.4	Perimeter .....	9
<b>6.</b>	<b>Berechnen oder messen</b> .....	<b>9</b>
<b>7.</b>	<b>Emissionsberechnungen</b> .....	<b>10</b>
7.1	Verwendung von verschiedenen Emissionsmodellen .....	10
7.2	Emissionsberechnungen mit sonRAIL .....	10
7.2.1	Rollmaterial .....	10
7.2.2	Oberbau .....	10
7.2.3	Geschwindigkeit.....	11
7.2.4	Schienenrauheit .....	12
7.2.5	Kurven.....	12
7.2.6	Weichen und Schienenstöße.....	12
7.2.7	Brücken.....	12
7.3	Bahnhofbereiche.....	12
7.4	Streckenverzweigungen .....	12
<b>8.</b>	<b>Immissionsberechnungen</b> .....	<b>13</b>
8.1	Immissionsberechnungen mit SEMIBEL oder sonRAIL .....	13
8.2	Reflexionen .....	13
8.2.1	Einfachreflexionen .....	13
8.2.2	Mehrfachreflexionen .....	13
8.3	Ort der Ermittlung (Art. 39 LSV).....	14
8.3.1	Gebäude (Art. 39 Abs. 1 LSV) .....	14
8.3.2	Nicht überbaute Bauzonen (Art. 39 Abs. 3 LSV) .....	14
8.3.3	Betriebsgebäude und zugehörige Wohnungen auf Bahnareal (Art. 1 Abs. 3 LSV) .....	15
8.3.4	Campingplätze .....	15
8.4	Berücksichtigung der Raumnutzung (Art. 2 Abs. 6, Art. 41 Abs. 2 und Art. 42 LSV) .....	15
<b>9.</b>	<b>Runden von Pegeln</b> .....	<b>16</b>
<b>10.</b>	<b>Pegelkorrekturen</b> .....	<b>17</b>
10.1	Pegelkorrektur K1 .....	17
10.2	Pegelkorrektur K2 .....	17
10.2.1	Rangierlärm i.e.S .....	17
10.2.2	Impulshaltige, tonhaltige und kreischende Lärmereignisse beim Fahrlärm .....	17

<b>11.</b>	<b>Wirtschaftliche Tragbarkeit von Lärmschutzmassnahmen (Art. 7 und 8 LSV)</b> .....	<b>18</b>
11.1	Verhältnismässigkeit der Kosten .....	18
11.2	Weitere zu berücksichtigende Interessen.....	18
<b>12.</b>	<b>Massnahmen zur Lärmbegrenzung</b> .....	<b>18</b>
12.1	Massnahmen nach dem Vorsorgeprinzip .....	18
12.2	Massnahmen an der Fahrbahn.....	19
12.3	Lärmschutzwände (LSW) .....	19
12.3.1	Technische Anforderungen.....	19
12.3.2	Akustische Eigenschaften .....	19
12.3.3	Höhe .....	19
12.3.4	Minimaler Abstand zur Gleisachse .....	20
12.3.5	Fluchttüren .....	20
12.3.6	Naturschutz.....	20
<b>13.</b>	<b>Emissionskataster (Art. 3 VLE)</b> .....	<b>21</b>
13.1	Lärmbelastungskataster .....	21
13.2	Festgelegte Emissionen (Art. 3 Abs. 2 Bst. a VLE) .....	21
13.3	Tatsächliche Emissionen (Art. 3 Abs. 2 Bst. b VLE).....	21
	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>22</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>22</b>
	<b>Abkürzungen</b> .....	<b>23</b>

## **Rechtlicher Stellenwert dieser Richtlinie**

Diese Richtlinie ist eine Vollzugshilfe des Bundesamtes für Verkehr (BAV) als Leitbehörde des Bundes in Sachen des öffentlichen Landverkehrs, die auch Umweltrecht vollzieht. Sie ist in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) als Fachbehörde des Bundes in Umweltbelangen entstanden.

Die Richtlinie konkretisiert für die projektierenden Bahnen und weitere interessierte Personen unbestimmte Rechtsbegriffe von Gesetzen und Verordnungen und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern.

Der Richtlinie kommt nicht der Rang von Gesetz oder Verordnung zu, sie ist aber verbindlicher als eine bloße Empfehlung. Abweichungen sind zulässig, sofern das von Gesetzen, Verordnungen und der Richtlinie verfolgte Ziel auf andere Weise erreicht wird. Befolgt die Gesuchstellerin die Richtlinie, besteht für sie Gewissheit, dass die Behörde die erarbeiteten Grundlagen in methodischer Hinsicht akzeptiert.

## 1. Zusammenfassung

Die Richtlinie definiert unter Berücksichtigung der aktuellen Rechtsprechung und Vollzugspraxis, wie Eisenbahnprojekte lärmrechtlich zu behandeln sind. Damit soll sie eine einheitliche Umsetzung von Lärmschutzmassnahmen auf dem Ausbreitungsweg des Schalls bzw. an der Fahrbahn sicherstellen.

Neues Standardmodell für die Berechnung von Lärm*emissionen* des Bahnbetriebs wird sonRAIL. Lärmimmissionen können weiterhin mit SEMIBEL berechnet werden. Bei Bedarf können aber ergänzende Immissionsberechnungen mit sonRAIL vorgenommen werden.

Die Richtlinie nimmt schliesslich Bezug auf den Lärmbelastungskataster (LBK) für Eisenbahnanlagen gemäss Art. 37 LSV i.V.m. Anhang 1 Indikator 126 GeolV.

Die Weisung Nr. 4 (1992)<sup>1</sup> wird aufgehoben.

## 2. Grundlagen

Rechtsgrundlagen:

- Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983 (USG)<sup>2</sup>
- Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 (LSV)<sup>3</sup>
- Bundesgesetz vom 24. März 2000 über die Lärmsanierung der Eisenbahnen (BGLE)<sup>4</sup>
- Verordnung vom 14. November 2001 über die Lärmsanierung der Eisenbahnen (VLE)<sup>5</sup>
- Bundesgesetz vom 5. Oktober 2007 über Geoinformation (GeolG)<sup>6</sup>
- Verordnung vom 21. Mai 2008 über Geoinformation (GeolV)<sup>7</sup>

Fachtechnische Grundlagen:

- sonRAIL Programmdokumentation, BAFU (Hrsg.) 7. Oktober 2010
- sonRAIL Benutzerhandbuch Webtool (Emissionsmodell), BAFU/EMPA (Hrsg.) 2013
- SEMIBEL Programmdokumentation, BAFU (Hrsg.) 1990.

## 3. Geltungsbereich

Diese Richtlinie regelt im Wesentlichen die Ermittlung des Eisenbahnlärms gemäss Anhang 4 LSV, d.h. des Beurteilungspegels Lr des Fahr- und des Rangierbetriebs:

- **Fahrbetrieb (Lr1):** regelmässig oder nach Bedarf verkehrende Züge einschliesslich Dienstfahrten (Anhang 4 Ziff. 32 Abs. 2 LSV).
- **Rangierbetrieb (Lr2):** Rangierbewegungen und Betriebsabläufe, die der Zerlegung und Zusammenstellung von Zügen dienen (Anhang 4 Ziff. 32 Abs. 3 LSV).

Nicht Gegenstand dieser Vollzugshilfe sind die Beurteilung von Standlärm (Anhang 6 Ziff. 1 Bst. e LSV), von Güterumschlag auf Bahnhöfen (vgl. Anhang 6 Ziff. Bst. b LSV)<sup>8</sup> sowie von Lärm, der vom Betrieb auf Anschlussgleisen ausgeht (kantonale Zuständigkeit)<sup>9</sup>.

---

<sup>1</sup> BAV, in Zusammenarbeit mit dem BUWAL, Weisung Nr. 4, Merkblatt zur den Themen Lärmschutz und Erschütterungen bei Eisenbahnanlagen, Bern 25. Februar 1992.

<sup>2</sup> [SR 814.01](#)

<sup>3</sup> [SR 814.41](#)

<sup>4</sup> [SR 741.144](#)

<sup>5</sup> [SR 741.144.1](#)

<sup>6</sup> [SR 510.62](#)

<sup>7</sup> [SR 510.620](#)

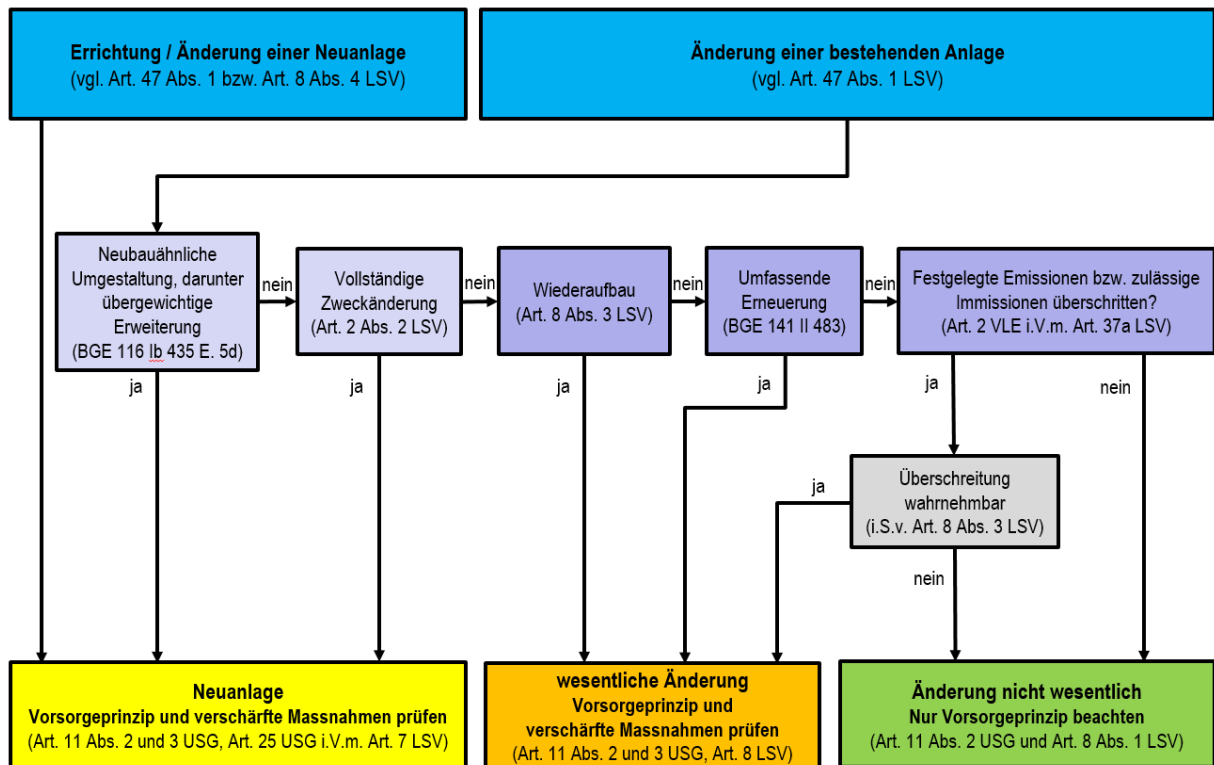
<sup>8</sup> BVGer, [A-4918/2011](#), E. 3.5.

<sup>9</sup> BVGer, [A-1824/2006](#) bzw. [BVGE 2008/40](#).

## 4. Lärmrechtliche Einordnung von Eisenbahnprojekten

### 4.1 Überblick

Abb. 1



### 4.2 Neue Anlagen (Art. 7 LSV)

Lärmrechtlich als neu gelten ortsfeste Anlagen, wenn sie **nach dem 1. Januar 1985 rechtskräftig bewilligt** worden sind (Art. 47 LSV).

Die Praxis geht von einer **übergewichtigen Erweiterung** aus, wenn eine bestehende ortsfeste Anlage baulich oder betrieblich derart weitgehend verändert wird, dass das Bestehende in lärmässiger Hinsicht im Vergleich zum Neuen nur noch von untergeordneter Bedeutung ist. Als Grenze für eine übergewichtige Erweiterung gilt eine projektbedingte Lärmzunahme des Beurteilungspegels  $L_r$  von  $> 6$  dB(A). In diesem Fall ist die Anlage als neu zu betrachten.<sup>10</sup>

Eine bestehende ortsfeste Anlage, die bis anhin nicht oder nur wenig Lärm erzeugte (z.B. PW eingehalten oder Schwellenwerte<sup>11</sup> für Lärmsanierung unterschritten) und die in eine **lärm erzeugende Anlage umgewandelt wird**, ist grundsätzlich wie eine neue Anlage zu betrachten.<sup>12</sup>

Bei einer **vollständigen Zweckänderung** einer bestehenden Anlage liegt gemäss Art. 2 Abs. 2 LSV in lärmrechtlicher Hinsicht ebenfalls eine neue Anlage vor.

<sup>10</sup> BGE 115 Ib 456 E. 5, BGE 116 Ib 435 E. 5d/bb., BGE 123 II 325 E. 4c/aa.

<sup>11</sup> Emissionen ( $L_r, e$ ) am Tag  $< 65$  dB(A) respektive in der Nacht  $< 55$  dB(A) (vgl. [alter Art. 19 Abs. 2 VLE](#)).

<sup>12</sup> Bundesgerichtsurteil [1C\\_252/2017](#), [BGE 133 II 292](#)

### 4.3 Wesentliche Änderung einer bestehenden ortsfesten Anlage (Art. 8 Abs. 2 und 3 LSV)

Bei wesentlichen Änderungen bestehender ortsfester Anlagen muss dem Vorsorgeprinzip Rechnung getragen werden und dürfen die Immissionsgrenzwerte grundsätzlich nicht überschritten werden. Als wesentliche Änderung gelten:

- der *Wiederaufbau einer Anlage* (vgl. Art. 8 Abs. 3 Satz 2 LSV);
- die *umfassende Erneuerung einer Anlage*, wenn Umfang und Kosten einem Neubau bzw. einem Wiederaufbau nahekommen, selbst wenn die Massnahmen die Lärmemissionen reduzieren;<sup>13</sup>
- Umbauten, Erweiterungen und vom Inhaber der Anlage verursachte Änderungen des Betriebs, wenn zu erwarten ist, dass die Anlage selbst oder die Mehrbeanspruchung bestehender Verkehrsanlagen *wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen* erzeugen (Art. 8 Abs. 3 LSV). Als wahrnehmbar stärker gilt eine projektbedingte Zunahme des Beurteilungspegels Lr von **> 1 dB**.

Die massgebende Lärmzunahme entspricht der Differenz zwischen dem Ausgangs- und dem Prognosezustand (vgl. nachstehend Ziff. 5), wobei für die Bestimmung der Wesentlichkeit die Differenz mathematisch auf 0.5 dB(A) zu runden ist.<sup>14, 15</sup>

### 4.4 Wesentliches Abweichen von zulässigen Immissionen (Art. 37a Abs. 2 LSV)

Weichen die realen Immissionen auf Dauer und wesentlich von den zulässigen Immissionen ab, müssen zusätzliche Lärmschutzmassnahmen geprüft werden (Art. 37a Abs. 2 LSV). Massnahmen- und kostenpflichtig wird die Anlageninhaberin (Art. 11 und 16 LSV). Ein *dauerhafter* Zustand kann sich frühestens nach 3 Jahren eingestellt haben und als *wesentlich* wird eine Abweichung von > 1 dBA betrachtet (vgl. vorstehend Ziff. 4.3).

Zur Erhöhung des Immissionspegels führen können für sich alleine oder in Kombination:

- zusätzlicher Bahnverkehr (Personen- oder Güterverkehr),
- Geschwindigkeitserhöhungen,
- Ausbauten (Doppelspur etc.)
- Gleisverschiebungen, Änderungen am Oberbau, Verschlechterung der Schienenqualität und/oder
- bauliche Veränderungen auf dem Ausbreitungsweg:<sup>16</sup>
  - Durch den Abbruch eines Gebäudes entfällt ein Lärmhindernis,
  - Fassade eines neuen Gebäudes erzeugt wahrnehmbare Reflexionen.

Das BAV als Vollzugsbehörde prüft deshalb mit dem Lärmbelastungskataster regelmässig, ob eine Anlage die festgelegten Emissionen einhält (vgl. Ziff. 13). In der Regel kann daraus geschlossen werden, dass dies auch für die festgelegten Immissionen gilt.

<sup>13</sup> Vgl. [BGE 141 II 483](#) E. 4 f.; BVGer [A-2575/2013](#), E. 4 und 5; BVGer [A-3826/2013](#), E. 6.7.2 mit weiteren Hinweisen.

<sup>14</sup> Damit wird die bei Nationalstrassen bereits geltende Praxis übernommen, vgl. GS UVEK, ASTRA, BAFU (Hrsg.), [Checkliste Umwelt für nicht UVP-pflichtige Nationalstrassenprojekte, Ausgabe 2017](#), V2.01, Ziff. 4.12.3.

<sup>15</sup> Änderung 1,24 dB(A) → mathematisch runden → 1.0 dB(A) → nicht wesentliche Änderung.  
Änderung 1,25 dB(A) → mathematisch runden → 1.5 dB(A) → wesentliche Änderung.

<sup>16</sup> ROBERT WOLF, Kommentar zum Umweltschutzgesetz, 2.A., N 37 zu Art. 25; Bundesgerichtsurteil 1A.118/1995 vom 19. März 1996, [BGE 129 II 238](#), E. 4.2.



## **5. Verkehrsprognose**

Die Verkehrsprognose bildet eine der zentralen Grundlagen für die Beurteilung lärmrechtlich relevanter Veränderungen. Dabei wird zwischen dem Ausgangs- und dem Prognosezustand unterschieden.

### **5.1 Ausgangszustand**

Ausgangszustand sind grundsätzlich die im LBK festgelegten Emissionen (vgl. hinten Ziff. 13).

Bei Strecken, die nicht im LBK aufgeführt sind (z. B. weil sie nicht lärmsanierungspflichtig waren), entspricht der Ausgangszustand dem aktuellen Verkehr bei Einreichen des Plangenehmigungsgesuches.

### **5.2 Prognosezustand**

Der Prognosezustand entspricht dem mit einem konkreten Projekt angestrebten Zustand, d.h. den mit der grössten Wahrscheinlichkeit zu erwartenden Zugzahlen, Zuglängen, Qualität der Fahrbahn etc.

### **5.3 Grauguss-Sohlenbremsen (GG-Sohlen) im Güterverkehr**

Auf dem Normalspurnetz verkehrende Güterwagen müssen gemäss Art. 4 VLE den Emissionsgrenzwert für das Vorbeifahrgeräusch gemäss der Verordnung (EU) Nr. 1304/20145 einhalten. Hiervon ausgenommen sind Spezialfahrzeuge mit geringer Laufleistung sowie historische Fahrzeuge. Folglich sind bei Emissionsprognosen keine Güterwagen mit GG-Sohlen mehr zu berücksichtigen.

### **5.4 Perimeter**

Der Projektperimeter einer Planvorlage gilt grundsätzlich als Anlage i.S.v. Art. 2 Abs. 1 LSV. Als Beispiel kann eine Zugfolgezeitverkürzung angeführt werden, die auf dem gesamten Streckenabschnitt des Projektperimeters zu Mehrverkehr und allenfalls zu einer Erhöhung der Lärmemissionen führt.

Von diesem Grundsatz kann in begründeten Ausnahmefällen abgewichen und der Projektperimeter unterteilt werden. Beispielsweise verursacht eine zusätzliche Weiche nur lokal höhere Emissionen, weshalb allfällige Massnahmen nur in jenem Bereich zu prüfen sind.

## **6. Berechnen oder messen**

Der Eisenbahnlärm wird grundsätzlich *berechnet*. Die Berechnungsgrundlagen müssen im Dossier dargelegt werden (vgl. Art. 38 und Anhang 2 LSV).

Messungen können sich als notwendig erweisen bei Lärmquellen, die weder mit sonRAIL noch mit einem anderen Modell mit ausreichender Genauigkeit ermittelt werden können (z.B. Rangierlärm).

## 7. Emissionsberechnungen

### 7.1 Verwendung von verschiedenen Emissionsmodellen

Das Standardmodell des Bundes für die Berechnung der Emissionen von Eisenbahnen ist das im Auftrag des BAFU entwickelte **sonRAIL**.<sup>17</sup> Andere Berechnungsmodelle sind zulässig, sofern sie dem Stand der Technik entsprechen. Um zu gewährleisten, dass die Vollzugsbehörden die Plausibilität der mit anderen Modellen ermittelten Emissionen überprüfen können, müssen ihnen die für die Berechnung mit sonRAIL relevanten Daten zur Verfügung gestellt werden.

### 7.2 Emissionsberechnungen mit sonRAIL

Das Emissionsmodell sonRAIL steht im Internet als [Webtool](#) zur Verfügung. Die Berechnungselemente können der [Programmdokumentation](#) entnommen werden.<sup>18</sup>

#### 7.2.1 Rollmaterial

Das Emissionsmodell sonRAIL enthält Lärmemissionsdaten für die bestehenden Fahrzeugtypen. Aus dieser Basis können Lärmemissionen für Zugkompositionen ermittelt werden. sonRAIL unterscheidet sechs Fahrzeugkategorien mit zusätzlich verschiedene Fahrzeugtypen.<sup>19</sup>

Emissionsdaten neu zugelassener Fahrzeugtypen müssen beim Hersteller bezogen werden. Das BAFU aktualisiert die Emissionsparameter im sonRAIL.

#### 7.2.2 Oberbau

Die Abstrahleigenschaften des Oberbaus werden in sonRAIL durch den Schwellentyp, das Schienenprofil und die Zwischenlagen definiert. Änderungen am Oberbau können zu einer wahrnehmbaren Zunahme der Lärmemissionen führen.

Die aktuellen Transferfunktionen stammen aus dem Zeitraum der Entwicklung von sonRail in der zweiten Hälfte der Nullerjahre. Im Rahmen der Einführung von sonRail bei den SBB zur Berechnung des Emissionskatasters 2021 wurden die Annahmen überprüft und teilweise korrigiert. Bleiben die übrigen Oberbauparameter unverändert, kann die Beurteilung vereinfacht gemäss nachstehender Tabelle erfolgen:

Oberbau bisher	Oberbau neu	Wahrnehmbar?	Differenz <sup>a)</sup>	Zuschlag <sup>b)</sup>
Profil 54E2	Profil 60E2	Nein	0 dB	-
Holz mit Spannklemme	Beton (mit/ohne USP)	Nein	0 dB	-
Holz mit Spannklemme und Profil 54E2	Beton und Profil 60E2	Nein	0 dB	-
Holz mit Klemmplatte	Holz Ke oder Beton	Nein	1 dB	-

<sup>17</sup> Die Basis- und Validierungsmessungen fanden unter der Organisation von PROSE statt. Das Emissionsmodell stammt von der Technischen Universität Berlin und das Ausbreitungsmodell von der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA).

<sup>18</sup> [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) → Themen → Lärm → Fachinformationen → Ermittlung & Beurteilung → Eisenbahnlärm.

<sup>19</sup> Vgl. Fahrzeugliste in Webtool sonRAIL.

Holz mit Klemmplatte und Profil 54E2	Beton und Profil 60E2	Ja	2 dB	- d)
Beton ohne USP	Beton mit steifer USP	Nein	0 dB	-
Beton	Stahl mit Klemmplatte	Ja	2 dB	2 dB
Holz mit Klemmplatte	Stahl mit Klemmplatte	Ja	4 dB	2 dB
Zwischenlage hart (Cstat > 800 kN/mm)	Zwischenlage weich (Cstat < 500 kN/mm)	Ja	3 dB c)	3 dB c)
Beton	Feste Fahrbahn LVT mit weicher Zwischenlage	Ja	3 dB +/- 2 dB	3 dB +/- 2 dB
Holz mit Spannklemme	Stahl mit Klemmplatte	Ja	2 dB	2 dB
Schwelle Stahl mit Klemmplatte	Schwelle Beton (Ws14)	Ja, Abnahme	-2 dB	-

- a) pauschale Differenz der beiden Oberbaueigenschaften auf ganzzahligen dB Wert gerundet.
- b) Semibel-Emissionszuschlag (Fahrbahnezuschlag) gegenüber dem Referenzoberbau B91 60E2 mit harter Zwischenlage.
- c) Am Axen wurde eine Lärmdifferenz von +2 dB für den LVT Oberbau gemessen, allerdings mit Unsicherheiten [4]. Da je nach Ausführung der Festen Fahrbahn eine Lärmzunahme von bis zu 5dB denkbar ist, sollte die tatsächliche Lärmzunahme im Einzelfall bestätigt werden. Die Projektierungsannahme von durchschnittlich +3dB bildet eine durchschnittliche Zunahme ab.
- d) Die Kombination von Schwellenwechsel, Schienenprofilerhöhung und Einführung einer Spannklemme mit Zwischenlage führt in der Summe zu einer wahrnehmbaren Zunahme von 1.5-2.0 dB. Die jeweiligen Teiländerungen sind jedoch nicht wahrnehmbar.

In anderen Fällen müssen die Abweichungen mittels Berechnungen ermittelt werden. Neue Oberbauarten können ins sonRAIL integriert werden. Die Infrastrukturbetreiberinnen orientieren gegebenenfalls das BAFU.

Die *mittlere Schienenrauheit* wird durch Oberbauerneuerungen in der Regel nicht beeinflusst, weshalb die Einstellungen in sonRAIL nicht angepasst werden müssen (vgl. Ziff. 7.2.4).

*Bei Gleishebungen* von mehr als 10 cm bei einer zweigleisigen Anlage im Bereich von Lärmhindernissen (LSW, Erdwall, Stützmauer) ist zu prüfen, ob lärmrechtlich eine wesentliche Änderung i.S.v. Art. 8 Abs. 2 und 3 LSV gegeben ist.

### 7.2.3 Geschwindigkeit

Für die Berechnung des  $L_{r,e}$  ist die *effektiv* gefahrene Geschwindigkeit  $v_{eff}$  (z.B. unter Berücksichtigung der adaptiven Lenkung ADL) massgebend. Da diese in der Regel nicht genau bekannt ist, kann mit folgenden Standardwerten gerechnet werden:

- Personenzüge: 90 % der Maximalgeschwindigkeit ( $V_{max}$ ) der Zugsreihe
- Güterzüge: 85 % der  $V_{max}$  der Zugsreihe

Die in der Planvorlage verwendeten Geschwindigkeiten müssen ausgewiesen werden.

Die Erhöhung der zulässigen Geschwindigkeit kann eine wahrnehmbare Lärmzunahme bewirken. Gegebenenfalls müssen ergänzende Lärmschutzmassnahmen geprüft werden (vgl. Ziff. 4.3).

#### 7.2.4 Schienenrauheit

sonRAIL unterscheidet anhand der Rauheitspegel zwischen einem glatten (smooth), einem durchschnittlichen (average) und einem schlechten Schienenzustand (bad):

- smooth:  $L_{r,\lambda ca} < 4 \text{ dB}$
- average:  $4 \text{ dB} \leq L_{r,\lambda ca} \leq 10 \text{ dB}$
- bad:  $L_{r,\lambda ca} > 10 \text{ dB}$

Für die Berechnung des  $L_{r,e}$  ist grundsätzlich die *effektive* Schienenrauheit i.S. der drei Klassen (bad, average, smooth) massgebend. Wo sie nicht bekannt ist, kann von einer durchschnittlichen Rauheit ausgegangen werden (average). In der Planvorlage muss die verwendete Rauheit ausgewiesen werden.

#### 7.2.5 Kurven

In Kurven nehmen die Lärmemissionen zu, was in den Berechnungen zu berücksichtigen ist.

In sonRAIL können Zuschläge für höhere Emissionen in Kurven mit Radien von 300 - 1'000 m berücksichtigt werden. Kurvenradien unter 500 m können zu Kurvenkreischen führen. Weil diese im sonRAIL nicht abgebildet werden, müssen emissions- und immissionsseitige Zuschläge aufgrund der realen Situation geprüft werden (vgl. Ziffer 10.2.2).

#### 7.2.6 Weichen und Schienenstösse

sonRAIL berechnet die Emissionen im Bereich von Weichen durch äquivalente Schienenrauheiten ( $L_{r,tr, impact,i}$ ). Es unterscheidet dabei zwischen Betonschwellen (hohe Steifigkeit des Oberbaus) und Holzschwellen (geringere Steifigkeit des Oberbaus). Die Emissionswerte gelten für den Gleisabschnitt von 0.5 m vor und nach dem Herzstück. Weichenbereiche beeinflussen damit den Beurteilungspegel  $L_r$  kaum. Schienenstösse können wie Weichen behandelt werden.

Obwohl Weichen und Schienenstösse energetisch kaum ins Gewicht fallen, können sie beim Befahren ton- und impulshaltige Lärmereignisse erzeugen. Deren Störwirkung ist gegebenenfalls durch immissionsseitige Zuschläge aufgrund der Situation zu berücksichtigen (vgl. Ziff. 10.2).

#### 7.2.7 Brücken

sonRAIL berücksichtigt bei bestimmten Brückentypen zusätzlich zum Rollgeräusch (Quellenhöhe 0.50 m) einen Pegelzuschlag. Die Schallabstrahlung von Brücken mit Längen von mehr als 10 m ist in jedem Fall zu berücksichtigen.

### 7.3 Bahnhofbereiche

In Bahnhofbereichen werden in der Regel sämtliche Zugfahrten mit den Standardwerten für Geschwindigkeiten gemäss Ziff. 7.2.3 berücksichtigt. Angesichts der tieferen Pegel langsamer fahrender oder anhaltender Züge führt dies zu einer Überschätzung des Fahrlärms. Demgegenüber muss der Mehrlärm von Beschleunigungs- und Bremsvorgängen, beim Überfahren von Weichen sowie weiteren Bahnhofsgerauschen (z.B. Lautsprecherdurchsagen, Aggregatsgeräusche) nicht gesondert berücksichtigt werden.

## 7.4 Streckenverzweigungen

Bei Streckenverzweigungen und in Bahnhofsbereichen werden die Emissionswerte entsprechend der betrieblichen Beanspruchung auf die verschiedenen Gleise verteilt. Zur Pegelkorrektur K1 für solche Fälle siehe Ziff. 10.1.

## 8. Immissionsberechnungen

### 8.1 Immissionsberechnungen mit SEMIBEL oder sonRAIL

Die Schallausbreitung wird in der Regel mit SEMIBEL berechnet. Bei der Berechnung der Gesamtausbreitungsdämpfung berücksichtigt SEMIBEL die Abstandsdämpfung, den Aspektwinkelverlust, den Richtcharakteristikverlust, die Luftdämpfung, die Bodendämpfung sowie die Hindernisdämpfung. Dabei erreicht das Modell eine Berechnungsgenauigkeit von  $\pm 2$  dB(A).<sup>20</sup>

Von SEMIBEL *nicht* berücksichtigt werden der Windeinfluss, die Krümmung des Schallwegs aufgrund des vertikalen Temperaturgradienten sowie die Beugung von Schallwellen an vertikalen Kanten.

Mit dem Immissionsmodell von **sonRAIL** können ergänzende Berechnungen vorgenommen werden. Sie sind in folgenden Fällen sinnvoll:

- Ausbreitungsdämpfung bei Distanzen > 300 m,
- Mehrfachreflexionen, Felsreflexionen, Ausbreitung bei Tunnelportalen, Ausbreitung in Einschnitten, etc.
- Witterungseinflüsse.

### 8.2 Reflexionen

#### 8.2.1 Einfachreflexionen

Einfache Reflexionen entstehen namentlich an Stützmauern oder an Gebäudefassaden und erreichen in der Regel Gebäude auf der gegenüberliegenden Seite der Bahnlinie. Besonders kritisch sind Reflexionen, wenn ein Hindernis den Direktschall abschirmt. Reflexionen, die den Beurteilungspegel wahrnehmbar erhöhen, müssen in die Beurteilung einfließen.

#### 8.2.2 Mehrfachreflexionen

Massgebende Mehrfachreflexionen können bei Tunnelportalen, Geländeeinschnitten, Stützmauern, Gebäudefassaden oder teilabsorbierenden LSW auftreten. Erhöhen sie den Beurteilungspegel wahrnehmbar, müssen sie in die Beurteilung einfließen.

Bei den Tunnelportalen kann der Einfluss der Mehrfachreflexionen auf die Beurteilungspegel gemäss nachstehenden Schemata abgeschätzt werden<sup>21</sup>:

---

<sup>20</sup> BUWAL (Hrsg.), SEMIBEL Version 1, Programmdokumentation, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 116, Bern 1990.

<sup>21</sup> Vgl. EMPA/B+S AG Bern, [Schallabstrahlung von Eisenbahntunnelportalen](#), Dübendorf/Bern 2005).

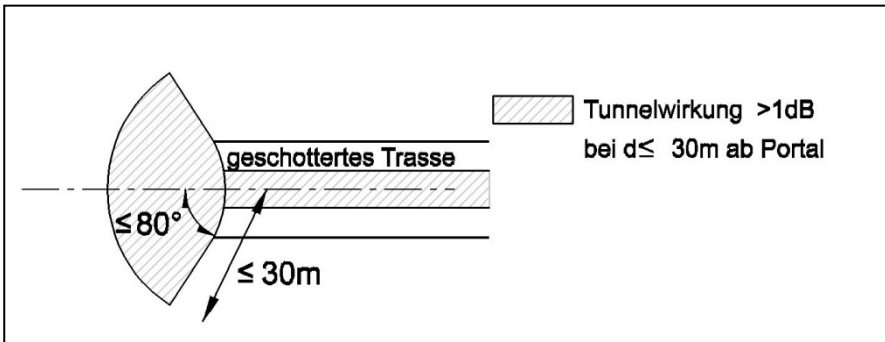


Abb. 2: Tunnelportal ohne Absorption und mit **geschottertem Trasse**: Relevanz für Immissionspunkte, deren Sichtlinie zum Portal mit der Tunnelachse einen Winkel  $\leq 80^\circ$  bilden und einen Abstand  $\leq 30\text{ m}$  aufweisen.

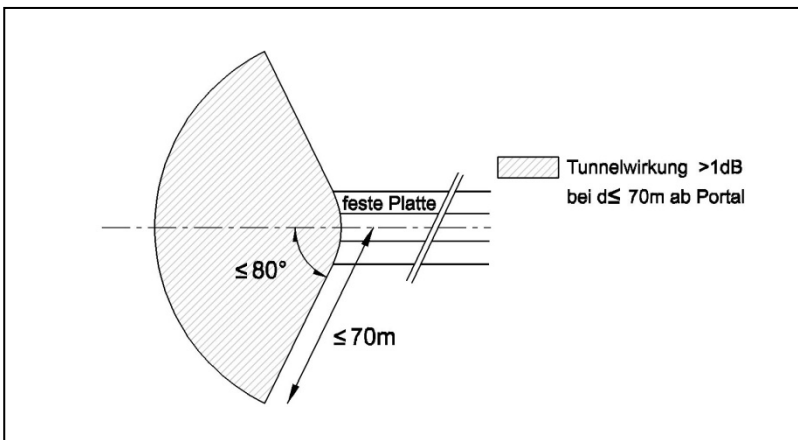


Abb. 3: Tunnelportal ohne Absorption und mit **fester Fahrbahnplatte**: Relevanz für Immissionspunkte, deren Sichtlinie zum Portal mit der Tunnelachse einen Winkel  $\leq 80^\circ$  bilden und einen Abstand  $\leq 70\text{ m}$  aufweisen.

Im Übrigen wird auf die Publikation EMPA (2006) Schallausbreitung in Eisenbahneinschnitten<sup>22</sup> verwiesen.

### 8.3 Ort der Ermittlung (Art. 39 LSV)

#### 8.3.1 Gebäude (Art. 39 Abs. 1 LSV)

Für jedes Gebäude werden mindestens ein Empfängerort (EO) und je Etage ein Empfängerpunkt (EP) definiert (vgl. Abbildung):

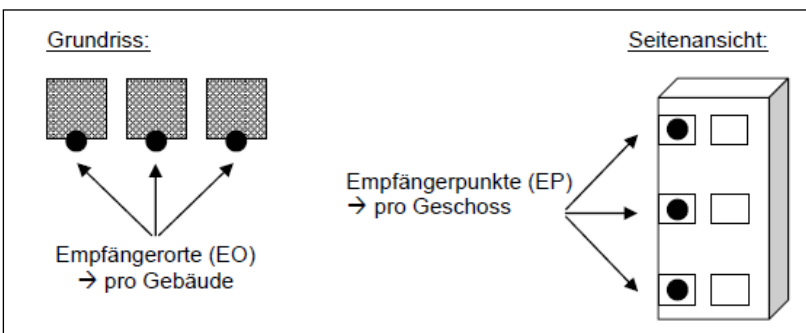


Abb. 4: Empfängerpunkte bei Gebäuden (Grundriss und Seitenansicht)

<sup>22</sup> [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) → Themen → Lärm → Fachinformationen → Ermittlung & Beurteilung → Eisenbahnlärm → Immissionen.

Die Lärmbelastung wird grundsätzlich an der lärmexponiertesten Fassade und für sämtliche Etagen berechnet. Zusätzliche EO an Seitenfassaden sind notwendig, wo Wohneinheiten unterschiedliche Abstände zur Bahnlinie aufweisen. Dasselbe gilt für Attikageschosse, soweit deren Fassade zurückversetzt ist. Glasfassaden (insbesondere von Bürobauten) gelten nicht als Fenster.

### 8.3.2 Nicht überbaute Bauzonen (Art. 39 Abs. 3 LSV)

In noch nicht überbauten Bauzonen werden die Berechnungspunkte unter Annahme fiktiver, zonenplan-konformer Gebäude definiert. Die EO sind dort festzulegen, wo gemäss Bau- und Planungsrecht Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen erstellt werden dürfen (Art. 39 Abs. 3 LSV):

Massgebend sind eisenbahn-<sup>23</sup> oder kantonalrechtliche<sup>24</sup> Baulinien sowie kantonale oder kommunale Grenzabstände.<sup>25,26</sup> Massgebend ist jeweils der grössere Abstand zur Gleisanlage. Variiert der Grenzabstand je nach Gebäudelänge, wird der kleinere Grenzabstand berücksichtigt.<sup>27</sup>

Wo es unmöglich oder abwegig erscheint, ein Gebäude im minimalen Grenzabstand zur Bahnanlage zu bauen (z.B. sehr steile Böschung), ist der EO so nahe wie möglich zur Bahnanlage zu setzen. Die Rechtslage muss, allenfalls in Rücksprache mit den kommunalen Behörden ermittelt und in der Planvorlage ausgewiesen werden.

### 8.3.3 Betriebsgebäude und zugehörige Wohnungen auf Bahnareal (Art. 1 Abs. 3 LSV)

Die LSV regelt *nicht* den Schutz gegen Lärm, der auf einem Betriebsareal erzeugt wird (vgl. Art. 1 Abs. 3 LSV).<sup>28</sup> Als Betriebsareal gilt aber lediglich die effektiv für den Betrieb beanspruchte Fläche. Dazu gehören auch Betriebsgebäude und Wohnungen (z.B. Dienstwohnungen), sofern dort aus Betriebs- oder Sicherheitsgründen Personal wohnen muss.

Anwendbar ist die LSV dagegen bei Wohnungen innerhalb des Betriebsareals, wenn diese an Dritte vermietet oder verkauft werden. Hierzu gehören u.a. ehemalige Bahnwärterhäuser oder Wohnungen in Aufnahmegebäuden.

### 8.3.4 Campingplätze

Auf *Dauercampingplätzen* müssen «Mobile Homes» als lärmempfindliche Gebäude berücksichtigt werden, wenn sie baubewilligungspflichtig sind. Dabei wird an die ganzjährig mögliche Nutzung angeknüpft, die mit Wochenendhäusern vergleichbar ist.<sup>29</sup>

Dagegen benötigen auf saisonal genutzten *Touristenstellplätzen* temporär aufgestellte Zelte bzw. abgestellte Wohnwagen und Wohnmobile keine Baubewilligung. Diese Plätze gehören auch nicht zu Zonen mit einem erhöhten Lärmschutzbedürfnis. Im Bereich von Touristenstellplätzen gelten daher keine Belastungsgrenzwerte (Art. 41 Abs. 2 LSV e contrario i.V.m. Art. 43 Abs. 1 Bst. a LSV).

Können Touristen- und Dauercampingplätze nicht eindeutig auseinandergelassen werden, muss eine Einzelfallprüfung vorgenommen werden. Allenfalls sind verschiedene Bereiche innerhalb eines Areals unterschiedlich zu behandeln.

---

<sup>23</sup> Vgl. Art. 18g EBG.

<sup>24</sup> Beispiele: Art. 90 f. [BauG \(BE\)](#); § 96 [Planungs- und Baugesetz \(PBG\) Kanton Zürich](#).

<sup>25</sup> Beispiel: § 270 PBG Kanton Zürich.

<sup>26</sup> Beispiel: Art. 12 Abs. 2 Baugesetz (BauG) Kanton Bern.

<sup>27</sup> Beispiele: Art. 33 Bauordnung (BO) Stadt Bern; Art. 14 BO Stadt Zürich.

<sup>28</sup> Betreffend Eigenlärm in Betrieben siehe Arbeitsgesetz sowie Vorschriften der SUVA.

<sup>29</sup> Vgl. Kanton Waadt, [Loi sur les camping et caravaning résidentiels](#), LCCR; 935.61.

Gebäude auf Campingplätzen (Rezeption, Restaurants oder Einkaufsläden) werden gemäss Ziff. 8.3.1 berücksichtigt.

#### 8.4 Berücksichtigung der Raumnutzung (Art. 2 Abs. 6, Art. 41 Abs. 2 und Art. 42 LSV)

Die Beurteilung der Immissionen erfolgt gestützt auf die Empfindlichkeitsstufen gemäss Zonenplan und Baureglement (Art. 43 i.V.m. Anhang 4 Ziff. 2 LSV), die Lärmempfindlichkeit der Räume (Art. 2 Abs. 6 LSV), einen allfälligen Betriebszuschlag (Art. 42 LSV) sowie eine allenfalls ausschliessliche Tages- oder Nachtnutzung (Art. 41 Abs. 3 LSV). Die verschiedenen Raumarten bzw. deren Nutzung werden gemäss der nachstehenden Tabelle berücksichtigt:

Raum	lärmempfindlich		nicht lärmempfindlich
	Wohnen	Betrieb (+5 dB)	
Wohn-, Schlaf- oder Hotelzimmer	X		
Wohnraum, als Büro genutzt	X		
Wohnküche (BRF > 10 m <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>	X		
Mansarde wärmegeämmt	X		
Schulzimmer	X		
Krankenzimmer (Spital, Klinik)	X		
Restaurant: Speisesaal natürlich belüftet	X		
Kirchen	X		
baubewilligungspflichtige Mobilhomes <sup>2)</sup>	X		
Büro, Besprechungszimmer		X	
Praxen (Arzt, Rechtsanwalt, usw.)		X	
Coiffeursalons		X	
Einkaufsläden mit geringem Innenlärm		X	
Restaurant: Speisesaal mechanisch belüftet		X	
Raum in Wohnung, wesentlich zu Büro umgebaut <sup>3)</sup>		X	
Arbeitsküche (BRF ≤ 10 m <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>			X
Bad, WC			X
Treppenhaus, Korridor, Abstellraum			X
Restaurant: Gaststube mit erheblichem Eigenlärm			X
Einkaufsläden mit erheblichen Innenlärm			X

1) Maximale Bruttoflächenfläche ohne Einbauten und Möbel (BRF)

2) Siehe Ziffer 8.3.4.

3) Die Wohnung enthält kein Bad und/oder keine Küche, oder muss anderweitig erheblich umgebaut werden, um als Wohnung zu dienen.

#### 9. Runden von Pegeln

**Emissionspegel (L<sub>r,e</sub>)** werden in der Planvorlage *mathematisch auf eine Dezimalstelle gerundet*.

**Immissionspegel (Beurteilungspegel L<sub>r</sub>)** werden in der Planvorlage für den Vergleich mit Grenzwerten *grundsätzlich auf ganze Zahlen aufgerundet*. Für den Vergleich des Ausgangs- mit dem Prognosezustand müssen gleichwohl Immissionspegel mit einer Genauigkeit von einer Dezimalstelle herangezogen werden. Dies weil für die Bestimmung der Wesentlichkeit die Differenz auf 0.5 dB(A) gerundet wird



(vgl. vorne Ziff. 4.3) und der Vergleich zweier ganzzahliger Werte zu einer erheblichen Verfälschung des Ergebnisses führen würde.

## 10. Pegelkorrekturen

### 10.1 Pegelkorrektur K1

Mit der Pegelkorrektur K1 werden im Beurteilungspegel (Lr,i) die Anzahl Zugfahrten pro Tag oder Nacht berücksichtigt (Anhang 4 Ziff. 33 Abs. 1 LSV).

Verlaufen zwei Bahnlinien in geringem Abstand zueinander (z.B. bei Streckenverzweigungen), werden sie als eine einzige Lärmquelle wahrgenommen und der Verkehr beider Bahnlinien muss bei der Ermittlung des K1 allenfalls gemeinsam berücksichtigt werden. Je nach Abstand zwischen den Bahnlinien wird wie folgt vorgegangen:

- Beträgt der Gleisabstand < 20 m, ist der Gesamtverkehr für die Berechnung des K1 massgebend.
- Beträgt der Gleisabstand  $\geq$  20 m, ist der Gesamtverkehr nur dann massgebend, wenn gleichzeitig die Differenz der beiden Teilimmissionspegel (Leq) < 6 dB(A) ist. Andernfalls dominiert die lautere Lärmquelle, was eine separate Berechnung des K1 rechtfertigt.

### 10.2 Pegelkorrektur K2

#### 10.2.1 Rangierlärm i.e.S

Rangierbetrieb i.e.S umfasst Rangierbewegungen und Betriebsabläufe, die der Zerlegung und Zusammenstellung von Zügen dienen (Anhang 4 Ziff. 32 Abs. 3 LSV). Er findet vorwiegend in den grossen Rangierbahnhöfen statt. In Abhängigkeit der Häufigkeit und der Hörbarkeit impulshaltiger, tonhaltiger und kreischender Lärmereignissen muss eine Pegelkorrektur K2 von 0 - 8 dBA festgelegt werden (Anhang 4 Ziff. 33 Abs. 2 LSV).

#### 10.2.2 Impulshaltige, tonhaltige und kreischende Lärmereignisse beim Fahrlärm

In Bezug auf impulshaltige, tonhaltige und kreischende Lärmereignisse weist die LSV eine Lücke auf.<sup>30</sup> Die Pegelkorrektur K2 ist daher gemäss der Rechtsprechung analog auch auf Lärmereignisse anzuwenden, die nicht in einem direkten Zusammenhang mit dem Rangieren i.e.S. steht:

- **Kurvenkreischen:** Treten bei Kurvenradien < 500 m kreischende Ereignisse auf, wird ein emissionsseitiger Zuschlag von +3 dB(A) und eine immissionsseitige Pegelkorrektur für die Häufigkeit/Hörbarkeit kreischender Ereignisse von 0 – 4 dB(A) berücksichtigt (analoge Anwendung der Pegelkorrektur K2 für Rangierlärm; vgl. Anhang 4 Ziff. 33 Abs. 2 LSV).<sup>31</sup>

Bei emissionsbegrenzenden Massnahmen gegen das Kurvenkreischen wie z.B. Schienenschmieranlagen kann die Pegelkorrektur, in Abhängigkeit der zu erwartenden Wirkung, reduziert werden.

- **Weichen:** Um die Lärmimmissionen störungsgerecht abzubilden, werden Weichen bei Gebäuden der ersten Bautiefe und in Abhängigkeit der Distanz zur Bahnanlage in analoger Anwendung der Pegelkorrektur K2 mit einem immissionsseitigen Zuschlag berücksichtigt. In der Regel kann bei Weichen und Schienenstössen von einem Zuschlag von 2 dB(A) ausgegangen werden.

<sup>30</sup> Bundesverwaltungsgericht, [A-1818/2006](#), E. 8 (SBB-Unterhaltszentrum Genf).

<sup>31</sup> REKO INUM, [A-2003-2](#), E. 6.6 und 6.7 (VPB 69.68) sowie Bundesverwaltungsgericht, [A-1818/2006](#), E. 8.4 und 8.5 (Unterhaltszentrum Genf-Cornavin).

## 11. Wirtschaftliche Tragbarkeit von Lärmschutzmassnahmen (Art. 7 und 8 LSV)

### 11.1 Verhältnismässigkeit der Kosten

Bei neuen bzw. wesentlichen geänderten Anlagen wird die wirtschaftliche Tragbarkeit gemäss der Publikation des BAFU «[Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen](#)» beurteilt.<sup>32</sup>

Für Massnahmen gemäss Art. 7a BGLE gilt dagegen Anhang 2 VLE.

### 11.2 Weitere zu berücksichtigende Interessen

Wo überwiegende Interessen – namentlich des Ortsbild-, des Natur- und Landschaftsschutzes oder der Verkehrs- oder Betriebssicherheit – baulichen Massnahmen entgegenstehen, können dem Anlageneigentümer auf begründetes Gesuch hin Erleichterungen gewährt werden (vgl. Art. 7 Abs. 3 Bst. b BGLE).

- *Ortsbild- und Landschaftsschutz:* Der Bund nimmt bei der Erfüllung seiner Aufgaben Rücksicht auf die Anliegen des Natur- und Heimatschutzes (vgl. Art. 78 Abs. 2 Bundesverfassung, BV<sup>33</sup>). Er sowie seine Anstalten und Betriebe und die Kantone haben daher bei der Erfüllung von Bundesaufgaben im Sinne von Art. 2 NHG dafür zu sorgen, dass das heimatliche Orts- und Landschaftsbild, geschichtliche Stätten sowie Natur- und Kulturdenkmäler geschont werden und, wo das allgemeine Interesse an ihnen überwiegt, ungeschmälert erhalten bleiben (vgl. Art. 3 Abs. 1 NHG).

Lärmschutzmassnahmen bei Eisenbahnanlagen stellen eine Bundesaufgabe im Sinne von Art. 2 NHG dar, und betreffend Objekten von nationaler Bedeutung eines Bundesinventars nach Art. 5 NHG enthält das NHG qualifizierte Vorschriften: Bei derartigen Objekten ist der Spielraum für Eingriffe enger (vgl. Art. 6 NHG). Unter gewissen Voraussetzungen ist gar eine Begutachtung durch eine Kommission nach Art. 25 Abs. 1 NHG vorgeschrieben (vgl. Art. 7 Abs. 2 Natur- und Heimatschutzgesetz; NHG<sup>34</sup>).

- *Verkehrs- und Betriebssicherheit:* Die freie Sicht auf Signalanlagen muss gewährleistet sein (vgl. SN 640 570; Ziff. 31).
- *Interessen Dritter:* Drittinteressen sind namentlich beim Grundeigentum betroffen, bei der Wohnhygiene (Besonnung von Wohnräumen) sowie in Bezug auf die Aus- bzw. Weitsicht. Grundsätzlich besteht *kein* geschütztes Recht auf Aussicht, jedoch kann sich der Wert einer Liegenschaft namentlich aus der Lage und/oder der Aussicht ergeben, wogegen die Lärmbelastung von untergeordneter Bedeutung ist. In solchen Fällen sind primär transparente Wandelemente, allenfalls alternative Lärmschutzmassnahmen an der Quelle oder eine abschnittsweise Reduktion der LSW-Höhe zu prüfen (vgl. Ziff. 12.3.3).

## 12. Massnahmen zur Lärmbegrenzung

### 12.1 Massnahmen nach dem Vorsorgeprinzip

Das Vorsorgeprinzip gemäss Art. 1 Abs. 2 USG wurde vom Gesetzgeber durch Art. 11 Abs. 2 USG konkretisiert. Es gilt sowohl für neue als auch für geänderte ortsfeste Anlagen und geht über die Belastungsgrenzwerte hinaus, die lediglich das oberste zulässige Belastungsmass darstellen. Unter das Vorsorgeprinzip können sämtliche zur Emissionsreduktion möglichen Massnahmen subsumiert werden, insbesondere die Anwendung der bestmöglichen Technik.

<sup>32</sup> BAFU (Hrsg.), [Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen](#), Ergänzung zur BUWAL-Schriftenreihe Umwelt Nr. 301, Bern 2006.

<sup>33</sup> [SR 101](#)

<sup>34</sup> [SR 451](#)

Technisch und betrieblich möglich sind Massnahmen zur Emissionsbegrenzung, die bei vergleichbaren Anlagen im In- oder Ausland erfolgreich erprobt sind oder bei Versuchen erfolgreich eingesetzt wurden und nach den Regeln der Technik auf andere Anlagen übertragen werden können (vgl. Art. 4 Abs. 2 LRV<sup>35</sup>).<sup>36</sup> Das Kriterium der wirtschaftlichen Tragbarkeit entspricht bei öffentlichen Anlagen, die nicht (nur) bei nach marktwirtschaftlichen Kriterien betrieben werden, im Wesentlichen dem allgemeinen Grundsatz der Verhältnismässigkeit.<sup>37</sup>

## **12.2 Massnahmen an der Fahrbahn**

Massnahmen an der Fahrbahn reduzieren die Entstehung des Lärms und entsprechen damit dem Quellenprinzip. Sie können eingesetzt werden, soweit sie die Betriebssicherheit nicht tangieren und ein effizienter Unterhalt gewährleistet bleibt. Sind Bauelemente geeignet, Bewilligungsverfahren zu vereinfachen, kann für sie eine Typenzulassung beantragt werden.

## **12.3 Lärmschutzwände (LSW)**

### **12.3.1 Technische Anforderungen**

Als Teil der Eisenbahnanlage müssen LSW den eisenbahnrechtlichen Grundlagen, namentlich der Eisenbahnverordnung (EBV<sup>38</sup>) und den entsprechenden Ausführungsbestimmungen (AB-EBV) entsprechen. Es wird auf die Schweizer Norm des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) verwiesen (SN 640 570). Sie gibt namentlich Hinweise betreffend:

- Sichtverhältnisse auf Signale
- Zugänge, Durchgänge, Fluchtwegsignalisierung
- Bestehende Anlagen der Entwässerung und Bahntechnik
- Sicherheitsmassnahmen gegen Gefährdung durch Bahnströme
- Bemessungsgrundlagen der Foundation, der Stützen, Befestigungen und Verankerungen

### **12.3.2 Akustische Eigenschaften**

Die schalltechnischen Anforderungen an LSW (Schalldämmung und -absorption) sind in der Schweizer Norm SN 640 570 definiert.

### **12.3.3 Höhe**

Dem Bau einer LSW können öffentliche Interessen wie der Ortsbild- und Landschaftsschutz, der Naturschutz oder die kantonale rechtliche Höhe von Grenzbauten entgegenstehen (vgl. Art. 697 Abs. 2 ZGB)<sup>39</sup>. Weiter kann eine LSW auch die Wohnhygiene (Art. 684 Abs. 2 ZGB), in Extremfällen ausnahmsweise gar eine privatrechtlich relevante Aussicht<sup>40</sup> beschneiden oder zu einer Reduktion der bebaubaren Fläche eines Grundstücks führen. LSW sind daher grundsätzlich nur so hoch zu projektieren, dass der Belastungsgrenzwert eingehalten wird.

---

<sup>35</sup> [SR 814.318.142.1](#)

<sup>36</sup> Schrade/Loretan, USG-Kommentar, N. 25a ff. zu Art. 11.

<sup>37</sup> A.a. O., N. 35a zu Art. 11.

<sup>38</sup> [SR 742.141](#)

<sup>39</sup> [SR 210](#)

<sup>40</sup> Urteil des Bundesgerichts [5A\\_415/2008](#) vom 12. März 2009, E. 3.; Lukas Roos, Pflanzen im Nachbarrecht, Zürcher Studien zum Privatrecht Band/Nr. 175, S. 46.

Eine LSW-Höhe von **2.00 m ab Schienenoberkante (SOK)** gilt grundsätzlich als mit dem Orts- und Landschaftsbild vereinbar. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die effektive Höhe von LSW in Hanglagen, auf Stützmauern, Brücken oder Strassenunterführungen deutlich höher ausfällt. Im Einzelfall ist daher immer zu prüfen, ob sich eine angemessene Reduktion der LSW-Höhe aufdrängt bzw. rechtfertigen lässt.

LSW mit **Höhen > 2 m ab SOK** lassen sich ausnahmsweise rechtfertigen:

- bei hoher nächtlicher Lärmbelastung (Güterverkehrsstrecken), oder
- bei akustisch ungünstigen Konstellationen:
  - grosse Distanz zwischen Lärmquelle und LSW (breites Gleisfeld) oder
  - besonders exponierten Empfängerpunkten (hohe Gebäude; Gebäude in Hanglage).
- wo keine überwiegenden Interessen entgegenstehenden.

LSW-Höhen von mehr als 2.00 m sollten grundsätzlich nur nach Rücksprache mit den Fachbehörden der Gemeinde und des Kantons vorgesehen werden. Sind geschützte Ortsbilder und/oder Landschaften betroffen, sind frühzeitig das BAK bzw. das BAFU einzubeziehen. Das BAFU entscheidet, ob eine Begutachtung durch die EKD oder die ENHK zu erfolgen hat (vgl. Art. 7 NHG).

#### **12.3.4 Minimaler Abstand zur Gleisachse**

Der Regelabstand einer LSW beträgt 4.00 m ab Gleisachse (vgl. SN 640 570, Ziff. 20.2). Er vermeidet Konflikte mit anderen gleisnahen Anlageteilen (Fahrleitungs- und Signalmasten, Kabelkanäle etc.) und umfasst zusätzlich zum Lichtraumprofil einen Arbeitsraum für das Unterhaltspersonal. Der minimale Regelabstand darf hinterfragt werden, wenn damit:

- Landerwerb, namentlich Enteignungen, vermieden werden können,
- erhebliche Mehrkosten eingespart werden können (Verzicht auf eine Strassenverschiebung oder Brückenverbreiterung),
- das Orts- und Landschaftsbild geschont werden kann (geringere LSW-Höhe in Dammlagen),
- der Wohnhygiene Rechnung getragen werden kann.

Nicht unterschritten werden darf das massgebende Lichtraumprofil. Es beträgt in der Regel 2.50 m ab Gleisachse (vgl. Art. 18 EBV bzw. AB-EBV).

Der Verzicht auf den Regelabstand bedarf einer Begründung in der Planvorlage.

#### **12.3.5 Fluchttüren**

Zugänge und Fluchttüren müssen mindestens alle 400 m und in Rücksprache mit den Fachdiensten projektiert und im Situationsplan 1:1'000 dargestellt werden (vgl. SN 640 570, Ziff. 19). Ausnahmsweise grössere Abstände bedürfen eines begründeten Antrags.

#### **12.3.6 Naturschutz**

Im Rahmen der Projektierung ist mit den betroffenen Gemeinden und Kantonen oder weiteren Fachbehörden abzuklären, ob das Projekt Anliegen des Naturschutzes tangiert. Die Abklärungsergebnisse müssen in der Planvorlage dokumentiert werden:

- Betreffend **Fauna und Flora** muss geprüft werden, ob ökologisch wertvolle Lebensräume und/oder inventarisierte Naturschutzflächen tangiert werden. Nach Abschluss der Bauarbeiten müssen die Grünflächen wiederhergestellt und naturnah ausgestaltet werden.
- **Kleintierdurchlässe** (Migrationsräume von Kleintieren) sind in Rücksprache mit den kommunalen und kantonalen Fachbehörden zu prüfen.
- Bei **Wildtierkorridoren** ist mit Hilfe der Publikation [Schriftenreihe Umwelt Nr. 326](#)<sup>41</sup> zu prüfen, mit welchen Massnahmen die Durchlässigkeit Bahnlinie gewährleistet werden kann.
- Für den **Artenschutz** (Durchlässigkeit von LSW) ist zusätzlich zu den Abklärungen bei Gemeinden und Kantonen die Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz ([KARCH](#)) oder eine Fachperson für den Reptilien- und Artenschutz beizuziehen.
- Bei transparenten Lärmschutzwänden müssen Massnahmen gegen Vogelschlag vorgesehen werden (vgl. Merkblatt und Broschüre der [Vogelwarte Sempach](#)).<sup>42</sup>

Wo es die Platzverhältnisse zulassen, sind anstelle von LSW Lärmschutzwälle zu prüfen, da sich die vorgenannten Konflikte damit ganz oder überwiegend vermeiden lassen.

### 13. Emissionskataster (Art. 3 VLE)

#### 13.1 Lärmbelastungskataster

Das BAV als Vollzugsbehörde führt gemäss Art. 37 und 37a LSV einen Lärmbelastungskataster. Er ist Teil der öffentlichen Geobasisdaten des Bundes (Art. 10 GeolG; Anhang 1 Indikator 126 GeolV).<sup>43</sup> Die Daten entsprechen dem Datenmodell [«Lärmbelastungskataster für Eisenbahnanlagen»](#). Für die Emissionen liegen die nachstehend beschriebenen Datensätze vor.

#### 13.2 Festgelegte Emissionen (Art. 3 Abs. 2 Bst. a VLE)

Der Beurteilungs-Emissionspegel  $L_{r,e}$  ist die massgebende Grösse für die Beschreibung der Lärmemissionen. Im Rahmen der Lärmsanierung oder im Zusammenhang mit Ausbauprojekten werden rechtlich verbindlich nur die zulässigen Immissionen (Art. 37a LSV) an den Gebäuden festgehalten. Implizit werden damit aber auch die zugrundeliegenden Emissionswerte festgelegt. Auf grossen Teilen des Netzes entsprechen diese Werte dem von Bundesrat erlassenen Emissionsplan 2015, welcher die Grundlage für die ordentliche Lärmsanierung der Eisenbahnen war. Wo Ausbauprojekte der Infrastruktur realisiert wurden, entsprechen die festgelegten Emissionswerte dem im Projekt geplanten Endzustand. Die Werte werden separat für die Tag- und die Nachtperiode dargestellt.

Mit den festgelegten Emissionen wird definiert, welche maximalen Emissionen der Anlagenbetreiber erzeugen darf, ohne dass er die zulässigen Lärmimmissionen gemäss Art. 37a LSV überschreitet. Bei Einzonungen, Erschliessungen und Baubewilligungen ist zu beachten, dass der Infrastrukturbetreiber die maximal möglichen Emissionen ausschöpfen darf. Die im Planungs- und Bauverfahren relevanten Grössen sind deshalb die *festgelegten* Emissionen.

<sup>41</sup> BAFU (Hrsg.), Wildtiere – Korridore für Wildtiere in der Schweiz, Schriftenreihe Umwelt Nr. 326, Bern 2001.

<sup>42</sup> Vogelwarte Sempach (Hrsg.), Merkblätter für die Vogelschutzpraxis, Vogelkollisionen an Glas vermeiden, Revision 2016.

<sup>43</sup> <https://map.geo.admin.ch>; Thema «BAV» → Lärmkataster Eisenbahn → Emissionen / Immissionen / Lärmschutzwände / Übersichtskarten BAFU.

### **13.3 Tatsächliche Emissionen (Art. 3 Abs. 2 Bst. b VLE)**

Periodisch lässt das BAV die tatsächlichen Emissionen ermitteln. Die Jahresmittelwerte beruhen auf dem tatsächlichen Verkehr in einem Bezugsjahr. Die Werte werden separat für die Tag- und die Nachtperiode dargestellt.

Gemäss Art. 37a Abs. 2 LSV trifft die Vollzugsbehörde (BAV) die notwendigen Massnahmen, wenn die tatsächlichen und die zulässigen Immissionen (und damit auch die Emissionen) dauerhaft wesentlich voneinander abweichen.

## **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Lärmrechtliche Einordnung von Eisenbahnprojekten

Abbildung 2: Tunnelportal ohne Absorption und mit fester Fahrbahnplatte: Relevanz für Empfängerpunkte, deren Sichtlinie zum Portal mit der Tunnelachse einen Winkel  $\leq 80^\circ$  bilden und einen Abstand  $\leq 70$  m aufweisen.

Abbildung 3: Tunnelportal ohne Absorption und mit geschottertem Trasse: Relevanz für Empfängerpunkte, deren Sichtlinie zum Portal mit der Tunnelachse einen Winkel  $\leq 80^\circ$  bilden und einen Abstand  $\leq 30$  m aufweisen.

Abbildung 4: Empfängerpunkte bei Gebäuden (Grundriss und Seitenansicht)

## **Literaturverzeichnis**

- BAFU (Hrsg.), Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen, Ergänzung SRU 301, Bern 2006
- BAFU (Hrsg.), Excel Programmanwendung für sonRAIL Emissionsberechnungen - Programmdokumentation, Bern 2010
- BAFU (Hrsg.), Wildtiere – Korridore für Wildtiere in der Schweiz, SRU 326, Bern 2001
- EMPA (Hrsg.), Schallausbreitung in Eisenbahneinschnitten, Dübendorf 2006
- EMPA / B+S AG (Hrsg.), Schallabstrahlung von Eisenbahntunnelportalen, Bern 2005
- PROSE AG (Hrsg.), Lärmesskonzept für Eisenbahn-Stahlbrücken, Winterthur 2006
- B+S AG, EMPA (Hrsg.), Forschungsprojekt Tramlärm 2013 (Aktualisierung 2016) Definition von Emissionswerten, Bern 2016

## Abkürzungen

AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung
Abs.	Absatz
Art.	Artikel
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAK	Bundesamt für Kultur
BAV	Bundesamt für Verkehr
BGE	Bundesgerichtsentscheid
BGLE	Bundesgesetz über die Lärmsanierung der Eisenbahnen
BRF	Bruttoraumfläche
Bst.	Buchstabe
BVGer	Bundesverwaltungsgericht
$C_{stat}$	Statische Steifigkeit
dBA, dB(A)	Dezibel, A-bewertet - Einheit für Schallpegel
EBV	Eisenbahnverordnung
EKD	Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungsanstalt
ENHK	Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission
EO	Empfängerort
EP	Empfängerpunkt
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FinöV	Bundesbeschluss über Bau und Finanzierung von Infrastrukturvorhaben des öffentlichen Verkehrs (Finanzierung des öffentlichen Verkehrs)
GeoIV	Verordnung über Geoinformation (Geoinformationsverordnung, GeoIV)
IGW	Immissionsgrenzwert (Anhang 4 Ziff. 2 LSV)
K1	Pegelkorrektur für Fahrlärm (Anhang 4 Ziff. 33 Abs. 1 LSV)
K2	Pegelkorrektur für Rangierlärm (Anhang 4 Ziff. 33 Abs. 2 LSV)
	Kosten-Nutzen-Index
Lr	Beurteilungs-Immissionspegel (tags oder nachts)
Lr, e	Beurteilungs-Emissionspegel (tags oder nachts; Art. 17 Abs. 1 VLE alt)
Leq,f	A-bewerteter Mittelungspegel des Fahrbetriebs (Anhang 4 Ziff. 31 Abs. 2 LSV)
Leq,r	A-bewerteter Mittelungspegel des Rangierbetriebs (Anhang 4 Ziff. 31 Abs. 3 LSV)
$L_{\lambda,CA}$	Rauheitspegel
LSV	Lärmschutzverordnung
LSW	Lärmschutzwand
PW	Planungswert (Anhang 4 Ziff. 2 LSV)
SEMIBEL	Schweizerisches Emissions- und Immissionsmodell für die Berechnung von Eisenbahn-lärm
SN	Schweizer Norm
SOK	Schienenoberkante
UIC	Union internationale des chemins de fer (internationale Vereinigung der Eisenbahnen)
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz)
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung



$V_{\text{eff}}$	Effektiv gefahrene Geschwindigkeit
$V_{\text{max}}$	Maximal gefahrene Geschwindigkeit
VLE	Verordnung über die Lärmsanierung der Eisenbahnen
Ziff.	Ziffer