

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02
TEILAUSZUG

Ausgabe 1. Februar 2022

Environment
Noise Protection
Calculation of Railway Noise Emissions

Gelb hinterlegte Überschriften sind nicht im TEILAUSZUG sondern nur im Volltext enthalten, zu beziehen unter www.fsv.at

Inhaltsverzeichnis

1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffsbestimmungen	2
3 Ersatzschallquellen	3
4 SchalleLeistungspegel	5
4.1 Allgemeine Gleichungen	5
4.1.1 Einzelnes Fahrzeug	5
4.1.2 Verkehrsfluss	5
4.2 Rollgeräusche	7
4.2.1 Rad- und Schienenrauheit	7
4.2.2 Fahrzeug-, Gleis- und Aufbautentransferfunktion	8
4.3 Impulshaltige Geräusche (Kreuzungen, Weichen und Schienenstöße)	10
4.4 Bogengeräusche	11
4.5 Antriebsgeräusche	12
4.6 Aerodynamische Geräusche	13
4.7 Richtverhalten der Quellen	14
4.8 Korrektur um den Wert der baulichen Abstrahlung (Brücken und Viadukte)	14
5 Fahrzeugklassen	16
6 Berechnung der durch den Verschub- und Umschlagbetrieb verursachten Schallemission	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Schallquellen	17
6.2.1 Schallemission	17
6.2.2 Festlegungen zur Berücksichtigung der einzelnen Schallquellen	19
6.3 Berechnung der Schallimmission	20
7 Sonstige eisenbahnbezogene Schallquellen	23
8 Angeführte Gesetze, Richtlinien, Normen und Publikationen	23
9 ANHANG	25
9.1 Anhang 1: Datenbank für Eisenbahnquellen	25
9.2 Anhang 2: Zusätzliche mögliche Terminologie zur Beschreibung von Fahrzeugen, Gleisen und Oberbau gemäß Anhang II der Richtlinie 2002/49/EG	35
9.3 Anhang 3: Unterlagen und Angaben für die Erfassung des Verschub- und Umschlagbetriebes	37

TEILAUSZUG, Volltext zu beziehen unter www.fsv.at

1 Anwendungsbereich

Dieses Kapitel ist rechtlich nicht zitiert und Teil der Vollfassung der RVE.

2 Begriffsbestimmungen

Anzahl der Fahrzeuge je Typ

Mittlere Fahrzeugzahl je Stunde (Mittelwert über alle Kalendertage eines Jahres), die für jeden einzelnen Gleisabschnitt für jeden der Zeiträume, die bei der Lärmkartierung bzw. für die jeweilige Schallimmissionsberechnung zu berücksichtigen sind, zu bestimmen ist.

Sie wird als Quotient aus der über das Jahr gemittelten Gesamtzahl der in dem jeweiligen Zeitraum (Tag/Abend/Nacht) vorbeifahrenden Fahrzeuge und der Länge dieses Zeitraums T_{ref} in Stunden (13 h/3 h/8 h) berechnet. Alle Fahrzeugtypen, die den jeweiligen Gleisabschnitt passieren, sind einzubeziehen.

Für spezielle Untersuchungen darf der Beurteilungszeitraum individuell festgelegt werden.

Fahrzeug

I.S. dieses Lärmberechnungsverfahrens eine Teileinheit eines Zuges (typischerweise eine Lokomotive, ein Triebwagen, ein Reisezugwagen oder ein Güterwagen), die unabhängig bewegt und vom Rest des Zuges abgehängt werden kann.

Für Teileinheiten eines Zuges, die Teil einer nicht abtrennbaren Gruppe sind, können spezielle Umstände gelten, z.B. bei einem gemeinsamen Drehgestell. Für die Zwecke dieses Berechnungsverfahrens werden alle diese Teileinheiten zu einem einzigen Fahrzeug zusammengefasst.

Immissionsort

Bei der Ermittlung der Lärmindizes L_{den} bzw. L_{night} liegt der Immissionsort auf der Fassade bestehender Gebäude in der Höhe des jeweils betrachteten Geschoßes. Bei Erholungs-, Park-,

Sport- und Gartenanlagen werden Immissionen idR in einer Höhe von 1,5 m über Boden ermittelt.

Bei der Planung zukünftiger Bebauung (z.B. Städtebauvorhaben) ist der Immissionsort aufgrund der Widmungsfestlegung (z.B. Baufluchtlinie) zu wählen, wobei idR bei der Wahl der Höhe der Immissionsorte die zukünftig zulässige Bauhöhe zu berücksichtigen ist. In strategischen Umgebungslärmkarten liegen die Immissionsorte in einer Höhe von 4,0 m über Boden.

Lärminde

Größe für die Beschreibung des Umgebungslärms, die mit gesundheitsschädlichen Auswirkungen in Verbindung steht [dB].

Die Lärmindeizes L_{day} (Tag-Lärminde), L_{evening} (Abend-Lärminde), L_{night} (Nacht-Lärminde) und L_{den} (Tag-Abend-Nacht-Lärminde) sind gemäß Anhang 1 der Richtlinie 2002/49/EG definiert.

Für die Lärmindeizes gelten in Österreich folgende Zeiträume (T):

Tag: 06:00 bis 19:00 Uhr

Abend: 19:00 bis 22:00 Uhr

Nacht: 22:00 bis 06:00 Uhr

Der Lärminde L_{den} für die allgemeine Belästigung ist mit folgender Gleichung definiert:

$$L_{\text{den}} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} (13 \cdot 10^{L_{\text{day}}/10} + 3 \cdot 10^{(L_{\text{evening}}+5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_{\text{night}}+10)/10}) \quad [\text{dB}]$$

In Bezug auf die Lärmindeizes beträgt der Beurteilungszeitraum ein Jahr (für die Lärmmission ausschlaggebendes und hinsichtlich der Witterungsbedingungen durchschnittliches Jahr).

Schallemission

Von einer punktförmigen, linienförmigen oder flächenhaften Schallquelle abgestrahlter Schall

Schallimmission

Einwirkung von Schall am Immissionsort.

Die Schallimmission wird durch den maßgebenden Lärminde ausgedrückt, der sich aus der Schallemission unter Berücksichtigung der Ausbreitungsbedingungen ergibt.

Zug

I.S. dieses Berechnungsverfahrens eine Reihe von aneinander gekoppelten Fahrzeugen

3 Ersatzschallquellen

Die verschiedenen Ersatzlinienschaquellen werden in unterschiedlichen Höhen und in der Mitte des Gleises platziert (s. Abb. 1). Alle Höhen beziehen sich auf die tangential zu den beiden oberen Oberflächen der beiden Schienen verlaufende Ebene.

Für dieses Berechnungsverfahren ist in Österreich näherungsweise die Schienenoberkante (SOK) entlang der Gleisachse zu verwenden.

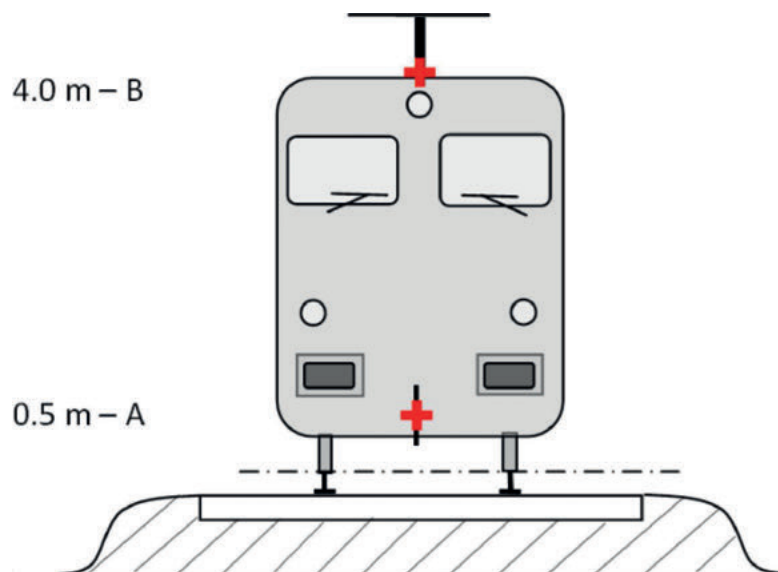


Abbildung 1: Position Ersatzschallquellen

Die Ersatzschallquellen umfassen unterschiedliche technische Quellen (Index p). Sie werden je nach der Art ihrer Entstehung in verschiedene Kategorien unterteilt:

- 1) Rollgeräusche (dazu gehören nicht nur Schwingungen des Gleises und des Oberbaus sowie Schwingungen der Räder, sondern ggf. auch Geräusche der Aufbauten von Güterfahrzeugen)
- 2) Antriebsgeräusche
- 3) Aerodynamische Geräusche
- 4) Impulsartige Geräusche (von Kreuzungen, Weichen und Schienenstößen)
- 5) Bogengeräusche
- 6) Geräusche aufgrund zusätzlicher Einflussfaktoren wie Brücken und Viadukte

- 1) Die Rauheit der Räder und der Fahrflächen bewirkt über die drei Übertragungswege zu den abstrahlenden Oberflächen (Schienen, Räder und Aufbauten) die Rollgeräusche. Die Zuordnung erfolgt auf einer Höhe von 0,5 m (Quelle A), um den Anteil des Oberbaus, einschließlich der Effekte der Fahrbahnoberfläche und insbesondere fester Fahrbahnen (gem. dem Ausbreitungsteil), den Anteil der Räder und (bei Güterwagen) den Anteil der Fahrzeugaufbauten an der Geräuscherzeugung abzubilden.
- 2) Die Höhe der Ersatzschallquelle für Antriebsgeräusche liegt in Abhängigkeit von der physischen Position der betreffenden Komponente im Bereich von 0,5 m (Quelle A) und 4,0 m (Quelle B). Quellen wie Getriebe und Elektromotoren befinden sich oft auf der Achsenhöhe von 0,5 m (Quelle A). Lüftungsgitter und Lüftungsschlitze können sich auf unterschiedlichen Höhen befinden; bei Dieselfahrzeugen befindet sich der Auspuff häufig auf der Dachhöhe von 4,0 m (Quelle B). Andere Quellen von Antriebsgeräuschen wie Gebläse oder Dieselmotorblöcke können sich auf einer Höhe von 0,5 m (Quelle A) oder 4,0 m (Quelle B) befinden. Liegt die genaue Quellenhöhe zwischen den Modellhöhen, wird die Schallenergie proportional auf die nächstgelegenen Quellenhöhen verteilt. Aus diesem Grund sind für das Verfahren zwei Quellenhöhen vorgesehen, eine bei 0,5 m (Quelle A) und eine bei 4,0 m (Quelle B), wobei die jeweils mit einer Höhe verbundene äquivalente Schallleistung zwischen den beiden Höhen je nach der konkreten Anordnung der Quellen an der Einheit aufgeteilt wird.
- 3) Die aerodynamischen Geräuscheffekte sind mit der Quelle bei 0,5 m (Abdeckungen und Abschirmungen, Quelle A) und der Quelle bei 4,0 m (Modellierung aller Dachaggregate und der Stromabnehmer, Quelle B) verbunden. Die Wahl von 4,0 m für Stromabnehmereffekte ist

bekanntermaßen ein einfaches Modell und ist sorgfältig zu überprüfen, wenn die geeignete Höhe für Lärmschutzwände gefunden werden soll.

Bei dem geringen Anteil des aerodynamischen Geräusches für die derzeit in Österreich zulässigen Geschwindigkeit ist das einfache Modell ausreichend.

- 4) Stoßartige Geräusche sind der Quelle bei 0,5 m (Quelle A) zuzuordnen.
- 5) Bogengeräusche sind den Quellen bei 0,5 m (Quelle A) zuzuordnen.
- 6) Brückendröhnen ist der Quelle bei 0,5 m (Quelle A) zuzuordnen.

Qualitätsrahmen im Rahmen der strategischen Lärmkartierung gemäß Richtlinie 2002/49/EG:

- Genauigkeit der Eingangswerte
Alle Eingangswerte, die den Emissionspegel einer Quelle beeinflussen, sind mit mindestens der Genauigkeit zu bestimmen, die einer Unsicherheit von ± 2 dB im A-bewerteten Emissionspegel der Quelle entspricht (wobei alle anderen Parameter unverändert bleiben).
- Verwendung von Standardwerten
Bei der Anwendung des Verfahrens haben die Eingangswerte der tatsächlichen Verwendung zu entsprechen. Generell dürfen keine Standardeingangswerte oder -annahmen zugrunde gelegt werden. Standardeingangswerte und -annahmen werden akzeptiert, wenn die Erfassung realer Daten mit unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden ist.

4 Schalleistungspegel

4.1 Allgemeine Gleichungen

4.1.1 Einzelnes Fahrzeug

Das Modell für den Schienenverkehrslärm beschreibt die Schallemission einer bestimmten Kombination von Fahrzeugtyp und Oberbautyp, welche eine Reihe von Voraussetzungen erfüllt, die in der Fahrzeug- und Fahrbahnklassifizierung in Bezug auf die Schalleistung für jedes einzelne Fahrzeug beschrieben sind ($L_{w,0}$).

4.1.2 Verkehrsfluss

Die Schallemission eines Verkehrsflusses auf jedem Gleis ist durch jeweils zwei Linienschallquellen darzustellen, die durch ihre gerichtete Schalleistung je Meter und Frequenzband gekennzeichnet sind. Dies entspricht der Summe der Schallemissionen aller im Verkehrsfluss vorbeifahrenden Fahrzeuge, wobei im speziellen Fall stehender Fahrzeuge die Zeit berücksichtigt wird, welche die Fahrzeuge im untersuchten Gleisabschnitt verbringen.

Die gerichtete Schalleistung je Meter und Frequenzband wird für alle auf einem Gleisabschnitt mit der jeweiligen Oberbauspezifikation (j) vorbeifahrenden Fahrzeuge ermittelt:

- für jedes Frequenzband (i)
- für jede gegebene Quellenhöhe (h): für Quellen A bei 0,5 m ($h = 1$) und für Quellen B bei 4,0 m ($h = 2$)

Sie ist die energetische Summe der Beiträge aller Fahrzeuge, die den speziellen j-ten Gleisabschnitt befahren. Der jeweilige Anteil geht dabei zurück auf:

- alle Fahrzeugtypen (t)
- mit ihren jeweiligen Geschwindigkeitsklassen (s)
- mit ihren jeweiligen Fahrzuständen (c)
- die einzelnen Quellen für die verschiedenen Geräuscharten (p)

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

Zur Berechnung der gerichteten Schallleistung je Meter (Eingabe in das Ausbreitungsmodell), ausgehend vom durchschnittlichen Verkehrsmix auf dem j-ten Gleisabschnitt wird folgende Gleichung verwendet:

$$L_{W',eq,T,dir,i} = 10 \cdot \lg \left(\sum_{X=1}^X 10^{L_{W',eq,line,x,i}/10} \right) \quad (\text{Gl. 1})$$

mit:

c	Index des Fahrzustandes: 1 (für konstante Geschwindigkeit), 2 (für Stillstand)
i	Jeweiliges Frequenzband
$L_{W',eq,line,x,i}$	x-te gerichtete Schallleistung je Meter für eine Linienschallquelle einer Kombination von t, s, c und p in jedem Frequenzband i und in jedem j-ten Gleisabschnitt
p	Index der Quellenarten: 1 (für Rollgeräusche und impulshaltige Geräusche zufolge von Stößen), 2 (für Bogengeräusche), 3 (für Antriebsgeräusche und Aggregatgeräusche), 4 (für aerodynamische Geräusche), 5 (für sonstige Geräusche)
s	Index der Zuggeschwindigkeit: Es gibt so viele Indizes wie durchschnittliche Zuggeschwindigkeiten im j-ten Gleisabschnitt
t	Index der Fahrzeugtypen im j-ten Gleisabschnitt
T_{ref}	Referenzzeitraum, für den der durchschnittliche Verkehr untersucht wird
X	Gesamtzahl vorhandener Kombinationen von t, s, c und p für jedes i-te Frequenzband und für jeden j-ten Gleisabschnitt

Wenn ein stetiger Fluss von Q Fahrzeugen pro Stunde mit einer mittleren Geschwindigkeit v angenommen wird, dann ist im Durchschnitt zu jedem Zeitpunkt eine äquivalente Anzahl von Q/v-Fahrzeugen je Längeneinheit des Gleisabschnitts vorhanden. Die Schallemission des Fahrzeugflusses in Form der gerichteten Schallleistung je Meter $L_{W',eq,line}$ (ausgedrückt in dB/m (re 10^{-12} W)) wird integriert durch:

$$L_{W',eq,line,i}(\psi, \phi) = L_{W,0,dir,i}(\psi, \phi) + 10 \cdot \lg \left(\frac{Q}{1000 v} \right) \quad (\text{für } c = 1) \quad (\text{Gl. 2})$$

mit:

$L_{W,0,dir}$	Pegel der gerichteten Schallleistung des jeweiligen Geräusches p eines einzelnen Fahrzeugs in den Richtungen ψ und ϕ , bezogen auf die Fahrtrichtung (s. Abb. 2)
Q	Durchschnittliche Anzahl von Fahrzeugen je Stunde im j-ten Gleisabschnitt für den Fahrzeugtyp t, den Index s der durchschnittlichen Zuggeschwindigkeit und den Betriebszustand c
v	Geschwindigkeit im j-ten Gleisabschnitt für den Fahrzeugtyp t und den Index s der durchschnittlichen Geschwindigkeit [km/h]

Im Falle einer stationären Quelle, wie etwa bei einem Betriebshalt, wird angenommen, dass das Fahrzeug für eine Gesamtzeit T_{idle} an einem Ort innerhalb eines Gleisabschnitts mit der Länge L verbleibt. Deshalb wird mit dem Referenzzeitraum T_{ref} zur Ermittlung der Lärmindizes (z.B. 13 Stunden, 3 Stunden, 8 Stunden) die gerichtete Schallleistung je Längeneinheit auf diesem Gleisabschnitt wie folgt definiert:

$$L_{W',eq,line,i}(\psi, \phi) = L_{W,0,dir,i}(\psi, \phi) + 10 \cdot \lg \left(\frac{T_{idle}}{T_{ref} L} \right) \quad (\text{für } c = 2) \quad (\text{Gl. 3})$$

Generell ergibt sich die gerichtete Schallleistung für jede spezifische Quelle aus:

$$L_{W,0,dir,i}(\psi, \phi) = L_{W,0,i} + \Delta L_{W,dir,vert,i} + \Delta L_{W,dir,hor,i} \quad (\text{Gl. 4})$$

mit:

$\Delta L_{W,dir,hor,i}$	Korrekturfunktion für die horizontale Richtwirkung [–] von ϕ (s. Abb. 2)
$\Delta L_{W,dir,vert,i}$	Korrekturfunktion für die vertikale Richtwirkung [–] von ψ (s. Abb. 2)

Dabei ist $L_{W,0,dir,i}(\psi, \phi)$ nach der Ableitung in Terzbänder in Oktavbändern auszudrücken, indem die betreffenden Terzbänder energetisch zu dem entsprechenden Oktavband addiert werden.

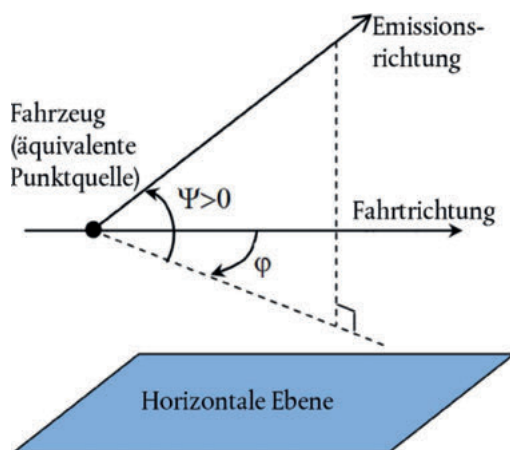


Abbildung 2: Geometrische Definition

Die horizontale und vertikale Richtwirkung der Schallquellen wird für die Berechnung durch (entsprechende) Zuschläge auf die Schalleistung je 1 m Länge der Strecke $L_{W',tot,dir,i}$ berücksichtigt.

Für jede Kombination aus Fahrzeug, Strecke, Geschwindigkeit und Fahrzustand werden mehrere $L_{W,0,dir,i}(\psi, \varphi)$ berücksichtigt:

- für ein Terzband (i)
- für jeden Gleisabschnitt (j)
- Quellenhöhe (h): für Quellen A bei 0,5 m ($h = 1$) und für Quellen B bei 4,0 m ($h = 2$)
- Richtwirkung (d) der Quelle

Je Kombination aus Fahrzeug, Strecke, Geschwindigkeit und Fahrzustand wird für jeden Gleisabschnitt und jede Quellenhöhe $h = 1$ und $h = 2$ unter Berücksichtigung der Richtwirkung $L_{W,0,dir,i}(\psi, \varphi)$ ermittelt.

Ergänzung zum Betriebsprogramm:

Der Verkehrsfluss pro Tag bezieht sich auf ein durchschnittliches Betriebsprogramm, welches alle Kalendertage eines Jahres einbezieht.

4.2 Rollgeräusche

Die Beiträge des Fahrzeuges und des Gleises an den Rollgeräuschen werden in vier wesentliche Bestandteile unterteilt: Radrauheit, Schienenrauheit, Fahrzeugtransferfunktion auf Räder und Aufbauten und Schienentransferfunktion. Rad- und Schienenrauheit bilden die Ursache für die Anregung von Schwingungen am Kontaktpunkt zwischen Schiene und Rad; bei den Transferfunktionen handelt es sich um zwei empirische oder modellierte Funktionen, die das gesamte komplexe Phänomen der Entstehung mechanischer Schwingungen und von Schall an den Oberflächen des Rades, der Schiene, der Schwelle und des Oberbaus darstellen. Diese Unterteilung spiegelt den physikalischen Tatbestand wider, dass die Rauheit auf einer Schiene die Schwingung der Schiene anregen kann, aber auch die Schwingung des Rades und umgekehrt anregt. Bliebe einer dieser vier Parameter unberücksichtigt, so würde der Zusammenhang, der mit der Klassifizierung von Schienen und Zügen hergestellt wird, aufgehoben.

4.2.1 Rad- und Schienenrauheit

Rollgeräusche werden hauptsächlich durch Schienen- und Radrauheit im Wellenlängenbereich von 5 mm bis 500 mm angeregt.

Riffel können in flachen Bögen und Geraden bei beiden Schienensträngen auftreten und weisen einen Wellenlängenbereich von 30 mm bis 60 mm bei einer Amplitude von 0,1 mm bis

0,4 mm auf; die meist in Bögen an der bogeninneren Schiene auftretenden Schlupfwellen haben einen Wellenlängenbereich von 80 mm bis 300 mm bei einer Amplitude von 0,3 mm bis 1 mm (s. Lichtberger).

Der Pegel der akustischen Rauheit L_r wird definiert als der zehnfache dekadische Logarithmus des Verhältnisses aus dem Quadrat des Effektivwertes r^2 der akustischen Rauheit der Schienenfahrfläche oder eines Rades in Bewegungsrichtung (Längsrichtung) über eine definierte Schienenlänge (z.B. gemäß ÖNORM EN 15610:2009) oder den gesamten Raddurchmesser und dem Quadrat des Referenzwertes r_0^2 :

$$L_r = 10 \cdot \lg \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 5})$$

mit:

r Effektivwert der akustischen Rauheit (rms)

$r_0 = 1 \mu\text{m}$

Der Pegel der akustischen Rauheit L_r wird typischerweise als Spektrum der Wellenlänge λ bestimmt und ist in ein Frequenzspektrum $f = v/\lambda$ zu konvertieren, wobei f die Mittenfrequenz eines bestimmten Terzbands in Hz, λ die Wellenlänge in m und v die Zuggeschwindigkeit in m/s ist. Das Rauheitsspektrum als Funktion der Frequenz verschiebt sich bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten entlang der Frequenzachse. Üblicherweise sind nach einer Konvertierung in das Frequenzspektrum mittels der Geschwindigkeit neue Terzbandwerte zu bestimmen, indem der Mittelwert von zwei entsprechenden Terzbändern im Wellenlängenbereich gebildet wird. Um das Frequenzspektrum der effektiven, akustischen Gesamtrauheit entsprechend der zugehörigen Zuggeschwindigkeit zu bestimmen, sind die beiden im Wellenlängenbereich definierten entsprechenden Terzbänder energetisch und proportional zu mitteln.

- Der Pegel der akustischen Schienenrauheit (schienenseitige Rauheit) für das i -te Wellenzahlband wird definiert als $L_{r,TR,i}$.
- Die akustische Schienenrauheit kann der Tabelle G-1 (s. Tab. 5 im Anhang 1) für ein Netz im Durchschnitt entnommen werden. Andere Schienenrauheiten dürfen im Falle eines entsprechenden Nachweises verwendet werden.
- Der Pegel der akustischen Radrauheit (fahrzeugseitige Rauheit) wird analog für das i -te Wellenzahlband definiert als $L_{r,VEH,i}$.
- Der Pegel der effektiven akustischen Gesamtrauheit für das Wellenzahlband i ($L_{R,TOT,i}$) wird zur Berücksichtigung der Filterwirkung der Kontaktfläche zwischen Schiene und Rad definiert als die Energiesumme der Rauheitsgrade der Schiene und des Rades zuzüglich des Kontaktfilters $A_3(\lambda)$:

$$L_{R,TOT,i} = 10 \cdot \lg (10^{L_{r,TR,i}/10} + 10^{L_{r,VEH,i}/10}) + A_{3,i} \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 6})$$

Dieser Pegel wird als Funktion des i -ten Wellenzahlbands entsprechend der Wellenlänge λ ausgedrückt.

Der Kontaktfiler ist abhängig von Schienen- und Radtyp sowie der Last.

Im Verfahren ist die effektive Gesamtrauheit für den j -ten Gleisabschnitt und jeden t -ten Fahrzeugtyp bei seiner entsprechenden Geschwindigkeit v zu verwenden.

4.2.2 Fahrzeug-, Gleis- und Aufbautentransferfunktion

Es werden drei geschwindigkeitsunabhängige Transferfunktionen $L_{H,TR,i}$, $L_{H,VEH,i}$ und $L_{H,VEH,SUP,i}$ bestimmt: die erste für jeden j -ten Gleisabschnitt und die beiden anderen für jeden t -ten Fahrzeugtyp. Sie setzen den Grad der effektiven Gesamtrauheit in Bezug zur Schallleistung der Schienen, der Räder bzw. der Aufbauten.

Die Transferfunktion $L_{H,TR,i}$ beschreibt die Oberbauspezifikationen (Schwellentyp bzw. Zwischenlagen) und wird für jeden j-ten Gleisabschnitt berücksichtigt.

Die bei der Auswahl der Transferfunktion in Tabelle G-3 (s. Tab. 7 im Anhang 1) angeführten Steifigkeiten beziehen sich auf „akustische“ (dynamische) Steifigkeiten und können erheblich (Faktor 2 bis 4 darüber) von den statischen Steifigkeiten, entsprechend der Frequenz abweichen. Für das österreichische Schienennetz ist generell die Spalte „Monoblockschwelle auf mittlerer Zwischenlagenplatte“ der Tabelle G-3 (s. Tab. 7 im Anhang 1) heranzuziehen. Liegen davon abweichende Informationen vor, sind diese entsprechend in den Transferfunktionen zu berücksichtigen.

Die Transferfunktionen $L_{H,VEH,i}$ und $L_{H,VEH,SUP,i}$ beschreiben fahrzeugspezifische Parameter wie z.B. den Raddurchmesser und sind daher für jeden t-ten Fahrzeugtyp zu berücksichtigen.

Der Aufbautenanteil wird über $L_{H,VEH,SUP,i}$ nur für Güterwagen berücksichtigt.

Somit wird bei den Rollgeräuschen der Anteil der Schiene und des Fahrzeugs durch diese Transferfunktionen und den Grad der effektiven Gesamtrauheit vollständig beschrieben. Bei Zügen im Stillstand (Betriebshalt) werden keine Rollgeräusche berücksichtigt.

Für die Schallleistung je Fahrzeug werden die Rollgeräusche auf Achsenhöhe berechnet; Ausgangswerte dafür sind der Grad der effektiven Gesamtrauheit $L_{R,TOT,i}$ als Funktion der Fahrzeuggeschwindigkeit v , die Schienen-, Fahrzeug- und Aufbautentransferfunktionen $L_{H,TR,i}$, $L_{H,VEH,i}$ bzw. $L_{H,VEH,SUP,i}$ sowie die Gesamtachsenzah N_a :

für $h = 1$:

$$L_{W,0,TR,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,TR,i} + 10 \cdot \lg(N_a) \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 7})$$

$$L_{W,0,VEH,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,VEH,i} + 10 \cdot \lg(N_a) \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 8})$$

$$L_{W,0,VEH,SUP,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,VEH,SUP,i} + 10 \cdot \lg(N_a) \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 9})$$

mit:

N_a Anzahl der Achsen je Fahrzeug für den t-ten Fahrzeugtyp

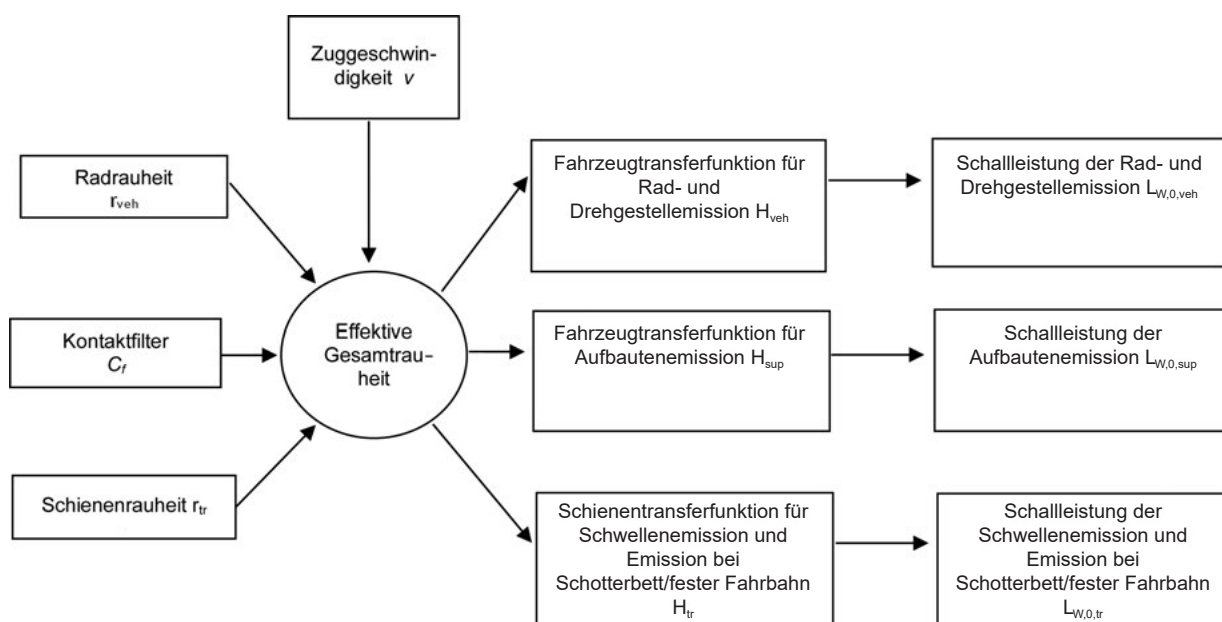


Abbildung 3: Schema der Verwendung der verschiedenen Definitionen für Rauheit und Transferfunktionen

Zum Ausgleich des potenziellen Fehlers infolge der Vereinfachung der Definition der Rollgeräusche, der Definition der Bremsgeräusche und der Definition der stoßartigen Geräusche auf Kreuzungen und Weichen ist zur Ermittlung der effektiven Gesamtrauheit und damit der Schallleistung der Fahrzeuge eine Mindestgeschwindigkeit von 50 km/h (30 km/h nur bei städtischen Schienenbahnen) (diese Geschwindigkeit berührt nicht die Berechnung des Fahrzeugstroms) zu verwenden.

4.3 Impulshaltige Geräusche (Kreuzungen, Weichen und Schienenstöße)

Impulshaltige Geräusche können durch Kreuzungen, Kreuzungsweichen und Weichen mit Herzstücken mit Fahrkantenunterbrechung sowie Schienenstöße verursacht werden. Sie können unterschiedlich stark sein und die Vorbeifahrtgeräusche dominieren.

Stoßartige Geräusche sind für Stoßlückengleise zu berücksichtigen. Für stoßartige Geräusche aufgrund von Weichen, Kreuzungen und Schienenstößen in Gleisabschnitten mit einer Geschwindigkeit von unter 50 km/h (30 km/h nur für städtische Schienenbahnen) ist auf die Modellierung zu verzichten, da die Mindestgeschwindigkeit von 50 km/h (30 km/h nur für städtische Schienenbahnen) verwendet wird, um mehr Einflüsse gemäß der Beschreibung im Abschnitt „Rollgeräusche“ einzubeziehen. Unnötig ist die Modellierung stoßartiger Geräusche auch bei der Fahrbedingung $c = 2$ (Stillstand).

Stoßartige Geräusche werden in den Term für Rollgeräusche einbezogen, indem ein ergänzender fiktiver Rauheitsgrad für Stöße zum Grad der fiktiven Gesamtrauheit auf jedem spezifischen j-ten Gleisabschnitt (energetisch) hinzuaddiert wird, auf dem sie vorhanden sind. In diesem Fall ist anstelle von $L_{R,TOT,i}$ ein neuer Term $L_{R,TOT + IMPACT,i}$ zu verwenden, der dann folgende Form hat:

$$L_{R,TOT+IMPACT,i} = 10 \cdot \lg \left(10^{L_{R,TOT,i}/10} + 10^{L_{R,IMPACT,i}/10} \right) \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 10})$$

$L_{R,IMPACT,i}$ ist ein Terzbandspektrum (als Funktion der Frequenz). Um dieses Frequenzspektrum zu bestimmen, ist ein Spektrum als Funktion der Wellenlänge λ gegeben; das verlangte Spektrum wird dann als Funktion der Frequenz mittels der Formel $\lambda = v/f$ konvertiert, wobei f die Mittenfrequenz eines Terzbandes in Hz und v die s-te Fahrzeuggeschwindigkeit des t-ten Fahrzeugtyps in m/s ist.

Stoßartige Geräusche sind abhängig von der Schwere und Anzahl der Stöße je Längeneinheit bzw. der Schienenstoßdichte; wenn also mehrfach stoßartige Geräusche existieren, ist der in der Gleichung zu verwendende Rauheitsgrad für stoßartige Geräusche wie folgt zu berechnen:

$$L_{R,IMPACT,i} = L_{R,IMPACT-SINGLE,i} + 10 \cdot \lg \left(\frac{n_i}{0,01} \right) \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 11})$$

mit:

$L_{R,IMPACT-SINGLE,i}$ Für einen einzigen Stoß angegebener Rauheitsgrad für stoßartige Geräusche und die Schienenstoßdichte, s. Tabelle G-4 (Tab. 8 in Anhang 1; abweichende Daten können bei Vorliegen konkreter Untersuchungen verwendet werden)

n_i Schienenstoßdichte

Der standardmäßige Rauheitsgrad für stoßartige Geräusche wird für eine Schienenstoßdichte von $n_i = 0,01$ angegeben, was einem Schienenstoß pro 100 m Gleis entspricht. Bei einer anderen Anzahl von Schienenstößen erfolgt eine Näherung durch Korrektur der Schienenstoßdichte n_i . Zu beachten ist, dass bei der Modellierung des Layouts und der Segmentierung der Fahrstrecke die Schienenstoßdichte zu berücksichtigen ist, d.h. für einen Gleisbereich mit mehr Schienenstößen könnte es notwendig sein, ein gesondertes Quellensegment zu verwenden. Der $L_{W,0}$ des Schienen-, Rad-/Drehgestell- und Aufbautenanteils wird für ± 50 m vor und nach dem Schienenstoß mittels $L_{R,IMPACT,i}$ erhöht. Im Falle einer Vielzahl von Schienenstößen wird die Erhöhung auf die Strecke zwischen 50 m vor dem ersten Schienenstoß und 50 m nach dem letzten Schienenstoß erweitert.

Die Anwendbarkeit dieser Schallleistungsspektren ist idR vor Ort zu überprüfen.

Für Stoßlückengleise ist ein Standardwert n_l von 0,01 anzuwenden.

Bei Kreuzungen, Kreuzungsweichen und Weichen mit Herzstücken ohne Fahrkantenunterbrechung sind keine zusätzlichen Geräusche zu berücksichtigen.

4.4 Bogengeräusche

Unter Bogengeräuschen werden im Folgenden allgemein die Schallemissionen beim Befahren von Bögen mit Radien ≤ 500 m verstanden. Dabei kann zwischen zwei Geräuschkomponenten unterschieden werden: einem gegenüber der geraden Strecke geänderten Rollgeräusch, welches z.B. durch eine geänderte Schienenrauheit wie bei Schlupfwellen oder bei Riffel hervorgerufen wird und dem Kurvenkreischen, welches durch einen lateralen Stick-Slip Effekt (Haftgleiten) der Radlaufläche am Schienenkopf oder durch Spurkranzanlauf verursacht wird.

Das Kurvenkreischen ist eine besondere Quelle, die nur für Gleisbögen relevant und somit örtlich begrenzt ist. Kurvenkreischen ist generell abhängig von der Bogenkrümmung, den Reibungsbedingungen, der Zuggeschwindigkeit sowie der Rad-Schiene-Geometrie und Dynamik. Weil das Kurvenkreischen von Bedeutung sein kann, ist eine angemessene Beschreibung notwendig. Für Stellen, an denen Kurvenkreischen auftritt – idR in Bögen und an Weichen – sind der Schalleistung der Quelle geeignete Schalleistungsspektren für die zusätzliche Geräuschemission hinzuzufügen. Die zusätzliche Geräuschemission kann für die einzelnen Arten von Fahrzeugen spezifisch sein, da bestimmte Typen von Rädern und Drehgestellen deutlich weniger anfällig für Kreischen sind als andere. Sind Messungen der zusätzlichen Geräuschemissionen verfügbar, die dem stochastischen Auftreten von Kreischen hinreichend Rechnung tragen, so dürfen diese verwendet werden.

Liegen keine geeigneten Messungen vor, darf ein einfacher Ansatz gewählt werden. Bei diesem Ansatz ist das Kreischgeräusch zu berücksichtigen, indem den Schalleistungsspektren der Rollgeräusche für alle Frequenzen die folgenden Werte für die zusätzliche Geräuschemission hinzuaddiert werden:

Zug: 5 dB für Bögen mit $300 \text{ m} < R \leq 500 \text{ m}$ und $l_{\text{track}} \geq 50 \text{ m}$
 8 dB für Bögen mit $R \leq 300 \text{ m}$ und $l_{\text{track}} \geq 50 \text{ m}$
 8 dB für Weichen mit $R \leq 300 \text{ m}$
 0 dB in allen anderen Fällen

Straßenbahn: 5 dB für Bögen und Weichen mit $R \leq 200 \text{ m}$
 0 dB in allen anderen Fällen

mit:

l_{track} Länge des Gleises entlang des Bogens m
 R Bogenradius [m]

Die Anwendbarkeit dieser Schalleistungsspektren bzw. dieser Werte für die zusätzliche Geräuschemission ist idR vor Ort zu überprüfen, insbesondere bei Straßenbahnen und an Orten, an denen in Bögen oder Weichen Maßnahmen gegen Kreischen ergriffen werden.

Anstelle pauschaler Schienenrauheiten in Kombination mit generellen Korrekturwerten, welche die veränderte Schienenrauheit im Bogen und das Kurvenkreischen umfassen, kann die Schienenrauheit im Bogen entsprechend den tatsächlichen Verhältnissen individuell festgelegt werden. In diesem Fall dürfen Korrekturwerte nur mehr durchschnittliche Emissionsänderungen infolge Kurvenkreischens repräsentieren.

Aktuelle Forschungsergebnisse über Schallemissionen in Bögen im realen Betrieb (s. Maly et al.) in Österreich zeigen, dass dieser einfache Ansatz für die tatsächlichen Verhältnisse verbessert werden kann. Gerade bei Zügen mit vergleichsweise hohen Schallemissionen auf gerader Strecke liegen die ermittelten Emissionserhöhungen gegenüber gerader Strecke selbst bei Betrachtung einer Auftrittshäufigkeit des Kreischens von 100 % (d.h. bei jeder Zugs vorbeifahrt

ist ein Kreischgeräusch vorhanden) deutlich unter den erwähnten Korrekturwerten von 8 dB bzw. 5 dB. Entsprechend den konkreten Mess- und Berechnungsergebnissen konnten bei Güterzügen mit Grauguss-Bremsen in zwei Bögen der Bogenradiuskategorie $300 \text{ m} < R \leq 500 \text{ m}$ keine Emissionserhöhungen nachgewiesen werden, weshalb bei derartigen Güterfahrzeugen keine schalltechnische Korrektur des Schallleistungsspektrums anzusetzen ist. In engen Bögen ($R \leq 300 \text{ m}$) liegen derzeit keine Daten für Geschwindigkeiten gemäß dem Verzeichnis örtlich zulässiger Geschwindigkeiten (VzG) vor. Jedoch deuten die Ergebnisse in einem Bogen dieser Radiusklasse bei geringeren Geschwindigkeiten darauf hin, dass der Zuschlag zu den Schallleistungsspektren der Rollgeräusche für Güterzüge mit Grauguss-Bremse von 8 dB nicht gerechtfertigt ist. Aus diesem Grund wird für diese Fahrzeugkategorie empfohlen, den Zuschlag von 8 dB auf 5 dB zu reduzieren. Im Bereich der Personenzüge weisen die Schnellbahngarnituren der Baureihe 4020 vergleichsweise hohe Schallemissionen auf gerader Strecke auf. Aufgrund der Messergebnisse in einem Bogen ($R \leq 300 \text{ m}$) sind die Schallleistungspegel für diese Fahrzeuge mit lediglich 5 dB statt 8 dB zu beaufschlagen. Für Bögen mit größeren Radien liegen die Emissionen der meisten Personenzüge lediglich um 2 dB bis 3 dB unterhalb der Korrekturwerte von 5 dB, weshalb dieser pauschale Zuschlag grundsätzlich beibehalten werden kann.

Eine Methode zur örtlich begrenzten, effektiven Eliminierung von Kreischgeräuschen in Bögen besteht in der Senkung des Reibwerts am Schienenkopf (z.B. durch Aufbringung eines Konditionierungsmittels oder von Wasser). Eine Reduktion der erwähnten Zuschläge ist dann gemäß dem jeweiligen Wissensstand vorzusehen.

Zudem können besondere klimatische Bedingungen einen deutlichen Einfluss auf das Auftreten von Kreischgeräuschen haben (beispielsweise durch Benetzung des Schienenkopfes durch Regen oder Nebel). Da sich die Ergebnisse der erwähnten Forschungsarbeiten auf Auftrittshäufigkeiten von 100 % beziehen (und diese idR unterhalb der pauschalen Zuschläge liegen), sind bei Nachweis einer deutlichen Senkung der Auftrittshäufigkeiten durch klimatische Bedingungen proportionale Abschlagsrechnungen der Anteile in den Korrekturwerten für Kurvenkreischen vorzunehmen.

Die pauschalen Zuschläge bei Weichen sind nur für enge Bögen (Zug $R \leq 300 \text{ m}$ bzw. Straßenbahn $R \leq 200 \text{ m}$) von Abzweigungen zu berücksichtigen. Häufig bleibt durch den Einsatz von Weichen die maximal zulässige Geschwindigkeit des betreffenden Streckenabschnitts uneingeschränkt, während die zulässige Geschwindigkeit der Abzweigung entsprechend des Abzweigradius auf $\leq 50 \text{ km/h}$ begrenzt wird. Durch derartige Geschwindigkeitsreduktionen kommen die pauschalen Zuschläge gegenüber den Emissionen des Verkehrs auf dem restlichen Streckenabschnitt nur eingeschränkt zum Tragen. Aufgrund der im Allgemeinen nicht ausschließlichen Befahrung der Abzweigung einer Weiche, fließen die pauschalen Zuschläge in die mittleren Emissionen nicht in vollem Umfang ein. Für die strategische Lärmkartierung können daher vereinfachend die Zuschläge für all jene Weichenabzweigungen mit Radien $\leq 300 \text{ m}$ (Zug) bzw. $\leq 200 \text{ m}$ (Straßenbahn) vernachlässigt werden, welche die Streckenemissionen unterhalb der Unsicherheitsgrenze von $\pm 2 \text{ dB}$ beeinflussen.

4.5 Antriebsgeräusche

Für Antriebsgeräusche werden ausschließlich die Betriebszustände „konstante Geschwindigkeit“ und „Stand/Leerlauf“ modelliert. Abbrems- sowie Beschleunigungsvorgänge sind dem Betriebszustand „konstante Geschwindigkeit“ zuzuordnen. Im Modell sind die Schallstärken der Quellen beim Maximum der Leistungsbedingungen (unter Volllast) anzusetzen, somit gilt:

$$L_{W,0, \text{const},i} = L_{W,0, \text{idling},i} \quad (\text{Gl. 12})$$

Die Schallleistung beschreibt die Anteile aller physischen Quellen eines bestimmten Fahrzeugs, welche einer bestimmten Höhe zuzuordnen sind (s. Pkt. 3).

$L_{W,0, \text{idling},i}$ wird als statische Schallquelle im Zustand „Stand/Leerlauf“ für die Dauer des Betriebshalts ausgedrückt und ist als feste Punktschallquelle gemäß Kapitel 2.4 der Richtlinie (EU)

2015/996 bzw. ÖAL-Richtlinie Nr. 28 modelliert zu verwenden. Sie ist nur zu berücksichtigen, wenn sich Züge länger als 30 Minuten im Stand (Betriebshalt) befinden.

Antriebsgeräusche haben idR bei Geschwindigkeiten von $v \geq 100$ km/h einen vernachlässigbaren Beitrag auf die Höhe der Gesamtemission.

Die Pegel und deren Aufteilung können entweder durch Messung aller Quellen in den verschiedenen Betriebszuständen ermittelt werden, oder die Teilquellen können einzeln durch Bestimmung ihrer Parameterabhängigkeit und relativen Stärke charakterisiert werden. Die Messungen erfolgen gemäß ÖNORM EN ISO 3095:2014 an einem stehenden Fahrzeug (unter Berücksichtigung von Drehzahländerungen).

Ggf. sind mehrere Antriebsgeräuschquellen zu charakterisieren/bestimmen/berücksichtigen, welche nicht unmittelbar von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig sind:

- Geräusche vom Antrieb: z.B. Dieselmotoren (einschließlich Einlass, Auspuff und Motorblock), Getriebe, Elektrogeneratoren (in Abhängigkeit von der Motordrehzahl) und elektrische Schallquellen
- Geräusche von Gebläsen und Kühlsystemen (in Abhängigkeit von der Drehzahl des Ventilators); in einigen Fällen sind Gebläse direkt an die Antriebswelle gekoppelt
- Intermittierende Schallquellen wie Kompressoren, Ventile und andere Aggregate mit charakteristischer Betriebsdauer und der sich daraus ergebenden betriebszyklusbedingten Korrektur der Schallemission

Da sich jede dieser Quellen in Abhängigkeit vom Betriebszustand unterschiedlich verhalten kann, sind die Antriebsgeräusche entsprechend zu spezifizieren. Die Schallpegel der Quellen werden mit Messungen unter kontrollierten Bedingungen bestimmt. Bei Lokomotiven weist die Belastung tendenziell eine größere Schwankungsbreite auf, da die Anhängelast und damit die abgegebene Leistung der Lokomotive sehr unterschiedlich sein kann, während bei festen Zugzusammenstellungen wie Elektro- und Dieseltriebzügen die Leistung klarer definiert ist.

Es wird keine Vorabzuweisung der Schallleistung der Quelle zur Höhenposition der Quelle vorgenommen, da sich diese Entscheidung nach dem konkret zu betrachtenden Schall und Fahrzeug richtet. Die Modellierung erfolgt an Quelle A mit $h = 1$ (0,5 m) und an Quelle B mit $h = 2$ (4,0 m).

4.6 Aerodynamische Geräusche

Aerodynamisch angeregte Geräusche sind nur bei hohen Geschwindigkeiten über 200 km/h von Belang, weshalb zunächst überprüft werden sollte, ob sie für die Anwendung tatsächlich erforderlich sind. Wenn die Rollgeräuschrauheit und die Transferfunktionen bekannt sind, können sie auf höhere Geschwindigkeiten extrapoliert werden, und es kann ein Vergleich mit vorhandenen Hochgeschwindigkeitsdaten angestellt werden, um nachzuprüfen, ob durch aerodynamisch angeregte Geräusche höhere Pegel erzeugt werden. Liegen die Zuggeschwindigkeiten in einem Netz über 200 km/h, jedoch nicht über 250 km/h, dürfen die aerodynamischen Geräusche in Abhängigkeit von der Fahrzeugkonstruktion in einigen Fällen unberücksichtigt bleiben.

Der Anteil aerodynamischer Geräusche wird als Funktion der Geschwindigkeit angegeben:

$$L_{W,0,i} = L_{W,0,1,i}(v_0) + \alpha_{1,i} \cdot \lg\left(\frac{v}{v_0}\right) \quad [\text{dB}] \quad \text{für } h = 1 \quad (\text{Gl. 13})$$

$$L_{W,0,i} = L_{W,0,2,i}(v_0) + \alpha_{2,i} \cdot \lg\left(\frac{v}{v_0}\right) \quad [\text{dB}] \quad \text{für } h = 2 \quad (\text{Gl. 14})$$

mit:

$L_{W,0,1,i}$ Referenzschallleistung, die an zwei oder mehr Messpunkten für Quellen ermittelt wird, deren Höhe bekannt ist, z.B. das erste Drehgestell

- $L_{W,0,2,i}$ Referenzschallleistung, die an zwei oder mehr Messpunkten für Quellen ermittelt wird, deren Höhe bekannt ist, z.B. die Stromabnehmerausparung
- v_0 Geschwindigkeit, bei der aerodynamische Geräusche dominant sind und die auf 300 km/h festgelegt ist
- $\alpha_{1,i}$ Koeffizient, der an zwei oder mehr Messpunkten für Quellen ermittelt wird, deren Höhe bekannt ist, z.B. das erste Drehgestell
- $\alpha_{2,i}$ Koeffizient, der an zwei oder mehr Messpunkten für Quellen ermittelt wird, deren Höhe bekannt ist, z.B. die Stromabnehmerausparung

In Tabelle G-6 (s. Tab. 10 in Anhang 1) sind dazu verfügbare Vorgaben enthalten.

4.7 Richtverhalten der Quellen

Die horizontale Richtwirkung $\Delta L_{W,dir,hor,i}$ [dB] wird in der horizontalen Ebene bestimmt und kann als Dipol für Roll-, stoßartige (Schiennenstöße usw.), Kreisch-, Brems-, Gebläse- und aerodynamische Einflüsse angesehen werden, die für jedes i-te Frequenzband angegeben wird durch:

$$\Delta L_{W,dir,hor,i} = 10 \cdot \lg(0,01 + 0,99 \cdot \sin^2 \varphi) \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 15})$$

Brückendröhnen wird an der Quelle A ($h = 1$) modelliert, für die eine ungerichtete Schallabstrahlung angenommen wird.

Die vertikale Richtwirkung $\Delta L_{W,dir,ver,i}$ in dB wird in der vertikalen Ebene für Quelle A ($h = 1$) als Funktion der Mittelbandfrequenz $f_{c,i}$ jedes einzelnen i-ten Frequenzbands angegeben. Dabei gilt Folgendes:

Für $0 < \psi < \pi/2$ ist

$$\Delta L_{W,dir,ver,i} = \left(\frac{40}{3} \cdot \left[\frac{2}{3} \cdot \sin(2 \cdot \psi) - \sin \psi \right] \cdot \lg \left[\frac{f_{c,i} + 600}{200} \right] \right) \quad [\text{dB}]$$

für $-\pi/2 < \psi \leq 0$ ist

$$\Delta L_{W,dir,ver,i} = 0 \quad (\text{Gl. 16})$$

Für Quelle B ($h = 2$) gilt für die aerodynamischen Einflüsse:

$$\Delta L_{W,dir,ver,i} = 10 \cdot \lg(\cos^2 \psi) \quad \text{für } \psi < 0$$

$$\Delta L_{W,dir,ver,i} = 0 \quad \text{in allen anderen Fällen} \quad (\text{Gl. 17})$$

Die Richtwirkung $\Delta L_{dir,ver,i}$ wird für die Quelle B ($h = 2$) hinsichtlich sonstiger Einflüsse nicht berücksichtigt, da für diese Quellen an dieser Position eine Rundumrichtwirkung angenommen wird.

4.8 Korrektur um den Wert der baulichen Abstrahlung (Brücken und Viadukte)

Befindet sich der Gleisabschnitt auf einer Brücke, so sind die zusätzlichen Geräusche zu berücksichtigen, die durch die Schwingung der Brücke infolge der Anregung durch den die Brücke überquerenden Zug erzeugt werden. Das Brückendröhnen wird als zusätzliche Quelle modelliert, deren Schallleistung pro Fahrzeug wie folgt angegeben wird:

$$L_{W,0,bridge,i} = L_{R,TOT,i} + L_{H,bridge,i} + 10 \cdot \lg(N_a) \quad [\text{dB}] \quad (\text{Gl. 18})$$

Dabei ist $L_{H,bridge,i}$ die Brückentransferfunktion. Das Brückendröhnen $L_{W,0,bridge,i}$ stellt nur den durch die Brückenkonstruktion abgestrahlten Schall dar. Das Rollgeräusch eines Fahrzeugs auf der Brücke wird anhand der Gleichungen 7 bis 9 berechnet, indem jene Schienentransferfunktion gewählt wird, die dem auf der Brücke vorhandenen Oberbau entspricht. Bei der Korrektur werden Schallschutzwände an den Rändern der Brücke im Rahmen der strategischen Lärmkartierung grundsätzlich nicht berücksichtigt.

In Tabelle G-7 (s. Tab. 11 in Anhang 1) sind Brückentransferfunktionen für Brückentypen und in Tabelle G-3 (s. Tab. 7 in Anhang 1) für Schienentransferfunktionen für direkte Befestigung entsprechend den Untersuchungen im zugrundeliegenden Forschungsbericht (s. Kok, A. und van Beek, A.) enthalten. Die dazu vorgeschlagenen Eingangswerte beziehen sich auf Stahlbrücken mit offener Fahrbahn. Für die strategische Lärmkartierung österreichischer Stahlbrücken mit offener Fahrbahn dürfen die Daten mit der Bezeichnung „+ 10 dB(A)“ verwendet werden. Für die strategische Lärmkartierung sind für alle anderen Brücken (Schotteroberbau oder feste Fahrbahn) keine zusätzlichen Geräusche zu berücksichtigen.

In Detailprojekten sollen darüber hinaus mit messtechnischer Erhebung oder nachvollziehbarer Ableitung detailliertere Werte verwendet werden. Die Anwendbarkeit des Emissionsmodells ist bei bestehenden Brücken idR vor Ort zu überprüfen.

5 Fahrzeugklassen

Für die folgenden Fahrzeugklassen ist eine direkte Anwendung von Eingangsparametern möglich. Die Zuordnungen basieren auf folgenden Dokumenten:

- Develop and Implement Harmonised Noise Assessment Methods, 2014
- Kirisits, C. und Lechner, C., 2015
- Kirisits, C., Maly T. und Lechner, C., DAGA 2021
- Kirisits, C. und Maly, T., 2021

Die Nummern beziehen sich auf die jeweilige Spaltenbezeichnung der Tabellen G (s. Tab. 5 bis 11 in Anhang 1) für den entsprechenden Parameter.

Tabelle 1: Fahrzeugklassen

Spalte	Fahrzeug	Fahrzeug- transfer- funktion $L_{H,VEH,i}$ (s. Tab. G-3)	Kontakt- filter $A_{3,i}$ (s. Tab. G-2)	Radrauheit $L_{r,VEH,i}$ (s. Tab. G-1)	Antriebsge- räusche (s. Tab. G-5)
1	Reisezugwagen, klotz- oder kombiniert gebremst mit Grauguss-Bremsklotzsohlen ¹⁾	—	—	—	—
2	Reisezugwagen, scheiben- oder kombiniert gebremst mit K- oder L-Bremsklotzsohle	3	6	n	—
3	Elektrische Triebwagen BR 4020 (Nahverkehr) ²⁾	3	6	c	Elektrische Triebwagen
4	Steuerwagen (6020) und Zwischenwagen (7020) der BR 4020 (Nahverkehr) ²⁾	3	6	n	—
5	Elektrische Triebzüge BR 4023/4024/4124 (Nahverkehr)	4	6	n	Elektrische Triebwagen
6	Triebwagen mit VKM BR 5047/5147 (Nahverkehr)	4	6	n	Dieseltriebwagen
7	Güterwagen mit Grauguss-Bremsklotzsohlen	3	6	c	—
8	Güterwagen mit K-Sohle/LL-Sohle	3	6	k	—
9	Niederflurwagen (ROLA)	5	4	n	—
10	Elektrische Lokomotiven BR 1044/1144	6	7	c	Elektrische Lokomotive
11	Elektrische Lokomotiven BR 1016/1116/1216	6	7	n	Elektrische Lokomotive
12	Lokomotiven mit VKM BR 2016	6	6	n	Dieseltriebwagen ³⁾

¹⁾ Nachdem Reisezugwagen mit Grauguss-Bremsklotzsohlen auf Sondersituationen im österreichischen Schienennetz beschränkt sind, sind keine allgemeingültigen Eingangsparameter erhebbar

²⁾ Das Bremssystem der Baureihe 4020 wurden seit den Messdaten für die ursprüngliche ONR 305011 verändert, sodass sich maßgebliche schalltechnische Emissionsreduktionen ergeben.

³⁾ Die Antriebsgeräusche der Diesellokomotiven mit ca. 800 kW und ca. 2.200 kW gemäß Tabelle G-5 überschätzen die Emissionen der Baureihe 2016. Daher wird für das Antriebsgeräusch die Klasse Dieseltriebwagen gewählt.

Die Fahrzeuge sind aufgrund ihrer technischen Daten in eine der vorhandenen allgemeinen Kategorien gemäß Tabelle 1 einzustufen. Bei abweichenden Fahrzeugeigenschaften (Bremsystem, Raddurchmesser, Antrieb usw.) können diese durch Wahl der in den Tabellen G (s. Tab. 5 bis 11 des Anhangs 1) vordefinierten Berechnungsparametern berücksichtigt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, bei entsprechend schlüssigen Nachweisen individuelle Berechnungsparameter zu definieren.

6 Berechnung der durch den Verschub- und Umschlagbetrieb verursachten Schallemission

Dieses Kapitel ist rechtlich nicht zitiert und Teil der Vollfassung der RVE.

7 Sonstige eisenbahnbezogene Schallquellen

Verschiedene Quellen wie Betriebsbahnhöfe, Be-/Entladebereiche, Bahnhöfe/Haltestellen, Klingeln, Lautsprecher auf Bahnhöfen bzw. an Haltestellen usw. können vorhanden sein und werden für die strategische Lärmkartierung dem Eisenbahnlärm zugeordnet. Diese Quellen sind als Industrie-/Gewerbelärmquellen (feste Schallquellen) zu behandeln und erforderlichenfalls gemäß Kapitel 2.4 der Richtlinie (EU) 2015/996 bzw. ÖAL-Richtlinie Nr. 28 zu berechnen.

I.A. werden Schallquellen, die nicht vom Fahrbetrieb der Züge herrühren (z.B. Lautsprecherdurchsagen, Türschließ-Warkeinrichtungen, Bremsluftgeräusche im Bahnsteigbereich) durch die Berechnung mit einer konstanten Geschwindigkeit kompensiert.

8 Angeführte Gesetze, Richtlinien, Normen und Publikationen

Dieses Kapitel ist rechtlich nicht zitiert und Teil der Vollfassung der RVE.

9 ANHANG

9.1 Anhang 1: Datenbank für Eisenbahnquellen

Die nachstehenden Tabellen enthalten Daten für den größten Teil der bestehenden Eisenbahnlärmquellen, die zur Berechnung von Eisenbahnlärm anhand der in dieser RVE beschriebenen Methode heranzuziehen sind.

Nachdem die Daten aus der Datenbank der Richtlinie (EU) 2015/996 entnommen sind, wurden die Bezeichnungen der Tabellen mit dem Buchstaben G ergänzend (in Klammer) übernommen, um einen europaweiten Vergleich zu ermöglichen.

Tabelle 5 (G-1): Koeffizienten $L_{r,TR,i}$ und $L_{r,VEH,i}$ für Schienen- und Radrauheit

Wellenlänge [mm]	$L_{r,VEH,i}$		
	Bremsentyp		
	Klotzbremse mit Bremsklotzsohlen aus Grauguss	Verbundstoffbremse	Scheibenbremse
Spalte	c	k	n
1.000	2,2	-4,0	-5,9
800	2,2	-4,0	-5,9
630	2,2	-4,0	-5,9
500	2,2	-4,0	-5,9
400	2,2	-4,0	-5,9
315	2,2	-4,0	-5,9
250	2,2	-4,0	2,3
200	2,2	-4,0	2,8
160	2,4	-4,0	2,6
125	0,6	-4,0	1,2
100	2,6	-4,0	2,1
80	5,8	-4,3	0,9
63	8,8	-4,6	-0,3
50	11,1	-4,9	-1,6
40	11,0	-5,2	-2,9
31,5	9,8	-6,3	-4,9
25	7,5	-6,8	-7,0
20	5,1	-7,2	-8,6
16	3,0	-7,3	-9,3
12,5	1,3	-7,3	-9,5
10	0,2	-7,1	-10,1
8	-0,7	-6,9	-10,3
6,3	-1,2	-6,7	-10,3
5	-1,0	-6,0	-10,8
4	0,3	-3,7	-10,9
3,15	0,2	-2,4	-9,5
2,5	1,3	-2,6	-9,5
2	3,1	-2,5	-9,5
1,6	3,1	-2,5	-9,5
1,25	3,1	-2,5	-9,5
1	3,1	-2,5	-9,5
0,8	3,1	-2,5	-9,5

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

$L_{r,TR,i}$		
Wellenlänge [mm]	Schienenrauheit	
	„EN ISO 3095:2013“ (Guter Wartungszustand, sehr glatt)	Durchschnittliches Netz (Normaler Wartungszustand, glatt)
Spalte	E	M
2.000	17,1	35,0
1.600	17,1	31,0
1.250	17,1	28,0
1.000	17,1	25,0
800	17,1	23,0
630	17,1	20,0
500	17,1	17,0
400	17,1	13,5
315	15,0	10,5
250	13,0	9,0
200	11,0	6,5
160	9,0	5,5
125	7,0	5,0
100	4,9	3,5
80	2,9	2,0
63	0,9	0,1
50	-1,1	-0,2
40	-3,2	-0,3
31,5	-5,0	-0,8
25	-5,6	-3,0
20	-6,2	-5,0
16	-6,8	-7,0
12,5	-7,4	-8,0
10	-8,0	-9,0
8	-8,6	-10,0
6,3	-9,2	-12,0
5	-9,8	-13,0
4	-10,4	-14,0
3,15	-11,0	-15,0
2,5	-11,6	-16,0
2	-12,2	-17,0
1,6	-12,8	-18,0
1,25	-13,4	-19,0
1	-14,0	-19,0
0,8	-14,0	-19,0

* Die Spaltenbezeichnung (EN ISO 3095:2013) entspricht der delegierten Richtlinie (EU) 2021/1226. Hervorzuheben ist dabei, dass das Rauheitsspektrum in der ÖNORM EN ISO 3095:2014 nicht völlig ident mit jenem der europäischen Richtlinie ist.

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

Tabelle 6 (G-2): Koeffizienten $A_{3,i}$ für den Kontaktfilter

Wellenlänge [mm]	$A_{3,i}$				
	Radlast 50 kN – Raddurchmesser 360 mm	Radlast 50 kN – Raddurchmesser 680 mm	Radlast 25 kN – Raddurchmesser 920 mm	Radlast 50 kN – Raddurchmesser 920 mm	Radlast 100 kN – Raddurchmesser 920 mm
Spalte	3	4	5	6	7
2.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.600	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.250	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
800	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
630	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
400	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
315	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
250	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
160	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1
125	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,2
100	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,3
80	-0,1	-0,2	-0,1	-0,3	-0,6
63	-0,2	-0,3	-0,3	-0,6	-1,0
50	-0,3	-0,7	-0,5	-1,1	-1,8
40	-0,6	-1,2	-1,1	-1,3	-3,2
31,5	-1,0	-2,0	-1,8	-3,5	-5,4
25	-1,8	-4,1	-3,3	-5,3	-8,7
20	-3,2	-6,0	-5,3	-8,0	-12,2
16	-5,4	-9,2	-7,9	-12,0	-16,7
12,5	-8,7	-13,8	-12,8	-16,8	-17,7
10	-12,2	-17,2	-16,8	-17,7	-17,8
8	-16,7	-17,7	-17,7	-18,0	-20,7
6,3	-17,7	-18,6	-18,2	-21,5	-22,1
5	-17,8	-21,5	-20,5	-21,8	-22,8
4	-20,7	-22,3	-22,0	-22,8	-24,0
3,15	-22,1	-23,1	-22,8	-24,0	-24,5
2,5	-22,8	-24,4	-24,2	-24,5	-24,7
2	-24,0	-24,5	-24,5	-25,0	-27,0
1,6	-24,5	-25,0	-25,0	-27,3	-27,8
1,25	-24,7	-28,0	-27,4	-28,1	-28,6
1	-27,0	-28,8	-28,2	-28,9	-29,4
0,8	-27,8	-29,6	-29,0	-29,7	-30,2

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

Tabelle 7 (G-3): Koeffizienten $L_{H,TR,i}$, $L_{H,VEH,i}$ und $L_{H,VEH,SUP,i}$ für Transferfunktionen
(Werte ausgedrückt in Schallleistungspegel je Achse)

Frequenz [Hz]	$L_{H,TR,i}$							
	Unterbau / Art der Zwischenlage							
	B/S	B/M	B/H	B/S	B/M	B/H	B/H	D
	Monoblock-Schwelle auf weicher Zwischenlage	Monoblock-Schwelle auf mittlerer Zwischenlage	Monoblock-Schwelle auf harter Zwischenlage	Zweiblock-Schwelle auf weicher Zwischenlage	Zweiblock-Schwelle auf mittlerer Zwischenlage	Zweiblock-Schwelle auf harter Zwischenlage	Holzschwellen	Direkte Befestigung auf Brücken
50	53,3	50,9	50,1	50,9	50,0	49,8	44,0	75,4
63	59,3	57,8	57,2	56,6	56,1	55,9	51,0	77,4
80	67,2	66,5	66,3	64,3	64,1	64,0	59,9	81,4
100	75,9	76,8	77,2	72,3	72,5	72,5	70,8	87,1
125	79,2	80,9	81,6	75,4	75,8	75,9	75,1	88,0
160	81,8	83,3	84,0	78,5	79,1	79,4	76,9	89,7
200	84,2	85,8	86,5	81,8	83,6	84,4	77,2	83,4
250	88,6	90,0	90,7	86,6	88,7	89,7	80,9	87,7
315	91,0	91,6	92,1	89,1	89,6	90,2	85,3	89,8
400	94,5	93,9	94,3	91,9	89,7	90,2	92,5	97,5
500	97,0	95,6	95,8	94,5	90,6	90,8	97,0	99,0
630	99,2	97,4	97,0	97,5	93,8	93,1	98,7	100,8
800	104,0	101,7	100,3	104,0	100,6	97,9	102,8	104,9
1.000	107,1	104,4	102,5	107,9	104,7	101,1	105,4	111,8
1.250	108,3	106,0	104,2	108,9	106,3	103,4	106,5	113,9
1.600	108,5	106,8	105,4	108,8	107,1	105,4	106,4	115,5
2.000	109,7	108,3	107,1	109,8	108,8	107,7	107,5	114,9
2.500	110,0	108,9	107,9	110,2	109,3	108,5	108,1	118,2
3.150	110,0	109,1	108,2	110,1	109,4	108,7	108,4	118,3
4.000	110,0	109,4	108,7	110,1	109,7	109,1	108,7	118,4
5.000	110,3	109,9	109,4	110,3	110,0	109,6	109,1	118,9
6.300	110,0	109,9	109,7	109,9	109,8	109,6	109,1	117,5
8.000	110,1	110,3	110,4	110,0	110,0	109,9	109,5	117,9
10.000	110,6	111,0	111,4	110,4	110,5	110,6	110,2	118,6

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

Frequenz [Hz]	$L_{H,VEH,i}$			
	Rad mit einem Durchmesser von 920 mm, keine Maßnahme	Rad mit einem Durchmesser von 840 mm, keine Maßnahme	Rad mit einem Durchmesser von 680 mm, keine Maßnahme	Rad mit einem Durchmesser von 1.200 mm, keine Maßnahme
Spalte	3	4	5	6
50	75,4	75,4	75,4	75,4
63	77,3	77,3	77,3	77,3
80	81,1	81,1	81,1	81,1
100	84,1	84,1	84,1	84,1
125	83,3	82,8	82,8	82,8
160	84,3	83,3	83,3	83,3
200	86,0	84,1	83,9	84,5
250	90,1	86,9	86,3	90,4
315	89,8	87,9	88,0	90,4
400	89,0	89,9	92,2	89,9
500	88,8	90,9	93,9	90,1
630	90,4	91,5	92,5	91,3
800	92,4	91,5	90,9	91,5
1.000	94,9	93,0	90,4	93,6
1.250	100,4	98,7	93,2	100,5
1.600	104,6	101,6	93,5	104,6
2.000	109,6	107,6	99,6	115,6
2.500	114,9	111,9	104,9	115,9
3.150	115,0	114,5	108,0	116,0
4.000	115,0	114,5	111,0	116,0
5.000	115,5	115,0	111,5	116,5
6.300	115,6	115,1	111,6	116,6
8.000	116,0	115,5	112,0	117,0
10.000	116,7	116,2	112,7	117,7

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

$L_{H,VEH,SUP,i}$	
Frequenz [Hz]	Fahrzeugtyp
	a
	Standardwert
50	0,0
63	0,0
80	0,0
100	0,0
125	0,0
160	0,0
200	0,0
250	0,0
315	0,0
400	0,0
500	0,0
630	0,0
800	0,0
1.000	0,0
1.250	0,0
1.600	0,0
2.000	0,0
2.500	0,0
3.150	0,0
4.000	0,0
5.000	0,0
6.300	0,0
8.000	0,0
10.000	0,0

Tabelle 8 (G-4): Koeffizienten $L_{R,IMPACT,i}$ für Stoßgeräusche

Wellenlänge [Hz]	$L_{R,IMPACT,i}$
	Einzelne(r) Weiche/Stoß/Kreuzung/100 m
2.000	22,0
1.600	22,0
1.250	22,0
1.000	22,0
800	22,0
630	20,0
500	16,0
400	15,0
315	14,0
250	15,0
200	14,0
160	12,0
125	11,0
100	10,0
80	9,0
63	8,0
50	6,0
40	3,0
31,5	2,0
25	-3,0
20	-8,0
16	-13,0
12,5	-17,0
10	-19,0
8	-22,0
6,3	-25,0
5	-26,0
4	-32,0
3,15	-35,0
2,5	-40,0
2	-43,0
1,6	-45,0
1,25	-47,0
1	-49,0
0,8	-50,0

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

Tabelle 9 (G-5): Koeffizienten $L_{W,0,idling}$ für Antriebsgeräusche (Werte sind ausgedrückt in Schallleistungspegel pro Fahrzeug)

Fre- quenz [Hz]	$L_{W,0,idling}$									
	Fahrzeugtyp									
	d		d		d		e		e	
	Diesellokomotive (ca. 800 kW)		Diesellokomotive (ca. 2.200 kW)		Dieseltrieb- wagen		Elektrische Lokomotive		Elektrischer Triebwagen	
	Quelle A	Quelle B	Quelle A	Quelle B	Quelle A	Quelle B	Quelle A	Quelle B	Quelle A	Quelle B
50	98,9	103,2	99,4	103,7	82,6	86,9	87,9	92,2	80,5	84,8
63	94,8	100,0	107,3	112,5	82,5	87,7	90,8	96,0	81,4	86,6
80	92,6	95,5	103,1	106,0	89,3	92,2	91,6	94,5	80,5	83,4
100	94,6	94,0	102,1	101,5	90,3	89,7	94,6	94,0	82,2	81,6
125	92,8	93,3	99,3	99,8	93,5	94,0	94,8	95,3	80,0	80,5
160	92,8	93,6	99,3	100,1	99,5	100,3	96,8	97,6	79,7	80,5
200	93,0	92,9	99,5	99,4	98,7	98,6	104,0	103,9	79,6	79,5
250	94,8	92,7	101,3	99,2	95,5	93,4	100,8	98,7	96,4	94,3
315	94,6	92,4	101,1	98,9	90,3	88,1	99,6	97,4	80,5	78,3
400	95,7	92,8	102,2	99,3	91,4	88,5	101,7	98,8	81,3	78,4
500	95,6	92,8	102,1	99,3	91,3	88,5	98,6	95,8	97,2	94,4
630	98,6	96,8	101,1	99,3	90,3	88,5	95,6	93,8	79,5	77,7
800	95,2	92,7	101,7	99,2	90,9	88,4	95,2	92,7	79,8	77,3
1.000	95,1	93,0	101,6	99,5	91,8	89,7	96,1	94,0	86,7	84,6
1.250	95,1	92,9	99,3	97,1	92,8	90,6	92,1	89,9	81,7	79,5
1.600	94,1	93,1	96,0	95,0	92,8	91,8	89,1	88,1	82,7	81,7
2.000	94,1	93,2	93,7	92,8	90,8	89,9	87,1	86,2	80,7	79,8
2.500	99,4	98,3	101,9	100,8	88,1	87,0	85,4	84,3	78,0	76,9
3.150	92,5	91,5	89,5	88,5	85,2	84,2	83,5	82,5	75,1	74,1
4.000	89,5	88,7	87,1	86,3	83,2	82,4	81,5	80,7	72,1	71,3
5.000	87,0	86,0	90,5	89,5	81,7	80,7	80,0	79,0	69,6	68,6
6.300	84,1	83,4	81,4	80,7	78,8	78,1	78,1	77,4	66,7	66,0
8.000	81,5	80,9	81,2	80,6	76,2	75,6	76,5	75,9	64,1	63,5
10.000	79,2	78,7	79,6	79,1	73,9	73,4	75,2	74,7	61,8	61,3

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

Tabelle 10 (G-6): Koeffizienten $L_{W,0,1}$, $L_{W,0,2}$, α_1 , α_2 für aerodynamische Geräusche
 Werte sind ausgedrückt in Schallleistungspegel pro Fahrzeug (für ein 20 m langes Fahrzeug)

Frequenz [Hz]	Aerodynamische Geräusche bei 300 km/h	
	α_1	α_2
	50	50
	$L_{W,0,1}$	$L_{W,0,2}$
50	112,6	36,7
63	113,2	38,5
80	115,7	39,0
100	117,4	37,5
125	115,3	36,8
160	115,0	37,1
200	114,9	36,4
250	116,4	36,2
315	115,9	35,9
400	116,3	36,3
500	116,2	36,3
630	115,2	36,3
800	115,8	36,2
1.000	115,7	36,5
1.250	115,7	36,4
1.600	114,7	105,2
2.000	114,7	110,3
2.500	115,0	110,4
3.150	114,5	105,6
4.000	113,1	37,2
5.000	112,1	37,5
6.300	110,6	37,9
8.000	109,6	38,4
10.000	108,8	39,2

Tabelle 11 (G-7): Koeffizienten C_{bridge} für bauliche Abstrahlung

Frequenz [Hz]	$L_{H, \text{bridge}, i}$	
	+10 dB(A) Klasse *)	+15 dB(A) Klasse *)
50	85,2	90,1
63	87,1	92,1
80	91,0	96,0
100	94,0	99,5
125	94,4	99,9
160	96,0	101,5
200	92,5	99,6
250	96,7	103,8
315	97,4	104,5
400	99,4	106,5
500	100,7	107,8
630	102,5	109,6
800	107,1	116,1
1.000	109,8	118,8
1.250	112,0	120,9
1.600	107,2	109,5
2.000	106,8	109,1
2.500	107,3	109,6
3.150	99,3	102,0
4.000	91,4	94,1
5.000	86,9	89,6
6.300	79,7	83,6
8.000	75,1	79,0
10.000	70,8	74,7

*) Die Bezeichnung für die jeweilige schalltechnische Klasse von offenen Stahlbrücken wurde aus der delegierten europäischen Richtlinie (EU) 2021/1226 übernommen.

9.2 Anhang 2: Zusätzliche mögliche Terminologie zur Beschreibung von Fahrzeugen, Gleisen und Oberbau gemäß Anhang II der Richtlinie 2002/49/EG

Die Tabelle 12 gibt die Terminologie zur Beschreibung der Fahrzeugtypen in der Quelldatenbank vor. Sie beinhaltet die relevanten Deskriptoren für die vollständige Klassifizierung der Fahrzeuge. Diese Deskriptoren entsprechen den Eigenschaften des Fahrzeugs, die die akustische gerichtete Schallleistung je Meter Länge der modellierten äquivalenten Quellenlinie beeinflussen.

Tabelle 12: Klassifizierung und Deskriptoren für Schienenfahrzeuge

Stelle	1	2	3	4
Deskriptor	Fahrzeugtyp	Anzahl der Achse je Fahrzeug	Bremsentyp	Maßnahmen in Bezug auf die Räder
Erläuterung des Deskriptors	Buchstabe, der den Typ beschreibt	Tatsächliche Anzahl der Achsen	Buchstabe, der den Bremsentyp beschreibt	Buchstabe, der die Art der Maßnahme zur Lärmmin- derung beschreibt
Mögliche Deskriptoren	h Hochgeschwindig- keitsfahrzeug (> 200 km/h)	1	c Grauguss- Bremsklotzsohle	N keine Maßnahme
	m Personentrieb- wagen	2	k Klotzbremse mit Bremsklotzsohlen aus Verbundstoff oder Sintermetall	D Radabsorber
	p Reisezugwagen	3	n nicht klotzge- bremsst, wie etwa Scheiben- oder Trommelbremsen	S Schall-Schürzen
	C Städtische Schienenbahnen, Wagen mit und ohne eigenen Antrieb	4		O Andere
	d Diesellokomotive	usw.		
	e Elektrolokomotive			
	a Alle arttypischen Güterwagen			
	o Sonstige (d.h. Wartungs- fahrzeuge usw.)			

BERECHNUNG VON SCHIENENVERKEHRSLÄRMEMISSIONEN

RVE 04.01.02

Einteilung der Gleistypen und des Schienenoberbaus:

Die bestehenden Strecken unterscheiden sich, weil verschiedene Parameter zu ihren akustischen Eigenschaften beitragen und diese charakterisieren. Eine Übersicht über die bei diesem Verfahren verwendeten Oberbauarten ist in Tabelle 13 dargestellt. Einige Parameter haben einen großen Einfluss auf die akustischen Eigenschaften, andere hingegen kaum.

Die Lärmemission von Eisenbahnen wird i.A. von folgenden Faktoren beeinflusst:

Schienenrauheit, Steifigkeit der Zwischenlagen, Oberbau, Schienenstöße und Bogenhalbmesser der Strecke.

Alternativ können die allgemeinen Gleiseigenschaften definiert werden, wobei in diesem Fall die Schienenrauheit und die Gleisabklingrate (Track Decay Rate) gemäß ÖNORM EN ISO 3095:2014 die beiden akustisch wesentlichen Parameter sind; hinzu kommt der Bogenradius des Gleisabschnittes.

Ein Gleisabschnitt wird als Teil eines einzelnen Gleises auf einer Eisenbahnstrecke, einem Bahnhof oder einem Betriebsbahnhof definiert, auf dem sich die physikalischen Eigenschaften und Grundbestandteile der Strecke nicht ändern.

Zur Beschreibung der Streckenarten in der Quelldatenbank ist die Terminologie gemäß Tabelle 13 zu verwenden.

Tabelle 13: Beschreibung der Streckenarten

Stelle	1	2	3	4	5	6
Deskriptor	Oberbau	Schienenrauheit	Art der Unterlagsplatten	Zusatzmaßnahmen	Schienenstöße	Bogen
Erläuterung des Deskriptors	Art des Oberbaus	Indikator für Rauheit	Gibt einen Hinweis auf die „akustische“ Steifigkeit	Buchstabe zur Beschreibung Schallschutzmaßnahme	Vorhandensein von Stößen und Zwischenräumen	Angabe zum Radius eines Bogens [m]
Zulässige Codes	B Schwellengleis im Schotterbett	E Gut instandgehalten und sehr eben	S Weich (150 bis 250 MN/m)	N Keine	N Keine	N Gerade Strecke
	S Feste Fahrbahn	M Normal instandgehalten	M Mittel (250 bis 800 MN/m)	D Schienenstegdämpfer	S Einzelner Stoß oder Weiche	L Niedrig (1.000 bis 500 m)
	L Brücke mit Schotterbett	N Nicht gut instandgehalten	H Hart (800 bis 1.000 MN/m)	B Niedrige Schutzwand	D Zwei Stöße oder Weichen je 100 m	M Mittel (<500 m und >300 m)
	N Schotterlose Brücke	B Nicht instandgehalten und schlechter Zustand		A Absorberplatte auf fester Fahrbahn	M Mehr als zwei Stöße oder Weichen je 100 m	H Hoch (weniger als 300 m)
	T Straßenbündiger Bahnkörper			E Eingelassenes Gleis		
	O Andere			O Andere		

Zusätzliche Erläuterung zu Kreuzungen, Kreuzungsweichen und Weichen:

Weichen bestehen aus den beweglichen Weichenzungen, den Zwischenschienen, dem Herzstück sowie den Flügelschienen und den Radlenkerschienen; Kreuzungen und Kreuzungsweichen besitzen ebenfalls Herzstücke. Das Herzstück ist die Schnittstelle der beiden mittleren Zwischenschienen, wobei der ungehinderte Lauf der Eisenbahnräder (mit Spurkranz) sicherzustellen ist. Aus spurführungstechnischen Gesichtspunkten erfolgt die Unterscheidung von Herzstücken mit Fahrkantenunterbrechung und Herzstücken ohne Fahrkantenunterbrechung (z.B. Herzstück mit beweglicher Spitze).

Bei Herzstücken mit Fahrkantenunterbrechung kommt es zu einem Stoßgeräusch, während bei Herzstücken ohne Fahrkantenunterbrechung aufgrund der durchgehenden Fahrkante keine Stoßgeräusche auftreten.

IdR werden Herzstücke mit Fahrkantenunterbrechung eingebaut.

Weichen mit Herzstücken ohne Fahrkantenunterbrechung sind bei den ÖBB für $v > 160$ km/h zwingend vorgeschrieben sowie bei Kreuzungen und Kreuzungsweichen für $v > 100$ km/h (s. ÖBB-Infra RW 07.02.01).

9.3 Anhang 3: Unterlagen und Angaben für die Erfassung des Verschub- und Umschlagbetriebes

Dieses Kapitel ist rechtlich nicht zitiert und Teil der Vollfassung der RVE.