

## Beurteilung und Begrenzung des Lärms von abgestellten Zügen

Die Empa Abteilung Akustik/Lärminderung hat im Auftrag des BAFU, Abteilung Lärm und NIS einen Leitfaden zur Beurteilung und Begrenzung des Lärms von abgestellten Zügen erstellt (Bericht-Nr. 460'395-2). Ergänzend dazu wurden ein Berechnungswerkzeug auf Excel-Basis entwickelt sowie vorhandene Emissionsdaten aufbereitet und in einer Datenbank abgelegt. Die Durchführung der Emissionsmessungen sowie der Aufbau der Emissionsdatenbank erfolgte mit Unterstützung und Finanzierung der SBB (Bericht-Nr. 460'395-3). Dieses Dokument enthält eine Zusammenfassung des Leitfadens sowie eine Kurzanleitung zur Nutzung des Berechnungswerkzeuges.

### Zusammenfassung

Als Schallquellen bei stehenden Zügen treten primär Hilfsaggregate wie Klimaanlage, Kühlsysteme von Restaurants sowie luft- bzw. flüssigkeitsbasierte Kühlsysteme der Energieversorgungs- und Traktionssysteme und Druckluftkompressoren in Erscheinung. Diese führen zu intermittierenden Dauergeräuschen und seltener zu impulsartigen Einzelereignissen. Relevante Schallquellen finden sich primär, aber nicht ausschliesslich, an Triebzügen und Lokomotiven. Die Erfassung dieser Quellen erfolgt im Hinblick auf ein Beurteilungswerkzeug sinnvollerweise als einzelne Punktquellen und nicht als integrale Beschreibung ganzer Züge. Die Schallemissionen der Züge hängen stark vom Betriebszustand ab, wobei zwei Zustände unterschieden werden: Stillstand/Parkieren und Schlummern.

Die Beurteilung des Lärms abgestellter Züge erfolgt nach Anhang 6 der Schweizerischen Lärmschutzverordnung. In der nachfolgenden Tabelle 1 sind Empfehlungen für die Vergabe der Pegelkorrekturen aufgeführt. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass Pegelkorrekturen aufgrund des Höreindrucks am Immissionsort festgelegt werden müssen und entsprechend, z.B. aufgrund von Maskierungseffekten und Überlagerungen, von den Angaben gemäss Tabelle 1 abweichen können.

Schallquelle	K1 Tag / Nacht	K2 (Tongehalt)	K3 (Impulsgehalt)
Heizungs-/Lüftungs-/Klimaanlagen (HLK-Anlagen) für Führerstände und Fahrgasträume	5 / 10	0	0
Lüfter technischer Kühlsysteme	5 / 10	0	0
Pumpen technischer Kühlsysteme	5 / 5	2	0
Druckluftkompressoren	5 / 5	4	2
Sicherheitskontrollen zur Erstellung der Fahrbereitschaft	5 / 5	0	6

Tabelle 1: Klassierung der Quellenarten und Empfehlung zur Vergabe der Pegelkorrekturen gemäss LSV Anhang 6.

## Kurzanleitung des Excel-Berechnungswerkzeuges

Ausgehend von vorhandenen Abnahmemessungen nach EN ISO 3095 bzw. TSI CR NOISE sowie ergänzenden im Rahmen des Projektes durchgeführten Emissionsmessungen wurde eine Emissionsdatenbank aufgebaut, welche die Lage der Schallquellen am Fahrzeug sowie pro Betriebszustand ein Schallleistungsspektrum enthält. Ebenfalls bereits Teil der Emissionsdatenbank sind die Pegelkorrekturen gemäss Tabelle 1 sowie eine Annahme zur Betriebsdauer der Teilschallquellen während der Parkierzeit.

Das Beurteilungswerkzeug auf Excel-Basis kombiniert die Emissionsdatenbank mit einer vereinfachten Ausbreitungsrechnung gemäss ISO-Norm 9613. Die Beurteilung beschränkt sich auf die nächtliche Situation. Die Definition der Berechnungssituation erfolgt auf einer mit *Main* bezeichneten Hauptseite. Der Benutzer muss dabei folgende Eingaben machen:

- **Meteorologische Bedingungen:** Temperatur (°C) und relative Luftfeuchtigkeit (%)
- **Empfangspunkt:** Lage in Landeskoordinaten (X und Y), absolute Höhe (Z) sowie die Höhe über Terrain (H). Zusätzlich muss die Empfindlichkeitsstufe definiert werden. Dazu steht eine Dropdown-Liste zur Verfügung, welche automatisch das dargestellte Grenzwertschema für die Nacht anpasst.
- **Fahrzeugliste** (bis zu 30 Züge): Pro Zeile wird ein Fahrzeug definiert. Pro Fahrzeug muss der Fahrzeugtyp aus einer Dropdownliste ausgewählt werden, welche alle Elemente der Fahrzeugdatenbank enthält für welche Standlärmquellen abgespeichert sind. Die Lage des Fahrzeuges wird durch einen Start- und Endpunkt bestimmt, der in Form von zwei X/Y/Z-Koordinaten definiert wird.
- **Aufenthaltszeit am Standort:** Pro Fahrzeug muss die Aufenthaltszeit für die Nachtzeit von 19-07 Uhr am definierten Standort eingegeben werden.  
Hinweis: Die Betriebszeiten der einzelnen Aggregate resp. Lärmphasen sind in der Emissionsdatenbank in Prozent der gesamten Aufenthaltszeit angegeben. Dabei wurde von einer durchschnittlichen Aufenthaltszeit von ca. 6 – 8 Stunden ausgegangen. Namentlich die Dauer der Sicherheitskontrollen ist jedoch unabhängig von der Aufenthaltszeit und dauert typischerweise 15 – 30 Minuten. Bei Aufenthaltszeiten, die deutlich von obiger Annahme abweicht, müssen deshalb die prozentualen Angaben zur Dauer der Sicherheitskontrollen in der Datenbanktabelle angepasst werden.
- **Ausbreitungssituation:** Es wird auf eine detaillierte Definition der Ausbreitungsbedingungen, namentlich auf eine Eingabe von Geländeschnitten verzichtet. Der Benutzer muss deshalb für jedes Fahrzeug entscheiden, ob die Sichtverbindung zwischen Fahrzeug und Empfangspunkt unterbrochen ist oder nicht. Dazu steht eine Auswahlliste zur Verfügung mit drei Elementen: Freie Sicht, leichte oder starke Abschirmung, welchen 0, 5 bzw. 10 dB(A) Hinderniswirkung zugeordnet sind.

Unterhalb der Fahrzeugliste ist eine Graphik dargestellt, welche die Lage der Fahrzeuge und des Empfangspunktes darstellt. Die Aktualisierung der Ausgabe erfolgt durch Betätigen des mit *Update* bezeichneten Knopfes. In der mit *Calc* bezeichneten Seite sind Detailinformationen zu sämtlichen Schallquellen aufgeführt. Durch eine farbliche Kodierung sind die dominanten Schallquellen hervorgehoben. Für jede Teilschallquelle wird zusätzlich die Unsicherheit der Teilbeurteilungspegel im Sinne einer Standardabweichung berechnet.

In der Unsicherheitsbetrachtung berücksichtigt werden zum einen Unsicherheiten der Emissionsdaten, als Folge von Messunsicherheiten bei der Erfassung, Unsicherheiten bei der Quellenmodellierung, Variationen der Emissionen zwischen verschiedenen Fahrzeugen sowie Variationen der Betriebszeiten, welche durch äussere Bedingungen, Alter und Wartungszustand der Fahrzeuge usw. beeinflusst werden. Zum anderen wird die Unsicherheit der Ausbreitungsrechnung ausgewiesen. Nicht berücksichtigt werden Unsicherheiten bei der Vergabe der Pegelkorrekturen.