

Beurteilung und Begrenzung des Lärms von abgestellten Zügen

B. Locher¹, J.M. Wunderli¹, M. Hafner², K. Köstli³

¹ Empa, Abteilung Akustik / Lärminderung, CH-8600 Dübendorf, Schweiz
² Schweizerische Bundesbahnen SBB, Anlagen und Technologie, CH-3000 Bern, Schweiz
³ Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Lärm und NIS, CH-3063 Ittigen, Schweiz

Einführung

Mit dem zunehmenden Mobilitätsangebot gibt es immer mehr Züge, was zu einem grösseren Abstellbedarf auf begrenztem Raum führt. Das Rollmaterial besteht neben lokbespannten Zügen zunehmend aus Triebzügen, die auch nachts am Netz bleiben. Da die Bahnhöfe und insbesondere die Abstellgleise vorwiegend in überbauten Gebieten mit Wohncharakter liegen, führt dies seitens der Anwohner vermehrt zu Lärmbeschwerden. Der Lärm von über Nacht abgestellten Zügen ist ein wachsendes Problem.

Quellenbeschreibung

An stehenden Zügen können ganz unterschiedliche Quellen relevante Schallemissionen erzeugen. Es werden 6 Kategorien von Lärmquellen definiert:

- Heizungs-/Lüftungs-/Klimaanlagen für die Führerstände und Fahrgasträume
- Lüfter technischer Kühlsysteme
- Pumpen technischer Kühlsysteme
- Druckluftkompressoren
- Sicherheitskontrollen zur Erstellung der Fahrbereitschaft
- Kühlsysteme von Restaurants

Diese Schallquellen verursachen in der Regel intermittierende Dauergeräusche. In Abb. 1 ist zur Illustration die Messung eines abgestellten Domino Triebwagens dargestellt.

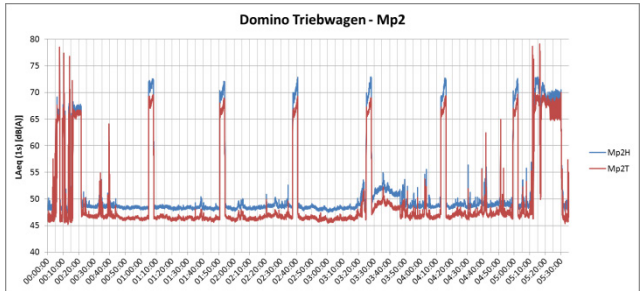


Abbildung 1: Beispiel einer Langzeitmessung (ganze Nacht) eines Dominos (14./15.11.2012 in Chur). Zwischen ca. 00.05 Uhr und 00.25 Uhr fanden mehrere Simulationen der Fahrbereitschaft-Erstellung statt. Der regelmässige Pegelanstieg (alle 45 Min. für ca. 3 Min.) wird durch den eingeschalteten Druckluftkompressor und Motorenlüfter verursacht.

Die Schallemissionen hängen stark vom Betriebszustand ab. In der Nacht sind folgende drei Zustände relevant: **Stillstand/Parken, Schlummern** und **Erstellen der Fahrbereitschaft**. Für den Standlärm ist der Schlummermodus, bei welchem sämtliche Systeme auf einen Minimalbetrieb heruntergefahren werden, massgeblich. Dieser Betriebszustand wird nicht von allen Fahrzeugen unterstützt (v.a. ältere Fahrzeuge).

Quellenmodellierung

Die Quellen werden folgendermassen modelliert:

- Punktquellen mit ungerichteter Abstrahlung
- Mehrere Punktquellen verteilt über Fahrzeug
- Fahrzeug selber wird nicht berücksichtigt
- Quellen werden auf Fahrzeugachse modelliert
- Nicht achsensymmetrische Quellen werden konservativ an jeder vorkommenden Position gerechnet
- Schallleistung wird spektral in Terzen von 16 Hz bis 8 kHz erfasst

Ermittlung Quellendaten

Da die akustische Vermessung von Fahrzeugen aufwändig ist, ist es angebracht wo möglich auf existierende Messungen zurück zu greifen. Derzeit gibt es zwei relevante Regelwerke: die Norm EN ISO 3095 und die TSI CR NOISE. Wegen den klarer definierten Betriebsbedingungen, der Berücksichtigung der Kompressoren und der zusätzlichen Messhöhe auf 3.5 m ist die EN ISO 3095 vorzuziehen. Allerdings sind die darin spezifizierten Betriebsbedingungen für die Zustände Parken und Schlummern nicht repräsentativ und überschätzen die wahren Emissionen beim nächtlichen Abstellen. Resultate der Abnahmemessungen nach EN ISO 3095 oder TSI CR NOISE enthalten keine Angaben zu den Betriebszeiten und können deshalb Messungen im realen Betrieb nicht ganz ersetzen.

Die Messgeometrie der im Rahmen des Projektes durchgeführten Emissionsmessungen wird grösstenteils von der EN ISO 3095 übernommen. Die Messungen werden jeweils über eine ganze Nacht gemacht, damit auch die Betriebszeiten der verschiedenen Aggregate erfasst werden können.

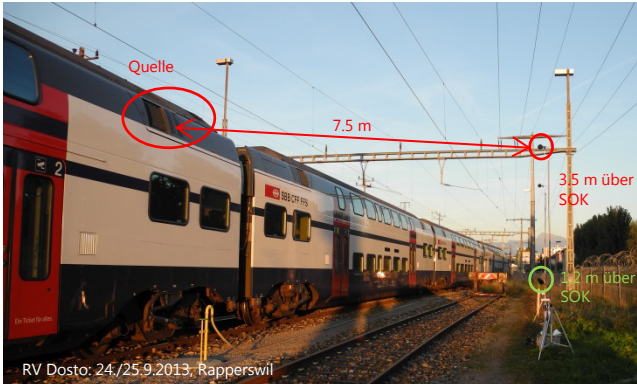


Abbildung 2: Messanordnung am Beispiel der Messung eines RV Dosto am 24./25.9.2013 in Rapperswil

Aus den Messresultaten wird für jede Quelle der Schallleistungspegel berechnet. Da häufig mehrere Quellen nahe beieinander liegen, wurde ein Tool entwickelt, mit welchem die Schallleistungspegel von bis zu fünf Quellen optimiert werden können.

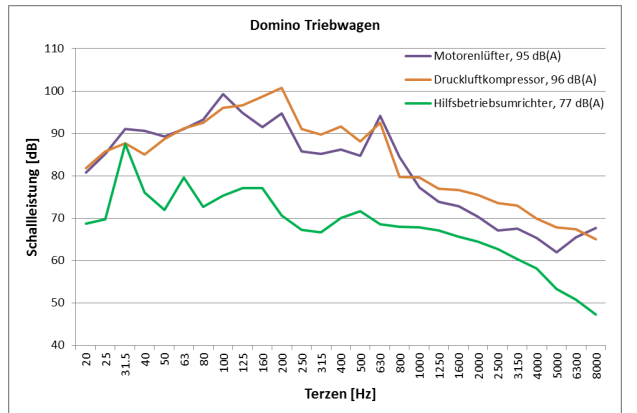


Abbildung 3: Beispiel linearer Schallleistungspegel verschiedener Quellen eines Domino Triebwagens

Beurteilung

Gemäss Bafu soll der Lärm von abgestellten Zügen nach Anhang 6 der Lärmschutzverordnung (LSV) beurteilt werden. Die folgende Tabelle zeigt Empfehlungen für die Pegelkorrekturen:

Schallquelle	K1 Tag / Nacht	K2	K3
HLK-Anlagen	5 / 10	0	0
Kühlsysteme: Lüfter	5 / 10	0	0
Kühlsysteme: Pumpen	5 / 5	2	0
Druckluftkompressoren	5 / 5	4	2
Erstellen Fahrbereitschaft	5 / 5	0	6

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

Resultate

Alle ausgewerteten Emissionsdaten werden in einer Emissionsdatenbank zusammengefasst. Weiter wurde ein Berechnungstool auf Excel-Basis erstellt, mit welchem der Beurteilungspegel Nacht nach der LSV Anhang 6 an einem Empfangspunkt berechnet werden kann. Die Ausbreitungsrechnung erfolgt nach ISO 9613. Für jede Quelle werden detaillierte Resultate separat wiedergegeben. Mit diesem Tool wurden für sämtliche Züge aus der Emissionsdatenbank Beurteilungspegel gerechnet. Daraus wurde eine Einreihung der Züge nach Emissionen vorgenommen und Distanzen bei welchen die Grenzwerte erreicht werden ausgewiesen. Diese können zur Festlegung minimaler Sicherheitsabstände verwendet werden (Tabelle 2 zeigt einige Beispiele). Das Berechnungstool wurde mittels zwei Immissionsmessungen validiert.

Fahrzeugtyp	Distanz in m für Einhaltung PW	Distanz in m für Einhaltung IGW
Re460	77	45
DTZ	73	40
ICN	67	35
Domino	66	35
Re450	26	14
FLIRT	20	9

Tabelle 2: Minimale Distanzen [m] zur Einhaltung des Planungswerts (PW) (50 dB) und Immissionsgrenzwerts (IGW) (55 dB) in einer Empfindlichkeitsstufe III für verschiedene Fahrzeugtypen.

Massnahmen

Mögliche Massnahmen (ohne Wertung bezüglich Potenzial und Umsetzbarkeit):

- Standorte für das Abstellen optimieren
- Schlummermodus für alle Fahrzeugkategorien einführen (Software-Anpassung)
- Beschleunigung des Übergangs vom Park- in den Schlummermodus
- Spezifikationen für Schlummermodus optimieren
- Intensivierung des Unterhalts
- ...

Schlussfolgerungen

Die Herausforderung bei der Messung der Schallquellen von stehenden Zügen liegt darin, trotz der vielen Quellen pro Zug und der grossen Anzahl unterschiedlicher Fahrzeuge, den Messaufwand in Grenzen zu halten und gleichzeitig eine für die Beurteilung akzeptable Genauigkeit zu erreichen. Resultate von Messungen nach EN ISO 3095 und TSI CR NOISE können nicht alle Bedingungen für die Quellenmodellierung erfüllen. Da es aber unverhältnismässig wäre alle Züge neu zu vermessen, werden die Daten nach diesen Normen auch als Grundlage für die Emissionsdatenbank akzeptiert.

Die ermittelten Emissions- und Betriebsdaten sind die Grundlage zur Berechnung der akustischen Situation einer Abstellanlage und essenziell für die Massnahmenplanung. Ein bedeutendes Lärminderungspotenzial ist von den betrieblich-organisatorischen Massnahmen zu erwarten, z.B. durch ein lärmoptimiertes Abstellkonzept. Als erste Grundlage dazu können die berechneten minimalen Abstände zur Einhaltung der Grenzwerte dienen. Diese Distanzen variieren für verschiedene Fahrzeuge stark.