

# Berücksichtigung hochliegender Schallquellen in der Europäischen Immissionsprognose

Mit der Einführung einer europäischen Prognoserechnung durch die Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG steht nun national ein modernes Rechenverfahren für Schienenverkehrslärmimmissionen zur Verfügung. Dieses Modell ist zwar komplexer als das bisherige nationale Rechenmodell, es erlaubt aber mehr schalltechnische Details, wie z. B. hochliegende Schallquellen an Schienenfahrzeugen, zu berücksichtigen.



## 1. Einleitung

Die ON Regel 305011 [1] über die Berechnung der Schallimmissionen von Schienenverkehr wurde zuletzt 2009 überarbeitet. Im Zuge dessen wurde die Ausbreitungsrechnung nach ÖNORM ISO 9613-2 [2] eingeführt, sowie einzelne neue Zugkategorien aufgenommen. Das Modell zur Emissionsprognose blieb weitgehend unverändert: für 12 verschiedene Zugkategorien werden längenbezogene Schalleistungsspiegel einzelner Fahrzeuge in Abhängigkeit vordefinierter Geschwindigkeiten für eine

einzelne Ersatzschallquelle 0,5 m über Boden bereitgestellt. Eine Separierung von Fahrzeug- und Oberbauemissionsanteilen, eine getrennte Beschreibung verschiedener Geräuschkategorien, die Einbeziehung akustischer Oberbauparameter oder/und eine Unterscheidung unterschiedlicher Quellhöhen waren nicht enthalten.

Auf europäischer Ebene wurde auf Basis des Forschungsprojekts „Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSO-EU)“ [3], durchgeführt vom Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission, das Prognosemodell der Umgebungs-



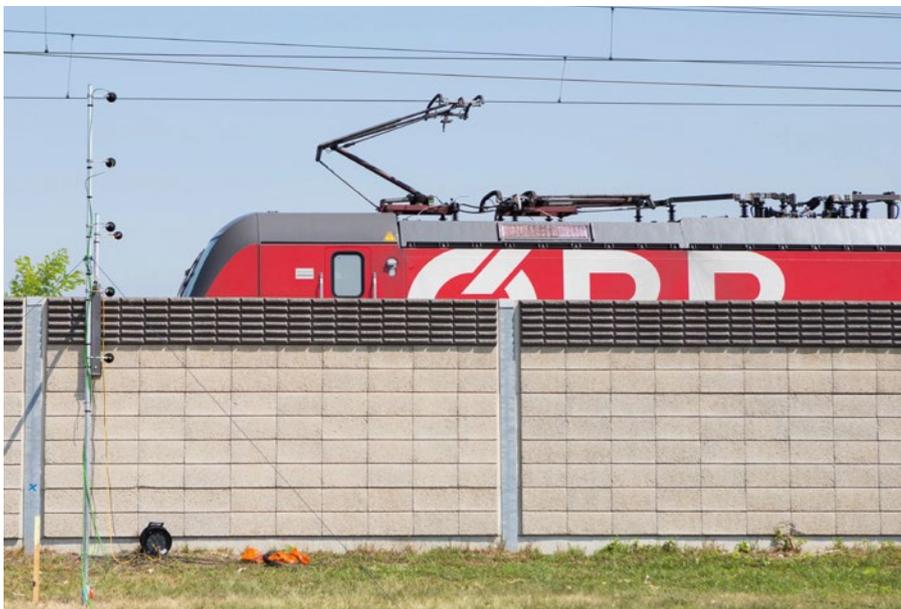
**Dipl.-Ing. Dr.techn. Thomas Maly**

Senior Scientist, Technische Universität Wien – Institut für Verkehrswissenschaften – Forschungsbereich Spurgebundene Verkehrssysteme  
thomas.maly@tuwien.ac.at



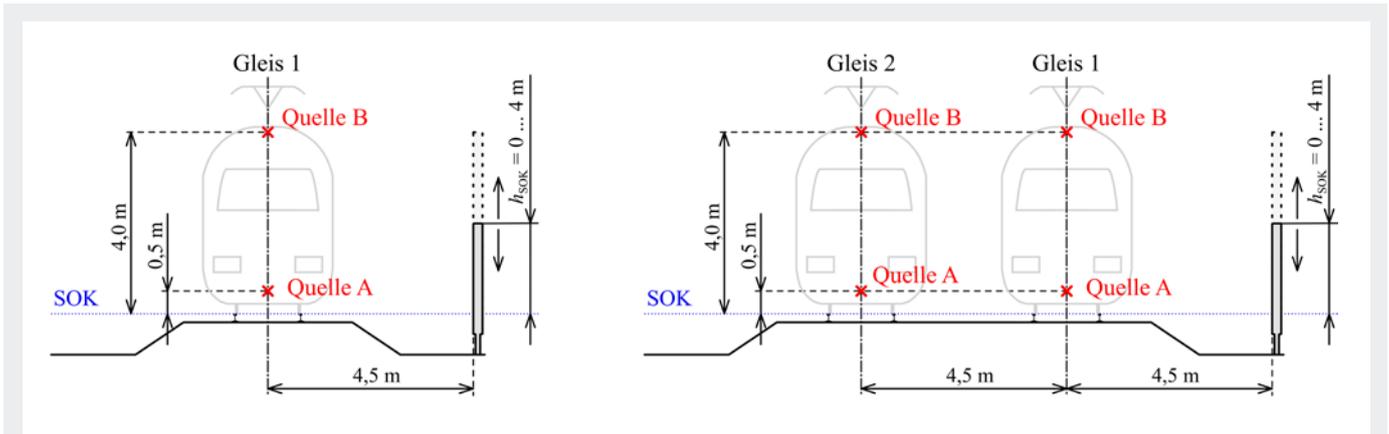
**Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Kirisits**

Selbstständiger Ziviltechniker / Außerordentlicher Universitätsprofessor, Ziviltechnikerbüro Dr. Kirisits, Pinkafeld / Medizinische Universität Wien, 1090 Wien  
christian.kirisits@akustik-kiri.at



1: Beispiel einer 2 m hohen Lärmschutzwand mit direkter Sichtverbindung auf hochliegende Geräuschquellen

lärmrichtlinie 2002/49/EG festgelegt, durch die Europäische Richtlinie 2015/996 [4] veröffentlicht und zuletzt durch die delegierte Richtlinie (EU) 2021/1226 [5] dem wissenschaftlichen und technischen Fortschritt angepasst. In den Jahren 2021 und 2022 wurde das europäische Modell in die aktuell gültigen, nationalen Regelwerke, der RVE 04.01.02 zur Berechnung von Schienenverkehrslärmemissionen [6] und



2: Querschnitte und Quellpositionen einer 1-gleisigen (links) und einer 2-gleisigen (rechts) Strecke, jeweils mit einer Lärmschutzwand variabler Höhe

der ÖAL-Richtlinie Nr. 28 über die Berechnung der Schallausbreitung im Freien [7], übergeführt und sind seither für die alle 5 Jahre verpflichtend zu erstellenden, strategischen Lärmkartierungen zu verwenden.

Gleichzeitig definieren diese neuen Methoden einen Stand der Technik wie er auch für Detaillärmuntersuchungen und rechtlich verbindliche Immissionsprognosen, wie sie beispielsweise für Umweltverträglichkeitsprüfungen erforderlich sind, notwendig ist. Der Wechsel zum europäischen Modell führt zu geänderten und zum Teil auch komplexeren Zusammenhängen, weshalb selbst bei Verwendung von einschlägigen Softwarelösungen zunehmend Expertise gefragt sein wird. Ein Beispiel hierfür ist eine im europäischen Modell zusätzlich vorhandene, hochliegende Ersatzschallquelle, die sowohl Emissionen der Traktion, verursacht durch Lüfter, Auspuffe, o.ä., wie auch aerodynamische Gerä-

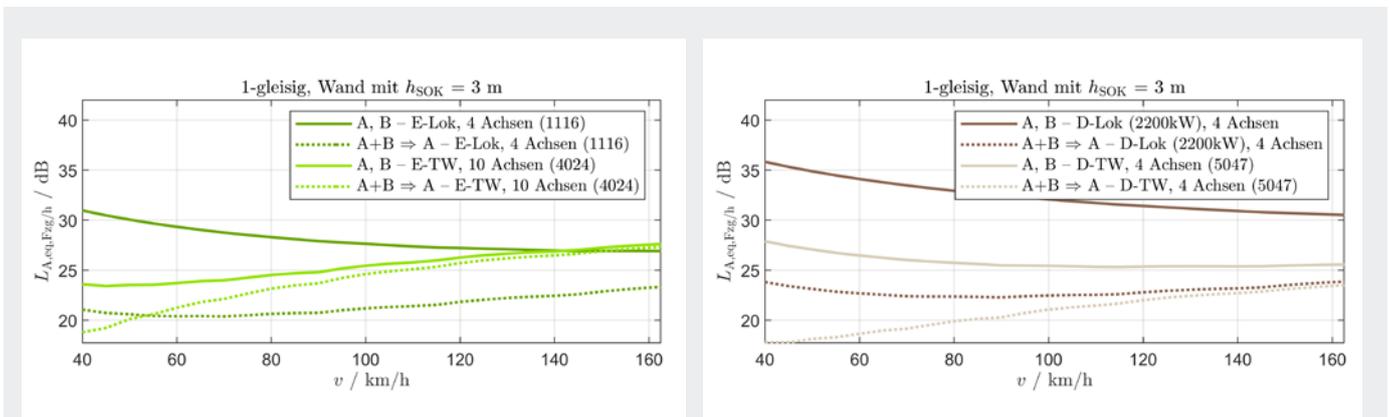
sche bei hohen Geschwindigkeiten über 200 km/h (z. B. des Stromabnehmers) nachbildet. Im Folgenden sollen die Auswirkungen dieser zusätzlichen Quelle an Strecken mit Lärmschutzwänden, bei welchen höhere Effekte als bei freier Schallausbreitung zu erwarten sind, anhand exemplarischer Immissionsberechnungen von fahrenden Zügen diskutiert werden. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass bei Stillstand ausschließlich Traktionsgeräusche vorhanden sind. Hochliegende Quellen können daher im Bereich von Abstellbereichen oder bei längeren Standzeiten in Bahnhöfen ebenfalls relevanten Einfluss auf die Immissionen haben.

### 2. Berechnungsansatz

Das europäische Modell bedient sich zweier Positionen für Linienschallquellen: Quellposition A befindet sich in einer Höhe

von 0,5 m über der Schienenoberkante (SOK) mittig über der Gleisachse und simuliert auf freier, gerader Strecke (ohne Fahrkantenunterbrüchen und ohne Brücken) sowohl das Rollgeräusch, wie auch Traktionsgeräusche und aerodynamische Geräusche im unteren Bereich des Fahrzeugs. Traktionsgeräusche und aerodynamische Geräusche des oberen Fahrzeugbereichs werden hingegen durch die Quellposition B in einer Höhe von 4 m nachgebildet.

Für die verschiedenen Geräuschkategorien sind auch bei gleichen Quellpositionen zum Teil unterschiedliche Richtverhalten vorgesehen: beispielweise ist für Traktionsgeräusche bei B vertikal keine Richtwirkung anzuwenden, während aerodynamische Geräusche bei fallenden Emissionsrichtungen abgeschwächt werden. Zur Ermittlung der Quelleleistungen der verschiedenen Geräuscharten stellt das europäische Modell Standardeingangs-



3: Einzelfahrzeuge auf einer 1-gleisigen Strecke mit einer 3 m hohen Lärmschutzwand – Vergleich der Immissionen in Punkt I in Form des äquivalenten Dauerschallpegels über 1 h bei einem Fahrzeug je Stunde

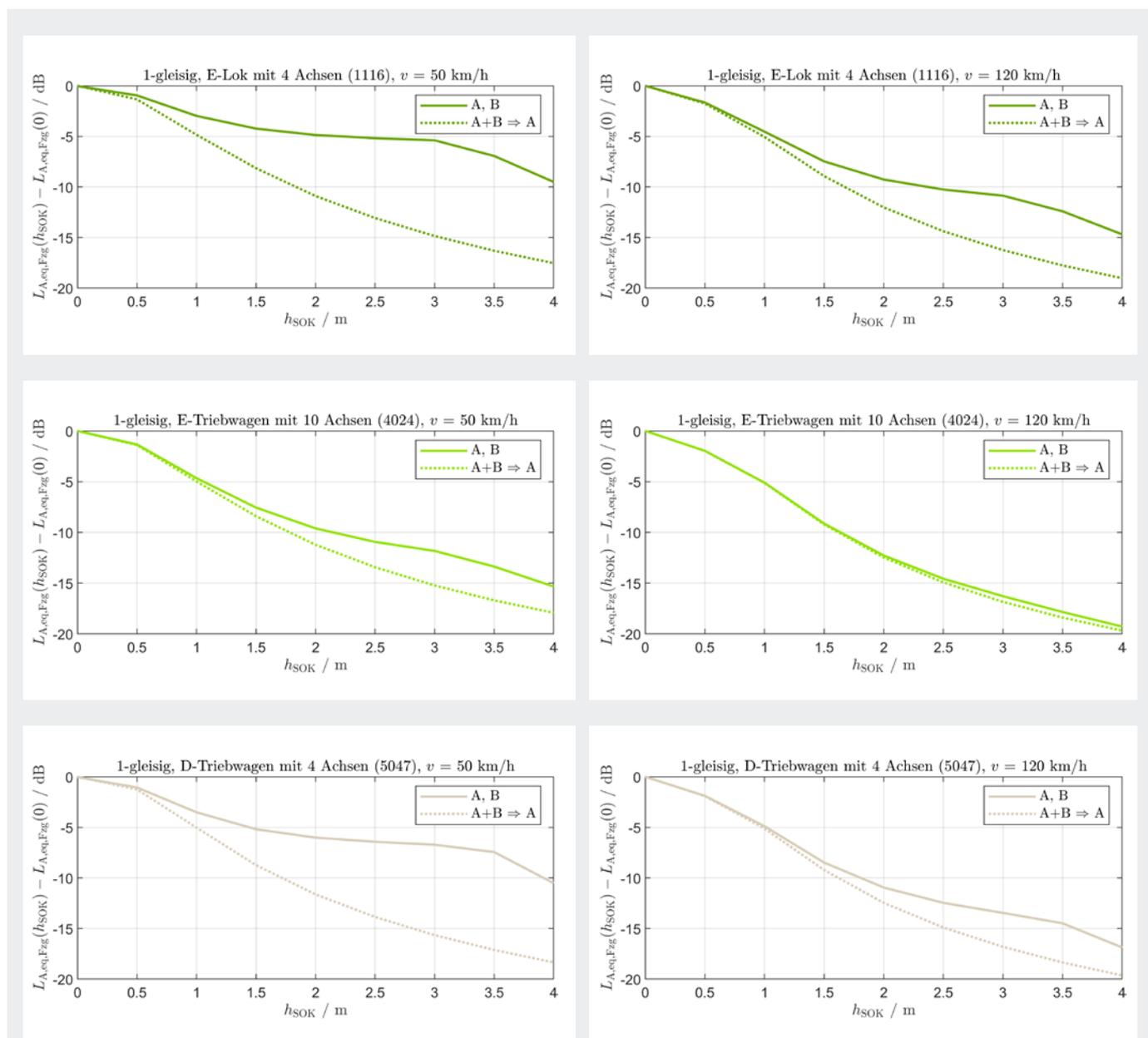
parameter zur Verfügung, welche sich in der aktuellen RVE weitestgehend wiederfinden und im Rahmen detaillierter schalltechnischer Vergleichsberechnungen den einzelnen Fahrzeugkategorien zugeordnet wurden [8].

Im mittleren Geschwindigkeitsbereich bis rund 200 ... 250km/h dominiert üblicherweise das ausschließlich bei Position A nachgebildete Rollgeräusch, sodass bei freier Schallausbreitung hochliegende Quellen keinen signifikanten Einfluss auf die Immissionen haben. Anders ist die Situation jedoch bei Lärmschutzwänden, welche vorwiegend die Ausbreitung von Emissionen tiefliegender Quellen bei übli-

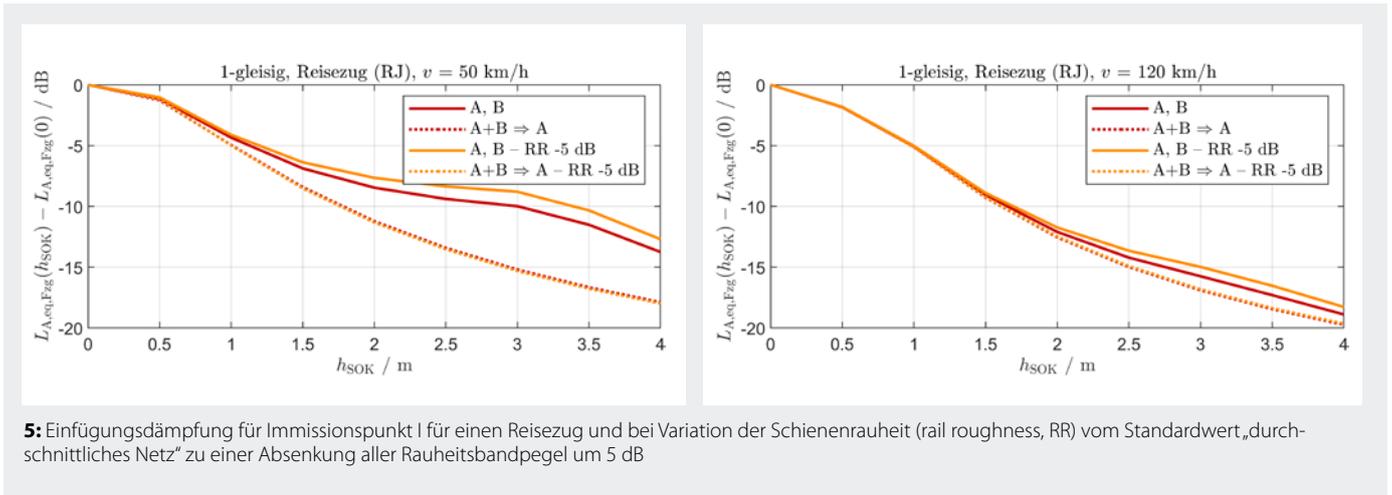
chen Wandhöhen von 2 m bis 4 m über SOK abschirmen (vgl. Bild 1 auf Seite 70).

Zur Veranschaulichung der Effekte wird grundsätzlich ein einfacher Querschnitt für eine 1-gleisige Strecke mit ebenem, absorbierendem Gelände und einem 70 cm hohen Bahndamm gewählt (siehe Bild 2, links auf Seite 71). In einem Abstand von 4,5m befindet sich eine Lärmschutzwand mit absorbierender Oberfläche und variabler Höhe  $h_{SOK}$ . Um den Unterschied zu einem weiter entfernten Gleis illustrieren zu können, wird ergänzend auch Gleis 2 einer 2-gleisigen Strecke mit gleicher Bahndammhöhe betrachtet (Details siehe Bild 2, rechts, Seite 71).

Alle Simulationen erfolgen mit einer in Kooperation zwischen Ziviltechnikerbüro Dr. Kirisits und dem Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien entwickelten MATLAB-Implementierung, welche die Emissionsprognose nach RVE 04.01.02 [6] vollständig umfasst und eine entsprechend ÖNORM ISO 17534-4 [9] geprüfte Ausbreitungsrechnung nach ÖAL 28 [7] für komplexere Geländestrukturen (inklusive mehrerer Objekte und Einfachreflexionen) erlaubt. Die skriptbasierte Implementierung bietet letztlich eine hohe Flexibilität, um auch Berechnungen abseits der Normen durchführen und damit Wirkungszusammenhänge analysieren zu können. Bei-



4: Einfügungsdämpfung für Immissionspunkt I für E-Lok (oben), 10-achsigen E-Triebwagen (Mitte) und 4-achsigen D-Triebwagen (unten)



spielsweise werden zur Effektdarstellung nachfolgend die Immissionen stets normgerecht mit getrennten Emissionspositionen A und B berechnet, wie auch für eine Emission der Gesamtschallleistung von A und B in Quellposition A (auf eine Adaption der Richtcharakteristik wurde für diese Betrachtungen verzichtet, da dies keine nennenswerten Änderungen in den Ergebnissen hervorruft).

Zur besseren Vergleichbarkeit werden die Immissionen nachfolgend stets im gleichen Punkt in 50 m Entfernung zu Gleis 1 und 4 m über Boden betrachtet (Punkt I). Den Berechnungen sind günstige Ausbreitungsbedingungen bei einer Temperatur von 10°C und einer Luftfeuchtigkeit von 70% unterstellt (aufgrund der geringen Distanz liefern homogenen Bedingungen keine maßgeblichen Unterschiede).

### 3. Traktionsgeräusche

Das europäische Modell stellt Traktionsgeräusche in Form von Schalleistungsspektren jeweils für beide Quellpositionen, jedoch unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit oder dem Betriebszustand bereit. Unterschieden wird lediglich grob zwischen fünf Triebfahrzeugkategorien (elektrische Lokomotive, elektrischer Triebwagen, Dieseltriebwagen und zwei Diesellokomotiven mit Leistungen von 800 kW und 2200 kW). Für die österreichischen Prognoserechnung sind vor allem der elektrische Triebwagen (beispielsweise zur Modellierung von Schnellbahnen oder Nahverkehrszügen, wie der Baureihe 4023/4024), die Elektrolokomotive (beispielsweise für die Baureihe 1044 und 1016) und etwas untergeordnet der Diesel-

triebwagen (insbesondere für nicht elektrifizierte Strecken) relevant.

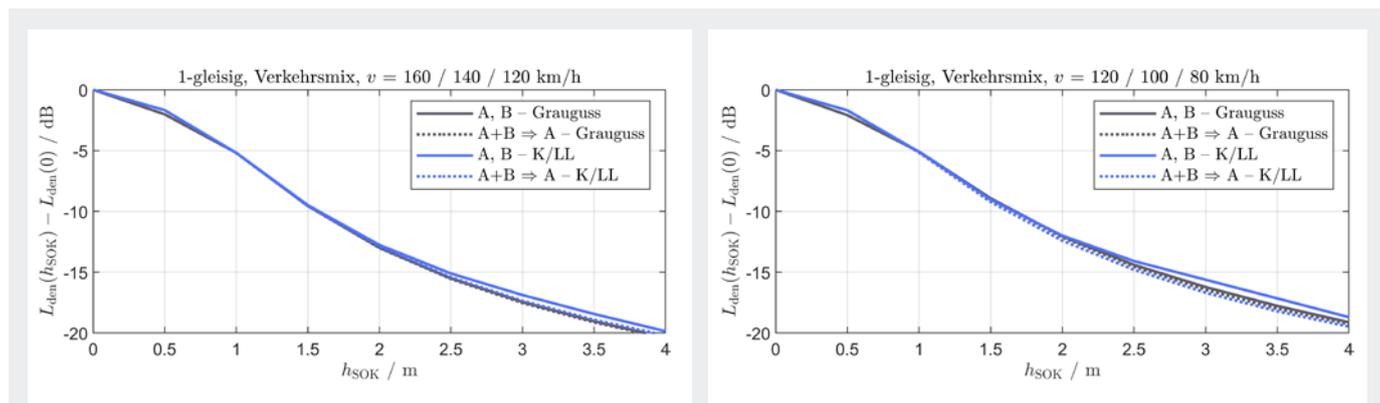
#### 3.1. Einzelfahrzeuge

Zunächst werden die Immissionen eines Fahrzeugs in Form eines A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{A,eq,Fzg/h}$  über 1 h bei einer konstanten Wandhöhe  $h_{SOK} = 3$  m für die in der nationalen Prognoserechnung relevanten Kategorien und zusätzlich auch für die stärkere Diesellokomotive einander gegenübergestellt. In Bild 3 auf Seite 71 ist zu erkennen, dass sich bei den beiden Quellspezifikationen (normgerechte Emission bei Position A und B und Gesamtemission bei Quellposition A) die Immissionen für alle Kategorien mit sinkender Geschwindigkeit zunehmend unterscheiden. Zudem sind mit sinkender Geschwindigkeit zum Teil auch ansteigende Immissionen zu beobachten. Bei Vergleich der Fahrzeugkategorien fällt vor allem der elektrische Triebwagen mit 10 Achsen durch die geringsten Immissionsdifferenzen auf.

Die Ursache für dieses Verhalten ist in der Änderung der bei A und B emittierten Quellanteile zu suchen: so führt der konstante Traktionsschallleistungsanteil dazu, dass bei sinkenden Geschwindigkeiten und damit zunehmenden Verweildauern im Querschnitt die Immissionsanteile (auch ohne Lärmschutzwand) steigen. Üblicherweise wird dies durch das deutlich höhere Rollgeräusch maskiert. Aufgrund der Abschirmung der Emissionen von A tritt der konstante, in B emittierte Traktionsanteil jedoch wieder in den Vordergrund. Beim elektrischen Triebwagen resultiert

aus der höheren Achszahl ein höheres Rollgeräusch, weshalb sich der Anteil der Emissionen der hochliegenden Quelle in den Immissionen verringert und sich folglich die Differenzen zwischen den beiden Quellspezifikationen reduzieren. Umgekehrt sind gerade bei den Lokomotiven durch die höheren Quellschallleistungen in B noch deutliche Differenzen auch bei höheren Geschwindigkeiten vorhanden (z. B. E-Lok mit 3,7 dB bei 160 km/h).

In Bild 4 wird bei Geschwindigkeiten von 50 km/h (linke Grafiken) und 120 km/h (rechte Grafiken) die Wandhöhe  $h_{SOK}$  variiert und die Immissionen jeweils auf die Werte bei einer Wandhöhe von 0 m bezogen. Da diese Wandhöhe in der Ausbreitung keine zu berücksichtigende Beugkante ergibt, entspricht die Differenz der Einfügungsdämpfung. Anhand der Diagramme ist zu erkennen, dass die größten Effekte durchwegs bei Wandhöhen im Bereich von 3 m bis 3,5 m auftreten. Hier können hohe Traktionsgeräusche in Kombination mit geringen Rollgeräuschen (durch niedrige Achszahl oder/und Geschwindigkeit) eine starke Verringerung der Einfügungsdämpfung hervorrufen (in betrachteten Beispielen von bis zu rund 9 dB). Hin zu geringeren Wandhöhen sinkt die Abschirmwirkung für A, während die Immissionen durch B nahezu konstant bleiben. Dies, aber auch die Zunahme des Rollgeräusches durch höhere Geschwindigkeiten, lassen Differenzen der Einfügungsdämpfung bereits markant sinken. Beispielsweise überwiegen beim elektrischen Triebwagen bei 120 km/h die Quellanteile von A bereits so deutlich, dass Immissionen von B kaum eine Verschlechterung der Einfügungsdämpfung bewirken.



6: Änderungen des Lärmindex  $L_{den}$  bei Einfügung einer Lärmschutzwand für den Immissionspunkt I bei exemplarischem Verkehrsmix auf 1-gleisiger Strecke mit und ohne Umrüstung der Güterwagen (links: hohe Geschwindigkeiten, rechts: um 40 km/h verminderte Geschwindigkeiten)

Simulationen für Gleis 2 einer 2-gleisigen Strecke zeigen eine erwartbare Reduktion der Einfügungsdämpfung von einigen Dezibel für Emissionen von A bei mittelhohen und hohen Wänden. Da dadurch auch der Einfluss der Emissionen von B in den Gesamtimmissionen abnimmt, sinkt letztlich auch der Unterschied der Einfügungsdämpfungen.

### 3.2. Lokbespannte Züge

Wird die elektrische Lokomotive durch 7 scheinbengebremsen Reisezugwagen zu einem Reisezug (z.B. Railjet) erweitert, so erhöht sich bei gleichbleibendem Traktionsgeräusch das Rollgeräusch. Dies führt in vorliegendem Rechenbeispiel zu einer deutlichen Senkung der Einfügungsdämpfungsunterschiede auf  $\leq 5$  dB bei 50 km/h,

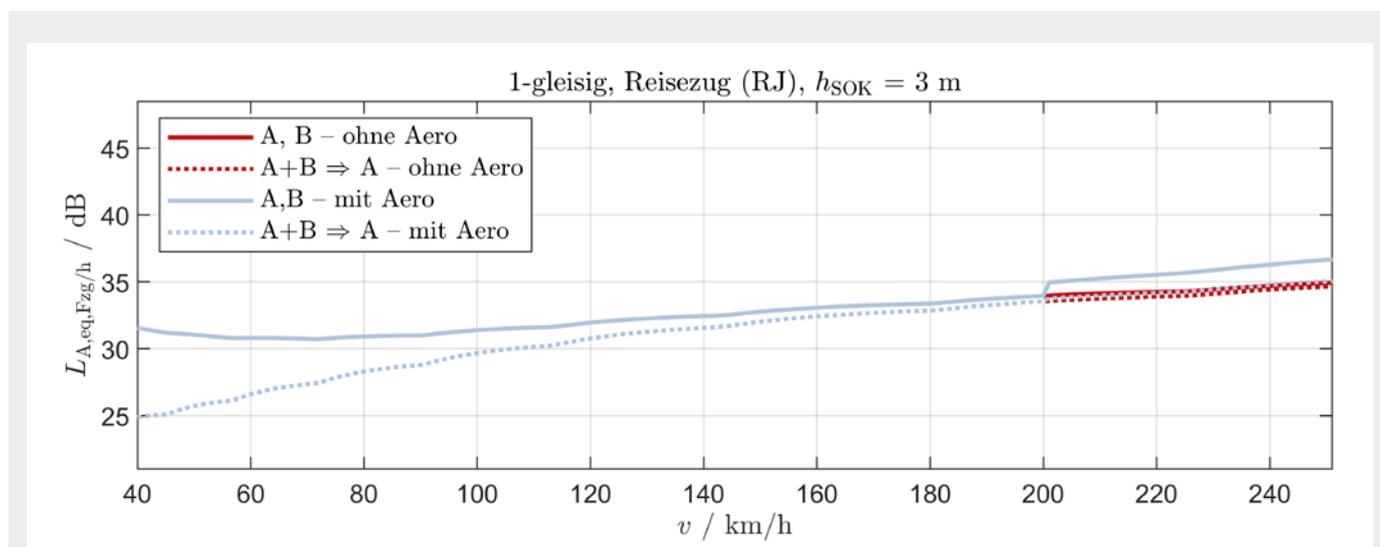
knapp 1 dB bei 120 km/h und 0,6 dB bei 160 km/h (vgl. rote Linien in Bild 5).

Da der Rollgeräuschanteil jedoch von weiteren Modelleingangsparametern abhängig ist, können auch diese die Einfügungsdämpfung mitbeeinflussen: werden beispielsweise glattere Schienen unterstellt, indem die Schienenrauheitspegel des Standardmodelleingangsparameters „Durchschnittliches Netz“ über das gesamte Wellenlängenspektrum um 5 dB verringert werden, so fällt die Einfügungsdämpfung um bis zu weitere 1,2 dB bei 50 km/h, 0,7 dB bei 120 km/h oder 0,5 dB bei 160 km/h geringer aus (vgl. orange Linien in Bild 5). Dies soll verdeutlichen, dass durch Maßnahmen zur Minderung des Rollgeräusches die Immissionen zwar sinken, jedoch nicht in gleichem Maße wie es die Gesamtemissionsschallleistung vermuten lassen würde.

### 3.3. Mischverkehr

Um den Effekt auch hinsichtlich der Lärmindizes, welche letztlich zur Abschätzung gesundheitlicher Auswirkungen herangezogen werden, zu demonstrieren, wird ein einfacher Verkehrsmix auf der 1-gleisigen Strecke angenommen. Konkret wird von einem täglichen Betrieb von 6 Uhr bis 1 Uhr ausgegangen. Während dieser Zeit verkehren

- Railjet-Reisezüge bestehend aus einer elektrischen Lokomotive und 7 scheinbengebremsen Wagen (1 Zug/h mit 160 km/h),
- Regionalzüge der Baureihe 4024 als 10-achsiger Elektrotriebwagen (2 Züge/h mit 140 km/h) und
- Güterzüge, welche sich aus einer elektrischen Lokomotive und 25 Güterwagen zusammensetzen (2 Züge/h mit 120 km/h).



7: Reisezug auf einer 1-gleisigen Strecke mit einer 3 m hohen Lärmschutzwand – Vergleich der Immissionen eines einzelnen Zugs mit und ohne Einbeziehung aerodynamischer Geräusche im Punkt I

Bei den Güterzügen wird zwischen den zwei Szenarien ausschließlich lauter graugussgebremster Güterwagen und bereits vollständig umgerüstete Güterwagen mit leisen K- oder LL-Bremssohlen unterschieden.

Die Ergebnisse sind in Bild 6 abermals in Form einer Einfügungsdämpfung (Differenzen des Lärmindex  $L_{den}$ ) für die obigen Geschwindigkeiten (linke Grafik), sowie mit um 40 km/h verminderten Geschwindigkeiten (rechte Grafik) dargestellt. Die Effekte sind bei den betrachteten Szenarien wegen des hohen Rollgeräuschanteils grundsätzlich gering. Im Detail ist zu erkennen, dass im Fall graugussgebremster Wagen hochliegende Quellen kaum einen Einfluss auf die Einfügungsdämpfung haben (max. 0,2 dB bei geringeren Geschwindigkeiten), während im Szenario mit umgerüsteten Güterwagen der maximale Effekt bei hohen Geschwindigkeiten bereits 0,5 dB beträgt und bei Verminderung der Geschwindigkeiten um 40 km/h auf 1,1 dB bzw. um 60 km/h auf 1,8 dB ansteigt.

#### 4. Aerodynamische Geräusche

In Österreich verhindert vor allem die Topografie Reisegeschwindigkeiten  $\geq 250$  km/h. Im Bereich zwischen 200 und 250 km/h sind laut dem Berechnungsmodell aerodynamische angeregte Geräusche grundsätzlich von Bedeutung, jedoch sind sie von der Fahrzeugkonstruktion abhängig und können bei Nachweis eines untergeordneten Einflusses in diesem Geschwindigkeitsbereich auch entfallen.

Zur Veranschaulichung des Einflusses dieser Geräusche auf die Immissionen wird der bereits in Kap. 3.2. verwendete Reisezug auf einer 1-gleisigen Strecke mit einer 3 m hohen Lärmschutzwand bei Geschwindigkeiten bis 250 km/h betrachtet. Bild 7 verdeutlicht, dass sich knapp unter 200 km/h die Immission durch das in B emittierte Traktionsgeräusch um nur 0,4 dB gegenüber einer reinen Emission in A erhöhen. Durch das Hinzufügen des aerodynamischen Geräusches ab 200 km/h steigen sowohl die Immission, wie auch die Immissionsdifferenz auf etwas über 1 dB an, wobei diese abrupte Erhöhung von dem durch die Lärmschutzwand kaum abgeschirmten Leistungszuwachs in B herrührt. Bis zu 250 km/h steigt die Immissionsdifferenz letztlich auf rund 1,6 dB an.

Der modellbedingte, sprunghafte Anstieg durch die Einbeziehung der aerodynamischen Geräusche ab 200 km/h ist physikalisch nicht zu begründen. Davon

abgesehen verdeutlicht dieses Beispiel, dass gerade bei Strecken mit Geschwindigkeiten über 200 km/h die Aerodynamik rechnerisch zu erkennbaren Immissionssteigerungen von 1 bis 1,5 dB führen kann und eine Bekämpfung durch Lärmschutzwände nur eingeschränkt möglich ist.

#### 5. Zusammenfassung und Einordnung

Das in der Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG enthaltene und national übergeführte Prognosemodell weist gegenüber dem Rechenmodell nach ON-Regel 305011 zahlreiche Weiterentwicklungen auf, die zum Ziel haben, die Immissionsprognose durch eine realistischere Abbildung der Wirklichkeit zu verbessern. Ein Aspekt dieser Weiterentwicklung betrifft die Ersatzschallquellen. So erfolgen Emissionen nicht mehr nur durch eine einzelne, gleisnahe Quellposition, sondern für einige Geräuscharten wird eine zweite, hochliegende Quellposition hinzugefügt. In vorliegendem Beitrag wurde gezeigt, dass durch hochliegende Quellen die Abschirmwirkung von Lärmschutzwänden gegenüber einer rein gleisnahen Emission herabgesetzt wird. Zudem wird bei Verringerung des Rollgeräusches, wie beispielsweise bei Umrüstung von Güterwagen auf leise Bremssohlen, die Bedeutung hochliegender Quellen auf Streckenabschnitten mit Lärmschutzwänden zunehmen, da ihr Einfluss auf die Gesamtmissionen steigt. Gleiches gilt auch für aerodynamische Geräusche auf Hochgeschwindigkeitsstrecken, insbesondere wenn die Gesamtschallmissionen von schnellfahrenden Zügen geprägt sind.

Die vorliegenden Ausführungen beruhen auf Emissionsabschätzungen gemäß RVE 04.01.02 und damit auf Standardwerten für die Modelleingangsparameter, welche letztlich durch die Umgebungslärmrichtlinie bereitgestellt wurden. Es ist daher zukünftig – sowohl im Sinne eines ausreichenden Lärmschutzes, aber auch im Hinblick auf die gebotene Wirtschaftlichkeit beim Einsatz von Lärmschutzmaßnahmen – zu hinterfragen, ob diese Standardwerte für die Eingangsparameter, abgesehen von Durchschnittsbetrachtungen, erweiterte nationale Verhältnisse ausreichend genau beschreiben. •

#### Literatur

- [1] Austrian Standards Institute / Österreichisches Normungsinstitut: „ONR 305011, Berechnung der Schallimmission durch Schienenverkehr - Zugverkehr, Vershub- und Umschlagbetrieb“, 15. Nov. 2009.
- [2] Austrian Standards Institute / Österreichisches Normungsinstitut: „ÖNORM ISO 9613-2, Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Allgemeines Berechnungsverfahren“, 1. Juli 2008, ident mit ISO 9613-2:1996-12.
- [3] Stylianos Kefalopoulos, Marco Paviotti und Fabienne Anfosso-Lédée: „Common Noise Assessment Methods in EU (CNOSSOS-EU)“, Publications Office of the European Union, Luxembourg, EUR 25379 EN, JRC72550, ISBN 978-92-79-25282-2 (print), ISBN 978-92-79-25281-5, 2012, online: [https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC72550/cnossos-eu\\_jrc\\_reference\\_report\\_final\\_on\\_line\\_version\\_10\\_august\\_2012.pdf](https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC72550/cnossos-eu_jrc_reference_report_final_on_line_version_10_august_2012.pdf) (zugegriffen: 22. Jan. 2024).
- [4] Europäische Kommission: Richtlinie (EU) 2015/996 zur Festlegung gemeinsamer Lärmbewertungsmethoden gemäß der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, 19. Mai 2015, Amtsblatt der Europäischen Union L 168 vom 1. Juli 2015.
- [5] Europäische Kommission: Delegierte Richtlinie (EU) 2021/1226 zur Änderung des Anhangs II der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich gemeinsamer Methoden zur Lärmbewertung zwecks Anpassung an den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt, 21. Dez. 2020, Amtsblatt der Europäischen Union L 269 vom 28. Juli 2021.
- [6] Österreichische Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr (FSV): „RVE 04.01.02, Berechnung von Schienenverkehrslärmmissionen“, 1. Feb. 2022.
- [7] Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung: „ÖAL-Richtlinie Nr. 28 - Berechnung der Schallausbreitung im Freien und Zuweisung von Lärmpegeln und Bewohnern zu Gebäuden“, 1. Okt. 2021.
- [8] Christian Kiritsits und Thomas Maly: „Ermittlung von Eingangsparametern anhand des korrigierten Annex II der EU-Umgebungslärmrichtlinie zur Ermittlung von Schalleistungspegeln für Schienenverkehrslärm im österreichischen Schienennetz“, Kurzzusammenfassung, Okt. 2021, online: [https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:35fe7bbd-c9f1-43a2-96a2-315df4aa152c/RVE\\_Parameter\\_kurz.pdf](https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:35fe7bbd-c9f1-43a2-96a2-315df4aa152c/RVE_Parameter_kurz.pdf) (zugegriffen: 15. Juni 2023).
- [9] „ISO/TR 17534-4, Acoustics - Software for the calculation of outdoors, Part 4: Recommendations for a quality assured implementation of the COMMISSION DIRECTIVE (EU) 2015/996 in software according to ISO 17534-1“, Nov. 2020.

#### Summary

##### Use of different source positions in the European noise prediction model

The prediction model contained in the Environmental Noise Directive 2002/49/EC and transposed into national law contains a second source position at 4 m height for traction noise and aerodynamic noise compared to the calculation model according to ONR 305011 for a more realistic representation of the noise situation. In this article, the effects of these emissions on lines with noise barriers were analysed.