

## Systemgestaltung

# Integrierte Bewertung von Lärmschutzmaßnahmen im Schienengüterverkehr



**Michael Mönsters, Michael Meyer zu Hörste, Christian Meirich und Arne Henning**, alle Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig und Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Göttingen

Optimierungen im Schienenverkehr haben die Tendenz, nur im Zusammenspiel von Fahrzeug, Infrastruktur und Betrieb stattzufinden. Dabei ist es oft so, dass ein Optimum für einen Beteiligten nicht auch dem Gesamtoptimum aller Beteiligten entspricht. Um eine integrierte Bewertung unterschiedlicher Faktoren von quantifizierbaren technologischen bis hin zu Stakeholder-Perspektiven zu erreichen, sind eine besondere Methodik und der Einsatz eines angepassten Software-Werkzeugkastens erforderlich. Dies wird im Folgenden am Beispiel von Maßnahmen zum Lärmschutz im Schienengüterverkehr erläutert.

Als Anwendungsbeispiel für eine integrierte Bewertung sollen hier lärmreduzierende Maßnahmen im Schienengüterverkehr betrachtet werden. Generell sollen in diesem Artikel die drei folgenden, bewusst vereinfachten und unterschiedlichen Möglichkeiten einander gegenübergestellt werden:

- 1) Infrastrukturseitige Maßnahme: Schallschutzwände entlang der relevanten Abschnitte der Strecke
- 2) Fahrzeugseitige Maßnahme: Schallschutz-Schürzen vor den Wagendrehgestellen
- 3) Betriebliche Maßnahme: Anpassung der zu fahrenden Geschwindigkeit

Diese drei Maßnahmen sind gezielt so ausgewählt, dass die entstehenden Kosten auf verschiedenen Grundlagen skaliert werden, zu denen die Streckenlänge, die Anzahl der Fahrzeuge und der Betrieb an sich gehören. Zusätzlich treten die Kosten bei unterschiedlichen Stakeholdern, wie dem Infrastrukturbetreiber, dem Fahrzeugeigner oder dem Betreiber in Erscheinung. Im Folgenden wird dieser Zusammenhang noch einmal kurz skizziert.

Der Bau von Schallschutzwänden entlang der betroffenen Strecken erzeugt Kosten, die primär von der Bauweise und der notwendigen Länge der Wände abhängen. Verantwortlich für den Bau und die Instandhaltung ist der Betreiber der Infrastruktur. Für den Eigentümer oder Betreiber der Fahrzeuge treten unmittelbar keine Kosten auf und der Aufwand skaliert im Normalfall nicht mit der Verkehrsdichte.

Modifikationen zum Zwecke der Lärmreduktion an Fahrzeugen betreffen in erster Linie den Eigentümer oder Betreiber der Fahrzeuge. Hierbei ist zu beachten, dass insbesondere im Schienengüterverkehr erst dann eine signifikante Reduzierung des Maximalpegels bei einer Vorbeifahrt eintritt, wenn der größte Teil der Fahrzeuge beziehungsweise der Wagen in den betroffenen Zügen umgerüstet ist. Triebfahrzeuge und Waggons müssen nicht notwendigerweise dem gleichen Eigentümer und Betreiber gehören, so dass auch hier eine abgestimmte Vorgehensweise notwendig ist, um ein Optimum zu erreichen. Das wiederum hat Einfluss auf die Instandhaltungs- und Umlaufplanung.

Die Grundidee für den dritten – eher betrieblichen – Ansatz zur Lärmreduktion ist eine Optimierung abhängig von der aktuellen betrieblichen (Verkehrs-) Lage. Anders als bei generellen Geschwindigkeitsreduzierungen wird nur zugunsten einer Minderung des Lärms in den Betrieb eingegriffen, wenn dies ohne negative Auswirkungen auf Pünktlichkeit, Kapazität und Stabilität möglich ist. Dies entspricht dem Muster, das bereits für Fahrerassistenzsysteme zur energieeffizienten Fahrweise angewendet wird. Für die Anwohner bedeutet das eine Reduktion der Lärmbelastung, soweit dies der Bahnbetrieb zulässt. Anders als bei den beiden eher „konstruktiven“ Ansätzen lässt sich hier keine Minderung um einen festgelegten Betrag ableiten.



Abbildung 1:  
Ausschnitt aus  
dem Untersuchungsraum  
der Machbarkeitsanalyse im  
Bereich Uelzen.

## Betriebliche Optimierung mit IbO:LES

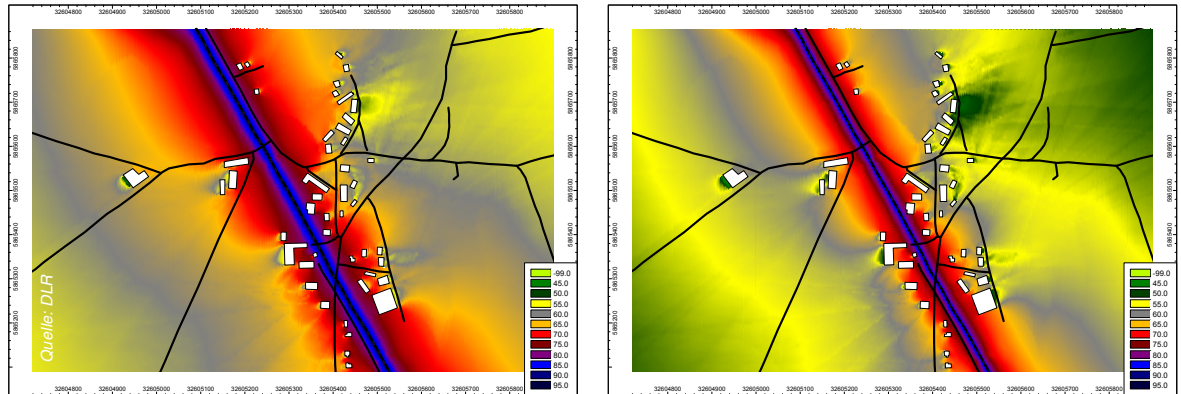
Der grundlegende Ansatz wurde unter dem Titel „Integrierte betriebliche Optimierung von Lärm, Energie und Stabilität – IbO:LES“ im Rahmen des DLR-Projektes Verkehrsentwicklung und Umwelt (VEU) entwickelt.<sup>[1,2]</sup> Dafür wurde beispielhaft die Einfädelung im Bereich vor Uelzen aus Richtung Hannover beziehungsweise Stendal gewählt (Abbildung 1). Hier mündet die Strecke Stendal–Uelzen (Amerikalinie) in die Hauptstrecke Hannover–Hamburg. Der vorausfahrende Zug aus Hannover (im Beispiel: Zug 1 = Fernzug) ist verspätet, was im Normalfall einen Halt für den aus Stendal kommenden Zug (im Beispiel: Zug 2 = Güterzug) bedeuten würde.

Durch den IbO:LES-Ansatz war es nun möglich, diesen Halt für den folgenden Zug zu vermeiden. Die Trasse des Güterzugs fügt sich nun harmonisch hinter dem vorausfahrenden Fernzug ein. Durch den vermiedenen Halt konnte der Energiebedarf im Vergleich zum Normalfall um zirka 15 Prozent reduziert werden. Auch eine Reduktion der Immissionen in den an der Strecke liegenden Orten konnte abgeschätzt werden, beispielsweise um zirka 3 dB(A) in Niendorf II (Abbildung 2). Die Schallausbreitung in der Abbildung 2 rechts mit optimierter Geschwindigkeit verdeutlicht eine erhebliche Reduktion der Maximalpegel gegenüber der linken Darstellung, in der die planmäßige Höchstgeschwindigkeit angesetzt wurde.

Diese drei stark vereinfachten Beispiele zeigen, dass die Bewertung der verschiedenen Maßnahmen für



Abbildung 2:  
Maximalpegel  
bei Standard-  
fahrweise: der  
Güterzug durch-  
fährt Niendorf II  
mit planmäßiger  
Höchstgeschwin-  
digkeit (links)  
und reduzierter  
Geschwindigkeit  
(rechts)



verschiedene Stakeholder unterschiedlich ausfällt. Beispielsweise sind infrastrukturelle Maßnahmen für den Eigentümer der Fahrzeuge sehr angenehm, während eine Abwägung zwischen infrastrukturellen und betrieblichen Maßnahmen vom Infrastrukturbetreiber vorgenommen werden muss. A priori sind diese Maßnahmen also nicht direkt vergleichbar, weil sie unterschiedliche Stakeholder betreffen und Kosten und Nutzen vom jeweiligen Einzelfall abhängen.

## Integrierte Bewertung

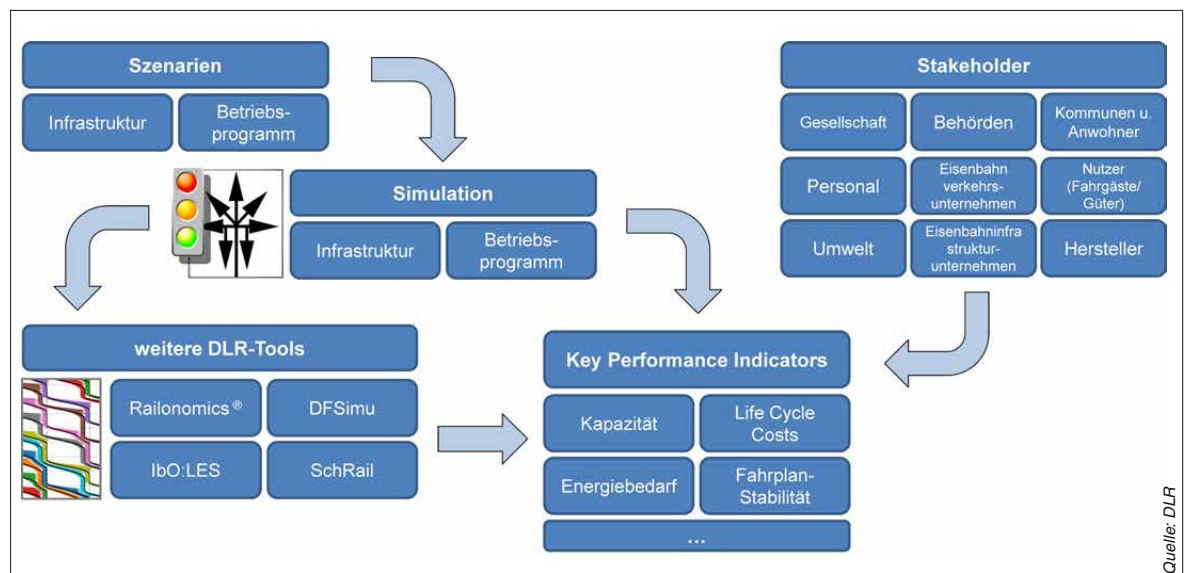
Die am Anfang skizzierten Maßnahmen zeigen, dass ihre vergleichende Gegenüberstellung viele und teilweise nicht unmittelbar vergleichbare Aspekte für die integrierte Bewertung erfordert. Das Institut für Verkehrssystemtechnik des DLR analysiert Technologien und Betriebsszenarien für Eisenbahnverkehrssysteme, um die daraus resultierenden Auswirkungen auf die betroffenen Stakeholder zu ermitteln und zu

bewerten. Mikroskopische Eisenbahnbetriebssimulationen zum Beispiel auf der Basis von SUMO<sup>[4,5]</sup> und verschiedene DLR-Tools zur Simulation und Datenanalyse werden hierzu verwendet (unter anderem Railonomics®, DFSimu).

Neben rein betrieblichen Fragestellungen werden dabei aber auch rechtliche Aspekte und Handlungskonzepte im Störfall behandelt. Gleichzeitig werden Migrationsszenarien zur schrittweisen Einführung neuer Technologien bezüglich ihrer Potenziale und der notwendigen Aufwände untersucht und können so szenarienbasiert miteinander verglichen werden.

Aufbauend auf der technischen Beschreibung des Verkehrssystems werden Methoden zur Bewertung und Darstellung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses, wie beispielsweise Lebenszykluskostenrechnungen, Kapitalwertmethoden oder Methoden zur Nutzwertanalyse angewendet. Dies ermöglicht ebenfalls einen direkten Vergleich der Szenarien sowie eine

Abbildung 3:  
Schematische  
Darstellung der  
Integrierten  
Toolkette



gesamtheitliche Bewertung hinsichtlich der benötigten Technik sowie des Investitionsaufwands und der Betriebs- und Instandhaltungskosten.

Am Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik des DLR wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Verkehrstechnik im Rahmen des Projektes Verkehrsentwicklung und Umwelt (VEU) das Werkzeug „Schienenlärm – SchRail“ entwickelt und eingesetzt, um Effekte von eisenbahnbezogenen Lärmschutzmaßnahmen abzuschätzen. Der Erfolg eines Konzepts wird durch den Vergleich des nicht optimierten mit dem optimierten Simulationslauf nachgewiesen. Damit können der Gesamtenergieverbrauch sowie die Lärmpegel an den lärmsensitiven Orten verglichen werden. Mithilfe der hier skizzierten Werkzeugkette (Abbildung 3) können verschiedene Szenarien im Zuge der Automatisierung dargestellt, bewertet sowie unmittelbar miteinander auf Basis von Key Performance Indicators (KPI) verglichen werden.

## Zusammenfassung

Das Thema Schienenlärm erhält zu Recht mehr Aufmerksamkeit. Neue Wege, die die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene aufrechterhalten und gleichzeitig die Lärmbelastung der Anwohner reduzieren sollen, sind notwendig. Hier wurden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, die in einem gesamtheitlichen Ansatz kombiniert werden können.

Insbesondere wurde das Potenzial einer auf Lärmreduzierung ausgelegten, vorausschauenden Fahrweise dargestellt (IbO:LES). Dabei ließen sich die Ziele eines stabilen Betriebs mit maximaler Streckenkapazität, eines minimierten Energiebedarfs sowie einer Minderung der Lärmbelastung der Anwohner miteinander kombinieren. Welches Potenzial dieser Ansatz auf bestimmte Strecken und Betriebssituationen hat, kann mit Hilfe einer integrierten Bewertung untersucht werden. Diese umfasst eine Anzahl von Software-Werkzeugen mit denen einzelne Aspekte bewertet werden können, sodass eine Gesamtaussage ermöglicht wird. ■

## Quellen

- [1] Meyer zu Hörste, Michael; Schumann, Tilo und Mönsters Michael: Züge sparsam und leise fahren, in: Deine Bahn, 10/2015.
- [2] Christoph Lackhove, Michael Mönsters, Tilo Schumann, Arne Henning: Leise und wettbewerbsfähig – Forschung für die Zukunftsfähigkeit des Schienengüterverkehrs, in: Güterbahnen, 3/2015.
- [3] OpenStreetMap.org, OpenRailwayMap.org, Copyright OpenStreetMap-Mitwirkende, CC-BY-SA 2.0, Abbildung mit eigenen Angaben ergänzt.
- [4] Krajewicz, Daniel; Erdmann, Jakob; Behrisch, Michael; Bieker, Laura: Recent development and applications of SUMO – Simulation of Urban Mobility, in: International Journal On Advances in Systems and Measurements, 2012, Nr. 3&4.
- [5] Wießner, Evamarie; Erdmann, Jakob; Flamm, Leander; Jäger, Bärbel: Auf Straße und Schiene mobil – intermodale Verkehrssimulation mit SUMO, in: Signal + Draht, Ausgabe 11/2018.

Anzeige —



## Lärmschutz den man hört – aber nicht sieht.

- Einbau ohne Fundament, dadurch
  - > kein Planfeststellungsverfahren
  - > keine Umweltverträglichkeitsprüfung nötig
- Ermöglicht schnelles entschärfen von Lärm Hot Spots
- Nur geringer Bauraum notwendig
- Niedrige Bauhöhe
  - > keine Sichtbehinderung für Fahrgäste
- Keine Materialermüdung durch Vibrationen oder Druck- und Sogkräfte
- **STRAILastic\_IP** bereits in der neuen **Schall 03** enthalten

KRAIBURG STRAIL GmbH & Co. KG STRAIL | STRAILastic | STRAILway  
D-84529 Tittmoning // Göllstraße 8 // tel. +49|86 83|701-0 // info@strail.de // www.strail.de

**STRAIL<sup>®</sup>lastic**  
RAIL