



Projekt-Information

Der Schienenverkehr kann nur dann als „umweltfreundlich“ gelten, wenn die Belange des Lärmschutzes beim Transport von Personen und Gütern ausreichend berücksichtigt werden.

Das Projekt **sonRAIL** soll ein dem aktuellen Stand der Technik und des Wissens entsprechendes Eisenbahnlärmberechnungsmodell entwickeln.

In der Schweiz wird der Güterverkehr von der Strasse immer stärker auf die Schiene verlagert. Da der Personenverkehr die Trassen am Tag stark auslastet, wird ein erheblicher Teil des Güterverkehrs in den lärmsensiblen Nachtstunden stattfinden müssen. Selbst dann darf nur ein „erträgliches“ Mass an Lärm entstehen.

Um die kritische Lärmbelastung durch den Schienenverkehr genau bestimmen zu können, benötigen die Bundesbehörden ein Berechnungsmodell, welches dem aktuellen Stand der Technik entspricht: **sonRAIL**.

Im Rahmen des Projektes **sonRail** wird ein Lärmsimulationsmodell für den Eisenbahnverkehr entwickelt, welches eine Ermittlung der Schallimmissionen von fahrenden Eisenbahnzügen im Hinblick auf eine Beurteilung gemäss der Schweizerischen Lärmschutzverordnung (LSV) erlaubt.

sonRAIL wird das zukünftige Referenzmodell in Sachen Eisenbahnlärm in der Schweiz.

Projektlaufzeit:
01.01.2007 - 31.12.2009

PROJEKTSTRUKTUR und PROJEKTPARTNER

* **Auftraggeber:**

» Bundesamt für Umwelt (BAFU)

* **Operative Projektpartner:**

» EMPA
» Technische Universität Berlin
» PROSE AG

* **Beratende Projektpartner:**

» Schweizerisches Institut für Systems Engineering (SISE AG)
» Interdisziplinärer Forschungsverbund Bahntechnik e.V.

PROJEKT-ÜBERSICHT sonRAIL:

AUFGABENSTELLUNG:

Entwicklung eines Lärmsimulations-Tools für den Eisenbahnverkehr, welches eine Ermittlung der Schallimmissionen von fahrenden Eisenbahnzügen im Hinblick auf eine Beurteilung gemäss der Lärmschutzverordnung (LSV) erlaubt.

sonRAIL

Datensammlung
(sekundär-Daten)

Messungen
(repräsentative Daten)

Auswertungen
(primär-Daten)

**Lärmerfassung beim
Eisenbahnbetrieb
auf typischen
Trassen in
der Schweiz**

TOOL-ENTWICKLUNG „sonRAIL“

Emissions- modell

- /// Quelleneigenschaften
- /// Einflussgrössen
- /// Parametrisierung

Immissions- modell

- /// Ausbreitungs-
mechanismen
- /// Modellierung &
Optimierung

ANWENDUNG:

Systematische Unterstützung bei Entscheidungen der Exekutive zum Fahrweg, Fahrzeug und Bahnbetrieb durch das BAFU.

Projektaufgabe:

Das Ziel von **sonRAIL** ist die Erarbeitung eines innovativen und zukunftsweisenden Berechnungsmodells für relevante Schallimmisionen, das die Belastung des durch die Eisenbahn erzeugten „Lärms“ auf Anwohner der Strecken (und sogar ganze Gebiete) bestimmen kann. **sonRAIL** soll das Referenzmodell für Eisenbahnlärm in der Schweiz werden, welches den anspruchsvollen Anforderungen (urbane Gebiete, Schallschutzwände, hohe Geschwindigkeiten) entspricht.

Zur Erarbeitung des Lärmmodells muss ein Emissionsmodell entwickelt werden, das eine Aussage ermöglicht, welcher Lärm von einem Fahrzeug (Personenzug,

Güterzug, S-Bahn, etc.) unter bestimmten Trassierungsbedingungen (z. B. Bogen, Gerade, Weiche) und bestimmten Oberbauten (Schwellenarten, Schienentypen, etc.) abgestrahlt wird. Als Grundlage für dieses Emissionsmodell werden im Sommer des Jahres 2007 umfangreiche Messungen an den Strecken Freiburg - Lausanne und Rothrist - Wanzwil (Neubaustrecke) durchgeführt.

Im Jahr 2008 werden dann weitere Messungen insbesondere zur Validierung des Emissionsmodells und zur Messung von Zügen bei hohen Geschwindigkeiten (über 160 km/h) durchgeführt.

DATENBASIS

Konzeption, Durchführung und Ergebnisse der Primärdatenerhebung für das Lärmberechnungsinstrument „sonRAIL“

Die Datenbasis für das Gesamtprojekt stützt sich auf umfangreiche Messungen an realen Fahrzeugen. Dabei ist es ein Anliegen, die typischen, in der Schweiz verkehrenden Fahrzeuge genau im Modell abzubilden. Dies kann nur durch umfangreiche Messungen im schweizerischen Schienennetz erfolgen. Die Messdaten dienen somit zur Modellerstellung und zur Modellvalidierung. Die Variation der verschiedenen Parameter der Geräuschenstehung und -ausbreitungen können anhand der Messdaten mit den Modellrechnungen verglichen werden. Neben umfangreichen, normgerechten Messungen von Schienen- und Radrauheiten, Track Decay Rates, Vorbeifahrtpegel und Ausbreitungsdämpfungen wurden für die Beschreibung der Höhenlagen von Sekundärquellen an Fahrzeugen Messungen mit einem vertikalen Linienarray durchgeführt. Diese Messung an allen Fahrzeugen ermöglicht die Beschreibung der Schalleistungen in Abhängigkeit von ihrer vertikalen Position. Das Emissionsmodell verfügt über eine Vielzahl von variablen Randbedingungen, die eine genaue Berechnung der Schallemissionen erlauben.

Das Rollgeräusch kann durch die Verwendung von Rad- und Schienenrauheiten genau berechnet werden. Die Verwendung von Transferfunktionen zur Beschreibung des Rollgeräusches ermöglicht die Trennung in Oberbau- und einen Fahrzeuganteil. Dies bietet zudem die Möglichkeit verschiedene Oberbautypen hinsichtlich ihrer akustischen Eigenschaften zu bewerten.

- /// Ein Nutzen für die Lärmbeurteilung und Lärmbekämpfung kann sowohl auf mikroskopischer als auch auf makroskopischer Ebene gesehen.
- /// Mikroskopisch meint die genaue Beurteilung von Fahrzeugen im Einzelfall.
- /// Auf makroskopischer Ebene kann mit sonRAIL eine großräumige Datenbasis für Lärmkartierungen geschaffen werden.
- /// Die Validierung des Modells erfolgt an über 13'000 Fahrzeugen, so dass eine Abbildung der realen Lärmsituation durch das Modell gewährleistet ist.

Das Emissionsmodell ist bis zu einer Geschwindigkeit von 200 km/h validiert. Eine Erweiterung dieses Bereiches zu höheren Geschwindigkeit ist problemlos möglich.

LEISTUNGSPROFIL der operativen Projektpartner



Materials Science & Technology

EMPA ist eine Forschungsinstitution für Materialwissenschaften und Technologie. Sie ist Teil des ETH-Bereichs und damit der Schweizer Bildungs-, Forschungs- und Innovationsszene (BFI). Die EMPA arbeitet interdisziplinär auf vielen Fachgebieten. Sie ist spezialisiert auf anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung und erbringt anspruchsvolle Dienstleistungen im Bereich der nachhaltigen Materialwissenschaften und Technologien.

Innovative Zusammenarbeit mit Industrie und öffentlichen Institutionen, die Wahrung der Sicherheit von Mensch und Umwelt, Wissensvermehrung und Lehre auf Hochschulniveau sind zentrale Aufgaben.

INTERNET: www.EMPA.ch

KONTAKT: jean-marc.wunderli@empa.ch



Die unabhängigen und kompetenten Ingenieure der PROSE AG leisten einen Beitrag zur Weiterentwicklung von Bahnsystemen mit Schwerpunkt in der Entwicklung, Konstruktion und Prüfung von Eisenbahnrollmaterial.

Die akkreditierte Prüfstelle für Eisenbahnrollmaterial der PROSE AG ist in Europa führend in der Durchführung von einfachen und komplexen Lärmmessungen an Schienenfahrzeugen als Generalunternehmer (Messung inkl. Betrieblichen Leistungen und Referenzgleisbereitstellung).

INTERNET: www.PROSE.ch

KONTAKT: andre.rohrbeck@prose.ch

Leistungen für **sonRAIL**:

- /// Mitwirkung bei den Emissionsmessungen im Juli und August 2007 sowie im Juni 2008
- /// Entwicklung eines speziell auf die Problematik von Eisenbahnlärm ausgerichteten Schallausbreitungsmodells. In Quellennähe wird dabei besonderes Augenmerk auf die wechselnden Reflexionseigenschaften des Untergrundes im Übergang von Schotter zu Gras oder Asphalt sowie auf Mehrfachreflexionen zwischen Fahrzeugen und seitlichen Begrenzungen bei Einschnitten und Tunnelportalen geschenkt. Im Vergleich zum aktuellen Stand der Technik werden deutliche Verbesserungen bei der Abbildung der meteorologischen Einflüsse auf die Schallausbreitung sowie bei der Immissionsprognose im überbauten Gebiet angestrebt.
- /// Ausprogrammierung des Emissions- und Immissionsmodells. Es ist dabei eine GIS-basierte Programmsteuerung vorgesehen, welche sich an den Vorgaben der Lärmdatenbank Schweiz des Bafu orientiert.
- /// Validierung des Emissionsmodells sowie Durchführung einer Sensitivitätsanalyse der Modellparameter. In Kombination mit der Validierung des Ausbreitungsmodells lässt sich daraus die Genauigkeit des Gesamtmodells quantifizieren.

Leistungen für **sonRAIL**:

- /// Organisation der Emissionsmessungen
- /// Für die Emissionsmessungen an der Strecke Rothrist - Wanzwil werden drei Messstellen an zwei Orten betrieben. Bei den Messungen zwischen Freiburg und Lausanne werden insgesamt 12 Messstellen an 11 Orten betrieben.
- /// Durchführung des Bahnbetriebs: Um eine bessere Modellierung zu ermöglichen, werden zusätzlich zu den Regelzügen noch zwei Messzüge im Auftrag von PROSE betrieben, von denen nicht nur die Komposition bekannt ist, sondern auch die Radrauheiten direkt gemessen werden, so dass eine detaillierte Modellierung der Anregung ermöglicht wird.
- /// Datenvolumen: mehr als 100 GB an Messdaten von mehr als 3000 Zugvorbeifahrten

TU Berlin - Fachgebiet Schienenfahrzeuge

Das Fachgebiet Schienenfahrzeuge der Technischen Universität Berlin (unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Markus Hecht) ist eine international anerkannte Einrichtung auf dem Gebiet des Schienenverkehrs. Die Forschungsaktivitäten umfassen die gesamte Bandbreite der Bahntechnik mit besonderem Schwerpunkt bei der „Akustik von Schienenfahrzeugen“.

INTERNET: www.TU-BERLIN.de
KONTAKT: thomas.thron@tu-berlin.de

Leistungen für **sonRAIL**:

- // Erfassung und Abbildung der Lärmquellen in einem Emissionsmodell
- // Genaue Beschreibung der Hauptschallquellen an Schienenfahrzeugen:
 - Rollgeräusch zwischen Stahlrad und Stahlschiene
 - Antriebs- und Aggregatgeräusche
 - die aerodynamischen Geräusche (bei hohen Geschwindigkeiten)
- // Eine Trennung der Rad- und Schieneanteile am Rollgeräusch wird im sonRail Emissionsmodell ermöglicht und lässt somit gezielte Aussagen zur Lärmreduzierung an der Quelle zu.

- // Umfangreiche Messungen an repräsentativen Fahrzeugen und Zugkompositionen ermöglichen eine hohe Genauigkeit der Modellbildung.
 - Der Einfluss von verschiedenen Oberbauarten wie Beton-, Stahl-, Bi-Block und Holzschwellen werden ebenso im Modell erfasst wie punktuelle Situationen an Weichen und Schienenstößen, in Kurven und auf Brücken. Die Messungen werden mit einer auf die Anforderungen des Projektes spezialisierten Messtechnik durchgeführt.
 - Für die genaue Ortung der Schallquellen wird ein vertikales Linienarray zur Bestimmung der Schalleistungen der vorbeifahrenden Fahrzeuge eingesetzt.
- // Diese Messungen ermöglichen eine exakte Beschreibung der Schallabstrahlung von unterschiedlichen Fahrzeugarten in unterschiedlichen Fahrzeughöhen. Die Wirkung von Schallschutzwänden bei hochgelegenen Fahrzeugschallquellen kann genau untersucht werden.
- // Das Rollgeräusch wird zusätzlich durch eine Intensitätsmesssonde erfasst und genau beschrieben. Eine Hochgeschwindigkeitskamera erfasst alle Fahrzeuge, die auf der Messstrecke verkehren, und ermöglicht eine genaue Zuordnung der Messergebnisse zu den jeweiligen Fahrzeugtypen.
- // Das sonRail Emissionsmodell wird Informationen für die Beschreibung der Schallquellen in einem Geschwindigkeitsbereich von 60 bis 200 km/h zur Verfügung stellen, so dass eine Vielzahl von Anwendungsfällen abgedeckt werden kann.



Das Projektteam von „sonRAIL“ in Basel

LEISTUNGSPROFIL der beratenden Projektpartner

SCHWEIZERISCHES INSTITUT
FÜR SYSTEMS ENGINEERING



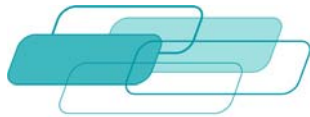
Das Schweizerische Institut für Systems Engineering (SISE AG) versteht sich als Kompetenzzentrum für Unternehmens- und Managementberatung. SISE erbringt strategische und konzeptionelle Beratung in den Bereichen Betriebswirtschaft, Informatik, Prozess-, Qualitäts- und Umweltmanagement auf der Basis der Methodik Systems Engineering.

Leistungen für **sonRAIL**:

- /// Beratung des Auftraggebers zum Projektmanagement
- /// Unterstützung beim Risiko-Management

INTERNET: www.SWISSINSTITUTE.ch

KONTAKT: rainer.zuest@swissinstitute.ch



ifv Bahntechnik

Der Interdisziplinäre Forschungsverbund Bahntechnik e.V. ist das international relevante Experten-Netzwerk auf den wesentlichen Gebieten der Bahntechnik. Der IFV organisiert einen systematischen Wissenstransfer zwischen Auftraggebern, Auftragnehmern, Forschern und Dienstleistern.

Leistungen für **sonRAIL**:

- /// Beratung des Auftraggebers zum Projektmanagement (u. virtuelles Projektmanagement)
- /// Bereitstellung moderner Projekt-Management-Systeme (Intranet sowie Internet)
- /// Öffentlichkeitsarbeit für das Projekt **sonRAIL** (internationale) Fachtagungen
- /// Europäisches Kontakte-Netzwerk im Bereich Schienenverkehr und Verkehrspolitik

INTERNET: www.IFV-BAHNTECHNIK.de
bzw. www.railway-network.info/sonrail

KONTAKT: sonrail@ifv-bahntechnik.de

Auftraggeber:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation
3003 Bern

INTERNET: www.bafu.admin.ch

KONTAKT: drangu.sehu@bafu.admin.ch

Michael Arendt, dipl. Ing. ETH/SVI

Arendt Consulting - Verkehrsanalysen – Konzepte
www.arendt.ch

Dr. phil. nat., dipl. Akustiker SGA Robert Attinger

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie
und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Verkehr BAV, Sektion Umwelt
www.bav.admin.ch

Dr.-Ing. Dorothea Salz

Fachgebiet I 3.3 - Lärminderung im Verkehr
Umweltbundesamt
www.umweltbundesamt.de

Andreas Holzer

Bayerisches Landesamt für Umwelt
www.lfu.bayern.de

Dr. Dipl. Phys. ETH Kornel Köstli

Schweizerische Bundesbahnen SBB
www.sbb.ch

Peter Mohler

Baudepartement Basel-Stadt
Leiter Abteilung Lärmschutz
Amt für Umwelt und Energie
www.bs.ch

Andreas Stoecklin

Amt für Raumplanung, Abteilung Lärmschutz
Kanton Basel-Landschaft
www.bl.ch

Dipl. Sc. Nat. ETH Roberto Tettamanti

Collaboratore scientifico dell'Ufficio prevenzione dei rumori
Dipartimento del territorio/Divisione dell'ambiente
Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo
Repubblica e Cantone Ticino
www.ti.ch/rumore

Dipl. Ing. Paul H. de Vos

DHV BV, Niederlande
www.dhv.com

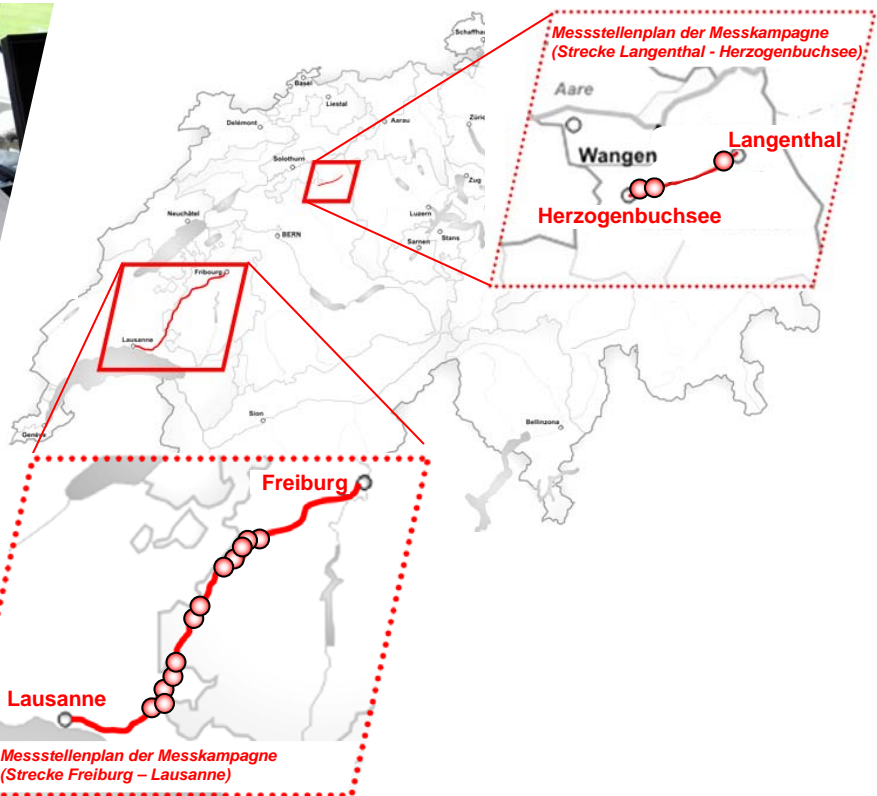
Niklas Joos-Widmer

Amt für Umweltschutz Uri
Abteilung Immissionsschutz
www.afu-uri.ch

Messkampagne sonRAIL



www.sonRAIL.info



Die Messkampagne wurde von den **OPERATIVEN** Projektpartnern von sonRAIL durchgeführt:

- » EMPA
- » PROSE AG
- » TU Berlin



Bei der Messkampagne wurden folgende **SUBUNTERNEHMER** hinzugezogen:

- » SULZER INNOTECH (www.sulzerinnotec.com)
- » psiA-Consult GmbH (www.psia.at)