

Subjektive Beurteilung von Rechenmodellen zur Schallausbreitung

Bachelor's Thesis von Elisabeth Fries

Mentoring:

Dr. Karl Dumler (TUM)

Maximilian Ertsey (Firma Müller-BBM)

Motivation:

Ziel dieser Arbeit ist es, unterschiedliche Geräuschsituationen (Straßen-, Schienen-, Industrie- und Freizeitlärm) durch Messungen zu erfassen und ebenfalls „akustisch zu simulieren“. Anschließend folgt eine physikalische und subjektive Untersuchung der gemessenen und auralisierten Geräusche. Auralisationen bieten sich gegenüber einer reinen Visualisierung akustischer Daten vor allem deshalb an, da eine direkte Umsetzung von physikalischen akustischen Daten in etwas Hörbares weitaus anschaulicher ist und zudem das subjektive Empfinden des Hörers berücksichtigt.

Messung:

Es werden Mikrofonpositionen (MP) am Emissions- und Immissionsort aufgestellt, sowie zusätzlich im Ausbreitungsweg zur Kontrolle auf Störquellen. Die Geräusche werden zeitgleich an allen Mikrofonpositionen aufgenommen. Die akustische Simulation geschieht durch Überlagerung eines gemessenen Audiosignals mit einer berechneten Filterfunktion. Die Übertragungsfiler werden aus einem Modell einer Software zur Schallausbreitung entnommen, die die jeweilige Geräuschsituation wiedergibt. Die Schallausbreitung wird mittels unterschiedlicher Normen und Richtlinien berechnet. Am Immissionsort (MP3) liegen daher zwei verschiedene Signaltypen vor, die in einem Hörtest subjektiv und in einer instrumentellen Analyse physikalisch hinsichtlich psychoakustischer Parameter (Lautheit, Schärfe und Lästigkeit) verglichen werden sollen: (s. Abb.1)

- das reale Geräusch, das mit dem Mikrofon direkt am Immissionsort gemessen wird, sowie
- das auralisierte Geräusch, das aus der zeitgleichen emissionsseitigen Messung und einer der berechneten Übertragungsfunktionen gewonnen wird.

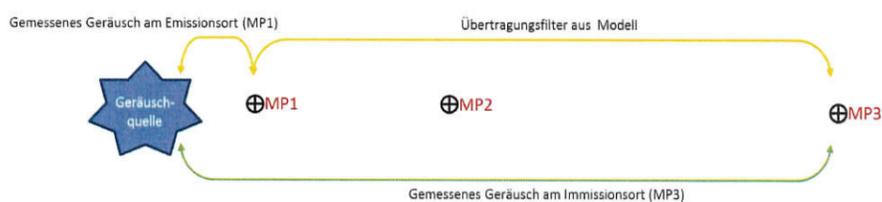


Abb.1 Schematischer Aufbau der Mikrofonpositionen

Übertragungsfiler:

In dem Modell zur Schallausbreitung können lediglich stationäre Quellen nachgebaut werden. Der daraus gewonnene Übertragungsfiler dämpft somit das Signal gleichmäßig über die gesamte Aufnahmedauer. Für die Kategorie Industrielärm und Freizeitlärm wurden stationäre Geräuschquellen angenommen und infolgedessen der zeitinvariante Übertragungsfiler verwendet. Bewegte Schallquellen benötigen jedoch auf Grund ihrer Bewegung zu unterschiedlichen Zeiten eine unterschiedlich starke Dämpfung um dem gemessenen Geräusch am Immissionsort für eine realitätsnahe Auralisation möglichst gut anzunähern. Durch geometrische Beziehungen konnte ein Faktor berechnet werden, der über die Zeit variabel ist und die obig genannten Entfernungsunterschiede berücksichtigt. Durch Faltung des Faktors und des konstanten Übertragungsfilters ergibt sich für die Auralisierung von Verkehrslärm (Pkw- und Kurzzug-Vorbeifahrt) eine zeitvariante Filterfunktion.

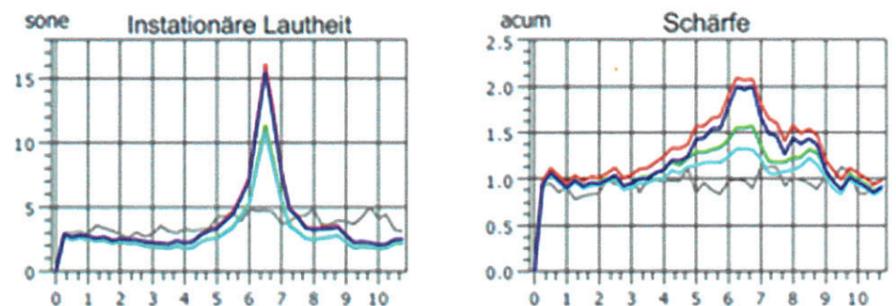


Abb.2 Auszug der instrumentellen Analyse (Pkw-Vorbeifahrt), Farben analog zu Abb.5

Korrelation	Lautheit	Schärfe	Lästigkeit	Realität
Lautheit	1	0,909	0,858	-0,122
Schärfe		1	0,910	-0,094
Lästigkeit			1	-0,173
Realität				1

Abb.3 Korrelationen der Hörversuch-Ergebnisse (Pkw-Vorbeifahrt)

Ergebnisse aus Hörversuch und instrumenteller Analyse:

In der instrumentellen Analyse des Straßenlärms (s. Abb.2) sind trotz zeitvarianter Filterfunktion noch deutliche Unterschiede zwischen Auralisierung und realer Messung zu erkennen. Unter den verschiedenen Rechenmodellen sind die Abweichungen jedoch verhältnismäßig gering. Auch die Ergebnisse aus dem Hörversuch spiegeln diese Feststellung wider (s. Abb.4). Beim Thema Schienenlärm fallen die Resultate ähnlich aus wie beim Straßenlärm. Wie aus Abb. 3 zu entnehmen, können eindeutige Korrelationen zwischen den psychoakustischen Größen festgestellt werden, die besonders deutlich bei der Pkw-Vorbeifahrt nachweisbar sind. Aus physikalischer Sicht nähern sich die Auralisationen von Freizeitgeräuschen den Messungen zwar gut an, jedoch sind die deutlich verständlichen Kommunikationsgeräusche in den auralisierten Geräuschen weiterhin ein Problem. Die beste Auralisation mittels oben genannter Methode gelingt nach physikalischer und subjektiver Untersuchung bei Geräuschen von Industrieanlagen.

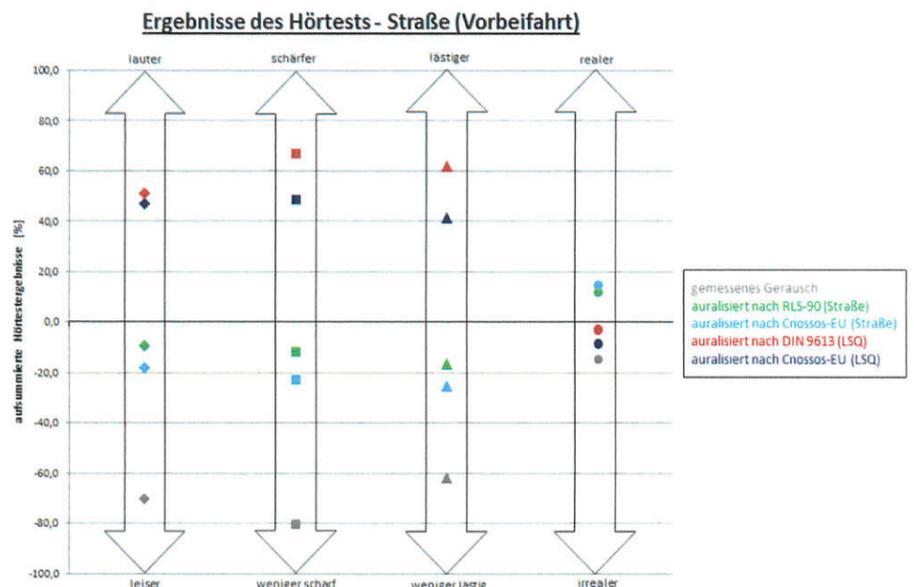


Abb.4 subjektive Analyse – Ergebnisse des Hörtests