

Willkommen
Welcome
Bienvenue



NORAH: Fokus Akustik Externer Kommentar

2015-11-12, Kurt Heutschi

Akustik / Lärminderung, Empa, Schweiz

kurt.heutschi@empa.ch

- Grundlage für die Kommentare
- Genereller Eindruck
- Spezifische Aspekte
- Folgerungen

- Bericht *NORAH, Verkehrslärmwirkungen im Flughafenumfeld, Erfassung der Verkehrsgeräuschesexposition, Endbericht, Band 2: Dokumentation zur Berechnung der akustischen Daten in NORAH, 18. September 2015, verfasst von Möhler + Partner Ingenieure AG, SoundPLAN GmbH, Avia Consult*
- Gesamtstellungnahme *des WBQ zur NORAH-Studie - Modul Akustik, Prof. Dr. Kerstin Giering, Dr. Georg Thomann*

Genereller Eindruck

- grosses und beeindruckendes Lärmkartierungsprojekt mit einer Vielzahl erfolgreich gemeisterter Herausforderungen:
 - Erfassung und Verarbeitung sehr umfangreicher und heterogener Eingangsdaten
 - Entwicklung von Strategien für die
 - Prognose von Maximalpegeln basierend auf Mittelungspegeln
 - Identifikation von Flugpfaden anhand von Radardaten
 - plausible Ergänzung fehlender Eingangsdaten
 - Abschätzung der Ergebnisunsicherheiten
- Immissionsberechnungen erfolgten mit *state of the art* Methoden und wurden sorgfältig auf Plausibilität geprüft
- sehr gut verfasster, mit Genuss lesbarer Bericht

Spezifische Aspekte: Wahl der Rechenmodelle

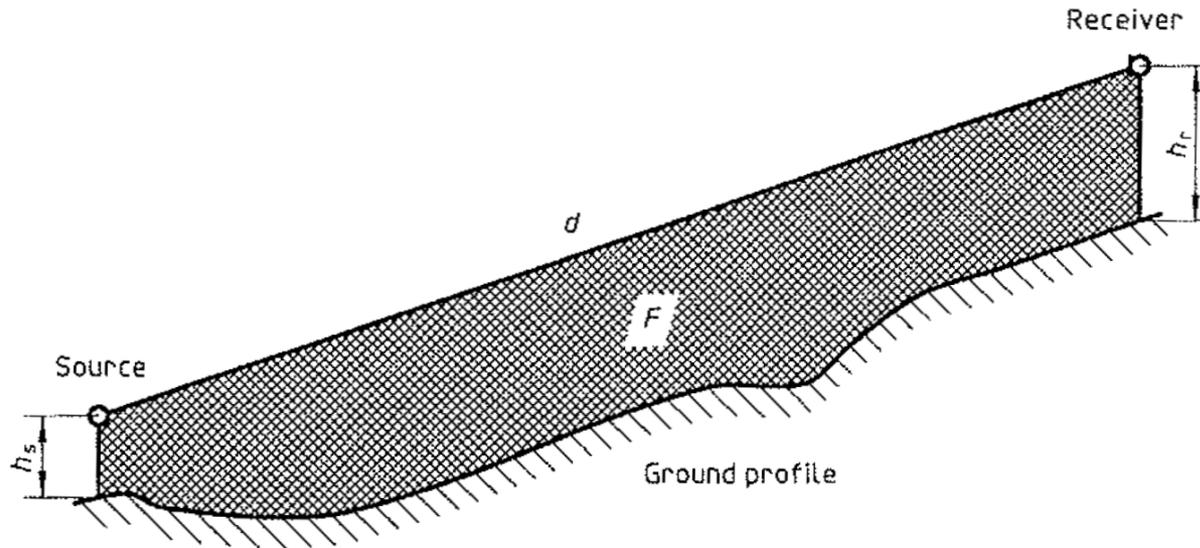
Spezifische Aspekte: Wahl der Rechenmodelle

Übersicht über Schallausbreitungs-Rechenmodelle

Modell Typ	Beispiele
Set von empirischen Formeln in geschlossener Form	ISO-9613, VBUS, ...
Vereinfachte Ausbreitungssimulationen	sonX, ...
Numerische Simulation der Wellenausbreitung	BEM, FDTD, ...

- Bodeneffektberechnung gemäss ISO 9613-2:

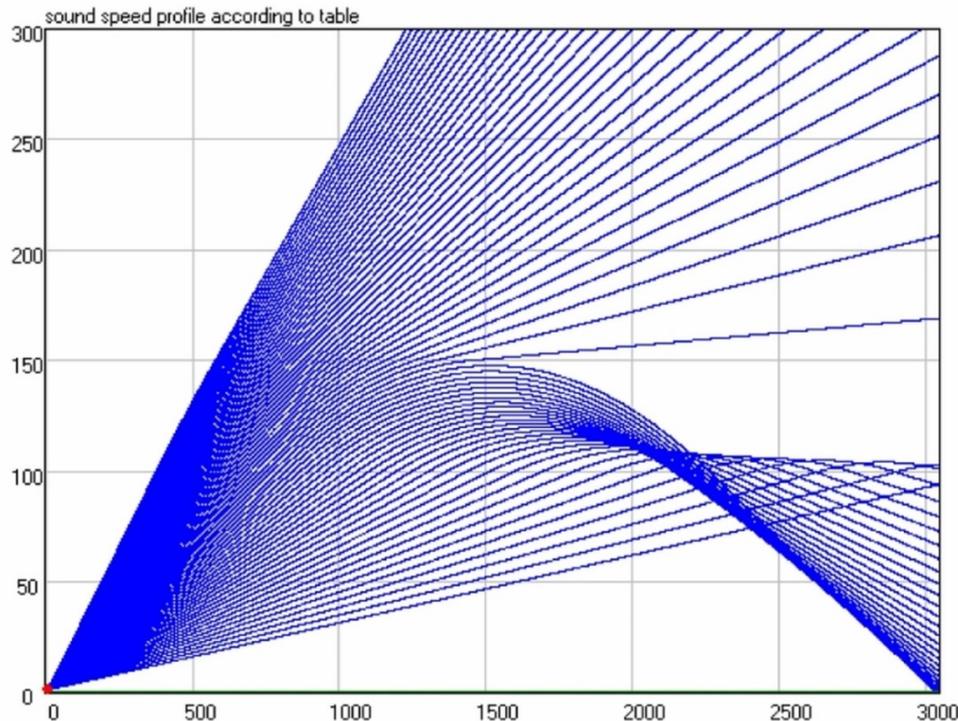
$$A_{gr} = 4.8 - \frac{2hm}{d} \left[17 + \frac{300}{d} \right] \text{ [dB(A)]}$$



$$h_m = F/d, \text{ where } F \text{ is the area}$$

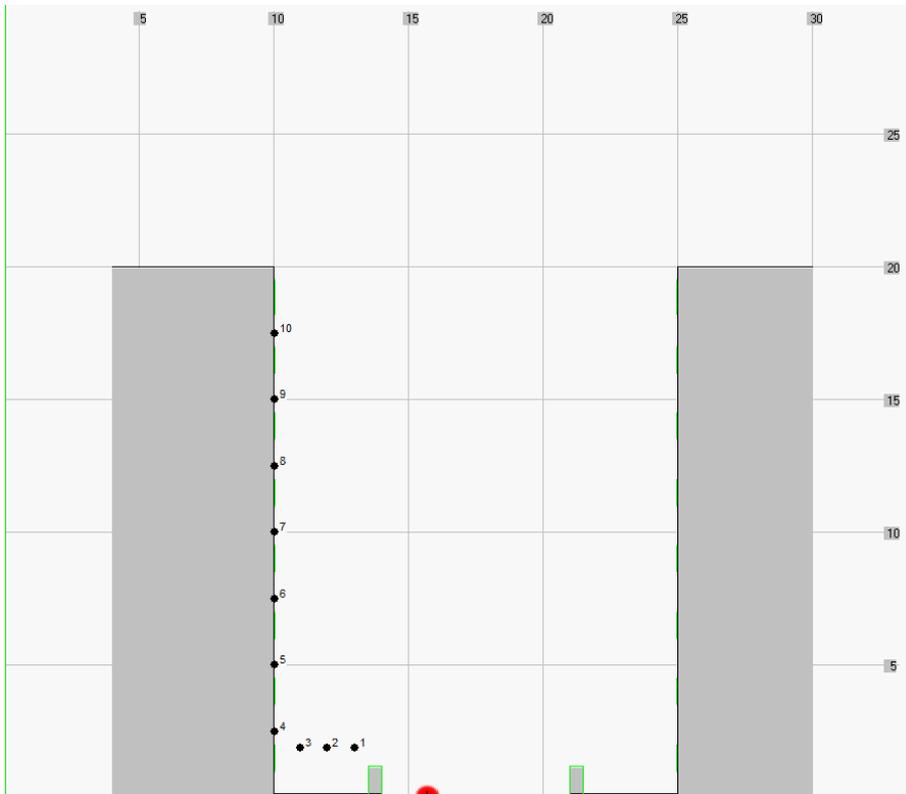
Ausbreitungsmodell: vereinfachte Ausbreitungssimulation

- Strahlverfolgung zur Simulation der Ausbreitung in inhomogener Atmosphäre



Ausbreitungsmodell: numerische Simulation der Wellenausbreitung

- FDTD Simulation der Ausbreitung in einer Strassenschlucht



Spezifische Aspekte: Wahl der Rechenmodelle

Wertung der Schallausbreitungs-Rechenmodelle

Modell Typ	Genauigkeit	Rechenaufwand	Anforderung Inputdaten
Empirische Modelle in geschlossener Form	gering ¹⁾ mittel ²⁾	gering 1	gering
Vereinfachte Ausbreitungssimulationen	mittel	hoch 100	mittel
Numerische Simulationen Wellenausbreitung	hoch	extrem 100'000	hoch

1) spezifische Empfängerposition

2) im Mittel in statistischem Sinne

Spezifische Aspekte: Maximalpegelschätzung

Spezifische Aspekte: Maximalpegelschätzung

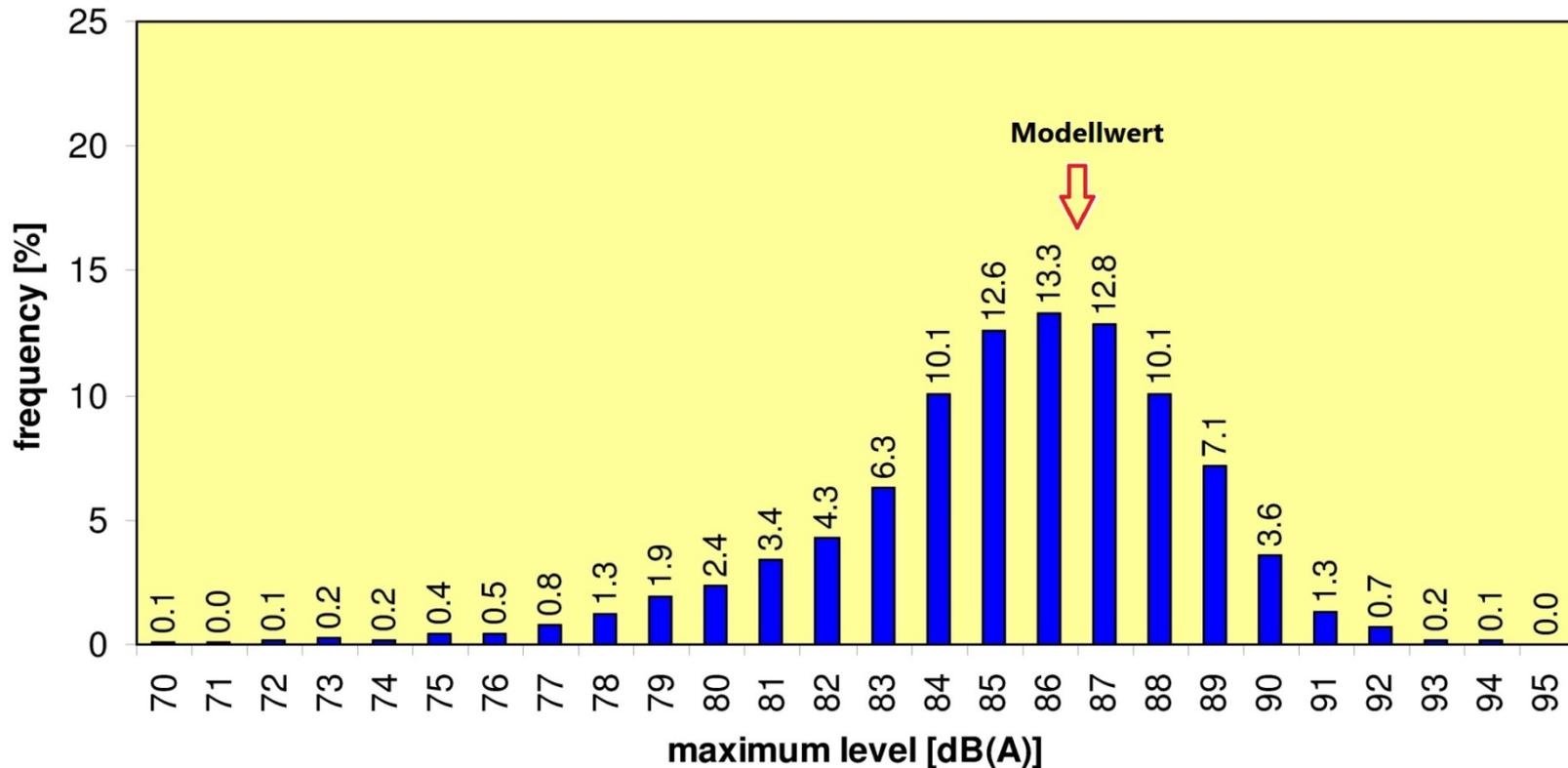
- gängige Emissionsmodelle (VBUS, ...) prognostizieren den L_{Aeq} von Liniensegmenten → Zusatzschritt für die L_{AFmax} Schätzung notwendig
- jüngere Modelle basieren auf der Schalleistung von Punktquellen, allerdings noch ohne individuelle Streuung

Spezifische Aspekte: Maximalpegelschätzung

- zu erwartende Streuung von Immissionspegeln:
 - Variationen der Emission
 - Fahr/Flugzeug-individuelle Streuung
 - Variationen der Ausbreitungsdämpfung
 - Fluglärm: Streuung der Flugpfade → Variation der geometrischen Verdünnung
 - Strassen- und Bahnlärm in grösseren Abständen: Variation der Zusatzdämpfung durch Veränderung der atmosphärischen Bedingungen

Spezifische Aspekte: Maximalpegelschätzung

- Streuung gemessener L_{AFmax} : LKW's bei 80 km/h:



Spezifische Aspekte: Maximalpegelschätzung

- L_{AFmax} Ermittlung in NORAH:
 - Strasse und Bahn:
 - abgeleitet aus L_{Aeq}
 - ohne Streuung der Empfängerpegel
 - Flugzeuge:
 - Punktquellenmodellierung, Radardaten
 - ohne flugzeugindividuelle Streuung
- Folgerung → etwas höhere Unsicherheit der L_{AFmax} Werte
- grundsätzliche Frage: geeignete Definition von L_{AFmax} ?

Spezifische Aspekte: Umgang mit unsicheren Eingangsdaten

Spezifische Aspekte: Umgang mit unsicheren Eingangsdaten

- riesiges Untersuchungsgebiet NORAH: teilweise unsichere Eingangsdatenlage
- Beispiele fehlender Information:
 - Schliesszustand der Fenster in einigen Fällen der Innenraumpegelbestimmung (offen/geschlossen/gekippt)
 - Ausrichtung der lärmempfindlichen Räume bzgl. der Hauptlärmquelle
 - Zusatzdämpfung durch Bebauung in Fällen fehlender Gebäude-Detailinformation

Spezifische Aspekte: Umgang mit unsicheren Eingangsdaten

- Schwierigkeit bei zu treffenden Annahmen von empfindlichen Parametern: Wahrung statistischer Neutralität → systematischer Fehler = 0
- Abhilfe:
 - Einführung eines Qualitätslabels
 - Auswertungen geeignet einschränken

Spezifische Aspekte: Abschätzung der Resultat- Unsicherheit

Spezifische Aspekte: Abschätzung der Resultatunsicherheit

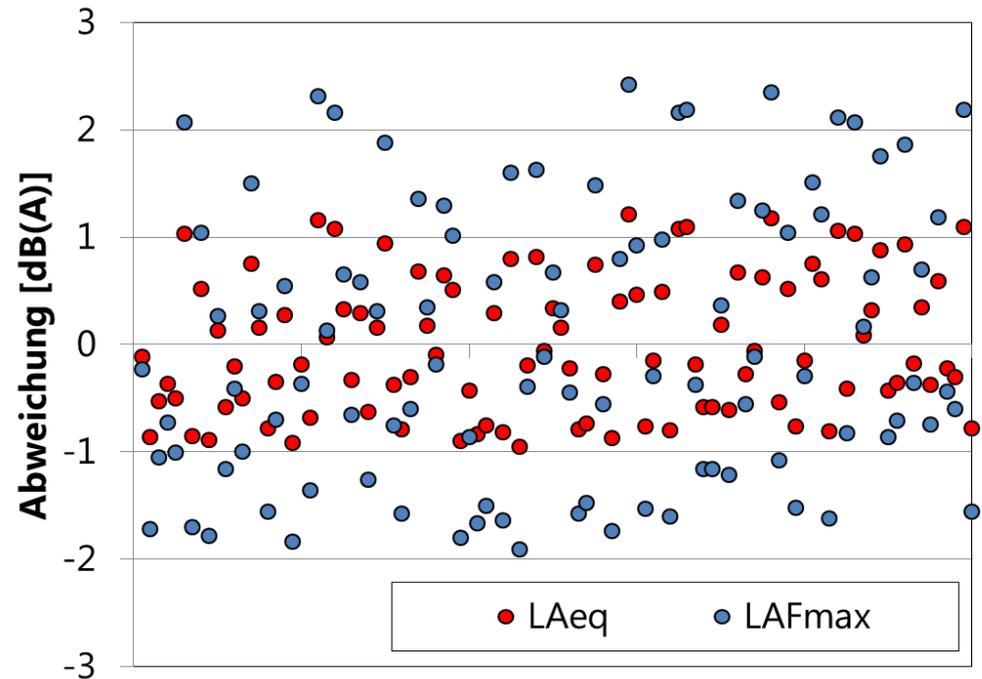
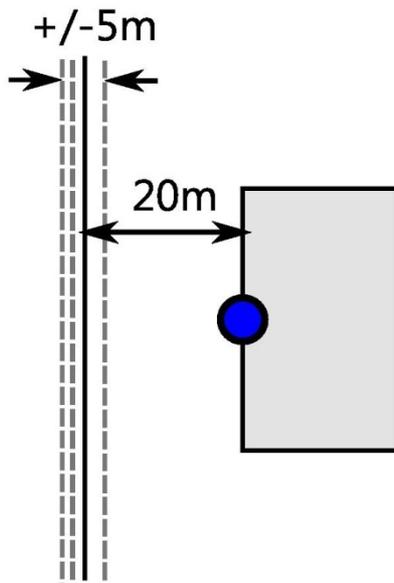
- die akustischen Untersuchungen wurden durch aufwändige Abschätzungen der Unsicherheiten ergänzt
- anderswo werden Unsicherheitsabschätzungen typisch nur mässig enthusiastisch vorgenommen
- dazu sind nur spärliche Information in Normen und Modellbeschreibungen verfügbar

Spezifische Aspekte: Abschätzung der Resultatunsicherheit

- zu berücksichtigende Punkte:
 - Definition des “wahren Werts”
 - Wahrheit oft gleich Messung gesetzt
 - Messung selbst ist unsicher
 - Langzeitmittelwerte sind schwierig zu messen
 - Quellen von Unsicherheiten
 - Unsicherheiten in den Eingangsdaten
 - Vereinfachungen in den Modellen

Spezifische Aspekte: Abschätzung der Resultatunsicherheit

- zu berücksichtigende Punkte:
 - Unsicherheit ist vom interessierenden Mass abhängig (L_{Aeq}/L_{AFmax} Beurteilungszeitraum)



Spezifische Aspekte: Abschätzung der Resultatunsicherheit

- Motivation für eine Abschätzung der Unsicherheiten in einer frühen Projektphase:
 - Identifikation des unsichersten Elements in einer Untersuchung → homogene Verteilung der Unsicherheiten anstreben
 - Folgerungen für erforderlichen Aufwand in:
 - Eingangsdatenerhebung
 - Rechenmodell

Folgerungen

- sämtliche Schritte zur Immissionsprognose sind plausibel und gut dokumentiert
- wo möglich wurden standardisierte, etablierte und dem Stand der Technik entsprechende Methoden verwendet
- Ergebnisse wurden erfolgreich auf Plausibilität geprüft
- Einige Unsicherheiten verbleiben in der Abschätzung der Unsicherheiten
- Aus dem Bericht kann gefolgert werden, dass die Immissionsberechnungen zuverlässig und der Datenlage entsprechend so genau wie möglich sind.