

# Möglichkeiten zur (akustischen) Beschreibung von Geräuschemustern und die Bedeutung für die Bewertung von Umweltgeräuschen

André Fiebig, Klaus Genuit,

HEAD acoustics GmbH, Ebertstr. 30a, 52134, Herzogenrath, Deutschland,

Email: andre.fiebig@head-acoustics.de

## Einleitung

Die Beurteilung von Schallereignissen hinsichtlich spezieller Bewertungskriterien wie Lästigkeit, Unangenehmheit bzw. Angenehmheit, hängt von verschiedenen Eigenschaften des Geräusches ab. Hörversuche, in denen die Lästigkeit von Fahrzeugaußengeräuschen beurteilt wurde, zeigten die Relevanz verschiedener Geräuschcharakteristika für die Geräuschbewertung neben dem Schalldruckpegel oder der Lautheit. Eine wesentliche Geräuscheigenschaft, die signifikanten Einfluss auf die Urteile hat, ist das Merkmal der Musterhaftigkeit. Muster, die im Zeit- wie auch Frequenzbereich vorliegen können, lassen sich aus akustisch-analytischer Sicht unterschiedlich bestimmen und interpretieren. Vom einfachen Zählen der Einzelevents, die definierte Schwellwerte überschreiten, über Perzentilangaben, um zeitabhängige Wahrnehmungseffekte zu berücksichtigen, über die Bestimmung von auffälligen Modulationen oder über Angaben zu Fluktuationen im Kurzzeitbereich sind verschiedene Parameter zur Beschreibung der Musterhaftigkeit eines Geräusches anwendbar. Zur Identifikation wahrnehmungsrelevanter Muster werden Modelle zur Signalverarbeitung des menschlichen Gehörs herangezogen. Der vorliegende Beitrag thematisiert die Möglichkeiten der Schallanalyse hinsichtlich von Geräuschemustern, die für die Bewertung von Geräuschen relevant sind. Dabei sollen Ergebnisse aus Hörversuchen hinsichtlich der dargestellten Fragestellung vorgestellt werden.

## Akustische Muster im Soundscape-Approach

Erste Ansätze zur Berücksichtigung von Mustern sind bei Schafer zu finden, der die Bedeutung von Patterns betonte. Der Mensch „[...] tries to perceive patterns in all things.“ [1] Dabei ließe sich der Rhythmus einer Soundscape als wesentliches Muster der Klangwelt verstehen. Den akustischen Mustern ist häufig ein Merkmal gemein: der zeitlich gemittelte Schalldruckpegel ist hinsichtlich der Wirkung des Musters auf den Hörer von untergeordneter Relevanz. Im Europäischen Forschungsprojekt QCity [2] wurde in Hörversuchen beobachtet, dass Hörer die Musterhaftigkeit von Geräuschen bei der Bewertung von Umweltgeräuschen einfließen lassen. Bei der Bewertung von isolierten Vorbeifahrtsgeräuschen von Personen- und Lastkraftwagen wurde festgestellt, dass die berechneten Werte der Relative Approach Analyse signifikant mit der Bewertung der Lästigkeit der Geräusche korrelierte. Dabei wurde bei der Kalkulation der Relative Approach-Werte eine zeitliche Auflösung verwendet, die ähnlich dem menschlichen Gehör nur einige wenige Millisekunden betrug. Abbildung 1 zeigt vier Vorbeifahrten, die mit der Relative Approach untersucht worden sind. Die Relative Approach

Analyse ermöglicht die Identifizierung und Quantifizierung von Zeit- und Frequenzmuster. Der Algorithmus berücksichtigt die Adaptation des Gehörs. Stationäre Signale erlauben eine schnelle Adaptation des Gehörs, während ständig verändernde Geräusche die Aufmerksamkeit permanent auf sich ziehen und kognitiv verarbeitet werden.[3] Die Parameter Lautheit und Schärfe waren hinsichtlich der Bewertung der Geräusche ebenfalls von Bedeutung, wenn auch von untergeordneter Relevanz.[4]

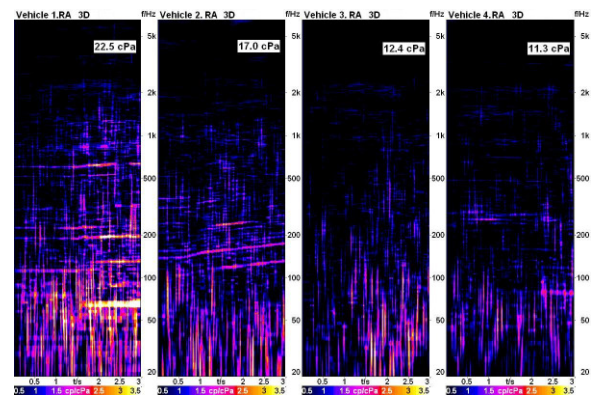


Abbildung 1: Relative Approach Analyse von 4 Vorbeifahrtsgeräuschen, im Hörversuch mit 2,08/4,19/5,32/6,40 auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 9 (sehr gut) bewertet

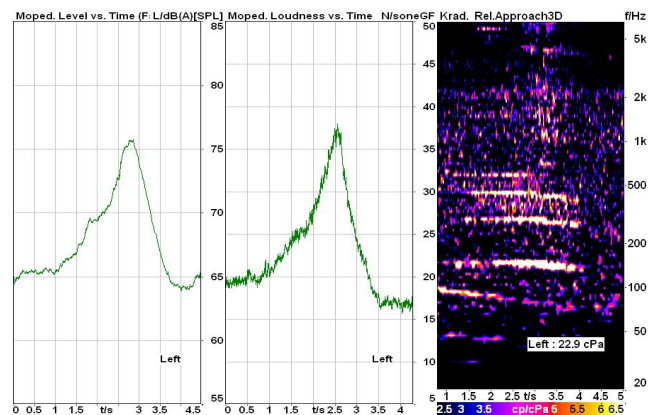


Abbildung 2: Vorbeifahrt eines Kleinkrafttrades, SPL(A), zeitvariante Lautheit, Relative Approach über Zeit

Bild 2 zeigt die Analyse einer einzelnen Kleinkrafttradvorbeifahrt. Es lassen sich auffällige Merkmale aus dem akustischen Signal extrahieren. Das Geräusch weist akustische Muster auf, die mit wachsender Ausprägtheit zur Erhöhung der Lästigkeit führen, im Fall, dass das Geräusch generell unerwünscht ist. Bei i.d.R. positiv belegten Geräuschen, wie Kirchenglockengeläut oder Musik führt eine Zunahme der Musterhaftigkeit des Geräusches nicht unweigerlich zu einer Zunahme der empfundenen Störung.

## Dimensionen der Charakterisierung

Zur Integration wahrnehmungsrelevanter akustischer Muster, die nicht mit konventionellen Schallfeldgrößen erfasst werden, müssen verschiedene Datenebenen analysiert und subsequent kombiniert werden. Dabei ist zu betonen, dass neben der physikalischen Untersuchung der Umweltgeräusche stets die subjektive Wahrnehmung der exponierten Personen berücksichtigt werden muss. Ortsspezifische Geräuschquellen sowie sozio-kulturelle Rahmenbedingungen wirken wesentlich auf die Wahrnehmung der klanglichen Umwelt ein. [5] Denn eine „[...] Klanglandschaft ist keine objektiv existierende Gegebenheit (eine Klanglandschaft kann nicht überflogen und fotografiert werden), sondern ist eine von der menschlichen Wahrnehmung konstituierte Kulturlandschaft.“ [6] Insofern muss bei einer Charakterisierung der klanglichen Umwelt auf den Ebenen der Identifikation der ortsbzogenen Quellen, der erweiterten akustischen Analyse der Umgebungsgeräusche und der Semantik operiert werden. Der Begriff Semantik subsumiert hier spezielle Beurteilungsstrategien der Betroffenen im Untersuchungsgebiet, die individuell aber auch durch die sozio-kulturellen Rahmenbedingungen interindividuell vorhanden sind.

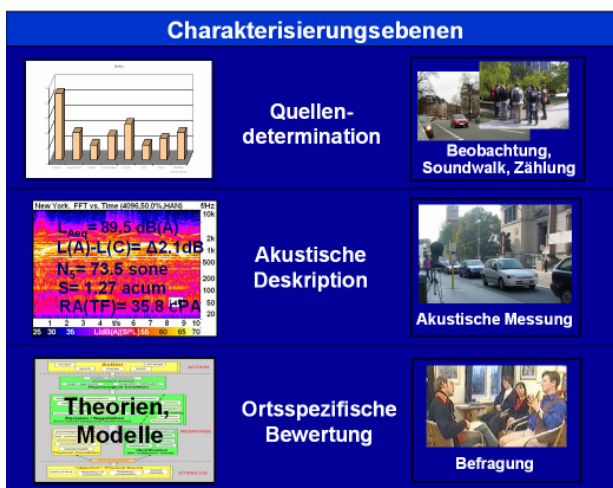


Abbildung 3: Wesentliche Dimensionen zur Charakterisierung von akustischen Umwelten

## Mikro- und makroanalytische Perspektive

Hinsichtlich der Untersuchung von Mustern in Umgebungsgeräuschen können zwei unterschiedliche Analyseebenen gewählt werden. Die „makroskopische“ Analyse untersucht eine spezifische Klangwelt aus übergeordneter, globaler Perspektive, sollte dabei aber mehr (akustische) Parameter als nur Durchschnittswerte, z. B. des Schalldruckpegels, berücksichtigen. Die aktuelle Lärmgesetzgebung bezieht sich im Wesentlichen auf diese Ebene und charakterisiert die Umgebung mittels der berechneten energetischen Durchschnittsbelastung an definierten Immissionsorten. Zeitliche Aspekte, Variationen spezifischer Parameter, transiente Ereignisse, aber auch spektrale Besonderheiten, wie tonale oder stochastische, modulierte oder unmodulierte Geräusche spielen dabei nahezu keine Rolle. Mit Hilfe eines „mikroskopischen“ Blicks werden prominente Geräuschereignisse analysiert und hinsichtlich der Bedeutung für die

Wahrnehmung der Umwelt interpretiert. Eine Vielzahl von Lärmbeschwerden bezieht sich auf einzelne, prominente Geräuschereignisse, die auf Grund ihrer zeitlichen Kürze nur unbedeutend in Mittelungsberechnungen eingehen. Bereits der Änderungsentwurf der DIN 45631/A1 zeigt, dass eine Mittelung von Werten hinsichtlich einer „durchschnittlichen Empfindung“ unzureichend ist. Denn, der empfundene Lautheitseindruck entspräche nicht einer gemittelten Lautheit. Vielmehr spiegelt bei zeitlich varianten Geräuschen das 5% Perzentil der Lautheit den subjektiv mittleren empfundenen Lautheitseindruck wider. Zur Abbildung kognitiver Reizintegration ist somit eher eine Orientierung an Spitzenwerten notwendig. Die Unterscheidung der akustisch-analytischen Ebenen von Umweltgeräuschen erscheint hinsichtlich einer dezidierten Auseinandersetzung mit der Wirkung spezifischer Geräuschwelten auf den Menschen obligatorisch.

## Zusammenfassung

Hinsichtlich eines erfolgreichen Lärmschutzes ist es erforderlich, sich mit dem subjektiven Erleben von Umweltgeräuschen durch Betroffene auseinanderzusetzen. Denn nur unter Berücksichtigung dieses Erlebens werden Maßnahmen zur Verringerung der akustischen Belastung auch zur Reduzierung der Belästigung führen. Denn, wie in diesem Beitrag skizziert, ist häufig nicht allein die Höhe des Schalldruckpegels für eine Belästigung verantwortlich, sondern zum Beispiel führen spezielle akustische Muster, die unabhängig vom Mittelungspegel sein können, häufig zu einer Belästigung. Insofern müssen akustische Parameter, die Muster, Variationen und prominente Geräuschereignisse abbilden, Anwendung finden, da diese die menschliche Wahrnehmung besser als einfache Durchschnittswerte reflektieren. Neben der akustischen Analyse muss allerdings stets der Beurteilungshintergrund der Betroffenen eruiert werden, um spezielle Reaktionen der Exponierten in spezifischen Umgebungen nachvollziehen und effektive Maßnahmen zur Verringerung dieser vornehmen zu können.

## Literatur

- [1] Schafer, M.: The soundscape: our sonic environment and the tuning of the world. Destiny Books, Rochester, 1977
- [2] EU Projekt "Quiet City Transport" (QCITY). TIP4-CT-2005-516420
- [3] Genuit, K.: Objective evaluation of acoustic-quality based on a Relative Approach. Inter-Noise 1996, Conference Proceedings, Liverpool, UK, 1996
- [4] Roßberg, S., Guidati, S.: Neue Methoden für die psychoakustische Bewertung von Verkehrsgeräuschen, Z. f. Lärmbekämpfung, Nr.1, 2008
- [5] Fiebig, A., Schulte-Fortkamp, B.: The importance of the Grounded Theory with respect to soundscape evaluation. DAGA 2004, Strasbourg, Frankreich, 2004
- [6] Lorenz, A.M.: Klangalltag- Alltagsklang. Evaluation der Schweizer Klanglandschaft anhand einer Repräsentativbefragung bei der Bevölkerung. Zentralstelle der Studentenschaft, Zürich, Schweiz, 2000