

SoundScape – Eine Gefahr für Missverständnisse!

Dr. Klaus Genuit

HEAD acoustics GmbH, Ebertstraße 30a, 52134 Herzogenrath, Germany, Email: klaus.genuit@head-acoustics.de

Einleitung

Menschen leben in einer Geräuschlandschaft, die sich aus natürlichen Umweltgeräuschen und aus technisch erzeugten Geräuschen zusammensetzt. Hinsichtlich einer Umweltbelastung fühlen sich immer mehr Menschen durch Geräusche zu stark belastet. Daher stellt sich die Frage, wie kann diese Geräuschbelastung durch die akustische Umwelt richtig erfasst und beschrieben werden, so dass die daraus resultierenden Aussagen sehr gut widerspiegeln, was die betroffenen Menschen empfinden und beschreiben. Diese Betrachtungsweise kann nicht eindimensional erfolgen. Neben dem physikalischen Aspekt eines Schallereignisses existieren die psychoakustischen Eigenschaften des Gehörs sowie die psychologischen Komponenten der Betroffenen, die allesamt zu berücksichtigen sind.

Was ist Lärm?

Nach DIN 1320 wird Lärm als Hörschall definiert, der die Stille oder eine gewollte Schallaufnahme stört oder zu Belästigung führt. Damit ist eigentlich eindeutig festgelegt worden, dass die Bestimmung von Lärm nicht ohne weiteres auf einfach zu bestimmende objektive Parameter, wie dem A-bewerteten Schalldruckpegel oder dem äquivalenten Dauerschallpegel zurückzuführen ist. Nach DIN 1320 ist demnach ein Schallereignis erst dann als Lärm zu bezeichnen, wenn es stört oder zu Belästigung führt. Die Frage, ob Schall als Lärm empfunden wird, kann demnach erst nach durchgeführter Transformation vom Schallereignis in ein Hörereignis erfolgen. Diese Abbildung bzw. diese Transformation von Schallereignissen in Hörereignisse ist aber individuell unterschiedlich und hängt von vielen Parametern ab, die sich der messtechnischen quantifizierbaren Bestimmung entziehen. Um so verwunderlicher ist es, wenn grundsätzlich immer dann, wenn Lärmbelastung vorliegt, ausschließlich nur mit einfachen Messverfahren - wie die Bestimmung des A-bewerteten Schalldruckpegels oder des A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegels - versucht wird, diese von Menschen geäußerte Lärmbelastung zu analysieren. Diese beiden Messgrößen sind sicher geeignet festzustellen, ob bestimmte Schallereignisse zu Hörschädigungen führen können. Zur Beschreibung einer Lärmbelastung sind diese Größen sicher dazu nicht hinreichend geeignet, die komplexe Schallaufnahme und Analyse durch das menschliche Gehör in Verbindung mit den kognitiven Eigenschaften des Menschen abzubilden.

Beurteilung von Lärm

Die Beurteilung von Lärm hängt ab von den physikalischen Eigenschaften des Schallereignisses, den psychoakustischen Eigenschaften des menschlichen Gehörs sowie den psychologischen Aspekten des Menschen. Die Berücksichtigung der psychoakustischen Eigenschaften des menschlichen Gehörs bei der Beurteilung von Lärm führt schon zu erheblich besser differenzierten Aussagenmöglichkeiten als lediglich die einfache Betrachtung durch den A-bewerteten Schalldruckpegel. Die Lautheit berücksichtigt zum Beispiel unter anderem die spektrale Verteilung im Gegensatz zur A-bewerteten Schalldruckpegelmessung. Es ist durchaus denkbar, dass Geräusche mit gleichem A-bewerteten Schalldruckpegel als

unterschiedlich laut empfunden werden. Mit der Schärfe ist ein weiteres wichtiges Maß für die Belästigung durch Lärm in der Psychoakustik festgelegt worden. Sie beschreibt das Verhältnis von höherfrequenten Schallanteilen zur Gesamtlautheit. Mit Hilfe der Schwankungsstärke und der Rauigkeit werden Modulationen im Schallereignis beschrieben, die je nach Ausprägung auch einen deutlichen Beitrag zur Lärmbelastung leisten. Mit Schärfe, Schwankungsstärke und Rauigkeit werden letztendlich bestimmte Muster im Schallereignis beschrieben. Diese Muster sind weitestgehend pegelunabhängig, d.h. eine Reduzierung des Pegels bei unveränderten störenden Mustern im Schallereignis führt zu nahezu unveränderter Belästigung durch das Geräusch.

SoundScape

Unter SoundScape ist die komplexe Überlagerung von natürlichen und technischen Geräuschen zu verstehen entsprechend Abbildung 1. Bei der Beurteilung der Geräuschqualität oder der Belästigung durch Lärm ist es wichtig zu wissen, welche Eigenschaften des SoundScapes in welcher Art und Weise auf den Menschen wirken. Das menschliche Gehör ist bekanntlich in der Lage, aufgrund des beidohrigen Hörens und dem damit verbundenen Richtungshören und der Selektion von Einzelschallereignissen eine komplexe Geräuschlandschaft in einzelne Hörereignisse zu unterteilen. D.h. es ist nicht unbedingt anzunehmen, dass die Summe alleine ausschlaggebend ist für die Belästigung durch ein Schallereignis. Es ist durchaus denkbar, dass einzelne Beiträge des SoundScapes herausselektiert werden und die individuelle Beurteilung maßgeblich beeinflussen. Wenn also in einem bestehenden SoundScape die davon betroffenen Menschen über eine Lärmbelastung klagen, muss zunächst herausgefunden werden, was die eigentlichen Ursachen für diese Lärmbeanstandungen sind.

- Ist es die zeitliche Struktur?
- Sind es die informativen Eigenschaften des Geräusches?
- Liegt es an der Einstellung der Betroffenen zu den Geräuschverursachern?
- Ist das Geräusch aufgrund von Modulation oder auffälligen Mustern im Zeit- oder Frequenzbereich unangenehm und auffällig?
- Welche der vorhandenen Geräuschquellen verursacht die Lärmbelastigung?
- usw.

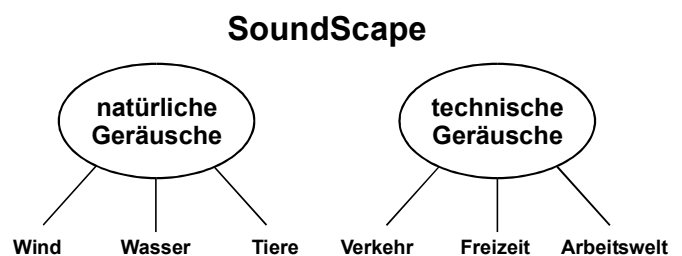


Abbildung 1: Schematische Darstellung SoundScape

Erst wenn genau feststeht, wodurch die Lärmbelastung in einem SoundScape hervorgerufen wird, kann eine weitere Analyse erst sinnvoll durchgeführt werden, um ggf. Änderungen herbeizuführen. Änderungen an einem SoundScape können nicht nur dadurch bewerkstelligt werden, dass evtl. Geräuschquellen mit unangenehmen Eigenschaften reduziert oder eliminiert werden, es ist durchaus denkbar, durch Hinzufügen einzelner Geräuschquellen mit hoher Akzeptanz hinsichtlich der Geräuschqualität andere Geräuschquellen mit geringerer Akzeptanz zu maskieren. Andersherum ausgedrückt, wenn eine Lärmbelastung innerhalb eines SoundScapes vorliegt, ist es nicht angebracht, als erstes mit Hilfe vom A-bewertete Schalldruckpegel oder der äquivalenten Dauerschallpegelmessung den Nachweis zu erbringen, dass keine Lärmbelastung vorliegen kann. Hierin liegt ein großes Missverständnis bei der gehörrichtigen Beurteilung von Schallereignissen. Während die Gefahren durch Lärm hinsichtlich einer Gehörschädigung durchaus geeignet mit dem A-bewerteten Schalldruckpegel beschreibbar sind, ist eine einfache Übertragung auf die Frage hinsichtlich der Lärmbelastung nicht ohne weiteres gegeben.

Bei der Entwicklung einer Messtechnik zur physiologischen Bewertung von Lärmwirkung unter Berücksichtigung der psychoakustischen Eigenschaften des menschlichen Gehörs [1] wurde erstmals mit spezieller Berücksichtigung von Arbeitsplätzen versucht, die neueren Erkenntnisse der gehörgerechten Schallanalyse basierend auf der Kunstkopf-Messtechnologie und den psychoakustischen Analysemethoden auf Arbeitsplatzlärm anzuwenden. Diese gehörgerechte Schallaufnahme und Analyseverfahren finden seit vielen Jahren im Automobilbereich und dort speziell für die Fahrzeuginnengeräuschqualität Anwendung [2, 3]. Bei den Untersuchungen von lärmbelasteten Arbeitsplätzen wurden grundsätzlich nur solche ausgewählt, die einen A-bewerteten Schalldruckpegel aufwiesen, die deutlich unterhalb 85 dB(A) lagen und somit eine gehörschädigende Wirkung von Lärm auszuschließen war. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden zahlreiche neue Erkenntnisse zur Lärmbeurteilung und -bewertung festgestellt, unter anderem auch, dass alleine die räumliche Verteilung von verschiedenen Schallquellen und deren Zuordnung zueinander oder sogar deren Bewegung signifikante physiologische Auswirkungen auf die Testpersonen ausübten. Daraus leitet sich ab – wie in Abbildung 2 dargestellt – dass die Beschreibung der Geräuschqualität deutlich umfassender bzw. mehrdimensional ist und der A-bewertete Schalldruckpegel sicher kein falsches, aber auch auf keinen Fall ein hinreichendes Messverfahren darstellt, die subjektiv empfundene Belästigung durch Lärm adäquat zu beschreiben.

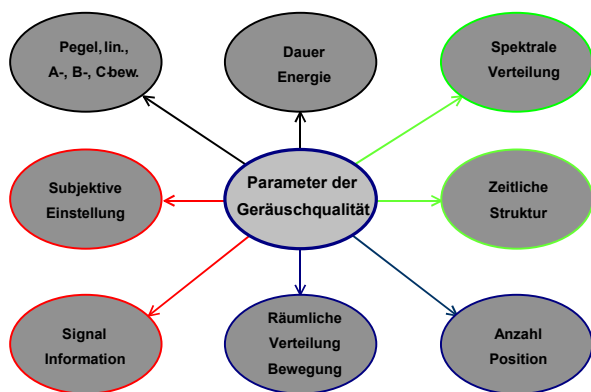


Abbildung 2: Einflussparameter für die Geräuschqualität

Je kleiner der A-bewertete Schalldruckpegel eines Schallereignisses ausfällt oder auch je geringer die Lautheit ist, desto wichtiger werden für die Beurteilung der Geräuschqualität oder auch der subjektiv empfundenen Belästigung durch Lärm Muster im Zeit- und Frequenzbereich des Schallereignisses. Diese sogenannte Adaptivität [4] des menschlichen Gehörs weist auf eine wichtige Nichtlinearität des menschlichen Gehörs hin, d.h. es erfolgt eine Anpassung an eine Geräuschsituation. Veränderungen werden im Zeit- und Frequenzbereich im weiten Bereich ohne Berücksichtigung des absoluten Pegels als Muster wahrgenommen und zur Beurteilung einer Geräuschsituation herangezogen.

Zusammenfassung

Die Betrachtung von SoundScape hinsichtlich ihrer Auswirkung auf den Menschen wird immer wichtiger. Da das menschliche Gehör immer aktiv ist und nicht einfach - wie beim Auge – abgeschaltet werden kann, ist der Mensch den Geräuschen quasi ausgeliefert. Während im Hochpegelbereich der Zusammenhang zwischen Gehörschädigung und dem A-bewerteten Schalldruckpegel noch relativ einfach und sicher dargestellt werden kann, ist die allgemeine Transformation von Schallereignissen in Hörereignisse innerhalb eines SoundScapes und den damit verbundenen Möglichkeiten einer Lärmbelastung erheblich komplexer und bedarf einer stärkeren interdisziplinären Zusammenarbeit verschiedener Fachrichtungen wie Akustiker, Psychoakustiker, Mediziner, Soziologen und Psychologen. Wenn sich Menschen über Lärm beschweren, sich belästigt fühlen und der Ingenieur antwortet mit dem A-bewerteten Schalldruckpegel, dann ist die Gefahr eines Missverständnisses vorprogrammiert.

Obwohl aus den Untersuchungen hinsichtlich der Geräuschqualität von Fahrzeuginnengeräuschen bekannt ist, dass die Beanstandungen von Geräuschen nicht mit einfachen Messverfahren bestimmt werden können, da ja bekannt ist, dass die Signalverarbeitung des menschlichen Gehörs deutlich komplexer ist und daher die Automobilindustrie und deren Zulieferer weltweit gehörbezogene Mess- und Analyseverfahren einsetzen, wird immer noch versucht, Umweltgeräusche, Arbeitslärm oder ganz generell SoundScapes und die daraus gelegentlich resultieren Belästigungen durch Lärm mit einfachen Messwerten zu korrelieren.

Referenzen

- [1] K. Genuit, et.al.
Entwicklung einer Messtechnik zur physiologischen Bewertung von Lärmeinwirkungen unter Berücksichtigung der psychoakustischen Eigenschaften des Menschlichen Gehörs
Schriftenreihe der BAU, Fb 774, Dortmund/Berlin 1997
- [2] K. Genuit
Kunstkopf-Messtechnik - Ein neues Verfahren zur Geräuschdiagnose und -analyse
Zeitschrift für Lärmbekämpfung 35, Dez. 1988, S. 103-108
- [3] K. Genuit
Grundlagen der Psychoakustik
HDT-Essen „Fahrzeugakustik“, 03.-04.12.1996, Essen
- [4] K. Genuit
Objective Evaluation of Acoustic-Quality Based on a Relative Approach
Inter-Noise'96, 30.07.-02.08.1996, Liverpool, England