

# Beeinflussung des Lautheitsurteils durch schallfremde, stehende Bilder

Ch. Patsouras <sup>1)</sup>, M. Böhm <sup>2)</sup>, H. Fastl  
 AG Technische Akustik, MMK, TU München

<sup>1)</sup> jetzt AKsys Akustikzentrum Worms

<sup>2)</sup> jetzt Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde

## Einleitung

In der klassischen Psychoakustik wird die Versuchsperson, entsprechend einem *physikalischen* Meßgerät, als *psychophysikalisches* Meßgerät betrachtet. Als Eingangsgröße liegt hierbei der "zu messende" akustische Stimulus an, als Ausgangsgröße wird neben den physikalischen Meßwerten, die das physikalische Meßgerät liefert, das Urteil bezüglich einer Wahrnehmung, wie etwa der Lautheit des Stimulus, gemessen. Hierbei wird die Versuchsperson als unbeeinflusst [1] von anderen Eingangsgrößen behandelt.

Tatsächlich jedoch befindet sich die Versuchsperson während des Urteils in einem speziellen Umfeld. Neben dem kognitiven Umfeld der beurteilenden Versuchsperson kann das personenspezifische Umfeld und insbesondere auch das übrige sensorische Umfeld, also die zusätzliche Wahrnehmung über andere Sinnesmodalitäten (visuell oder taktil), eine wichtige Rolle spielen.

Im folgenden wird untersucht, ob die optische Darbietung einer Szene (als stehendes Bild), welche nicht in direktem Zusammenhang zum Gehörten steht, das Lautheitsurteil einer Zugvorbeifahrt beeinflussen kann.

## Experimente

Als akustische Stimuli dienen die Zugvorbeifahrten von vier unterschiedlichen Zügen, welche mit einem Kunstkopf in einem Abstand von 25 Metern zu den Gleisen aufgenommen wurden. Wiedergegeben wurden die Signale mit dem Originalpegel freifeldentzerrt [2] in einer schallgeschützten Kabine über den zugehörigen Kopfhörer. Um Erinnerungseffekte aufgrund der geringen Anzahl akustischer Stimuli zu vermeiden, wurden weitere Vorbeifahrtgeräusche mit Dummy-Funktion in den Ablauf des Experiments aufgenommen.

Insgesamt wurde am Beispiel von sieben unterschiedlichen optischen Stimuli der Einfluß schallfremder, stehender Bildern auf das Lautheitsurteil betrachtet. Um einen möglichen Einfluß jahreszeit-typischer Abbildungen zu untersuchen, wurde die Abbildung einer Naturlandschaft verwendet, welche sich lediglich durch die Jahreszeit (Sommer bzw. Winter) unterscheidet (Abb. 1a). Der Einfluß einer unterschiedlich stark begrünten Straße wurde anhand einer Allee untersucht, welche einerseits ohne Blätter im Winter aufgenommen wurde, andererseits durch digitale Bildbearbeitung künstlich begrünt wurde (Abb. 1b). Am Beispiel von Abbildungen einer spärlich besiedelten Wohngegend (Abb. 1c oben), einer dicht besiedelten Wohngegend (Abb. 1c mitte) und eines industriellen Gebietes (Abb. 1c unten) wurde der mögliche Einfluß unterschiedlicher Besiedlungsdichten überprüft. Die Darbietung der optischen Stimuli erfolgte jeweils über eine Videobrille [3].

Zur quantitativen Erfassung des Einflusses dieser optischen Stimuli auf die auditive Wahrnehmung der Lautheit wurde die psychometrische Methode Größenschätzung mit Ankerschall verwendet. An den Experimenten nahmen 11 normalhörende Versuchspersonen im Alter zwischen 23 und 58 Jahren (Median 24 Jahre) teil, wobei jeder der akusto-optischen Stimuli je drei mal zu beurteilen war.

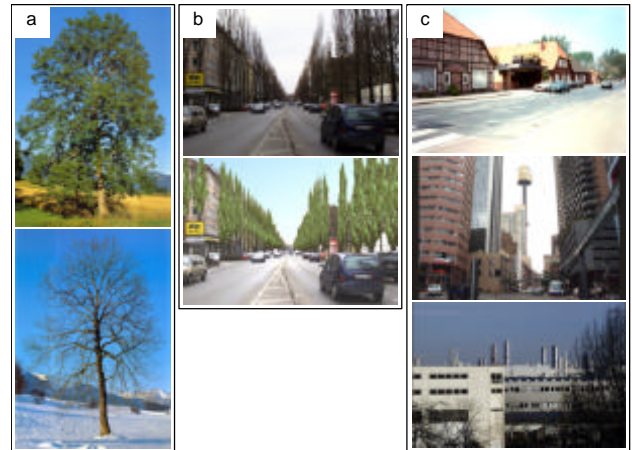


Abbildung 1: Optische Stimuli zur Messung des Einflusses schallfremder, stehender Bilder.

## Mittlere Beeinflussung

Abbildung 2 zeigt die beurteilte relative Lautheit (Median und Interquartile) der fünf Vorbeifahrten, aufsteigend angeordnet bezüglich der beurteilten Lautheit bei rein akustischer Darbietung (ausgefüllte Kreise). Als Anker fungierte die rein akustische Darbietung der Zugvorbeifahrt eines ICEs (Vorbeifahrt 4).

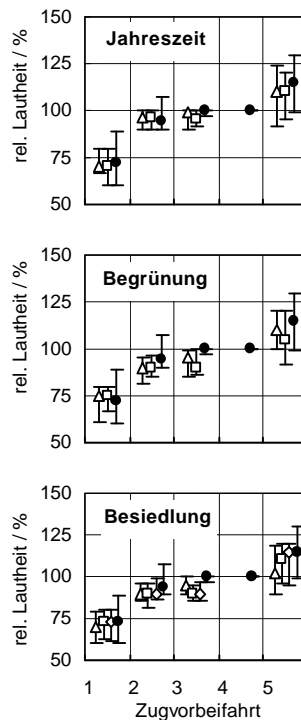


Abbildung 2: Relative Lautheit der fünf Vorbeifahrten bei den unterschiedlichen optischen Konditionen. Oben: Vergleich von Winter (Dreiecke) und Sommer (Quadrate). Mitte: Vergleich von unbegrünter (Dreiecke) und begrünter (Quadrate) Straße. Unten: Vergleich von spärlicher (Dreiecke), dichter (Quadrate) und industrieller (Rauten) Besiedlung. Ausgefüllte Kreise: rein akustische Darbietung (Ankerschall: Zugvorbeifahrt 4).

Für die rein akustische Darbietung ergeben sich bezüglich der relativen Lautheit Werte zwischen 72,5 und 115 %.

Beim Einfluß der Jahreszeiten (Abb. 2 oben) können bei den einzelnen akustischen Stimuli zwischen den unterschiedlichen optischen Konditionen im

Mittel nur Unterschiede bis maximal 5 % gemessen werden. Auch eine Überprüfung der Einzeldaten aller Versuchspersonen anhand eines Signifikanztests nach Wilcoxon ergibt, legt man ein Signifikanzniveau von 5 % zugrunde, keinerlei statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen optischen Konditionen. Beim Einfluß der Begrünung einer Straße (Abb. 2

mitte) ergeben sich Unterschiede bis zu 10 %. In den meisten Fällen liegt das Urteil bei gleichzeitiger optischer Darbietung unter dem der rein akustischen Präsentation. Insbesondere bei den Zugvorbeifahrten 3 und 5 sind im Mittel gleiche Tendenzen und gleiche Größenordnungen der Beeinflussung meßbar: das Geräusch wird in beiden Fällen bei gleichzeitiger optischer Darbietung der unbegrünten Straße im Mittel 5 % leiser als bei rein akustischer Darbietung eingestuft, bei Präsentation der begrünten Straße fällt das Lautheitsurteil im Mittel nochmals jeweils um 5 % ab. Eine statistische Analyse der Einzeldaten aller Versuchspersonen ergibt die signifikantesten Unterschiede für Zug 2 und 3 insbesondere beim Vergleich der optischen Konditionen (unbegrünt bzw. begrünt) mit der rein akustischen Präsentation. Zusätzlich erweist sich auch der Unterschied zwischen den Urteilen mit unbegrünter und begrünter Kondition bei Zug 5 als statistisch signifikant. Auch für die Konditionen der unterschiedlichen Besiedlungsdichten ergibt sich ein ähnliches Bild. In Teilabbildung 2 unten resultieren für diesen Fall im Mittel Unterschiede im Lautheitsurteil bis zu 13 %. Wiederum werden die Geräusche mit gleichzeitiger optischer Präsentation im Mittel tendentiell leiser beurteilt als bei rein akustischer Darbietung. Bei einer Überprüfung der Einzeldaten mit dem Signifikanztest nach Wilcoxon berechnen sich auch in diesem Fall die signifikantesten Werte für die Züge 2 und 3, wobei sich insbesondere bei Zug 2 die Unterschiede bei Vergleich einer beliebigen Abbildung mit der rein akustischen Variante als signifikant erweisen.

### Individuelle Beeinflussung

Bereits in früheren Untersuchungen [4] hat sich gezeigt, daß sich die Messung des Einflusses einer zusätzlichen optischen Komponente auf das auditive Urteil als äußerst vielschichtig erweisen kann, da meist sehr individuelle Beurteilungsmuster auftreten. Gegensätzliche Tendenzen, starke Beeinflussungen einzelner Versuchspersonen und nahezu "resistentes" Verhalten anderer Versuchspersonen sind keine Seltenheit. Zur Erfassung der individuellen Beeinflussung einer einzelnen Versuchsperson wird deshalb über die Differenzen der Beurteilung mit und ohne optische Komponente aller beurteilten Schalle gemittelt. Abbildung 3 zeigt die sich so ergebenden individuellen Beeinflussungen aller elf Versuchspersonen. Zur besseren Veranschaulichung sind die Werte einer Versuchsperson durch Geraden verbunden. Die äußerst individuelle Beeinflussung des Lautheitsurteils durch ein zusätzlich dargebotenes schallfremdes, stehendes Bild ist sehr deutlich erkennbar.

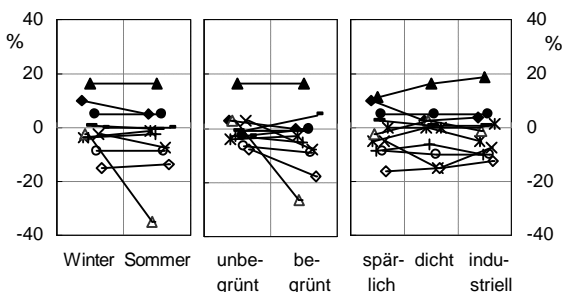


Abbildung 3: Individuelle Beeinflussung durch schallfremde, stehende Bilder.

Während einige Versuchspersonen (ausgefüllte Symbole) dazu tendieren die Lautstärke der Vorbeifahrt mit optischem Stimulus eher zu überschätzen, gibt es eine Gruppe anderer Versuchs-

personen (offene Symbole) die zur Unterschätzung der Lautstärke neigen. Überwiegend bleibt die Art der Beeinflussung bei der jeweiligen Versuchsperson für alle unterschiedlichen optischen Szenarien konstant. Eine deutliche Ausnahme hierbei stellt jedoch jene Versuchsperson dar, welche durch die offenen Dreiecke repräsentiert wird: insbesondere bei den jahreszeit-typischen Abbildungen und der Begrünung der Straße liegen bei dieser Versuchsperson bis zu 30 % zwischen der Beeinflussung durch die unterschiedlichen Szenarien.

Abbildung 4 zeigt den Median und die Interquartilbereiche gebildet aus allen individuellen Beeinflussungen je Szenario bzw. gebildet aus allen individuellen Beeinflussungen aller Szenarien. Zusammenfassend resultiert somit für die einzelnen Szenarien eine mittlere individuelle Beeinflussung jeweils zugunsten der Darbietung mit optischer Komponente von 0 bis -2,5 % und über alle Szenarien gemittelt ein Wert von -1,25 %.

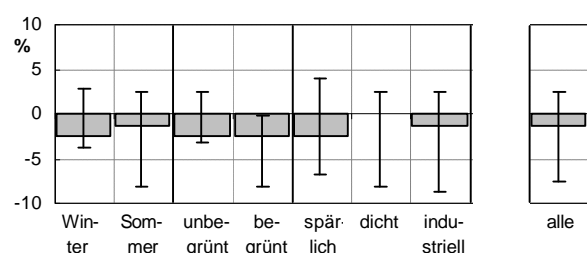


Abbildung 4: Mittlere individuelle Beeinflussung durch schallfremde, stehende Bilder.

### Zusammenfassung

Die durch eine zusätzliche optische Darbietung schallfremder, stehender Bilder provozierten Unterschiede im Lautheitsurteil, gemessen mit der Methode Größenschätzung mit Ankerschall, belaufen sich im Mittel auf bis zu 13 % und beeinflussen die Beurteilung meist zu niedrigeren Werten. Die Art der Abbildung scheint die Beurteilung nicht zu beeinflussen, stattdessen scheint die Darbietung einer schallfremden Abbildung an sich die empfundene Lautheit abzuschwächen. Die sehr individuellen Beurteilungsmuster können mittels der Berechnung einer individuellen Beeinflussung für jede Versuchsperson gut dargestellt werden. Die individuellen Beeinflussungen liegen zwischen +18 % und -35 % und sind meist für die unterschiedlichen optischen Szenarien konstant. Wird durch Medianbildung der individuellen Beeinflussungen die mittlere individuelle Beeinflussung gebildet, so ergibt sich für alle schallfremden Bilder ein Wert von -1,25 %.

Die Autoren danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Förderung dieser Arbeit im Rahmen des Projektes FA 140/2.

### Referenzen

- [1] Zwicker, E.: Ein Vorschlag zur Definition und zur Berechnung der unbeeinflussten Lästigkeit. Zeitschr. für Lärmbek. 38, 91-97 (1991).
- [2] Zwicker, E., Fastl, H.: Psychoacoustics - Facts and Models. 2<sup>nd</sup> Updated Ed., Springer Verlag Berlin (1999).
- [3] Patsouras, Ch., Böhm, M., Fastl, H.: Visueller Kanal oder Ablenkung? Einfluß einer optischen Komponente auf die Beurteilung der Geräuschqualität. In: Fortschritte der Akustik DAGA'02, DEGA Oldenburg, 210-211 (2002).
- [4] Patsouras, Ch., Filippou, Th.G., Fastl, H.: Influence of color on the loudness judgement. Proc. Forum Acusticum 2002 Sevilla, CD-ROM, EAA (2002).