

## 1. Einleitung

Die TALärm [1], Sportanlagenlärmschutzverordnung [2], Verkehrslärmschutzverordnung [3] etc. weisen unterschiedliche Verfahren zur Bewertung der unterschiedlichen Geräuscharten aus mit unterschiedlichen Grenz- und Richtwerten. Der Fluglärm unterliegt bezüglich der rechtlichen Regelungen dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm [4] mit einem anderen Bewertungsverfahren und anderen Grenzwerten. Immissionsricht- oder –grenzwerte existieren dazu nicht. Die Bahn AG hat neue Ergebnisse aus sozialwissenschaftlichen Untersuchungen, die die Tendenz des sogenannten Schienenbonus bestätigen, der sich auch aus den Empfehlungen des holländischen Gesundheitsrates [5] ableiten lässt.

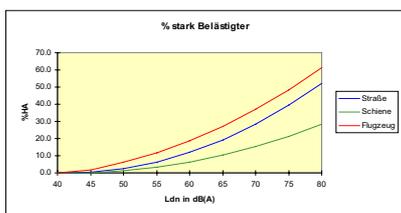


Abb. 1: Zusammenhang zwischen dem Prozentsatz der stark Belästigten und dem Tag-Nacht-Pegel Ldn

In Abbildung 1 sind die entsprechenden Kurven dargestellt, die den Zusammenhang zwischen dem Prozentsatz der stark Belästigten und dem Tag-Nacht-Pegel Ldn für Straßen-, Schienen- und Flugverkehrslärm darstellen. Der englische Begriff „highly annoyed“ wird nur durch den Begriff „stark“ übersetzt, um den Terminus „erheblich“ zu vermeiden, der rechtlich schon belegt ist.

Die in Abbildung 1 dargestellten unterschiedlichen Belastigungskurven sind im statistischen Sinne nach [5] nicht signifikant voneinander zu unterscheiden. Dies bedeutet im Sinne der Statistik, dass – ausgehend von der Varianz der Daten, die diesen Kurven zugrunde liegen, die Hypothese, dass Fluglärm nicht lästiger ist als Straßenverkehr oder Schienenverkehr, nicht verworfen werden kann. Hier sei unmittelbar angemerkt, dass viele Gesetzmäßigkeiten in der Physik aus Messungen abgeleitet wurden, ohne im statistischen Sinne die Signifikanz zu begründen.

Umgekehrt kann die Tatsache, dass ein Zusammenhang im Sinne der Statistik signifikant ist, nicht als ausschließlicher Beweis für die Hypothese dienen, dass Fluglärm lästiger ist als die übrigen Geräuschquellen. Um diese Behauptung zu beweisen oder zumindest plausibel zu machen, sind die Gründe zu benennen.

## 2. Geräuschtrennung

Seit ca. 20 Jahren beschäftige ich mich mit dem Problem der systematischen Trennung von Geräuschen unterschiedlicher Quellen. In der Vergangenheit hat sich dies auf die Anwendung statistischer Verfahren konzentriert, die es zumindest erlauben, die Langzeitpegel der unterschiedlichen Quellen zu trennen und insbesondere Industriegeräusche von Verkehrsgeschäften. Nunmehr wurde von mir ein Verfahren entwickelt, das auf der Basis der Mustererkennung die Geräuschquellen Straßen-, Schienen- und Flugverkehr voneinander trennen kann. Das Verfahren beruht darauf, dass 1/6 Oktavspektren und deren spektrale Rauigkeit für die Geräuschtrennung herangezogen werden. Für den vorliegenden Kontext ist dabei wichtig, dass die Geräuscharten Straßen-, Schienen- und Luftverkehr mit einem Cluster von jeweils 4 Spektren identifiziert werden. In Abbildung 2 ist ein typisches

Beispiel der Funktionsweise dargestellt. Die Farbe des Pegelschriebs steht für die jeweilige Geräuschart.

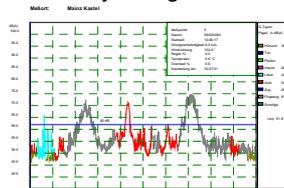


Abb. 2: Beispiel (grau: Flugereignisse)

Selbstverständlich können auch lokale Geräusche, Töne, Impulse, Pfeifen etc. unterschieden werden. Wie der Abbildung 2 zu entnehmen ist, ist hier neben Straßenverkehr (rot), Flugverkehr (grau) dargestellt. In Abbildung 3 ist ein Überflug dargestellt, bei dem im Pegelschrieb des Überfluges Tonalität, Pfeifen und impulsähnliche Pegeländerungen gemeldet werden. Besonders auffällig ist der Impuls (violett) in der Pegelspitze und die wiederholt auftretende tonale Phase (blau) mit Phasen, die einem Pfeifen zugeordnet werden. Wir verfügen über zahlreiche Beispiele dieser Art.

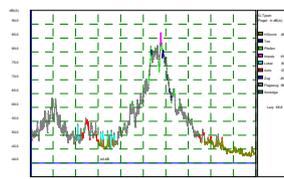


Abb. 3: Pegelschrieb eines Überflugs mit Pegeländerungen

Solche auf die Dynamik und Frequenzstruktur zurückzuführenden Details im Verlauf der Ereignisse werden beim Straßen- und Schienenverkehr nur in seltenen Einzelfällen beobachtet. Das bedeutet, dass der Pegelverlauf und auftretende Tonalität die erhöhte Lästigkeit unmittelbar nach den Regeln, wie sie in der DIN 45645 Teil 1 niedergelegt sind, nahelegen.

## 3. Noy

Die Tatsache, dass die von uns benutzten spektralen Muster geeignet sind, die unterschiedlichen Geräuscharten zu trennen, legt die Vermutung nahe, dass diese Spektren gegebenenfalls den Befund der Abbildung 1 reproduzieren können. Dazu stellt sich die Frage, mit welchem Messsystem man die Lästigkeit aus den Musterspektren ableiten könnte.

Im Rechtssystem der Bundesrepublik Deutschland findet sich dazu auch eine geeignete Maßeinheit, die mit „noy“ bezeichnet wird und auf das englische „annoyed“ zurückgehen dürfte. Diese Maßeinheit findet sich in der LSL, der „Lärmschutzanforderungen für Luftfahrzeuge“ [6]. Diese Einheit findet sich in der ISO 3891 „Acoustic – Procedure for describing aircraft noise heard from the ground“ [7], auf die die drei deutschen Normen zum Fluglärm DIN 45643 Teile 1 bis 3 [8] aufbauen. Diese Einheit und deren Ableitung wird von Kryter in seinem Buch „The Effect of Noise on Man“ [9] ausführlich beschrieben und stimmt weitgehend mit der Zwicker-Lautheit überein unter Annahme der Behandlung von Einzeltönen. Die „noys“ lassen sich als Pegel angeben und werden dann als EPN (effective perceived noise) –Pegel bezeichnet.

## 4. Vergleich

In Abbildung 4 sind für die 12 Musterspektren die EPN-Pegel in einem Raum dargestellt, bei geöffneter Balkontür.

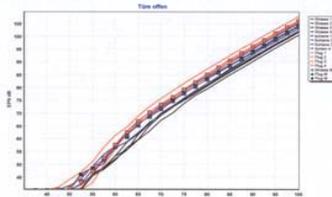


Abb. 4: EPN-Pegel im Raum gegenüber Freifeld A-Schallpegel für geöffnete Balkontür

Auf der Abszisse ist der Außenpegel als A-Schallpegel und auf der Ordinate der EPN-Pegel im Raum angegeben. Die roten Linien sind dem Fluglärm, die blauen dem Schienenverkehr und die schwarzen dem Straßenverkehr zuzuordnen. Die benutzten Pegeldifferenzen sind gemessen worden. Schienen- und Straßenverkehr sind nicht unterscheidbar, der Fluglärm liegt etwas höher.

In Abbildung 5 ist der Fall dargestellt, dass die Tür gekippt ist. Deutlich ist erkennbar, dass in dieser Situation bei gleichem A-bewerteten Außenpegel der EPN-Pegel im Mittel 6 dB über dem Straßenverkehr liegt.

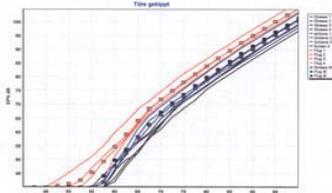


Abb. 5: EPN-Pegel im Raum gegenüber Freifeld A-Schallpegel für gekippte Balkontür

Weiter wird deutlich, dass der Straßenverkehr knapp über dem Schienenverkehr liegt.

In Abbildung 6 ist dieselbe Situation bei geschlossener Tür wiedergegeben. Nunmehr sind Straßen-, Schienen- und Flugverkehr deutlich getrennt.

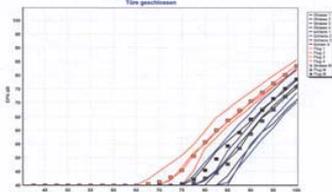


Abb. 6: EPN-Pegel im Raum gegenüber Freifeld A-Schallpegel für geschlossene Balkontür

Die Abbildungen 4 bis 6 belegen jedoch einen weiteren Tatbestand, nämlich den, dass es Flugzeuge bzw. charakteristische Flugphasen gibt, deren erhöhte Lästigkeit weit außerhalb des Bereiches liegt, der durch Straßen- und Schienenverkehr überdeckt wird. Andererseits zeigen die Abbildungen, dass es Flugzeuge und Flugphasen gibt, deren Lästigkeit mit der der Eisenbahn bzw. der des Straßenverkehrs überlappt. Ausgehend von diesem Tatbestand ist es nicht überraschend, dass Befragungen keine signifikanten Ergebnisse liefern.

Für die erhöhte Störwirkung von Fluglärm spricht auch die in Abbildung 7 dargestellte Gegenüberstellung der Spektren und Rauigkeitsspektren von Straßenverkehr (oben) und Flugverkehr (unten). Deutlich ist die um den Faktor 2 bis 3 erhöhte Rauigkeit des Fluglärms und dessen Tendenz zu schmalbandigen tieffrequenten Spektren zu erkennen.

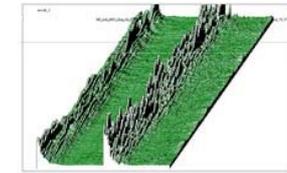
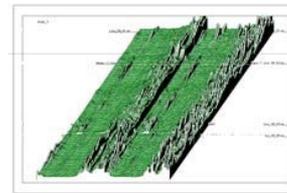


Abb. 7: Gegenüberstellung der Spektren (linke Seite), Rauigkeitsspektren (rechte Seite) Straßenverkehr (oben) und Flugverkehr (unten)

## 5. Schlussfolgerung

Es ist nicht überraschend, dass mit sozialwissenschaftlichen Befragungen der Beweis eines signifikanten Unterschieds bezüglich der Lästigkeit von Fluglärm nur schwer geführt werden kann, weil in allen drei Geräuscharten charakteristische, sich überlappende Spektren zu verzeichnen sind. Aus den unterschiedlichen EPN-Pegeln in Räumen ergibt sich ein klares Indiz dafür, dass Fluglärm lästiger ist als die übrigen Verkehrslärmgeräusche und dass Eisenbahnlärm, wie durch das Bonusmodell der 16. BImSchV [3] angenommen, um 5 dB weniger lästig ist als Straßenverkehr.

Entsprechend folgt aus den dynamischen Eigenschaften der Pegelverläufe, dass diese auffälliger als die Pegelverläufe von Straßen- und Schienenverkehr und teilweise impuls- und tonhaltig sind. Weiter zeigen Fluggeräuschspektren eine spektrale Rauigkeit, die um den Faktor 2 bis 3 höher als die beim Straßenverkehr und deutlich mehr als 3 gegenüber dem Eisenbahnverkehr.

Daraus leitet sich ab, dass der in der Studie des holländischen Gesundheitsrates dargestellte Zusammenhang zwischen dem Prozentsatz stark Belästigter durch Fluglärm, Straßen- und Schienenverkehrslärm mit aus der Psychoakustik ableitbaren Kriterien bestätigt werden kann.

## 6. Schrifttum

- [1] TA-Lärm, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm, 26.08.1998, GMBI 1998, Nr. 26, Seite 503)
- [2] 18. Verordnung zur Durchführung des BImSchG, Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV), vom 18. Juli 1991
- [3] 16. Verordnung zur Durchführung des BImSchG (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV), vom 12.06.1990 (BGBl. I. S. 1096)
- [4] Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm, März 1971 (BGBl. I S. 282)
- [5] Assessing noise exposure for public health purposes, 1997 Health Council of the Netherlands, No. 1997/23E
- [6] Lärmschutzanforderungen für Luftfahrzeuge (LSL) vom 01.01.1991, Beilage zum Bundesanzeiger Nr. 54 a.v. 19.03.91)
- [7] ISO 3891, Akustik – Verfahren zur Beschreibung von Fluglärm, der am Boden gehört wird, Beuth-Verlag, Berlin, Januar 1978
- [8] DIN 45643 Teile 1 bis 3, Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen, Beuth-Verlag, Berlin, Okt. 1984
- [9] K. D. Kryter The Effects of Noise on Man, AP Press 1998