

Psychoakustik – Hörversuche zur Wahrnehmung des Schalls durch den Menschen

Beat Schäffer, Jean Marc Wunderli und Kurt Eggenschwiler
Empa, Abteilung Akustik/Lärminderung, CH-8600 Dübendorf

Einleitung

Lärm ist störender, unerwünschter Schall. Bei gleichem Pegel kann Lärm den Menschen unterschiedlich stark beeinträchtigen, je nach Geräuschcharakteristiken und sog. moderierenden Faktoren (z.B. Lärmempfindlichkeit). Zur Beurteilung und allenfalls Verminderung von (Umwelt-) Lärm sind daher dessen negativen Wirkungen auf die Bevölkerung von primärem Interesse. Im Gegensatz zum (rein physikalischen) Schallpegel sind die Wirkungen aber nicht direkt messbar (Abb. 1).

Beide Aspekte (Akustik und Störwirkung) sind für die Beschreibung einer Lärm-Situation wichtig und ergänzen sich gegenseitig

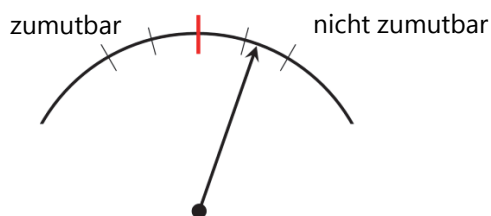


Abb. 1: Ein solches Störungsmeter gibt es nicht – und wird es voraussichtlich auch nie geben

Die unterschiedlichen Lärmwirkungen werden mittels medizinischer Studien (z.B. Schlafstörung), Lärmwirkungsforschung (z.B. Befragungen grosser Bevölkerungsgruppen zur Belästigung durch Lärm über längere Zeiträume) oder Hörversuchen untersucht. Der Fokus der Empa liegt auf Hörversuchen.

Hörversuche

Hörversuche sind psychoakustische Studien zur Wahrnehmung des Schalls durch den Menschen. Die Empa interessiert dabei u.a. die (akute) perzeptive, durch die Wahrnehmung beeinflusste Lästigkeit. Dabei beurteilen Versuchspersonen – meist im Labor – nach entsprechender Anweisung den Höreindruck von Geräuschsituationen, die ihnen vorgespielt werden (Abb. 2).



Abb. 2: Möglicher Aufbau eines Hörversuchs im Labor

Hörversuche zeichnen sich durch hohe Reliabilität (Genauigkeit der Messung) aus, da die Schalle genau kontrolliert und – insbesondere im Labor – andere (z.B. visuelle) Faktoren ausgeschlossen werden können. Hingegen ist die sog. ökologische Validität (Generalisierbarkeit) im Vergleich zu Feldexperimenten (Lärmwirkungsforschung) geringer.

Und ausserdem...

Neben den Hörversuchen arbeitet und arbeitet die Empa an diversen Lärmwirkungsstudien mit, z.B. an der Lärmstudie 2000 (zusammen mit der ETH), der Schiesslärmstudie zur Erarbeitung von Grundlagen für den Anhang 9 der LSV (mit der ETH) oder SIRENE (mit Swiss TPH, Zentrum für Chronobiologie der UPK Basel, n-Sphere, BAFU).

Contact: Beat Schäffer, beat.schaeffer@empa.ch

Anwendungsbeispiele

Psychoakustische Untersuchungen zur Lästigkeitswirkung von Windturbinen- im Vergleich zu Strassenlärm

Windturbinenlärm hat ein deutliches Belästigungspotenzial, doch bis anhin gibt es hierzu nur wenige Studien. Daher sollen Windturbinen- und Strassenlärm bezüglich Lästigkeit miteinander verglichen werden. Zudem sollen besondere Geräuschcharakteristiken von Windturbinen, welche die Lästigkeit beeinflussen können (z.B. Amplitudenmodulation), untersucht werden. Im Labor beurteilen Versuchspersonen verschiedene Geräuschsituationen bezüglich Lästigkeit.

Erste Resultate (Vorversuche): Die Belastungs-Wirkungs-Beziehung für Windturbinenlärm ist rund 7 dB gegen tiefere Pegel verschoben (Abb. 3). Windturbinenlärm wirkt somit deutlich lästiger als Strassenlärm.

Partner:

- Empa: B. Schäffer, K. Heutschi, R. Pieren
- Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt: J. Hellbrück, S. Schlittmeier, R. Graf
- Bundesamt für Umwelt BAFU: M. Brink

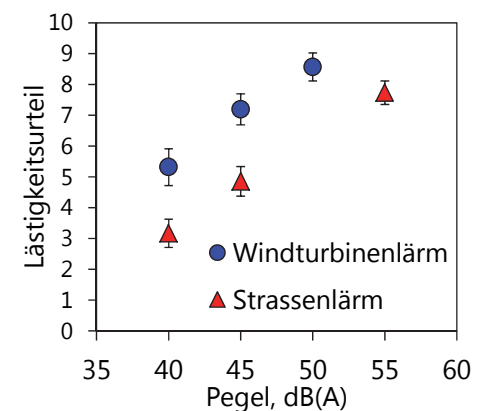


Abb. 3: Belastungs-Wirkungs-Beziehungen (Lästigkeit vs. Pegel) für Windturbinen- und Strassenlärm (Lästigkeit: 0 = überhaupt nicht lästig ... 10 = äusserst lästig)

Förderung:

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Pilotstudie zur Lästigkeit von Windturbinenlärm und den Effekt auf die Herzfrequenzvariabilität

Neben der Erfragung des Höreindrucks sind für zukünftige Hörversuche zusätzliche sensitive und objektive Indikatoren für die lärminduzierte Lästigkeit oder den lärminduzierten Stress von Interesse. Als möglicher Indikator soll die Herzfrequenzvariabilität (Heart Rate Variability, HRV) geprüft werden. Im Labor werden Versuchspersonen vier Geräuschsituationen vorgespielt: Referenz (Vogelzwitschern), zwei Windturbinengeräusche und erneut Referenz. Die Teilnehmer beurteilen die Lästigkeit, während ein Elektrokardiogramm (EKG) aufgezeichnet wird. Aus dem EKG werden u.a. die Herzfrequenz (d.h. Puls) und die sog. RMS SD (Root Mean Square of the Successive Differences), ein Mass für die Unregelmässigkeit des Herzschlags, ermittelt. Beide Parameter sind Stressindikatoren: Steigende Herzfrequenz und/oder sinkende RMS SD weisen auf Stress hin.

Resultate: Das Lästigkeitspotenzial von Windturbinenlärm zeigt sich wiederum deutlich (Abb. 4). Gleichzeitig weisen sowohl die steigende Herzfrequenz als auch die sinkende RMS SD auf Stress hin (Abb. 5). Die HRV ist also ein vielversprechender Parameter zur Erfassung des lärminduzierten Stresses.

Partner:

- Swiss Tropical and Public Health Institute (Swiss TPH): A. Tesic, M. Rösli
- Empa: B. Schäffer, K. Heutschi

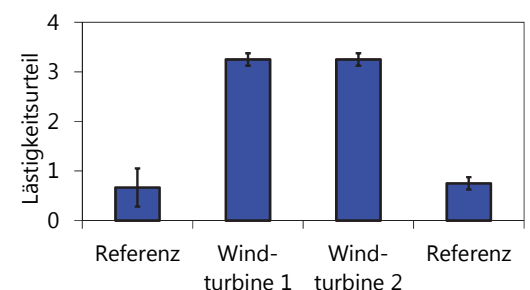


Abb. 4: Lästigkeit der 4 Geräuschsituationen (Lästigkeit: 0 = überhaupt nicht lästig ... 4 = äusserst lästig)

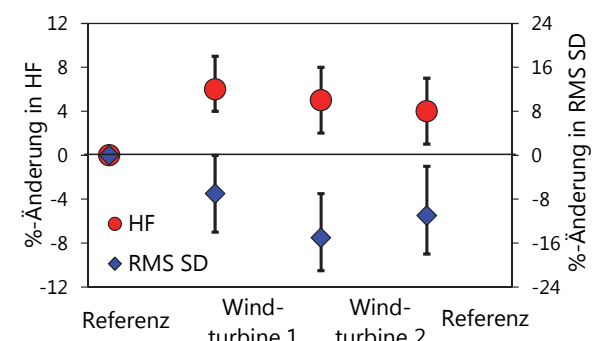


Abb. 5: Prozentuale Änderung der Herzfrequenz (HF) und Herzfrequenzvariabilität (RMS SD) über die 4 Geräuschsituationen im Vergleich zur 1. Referenz

PC-21 – Akustische Immissionsmessungen und subjektive Lärmbeurteilung dreier Propellerausführungen

Der vom Propellerflugzeug PC-21 (Abb. 6) verursachte Lärm war in der Vergangenheit wiederholt Ursache von Beschwerden.



Abb. 6: Flugzeug PC-21

Deshalb veranlasste das VBS die Entwicklung zweier leiserer Propellerausführungen. Der heute im Einsatz stehende Propeller und die beiden Prototypen sollen miteinander verglichen und evaluiert werden, sowohl durch akustische Messungen als auch mittels Lästigkeitsbeurteilung durch eine Gruppe von Personen im Feld auf dem Flugplatz Emmen (Abb. 7).



Abb. 7: Lästigkeitsbeurteilung des PC-21 durch eine Gruppe von Personen auf dem Flugplatz Emmen

Auftraggeber:

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

armasuisse