

AKUSTISCHE ERHEBUNG IM RAHMEN EINER INTERDISZIPLINÄREN FELDSTUDIE

ÜBER SCHLAFSTÖRUNGEN AN SCHIENEN- UND STRASSENVERKEHRSWEGEN

M. LIEPERT *, U. MÖHLER *, B. GRIEFAHN **, R. SCHUEMER ***, A. SCHUEMER-KOHR

* Möhler + Partner, München; **Institut für Arbeitsphysiologie, Dortmund; ***ZEUS GmbH, Bochum

Einleitung

Derzeit wird eine Feldstudie über Schlafstörungen durch Lärm an Schienen- und Straßenverkehrswegen durchgeführt. Die Studie wird im Auftrag der DB AG von der Studiengemeinschaft Schienenverkehr (Arbeitsgemeinschaft zwischen Möhler + Partner und Obermeyer Planen + Beraten) und dem Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund (IfADo), Fr. Prof. Griefahn, durchgeführt. Dabei ist vor allem die unterschiedliche Wirkung von Schienen- und Straßenverkehrslärm bezüglich der Schlafstörungen von Interesse. Neben der bisher häufig verwendeten Methode der sozial-wissenschaftlichen Befragung werden hier auch die objektiv meßbaren Störungen des Nachtschlafes mittels Bewegungssensoren (Aktimeter) und EEG erfaßt. Der Untersuchungsplan sieht vor, in jeweils vier Straßen- und Schienengebieten Gebiete mit dominantem Schienen- und Straßenverkehrslärm) Befragte zu rekrutieren, Schallmessungen und objektive Messungen des Nachtschlafes durchzuführen. Diese Messungen sollen bei mindestens 50 Probanden je Untersuchungsgebiet in 10 Nächten stattfinden. Um die meßtechnisch ermittelten, individuellen Schlafstörungen zuverlässig einem akustischen Ereignis zuordnen zu können, soll bei den Immissionspegeln auf individuelle Werte zurückgegriffen werden. Die hohe zeitliche Auflösung der Aktimetermessung (1-Sekunden-Takt) erfordert eine ebenso hohe Genauigkeit bei der zeitlichen Zuordnung der akustischen Messungen. Als akustische Maßeinheit wird der 1-Sekunden- L_{eq} gemessen und zusammen mit der genauen Uhrzeit dessen Zeitverlauf gespeichert. Deshalb müssen die verwendeten akustischen und physiologischen Meßgeräte (ca. 60 mobile Geräte mit integrierter Zeiterfassung) sekundengenau synchronisiert werden. Die detaillierte Erfassung des zeitlichen Verlaufs der akustischen Belastung während der 10 Untersuchungsnächte ermöglicht außerdem auch nachträglich die rechnerische Bildung verschiedener zusammenfassender Meßwerte (Mittelungspegel, Überschreitungspegel, etc.).

Aufgabenstellung

Als Untersuchungsgebiete wurden reine Wohngebiete entlang von Schienenstrecken bzw. stark befahrenen Durchfahrtsstraßen (Bundesstraßen, Landstraßen) ausgewählt. Entlang des jeweiligen Verkehrsweges (Schiene/Straße) wurden in einem Abstandsbereich von ca. 25-300 m im Rahmen der sozial-wissenschaftlichen Befragung Teilnehmer für die Messung der Schlafstörungen gewonnen. Durch die dadurch entstandene (und auch beabsichtigte) räumliche Verteilung der Probanden erschien eine Beschreibung der akustischen Belastung durch Gebietsmittelwerte als unzureichend. Vielmehr wurde angestrebt, individuelle Pegel-Zeitverläufe der 10 Untersuchungsnächte sowohl für den Innenraum (Schlafzimmer) als auch den Außenbereich (vor dem Schlafzimmerfenster) für jeden Probanden zu erfassen. Dies würde bei rein meßtechnischer Vorgehensweise einen enormen organisatorischen und gerätetechnischen Aufwand bedeuten. Es wären allein 50 Schallpegelmeßgeräte nötig. Deshalb wurde eine Kombination aus Messung und Berechnung zur Erfassung der individuellen Pegel-Zeitverläufe entwickelt. Dabei sollte an einem Dauermeßpunkt kontinuierlich über den Untersuchungszeitraum der Pegel-Zeitverlauf gemessen werden und der individuelle Pegel für jeden Probanden errechnet werden. Als Grundlage für die Berechnungen sollen dabei Daten von akustischen Stichprobenmessungen und Verkehrserhebungen dienen.

Daraus ergibt sich folgende Aufgabenstellung:

- Durch die Schallausbreitung ergeben sich bei den Probanden verminderte Vorbeifahrtpegel. Diese *Pegeldifferenz* muß ermittelt werden.
- Der Zeitpunkt eines am Dauermeßpunkt auftretenden Vorbeifahrtereignisses ist bei den Probanden unterschiedlich je nach Lage zum Dauermeßpunkt und Richtung der Vorbeifahrt. Deswegen muß für jede Probandenwohnung der Zeitversatz der Vorbeifahrtereignisse bezogen auf den Dauermeßpunkt ermittelt werden.

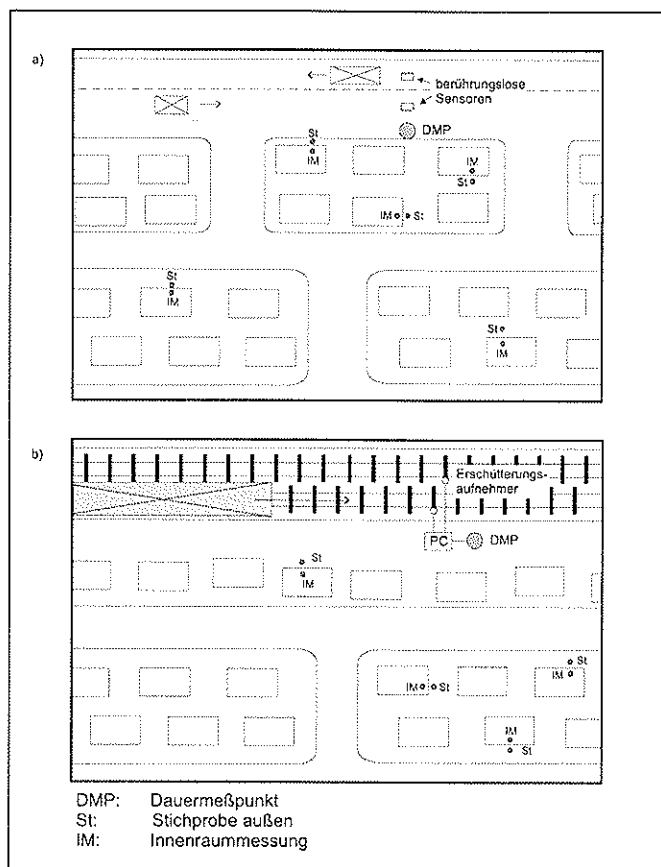


Abb.1: Meßanordnung in einem Straßen- (a) und einem Schienengebiet (b)

Methodik

a) Durchführung der Messungen

Die Emissionen der Primärschallquelle werden an einem Dauermeßpunkt, dessen Standort nahe der Schienenstrecke bzw. der betrachteten Straße gewählt wurde, erfaßt.

Messung der Pegeldifferenz durch Schallausbreitung

Zur Ermittlung der Pegeldifferenzen zwischen Dauermeßpunkt und Immissionsort werden sowohl außen vor dem Schlafzimmerfenster als auch im Schlafräum selbst Stichprobenmessungen durchgeführt. Mit dieser Pegeldifferenz lassen sich dann die verminderten Vorbeifahrtpegel bei den Probanden prognostizieren.

Die Stichproben im Innenraum werden mit Handschallpegelmeßgeräten über eine ganze Nacht je Proband durchgeführt. Drei vorprogrammierte Schallpegelmeßgeräte werden in jeder der 10

Nächte in jeweils anderen Schlafzimmern abends vom Meßpersonal aufgestellt und morgens dort wieder abgeholt. Damit können alle Probandenschlafzimmer (Ehepaare im gemeinsamen Schlafraum berücksichtigt) einmal im Untersuchungszeitraum erfaßt werden.

Vor dem Schlafzimmerfenster wird in der Nacht, in der im jeweiligen Schlafraum das Innenschallpegelmeßgerät aufgestellt ist, jeweils eine ca. 1-stündige (ausreichende Anzahl von Vorbeifahrten während der Messung vorausgesetzt) Stichprobenmessung durchgeführt.

Die Pegelabnahme durch den Abstand der Probandenwohnung von der Quelle kann durch den Bezug Dauermeßpunkt zu Stichprobe vor dem Fenster bestimmt werden. Die Pegelabnahme durch Dämmung der Außenbauteile und der Fenster unter Berücksichtigung der Fenster- und Rolladenstellung kann durch den Bezug der Stichprobenmessungen außen zu innen bestimmt werden..

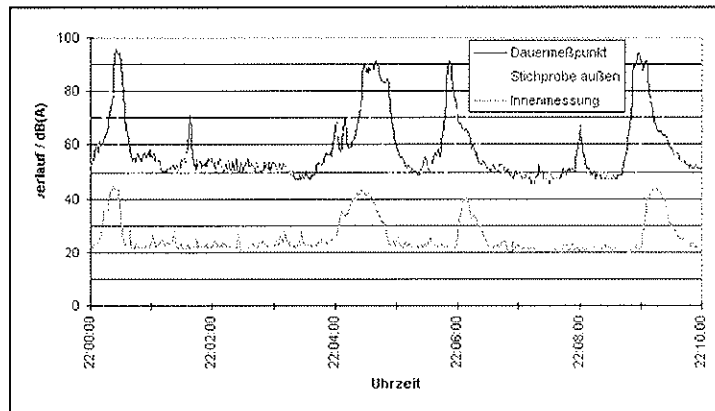


Abb.2: Typischer Pegel-Zeitverlauf an drei Meßpunkten in einem Schienengebiet

Verkehrserhebungen

Des Weiteren muß das unterschiedliche zeitliche Auftreten der Vorbeifahrtereignisse am Dauermeßpunkt und der Probandenwohnung berücksichtigt werden. Dazu werden der genaue Zeitpunkt, Geschwindigkeit und Richtung jeder einzelnen Vorbeifahrt gemessen. Mit Geschwindigkeit und Richtung läßt sich der entstehende Zeitversatz errechnen. Diese Verkehrserhebungen erfolgen in Straßengebieten mit berührunglosen Sensoren auf jeder Richtungsfahrbahn und in Schienengebieten mittels Erschütterungsaufnehmern und Radarpistole.

Bei den verschiedenen Messungen wird wegen der späteren Zuordnung der Verläufe die mitgespeicherte Uhrzeit zwischen den Meßgeräten mittels Funkuhren genau synchronisiert

b) Auswertung im Labor, Erstellung des Datensatzes

Für jede Probandenwohnung entstehen durch die Messungen für mind. eine Stunde drei gleichzeitig aufgenommene Pegel-Zeitverläufe vom Dauermeßpunkt, der Stichprobe außen und im Schlafraum (Abb.2). Daraus läßt sich anhand der **Vorbeifahrtpegel** die Pegeldifferenz durch Ausbreitung bestimmen. Der Verlauf für den Dauermeßpunkt ist für den gesamten Untersuchungszeitraum vorhanden. Dieser Pegelverlauf wird nun mit den anhand der akustischen und verkehrstechnischen Erhebungen ermittelten Parametern verknüpft und individuelle Datensätze für die 10 Untersuchungs-nächte erzeugt. Die registrierten Vorbeifahrtereignisse und deren Fahrtrichtung werden im Pegelverlauf des Dauermeßpunktes datentechnisch gekennzeichnet. Anschließend wird durch die Korrektur um die ermittelte Pegeldifferenz sowie durch zeitliches Versetzen der einzelnen Vorbeifahrtpegelverläufe für jeden Probanden ein individueller Pegelverlauf (Tab.1) erstellt. Dies geschieht mittels eines dafür entwickelten EDV-Programms.

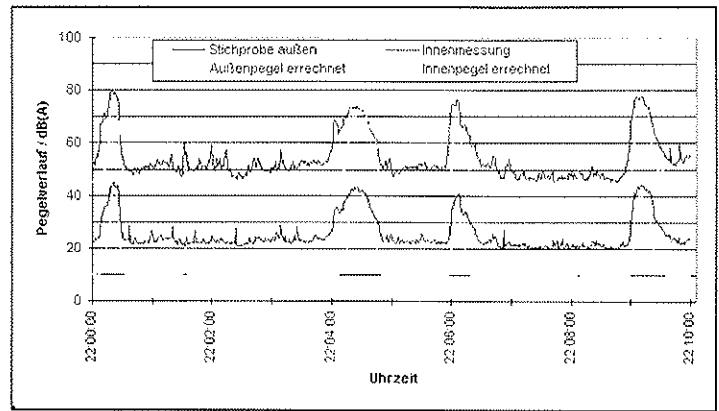


Abb. 3: Gemessener und für eine Probandenwohnung berechneter Pegel-Zeitverlauf

Fremdgeräusche werden ebenso wie Zeitabschnitte, in denen keine Vorbeifahrten registriert wurden, behandelt. D.h. der Pegelverlauf wird um die für Vorbeifahrten ermittelte Pegeldifferenz herabgesetzt. Unterschreitet der dadurch erhaltene Wert den zuvor bestimmten Hintergrundpegel ($L_{95,Nacht}$) im Gebiet, so wird dieser angesetzt. Ansonsten wird der verminderte Pegelwert belassen. Dadurch bleiben laute Fremdgeräusche im Pegel-Zeitverlauf erhalten und können grundsätzlich mit berücksichtigt werden.

Gebiet:	Oelde		
Datum:	09.10. auf 10.10.96		
Proband(en):	3405 + 3406		
Uhrzeit	Pegel vor Fenster dB(A)	Pegel innen/ dB(A) Fenster gekippt / Rolladen teils-teils	Zugvorbeifahrt
22:00:50	40	23	0
22:00:51	40	23	0
22:00:52	40	23	0
22:00:53	40	23	0
22:00:54	40	23	0
22:00:55	40	23	0
22:00:56	40	23	0
22:00:57	40	23	0
22:00:58	40	23	0
22:00:59	44	27	1
22:01:00	44	27	1
22:01:01	44	27	1
22:01:02	45	28	1
22:01:03	45	28	1
22:01:04	45	28	1
22:01:05	45	28	1
22:01:06	45	28	1
22:01:07	44	27	1
22:01:08	45	28	1
22:01:09	45	28	1
22:01:10	46	29	1

Tab.1: Ausschnitt aus einem errechneten Pegel-Zeitverlauf (der Ausschnitt zeigt den Zeitpunkt, in dem ein Zug aus dem Hintergrund heraustritt und einen Teil der Anstiegsflanke).

Fazit

Mit der oben beschriebenen Methode können Vorbeifahrten an der untersuchten Schienenstrecke bzw. Straße in der Höhe des Vorbeifahrtpegels und dem Zeitpunkt sehr detailliert für eine große Anzahl Probanden berechnet werden. Sie kann zuverlässig aber nur in einem begrenzten Gebiet, das zudem durch den Verkehr homogen belastet (keine Kreuzungen und Ampelanlagen bzw. Haltepunkte am Verkehrsweg) sein sollte, angewendet werden. Außerdem kann die bei höheren Abständen auftretende Verbreiterung von Vorbeifahrtpegelverläufen nicht berücksichtigt werden.