

Betrachtung tieffrequenter Geräusche in ausgewählten Wohnbaugebieten mit geometrischen Ausbreitungsmodellen

Paul Zobel¹, Christian Eulitz

Möhler + Partner Ingenieure AG, 80336 München, Germany, Email: paul.zobel@mopa.de

¹ Referent

Einleitung

Seit einigen Jahren werden die Beeinträchtigungen durch tieffrequente Geräusche auf den Menschen zunehmend thematisiert. Vor allem aufgrund des vermehrten Einsatzes von tieffrequenten stationären Anlagen und Geräten im Zuge des Energiewandels, wie beispielsweise die steigende Anzahl von Wärmepumpen, Biogasanlagen, Klein-BHKWs usw. kommt es immer häufiger zu Konfliktfällen. Wegen steigenden Siedlungsdichten und der Dezentralisierung von Anlagen zur Energieerzeugung haben tieffrequente Schallquellen außerdem zunehmend Einfluss auf Wohngebiete. Deshalb ist fraglich, wie sich im Zuge dieser energetischen Veränderungen und stetig wachsender Bevölkerungsdichten die tieffrequenten Geräusche im Wohnumfeld entwickeln werden. Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Technischen Universität München in Zusammenarbeit mit der Möhler + Partner Ingenieure AG wurde mithilfe von kommerzieller Software zur Berechnung von geometrischer Schallausbreitung die Zunahme von niederfrequentem Schall in verschiedenen Modellgebieten berechnet und anschließend visualisiert.

Erstellung der Modellgebiete

Für die ausgewählten Wohnbaugebiete wurden drei unterschiedliche Baugebietstypen abgebildet, welche sich an den Baugebieten reines Wohngebiet (WR), allgemeines Wohngebiet (WA) und Dorfgebiet (MD) gemäß der Baunutzungsverordnung [1] orientieren. Nach der Auswahl von geeigneten Gebäudegrundrissen, städtebaulichen Konfigurationen und Grundstücksflächen aus digitalen Karten, wurden die teils einzelnen und teils zusammenhängenden Gebäudeensembles ausgeschnitten und mittels Drehung, Verschiebung und Spiegelung zu neuen Wohnbaugebieten auf ebenem Gelände zusammengefügt. Hierbei wurde die Art der baulichen Nutzungen für die verschiedenen Baugebiete berücksichtigt.

Entsprechend dem Wohnanteil und der Art der Lärmerzeugung ergeben sich aus den Regelwerken verschiedene Schutzniveaus in Abhängigkeit der jeweiligen Baugebietstypen. Diese werden für technische Geräuschquellen durch die zulässigen Immissionsrichtwerte (IRW) außerhalb von Gebäuden gemäß Ziffer 6.1 der TA Lärm [2] reglementiert. Die Richtwerte für den Beurteilungspegel für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden dürfen abhängig von der Tageszeit in der Regel nicht überschritten werden. Da die betrachteten stationären bzw. quasi-stationären Schallquellen am Tag genauso laut wie in der Nacht und die Immissionsrichtwerte tags 15 dB(A) höher als nachts sind, ist der Nachtzeitraum hier maßgebend für die Beurteilung.

Implementierung der Schallquellen in die Modellgebiete

Im zweiten Schritt der Bearbeitung wurden Schallquellen zu den Modellen hinzugefügt, welche zum einen tieffrequente Geräuschanteile besitzen und sich zum anderen innerhalb oder in der Nähe von Wohngebieten befinden. In Abbildung 1 sind die für die verwendeten Quellengruppen charakteristischen mittleren Emissionsspektren dargestellt.

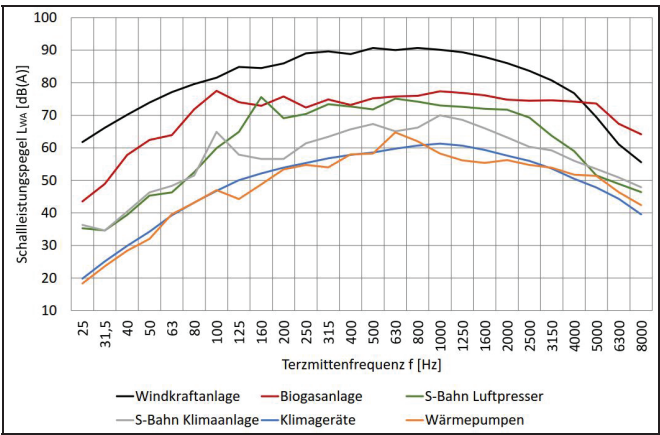


Abbildung 1: Vergleich der verwendeten Emissionsspektren

Es wurde für jedes Modellgebiet ein Bestandsszenario (2015) und ein Entwicklungsszenario (2030) in Bezug auf die Anzahl der Quellen entwickelt (siehe Tabelle 1). Für diejenigen Schallquellen, welche innerhalb der Wohngebiete liegen (Wärmepumpen und Klimageräte) ist die Quellenanzahl für alle Szenarien durch aktuelle Bestands- und Prognosezahlen belegt. Die Anzahlen der anderen Geräuschquellen wurden entsprechend gewählt, wobei als Kontrollgröße für die Summationswirkung die Einhaltung des A-bewerteten Immissionsrichtwertes fungierte.

Tabelle 1: Quellenanzahlen für die Bestands- und Prognoseszenarien der jeweiligen Modellgebiete

Schallquelle	Quellenanzahl (Bestand/Prognose)		
	WR	WA	MD
Klimageräte	15/18	18/21	9/10
Wärmepumpen	10/33	12/39	6/19
S-Bahn Klimaanlage	1/1	1/1	1/1
S-Bahn Luftpresser	1/1	1/1	1/1
Biogasanlagen	0/1	0/1	1/2
Windkraftanlage	0/1	0/1	0/1

Berechnung der Schallausbreitung

Die Schallausbreitung wurde mit der kommerziellen Software Soundplan gemäß DIN ISO 9613-2 [3] im Sinne

der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [2] für Anlagenlärm berechnet. Da die Software eine Berechnung bis zu einer unteren Terzmittenfrequenz von 25 Hz zulässt, die Norm [3] jedoch ausschließlich bis zu einer unteren Oktavmittenfrequenz von 63 Hz definiert ist, wurde die geometrische Schallausbreitung vergleichsweise auch mit dem Verfahren Nord2000 [4] berechnet. Dieses Verfahren ermittelt den Schalldruckpegel am Empfänger in Terzmittenfrequenzen bis zu der unteren Frequenz von 25 Hz. Für eine exemplarische Konfiguration zeigt Abbildung 2 die berechneten Unterschiede der Schalldruckpegel. Im Vergleich der beiden geometrischen Schallausbreitungsberechnungsverfahren ergeben sich bei schallhartem Boden um bis zu 3 dB höhere Schalldruckpegel bei Verwendung von Nord2000 [4] im LFN-Bereich.

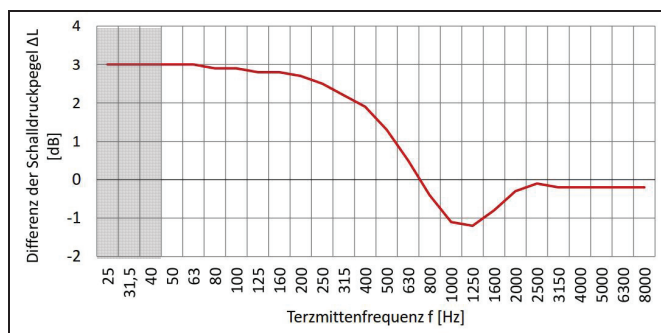


Abbildung 2: Differenz der Schalldruckpegel zwischen Nord2000 und DIN ISO 9613-2 (für schallharten Boden, $h_s=1,0\text{m}$, $h_r=5,0\text{m}$, $d=100\text{m}$) (grauer Bereich: DIN ISO 9613-2 extrapoliert)

Erstellung von Lärm- und Konfliktkarten

Zur Verdeutlichung der Lärmzunahme von Bestands- zu Prognoseszenarien und der Einhaltung der Immissionsrichtwerte des jeweiligen Baugebiets nach TA Lärm [2] wurden Lärmkarten mit den Beurteilungspegeln im Nachtzeitraum L_{TN} in dB(A) ermittelt (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Ausschnitte aus den Lärmkarten für das Modellgebiet WA mit den A-bewerteten Beurteilungspegeln im Nachtzeitraum (v.l.n.r. Bestand, Prognose)

Da für eine gesonderte Betrachtung der tieffrequenten Geräuschentwicklung die A-Bewertung nicht aussagekräftig ist, wurden zusätzlich Lärmkartierungen mit niederfrequenten Konfliktbereichen erzeugt (siehe Abbildung 4). Diese werden in den Abbildungen rot dargestellt, sofern der lineare Terz-Beurteilungspegel $L_{Terz,r}$ den jeweiligen Terz-Hörschwellenpegel L_{HS} mit dem frequenzabhängigen Zuschlag der Anhaltswerte bei deutlich hervortretenden Einzeltönen für Nachtstunden ΔL_1 im Sinne des Beiblatts 1 der DIN 45680 i.d.F. 1997 [5] überschreitet.

Diese Werte gelten zwar für die Bewertung von tieffrequenten Geräuschen innerhalb von Wohnräumen, wurden jedoch subsidiär als untere Schwelle für eine Einwirkung im Außenraum angewendet, da keine vergleichbare Beurteilung von niederfrequentem Schall im Freien existiert.

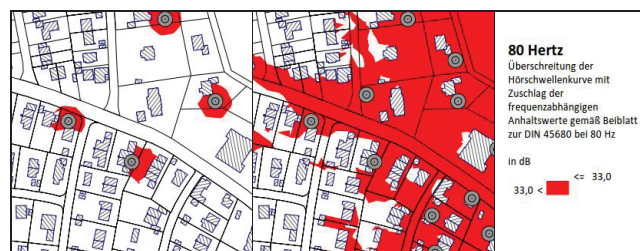


Abbildung 4: Ausschnitte aus den Konfliktkarten für das Modellgebiet WA mit den tieffrequenten Konfliktbereichen für das 80 Hz Terzband (v.l.n.r. Bestand, Prognose)

Bewertung der Ergebnisse

Frequenzen unterhalb von 50 Hz (der Infraschallbereich unter 20 Hz wurde nicht untersucht) weisen bei den untersuchten Quellen unabhängig von Baugebiet/ Szenario keine bzw. geringe tieffrequente Konfliktpotentiale auf. Erst für die Terzbänder ab 50 Hz wurden teilweise großflächig Konfliktbereiche ermittelt. Betrachtet man die verschiedenen Konfliktfälle in Bezug auf ihre baulichen Nutzungsarten, zeigt sich, dass die Auswirkungen der tieffrequenten Geräusche mit sinkender Schutzbedürftigkeit vom reinen Wohngebiet zum Dorfgebiet zunehmen. Ursächlich hierfür ist insbesondere das geringere Schutzniveau vor A-bewerteten Beurteilungspegeln der TA Lärm.

Fazit

Die Betrachtung von tieffrequenten Geräuschen in Wohngebieten mit geometrischen Ausbreitungsmodellen zeigt, dass im Hinblick auf stetig wachsende Siedlungsgebiete und den Umschwung zur Nutzung von regenerativen Energieformen mit einer Zunahme von niederfrequenten Konfliktfällen im Wohnumfeld zu rechnen ist. Im ausgeprägten tieffrequenten Bereich erscheint die Verwendung von numerischen Methoden (FEM/ BEM) zur Schallfeldsimulation zweckmäßig.

Literatur

- [1] BauNVO, in der Fassung vom 23. Januar 1990
- [2] TA Lärm, in der Fassung vom 26. August 1998
- [3] DIN ISO 9613-2, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999
- [4] DELTA, Report – Nord2000 – Comprehensive Outdoor Sound Propagation Model – Part 1: Propagation in an Atmosphere without Significant Refraction, 2000
- [5] Beiblatt 1 zu DIN 45680, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft – Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen, März 1997