

## Möglichkeiten und Grenzen von Baulärmprognosen

Alfred Beronius<sup>1</sup>, Hans Högg<sup>1</sup>, Martin Crljenkovic<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Möhler + Partner Ingenieure AG, 86153 Augsburg, E-Mail: info@mopa.de

### Einleitung

Deutschland erlebt in den letzten Jahren einen Bau-Boom. Für Wohnungsbau, Hoch- und Tiefbau sowie für den Ausbau von Straßen- und Schieneninfrastruktur stehen monetäre Mittel in Rekordhöhe zur Verfügung. Die Vielzahl von Baustellen geht jedoch auch mit einer zunehmenden Lärmbelastung einher. Gerade in besiedelten Bereichen werden die Anforderungen an die Bauverfahren zu Gründungen, Infrastrukturausbau, etc. aufgrund des geringen Platzangebots immer spezieller. Gleichzeitig sollen Verkehrsinfarkte durch Sperrungen oder Umleitungen verhindert werden, so dass einzelne Bauphasen, gerade an Schienenwegen, zunehmend in den Nachtzeitraum verlegt werden. Teilweise müssen für die geplanten Bautätigkeiten, wie beispielsweise Verbau-, Abbruch- und Verdichtungsarbeiten, jedoch große bzw. schwere Baumaschinen eingesetzt werden.

Die Baumaschinen verursachen in der Nachbarschaft hohe und mitunter langandauernde Immissionspegel. Das Potenzial für Lärmkonflikte steigt zusehends. Damit gewinnt der Baulärm zunehmend Bedeutung bei der Bewertung und Beurteilung von schädlichen Umwelteinwirkungen.

Baustellen gelten nach § 3 Abs. 5 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes BImSchG als nicht genehmigungsbedürftige Anlagen. Nach BImSchG wird vom Betreiber gefordert, dass schädliche Umwelteinwirkungen verhindert werden, die nach dem Stand der Technik vermeidbar sind und dass unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

Grundlage für die Beurteilung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Geräuschimmissionen von Baustellen ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – vom August 1970 (AVV Baulärm) [1]. Diese gilt für den Betrieb von Baumaschinen auf Baustellen, soweit die Baumaschinen gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmung Verwendung finden. Die AVV Baulärm setzt die zulässigen Richtwerte für die von Baumaschinen hervorgerufenen Geräuschimmissionen fest und stellt Messverfahren und Maßnahmen dar, die von den zuständigen Behörden bei Überschreitungen der Immissionsrichtwerte anzuordnen sind.

Treten unzumutbare schädliche Umweltauswirkungen im laufenden Baubetrieb auf, sind behördliche und / oder gesetzlichen Anordnungen nicht auszuschließen. Diese Anordnungen können im ungünstigsten Fall zu ungeplanter Beschränkung der Betriebszeiten bzw. zu einer kompletten Stilllegung lautstarker Baumaschinen führen. Bei derartigen ungeplanten behördlichen oder juristischen Eingriffen ist

immer von relevanten Mehrkosten und Zeitverzug auszugehen.

Um unvermeidbare schädliche Umwelteinwirkungen zu minimieren oder im Fall von Überschreitungen der Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm das Risiko der Mehrkosten und Zeitverzug abschätzen zu können, bietet sich die Durchführung von Baulärmprognosen im Rahmen früher Planungsphasen an. Bei größeren Verkehrsinfrastrukturprojekten werden diese regelmäßig im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung gefordert. Gleichzeitig sind durch den Planer ausreichend dimensionierte Schutzkonzepte vorzulegen, so dass die zuständigen Aufsichtsbehörden über eine entsprechende Genehmigungsfähigkeit des Vorhabens entscheiden können.

Es ist insofern erforderlich, die Auswirkungen von baustellenrelevanten Geräuschen bereits in frühen Leistungsphasen abzuschätzen, ggf. bereits im Rahmen der Vorplanung, so dass mögliche erforderliche Änderungen von Bauverfahren im Rahmen der Entwurfs- bzw. Genehmigungsplanung erkannt und berücksichtigt werden und kein Planungsverzug eintritt.



**Abbildung 1:** Die verschiedenen Leistungsphasen gemäß der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Der Detaillierungsgrad in Bezug auf Bauablauf und Maschineneinsatz steigt mit späteren Leistungsphasen.

Bei einer Baulärmprognose können mittels dreidimensionalen Berechnungsmodellen die jeweiligen Baulärmquellen (Emissionen), die Schallausbreitung und das auf Menschen einwirkende Geräusch (Immissionen) erfasst werden.

Im Normalfall liegen keinen genauen Angaben zum Bauablauf und Baumaschineneinsatz in frühen Leistungsphasen vor. Diese Informationen können i. d. R. erst nach Ausschreibung der Bauleistungen kurz vor Baubeginn

mit entsprechendem Detaillierungsgrad für die Erstellung einer Detailprognose benannt werden.

Somit sind in frühen Planungsstadien nur grobe Abschätzungen möglich. Diese sind, gerade bei länger andauernden Bauvorhaben, durch detaillierte Quartalsprognosen mit einem genaueren Ergebnisse fortzuschreiben.

Ziel von Quartalsprognosen ist die Wirksamkeitsbewertung von auferlegten Schutzmaßnahmen. Es ist einerseits zu prüfen, ob ein ausreichender Schallschutz für umliegende Anwohner gewährleistet ist. Andererseits kann eine detaillierte Baulärmprognose dazu dienen, dem Bauunternehmen größere Spielräume bei der Ausführung der Bauleistungen zu ermöglichen.

## AVV Baulärm

Ursprünglich erlassen, um die Verwaltungspraxis zu vereinfachen und vereinheitlichen, ist die AVV Baulärm gegenwärtig als allgemeine Schutznorm anerkannt. Neben den zulässigen Immissionsrichtwerten enthält die AVV Baulärm Angaben für das Verfahren zur messtechnischen Ermittlung des Beurteilungspegels sowie Vorschläge zu den Maßnahmen, die zum Anwohnerschutz in Betracht kommen sollen.

### Immissionsrichtwerte

In der AVV Baulärm werden in Abschnitt 3.1.1 die Immissionsrichtwerte für die Nachbarschaft festgesetzt.

**Tabelle 1:** Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm

		Tag dB(A)	Nacht dB(A)
a)	Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind,	70	70
b)	Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind,	65	50
c)	Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,	60	45
d)	Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind,	55	40
e)	Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind,	50	35
f)	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Die Immissionsrichtwerte sind in die Zeiträume Tag (7-20 Uhr) und Nacht (20-7 Uhr) unterteilt und werden für unterschiedliche schutzbedürftige Gebiete differenziert. Bei der Zuordnung der Schutzbedürftigkeit ist von der jeweiligen Satzung des Bebauungsplans auszugehen und beruht auf Angaben der Baunutzungsverordnung von 1968. In Gebieten,

für welche keine Festsetzungen in Bebauungspläne bestehen, ist die tatsächliche bauliche Nutzung zugrunde zu legen.

### Messverfahren

Der Beurteilungspegel bezieht sich auf den jeweiligen Immissionsort und wird aus dem Wirkpegel (Mittelungspegel mit Lästigkeitszuschlägen aufgrund auftretender Geräuschcharakteristik) mittels Zeitkorrekturen ermittelt.

**Tabelle 2:** Zeitkorrektur der AVV Baulärm

Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von		Zeitkorrektur [dB(A)]
Tagzeit	Nachtzeit	
bis 2,5 Stunden	bis 2 Stunden	10
über 2,5 Stunden bis 8 Stunden	über 2 Stunden bis 6 Stunden	5
über 8 Stunden	über 6 Stunden	0

Bei der Messung sind Zeitabschnitte zu wählen, in denen die Baumaschine unter normalen Arbeitsbedingungen betrieben wird und umfasst in der Regel mindestens einen vollständigen Arbeitszyklus. Die Dauer der Messung richtet sich nach der Regelmäßigkeit des Geräuschs.

### Maßnahmen

Überschreitet der ermittelte Beurteilungspegel des von den jeweiligen Baumaschinen verursachten Geräuschs die Immissionsrichtwerte um mehr als 5 dB(A), sind Maßnahmen zur Minderung der Baulärm anzuordnen. Diese 5 dB(A)-Regelung ist nur bei Messungen anzuwenden und entfällt im Rahmen einer Prognoseberechnung.

Insbesondere kommen folgende Maßnahmen gemäß der AVV Baulärm in Betracht:

**Tabelle 3:** Maßnahmen zur Minderung des Baulärms

a)	Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle
b)	Maßnahmen an den Baumaschinen
c)	die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen
d)	die Anwendung geräuscharmer Verfahren
e)	Die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen

Darüber hinaus werden häufig organisatorische Maßnahmen zur Konfliktvermeidung, wie z. B. Information der Anwohner über Art und Umfang der Bautätigkeiten, Angebot von Ersatzwohnraum sowie die Benennung einer fachbezogenen Ansprechstelle für Anwohner, Behörden, Polizeidienststellen, etc., umgesetzt.

### Baulärmprognose

Für alle Beteiligten eines Bauvorhabens (Projektleiter, Planer Bauunternehmen, etc.) sind eine Abschätzung der Baulärmsituation und mögliche erforderliche Maßnahmen bereits in der Planungsphase empfehlenswert. Mit Hilfe der akustischen Simulation wird die Schallausbreitung einer Baustelle weit vor Baubeginn abgeschätzt und bewertet. Auf Grundlage vorläufiger Bauablaufpläne und zu erwartenden Maschineneinsatzplänen werden die Bautätigkeiten bei der Baulärmprognose in einzelnen akustischen Bauphasen unterteilt und gruppiert.

Die jeweils zu erwartenden Schalleistungspegel der einzelnen spezifischen Arbeitsvorgänge werden entsprechend Literaturangaben, Datenblättern des Maschinenherstellers oder aus Referenzmessungen ermittelt. Dringend zu beachten ist an dieser Stelle, dass Herstellerdatenblätter nicht immer Schalleistungen des gesamten Arbeitsvorgangs beinhalten, sondern häufig nur Bezug auf das jeweilige Stand- oder Laufgeräusch eines Motors oder Aggregats beziehen. Für die Konzeptionierung von Maßnahmen zum Anwohnerschutz sind diese Daten i. d. R. nicht ausreichend.

Bautätigkeiten werden mittels Punkt-, Linie- oder Flächenkörper unter Berücksichtigung der maßgeblichen Höhe einer Geräuschquelle über Geländeoberkante modelliert. Die Abstrahlungscharakteristik der Schallquellen können nach standardisierten Verfahren z. B. nach DIN ISO 9613-2 [2] modelliert werden. Dadurch könne im Prognosemodell die vorherrschende Topographie, Reflexionen und Abschirmungen durch Hindernisse, meteorologische Effekte und Absorptionseffekte im Rahmen der Prognosegenauigkeit berücksichtigt werden. In der Praxis kann die Berechnung den Vollbetrieb abbilden, d. h die höchste betriebliche Auslastung innerhalb der definierten Bauabschnitte bei Mitwindsituation, um die Bemessung von Schutzmaßnahmen im Sinne des Immissionsschutzes hinreichend auf der sicheren Seite auszuführen.

Die Ergebnisse der Berechnung können flächenhaft auf einer bestimmten Höhe über Geländeoberkante und/oder gebäudescharf dargestellt werden.

Vorteil einer flächenhaften Darstellung ist die intuitive Visualisierung der Lärmsituation einer Baumaßnahme. Nachteil ist, dass die Genauigkeit dieser Visualisierung stark von der Anzahl der berechneten Punkte und der Anzahl der berücksichtigten Schallquellen innerhalb des Untersuchungsgebiets abhängt. Eine erhöhte Genauigkeit fordert mehr Berechnungspunkte, so dass sich Rechenzeiten erhöhen.

Die gezielte Berechnung von Gebäuden bzw. Immissionsorten ist im Normalfall deutlich schneller, da lediglich eine eingeschränkte Anzahl Berechnungspunkten generiert wird.



**Abbildung 2:** Typische Darstellung der Ergebnisse in der Nachbarschaft. Flächenhafte Darstellung auf einer bestimmten Berechnungshöhe über Geländeoberkante.

Im Rahmen der Baulärmprognose wird oft eine Kombination der beiden Darstellungsmethoden umgesetzt, um die Immissionsituation weitergehend darzustellen und zu bewerten.

### Unsicherheiten bei der Baulärmprognose

Die größten Unsicherheiten bei der Erstellung von Baulärmprognosen ergeben sich bei der Annahme zu verwendeten Baumaschinen bzw. Bauverfahren sowie deren abzuschätzender Wirkdauer. Auch bei einem sehr detaillierten Bauablauf sind diese Eingaben zu potenziellen Einsatzzeiten bzw. zur Lage der Schallquellen vergleichsweise schwer festzulegen. Als Beispiel seien propagierende Schichteinsätze genannt, wie sie beispielsweise beim Einbringen von Rammrohren für Mastfundamente von Oberleitungsmasten einer Eisenbahnstrecke mittels Schlagramme erfolgen. Die Bauarbeiten verschieben sich sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Lage. Zudem können sich die Änderungen in Lage und Höhe der Schalleistungen über den relevanten Beurteilungszeitraum von 24 Stunden erstrecken, so dass im Rahmen einer konservativen Abschätzung häufig Maßnahmen (z. B. Ersatzwohnraum) für 2 Tage empfohlen werden, obwohl der eigentliche Störpegel nicht länger als wenige Minuten andauert.

Streng betrachtet müsste eine präzise Modellierung jeder lokalen Quelle in vielen iterativen Berechnungsschritten erfolgen, um den Aufwand und die Kosten für Schutzmaßnahmen bei späterer Umsetzung des Vorhabens zu reduzieren. Dies erfordert jedoch einen hohen zeitlichen und planerischen Aufwand, so dass sich dieses Vorgehen der kleinzelligen Berechnungen in der Praxis bisher nicht durchgesetzt hat.

Stattdessen werden für die Berechnung akustisch wirksame Bauphasen gruppiert, jedoch mit einem kalkuliert ungenaueren Ergebnis und der Gefahr der Überdimensionierung von Schutzmaßnahmen. Dies ist aus immissionsschutzrechtlicher Sicht nicht zu beanstanden, kann jedoch zu signifikanten Kostensteigerungen für aktiven Schallschutz während der Bauzeit oder hohen Entschädigungsauslagen führen.

### Ausblick

Eine Überarbeitung der Verwaltungsvorschrift mit Aufnahme eines Punktes zum Prognoseverfahren und der Einführung von zusätzlichen Bewertungskomponenten erscheint erstrebenswert. Neben psychoakustischen Kenngrößen, die die Empfindung von einzelnen Baulärmabschnitten mit spezifischen Lästigkeitsfaktoren beaufschlagen, wäre die gezielte Förderung von Baugeräten mit eingebauter Lärmreduzierungstechnik vorstellbar (Bonus -dB). Letztlich würde dies zu einem Anreiz für Baumaschinenhersteller führen, sich strategisch auch in die Richtung der Lärmreduzierung auszurichten. Gerade im innerstädtischen Bereich erscheint eine emissionsseitige Reduzierung von Lärm alternativlos.

Ferner wird eine bundeseinheitliche Regelung bzgl. des Umgangs mit Baulärm bei bestehender Geräuschvorbelastung

im Rahmen der Schutzmaßnahmendimensionierung als sinnvoll erachtet.

Möglich und sinnvoll erscheint auch die Einführung von zusätzlichen Bewertungskomponenten, wie beispielsweise die Beachtung der statistischen Häufigkeit von sehr hohen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte im Nachtzeitraum in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit einer Aufwachreaktion. Hilfreich kann sich auch eine Aussage zum Umgang mit dauerhaften tieffrequenten Schallquellen darstellen, wie sie beispielsweise als Brummgeräusche infolge von Resonanzen in Innenräumen entstehen können.

### **Zusammenfassung**

Bei der Erstellung von Baulärmprognosen mittels dreidimensionalen Berechnungsprogrammen besteht die Möglichkeit, die Lärmsituation einer Baustelle sowie erforderliche Schutzmaßnahmen bereits in frühen Planungsphasen zu erfassen. Nicht selten müssen Bauabläufe oder gar Bauverfahren überdacht und angepasst werden. In der Praxis ergibt sich jedoch häufig ein Unterschied zwischen Prognose und Messung, u. a. durch proagierende Schallquellen und abweichenden Einsatzzeiten. Eingaben zu diesen Variationen erfordern einen hohen zeitlichen und planerischen Aufwand, können jedoch nachträglich eine hohe Zeit- und Kostenersparnis bei aktiven Schallschutzmaßnahmen während der Bauzeit bzw. hohen Entschädigungsauslagen bewirken.

### **Literatur**

- [1] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimmissionen – Vom 19. August 1970
- [2] DIN ISO 9613-2, „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren“, Oktober 1999