

# Ermittlung, Beurteilung und Minderung von Geräuschemissionen typischer Baumaschinen und -verfahren zur allgemeinen Förderung des lärmarmen Baubetriebs

Mirco Bachmeier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LÄRMKONTOR GmbH, 22767 Hamburg, E-Mail: m.bachmeier@laermkontor.de

## Einleitung

Bauen ist für den Erhalt wie auch die Neuherstellung unserer Infrastruktur, unserer Wohn- und Arbeitsqualitäten wie auch gewünschter Freizeitmöglichkeiten unverzichtbar. Dabei ist das Bauen häufig mit erheblichen Lärmemissionen verbunden. Das ist besonders dann belästigend, wenn in unmittelbarer Nähe Menschen Wohnen, ihrer Arbeit nachgehen, sich erholen wollen oder sich aus anderen Gründen vor Ort aufhalten. Besonders die eigene Wohnung stellt für die viele Menschen den einzigen Rückzugsort für die Entspannung und Erholung dar in der besonders der Schlafzeitraum vor Lärm zu schützen ist.

Die Anwendung moderner Baumaschinen ist für das wirtschaftliche Bauen unerlässlich. Dabei kommen häufig leistungsstarke Baumaschinen zum Einsatz. Diese funktionieren trotz voranschreitender Elektrifizierung auch im Baugewerbe, aufgrund des zum Teil sehr hohen Leistungsbedarfes, mit Verbrennungsmotoren. Auch die Bauabläufe selbst basieren häufig auf geräuschverursachenden mechanischen Beanspruchungen wie z.B. beim Verdichten von Böden oder dem Schotterstopfen auf Bahngleisen.

Erschwerend kommt bei Baustellen hinzu, dass diese auch bei räumlich nahen Lagebeziehungen über Monate oder sogar Jahre andauern können. Dabei werden häufig Aufenthaltsbereiche von Lärm belasten die vor der Baumaßnahme keiner hohen Belastung ausgesetzt waren.

Unter Berücksichtigung des dargestellten Kontextes besteht erheblicher Handlungsdruck zur Lärminderung bei Baumaschinen bzw. -verfahren zum Schutz der Menschen wie auch zur Konfliktvermeidung und damit einer verlässlichen Baudurchführung. Um das zu erreichen hat das Umweltbundesamt ein Forschungsvorhaben mit dem Titel Ermittlung, Beurteilung und Minderung von Geräuschemissionen typischer Baumaschinen und -verfahren zur allgemeinen Förderung des lärmarmen Baubetriebs (FKZ 3719 551 000) aufgesetzt.

Für das Vorhaben waren verschiedene Arbeitsschritte durchzuführen, die ein Gesamtbild der Möglichkeiten zur Förderung des lärmarmen Baubetriebs aufzeigen sollen.

Konkret waren dies:

1. Literaturrecherche
2. Zusätzliche Ermittlung von Geräuschemissionen
3. Muster-Vergabetexte
4. Handreichung

## Literaturrecherche

Ziel der Literaturrecherche war es, Bauverfahren oder Baugeräte zu identifizieren die wenig bekannt sind und einen Beitrag zur Lärminderung leisten können. Dabei war es aber auch notwendig, dass es Angaben zur Schallemission gibt die auch nachvollzogen werden können. Angaben zu Schallemissionen ohne Angaben vom Messort zur Schallquelle waren dabei unbrauchbar. Darüber hinaus war das Ziel die Schallemissionsangaben auch frequenzabhängig zu erfahren, die Impulshaltigkeit eines Geräusches sollte separat mit aufgeführt sein und Leistungsfähigkeit eines Gerätes bzw. Verfahrens musste klar werden, um die Vergleichbarkeit mit anderen Verfahren zu ermöglichen. Ein Verfahren, das zwar 6 dB leiser ist aber viermal so viel Zeit in Anspruch nimmt ist nicht zwingend weniger störend.

### Systematische Literaturrecherche

Um die grundlegenden Fragen des Projektes nachzugehen, wurde eine systematische Literaturrecherche genutzt. Ein Konzept wurde hierbei definiert und ein Suchprotokoll erstellt. Die Umsetzung der Literaturrecherche zum Thema „Ermittlung, Beurteilung und Minderung von Geräuschemissionen typischer Baumaschinen und -verfahren zur allgemeinen Förderung des Lärmarmen Baubetriebs“ wird in Anlehnung an Kitchenham [1] in die nachfolgenden Schritte gegliedert:

- Identifizierung der Forschungsfrage
- Bestimmung der zu durchsuchenden Datenbanken
- Festlegung der Suchbegriffe
- Eingrenzung der Suchergebnisse
- Datenextraktion
- Berichterstattung der Ergebnisse

Für die effiziente Suche ist eine teilautomatisierte Datengewinnung eingesetzt worden. Hiermit ist eine Übertragung von den durchgeführten Suchen in die Literaturverwaltung effizient möglich gewesen und auch umfangreichere Suchanfragen handhabbar.

Für eine gezielte Suche war und ist eine strukturierte Wahl der Suchbegriffe (auch auf Englisch) unerlässlich. Über die Suchbegriffe muss einerseits eine große Bandbreite von alternativ möglichen Suchbegriffen abgedeckt werden, andererseits kann eine zu freie Wahl von Suchbegriffen zu einer zu hohen Zahl von (irrelevanten) Dokumenten führen.

### Durchführung und Ergebnisse der Literaturrecherche

Die Literaturrecherche in verschiedenen Datenbanken hat im ersten Schritt insgesamt n=26.792 Ergebnisse erbracht. Nach Entfernung von Duplikaten verblieben 17.543 Einträge.

Um die Anzahl der Ergebnisse weiter einzuschränken, wurden in einem ersten Schritt nur jene Quellen vor 2019 weiter betrachtet, die in keiner Literatur zitiert wurden. Im weiteren Schritt wurden die verbleibenden rund 8.500 Quellen bei einer Sichtung des Titels bewertet. Es entfallen vor allem jene Quellen, bei denen bereits im Titel ersichtlich ist, dass kein Bezug zum Thema „Baulärm“ besteht. Als Beispiele seien hier Treffer genannt, bei denen z.B. anhand des Suchbegriffs „noise“ nicht „Lärm“ sondern „Rauschen“ (z.B. Signalauschen) gefunden wurde.

In der folgenden Prüfung auf Eignung wurde und wird zuerst die Kurzfassung der Quelle gesichtet. Aus dieser ergeben sich bereits inhaltliche Schwerpunkte der Quelle. Es folgte eine Kategorisierung, bei der auch Ausschlussgründe systematisch erfasst wurden. Für die detaillierte Prüfung der Quellen wurde und wird der Volltext der Veröffentlichung gesichtet. Aufgrund des hohen Aufwands wird sich hierbei auf erfolgsversprechende Quellen konzentriert. Ausgeschlossen wurden in diesen Schritten vorwiegend Quellen zur Maschinentechnik, Quellen ohne Baustellenrelevanz und ausschließliche Prognosen bzw. Gutachten anhand bekannter Emissionswerte.

Die finale Auswahl von rund 600 Einträgen zu prüfender Literatur wurde über verschiedene Auswahlkriterien, wie z.B. „nicht in Englisch oder Deutsch“, „nicht verfügbar“, „keine Baustellenrelevanz“, „zu alt“ (vor 1995) und „sonstiges“, auf eine Restmenge an Artikeln von n=54 reduziert.

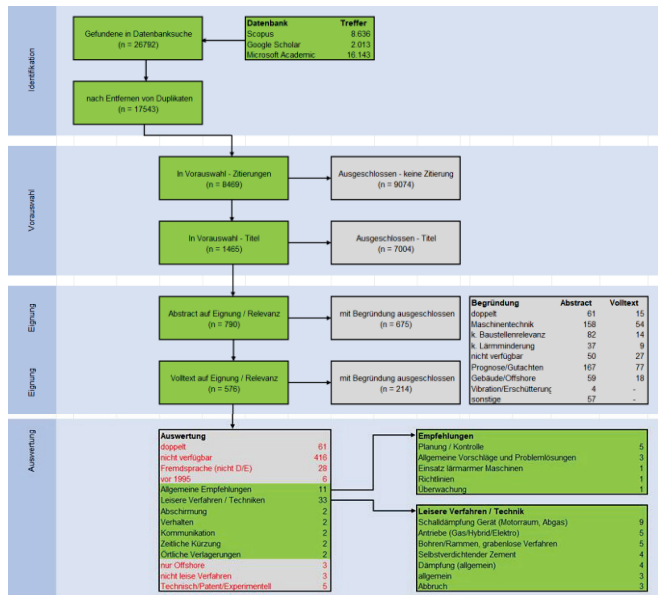


Abbildung 1: Ablauf der Literaturrecherche mit schrittweiser Auswahl

Aus keinen Dokumenten konnten dabei die zuvor genannten Informationen zur Schallemission mit ausreichender Genauigkeit herausgelesen werden. Sofern Angaben zu tatsächlichen Schallpegeln vorliegen, ist das Messverfahren nicht ausreichend dokumentiert oder nicht für eine tatsächliche Auswertung nutzbar.

Lärminderungspotenziale z.B. zum Einsatz selbstverdichtenden Zements liefert u.a. [2]. Hier werden Differenzen beim Einbau mit und ohne Vibrationslanzen anhand von Schalldosimetern, getragen durch die Bauarbeiter, ausgewiesen. In [3] werden ebenfalls Lärminderungspotenziale für verschiedene Geräteeinsätze, vorwiegend im Gebäudeinneren, abgeleitet.

Ein weiteres exemplarisches lärmarmes Verfahren für den Tiefbau ist das Verlegen von Betonrohren ohne die Verwendung klappernder Ketten [4]. Ein von der Bauweise abweichendes, aber für den gleichen Einsatzzweck entwickeltes Gerät ist für den Einsatz verfügbar [5].

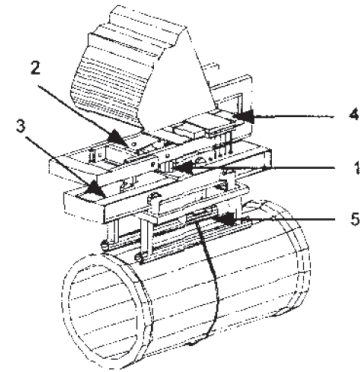


Abbildung 2: Anbaugerät zum Verlegen großformatiger Betonrohre, aus [2]

### Zusätzliche Ermittlung von Geräuschemissionen

Für lärmarme Bauverfahren bzw. Baugeräte, für die es keine detaillierten Schallemissionsangaben gibt, wurden vereinzelt Schallemissionserhebungen nach mit dem Umweltbundesamt abgestimmten Vorgaben vorgenommen. Diese sollen der Vergleichbarkeit mit herkömmlichen Bauverfahren/-maschinen dienen. Die nachfolgende Abbildung 2 stellt so ein Datenblatt dar.

Technisches Datenblatt Nr. XX

**Abbruch im Innenbereich**

**Maschineneinsatz und Arbeitsprozess**  
Stahlbetondecke wird innerstädtisch in einem Bürogebäude mittels ferngesteuerter elektrisch angetriebener Abbruchzange zurück gebaut.

**Vergleichbares Verfahren:** Hydraulikhammer (lauter), Datenblatt Nr. yy

| Geräuschemissionskennwerte  | Maschinendaten   |
|---|--|
| <b>Messverfahren</b><br>Akustisches Zentrum in einer Entfernung von 7 m bzw. 10 m   | Leistung in kW: 27,5<br>Gewicht in kg: 2.100<br>Antrieb: elektrisch  |
| <b>Mess- und Beurteilungsparameter</b><br>Dauer der Mießelungszeit bei der Messung des $L_{Aeq,T}$ in min: 5<br>Impulsfähigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{A10-10} - L_{A10-10}$ in dB: 2,9<br>Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung in dB: -<br>Durchschnittliche Dauer für einen typischen Arbeitsvorgang in min: Kont.<br>Messunsicherheit in dB: $\pm 3$ | <b>Schalleistung in dB(A)</b><br>$L_{Aeq,T}$ : 90,8<br>$L_{Amax}$ : 108,5  |
| <b>Frequenz in Hz</b><br>31,5, 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k, 16k   | <b>in dB(A)</b><br>72,2, 71,0, 78,3, 89,2, 92,9, 87,7, 85,3, 86,7, 81,1, 71,0  |
| <b>Weitere Abwägungskriterien</b><br>Zeitaufwand für Durchführung: Neutral (gegenüber Hydraulikhammer)  | <b>Kosten gegenüber Standardverfahren</b><br>Neutral (Spezialgerät -> geringerer Personaleinsatz gegenüber Handsterngerät) |

**Bemerkungen:** Erschwerte Messbedingungen

Abbildung 3: Elektrifizierter Bagger mit hydraulischer Abbruchschere

Eine große Zahl lärmarmen Verfahren konnte jedoch nicht erhoben werden, da häufig das Verfahren und nicht das Arbeitsgerät die Schallemissionen bestimmen. Als Beispiel sei hier ein elektrifiziertes Bodenverdichtungsgerät genannt. Dieses ist durch das mechanische Anregen der Verdichtungsplatte nicht nennenswert leiser als ein vergleichbares Gerät mit Verbrennungsmotor.

### Muster-Vergabetexte

Das Standardleistungsbuch für das Bauwesen führt in einer sehr umfangreichen Datenbank eine Vielzahl von Vergabetexten. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde diese Vergabetexte um die Möglichkeit der Anwendung lärmreduzierter Verfahren ergänzt. So sind z.B. für Abbruchverfahren eine Reihe von Möglichkeiten in das Leistungsbuch aufgenommen worden:

- Hydraulischer Hammer
- Fräse
- Hydraulische Schere
- Trennen, z. B. Seilsäge, Betonschneider
- Stein- und Betonspaltgerät mit Vorbohren
- Quellbeton mit Vorbohren
- Sprengen mit Vorbohren

Wichtig beim Verständnis zur Umsetzung einer lärmreduzierten Baustelle ist die Erkenntnis, dass eine solche Baustelle vor der Ausschreibung mit Vergabetexten entsprechend lärmarm zu planen ist und die Planung dann auszuschreiben ist. Wird in der Ausschreibung für ein Bauvorhaben eine lärmarme Baustelle pauschal durch die Bedingung zur Einhaltung der Richtwerte der AVV Baulärm gefordert, ist vollkommen unklar, wie die Anbieter diese Forderung umsetzen wollen bzw. ob sie dies überhaupt können.

### Handreichung

Zum Abschluss des Projektes gibt es eine Handreichung zur Umsetzung des „Lärmarmen Baubetriebs“. Das Dokument soll ein fester Bestandteil der guten Arbeitspraxis bei Gutachtern, Planern, Bürgerinnen und Bürgern, Bauordnungs- und Immissionsschutzbehörden werden. Ziel ist es darin aufzuzeigen, wie eine Baustelle konfliktfrei oder wenigstens konfliktarm in Bezug auf Lärm geplant werden kann. Dabei werden die Erkenntnisse zu konkreten lärmarmen Verfahren und Baumaschinen mit einfließen.

Ende 2023 wird es dazu eine Informationsveranstaltung des Umweltbundesamtes geben, bei dem die Ergebnisse vorgestellt werden.

### Fazit

Eine allgemeine Förderung eines lärmarmen Baubetriebs ist möglich aber mit erhöhter Anstrengung verbunden. Dabei ist es wichtig eine Baustelle bei zu erwartenden Lärmkonflikten bereits lärmarm zu planen und diese Planung entsprechend in den Vergabetexten der Ausschreibungen zu verankern.

Ohne eine Lärminderungsplanung kann Baulärm schnell die einzuhaltenden Richtwerte der AVV-Baulärm in lärmsensibler Nachbarschaft überschreiten. Dadurch kommt es nicht selten zu einer Beschwerdesituation, die eine Kontrollinstitution zu einer Baustellenstilllegung ermächtigt. Eine Wiederinbetriebnahme ist dann häufig erst nach dem Vorlegen eines Lärminderungskonzeptes und der Umsetzung von Lärminderungsmaßnahmen möglich. Dies kostet zumeist viel Zeit, wodurch es insgesamt zu erheblichen Mehrkosten der Baustelle kommen kann.

Durch die voranschreitende Elektrifizierung von Baumaschinen können Baustellen verhaltensbezogen etwas leiser werden (sind in kurzen Abstellpausen „abgeschaltet“), jedoch werden Bauverfahren oder auch die Baumaschinen im Betrieb dadurch häufig nur wenig oder gar nicht leiser. Die Hersteller von Großgeräten arbeiten zwar an leiser werdenden Baumaschinen, dies hat gegenüber anderen Themen (Verbrauch, Luftschadstoffe, Herstellungskosten) jedoch keine Priorität. Daher ist der Planung einer lärmarmen Baustelle mit Verwendung verschiedener Schallabschirmungsmaßnahmen, lärmreduzierter Bauverfahren und einer Sensibilisierung zur Lärmvermeidung bei den Anwesenden auf der Baustelle zukünftig das Hauptaugenmerk zu widmen.

### Literatur

- [1] Kitchenham: Procedures for Performing Systematic Reviews, Keele, UK, Keele University, Technical Report TR/SE-0401, 2004
- [2] Bartos, Chechura: Improvement of working environment in concrete construction by the use of self-compacting concrete, Structural Concrete 2001, 2, No. 3 September, 127-132
- [3] Mok, Wong, Law, Lee: Construction noise management and control policy in Hong Kong and innovative quieter methods for renovation work, Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics, Aachen 2019
- [4] Bernold, Li: Technology for the Tele-Robotic Laying of Large and Small Pipes, Pipeline Engineering and Construction International Conference 2003
- [5] Rohrleger der Firma WIMAG GmbH,  
URL: <https://wimag.de/rohrleger.html>