

TEXTE

147/2025

Abschlussbericht

Lärmarmes Bauen

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

von:

Dipl.-Ing. Mirco Bachmeier, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Eggers, Sebastian Köper, M.Sc.
LÄRMKONTOR GmbH, Hamburg

Herausgeber:
Umweltbundesamt

TEXTE 147/2025

REFOPLAN des Bundesministeriums Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3719 55 100 0
FB001724

Abschlussbericht

Lärmarmes Bauen

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

von

Dipl.-Ing. Mirco Bachmeier, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian
Eggers, Sebastian Köper, M.Sc.
LÄRMKONTOR GmbH, Hamburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

LÄRMKONTOR GmbH
Altonaer Poststraße 13b
22767 Hamburg

Abschlussdatum:

November 2024

Redaktion:

Fachgebiet I 2.4 Lärminderung bei Anlagen und Produkten, Lärmwirkungen
Christian Fabris

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-7700>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, November 2025

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen*Autoren.

Kurzbeschreibung: Lärmarmes Bauen

Wirtschaftliches Bauen ist in einer modernen Welt unerlässlich. Mit dem Betrieb von Baumaschinen werden aber immer auch Geräusche verursacht. Häufig sind diese so laut, dass sich die Nachbarschaft gestört fühlt. Dann wird im Allgemeinen von Baulärm gesprochen.

Ziel des Forschungsvorhabens war es Baumaschinen und Bauverfahren zu ermitteln, durch die ein lärmreduzierter oder auch lärmärmer Baubetrieb möglich ist. Dabei wurden auch Möglichkeiten der Lärmminderung oder Lärmvermeidung durch Schallschutzanlagen, zielorientierte Planung oder sonstige Maßnahmen miterfasst. Die Suche umfasste dabei weltweit vorhandene Maschinen und Verfahren, die einen lärmarmen Baubetrieb möglich machen, unabhängig davon, ob die Gerätehersteller oder Bauverfahren auf dem deutschen oder europäischen Markt aktiv sind.

Zur Ermittlung von Baumaschinen und -verfahren, die einen lärmarmen Betrieb ermöglichen, ist in einem ersten Schritt eine umfängliche Literaturrecherche durchgeführt worden. Relevante Literatur ist über den gesamten Projektverlauf immer wieder in das Vorhaben eingeflossen.

Darauf aufbauend wurden eine Vielzahl unterschiedlichster Baustellen besucht und die dort verwendeten Bauverfahren und Baugeräte auf ihr Lärmminderungswirkung bzw. ihr Lärmminderungspotential betrachtet. Mit den Ergebnissen der Beobachtung auf einzelnen Baustellen hat dann wiederholt ein Austausch mit dem beteiligten Bauunternehmen zu möglichen Verbesserungen der Baulärmsituation stattgefunden. Besonders in diesen Gesprächen sind die wirtschaftlichen Erfordernisse von Baustellen durch die Bauunternehmen herausgestellt worden.

Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass lärmreduziertes Bauen häufig nicht allein durch die Verwendung eines bestimmten Bauverfahrens oder Baugerätes zu erreichen ist. Vielmehr ist eine lärmreduzierte Baustelle das Ergebnis einer intensiven Planung der Abläufe, der Bauverfahren, möglicher Schallausbreitungshindernisse etc. mit dem Ziel die vermeidbaren Geräusche tatsächlich nicht entstehen zu lassen.

Mit den Ergebnissen dazu, mit welchen Möglichkeiten eine Baustelle lärmreduziert geplant und letztendlich auch betrieben werden kann, ist das digitale Standardleistungsbuch-Bau (STLB-Bau) um eindeutig beschriebene, leisere Bauverfahren bzw. sonstige Möglichkeiten zum Lärmschutz (z.B. Schallschutzwände) ergänzt worden. Dadurch soll eine VOB¹ gerechte Ausschreibung für die Umsetzung lärmreduzierter Baustellen gefördert werden.

Abstract: Determining, assessing and minimising noise emissions from typical construction machines and processes to generally promote low-noise construction operations

Brief description: Determination, assessment and reduction of noise emissions from typical construction machinery and processes for the general promotion of low-noise construction operations

Economical construction is essential in a modern world. However, the operation of construction machinery always generates noise. These are often so loud that the neighborhood feels disturbed. This is generally referred to as construction noise.

The aim of the research project was to identify construction machinery and construction methods that can be used to reduce or minimize noise during construction work. This also included the possibilities of noise reduction or noise avoidance through noise protection systems, target-orientated planning or other measures. The search included machines and

¹ Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen vom Deutschen Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen

methods available worldwide that make low-noise construction operations possible, regardless of whether the equipment manufacturers or construction methods are active on the German or European market.

To identify construction machinery and processes that enable low-noise operation, an extensive literature search was carried out as a first step. Relevant literature was repeatedly incorporated into the project throughout its entire course.

Building on this, a large number of different construction sites were visited and the construction methods and equipment used there were analyzed for their noise reduction effect and noise reduction potential.

The results of the observations on individual construction sites were then used to repeatedly discuss possible improvements to the construction noise situation with the construction companies involved. In these discussions in particular, the economic requirements of construction sites were emphasized by the construction companies.

As a result, it was established that noise-reduced construction can often not be achieved solely using a specific construction method or construction equipment. Rather, a noise-reduced construction site is the result of intensive planning of processes, construction methods, possible noise propagation obstacles, etc. with the aim of preventing avoidable noise from occurring.

With the results of the possibilities for planning and ultimately operating a construction site in a noise-reduced manner, the digital Standard Service Book for Construction (STLB-Bau) has been supplemented with clearly described quieter construction methods and other noise protection options (e.g. noise barriers). This is intended to promote VOB-compliant tendering for the realization of noise-reduced construction sites.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	10
Tabellenverzeichnis.....	11
Abkürzungsverzeichnis.....	12
Zusammenfassung.....	13
Summary	22
1 Einleitung und Ziele des Forschungsprojekts.....	30
2 Vorgehen und Methodik	31
2.1 Analyse von Verfahren und Maschinen.....	31
2.2 Literaturrecherche	32
2.3 Zusätzliche Ermittlung von Geräuschemissionen	34
2.4 Muster-Vergabetexte.....	35
2.5 Ergebnissammlung in Form einer Broschüre.....	36
3 Literaturrecherche.....	38
3.1 Systematische Literaturrecherche (AP 1).....	38
3.1.1 Auswahl zu durchsuchender Datenbanken	38
3.1.2 Suchbegriffe und Durchführung der Suche	38
3.1.3 Eingrenzung und Datenextraktion	40
3.2 Allgemeine Literaturrecherche und Informationsgewinnung	42
3.3 Fazit zur Literaturrecherche.....	42
4 Maßnahmen zur Lärminderung	43
4.1 Lärmquellen	43
4.1.1 Geräuschbeiträge.....	43
4.1.2 Ursachen von Richtwertüberschreitungen.....	45
4.2 Planung einer lärmarmen Baustelle.....	47
4.3 Stand der Technik	49
4.4 Lärmarme Baumaschinen	51
4.4.1 Bagger	55
4.4.2 Raupen	57
4.4.3 Radlader	57
4.4.4 Drehbohrgeräte	58
4.4.5 Walzenzüge	58
4.4.6 Kleingeräte und handgeführte Geräte.....	59
4.4.7 Stampfer und Rüttelplatten.....	59

4.4.8	Anbaugeräte	59
4.4.9	Aggregate allgemein	59
4.4.10	Lichtanlagen.....	60
4.4.11	Druckluftkompressoren	60
4.4.12	Pumpen zur Entwässerung und Grundwasserabsenkung	60
4.5	Lärmarme Bauverfahren.....	60
4.5.1	Rückbau und Abriss.....	61
4.5.1.1	Zange statt hydraulischer Hammer	63
4.5.1.2	Beton spalten.....	63
4.5.1.3	Beton vorbrechen mit Quellbeton oder Sprengung	63
4.5.1.4	Beton sägen	64
4.5.1.5	Schweißbrennen	64
4.5.1.6	Straßendecke abfräsen statt hydraulischer Hammer.....	64
4.5.2	Handgeführte Geräte zum Sägen, Trennen, Fräsen und Bohren	64
4.5.2.1	Wahl des Werkzeugs.....	65
4.5.2.2	Lärmarme Trennscheiben für Stein	66
4.5.2.3	Lärmarme Sägeblätter für Holz.....	67
4.5.3	Pfahlgründungen, Spundwände und Drehbohrgeräte	68
4.5.3.1	Bohrverfahren mit Schneckenputzer.....	68
4.5.3.2	Konisch zulaufende Bohreimer.....	69
4.5.3.3	Vibrieren und Pressen statt Rammen.....	69
4.5.4	Stromversorgung	70
4.5.5	Verdichtung von Beton	71
4.5.6	Weitere lärmarme Bauverfahren.....	71
4.6	Aktive Schallschutzmaßnahmen	72
4.6.1	Abschirmung	72
4.6.2	Einhäusung.....	75
4.6.3	Schließen von Gebäudeöffnungen.....	76
4.6.4	Geeignete Materialien	78
4.7	Zeitlich-organisatorische Maßnahmen	80
4.8	Räumlich-organisatorische Maßnahmen.....	82
4.9	Baustellendisziplin	83
4.10	Informationen der potenziellen Baulärmbetroffenen	83
4.11	Baulärmmonitoring	85

5	Baustellen im Gleisbau	87
6	Ermittlung von Geräuschemissionen	94
7	Muster-Vergabetexte	97
8	Veröffentlichung – Broschüre und Informationsveranstaltung	101
8.1	Broschüre	101
8.2	Informationsveranstaltungen	102
9	Fazit	105
10	Quellenverzeichnis	108
	Anhang A: Gegenüberstellung Bauverfahren und Baumaschinen	110
	Anhang B: Datenquellen der Literaturrecherche	114
	Anhang C: Beispielhaftes Datenblatt.....	117
	Technisches Datenblatt – Erdsauger-Saugbagger.....	117
	Technisches Datenblatt – Seilsäge	118
	Technisches Datenblatt – Hydraulischer Bagger mit Schneidrad	119
	Anhang D: Ergebnisprotokoll Workshop zur Identifizierung und Überarbeitung im Zusammenhang mit Texten für Baulärmausschreibungen.....	120

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematischer Aufbau eines technischen Datenblattes	37
Abbildung 2:	Schematischer Darstellung des Suchumfangs.....	39
Abbildung 3:	Ablauf der systematischen Literaturrecherche	41
Abbildung 4:	Entstehungsorte für Baustellengeräusche (schematisch).....	44
Abbildung 5:	Typische Abstände zur Einhaltung der AVV Baulärm bei freier Schallausbreitung	46
Abbildung 6:	Idealprozess zum Umgang mit der Thematik Baulärm in den Phasen Planung, Ausschreibung und Vergabe	48
Abbildung 7:	Mögliche Geräuschminderung durch den „Blauen Engel“.....	52
Abbildung 8:	Gemessene Schallpegel in dB(A) an einem Bulldozer nach unterschiedlichen Wartungszyklen	54
Abbildung 9:	Gemessene Schallpegel in dB(A) an einem Bulldozer nach unterschiedlicher Betriebszeit.....	54
Abbildung 10:	Vollelektrischer Kettenbagger mit Batterien.....	56
Abbildung 11:	Vollelektrischer Kettenbagger mit kabelgebundener Stromversorgung	57
Abbildung 12:	Vollelektrischer Radlader	58
Abbildung 13:	Hydraulikbagger mit Schneidrad, Hammer, Fräse (von oben nach unten).....	62
Abbildung 14:	Elektrifizierter Bagger mit hydraulischer Zange bei Einsatz im Innenraum	63
Abbildung 15:	Einsatz einer Diamantseilsäge zum Zerkleinern von Beton	64
Abbildung 16:	Geräuschemissionen von Trennscheiben beim Sägen von Beton	66
Abbildung 17:	Geräuschemissionen von Kreissägeblättern beim Sägen von Holz	67
Abbildung 18:	Leeren der Bohrschnecke durch Abstreifen (hier mit Radlader)	68
Abbildung 19:	Pressen von Spundwänden mit Spundwandpresse und Hydraulikaggregat	69
Abbildung 20:	Wirkung einer Lärmschutzwand mit rel. Höhe 4 m, Linienschallquelle, Immissionsorthöhen rel. 3 m, 6 m, 9 m	73
Abbildung 21:	Temporäre Schallschutzwand mit Stützen zur Gewährleistung der Standsicherheit	74
Abbildung 22:	Temporäre Schallschutzwand aus Containern	74
Abbildung 23:	Eingehauste Separationsanlage	75
Abbildung 24:	Einhäusung für die Anwendung eines Höchstdruckwasserstrahls in einem Wohngebiet.....	76
Abbildung 25:	Geschlossene Öffnungen eines Parkhauses für Sanierungsarbeiten innerstädtisch.....	77

Abbildung 26:	Geschlossene Öffnungen eines Parkhauses für Sanierungsarbeiten innerstädtisch.....	78
Abbildung 27:	Schalldämm-Maß von Folien und Membranen.....	79
Abbildung 28:	Veränderung der Bauzeit.....	80
Abbildung 29:	Vermeidung oder Verringerung der Nacharbeit.....	81
Abbildung 30:	Bündelung oder Verteilung von Emissionen	81
Abbildung 31:	Ausführung einer Schienen- und Weichenschleifmaschine ohne Maßnahmen zur Schallminderung	88
Abbildung 32:	Schienengebundene Baumaschine zum Stopfen von Gleisen .	89
Abbildung 33:	Schallschutzwand an einer festen Absperrung an der Schiene	92
Abbildung 34:	Deckblatt StLB für das Bauwesen in Form sogenannter „Gelber Hefte“	97
Abbildung 35:	Erarbeitete Broschüre im Rahmen des Vorhabens	102

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Suchbegriffe und Anzahl der Suchergebnisse der teilautomatisierten Datenbanksuche.....	40
Tabelle 2:	Auswertung bezüglich der Geräusche verschiedener Abbruchverfahren und Mauerwerksmaterialien	61
Tabelle 3:	Beispiele für potenziell interessante Bauverfahren und -maschinen zur schalltechnischen Vermessung	95

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AP	Arbeitspaket
AVV Baulärm	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz
dB(A)	Maßeinheit des Schalldruckpegels nach der international genormten Frequenzbewertungskurve A
DIN	Deutsches Institut für Normung
ISO	Internationale Organisation für Normung (griechisch <i>isos</i> , deutsch <i>gleich</i>)
UBA	Umweltbundesamt

Zusammenfassung

Bauen ist für den Erhalt einer leistungsfähigen Infrastruktur, unserer Wohn- und Arbeitsqualitäten wie auch gewünschter Freizeitmöglichkeiten unverzichtbar. Dabei ist das Bauen häufig mit erheblichen Geräuschemissionen 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 aufzuhalten. Besonders das eigene Wohnumfeld mit der Wohnung selbst und einem dazugehörigen Außenwohnbereich wie z.B. einem Balkon stellt für viele Menschen den einzigen Rückzugsort für die Entspannung und Erholung dar. Baustellenlärm in siedlungsnahen Bereichen findet dabei häufig wiederkehrend über Monate oder sogar Jahre statt. Dabei können für Erholung aufgesuchte Aufenthaltsbereiche oder Wohnbereiche, die vor der Baumaßnahme sehr ruhig waren, von Lärm belastet werden. Hier entsteht dann ein besonders hohes Belästigungsgefühl bei den Anwohnenden und damit häufig ein Widerstand gegen eine Baustelle bzw. Baumaßnahme.

Die Anwendung moderner, leistungsfähiger Baumaschinen ist für das wirtschaftliche Bauen unerlässlich. Diese funktionieren im Baugewerbe aufgrund des zum Teil sehr hohen Leistungsbedarfes zumeist nach wie vor mit Verbrennungsmotoren. Gerade unter Last laufende Motoren können zum Teil erheblich störende Geräusche auf einer Baustelle verursachen. In den letzten Jahren zeigt sich aber auch bei den Baumaschinen eine zunehmende Elektrifizierung, wodurch die Motorengeräusche deutlich abnehmen. Neben den Motorgeräuschen kommt es bei Bauabläufen häufig auch zu geräuschverursachenden mechanischen Beanspruchungen wie z.B. beim Verdichten von Böden, dem Abbruch von Bauwerken oder dem Schotterstopfen auf Bahngleisen. Eine Elektrifizierung wird das Bauen also nicht geräuschlos, aber bei einigen Verfahren sicher leiser machen. Dennoch besteht auch ein Bedarf dahingehend, weitere Bauverfahren oder Baumaschinen zu entwickeln, durch die laute mechanisch bedingte Geräusche vermindert oder vermieden werden.

Unter Berücksichtigung des dargestellten Kontextes besteht häufig ein Handlungserfordernis zur Lärminderung von Baustellen. Eine solche Lärminderung kann durch eine Reihe verschiedener Maßnahmen erreicht werden. Diese können bei Baumaschinen oder Bauverfahren ansetzen, aber auch durch Schallschutzanlagen auf dem Ausbreitungsweg oder durch eine lärmvermeidende Baustellenorganisation gefördert werden. Ziel muss es sein, das Bauen möglich zu machen und dabei Konflikte aus Gründen der Lärmbelastung zu vermeiden oder wenigstens zu vermindern.

Die von Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich Baulärm in den letzten Jahren vorangetriebene Entwicklung zur Lärminderung wird bei Vergabe- und Bauprozessen jedoch nur selten in dem Maße berücksichtigt und umgesetzt, wie es möglich wäre. Um diese Lücken bei den Prozessbeteiligten zu schließen und eine bessere Lärminderung von Baulärm in Zukunft zu ermöglichen, sollen die aktuellen Erkenntnisse und Informationen für einen lärmarmen Baubetrieb auf dem aktuellen Stand der Technik in diesem Forschungsvorhaben zusammengetragen und für die praktische Anwendung erläutert werden.

Das Forschungsvorhaben hat dementsprechend mehrere Ziele verfolgt:

- Überprüfung bekannter und am Markt verfügbarer Möglichkeiten zur Lärminderung im Baubetrieb und Ergänzung durch neuere Erkenntnisse sowie die Identifizierung weiterer Möglichkeiten zur Minderung von Baulärm, z.B. durch organisatorische Maßnahmen oder alternative lärmärmere Maschinen und Verfahren, auch wenn diese noch nicht auf dem Markt verfügbar sind.

- ▶ Identifizierung und Bewertung von nicht-technischen Lärminderungsmaßnahmen für geräuschintensive Tätigkeiten ohne leisere technische Alternative
- ▶ Katalogisierung der Geräuschemissionen von Bauverfahren und Baumaschinen im Einsatz nach dem aktuellen Stand der Technik in einer detaillierten Übersicht in Form einer Handreichung
- ▶ Erstellen von Muster-Vergabetexten für die Berücksichtigung von Lärminderungsmaßnahmen im Vergabeprozess

Informationsgewinnung

Die systematische Informationsgewinnung erfolgt interdisziplinär und umfasst:

- ▶ Literaturrecherche: Identifizierung relevanter Studien und Fachquellen.
- ▶ Befragungen: Zielgerichtete Erhebung von Informationen bei Behörden, Verbänden, Bauunternehmen und Geräteherstellern.
- ▶ Analyse von Bauprozessen: Untersuchung spezifischer Bauverfahren und Tätigkeiten im Hoch- und Tiefbau sowie Ingenieurbau.
- ▶ Gerätebewertung: Erfassung der eingesetzten Maschinen und möglicher lärmärmer Alternativen.

Eine strukturierte Literaturrecherche nach dem Kitchenham-Modell umfasst folgende Schritte:

1. Forschungsfragen definieren: Schwerpunkt liegt auf der akustischen Bewertung typischer Bauverfahren.
2. Datenbanken auswählen: z.B. SpringerLink, ScienceDirect, DEGA.
3. Suchbegriffe festlegen: Kombination aus spezifischen und ähnlichen Begriffen (z.B. Lärmemissionen, Baumaschinen).
4. Eingrenzung und Datenextraktion: Relevanzbewertung und Zusammenführung der Ergebnisse.
5. Berichterstattung: Systematische Dokumentation und Verknüpfung mit identifizierten Bauverfahren.

Die Ergebnisse der Literaturrecherche zeigen eine fragmentierte Datenlage zu lärmarmen Bauverfahren. Auffällig ist, dass ein Teil der Ergebnisse nicht ausreichend dokumentiert ist um diese als belastbare Quelle benennen zu können. So sind Ergebnisse benannt deren Entstehung nicht nachvollziehbar ist oder die aus eigenen Erfahrungen heraus nicht plausibel sind. Zudem werden Minderungsmaßnahmen immer wieder pauschaliert, obwohl diese von einer Vielzahl von Faktoren abhängig sind.

Insbesondere die Zusammenarbeit mit Bauunternehmen und spezifischen Geräteherstellern erfordert intensiven Dialog und Vertrauen. Häufig führt aber auch der gesuchte Dialog aufgrund anderer Interessen der Gerätehersteller nicht zu einem Austausch im Sinne des Forschungsprojektes.

Mustervergabetexte

Der Umgang mit diesem Arbeitspaket wie im Angebot zum Projekt beschrieben, hat sich als unsachgemäß herausgestellt. Wir haben im Jahr 2022 fachliche Unterstützung zu diesem Arbeitspaket gesucht, nachdem klar wurde, dass Standardleistungsbücher heute nicht mehr als Buch vorliegen bzw. so erstellt werden. Zudem hatten wir bei den Recherchen erfahren, dass das Standardleistungsbuch (STLB) für das Bauwesen Nr. 898 „Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen“ nie eingeführt worden ist. Auch mussten wir feststellen, dass viele der darin aufgeführten Texte bzw. Textteile so nicht in das STLB-Bau aufgenommen werden können. Hier besteht ein wesentliches Missverständnis dieses Buches darin, dass zum Zeitpunkt der Ausschreibung die Planung abgeschlossen ist. Es wird also nur noch das geplante Bauvorhaben in einer Leistungsbeschreibung umgesetzt. Dies geschieht heute nur noch digital in ganz unterschiedlichen Leistungsbereichen. Wir haben hier einen Kontakt im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) aufnehmen können, der die Texte des digitalen STLB-Bau kennt und pflegt. Hier sind wir in einem zweitägigen „Workshop“ durch die in Zusammenhang mit Baulärm stehenden Eintragungen gegangen und haben diese korrigiert, ergänzt oder ggf. gelöscht. Das Arbeitsprotokoll ist dem Forschungsbericht als Anhang beigefügt. Ein Ausdrucken des digitalen STLB-Bau ist aufgrund des Umfangs nicht möglich. Als wichtigste Erkenntnis dieses Arbeitspaketes kann festgehalten werden, dass eine Ausschreibung erst nach einer ausführlichen Planung eines Bauvorhabens erstellt werden sollte und diese dann so eindeutig und strukturiert erfolgt, dass eine Vergleichbarkeit und Prüfung der Leistung vereinfacht wird.

Broschüre

Die ursprünglich zu erarbeitende Handreichung wurde in eine Informationsbroschüre gewandelt. Die vorhandenen Messergebnisse reichten qualitativ, inhaltlich wie auch von der Menge her nicht aus, eine zur Veröffentlichung taugliche Handreichung für verschiedene Bauvorgänge (Tiefbau, Hochbau, Abbruch, Straßenbau etc.) und Baumaschinen zu erstellen. Auch fachlich richtige Vergleiche zu anderen konventionelle Baumaßnahmen zu ziehen, war aufgrund der Vielfalt an Bauzielen, Bauverfahren und sonstiger Baugegebenheiten nicht leistbar. Zudem zeigt der Kontakt zu Geräteherstellern und Baufirmen, dass nach wie vor nur eine geringe Sensibilität für das Thema „Lärm“ besteht, wodurch die Zusammenarbeit gerade bei neu auf den Markt kommenden Produkten nur sehr schwer oder gar nicht zustande kam.

Die Broschüre ist mit dem Ziel erstellt worden, Planende einer Baustelle bei der Planung einer lärmarmen Baustelle zu unterstützen. Dabei werden Hinweise gegeben, in welchem Umfang bzw. welche Auswirkungen bestimmte Lärmminderungsmaßnahmen, die auch benannt werden (Geräte, Verfahren, Planung), haben können. Wichtig ist in dem Zusammenhang begreiflich zu machen, welche Möglichkeiten insgesamt aktuell zur Verfügung stehen und dass diese schon in der Planung zu berücksichtigen sind, um die Leistungsausschreibung entsprechend anlegen zu können. Es werden vereinfachte Prozessbeschreibungen und Darstellungen zur Lärmwirkung eindrücklich aufgezeigt. Die Möglichkeiten sollen so auf typische Baustellenabläufe in Hinblick auf lärmintensive Tätigkeiten und mögliche Lärmminderung hin zur Anwendung in den Planungen kommen. Dabei geht es vor allem auch um das Aufzeigen möglicher leiserer Alternativen. Hiermit soll eine Sensibilisierung der entsprechenden Akteure **für die Planung (vor der Ausschreibung)** erreicht werden.

Lärmquellen auf Baustellen

Im Rahmen des Vorhabens konnte die Komplexität einer Baustelle aufgrund der Prägung zum Teil sehr vielfältiger Lärmquellen oder auch nur einzelner sehr lauter Baumaschinen, mechanischen Vorgängen und der Kommunikation von Arbeitern zusammengetragen werden. Motorenlärm, Rückfahrwarntöne, hydraulische Geräusche sowie Schütt- und Verladevorgänge sind nur einige Beispiele die erheblich zur Geräuschkulisse beitragen können. Besonders störend sind impulsartige Geräusche die häufig im Beurteilungspegel einer Berechnung oder auch Messung nicht den Störgrad widerspiegeln, den solche Geräusche bei den Betroffenen auslösen. Hauptlärmquellen und -ursachen sind:

1. Baumaschinen: Motoren, hydraulische Systeme und Anbaugeräte wie Hämmer oder Trennschleifer erzeugen signifikanten Lärm.
2. Bauverfahren: Abbrucharbeiten, Bodenverdichtung und Trennverfahren verstärken die Emissionen.
3. Bauabläufe: Schlecht gewartete Maschinen und ineffiziente Prozesse führen zu erhöhten Schallemissionen.

Eine lärmoptimierte Baustelle beginnt mit einer genauen Planung. Maßnahmen umfassen:

- ▶ Einsatz lärmreduzierter Baumaschinen (z. B. elektrifizierte Geräte).
- ▶ Verwendung spezieller Bauverfahren, z. B. selbstverdichtender Beton oder Vibrations- statt Rammverfahren.
- ▶ Aktive Schallschutzmaßnahmen wie Schallschutzwände, Einhausungen oder Schallschutzmatten.
- ▶ Organisatorische Maßnahmen wie zeitliche Optimierung lärmintensiver Arbeiten oder räumliche Verlagerung von Geräuschquellen.

Lärmmindehung durch Planung

Der Umgang mit potenziellen Baulärmkonflikten sollte bereits in der frühen Planungsphase einer Baustelle berücksichtigt werden, um negative Auswirkungen auf Anwohner, Umwelt und andere Interessengruppen zu minimieren. Es existiert ein Vorschlag zu einem „Idealprozess zum Umgang mit der Thematik Baulärm in den Phasen Planung, Ausschreibung und Vergabe“ (Baulärmportal, 2024). Dieser sieht vor, dass vor der konkreten Baustellenplanung eine erste Abschätzung zu den Geräuschbelastungen getroffen wird. Gezeigt wird auch, welche Arbeitsschritte für eine im Hinblick auf Baulärm konfliktfreie oder konfliktarme Baustelle in der Planung durchzuführen sind. Ziel des Prozesses ist die Fertigung einer Leistungsbeschreibung zur Angebotseinhaltung, in der Maßnahmen zur Baulärmmindeung berücksichtigt und ausreichend genau beschrieben werden.

Sind bereits von vornherein Überschreitungen der Richtwerte der AVV Baulärm durch das Vorhaben zu erwarten, wird empfohlen einen Baulärmsachverständigen hinzuzuziehen. Bereits unter Anwendung vereinfachter Methoden kann eine Abschätzung getroffen werden, ob und in einem gewissen Maße auch inwieweit Baulärmkonflikte im Sinne einer Überschreitung der Richtwerte der AVV Baulärm zu erwarten sind oder nicht. Bei komplexeren Baustellen in Kombination mit dichterer nahgelegener z.B. Wohn- oder Bürobebauung ist unter Einbeziehung weiterer Planenden eine Baulärmprognose zu erstellen. Mögliche Überschreitungen der Richtwerte der AVV Baulärm, das Maß der Überschreitungen als auch das räumliche Ausmaß werden damit ermittelt. Die maßgeblichen lärmintensiven Bauverfahren oder Baugeräte werden frühzeitig identifiziert und es kann gezielt eine Lärmmindeungsplanung vor der Leistungsausschreibung erfolgen.

Im Rahmen der Lärmmindeungsplanung besteht das Ziel nicht zwangsläufig in der Einhaltung der Richtwerte der AVV Baulärm. Vielmehr dürfen im Ergebnis der Planung nur die unvermeidbaren Geräuschemissionen auf einer Baustelle mit Richtwertüberschreitung übrigbleiben. Durch dieses Vorgehen kann die Baustelle frühzeitig mit verminderter Baulärm geplant und einer Kostenbetrachtung hinsichtlich einer optimalen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen werden. Die sich aus der Planung ergebenden konkreten Lärmschutzanforderungen, z.B. an das Bauverfahren, an das Errichten von Schallschutzanlagen oder auch bestimmte organisatorische Maßnahmen, können in die Leistungsbeschreibung aufgenommen werden.

Lärmarme Baumaschinen

Die politischen und gesellschaftlichen Bestrebungen zum Schutz von Anwohnern vor Baulärm haben in den letzten 20 Jahren zu einer fortschreitenden technischen Entwicklung und zur Reduzierung der Schallemissionen von Baumaschinen geführt. Das Umweltzeichen der Europäischen Union (Verordnung Nr. 1980/2000/EG) bzw. die Anforderungen an den zulässigen Schallleistungspegel nach Artikel 12 der Richtlinie 2000/14/EG liefern dabei den Rahmen für die Definition von lärmarmen Baumaschinen in der 32. BImSchV.

Für viele Geräte stellt die Minderung der Antriebsemisionen die wesentliche Maßnahme zur Lärmmindehung dar. Die Elektrifizierung von Baumaschinen hat daher das Potenzial, Baulärm deutlich zu reduzieren. Aber auch weitere Maßnahmen können zu einer Minderung der Geräuschemissionen beitragen, wie Kapselungen und Schalldämpfungen von Aggregaten und Antrieben.

Einen wesentlichen Beitrag zu den Geräuschemissionen kann zudem auch der Wartungszustand der Geräte haben. Untersuchungen zeigen, dass bei seltener Wartung eine Zunahme von mehreren dB möglich ist, die durch kürzere Wartungsintervalle vermieden werden kann.

Lärmarme Bauverfahren

Die Grundvoraussetzung für die Wahl eines lärmreduzierten Bauverfahrens ist in den meisten Fällen eine im Vorfeld der Umsetzung notwendige Planung. Abhängig von vielen Randbedingungen ergeben sich teilweise Vorgaben hinsichtlich einzusetzender Bauverfahren. Oft steht ein großer finanzieller oder technischer Aufwand dem Wechsel eines Bauverfahrens entgegen. Nicht alle Verfahren eignen sich aus verschiedenen Gründen gleich gut für ein bestimmtes Bauziel. So ist zum Beispiel das Einpressen von Spundwänden nur bei wenigen, möglichst steinarmen Böden möglich. Aus diesen Gründen ist es daher notwendig, im Vorfeld zu prüfen, inwieweit ein lärmarmes Verfahren zum Einsatz kommen kann. Eine pauschale Empfehlung lärmärmer Verfahren kann nur ausgesprochen werden, wenn die Vor- und Nachteile der Verfahren abgewogen sind.

Sofern einem lärmarmen Verfahren nur ein höherer Aufwand entgegensteht, ist bei notwendiger Lärmmindeung in kritischen Bereichen ebenfalls eine Abwägung hilfreich. Es kann damit zum Beispiel vermieden werden, dass der Aufwand für bauliche, zeitliche oder räumliche Maßnahmen unverhältnismäßig hoch wird. Wird die gewünschte lärmarme Variante von vornherein als Leistung ausgeschrieben, werden sich nur Unternehmen darauf bewerben, die diese Leistung auch umsetzen können. Ohne konkrete Forderung eines lärmarmen Verfahrens in der Leistungsbeschreibung führen die Unternehmen die Leistung mit denen ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln aus, die dann zumeist nicht innovativ und fortschrittlich sind (außer wirtschaftliche Aspekte sprechen dafür) sondern konventionell. Ein Fortschritt in der Lärmmindeung wird auf diesem Weg nur sehr langsam eintreten.

Zahlreiche lärmarme Bauverfahren sind im Bereich des Rückbaus und Abrisses in Alternative zu herkömmlichen Bauverfahren zu finden. Neben dem üblichen Stemmen von z.B. Betonbauteilen kommt der Einsatz von Zangen, Fräsen und Sägen in Frage, auch kann Beton gespalten werden. Bereits durch den Maschinen- und Werkzeugeinsatz verringert sich die Geräuschemission, aber auch durch eine Verringerung der Schwingungsanregung der Bauteile selbst.

Weitere lärmarme Verfahren sind im Bereich der Gründungen zu identifizieren. Abhängig von den Umgebungsbedingungen können Wände gepresst oder vibriert statt gerammt werden. Auch für weitere Arbeitsprozesse existieren Maßnahmen, die zu einer Geräuschminderung beitragen können. Geräusche von Drehbohrgeräten beim Ausschlagen der Bohrschnecke können zum Beispiel mit Schneckenputzern vermieden werden.

In vielen Bereichen des Baus sind inzwischen auch innovative Produkte verfügbar. Lärmarme Trennscheiben und Sägeblätter können zum Beispiel die Geräuschemissionen beim Sägen von Holz bzw. Trennen von Beton und Steinen deutlich vermindern. Die Wahl der Werkzeuge kann auch die Schallübertragung in benachbarte Räume signifikant beeinflussen.

Auch bei der Stromversorgung einer Baustelle kann eine Lärmoptimierung vorgenommen werden. Es ist zum Beispiel sowohl der Einsatz mehrerer kleinerer Stromerzeuger oder ein auf einen Standort konzentrierter Einsatz größerer Aggregate möglich (siehe auch „räumlich-organisatorische Optimierung“). In den letzten Jahren entwickelte sich die Speichertechnologie so weit fort, dass inzwischen relevante Speichergrößen für den Baubetrieb als Stromspeicher als Alternative zum Stromgenerator (Stromerzeuger) zur Verfügung gestellt werden können. Damit können dann sowohl hohe Lastspitzen abgedeckt und damit der - kurzfristige - Betrieb weiterer, lauter Aggregate vermieden werden als auch für niedrige Lasten für lange Zeiträume die benötigte Energie bereitgestellt werden. Insbesondere kann bei ausreichender Dimensionierung eines hybriden Systems auf einen lärmerzeugenden Betrieb von Stromerzeugern im Nachtzeitraum verzichtet werden.

Aktive Schallschutzmaßnahmen

Durch aktive Schallschutzmaßnahmen soll die Schallausbreitung von der Quelle, dem Emissionsort, zum lärmempfindlichen Empfänger, dem Immissionsort, verhindert werden. Entsprechende Schallschutzelemente sind auf dem Markt in einer Vielzahl unterschiedlicher Produkte und von verschiedenen Anbietern zu finden. Häufig können auch individuelle Anfertigungen notwendig sein, um einen wirksamen Schallschutz zu gewährleisten. Aktive Schallschutzmaßnahmen gegen Baulärm werden zumeist nur temporär gebraucht und müssen über ein gewisses Maß an Flexibilität verfügen. Grundsätzlich kann zwischen Schallschutzwänden/-wällen und Schallschutzeinhausungen unterschieden werden.

Zeitlich-organisatorische Maßnahmen

Die zeitliche Organisation einer Baustelle ist von vielen Rahmenbedingungen abhängig. Neben z.B. betrieblichen Rahmenbedingungen kann auch aus Gründen des Lärmschutzes die zeitliche Organisation einer Baustelle relevant sein. Die Begrenzung der Arbeitszeiten der gesamten Baustelle oder auch nur der Einsatzzeiten eines lauten Baugerätes oder eines lauten Bauverfahrens bedarf einer Abwägung. Änderungen der täglichen Dauer einer Baustelle oder der Einsatzzeit eines besonders lauten Gerätes wirken sich auf die Gesamtdauer der Baustelle in zusätzlichen Wochen oder Monaten aus.

Eine Verdoppelung von gleichartigen Lärmquellen führt zu einer Emissionszunahme um 3 dB. Diese Pegelzunahme tritt auch ein, wenn z.B. im Tagzeitraum die Baustellentätigkeit verdoppelt wird (z.B. durch eine doppelte Anzahl an Maschinen, An- und Abfahrten etc.).

Ein Verzicht auf Nachtarbeiten stellt für den Lärmschutz in besiedelten Gebieten bei einer Baustellenplanung ein sehr wichtiges Ziel dar. Aufgrund der hohen Lärmsensibilität der in der Nachbarschaft Wohnenden während üblicher Schlafzeiten und der daraus abgeleiteten, deutlich geringeren Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm sind hier hohe Anforderungen an den Lärmschutz zu stellen. Es wäre z.B. möglich, laute Arbeiten in den Tagzeitraum und leisere Tätigkeiten in den Nachtzeitraum zu planen.

In kritischen Lagen sollten Nachtbaustellen mit relevanten Lärmemissionen in der Regel nur aufgrund von zwingenden Umgebungsbedingungen (z.B. Sperrungen von Verkehrswegen, Gefahr in Verzug) durchgeführt werden.

Laute Bauphasen, hervorgerufen durch laute Bauverfahren oder den Einsatz lauter Baumaschinen, können zeitlich zusammengelegt werden. Dies führt bei zwei parallel betriebenen lauten Geräten statt einem oder vier statt zwei lauten Geräten maximal zu einem Anstieg des Baulärms in der Nachbarschaft um 3 dB. Insgesamt werden aber weniger lärmintensive Bautage während der Ausführungszeit entstehen. An den übrigen Tagen wird ein deutlich geringerer Lärmpegel von der Baustelle ausgehen.

Räumlich-organisatorische Maßnahmen

Im Rahmen der Planung einer Baustelle kann diese auch unter dem Gesichtspunkt der Lärmvermeidung bzw. Lärmverminderung vorgenommen werden. Welche Maßnahmen in Hinblick auf einen möglichen Schallschutz zielführend und am effektivsten sind, kann in einem Schallschutzbüro erarbeitet werden. Grundsätzlich können die nachfolgenden Aspekte bei der Baustellenplanung berücksichtigt werden.

- ▶ Verlagerung lärmintensiver Tätigkeiten
- ▶ Optimierung von Gerätestandorten
- ▶ Bündelung von Lärmquellen
- ▶ Fahrwegoptimierung
- ▶ Vermeiden von Transportwegen
- ▶ Wahl von Transportwegen auf öffentlichen Straßen
- ▶ Nutzung von Abschirmwirkungen

Die Standorte von lauten stationären Geräten (Pumpen, Generatoren, Separationsanlagen, Brecher etc.) können zum Beispiel so gewählt werden, dass diese möglichst weit entfernt zu lärmempfindlichen Nutzungen liegen. Auch können diese hinter Gebäuden oder Baucontainern geplant werden, wodurch der Schall entsprechend zu den lärmempfindlichen Nutzungen hin abgeschirmt wird. Mehrere Lärmquellen könnten räumlich nah beieinander aufgestellt werden. Damit verringert sich ggf. die verlärzte Fläche. Zudem sind insbesondere bei stationären Quellen Maßnahmen wie Abschirmungen effektiver umsetzbar.

Fahrwege für Ver- und Entsorgungsfahrzeuge können so geplant werden, dass ein Rückwärtsfahren und Rangieren vermieden wird. Auch sollten Wege sowie Ein- und Ausfahrten möglichst nicht entlang von empfindlichen Nutzungen geführt werden. Damit verringern sich in der Regel die Lärmemissionen. Das Flächenmanagement kann dahingehend optimiert werden, dass Transportwege innerhalb der Baustelle vermieden oder möglichst verringert werden. Eine Vermeidung oder Verringerung von Materialver- und -entsorgung kann durch Massenausgleich

angestrebt werden. Eine Wiederverwendung von ausgebauten Materialien an der Ausbaustelle ist anzustreben.

Ortsfeste Baustelleneinrichtungen (Sozialcontainer, Zwischenlagerflächen für Bodenaushub oder Baustoffe etc.) können so angeordnet werden, dass dadurch schutzbedürftige Bereiche vor Lärm geschützt werden. Ein Abbruch könnte so geplant werden, dass Gebäudeteile, die Schallschutzfunktionen übernehmen können, erst am Schluss abgebrochen werden. Ein temporärer Oberbodenabtrag kann in Form eines Erdwalls gelagert werden und damit für eine Schallabschirmung sorgen.

Baustellen im Gleisbau

Im Gleisbau stellen schienengebundene Großgeräte, wie Stopfmaschinen oder Schienenschleifer, eine Herausforderung im Lärmschutz dar. Elektrische und lärmgedämmte Maschinen bieten hier eine vielversprechende Verbesserung der Lärmsituation für die Zukunft. Hier sind aber besonders hohe Anschaffungskosten der Großgeräte als Hinderung für die Entwicklung eines lärmreduzierten Bauens auszumachen. Bei kleineren Geräten stehen lange Nutzungszeiten einem Wechsel zu leiseren Geräten entgegen. Aber auch durch klassische gleisunabhängige z.B. organisatorisch räumliche oder zeitliche Maßnahmen können im Gleisbau Lärmreduktionseffekte erzielt werden.

Baustellendisziplin

Grundsätzlich kann auf einer Baustelle eine Baustellendisziplin zur Vermeidung von Lärmkonflikten mit der Nachbarschaft etabliert werden. Dabei geht es um verhaltensbedingt verursachte Lärmemissionen. Diese werden zwar zumeist nicht Bestandteil einer Schallimmissionsprognose und wirken sich damit auf einen Beurteilungspegel aus, stellen aber nicht selten ein erhebliches Ärgernis für die Nachbarschaft dar. Hier sollte zu Beginn der Baustelle durch einen Baulärmverantwortlichen ein Bewusstsein zur Lärmvermeidung bzw. zur Vermeidung von Störgeräuschen geschaffen werden.

Information der Baulärm betroffenen und Baulärmmonitoring

Für alle Baustellen wird die Bedeutung von Beteiligungsverfahren und das Baulärmmonitoring erläutert. Dabei geht es bei der Beteiligung um das frühzeitige Einbinden der Anwohner durch Kommunikation. Dabei soll das Baulärmkonzept detailliert erläutert werden und offen anstehende besonders lärmintensive Phasen oder Nachtarbeit angesprochen werden. Durch Lärmmeßungen (Monitoring) während des Betriebs werden Transparenz und Akzeptanz in der Nachbarschaft gefördert. Das Monitoring dient dabei der Identifikation lauter Prozesse und zur Optimierung des lärmarmen Baubetriebs.

Fazit

Eine erfolgreiche Lärmreduktion auf Baustellen erfordert die Kombination einer entsprechend guten Planung sowie technischer, organisatorischer und kommunikativer Maßnahmen. Es kann festgehalten werden, dass es bereits eine Vielzahl an erprobten Lärmreduzierungsmaßnahmen gibt und bei den Bauverfahren und -maschinen Verbesserungen angestrebt und umgesetzt werden. Die Anwendung in der Praxis wird jedoch durch unterschiedliche Hindernisse erschwert, was zu einem langsamem Fortschritt im Bereich der Lärmreduktion von Baustellen führt. Hier ist ein Abbau der verschiedenen Hürden, die eine rasche Marktdurchdringung neuer Technologien unterbinden, notwendig. Es ist davon auszugehen, dass ein Großteil der verfügbaren technischen wie nicht-technischen Lärmreduzierungsmaßnahmen bei den planenden und ausführenden Stellen bekannt ist, diese aber aus wirtschaftlichen oder traditionellen Aspekten keine Anwendung finden. Entsprechend muss weiterhin in diesem Bereich Aufklärung betrieben werden und ein breites Portfolio an Informationen für die

unterschiedlichen Akteure bereitgestellt werden. Dieses Forschungsvorhaben konnte hierfür einen Beitrag leisten und zeigt gleichzeitig einige Lücken und Schwierigkeiten für eine bessere Datengrundlage auf. So ist z.B. eine umfangreiche Messkampagne mit klaren Rahmenbedingungen und der Verfügbarkeit von möglichst vielen unterschiedlichen Bauverfahren und -maschinen notwendig, um aussagekräftige Ergebnisse zu den Lärmminderungspotenzialen zu erhalten.

Summary

Construction is essential for maintaining an efficient infrastructure, the quality of our living and working environment and the desired leisure opportunities. At the same time, construction is often associated with considerable noise emissions. This is particularly annoying when people live in the immediate vicinity, go to work, want to relax or are on site for other reasons. For many people, their own living environment with their own home and an associated outdoor living area, such as a balcony, is the only place they can retreat to for relaxation and recreation. Construction site noise in areas close to residential areas is often recurring for months or even years. This means that even recreational areas or residential areas that were very quiet before the construction work can be affected by noise. This creates a particularly high level of annoyance among neighbours and therefore often leads to resistance to a construction site or construction project.

The use of modern, powerful construction machinery is essential for cost-effective construction. Due to the sometimes very high power requirements in the construction industry, these still mostly work with combustion engines. Engines running under load in particular can sometimes cause considerable noise disturbance on a construction site. In recent years, however, construction machinery has also become increasingly electrified, which has significantly reduced engine noise. In addition to engine noise, construction processes often also involve noise-generating mechanical stresses, e.g. when compacting soil, demolishing structures or tamping ballast on railway tracks. Electrification will therefore not make construction noiseless, but it will certainly make some processes quieter. Nevertheless, there is also a need to develop further construction methods or construction machinery that reduce or avoid loud mechanical noises.

Taking into account the context described above, there is often a need for action to reduce noise from construction sites. Such noise reduction can be achieved through a range of different measures. These can start with construction machinery or construction methods, but can also be promoted by noise protection systems on the propagation path or by a noise-avoiding construction site organisation. The aim must be to make construction possible while avoiding or at least minimising conflicts due to noise pollution.

However, the development of noise reduction in the field of construction noise, which has been driven forward by industry and science in recent years, is rarely taken into account and implemented to the extent that would be possible in the procurement and construction processes. In order to close these gaps among those involved in the process and to enable better noise reduction of construction noise in the future, the current findings and information for low-noise construction operations at the current state of the art are to be compiled in this research project and explained for practical application.

Accordingly, the research project pursued several objectives:

- ▶ Review of known and commercially available options for noise reduction in construction operations and supplementation with more recent findings as well as the identification of further options for reducing construction noise, e.g. through organisational measures or alternative, quieter machines and processes, even if these are not yet available on the market.
- ▶ Identification and evaluation of non-technical noise reduction measures for noise-intensive activities without a quieter technical alternative
- ▶ Cataloguing the noise emissions of construction methods and construction machinery in use according to the current state of the art in a detailed overview in the form of a handout

- ▶ Creation of sample tender texts for the consideration of noise reduction measures in the award process

Information gathering

The systematic gathering of information is interdisciplinary and includes

- ▶ Literature research: Identification of relevant studies and specialised sources.
- ▶ Surveys: Targeted collection of information from authorities, associations, construction companies and equipment manufacturers.
- ▶ Analysing construction processes: Analysing specific construction processes and activities in building construction, civil engineering and structural engineering.
- ▶ Equipment assessment: Recording the machines used and possible low-noise alternatives.

A structured literature search according to the Kitchenham model comprises the following steps:

1. Define research questions: The focus is on the acoustic evaluation of typical construction methods.
2. Select databases: E.g. SpringerLink, ScienceDirect, DEGA.
3. Define search terms: Combination of specific and similar terms (e.g. noise emissions, construction machinery).
4. Limitation and data extraction: Relevance assessment and consolidation of the results.
5. Reporting: Systematic documentation and linking with identified construction processes.

The results of the literature research show a fragmented data situation on low-noise construction methods. It is striking that some of the results are not sufficiently documented to be able to cite them as a reliable source. For example, results are cited whose origin is not comprehensible or which are not plausible based on our own experience. In addition, mitigation measures are repeatedly generalised, although they depend on a variety of factors.

Collaboration with construction companies and specific equipment manufacturers in particular requires intensive dialogue and trust. However, the dialogue sought often does not lead to an exchange in the sense of the research project due to other interests of the equipment manufacturers.

Sample tender texts

The handling of this work package as described in the offer for the project turned out to be improper. We sought technical support for this work package in 2022 after it became clear that the "Standardleistungsbücher" (standard specifications books) are no longer available as (printed or digital) documents or are no longer created in this way. During our research, we also learnt that the "Standardleistungsbuch" (STLB) for the construction industry No. 898 "Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen" ("Protection against construction noise and vibrations") had never been introduced. We also realised that many of the texts or parts of texts listed therein could not be included in the STLB-Bau. A major misunderstanding of this book is that the planning is finalised at the time of tendering. This means that only the planned construction project is implemented in a service description. Today, this is only done digitally in very different service areas. We have been able to establish a contact in the DIN Standards Committee for Construction (NABau), which knows and maintains the texts of the digital STLB-Bau. In a two-day "workshop", we went through the entries related to construction noise and corrected, supplemented or, if necessary, deleted them. The work protocol is attached to the research

report. It is not possible to print out the digital STLB-Bau due to its size. The most important finding of this work package is that a tender should only be drawn up after detailed planning of a construction project and that this should then be so clear and structured that it is easier to compare and check the service.

Brochure

The original intended handout was converted into an information brochure. The existing measurement results were not sufficient in terms of quality, content and quantity to produce a handout suitable for publication for various construction processes (civil engineering, building construction, demolition, road construction, etc.) and construction machinery. It was also not feasible to draw correct technical comparisons with other conventional construction measures due to the variety of construction objectives, construction methods and other construction conditions. In addition, contact with equipment manufacturers and construction companies shows that there is still little awareness of the issue of noise, making co-operation very difficult or even impossible, especially with new products coming onto the market.

The brochure has been produced with the aim of supporting those planning a construction site in the planning of a low-noise construction site. It provides information on the extent and effects that certain noise reduction measures, which are also named (equipment, procedures, planning), can have. It is important to make it clear which options are currently available and that these must be considered at the planning stage in order to be able to organise the tender accordingly. Simplified process descriptions and illustrations of noise effects are presented in an impressive manner. The possibilities are to be applied to typical construction site processes regarding noise-intensive activities and possible noise reduction in the planning. The main aim is to demonstrate possible quieter alternatives. This is intended to sensitise the relevant stakeholders **for planning (prior to the invitation to tender)**.

Noise sources on construction sites

As part of the project, the complexity of a construction site could be summarised due to the sometimes very diverse noise sources or even just individual very loud construction machines, mechanical processes and the communication of workers. Engine noise, reversing warning sounds, hydraulic noises as well as dumping and loading processes are just a few examples that can contribute significantly to the background noise. Particularly disturbing are impulse-like noises, which are often not reflected in the rating level of a calculation or measurement in the degree of disturbance that such noises cause to those affected. The main sources and causes of noise are

1. Construction machinery: Engines, hydraulic systems and attachments such as hammers, or cut-off grinders generate significant noise.
2. Construction methods: Demolition work, soil compaction and separation processes increase emissions.
3. Construction processes: Poorly maintained machines and inefficient processes lead to increased noise emissions.

A noise-optimised construction site starts with precise planning. Measures include

- ▶ Use of noise-reduced construction machinery (e.g. electrified equipment).
- ▶ Use of special construction methods, e.g. self-compacting concrete or vibration instead of pile-driving.
- ▶ Active noise protection measures such as noise barriers, enclosures or noise protection mats.

- ▶ Organisational measures such as optimising the timing of noisy work or relocating noise sources.

Noise reduction through planning

Dealing with potential construction noise conflicts should be considered in the early planning phase of a construction site to minimise negative effects on residents, the environment and other interest groups. There is a proposal for an "ideal process for dealing with the issue of construction noise in the planning, tendering and awarding phases" (Baulärmportal, 2024). This stipulates that an initial assessment of the noise impact should be made before the actual construction site is planned. It also shows which work steps need to be carried out in the planning phase to ensure a construction site with little or no conflict regarding construction noise. The aim of the process is to produce a service description for obtaining tenders in which measures to minimise construction noise are considered and described in sufficient detail.

If the project is expected to exceed the guideline values of the AVV Baulärm from the outset, it is recommended that a construction noise expert be consulted. Using simplified methods, an assessment can be made as to whether and, to a certain extent, to what extent construction noise conflicts in the sense of exceeding the guideline values of the AVV Baulärm are to be expected or not. In the case of more complex construction sites in combination with denser neighbouring residential or office buildings, for example, a construction noise forecast should be drawn up with the involvement of other planners. Possible exceedances of the guideline values of the AVV Baulärm, the extent of the exceedances and the spatial extent are thus determined. The relevant noise-intensive construction processes or construction equipment are identified at an early stage and noise reduction planning can be carried out in a targeted manner prior to the tendering of services.

In the context of noise abatement planning, the aim is not necessarily to comply with the guideline values of the AVV Baulärm. Rather, only the unavoidable noise emissions on a construction site that exceed the guideline values should remain as a result of the planning. This approach means that the construction site can be planned at an early stage with reduced construction noise and subjected to a cost analysis with a view to optimising economic efficiency. The specific noise protection requirements resulting from the planning, e.g. for the construction method, the installation of noise protection systems or certain organisational measures, can be included in the specifications.

Low-noise construction machinery

Over the last 20 years, political and social endeavours to protect residents from construction noise have led to progressive technical development and a reduction in noise emissions from construction machinery. The European Union's ecolabel (Regulation No. 1980/2000/EC) and the requirements for the permissible sound power level in accordance with Article 12 of Directive 2000/14/EC provide the framework for the definition of low-noise construction machinery in the 32nd BImSchV.

For many machines, the reduction of drive emissions is the key measure for noise reduction. The electrification of construction machinery therefore has the potential to significantly reduce construction noise. However, other measures can also contribute to a reduction in noise emissions, such as encapsulation and silencing of units and drives.

The maintenance condition of the appliances can also make a significant contribution to noise emissions. Studies show that infrequent maintenance can lead to an increase of several dB, which can be avoided by shorter maintenance intervals.

Low-noise construction methods

In most cases, the basic prerequisite for choosing a noise-reduced construction method is the planning required prior to implementation. Depending on many boundary conditions, there are sometimes specifications regarding the construction methods to be used. Often a large financial or technical outlay stands in the way of changing a construction method. Not all methods are equally suitable for a particular construction objective for various reasons. For example, the injection of sheet piling is only possible in a small number of soils with as little stone as possible. For these reasons, it is therefore necessary to check in advance to what extent a low-noise method can be used. A general recommendation for low-noise methods can only be made once the advantages and disadvantages of the methods have been weighed up.

If a low-noise procedure is only opposed by higher costs, it is also helpful to weigh up the options if noise reduction is necessary in critical areas. This can, for example, prevent the cost of structural, temporal or spatial measures from becoming disproportionately high. If the desired low-noise variant is put out to tender as a service from the outset, only companies that can also implement this service will apply for it. Without a specific requirement for a low-noise procedure in the specification, the companies will carry out the service with the means available to them, which are then usually not innovative and progressive (unless there are economic aspects in favour of this), but conventional. Progress in noise reduction will only occur very slowly in this way.

Numerous low-noise construction methods can be found in the field of dismantling and demolition as an alternative to conventional construction methods. In addition to the usual chiselling of concrete components, for example, the use of pliers, milling machines and saws can be considered, and concrete can also be split. The use of machines and tools already reduces noise emissions, as does a reduction in the vibration excitation of the components themselves.

Other low-noise methods can be identified in the area of foundations. Depending on the environmental conditions, walls can be pressed or vibrated instead of rammed. There are also measures for other work processes that can contribute to noise reduction. For example, auger cleaners can be used to prevent noise from rotary drilling rigs cleaning the auger.

Innovative products are now also available in many areas of construction. Low-noise cutting discs and saw blades, for example, can significantly reduce noise emissions when sawing wood or cutting concrete and stone. The choice of tools can also significantly affect sound transmission to neighbouring rooms.

Noise emissions can also be optimised when supplying power to a construction site. For example, it is possible to use several smaller power generators or to concentrate the use of larger generators at one location (see also "spatial-organisational optimisation"). In recent years, battery technology has developed to such an extent that it is now possible to provide relevant storage sizes for construction operations as electricity storage units as an alternative to electricity generators. This means that high load peaks can be covered and the - short-term - operation of additional, noisy generators can be avoided, and the energy required for low loads can be provided for long periods of time. In particular, if a hybrid system is sufficiently dimensioned, it is possible to dispense with noise-generating operation of power generators at night.

Active noise protection measures

Active sound insulation measures are intended to prevent the propagation of sound from the source, the point of emission, to the noise-sensitive receiver. Corresponding sound insulation elements can be found on the market in a variety of different products and from different

suppliers. In many cases, customised products may also be necessary to ensure effective sound insulation. Sound insulation measures against construction noise are usually only needed temporarily and must have a certain degree of flexibility. A basic distinction can be made between noise protection walls/walls and noise protection enclosures.

Temporal organisational measures

The time organisation of a construction site depends on many framework conditions. In addition to operational conditions, for example, the time organisation of a construction site can also be relevant for noise protection reasons. Limiting the working hours of the entire construction site or even just the operating times of a loud piece of construction equipment or a loud construction method requires consideration. Changes to the daily duration of a construction site or the operating time of a particularly loud piece of equipment will affect the total duration of the construction site in additional weeks or months.

A doubling of similar noise sources leads to an increase in emissions of 3 dB. This level increase also occurs if, for example, construction site activity is doubled during the day (e.g. by doubling the number of machines, arrivals and departures, etc.).

Avoiding night work is a very important goal for noise protection in populated areas when planning construction sites. Due to the high noise sensitivity of people living in the neighbourhood during normal sleeping hours and the significantly lower immission guide values of the AVV Baulärm derived from this, high demands must be placed on noise protection here. It would be possible, for example, to schedule loud work during the day and quieter activities during the night.

In critical locations, night-time construction sites with relevant noise emissions should generally only be carried out due to compelling environmental conditions (e.g. traffic route closures, imminent danger).

Loud construction phases caused by loud construction methods or the use of loud construction machinery can be combined. This leads to a maximum increase in construction noise in the neighbourhood of 3 dB if two loud machines are operated in parallel instead of one or four instead of two loud machines. Overall, however, there will be fewer noisy construction days during the construction period. On the remaining days, a significantly lower noise level will emanate from the construction site.

Spatial organisational measures

When planning a construction site, this can also be done from the point of view of noise avoidance or noise reduction. A noise protection report can be drawn up to determine which measures are most effective in terms of noise protection. In principle, the following aspects can be taken into account during construction site planning.

- ▶ Relocation of noisy activities
- ▶ Optimisation of device locations
- ▶ Bundling of noise sources
- ▶ Route optimisation
- ▶ Avoiding transport routes
- ▶ Choice of transport routes on public roads
- ▶ Utilisation of shielding effects

The locations of loud stationary equipment (pumps, generators, separation plants, crushers, etc.) can, for example, be chosen so that they are as far away as possible from noise-sensitive uses. They can also be planned behind buildings or construction containers so that the sound is shielded from the noise-sensitive uses. Several noise sources could be positioned close to each other. This may reduce the area affected by noise. In addition, measures such as shielding can be implemented more effectively, especially for stationary sources.

Driveways for supply and disposal vehicles can be planned in such a way that reversing and manoeuvring is avoided. Routes as well as entrances and exits should also not be routed along sensitive utilisations wherever possible. This generally reduces noise emissions. Space management can be optimised to ensure that transport routes within the construction site are avoided or reduced as far as possible. Avoiding or reducing the supply and disposal of materials can be achieved through mass levelling. The aim should be to reuse removed materials at the construction site.

Fixed construction site facilities (social containers, temporary storage areas for excavated soil or building materials, etc.) can be arranged in such a way that areas in need of protection are protected from noise. Demolition could be planned in such a way that parts of the building that can fulfil noise protection functions are only demolished at the end. Temporary topsoil removal can be stored in the form of an earth wall and thus provide sound insulation.

Railway track construction sites

In railway track construction, large rail-bound machines such as tamping machines or rail grinders pose a challenge in terms of noise protection. Electric and noise-insulated machines offer a promising improvement in the noise situation for the future. However, the high purchase costs of large appliances are a particular obstacle to the development of noise-reduced construction. In the case of smaller appliances, long periods of use stand in the way of a switch to quieter appliances. However, noise reduction effects can also be achieved in track construction through classic track-independent measures, e.g. organisational spatial or temporal measures.

Construction site discipline

Construction site discipline can be established on a construction site to avoid noise conflicts with the neighbourhood. This concerns noise emissions caused by behaviour. Although these are not usually included in a noise prognosis and therefore have no effect on the rating level, they often represent a considerable nuisance for the neighbourhood. An awareness of noise avoidance or the avoidance of disturbing noises should be created at the start of the construction site by a person responsible for construction noise.

Information for those affected by construction noise and construction noise monitoring

The importance of participation procedures and construction noise monitoring is explained for all construction sites. Participation involves the early involvement of local residents through communication. The construction noise concept should be explained in detail and particularly noisy phases, or night work should be openly addressed. Noise measurements (monitoring) during operation promote transparency and acceptance in the neighbourhood. The monitoring serves to identify noisy processes and to optimise low-noise construction operations.

Conclusion

Successful noise reduction on construction sites requires a combination of good planning and technical, organisational and communication measures. It can be stated that there are already a large number of tried and tested noise reduction measures and that improvements are being

sought and implemented in construction methods and machinery. However, their application in practice is hampered by various obstacles, which leads to slow progress in the area of noise reduction on construction sites. The various hurdles that prevent new technologies from penetrating the market quickly need to be removed. It can be assumed that a large proportion of the available technical and non-technical noise reduction measures are known to the planning and executing authorities, but are not applied for economic or traditional reasons. It is therefore necessary to continue to raise awareness in this area and to provide a broad portfolio of information for the various stakeholders. This research project was able to contribute to this and at the same time highlighted some gaps and difficulties for a better data basis. For example, an extensive measurement campaign with clear framework conditions and the availability of as many different construction methods and machines as possible is necessary to obtain meaningful results on noise reduction potential.

1 Einleitung und Ziele des Forschungsprojekts

Geräuschemissionen ausgehend von Baustellen stellen immer dann ein besonderes Problem dar, wenn der Abstand zwischen Geräuschquelle und Anwohnern gering wird oder besonders lärmintensive Bauverfahren zum Einsatz kommen. So besteht besonders in bewohnten Gebieten viel Spannungspotenzial zwischen dem Ruhe- und Erholungsbedürfnis von Menschen und der Notwendigkeit von Baumaßnahmen. Hier sei beispielhaft die Nachverdichtung besonders in innerstädtischen Bereichen wie auch erforderliche Infrastrukturmaßnahmen wie der Straßenbau oder der Erhalt von Ver- und Entsorgungsleitungen genannt. Dabei dienen gerade Infrastrukturmaßnahmen zumeist einer großen Allgemeinheit, dennoch ist eine Störung durch Baulärm bei den Anliegern häufig kaum zu vermeiden und wird auch in vielen Fällen nicht einfach akzeptiert.

Im Sinne eines wirtschaftlichen Bauens ist dabei der Einsatz von modernen Bauverfahren und -maschinen unerlässlich. Die Baumaschinen erbringen ihre Leistung trotz der voranschreitenden Elektrifizierung auch im Baugewerbe zum Großteil nach wie vor aus Verbrennungsmotoren. Auch die Bauverfahren an sich beruhen auf Mechanismen mit starker mechanischer Beanspruchung und sind damit von Grund auf lärmverursachend. Beispiele hierfür sind das Verdichten von Böden, der Abbruch von Bauwerken oder das Schotterstopfen von Bahngleisen.

Die von Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich Baulärm in den letzten Jahren vorangetriebene Entwicklung zur Lärmminde rung werden bei Vergabe- und Bauprozessen jedoch nur selten in dem Maße berücksichtigt und umgesetzt, in dem es möglich wäre. Um diese Lücken bei den Prozessbeteiligten zu schließen und eine bessere Minderung von Baulärm in Zukunft zu ermöglichen, sollen die aktuellen Erkenntnisse und Informationen für einen lärmarmen Baubetrieb auf dem aktuellen Stand der Technik in diesem Forschungsvorhaben zusammengetragen und für die praktische Anwendung erläutert werden.

Das Forschungsvorhaben hat dementsprechend eine Reihe von Zielen verfolgt:

- ▶ Überprüfung bekannter und am Markt verfügbarer Möglichkeiten zur Lärmminde rung im Baubetrieb und Ergänzung durch neuere Erkenntnisse, sowie die Identifizierung weiterer Möglichkeiten zur Minderung von Baulärm, z.B. durch organisatorische Maßnahmen oder alternative lärmärmere Maschinen und Verfahren, auch wenn diese noch nicht auf dem Markt verfügbar sind.
- ▶ Identifizierung und Bewertung von nicht-technischen Lärmminde rungsmaßnahmen für geräuschintensive Tätigkeiten ohne leisere technische Alternative
- ▶ Katalogisierung der Geräuschemissionen von Bauverfahren und Baumaschinen im Einsatz nach dem aktuellen Stand der Technik in einer detaillierten Übersicht in Form einer Handreichung
- ▶ Erstellen von Muster-Vergabetexten für die Berücksichtigung von Lärmminde rungsmaßnahmen im Vergabeprozess

Die Ergebnisse wurden dabei sowohl in einer frei zugänglichen, zielgruppengerechten Veröffentlichung, als auch im Rahmen der DAGA auf einer öffentlichen Veranstaltung am 9.3.2023 in Hamburg zugänglich gemacht (Bachmeier, Ermittlung, Beurteilung und Minderung von Geräuschemissionen typischer Baumaschinen und -verfahren zur allgemeinen Förderung des lärmarmen Baubetriebs, 2023). Zudem fand am 21.11.2023 die Abschlussveranstaltung zu diesem Forschungsvorhaben in einem online-Format statt.

2 Vorgehen und Methodik

Entsprechend der formulierten Ziele untergliedert sich dieses Forschungsprojekt in die folgenden fünf Arbeitspakete (AP) sowie einem sechsten AP zur Dokumentation der Ergebnisse:

- ▶ AP 1 – Literaturrecherche
- ▶ AP 2 – Zusätzliche Ermittlung von Geräuschemissionen
- ▶ AP 3 – Muster-Vergabetexte
- ▶ AP 4 – Handreichung
- ▶ AP 5 – Informationsveranstaltung
- ▶ AP 6 – Schlussbericht

Das jeweilige Vorgehen und die verwendeten Methoden werden für die Arbeitspakete 1-4 in diesem Kapitel vorgestellt. Die entsprechenden Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete sind in den nachfolgenden Kapiteln zusammengefasst. Auf Grund der unterschiedlichen Anforderungen in den einzelnen Arbeitspaketen unterscheidet sich das Vorgehen und die verwendeten Methoden zum Erreichen der gewünschten Ziele teils stark.

Zur Durchführung des Forschungsvorhabens war es von notwendig eine Vielzahl unterschiedlichster Baustellen zu identifizieren und vor Ort zu besuchen. Darüber hinaus waren immer wieder Gespräche mit Bauunternehmen und Maschinen- sowie Geräteherstellern zu führen, mit dem Ziel herauszuarbeiten, inwieweit es leisere Bauverfahren gibt, diese eingesetzt werden und was den gegenwärtigen Einsatz verhindert. Aufgrund der Corona-Pandemie konnten besonders Baustellenbesuche über einen Zeitraum von ca. 2 Jahren immer wieder nicht uneingeschränkt oder gar nicht durchgeführt werden. Anfängliche Schwierigkeiten beim Austausch mit Bauunternehmen und Maschinen- sowie Geräteherstellern ließen sich durch die sich schnell etablierenden online-Besprechungsformate relativ zeitnah kompensieren. Dennoch kam es in diesem Forschungsvorhaben durch die genannten Gründe zu einem deutlichen Verzug.

2.1 Analyse von Verfahren und Maschinen

Grundlage für die weitere Betrachtung bzw. die weiteren Arbeitsschritte bildet eine erste Gliederung der Bauverfahren und -maschinen. Hierfür wurde eine Analyse der Arbeitsbereiche des Bauwesens durchgeführt. Dabei wird zwischen dem Hochbau sowie dem Tief- und Ingenieurbau unterschieden. Zum Tief- und Ingenieurbau gehören unter anderem folgende Fachgebiete:

- ▶ Straßen und Wege
- ▶ Gleisbau
- ▶ Ingenieurbauwerke (Brücken, Tunnel etc.)
- ▶ Kanal- und Leitungsbau

Aus unterschiedlichen literarischen Quellen konnte eine umfangreiche Gegenüberstellung zwischen Bauverfahren und eingesetzter Baumaschinen aufgestellt werden. Hierfür wurde unter anderem auf die Erkenntnisse aus dem Gutachten „Emissionsreduzierung bei mobilen Maschinen als Beitrag zur Luftreinhaltung in Hamburg“ (Eggers & Schultz, 2018)

zurückgegriffen. Als weitere Quelle wurde die „Standardanalysen-Sammlung“ des Schweizerischen Baumeisterverbandes (Schweizerischer Baumeisterverband, 2023) sowie weitere Literaturquellen, Bauablaufpläne, Leistungsverzeichnisse und Aufzeichnungen von Bauabläufen berücksichtigt.

Als Vorbereitung für die Literaturrecherche (AP 1) und mit Blick auf die geplante Handreichung sowie die Muster-Vergabetexte wurde zunächst eine möglichst vollständige Liste von (schalltechnisch relevanten) Bautätigkeiten vorbereitet. Es konnte eine umfangreiche Gegenüberstellung zwischen Bauverfahren und eingesetzter Baumaschinen aufgestellt werden. In Anhang A ist diese in tabellarischer Form dargestellt. Dabei erhebt die Sammlung keinen Anspruch auf Vollständigkeit und gibt nur einen Teil der in der Praxis verwendeten Bauverfahren und -maschinen wieder. Aus dieser Gegenüberstellung wird aber bereits deutlich, wie umfangreich und vielfältig der Forschungsgegenstand dieses Projekts ist.

Aus dieser Liste wurden gleichartige Tätigkeiten zusammengefasst, wobei ähnliche Tätigkeiten mit schalltechnischen Unterschieden weiter getrennt geführt wurden. Weitere Informationen zu Baumaschinen, die grundsätzlich in Grundgeräte, Anbaugeräte und Hilfsgeräte unterteilt wurden, haben Erhebungen zu den entsprechenden Gerät-Herstellern geliefert. Zusätzlich wurden auch organisatorische Maßnahmen, wie die räumliche Gestaltung einer Baustelle, die Organisation der Arbeitsabläufe und die zeitliche Organisation, in die Betrachtung mit aufgenommen. Die sich so ergebende Struktur an Bauabläufen, -verfahren und -maschinen bietet ein Überblick über den aktuellen Stand der Technik, sowie über fehlende schalltechnische Informationen zu diesen. Hieraus ergeben sich die ersten Bedarfe für das AP 2.

Als weitere Quelle für eingesetzte Bauverfahren und -maschinen waren die Bauunternehmen mit ihren vertieften Kenntnissen und praktischen Erfahrung zu betrachten. Der Austausch in diesem Umfeld hat sich in der Regel aber als schwierig erwiesen und bedurfte einem intensiven und feinfühligen Dialog, um einen Wissenstransfer einzuleiten. Problematisch ist hier vor allem die Angst, dass durch die Weitergabe des Fachwissens Nachteile für die Bauunternehmen in zukünftigen Begutachtungen entstehen. So wird teilweise befürchtet, dass von Gutachtern in Zukunft bestimmte Verfahren und Maschinen gefordert werden, die von den meisten Anbietern nur unter großem logistischem oder finanziellem Aufwand angeboten werden können oder den Bauunternehmen gar nicht zur Verfügung stehen. Dennoch stellte dieser Austausch einen der wichtigsten Informationsquellen für dieses Forschungsvorhaben dar.

Der Detailierungsgrad der Sammlung von Bauverfahren und -maschinen, wie im Anhang A dargestellt, ist für eine umfangreiche Literaturrecherche jedes einzelnen dort aufgeführten Verfahrens bzw. jeder einzelnen Maschine nicht geeignet. Vielmehr wurde nach lärmarmen Ersatzverfahren z.B. für den Tiefbau oder den Abbruch unter jeweils relevanten Randbedingungen gesucht. Entsprechend wurde diese Sammlung in eine gezielte Informationsgewinnung und eine systematische Literaturrecherche unterteilt. Während über die gezielte Informationsgewinnung konkretes Wissen zu lärmarmen Verfahren und Maschinen aus der Praxis abgegriffen werden sollte, zielt die systematische Literaturrecherche auf die Sichtung der entsprechenden Fachliteratur und damit auf die Erfassung von Entwicklungen innerhalb und auch außerhalb des Standes der Technik ab.

2.2 Literaturrecherche

Die Überprüfung des aktuellen Stands der Technik und die Suche nach alternativen lärmarmen Verfahren wurde in zwei Prozesse aufgeteilt. Neben der Durchführung einer systematischen Literaturrecherche wurde eine gezielte Informationsgewinnung bei Fachbehörden, Verbänden, Gerät-Herstellern, Bauunternehmen und Planungsbüros vorgenommen.

Die systematische Literaturrecherche wurde konzeptionell in Anlehnung an Kitchenham (Kitchenham, 2004) angelegt und in die folgenden Schritte gegliedert:

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

Dabei leitet sich die Forschungsfrage direkt aus dem Projekt sowie einer später erfolgten Erweiterung des Projekts ab. Der Forschungsschwerpunkt liegt hier auf der Ermittlung und der Beurteilung von Geräuschemissionen lärmrelevanter typischer Baumaschinen, -verfahren sowie nicht technische Maßnahmen zur Lärminderung auf Baustellen. Dieser Schwerpunkt wurde um die Minderung von Baulärm im Gleis- und Bahnbau erweitert.

Die Auswahl der Datenbanken basiert auf gängigen Online-Portalen und Übersichten von Journals, wie sie z.B. von der DEGA (Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V.) angeboten werden. Die Suchbegriffe für die Literaturrecherche leiten sich aus der anfänglichen Strukturierung der Bautätigkeiten ab und wurden sowohl in Deutsch als auch Englisch festgelegt. Die eigentliche Durchführung der Suche wurde in einen teilautomatisierten und einen manuell ausgeführten Bereich aufgeteilt.

Für umfangreichere Suchanfragen vor allem in englischsprachiger Fachliteratur wurde ein teilautomatisiertes Vorgehen verwendet. Dadurch konnten die Ergebnisse der durchgeföhrten Suchen auch effizient in die verwendete Literaturverwaltung übertragen und erste Kriterien zur Eingrenzung der Suchergebnisse verwendet werden. So wurden z.B. in der teilautomatisierten Suche keine Quellen die älter als 25 Jahre sind berücksichtigt. Bei diesen Suchen wurden Scopus, Google Scholar und Microsoft Academic berücksichtigt.

Die manuelle Suche beschränkte sich vorwiegend auf deutschsprachige Literatur und wurde ebenfalls durch das Alter der Publikation (>20 Jahre) sowie dem Titel der Publikation in ihrer Auswahl begrenzt. Die weitere Einschränkung der Suchergebnisse aus beiden Suchvorgängen wurde anhand der Zitierung, Titel, Abstracts und ggf. des Volltextes durchgeführt. Für die letzten beiden Auswahlstufen wurden interne, standardisierte Begründungen für den Ausschluss verwendet.

Publikationen, die keine oder nur geringe Zitierung aufweisen konnten, wurden ebenfalls aussortiert, außer die Veröffentlichung lag innerhalb der letzten 12 Monate. Titel, die keinen ersichtlichen Bezug zu Baulärm aufwiesen, wurden ebenfalls nicht weiter berücksichtigt. Bei der Sichtung der Abstracts wurden bereits relevante Schwerpunkte sichtbar. Entsprechend fand eine Kategorisierung, welche die Ausschlussgründe systematisch erfasste, statt. Der letzte Schritt, der die Sichtung des Volltextes beinhaltet, wurde aus Zeitgründen nur bei besonders erfolgsversprechenden Quellen durchgeführt.

Die so ermittelten neuen Informationen wurden anschließend analysiert, aufbereitet und mit der zu Beginn erstellten Struktur verknüpft. Dabei wurde auf die Qualität der Quellen (z.B. Alter, fachliche Qualität, schalltechnische Angaben) geachtet und das Gesamtergebnis sowohl qualitativ („Welche Verfahren gibt es? Welche Verfahren eignen sich?“) als auch quantitativ („Lärminderung durch ein Verfahren? Welche Kosten sind zu erwarten?“) betrachtet.

Dieser Prozess wurde in kleinerem Maßstab nahezu über die gesamte Laufzeit des Forschungsprojekts fortgeführt. Damit wurde sichergestellt, dass auch neuste Erkenntnisse Einzug in die Projektergebnisse finden und auf sich ändernde Rahmenbedingungen reagiert werden konnte. Das betraf vor allem die Elektrifizierung auch im Bereich der Baugeräte.

2.3 Zusätzliche Ermittlung von Geräuschemissionen

Aus der in AP 1 durchgeföhrten Kategorisierung der schalltechnisch relevanten Standardverfahren sowie den verknüpften Ergebnissen der Literaturrecherche hat sich ein Überblick zu den schalltechnischen Eigenschaften und zum Teil zu den Kosten aktueller Bauverfahren und -maschinen ergeben. Für die Bewertung der Kosten im Vergleich zum lauten Standardbauverfahren sollte dabei mit einer vierstufigen Bewertung (kostenneutral, geringfügig teurer, teurer, deutlich teurer) gearbeitet werden. Aus der Aufstellung wurde für das AP 2 der Bedarf an zusätzlichen Emissionsmessungen für die entsprechenden Bauverfahren oder -maschinen abgeleitet.

Die Auswahl der durch Messung zu ergänzenden Verfahren wurde anschließend durch die Festlegung von drei Kriterien getroffen:

- ▶ Häufigkeit der Anwendung des Bauverfahrens bzw. der Baumaschine
- ▶ Verfügbarkeit von lärmarmen Alternativen
- ▶ Möglichkeit die lärmärmeren Verfahren hinsichtlich ihres Schalldrucks messtechnisch zu erfassen

Die Messungen der auf diese Weise identifizierten Verfahren und Maschinen wurde auf Baustellen während des Betriebs und in Anlehnung an die Norm DIN EN ISO 3746:2011-03 zur Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen durchgeföhrt. Hierbei ergeben sich erste Konflikte, da die Norm nur geschlossene Räume oder ebene Flächen im Freien mit ausreichendem Schutz gegen Fremdgeräusche als geeignete Messumgebungen ansieht. Die geplanten Messungen werden hingegen im laufenden Baustellenbetrieb durchgeföhrt und erfüllen diese Anforderungen somit nicht. Um trotzdem Messergebnisse im Bereich der Genauigkeitsklasse 3 nach DIN EN ISO 3746:2011-03 zur erzielen, wurden bei den durchgeföhrten Messungen die folgenden Grundsätze für die Messdurchführung auf Baustellen aufgestellt:

- ▶ Schalldruckmessungen sind nicht bei Regen oder deutlichen Minusgraden durchzuführen
- ▶ Messtechnisch zu betrachtende Bauabläufe müssen am Messort ca. 10 dB lauter sein als andere in der Nähe befindliche Schallquellen
- ▶ der Abstand des Messortes zur Schallquelle sollte nicht weniger als 1-mal die Ausdehnung der Gesamtschallquelle betragen
- ▶ Schalldruckpegelmessungen möglichst an allen vier Seiten des Bauablaufes durchführen (wenn der Baustellenbetrieb dies zulässt), und an jeder Seite mehrere Zyklen messen (bis zu fünf, in Abhängigkeit der Geräuscheigenschaften)
- ▶ die Schalldruckpegelmessungen sind in Abhängigkeit zum gemessenen Bauablauf deutlich oberhalb des Erdbodens durchzuführen

- ▶ es werden der Taktmaximalpegel über 5 Sekunden (L_{AFT5m} , Wirkpegel gemäß AVV Baulärm) sowie der energieäquivalenter Mittelungspegel (L_{Aeq}) mit entsprechender Frequenzaufzeichnung erhoben
- ▶ die zeitliche Dauer der Aufzeichnung des Schalldruckpegels ist abhängig vom aufzuzeichnenden Geräusch (sehr homogene Geräusche: min. 5 Minuten; sehr divergente Geräusche: längere Messung von bis zu mehreren Stunden)
- ▶ bei den Messungen bleibt immer der Messingenieur vor Ort, um Störungen bzw. Störgeräusche der Messungen auszuschließen oder zu dokumentieren
- ▶ alle Messungen werden mit Audiosignal aufgezeichnet, um auch im Nachhinein noch Auffälligkeiten in der Messaufzeichnung anhören zu können
- ▶ der Messaufbau und die Messbedingungen sind genau zu dokumentieren, um später den vom Bauablauf ausgehenden Schallleistungspegel bestimmen zu können
- ▶ Vor der Messung und nach der Messung ist das Messgerät zu kalibrieren
- ▶ Verwendung eines Klasse 1 Messgerätes für die Messdurchführung
- ▶ die Messungen sollten im Freifeld in ausreichendem Abstand zu reflektierenden Flächen durchgeführt werden

2.4 Muster-Vergabetexte

Um die lärmarmen Bauverfahren und -maschinen bereits in der Leistungsbeschreibung von geplanten Bauvorhaben eindeutig zu platzieren, werden ausreichend konkret formulierte Muster-Vergabetexte benötigt. Diese können auch für Schallschutzanlagen oder dem Schallschutz dienenden organisatorischen Maßnahmen in Ausschreibungstexten aufgenommen werden. Jedoch müssen diese dabei so eindeutig sein, dass die sich an der Ausschreibung beteiligenden Unternehmen vergleichbare Leistungen anbieten und diese auch so umfangreich angeboten werden, dass die gewünschten Zielsetzungen (hier zum Schutz vor Baulärm) erreicht werden. Dies ist für die Vorhabenträger von großer Bedeutung, um eine Kostenplanungssicherheit zu erlangen und nicht nach Beauftragung das Ziel eines lärmarmen Bauens nicht zu erreichen oder durch Baustellenstilllegungen von Verzögerungsanzeigen betroffen zu sein (zusätzliche Kosten auf Seiten des Auftraggebers). Häufig sind dann nicht einkalkulierte Leistungen zu beauftragen, um relevante, im Sinne des Lärmschutzes rechtlich verbindliche Forderungen umzusetzen.

Mit Blick auf die Ergebnisse aus den AP 1 und 2 werden zunächst die Mustervergabe-Texte aus dem Standardleistungsbuch 898 – Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen des Umweltbundesamtes [UBA] auf den aktuellen Stand der Technik und Übereinstimmung mit dem Vergaberecht überprüft. Das Standardleistungsbuch kann der Bibliothek des Umweltbundesamtes entnommen werden. Das genannte Standardleistungsbuch 898 wurde von der technischen Fachhochschule Berlin im Auftrag des UBA erstellt, aber letztendlich nicht veröffentlicht.

Aufbauend auf dieser Prüfung wird der Bedarf für Änderungen und ergänzende Muster-Vergabetexte abgeschätzt. Dabei ist in Erfahrung zu bringen wo und auf welche Weise die relevanten Mustervergabetexte angepasst bzw. ausformuliert oder auch Texte ergänzt werden können. Entstandene Muster-Vergabetexte werden für die digitale Bereitstellung aufbereitet und dem Standardleistungsbuch Bau (STLB-Bau) zugefügt.

2.5 Ergebnissammlung in Form einer Broschüre

Die in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse werden gebündelt in einer Broschüre zusammengefasst und dort in anschaulicher Weise der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Ziel ist es dabei interessierten Kreisen Inhalte an die Hand zu geben, mit denen ein lärmärmer oder wenigstens lärmreduzierter Baubetrieb geplant werden kann. Dabei werden die Inhalte und die Gestaltung eng mit dem Umweltbundesamt abgestimmt und auf eine leicht verständliche Sprache geachtet. Der Inhalt der Veröffentlichung gliedert sich in folgende Bereiche:

- ▶ Einleitung inkl. relevanter Grundlagen
- ▶ Informationen zu Geräuschbeiträgen und sich ergebenden Richtwertüberschreitungen
- ▶ Maßnahmenmöglichkeiten zur Lärminderung (inkl. Gleisbau)

Vorgesehen war auch eine Gegenüberstellung lärmärmer und konventioneller (lauterer) Bauverfahren und -maschinen in Form von Datenblättern und enthaltenen Informationen zum jeweiligen Verfahren oder der jeweiligen Maschine. Dabei sollten die Geräuschrückstellungen durch lärmarme Varianten und die Kostenunterschiede bei der Anwendung vereinfacht angegeben werden.

Im Verlauf dieses Projektes ließ sich das nicht entsprechend umsetzen. Dies hatte mehrere Gründe:

4. Viele zwar schon erprobte, aber dennoch sehr neue Baugeräte waren nur auf Ausstellungen oder Messen zu sehen. Auf Nachfrage bei den Herstellern zu realen Einsatzorten, kamen häufig keine Antworten. Es gab kein Interesse an Schallemissionsbestimmungen der Geräte im Betrieb, oder die Geräte waren jeweils nur kurz irgendwo in Deutschland im Einsatz, sodass keine Lärmessungen durchgeführt werden konnten.
5. Einzelne leisere Baugeräte oder -verfahren konnten innerhalb einer großen Gesamtbaustelle nicht schallemissionsseitig bestimmt werden. Die umliegende Baustelle oder auch stark befahrene Straßen waren zu laut.
6. Die Bauverfahren ließen sich inhaltlich nicht mit Messungen zu Verfahren aus dem Technischen Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2004) oder anderen Emissionsdatenbanken (in denen die genaue Beschreibung der Rahmenbedingungen der Messung auch zum Teil fehlte) vergleichen, auch wenn das Verfahren oder das Gerät ähnlich waren.
7. Die Kosten einer Maschine oder eines Verfahrens hängen von einer so großen Vielfalt an Rahmenbedingungen ab (Zeitaufwand, Materialverschleiß, Anschaffungspreis, Personalaufwand, Baugrund, Platzmöglichkeiten etc.), dass diese nicht verständlich zu vergleichen sind.

Die Struktur eines Datenblattes wie es ursprünglich vorgesehen und mit dem Umweltbundesamt abgestimmt war, ist in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines technischen Datenblattes

Technisches Datenblatt		Nr. xx
Baumaschine Bautätigkeit		
Maschineneinsatz und Arbeitsprozess		
Kurze Beschreibung des Maschineneinsatzes und Arbeitsprozesses		
Leistungsfaktor:	$x = \frac{\Delta L}{10}$	(laut)
Vergleichbares Verfahren:		Alternative (lärmarme) Verfahren/Maschinen
Geräuschemissionskennwerte		
Messverfahren		
Kurze Beschreibung Messverfahren		
Mess- und Beurteilungsparameter		
Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des L_{WAeq} in Sekunden		Wert
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB		Wert
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung in dB		Wert
Durchschnittliche Dauer für einen typischen Arbeitsvorgang in min		Wert
Messunsicherheit in dB		± 3
Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)	
31,5		Wert
63		Wert
125		Wert
250		Wert
500		Wert
1k		Wert
2k		Wert
4k		Wert
8k		Wert
16k		Wert
Weitere Abwägungskriterien		
Zeitaufwand für Durchführung		geringer, neutral, höher, sehr hoch
Kosten gegenüber Standardverfahren		niedriger, neutral, höher, sehr hoch
Maschinendaten		
Leistung in kW:		Wert
Gewicht in kg:		Wert
Antrieb:		Wert
Oktavspektrum		
Schallleistung in dB(A)		
L_{WAeq}		Wert
L_{WAFmax}		Wert
Bemerkungen		

Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

3 Literaturrecherche

3.1 Systematische Literaturrecherche (AP 1)

3.1.1 Auswahl zu durchsuchender Datenbanken

Die einzelnen Schritte der systematischen Literaturrecherche folgen, wie bereits beschrieben, dem Vorgehen von Kitchenham (Kitchenham, 2004). Aus dem Forschungsschwerpunkt „Baulärm“ mit dem Ziel der „Ermittlung und Beurteilung von Geräuschemissionen lärmrelevanter typischer Baumaschinen und -verfahren sowie nicht technischer Maßnahmen zur Lärmminderung“ ergibt sich für die Literaturrecherche ein breites Spektrum an relevanten Suchfeldern.

Eine umfangreiche Übersicht über Fachpublikationen zum Thema Lärm bietet unter anderem die DEGA². Zusätzlich haben wir Online-Portale identifiziert, die auf die Veröffentlichung wissenschaftlicher Artikel spezialisiert sind. Dabei haben Suchanfragen einerseits eine größere Menge fachfremder Artikel liefern können, andererseits konnten aber auch Veröffentlichungen in Publikationen außerhalb des Themenbereichs „Lärm“ identifiziert werden.

Für die effiziente Suche wird eine teilautomatisierte Datengewinnung eingesetzt. Hiermit ist eine Übertragung von den durchgeführten Suchen in die Literaturverwaltung effizient möglich und auch umfangreichere Suchanfragen handhabbar. Für die Suche werden Scopus, Google Scholar und Microsoft Academic berücksichtigt. Von Scopus steht eine Liste der berücksichtigten Publikationen zur Verfügung. Eine Auswahl ist in Anhang B dargestellt. Durch die Einbindung von Google Scholar und Microsoft Academics konnten weitere Literaturquellen identifiziert werden.

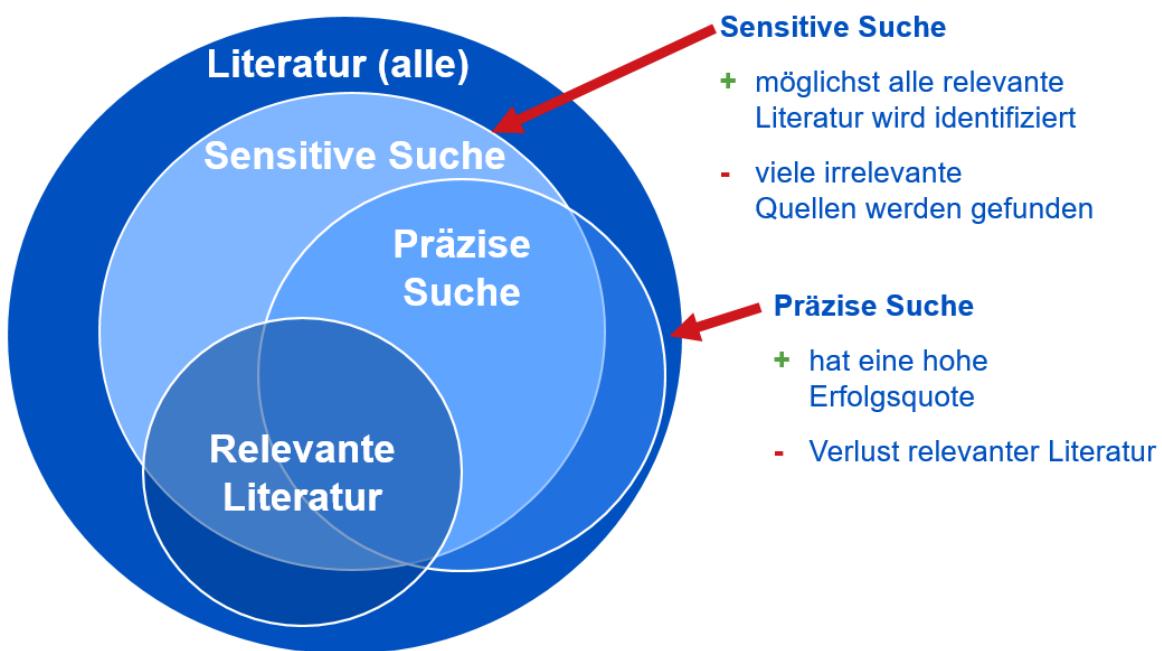
Da nicht sichergestellt werden konnte, dass die in Anhang B gelisteten Veröffentlichungen vorwiegend aus dem deutschsprachigen Raum in der Suche enthalten sind, wurden diese daher einer manuellen Suche unterzogen. Hierbei sind wir auf das Vorhandensein einer entsprechenden Suche (digital) bzw. einer Veröffentlichungsliste angewiesen. Da dabei in vielen Fällen bereits eine Selektion nach Titel/Inhalt durchgeführt wird, fließen diese Ergebnisse nicht in die systematische Literaturrecherche ein, sondern wurden im Rahmen der allgemeinen Literaturrecherche (siehe Kapitel 3.2) ausgewertet.

3.1.2 Suchbegriffe und Durchführung der Suche

Für eine gezielte Suche in den ausgewählten Datenbanken und Journals sind strukturiert festgelegte Suchbegriffe von zentraler Bedeutung. Die gewählten Begriffe müssen einerseits eine große Bandbreite von alternativen Suchbegriffen abdecken, andererseits dürfen sie nicht zu allgemein sein. Dies würde zu einer zu hohen Zahl an irrelevanten Dokumenten führen und somit den Aufwand zur Findung relevanter Dokumente unnötig erhöhen. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 2 grafisch veranschaulicht.

² Deutsche Gesellschaft für Akustik (2020): Links. Online verfügbar unter: <https://www.dega-akustik.de/metanavigation/links>, zuletzt geprüft am 28.10.2020.

Abbildung 2: Schematischer Darstellung des Suchumfangs



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Für die teilautomatisierte Suche in den Datenbanken wurden mehrere Suchbegriffe festgelegt und über boolesche Operatoren miteinander verknüpft. Um auch internationale Literatur abzudecken, ist es notwendig, die relevanten Fachbegriffe auch in englischer Sprache zu erfassen. Hierbei ist zu beachten, dass durch die Worttrennung in der deutschen Sprache präzisen Suchwörter („Baulärm“) in der Regel in mehrere Begriffe zerlegt werden. Bei einer Suche nach Übereinstimmung mit einem längeren Suchterm ist in der Regel eine Eingrenzung mit Anführungszeichen notwendig. Hierbei ist jedoch die Reihenfolge der Begriffe relevant. Eine Suche nach „construction noise“ würde nicht das Vorkommen „noise in construction“ in einem Text umfassen. Stichproben ergaben, dass auch deutschsprachige Quellen mit einer Übersetzung von Titel und Abstract (Kurzzusammenfassungen) in den Datenbanken aufgefunden werden können.

In Tabelle 1 sind die sich auf die beschriebene Weise ergebenden Suchbegriffe mit der entsprechenden Trefferzahl in den unterschiedlichen Online-Portalen dargestellt. Es wurde sowohl für die Titel als auch im Volltext die Suche durchgeführt. Für den Suchbegriff „construction AND noise“ ergeben sich in der Volltextsuche mehr als 1.000 bzw. 200 Ergebnisse pro Veröffentlichungsjahr. Da die übrigen Suchbegriffe bei präziserer Suche ausreichend Ergebnisse liefern, wird diese Suche verworfen. Das gleiche gilt für die Volltextsuche bei Google Scholar. Aufgrund des Ergebnisumfangs von mehr als 1.000 Suchergebnissen pro Suchjahr wird die Volltextsuche von Google Scholar nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: Suchbegriffe und Anzahl der Suchergebnisse der teilautomatisierten Datenbanksuche

Suchbereich	Suchbegriffe	Google Scholar	Microsoft Academic	Scopus
Titel	building AND noise	679	960	504
	construction AND noise	1.334	1.423	500
	„building site“ AND noise	-	-	50
Volltext	construction AND noise	> 1.000 pJ	> 1.000 pJ	> 200 pJ
	building AND site AND noise	> 1.000 pJ	1.004	1.012
	building AND sites AND noise	> 1.000 pJ	380	
	construction AND site AND noise	> 1.000 pJ	3.095	1.195
	construction AND sites AND noise	> 1.000 pJ	1.091	
	building AND equipment AND noise	> 1.000 pJ	1.399	1.157
	construction AND equipment AND noise	> 1.000 pJ	2.326	1.511
	building AND machinery AND noise	> 1.000 pJ	179	285
	building AND machine AND noise	> 1.000 pJ	1.371	964
	building AND machines AND noise	> 1.000 pJ	253	
	construction AND machinery AND noise	> 1.000 pJ	649	417
	construction AND machine AND noise	> 1.000 pJ	1.572	
	construction AND machines AND noise	> 1.000 pJ	441	1.041

pJ: pro Jahr

graue Schrift: nicht berücksichtigt

3.1.3 Eingrenzung und Datenextraktion

Insgesamt werden in den Datenbanken 26.792 Einträge gefunden, die durch die Entfernung von Duplikaten auf 17.543 Einträge reduziert werden können. Die weitere Eingrenzung der Suchergebnisse erfolgt auf Basis unterschiedlicher Kriterien. Der Ablauf der systematischen Literaturrecherche ist in Abbildung 3 dargestellt.

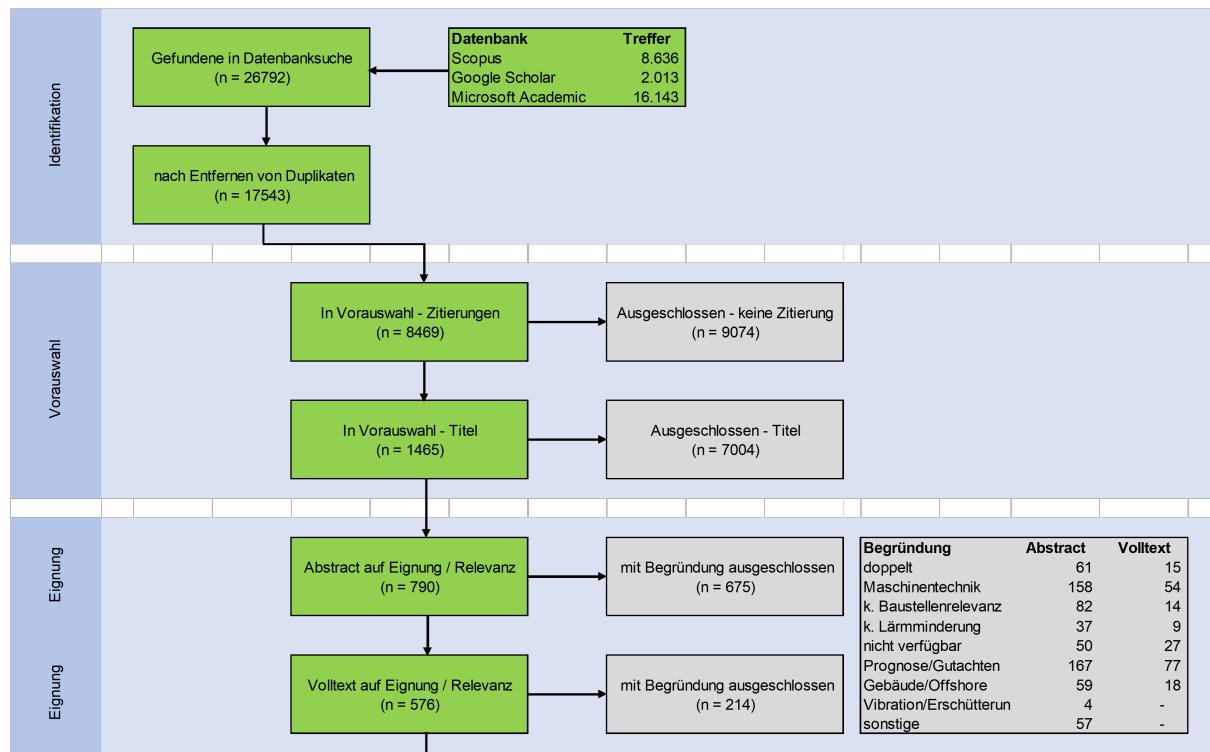
Der erste Schritt zur Reduzierung auf relevante Veröffentlichungen wird durch die Anzahl der Zitierungen gewählt. In den Abfragen wird die Anzahl der Zitierungen aufgeführt. Titel vor 2019, die keine Zitierungen erhalten, werden ausgefiltert. Für Titel ab 2019 kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Kriterium „keine Zitierung“ ein Indiz auf die geringe Relevanz ist, da zum Abfragezeitpunkt (Mitte 2020) ggf. noch kein halbes Jahr seit Veröffentlichung vergangen ist. Aus dieser ersten Datenreduzierung bleiben 8.469 Veröffentlichungen für die weitere Sichtung übrig.

Anhand der Titel können im nächsten Schritt alle Veröffentlichungen entfernt werden, die offensichtlich nicht im Zusammenhang mit dem Thema Baulärm standen. Hier ist eine große Menge an „falschen“ Treffern zu erwarten, da „noise“ nicht nur für Lärm, sondern z.B. auch für

Rauschen stehen kann, welches häufig im wissenschaftlichen Zusammenhang mit sonstigen Signalen und Messergebnissen vorkommt. Durch die manuelle Auswertung der Titel verbleiben 1.465 Veröffentlichungen.

Die nächste Eingrenzung findet durch Sichtung der Abstracts sowie eine erste Sichtung der (verfügbareren) Volltexte statt. Es wird dabei nur grob geprüft, ob der Volltext relevante Passagen enthalten kann. Sofern der Volltext noch nicht zugreifbar ist, wird die Veröffentlichung aufgrund der möglichen Eignung des Abstracts als „geeignet“ gewertet. Eine detailliertere Prüfung erfolgt später. Beim Ausschluss der Titel wird ab diesem Schritt auch eine Kategorisierung vorgenommen. Nach Ausschluss durch Abstracts verbleiben 790, nach anschließendem Ausschluss durch Volltexte 576 Veröffentlichungen.

Abbildung 3: Ablauf der systematischen Literaturrecherche



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Diese verbleibenden 576 Texte werden im letzten Schritt tiefergehend analysiert und systematisch aufbereitet. Dabei wird die Qualität der Arbeiten bewertet und eine Auswertung hinsichtlich qualitativer als auch quantitativer Aspekte durchgeführt. Es zeigt sich, dass mehr als 500 Titel aus folgenden Gründen ausgeschlossen werden müssen:

- ▶ Es war kein Zugriff auf den Volltext möglich (416 Fälle).
- ▶ Es war ein Duplikat vorhanden (ggf. nur in anderer Sprache, teilweise inhaltlich doppelte Veröffentlichung in verschiedenen Publikationen o.ä.) (61 Fälle).
- ▶ Es liegt keine Englische oder Deutsche Volltextfassung vor (28 Fälle).
- ▶ Das Veröffentlichungsdatum liegt vor 1995 (6 Fälle).

Weitere Veröffentlichungen wurden ausgeschlossen, da sie sich ausschließlich mit Offshore-Windenergieanlagen und Unterwasserschall beschäftigen, rein technisch/experimentell sind

bzw. keine Lärmreduktion enthalten (zusammen 11 Fälle). Es verbleiben rund 50 Veröffentlichungen, die in der weiteren Bearbeitung berücksichtigt werden.

3.2 Allgemeine Literaturrecherche und Informationsgewinnung

Bereits während der Durchführung der systematischen Literaturrecherche zeigte sich, dass zuvor gut bekannte Dokumente aus dem Themenfeld des Baulärms nicht durch die Suche abgedeckt wurden. Dies ist sowohl auf die Auswahl der zu durchsuchenden Datenbanken zurückzuführen als auch auf den Umstand, dass die systematische Literaturrecherche im Wesentlichen nur wissenschaftliche Ergebnisse identifiziert. Viele Veröffentlichungen finden jedoch nicht Eingang in wissenschaftliche Datenbanken, diese sind oft eher als Berichte oder Broschüren mit einer praxisorientierten Zielgruppe (Behörden, Ingenieurbüros, ...) angelegt. Auch viele Untersuchungen von herstellenden Unternehmen sind oft nicht veröffentlicht, da die Ergebnisse teilweise Betriebsgeheimnisse enthalten.

Ergänzend zur systematischen Literaturrecherche erfolgte daher eine allgemeine Literaturrecherche. Ausgangslage waren bekannte Veröffentlichungen zum Thema Baulärm, die systematisch erfasst und gesichtet wurden. Es wurde darüber hinaus eine allgemeine Suche in Internet-Suchmaschinen mit vergleichbaren Suchbegriffen durchgeführt. Gezielt wurden auch die Literatur- und Quellverzeichnisse betrachtet, um Hinweise auf weitere Literaturquellen zu erhalten.

Zu den Veröffentlichungen mit weitergehenden Informationen gehören unter anderem das Merkblatt Baulärm (Baulärmportal, 2024), eine Veröffentlichung der Stadt Berlin (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Berlin, 2012), die ÖAL-Richtlinie Nr. 111 (Österreichischer Arbeitsring zur Lärmbekämpfung, 2021) sowie der Wegweiser des Landes Baden-Württemberg (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2016). Bereits die AVV Baulärm (AVV Baulärm, 1970) benennt in Anhang 5 Minderungsmaßnahmen, die jedoch weitgehend bereits als „Stand der Technik“ (siehe Kapitel 4.3) anerkannt sein sollten.

Eine allgemeine Informationsgewinnung wurde zudem während der Projektlaufzeit bei allen Kontakten zu Fachbehörden, Verbänden, Gerät-Herstellern, Bauunternehmen und Planungsbüros fortgeschrieben. Ebenso wurden aktuelle Entwicklungen in Veröffentlichungen wie der VDBUM INFO des Verbands der Baubranche, Umwelt- und Maschinentechnik e. V. sowie auf Messen wie der NordBau 2021 und 2023 in die Informationsgewinnung aufgenommen.

3.3 Fazit zur Literaturrecherche

Durchgeführt wurden sowohl eine systematische Literaturrecherche wie auch eine allgemeine Literaturrecherche zum Themenbereich Baulärm. Abschließend lässt sich festhalten, dass über die systematische Literaturrecherche nur wenige interessante und neue Quellen gefunden wurden. Ein großer Teil der detailliert angeschaute Veröffentlichungen weisen ein großes Defizit hinsichtlich des Datenumfangs und der Möglichkeit für eine quantitative oder qualitative Auswertung des Schallleistungspegel auf. Die zum Großteil theoretischen Forschungsergebnisse zu Produktverbesserungen (Maschinen, Anbaugeräte, Werkzeuge, Schallschutz, ...) weisen zudem meist noch keinen Praxisbezug auf. Ohne diesen ist die Nutzbarkeit für dieses Forschungsvorhaben jedoch eingeschränkt. Weiterhin fällt auf, dass in den identifizierten Veröffentlichungen viele bereits bekannte Hinweise zu allgemeiner Lärmreduktion gegeben werden. In einzelnen Fällen gelang jedoch die Identifikation von lärmreduzierenden Verfahren, die in die Dokumentation aufgenommen wurden (vgl. z. B. Kapitel 4.5.2).

4 Maßnahmen zur Lärmminderung

4.1 Lärmquellen

Auf Baustellen können verschiedene Geräusche entstehen. Diese werden häufig durch laute Maschinen wie Bagger, Presslufthämmer, Betonmischer, Verdichtungsgeräte und Trennschneidgeräte verursacht. Hier geht es um die von den Maschinen direkt verursachten Geräusche, die häufig durch den Antrieb bedingt sind. Hinzukommen können noch rein mechanische Geräusche, die z.B. beim Abschütteln von Kies, dem Durchtrennen von Bauteilen oder dem Ausschlagen von Bohrschnecken entstehen. Außerdem sind oft auch Geräusche von Bauarbeitern, die miteinander kommunizieren oder Materialien verladen, zu hören. Nicht zuletzt kann auch der Verkehr auf der Baustelle selbst oder Materialbewegungen von und zur Baustelle zu erheblichen Lärmeinträgen führen. Insgesamt sind Baustellen bekannt für ihre Vielfalt an Geräuschen, die je nach Art der Arbeiten variieren. Dabei können auch besonders tonhaltige oder impulsartige Geräusche den Störgrad bei den Baulärm betroffen erhöhen. Besonders belästigend wirken alle Geräusche in der lärmempfindlichen Nachtzeit zwischen 20:00 und 7:00 Uhr. Dabei soll aber auch das Ruhebedürfnis im Tageszeitraum nicht unberücksichtigt bleiben.

4.1.1 Geräuschbeiträge

Baumaschinen können eine Vielzahl von Geräuschen erzeugen, je nach (Antriebs-)Art der Maschine und ihrer Funktion. Nachfolgend sind Beispiele für Geräusche aufgeführt, die von Baumaschinen verursacht werden können.

► **Motorengeräusche:**

Das Brummen oder Rattern des Motors einer Baumaschine ist oft ein charakteristisches Geräusch. Dies kann auch einen besonders hohen Anteil tiefer Frequenzen enthalten. Das Alter und der Wartungszustand eines Baugerätes kann auf diesen Geräuschanteil eine erhebliche Ursache darstellen.

► **Rückfahrwarntöne:**

Pieptöne oder andere Warntöne, die aktiviert werden, wenn eine Baumaschine rückwärtsfährt, um andere auf die Bewegung aufmerksam zu machen.

► **Hydraulikgeräusche:**

Das Zischen oder Klappern von hydraulischen Systemen beim Bewegen von Teilen oder beim Heben schwerer Lasten kann bei älteren Geräten noch eine Rolle spielen. Bei modernen Geräten kommen hydraulikbedingte Geräusche kaum noch vor.

Diese Geräusche sind typisch für Baumaschinen und tragen häufig bereits zu einer relevanten Geräuschkulisse auf Baustellen bei.

Neben den von Maschinen allein verursachten Geräuschbeiträgen geht auch von den Anbaugeräten der Baumaschinen und dem damit gewählten Bauverfahren, unabhängig des eigentlichen Antriebs der Baumaschine selbst, häufig ein relevanter Lärmbeitrag aus. Nachfolgend sind einige Beispiele aufgeführt:

► **Anbaugeräte:**

Bagger z.B. mit einem hydraulischen Meißel oder Schaufel- oder Greifgerät verursachen durch die mechanischen Geräusche wie Schlagen und Schaben häufig viel lautere Geräusche als das vom Motor des Baggers allein ausgehende Geräusch.

► **Trennschneidgeräte:**

Diese haben schon im Maschinenleerlauf ohne Kontakt zum zu bearbeitenden Material häufig einen hohen Schalleistungspegel. Beim Kontakt dieser Geräte mit dem Werkstoff steigt dieser zum Teil noch einmal deutlich an.

► **Verdichtungsgeräte:**

Geräte zum Verdichten des Bodens wie Rüttelplatten, Walzen, oder Stampfer verursachen im Verdichtungsbetrieb zumeist einen höheren Schalleistungspegel als die Geräte im eingeschalteten Zustand ohne Verdichtungsbetrieb auslösen. Dies gilt besonders für die zunehmend bei den Herstellern vorhandenen elektrisch betriebenen Geräten, die außerhalb des eigentlichen Verdichtungsvorganges keine Geräusche im „Wartezustand“ verursachen.

► **Handarbeitsmaschinen:**

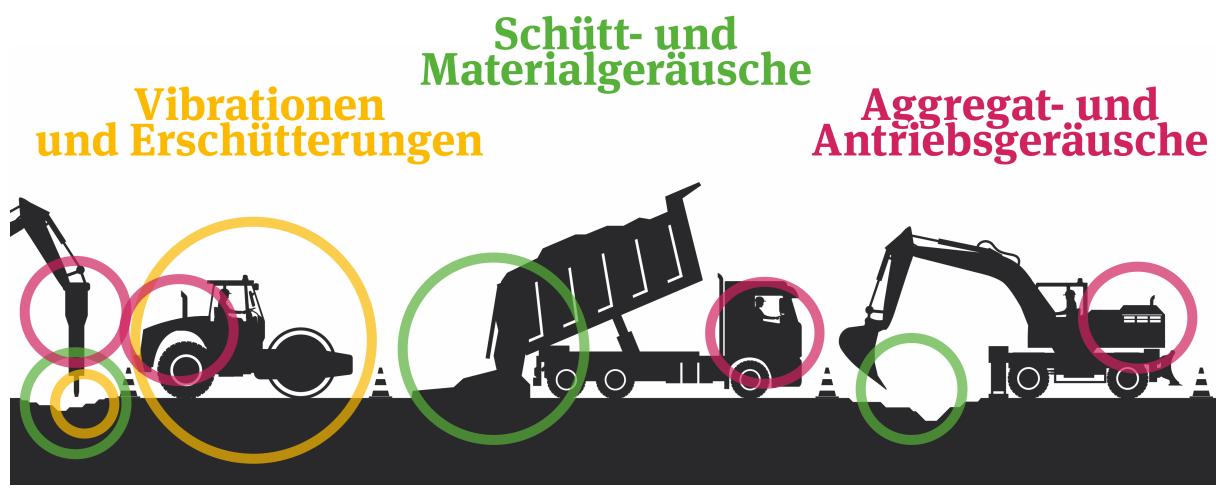
Arbeitsgeräusche ausgehend von Handbohrgeräten oder elektrisch wie auch pressluftgetriebenen Hämtern können erhebliche Lärmbelastungen verursachen. Auch diese verursachen bei Betrieb ohne Arbeiten im/am Material geringere Schallemissionen als dies während des Bohrens in Gestein oder des Aufbrechens einer Fahrbahnoberfläche der Fall ist.

► **Schütt- oder Verladegeräusche:**

Diese können auch zu erheblichen und häufig sehr impulshaltigen Geräuschen beitragen. Hier sei die Verladung von abgebrochenem Beton in die Kippermulden oder das Abschütten von Kies genannt.

Daher ist häufig nicht nur der Schalleistungspegel der Baumaschine bei der Bewertung von Baulärm relevant, sondern die Maschinen in Verbindung mit der Tätigkeit, die diese ausübt. Abbildung 4 zeigt beispielhaft die Lage und Differenziertheit von auf der Baustelle entstehenden Geräuschen.

Abbildung 4: Entstehungsorte für Baustellengeräusche (schematisch)



4.1.2 Ursachen von Richtwertüberschreitungen

Auf einer Baustelle werden häufig sehr leistungsstarke Baugeräte verwendet. Diese verursachen vielfach durch ihren Verbrennungsmotor in erheblichem Umfang Schallemissionen. Kommen noch mechanische Geräusche durch z.B. Schlagen, Fräsen, Verdichten oder Schleifen hinzu, werden die eigentlichen Bauabläufe häufig noch lauter.

Das Motorengeräusch einer Baumaschine stellt dann nicht mehr die Hauptlärmquelle bei einem Bauvorgang dar. Eine störende Eigenschaft vieler Baustellen besteht zudem darin, dass die Geräusche immer wieder deutlich wahrnehmbare Geräuschspitzen bzw. Geräuschimpulse wie z.B. beim Ausschlagen von Baggerschaufeln oder beim Verladen von abgebrochenem Beton in leere Lkw-Mulden enthalten.

Dieser Umstand wird bei der Baulärmbeurteilung mit der Berücksichtigung eines Taktmaximalpegels über fünf Sekunden $L_{AFT}(5)$ gewürdigt. Für die Ermittlung des Beurteilungspegels an einem maßgeblich von Baulärm betroffenem Gebäude wird der lauteste Pegel alle fünf Sekunden festgestellt und dieser über die gesamte Messdauer energetisch gemittelt. Auf diese Weise werden Geräusche mit einem hohen Anteil an Geräuschimpulsen lauter gewertet (und von Betroffenen i.d.R. auch so empfunden) als Geräusche, die gleichbleibend laut sind. Dieser so ermittelte Schalldruckpegel wird dann entsprechend mit den anzuwendenden Richtwerten verglichen und beurteilt. Die besondere Charakteristik von Baustellengeräuschen ist damit berücksichtigt.

Viele Baugeräte weisen in ihren Datenblättern bereits Schallleistungspegel von 100 dB(A) und mehr aus. Auf einer Baustelle befindet sich zudem meist mehr als ein Baugerät. Verursachen die Geräte zusammen bzw. das gewählte Verfahren durch zusätzliche mechanische Geräusche einen Schallleistungspegel von 105 dB(A), wird in Gebieten, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (allgemeines Wohngebiet), bis zu einem Abstand von ca. 100 m zur Baustelle, der zulässige Richtwert der AVV Baulärm von 55 dB(A) überschritten. In bebauten Siedlungen verfügt man aber zumeist nicht über so große Abstände zwischen Wohngebäuden und der Baustelle (z.B. Straßenbaustelle). Daher kommt es häufig schon bei kleinen Baugeräteeinsätzen zu Richtwertüberschreitungen.

Die nachfolgenden Bauvorgänge sind zumeist als besonders laut und damit häufig als konfliktträchtig einzustufen:

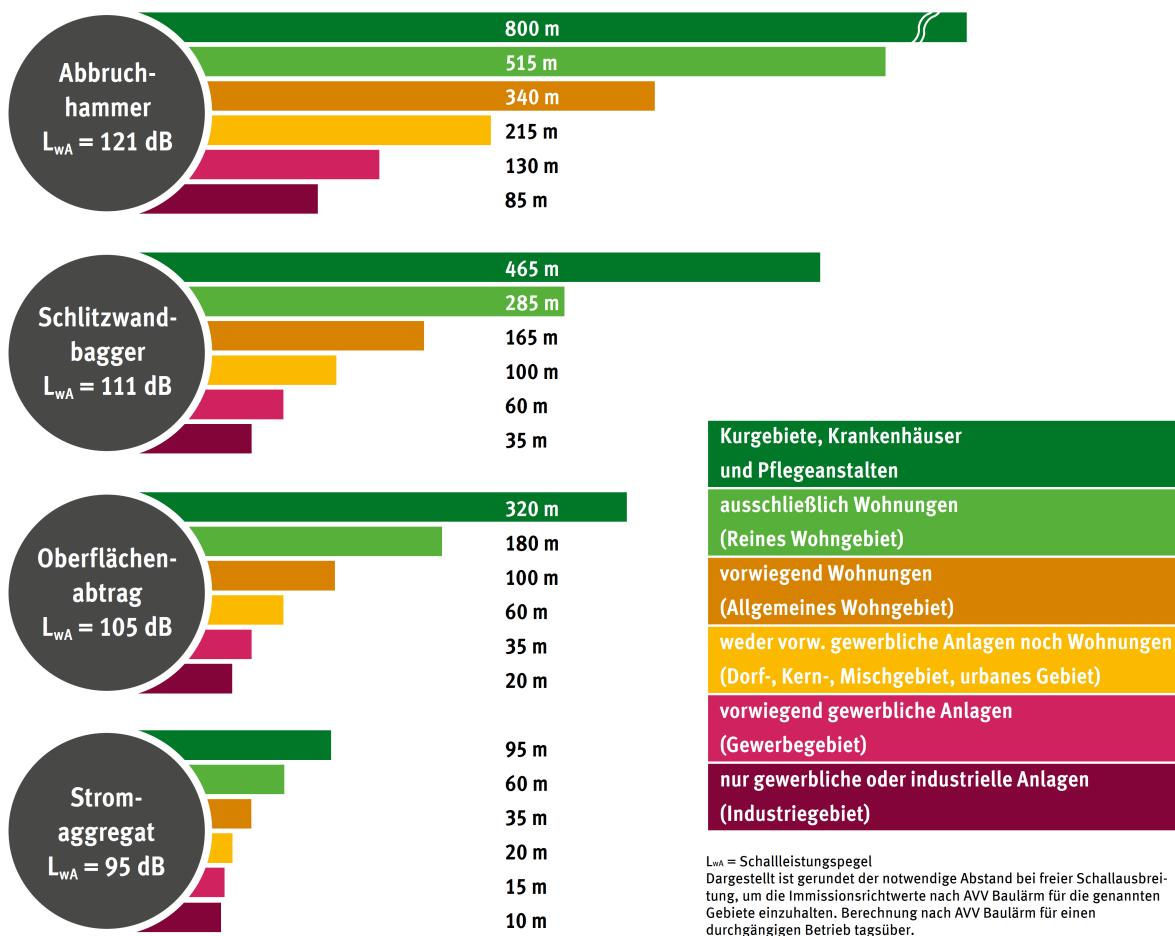
- ▶ Baufeldfreimachung
- ▶ Abbrucharbeiten
- ▶ Herstellung der Baugrube
- ▶ Herstellung der Gründung
- ▶ Betonierarbeiten
- ▶ Herstellung des Rohbaus

In Abbildung 5 sind beispielhaft Schallleistungspegel von vier unterschiedlichen Baumaschinen bzw. -vorgängen hinsichtlich der ungefähr notwendigen Abstände zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte am Tag gemäß AVV Baulärm bei verschiedenen Gebietsnutzungen dargestellt. Dabei wird deutlich, dass bereits der Betrieb eines Stromaggregates in Gebieten mit einem sehr hohen Schutzbedürfnis, wie es z.B. bei Kurgebieten, Krankenhäusern oder Pflegeeinrichtungen der Fall ist, in einem Umkreis von ungefähr 95 m um die Baustelle zur Überschreitung des Immissionsrichtwertes von 45 dB(A) am Tag führt. Mit zunehmenden

Schallleistungspegeln steigen die zur Einhaltung notwendigen Abstände deutlich an und erreichen, z.B. bei einem Abbruchhammer mit einem Schallleistungspegel von 121 dB auch in Gebieten mit gewerblichen oder industriellen Anlagen, notwendige Abstände von ungefähr 85 m.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die in Abbildung 5 aufgeführten Abstände einen beispielhaften Charakter haben und auf vereinfachten Schallausbreitungsrechnungen einer Punktschallquelle mit den angegebenen Schallleistungsquellen beruhen. Dennoch kann damit eine erste Abschätzung vorgenommen werden, ab welchem Abstand von der Baustelle zu lärmsensibler Nutzung auf eine möglichst lärmarme Planung zu achten ist. Hierzu folgen weitere Ausführungen in Kapitel 4.2.

Abbildung 5: Typische Abstände zur Einhaltung der AVV Baulärm bei freier Schallausbreitung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.2 Planung einer lärmarmen Baustelle

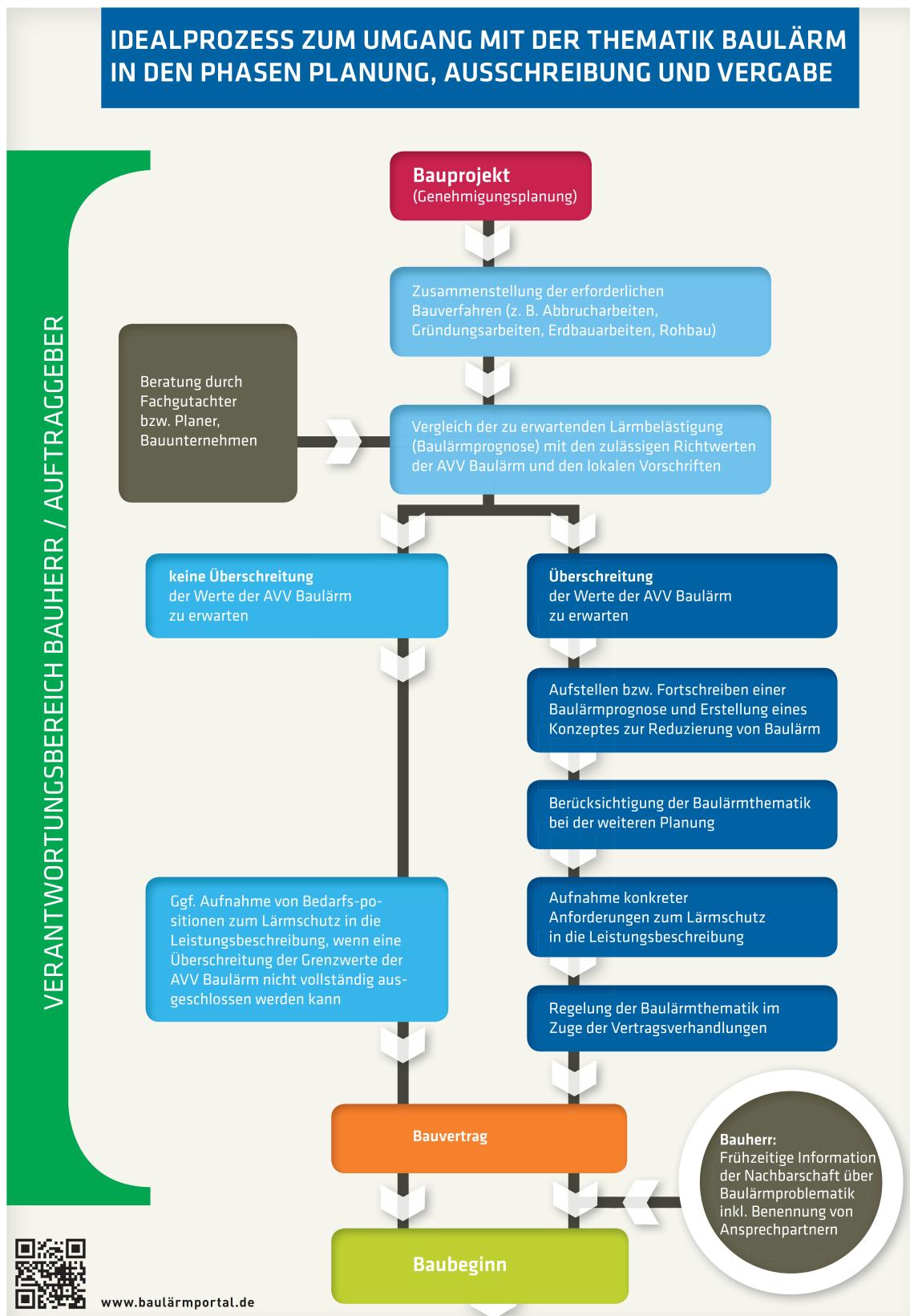
Im Verlauf des Forschungsvorhabens ließ sich durch die Besichtigung einer großen Anzahl an Baustellen und durch eine Vielzahl von Gesprächen, vor allem mit den ausführenden Bauunternehmen, feststellen, welche Bedeutung der Planung einer Baustelle zukommt, wenn die Baustelle möglichst lärmarm zu betreiben ist. Der Umgang mit potenziellen Baulärmkonflikten sollte bereits in der frühen Planungsphase einer Baustelle berücksichtigt werden, um negative Auswirkungen auf Anwohner, Umwelt und andere Interessengruppen zu minimieren.

Die folgende Abbildung 6 zeigt einen „Idealprozess zum Umgang mit der Thematik Baulärm in den Phasen Planung, Ausschreibung und Vergabe“ (Baulärmportal, 2024). Hiermit wird ein Prozess dargestellt, der vor der konkreten Baustellenplanung eine erste Abschätzung trifft. Gezeigt wird auch, welche Arbeitsschritte für eine im Hinblick auf Baulärm konfliktfreie oder konfliktarme Baustelle in der Planung durchzuführen sind. Ziel des Prozesses ist die Fertigung einer Leistungsbeschreibung zur Angebotseinhaltung, in der Maßnahmen zur Baulärmminde rung berücksichtigt und ausreichend genau beschrieben werden.

Sind bereits von vornherein Überschreitungen der Richtwerte der AVV Baulärm durch das Vorhaben zu erwarten, wird empfohlen einen Baulärmsachverständigen hinzuzuziehen. Bereits unter Anwendung vereinfachter Methoden, wie in Kapitel 4.1.2, Abbildung 4 dargestellt, kann eine Abschätzung getroffen werden, ob und in einem gewissen Maße auch inwieweit Baulärmkonflikte im Sinne einer Überschreitung der Richtwerte der AVV Baulärm zu erwarten sind oder nicht. Bei komplexeren Baustellen in Kombination mit dichterer nahgelegener z.B. Wohn- oder Bürobebauung ist unter Einbeziehung weiterer Planenden eine Baulärmprognose zu erstellen. Mögliche Überschreitungen der Richtwerte der AVV Baulärm, das Maß der Überschreitungen als auch das räumliche Ausmaß werden damit ermittelt. Die maßgeblichen lärmintensiven Bauverfahren oder Baugeräte werden frühzeitig identifiziert und es kann gezielt eine Lärmminde rungsplanung vor der Leistungsausschreibung erfolgen.

Im Rahmen der Lärmminde rungsplanung besteht das Ziel nicht zwangsläufig in der Einhaltung der Richtwerte der AVV Baulärm. Vielmehr dürfen im Ergebnis der Planung nur die unvermeidbaren Geräuschemissionen auf einer Baustelle mit Richtwertüberschreitung übrigbleiben. Durch dieses Vorgehen kann die Baustelle frühzeitig mit vermindertem Baulärm geplant und einer Kostenbetrachtung hinsichtlich einer optimalen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unterzogen werden. Die sich aus der Planung ergebenden konkreten Lärmschutzanforderungen, z.B. an das Bauverfahren, an das Errichten von Schallschutzanlagen oder auch bestimmte organisatorische Maßnahmen, können in die Leistungsbeschreibung aufgenommen werden.

Abbildung 6: Idealprozess zum Umgang mit der Thematik Baulärm in den Phasen Planung, Ausschreibung und Vergabe



Quelle: (Baulärmportal, 2024)

In einer ersten Betrachtung der Möglichkeiten zur Lärmminderung ist eine sorgfältige Standort- und Umfeldanalyse notwendig. Dabei ist für eine weitere lärmoptimierte Planung einer Baustelle Folgendes zu ermitteln:

- ▶ **Identifikation von Lärmquellen:**
Welche Bauaktivitäten sind besonders laut (z. B. Abbrucharbeiten, Einsatz schwerer Maschinen)?
- ▶ **Berücksichtigung sensibler Bereiche:**
Schulen, Krankenhäuser, Wohngebiete und Naturschutzgebiete in der Nähe der Baustelle identifizieren.
- ▶ **Erhebung von Hintergrundgeräuschen:**
Messung des vorhandenen Geräuschpegels, um Schwellenwerte für zusätzlichen Lärm festzulegen.

Nach einer Standortanalyse und mit einer grundsätzlichen Kenntnis der Baustelle sowie den notwendigen Bauabläufen bzw. Bauzielen können die nachfolgend aufgeführten Ansätze im Sinne einer Lärmreduzierung schon in der Planungsphase systematisch durchgegangen werden:

- ▶ Lärmarme Baumaschinen (siehe Kapitel 4.4)
- ▶ Lärmarme Bauverfahren (siehe Kapitel 4.5)
- ▶ Aktive Schallschutzmaßnahmen (siehe Kapitel 4.6)
- ▶ Zeitlich-organisatorische Maßnahmen (siehe Kapitel 4.7)
- ▶ Räumlich-organisatorische Maßnahmen (siehe Kapitel 4.8)
- ▶ Baustellendisziplin (siehe Kapitel 4.9)
- ▶ Information der potenziell Baulärmbetroffenen (siehe Kapitel 4.10)

Nicht jedes Bauprojekt ermöglicht die Identifikation von Lärmminderungsmaßnahmen in jedem der genannten Punkte. Jedoch sollte in einem Baulärmkonzept jeder der Punkte betrachtet und das Betrachtungsergebnis dokumentiert werden. Dadurch ist im weiteren Verfahren zu belegen, dass vermeidbarer Baulärm, soweit möglich, auch vermieden wird. Dies stellt bei einer, auch nach Aufstellung des Lärmminderungskonzeptes, noch zu erwartenden Richtwertüberschreitung die Grundvoraussetzung dar, diese als zumutbar einzustufen.

4.3 Stand der Technik

Gern wird bei der Ausschreibung von Leistungen in Hinblick auf die zu verwendeten Maschinen, Bauverfahren und Anbaugeräte die Einhaltung des Standes der Technik gefordert.

In Deutschland bezeichnet der „Stand der Technik“ den Entwicklungsstand fortschrittlicher technischer Verfahren, Einrichtungen oder Methoden, die als gesichert gelten. Dieser Begriff wird häufig in Gesetzen, Normen und technischen Regelwerken verwendet, insbesondere in Bereichen des Umweltschutzes und der Arbeitssicherheit.

Nach dieser Definition ist der Stand der Technik unabhängig davon, in welchem Ausmaß ein Verfahren oder eine Baumaschine bereits den Markt durchdrungen hat. Von daher führen häufig wirtschaftliche und organisatorische/planerische Aspekte dazu, nicht den neuesten Stand der Technik einsetzen zu können. Üblicherweise wird heute unter dem „Stand der Technik“

verstanden, dass Geräte oder Verfahren eingesetzt werden, die zwar modern sind, aber auch von einer großen Zahl von Bauunternehmen angeboten werden können, da deren Beschaffung sich als wirtschaftlich sinnvoll darstellte.

Die wichtigsten Merkmale des „Standes der Technik“ sind:

- ▶ **Aktueller Entwicklungsstand:**
Er bezieht sich auf den modernsten und erprobten Entwicklungsstand in einem bestimmten technischen Bereich.
- ▶ **Praxisbewährt:**
Die Technik oder das Verfahren muss in der Praxis erprobt und bewährt sein, jedoch nicht zwangsläufig flächendeckend eingesetzt werden.
- ▶ **Fortschrittlich, aber realisierbar:**
Im Vergleich zum rechtlich definierten **Stand der Wissenschaft und Technik** (der oft theoretischer Natur ist) ist der Stand der Technik praxisnäher und bezieht sich auf Technologien, die verfügbar und wirtschaftlich sinnvoll einsetzbar sind.

In Deutschland wird der Stand der Technik im Bundes-Immissionsschutzgesetz definiert.

§3 Abs. 6 BlmSchG

„Stand der Technik im Sinne dieses Gesetzes ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung einer Maßnahme zur Begrenzung von Emissionen in Luft, Wasser und Boden, zur Gewährleistung der Anlagensicherheit, zur Gewährleistung einer umweltverträglichen Abfallentsorgung oder sonst zur Vermeidung oder Verminderung von Auswirkungen auf die Umwelt zur Erreichung eines allgemein hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt gesichert erscheinen lässt. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere die in der Anlage aufgeführten Kriterien zu berücksichtigen.“

Nach dieser Definition (auch unter Berücksichtigung der genannten Anlage) ließe sich in der Ausschreibung von Baustellen nur schwer der Stand der Technik fordern. Der Grund liegt darin, dass eine Reihe von lärmarmen Baumaschinen, Bauverfahren oder auch Anbauteilen bekannt sind, aber gerade kleine und mittelständische Unternehmen nur auf die Geräte zurückgreifen, die auch in ihrem Bestand sind. Damit würden diese Unternehmen keine Angebote abgeben, wenn der Stand der Technik gemäß der o.g. Definition eingefordert wird. Ein wichtiges Kriterium ist also eine gewisse Marktdurchdringung von lärmarmen Baumaschinen oder Verfahren, wodurch dann bei einer Leistungsausschreibung auch Angebote eingehen.

Der Begriff Stand der Technik ist zudem noch von anderen verwandten Begriffen inhaltlich abzugrenzen. Dazu zählen besonders:

- ▶ **Stand der Wissenschaft und Technik:** Bezieht sich auf den theoretisch höchstmöglichen Entwicklungsstand, auch wenn dieser in der Praxis noch nicht umsetzbar ist.
- ▶ **Regel der Technik:** Bewährte technische Normen und Standards, die oft spezifischer und verbindlicher als der Stand der Technik sind.

Auf Baustellen werden häufig eher die Regeln der Technik angewandt oder eingefordert als der Stand der Technik.

In Österreich ist im §71a der österreichischen Gewerbeordnung (GewO) folgende Definition zum Stand der Technik zu finden:

§71a der österreichischen Gewerbeordnung (GewO)

„Der Stand der Technik im Sinne dieses Bundesgesetzes ist der auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhende Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen, Bau- oder Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist.“

Diese Definition ist zwar deutlich kürzer, beinhaltet im Vergleich zur deutschen Auslegung der Begrifflichkeit jedoch eine ähnliche Sichtweise. Die damit einhergehenden o.g. Probleme im Rahmen von Ausschreibungen von Baustellen würden auch unter Berücksichtigung dieser Definition vergleichbar auftreten.

Um lärmarme Baugeräte bzw. Bauverfahren schneller in den breiten Anbietermarkt einzubringen, werden Anreize notwendig sein, die eine entsprechende Anschaffung solcher Baumaschinen oder spezieller Anbaugeräte attraktiv macht. Diese wäre so zu gestalten, dass auch kleinere und mittlere Unternehmen nicht von „lärmoptimierten“ Baustellenausschreibungen ausgeschlossen werden. Entsprechende Ausschreibungen stellen damit aber auch die Grundvoraussetzung dar, weshalb solche Anschaffungen in den Bauunternehmen getätigt werden.

4.4 Lärmarme Baumaschinen

Die politischen und gesellschaftlichen Bestrebungen zum Schutz von Anwohnern vor Baulärm haben in den letzten 20 Jahren zu einer fortschreitenden technischen Entwicklung und zur Reduzierung der Schallemissionen von Baumaschinen geführt. Das Umweltzeichen der Europäischen Union (Verordnung Nr. 1980/2000/EG) bzw. die Anforderungen an den zulässigen Schallleistungspegel nach Artikel 12 der Richtlinie 2000/14/EG liefern dabei den Rahmen für die Definition von lärmarmen Baumaschinen in der 32. BImSchV.

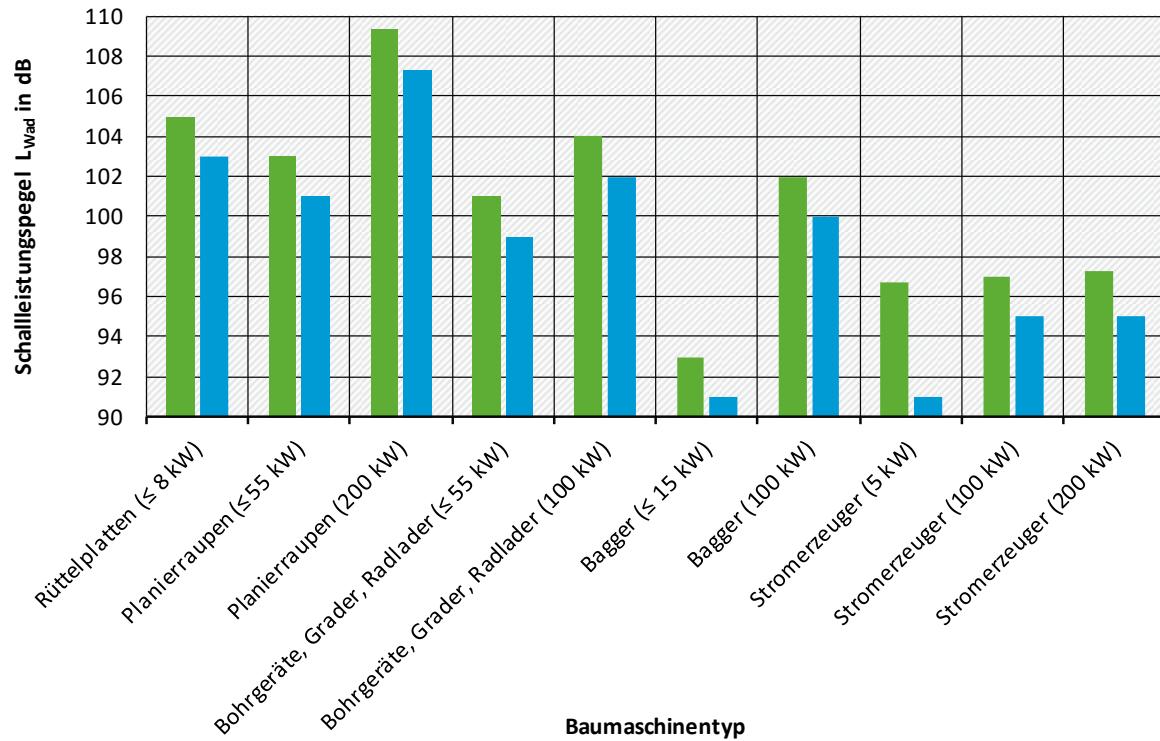
Als weiteres Umweltzeichen für lärm- und emissionsarme Baumaschinen ist in Deutschland zusätzlich der „Blaue Engel“ verbreitet (RAL DE-UZ 53, 2015). Dieser stellt höhere Anforderung an die Geräuschemissionen von Baumaschinen, für viele Gerätetypen liegen diese jedoch 2 dB unter den Anforderungen der Richtlinie 2000/14/EG. In Abbildung 7 sind die maximalen Schallleistungspegel nach beiden Anforderungen dargestellt. Nur für Stromerzeuger ist bei den dargestellten Baumaschinentypen eine davon abweichende Minderung festzustellen: Für Geräte mit mehr als 10 kW Leistung (elektrisch) wird leistungsunabhängig eine maximale Schallleistung von 95 dB(A) gefordert.

Mit dem „Blauen Engel“ ausgezeichnet sind jedoch (Stand 2024) lediglich 31 Geräte (Radlader und Mobil-Hydraulikbagger) von zwei herstellenden Unternehmen. Es zeigt sich, dass die Ausweisung des „Blauen Engels“ für die geräteherstellenden Unternehmen keinen bedeutenden Vorteil für den Verkauf der Geräte hat. Bereits Stand 2015, mit den Anforderungen der Ausgabe 2011, waren nur 32 Geräte von 7 Unternehmen angeboten (LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2016).

Abbildung 7: Mögliche Geräuschminderung durch den „Blauen Engel“

Mögliche Geräuschminderung durch den "Blauen Engel"

Vergleich der maximalen Schallleistungspegel gemäß 2000/14/EG, Stufe II und Blauem Engel (DE-UZ 53)



Quelle: nach 2000/14/EG und DE-ZU 53, in Anlehnung an eine Darstellung in "Leiser werden! - Wegweiser für die Beschaffung von lärmarmen Baumaschinen, Werkzeugen und Fahrzeugen", LUBW 2016

Trotz dieser Bemühungen zum Schutz vor Baulärm geht von Baustellen und -maschinen immer noch ein großes Konfliktpotenzial aus. Grund hierfür sind zum einen der teils sehr hohe Leistungsbedarf der Baumaschinen, welcher zum Großteil immer noch nur durch Verbrennungsmotoren gedeckt werden kann. Zum anderen führen die mechanischen Geräusche der unterschiedlichen Bautätigkeiten zu weiteren Schallemissionen, die mitunter lauter als die ausführende Maschine sein können.

Wartungszustand

In Lärmprognosen werden die Schallemissionsansätze von Baumaschinen deshalb häufig mit Blick auf die ausgeführte Tätigkeit gewählt. Diese Ansätze basieren dabei meist auf Messungen an entsprechenden Baumaschinen, die sich im Idealfall in einem guten Wartungszustand befinden. Unregelmäßige oder unzureichend ausgeführte Wartungen führen dagegen, auch bei als lärmarm gekennzeichneten Baumaschinen, zu Erhöhungen oder Auffälligkeiten in den Geräuschemissionen. Schlecht gewartete Baumaschinen können erheblich zu lauteren Baustellen beitragen. Dies lässt sich durch mehrere technische und betriebliche Faktoren erklären:

1. Erhöhter Verschleiß von Komponenten

- ▶ Motorengeräusche: Ein schlecht gewarteter Motor erzeugt mehr Lärm, etwa durch defekte oder verschmutzte Bauteile wie Luftfilter, Auspuffanlagen oder Einspritzsysteme.
- ▶ Schmiermangel: Fehlende oder unzureichende Schmierung kann den Verschleiß beweglicher Teile erhöhen, was zusätzliche mechanische Geräusche verursacht.
- ▶ Riemen und Lager: Verschlissene Riemen oder Lager können quietschen oder klappern.

2. Defekte Schalldämpfungssysteme

- ▶ Schalldämpfer an Baumaschinen sind essenziell, um den Lärmpegel zu reduzieren. Wenn diese verschlissen, beschädigt oder gar nicht vorhanden sind, wird der Schall nicht ausreichend oder im schlechtesten Fall gar nicht gedämpft.

3. Unwucht und Ungleichmäßigkeit in Bauteilen

- ▶ Räder, Ketten oder rotierende Elemente, die nicht regelmäßig gewartet werden, können durch Unwuchten oder Defekte Vibrationen erzeugen, die sich als Lärm über die Maschinenbauteile abgestrahlt äußern.

4. Hydraulikprobleme

- ▶ Unzureichend gewartete Hydrauliksysteme können durch Luft in den Leitungen, verschlissene Pumpen oder Undichtigkeiten laute Pfeif- oder Quietschgeräusche verursachen.

5. Körperschallübertragung

- ▶ Lockere oder beschädigte Verbindungen in der Struktur der Maschine (z. B. Bolzen, Verkleidungen) können dazu führen, dass Vibrationen nicht ausreichend absorbiert werden und dadurch lauter hörbar sind.

6. Verstärkter Arbeitsaufwand

- ▶ Schlecht gewartete Geräte/Maschinen (z.B. abgenutzte Betonfräsen, stumpfe Sägeblätter) arbeiten oft ineffizient, was längere Einsatzzeiten oder eine intensivere Nutzung zur Folge hat. Dadurch erhöht sich die Gesamtlärmbelastung der Baustelle.

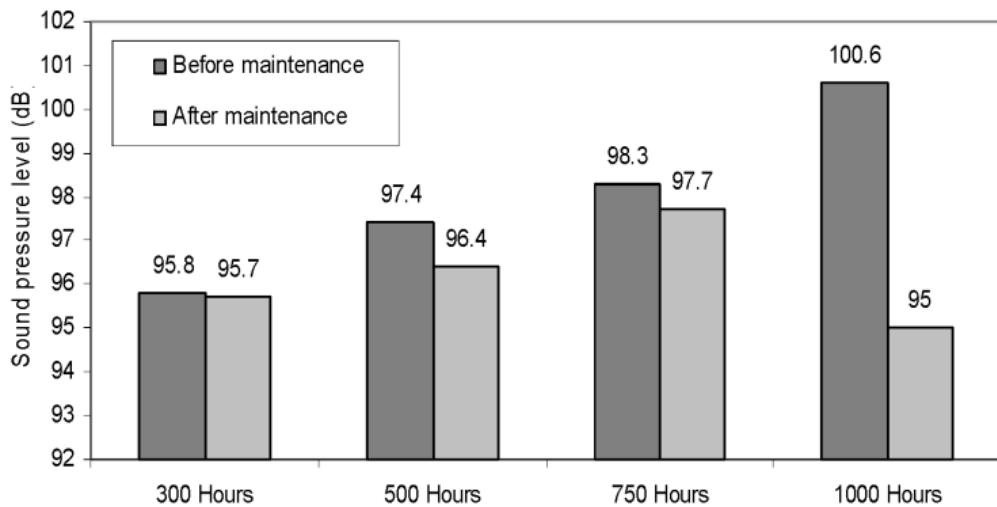
7. Unregelmäßige Bewegung und Betriebsabläufe

- ▶ Unpräzise Steuerungssysteme oder schlecht funktionierende Bremsen können zu abrupten Bewegungen führen, die mit Geräuschen wie Quietschen, Poltern oder Aufschlagen verbunden sind.

Der mögliche Lärminderungsbeitrag durch eine regelmäßige Geräte-/Maschinenwartung auf die Schallemissionspegel wurde im Rahmen einer Untersuchung in Indien festgestellt (Vardhan & Raj, 2008). In Abbildung 8 dargestellt sind die ermittelten Schallpegel an einem Bulldozer nach unterschiedlichen Wartungszyklen. Deutlich zeigt sich, dass bei einem 1.000-Stunden-Intervall eine Abnahme der Schallemissionspegel durch eine sachgerechte Wartung um rund 5 dB zu erwarten ist. Bei kürzeren Wartungszyklen ist die Abnahme durch den geringeren Schallemissionspegel vor der Wartung erwartungsgemäß geringer. Bei einem 300-Stunden-Intervall ist nur eine geringe Zunahme der Schallpegel zwischen den Zuständen direkt nach einer Wartung und kurz vor der nächsten Wartung zu erwarten. Es zeigt sich in Abbildung 9,

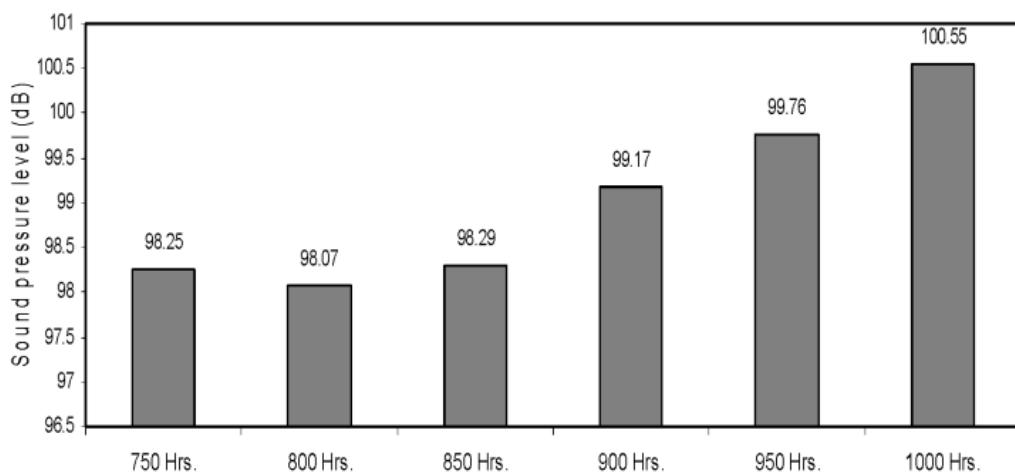
dass bei der untersuchten Maschine eine starke Zunahme der Geräuschemissionen ab rund 900 Betriebsstunden eintrat.

Abbildung 8: Gemessene Schallpegel in dB(A) an einem Bulldozer nach unterschiedlichen Wartungszyklen



Quelle: (Vardhan & Raj, 2008)

Abbildung 9: Gemessene Schallpegel in dB(A) an einem Bulldozer nach unterschiedlicher Betriebszeit



Quelle: (Vardhan & Raj, 2008)

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass regelmäßige Wartung von Baumaschinen nicht nur für die Funktionalität und Sicherheit entscheidend sind, sondern auch für die Lärmminde rung. Eine gut gewartete Maschine läuft effizienter und leiser, was allen Beteiligten (Bauunternehmer, Arbeitende, Nachbarn) zugutekommt.

Elektrifizierung

Neben der regelmäßigen und fachkundigen Wartung der Baumaschinen hat sich in den letzten Jahren vor allem die **Elektrifizierung von Baugeräten** als weitere lärmreduzierende Maßnahme gezeigt. Durch die immer weiter zunehmende Verbesserung der Akkukapazitäten (etwa eine Verdopplung der Kapazitäten in den letzten zehn Jahren) sind entsprechende Baumaschinen bereits in Teilen lang einsetzbar und können schnell wieder aufgeladen werden.

Dieser Trend konnte eindeutig im Verlauf des Projektzeitraums für unterschiedliche Baugeräte festgestellt werden.

Zu den leiseren elektrifizierten Baugeräten, die bereits ausgiebige Erprobungsphasen durchlaufen haben, auf dem Markt verfügbar, also käuflich und im Realbetrieb einsetzbar sind, zählen:

- ▶ Stampfer
- ▶ Rüttler (bis in hohe Gewichtsklassen)
- ▶ Betonmischer (im Mischbetrieb)
- ▶ Bagger (bis zu mittleren Leistungsklassen, mit Kabelanschluss teilstationär bis in hohe Leistungsklassen)
- ▶ Vibrationswalzen (bis zu mittleren Gewichtsklassen)
- ▶ Radlader (bis zu mittleren Leistungsklassen)
- ▶ Teleskoplader
- ▶ Dumper (kleinere Leistungsklassen)
- ▶ Raupenfahrzeuge (kleinere Leistungsklassen)
- ▶ Grabenfräse
- ▶ Stapler (bis zur Schwerlastanwendung)
- ▶ Horizontalspülbohrgeräte
- ▶ Kettensägen
- ▶ Elektrisch betriebener Lkw-Ladekran
- ▶ Notstromaggregate mit Akku, ggf. kombiniert über Photovoltaik
- ▶ Brechanlagen (bis in hohe Leistungsklassen mit Kabelanschluss)

Die Elektrifizierung von Lastkraftwagen ist ebenfalls in den letzten Jahren vorangeschritten. Es ist zu erwarten, dass hiermit die Geräuschemissionen dieser Fahrzeuge deutlich sinken können, was sich durch aktuelle Untersuchungen weitgehend bestätigt (Kliesch, Wirtz, & Hübel, 2024). Auch für den Einsatz auf Baustellen kann davon ausgegangen werden, dass die Elektrifizierung der dort eingesetzten straßen zugelassenen Fahrzeuge zunimmt.

Für viele Baumaschinen können über die Elektrifizierung des Antriebs hinaus außerdem weitere Lärminderungsmaßnahmen identifiziert werden. In den folgenden Abschnitten sind für ausgewählte Maschinen die relevanten Lärmbeiträge und Möglichkeiten zur Lärminderung aufgeführt.

4.4.1 Bagger

Der von den Herstellern garantierte Schallleistungspegel hängt bei Baggern hauptsächlich von der Leistungsstärke des Motors ab. Damit weisen Bagger, je nach Größe und Leistungsklasse, unterschiedlich hohe Lärmemissionen auf. Ein weiterer Faktor stellt die Antriebsart (Ketten- oder Radantrieb) dar, wobei das Geräusch der Ketten bei Bewegung höhere Emissionen

hervorruft als das Geräusch der Räder. Zusätzlich zu den Eigengeräuschen des Baggers treten durch die Arbeitsvorgänge weitere Emissionen auf, welche die gesamte Lärmemission erhöht oder sogar dominiert. Solche Vorgänge können zum Beispiel laute Materialbewegungen von Kies, Schotter, etc. oder der Einsatz von Anbaugeräten wie Abbruchhämmer sein. Zusätzlich ist bei Baggern auf einen guten Wartungszustand zu achten.

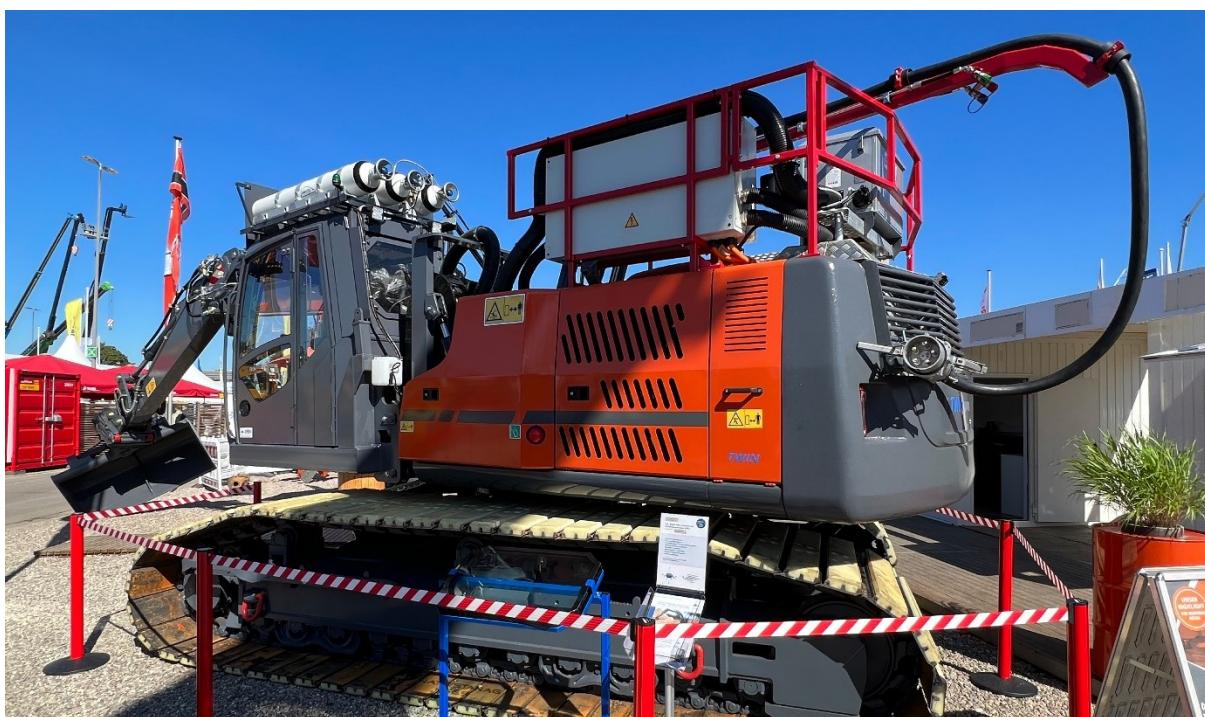
Für die Lärmreduzierung eines Baggers selbst stellt die Elektrifizierung aktuell das größte Potenzial dar. Vor allem im Leerlauf zwischen Arbeitsphasen ist das Minderungspotenzial gegenüber Verbrennungsmotoren damit sehr hoch. Neben kleineren Maschinen sind inzwischen auch Geräte mittlerer bis großer Leistungsklassen elektrifiziert erhältlich (siehe Abbildung 10). Bei Baggern mit einem hohen Leistungsbedarf ist auch eine kabelgebundene Stromversorgung bei entsprechender Infrastruktur und einem teilstationären Einsatz möglich (siehe Abbildung 11).

Abbildung 10: Vollelektrischer Kettenbagger mit Batterien



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Abbildung 11: Vollelektrischer Kettenbagger mit kabelgebundener Stromversorgung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.4.2 Raupen

Wie bei Baggern stellt auch bei Raupen das Antriebsgeräusch (Antriebsaggregat und Kette) in Abhängigkeit der Leistungsgröße bzw. -abgabe die Hauptquelle für die Emissionen dar. Da sich die Tätigkeiten von Raupen in der Regel auf die Materialbewegung durch den Vortrieb der Raupe selbst beschränken, sind hier meist keine weiteren relevanten Emissionen zu berücksichtigen.

Grundsätzlich biete die Elektrifizierung auch bei Raupen ein Minderungspotenzial. Durch die Anwendungsfelder (z. B. Straßenbau, Baufeldvorbereitung, etc.) und eines damit einhergehenden hohen Energiebedarfs sind in höheren Leistungsbereichen noch keine elektrifizierten Fahrzeuge auf dem Markt vorhanden. In kleinen Leistungsbereichen gibt es aber auch bei Raupenfahrzeugen in der Zwischenzeit elektrisch betriebene Fahrzeuge auf dem Baumaschinenmarkt zu kaufen.

4.4.3 Radlader

Bei Radladern tragen ebenfalls vorrangig die Motorgeräusche während der Fahrten unter Last, aber auch im Stand zur Lärmemission bei. Auch hier ist das Ausmaß der Emissionen abhängig von der Leistungsgröße der Maschinen und ggf. vom Alter und Wartungszustand. Als weitere Lärmquelle sind Aufnahme- und Abwurfgeräusche zu beachten, insbesondere bei härteren Materialien.

Eine angemessene (maximal notwendige) Abwurfhöhe von geladenen Materialien kann die Lärmemission vermindern. Zudem können durch die Schaufel Geräusche entstehen, sowohl bei Bewegungen über den Boden als auch bei Anschlägen, z.B. an Lkw, oder um das geladene Material loszulösen. Hier besteht also auch ein Lärmminderungspotential durch die Sensibilisierung des Nutzers für die Baulärmproblematik (siehe Kapitel 4.9).

Bei der Elektrifizierung wurden in den letzten Jahren deutliche Fortschritte erzielt. Waren zunächst nur kleinere Geräte vollelektrisch verfügbar (siehe Abbildung 12), sind inzwischen auch Geräte mit mittlerer Leistungsklasse vollelektrisch erhältlich. Nach Herstellerangaben erzielen diese bei leichten bis mittelschweren Aufgaben eine Arbeitszeit von 5 bis 9 Stunden. Je nach Ladeleistung können diese in weniger als 2 Stunden wieder vollständig geladen werden.

Abbildung 12: Vollelektrischer Radlader



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.4.4 Drehbohrgeräte

Die Geräteträger von Drehbohrgeräten weisen in der Regel eine sehr hohe Maschinenleistung auf. Zusätzlich ist als Emissionsquelle neben dem Verbrennungsmotor auch der Bohrantrieb zu berücksichtigen.

Aufgrund der in der Regel geringen Mobilität ist eine Elektrifizierung auch eines solchen Gerätes durch eine externe Stromversorgung möglich und auf dem Markt erhältlich. Je nach Gerät kann eine Lärminderung von rund 5 dB erreicht werden. Auch eine Abschirmung bietet sich u.U. an, da der Arbeitsstandort jeweils bekannt ist. Je nach Höhe des Drehantriebs bei Beginn der Arbeiten ist jedoch ggf. eine hohe Abschirmung notwendig.

Beim Einsatz eines Drehbohrgerätes muss der Aushub regelmäßig aus der Schnecke des Bohrers entfernt werden. Ein übliches, aber lärmintensives Vorgehen ist das Abstreifen mit Hilfe von Baggern oder das Ausschlagen, bei dem die Schnecke mit schnellen Richtungswechseln gedreht wird, um das Aushubmaterial aus der Schnecke zu lösen. Die Hersteller von Drehbohrgeräten bieten aber auch Abstreifeschnecken oder spezielle Bohreimer an, mit denen ein deutlich lärmärmeres Säubern der Schnecke ermöglicht wird (vgl. Kapitel 4.5.3).

4.4.5 Walzenzüge

Auch bei Walzen(zügen) ist die Antriebsemision eine relevante Lärmquelle. Beim Einsatz von Vibrationswalzen entstehen auch hieraus relevante, teilweise tieffrequente Lärmemissionen durch die Schwingungen der Bauteile und des durch die Schwingungen angeregten Bodens. Zudem ändern sich die Geräuschemissionen durch das Maß der Verdichtung des Bodens. Es kann über gewählte Einstellungen der Vibrations- oder Oszillationseinheit das Ausmaß der

Geräusche verändert werden. Jedoch steht das zumeist dem Verdichtungsziel entgegen. Bei kleineren Geräten tritt die Lärmemission aus Vibrationen gegenüber den Antriebsgeräuschen weiter in den Hintergrund.

4.4.6 Kleingeräte und handgeführte Geräte

Je nach Gerätetyp ist der Anteil elektrisch angetriebener Geräte bereits sehr hoch. Dies ist jedoch vornehmlich bei Geräten der Fall, die (auch) im Innenausbau Verwendung finden, wie Bohrschlaghammer, Kreissägen, Trennschleifer und ähnliches. Andere Geräte, die auch eine Verwendung vornehmlich im Außenbereich haben, werden weiterhin auch mit Verbrennungsmotor angeboten und genutzt, zum Beispiel Stromaggregate und Kettensägen für den Holzzuschnitt.

Über die Elektrifizierung kann je nach Gerätetyp eine gewisse Lärmminde rung erzielt werden. Diese ist umso höher, je höher der Anteil der Motoremissionen am Gesamtgeräusch ist und desto höher der Anteil des Leerlaufs zwischen den aktiven Arbeitseinsätzen ist. Bei Geräten ohne relevante Leerlaufzeiten und mit hohen Lärmemissionen aus dem Werkzeugeinsatz (z.B. Sägegeräusche, Hammergeräusche o.ä.) kann nur eine geringe Lärmminde rung durch die Elektrifizierung erzielt werden.

4.4.7 Stampfer und Rüttelplatten

Ein Beispiel für Geräte, für die inzwischen elektrifizierte Modelle existieren, sind Stampfer und Rüttelplatten. Diese arbeiten ohne lokale Luftschadstoffemissionen, was einen Einsatz, z.B. in Gruben und Gräben, vereinfacht. Bezuglich der Lärmemissionen ergeben erste Untersuchungen, dass aufgrund des Geräteeinsatzes selbst (Stampfen/Rütteln) die Lärmminde rung mit rund 2 dB gegenüber Verbrennungsmaschinen eher gering ausfällt.

4.4.8 Anbaugeräte

Für spezielle Einsatzzwecke werden an geeigneten Geräten, in der Regel bei Mobil- und Kettenbaggern statt der Schaufel, auch weitere Anbaugeräte eingesetzt. Hiermit kann der Einsatzbereich deutlich erweitert werden. Lärmtechnisch relevant sollen hier Geräte betrachtet werden, die mittels der Gerätehydraulik angetrieben werden. Der Einsatz der Geräte übertrifft in vielen Fällen die Lärmemissionen des Geräteträgers selbst.

Viele Anbaugeräte werden im Bereich des Abbruchs eingesetzt, um Material zu trennen oder zu zerkleinern. Hierzu gehören Hydraulikhammer, Zangen, Spalter und Fräsen. Der Einsatzbereich ist von vielen Faktoren wie Materialbeschaffenheit, Materialstärke, Umgebungsbedingungen etc. abhängig. Die Verfahren selbst sind im Kapitel 4.5 dargestellt.

4.4.9 Aggregate allgemein

Bei fast allen Aggregaten mit Verbrennungsmotor bietet sich eine Schalldämmung der Antriebsaggregate sowie der Abgasanlage an. Oft können auch elektrische Antriebe zum Einsatz kommen, bei z.B. Pumpen und Kompressoren kommt es aber durch das Aggregat selbst zu relevanten Lärmemissionen. Eine Kapselung des gesamten Aggregats kann je nach Aggregattyp einen wesentlichen Beitrag zur Lärmminde rung haben. Bei richtiger Dämmung kann die Lärmemission teilweise so stark vermindert werden, dass die Beiträge zur Baulärmsituation auch im Nachtzeitraum kaum noch relevant sind. Die Stromversorgung auf Baustellen wird oft auch durch Aggregate mit Verbrennungsmotoren sichergestellt. Eine ausreichende Dämmung und passende Dimensionierung kann unnötige Lärmemissionen vermeiden. Eine Kombination mit Stromspeichern kann die Betriebszeiten optimieren (siehe auch Kapitel 4.5)

4.4.10 Lichtanlagen

Da der Einsatz von Beleuchtung im Wesentlichen im Nachtzeitraum oder in den Tagesrandzeiten notwendig wird, bergen diese ein bei Betrieb mit einem Stromaggregat mit Verbrennungsmotor hohes Konfliktpotenzial mit der lärmsensiblen Nachbarschaft. Die Verwendung von Leuchten, die an einen Baustromkasten oder ein zentrales Stromaggregat angeschlossen werden können, ist aus technischer Sicht problemlos möglich. Weitere Ausführungen dazu können Kapitel 4.5.4 entnommen werden. Eine Reduzierung des Anlagengeräusches von mehr als 5 dB ist hier möglich.

4.4.11 Druckluftkompressoren

Bei Druckluftkompressoren stammt ein wesentlicher Teil der Lärmemissionen aus dem Betrieb des Kompressors selbst. Durch einen elektrischen Betrieb und gute Kapselung lassen sich jedoch Minderungen von 5-10 dB erreichen.

4.4.12 Pumpen zur Entwässerung und Grundwasserabsenkung

Um Baugruben trocken und damit bebaubar zu halten, werden häufig Pumpen zur Entwässerung und Grundwasserabsenkung benötigt. Dies werden zumeist mit Dieselmotoren betrieben und sind über den gesamten Tagzeitraum (24 Stunden) im Einsatz. Besonders in der Nacht kann dies auch bei nicht so lauten Betriebsgeräuschen zu Lärmbeschwerden führen. Aus diesem Grund werden neben einer Schallschutzausrüstung („silent“) auch zunehmend Geräte mit elektrischem Antrieb angeboten. Das Lärmreduktionspotenzial insgesamt beträgt bis zu 10 dB.

4.5 Lärmarme Bauverfahren

Die Grundvoraussetzung für die Wahl eines lärmreduzierten Bauverfahrens ist in den meisten Fällen eine im Vorfeld der Umsetzung notwendige Planung. Abhängig von vielen Randbedingungen ergeben sich teilweise Vorgaben hinsichtlich einzusetzender Bauverfahren. Oft steht ein großer finanzieller oder technischer Aufwand dem Wechsel eines Bauverfahrens entgegen. Nicht alle Verfahren eignen sich aus verschiedenen Gründen gleich gut für ein bestimmtes Bauziel. So ist zum Beispiel das Einpressen von Spundwänden nur bei wenigen, möglichst steinarmen Böden möglich.

Aus diesen Gründen ist es daher notwendig, vorab zu prüfen, inwieweit ein lärmarmes Verfahren zum Einsatz kommen kann. Dies ist in der Planungsphase vor Herausgabe der Leistungsbeschreibung zu planen und ggf. konkret vorzugeben. Eine pauschale Empfehlung lärmärmer Verfahren kann nur ausgesprochen werden, wenn die Vor- und Nachteile der Verfahren abgewogen sind.

Sofern einem lärmarmen Verfahren nur ein höherer Aufwand entgegensteht, ist bei notwendiger Lärmreduktion in kritischen Bereichen ebenfalls eine Abwägung hilfreich. Es kann damit zum Beispiel vermieden werden, dass der Aufwand für bauliche, zeitliche oder räumliche Maßnahmen unverhältnismäßig hoch wird. Wird die gewünschte lärmarme Variante von vornherein als Leistung ausgeschrieben, werden sich nur Unternehmen darauf bewerben, die diese Leistung auch umsetzen können. Ohne konkrete Forderung eines lärmarmen Verfahrens in der Leistungsbeschreibung führen die Unternehmen die Leistung mit denen ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln aus, die dann zumeist nicht innovativ und fortschrittlich sind (außer wirtschaftliche Aspekte sprechen dafür,) sondern konventionell. Ein Fortschritt in der Lärmreduktion wird auf diesem Weg nur sehr langsam eintreten.

Es sollen nachfolgend Möglichkeiten lärmoptimierter Bauverfahren aus verschiedenen Bereichen des Hochbaus, des Tiefbaus und des Abbruchs aufgezeigt werden.

4.5.1 Rückbau und Abriss

Der Rückbau und Abriss von Gebäuden und Infrastruktur sind zentrale Maßnahmen im Bauwesen, die besonders bei der Umstrukturierung und Modernisierung von urbanen Gebieten notwendig werden. Insbesondere unter den Aspekten der Nachverdichtung, veränderter Nutzungen und energetischer Standards wird ein Abriss beziehungsweise ein Rückbau in Zukunft besonders in urbanen Gebieten zunehmen. Beim Abbruch kommen häufig Maschinen zum Einsatz, die bereits wesentlich zur Geräuschemission beitragen. Insbesondere beim Abbruch von Materialien wie Stein und Beton kommen noch die Geräuschemissionen der Anbaugeräte und der Materialbearbeitung hinzu.

Je nach Verfahren können unterschiedliche Geräuschemissionen angesetzt werden. In einem Bericht (Kühlen, et al., 2016) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) werden als drei häufigste Abbruchtechniken mit dem Hydraulikbagger das Abgreifen, Stemmen und Pressschneiden genannt. Der Bericht gibt für viele Verfahren einen Überblick über die zu erwartenden Geräuschemissionen. Für einen Vergleich von Abbruchverfahren und Mauerwerksmaterialien werden die in Tabelle 2 genannten Schallpegel ermittelt.

Die hier ermittelten Schallpegel stellen keine Schallleistungspegel dar, sondern sind die Messergebnisse eines Versuchsaufbaus am KIT. Es wurden einzelne Steine mit gleichen Dimensionen (ca. 240 mm x 250 mm x 300 mm) bearbeitet. Das Abgreifen, Pressschneiden und Stemmen wurde mit Anbaugeräten an einem Hydraulikbagger durchgeführt, das Sägen erfolgte mit einem handgeföhrten Winkelschleifer mit 235 mm Diamantschneideblatt. Auch zu Phase 1 des DBU-Projekts (Kühlen, et al., 2013) und in einer in diesem Bericht zitierten früheren Untersuchung (Mettke, Heyn, Asmus, & et.al., 2008) werden deutliche Unterschiede bei messtechnisch ermittelten Schallpegeln (gemittelt sowie in Spitzen) dokumentiert.

Tabelle 2: Auswertung bezüglich der Geräusche verschiedener Abbruchverfahren und Mauerwerksmaterialien

Auswertung der Messergebnisse des KIT-Systems

Verfahren	Höhe der durchschnittlichen Schallpegel in dB(A)			
	Ziegel	Porenbeton	Betonstein	Kalksandstein
Abgreifen	82	83	-	-
Pressschneiden	84	82	83	82
Stemmen	84	87	92	84
Sägen	98	92	109	103

Quelle: (Kühlen, et al., 2016, S. 32)

Es zeigen sich, je nach Material, erkennbar relevante Differenzen. In der Praxisanwendung kann die Schallemission der einzelnen Verfahren jedoch deutlich abweichen. Zum einen sind impulshaltige Verfahren (z.B. Stemmen) störender, zum anderen ist im Messaufbau die Schallemission durch angrenzende Bauteile, die ggf. in Schwingung angeregt werden, nicht berücksichtigt.

Abbildung 13: Hydraulikbagger mit Schneidrad, Hammer, Fräse (von oben nach unten)

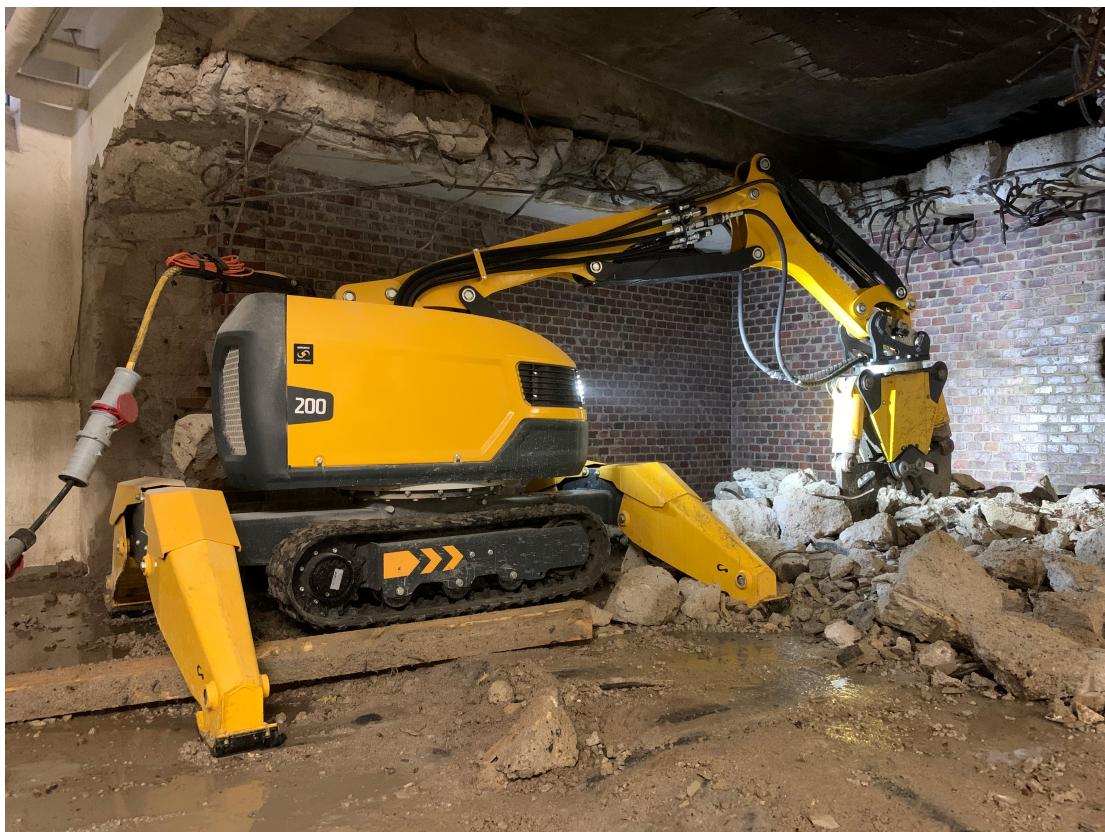


Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.5.1.1 Zange statt hydraulischer Hammer

Der Einsatz des hydraulischen Hammers zum Abbruch eines Bauwerks stellt nach wie vor das Standardverfahren zum Abbruch dar. Dies ist begründet in der hohen Wirtschaftlichkeit des Verfahrens und der hohen Verfügbarkeit solcher Anbaugeräte. Das Verfahren stellt aber auch das lauteste Abbruchverfahren dar, welches durch die fortwährenden Schlagimpulse zusätzlich noch sehr störend wahrgenommen wird. Als Ersatz für das Abbruchverfahren mit dem hydraulischen Hammer gibt es verschiedenen Möglichkeiten. In vielen Fällen kann auch die hydraulische Zange für den Abbruch verwendet werden. Besonders bei Teilabbrüchen innerhalb von Gebäuden kommt es durch die Verwendung einer hydraulischen Zange zu einer deutlich geringeren Übertragung des Baulärms über die flankierenden Bauteile (vgl. Abbildung 14).

Abbildung 14: Elektrifizierter Bagger mit hydraulischer Zange bei Einsatz im Innenraum



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.5.1.2 Beton spalten

Eine weitere geräuscharme Variante zum Brechen von Stein und Beton stellt das Spaltverfahren dar. Dafür sind zuvor Löcher in das zu brechende Bauteil zu bohren, in die dann ein Spaltgerät eingebracht werden kann. Dieses bricht dann das Bauteil in entsprechend kleine Teile, so dass diese abtransportiert und zur Lärmvermeidung ggf. an einem anderen Ort außerhalb des Bereiches lärmempfindlicher Nutzungen weiter zerkleinert werden können.

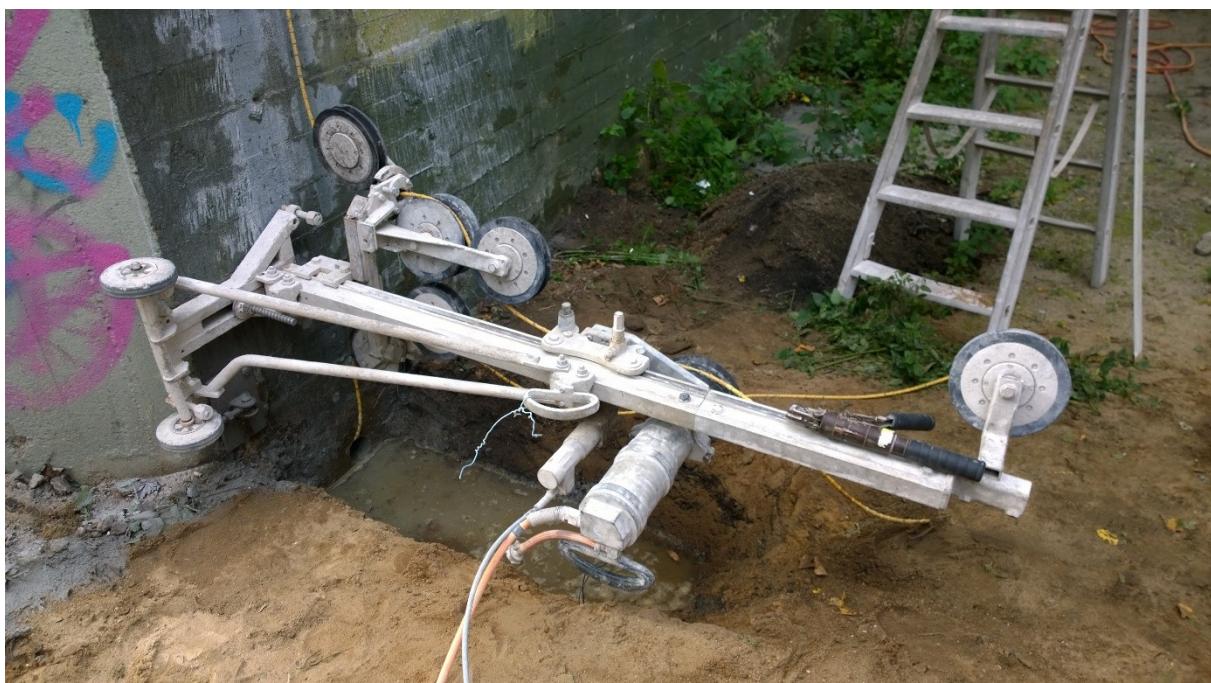
4.5.1.3 Beton vorbrechen mit Quellbeton oder Sprengung

Auch Quellbeton oder Sprengstoff kann zum schnelleren Abbruch von Bauteilen zur Anwendung kommen. Für beide Anwendungen sind ebenfalls zuvor Löcher in das Bauwerk zu bohren, die dann mit Quellbeton oder Sprengstoff gefüllt werden. Häufig besteht das Ziel darin, das Bauteil in seiner Struktur so zu schwächen, dass es mit dem hydraulischen Hammer schneller abgebrochen oder mit der hydraulischen Zange überhaupt gefasst werden kann.

4.5.1.4 Beton sägen

Mit Hilfe einer Diamantseilsäge können besonders dicke Bauteile geräusch- und erschütterungsarm zerteilt werden. Dies kann für weniger dicke Bauteile auch eine Wandsäge leisten. Die ist im Regelfall aber lauter als eine Diamantseilsäge. Beide Verfahren können mit dem Ziel genutzt werden, Bauteile in transportfähig große Stücken zu zerteilen und diese dann zur Vermeidung von Lärm zum Zwecke des Zerkleinerns zuvor abzutransportieren.

Abbildung 15: Einsatz einer Diamantseilsäge zum Zerkleinern von Beton



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.5.1.5 Schweißbrennen

Das Zerteilen von Metallkonstruktionen mit einem Schweißbrenner (auch Brennschneiden oder Autogenschneiden genannt) bietet mehrere Vorteile gegenüber anderen Trennverfahren, insbesondere für dicke und robuste Metallstrukturen. Mit Hilfe eines Schweißbrenners können besonders große Metallteile für den Abtransport geräuscharm zerkleinert werden. Dieses Verfahren stellt im Vergleich zum Trennschleifer ein deutlich leiseres Trennverfahren dar.

4.5.1.6 Straßendecke abfräsen statt hydraulischer Hammer

Die fest gebundene Straßenoberfläche ist für eine Sanierung oder für einen notwendigen Kanalbau häufig vollständig zu entfernen. Durch das Abfräsen der Straßenoberfläche kann die Einsatzzeit des hydraulischen Hammers durch die Reduzierung der Materialdicke zumeist deutlich reduziert werden. Dadurch kann die Einsatzzeit des hydraulischen Hammers reduziert oder sogar ganz darauf verzichtet werden.

4.5.2 Handgeführte Geräte zum Sägen, Trennen, Fräsen und Bohren

Beim handgeführten Bearbeiten von Baustoffen können deutliche Unterschiede bei der Wahl der Geräte festgestellt werden. Bereits die Auswahl des Werkzeugs (Bohrer oder Fräse) kann einen entscheidenden Einfluss auf die Geräuschemission haben. Lärmarme Sägeblätter und Trennscheiben sind speziell entwickelt, um den Lärmpegel bei Schneidearbeiten zu reduzieren. Diese Werkzeuge sind entwickelt worden für Einsätze in lärumsensiblen Umgebungen, wie z.B.

Wohngebieten oder in geschlossenen Räumen, in denen der Schutz vor Lärmbelastung auch im Sinne des Arbeitsschutzes beim Nutzer ein wichtiger Faktor ist. Grundsätzlich gibt es verschiedenen Technologien, die solche Sägeblätter und Trennscheiben lärmarm machen:

► **Schwingungsdämpfende Einschnitte:**

Viele lärmreduzierte Sägeblätter haben Laser- oder V-förmige Schlitze entlang des Blattes, die Vibrationen absorbieren. Diese Einschnitte sorgen dafür, dass die Schwingungen, die Lärm erzeugen, minimiert werden. Die Schnitte ermöglichen eine höhere Stabilität des Blattes und reduzieren das „Jaulen“ oder die „Pfeifgeräusche“ während des Schneidens.

► **Dämpfungsschichten (Sandwich-Technologie):**

Lärmarme Sägeblätter bestehen oft aus mehreren Schichten Metall, die mit Dämpfungsmaterialien wie Polymer oder Gummi kombiniert werden. Diese Schichten absorbieren Schallwellen und reduzieren so den Lärm erheblich. Man nennt diese oft auch „Sandwich-Blätter“. Besonders bei Diamantsägeblättern ist diese Technologie weit fortgeschritten und sehr zielführend.

► **Beschichtungen und Materialien:**

Einige Sägeblätter und Trennscheiben verwenden spezielle Beschichtungen, die nicht nur die Lärmentwicklung reduzieren, sondern auch die Reibung und damit die Hitzeentwicklung beim Schneiden. Dies hat einen zusätzlichen Vorteil, da das Werkzeug länger hält und weniger schnell verschleißt.

► **Gezackte oder spezielle Zahngeometrien:**

Die Form und Anordnung der Zähne bei lärmarmen Sägeblättern ist oft optimiert, um glattere Schnitte zu ermöglichen, die weniger Geräusche erzeugen. Zum Beispiel können asymmetrische Zahngeometrien helfen, die Schnittgeräusche zu dämpfen.

Lärmarme Sägeblätter und Trennscheiben sind oft für Materialien wie Beton, Naturstein, Metall und Holz erhältlich. Besonders bei Betonschneidearbeiten, die traditionell sehr laut sind, finden lärmreduzierte Trennscheiben häufig Anwendung.

4.5.2.1 Wahl des Werkzeugs

Oft können bestimmte Tätigkeiten bei der Bauteilbearbeitung mit unterschiedlichen Werkzeugen durchgeführt werden. Die Werkzeugwahl kann dabei bereits einen sehr großen Einfluss auf die Geräuschemission haben. Für verschiedene Prozesse wurden in einer Veröffentlichung die Schallpegel sowohl im eigentlichen Arbeitsraum und einem benachbarten Raum, getrennt durch eine Stahlbetonwand, ermittelt (Mok, Wong, Law, & Lee, 2019).

In einem Beispiel wurde statt eines herkömmlichen Bohrwerkzeugs ein wassergekühltes Diamant-Kernbohrgerät eingesetzt. Im Arbeitsraum sank der Schallpegel um 11 dB, es konnte die Übertragung von Körperschall signifikant reduziert werden. Im benachbarten Raum wurden 14 dB geringere Schallpegel ermittelt.

In einem weiteren Fall wurde eine Mauernutfräse mit einem Hydraulikhammer verglichen, um Schlüsse für Elektro- oder Wasserinstallationen vorzunehmen. Im Arbeitsraum liegt der Schallpegel zwar um 10 dB höher, aber auch hier wird der Körperschall deutlich vermindert, im benachbarten Raum der Schallpegel damit um 9 dB gesenkt.

Es gibt eine Reihe weiterer Ersatzverfahren mit denen das gleiche Ziel erreicht werden kann, die aber deutlich weniger Schallübertragungen durch die flankierenden Bauteile verursachen. Genannt seien hier als Beispiele noch der Einsatz von Hochdruckwasserstrahlern zum Entfernen von Putzen und Fliesen, der Einsatz handgehaltener (auch maschinell gehaltener, siehe

Abbildung 14) Zangenwerkzeuge oder lärmarme Montagewerkzeuge anstelle von Bohrhammern.

4.5.2.2 Lärmarme Trennscheiben für Stein

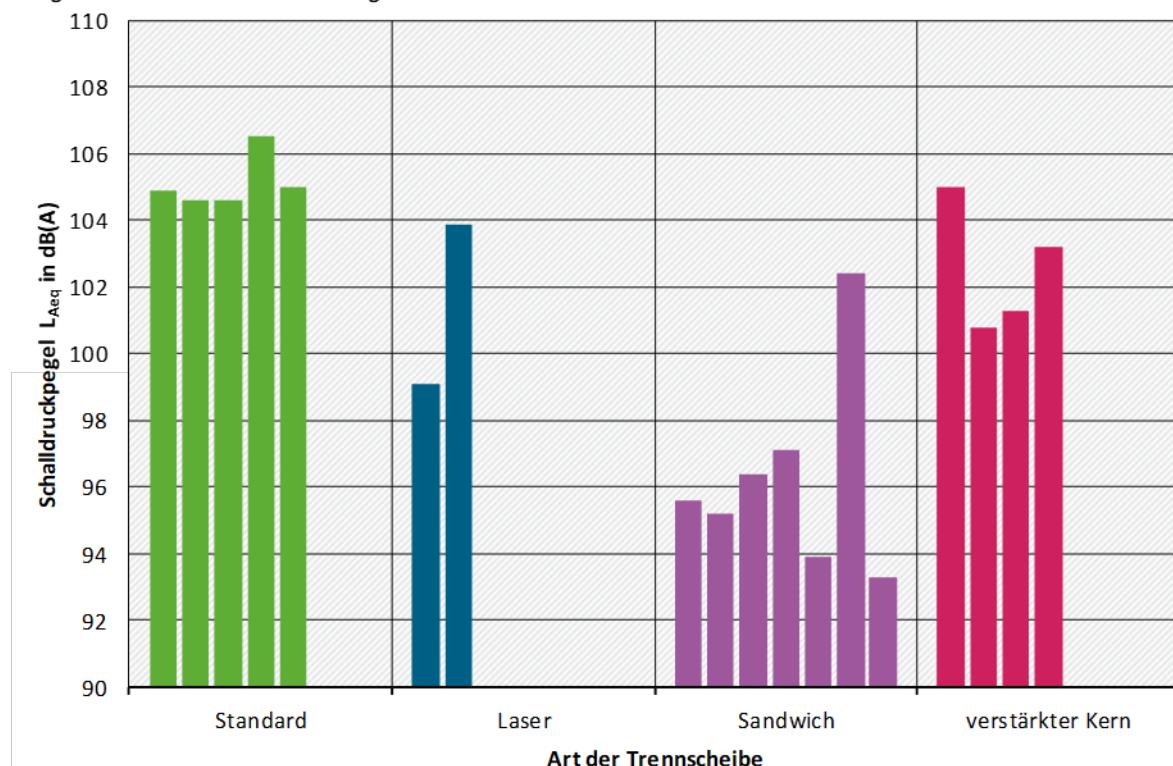
Mineralische Werkstoffe wie z.B. Beton oder Granit werden auf der Baustelle häufig mit einem Trennschleifer oder einer Brückensäge zurechtgeschnitten. Dabei kommt es zu erheblichem Lärmeintrag in die Umgebung. Die dafür zumeist verwendeten Diamant-Trennscheiben gibt es in verschiedenen Ausführungen seit Jahren auch in geräuschgeminderter Form.

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) hat in einer Studie die Lärminderung verschiedener Diamant-Trennscheiben untersucht (DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2015). In Abbildung 16 dargestellt sind die dabei ermittelten Unterschiede, die sich durch verschiedene Bauarten von Trennscheiben an einer Brückensäge ergeben. Deutlich erkennbar ist das Lärminderungspotenzial, insbesondere bei Sandwich-Trennscheiben. Auch für den Einsatz am Winkelschleifer werden im Mittel über die untersuchten genannten Bauarten 2-7 dB an möglicher Minderung festgestellt.

Abbildung 16: Geräuschemissionen von Trennscheiben beim Sägen von Beton

Geräuschemissionen von Trennscheiben beim Sägen von Beton

A-bewertete Schalldruckpegel LAeq am Arbeitsplatz für die untersuchten Trennscheiben mit 350 mm Durchmesser beim Sägen von Beton an einer Brückensäge.



Quelle: nach "Geräuschgeminderte Diamant-Trennscheiben für Steinsägen"

4.5.2.3 Lärmarme Sägeblätter für Holz

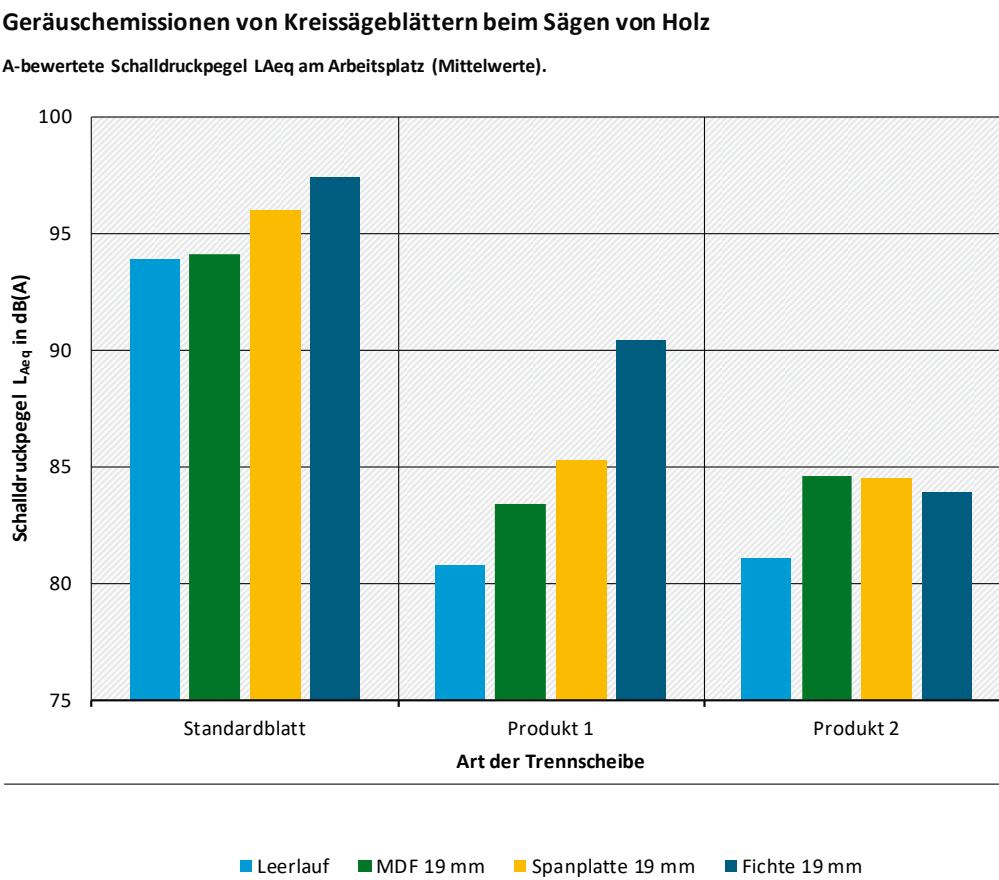
Das Sägen von Holz oder anderen Werkstoffen auf der Baustelle ist sehr laut und kann durch die immer wiederkehrenden Geräusche besonders störend wirken. Seit Jahren gibt es bereits Sägeblätter auf dem Markt, die das Sägen zum Teil deutlich leiser ermöglichen. Minderungen sind in der Größenordnung von rund 10 dB möglich. Dies betrifft sowohl den Leerlauf der Säge als auch das Sägen von Holz oder Kunststoffen. Bei Aluminium wird eine Minderung von rund 6 dB erreicht.

Mit lärmarmen Sägeblättern lassen sich **beträchtliche** Schallpegelminderungen erzielen:

- ▶ bis ca. 13 dB im Leerlaufbetrieb der Säge
- ▶ bis ca. 6 dB beim Sägen von Aluminium
- ▶ bis ca. 11 dB beim Sägen von Holzplatten
- ▶ bis ca. 11 dB beim Sägen von Kunststoffprofilen
- ▶ bis ca. 13 dB beim Sägen von Hartholz-Kanthölzern.

In Abbildung 17 dargestellt sind die Ergebnisse einer Untersuchung des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) dargestellt (Schelle, Janssen, & Maue, 2016). Hier zeigt sich, dass durch die Verwendung neuartiger Sägeblätter in allen betrachteten Nutzungsszenarien eine deutliche Pegelminderung zu erreichen ist.

Abbildung 17: Geräuschemissionen von Kreissägeblättern beim Sägen von Holz



Quelle: nach "Neuartige lärmgeminderte Sägeblätter für die Holzbearbeitung"

4.5.3 Pfahlgründungen, Spundwände und Drehbohrgeräte

Zur Tiefgründung von Bauwerken werden häufig Bohrpfähle zum Lastenabtrag benötigt. Dafür können mit sehr leistungsstarken Drehbohrgeräten entsprechende Bohrschnecken zum Teil viele Meter tief in den Boden getrieben (z.B. Kellybohrverfahren) werden. Alternative Verfahren sind das Vibrieren oder Pressen.

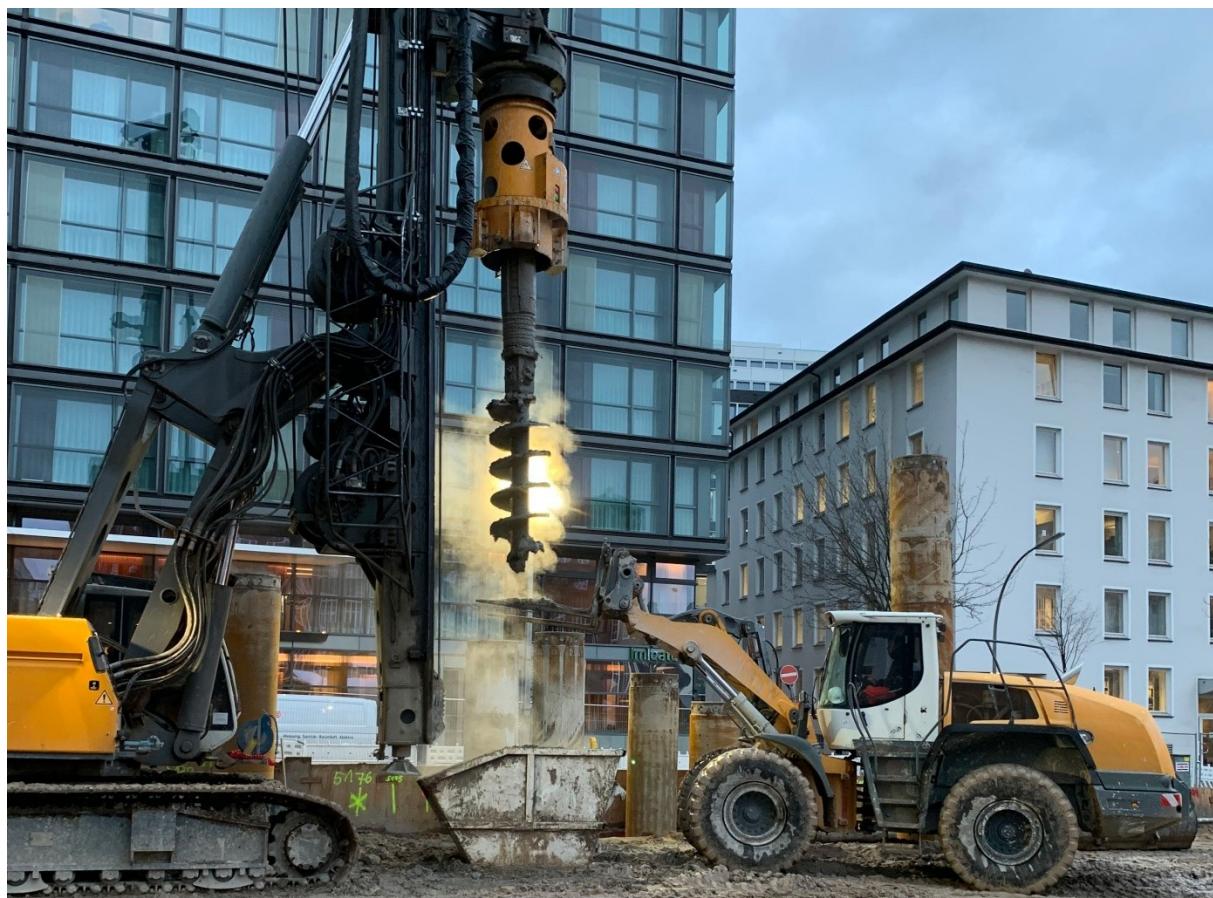
4.5.3.1 Bohrverfahren mit Schneckenputzer

Wenn die Bohrschnecke eines Drehbohrgeräts durch das Bohren voll Boden ist, wird sie herausgehoben (gezogen) und muss neben dem Bohrloch geleert werden. Dies geschieht üblicherweise durch ruckartiges gegenläufiges Drehen der Schnecke. Der Boden fällt dann aus der Schnecke heraus. Dadurch werden jedoch sehr laute impulsartige Geräusche verursacht, die in der angrenzenden Nachbarschaft meist als sehr störend empfunden wird.

Verschiedene namenhafte Hersteller haben dieses Problem erkannt und sogenannte Schneckenputzer für ihre Arbeitsgeräte entwickelt. Die werden nach dem Ausheben und Verschwenken der Schnecke aus dem Bohrloch in die Bohrschnecke automatisch eingeschoben und scheren den Boden bei drehender Schnecke aus dieser heraus. Das sehr störende Ausschlagen entfällt damit.

Alternativ kommt auch ein Abstreifen der Bohrschnecke an zum Beispiel Gabelzinken in Frage (siehe Abbildung 18). Hier ist jedoch unter Umständen der Zeitaufwand durch die manuelle Steuerung deutlich höher.

Abbildung 18: Leeren der Bohrschnecke durch Abstreifen (hier mit Radlader)



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.5.3.2 Konisch zulaufende Bohreimer

Findet eine Pfahlgründung in einer Stützflüssigkeit oder in Wasser statt, ist ein sogenannter Bohreimer für das Bohren notwendig. Dieser wird innerhalb der Flüssigkeit geschlossen und erst zum Entleeren geöffnet. Im Gegensatz zum klassischen Bohrverfahren in weitestgehend trockenen Böden kann der Boden im Bohreimer nicht mit einem Schneckenputzer, wie zuvor erläutert, entfernt werden. Hier ist bei zum Teil sehr bindigen Böden (können stark an der Bohrschnecke haften) wieder das ruckartige gegenläufige Drehen der Schnecke notwendig, damit der Boden herausfällt. Hier hat ein Hersteller einen Bohreimer entwickelt, der durch seine spezielle innere Form das Herauslösen des Bodens deutlich erleichtert. Dadurch kommt es nicht nur zu weniger impulsartigem Geräusch durch das Ausschlagen der Schnecke, zusätzlich soll auch das Arbeitsgerät dadurch deutlich geschont und damit dessen „Leben“ verlängert werden.

4.5.3.3 Vibrieren und Pressen statt Rammen

Auf die vielen Besonderheiten die sich beim Rammen, Vibrieren oder Pressen ausgehend von dem anstehenden Boden und dem in den Boden zu bringenden Bauteil ergeben, kann hier nicht detailliert eingegangen werden. Es sollte jedoch grundsätzlich geprüft werden, ob es für das Einbringen, z.B. einer Spundwand, ein leiseres als das geplante Verfahren gibt. Das leiseste Verfahren stellt aktuell das Einpressen einer solchen Wand in den Boden dar. Dies ist aber nur in Böden mit speziellen Eigenschaften möglich. Leiser als das Einrammen ist auch das Einvibrieren. Hier können zwischen den Verfahren Pegelunterschiede von bis zu 30 dB möglich sein.

Abbildung 19: Pressen von Spundwänden mit Spundwandpresse und Hydraulikaggregat



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.5.4 Stromversorgung

Stromerzeugung allgemein

Durch die zunehmende Elektrifizierung auf der Baustelle, die sich aus Vorgaben zum Arbeits- und Emissionsschutz, aber auch den Anforderungen zur CO₂-Vermeidung heraus ergeben, nimmt der Bedarf an Strom weiter zu. Durch die Elektrifizierung kann in einigen Anwendungsbereichen bereits heute eine gewisse Lärmreduktion erzielt werden, wenn (laute) Verbrennungsmotoren durch (leisere) Elektroantriebe ersetzt werden (vgl. Kapitel 4.4).

Wenn kein Baustromanschluss verfügbar ist oder dieser nicht ausreichend dimensioniert werden kann, ist der Einsatz stationärer oder mobiler Lösungen notwendig. Üblicherweise erfolgte die Stromversorgung dann über verbrennungsmotorgetriebene Aggregate. Diese stellen sowohl zentral, dezentral als auch geräteintegriert den zum Betrieb von Elektrogeräten notwendigen Strom zur Verfügung. Die Aggregate sind dabei wiederum als Lärmquelle zu berücksichtigen.

Stromerzeuger

Je nach örtlicher Situation kann eine lärmoptimierte Stromversorgung sowohl den Einsatz mehrerer kleinerer Stromerzeuger oder den auf einen Standort konzentrierten Einsatz größerer Aggregate bedeuten (siehe auch „räumlich-organisatorische Optimierung“). Größere Geräte können dabei ggf. auch eine bessere Schalldämmung sowohl des Aggregats selbst als auch des Abgasstrangs aufweisen als auch durch größere, langsam laufende Lüfter leiser arbeiten.

Energiespeicher und hybride Netze

In den letzten Jahren entwickelte sich die Speichertechnologie so weit fort, dass inzwischen relevante Speichergrößen für den Baubetrieb als Stromspeicher als Alternative zum Stromgenerator (Stromerzeuger) zur Verfügung gestellt werden können. Diese können entweder alleinig als Speicher als auch in Form eines hybriden Konzepts genutzt werden. Damit können dann sowohl hohe Lastspitzen abgedeckt und damit den - kurzfristigen - Betrieb weiterer, lauter Aggregate vermieden werden als auch für niedrige Lasten für lange Zeiträume die benötigte Energie bereitgestellt werden. Insbesondere kann bei ausreichender Dimensionierung eines hybriden Systems auf einen lärmerzeugenden Betrieb von Stromerzeugern im Nachtzeitraum verzichtet werden.

Lichtmaste

Bei Arbeiten im Nachtzeitraum sowie im Winterhalbjahr in den Randstunden des Tagzeitraums ist eine ausreichende Beleuchtung der Baustelle sicherzustellen. Bei der Versorgung von Baustrom für diese Beleuchtungszwecke können somit vornehmlich auch in den genannten Zeiten relevante Lärmemissionen durch die mit Stromgeneratoren betriebenen Anlagen auftreten. Lärmreduzierende Lösungen können sein:

- ▶ Stark schallgedämmte Generatoren im Lichtmast
- ▶ Anschluss an eine zentrale oder dezentrale Stromversorgung
- ▶ Akku (Stromspeicher)
- ▶ Unterstützung durch Solarzellen (laden bei Tageslicht den Stromspeicher)

Bei einem Anschluss an eine zentrale Stromversorgung kann auch bei lärmemittierenden Aggregaten eine schalltechnisch optimierte Aufstellung, fernab der beleuchteten Fläche, erfolgen. Bei batteriegepufferten Lichtmästen kann ein Betrieb nach einmaligem Aufladen je

nach Dimmung der Leuchtmittel über mehrere Tage erfolgen. Solarpaneele können bei ausreichender Sonneneinstrahlung die Energieversorgung ggf. vollständig übernehmen. Dabei sind diese entsprechend zu dimensionieren, wobei auch der regionale Anwendungsraum aufgrund verschiedener Lichtverhältnisse ggf. zu berücksichtigen ist.

4.5.5 Verdichtung von Beton

Zu den Verfahren, die bereits vergleichsweise gut etabliert sind, gehören auch leichtverdichtbarer Beton sowie selbstverdichtender Beton. Hier ist jedoch zu beachten, dass der Einsatzbereich solcher Betone durch die vielfältigen sonstigen Eigenschaften eingeschränkt sein kann.

Bei leichtverdichtbarem Beton handelt es sich in der Regel um Betone der Konsistenzklassen F5 und F6 der DIN EN 206 „Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität“. Für diese Betone muss zum Verdichten nur eine sehr geringe Rüttelenergie eingesetzt werden, sodass auch die möglichen Geräuschemissionen deutlich geringer ausfallen können.

Selbstverdichtender Beton (SVB) weist eine erheblich weichere Konsistenz als herkömmlicher Beton auf. Somit kann er, allein unter dem Einfluss der Schwerkraft fließend, entlüften und Schalungen und Räume zwischen Bewehrungsstäben vollständig ausfüllen. Durch die fehlende maschinelle Verdichtung entfallen auch die damit verbundenen Geräuschemissionen, sodass diese Betone auch für den Einsatz in dichter Besiedelung sowie bei Arbeiten im Nachtzeitraum besser eingesetzt werden können. Grundlage der Entwicklung waren Forschungen in Japan in den 1980er Jahren (Ozawa, Maekawa, & Okamura, 1992). Maßgebend für selbstverdichtende Betone in Deutschland ist die Richtlinie „Selbstverdichtender Beton“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 2012), Informationen erhält auch das Zement-Merkblatt Betontechnik B 29 (Dickamp, Michael J.; Eppers, Sören, 2006).

4.5.6 Weitere lärmarme Bauverfahren

Neben den genannten Bereichen mit identifizierten, größtenteils etablierten lärmarmen Bauverfahren wurden vor allem in der systematischen Literaturrecherche weitere Verfahren ermittelt, die einen Beitrag zur Lärmminderung leisten können. Oft handelt es sich dabei jedoch um Prototypen, Einzelfälle oder experimentelle Verfahren, sodass eine erfolgreiche flächendeckende Anwendung „in der Praxis“ oft noch aussteht.

Verschiedene Publikationen aus wissenschaftlichem Kontext beschreiben Anbaugeräte, die unter anderem auch eine Verbesserung der Effizienz und Arbeitssicherheit bestimmter Bauabläufe erreichen sollen. Als Beispiel sei ein Anbaugerät genannt, das bei der Installation von Betonrohren in Gräben unterstützen kann (Bernold & Li, 2003). Durch die gestiegerte Effizienz kann durch eine verringerte Bauzeit, eine verringerte Maschineneinsatzzeit und damit auch verringerte Geräuschemissionen erwartet werden.

In vielen Bereichen des Schallschutzes werden zudem Methoden der „Active Noise Cancelling“ (bzw. „Acive Noise Control“, ANC) betrachtet. Während diese Technik zum Beispiel in Innenräumen, in Kopfhörern oder in Schalldämpfern bereits zum Einsatz kommt, ist ein Einsatz im Freien derzeit nicht üblich. In einer Studie wurde unter Laborbedingungen der Einsatz von ANC auch im Baustellenkontext untersucht (Kwon, Park, Lee, Ahn, & Shin, 2016).

Das Forschungsprojekt EIV-Bau (Otto, et al., 2021; Hammel, et al., 2023) untersuchte die Übertragung des elektrodynamischen Elektro-Impuls-Verfahrens (EIV) aus dem Bergbau auf den selektiven Rückbau in sensiblen Bereichen des Bauwesens. Ziel war die Entwicklung einer umweltschonenden Rückbautechnologie, die Emissionen reduziert und hohe Selektivität bietet. Die Forschung zeigte, dass EIV insbesondere für Oberflächenbehandlungen, Schlitten und

Bohren geeignet ist, weniger jedoch für großflächigen Materialabtrag. Die Ergebnisse bieten eine Grundlage für weitere Studien zur Optimierung von EIV-Geräten und deren Anwendung.

4.6 Aktive Schallschutzmaßnahmen

Durch aktive Schallschutzmaßnahmen soll die Schallausbreitung von der Quelle, dem Emissionsort, zum lärmempfindlichen Empfänger, dem Immissionsort, verhindert werden. Entsprechende Schallschutzelemente sind auf dem Markt in einer Vielzahl unterschiedlicher Produkte und von verschiedenen Anbietern zu finden. Häufig können auch individuelle Anfertigungen notwendig sein, um einen wirksamen Schallschutz zu gewährleisten. Aktive Schallschutzmaßnahmen gegen Baulärm werden zumeist nur temporär gebraucht und müssen über ein gewisses Maß an Flexibilität verfügen. Grundsätzlich kann zwischen Schallschutzwänden/-wällen und Schallschutzeinhausungen unterschieden werden.

4.6.1 Abschirmung

Schallschutzwände/-wälle können bei Verwendung einen wesentlichen Lärminderungseffekt an den dahinterliegenden Nutzungen erzielen. Anspruchsvoller wird eine Lärminderung durch Schallschutzwände/-wälle in engen Siedlungsgebieten mit entsprechend hoher Bebauung. Hier sind die Abschirmelemente zum Teil sehr hoch auszuführen, damit diese auch einen Schallschutz in den oberen Stockwerken gewährleisten können. Bei hohen Schallschutzwänden ist dann jedoch häufig ein statischer Nachweis notwendig, um die möglichen Windlasten ausreichend in die Standsicherheit mit einbeziehen zu können. Temporär können lärmempfindliche Nutzungen mit z.B. einfacheren Konstruktionen aus Containern oder auch Schallschutzmatten an Bauzäunen abgeschirmt werden. Bei langanhaltenden Baustellen kann das Errichten einer gegründeten Wand sinnvoll sein. Hier ist zu beachten, dass die Gründung selbst auch zu einem erheblichen Baulärmeintrag für die Bauzeit der Gründung führen wird. Schallschutzwände/-wälle können Schallminderungen von bis etwa 10 dB ermöglichen, wodurch das Maß der Lärbetroffenheit deutlich abnimmt. Das Maß der Schallminderung ist von einer Reihe von Faktoren abhängig:

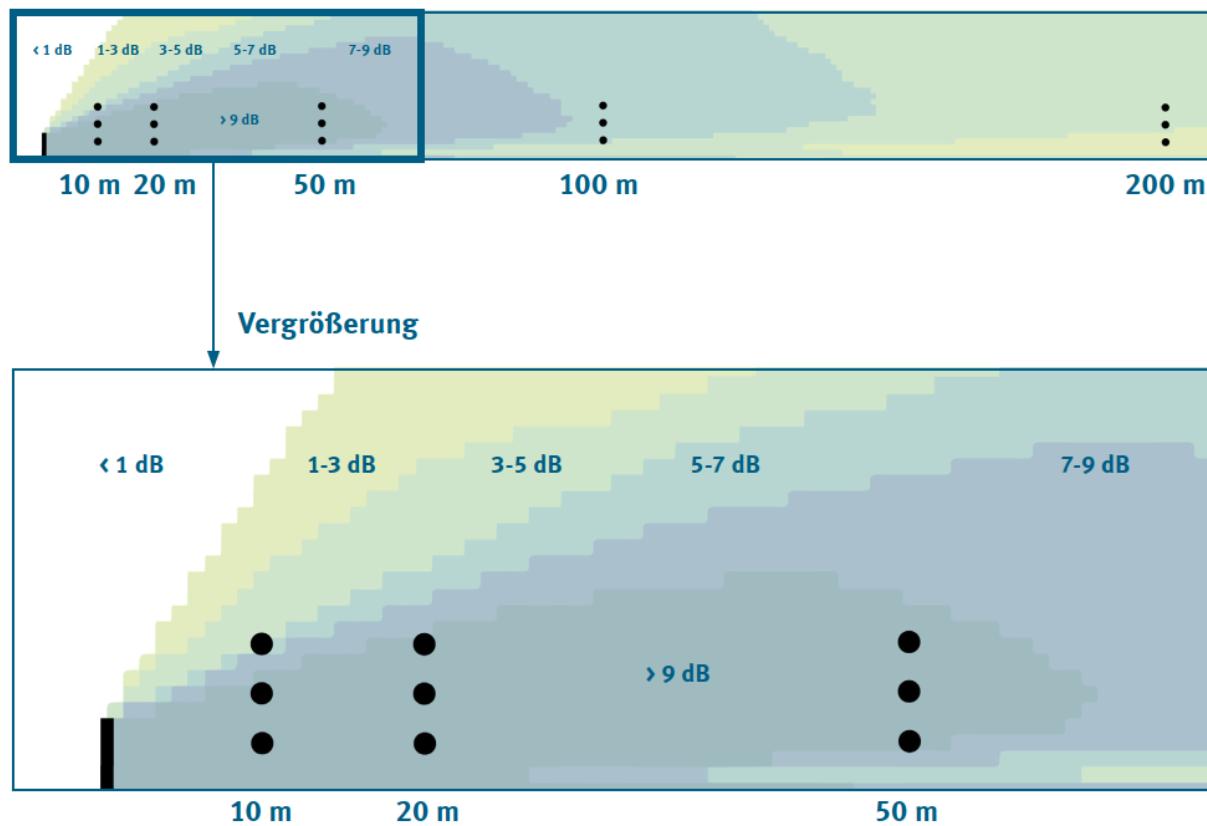
- ▶ Wandhöhe
- ▶ Wandlänge
- ▶ Schallquellenhöhe
- ▶ Abstand der Schallquelle zur Wand
- ▶ Abstand Immissionsort zur Wand
- ▶ Höhe Immissionsort
- ▶ Frequenzzusammensetzung Schallquelle
- ▶ Schalldämm-Maß der Wand im Bereich der Frequenzen der Schallquelle

Beispielhaft ist in Abbildung 20 die Wirkung einer Schallschutzwand über die Entfernung und die Höhe anhand eines vertikalen Schallimmissionsrasters dargestellt. Als Schallemittent wurde eine Linienschallquelle nahe der Schallschutzwand berücksichtigt.

In Abbildung 21 und Abbildung 22 sind beispielhafte Möglichkeiten von Schallschutzanlagen dargestellt.

Abbildung 20: Wirkung einer Lärmschutzwand mit rel. Höhe 4 m, Linienschallquelle, Immissionsorthöhen rel. 3 m, 6 m, 9 m

Schnittdarstellung der Pegelminderung, Lärmquelle und Wand links im Bild



Quelle: (Bachmeier, Eggers, & Heidebrunn, Lärmaktionsplanung - Lärminderungseffekte von Maßnahmen - Methode zur Abschätzung von Lärminderungspotenzialen, 2023), LÄRMKONTOR GmbH

Abbildung 21: Temporäre Schallschutzwand mit Stützen zur Gewährleistung der Standsicherheit



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Abbildung 22: Temporäre Schallschutzwand aus Containern



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.6.2 Einhausung

Aktive Schallschutzanlagen sind nicht nur in Form einer Wand umsetzbar, sondern können auch als Einhausung konstruiert werden. Bei der Konstruktion solcher Einhausungen ist zu beachten, dass diese möglichst geschlossen auszuführen ist. Sollte eine offene Seite für Belüftungszwecke notwendig sein, kann diese in eine Richtung orientiert werden, in der sich keine lärmempfindlichen Nutzungen befinden. Im besten Fall wird zudem wenigstens eine Innenseite der Einhausung schallabsorbierend ausgeführt, um Mehrfachreflexionen innerhalb der Einhausung zu vermeiden. Sofern eine vollständige Einhausung nicht möglich ist und der Lärm zum Beispiel über die Oberseite (fehlendes Dach) entweicht, sinkt die Wirkung deutlich.

Die Ausführung einer solchen Einhausung kann sowohl massiv mit herkömmlichen Materialien als auch mit speziell für diesen Einsatzzweck hergestellten Elementen, Folien und Membranen erfolgen. In den folgenden Beispielen sind einmal zwei Ausführungen gezeigt.

Das in Abbildung 23 dargestellte Beispiel zeigt eine im 24-Stunden-Betrieb laufende Separationsanlage, mit einer Gerüstkonstruktion und einer vorgehängten Fassade wodurch die Anlage weitestgehend eingehaust ist.

Im Beispiel der Abbildung 24 kam in direkter Nähe zur Wohnbebauung ein sehr lautes Höchstdruckwasserstrahlgerät zum Einsatz, welches nach wenigen Tagen in Betrieb eingehaust werden musste. Die Konstruktion wurde vor Ort individuell hergestellt. Dabei konnten Besonderheiten beim Platzbedarf innen, wie auch außen, berücksichtigt werden.

Abbildung 23: Eingehauste Separationsanlage



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Abbildung 24: Einhausung für die Anwendung eines Höchstdruckwasserstrahls in einem Wohngebiet



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.6.3 Schließen von Gebäudeöffnungen

Bei Arbeiten in geschlossenen oder teiloffenen Bereichen kann ein Verschließen von Gebäudeöffnungen einen relevanten Beitrag zur Lärmminderung liefern. Bestehende Gebäudeteile schirmen den Lärm in der Regel ausreichend ab, einzig über Gebäudeöffnungen - Fenster, Türen, Tore - findet eine relevante Lärmemission statt.

In dem in Abbildung 25 und Abbildung 26 dargestellten Beispiel wurde eine Öffnung eines innerstädtischen Parkhauses geschlossen, damit lärmintensive Nachtarbeiten im Inneren auch in Nähe zu schutzbedürftigen Nutzungen in der Nachbarschaft durchgeführt werden konnten. Arbeiten im Tagzeitraum waren nicht möglich, da Büronutzungen baulich mit dem Parkhaus verbunden waren. Eine erste Prüfung erfolgte mit Holzelementen (Abbildung 25). Im optimierten Fall (Abbildung 26) wurden schallabsorbierende und schalldämpfende Matten eingesetzt.

Abbildung 25: Geschlossene Öffnungen eines Parkhauses für Sanierungsarbeiten innerstädtisch



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Abbildung 26: Geschlossene Öffnungen eines Parkhauses für Sanierungsarbeiten innerstädtisch



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.6.4 Geeignete Materialien

Je nach Anwendungszweck und notwendiger Lärmminde rung ergeben sich die Anforderungen an die Materialien eines Schallschirms. Zudem stellen Faktoren, wie z.B. die notwendige Dauerhaftigkeit (abhängig davon, wie lange die Baustelle mit Lärmschutz betrieben wird), Anforderungen an das Material und die Befestigung wichtige Entscheidungsgrößen dar. Für Abschirmungen und Einhausungen können verschiedene Materialien zum Einsatz kommen, die jeweils Vor- und Nachteile auf die zu erzielende Lärmminde rung aufweisen können.

Massive Systeme, wie Stahlbeton, Mauerwerk und Gabionen, bieten eine in der Regel gute Lärmminde rung durch Schalldämmung. Die Systeme sind jedoch in der Regel nicht absorbierend, sodass unerwünschter Schall wiederum reflektiert werden kann und zu einer Pegelerhöhung führen kann. Diese Systeme sind in der Regel aufwändig in der Herstellung, zum Teil kostenintensiv und nicht flexibel. Es lassen sich ggf. Strukturen auf der Baustelle nutzen: Gebäude werden bis zum Abriss als Schallschutz genutzt oder als Schallschutz zuerst errichtet (siehe räumlich-organisatorische Maßnahmen).

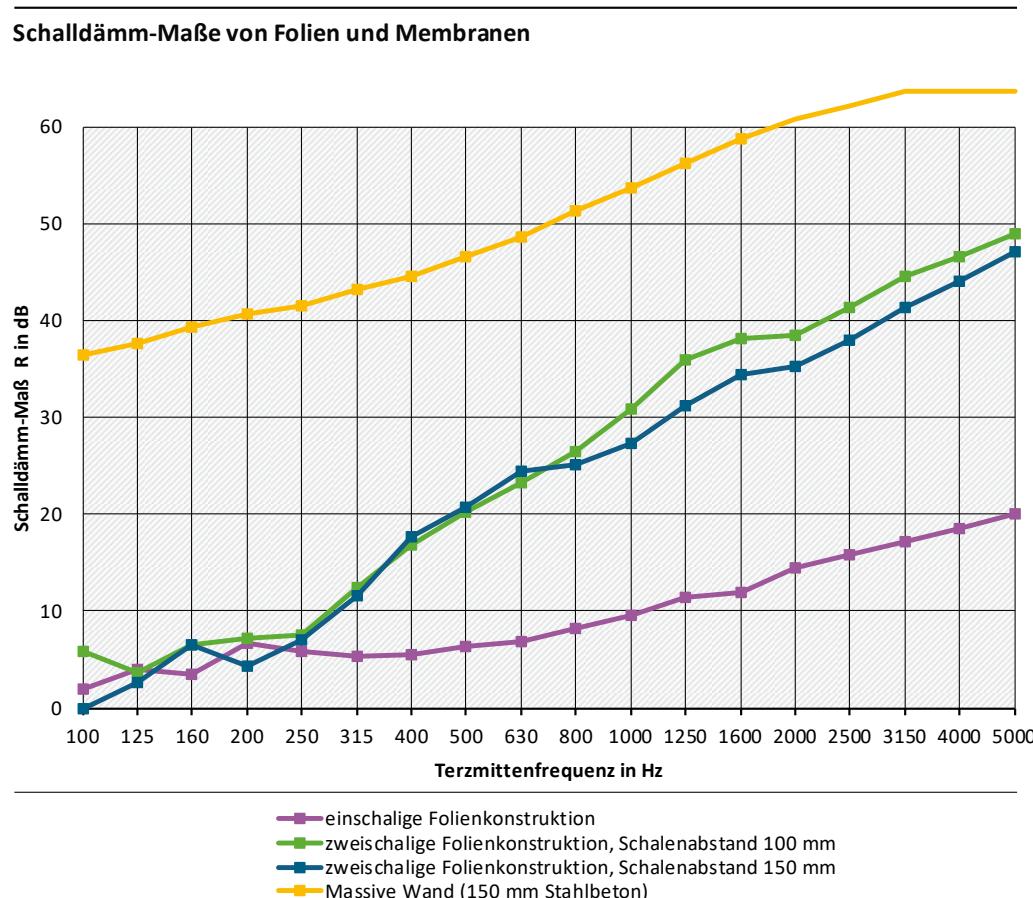
Weitere Systeme basieren auf einer flexibleren Gestaltung anhand von Stützen, Platten, Membranen und Planen. Die Grundkonstruktion ist nach statischen Anforderungen herzustellen. Hier spielen Gewicht der Abschirmungen, Untergrund, aber auch z.B. abzufangende Windlasten eine wesentliche Rolle. Die Abschirmung selbst kann aus Sandwichpaneelen sowie Kunststoff- oder Metallplatten bestehen. Seit mehreren Jahren im Einsatz sind auch Systeme mit Membranen und Folien. Diese können zum Teil auch transparent ausgeführt werden. Je nach

Ausführung sind sie ein- oder mehrlagig, mit Absorptionsmaterial belegt oder mit Dämmmaterial gefüllt.

Untersucht wurden verschiedene abschirmende Folien und Membrane von der Universität Stuttgart sowie dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik (Haltenorth, Weber, Leistner, & Mehra, 2007). Das Schalldämm-Maß verschiedener betrachteter Systeme ist in der folgenden Abbildung 27 dargestellt. Es zeigt sich, dass sowohl Folien als auch Membranen bei niedrigen Frequenzen ein sehr geringes Schalldämm-Maß aufweisen. Höhere Schalldämmungen sind erst bei Membranen zu erwarten. Unter Membranen werden dabei leichte und biegeweiche Bauteile verstanden, die zumeist mehrlagige Konstruktionen darstellen.

Es kann jedoch bereits ein geringes Schalldämm-Maß von weniger als 10 dB bei Schallschutzschilden in kritischen Fällen relevant zur Lärmreduzierung beitragen. Eine Minderung von 10 dB entspricht einer Reduzierung der Einwirkzeit um 90 %. Prognosen im Rahmen des genannten Projekts zeigen, dass sich der von der Schalldämmung beeinflusste Transmissionsanteil (also jener Schall, der durch die Wand hindurchgeht) in Abhängigkeit der flächenbezogenen Masse verändert. Mit zunehmender Masse nimmt der Transmissionsanteil ab, während der Beugungsanteil (also jenem Anteil, der um die Wand herumgeht) konstant bleibt. Entsprechend liefert der Beugungsanteil, ab einer situationsabhängigen flächenbezogenen Masse der Lärmschutzfolie/-membran, den schalltechnisch relevanten Anteil zum Gesamttransmissionspegel. In einzelnen Fällen kann damit selbst eine Stahlbetonwand mit einem deutlich höheren Schalldämm-Maß die zu erreichende Minderung nur marginal erhöhen.

Abbildung 27: Schalldämm-Maß von Folien und Membranen



Quelle: nach "Neuartige Maßnahmen zur Minderung von Baulärm - Systeme, Methoden, Wirkungen", erweitert um eigene Daten

4.7 Zeitlich-organisatorische Maßnahmen

Die zeitliche Organisation einer Baustelle ist von vielen Rahmenbedingungen abhängig. Neben z.B. betrieblichen Rahmenbedingungen kann auch aus Gründen des Lärmschutzes die zeitliche Organisation einer Baustelle relevant sein. Die Begrenzung der Arbeitszeiten der gesamten Baustelle oder auch nur der Einsatzzeiten eines lauten Baugerätes oder eines lauten Bauverfahrens bedarf einer Abwägung. Änderungen der täglichen Dauer einer Baustelle oder der Einsatzzeit eines besonders lauten Gerätes wirken sich auf die Gesamtdauer der Baustelle in zusätzlichen Wochen oder Monaten aus.

Grundsätzlich ist beim Schutzanspruch zwischen dem Tagzeitraum (7:00 Uhr bis 20:00 Uhr) sowie dem Nachtzeitraum (20:00 Uhr bis 7:00 Uhr) zu unterscheiden. Die Immissionsrichtwerte liegen nachts um 15 dB unter jenen des Tagzeitraums (mit Ausnahme von Industriegebieten (identisch) und Kurgebieten (10 dB)).

Einschränkungen der Arbeitszeiten für lärmintensive Arbeiten können zudem noch getrennt für bestimmte Wochentage (z.B. einschließlich Samstag) und auch für die Jahreszeiten betrachtet werden. Neben der rechnerischen Lärmbelastung kann damit auch die wahrgenommene Lärmelastigung verringert werden. Im Sommer ist mit einer intensiveren Nutzung von Aufenthaltsbereichen im Freien (Terrasse, Balkon) zu rechnen. Im Winter, wenn wegen der Außentemperaturen auch in der Regel Fenster geschlossen sind, ist die Toleranz gegenüber Baulärm ggf. höher.

Veränderung der Bauzeit

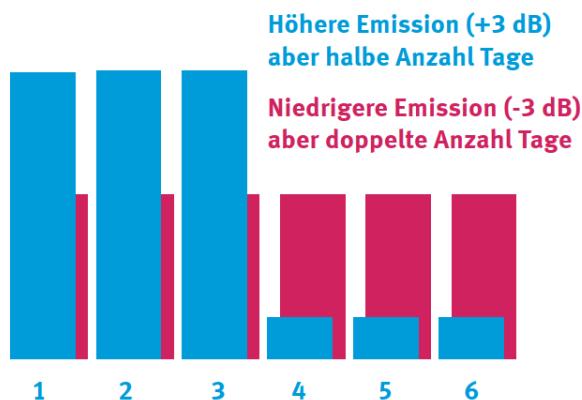
Eine Verdoppelung von gleichartigen Lärmquellen führt zu einer Emissionszunahme um 3 dB. Diese Pegelzunahme tritt auch ein, wenn z.B. im Tagzeitraum die Baustellentätigkeit verdoppelt wird (z.B. durch eine doppelte Anzahl an Maschinen, An- und Abfahrten etc.).

Sofern die Immissionsrichtwerte nicht ausgeschöpft werden, kann eine Verringerung der Gesamtzahl an Arbeitstage für die gesamte Baustelle bei Erhöhung der Lärmemissionen angestrebt werden. Die Nachbarschaft ist dann insgesamt schneller wieder frei von angrenzenden Baustellen.

Bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte kann eine Verringerung der täglichen Bautätigkeit eine Verringerung der Lärmemissionen, aber gleichzeitig eine Erhöhung der Arbeitstage bewirken.

Bezüglich der Lärmelastigung von Anwohnenden ist eine Abwägung zu erstellen, ggf. im Dialog mit den Betroffenen (Information der Betroffenen).

Abbildung 28: Veränderung der Bauzeit



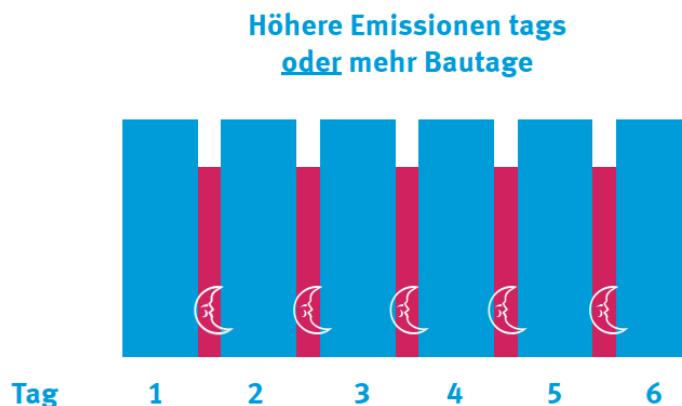
Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Verzicht auf Nachtarbeiten

Ein Verzicht auf Nachtarbeiten stellt für den Lärmschutz in besiedelten Gebieten bei einer Baustellenplanung ein sehr wichtiges Ziel dar. Aufgrund der hohen Lärmsensibilität der in der Nachbarschaft Wohnenden während üblicher Schlafzeiten und der daraus abgeleiteten, deutlich geringeren Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm sind hier hohe Anforderungen an den Lärmschutz zu stellen. Es wäre z.B. möglich, laute Arbeiten in den Tagzeitraum und leisere Tätigkeiten in den Nachtzeitraum zu planen.

In kritischen Lagen sollten Nachtbaustellen mit relevanten Lärmemissionen in der Regel nur aufgrund von zwingenden Umgebungsbedingungen (z.B. Sperrungen von Verkehrswegen, Gefahr in Verzug) durchgeführt werden.

Abbildung 29: Vermeidung oder Verringerung der Nacharbeit

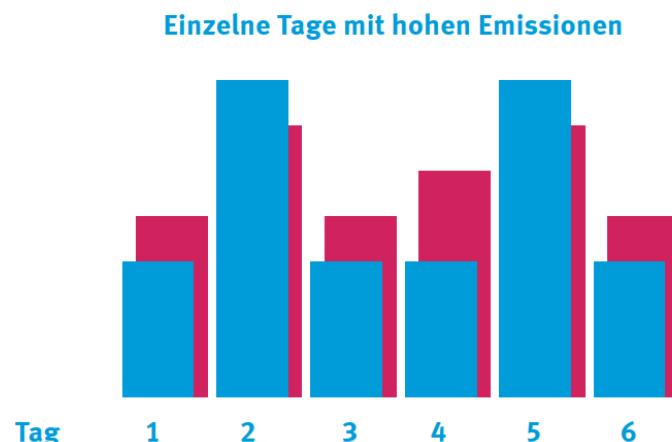


Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Zeitlich optimierte Bauplanung

Laute Bauphasen, hervorgerufen durch laute Bauverfahren oder den Einsatz lauter Baumaschinen, können zeitlich zusammengelegt werden. Dies führt bei zwei parallel betriebenen lauten Geräten statt einem oder vier statt zwei lauten Geräten maximal zu einem Anstieg des Baulärms in der Nachbarschaft um 3 dB. Insgesamt werden aber weniger lärmintensive Bautage während der Ausführungszeit entstehen. An den übrigen Tagen wird ein deutlich geringerer Lärmpegel von der Baustelle ausgehen.

Abbildung 30: Bündelung oder Verteilung von Emissionen



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

4.8 Räumlich-organisatorische Maßnahmen

Im Rahmen der Planung einer Baustelle kann diese auch unter dem Gesichtspunkt der Lärmvermeidung bzw. Lärmverminderung vorgenommen werden. Welche Maßnahmen in Hinblick auf einen möglichen Schallschutz zielführend und am effektivsten sind, kann in einem Schallschutzbüro erarbeitet werden. Grundsätzlich können die nachfolgenden Aspekte bei der Baustellenplanung mitberücksichtigt werden.

Verlagerung lärmintensiver Tätigkeiten

Bauelemente werden passend zugeschnitten, auf der Baustelle angeliefert und nicht vor Ort z.B. durch lärmintensive Tätigkeiten angepasst.

Beim Abbruch wird auf das lärmintensive Zerkleinern größerer Elemente (Betonelemente, Stahlträger) vor Ort weitgehend verzichtet. Sie werden abtransportiert und erst auf einem geeigneten Gelände außerhalb des Baustellengeländes, entfernt von lärmempfindlicher Nutzung, zerkleinert oder zertrennt.

Optimierung von Gerätetestandorten

Standorte von lauten stationären Geräten (Pumpen, Generatoren, Separationsanlagen, Brecher etc.) können so gewählt werden, dass diese möglichst weit entfernt zu lärmempfindlichen Nutzungen liegen. Auch können diese hinter Gebäuden oder Baucontainern geplant werden, wodurch der Schall entsprechend zu den lärmempfindlichen Nutzungen hin abgeschirmt wird.

Bündelung von Lärmquellen

Mehrere Lärmquellen könnten räumlich nah beieinander aufgestellt werden. Damit verringert sich ggf. die verlärzte Fläche. Zudem sind insbesondere bei stationären Quellen Maßnahmen wie Abschirmungen effektiver umsetzbar.

Fahrwegoptimierung

Fahrwege für Ver- und Entsorgungsfahrzeuge können so geplant werden, dass ein Rückwärtsfahren und Rangieren vermieden wird. Auch sollten Wege sowie Ein- und Ausfahrten möglichst nicht entlang von empfindlichen Nutzungen geführt werden. Damit verringern sich in der Regel die Lärmemissionen.

Vermeiden von Transportwegen

Das Flächenmanagement kann dahingehend optimiert werden, dass Transportwege innerhalb der Baustelle vermieden oder möglichst verringert werden.

Eine Vermeidung oder Verringerung von Materialver- und -entsorgung kann durch Massenausgleich angestrebt werden. Eine Wiederverwendung von ausgebauten Materialien an der Ausbaustelle ist anzustreben.

Wahl von Transportwegen auf öffentlichen Straßen

Zur Vermeidung von Lärmgefährdeten und Lärmbelästigung entlang von öffentlichen Straßen sollten die Transportwege so gewählt werden, dass z.B. Wohngebiete gemieden werden. Auf bereits stark befahrenen Straßen führt ein Mehrverkehr in der Regel zu keinen relevanten Erhöhungen der Lärmemissionen.

Nutzung von Abschirmwirkungen

Ortsfeste Baustelleneinrichtungen (Sozialcontainer, Zwischenlagerflächen für Bodenaushub oder Baustoffe etc.) können so angeordnet werden, dass dadurch schutzbedürftige Bereiche vor Lärm geschützt werden.

Ein Abbruch könnte so geplant werden, dass Gebäudeteile, die Schallschutzfunktionen übernehmen können, erst am Schluss abgebrochen werden.

Die Errichtung eines Neubaus kann in der Reihenfolge vorgenommen werden, dass Gebäudeteile, die vor Lärm schützen können, zuerst errichtet werden.

Ein temporärer Oberbodenabtrag kann in Form eines Erdwalls gelagert werden und damit für eine Schallabschirmung sorgen.

4.9 Baustellendisziplin

Grundsätzlich kann auf einer Baustelle eine Baustellendisziplin zur Vermeidung von Lärmkonflikten mit der Nachbarschaft etabliert werden. Dabei geht es um verhaltensbedingt verursachte Lärmemissionen. Diese werden zwar zumeist nicht Bestandteil einer Schallimmissionsprognose und wirken sich damit nicht auf den Beurteilungspegel aus, stellen aber nicht selten ein erhebliches Ärgernis für die Nachbarschaft dar. Hier sollte zu Beginn der Baustelle durch einen Baulärmverantwortlichen ein Bewusstsein zur Lärmvermeidung bzw. zur Vermeidung von Störgeräuschen geschaffen werden. Dabei sind erfahrungsgemäß folgende Sachverhalte relevant:

- ▶ Ungenutzte Maschinen sind abzuschalten (z.B. Geräteträger, Bagger, Lkw während der Beladung).
- ▶ Materialien sind nicht geräuschintensiv aus hohen Höhen abzuladen.
- ▶ Das Schreien, Rufen und Hupen ist zu vermeiden. Es sind ausreichend andere Kommunikationsmöglichkeiten vorzusehen.
- ▶ Bei der Nutzung von Radios/Musikanlagen ist auf eine angemessene Lautstärke zu achten.
- ▶ Ortsungebunden laute Arbeitsvorgänge, wie z.B. das Zuschneiden von Betonteilen, können hinter Containern oder Baumaterial durchgeführt werden, so dass die Tätigkeit in der Nachbarschaft weniger störend empfunden wird.
- ▶ Der Signalton von Baufahrzeugen beim Rückwärtsfahren ist durch durchgängige Fahrwege zu vermeiden oder bei Unvermeidbarkeit, wenn möglich, abzuschalten. Dabei sind die Vorgaben des Arbeitsschutzes, z.B. durch das Einweisen durch eine zweite Person, zu berücksichtigen.
- ▶ Die Baugeräte sind vom Personal immer in einem technisch einwandfreien Zustand zu halten bzw. nur in einwandfreiem Zustand zu betreiben (siehe zum Wartungszustand auch Kapitel 4.4).
- ▶ Geräuschintensive Arbeiten sind in den vereinbarten Zeiten durchzuführen, z.B. nicht vor 7:00 Uhr, wenn Nacharbeit nicht vereinbart ist, oder nicht zwischen 12:00 Uhr und 13:00 Uhr, wenn eine Mittagsruhe abgesprochen wurde.

4.10 Informationen der potenziellen Baulärm betroffenen

Neben den eigentlichen Maßnahmen zum Schutz vor Baulärm stellt eine frühzeitige Kommunikation zur geplanten Baumaßnahme für die potenziell Lärm betroffenen ebenfalls eine sehr wirksame Möglichkeit zur Konfliktvermeidung dar. Dabei geht es darum, die Betroffenen bei der Baustelle „mitzunehmen“. Über die nachfolgend aufgeführten Inhalte sollte informiert werden:

- ▶ Beginn des Bauvorhabens
- ▶ Erläuterung/Notwendigkeit des Bauvorhabens
- ▶ Eingesetzte Bauverfahren und besonders laute Ereignisse
- ▶ Lärmrelevante abweichende Ereignisse von der „Regelbaustelle“
- ▶ Geplante Arbeitszeiten (Tage/Uhrzeiten)
- ▶ Dauer der Gesamtmaßnahme

Es ist zu beachten, dass neben den notwendigen sachlichen Fakten auch die emotionalen und persönlichen Komponenten der Betroffenen zu würdigen sind.

Auch die Nennung besonderer Umstände kann die Akzeptanz für Bautätigkeiten erhöhen. Dies können zum Beispiel Anforderung der Straßenverkehrsbehörde oder bautechnische und organisatorische Gründe sein. Im Folgenden sind einige Beispiele für kurze Informationstexte dargestellt, die in vergleichbarer Form in der direkten Kommunikation mit den Anwohnenden genutzt wurden.

Beispieltexte zur Betroffeneninformation

In der Nacht vom ... zum ... wird ein Abbruchbagger zur Baustelle geliefert. Die Anlieferung muss auf Vorgabe der Straßenverkehrsbehörde durch die Straße ... erfolgen, da eine Einfahrt aus Richtung ... zu eng ist.

...

Seit dem ... erfolgt mit Hilfe eines Longfrontbaggers der oberirdische Abbruch. Die Arbeiten werden ca. 8-10 Wochen andauern. Im Anschluss werden die Keller abgebrochen und die Baugrube hergestellt.

...

In der Zeit vom ... bis ... finden Abbrucharbeiten an den Brücken über die Autobahn A... statt. Damit verbunden ist eine Vollsperrung der Autobahn. Um die Bauzeit und damit die Sperrzeit zu begrenzen, kommt es im genannten Zeitraum nachts zu Bautätigkeiten.

...

Im Zeitraum vom ... bis ... kommt es wegen notwendiger, nicht zu unterbrechender Betonierungsarbeiten auch in den frühen Abendstunden noch zu Bautätigkeiten. Die Arbeiten werden jeweils von 7:00Uhr bis 22:00 Uhr andauern. Nach 22:00 Uhr werden keine lärmintensiven Tätigkeiten durchgeführt.

Durch das aktive Einbeziehen der beteiligungswilligen Betroffenen in die Planung von Lärminderungsmaßnahmen entsteht ein unmittelbarer Bezug zum Vorhaben, der eine höhere Akzeptanz bewirken kann. Ein konkreter Ansprechpartner der telefonisch oder per E-Mail immer zu erreichen ist, bildet die Grundlage für ein konfliktvermeidendes Beschwerdemanagement.

Zusätzlich zur Information der Betroffenen über Handzettel, Flyer oder Internetauftritte und einem aktiven Beschwerdemanagement bieten sich für die Aktivierung von Betroffenen auch öffentliche Informationsveranstaltungen an. Hier sollten alle relevanten Ansprechpartner

(Bauherr, Planer, Gutachter etc.) anwesend sein. Dabei ist auf ein ausgeglichenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen der Beteiligungsmaßnahmen im Hinblick auf den Umfang des Bauprojekts, dessen Dauer und Auswirkungen auf die Betroffenen zu achten.

Zu einem aktiven und guten Beschwerdemanagement gehört dabei, dass das Anliegen des Beschwerdestellenden schnell und lösungsorientiert behandelt und so ein positiver Eindruck vermittelt wird. Dabei ist eine niedrigschwellige Möglichkeit für die Einreichung von Beschwerden und eine fristgerechte und transparente Bearbeitung der Beschwerde notwendig.

4.11 Baulärmmonitoring

Nachdem eine Baustelle geplant und in Betrieb gegangen ist, kann ein Baulärmmonitoring einen lärmreduzierenden und konfliktvermeidenden Beitrag leisten. Sind, aufgrund zuvor durchgeführter schallschutzfachlicher Betrachtungen, Schallimmissionskonflikte in der Nachbarschaft zu erwarten, kann eine messtechnische Baulärmüberwachung hilfreich bei der „Lärmeinschätzung“ und Vertrauensbildung in der Nachbarschaft sein. Dabei kann das Monitoring dienen...

- ▶ ...zur Identifikation und Dokumentation besonders lauter und vielleicht unnötiger Schallereignisse und
- ▶ ...zum Nachweis der Einhaltung bestimmter, in einem Beschluss festgelegter Grenzwerte, die häufig aufgrund einer Abwägung von den Richtwerten der AVV Baulärm losgelöst sind.

Beides, und hier liegt die Chance zur Konfliktvermeidung mit der Nachbarschaft, macht die Lärmauswirkungen der Baustelle für die betroffene Nachbarschaft transparent und fördert das Vertrauen in die Bauverantwortlichen.

Für das Monitoring wird eine oder werden mehrere Messstationen im Umfeld der Baustelle errichtet. Diese zeichnen dann über einen ganzen Tag, also 24 Stunden, alle Geräusche auf. Es werden dabei auch Geräusche aufgezeichnet, die nicht originär der Baustelle zuzurechnen sind. Repräsentative Messorte sind daher möglichst an Standorten vorzusehen, an denen weitestgehend nur die Baustellengeräusche aufgezeichnet werden können. Diese sind gemäß AVV Baulärm in einem Taktmaximalverfahren L_{AFT} für ein Zeitintervall von jeweils 5 Sekunden zu erheben. Damit wird dem besonders impulshaltigen Charakter von Baustellengeräuschen Rechnung getragen. Besondere Berücksichtigung finden so laute Einzelgeräuschereignisse, wie z.B. klappernde und schlagende Geräusche, die besonders störend wirken. Zudem ist durch das Messgerät die genaue Tageszeit zu erfassen.

Kommt es nun zu einer Beschwerde über zu hohe Lärmbelastungen an einem bestimmten Tag und vielleicht zu einer bestimmten Uhrzeit, kann diese Beschwerde mit Hilfe der aufgezeichneten Messergebnisse kurzfristig analysiert werden. Im Rahmen der Aufzeichnung der Messergebnisse ist auch immer die parallele Aufzeichnung eines Audiosignals zur Identifizierung der Herkunft des Geräusches zu empfehlen.

Ziel einer entsprechenden Messdatenauswertung sollte es sein, das als störend empfundene Lärmereignis zu identifizieren und anschließend zu prüfen, ob dies abzustellen ist oder gemindert werden kann. Beispielhaft seien hier einige Beispiele genannt:

- ▶ Beginn der Arbeiten vor einer vereinbarten Zeit (z.B. vor 7:00 Uhr) oder Enden der Arbeiten nach einer vereinbarten Zeit (z.B. nach 18:00 Uhr)
- ▶ Räumliche Verlagerung von lauten Arbeitstätigkeiten (wie z.B. Handkreissäge, Trennschleifer)

- ▶ Verwendung lauter Baumaschinen oder Verfahren, die gemäß vertraglicher Vereinbarungen zum Schutz der Nachbarschaft vor Lärm nicht zum Einsatz kommen sollen
- ▶ Vermeidung des Fallenlassens von Bauteilen aus großer Höhe
- ▶ Laufenlassen des Motors im Leerlauf
- ▶ Rückwärtsfahrwarner im Nachtzeitraum
- ▶ Defekte Arbeitsgeräte oder falsche Nutzung
- ▶ Rufen, Hupen sonstige Signalgeräusche

Ein Baulärmmonitoring kann bei den auf der Baustelle Arbeitenden zu einer Verbesserung der „Baustellendisziplin“ führen, da diese stärker in den Fokus genommen wird. Das leistet im Ergebnis einen positiven Beitrag zur Lärmreduzierung.

5 Baustellen im Gleisbau

Grundsätzlich gelten eine Reihe der bis hierher beschriebenen Maßnahmen zur Umsetzung einer lärmreduzierten Baustelle auch für den Gleisbau. Im Gleisbau werden jedoch, im Gegensatz zu den bisher betrachteten Baustellenarten, eine Reihe anderer Baumaschinen oder Bauverfahren eingesetzt. Zu den Bauverfahren, durch die auch erhebliche Geräuschemissionen verursacht werden können, zählen:

- ▶ Neubau von Gleisen bzw. Schienenwegen
- ▶ Erneuerung von Gleisschotter, Schwellen oder Gleisen (Streckenerhaltung, -sanierung)
- ▶ Fahrdrähtwechsel oder Wartung des Fahrdrähts
- ▶ Wartung von Schienen und Weichen

Neben diesen Aufgabengebieten umfassen Baustellen im Gleisbereich noch Tätigkeiten im Rahmen der Sichtprüfung, der Zustandsbeurteilung und des Störungsmanagements. Die entsprechenden Tätigkeiten in diesen Aufgabenfeldern sind im Gegensatz zu den o.g. vier Typen von Bahnbaustellen in der Regel als schalltechnisch weniger relevant einzustufen.

Für die lärmintensiveren Bauverfahren und die entsprechend eingesetzten, zum Teil gleisgebundenen Baumaschinen, wurden im Rahmen des Projektes auch lärmreduzierte Alternativen gesucht und gefunden. Zu den kleineren Baumaschinen zählen dabei z.B. Schienen- und Weichenschleifmaschinen, Gleishebemaschinen oder auch Maschinen zum Umsetzen von Gleisen. Diese Geräte wurden in der Vergangenheit und zum Teil auch heute in Hinblick auf eine einfache Handhabung, eine wenig störanfällige Nutzung, guten Instandhaltungsmöglichkeiten sowie einer langen Nutzungsdauer konzipiert.

In Abbildung 31 ist als Beispiel für diese Entwicklungsziele eine simple Schienen- und Weichenschleifmaschine, wie sie vielfach immer noch im Einsatz ist, dargestellt. Die wartungsarme und leicht instandzuhaltende Konstruktion verfügt dabei über keinerlei Abschirmung an der Antriebs- oder Schleifeinheit. Erkennbar ist der frei liegende Verbrennungsmotor sowie kaum vorhandene schalldämpfende Anbauteile (Auspuff, Motorgehäuse) und der frei liegende Schleifstein. Entsprechend hoch ist bei solchen Geräten auch die Schallimmissionsbelastung der Umgebung. Die Entwicklung dieser und anderer Geräte im Sinne eines lärmreduzierten Betriebs war in der Vergangenheit keine formulierte Zielvorgabe bei der Entwicklung.

Abbildung 31: Ausführung einer Schienen- und Weichenschleifmaschine ohne Maßnahmen zur Schallminderung



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Soll es auch im Gleisbau zukünftig leiser werden, sind primär die Baugeräte als Lärmquelle zu optimieren. Maßnahmen auf dem Schallausbreitungsweg (z.B. Schallschutzwände) sind für einen lärmreduzierten Gleisbau zwar auch relevant, jedoch ist häufig aufgrund der Maschinengröße, der Platzbedarfe und Sicherheitsanforderungen im Gleisbereich sowie der Tatsache von häufigen Streckenbaustellen, der Geräuschreduzierung an der Quelle, also am Baugerät, primär Vorrang zu geben.

Bei den Geräteherstellern zum Gleisbau kommt es seit einigen Jahren zu einem Umdenken in Hinblick auf die Herstellung emissionsarmer Baugeräte bzw. Baumaschinen. Die Auslöser sind hier die von der lärmbevölkerten Bevölkerung zunehmend vorgebrachten Beschwerden und die technischen Möglichkeiten, die Geräte durch Elektrifizierung leiser zu bekommen. Aber auch die Anforderung an den CO₂- und abgasreduzierten Betrieb einer Baustelle haben die Entwicklung emissionsarmer Baugeräte auch im Gleisbau gefördert. So können heute eine Reihe von Geräten bei verschiedenen Herstellern in elektrischer Ausführung erworben werden, die, neben einem reduzierten Luftsabstoffs, auch einen leiseren Betrieb ermöglichen. Als Beispiele sind hier akkubetriebene Hochdruck-Hydraulikaggregate, vertikale Schwingstopfer oder Schienenbahnsägen zu nennen. Auch für Gleishebemaschinen oder Schienenkopf-Konturschleifmaschinen lassen sich auf dem Markt inzwischen lärmgedämmte oder elektrische Ausführungen finden.

Abbildung 32: Schienengebundene Baumaschine zum Stopfen von Gleisen



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

Für das Stopfen von Gleisen, die Oberbauinstallation, die Schotterbettreinigung und Untergrundbearbeitung sowie die Schienenwartung kommen sehr leistungsstarke schienengebundene Maschinen zum Einsatz. In Abbildung 32 ist als Beispiel für solche bahngebundenen Baumaschinen eine moderne Universalstopfmaschine, allerdings konventionell, in diesel-hydraulischer Ausführung dargestellt.

Bei solchen Baumaschinen erweist sich häufig der leistungsstarke Dieselmotor als Hauptlärmquelle. Aus diesem Grund sind auch diese Geräte in den letzten Jahren als Teil oder vollständig elektrifizierte Varianten bis zur Serienreife entwickelt worden. Dabei wird die notwendige Menge elektrischer Energie entweder über den Fahrdräht oder auch über eine umfangreiche Akkutechnik innerhalb der Baumaschine zur Verfügung gestellt. Diese Technik findet Anwendung in

- ▶ Instandhaltungsfahrzeugen für den Oberleitungsbau
- ▶ Gleisstopfmaschinen
- ▶ Schienenschleifgeräten

Darüber hinaus bieten die Hersteller auch Reinigungs- und Umbauzüge an, die mit gummierten Wänden die Geräusche in den Silo- und Materialfördereinheiten beim Durchlauf des Schotters reduzieren. Diese werden aufgrund des enormen Leistungsbedarfes weiterhin nur im Dieselbetrieb angeboten. Jedoch ergibt sich auch für diese Maschinen von anderer Seite ein Lärminderungspotenzial dadurch, dass die Baustelle gleisgebunden betrieben wird. Dadurch sind keine separaten Lkw und Bagger in großer Stückzahl auf den Zubringerstraßen unterwegs, die entsprechend notwendige Materialien anliefern und diese einbauen.

Die in den vorangegangenen Kapiteln 4.7 und 4.8 für allgemeine Baustellen beschriebenen zeitlichen und räumlichen, organisatorischen Maßnahmen können eingeschränkt auch auf Baustellen im Gleisbau übertragen werden. Die zeitliche Einschränkung durch Sperrpausen zur weitgehenden Aufrechterhaltung des Schienenverkehrs und die räumliche Begrenzung auf Schienenabschnitte erschwert jedoch die Umsetzung der beschriebenen Maßnahme. So ist die Begrenzung der Arbeitszeiten einer ganzen Baustelle oder einzelner Baumaschinen, mit der sich daraus ergebenden Verlängerung der Bauzeit, oft nicht mit der durch Sperrpausen verfügbaren Zeiträume vereinbar. Auch die enggesetzten Zeiträume machen durch Sperrpausen eine Nachtarbeit für lärmintensive Arbeiten erforderlich. Zum Teil ist im Tagzeitraum der Personenverkehr aufrecht zu erhalten, auch um besonders in den Ballungsräumen eine Überlastung der Straßeninfrastruktur zu vermeiden. Die zeitliche Zusammenfassung von mehreren lärmintensiven Arbeiten ist dagegen, unter Berücksichtigung räumlicher und betrieblicher Aspekte, auch für Baustellen im Gleisbau eine geeignete Maßnahme, um die ggf. höhere Belastung der Umgebung auf einen kürzeren Zeitraum zu begrenzen.

Räumlichen, organisatorischen Maßnahmen, wie die Verlagerung lärmintensiver Tätigkeiten, werden im Gleisbau zum Teil bereits umgesetzt, indem Elemente für Weichen im zusammengebauten Zustand verbaut oder der Schienenstrang in passender Länge eingesetzt wird. Ein lärmintensives Zuschneiden ist in der Regel nicht mehr notwendig. Eine Optimierung der Gerätestandorte ist dagegen schwieriger umzusetzen, da es bei schienengebundenen Baumaschinen wenig Spielraum für andere Standorte gibt. Hier kann jedoch bei mehrgleisigen Abschnitten ggf. ein Abschirmungseffekt von größeren Baumaschinen gegenüber kleineren Baumaschinen genutzt werden. Dies kann auch zu einer Bündelung von Lärmquellen führen, die in der Summe zwar zu einer höheren Lärmbelastung führen, dies aber über einen insgesamt kürzeren Zeitraum. Kommen beim Gleisbau auch nicht schienengebundene Baumaschinen zum Einsatz, kann eine Optimierung von Fahrwegen oder die Verlagerung der Baumaschinen auf die Schiene eine weitere Maßnahme zur Reduzierung der Lärmbelastung darstellen. Bei der Fahrwegoptimierung kann z.B. darauf geachtet werden, dass Lieferverkehre über öffentliche Straßen (mit hoher Auslastung) geführt werden, um durch den Zusatzverkehr keine deutlichen Anstiege der Verkehrszahlen und somit der Lärmbelastung im lärmsensiblen nahen Baustellenumfeld zu bewirken.

Die Berücksichtigung von aktiven Schallschutzmaßnahmen ist im Gleisbau zum Teil schwieriger umzusetzen als bei herkömmlichen Baustellen. Durch ihren häufig wandernden Charakter und teilweise große Ausdehnung von Gleisbaustellen ist der Einsatz von Schallschutzwänden nur lokal und ggf. als mobile Variante sinnvoll. Da an Schienenwegen oft auch schon Schallschutzmaßnahmen in Form von Schallschutzwänden vorhanden sind, können diese in der Planung berücksichtigt werden. Die Erneuerung dieser vorhandenen Schallschutzmaßnahmen sollte dabei den lärmintensiven Bauphasen immer voran- oder nachgestellt werden. Die DB Netz AG hat zu möglichen Maßnahmen zum Schutz gegen Lärm in der Vergangenheit auch ein Forschungsvorhaben durchgeführt. Das Vorhaben mit dem Titel „Initiative Lärmschutz-Erprobung neu und anwendungsorientiert“ (kurz I-LENA) befasst sich auch umfänglich mit Schallschutzeinrichtungen auf dem Ausbreitungsweg bei der Umsetzung von Gleisbaustellen.

Im laufenden Baustellenbetrieb stellt das Baulärmonitoring auch beim Gleisbau eine weitere Schallschutzmaßnahme dar. Durch Identifizierung besonders lauter Vorgänge im Zusammenspiel mit Lärmbeschwerden von Anrainern können störende Prozesse ermittelt und ggf. optimiert oder sogar ganz beseitigt werden.

Die Neuerstellung bzw. der Umbau oder die Sanierung von Bahnsteigen/Bahnhöfen zählen nicht direkt zum Gleisbau. Dennoch können die genannten Hinweise zum Erreichen einer lärmreduzierten Baustelle auch auf diesen Anwendungsfall übertragen werden.

Von Betroffenen werden häufig die aus Sicherheitsgründen verpflichtenden Warnsysteme bei Bahnbaustellen als besonders störend angeführt. Diese lassen sich nach aktuellem Stand zum Thema Arbeitssicherheit jedoch nicht alternativ durch geräuscharme oder geräuschfreie Systeme, wie z.B. akustische Warnsysteme über Kopfhörer, die gleichzeitig auch dem Arbeitsschutz bei zu lauten Bauverfahren dienen können, ersetzen.

Zusammenfassend lassen sich auch im Gleisbau eine Reihe von Maßnahmen zum Schallschutz identifizieren. Diese sind nachfolgend zusammenfassend aufgeführt und beinhalten nur Maschinen oder Maßnahmen, die bereits marktreif erprobt sind:

1. Elektrifizierte Instandhaltungsfahrzeuge

Da der Dieselmotor im Fahrbetrieb und besonders im Stand die mit Abstand lauteste Schallquelle darstellt, ist durch eine Elektrifizierung mit deutlichen Abnahmen der Schallimmissionen in Nachbarschaft eines solchen Instandhaltungsfahrzeuges zu rechnen.

2. Gleisstopfmaschine

Das Stopfen von Gleisen stellt die häufigste Gleisbaustelle dar. Daher ist besonders hier durch die Verwendung eines Arbeitsgerätes mit hybrider Antriebstechnik (Verbrenner/Elektrisch) oder, noch leiser, die Verwendung einer rein elektrisch betriebene Gleisstopfmaschine für den Lärmschutz in der Nachbarschaft zielführend.

3. Reinigungs- und Umbauzüge mit gummierten Wänden bei Material- und Siloeinheiten

Aufgrund des enormen Leistungsbedarfes gibt es diese Züge bisher nicht in elektrifizierter Form. Durch die Vermeidung großer Materialbewegungen über die Straßen wird jedoch der Verkehr in erheblichem Umfang reduziert und damit auch Lärmentwicklungen im öffentlichen Straßenraum und in der Nachbarschaft lärmempfindlicher Nutzungen verringert.

4. Schienenschleifmaschinen

Bei den Schienenschleifmaschinen muss man zwischen Geräten für Schienen des urbanen Raums (ÖPNV) und dem Fernverkehrsnetz unterscheiden. Hier gibt es unterschiedliche Anforderungen an das Bearbeitungsergebnis und die Haltbarkeit des Schleifergebnisses.

Für den urbanen Raum (ÖPNV) gibt es in der Zwischenzeit ebenfalls erprobte, mit Strom betriebene Arbeitsgeräte, die weniger Lärm als herkömmliche Geräte verursachen, da das Betriebsgeräusch des Dieselgenerators entfällt. Dabei sind beim Schienenschleifen zwei Dinge lärmrelevant. Zum einen wie schnell das Arbeitsgerät eine bestimmte Streckenlänge schleifen kann (entsprechend schnell ist es an der lärmempfindlichen Nutzung vorbei) und wie leise das Gerät selbst ist.

5. Elektrifizierte oder schallgedämpfte Kleingeräte

Genannt seien hier beispielhaft die Gleishebemaschine mit Verbrenner in lärmgedämpter Ausführung, Schienenkopf-Konturschleifmaschine mit Verbrenner, alternativ elektrisch, Vertikaler Schwingstopfer mit Akku, Schienenbandsäge mit Akku

6. Schallschutzwände

Schallschutzwände für Baustellen gibt es grundsätzlich von verschiedenen Herstellern und aus unterschiedlichem Material (vgl. Kapitel 4.6.4). Die Lärmreduktion durch den Einsatz solcher Wände ist neben dem Material im Wesentlichen von der Höhe und der

Länge sowie der Lage der zu schützenden Lärm betroffenen abhängig, kann aber bis etwa 10 dB betragen (vgl. Abbildung 20). Bei Schallschutzwänden an der Schiene sind zudem bestimmte Abstände und ein hohes Maß an Standsicherheit einzuhalten.

Abbildung 33: Schallschutzwand an einer festen Absperrung an der Schiene



Quelle: DB AG, I-LENA

7. zeitliche, organisatorische Maßnahmen

Hier wird auf Kapitel 4.7 verwiesen. Bei Gleisbaustellen kommt als Besonderheit hinzu, dass es nur wenig Sperrzeiten für die Gleise gibt, in denen gebaut werden darf. Dadurch gibt es häufig nur wenig zeitlichen, organisatorischen Spielraum.

8. räumlich, organisatorische Maßnahmen

Hier wird auf Kapitel 4.8 verwiesen. Die darin genannten Möglichkeiten zur Baulärmminderung sind auch im Gleisbau zum Teil umsetzbar. Durch hohe Sicherheitsanforderungen bei Arbeiten im Schienenbereich bzw. aufgrund Hochspannungsleitungen kann es zu möglichen Einschränkungen bei organisatorischen Maßnahmen kommen.

9. Baulärmonitoring

Durch Identifizierung besonders lauter Vorgänge im Zusammenspiel mit Lärmbeschwerden von Anrainern können störende Prozesse ermittelt und ggf. optimiert oder sogar ganz beseitigt werden.

Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass eine Gleisbaustelle nur durch eine gezielte Lärm minderungsplanung schon vor Leistungsausschreibung lärmreduziert betrieben werden kann. Häufig ist die Lärmreduktion das Ergebnis aus vielen kleinen Einzelmaßnahmen die gesamtheitlich eine Lärm minderung leisten. In der Studie der DB Netz „Initiative Lärmschutz-Erprobung neu und anwendungsorientiert“ (I-LENA) steht dazu im Fazit:

„Zukünftig wird es darauf ankommen, Maßnahmen mit kleinerer Wirkung zu volks- und betriebswirtschaftlich vertretbaren Kosten umzusetzen und gegebenenfalls auch miteinander zu kombinieren. Dies spiegelt sich auch deutlich im I-LENA Portfolio wider. Entsprechend wurde im Test- und Messkonzept großer Wert daraufgelegt, Maßnahmen bewerten zu können, deren Minderungswirkung im Bereich weniger dB liegt.“

Beim Betrieb der Großgeräte, also den Instandhaltungsfahrzeugen für den Oberleitungsbau oder die Gleisstopfmaschinen, sind durch die Umstellung von der konventionellen diesel-hydraulischen Technik zum rein elektrischen Betrieb sehr deutliche Lärmreduzierungen möglich (Schallemissionsminderung laut eines Herstellers bis zu 20 dB). Auch bei den Schienenschleifgeräten sind durch den elektrischen Betrieb und den damit verbundenen Wegfall des Dieseltriebwerks deutliche Lärmreduzierungen möglich. Dies ist bis heute aber nur für die Schienen im Nahverkehr entwickelt. Für Schienenschleifgeräte für den Fernverkehr (offene Strecke) mit besonderen Eigenschaften im Bereich der Lärmreduzierung im Betrieb bei gleichzeitiger Sicherung der im Fernverkehr zu erbringenden Verbesserungsziele, scheint noch Entwicklungsbedarf zu bestehen.

Aufgrund der sehr hohen Anschaffungskosten der elektrisch betriebenen Großgeräte im Gleisbau und gleichzeitig der zum Teil sehr langen Lebensdauern der konventionellen Geräte, werden wirtschaftliche Anreize notwendig sein, um der lärmreduzierten Technik bei den Großgeräten auf dem Markt zum Durchbruch zu verhelfen. Gleiches gilt zum Teil auch bei kleineren aber sehr viel weniger kostenintensiven Geräten. Auch hier können alte konventionelle Geräte durch wenige Reparaturen über Jahrzehnte im Einsatz gehalten werden.

6 Ermittlung von Geräuschemissionen

Die ersten Schritte zur Ermittlung von Geräuschemissionen von identifizierten, potenziell lärmarmen Bauverfahren und -maschinen wurden parallel zur Literaturrecherche durchgeführt. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Definition von Rahmenbedingungen und Kriterien zur Auswahl für die Messung geeigneter Verfahren und Maschinen. Die Rahmenbedingungen aus messtechnischer Sicht wurden bereits beim Kapitel zum Vorgehen genauer beschrieben. Hierbei war das Ziel eine ausreichende Genauigkeit der Messergebnisse sicherzustellen.

Die Kriterien zur Auswahl der Bauverfahren und -maschinen wurden mit Blick auf diese Rahmenbedingungen aufgestellt und umfassen die folgenden drei Punkte:

- ▶ Das betrachtete Bauverfahren oder die betrachtete Baumaschine sollte häufig zur Anwendung kommen
- ▶ Es muss zu dem betrachteten Bauverfahren oder der betrachteten Baumaschine eine lärmarme Alternative geben
- ▶ Es muss die Zugänglichkeit von Baustellen mit den entsprechenden lärmarmen Bauverfahren oder -maschinen gegeben sein

Der erste Punkt zielt dabei auf den Nutzen für die spätere Handreichung oder Broschüre ab. Ein Bauverfahren oder eine Baumaschine, die nur in sehr speziellen Fällen Verwendung findet, hat zwar einen informellen Wert, wird aber auch nur von einigen wenigen spezialisierten Unternehmen angeboten. Für eine allgemein anwendbare Handreichung oder Broschüre ist dies nicht zielführend.

Der zweite Punkt zielt ebenfalls auf die Nutzbarkeit der gewonnenen Messergebnisse für die Veröffentlichung ab. Aktuelle Werte zu schon bekannten Bauverfahren oder -maschinen sind für die Betrachtung des Standes der Technik interessant. Eine solche Erhebung ist im Rahmen des Forschungsprojektes aber nicht vorgesehen. Es geht explizit darum identifizierte Lücken zu schließen und Messdaten für neue Verfahren oder Maschinen zu erheben.

Der letzte Punkt ergibt sich aus rein operativen Gesichtspunkten. Ein Verfahren, das nur in der Theorie existiert und noch nicht in der Praxis Anwendung findet, hat für die geplante Veröffentlichung keinen großen Nutzen. Es ist außerdem schwierig etwas zu messen, was sich nicht im Einsatz befindet. Mit der CORONA-Pandemie hat dieser Aspekt noch zusätzlich an Bedeutung gewonnen. Durch unterschiedliche Maßnahmen während der Pandemie war der Zugang zu Baustellen teilweise stark eingeschränkt oder sogar untersagt.

Mit Blick auf die Ergebnisse der Literaturrecherche und die gerade vorgestellten Auswahlkriterien für zu vermessenden Bauverfahren und -maschinen wird deutlich, dass eine Umsetzung dieses AP in der ursprünglichen Form nicht zielführend ist. Viel mehr zeigt sich, dass für die messtechnische Erfassung der Bauverfahren und -maschinen ein umfangreiches Messprogramm mit Beteiligung von Baumaschinenherstellern und der Bauindustrie benötigt wird. In einem solchen Umfeld können gleiche Rahmenbedingungen geschaffen werden, die für einen Vergleich der Verfahren und Maschinen zwingend notwendig sind.

Unabhängig von dieser Einschränkung konnten im Laufe des Projekts einige Verfahren und Maschinen auf Baustellen im Betrieb vermessen werden. In Tabelle 35 sind diese mit weiteren

identifizierte Bauverfahren und -maschinen aufgelistet und passende Standardverfahren gegenübergestellt. Insgesamt enthält die Tabelle 3 neun Beispiele für Standardvorgehen bei denen ein lärmarmes Verfahren identifiziert wurde.

Tabelle 3: Beispiele für potenziell interessante Bauverfahren und -maschinen zur schalltechnischen Vermessung

Identifizierte Verfahren und Maschinen	Standardvorgehen
Unterirdische Schlitzwanderstellung	Offene Baugrube
Batteriebetriebene Bagger	Verbrennungsmotor
Elektrifizierter Dumper	Verbrennungsmotor
Elektrifiziertes Bohrgerät	Verbrennungsmotor
Vibrationsplatten/-stamper mit Elektroantrieb	Verbrennungsmotor
Ferngesteuerte, elektrische Abbruchzange	Hydraulikhammer
Erdsauger-Saugbagger	Aushub mit Bagger
Seilsäge zum Abbruch im Außenbereich	Hydraulikhammer
Schneidrad zum Abbruch im Außenbereich	Hydraulikhammer
Horizontalspülbohrverfahren (elektrifiziert)	Graben ausheben

Bei den durchgeführten Messungen hat sich gezeigt, dass die aufgestellten Rahmenbedingungen auf einer aktiven Baustelle in der Regel nicht eingehalten werden können. Der Eingriff in die laufende Baustelle, um vergleichbare Messungen sicherzustellen, ist häufig bei leiseren Verfahren nicht möglich (Baumaschinen müssten während den Messungen abgestellt werden, bei Innenraummessungen müssten raumakustische Parameter bestimmt werden, ...). Die erzielten Messergebnisse sind damit in ihrer Qualität meist nicht ausreichend, um als Datenblatt oder ähnliches veröffentlicht zu werden.

Als Ansatzpunkt für folgende Forschungsarbeit in diesem Bereich sind drei Beispiele im Anhang C zu finden. An dieser Stelle wird noch einmal deutlich darauf hingewiesen, dass diese Datenblätter aufgrund der genannten Messbedingungen fehlerhaft sein können und nicht für den weiteren Gebrauch als Referenz freigegeben sind.

Die geringe Anzahl der hier vorgestellten Beispiele hängt auch mit dem Mangel an Ansätzen zur Lärminderung bei Geräteherstellern und Bauunternehmen zusammen. Die gezielte Informationsgewinnung in diesem Bereich hat gezeigt, dass Schallschutzlösungen in der Regel aus Einhausungen oder Schallschutzwänden bestehen. Mit dieser Ausgangslage hat sich das dritte Auswahlkriterium für die Messdurchführung als große Hürde herausgestellt, da kaum lärmarme Bauverfahren oder -maschinen in der Praxis eingesetzt werden. Auch aus dem Kontakt mit Fachbehörden oder in thematisch verwandte, laufende Projekte haben sich keine weiteren Möglichkeiten zur Erfassung von lärmarmen Bauverfahren oder -maschinen ergeben.

Es wurden zudem Hersteller kontaktiert, um Geräte aus der Literaturrecherche vermessen zu können. Dies war wenig zielführend, da die Hersteller die Produkte nur schwer auf den Markt bekommen und nur vereinzelt Geräte im Einsatz sind. Ein Beispiel hierfür ist ein emissionsfreier Dumper, der nur so vereinzelt und kurzweilig an einem Ort zum Einsatz kommt, dass der

Hersteller während der Projektlaufzeit keinen verbindlichen Ort und Zeitpunkt für eine Messung nennen konnte.

Gleiches gilt für weitere Baumaschinen, zu denen vor allem Mangels Verfügbarkeit von passenden Einsatzorten oder -zeiten in der Projektlaufzeit keine verbindlichen Möglichkeiten für Schallpegelmessungen herstellerseitig genannt werden konnten. Zu den entsprechenden Baumaschinen gehören Bohrgeräte, Dumper, Bagger, Radlader und Rüttelplatten unterschiedlicher Hersteller, die rein elektrisch betrieben werden.

Die Elektrifizierung von Baumaschinen stellt im Moment eine der größten Potenziale in der Lärmreduzierung von Baumaschinen dar. Hierbei ist aber festzuhalten, dass die Elektrifizierung nur neben dem eigentlichen Baubetrieb zu einer Lärmreduzierung führt. Im relevanten Arbeitsschritt stellt der Antrieb oft nicht die lauteste Schallquelle dar, sodass die sich ergebende Lärmreduzierung in diesem Bereich keine Wirkung zeigt. Nichtsdestotrotz führt diese Entwicklung zu einer Verbesserung der Lärmsituation, z.B. wenn sich Baumaschinen im Leerlauf befinden oder Transportfahrten durch leisere Maschinen erfolgen können.

Die im Rahmen der Projekterweiterung erfolgte Ausweitung auf die Untersuchung von Bauverfahren und -maschinen im Gleis-/Bahnbau standen vor den gleichen Problemen wie bei den zuvor beschriebenen Verfahren und Maschinen im Hoch- und Tiefbau. Innerhalb der Projektzeit konnten keine Baustellen vermittelt werden, bei denen lärmarme Bauverfahren im Gleisbau vermessen werden konnten. Es können nach Beobachtung von Bahnbaustellen jedoch Hinweise zur Verbesserung der „Lärmsituation“ auf Gleisbaustellen gegeben werden. Die Bahnbaustellen nutzen ihre Standardgeräte und -verfahren. Aus der Literatur sind allerdings auch hier einige Möglichkeiten der Minderung bekannt, die aber bisher nicht auf den Baustellen eingesetzt werden. Zusätzlich bieten auch hier elektrifizierte Gerätевersionen unterschiedlichster handgeföhrter Maschinen (z.B. zum Trennen, Schrauben, Stopfen) ein weiteres Potenzial zur Lärmreduzierung. Wie bei den elektrifizierten Baumaschinen ist aber auch hier zu erwarten, dass das vom Arbeitszyklus ausgehende Geräusch nur geringfügig gemindert wird. Eine Lärmreduzierung wird wieder vornehmlich in Leerlaufzyklen bzw. bei Standzeiten eintreten.

7 Muster-Vergabetexte

In Deutschland war das Standardleistungsbuch für das Bauwesen (StLB) ein weit verbreitetes Standardwerk, das die Beschreibung, Organisation und Kalkulation von Bauleistungen vor allem in einer einheitlichen aber auch gleich strukturierten Form ermöglichte. Es hat bei der rationellen Beschreibung von Bauleistungen geholfen und erleichterte einen Informationsaustausch der am Bau Beteiligten untereinander.

Bis zum Jahr 2000 wurde das StLB für das Bauwesen in Form sogenannter „Gelber Hefte“ ausgegeben. Seitdem wurden entsprechende Inhalte digital erfasst. Das Deckblatt des hier thematisierten Standardleistungsbuches ist in Abbildung 34 dargestellt und zeigt damit auch grundsätzlich den Aufbau und die Erscheinung dieser Standardleistungsbücher.

Abbildung 34: Deckblatt StLB für das Bauwesen in Form sogenannter „Gelber Hefte“



Quelle: Standardleistungsbuch für das Bauwesen

Der digitale Nachfolger des StLB für das Bauwesen wird seit 1997 als STLB-Bau aufgestellt und wird nicht mehr in Form solcher „Gelben Hefte“ oder in sonstiger Buchform angeboten. Das heute verwendete STLB-Bau besteht dabei grundsätzlich aus zwei Teilen:

1. Dynamische BauDaten (DBD): Hier werden Bauleistungsbeschreibungen in einer sehr umfänglichen Sammlung vereint. Sie beinhalten detaillierte Informationen zu einzelnen Leistungen, einschließlich der Materialien, Geräte, Arbeitszeiten und anderem, die für die Ausführung einer Bauleistung erforderlich sind.
2. Bauteilstrukturen (BST): Eine hierarchische Gliederung von Bauleistungen in Bauteile, Baugruppen und Gewerke.

Durch die Anwendung des STLB-Bau soll eine Vereinfachung und Beschleunigung der Leistungsbeschreibung und Baukostenkalkulation durch standardisierte, detaillierte und aktualisierte Bauleistungsbeschreibungen und Kalkulationsdaten ermöglicht werden. Dies dient unter anderem dem Ziel die Vergleichbarkeit und Transparenz von Angeboten für Bauleistungen und Bauteile zu vereinfachen.

Der Umgang mit diesem Arbeitspaket (AP), wie in der Leistungsbeschreibung und auch im Angebot zum Projekt beschrieben, hat sich als unsachgemäß herausgestellt, da die Struktur des gesamten STLB-Bau nur noch in einer digitalen Datenbank vorhanden ist. Das Schreiben von Vergabertexten wird, wie in dem AP angenommen, so in der regelhaften und systemgestützten Ausschreibung nicht mehr praktiziert. So wurde z.B. das Standardleistungsbuch (STLB) für das Bauwesen Regional-Leistungsbereich 898 Schutz gegen Baulärm und Erschütterungen nicht offiziell als „Gelbes Heft“ eingeführt. Ein immer wiederkehrender Widerspruch in diesem Werk lag nach fachlicher Prüfung im Rahmen dieses Vorhabens darin, dass zum Zeitpunkt der Ausschreibung die Planung abgeschlossen war, während mit dem StLB für das Bauwesen Nr. 898 aber Planung teilweise ausgeschrieben werden sollte.

Für die weitere Bearbeitung dieses AP wurde 2022 schließlich die fachliche Unterstützung durch den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) gesucht. Dieser ist für die Herausgabe der digitalen Texte des STLB-Bau verantwortlich.

In einem zweitägigen Workshop wurden gemeinsam mit einer qualifizierten Mitarbeiterin des NABau die in Zusammenhang mit Baulärm stehenden Eintragungen herausgesucht, begutachtet und ggf. Korrekturen vorgenommen. Darüber hinaus sind auch Ergänzungen bisher nicht vorhandener Vergabertexte oder Lösungen zu nicht eindeutig formulierten Texten geschaffen worden. Dabei wurde bereits eine Reihe von textlichen Vorlagen identifiziert, die dem Lärmschutz dienen sollen oder können. Es war ersichtlich, dass die Inhalte des nicht eingeführten „Gelben Heftes“ Standardleistungsbuch für das Bauwesen, Regional-Leistungsbuch 898 Schutz gegen Baulärm und Erschütterung zum Teil Einzug gefunden haben in die digitalen Texte des STLB-Bau.

Die Grundvoraussetzung für die Umsetzung einer lärmarmen Baustelle ist im ersten Schritt die Planung einer solcher Baustelle. Ist die Planung der entsprechenden Anforderungen an die Baustelle durchgeführt worden, ist diese möglichst eindeutig in eine Leistungsbeschreibung zum geplanten Vorhaben zu fassen. Um die lärmarmen Bauverfahren und -maschinen bereits in der Leistungsbeschreibung von geplanten Bauvorhaben eindeutig zu platzieren, werden ausreichend konkret formulierte Muster-Vergabetexte benötigt.

Im STLB-Bau wurden im Rahmen des genannten Workshops entsprechend unkonkrete Inhalte identifiziert und durch konkrete Forderungen ersetzt. Das Ziel dabei ist die Eindeutigkeit der Formulierung, die im besten Fall keinen Spielraum für Interpretationen lässt und damit vergleichbare Angebote zwischen den anbietenden Bauunternehmen ermöglicht. Nachfolgend sind einige Beispiele genannt, welche Formulierungen im STLB-Bau so oder ähnlich identifiziert wurden und in Hinsicht eines möglichst geringen Interpretationsspielraumes angepasst wurden.

Lärmschutzwände

Nicht eindeutig und ausreichend konkret formuliert:

Es ist eine Schallschutzeinrichtung zum Schutz vor Lärm in der Willy-Brandt Straße 47 vorzusehen.

Eindeutig und ausreichend konkret formuliert:

Es ist die Errichtung einer Schallschutzwand mit einer Länge von 100 m und einer relativen Höhe von 2,5 m vorzusehen. Die Schallschutzwand muss dabei ein Mindestschalldämm-Maß R'w von

20 dB aufweisen. Der Anschluss zum Boden ist dabei sicher zu stellen. Die Lage der Schallschutzwand ist der Anlage x zu entnehmen.

Lärmarme Baumaschinen

Nicht eindeutig und ausreichend konkret formuliert:

Für die Arbeiten ist ein lärmärmer Bagger zu verwenden.

Eindeutig und ausreichend konkret formuliert:

Für die Arbeiten ist ein Mobilbagger zu verwenden, dessen Schallleistungspegel max. 98 dB(A) beträgt.

Einhaltung von Richtwerten

Nicht eindeutig und ausreichend konkret formuliert:

Im Einwirkbereich der Baustelle sind die maßgeblichen Richtwerte der AVV Baulärm einzuhalten.

Eindeutig und ausreichend konkret formuliert:

In der Willy-Brandt-Straße 47 ist der Richtwert von 60 dB(A) im energetischen Mittel in der Zeit zwischen 7:00 und 20:00 Uhr einzuhalten.

Zudem ist das Benennen von konkreten Produkten und Herstellern im Regelfall nicht zulässig. Daher ist auch die Forderung der Verwendung von Baugeräten, die den Blauen Engel als Qualitätssiegel für Lärm- und/oder schadstoffarme Baufahrzeuge tragen, nicht fachgerecht. Dadurch werden vergleichbare Produkte von der Anteilnahme am Markt ausgeschlossen.

Das Ergebnisprotokoll zum zweitägigen Workshop zur Identifizierung und Überarbeitung im Zusammenhang mit Texten für Baulärmausschreibungen ist im Anhang D aufgeführt. Dabei ist dies in einer Prozesssprache zur klaren Umsetzung formuliert, wodurch keine unmittelbare Verwendung für lärmarme Baustellenausschreibungen mit diesem Dokument unterstützt wird.

Besonders diskutiert wurde die Ausschreibung lärmärmer Sägeblätter oder geräuschgeminderter Trennscheiben für die Steinbearbeitung. Das Ziel des Workshops war die Ausschreibung solcher Bauteile konform und eindeutig zu ermöglichen. Jedoch kann der Formulierung „lärmarm“ oder „geräuschgemindert“ keine konkrete Minderung in Bezug auf ein Referenzprodukt eindeutig konkret zugewiesen werden. Auch die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft hat nach Rücksprache das Minderungspotenzial solcher Sägeblätter und Trennscheiben bestätigt und die Ausschreibung dieser Anbauteile unterstützt. Aufgrund der genannten Problematik hinsichtlich der Eindeutigkeit und Einheitlichkeit konnte jedoch kein Textbaustein dazu in das STLB-Bau aufgenommen werden. Dennoch ist der Forschungsträger der Auffassung, dass bei konkreter Planung eine Mindestpegelreduzierung im Vergleich zu einem dann konkret benannten Produkt möglich ist. Es kann ggf. auch ein Beispielprodukt genannt werden, das mit Produkten mit vergleichbaren Lärmreduzierungsmerkmalen angeboten wird. Das Vorgehen erscheint hinnehmbar, da Sägeblätter oder Trennscheiben keine Leistungsanforderungen an die sich potenziell als Bewerber in Frage kommenden Unternehmen darstellen, die nur von wenigen Anbieter zu erbringen sind und damit die Anteilnahme am Markt eingeschränkt wird.

Abschließend wurde das STLB-Bau im Nachgang zum Workshop um eine FAQ (Frequently Asked Questions – häufig gestellte Frage) sowie eine in der Anzahl der Zeichen beschränkte und möglichst aussagekräftige Antwort ergänzt. Diese Frage/Antwort soll die Notwendigkeit und

den Bedarf nach einer lärmoptimierten Baustellenplanung noch einmal verdeutlichen und mit der Ausschreibung von Leistungen befasste Personen für das Thema sensibilisieren.

FAQ:

Welche Vorteile hat es „Schutz vor Baulärm“ bei der Ausschreibung zu berücksichtigen?

Baulärm kann schnell die einzuhaltenden Richtwerte der AVV-Baulärm in lärmsensibler Nachbarschaft überschreiten. Dadurch kann es zu einer Beschwerdesituation kommen, die eine Kontrollinstitution zu einer Baustellenstilllegung ermächtigt. Eine Wiederinbetriebnahme ist dann häufig erst nach dem Vorlegen eines Lärmreduzierungskonzeptes und der Umsetzung von Lärmreduzierungsmaßnahmen möglich. Dies kostet zumeist viel Zeit, wodurch es insgesamt zu erheblichen Mehrkosten der Baustelle kommen kann. Eine lärmarme, dem Stand der Lärmreduzierungstechnik entsprechende Baustellenplanung und -ausschreibung, kann eine zumeist kostenintensive Baustellenstilllegung vermeiden.

8 Veröffentlichung – Broschüre und Informationsveranstaltung

Für die Sammlung und Darstellung der Ergebnisse war ursprünglich eine Handreichung mit den zuvor beschriebenen Datenblättern geplant. Die Ergebnisse der einzelnen APs haben aber gezeigt, dass ein solches Vorgehen im Rahmen dieses Projekts nicht umsetzbar war. Entsprechend hat sich die Zielsetzung für die Handreichung im Laufe des Projekts verändert.

Von einer thematisch passend eingerahmten Sammlung von Datenblättern konkreter Bauverfahren und -maschinen ging die Entwicklung hin zu einer allgemein gehaltenen Broschüre zum Thema „Lärmreduktion im Baubetrieb – Planung und Umsetzung“. Dabei war die angepasste Idee der Broschüre die Schaffung eines Werks, dass einerseits das Planen einer lärmarmen Baustelle unterstützt und andererseits Hinweise gibt, welchem Umfang bzw. welche Auswirkungen bestimmte Lärmreduzierungsmaßnahmen haben können. Wichtig war dabei begreiflich zu machen, dass dies schon in der Planung passieren muss, um die Ausschreibung entsprechend anlegen zu können.

Zusätzlich zu dieser schriftlichen Veröffentlichung der Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden diese auch in einer Abschlussveranstaltung dem interessierten Fachpublikum präsentiert. Die ursprünglich in Präsenz geplante Veranstaltung wurde in ein digitales Format überführt und im November 2023 abgehalten.

8.1 Broschüre

Die Broschüre umfasst insgesamt 55 Seiten und ist im quadratischen Format in 210*210 mm ausgelegt. Dabei ist die Veröffentlichung aus Gründen des Umweltschutzes als ausschließlich digitales Format umgesetzt worden. Inhaltlich setzt sich die Broschüre aus einem einleitenden Block, der auch auf die rechtlichen Rahmenbedingungen eingeht, sowie Erklärungen zu den Lärmquellen und Empfehlungen für Maßnahmen zur Lärmreduktion zusammen (siehe Abbildung 35).

Somit sind anstelle der Messergebnisse und der Gegenüberstellung von Verfahren und Maschinen vereinfachte Prozessbeschreibungen und Darstellungen zur Lärmwirkung (Erreichung eines Pegelschwellenwerts in der Umgebung der Baustelle) in die Broschüre eingeflossen. Diese zeigen auf eindrückliche Weise, wie typische Arbeitsabläufe auf lärmintensive Tätigkeiten hin untersucht werden können, um hierfür Alternativen zu finden. Dies soll auch zu einer Sensibilisierung der entsprechenden Akteure für die Planung (vor der Ausschreibung) beitragen.

Die Broschüre wird auf der Internetseite des Umweltbundesamtes www.umweltbundesamt.de veröffentlicht und zur freien Verfügung gestellt.

Abbildung 35: Erarbeitete Broschüre im Rahmen des Vorhabens



Quelle: LÄRMKONTOR GmbH

8.2 Informationsveranstaltungen

Die in diesem Projekt erzielten Erkenntnisse wurden in zwei Fachveranstaltungen vorgestellt. Dabei fand eine Vorstellung im Rahmen der DAGA am 9.3.2023 in Hamburg und die zweite Vorstellung im Rahmen der Abschlussveranstaltung in einem online-Format am 20.11.2023 statt. Im Rahmen der online-Veranstaltung wurde auch die unter Kapitel 8.1 beschriebene Broschüre vorgestellt.

Die digital durchgeführten Informationsveranstaltung am 20.11.2023 fand zwischen 10:00 und 14:00 Uhr statt. Dabei wurden die Ergebnisse einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Die Veranstaltung hatte mit zum Teil mehr als 250 Teilnehmenden einen großen Kreis an Interessierten. Neben der Präsentation der Ergebnisse wurde die Veranstaltung durch thematisch passende Beiträge der Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES) und des Amts für Bauordnung und Hochbau Hamburg eingerahmt.

Die Eröffnung und Begrüßung der Veranstaltung erfolgte unter Leitung der LÄRMKONTOR GmbH, wobei das Grußwort an die Teilnehmenden durch das Umweltbundesamt ausgesprochen wurde. Der erste Beitrag der Veranstaltung befasste sich mit dem Ziel und Aufbau des Forschungsvorhabens. In diesem Rahmen stellte die LÄRMKONTOR GmbH die Problemstellung des Forschungsprojektes sowie das Vorgehen und erste Ergebnisse vor. Dies beinhaltete vor allem die verwendeten Methoden und erzielten Ergebnisse der Literaturrecherche. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich in der Literatur durchaus neue Ansätze finden lassen, diese jedoch meist theoretischer Natur sind und die praktische Anwendung kaum oder nicht ausreichend dokumentiert ist.

Im folgenden Gastbeitrag der DEGES wurden Einblicke in die Lärmminderung und das Lärmonitoring bei Großbaustellen im Straßennetz gewährt. Dabei wurde herausgestellt, dass für die DEGES die Lärmminderung trotz möglicher Bedenken bereits bei der Vorbereitung der Planfeststellung beginnt. Hierdurch können kritische Bauphasen frühzeitig erkannt und Maßnahmen ergriffen werden. Als zusätzlichen (positiven) Effekt dieses Vorgehens führt die DEGES eine frühe Öffentlichkeitsarbeit auf, zu der auch das Baulärmonitoring gezählt wird. Dieses hilft Ursachen zu identifizieren, Entscheidungen zu treffen und transparent nach außen zu vermitteln.

Neben den Erfahrungen eines ausführenden Akteurs wurde in einem zweiten Gastbeitrag die Sicht einer Aufsichtsbehörde auf ruhestörende Bauarbeiten vorgestellt. Nach einer kurzen Vorstellung des Amts für Bauordnung und Hochbau (ABH) in Hamburg sowie dessen Aufgabenbereiche, wurde unterschiedliche Angebote des ABH und der rechtliche Rahmen für die Arbeit des ABH dargelegt. Außerdem wurde an einigen Beispielen aus der Praxis Potenziale zur Lärmminderung aufgezeigt. Dabei wurde auch auf die Wichtigkeit einer offenen Kommunikation aller Beteiligten hingewiesen.

Nach einem ersten Fragen- und Diskussionsblock mit anschließender Pause wurden im darauffolgenden Beitrag der LÄRMKONTOR GmbH die Ergebnisse des Forschungsvorhabens sowie die Broschüre vorgestellt. Zunächst wurde an einigen Beispielen aus der Literaturrecherche und der Praxis Möglichkeiten zum aktiven Schallschutz aufgezeigt. Die ursprünglich geplanten und im Rahmen des Forschungsvorhabens zu erstellenden technischen Datenblätter wurden in diesem Zusammenhang am Beispiel eines Saugbaggers gezeigt. Zusätzlich wurde an dieser Stelle auch auf den Schallschutz im Gleisbau eingegangen. Anschließend wurden die gesammelten Erkenntnisse zur Gestaltung von Mustervergabetexten vorgestellt sowie die neue Broschüre „Lärmminderung im Baubetrieb – Planung und Umsetzung“.

Den Abschluss der Veranstaltung bildete ein zweiter Fragen- und Diskussionsblock sowie das Schlusswort durch das Umweltbundesamt.

Nachfolgend ist das Programm der Abschlussveranstaltung aufgeführt:

10:00 Uhr - Eröffnung der Veranstaltung

10:10 Uhr - Grußwort

10:20 Uhr - Ziel und Aufbau des Forschungsvorhabens

10:50 Uhr - Lärmminderung und Lärmonitoring in der Bauphase

11:20 Uhr - Ruhestörende Bauarbeiten aus Sicht der Beschwerdestelle in Hamburg

12:00 Uhr - Pause

12:35 Uhr - Ergebnisse des Forschungsvorhabens und Vorstellung der Broschüre

13:20 Uhr - Fazit des Forschungsvorhabens

13:30 Uhr - Moderierte Diskussion mit den Teilnehmenden

13:55 Uhr - Schlusswort - Verwendung der Forschungsergebnisse und Ausblick

14:00 Uhr - Ende der Veranstaltung

9 Fazit

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden unter der Prämisse des lärmarmen Bauens der aktuelle Stand im Bereich der lärmarmen Bauverfahren und -maschinen sowie dessen Durchdringung und Anwendung in der Praxis untersucht. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Überprüfung und Ergänzung verfügbarer Lösungen für die Lärmreduktion auf Baustellen, der Identifizierung und Bewertung von nicht-technischen Lärmreduzierungsmaßnahmen, der Katalogisierung der Geräuschemissionen von Bauverfahren und -maschinen sowie das Erstellen von Muster-Vergabetexten für die Berücksichtigung von Lärmreduzierungsmaßnahmen im Vergabeprozess.

Bereits bei der Informationserhebung durch eine systematische Literaturrecherche auch internationaler Literatur und den Austausch mit Geräteherstellern, Bauunternehmen sowie Fachbehörden hat sich gezeigt, dass sich die Neuerungen im Bereich der lärmarmen Bauverfahren und -maschinen in einem überschaubaren Rahmen halten. Eine Schwierigkeit stellt dabei dar, dass theoretische Forschungsergebnisse oft auf einer geringen Datengrundlage aufbauen und mit Blick auf die erzielbaren Schallleistungspegel oder Minderungseffekte wenig belastbare Auswertungen liefern. Auch scheint der Übergang aus der theoretischen Betrachtung in die praktische Umsetzung in den wenigsten Fällen erfolgreich durchgeführt worden zu sein, sodass wenig bis gar kein Praxisbezug in den jüngeren Forschungsarbeiten erkennbar war. Die Ergänzung der bekannten Lärmreduzierungsmaßnahmen um neue Erkenntnisse aus der Forschung ist trotz einer Vielzahl an Literatursichtungen letztendlich gering ausgefallen.

Aber auch für die etablierten lärmarmen Bauverfahren und -maschinen zeigen sich in der Praxis Hindernisse, die einen häufigeren Einsatz erschweren. So ist die Marktdurchdringung lärmärmer Baumaschinen vergleichsweise schlecht. Besonders für klein- und mittelständige Bauunternehmen sind die Anschaffung neuer, lärmärmer Baumaschinen oder der für lärmarme Bauverfahren notwendigen Baumaschinen und Anbaugeräte meist nicht wirtschaftlich. Ohne entsprechende Anreize, die die Anschaffung dieser Geräte fördern, ist eine Ausweitung des lärmarmen Bauens jedoch schwierig.

Der Versuch, Baumaschinen durch Umweltzeichen wie den „Blauen Engel“ als lärmarm zu kennzeichnen und ggf. bereits in der Ausschreibung zu berücksichtigen, hat sich als wenig erfolgreich herausgestellt. Zum einen ist die Akzeptanz des „Blauen Engels“ bereits bei den Geräteherstellern gering, sodass nur wenige Baumaschinen mit diesem Umweltzeichen ausgezeichnet sind. Andererseits ist die Ausschreibung so zu gestalten, dass kein potenzieller Bewerber durch Vorgaben von Baumaschinen oder Bauverfahren von vorneherein ausgeschlossen wird. Die Rahmenbedingungen müssen also einen freien und vergleichbaren Wettbewerb in der Ausschreibung garantieren, was eine Berücksichtigung von lärmarmen Bauverfahren und -maschinen mangels ausreichender Marktdurchdringung erschwert.

Die Formulierung von entsprechenden Muster-Vergabetexten im Rahmen dieses Forschungsprojektes hat sich hinsichtlich der Art diese zu bearbeiten als verändert herausgestellt. Das Schreiben von Vergabetexten wird in der regelhaften und systemgestützten Ausschreibung in Form von Büchern nicht mehr praktiziert. Vielmehr liegt die Struktur einer solchen Ausschreibungssoftware wie das gesamte STLB-Bau nur noch in einer digitalen Datenbank mit vielen tausenden Einträgen vor. Dabei haben Teile des nicht eingeführten StLB 898 („Gelbes Heft“) Einzug in die digitalen Texte des STLB-Bau gefunden. Um die lärmarmen Bauverfahren und -maschinen bereits in der Leistungsbeschreibung von geplanten Bauvorhaben eindeutig zu platzieren, werden ausreichend konkret formulierte Muster-Vergabetexte benötigt. Im Rahmen eines Workshops mit dem DIN wurden dabei unkonkrete Inhalte im STLB-Bau identifiziert und durch konkrete Forderungen ersetzt. Darüber hinaus

wurden Texte zu Verfahren oder Einschränkungen auch ergänzt, soweit diese nicht in der Datenbank enthalten waren. Zu beachten war außerdem, dass das Benennen von konkreten Produkten und Herstellern im Regelfall nicht zulässig ist. Auch die Formulierung „lärmarm“ oder „geräuschgemindert“ stellen sich hinsichtlich mangelnder Eindeutigkeit und Einheitlichkeit als nicht einsetzbar für die Mustertexte im STLB-Bau dar. Beim Forschungsträger ist man jedoch der Auffassung, dass bei konkreter Planung eine Mindestpegelreduzierung im Vergleich zu einem dann konkret benannten Produkt möglich ist.

Wegen der fehlenden konkreten Forderungen wird in den Ausschreibungen deshalb meist auf den Stand der Technik verwiesen. Die in Deutschland verwendete Definition für den Stand der Technik bei Bauverfahren und -maschinen sieht dabei als wichtige Merkmale den aktuellen Entwicklungsstand, die Fortschrittlichkeit und Praxistauglichkeit sowie die Realisierbarkeit vor. Diese Merkmale berücksichtigen jedoch nicht die Verbreitung bestimmter Bauverfahren oder -maschinen und deren tatsächliche Marktdurchdringung in der Praxis. Hier zeigt sich, dass meist die Regeln der Technik, also technische Normen und Standards, die sich in der Praxis bewährt und oft spezifischer als der Stand der Technik sind, Anwendung finden.

Für die Betrachtung von Lärminderungsmaßnahmen, vor allem bei Baumaschinen, ist zu berücksichtigen, dass die Geräusche bzw. die relevanten Quellen sich im Verlauf einer Tätigkeit ändern können. So ist bei Baumaschinen grundsätzlich der Motor als relevante Schallquelle zu betrachten, die jedoch durch Anbauteile bzw. den mechanischen Vorgang während der Bautätigkeit überlagert werden kann. Durch den hohen Leistungsbedarf von Baumaschinen sind deren Motoren in der Regel noch als Verbrennungsmotoren ausgeführt und erzeugen emissionsseitig somit bereits eine hohe Grundbelastung der Umgebung. In Kombination mit weiteren Baumaschinen und der ausgeführten Tätigkeit ergibt sich eine noch höhere Schallbelastung, die vor allem im städtischen Bereich schnell zu Konflikten führen.

Um den Grundlasten durch die Baumaschinen nicht noch weitere, unnötige Geräuschquellen hinzuzufügen, ist eine regelmäßige und sorgfältige Wartung dieser erforderlich. Dies trägt nicht nur zu einer längeren Lebensdauer und reibunglosen Funktion der Baumaschinen sowie der Sicherheit bei, sondern reduziert auch die Schallemissionen der Baumaschinen teils deutlich.

Das aktuell wahrscheinlich größte Potenzial zur Lärminderung direkt an der Schallquelle bietet die Elektrifizierung der Baumaschinen. Elektrische Motoren sind im Vergleich zu Verbrennungsmotoren deutlich leiser und führen so zu einer Reduzierung der Grundbelastung durch die Baumaschinen. Die Fortschritte im Bereich der Stromspeicherung sowie eine meist vorhandene Strominfrastruktur auf Baustellen im innerstädtischen Bereich haben hier auch Entwicklungen für leistungsstarke Baumaschinen ermöglicht. Die Schwierigkeit in der Praxis stellt hier wieder die noch geringen Bestände elektrifizierter Baumaschinen in den Fuhrparks der Bauunternehmen sowie die zum Teil deutlich höheren Anschaffungskosten dar. Ohne konkrete Forderungen oder Förderungen wird der Fortschritt in der Lärminderung von Baulärm auf diesem Wege ebenfalls nur sehr langsam vorstatten gehen. Dies hat sich besonders im Gleisbau gezeigt, wo unterschiedliche neue Anforderungen die Entwicklung lärmärmer Baumaschinen bzw. die Elektrifizierung der Baumaschinen gefördert hat.

Neben den technischen Lärminderungsmaßnahmen direkt an den Baumaschinen sind auch nicht-technische Maßnahmen in der Planung und dem Betrieb einer Baustelle bekannt. Diese meist organisatorischen Lärminderungsmaßnahmen sind dabei nicht neu und in der Praxis durchaus erprobt. Neben dem aktiven Schallschutz durch Schallschutzwände oder Einhausungen zählen auch die Baustellendisziplin sowie zeitliche und räumliche organisatorische Maßnahmen in diesen Bereich. Im Gleisbau spielen die nicht-technischen

Lärminderungsmaßnahmen oft eine untergeordnete Rolle, da hier durch die Bindung an das Gleis und zeitliche Vorgaben durch Sperrpausen nur begrenzter Handlungsspielraum vorliegt.

Ein Aspekt, der besonders bei größeren Bauprojekten immer stärker in den Fokus rückt, ist das Informations- und Beschwerdemanagement der betroffenen Anlieger. Gerade bei längerer Belastung über Monate oder sogar Jahre ist zu beachten, dass neben den notwendigen sachlichen Fakten auch die emotionalen und persönlichen Komponenten der Betroffenen zu würdigen sind. Zu einem aktiven und guten Beschwerdemanagement gehört dabei, dass das Anliegen des Beschwerdestellenden schnell und lösungsorientiert behandelt und so ein positiver Eindruck vermittelt wird. Dabei ist eine niedrigschwellige Möglichkeit für die Einreichung von Beschwerden und eine fristgerechte und transparente Bearbeitung der Beschwerde notwendig. Gleichzeitig ist bei solchen organisatorischen Lärminderungsmaßnahmen auch immer eine Abwägung hinsichtlich des Aufwands und des Nutzens durchzuführen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass es bereits eine Vielzahl an erprobten Lärminderungsmaßnahmen gibt und bei den Bauverfahren und -maschinen Verbesserungen auch umgesetzt bzw. mittelfristig eine Umsetzung bei vorhandenen technischen Möglichkeiten angestrebt wird. Die Anwendung in der Praxis wird jedoch durch unterschiedliche Hindernisse erschwert, was zu einem langsamen Fortschritt im Bereich der Lärminderung von Baustellen führt. Hier ist ein Abbau der verschiedenen Hürden, die eine rasche Marktdurchdringung neuer Technologien unterbinden, notwendig. Es ist davon auszugehen, dass ein Großteil der verfügbaren technischen wie nicht-technischen Lärminderungsmaßnahmen bei den planenden und ausführenden Stellen bekannt ist, diese aber aus wirtschaftlichen oder traditionellen Aspekten keine Anwendung finden. Entsprechend muss weiterhin in diesem Bereich Aufklärung betrieben werden und ein breites Portfolio an Informationen für die unterschiedlichen Akteure bereitgestellt werden.

10 Quellenverzeichnis

- AVV Baulärm. (1970). *Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm - Geräuschemissionen - vom 19. August 1970*. Von https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwvbund_19081970_IGI7501331.htm abgerufen
- Bachmeier, M. (2023). Ermittlung, Beurteilung und Minderung von Geräuschemissionen typischer Baumaschinen und -verfahren zur allgemeinen Förderung des lärmaren Baubetriebs. *Fortschritte der Akustik - DAGA 2023* (S. 783 - 785). Hamburg: DEGA.
- Bachmeier, M., Eggers, S., & Heidebrunn, F. (2023). *Lärmaktionsplanung - Lärmreduktionseffekte von Maßnahmen - Methode zur Abschätzung von Lärmreduktionspotenzialen*. Umweltbundesamt. Von <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laermaktionsplanung-laermreduktionseffekte-von> abgerufen
- Baulärmportal. (2024). *Merkblatt Baulärm, 2. überarbeitete Auflage*. <https://baulärmportal.de>.
- Bernold, L. E., & Li, B. (2003). Technology for the Tele-Robotic Laying of Large and Small Pipes. *New Pipeline Technologies, Security, and Safety*, 400-407.
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb). (2012). *Selbstverdichtender Beton:2012-09 (SVB-Richtlinie:2012-09)*.
- DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. (2015). *Lärmschutz-Arbeitsblatt IFA-LSA 02-375 Geräuschgeminderte Diamant-Trennscheiben für Steinsägen*.
- Dickamp, Michael J.; Eppers, Sören. (2006). *Selbstverdichtender Beton - Eigenschaften und Prüfung, Zement-Merkblatt Betontechnik B29 7.2006*. Verein Deutscher Zementwerke e.V.
- Eggers, S., & Schultz, S. (2018). *Emissionsreduzierung bei mobilen Maschinene als Beitrag zur Luftreinhaltung in Hamburg*. Hamburg.
- Haltenorth, I., Weber, L., Leistner, P., & Mehra, S.-R. (2007). *Neuartige Maßnahmen zur Minderung von Baulärm - Systeme, Methoden, Wirkungen, Förderkennzeichen BWW 24003*. Universität Stuttgart, Fraunhofer-Institut für Bauphysik.
- Hammel, L., Otto, J., Will, F., Lehmann, F., Anders, E., & Voigt, M. (2023). Electric-impulse-technology: results of a basic investigation into the use of the technology as a selective demolition method in the construction industry. *Asian J Civ Eng* 24, 1981-1995.
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie. (2004). *Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen - Lärmschutz in Hessen - Heft 2*. Wiesbaden.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews - Technical Report TR/SE-0401*. Keele: Keele University.
- Kliesch, D., Wirtz, M., & Hübel, A. (2024). Ermittlung der Emissionsansätze für Lkw mit alternativen Antrieben. *DAGA 2024 Hannover*, 755-758.
- Kühlen, A., Schultmann, F., Reinhardt, M., Haghsheno, S., Mettke, A., Schmidt, S., & Harzheim, J. (2016). SA: *Immissionsschutz beim Abbruch - Minimierung von Umweltbelastungen (Lärm, Staub, Erschütterungen) beim Abbruch von Hoch-/Tiefbauten und Schaffung hochwertiger Recycling-möglichkeiten für Materialien aus Gebäudeabbruch - (Phase 3)*. Karlsruher Institut für Technologie (KIT). doi:10.5445/IR/1000055612
- Kühlen, A., Stengel, J., Volk, R., Schultmann, F., Reinhardt, M., Schlick, H., Haghsheno, S., Mettke, A., Asmus, S., Schmidt, S., & Harzheim, J. (2013). *Minimierung von Umweltbelastungen (Lärm, Staub, Erschütterungen) beim Abbruch von Hoch-/Tiefbauten und Schaffung hochwertiger Recyclingmöglichkeiten für Materialien aus Gebäudeabbruch (Phase 1)*. Karlsruher Institut für Technologie (KIT). doi:10.5445/KSP/1000055155

Kwon, N., Park, M., Lee, H.-S., Ahn, J., & Shin, M. (2016). Construction noise management using active noise control techniques. *Journal of Construction Engineering and Management* 142(7):04016014. doi: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001121](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001121)

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. (2016). *Leiser werden! Wegweiser für die Beschaffung von lärmarmen Baumaschinen, Werkzeugen und Fahrzeugen*. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

Mettke, A., Heyn, S., Asmus, S., & et.al. (2008). *Schlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rückbau industrieller Bausubstanz – Großformatige Betonelemente im ökologischen Kreislauf“, Teil 1: „Krangeführter Rückbau“, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ 0339972)*. BTU Cottbus, Fachgruppe Bauliches Recycling.

Mok, J., Wong, C., Law, C., & Lee, C. (2019). Construction noise management and control policy in Hong Kong and innovative quieter methods for renovation work. *Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics, 9 to 13 September 2019 in Aachen, Germany*, 4356-4363.

Österreichischer Arbeitsring zur Lärmbekämpfung. (2021). *ÖAL-Richtlinie Nr. 111 - Lärm im Baubetrieb - Maßnahmen zur Lärminderung - Ausgabe 2021-07-01*.

Otto, J., Will, F., Hammel, L., Lehmann, F., Anders, E., & Voigt, M. (2021). *Selektiver Rückbau mittels Elektro-Impuls-Verfahren - BBSR-Online-Publikation 30/2021*. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Von <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2021/bbsr-online-30-2021.html> abgerufen

Ozawa, K., Maekawa, K., & Okamura, H. (1992). Development of High Performance Concrete. *Journal of the Faculty of Engineering, The University of Tokyo*, Vol. XLI, No. 3 (1992), 381-439.

RAL DE-UZ 53. (2015). *Blauer Engel - Baumaschinen - DE-UZ 53, Ausgabe Februar 2015, Version 8*.

Richtline 2000/14/EG. (2000). *zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehenen Geräten und Maschinen*.

Schelle, F., Janssen, M., & Maue, J. (2016). Neuartige lärmgeminderte Sägeblätter für die Holzbearbeitung. *DAGA 2016 Aachen*, 1226-1228.

Schweizerischer Baumeisterverband. (2023). *Standardanalysen*. Zürich.

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadt Berlin. (2012). *Baulärm - Informationen - Rechts- und Verwaltungsvorschriften*. Berlin. Von https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/laerm/informationen-zum-laermschutz/broschuere_laerm_121206.pdf abgerufen

Vardhan, H., & Raj, M. G. (2008). An experimental investigation of the sound level produced by bulldozers with various maintenance schedules. *Int. J. Vehicle Noise and Vibration*, Vol. 4, No. 2, 2008, 107-122.

Anhang A: Gegenüberstellung Bauverfahren und Baumaschinen

Tabelle: Überblick der Bauabläufe, -verfahren und -maschinen

Bauverfahren \ Baumaschinen	Bagger	Seilbagger	Endlosschnekette	E-Bagger	Radlader	E-Radlader	Rüttelplatte	Vibrationswalze	Grabenfräser	(Dreh-) Bohrgerät	Rahmgerät	Stromaggregat	Hydraulikbär	Vibratoinsramme	Hydraulikgerät	Pumpe	Betonmischer	Betonspritz	Schlitzwandgreife	Fräse	Planierraupe	Walzenzüge	Fertiger	Aggregate	Kran/Hebezeug	Rohrverleger	Stampfer
Hochbau																											
Ausheben Baugrube	•				•																						
Material verladen	•				•																						
Ausheben Fundamente	•				•																						
Verdichten Baugrube							•	•																			
Grabarbeiten, Ver- & Entsorgungsleitungen	•				•																						
Herstellung des Baugrubenverbaus	•				•						•																
Herstellen von Nebenflächen und Zufahrten	•				•																						
Herstellung Baufeld/ Baustelle (klein/groß)	•				•							•				•											

Bauverfahren		Bagger	Seilbagger	Endlosschnecke	E-Bagger	Radlader	E-Radlader	Rüttelplatte	Vibrationswalze	Grabenfräser	(Dreh-) Bohrgerät	Rahmgerät	Stromaggregat	Hydraulikbär	Vibratoinsramme	Hydraulikgerät	Pumpe	Betonmischer	Betonspritze	Schlitzwandgreife	Fräse	Planierraupe	Walzenzüge	Fertiger	Aggregate	Kran/Hebezeug	Rohrverleger	Stampfer
Straßenbau	Baumaschinen																											
	Herstellung Untergrund (Pflaster)	•																										
	Herstellung Deckschicht (Pflaster)							•																				
	Fräsen Deckschicht																											
	Herstellung Unterbau und Planum	•	•																									
	Herstellung Trag- und Binderschichten		•																									
	Herstellung Deckschicht (Asphalt)			•																								
	Herstellung Bankett (Bundesautobahn)	•																										
	Herstellung Kantsteine und Entwässerung																											
	Herstellung Böschung																											

		Baugruben	Leitungsgraben	Wasserbau	Kanal- und Leitungsbau	Erdbau	Tunnelbau	Sonstiger Tiefbau																					
		Bagger	Seilbagger	Endlosschnecke	E-Bagger	Radlader	E-Radlader	Rüttelplatte	Vibrationswalze	Grabenfräser	(Dreh-) Bohrgerät	Rahmgerät	Stromaggregat	Hydraulikbär	Vibratoinsramme	Hydraulikgerät	Pumpe	Betonmischer	Betonspritze	Schlitzwandgreife	Fräse	Planierraupe	Walzenzüge	Fertiger	Aggregate	Kran/Hebezeug	Rohrverleger	Stampfer	
Bauverfahren		Baumaschinen																											
Wasserbau		•																											
Herstellung Graben										•																			
Herstellung Verbau		•																											
Herstellung Startgrube		•				•																							
Verladen von Material/Versetzen von Schachtteilen		•										•	•													•	•		
Verfüllen Graben		•						•																				•	
Maschineneinsatz (Materialbewegung etc.)		•					•																			•			
Erdbau		Baugruben				•																							
Leitungsgraben		•					•																						
Tunnelbau							•																						
Sonstiger Tiefbau		•					•																						

Bauverfahren		Bagger	Seilbagger	Endlosschnecke	E-Bagger	Radlader	E-Radlader	Rüttelplatte	Vibrationswalze	Grabenfräser	(Dreh-) Bohrgerät	Rahmgerät	Stromaggregat	Hydraulikbär	Vibratoinsramme	Hydraulikgerät	Pumpe	Betonmischer	Betonspritze	Schlitzwandgreife	Fräse	Planierraupe	Walzenzüge	Fertiger	Aggregate	Kran/Hebezeug	Rohrverleger	Stampfer	
Gleisbau	Herstellung Brücke	•								•	•	•																	
	Sanierung Tunnel	•																											
	Herstellung Spundwand	•																											
	Gleisbau	•				•																							
	Weichentausch	•				•																							
	Fundamentbau	•																											
Brückenbau	Herstellung Stützen und Widerlager	•																•											
	Überbau: Montage Fahrbahnplatte																												
	Herstellung Kappenrüste, Betonage, Dichtung, Lampe																•												
Abbruch		•																											

Anhang B: Datenquellen der Literaturrecherche

Tabelle: Übersicht an relevanten Datenbanken und Journals für die systematische Literaturrecherche

Journal / Datenbank	Schwerpunkt
Advances in Acoustics and Vibration	Lärm
Archives of Acoustics	
Acoustical Physics	
Acoustical Science and Technology	
Applied Acoustics	
Acoustical Science and Technology	
The Journal of the Acoustical Society of America	
Journal of the Acoustical Society of Japan (English translation of Nippon Onkyo Gakkaishi)	
Journal of the Acoustical Society of Korea	
Journal of Sound and Vibration	
Journal of Vibration and Acoustics, Transactions of the ASME	
International Journal of Acoustics and Vibrations	
Acta Acustica united with Acustica	
Noise Control Engineering Journal	
Noise and Health	
Advanced Steel Construction	Bau
Advances in Concrete Construction	
Automation in Construction	
Bridge Construction	
Concrete Construction - World of Concrete	
Construction and Building Materials	
Construction Economics and Building	
Construction Innovation	
Construction Management and Economics	
Engineering, Construction and Architectural Management	
International Journal of Construction Education and Research	
International Journal of Construction Management	

Journal / Datenbank	Schwerpunkt
International Journal of Construction Supply Chain Management	
International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology	
Journal of Construction Engineering and Management - ASCE	
Journal of Construction Research	
Journal of Constructional Steel Research	
Journal of Structural and Construction Engineering	
Lean Construction Journal	
Malaysian Construction Research Journal	
Materials and Structures/Materiaux et Constructions	
Open Construction and Building Technology Journal	
Practice Periodical on Structural Design and Construction	
Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials	
Steel Construction	
Tunnelling and Trenchless Construction	
Urbanism. Architecture. Constructions	
World Dredging, Mining and Constructions	

Tabelle: Übersicht an relevanten Datenbanken und Journals für die systematische Literaturrecherche

Journal / Datenbank	Schwerpunkt
Lärbekämpfung – Zeitschrift für Akustik, Schallschutz und Schwingungstechnik (laermbekaempfung.de)	Lärm
IMMISSIONSSCHUTZ – Zeitschrift für Luftreinhaltung, Lärmschutz, Anlagensicherheit, Abfallverwertung und Energienutzung	
Tagungen der Deutschen Gesellschaft für Akustik e.V. – DEGA (dega-akustik.de/publikationen/tagungsbaende/)	
Noise/News International (noisenewsinternational.net)	
Acoustics in Practice (euracoustics.org/activities/acoustics-in-practice)	
Acoustics Today (acousticstoday.org/past-issues/)	
Proceedings of Meetings on Acoustics (asa.scitation.org/journal/pma)	
Allgemeine Bauzeitung	Bau

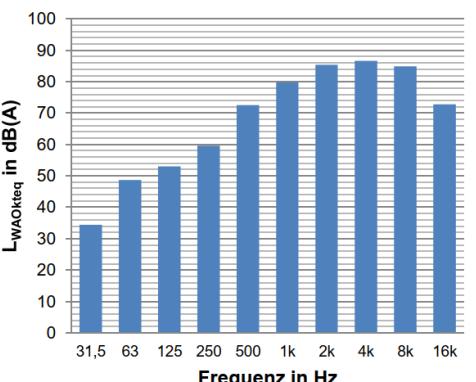
Journal / Datenbank	Schwerpunkt
B_I baumagazin	
B_I galabau	
B_I umweltbau	
B+B BAUEN IM BESTAND	
BAU.NRW	
BAUEN AKTUELL	
Bauen+	
Baugewerbe Unternehmermagazin	
bauMAGAZIN	
BaumarktManager	
BauPortal	
Bautechnik	
Bauwelt	
bd baumaschinendienst	
Beton	
Beton- und Stahlbetonbau	
Brückenbau	
DBZ Deutsche BauZeitschrift	
Der Betonbohrer	
Ingenieurblatt	
DIE BAUSTELLE	
ETR-Eisenbahntechnische Rundschau	
Galabau-Praxis.de	
Kran & Bühne	
Maschinen & Fahrzeuge	
Maschinen & Technik	
Straße + Autobahn	
Straßen- und Tiefbau	
THIS Tiefbau Hochbau Ingenieurbau Straßenbau	
Treffpunkt.Bau	
VDBUM Info	

Anhang C: Beispielhaftes Datenblatt

Technisches Datenblatt – Erdsauger-Saugbagger

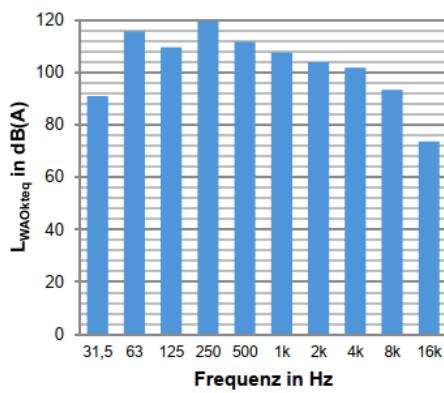
Technisches Datenblatt		Nr. xx
Erdsauger-Saugbagger Tiefbau – Gräben erstellen		
Maschineneinsatz und Arbeitsprozess		
Unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten, z. B. Gräben im Wurzelbereich von Bäumen oder unbekannten und sensiblen Versorgungsleitungen, aber auch für Sandtausch auf Spiel- und Sportplätzen		
Leistungsfaktor:	4	(laut)
Vergleichbares Verfahren:	Aushub mit Bagger	
Geräuschemissionskennwerte		Maschinendaten
Messverfahren		Leistung in kW: 375
Akustisches Zentrum in einer Entfernung von 7 m bzw. 10 m		Gewicht in kg: 24.000
		Antrieb: Dieselaggregat
Mess- und Beurteilungsparameter		
Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des L_{WAeq} in Sekunden	30	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AEq}$ in dB	2,0	
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung in dB	-	
Durchschnittliche Dauer für einen typischen Arbeitsvorgang in min	Kont.	
Messunsicherheit in dB	± 3	
Frequenz in Hz	L_{WAOKeq} in dB(A)	
31,5	65,6	
63	81,8	
125	95,1	
250	89,2	
500	108,7	
1k	99,4	
2k	95,1	
4k	90,9	
8k	88,1	
16k	76,1	
Weitere Abwägungskriterien		
Zeitaufwand für Durchführung	Langsamer als klassische Bauweise	
Kosten gegenüber Standardverfahren	Höher durch höheren Zeitaufwand	

Technisches Datenblatt – Seilsäge

Technisches Datenblatt		Nr. xx		
Abbruch im Außenbereich				
Maschineneinsatz und Arbeitsprozess				
Unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten, z. B. Teilung von Naturstein, Erstellung von Durchbrüchen, Durchtrennung/ Teilung von Beton z.B. bei Bauteilverbindungen etc.				
Leistungsfaktor:	abh. von Alternativverf.			
Vergleichbares Verfahren:	-			
Geräuschemissionskennwerte				
Messverfahren				
Akustisches Zentrum in einer Entfernung von 4 m				
Mess- und Beurteilungsparameter				
Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des L_{WAeq} in Sekunden	30			
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	3,8			
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung in dB	-			
Durchschnittliche Dauer für einen typischen Arbeitsvorgang in min	Kont.			
Messunsicherheit in dB	± 3			
Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)			
31,5	34,4			
63	48,7			
125	53,0			
250	59,6			
500	72,5			
1k	79,8			
2k	85,4			
4k	86,6			
8k	84,9			
16k	72,8			
Weitere Abwägungskriterien				
Zeitaufwand für Durchführung		Abhängig vom Arbeitseinsatz		
Erhöhter Zeit- und Kostenaufwand gegenüber Standardverfahren (gegenüber Hydraulikhammer)		Neutral (Spezialgerät → geringerer Personaleinsatz gegenüber Handstemmgerät)		
				
Maschinendaten				
Leistung in kW:	8 (16 A), 15 (32 A)			
Gewicht in kg:	ca. 48			
Antrieb:	elektrisch			
				
Schallleistung in dB(A)				
L_{WAeq}	97,7			
L_{WAFmax}	-			
Bemerkungen				

Technisches Datenblatt – Hydraulischer Bagger mit Schneidrad

Technisches Datenblatt		Nr. xx
Abbruch im Außenbereich		
Maschineneinsatz und Arbeitsprozess		
Schneidarbeiten von Betonbodenplatte, Straßenbelag, Naturgestein etc. im Außenbereich		
Vergleichbares Verfahren:	Abbruch hydraulischer Hammer	
Leistungsfaktor:	1,3	
Geräuschemissionskennwerte		
Messverfahren		
Akustisches Zentrum in einer Entfernung von ca. 7,5 m		
Mess- und Beurteilungsparameter		
Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des L_{WAeq} in Sekunden	120	
Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	3,0	
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung in dB	-	
Durchschnittliche Dauer für einen typischen Arbeitsvorgang in min	5	
Messunsicherheit in dB	± 3	
Frequenz in Hz	$L_{WAOkteq}$ in dB(A)	
31,5	90,9	
63	115,6	
125	109,6	
250	119,3	
500	111,6	
1k	107,6	
2k	103,9	
4k	101,8	
8k	93,3	
16k	73,6	
Weitere Abwägungskriterien		
Zeitaufwand für Durchführung	Kosten gegenüber Standardverfahren	
höher (gegenüber Hydraulikhammer)	höher	



Schallleistung	in dB(A)
L_{WAeq}	121,5
L_{WAFmax}	124,3
Bemerkungen	
Laut aber weniger Impulshaltig	

Anhang D: Ergebnisprotokoll Workshop zur Identifizierung und Überarbeitung im Zusammenhang mit Texten für Baulärmausschreibungen

Protokoll	Berlin, 2022-10-27u28		
GAEB-Arbeitskreis LB 000			
Sicherheitseinrichtung, Baustelleneinrichtungen			
ANWESENHEITSLISTE			
Name	Firma, Ort	Anw.	Abw.
[REDACTED]	NABau im DIN	X	
Bachmeier, Mirco	Lärmkontor GmbH	X	
Hänisch, Folkard	Lärmkontor GmbH	X	

Änderungen im MGV

Für die GAEB-Gst.: keine

Nächste Sitzung:

Termin: online-Termin nach Umsetzung
 Ort:
 Beginn:

Normenbestellungen:

keine

Tagungsordnung:

Hinweis: *Kursiv* geschriebene Texte sind Erläuterungen oder Überlegungen des AK und sollen durch das Systemhaus Name noch nicht umgesetzt werden.

TOP I Anfragen (KAN, DES, SuP und andere AK)

keine

TOP II Stellungnahme SuP

Liegt keine vor!

TOP III Änderung für SuP

TLG Teilleistungsgruppe
 BSM - Beschreibungsmerkmal
 APR – Ausprägung
 TE - Textergänzung

TLG 2822 Baulärmschutz – Arbeitsanweisungen
 Umbenennen in Baulärmschutz - Festlegungen

 TLG 2822 Baulärmschutz – Arbeitsanweisungen
 BSM 11298 APR 6
 LT ändern:

Protokoll

Berlin, 2022-10-27u28

GAEB-Arbeitskreis LB 000

Sicherheitseinrichtung, Baustelleneinrichtungen

Nachsatz löschen: wie Schallreflexion und -abschirmung und der Lage der kritischen Immissionsorte beigefügt.

BSM 11298 Bestimmungen/Anweisungen Lärmschutz APR 5 ist nicht Textbildend, bitte aufnehmen

APR 7 löschen, braucht keiner

BSM -1570 Immissionsrichtwert umbenennen in Höchstwert analog auch LT

BSM 4084 Änderung: maximale Überschreitung des Höchstwertes um dB '10'
Bitte das A nur bei der BSM 4084 löschen, weil es sich um Differenzangaben handelt

BSM 11298 Bestimmungen/Anweisungen Lärmschutz, APR 9 ff.
Löschen, der Verweis auf Planfeststellungsbeschluss ist für den AN nicht erforderlich

BSM 11298 Bestimmungen/Anweisungen Lärmschutz, APR 10 ff. herauslösen und in TLG neu inkl. AE St

An SuP: macht es Sinn hier die Erschütterung mit einzupflegen? Oder wäre hier nur die Überwachung?

BSM 11298 Bestimmungen/Anweisungen Lärmschutz,
APR 11 f. herauslösen und in TLG neu inkl. AE St

Wenn
BSM 11298 Bestimmungen/Anweisungen Lärmschutz
APR gewählt, dann nur
BSM 11301 Zusätzliche Anweisungen Lärmschutz
APR 8 und 9 behalten und alle anderen löschen

BSM Zeit (h) oder BSM 6858 Ausführungszeit nutzen
APR neu 7-20 LT: in der Zeit von ...
APR neu 20-7

BSM 11301 Zusätzliche Anweisungen Lärmschutz
LT ändern: 2005/88/EG

BSM 11301 Zusätzliche Anweisungen Lärmschutz,
APR 13 löschen ff., macht keinen Sinn weil nicht konkret

BSM 11301 Zusätzliche Anweisungen Lärmschutz,
wenn APR 14
löschen
dafür müsste zwingende TE Art der Baumaschine - Ausschreibender
wenn TE gewählt
Dann
BSM Zeit (h)
APR neu 7-20 LT: in der Zeit von ...
APR neu 20-7

Und NBSM Einsatzzeit (h) Ausschreibender ergänzen
Min 1 max 13

Anhang_LB000_Protokoll-2022-10-27u28_Lärm.docxAnhang_LB000_Protokoll-2022-10-
27u28_Lärm.docx Seite 2 von 7

Protokoll	Berlin, 2022-10-27u28
	GAEB-Arbeitskreis LB 000
Sicherheitseinrichtung, Baustelleneinrichtungen	
TV 1	
BSM 11298 Bestimmungen/Anweisungen Lärmschutz APR 15 löschen	
BSM 6858 Ausführungszeit Der Einsatz von Baumaschinen, , sind innerhalb der folgenden Zeit durchzuführen '10 -14'. LT um „Stunden“ ergänzen ...	
TLG 2821 löschen, diese „Gesetze“ gelten immer, was soll daraus berücksichtigt werden	
... TLG 2823 Baulärmschutz – Einrichtungen Wenn BSM 11303 Bauteil, Schallschutz Gewählt, dann BSM neu Ausführung APR neu Photovoltaik APR neu elektrisch	
BSM 11303 Bauteil, Schallschutz APR 9 Öffnung „herstellen“ ändern Aussparung Hier fehlt ein Material???	
BSM 252 und 1599 als zwingend stellen BSM 252 umbenennen in Maße L/B/H	
BSM 11303 Bauteil, Schallschutz APR 5Schallschutzeinrichtung Löschen, hier ist zu schreiben ob Wand, Einhausung etc. Die Anforderungen für Gleise bitte an die APR 1 hängen	
Für alle APR LT: ergänzen „für Baumaschinen“ (damit klar ist, dass hier das Thema Baulärm/Maschinen gemeint ist)	
APR 3 [3]Schallschutzmehausung bitte ändern in Schallschutzeinhausung Wenn APR gewählt ist, dann BSM neu APR neu ohne Angabe APR neu einschließlich Öffnungen Außenluft APR neu einschließlich Öffnungen Fortluft	
Wenn Öffnung gewählt BSM neu APR neu Lamellen APR neu Luftfilter APR neu Ventilatoren APR neu Schalldämpfer APR neu Luftleitung	
Wenn Luftleitung gewählt, dann Abfrage Länge	
BSM neu APR neu Gründung wird gesondert vergütet	

Anhang_LB000_Protokoll-2022-10-27u28_Lärm.docxAnhang_LB000_Protokoll-2022-10-27u28_Lärm.docx Seite 3 von 7

Protokoll

Berlin, 2022-10-27u28

GAEB-Arbeitskreis LB 000

Sicherheitseinrichtung, Baustelleneinrichtungen

...
BSM 11302 APR 2 löschen, das gibt es nicht, macht auch keinen Sinn

...
Wenn APR 6 und 7 vom BSM 11301 gewählt, dann
BSM 11305 Mind.-Schalldämm-Maß [dB] zulassen

...
KNO Baulärm

TLG neu Geräuschmessung/Erschütterungsmessung
BSM neu
APR neu Geräuschmessung
APR neu Erschütterungsmessung

BSM
APR neu von 07-20 Uhr, ohne Unterbrechung
APR neu von 20-07 Uhr, ohne Unterbrechung

Wenn Erschütterung, dann
BSM neu
APR neu an einem maßgeblichen Ort DIN 4150-2 und -3

Wenn Geräusch, dann
BSM
APR neu an einem maßgeblichen Immissionsort der AVV Baulärm

BSM neu
APR neu Schallpegelmessgerät der Klasse 1, DIN EN 61672-1
APR neu Erschütterungsmessgerät DIN 45669-1

Wenn Geräusch
BSM neu
APR neu Messbericht gem. AVV Baulärm ist unverzüglich nach Auswertung digital an den AG zu übergeben, spätestens jedoch nach 24 Stunden
APR neu Messbericht gem. AVV Baulärm ist unverzüglich nach Auswertung digital an den AG zu übergeben, spätestens jedoch nach 48 Stunden
APR neu Messbericht gem. AVV Baulärm ist unverzüglich nach Auswertung digital an den AG zu übergeben, spätestens jedoch nach 72 Stunden

Wenn Erschütterung
APR neu Messbericht gem. DIN 4150-2 und -3 ist unverzüglich nach Auswertung digital an den AG zu übergeben, spätestens jedoch nach 24 Stunden
APR neu Messbericht gem. DIN 4150-2 und -3 ist unverzüglich nach Auswertung digital an den AG zu übergeben, spätestens jedoch nach 48 Stunden
APR neu Messbericht gem. DIN 4150-2 und -3 ist unverzüglich nach Auswertung digital an den AG zu übergeben, spätestens jedoch nach 72 Stunden

AE St

...
TLG neu Lieferung/Abfuhr

Protokoll	Berlin, 2022-10-27u28
	GAEB-Arbeitskreis LB 000
Sicherheitseinrichtung, Baustelleneinrichtungen	
BSM neu	
APR neu Lieferung Baustoffen	
APR neu Abfuhr Baustoffen	
APR neu Rückbau Stoffen	
NBSM Zeit (h)	
In der Zeit von bis	
Von Min 07.00 max 20.00	
TV 09.00	
Bis Min 07.00 max 20.00	
TV 12.00	
Von Min 07.00 max 20.00	
TV 09.00	
Bis Min 07.00 max 20.00	
TV 12.00	
Am Tage könnten es 2 Zeitfenster sein!	
Von Min 20.00 max 07.00	
TV 20.00	
Bis Min 20.00 max 07.00	
TV 23.00	
AE	
....	
LB090 ergänzen Person die den Umweltschutz überwacht? Aufnehmen?	
TLG neu Überwachung	
BSM neu	
APR neu Überwachung durch Sachverständigen für Lärmschutz	
APR neu Überwachung durch Sachverständigen für Erschütterungsschutz	
AE St/Anzahl Tag	
AE St/Anzahl Wo	
....	
TLG 2824 Erschütterungsschutz – Hinweise	
Löschen, alles Planung und Dok. beigelegt	
....	
Verfahren zur Lärminderung bei Abbruch beschreiben?? In den einzelnen TLG??	
Anfrage an SuP: Bitte um Rücksprache!	
Wenn BSM 2294 Technologie Abbrucharbeiten Geräteneinsatz gewählt, dann	
BSM neu Gerät/Methode	
APR neu Hydraulischer Hammer	
APR neu Fräse	
APR neu Hydraulische Schere	
APR neu Trennen, z. B. Seilsäge, Betonschneider	
APR neu Stein- und Betonpaltegerät mit Vorbohren	
APR neu Quellbeton mit Vorbohren	
APR neu Sprengen mit Vorbohren	
Anhang_LB000_Protokoll-2022-10-27u28_Lärm.docx	Anhang_LB000_Protokoll-2022-10-27u28_Lärm.docx
Seite 5 von 7	

Protokoll

Berlin, 2022-10-27u28

GAEB-Arbeitskreis LB 000

Sicherheitseinrichtung, Baustelleneinrichtungen

....
Lärmschutzwand, wie wird der Pfosten beschrieben? Gesondert? Gehört der zur Wand?
KLN: Anfrage an die Kollegen vom Lärmschutzverband am 10.11.2022
Auf WV gelegt

....
BG befragen
Hartmetallägeblätter
lärmarme Sägeblätter
Können die wirklich bestellt werden? Sind diese Begriffe die richtigen?
KLN: Mail an Herrn Wirth am 03.11.2022 gesandt

Frage an SuP:
BSM 10478 Emissionshöchstwerte Abgas
APR 1 was soll das sein die TA Luft?
Müsste die nicht auch gelöscht werden? Die wird aber auch an anderen Stellen gezogen??

TOP IV Gibt es Vorlagen, die gelöscht oder freigegeben werden können?

Keine

TOP V Normenänderungen

Hier nicht relevant

"Was ist neu?"

TLG für Baulärmschutz wurden aktualisiert

Anträge/Bitten/Fragen von/an anderen AK

Anfrage an LB045
Sehr geehrte Damen und Herren,
wir waren im Zusammenhang mit Baulärm ein wenig in STLB-Bau unterwegs und haben folgendes gefunden:
TLG 1866
TLG 4891
BSM 10185 Baustoff, Korpus
APR 2Spanplatte, Emissionsklasse E1
Wo kommt die her, die Klasse bzw. wo ist diese definiert?
Vielen Dank für Ihre Rückmeldung.
Die Kollegen des LB000
<https://docs.din.de/din-documents/open/22a4c1c2-edaa-424f-9f1d-5e3f60270f76>

....
LB040
Sehr geehrte Damen und Herren,
wir waren bezüglich Lärm auf der Baustelle ein bisschen in STLB-Bau unterwegs und sind auf die folgende TLG gestoßen:
TLG 3037 Standardbeschreibungen Feuerungseinrichtungen
Was soll diese TLG aussagen?
Mit freundlichen Grüßen
Die Kollegen des LB000

Anhang_LB000_Protokoll-2022-10-27u28_Lärm.docxAnhang_LB000_Protokoll-2022-10-27u28_Lärm.docx
Seite 6 von 7

Protokoll

Berlin, 2022-10-27u28

GAEB-Arbeitskreis LB 000

Sicherheitseinrichtung, Baustelleneinrichtungen

<https://docs.din.de/din-documents/open/9b24d73a-a722-4487-a53f-54d7a6734cac>

....
LB096u097

Sehr geehrte Damen und Herren,
wir waren bezüglich Lärm auf der Baustelle ein bisschen in STLB-Bau unterwegs und sind auf die folgende TLG
TLG 6018

BSM 21839 Einsatzbereich automatisches Warnsystem
APR 2 lärmempfindlicher Bereich
Was ist hier für ein Bereich gemeint?
Hier ist auch Planung im Text, wir denken, das passt nicht für STLB-Bau

TLG 6017 Feste Absperrungen – Gleisbau, gleiches Thema
TLG 6022 Funkangesteuerte Kleinwarnsysteme – Gleisbau
TLG 6021 Zusatzgeräte - Gleisbauwarnsysteme]

Sind das Bauteile die fest verbaut werden?
Wenn nicht wozu Planung?
Wir bitten Sie sich die Texte anzuschauen und ggf. zu überarbeiten.
Vielen Dank
Die Kollegen des LB000
<https://docs.din.de/din-documents/open/e05db0cb-708c-4e7e-b83a-27e40bcf50c3>

....
LB040

Sehr geehrte Damen und Herren,
wir waren bezüglich Lärm auf der Baustelle ein bisschen in STLB-Bau unterwegs und sind auf die folgende TLG
gestoßen:

TLG 8023 Blockheizkraftwerke
Hier werden Emissionen/Immisionen falsch angewandt.
Für Abgas Emission, für das Gerät eine BHKW Emission.
Immision wird gar nicht gebraucht.

Siehe BlmSchG §3 Abs. 2 und 3 Definition der Emission
Wir bitten Sie, dies nach Prüfung zu korrigieren.

Vielen Dank
Die Kollegen des LB000
<https://docs.din.de/din-documents/open/e052f906-4b6d-4e77-9c71-7e6ea0f4d273>

Aufgabenliste und Merkposten

Überprüfung nach Umsetzung

Aufgestellt: Name 2022-10-27u28