



IFA

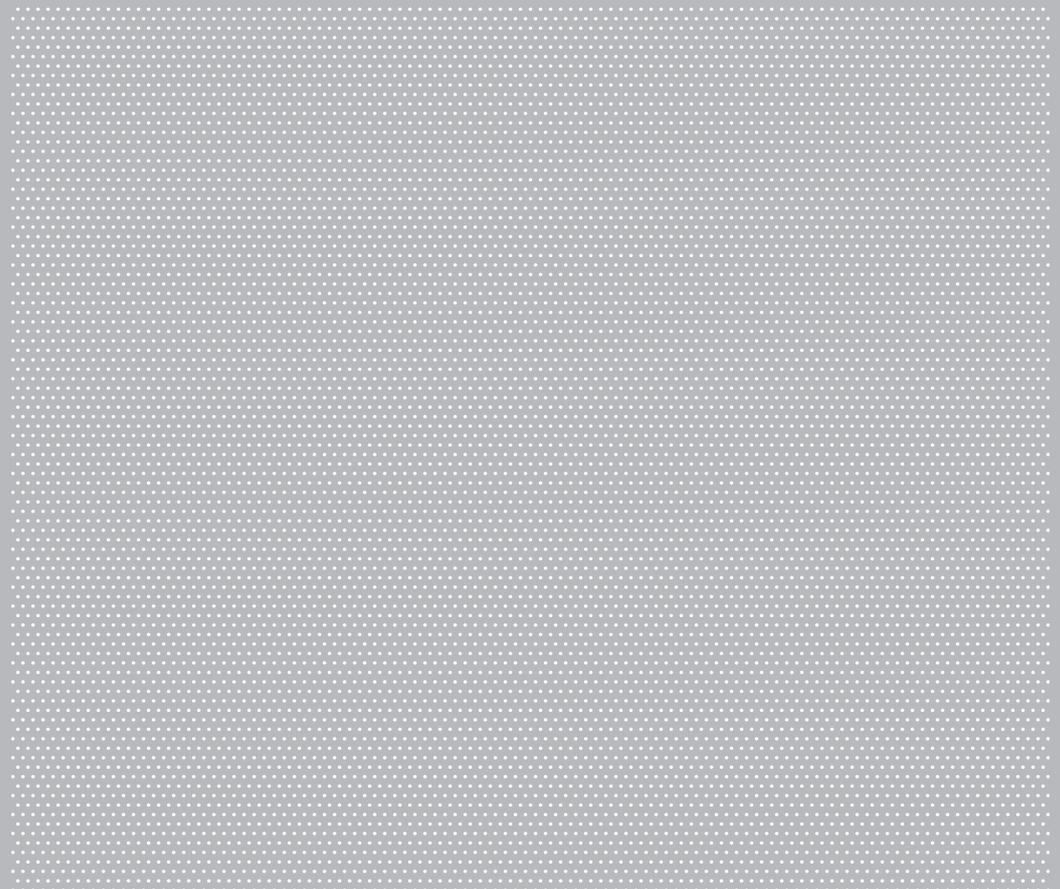
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

6/2018

IFA Report

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

**– Eine Untersuchung der BG ETEM aus den
Jahren 2013/2014 –**



Verfasser: Heiko Kusserow
Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), Köln

Dr. Andrea Wolff
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),
Sankt Augustin

Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Glinkastr. 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0
Telefax: 030 13001-9876
Internet: www.dguv.de
E-Mail: info@dguv.de

– Oktober 2018 –

Publikationsdatenbank: www.dguv.de/publikationen

ISBN (online): 978-3-86423-222-0
ISSN: 2190-7994

Kurzfassung

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Dieser Report dokumentiert eine Untersuchung der Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse aus den Jahren 2013 und 2014 zur Ermittlung der Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau. Hierzu wurden an jeweils wechselnden Beschäftigten 29 Ganztagesmessungen auf 15 verschiedenen Baustellen durchgeführt. Da in der Kabeltiefbaubranche die arbeitstäglich ausgeübten Tätigkeiten vom Inhalt des jeweiligen Arbeitsauftrages abhängen, treten nicht alle typischen Tätigkeiten der Branche an jedem Arbeitstag auf. Auch der Zeitraum für die einzelnen Tätigkeiten kann von Arbeitstag zu Arbeitstag erheblich variieren. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Tätigkeiten an wechselnden Orten (Baustellen) stattfinden und somit auch unterschiedliche Lärmeinwirkungen aus den jeweiligen Arbeitsumgebungen, z. B. durch andere Gewerke des Hoch- und Tiefbaus und verschiedene Verkehrslärmszenarien, vorliegen.

Die Ganztagesmessungen erfolgten mit Schall exposimetern personengebunden nach DIN EN ISO 9612. Über die Beobachtung der Beschäftigten durch einen Messtechniker wurden für alle Messzeiträume ausführliche Tätigkeitsprotokolle erstellt. Diese ermöglichen eine Auswertung

der Pegel-Zeit-Verläufe der 29 Ganztagesmessungen hinsichtlich der typischen Tätigkeiten auf Baustellen der Kabeltiefbaubranche. Aufgrund der hohen Anzahl von Ganztagesmessungen lässt sich daraus eine statistisch abgesicherte Aussage über die Lärmexposition der typischen Tätigkeiten im Kabeltiefbau sowie die jeweiligen durchschnittlichen Ausführungsdauern dieser Tätigkeiten pro Arbeitstag ableiten. Darüber hinaus wurde aus den 29 Tagesmittelungspegeln nach der Norm DIN EN ISO 9612 der repräsentative Tages-Lärmexpositionspegel für Beschäftigte auf Baustellen im Kabeltiefbau berechnet.

Dieser Report gibt einen umfangreichen Überblick über die Lärmexposition von Beschäftigten auf Baustellen im Kabeltiefbau. Die Ergebnisse können für Gefährdungsbeurteilungen in dieser Branche genutzt werden. Die angegebenen Mittelungspegel für die typischen Tätigkeiten ermöglichen auch die Berechnung individueller Tages-Lärmexpositionspegel für andere zeitliche Zusammensetzungen der Tätigkeiten. Das Berechnungsverfahren hierfür ist ausführlich in DIN EN ISO 9612 beschrieben.

Abstract

Noise exposure on construction sites involving underground cable works

This report documents a study conducted in 2013 and 2014 by the German Social Accident Insurance Institution for the energy textile electrical and media products sector (BG ETEM) to determine noise exposure on construction sites involving underground cable works. In this study, 29 whole-day measurements were performed on alternating workers at 15 different construction sites. Since the specific tasks performed during a working day in underground cable works are dependent upon the scope of the works being completed, not all typical tasks in the sector occur on each and every working day. The duration for which the individual tasks are performed may also vary considerably from one day to the next. Furthermore, consideration must be given to the changes in location (different construction sites) at which the tasks are performed and the associated differences in exposure to noise from the respective work environments, caused for example by other trades in construction and civil engineering and various traffic noise scenarios.

The whole-day measurements were recorded by means of noise dosimeters worn on the body to EN ISO 9612. The workers were observed by a measurement technician in order for comprehensive task logs to be produced for all

periods of measurement. The task logs enable the noise level characteristics of the 29 whole-day measurements to be interpreted with respect to the tasks typically performed on construction sites in the underground cable works sector. The high number of whole-day measurements permits a statistically validated conclusion regarding the noise exposure during the tasks typically performed in underground cable works and the respective average durations of these tasks per working day. In addition, the representative daily noise exposure level for workers on construction sites involving underground cable works was calculated from the 29 mean daily noise levels in accordance with EN ISO 9612.

This report provides a comprehensive overview of the noise levels to which workers on construction sites involving underground cable works are exposed. The results can be used during the performance of risk assessments in this sector. The stated mean levels for the typical tasks also enable individual daily noise exposure levels to be calculated for combinations of the tasks with different time components. The calculation method used for this purpose is described in detail in EN ISO 9612.

Résumé

Exposition au bruit sur les chantiers lors de travaux de câblage souterrain

Ce rapport documente une étude conduite en 2013 et 2014 par l'organisme d'assurance sociale allemande des accidents du travail et des maladies professionnelles des secteurs de l'énergie, des textiles, de l'électrotechnique et des produits médiatiques. L'objet de cette étude était de déterminer l'exposition au bruit sur les chantiers de pose de câbles souterrains. À cet effet, il a été procédé à 29 mesurages d'une journée complète sur 15 chantiers différents, et ce sur des travailleurs qui se relayaient. Étant donné que, dans le secteur du câblage souterrain, les activités effectuées chaque jour dépendent du contenu de l'ordre de travail en question, les activités typiques de la branche ne sont pas toutes effectuées chaque jour de travail. Le temps consacré à chaque activité peut, lui aussi, varier considérablement d'une journée de travail à l'autre. Il faut en outre tenir compte du fait que les endroits où s'effectuent les travaux varient d'un chantier à l'autre, et que l'on est ainsi en présence d'effets sonores différents en fonction de l'environnement de travail, en raison par exemple de l'intervention d'autres corps de métier du BTP sur le chantier et de différents scénarios en termes de bruit de la circulation.

Les mesures sur toute une journée ont été effectuées à l'aide d'exposimètres acoustiques individuels selon la norme DIN EN ISO 9612. Pour toutes les périodes de

mesure, des comptes-rendus d'activités détaillés portant sur l'observation des travailleurs ont été établis par un technicien métrologue. Ces comptes-rendus ont permis d'analyser les courbes niveau-temps des 29 mesures de journées complètes par rapport aux activités typiques d'un chantier de câblage souterrain. Le nombre important de mesures effectuées sur une journée complète permet de tirer une conclusion statistiquement avérée, tant sur l'exposition au bruit des activités typiques d'un chantier de pose de câbles souterrains, que sur la durée moyenne d'exécution de ces activités par journée de travail. De plus, le niveau représentatif d'exposition journalière au bruit pour les ouvriers travaillant à la pose de câbles souterrains a été calculé à partir des 29 niveaux moyens journaliers, selon la norme DIN EN ISO 9612.

Le présent rapport fournit un aperçu complet de l'exposition des ouvriers travaillant sur des chantiers de pose de câbles souterrains. Les résultats peuvent être utilisés pour l'évaluation des risques dans ce secteur d'activité. Les niveaux moyens indiqués pour les activités typiques permettent aussi de calculer les niveaux individuels d'exposition journalière au bruit pour d'autres répartitions des activités en termes de temps. La méthode de calcul à utiliser pour cela est décrite en détail dans la norme DIN EN ISO 9612.

Resumen

Exposición al ruido en las obras de cableado en ingeniería civil

Este informe documenta un estudio de la asociación profesional de energía, producción textil, eléctrica y productos mediáticos (BG ETEM) de los años 2013 y 2014 para establecer la exposición al ruido en las obras de cableado en ingeniería civil. Al respecto se llevaron a cabo 29 mediciones de todo el día en 15 obras diferentes sobre empleados cambiantes cada vez. Como en el sector de cableado en ingeniería civil las actividades realizadas en el día día varían en cuanto a los contenidos en función de la tarea a realizar, no todas las actividades típicas del sector se llevan a cabo en cada día de trabajo. También el periodo de tiempo dedicado a cada actividad puede variar considerablemente de una jornada laboral a otra. Por lo demás, hay que tener en cuenta que las actividades tienen lugar en diferentes puntos (obras) y, por lo tanto, se producen también diversos efectos sonoros en función del entorno laboral correspondiente, por ejemplo, debido a diferentes tipos de actividades de la construcción o la ingeniería civil y los diversos escenarios en materia de ruido del tráfico.

Las mediciones de todo el día se llevaron a cabo con exposímetros de sonido incorporados a las personas según lo establecido en DIN EN ISO 9612. A través de la observación de los empleados realizada por parte de un técnico en medición se documentaron detalladamente en

protocolos de actividad todos los periodos de medición. Estos permitieron llevar a cabo una evaluación de la evolución de los niveles de ruido y el tiempo en las 29 mediciones de todo el día en combinación con las actividades típicas de una obra de cableado en ingeniería civil. Debido al elevado número de mediciones de todo el día, se ha podido derivar una conclusión estadísticamente asegurada sobre la exposición acústica de las actividades típicas del cableado en ingeniería civil así como de las duraciones de ejecución medias correspondientes a estas actividades por jornada laboral. Además, a partir de los 29 niveles medios de ruido de toda una jornada según DIN EN ISO 9612, se calculó el nivel de exposición al ruido representativo para toda una jornada en empleados de las obras de cableado en ingeniería civil.

Este informe facilita una amplia visión de conjunto sobre la exposición al ruido de los empleados en obras de cableado en ingeniería civil. Los resultados podrán emplearse para las evaluaciones de riesgo en este sector. Los niveles de promedio indicados para las actividades típicas del sector permiten también efectuar un cálculo de los niveles de exposición al ruido individuales para todo un día al combinar esta actividad con otras a lo largo del día. El procedimiento de cálculo para ello está descrito en detalle en la normativa DIN EN ISO 9612.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	9
2	Der Kabeltiefbau	10
3	Beschreibung der Messungen	11
4	Messergebnisse	12
5	Auswertung.....	14
	Literatur	17
	Erläuterungen zu den Anhängen A bis F.....	18
	Anhang A: Messzeiten und Messergebnisse	19
	Anhang B: Mittelungspegel und Expositionsdauern der einzelnen Messungen	21
	Anhang C: Expositionsdatenblätter	51
	Anhang D: Erläuterungen zu den Tätigkeiten.....	69
	Anhang E: Übersicht über die Baustellen	71
	Anhang F: Fotodokumentation	81

1 Allgemeines

Zum Schutz der Beschäftigten vor tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen ihrer Gesundheit durch Lärm oder Vibrationen bei der Arbeit wurde im März 2007 die Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV) [1] erlassen. Kernpunkt der Verordnung ist die Gefährdungsbeurteilung. Die Arbeitgeber sind verpflichtet, die Risiken der Beschäftigten durch Lärmeinwirkung am Arbeitsplatz zu ermitteln, zu bewerten und das Ergebnis – unabhängig von der Beschäftigtenanzahl – zu dokumentieren.

Dabei sind insbesondere zu berücksichtigen:

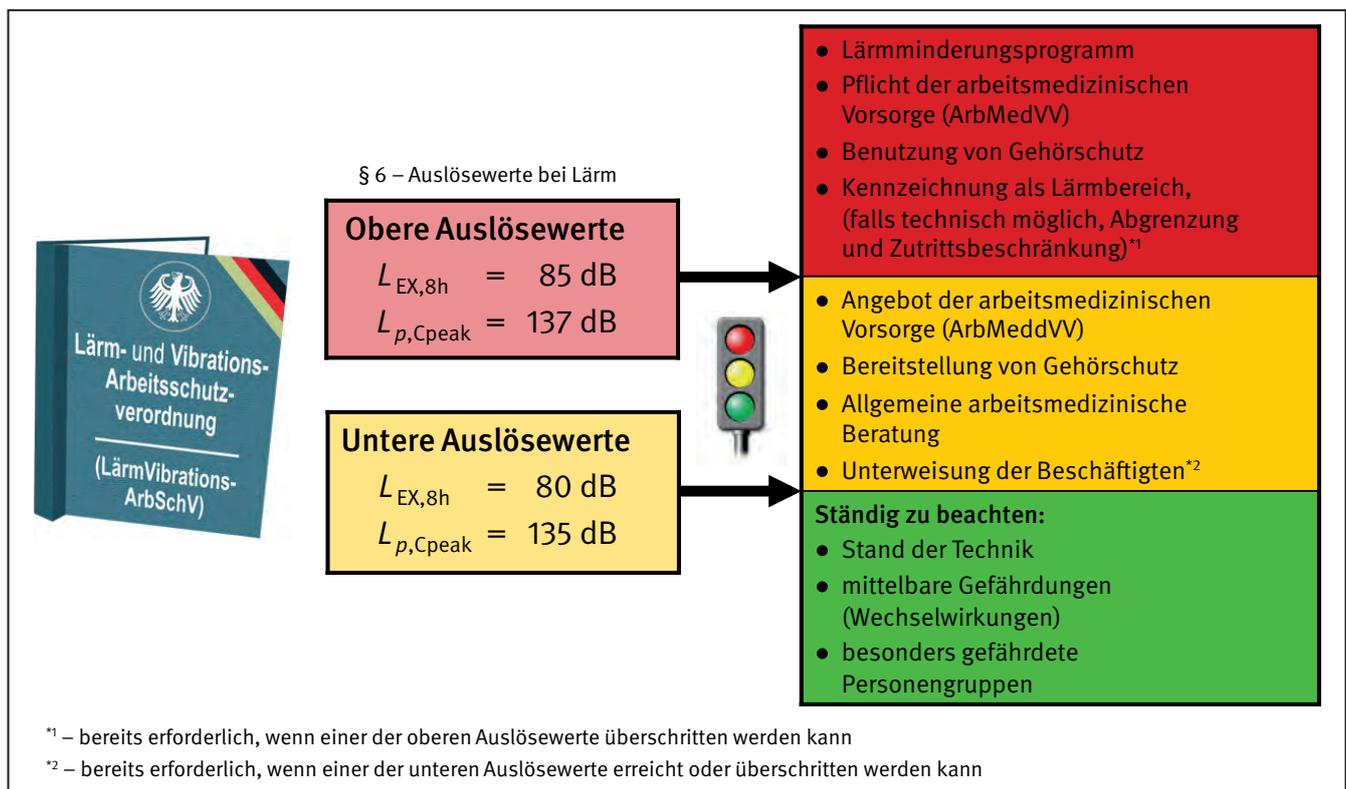
- Art, Ausmaß und Dauer der Exposition durch Lärm,
- die Auslösewerte in Bezug auf den Tages-Lärmexpositionspegel ($L_{EX,8h}$) bzw. den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$),

- die maximal zulässigen Expositionswerte am Ohr der Beschäftigten, unter Einbeziehung der dämmenden Wirkung des Gehörschutzes ($L_{EX,8h} = 85$ dB bzw. $L_{p,Cpeak} = 137$ dB).

In Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung hat der Arbeitgeber dann entsprechende Schutzmaßnahmen durchzuführen (Abbildung 1).

Diese Expositionsbeschreibung gibt einen Überblick zu typischen Lärmexpositionen in der Kabeltiefbaubranche. Dabei wurden die Schalldruckpegel durch ganztägige Messungen für mehrere Arbeitstage erfasst. Die Ergebnisse können als repräsentativ für die Kabeltiefbaubranche angesehen werden. Unter dem Vorbehalt, dass im eigenen Unternehmen identische Tätigkeiten mit vergleichbaren Zeitanteilen ausgeführt werden, sind die Ergebnisse für die Gefährdungsbeurteilung nach der LärmVibrationsArbSchV verwendbar.

Abbildung 1:
Auslösewerte und Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV [1]



2 Der Kabeltiefbau

Die Kabeltiefbaubranche besteht in der Regel aus Dienstleistungsunternehmen, die sich auf die Planung, Lieferung, Montage und Wartung von Elektroanlagen (z. B. Anlagentechnik, Baustromversorgung, Beleuchtungsanlagen, Kommunikationsnetze, Netzbau) spezialisiert haben.

In den Unternehmen werden die Beschäftigten meist auf mehrere Kolonnen verteilt, die jeweils als Team für einen Auftrag oder eine Baustelle zuständig sind. Aufgrund der auszuführenden Tätigkeiten kann die Berufsbezeichnung für Beschäftigte in den einzelnen Kabeltiefbaukolonnen variieren. Typische Eingangsberufe innerhalb der Kolonnen sind Elektriker, Elektromonteur, Tiefbauer sowie weitere bauliche Grundberufe.

Zu den Tätigkeiten im Kabeltiefbau gehören beispielsweise:

- Arbeitsvorbereitung und Einmessarbeiten,
- Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.),
- maschineller Erdaushub, aber auch Schachtarbeiten von Hand,
- Wanddurchbrüche mittels Kernbohrungen,
- Arbeiten mit Bodendurchschlagrakete,
- Montage- und Anschlussarbeiten (z. B. Hausanschlusskasten setzen, Muffe tauschen),
- Kabel, Leitungen, Leerrohre verlegen,
- Verfüllen und Verdichten von Gräben,
- Wiederherstellung von Oberflächen,
- Störungsdienst.

3 Beschreibung der Messungen

Bei Tätigkeiten auf Baustellen handelt es sich vorwiegend um mobile Arbeitsplätze. Zur Erfassung der Lärmexposition am Ohr der Beschäftigten bieten sich daher personengebundene Messungen mit Personenschallexposimeter (Dosimeter) als besonders geeignet an. Die in diesem Projekt verwendeten Dosimeter (Brüel & Kjaer, Typen 4443, 4445 und 4448) erfüllen bauartbedingt die Anforderungen der DIN EN 61252 [2] und entsprechen damit näherungsweise einem Schallpegelmessgerät der Klasse 2 nach DIN EN 61672 [3].

Insgesamt wurden im Zeitraum von August 2013 bis April 2014 auf 15 verschiedenen Baustellen 29 Ganztagesmessungen nach DIN EN ISO 9612 [4] durchgeführt. Das Mikrofon befand sich dabei entsprechend den Vorgaben der

Messnorm auf der Schulter der Versuchspersonen in ohrnaher Position. Im Rahmen des Projektes wurden alle typischen Tätigkeiten der Kabeltiefabbranche messtechnisch erfasst. Aus den Messergebnissen lassen sich repräsentative Aussagen zur Lärmbelastung auf Baustellen im Kabeltiefbau ableiten.

Nähere Informationen zu den Messorten sind in Anhang E aufgeführt. Die gesamte Fotodokumentation des Projektes befindet sich in Anhang F.

4 Messergebnisse

Eine detaillierte tabellarische Übersicht der 29 Ganztagesmessungen mit den Tagesmittelungspegeln, den Spitzenschalldruckpegeln sowie den jeweils zugehörigen Messzeiten, die den Tages-Netto-Arbeitszeiten (ohne Pausen) entsprechen, findet sich in Anhang A. In Abbildung 2 sind die Tagesmittelungspegel ($L_{p,Aeq}$) der 29 Messtage

mit gerundetem Ergebnis und farblicher Kennzeichnung entsprechend dem Ampelprinzip dargestellt. Abbildung 3 zeigt die im Ergebnis gerundeten Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) der jeweiligen Messtage mit farblicher Kennzeichnung entsprechend dem Ampelprinzip.

Abbildung 2:
Tagesmittelungspegel $L_{p,Aeq}$

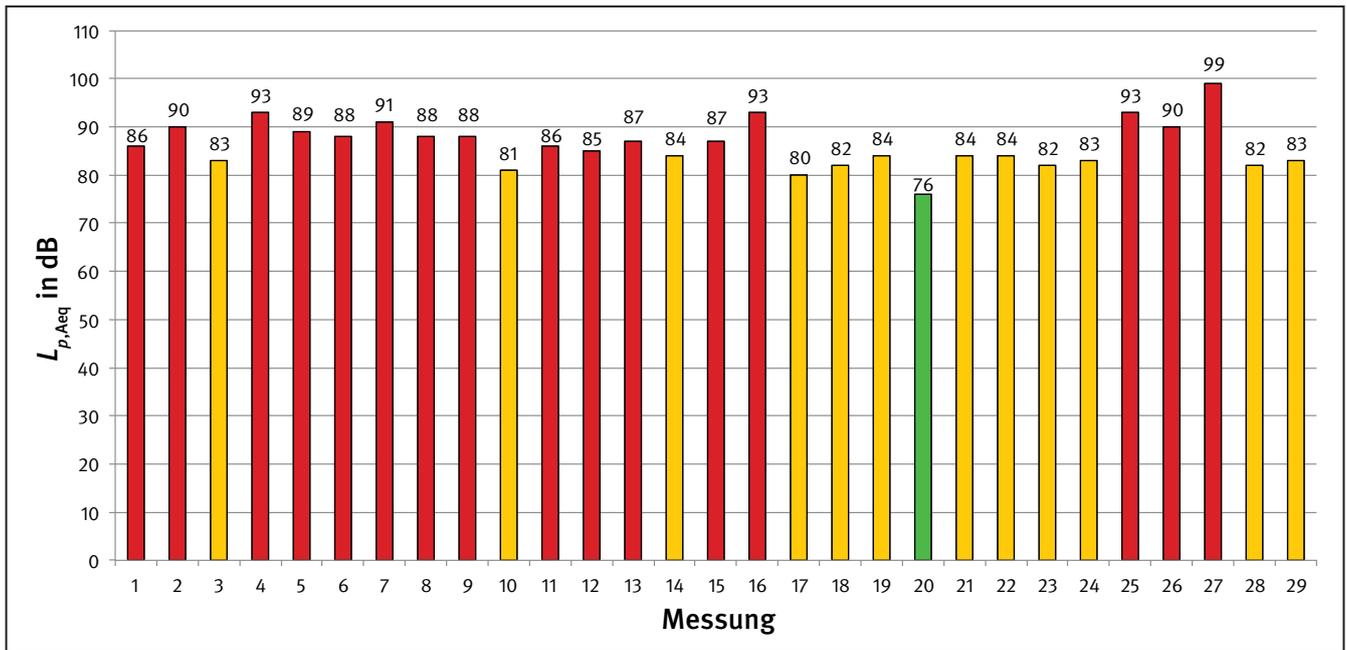
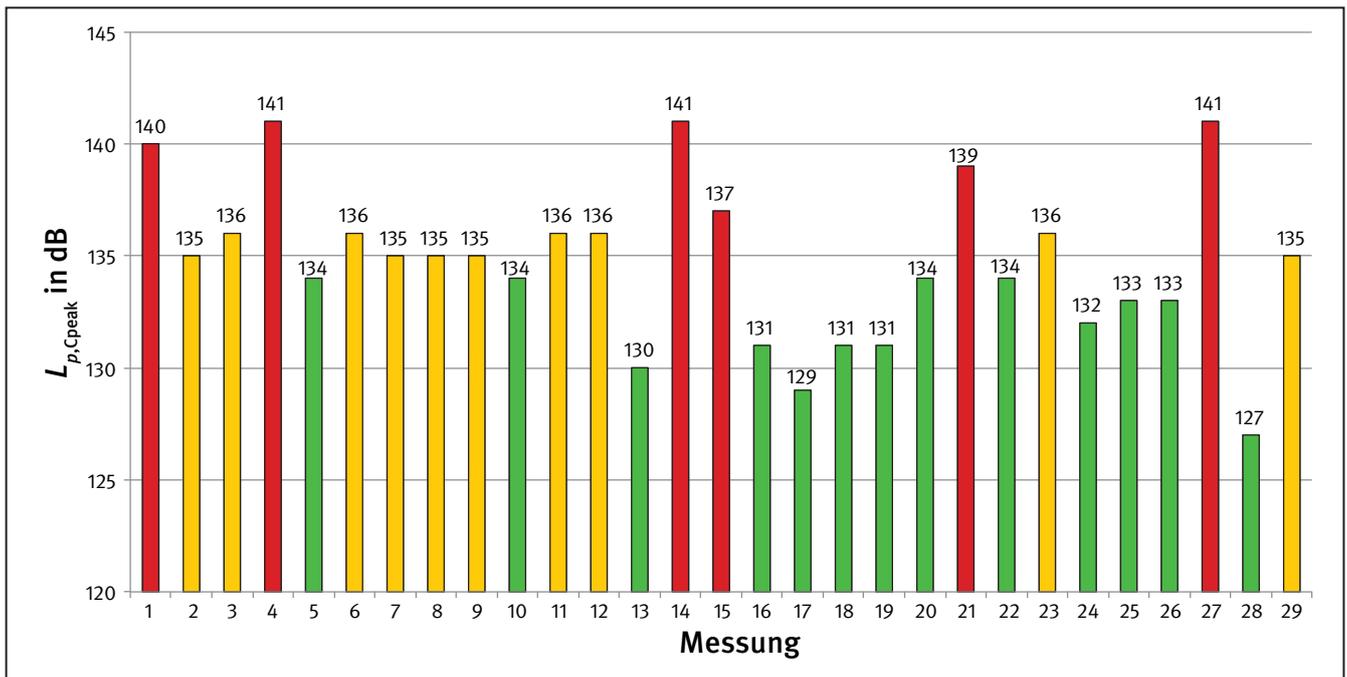


Abbildung 3:
Spitzenschalldruckpegel $L_{p,Cpeak}$



Die gemessenen Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind in dieser Expositionsbeschreibung in Abbildung 3 sowie in den Anhängen A und B aufgeführt. Hinsichtlich des Spitzenschalldruckpegels ist nach den Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Lärm) [5] bei der Gefährdungsbeurteilung der höchste für den Arbeitsplatz vorhersehbare Wert heranzuziehen.

Eine repräsentative Aussage zur vorhersehbaren Lärm- einwirkung im Kabeltiefbau kann aus den gemessenen Spitzenschalldruckpegeln nicht abgeleitet werden, da im Pegel-Zeit-Verlauf die nachträgliche Differenzierung aller Peaks in tätigkeitsspezifisch bzw. umgebungsspezifisch nicht möglich ist.

5 Auswertung

Die 29 Messtage bestanden aus einer Netto-Arbeitszeit (ohne Pausen) von 14 588 Minuten (entspricht 243 Stunden und acht Minuten), aus der eine durchschnittliche Netto-Arbeitszeit pro Messtag von 503 Minuten (entspricht acht Stunden und 23 Minuten) mit einer Standardabweichung von 50 Minuten resultiert. Die minimale bzw. maximale Netto-Arbeitszeit betrug 423 bzw. 578 Minuten.

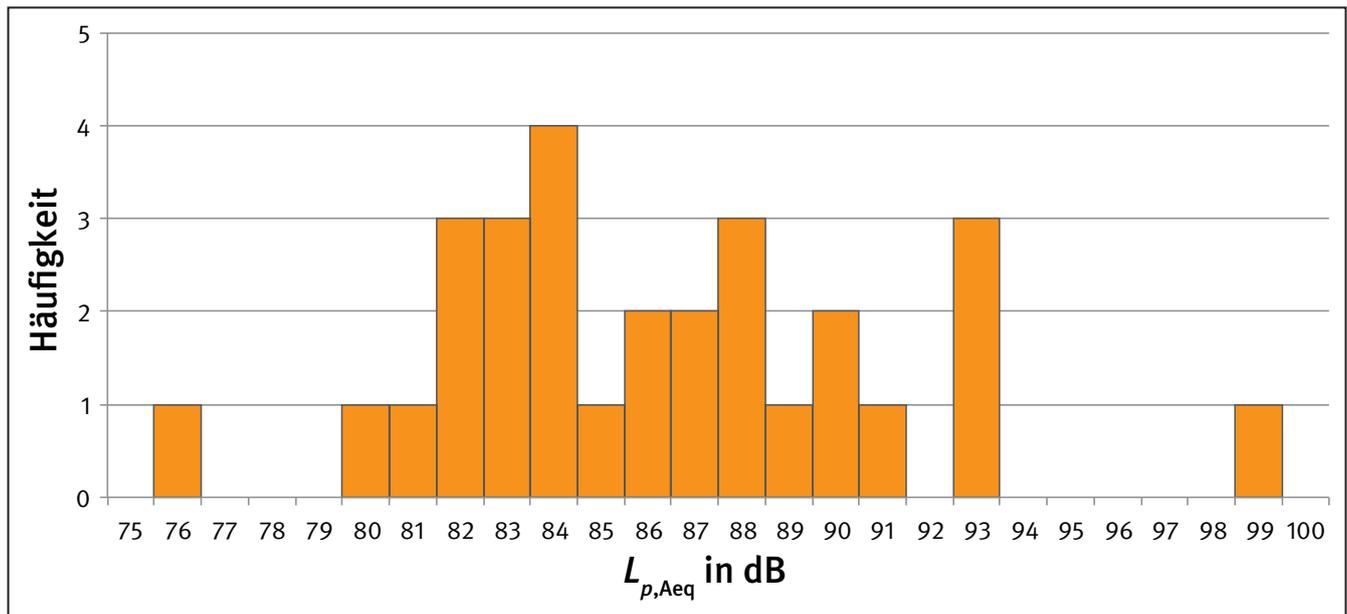
Von den 29 durchgeführten Ganztagesmessungen wurden nach LärmVibrationsArbSchV bei zehn Messungen

mindestens einer der unteren Auslösewerte und bei 18 Messungen mindestens einer der oberen Auslösewerte erreicht bzw. überschritten. Lediglich bei einer Messung (Messung Nr. 20) lagen der Tagesmittelungspegel und der Spitzenschalldruckpegel unterhalb der Auslösewerte.

Die Häufigkeitsverteilung der ermittelten Tagesmittelungspegel ist in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung 4:

Häufigkeitsverteilung der Tagesmittelungspegel $L_{p,Aeq}$



Der repräsentative Tages-Lärmexpositionspegel ($L_{EX,8h}$) für die Kabeltieffbaubranche berechnet sich nach der Norm DIN EN ISO 9612 über die energetische Mittelung der 29 Ganztagesmesswerte ($L_{p,Aeq}$). Unter Berücksichtigung einer Bezugszeitdauer von acht Stunden ($T_0 = 8$ h) ergibt sich hieraus ein repräsentativer Tages-Lärmexpositionspegel von $L_{EX,8h} = 89,2$ dB.

Des Weiteren lassen sich nach DIN EN ISO 9612 aus den Messergebnissen der Messstrategie Ganztagsmessung die kombinierte Standardunsicherheit $u = 2,3$ sowie die erweiterte Unsicherheit $U = 3,8$ berechnen.

Somit sind die Beschäftigten im Kabeltieffbau auf den Baustellen einem repräsentativen Tages-Lärmexpositionspegel von 89,2 dB mit einer zugehörigen erweiterten Unsicherheit für einen einseitigen Vertrauensbereich mit einer Aussagewahrscheinlichkeit von 95 % ($k = 1,65$) von 3,8 dB ausgesetzt. Das bedeutet, dass 95 % der Tagesmittelungspegel unterhalb von 93 dB ($L_{EX,8h} + U$) liegen.

Nach TRLV Lärm erfolgt über die kombinierte Standardunsicherheit ($u = 2,3$) die Zuordnung in die Genauigkeitsklasse 2. Beim Vergleich des repräsentativen Tages-Lärmexpositionspegels mit den Auslösewerten nach LärmVibrationsArbSchV ist somit eine Unsicherheit ΔL von 3 dB zu berücksichtigen.

In einer rein statistischen Betrachtung der 29 Tagesmittelungspegel ergibt sich ein arithmetischer Mittelwert von 86,1 dB mit einer Standardabweichung von 4,9. Der Boxplot in Abbildung 5 zeigt den Median (86,1 dB), das 25. und 75. Perzentil (83,3 und 88,5 dB) sowie den minimalen und maximalen Tagesmittelungspegel (75,9 und 98,7 dB) der Messreihe.

Tabelle 1 zeigt die vorstehend beschriebenen Ergebnisse des Projektes „Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltieffbau“ als kompakte Übersicht.

Eine detaillierte Beschreibung jeder einzelnen Ganztagesmessung ist in Anhang B zu finden.

Abbildung 5:
Boxplot für die Tagesmittelungspegel $L_{p,Aeq}$

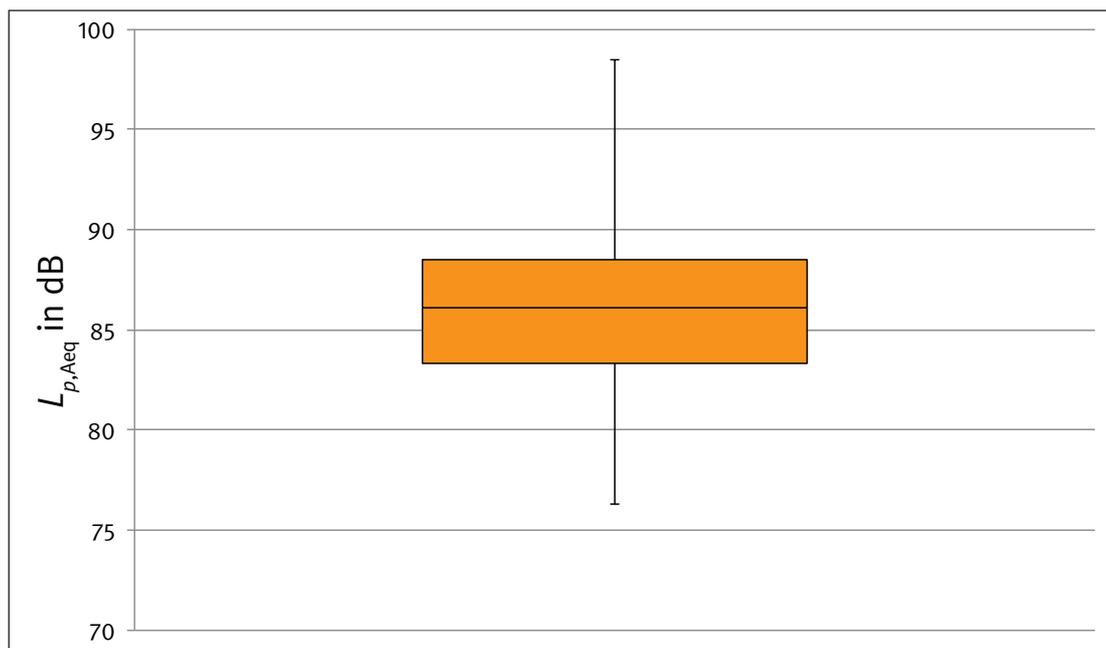


Tabelle 1:
Zusammengefasste Ergebnisse des Projektes „Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau“

Berufsbild:	Beschäftigte auf Baustellen im Kabeltiefbau	
Anzahl Ganztagesmessungen:	29	
Gesamtmesszeit:	14 588 Minuten bzw. 243 Stunden und acht Minuten	
Durchschnittliche Messzeit pro Messtag:	503 Minuten bzw. acht Stunden und 23 Minuten	
Repräsentativer Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$:	89,2 dB	
Kombinierte Standardunsicherheit u :	2,3	
Erweiterte Unsicherheit U :	3,8	
Genauigkeitsklasse und Unsicherheit (nach TRLV Lärm):	Genauigkeitsklasse 2; $\Delta L = 3$ dB	
Statistische Kenngrößen:	Arithmetischer Mittelwert der 29 $L_{p,Aeq}$:	86,1 dB
	Standardabweichung	4,9

Neben der Betrachtung der einzelnen Ganztagesmessungen wurde der Berufszweig Kabeltiefbau anhand einer Arbeitsanalyse gemäß DIN EN ISO 9612 in typische Tätigkeiten zerlegt (siehe Anhang D). Diesen vorher definierten Tätigkeiten wurden alle entsprechenden Zeitanteile mit den zugehörigen Schalldruckpegeln aus den Pegel-Zeit-

Verläufen der 29 Ganztagesmessungen zugeordnet. Der resultierende Mittelungspegel für jede Tätigkeit errechnet sich aus der energetischen Mittelung aller Messwerte unter Berücksichtigung der jeweiligen Messzeit. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Auswertung für die verschiedenen Tätigkeiten auf Baustellen im Kabeltiefbau.

Tabelle 2:
Auswertungsergebnisse für die verschiedenen Tätigkeiten auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeitsbeschreibung	Anzahl der Messwerte	Messzeit in min	Anteil an der Gesamtmesszeit in %	Energetischer Mittelwert $L_{p,Aeq}$ in dB	Statistische Kenngrößen	
					Arithmetischer Mittelwert $L_{p,Aeq}$ in dB	Standardabweichung
Fahrten Transporter	27	1 196	8,2	75,5	75,1	3,5
Fahrten Lkw	40	1 666	11,4	79,9	77,1	5,7
Minibagger bedienen, Erdbewegung	36	1 654	11,3	81,6	80,9	2,9
Minibagger bedienen, Vorsatzmeißel	3	84	0,6	85,9	85,6	4,0
Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	15	333	2,3	100,1	100,8	4,9
Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)	12	328	2,2	95,7	94,5	4,5
Aushub- und Verfüllarbeiten	71	2 624	18,0	82,7	80,1	4,6
Verdichtungsarbeiten	36	448	3,1	95,8	93,0	4,9
Vor- und Nachbereitung Baustelle	67	1 517	10,4	80,5	77,3	10,8
Großbagger bedienen, Erdbewegung	18	533	3,7	83,8	82,9	2,9
Großbagger bedienen, Vorsatzmeißel	6	96	0,7	85,4	84,2	3,3
Radlader bedienen	5	220	1,5	81,0	81,0	2,1
Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen	16	356	2,4	100,0	96,4	6,3
Montage- und Anschlussarbeiten (Hausanschlusskasten)	10	725	5,0	76,2	74,9	4,4
Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	24	1 212	8,3	77,8	76,1	4,6
Sonstige Tätigkeiten	59	1 596	10,9	81,5	76,7	6,9
Summe		14 588	100,0			

In den Expositionsdatenblättern im Anhang C erfolgt eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Tätigkeiten mit dem jeweils zugehörigen Expositionswert (Energetischer Mittelwert $L_{p,Aeq}$). Auf die Angabe der ermittelten Spitzenschalldruckpegel für die einzelnen Tätigkeiten wurde in den Expositionsdatenblättern bewusst verzichtet (siehe Kapitel 4 „Messergebnisse“).

Hinsichtlich einer individuellen Berechnung eines Tages-Lärmexpositionspegels im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung nach der LärmVibrationsArbSchV können die energetisch gemittelten $L_{p,Aeq}$ -Werte aus Tabelle 2 bzw. die entsprechenden Expositionswerte der Expositionsdatenblätter als repräsentativ für die jeweiligen Tätigkeiten verwendet werden. Bezogen auf die Spitzenschalldruckpegel sind weiterführende Ermittlungen durchzuführen.

Die hier vorgestellten Messungen sind Stichproben mit entsprechenden Streuungen der Ergebnisse. Diese Streuungen sind auch auf jeder Baustelle zwischen den einzelnen Beschäftigten zu beobachten – begründet durch unterschiedliche Tätigkeiten und Arbeitsabläufe, unterschiedliche Nutzung von Werkzeugen und Maschinen, unterschiedliche Materialien und auch voneinander abweichende Arbeitsumgebungen. Da bei dieser Untersuchung insgesamt 29 Ganztagesmessungen auf 15 verschiedenen Baustellen an einer Vielzahl von Versuchspersonen durchgeführt wurden, beschreiben die Ergebnisse jeweils einen mittleren Expositionswert.

Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrationsArbSchV). BGBl. I (2007), S. 261-277; zul. geänd. BGBl. I (2017), S. 3584-3593
- [2] DIN EN 61252: Elektroakustik; Anforderungen an Personenschallexposimeter (5/2003). Beuth, Berlin 2003
- [3] DIN EN 61672-1: Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen (7/2014). Beuth, Berlin 2014
- [4] DIN EN ISO 9612: Akustik – Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren) (9/2009). Beuth, Berlin 2009
- [5] Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Lärm). GMBI. (2017) Nr. 34/35, S. 590-635

Erläuterungen zu den Anhängen A bis F

Anhang	Inhalt
A	Auflistung der Messzeiten und Messergebnisse
B	Detaillierte Beschreibung der einzelnen Messungen
C	Expositionsdatenblätter mit detaillierter Beschreibung der einzelnen Tätigkeiten sowie dem jeweils zugehörigen Expositionswert ($L_{p,Aeq}$)
D	Auflistung und Zuordnung der typischen Tätigkeiten im Kabeltiefbau
E	Beschreibung der Baustellen, beschränkt auf Angaben zu den jeweiligen Hauptaufgaben
F	Gesamte Fotodokumentation des Projektes „Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau“

**Anhang A:
Messzeiten und Messergebnisse**

Tabelle A.1 gibt einen Überblick über die 29 Ganztagesmessungen mit Tagesmittelungspegeln, Spitzenschall-
druckpegeln sowie den jeweils zugehörigen Messzeiten.

Tabelle A.1:
Messzeiten und Messergebnisse

Messung	Messzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	481	86,3	140,4
2	481	89,6	135,4
3	476	83,4	136,2
4	575	93,4	140,8
5	577	88,5	133,9
6	578	88,1	136,4
7	569	90,9	135,1
8	513	88,0	134,5
9	572	88,3	134,9
10	518	80,9	133,7
11	473	86,1	135,5
12	561	84,6	135,9
13	537	87,3	129,8
14	537	83,5	140,7
15	566	86,5	136,5
16	523	92,9	130,9
17	444	79,5	129,2
18	444	81,6	130,7
19	440	83,5	131,4
20	440	75,9	134,1
21	497	83,7	139,4
22	433	83,6	133,7
23	516	81,5	136,3
24	495	83,3	131,9
25	502	93,4	133,1
26	423	90,0	133,0
27	431	98,7	140,5
28	493	81,8	126,8
29	493	83,0	135,2

**Anhang B:
Mittelungspegel und Expositionsdauern der einzelnen Messungen**

Messung 1: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 1

Tabelle B.1:
Messung 1

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	50	79,9	126,6
2	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	6	102,7	124,4
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	302	83,8	140,4
4	Verdichtungsarbeiten	4	95,2	125,9
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	63	75,4	134,9
6	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	43	77,2	125,0
7	Sonstige Tätigkeiten	13	68,0	107,5
		481	86,3	140,4

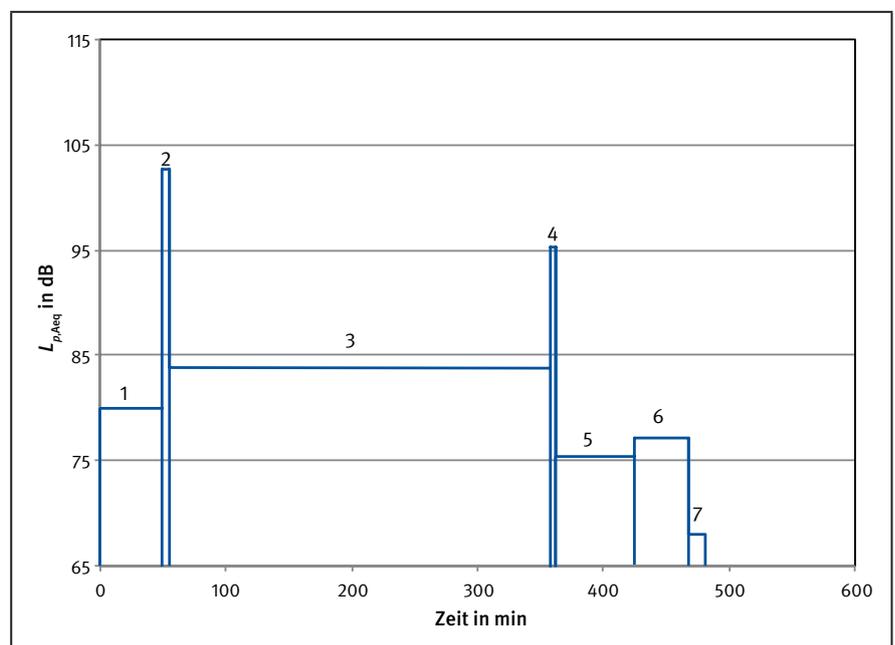


Abbildung B.1:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.1

Abbildung B.2:
Lastkraftwagen der Kolonne



Abbildung B.3:
Unterstützende Tätigkeiten



Messung 2: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 1

Tabelle B.2:
Messung 2

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	22	80,3	131,8
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	296	81,6	128,1
3	Minibagger bedienen, Vorsatzmeißel	41	87,6	130,3
4	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	5	108,4	126,5
5	Verdichtungsarbeiten	46	85,7	125,8
6	Vor- und Nachbereitung Baustelle	58	76,1	135,4
7	Sonstige Tätigkeiten	13	72,3	111,1
		481	89,6	135,4

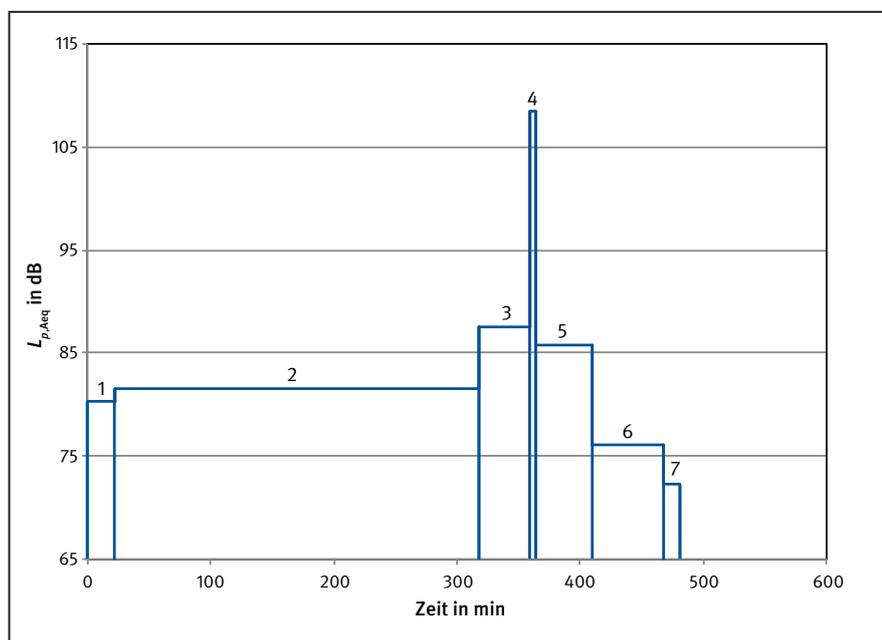


Abbildung B.4:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.2

Abbildung B.5:
Minibagger bedienen



Abbildung B.6:
Stampfer bedienen



Messung 3: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 1

Tabelle B.3:
Messung 3

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	166	85,8	127,7
2	Aushub- und Verfüllarbeiten	105	83,4	136,2
3	Vor- und Nachbereitung Baustelle	32	79,0	124,8
4	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	141	79,2	127,4
5	Sonstige Tätigkeiten	32	79,8	121,7
		476	83,4	136,2

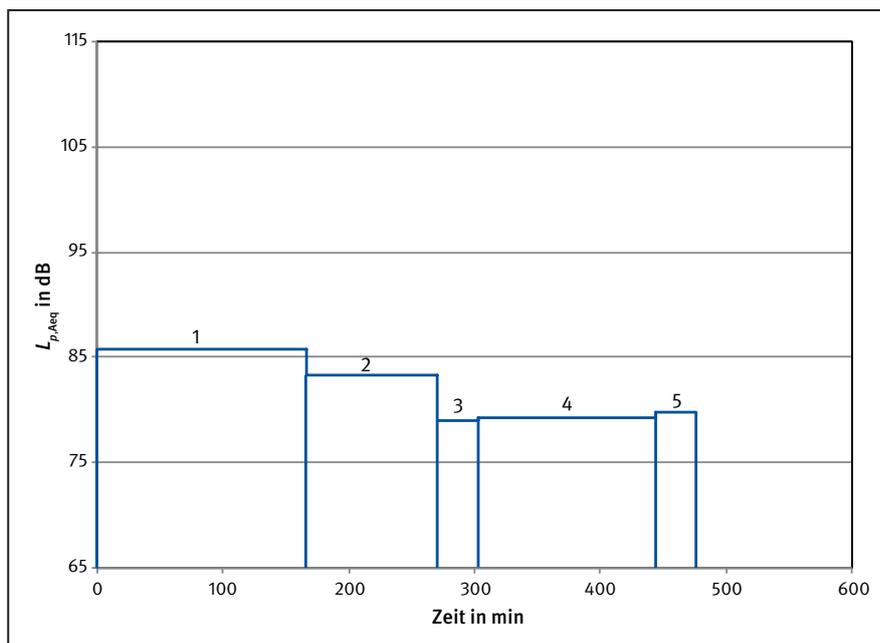


Abbildung B.7:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.3

Abbildung B.8:
Unterstützende Tätigkeiten



Abbildung B.9:
Unterstützende Tätigkeiten



Messung 4: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 2 und 3

Tabelle B.4:
Messung 4

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	24	74,9	129,3
2	Fahrten Lkw	215	82,9	140,8
3	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	126	98,8	127,8
4	Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)	35	97,6	136,1
5	Aushub- und Verfüllarbeiten	40	90,2	136,6
6	Vor- und Nachbereitung Baustelle	88	77,8	132,5
7	Sonstige Tätigkeiten	47	76,7	133,1
		575	93,4	140,8

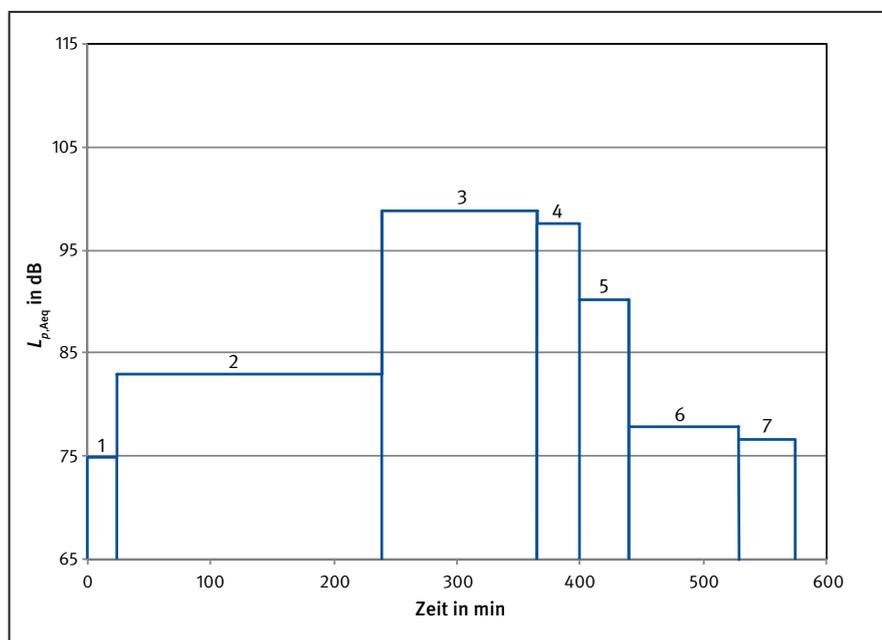


Abbildung B.10:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.4

Abbildung B.11:
Schneidarbeiten Straße



Abbildung B.12:
Unterstützende Tätigkeiten



Messung 5: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 2 und 3

Tabelle B.5:
Messung 5

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	74	75,0	131,2
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	111	80,9	133,9
3	Minibagger bedienen, Vorsatzmeißel	36	81,0	122,6
4	Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)	53	95,6	129,3
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	70	77,9	131,3
6	Radlader bedienen	155	79,9	129,1
7	Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen	43	96,0	132,6
8	Sonstige Tätigkeiten	35	76,5	121,3
		577	88,5	133,9

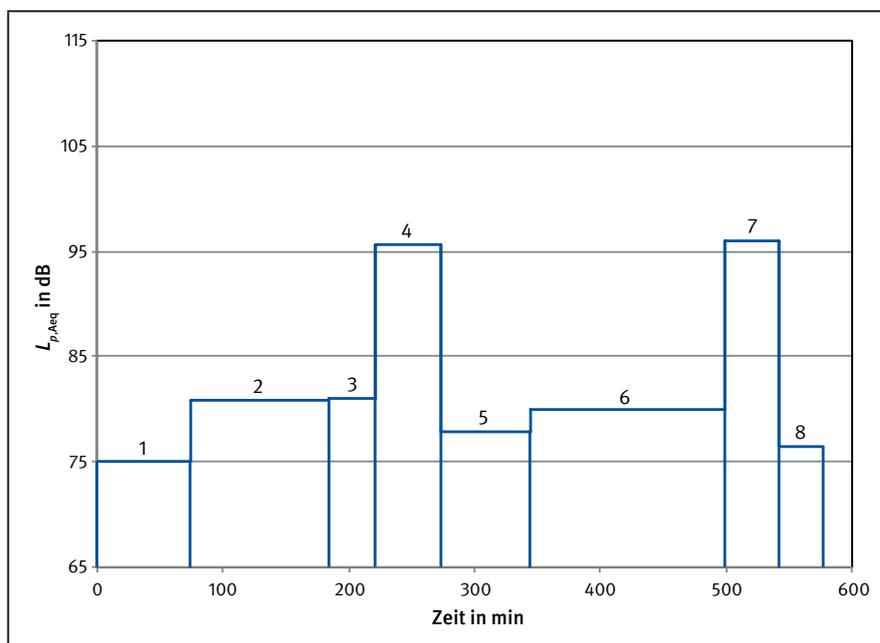


Abbildung B.13:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.5

Abbildung B.14:
Radlader bedienen



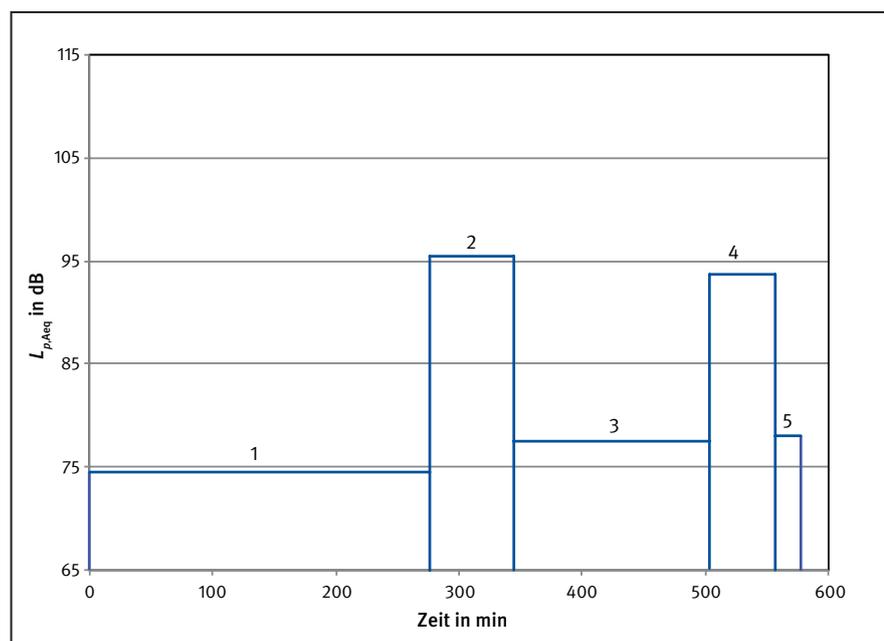
Abbildung B.15:
Minibagger bedienen



Messung 6: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 2 und 3

Tabelle B.6:
Messung 6

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	277	74,5	128,1
2	Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)	67	95,4	130,1
3	Vor- und Nachbereitung Baustelle	160	77,5	136,4
4	Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen	52	93,7	129,8
5	Sonstige Tätigkeiten	22	78,0	122,1
		578	88,1	136,4

Abbildung B.16:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.6Abbildung B.17:
KernbohrungAbbildung B.18:
Erdbohrung

Messung 7: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 3

Tabelle B.7:
Messung 7

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	110	81,3	133,4
2	Minibagger bedienen, Vorsatzmeißel	7	88,2	120,7
3	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	41	100,1	131,0
4	Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)	79	94,1	132,9
5	Aushub- und Verfüllarbeiten	189	81,1	126,9
6	Verdichtungsarbeiten	18	90,4	126,9
7	Vor- und Nachbereitung Baustelle	78	82,3	135,1
8	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	11	70,5	118,1
9	Sonstige Tätigkeiten	36	82,4	130,0
		569	90,9	135,1

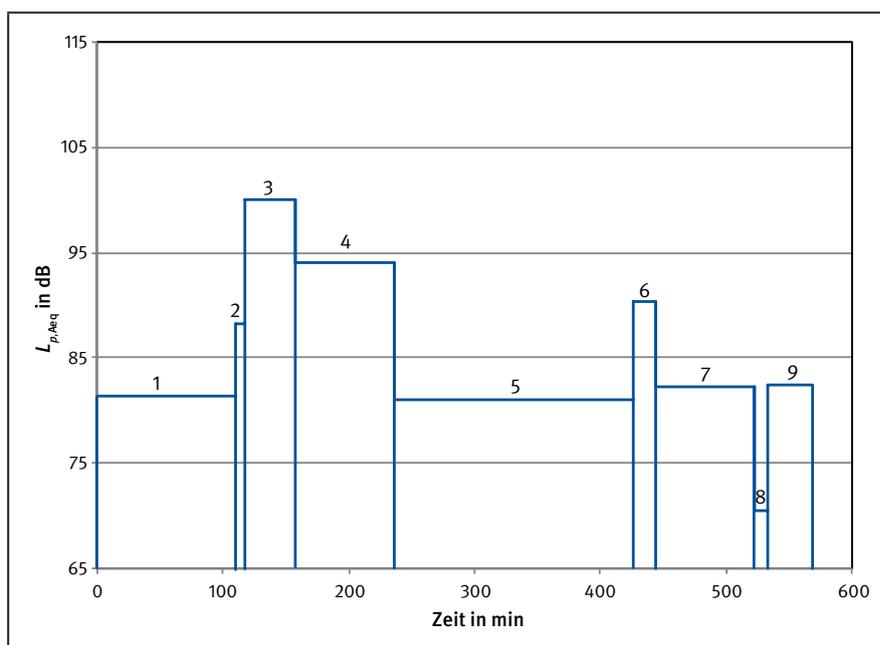


Abbildung B.19:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.7

Abbildung B.20:
Lastkraftwagen der Kolonne



Abbildung B.21:
Schneidarbeiten Gehweg



Messung 8: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 3

Tabelle B.8:
Messung 8

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	40	81,6	134,5
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	225	84,3	128,6
3	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	17	98,6	124,6
4	Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)	46	93,6	130,6
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	70	80,8	128,7
6	Radlader bedienen	65	83,0	133,1
7	Sonstige Tätigkeiten	50	80,2	130,6
		513	88,0	134,5

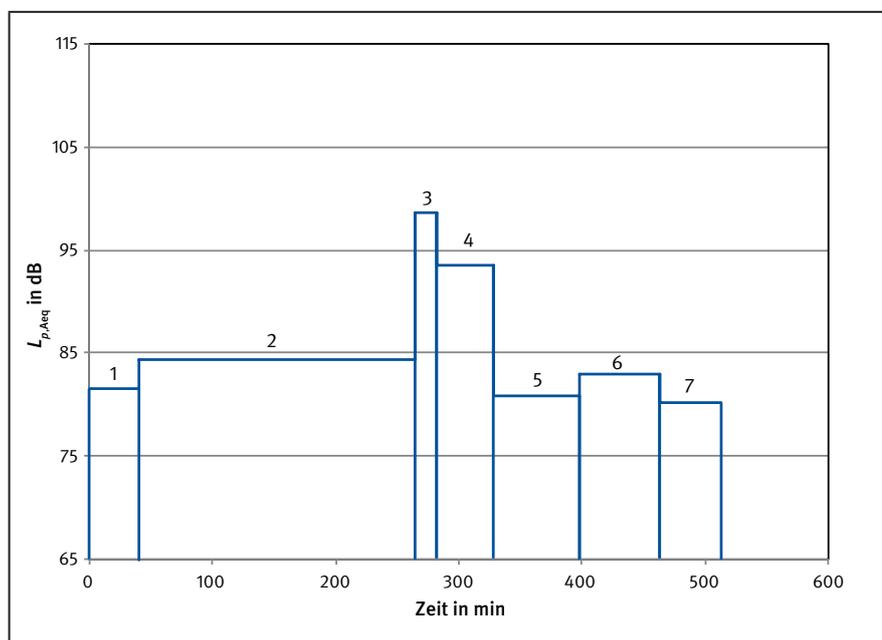


Abbildung B.22:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.8

Abbildung B.23:
Minibagger bedienen



Abbildung B.24:
Minibagger bedienen



Messung 9: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 3

Tabelle B.9:
Messung 9

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	166	73,6	133,2
2	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	1	98,5	121,3
3	Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)	48	97,6	134,9
4	Aushub- und Verfüllarbeiten	137	80,5	131,3
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	100	78,0	130,3
6	Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen	26	93,4	128,4
7	Sonstige Tätigkeiten	94	83,2	131,2
		572	88,3	134,9

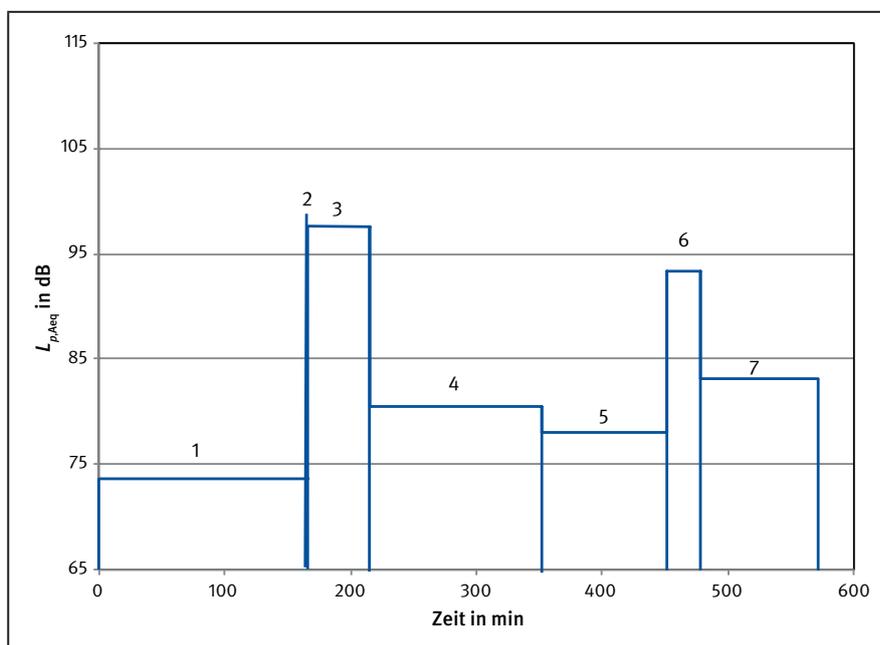


Abbildung B.25
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.9

Abbildung B.26:
Aufmaarbeiten



Abbildung B.27:
Kernbohrung



Messung 10: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 4

Tabelle B.10:
Messung 10

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Minibagger bedienen, Erdbewegung	221	80,4	127,1
2	Verdichtungsarbeiten	6	96,0	124,4
3	Vor- und Nachbereitung Baustelle	104	80,1	130,3
4	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	47	76,5	133,7
5	Sonstige Tätigkeiten	140	72,3	125,4
		518	80,9	133,7

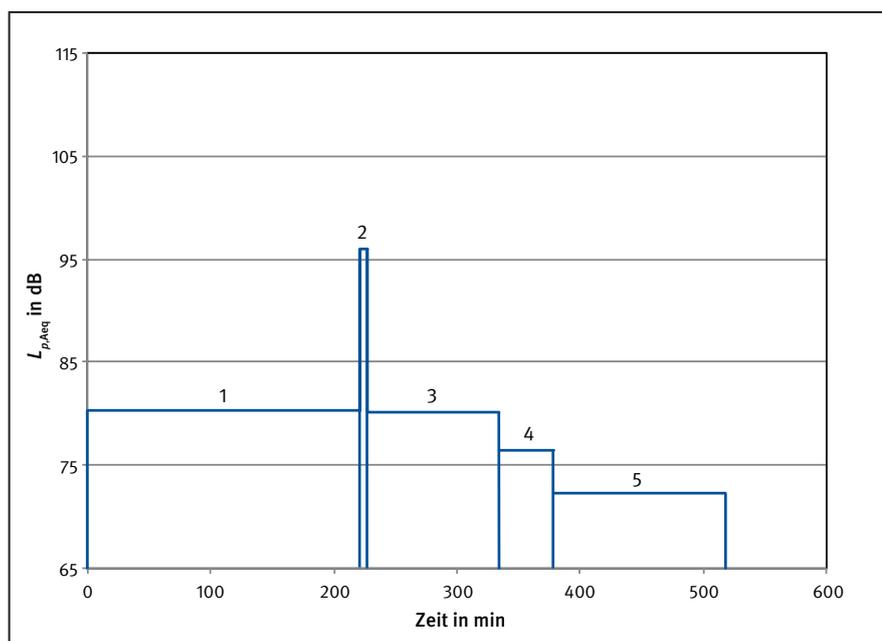


Abbildung B.28:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.10

Abbildung B.29:
Minibagger bedienen



Abbildung B.30:
Leerrohr verlegen



Messung 11: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 4

Tabelle B.11:
Messung 11

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	195	79,5	135,5
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	16	80,4	129,9
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	165	79,4	131,8
4	Verdichtungsarbeiten	27	97,5	130,4
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	47	80,9	134,3
6	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	23	74,7	124,8
		473	86,1	135,5

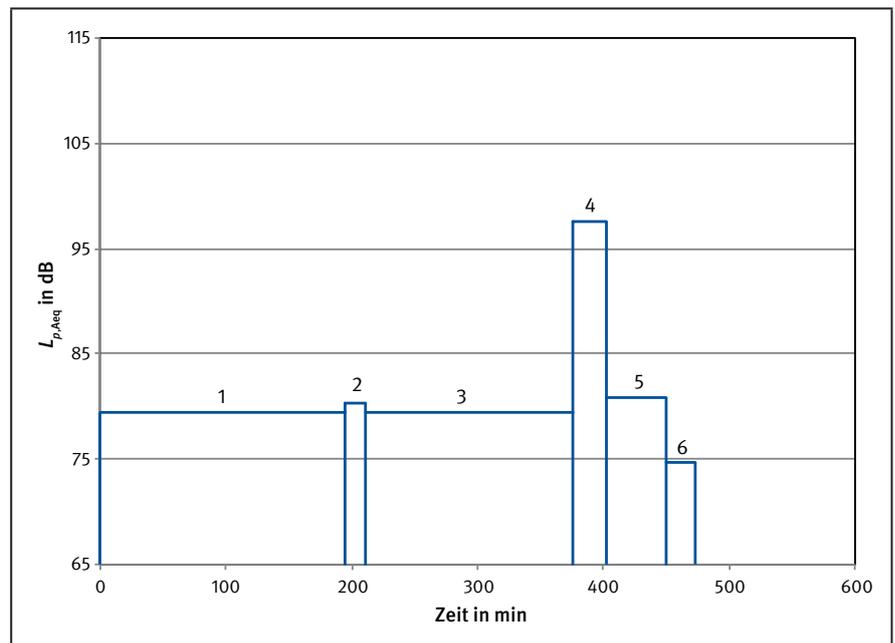


Abbildung B.31
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.11

Abbildung B.32:
Aushub- und Verfüllarbeiten



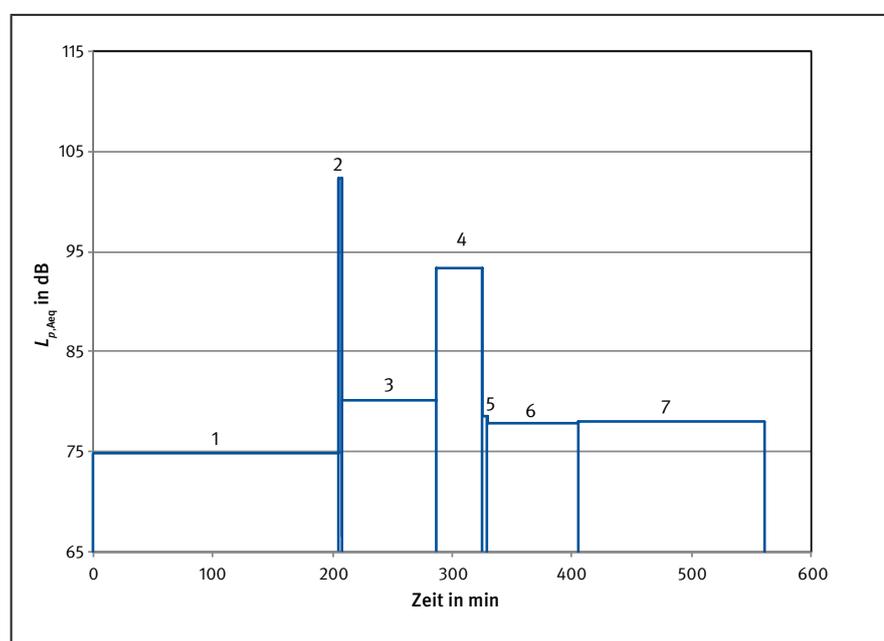
Abbildung B.33:
Verdichtungsarbeiten



Messung 12: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 4

Tabelle B.12:
Messung 12

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	205	74,8	135,9
2	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	3	102,3	121,1
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	79	80,2	130,9
4	Verdichtungsarbeiten	38	93,4	131,0
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	4	78,5	132,5
6	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	77	77,9	131,2
7	Sonstige Tätigkeiten	155	78,0	132,2
		561	84,6	135,9

Abbildung B.34:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.12Abbildung B.35:
Lastkraftwagen der KolonneAbbildung B.36:
Kabel verlegen

Messung 13: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 4

Tabelle B.13:
Messung 13

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	85	71,9	127,5
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	16	81,5	122,9
3	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	82	94,9	120,8
4	Aushub- und Verfüllarbeiten	20	80,6	121,1
5	Verdichtungsarbeiten	8	93,5	129,8
6	Vor- und Nachbereitung Baustelle	62	79,5	127,7
7	Montage- und Anschlussarbeiten	202	73,6	126,8
8	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	62	75,8	128,4
		537	87,3	129,8

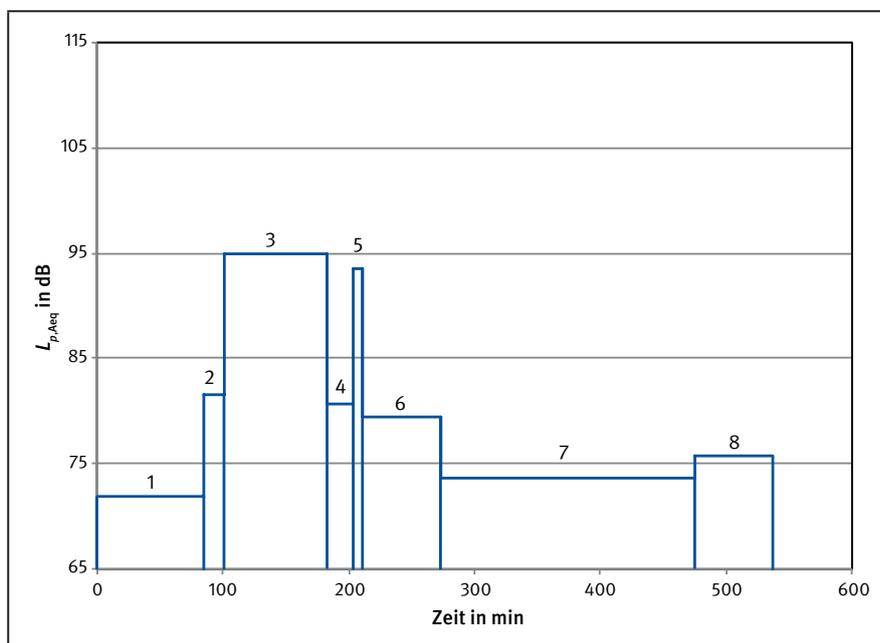


Abbildung B.37
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.13

Abbildung B.38:
Schneidarbeiten



Abbildung B.39:
Montage- und Anschlussarbeiten



Messung 14: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 4

Tabelle B.14:
Messung 14

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	175	79,1	136,9
2	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	30	92,6	140,7
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	33	79,4	124,0
4	Verdichtungsarbeiten	18	93,8	126,1
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	46	77,4	131,9
6	Montage- und Anschlussarbeiten	230	72,0	127,3
7	Sonstige Tätigkeiten	5	72,6	132,7
		537	83,5	140,7

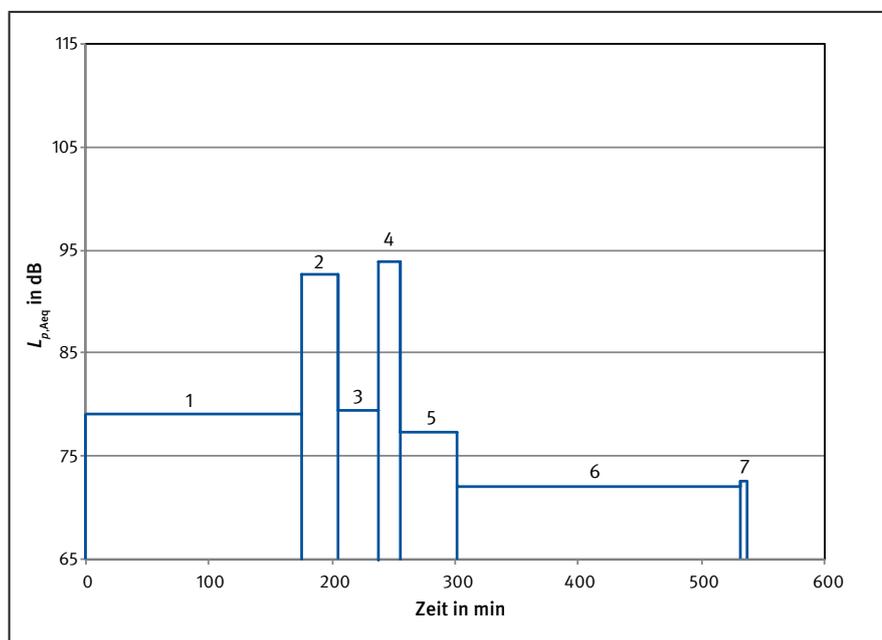


Abbildung B.40:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.14

Abbildung B.41:
Bitumen aufbringen



Abbildung B.42:
Hausanschlusskasten setzen



Messung 15: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 5

Tabelle B.15:
Messung 15

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	133	79,9	131,7
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	141	79,8	125,2
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	45	87,5	136,5
4	Verdichtungsarbeiten	90	92,9	131,4
5	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	157	81,8	134,1
		566	86,5	136,5

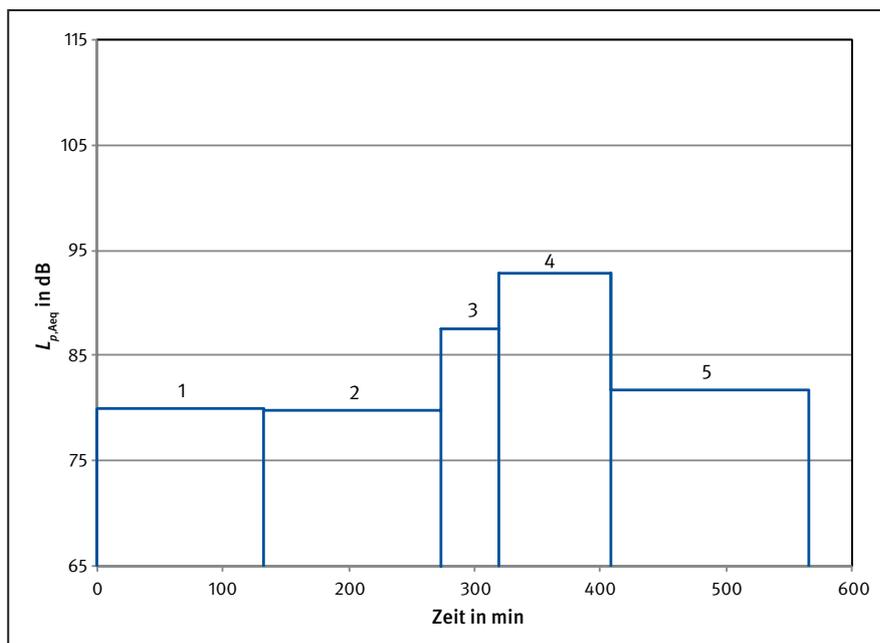


Abbildung B.43
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.15

Abbildung B.44:
Kabel einziehen



Abbildung B.45:
Minibagger der Kolonne



Messung 16: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 5

Tabelle B.16:
Messung 16

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	43	73,6	130,9
2	Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	19	106,9	127,1
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	276	80,1	129,2
4	Verdichtungsarbeiten	55	89,9	129,4
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	10	75,2	123,8
6	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	120	76,2	127,5
		523	92,9	130,9

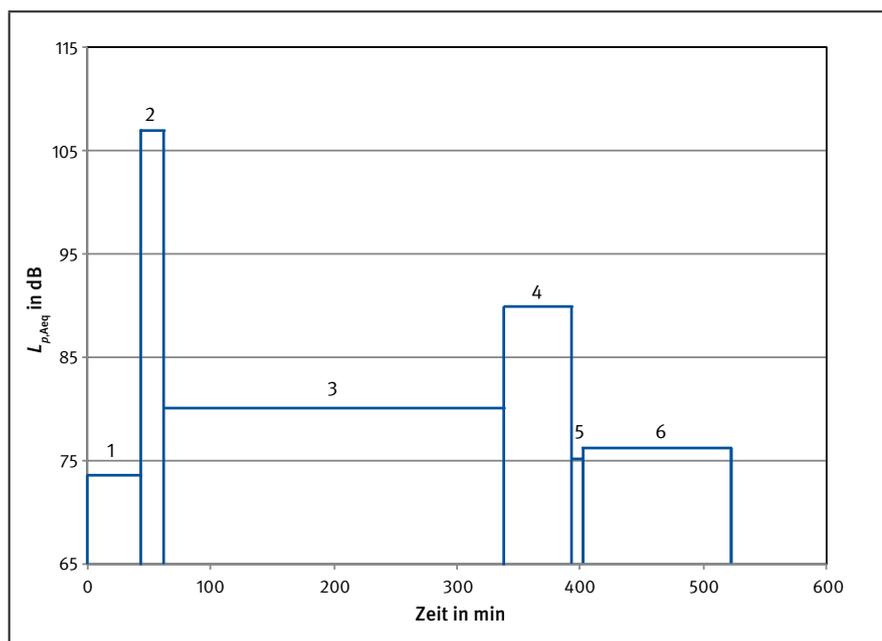


Abbildung B.46:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.16

Abbildung B.47:
Schneidarbeiten



Abbildung B.48:
Verdichtungsarbeiten



Messung 17: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 6, 7, 8 und 9

Tabelle B.17:
Messung 17

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	137	75,6	128,3
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	90	80,6	128,8
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	82	83,6	129,2
4	Vor- und Nachbereitung Baustelle	13	83,2	122,8
5	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	122	73,8	127,8
		444	79,5	129,2

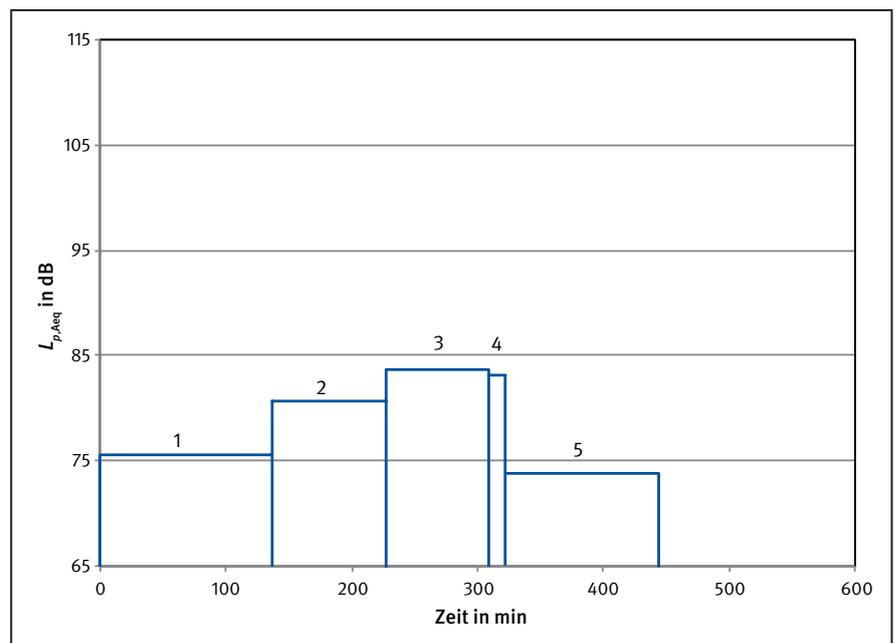


Abbildung B.49
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.17

Abbildung B.50:
Kabel anschließen



Abbildung B.51:
Baustrom anschließen



Messung 18: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 6, 7, 8 und 9

Tabelle B.18:
Messung 18

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	108	78,2	130,2
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	51	81,2	130,7
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	60	82,8	128,2
4	Vor- und Nachbereitung Baustelle	20	87,8	125,4
5	Montage- und Anschlussarbeiten	111	78,0	129,7
6	Sonstige Tätigkeiten	94	83,1	127,7
		444	81,6	130,7

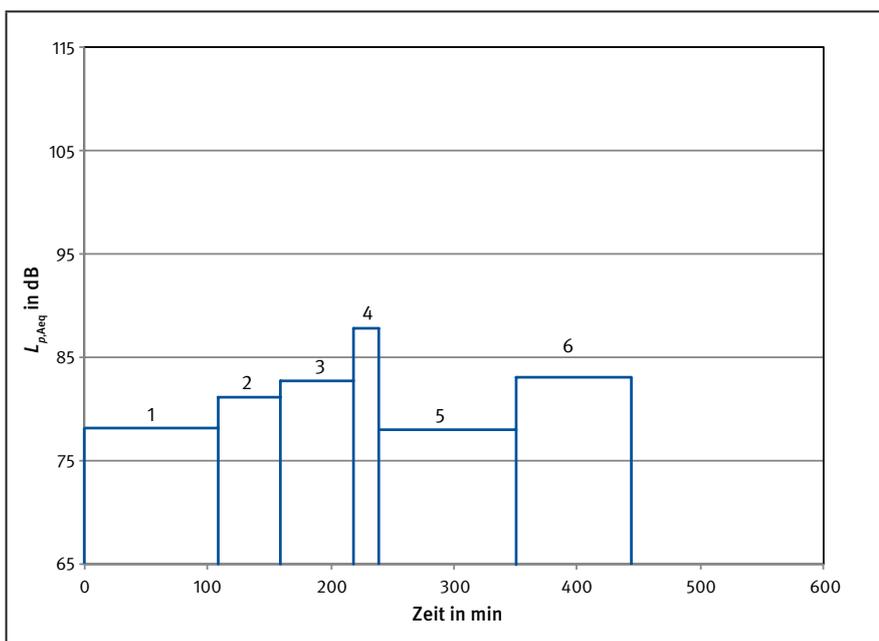


Abbildung B.52:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.18

Abbildung B.53:
Montage Hausanschlusskasten



Abbildung B.54:
Minibagger der Kolonne



Messung 19: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 10 und 11

Tabelle B.19:
Messung 19

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	27	79,4	131,4
2	Aushub- und Verfüllarbeiten	17	83,9	124,9
3	Vor- und Nachbereitung Baustelle	66	74,5	123,8
4	Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen	29	93,8	125,3
5	Montage- und Anschlussarbeiten	182	79,2	121,9
6	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	63	72,9	128,8
7	Sonstige Tätigkeiten	56	78,4	128,8
		440	83,5	131,4

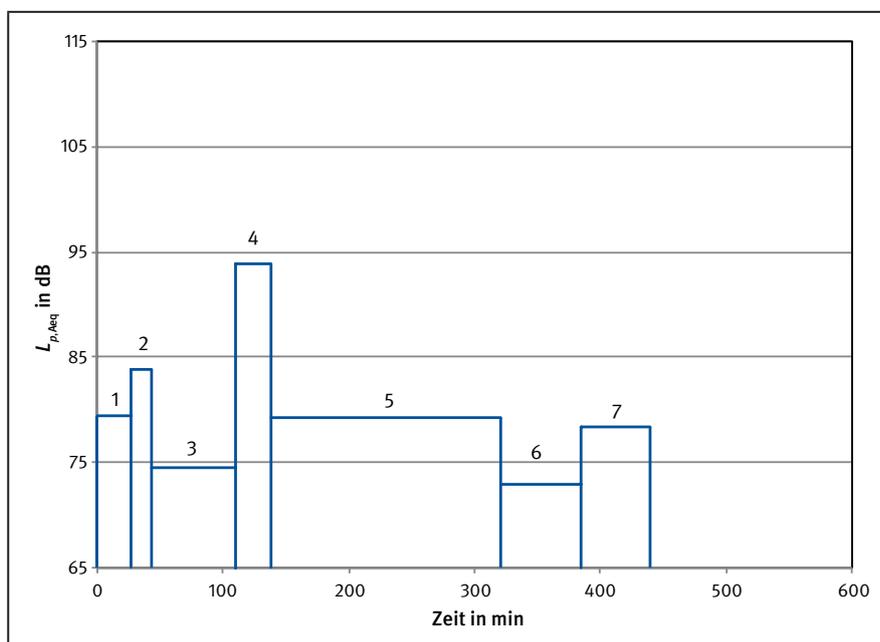


Abbildung B.55
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.19

Abbildung B.56:
Kernbohrung



Abbildung B.57:
Hausanschlusskasten angeschlossen



Messung 20: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 10 und 11

Tabelle B.20:
Messung 20

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	27	80,9	134,1
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	100	80,3	125,6
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	11	70,9	124,5
4	Vor- und Nachbereitung Baustelle	41	70,6	121,3
5	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	261	69,7	123,8
Σ		440	75,9	134,1

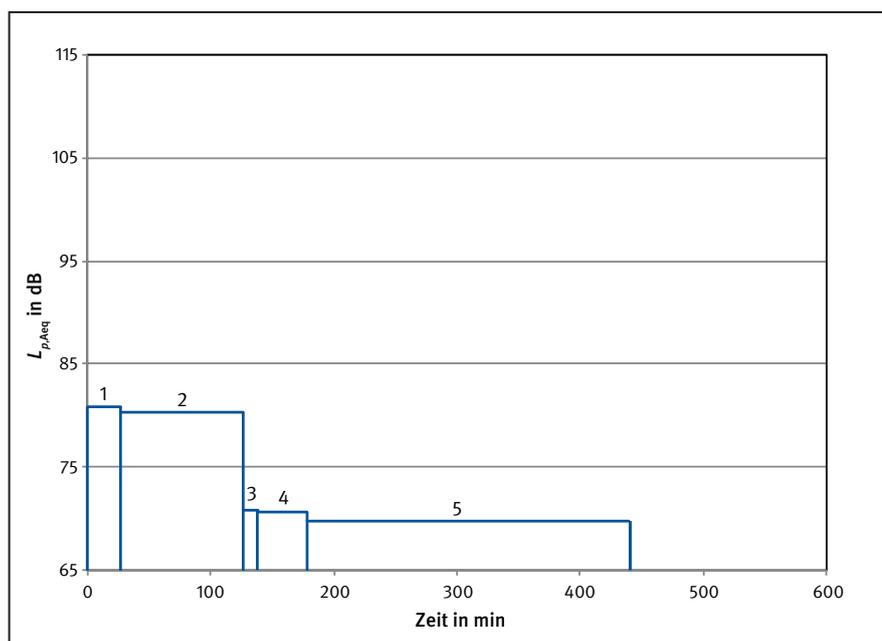


Abbildung B.58:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.20

Abbildung B.59:
Minibagger bedienen



Abbildung B.60:
Kabelanschlussarbeiten



Messung 21: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 12

Tabelle B.21:
Messung 21

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Aushub- und Verfüllarbeiten	14	69,9	112,2
2	Vor- und Nachbereitung Baustelle	16	68,5	111,0
3	Großbagger bedienen, Erdbewegung	301	84,2	139,4
4	Großbagger bedienen, Vorsatzmeißel	96	85,6	127,9
5	Sonstige Tätigkeiten	70	72,8	121,6
Σ		497	83,7	139,4

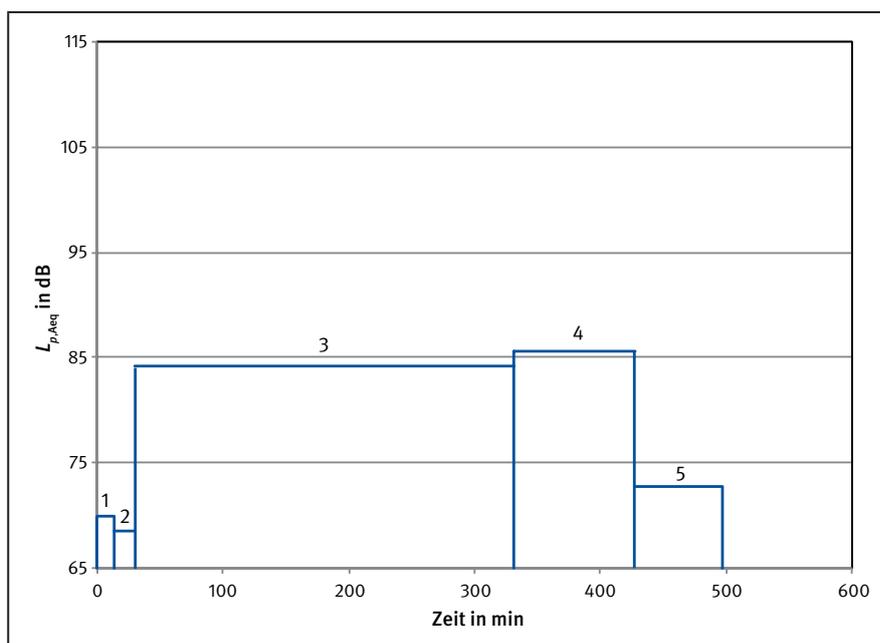


Abbildung B.61:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.21

Abbildung B.62:
Großbagger mit Schaufel



Abbildung B.63:
Großbagger mit Vorsatzmeißel



Messung 22: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustellen 12

Tabelle B.22:
Messung 22

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	202	81,6	129,4
2	Aushub- und Verfüllarbeiten	149	85,0	133,7
3	Vor- und Nachbereitung Baustelle	37	83,7	128,6
4	Sonstige Tätigkeiten	45	84,7	130,0
		433	83,6	133,7

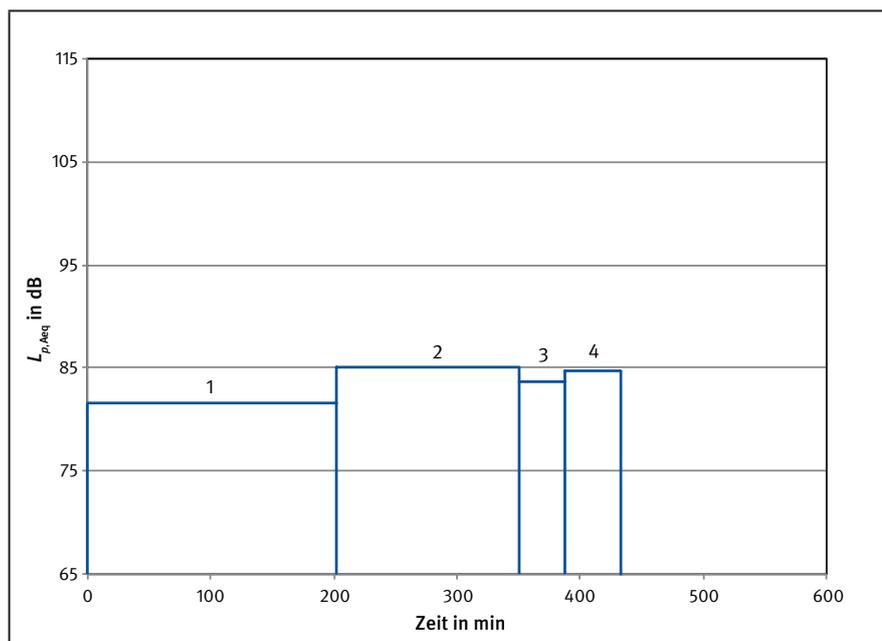


Abbildung B.64:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.22

Abbildung B.65:
Anlieferung Schotter



Abbildung B.66:
Aushub- und Verfüllarbeiten



Messung 23: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 12

Tabelle B.23:
Messung 23

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Vor- und Nachbereitung Baustelle	50	79,4	129,5
2	Großbagger bedienen, Erdbewegung	232	83,3	136,3
3	Sonstige Tätigkeiten	234	79,1	127,0
		516	81,5	136,3

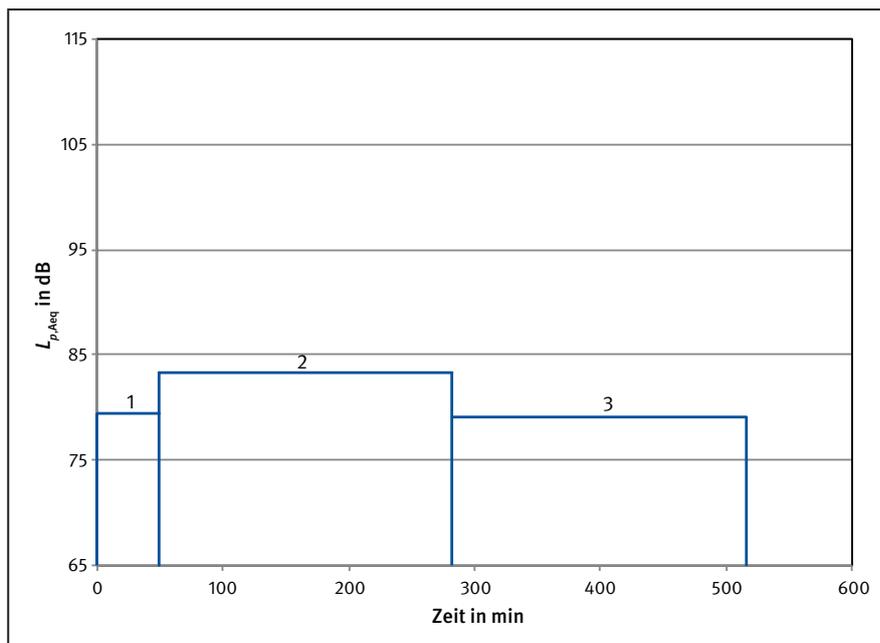


Abbildung B.67:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.23

Abbildung B.68:
Aufmaß Fundamente



Abbildung B.69:
Großbagger bedienen



Messung 24: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 12

Tabelle B.24:
Messung 24

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Lkw	130	77,4	131,8
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	36	81,3	126,1
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	103	81,7	129,5
4	Verdichtungsarbeiten	4	92,6	126,8
5	Sonstige Tätigkeiten	222	85,0	131,9
		495	83,3	131,9

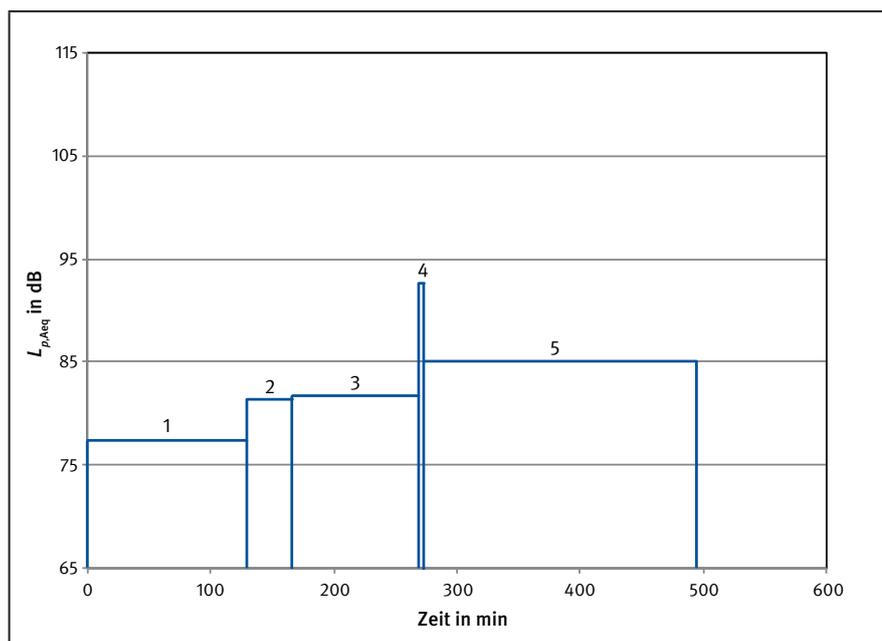


Abbildung B.70:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.24

Abbildung B.71:
Minibagger bedienen



Abbildung B.72:
Unterstützende Tätigkeiten



Messung 25: Mitarbeiter einer Drei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 12

Tabelle B.25:
Messung 25

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	48	80,5	122,4
2	Aushub- und Verfüllarbeiten	113	85,4	129,5
3	Verdichtungsarbeiten	54	102,7	133,1
4	Vor- und Nachbereitung Baustelle	94	81,0	124,2
5	Sonstige Tätigkeiten	193	83,6	129,3
		502	93,4	133,1

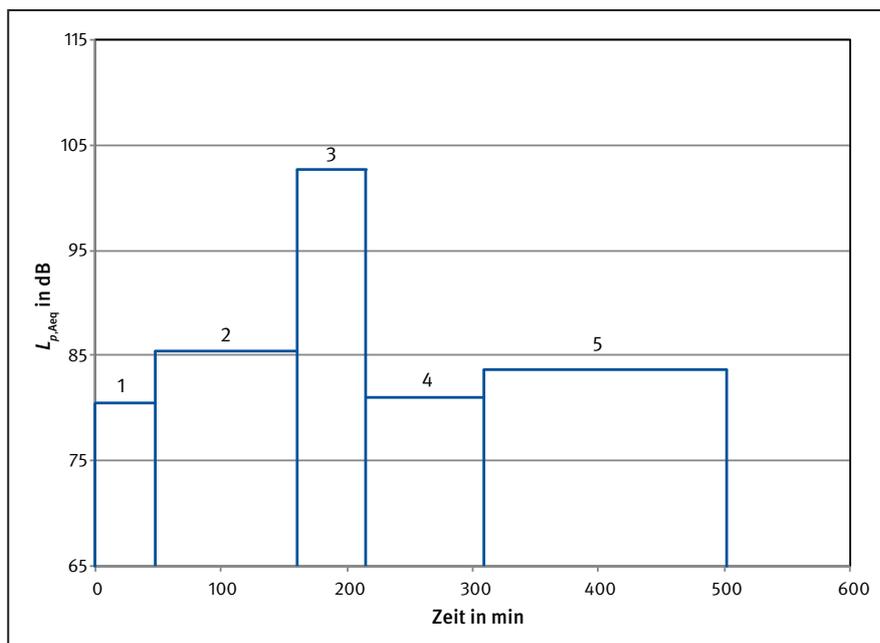


Abbildung B.73:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.25

Abbildung B.74:
Rüttelplatte bedienen



Abbildung B.75:
Druckprüfung



Messung 26: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 13

Tabelle B.26:
Messung 26

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Aushub- und Verfüllarbeiten	216	84,5	127,5
2	Verdichtungsarbeiten	19	90,1	122,3
3	Vor- und Nachbereitung Baustelle	89	83,9	127,4
4	Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen	89	95,5	133,0
5	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	10	85,2	121,1
		423	90,0	133,0

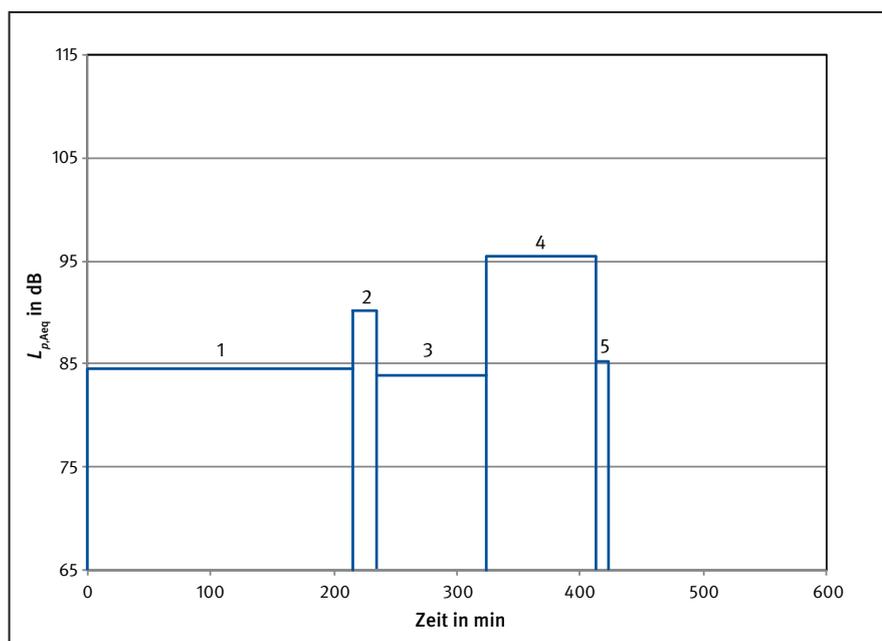
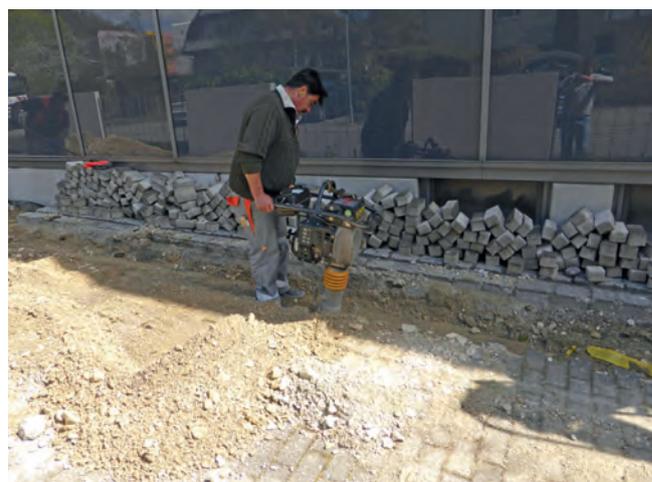


Abbildung B.76:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.26

Abbildung B.77:
Unterstützung Aushub



Abbildung B.78:
Verdichtungsarbeiten



Messung 27: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf der Baustelle 13

Tabelle B.27:
Messung 27

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Minibagger bedienen, Erdbewegung	71	84,6	127,5
2	Schneidarbeiten	3	106,6	131,6
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	120	79,3	131,9
4	Verdichtungsarbeiten	6	89,7	123,5
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	51	87,2	135,9
6	Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen	117	104,1	140,5
7	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	55	82,3	125,4
8	Sonstige Tätigkeiten	8	75,2	121,7
		431	98,7	140,5

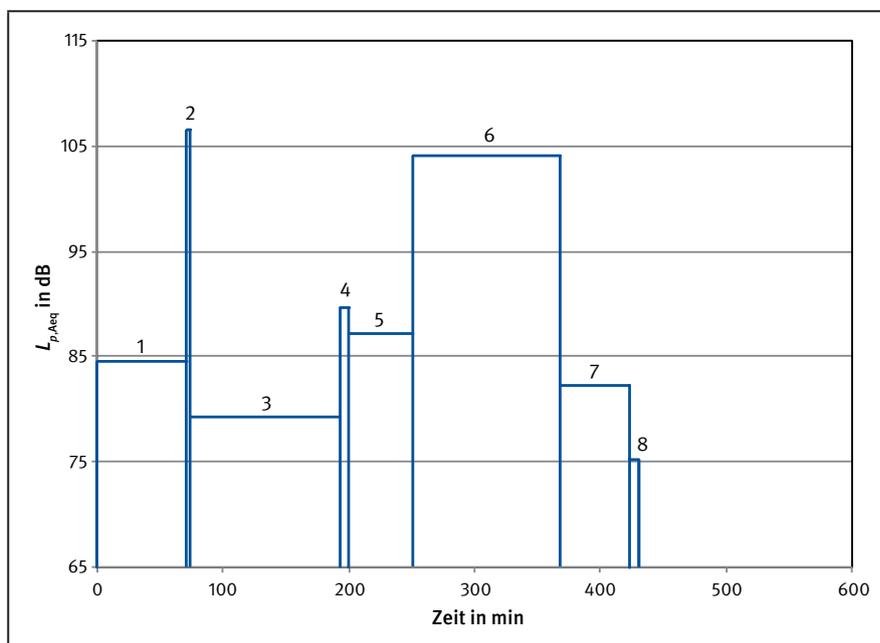


Abbildung B.79:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.27

Abbildung B.80:
Kernbohrung



Abbildung B.81:
Stemmarbeiten



Messung 28: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 14 und 15

Tabelle B.28:
Messung 28

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	78	71,6	126,6
2	Minibagger bedienen, Erdbewegung	280	80,5	126,8
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	38	75,6	124,2
4	Verdichtungsarbeiten	27	91,6	126,7
5	Vor- und Nachbereitung Baustelle	48	69,9	109,4
6	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	11	75,4	110,5
7	Sonstige Tätigkeiten	11	74,3	113,3
		493	81,8	126,8

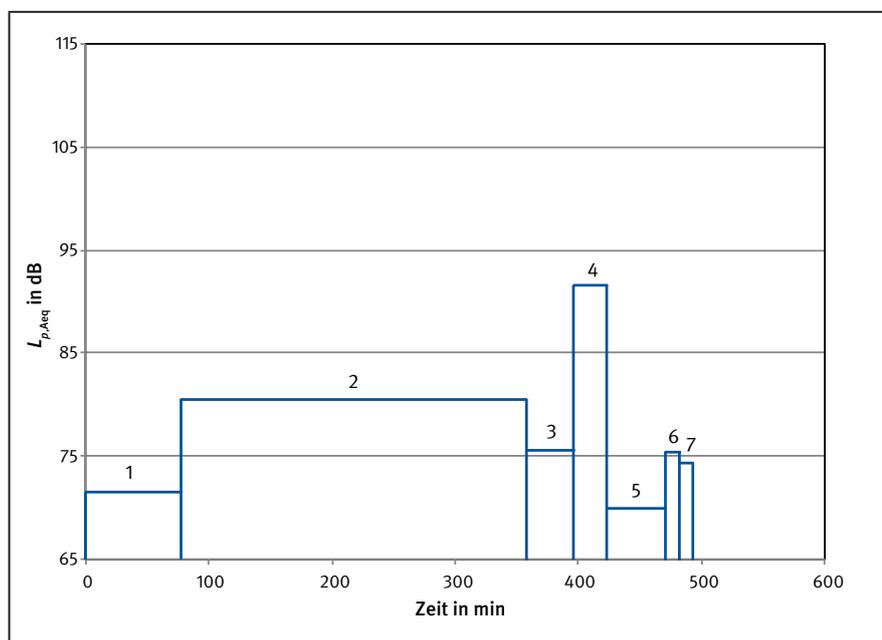


Abbildung B.82:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.28

Abbildung B.83:
Minibagger bedienen



Abbildung B.84:
Verdichtungsarbeiten



Messung 29: Mitarbeiter einer Zwei-Personen-Kolonne auf den Baustellen 14 und 15

Tabelle B.29:
Messung 29

Nr.	Tätigkeit	Teilzeit in min	$L_{p,Aeq}$ in dB	$L_{p,Cpeak}$ in dB
1	Fahrten Transporter	78	71,6	125,9
2	Fahrten Lkw	47	74,2	125,7
3	Aushub- und Verfüllarbeiten	310	79,5	135,2
4	Verdichtungsarbeiten	28	93,8	130,2
5	Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	9	73,6	114,7
6	Sonstige Tätigkeiten	21	71,2	123,4
		493	83,0	135,2

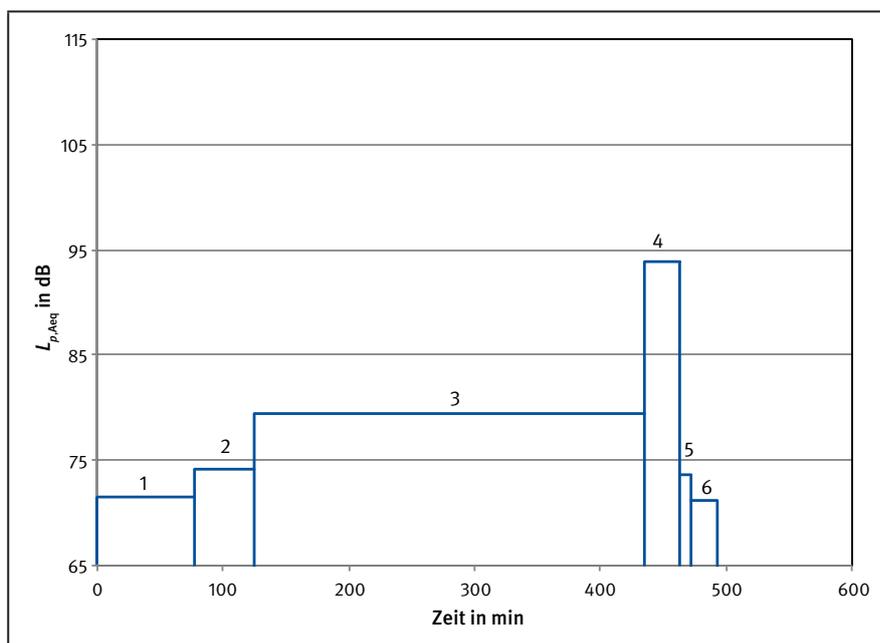


Abbildung B.85:
Grafische Darstellung der
Ergebnisse aus Tabelle B.29

Abbildung B.86:
Unterstützung beim Verfüllen



Abbildung B.87:
Verdichtungsarbeiten



**Anhang C:
Expositionsdatenblätter**

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Fahrten Transporter

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • 27 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 1196 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Transporter <ul style="list-style-type: none"> – Mercedes Benz Sprinter 313 CDI – Mercedes Benz Sprinter 515 CDI
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Fahrten mit Transporter <ul style="list-style-type: none"> – An- und Abfahrt Baustelle – Besorgungsfahrten
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 8,2 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich 39 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert:	$L_{p,Aeq} = 76 \text{ dB}$
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, nicht erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Fahrten Lastkraftwagen

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> 40 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau Gesamtdauer: 1 666 Minuten Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> Lastkraftwagen <ul style="list-style-type: none"> – VOLVO FM 9 260 – Mercedes Benz ATEGO 824 – Mercedes Benz ATEGO 1224 – MAN TGL 12.250
Bilder:	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> Fahrten mit Lastkraftwagen <ul style="list-style-type: none"> – An- und Abfahrt Baustelle – Besorgungsfahrten (Sand, Schotter, Bitumen etc.) – Transport von Kleinfahrzeugen (Bagger, Rüttelplatte etc.)
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 11,4 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). – Entspricht durchschnittlich 55 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert:	$L_{p,Aeq} = 80 \text{ dB}$
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Der untere Auslösewert wird nach 480 Minuten erreicht. Der obere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, bzw. im Sinne der Kennzeichnung möglicher Lärmbereiche, nicht erreicht. Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Minibagger bedienen, Erdbewegung

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • 36 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 1 654 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Minibagger <ul style="list-style-type: none"> – Neuson 3503 – Neuson 3703 – Neuson 3003 – Neuson 38Z
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Minibagger bedienen <ul style="list-style-type: none"> – Aushubarbeiten – Verfüllarbeiten
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 11,3 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). – Entspricht durchschnittlich 54 Minuten pro Arbeitstag

Expositionswert:

$L_{p,Aeq} = 82 \text{ dB}$

Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach 303 Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, bzw. im Sinne der Kennzeichnung möglicher Lärmbereiche, nicht erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Minibagger bedienen, Vorsatzmeißel

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • drei Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 84 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Minibagger – Neuson 3503
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Minibagger bedienen – Aufstemmen von Asphalt und Beton
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 0,6 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). – Entspricht durchschnittlich drei Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert:	$L_{p,Aeq} = 86 \text{ dB}$
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach 121 Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird nach 381 Minuten erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichnung der Maschinen als Lärmbereich (am Gerät) • Gehörschutz-Tragepflicht für Bedienperson und Personen im direkten Umfeld • Weitere Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.
	

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • 15 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 333 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Fugenschneider <ul style="list-style-type: none"> – Wacker BFS 100 – Wacker BFS 1345 ABZ • Trennschleifer <ul style="list-style-type: none"> – Stihl TS 700 – Husqvarna K 970
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Schneidarbeiten auf Baustellen <ul style="list-style-type: none"> – Straßen und Gehwege – Asphalt oder Beton
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 2,3 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). – Entspricht durchschnittlich elf Minuten pro Arbeitstag

Expositionswert: $L_{p,Aeq} = 100 \text{ dB}$

Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach fünf Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird nach 15 Minuten erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichnung der Maschinen als Lärmbereich (am Gerät) • Gehörschutz-Tragepflicht für Bedienperson und Personen im direkten Umfeld • Weitere Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.



Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • zwölf Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 328 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Bodendurchschlagrakete <ul style="list-style-type: none"> – Grundomat Erdrakete PK 95 • Kompressor <ul style="list-style-type: none"> – M.-Demag SC 40 DS-2
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Erdbohrungen • Kompressor bedienen
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 2,2 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich elf Minuten pro Arbeitstag

Expositionswert:

$$L_{p,Aeq} = 96 \text{ dB}$$

Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach zwölf Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird nach 38 Minuten erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Kennzeichnung der Maschinen als Lärmbereich (am Gerät) • Gehörschutz-Tragepflicht für Bedienerperson und Personen im direkten Umfeld • Weitere Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.



Expositionsdatenblatt „Lärm“	
Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau	
Tätigkeit: Aushub- und Verfüllarbeiten	
Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • 71 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 2 624 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Umgebungslärm in und an der Baustelle <ul style="list-style-type: none"> – Bagger, Radlader, Lkw usw.
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Tätigkeit mit Schaufel im Graben neben Bagger • Tätigkeit im Graben (Sichtung Kabel/Leitungen) neben Bagger • Aushub und Verfüllen mit Schaufel • Bitumen aufbringen und Pflasterarbeiten
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 18,0 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich 86 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert: $L_{p,Aeq} = 83 \text{ dB}$	
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach 241 Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, bzw. im Sinne der Kennzeichnung möglicher Lärmbereiche, nicht erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Verdichtungsarbeiten

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> 36 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau Gesamtdauer: 448 Minuten Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> Stampfer <ul style="list-style-type: none"> – Wacker BS 65y – Wacker Neuson BS 50-2 – Bomag BT 65/4 – Bomag BT 60/4 Rüttelplatte <ul style="list-style-type: none"> – Wacker Neuson DPU 5545 – Wacker Neuson WP 1030 – Wacker DPU 6055
Bilder:	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> Verdichtungsarbeiten auf Baustellen <ul style="list-style-type: none"> – Erde, Beton, Bitumen, Pflastersteine usw.
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 3,1 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). – Entspricht durchschnittlich 15 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert:	
$L_{p,Aeq} = 96 \text{ dB}$	
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Der untere Auslösewert wird nach zwölf Minuten erreicht. Der obere Auslösewert wird nach 38 Minuten erreicht. Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Kennzeichnung der Maschinen als Lärmbereich (am Gerät) Gehörschutz-Tragepflicht für Bedienperson und Personen im direkten Umfeld Weitere Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.
	

Expositionsdatenblatt „Lärm“	
Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau	
Tätigkeit: Vor- und Nachbereitung Baustelle	
Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • 67 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 1517 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Umgebungslärm auf Baustellen <ul style="list-style-type: none"> – Bagger, Radlader, Lkw, Straßenverkehr usw.
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Reinigungs- und Aufräumarbeiten • Baustelle einrichten und absichern • Bagger ab- und verladen • Baustellenbesichtigungen • Vorbereitende Tätigkeiten
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 10,4 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich 50 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert: $L_{p,Aeq} = 81 \text{ dB}$	
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach 381 Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, bzw. im Sinne der Kennzeichnung möglicher Lärmbereiche, nicht erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Großbagger bedienen, Erdbewegung

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • 18 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 533 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Großbagger <ul style="list-style-type: none"> – Terex TW 160
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Großbagger bedienen <ul style="list-style-type: none"> – Aushubarbeiten – Verfüllarbeiten
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 3,7 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich 18 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert:	$L_{p,Aeq} = 84 \text{ dB}$
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach 191 Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, bzw. im Sinne der Kennzeichnung möglicher Lärmbereiche, nicht erreicht (zur Information: Der obere Auslösewert würde nach 604 Minuten erreicht). • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Großbagger bedienen, Vorsatzmeißel

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> sechs Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau Gesamtdauer: 96 Minuten Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> Großbagger <ul style="list-style-type: none"> – Terex TW 160 (Meißel: Atlas MB 700)
Bilder:	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> Großbagger bedienen <ul style="list-style-type: none"> – Aufstemmen von Asphalt und Beton
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 0,7 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich drei Minuten pro Arbeitstag

Expositionswert:	$L_{p,Aeq} = 85 \text{ dB}$
-------------------------	---

Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Der untere Auslösewert wird nach 152 Minuten erreicht. Der obere Auslösewert wird nach 480 Minuten erreicht. Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Kennzeichnung der Maschinen als Lärmbereich (am Gerät) Gehörschutz-Tragepflicht für Bedienperson und Personen im direkten Umfeld Weitere Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.



Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Radlader bedienen

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • fünf Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 220 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Radlader <ul style="list-style-type: none"> – Kramer 418
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Radlader bedienen <ul style="list-style-type: none"> – Transport (Sand, Schotter, Bitumen etc.) – Erde, Sand abtragen und auf Lkw verladen
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 1,5 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich sieben Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert:	$L_{p,Aeq} = 81 \text{ dB}$
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach 381 Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, bzw. im Sinne der Kennzeichnung möglicher Lärmbereiche, nicht erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> 16 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau Gesamtdauer: 356 Minuten Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> Bohr- und Kombihämmer <ul style="list-style-type: none"> – Hilti TE 6 A – Hilti TE 15 C – Hilti TE 70 Diamantkernbohrgeräte <ul style="list-style-type: none"> – Hilti DD 200 – Hilti DD 350
Bilder:	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> Bohr- und Stemmarbeiten Kernbohrungen
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 2,4 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich zwölf Minuten pro Arbeitstag

Expositionswert:

$$L_{p,Aeq} = 100 \text{ dB}$$

Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Der untere Auslösewert wird nach fünf Minuten erreicht. Der obere Auslösewert wird nach 15 Minuten erreicht. Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Kennzeichnung der Maschinen als Lärmbereich (am Gerät) Gehörschutz-Tragepflicht für Bedienperson und Personen im direkten Umfeld Weitere Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.



Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Montage- und Anschlussarbeiten (Hausanschlusskasten)

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> zehn Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau Gesamtdauer: 725 Minuten Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> Umgebungsärm auf Baustellen <ul style="list-style-type: none"> – Bagger, Radlader, Lkw, Straßenverkehr usw. – Lärm anderer Gewerke auf Baustellen
Bilder:	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> Hausanschlusskasten setzen und anschließen Telefonkasten setzen und anschließen Kabel-TV-Kasten setzen und anschließen Signalprüfung
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 5,0 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich 24 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert:	$L_{p,Aeq} = 76 \text{ dB}$
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Der untere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, nicht erreicht. Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“	
Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau	
Tätigkeit: Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	
Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • 24 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 1 212 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Umgebungslärm auf Baustellen <ul style="list-style-type: none"> – Bagger, Radlader, Lkw, Straßenverkehr usw. – Lärm anderer Gewerke auf Baustellen
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel, Leitungen verlegen • Leerrohre verlegen • Kabel in Leerrohre einziehen • Kabelanschlussarbeiten • Mehrsparteneingang einbauen
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 8,3 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich 40 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert: $L_{p,Aeq} = 78 \text{ dB}$	
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, nicht erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

Expositionsdatenblatt „Lärm“

Lärmexposition auf Baustellen im Kabeltiefbau

Tätigkeit: Sonstige Tätigkeiten

Datengrundlage:	<ul style="list-style-type: none"> • 59 Einzelmessungen auf Baustellen im Kabeltiefbau • Gesamtdauer: 1596 Minuten • Durchführung: Messtechnischer Dienst „Lärm“ der BG ETEM • Zeitraum: August 2013 bis April 2014
Schallquelle:	<ul style="list-style-type: none"> • Umgebungslärm auf Baustellen <ul style="list-style-type: none"> – Bagger, Radlader, Lkw, Straßenverkehr usw. – Lärm anderer Gewerke auf Baustellen
Bilder:	
Einsatzbedingungen/ Tätigkeitsbeschreibung:	<ul style="list-style-type: none"> • Planung im Arbeitsbereich (Besprechung, Aufmaß etc.) • Besorgungstätigkeiten • Geräte, Maschinen umbauen • Geräte, Maschinen reparieren • Wartezeit • Druckprüfung Unterboden
Expositionsdauer:	<ul style="list-style-type: none"> • Der repräsentative Anteil an einem Acht-Stunden-Arbeitstag beträgt 10,9 % (Mittelungswert aus 29 Ganztagesmessungen). <ul style="list-style-type: none"> – Entspricht durchschnittlich 53 Minuten pro Arbeitstag
Expositionswert:	$L_{p,Aeq} = 82 \text{ dB}$
Beurteilung nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Der untere Auslösewert wird nach 303 Minuten erreicht. • Der obere Auslösewert wird unter der Annahme, dass die Tätigkeit acht Stunden täglich ausgeführt wird, bzw. im Sinne der Kennzeichnung möglicher Lärmbereiche, nicht erreicht. • Bezogen auf den Spitzenschalldruckpegel ($L_{p,Cpeak}$) sind für diese Tätigkeit individuelle Ermittlungen durchzuführen.
Schutzmaßnahmen nach LärmVibrationsArbSchV:	<ul style="list-style-type: none"> • Schutzmaßnahmen sind in Abhängigkeit vom Erreichen oder Überschreiten der Auslösewerte zu treffen.

**Anhang D:
Erläuterungen zu den Tätigkeiten**

Tabelle D.1 gibt einen Überblick über die Tätigkeiten im Kabeltiefbau mit Erläuterungen.

Tabelle D.1:
Erläuterungen zu den Tätigkeiten

Tätigkeit	Erläuterung
Fahrten Transporter	Fahrer und Beifahrer
Fahrten Lastkraftwagen	Fahrer und Beifahrer
Minibagger bedienen, Erdbewegung	Bediener
Minibagger bedienen, Vorsatzmeißel	Bediener
Schneidarbeiten (Asphalt, Beton etc.)	Bediener Helfer (unterstützende Aufgaben direkt an der Maschine)
Erdbohrungen (Bodendurchschlagrakete)	Bediener Helfer (unterstützende Aufgaben direkt an der Maschine)
Aushub und Verfüllarbeiten	Tätigkeit mit Schaufel im Graben neben Bagger Tätigkeit im Graben (Sichtung Kabel, Leitungen) neben Bagger Aushub mit Schaufel Verfüllen mit Schaufel Bitumen aufbringen Pflasterarbeiten
Verdichtungsarbeiten	Bediener Helfer (unterstützende Aufgaben direkt an der Maschine)
Vor- und Nachbereitung Baustelle	Reinigungsarbeiten Baustelle Aufräumarbeiten Baustelle Baustelle einrichten Baustelle absichern Bagger ab- und verladen Baustellenbesichtigung Vorbereitende Tätigkeiten
Großbagger bedienen, Erdbewegung	Bediener
Großbagger bedienen, Vorsatzmeißel	Bediener
Radlader bedienen	Bediener
Bohr- und Stemmarbeiten, Kernbohrungen	Bediener Helfer (unterstützende Aufgaben direkt an der Maschine)
Montage- und Anschlussarbeiten	Hausanschlusskasten setzen und anschließen Telefonkasten setzen und anschließen Kabel-TV-Kasten setzen und anschließen Signalprüfung
Kabel, Leitungen, Rohre verlegen	Kabel, Leitungen verlegen Leerrohre verlegen Kabel in Leerrohre einziehen Kabelanschlussarbeiten Mehrsparteneingang einbauen
Sonstige Tätigkeiten	Planung im Arbeitsbereich (Besprechung, Aufmaß etc.) Besorgungstätigkeiten Geräte, Maschinen umbauen Geräte, Maschinen reparieren Wartezeit Druckprüfung Unterboden

**Anhang E:
Übersicht über die Baustellen**

Baustelle 1

Stromkabel in vorhandenes Leerrohr unter der Straße bis zur Schaltstation einziehen



Abbildung E.1:
Baustelle 1

Baustelle 2

Störungsbeseitigung und Kabelmuffe freilegen



Abbildung E.2:
Baustelle 2

Baustelle 3

Erweiterung Erdgasleitung (ca. 70 m); drei Hausanschlüsse Gas (Einfamilienhäuser) vorbereiten (Tiefbauarbeiten, Leerrohre verlegen)

Abbildung E.3:
Baustelle 3



Abbildung E.4:
Baustelle 3

Baustelle 4

Hausanschluss Strom (Einfamilienhaus); Tiefbauarbeiten, Stromkabel verlegen, Hausanschlusskasten und Stromverteilerschrank setzen sowie Anschlussarbeiten



Abbildung E.5:
Baustelle 4



Abbildung E.6:
Baustelle 4

Baustelle 5

Erweiterung Stromleitung an Straße (ca. 40 m); Tiefbauarbeiten, Stromkabel in Leerrohr einziehen und Kabelanschlussarbeiten

Abbildung E.7:
Baustelle 5



Baustelle 6

Hausanschluss Strom (Einfamilienhaus); Tiefbauarbeiten, Hausanschlusskasten setzen sowie Anschlussarbeiten



Abbildung E.8:
Baustelle 6

Baustelle 7

Tiefbauarbeiten, Graben verfüllen und verdichten

Baustelle 8

Aufräumarbeiten, Asphalt verladen

Baustelle 9

Tiefbauarbeiten, Aushub Baugrube

Baustelle 10

Hausanschluss Strom (Einfamilienhaus); Tiefbauarbeiten, Hausanschluss- und Telefonkasten setzen, Mehrsparten-
hauseinführung einbauen sowie Anschlussarbeiten

Abbildung E.9:
Baustelle 10



Abbildung E.10:
Baustelle 10

Baustelle 11

Hausanschluss Strom (Einfamilienhaus); Tiefbauarbeiten, Hausanschluss-, Telefon- und TV-Kasten setzen sowie Anschlussarbeiten

Abbildung E.11:
Baustelle 11



Abbildung E.12:
Baustelle 11



Baustelle 12

Modernisierung Umspannwerk; Tiefbauarbeiten, Fundamente für Isolatoren erneuern



Abbildung E.13:
Baustelle 12



Abbildung E.14:
Baustelle 12

Baustelle 13

Stromanschluss Industriehalle; Tiefbauarbeiten, mehrere Wanddurchbrüche erstellen und Leerrohre einziehen



Abbildung E.15:
Baustelle 13

Baustelle 14

Neubau Trafohaus Industriehalle; Tiefbauarbeiten und Kabel einziehen



Abbildung E.16:
Baustelle 14

Baustelle 15

Tiefbauarbeiten, Baugrube verfüllen und verdichten

Anhang F: Fotodokumentation

Projekt Kabeltiefbau (1)



Projekt Kabeltiefbau (5)



Projekt Kabeltiefbau (9)



Projekt Kabeltiefbau (2)



Projekt Kabeltiefbau (6)



Projekt Kabeltiefbau (10)



Projekt Kabeltiefbau (3)



Projekt Kabeltiefbau (7)



Projekt Kabeltiefbau (11)



Projekt Kabeltiefbau (4)



Projekt Kabeltiefbau (8)



Projekt Kabeltiefbau (12)



Projekt Kabeltiefbau (13)



Projekt Kabeltiefbau (17)



Projekt Kabeltiefbau (21)



Projekt Kabeltiefbau (14)



Projekt Kabeltiefbau (18)



Projekt Kabeltiefbau (22)



Projekt Kabeltiefbau (15)



Projekt Kabeltiefbau (19)



Projekt Kabeltiefbau (23)



Projekt Kabeltiefbau (16)



Projekt Kabeltiefbau (20)



Projekt Kabeltiefbau (24)



Projekt Kabeltiefbau (25)



Projekt Kabeltiefbau (29)



Projekt Kabeltiefbau (33)



Projekt Kabeltiefbau (26)



Projekt Kabeltiefbau (30)



Projekt Kabeltiefbau (34)



Projekt Kabeltiefbau (27)



Projekt Kabeltiefbau (31)



Projekt Kabeltiefbau (35)



Projekt Kabeltiefbau (28)



Projekt Kabeltiefbau (32)



Projekt Kabeltiefbau (36)



Projekt Kabeltiefbau (37)



Projekt Kabeltiefbau (41)



Projekt Kabeltiefbau (45)



Projekt Kabeltiefbau (38)



Projekt Kabeltiefbau (42)



Projekt Kabeltiefbau (46)



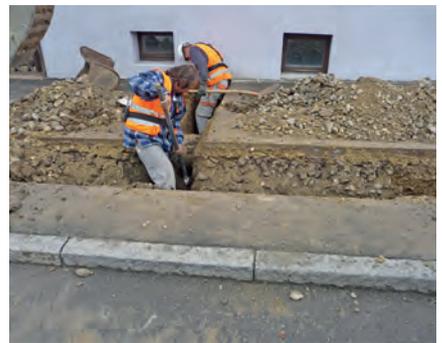
Projekt Kabeltiefbau (39)



Projekt Kabeltiefbau (43)



Projekt Kabeltiefbau (47)



Projekt Kabeltiefbau (40)



Projekt Kabeltiefbau (44)



Projekt Kabeltiefbau (48)



Projekt Kabeltiefbau (49)



Projekt Kabeltiefbau (53)



Projekt Kabeltiefbau (57)



Projekt Kabeltiefbau (50)



Projekt Kabeltiefbau (54)



Projekt Kabeltiefbau (58)



Projekt Kabeltiefbau (51)



Projekt Kabeltiefbau (55)



Projekt Kabeltiefbau (59)



Projekt Kabeltiefbau (52)



Projekt Kabeltiefbau (56)



Projekt Kabeltiefbau (60)



Projekt Kabeltiefbau (61)



Projekt Kabeltiefbau (65)



Projekt Kabeltiefbau (68)



Projekt Kabeltiefbau (62)



Projekt Kabeltiefbau (66)



Projekt Kabeltiefbau (69)



Projekt Kabeltiefbau (63)



Projekt Kabeltiefbau (70)



Projekt Kabeltiefbau (67)



Projekt Kabeltiefbau (71)



Projekt Kabeltiefbau (64)



Projekt Kabeltiefbau (72)



Projekt Kabeltiefbau (75)



Projekt Kabeltiefbau (79)



Projekt Kabeltiefbau (73)



Projekt Kabeltiefbau (76)



Projekt Kabeltiefbau (80)



Projekt Kabeltiefbau (74)



Projekt Kabeltiefbau (77)



Projekt Kabeltiefbau (78)



Projekt Kabeltiefbau (81)



Projekt Kabeltiefbau (84)



Projekt Kabeltiefbau (88)



Projekt Kabeltiefbau (85)



Projekt Kabeltiefbau (89)



Projekt Kabeltiefbau (82)



Projekt Kabeltiefbau (86)



Projekt Kabeltiefbau (90)



Projekt Kabeltiefbau (83)



Projekt Kabeltiefbau (87)



Projekt Kabeltiefbau (91)



Projekt Kabeltiefbau (92)



Projekt Kabeltiefbau (96)



Projekt Kabeltiefbau (100)



Projekt Kabeltiefbau (93)



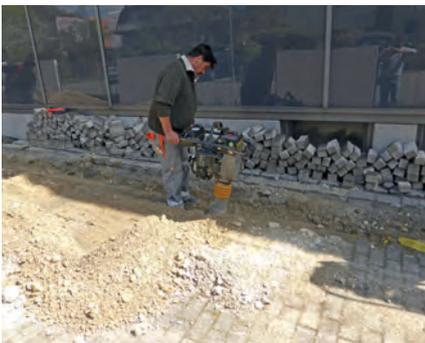
Projekt Kabeltiefbau (97)



Projekt Kabeltiefbau (101)



Projekt Kabeltiefbau (94)



Projekt Kabeltiefbau (98)



Projekt Kabeltiefbau (102)



Projekt Kabeltiefbau (95)



Projekt Kabeltiefbau (99)



Projekt Kabeltiefbau (103)



Projekt Kabeltiefbau (104)



Projekt Kabeltiefbau (108)



Projekt Kabeltiefbau (112)



Projekt Kabeltiefbau (105)



Projekt Kabeltiefbau (109)



Projekt Kabeltiefbau (113)



Projekt Kabeltiefbau (106)



Projekt Kabeltiefbau (110)



Projekt Kabeltiefbau (107)



Projekt Kabeltiefbau (111)



