

	<p>SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 -</p>	
	<p>Abschnitt A1 Sachsen-Anhalt Nord</p> <p>Unterlagen gemäß § 21 NABEG</p>	<p>Das Vorhaben Nr.5 im SuedOstLink ist von der Europäischen Union gefördert; sie haftet nicht für die Inhalte.</p>  <p>Kofinanziert von der Fazilität „Connecting Europe“ der Europäischen Union</p>
<p>E7.3 Erschütterungsgutachten Freileitung-Provisorium 535/536 Nord DECKBLATT I</p>		
<p>Festgestellt nach § 24 NABEG</p> <p>Bonn, den</p>		

Ersteller: MBBM INDUSTRY SOLUTIONS GMBH / ANDREAS LACKNER

Dok.: SOL_ARG_AF_21E07_FA2_3000_Erschuetterung-Frltg-3_03_F

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	4
Anlagen	5
Zusammenfassung	6
1. Einführender Teil	8
1.1 Angaben zur Anlage, Antragsteller, Gutachter	8
1.2 Aufgabenstellung	9
2. Ausgangssituation.....	10
2.1 Übersicht	10
2.2 Vorgehen.....	10
2.3 Bauverfahren - Freileitungsabschnitte	12
3. Beurteilungsgrundlagen	12
3.1 Erschütterungen.....	12
3.1.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden	12
3.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen	17
3.1.3 Zusammenfassung Zielgrößen Erschütterung.....	19
3.2 Sekundärer Luftschall (Körperschall).....	19
4. Abschätzung der auftretenden Erschütterungen	21
4.1 Rammarbeiten.....	22
4.1.1 Abschätzung der Erschütterungen auf dem Gebäudfundament	22
4.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen – Abschätzung der maximalen Schwingschnellen	23
4.1.3 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden – Abschätzung der maximalen Betriebsdauer der Rammarbeiten	23
4.1.4 Zusammenfassende Beurteilung der Rammarbeiten	25
4.2 Verdichtungsarbeiten.....	26
4.2.1 Abschätzung der Erschütterungen auf dem Gebäudfundament	26
4.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen – Abschätzung der maximalen Schwingschnellen	27
4.2.3 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden – Abschätzung der maximalen Betriebsdauer der Verdichtungsarbeiten.....	28
4.2.4 Zusammenfassende Beurteilung der Verdichtungsarbeiten	29
5. Abschätzung der auftretenden Erschütterungen aufgrund Baustellenverkehr	31
6. Fallbezogene Beurteilung von Gebäuden innerhalb der Einwirkungsbereiche nach Abschnitt 4.....	31
Quellen-/Literaturverzeichnis	33
Abkürzungsverzeichnis	34
Anlage A: Fauna	37
Anlage B: Gebäudespezifische Maßnahmenbeurteilung	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 (Tabelle 1) für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen.	14
Tabelle 2. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 Tabelle 2 für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen.	15
Tabelle 3. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3, Tabelle 1.....	17
Tabelle 4. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3, Tabelle 3.....	18
Tabelle 5. Anhaltswerte für Innenschallpegel nach VDI-Richtlinie 2719 [8].	20
Tabelle 6. Schwingschnelle (Beton/ Holz) in Abhängigkeit vom Abstand zur Beurteilung nach DIN 4150-3. .	23
Tabelle 7. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Beton.	24
Tabelle 8. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Holz.....	24
Tabelle 9. Kritische Abstände zwischen Rammarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Massivbau...	25
Tabelle 10. Kritische Abstände zwischen Rammarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Holzbau.	26
Tabelle 11. Schwingschnelle (Beton / Holz) in Abhängigkeit vom Abstand zur Beurteilung nach DIN 4150-3.	27
Tabelle 12. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Beton.	28
Tabelle 13. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Holz.....	28
Tabelle 14. Kritische Abstände zwischen Verdichtungsarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Massivbau.	29
Tabelle 15. Kritische Abstände zwischen Verdichtungsarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Holzbau.....	29
Tabelle 16. Schwingschnellen in mm/s bezogen auf definierte Abstände und Bautätigkeiten.	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einwirkungsbereiche der Bauarbeiten an den jeweiligen Maststandorten.....	32
--	----

Anlagen

Anlage A	Fauna
Anlage B	Gebäudespezifische Maßnahmenbeurteilung

Zusammenfassung

~~Für die geplante Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung SuedOstLink soll ein erschütterungstechnisches Gutachten für die Bauphase erstellt werden, da dieses im laufenden Verfahren zu § 21 (NABEG) als Bestandteil der Verfahrensunterlagen einzubringen ist.~~

~~Für die Prognose der Erschütterungen für den Abschnitt A1 wird sowohl für die Erdkabelabschnitte als auch die Freileitungsabschnitte jeweils ein „Musterabschnitt“ mit den entsprechenden Baumaschinen und Bauverfahren betrachtet. In der vorliegenden Untersuchung erfolgt eine erschütterungstechnische Beurteilung des im Projekt SuedOstLink geplanten Provisoriums 535/536 Nord (380-kV-AC-Freileitung).~~

~~Im Zuge des Planfeststellungsverfahrens zum SüdOstLink (Höchstspannungs-Gleichstromübertragung, kurz: SOL) erfolgte u. a. eine erschütterungstechnische Bewertung der im Abschnitt A1 geplanten Bautätigkeiten zum 380-kV-Freileitungs-Provisorium „Helmstedt–Welmirstedt“ 535/536 Nord.~~

~~Im Zuge der Ausführungsplanung des SOL kommt es nun zu einer Trassenänderung dieses Provisoriums im Bereich zwischen Mast 106 und Mast 110. Im Speziellen wird die Querung der neuen, im Bau befindlichen Bundesautobahn A14 optimiert. Dies führt dazu, dass die reinen AC-Systeme näher an die Ortschaft Samswegen geführt werden müssen.~~

~~Die Planungsänderung soll nun nochmals bezüglich ihrer erschütterungstechnischen Auswirkungen während der Bauphase geprüft werden. Hierzu sind die durchgeführten Berechnungen zu aktualisieren, nach den normativ anerkannten Vorgaben zu bewerten und ein ergänzendes Fachgutachten zu erstellen.~~

~~Folgende Ergebnisse gehen aus den Untersuchungen hervor:~~

Erschütterungen

~~Folgende Bautätigkeiten waren als erschütterungstechnisch beurteilungsrelevant für die Freileitung zu betrachten:~~

- ~~– Rammen, Abschnitt 4.1~~
- ~~– Verdichten, Abschnitt 4.2~~

~~Für die entsprechenden erschütterungsintensiven Baumaßnahmen ist nicht mit Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150 -2,-3 zu rechnen, wenn die genannten Abstände in den Abschnitten 4.1 – 4.2 eingehalten werden können.~~

~~Vereinzelte Gebäude liegen innerhalb der unter Abschnitt 4.1 – 4.2 genannten Einwirkungsbereiche. Für diese Gebäude findet in Abschnitt 6 bzw. Anlage B eine fallbezogene Einzelbetrachtung statt.~~

~~Für ein 31 Gebäude kann eine Überschreitung nach DIN 4150-2 [4] (Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden), Tabelle 2, Stufe II nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird empfohlen, die effektive Arbeitszeit der erschütterungsträchtigen Bauverfahren zu begrenzen oder auf alternative Bauverfahren auszuweichen. Alternativ sind die Arbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings zu überwachen oder Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abzustimmen.~~

Bauverkehr:

Aufgrund von Schwerlastverkehr kann es zu spürbaren Erschütterungen in den an die Baustraßen angrenzenden Gebäuden kommen. Durch luftberefte und gefederte Fahrzeuge sind jedoch in der Regel keine erheblichen Erschütterungsbelastungen bzw. Überschreitungen der Anhaltswerte zu erwarten. Um dies zu gewährleisten, sollten sich die Straßen während der kompletten Bauzeit in einem einwandfreien Zustand befinden.

Weitere Baumaßnahmen:

Es werden keine erschütterungstechnisch beurteilungsrelevanten Immissionen erwartet.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner
Telefon +49 (89) 85602 – 3177
– Projektverantwortlicher –

Die Akkreditierung besteht für den messtechnischen Teil unter Abschnitt 3 und 4.



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14119-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

**(Akkreditierungslogo Prüflaboratorium für Schall, Schwingungen, elektromagnetische Felder und Licht, Immissions-
schutz und Gefahrstoffe der Müller-BBM Industry Solutions GmbH)**

1. Einführender Teil

1.1 Angaben zur Anlage, Antragsteller, Gutachter

Der SuedOstLink (SOL) ist ein Netzausbauprojekt des Stromübertragungsnetzes. Er besteht aus den Vorhaben Nr. 5 sowie dem Vorhaben Nr. 5a (südlicher Teil) gemäß Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG). Beide Vorhaben sind Leitungen zur Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung und werden mit einem Erdkabelvorrang geplant. Unter bestimmten Voraussetzungen besteht auf Teilabschnitten die Möglichkeit der Errichtung einer Freileitung.

Das Vorhaben Nr. 5 verläuft von Wolmirstedt bei Magdeburg in Sachsen-Anhalt bis Isar in Bayern. Das Vorhaben Nr. 5a ist eine Verbindung vom Netzverknüpfungspunkt Klein Rogahn/Stralendorf/Warsow/Holthusen/Schossin bis Isar in Bayern. Vom Landkreis Börde, ab der „KÜS / KAS Hohe Börde“ nach Süden bis Isar erfolgt in räumlicher Nähe eine gemeinsame Verlegung der Erdkabel beider Vorhaben.

Für beide Vorhaben, Nr. 5 und Nr. 5a (südlicher Teil) BBPlG, wurden jeweils eigene Anträge auf Planfeststellungsbeschluss gemäß § 19 Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) gestellt. Die Vorhabenträger haben gemäß § 26 Satz 2 NABEG eine einheitliche Entscheidung gemäß § 24 NABEG in den Planfeststellungsverfahren für die Abschnitte der beiden genannten Vorhaben zwischen dem Landkreis Börde ab der „KÜS / KAS Hohe Börde“ und Isar beantragt.

Die vorliegenden Unterlagen umfassen einen Teilabschnitt nur des Vorhabens Nr. 5, für den die Errichtung einer Freileitung geprüft und im Ergebnis der Abwägung als vorzugswürdig ermittelt wurde.

Das Vorhaben Nr. 5 beinhaltet die Herstellung einer Kabelanlage mit einem Kabelsystem, bestehend aus zwei Erdkabeln mit einer Leistung von 2 Gigawatt (GW) und Nebenbauwerken (Kabelabschnittsstationen (KAS), Kabelübergangsstationen (KÜS), Kabelmonitoringstationen (KMS), Oberflurschränke) sowie in geringem Umfang die Herstellung einer Freileitung mit den zugehörigen Anlagenteilen wie z. B. Freileitungsmasten.

Für weitergehende Informationen zu SuedOstlink und zum Planfeststellungsverfahren wird auf die Kapitel 1ff im Teil A1 Erläuterungsbericht der Unterlagen gemäß § 21 NABEG verwiesen.

Das vorliegende Gutachten bezieht sich auf den Abschnitt A1 (Sachsen-Anhalt Nord) und bewertet die zu erwartenden Immissionen durch Erschütterungen während der Bauarbeiten im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens. Es handelt sich im vorliegenden untersuchten Abschnitt A1 (Sachsen-Anhalt Nord) um eine Freileitungs- und erdverlegte Kabelstrecke, wobei sich die vorliegende Untersuchung nur ~~auf das neu geplante Provisorium 535/536 Nord (380-kV-AC-Freileitung im Mastbereich 106 bis 116)~~ auf die Trassenänderung (380-kV-AC-Freileitung im Mastbereich 106 bis 110) des neu geplante Provisoriums 535/536 Nord (Mastbereich 106 bis 116) bezieht. Die Erdkabelstrecke wird in einem gesonderten Gutachten untersucht. Im Folgenden sind Informationen über das Planfeststellungsverfahren, die Anlage und die beteiligten Institutionen aufgeführt.

Bezeichnung der Anlage:	HGÜ-SuedOstLink, Abschnitt A1 (Sachsen-Anhalt Nord)
Verfahren:	Planfeststellungsverfahren SuedOstLink, Freileitung-Provisorium 535/536 Nord
Verfahrensführende Behörde:	Bundesnetzagentur, Netzausbau Postfach 8001, 53105 Bonn
Antragsteller / Betreiber:	50Hertz Transmission GmbH Heidestraße 2, 10557 Berlin
Auftraggeber des Gutachtens:	ARCADIS Germany GmbH Europaplatz 3, 64293 Darmstadt 50Hertz Transmission GmbH Heidestraße 2, 10557 Berlin
Auftragnehmer des Gutachtens:	Müller-BBM Industry Solutions GmbH Helmut-A.-Müller-Straße 1 – 5, 82152 Planegg
Verantwortlicher Gutachter:	Dipl.-Ing. (FH) Andreas Lackner Helmut-A.-Müller-Straße 1 – 5, 82152 Planegg

1.2 Aufgabenstellung

Im Rahmen des erforderlichen Planfeststellungsverfahrens zum SuedOstLink ist auch eine erschütterungstechnische Bewertung des im Abschnitt A1 geplanten 380-kV-Freileitung-Provisoriums 535/536 Nord von Mast 106 bis Mast 116 erforderlich.

Ziel des vorliegenden Gutachtens ist es, darzulegen, ob alle maßgeblichen immissionsschutzrechtlichen Vorgaben für den Erschütterungsschutz während der Bauarbeiten im Zuge der geplanten Teilstrecke des Provisoriums 535/536 Nord (380-kV-AC-Freileitung) des Vorhabens HGÜ-SuedOstLink, nördlicher Teil, Abschnitt A1 [im Rahmen der Trassenänderung im Mastbereich 106 bis 110 und damit der Annäherung an die Ortschaft Samswegen](#) eingehalten werden. Die Abschätzung der auftretenden Erschütterungen erfolgt hierbei im Rahmen eines „Worst-Case“-Ansatzes.

In einem weiteren Gutachten werden die neu geplanten DC-Freileitungen (teils als AC/DC-Hybrid-Freileitungen) bzw. rückzubauenden Freileitungsabschnitte untersucht, wiederum in einem weiteren Gutachten die im Zusammenhang mit dem neu geplanten Freileitungsabschnitt erforderlichen Umbaumaßen an bestehenden 380-kV-AC-Leitungen.

2. Ausgangssituation

2.1 Übersicht

Im Wesentlichen ist die geplante Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung – SuedOstLink – ein 525-kV-Gleichstrom-Erdkabelsystem (vier Kabel, Polanordnung + - + -) zur Übertragung einer Leistung von 4 GW. Im vorliegenden Abschnitt A1 bindet das Gleichstrom-Erdkabelsystem allerdings erst ab der Kabelübergangsstation (KÜS) im Bereich Hohe Börde an. Nördlich der KÜS Hohe Börde – zwischen Wolmirstedt und Hohe Börde – wird der SuedOstLink Vorhaben Nr. 5 (2 GW (DC)) als Freileitung, abschnittsweise als Gleichstrom (DC)- oder Hybrid (AC/DC)-Freileitungen realisiert. Aufgrund des Zusammenfallens der Planungen des SuedOstLinks mit einer Teilstrecke der 380-kV-Netzverstärkung (380-kV-AC-Freileitung) zwischen Helmstedt und Wolmirstedt wird die Netzverstärkung in der vorliegenden Untersuchung erschütterungstechnisch betrachtet.

2.2 Vorgehen

Die maßgebliche Quelle für Erschütterungsemissionen stellen durch den Geräteeinsatz die Bauarbeiten zur Herstellung der Masten dar. Zur Beurteilung der baubedingten Erschütterungen werden Erschütterungsimmissionen, die durch die Baustellenerschütterungen, die beim Neubau der Masten zu erwarten sind, prognostiziert und Abstände ermittelt, bei denen die jeweils anzuwendenden Anhaltswerte einzuhalten sind. Beurteilungsgrundlage für baustellenbezogene Immissionsprognosen der Erschütterungen ist die DIN 4150 -2 [4] und -3 [5]. Folgende grundsätzliche Vorgehensweise zur Überprüfung der Einhaltung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2 [4] und -3 [5] ist vorgesehen:

- Prognose der Erschütterungsimmissionen durch die zum Einsatz kommenden Baumaschinen und Bauverfahren für eine Musterbaustelle
- Festlegung von Einwirkungsbereichen (Abstände zur Baustelle zur Einhaltung der maßgeblichen Beurteilungsgrößen)
- ggf. Ausarbeitung prinzipieller Maßnahmen zur Minderung der Erschütterungen bei Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2 [4] und -3 [5] (d. h. keine Auslegung konkreter Maßnahmen, sondern in Anlehnung an die DIN 4150-2 [4] Absatz 6.5.4.3 (Maßnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen) und DIN 4150-3 [5], Anhang E.1.5).

Prinzipielle Maßnahmen im Sinne der DIN 4150-2 [4] können sein:

- a) umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb
- b) Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen
- c) zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.)
- d) Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben
- e) Information der Betroffenen über die Erschütterungswirkungen auf das Gebäude
- f) Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude

Die DIN4150-3 [5] nennt folgende grundsätzliche Möglichkeiten zur Verringerung von Schwingungs-
immissionen:

- Verkehrserschütterungen
 - Herstellung und Erhaltung von ebenen Fahrwegen (Straßen, Schiene)
 - Reduzierung der Geschwindigkeit
- Bauerschütterungen
 - Übergang zu erschütterungsarmen Bauverfahren
 - Bei Vibrationsrammen Übergang zu höheren Frequenzen
 - Vermeidung von Resonanzen

Diese Aufzählungen sind den jeweiligen Normen entnommen, beispielhaft und nicht zwingend abschließend.

2.3 Bauverfahren - Freileitungsabschnitte

Im Abschnitt A1 ist die Errichtung einer 525-kV-HGÜ-Freileitung zur Übertragung einer Leistung von 2 GW geplant. Im Zusammenhang mit der Errichtung dieser neu geplanten DC- bzw. AC/DC-Freileitungstrasse ist auch Teilerrichtung ~~der 380-kV-Netzverstärkung Helmstedt – Wolmirstedt des Provisoriums 535/536 Nord mit der Option auf dauerhafte Nutzung von~~ (Mast 106 bis 116) vorgesehen.

Die Baudurchführung umfasst generell die Baufeldfreimachung, die Herstellung von Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen und Zuwegungen, die Durchführung der maschinellen Aushub-, Lagerungs- und Bodenaufbereitungsarbeiten sowie die Herstellung der Mastenfundamente und Aufstellung der Masten.

Die typischen Zeitaufwände der einzelnen Bauphasen des Vorhabens Nr. 5 können der Unterlage C4.2 (Beschreibung des Bauablaufs) entnommen werden. Die Angaben zur Dauer der einzelnen Vorgänge sind Erfahrungswerte aus vergleichbaren Projekten. Mögliche Risiken, die den Bauablauf und damit den Zeitplan beeinträchtigen könnten, sind hier nicht berücksichtigt.

Die vorgenannten Baustellentätigkeiten finden ausschließlich am Tag in der Zeit zwischen 07:00 und 20:00 Uhr statt.

Erschütterungsrelevante Bauverfahren:

- Rammarbeiten
- Verdichtungsarbeiten

3. Beurteilungsgrundlagen

Entsprechend § 22 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 und Nr. 2 BImSchG sind schädliche Umwelteinwirkungen (beispielsweise Lärm und Erschütterungen) zu verhindern, bzw. auf ein Mindestmaß zu beschränken. Als maßgebliche Beurteilungsgrundlage für die Annahme schädlicher Umwelteinwirkungen wird mangels anderweitiger gesetzlicher Konkretisierungen auf die Beurteilungsmaßstäbe der DIN 4150-2 und DIN 4150-3 abgestellt. Dieses Vorgehen entspricht auch den LAI-Hinweisen zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen [6] und ist in der Rechtsprechung anerkannt (BVerwG, Urteil vom 29. Juni 2017, 3 A 1/16, juris. Rn. 104).

3.1 Erschütterungen

Die Beurteilung von Erschütterungen, auch aus dem Betrieb von Baustellen, erfolgt nach der DIN 4150, Teil 2 (Einwirkung auf Menschen in Gebäuden [4] und der DIN 4150, Teil 3 (Einwirkung auf bauliche Anlagen) [5].

3.1.1 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden

Zur Bewertung der Einwirkung von Erschütterungen auf Menschen wird die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ herangezogen.

Die bewertete Schwingstärke $KB_F(t)$ ist dabei nach DIN 45 669 [2] als gleitender Effektivwert des frequenzbewerteten Erschütterungssignals (Zeitbewertung 0.125 sec, „FAST“) definiert.

Die Beurteilung erfolgt nach DIN 4150 Teil 2 [4] anhand von zwei Beurteilungsgrößen:

KB_{Fmax} , die maximale bewertete Schwingstärke

KB_{FTr} , die Beurteilungsschwingstärke

Die maximale bewertete Schwingstärke KB_{Fmax} ist der Maximalwert der bewerteten Schwingstärke $KB_F(t)$, welche während der jeweiligen Beurteilungszeit (einmalig oder wiederholt) auftritt.

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} berücksichtigt die Häufigkeit und Dauer der Erschütterungsereignisse. Sie wird mit Hilfe eines Taktmaximalwertverfahrens (Taktzeit = 30 sec) ermittelt.

Die Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} ergibt sich dabei nach folgender Gleichung:

$$KB_{FTr} = KB_{FTm} \cdot \sqrt{\frac{T_e}{T_r}} \quad (1)$$

mit

T_r = Beurteilungszeit (tags 16 Std., nachts 8 Std.),

T_e = Einwirkzeit,

KB_{FTm} = Taktmaximal-Effektivwert. Dieser ergibt sich aus der Wurzel aus den Mittelwerten der quadrierten Taktmaximalwerte (KB_{Fmax} -Werte) der Einzelereignisse.

Die Beurteilung erfolgt nach nachstehend beschriebener Vorgehensweise:

Ermittlung der maximalen bewerteten Schwingstärke KB_{Fmax} und Vergleich mit den Anhaltswerten A_u und A_o nach Tabelle 1:

- Ist KB_{Fmax} kleiner oder gleich dem (unteren) Anhaltswert A_u , dann ist die Anforderung dieser Norm eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als der (obere) Anhaltswert A_o , dann ist die Anforderung nicht eingehalten.
- Ist KB_{Fmax} größer als A_u , aber kleiner, höchstens gleich A_o , gilt die Anforderung dieser Norm dann als eingehalten, wenn die Beurteilungs-Schwingstärke KB_{FTr} nicht größer als A_r nach Tabelle 1 ist.

Die in der DIN 4150-2 angegebenen Anhaltswerte für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 (Tabelle 1) für die Beurteilung von Erschütterungen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen.

Zeile	Einwirkungsort	tags			nachts		
		A_u	A_o	A_r	A_u	A_o	A_r
1	Einwirkungsorte, in deren Umgebung nur gewerbliche Anlagen und gegebenenfalls ausnahmsweise Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonen untergebracht sind (vgl. Industriegebiete § 9 BauNVO)	0,4	6	0,2	0,3	0,6	0,15
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vgl. Gewerbegebiete § 8 BauNVO)	0,3	6	0,15	0,2	0,4	0,1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vgl. Kerngebiete § 7 BauNVO, Mischgebiete § 6 BauNVO, Dorfgebiete § 5 BauNVO)	0,2	5	0,1	0,15	0,3	0,07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vgl. Reine Wohngebiete § 3 BauNVO, allgemeine Wohngebiete § 4 BauNVO, Kleinsiedlungsgebiete § 2 BauNVO)	0,15	3	0,07	0,1	0,2	0,05
5	Besonders schutzbedürftige Einwirkungsorte, z. B. Krankenhäuser, Kurkliniken, soweit sie in dafür ausgewiesenen Sondergebieten liegen	0,1	3	0,05	0,1	0,15	0,05

In Klammern sind jeweils die Gebiete der Baunutzungsverordnung – BauNVO angegeben, die in der Regel den Kennzeichnungen unter Zeile 1 – 4 entsprechen. Eine schematische Gleichsetzung ist jedoch nicht möglich, da die Kennzeichnung unter Zeile 1 bis 4 ausschließlich nach dem Gesichtspunkt der Schutzbedürftigkeit gegen Erschütterungseinwirkung vorgenommen worden ist, die Gebietseinteilung in der BauNVO aber auch anderen planerischen Erfordernissen Rechnung trägt.

Der Charakter eines Gebiets wird anhand der bauplanungsrechtlichen Festsetzungen, soweit vorhanden, ermittelt. Wenn keine bauplanungsrechtlichen Festsetzungen bestehen, sind Gebiete und Anlagen nach ihrer Schutzbedürftigkeit zu beurteilen, vgl. LAI-Hinweise, Abschnitt 3.2 [6]. Weiterhin wird in den LAI-Hinweisen ausgeführt:

„Wenn gewerblich, industriell oder hinsichtlich ihrer Erschütterungsauswirkungen vergleichbar genutzte und zum Wohnen dienende Gebiete aneinandergrenzen (Gemengelage), können die für die zum Wohnen dienenden Gebiete geltenden Immissionswerte auf einen geeigneten Zwischenwert der für die aneinandergrenzenden Gebietskategorien geltenden Werte erhöht werden, soweit dies nach der Pflicht zur gegenseitigen Rücksichtnahme erforderlich ist. Die Immissionswerte für Kern-, Dorf- und Mischgebiete sollen dabei nicht überschritten werden.“

Für die Beurteilung von Erschütterungen, die durch Baumaßnahmen verursacht werden, gelten Sonderregelungen, siehe DIN 4150-2 Abschnitt 6.5.4 [4] und LAI-Hinweise, Abschnitt 5.2 [6]. Die Norm nennt dabei ein dreistufiges Beurteilungsschema, das auch als Handlungsgrundlage im Vorfeld der Planung dienen kann.

Das Beurteilungsschema weist Anhaltswerte tagsüber für verschiedene Zeitdauern der Einwirkungen (< 1 Tag, 6 bis 26 Tage, 26 bis 78 Tage) aus. Für nachts auftretende Erschütterungen gelten die Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150-2.

Für länger als 78 Tage einwirkende Erschütterungen macht die Norm keine Angaben. Es sollte dann nach den besonderen Gegebenheiten des Einzelfalles individuell beurteilt werden. In der Regel erfolgt dann die Beurteilung anhand der Anhaltswerte nach Tabelle 1 der DIN 4150-2 [4]. Unter der Dauer der Erschütterungseinwirkung ist die Anzahl der Tage zu verstehen, an denen tatsächlich Erschütterungseinwirkungen auftreten (nicht die Dauer der Baumaßnahme an sich). Dabei sind Tage mit Erschütterungen, die unter den jeweiligen Werten der Tabelle 1 der DIN 4150-2 [4] für A_u oder A_r liegen, nicht mitzuzählen.

Tabelle 2. Anhaltswerte nach DIN 4150-2 Tabelle 2 für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen.

Dauer	$D < = 1 \text{ Tag}$			6 Tage < $D < = 26 \text{ Tage}$			26 Tage < $D < = 78 \text{ Tage}$		
	A_u	$A_0^*)$	A_r	A_u	$A_0^*)$	A_r	A_u	$A_0^*)$	A_r
Stufe I	0,8	5	0,4	0,4	5	0,3	0,3	5	0,2
Stufe II	1,2	5	0,8	0,8	5	0,6	0,6	5	0,4
Stufe III	1,6	5	1,2	1,2	5	1,0	0,8	5	0,6

*) Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt $A_0 = 6$

Die in Tabelle 2 genannten Stufen klassieren die Einwirkungen folgendermaßen:

- Stufe I: Bei Unterschreitung ist auch ohne besondere Vorinformation nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.
- Stufe II: Bei Unterschreitung ist ebenfalls noch nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen, falls die nachfolgend genannten Maßnahmen a) bis e) und erforderlichenfalls auch Maßnahme f) ergriffen werden. Bei zunehmender Überschreitung auch dieser Stufe werden mit wachsender Wahrscheinlichkeit erhebliche Belästigungen auftreten.
- Ist zu erwarten, dass Erschütterungseinwirkungen auftreten, die oberhalb der Anhaltswerte der Stufe II liegen, so ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist.
- Stufe III: Zumutbarkeitsschwelle, bei deren Überschreitung die Fortführung von Bauarbeiten nur unter Berücksichtigung und Vereinbarung besonderer Maßnahmen möglich ist.

Die DIN 4150-2 [4] nennt folgende Maßnahmen bzw. Handlungsanleitungen zur Minderung erheblicher Belästigungen:

- a) Umfassende Information der Betroffenen über die Baumaßnahmen, die Bauverfahren, die Dauer und die zu erwartenden Erschütterungen aus dem Baubetrieb.
- b) Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen infolge der Baumaßnahmen und die damit verbundenen Belästigungen.
- c) Zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung und Begrenzung der Belästigungen (Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise der Erschütterungsquelle usw.)
- d) Benennung einer Ansprechstelle, an die sich Betroffene wenden können, wenn sie besondere Probleme durch Erschütterungseinwirkungen haben.
- e) Information der Betroffenen über die Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude.
- f) Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkungen auf Menschen und Gebäude.

Die Maßnahmen a) bis e) sind vor Beginn der erschütterungsverursachenden Baumaßnahme durchzuführen.

3.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen

Der Teil 3 der Norm DIN 4150 nennt Anhaltswerte, bei deren Einhaltung Bauschäden im Sinne der Norm¹ nicht zu erwarten sind. Das Überschreiten der genannten Anhaltswerte besagt nicht, dass dann Schäden bereits zwingend auftreten müssen. Je nach Gebäudeart und Dauer der Erschütterungseinwirkungen müssen unterschiedliche Anhaltswerte herangezogen werden, siehe Tabelle 3 und Tabelle 4. Im Gegensatz zur Beurteilung nach DIN 4150-2 [4] (Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden), siehe Abschnitt 3.1.1, wird bei der Beurteilung nach DIN 4150-3 [5] nicht zwischen Bauerschütterungen und Erschütterungen aus anderen Quellen unterschieden, vgl. LAI-Hinweise, Abschnitt 5.1 [6].

Für kurzzeitige Erschütterungseinwirkungen (z. B. Freifallbär) geltende Anhaltswerte sind in Tabelle 3 aufgeführt. Entsprechend der DIN 4150-3 [5] werden Erschütterungen als kurzzeitige Erschütterungen definiert, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen und deren zeitliche Abfolge und Dauer nicht geeignet sind, um in der betroffenen Struktur eine wesentliche Vergrößerung der Schwingungen durch Resonanzerscheinungen zu erzeugen.

Tabelle 3. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von kurzzeitigen Erschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3, Tabelle 1.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i,max}$ in mm/s				
		Fundament, alle Richtungen, $i = x, y, z$			Oberste Deckenebene, horizontal, $i = x, y$	Decken, vertikal, $i = z$
		Frequenzen			alle Frequenzen	alle Frequenzen
		< 10 Hz	10 bis 50 Hz	50 bis 100 Hz*		
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 – 40	40 – 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und / oder ihrer Nutzung gleichartige Bauten	5	5 – 15	15 – 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	3	3 – 8	8 – 10	8	20**
* Bei Frequenzen über 100 Hz dürfen mindestens die Anhaltswerte für 100 Hz angesetzt werden.						
** Zur Verhinderung leichter Schäden kann eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden						

¹ Bauschäden im Sinne der Norm sind

- die Beeinträchtigung der Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen,
- die Verminderung der Tragfähigkeit von Decken,
- das Abreißen von Trenn- und Zwischenwänden von tragenden Wänden oder Decken,
- das Auftreten von Rissen in Putz von Wänden,
- die Vergrößerung bereits vorhandener Risse in Gebäuden.

Für stationäre Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude werden die in Tabelle 4 beschriebenen Anhaltswerte genannt.

Tabelle 4. Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i zur Beurteilung der Wirkung von Dauererschütterungen auf Bauwerke nach DIN 4150-3, Tabelle 3.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit $v_{i,max}$ in mm/s	
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen	Decken, vertikal, alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	10	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und / oder Nutzung gleichartige Bauten	5	10
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z. B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5	10*
* Zur Verhinderung leichter Schäden kann eine deutliche Abminderung dieses Anhaltswertes notwendig werden.			

Wenn Bauwerke in Oberschwingungen angeregt werden, können die Höchstwerte auch in anderen Deckenebenen oder in der Fundamentebene auftreten. Für ihre Beurteilung dürfen ebenfalls die Werte der Tabelle 3 der DIN 4150-3 [5] herangezogen werden.

Für alle Gebäude können frequenzunabhängig bei Einwirkungen von Dauererschütterungen auf Decken Schwinggeschwindigkeiten bis zu 10 mm/s in vertikale und 2,5 mm/s in horizontale Schwingrichtung, bei kurzzeitigen Einwirkungen Schwinggeschwindigkeiten bis 20 mm/s in Deckenfeldmitte (vertikale Schwingungsrichtung) und 8 mm/s (horizontale Schwingrichtung) zugelassen werden. Für unter Denkmalschutz stehende Gebäude können zur Verhinderung leichter Schäden deutlich geringere Schwinggeschwindigkeiten zulässig sein.

3.1.3 Zusammenfassung Zielgrößen Erschütterung

Da die erschütterungsträchtigen Bauarbeiten (z. B. Rammen, Verdichten) tagsüber stattfinden, werden die prognostizierten Erschütterungen für den Tagzeitraum bewertet und die nach DIN 4150-2 [4] maximale Betriebsdauer pro Tag in Abhängigkeit der Beurteilungsstufen I bis III zur Vorinformation der betroffenen Anwohner bestimmt, vgl. Tabelle 2.

Um Gebäudeschäden durch baustellenbedingte Erschütterungen zu vermeiden, sind folgende Anhaltswerte der DIN 4150-3 [5] einzuhalten:

Kurzzeitige Erschütterungen nach Tabelle 3

Wohnbebauung: $v_{\max} \leq 5 \text{ mm/s}$

Denkmalschutz: $v_{\max} \leq 3 \text{ mm/s}$

Bei Ansatz des strengsten Anhaltswertes der DIN 4150-3 [5] für Fundamentalschwingungen von 3 mm/s für denkmalgeschützte Gebäude und von 5 mm/s für Wohn- bzw. gleichartige Gebäude (Gebäude nach Zeile 3 und 2 Tabelle 1, Einwirkungen im Frequenzbereich von 1 Hz bis 10 Hz) ist davon auszugehen, dass auch die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [4] eingehalten werden können.

Dauererschütterungen nach Tabelle 4 (z. B. Rammarbeiten)

Wohnbebauung: $v_{\max} \leq 10 \text{ mm/s}$

Denkmalschutz: $v_{\max} \leq 5 \text{ mm/s}$

Für Dauererschütterungen wird pauschal die oberste Deckenebene in vertikaler Richtung beurteilt. Um auch leichten Schäden bei denkmalgeschützten Gebäuden vorbeugen zu können, wird eine Abminderung entsprechend der Norm DIN 4150-3 [5] vorgesehen.

Gewerbliche Gebäude werden als Wohngebäude beurteilt, da dies die Einhaltung der Anhaltswerte für gewerbliche Gebäude sicherstellt. Alternativ müssten sonst gewerblich genutzte Gebäude auf ihre Tragwerkskonstruktion hin geprüft werden, um eine Beurteilung auch für Industriebauten und damit weniger strengen Grenzwerten vornehmen zu können. Dies erscheint jedoch für das gegenständliche Vorhaben als nicht zielführend.

3.2 Sekundärer Luftschall (Körperschall)

Infolge von Körperschalleinwirkung zum Schwingen angeregte Raumbegrenzungsflächen (Wände, Geschossdecken) strahlen ähnlich Lautsprechermembranen Luftschall ab. Bei ausreichend hohen Pegeln wird dieser „Sekundärluftschall“ vom Menschen hörbar wahrgenommen.

Für die Beurteilung der Sekundärluftschallimmissionen aus dem Baubetrieb liegen derzeit weder eingeführte Regelwerke noch verbindliche Richtwerte vor. Es wird daher meist hilfsweise auf Regelwerke, die Anforderungen an Innenraumpegel angeben, und auf die darin genannten Anhaltswerte zur Beurteilung zurückgegriffen.

Anhaltspunkte kann dabei die VDI-Richtlinie 2719 [8] liefern, die Anforderungen an Innenraumpegel für verschiedene Gebäudenutzungen bei von außen eindringenden Geräuschen benennt.

Nach Tabelle 6 der VDI-Richtlinie 2719 [8] sollen die Mittelungspegel (\bar{L}_m) für von außen in Aufenthaltsräume eindringende Geräusche die in der nachfolgenden Tabelle 5 angegebenen Anhaltswerte nicht überschreiten. Unterscheiden sich Mittelungspegel und auftretende mittlere Maximalpegel um mehr als 10 dB, so ist nach den Anforderungen an den mittleren Maximalpegel \bar{L}_{max} zu beurteilen.

Tabelle 5. Anhaltswerte für Innenschallpegel nach VDI-Richtlinie 2719 [8].

Zeile	Raumart, Nutzungszeit	Gebiet	Mittelungspegel \bar{L}_m in dB(A) *	Mittlerer Maximalpegel \bar{L}_{max} in dB(A) *
1	Schlafräume, nachts (lauteste Nachtstunde zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr)	Reine und Allgemeine Wohngebiete	25 – 30	35 – 40
		Sonstige Gebiete	30 – 35	40 – 45
2	Wohnräume tagsüber	Reine und Allgemeine Wohngebiete	30 – 35	40 – 45
		sonstige Gebiete	35 – 40	45 – 50
3	Kommunikations- und Arbeitsräume tagsüber:			
	Unterrichtsräume, ruhebedürftige Einzelbüros, wissenschaftliche Arbeitsräume, Bibliotheken, Konfe- renz- und Vortragsräume, Arztpraxen, Operationsräume, Kirchen, Aulen		30 – 40	40 – 50
	Büros für mehrere Personen		35 – 45	45 – 55
	Großraumbüros, Gaststätten, Schalterräume, Läden		40 – 50	50 – 60
* Der jeweils höhere Wert stellt die Mindestanforderung dar. Der mittlere Maximalpegel \bar{L}_{max} in dB ist das energetische Mittel der Schallpegelspitzen.				

Da Baustellengeräusche nur über begrenzte Zeiten anliegen, ist es fachlich zu vertreten, die Anforderung an den sekundären Luftschall an die einzuhaltenden Innenraumpegel auf die Mindestanforderung der VDI Richtlinie 2719 [8] abzustellen. Es ergeben sich damit folgende Anforderungen für den sekundären Luftschall:

$$\text{tags } (L_m/L_{max}): \quad 40/50 \text{ dB(A)}$$

Bei kurzzeitigen Geräuschspitzen, die insgesamt auch nicht häufig auftreten, können dann während der Tagzeit analog der Vorgehensweise der AVV Baulärm [9] die Anforderungen für die Tagzeit ausschließlich auf die Mittelungspegel abgestellt werden.

4. Abschätzung der auftretenden Erschütterungen

Die Abschätzung der auftretenden Erschütterungen erfolgt im Rahmen eines „Worst-Case“-Ansatzes. Dies betrifft insbesondere die Annahmen zu den Bodeneigenschaften bzw. Bodenausbreitungsbedingungen und die Parameterwahl der im Folgenden erläuterten Prognosemodelle für die verschiedenen Bauverfahren. So werden für die empirischen Prognoseformeln nach [11] Ansätze mit einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von lediglich $P = 5\%$ gewählt. Die gewählten (Leistungs-) Ansätze der Baumaschinen gewährleisten einen typischen Arbeitsablauf.

Zum jetzigen Planungsstand sind die im Folgenden beschriebenen Baumaßnahmen vorgesehen und werden erschütterungstechnisch bewertet [11]. Wenn weitere Baumaßnahmen angesetzt werden, müssen diese ebenfalls erschütterungstechnisch untersucht werden.

Die maximalen Erschütterungswerte treten in der Regel auf Gebäudedecken auf. Da die für die Bauverfahren verwendeten Prognosemodelle bzw. Erfahrungswerte ggf. Erschütterungen im Freifeld prognostizieren oder beschreiben, werden diese Freifeldwerte mit Faktoren beaufschlagt, die die Erschütterungsausbreitung vom Freifeld auf die Fundamentbereiche und vom Fundament in die Obergeschosse berücksichtigen.

Beim Übergang von Erschütterungen vom Freifeld auf die Fundamentbereiche von Gebäuden kommt es zu einer Verminderung der Erschütterungen. Nach DIN 4150-1 [3] kann dafür üblicherweise ein Faktor von 0,5 angesetzt werden. Sind allerdings Gebäude direkt auf Fels gegründet, ist beim Übergang auf die Gebäudefundamente unter Umständen keine Minderung vorhanden.

Für die vorliegende Abschätzung wird daher für die zu erwartenden Erschütterungen in den Gebäudefundamenten von den prognostizierten Freifeldwerten ausgegangen, um den „Worst Case“ abzubilden.

Bei der Ausbreitung der Erschütterungen innerhalb eines Gebäudes kommt es üblicherweise zwischen den Fundamentbereichen und den Bauteilen in den Obergeschossen zu einer Erhöhung der Erschütterungswerte. Die Erhöhung ist abhängig davon, inwieweit sich Bauteile resonanzartig anregen lassen. Bei impulsartigen Erschütterungen (z. B. Sprengerschütterungen) kommt es nicht zu wesentlichen Resonanzerscheinungen, bei einem Ansatz einer Erhöhung der Erschütterungen um den Faktor 2,0 liegt man dabei auf der sicheren Seite. Bei Dauererschütterungen (z. B. Ramm- oder Verdichtungsarbeiten) können Resonanzerscheinungen auftreten, weshalb die Freifeld- bzw. Fundamentwerte je nach Anregungsart mit dem Faktor 5,0 bis 10,0 für Massivdecken und 10,0 bis 15,0 für Holzdecken verrechnet werden.

4.1 Rammarbeiten

4.1.1 Abschätzung der Erschütterungen auf dem Gebäudefundament

Rammarbeiten, die im Rahmen der Baugrubenherstellung für die Mastenfundamente stattfinden, können in der Nachbarbebauung zu störenden Erschütterungen führen. Die sich daraus ergebenden Schwingschnellen können anhand eines Prognosemodells mit Hilfe des Leitfadens des Instituts für Bauforschung e. V. Hannover [11] ermittelt werden, welcher einen indirekten proportionalen Zusammenhang zwischen Schwingschnelle und Abstand vorgibt.

Der ungünstigste Wert der Schwingschnelle aus Rammarbeiten ergibt sich zu:

$$\text{Vibrationsramme (ENK 2):} \quad v_F = 16,66 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r}$$

$$\text{Schlagramme Freifallbär:} \quad v_F = 3,82 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r}$$

$$\text{Schlagramme Dieselbär:} \quad v_F = 11,07 \cdot \frac{\sqrt{E}}{r^{1,3}}$$

mit:

r Abstand zur nächsten Bebauung in m

E Schlagenergie der Schlagramme in kNm, $E = 95 \text{ kNm}$

Wir empfehlen, Rammen einzusetzen, die dem neusten Stand der Technik entsprechen. Die Arbeitsfrequenz der Vibrationsramme sollte nach Möglichkeit bei größer 35 Hz liegen. Während des Anfahrens sollte keine Lastübertragung stattfinden (unwuchtfreies An- und Ablaufen), damit die Gebäuderesonanzen, insbesondere die Deckenresonanzen nicht angeregt werden, vgl. LAI-Hinweise zu Vibrationsrammen, Anhang [6]. Wir empfehlen daher HFV-Vibratoren (high frequency variable).

Hinweis:

Oben genannte Voraussetzungen an die Rammen sollten in der Ausschreibung der Tiefbauarbeiten berücksichtigt werden.

4.1.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen – Abschätzung der maximalen Schwingschnellen

Die maximalen Schwingschnellen auf Massiv- bzw. Holzdecken, die mit Hilfe des o. g. Prognosemodells berechnet wurden, sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Tabelle 6. Schwingschnelle (Beton/ Holz) in Abhängigkeit vom Abstand zur Beurteilung nach DIN 4150-3.

Abstand in m	Niedrigster Anhaltswert in mm/s		Rammarbeiten in mm/s		
	Denkmal	Wohnen	Vibrationsramme	Schlagramme	
				Dieselbär	Freibär
15	5	10	19,2 / 28,9	9,6 / 16,0	6,4 / 10,7
20	5	10	14,4 / 21,6	6,6 / 11,0	4,8 / 8
50	5	10	5,6 / 8,7	2,0 / 3,3	1,9 / 3,2
100	5	10	2,9 / 4,2	0,8 / 1,4	0,9 / 1,6
150	5	10	1,9 / 2,9	0,5 / 0,8	0,6 / 1,1

Ab einem Abstand von ca. 80 m kann auch der strengste Anhaltswert der Schwingschnelle für denkmalgeschützte Gebäude nach DIN 4150-3 mit Holzdecken bei Benutzung einer Vibrationsramme eingehalten werden. Für den Dieselbär ist ein Abstand von 40 m und für den Freibär von 35 m ausreichend. Für nicht unter Denkmalschutz stehende Wohngebäude können die Anhaltswerte bereits ab 40 m (Vibrationsramme), 25 m (Dieselbär) und 20 m (Freibär) eingehalten werden. Für Massivbauweise ergeben sich noch geringere Abstände, siehe Tabelle 6.

Können die Abstände nicht eingehalten werden, sind weitere Untersuchungen im Rahmen von erschütterungsarmen Bauverfahren (z. B. Bohrpfähle) oder Testmessungen entsprechend Abschnitt 3.1.1 durchzuführen. Durch Spülverfahren oder durch Vorbohren können Erschütterungsimmissionen reduziert werden, vgl. LAI-Hinweise zu Vibrationsrammen, Anhang [6].

4.1.3 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden – Abschätzung der maximalen Betriebsdauer der Rammarbeiten

Die maximal zulässigen Einwirkzeiten für Rammarbeiten in verschiedenen Abständen, die mit Hilfe des Prognosemodells nach [11] berechnet worden sind, sind in Tabelle 7 und Tabelle 8 unter Berücksichtigung der drei Beurteilungsstufen (siehe Abschnitt 3.1.1) dargestellt. Es sind jeweils die Schwingschnellen für die oberste Geschossdecke als Holzbalkendecke und als Betondecke aufgeführt. Die maximale Einwirkungszeit wurde mit bis zu 26 Tage (s. Tabelle 2) angenommen, da davon auszugehen ist, dass der Baustellenfortschritt groß genug ist, damit nach 26 Tagen keine beurteilungsrelevanten Erschütterungseinwirkungen für die Anwohner bestehen. Die maximale Betriebsdauer für den Tagzeitraum beträgt 16 h, entsprechend DIN 4150-2 [4].

Tabelle 7. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Beton.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Vibrationsramme	Schlaghammer	
			Dieselbär	Freibär
Stufe I/ II/ III				
15	bis 26 Tage	0,0/ 0,0/ 0,0	0,0/ 0,0/ 0,0	0/ 0,5/ 1,5
50	bis 26 Tage	0,2/ 0,6/ 1,7	1,5/ 5,0/ 14	1,5/ 5,5/ 15
100	bis 26 Tage	0,6/ 2,4/ 6,7	7,5/ 16/ 16	5,5/ 16/ 16
200	bis 26 Tage	2,4/ 9,6/ 16	16/ 16/ 16	16/ 16/ 16
500	bis 26 Tage	15/ 16/ 16	16/ 16/ 16	16/ 16/ 16

Tabelle 8. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Holz.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Vibrationsramme	Schlaghammer	
			Dieselbär	Freibär
Stufe I/ II/ III				
15	bis 26 Tage	0,0/ 0,0/ 0,0	0,0/ 0,0/ 0,0	0,1/ 0,5/ 1,5
50	bis 26 Tage	0,1/ 0,3/ 0,7	0,5/ 2/ 5,0	1/ 2/ 5,5
100	bis 26 Tage	0,3/ 1,1/ 3,0	3/ 11/ 16	2,5/ 8/ 16
200	bis 26 Tage	1,1/ 4,3/ 11,9	16/ 16/ 16	8/ 16/ 16
500	bis 26 Tage	6,7/ 16/ 16	16/ 16/ 16	16/ 16/ 16

Ausgehend von einer tatsächlichen Erschütterungseinwirkungsdauer von 8 Stunden innerhalb eines zulässigen 10-h-Arbeitstages können die Anhaltswerte der DIN 4150-2 [4] ab einem Abstand von ca. 250 m zwischen Bauarbeiten mit Vibrationsramme und nächstgelegener Bebauung unter Berücksichtigung der Vorabinformation der Anlieger nach Beurteilungsstufe II (siehe Abschnitt 3.1.1) sowohl für Massiv- als auch für Holzbalkendecken eingehalten werden. Dies gilt für den Dieselbär pauschal ab ca. 90 m und für den Freibär ab ca. 100 m Abstand zur nächstgelegenen Bebauung.

Wenn der Abstand zwischen Bauarbeiten und der nächsten Bebauung geringer als oben angegeben ausfällt, sollte zunächst festgestellt werden, ob es sich bei der schützenswerten Bebauung um einen Massiv- oder Holzbau handelt. Bei Massivbauweise können die Abstände nochmals verringert werden. Werden die einzuhaltenden Abstände unterschritten, sind entweder erschütterungsarme Verbauverfahren (z. B. Bohrpfähle) in Erwägung zu ziehen oder die tatsächlich anstehenden Erschütterungen mit Hilfe von Messungen während Testrammungen festzustellen. Durch Spülverfahren oder durch Vorbohren können Erschütterungsimmissionen reduziert werden, vgl. LAI-Hinweise zu Vibrationsrammen, Anhang [6]. Da es sich im Vorliegenden um eine Worst-Case-Prognose handelt, können im Rahmen von Testmessungen exakte Schwingungswerte ermittelt werden, die unter Umständen geringere Abstände, bzw. längere Einsatzzeiten der Ramme zulassen. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Angaben nur für eine kontinuierliche Erschütterungseinwirkung gelten. Erfahrungsgemäß können innerhalb eines 10-h-Arbeitstages nur maximal 8 h tatsächlich gerammt werden. Selbst dies ist konservativ angesetzt, da in der Regel aufgrund von Pausen und Umrüstzeiten der Rammen nie eine durchgehende Erschütterungseinwirkung über 8 h vorliegt. Somit können auch die Abstände im Regelbetrieb deutlich geringer ausfallen. Dies ist allerdings entsprechend den tatsächlichen Einwirkzeiten anzupassen.

4.1.4 Zusammenfassende Beurteilung der Rammarbeiten

Die Abstandsbereiche sind in Tabelle 9 und Tabelle 10 aufgeführt und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bereich 1: Alle Anhaltswerte der DIN 4150-2 [4] und -3 [5] werden eingehalten. Es müssen keine Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen durchgeführt werden.
- Bereich 2: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe I. Maßnahmen a) bis e) (wenn möglich f)) nach Abschnitt 3.1.1 zur Information der Anlieger sind zu treffen.
- Bereich 3: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II. Es ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist, z. B. Verbau mit Bohrpfählen.
- Bereich 4: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe III. Nur unter Berücksichtigung und Vereinbarung besonderer Maßnahmen möglich. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Verbau mit Bohrpfählen.
- Bereich 5: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 für denkmalgeschützte Gebäude. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Verbau mit Bohrpfählen.
- Bereich 6: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 für Wohngebäude. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Verbau mit Bohrpfählen.

Tabelle 9. Kritische Abstände zwischen Rammarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Massivbau.

Bereich	Abstand a in m ^{/2/}		
	Vibrationsramme	Schlagramme	
		Dieselbär	Freibär
1	$a \geq 350$	$a \geq 100$	$a \geq 70$
2	$350 > a \geq 180$	$100 > a \geq 60$	$70 > a \geq 35$
3	$180 > a \geq 110$	$60 > a \geq 40$	$35 > a \geq 20$
4	$110 > a \geq 70$	$40 > a \geq 25$	$20 > a \geq 15$
5	$70 > a \geq 30$	$25 > a \geq 15$	$a < 15$
6	$a < 30$	$a < 15$	$a < 15$

^{/2/} Der Abstand a wurde unter Berücksichtigung eines 8-Stunden-Arbeitstages bzw. einer 8-stündigen Erschütterungseinwirkung am Immissionsort ermittelt.

Tabelle 10. Kritische Abstände zwischen Rammarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Holzbau.

Bereich	Abstand a in m		
	Vibrationsramme	Schlagramme	
		Dieselbär	Freibär
1	$a \geq 500$	$a \geq 150$	$a \geq 110$
2	$500 > a \geq 250$	$150 > a \geq 90$	$110 > a \geq 60$
3	$250 > a \geq 150$	$90 > a \geq 60$	$60 > a \geq 35$
4	$150 > a \geq 80$	$60 > a \geq 40$	$35 > a \geq 20$
5	$80 > a \geq 40$	$40 > a \geq 25$	$20 > a \geq 15$
6	$a < 40$	$a < 25$	$a < 15$

Da es sich im vorliegenden Prognosemodell um eine Worst-Case-Abschätzung handelt, empfiehlt sich eine Überprüfung der tatsächlichen Schwingschnellen im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung vor Ort zu Beginn der Bauarbeiten. Es besteht die Möglichkeit, dass die gemessenen Schwingschnellen geringer sind als die prognostizierten, wodurch einzuhaltende Abstände verringert werden könnten.

4.2 Verdichtungsarbeiten

4.2.1 Abschätzung der Erschütterungen auf dem Gebäudefundament

Verdichtungsarbeiten, die im Rahmen der Herstellung der Baustraßen bzw. Lagerungsflächen stattfinden, können in der Nachbarbebauung zu störenden Erschütterungen führen. Die sich daraus ergebenden Schwingschnellen können anhand eines Prognosemodells mit Hilfe des Leitfadens des Instituts für Bauforschung e. V. Hannover [11] ermittelt werden, welcher einen indirekten proportionalen Zusammenhang zwischen Schwingschnelle und Abstand vorgibt.

Der ungünstigste Wert der Schwingschnelle aus Verdichtungsarbeiten auf dem Gebäudefundament ergibt sich zu:

$$v_F = 10,87 \cdot \frac{\sqrt{G}}{r}$$

Dabei ist:

- G Gewicht der Vibrationsplatte bzw. -walze in t
 r Abstand zur nächsten Bebauung in m

4.2.2 Einwirkungen auf bauliche Anlagen – Abschätzung der maximalen Schwingschnellen

Die maximalen Schwingschnellen auf Massiv- bzw. Holzdecken, die mit Hilfe des o. g. Prognosemodells berechnet wurden, sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Tabelle 11. Schwingschnelle (Beton / Holz) in Abhängigkeit vom Abstand zur Beurteilung nach DIN 4150-3.

Abstand in m	Niedrigster Anhaltswert mm/s		Schwingschnelle in mm/s	
	Denkmal	Wohnen	Vibrationsplatte (0,5 t)	Vibrationswalze (7,5 t)
15	5	10	4,6 / 6,9	17,7 / 26,6
20	5	10	3,4 / 5,2	13,3 / 20,0
50	5	10	1,4 / 2,1	5,3 / 8,0
100	5	10	0,7 / 1,0	2,7 / 4,0
150	5	10	0,5 / 0,7	1,8 / 2,7

Ab einem Abstand von ca. 80 m kann auch der strengste Anhaltswert der Schwingschnelle für denkmalgeschützte Gebäude nach DIN 4150-3 mit Holzdecken bei Benutzung einer Vibrationswalze (7,5 t) eingehalten werden. Für die Vibrationsplatte (0,5 t) ist ein Abstand von 20 m ausreichend. Für nicht unter Denkmalschutz stehende Wohngebäude können die Anhaltswerte bereits ab 40 m (Vibrationswalze) und 15 m (Vibrationsplatte) eingehalten werden. Für Massivbauweise ergeben sich noch geringere Abstände, siehe Tabelle 11.

Können die Abstände nicht eingehalten werden, sind weitere Untersuchungen im Rahmen von erschütterungsarmen Bauverfahren (z. B. Vibrationsplatte) oder Testmessungen entsprechend Abschnitt 3.1.1 durchzuführen. Eine Anpassung der Erregerfrequenz sowie das Vermeiden des An- und Abfahrens in unmittelbarer Nähe zur betroffenen Bebauung können die anliegenden Erschütterungsimmissionen reduzieren, vgl. LAI-Hinweise zu Bodenverdichtern, Anhang [6].

4.2.3 Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden – Abschätzung der maximalen Betriebsdauer der Verdichtungsarbeiten

Die maximal zulässigen Einwirkzeiten für Verdichtungsarbeiten in verschiedenen Abständen, die mit Hilfe des Prognosemodells nach [11] berechnet worden sind, sind in Tabelle 12 und Tabelle 13 unter Berücksichtigung der drei Beurteilungsstufen (siehe Abschnitt 3.1.1) dargestellt. Es sind jeweils die Schwingschnellen für die oberste Geschossdecke als Holzbalkendecke und als Betondecke aufgeführt. Die maximale Einwirkdauer wurde mit bis zu 26 Tage angenommen. Die maximale Betriebsdauer für den Tagzeitraum beträgt 16 h, entsprechend DIN 4150-2.

Tabelle 12. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Beton.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Vibrationsplatte(0,5 t)		Vibrationswalze (7,5 t)	
		Stufe I / II / III			
15	bis 26 Tage	0,2/ 1,0/ 2,7		0,0/ 0,0/ 0,0	
50	bis 26 Tage	1,7/ 4,6/ 16		0,2/ 0,7/ 2,0	
100	bis 26 Tage	10,6/ 16/ 16		0,7/ 2,8/ 7,9	
200	bis 26 Tage	16/ 16/ 16		2,8/ 11,3/ 16	
500	bis 26 Tage	16/ 16/ 16		16/ 16/ 16	

Tabelle 13. Abschätzung der maximalen Betriebsdauer in h für oberste Geschossdecke – Holz.

Abstand in m	Dauer in Tagen	Vibrationsplatte(0,5 t)		Vibrationswalze (7,5 t)	
		Stufe I / II / III			
15	bis 26 Tage	0,1/ 0,4/ 1,2		0,0/ 0,0/ 0,0	
50	bis 26 Tage	1,2/ 4,7/ 13,1		0,1/ 0,3/ 0,9	
100	bis 26 Tage	4,7/ 16/ 16		0,3/ 1,3/ 3,5	
200	bis 26 Tage	16/ 16/ 16		1,3/ 5,0/ 14	
500	bis 26 Tage	16/ 16/ 16		7,9 / 16/ 16	

Ausgehend von einer Einwirkdauer von 8 Stunden, während eines 10-h-Arbeitstages können die Anhaltswerte der DIN 4150-2 ab einem Abstand von ca. 250 m zwischen Bauarbeiten mit Vibrationswalze (7,5 t) und nächstgelegener Bebauung unter Berücksichtigung der Vorabinformation der Anlieger nach Beurteilungsstufe II (siehe Abschnitt 3.1.1) sowohl für Massiv- als auch für Holzbalkendecken eingehalten werden. Dies gilt für den Betrieb der Vibrationsplatte (0,5 t) schon ab ca. 70 m Abstand zur nächstgelegenen Bebauung.

Wenn der Abstand zwischen Bauarbeiten und der nächsten Bebauung geringer als oben angegeben ausfällt, sollte zunächst festgestellt werden, ob es sich bei der schützenswerten Bebauung um einen Massiv- oder Holzbau handelt. Bei Massivbauweise können die Abstände nochmals verringert werden. Werden die einzuhaltenden Abstände unterschritten, sind entweder erschütterungsarme Verdichtungsverfahren (z. B. Vibrationsplatte) in Erwägung zu ziehen oder die tatsächlich anstehenden Erschütterungen mit Hilfe von Messungen während Test-Verdichtungsarbeiten festzustellen.

Eine Anpassung der Erregerfrequenz sowie das Vermeiden des An- und Abfahrens in unmittelbarer Nähe zur betroffenen Bebauung können die anliegenden Erschütterungsimmissionen reduzieren, vgl. LAI-Hinweise zu Bodenverdichtern, Anhang [6]. Da es sich im Vorliegenden um eine Worst-Case-Prognose handelt, können im Rahmen von Testmessungen exakte Schwingungswerte ermittelt werden, die unter Umständen geringere Abstände zulassen.

4.2.4 Zusammenfassende Beurteilung der Verdichtungsarbeiten

Die Abstandsbereiche sind in Tabelle 14 und Tabelle 15 aufgeführt und können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bereich 1: Alle Anhaltswerte der DIN 4150-2 [4] und -3 [5] werden eingehalten. Es müssen keine Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen durchgeführt werden.
- Bereich 2: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe I. Maßnahmen a) bis e) (wenn möglich f)) nach Abschnitt 3.1.1 zur Information der Anlieger sind zu treffen.
- Bereich 3: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II. Es ist zu prüfen, ob der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren möglich ist, z. B. Vibrationsplatte.
- Bereich 4: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe III. Nur unter Berücksichtigung und Vereinbarung besonderer Maßnahmen möglich. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Vibrationsplatte.
- Bereich 5: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 für denkmalgeschützte Gebäude. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Vibrationsplatte.
- Bereich 6: Überschreitung der Anhaltswerte nach DIN 4150-3 für Wohngebäude. Weniger erschütterungsintensive Verfahren sollten zum Einsatz kommen, z. B. Vibrationsplatte.

Tabelle 14. Kritische Abstände zwischen Verdichtungsarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Massivbau.

Bereich	Abstand a in m ³	
	Vibrationsplatte (0,5 t)	Vibrationswalze (7,5t)
1	$a \geq 90$	$a \geq 340$
2	$90 > a \geq 45$	$340 > a \geq 170$
3	$45 > a \geq 30$	$170 > a \geq 100$
4	$30 > a \geq 15$	$100 > a \geq 60$
5	$a < 15$	$60 > a \geq 30$
6	$a < 15$	$a < 30$

Tabelle 15. Kritische Abstände zwischen Verdichtungsarbeiten und nächstgelegenen Immissionsort, Holzbau.

Bereich	Abstand a in m	
	Vibrationsplatte (0,5 t)	Vibrationswalze (7,5t)
1	$a \geq 130$	$a \geq 500$
2	$130 > a \geq 70$	$500 > a \geq 250$
3	$70 > a \geq 40$	$250 > a \geq 150$
4	$40 > a \geq 20$	$150 > a \geq 80$
5	$20 > a \geq 15$	$80 > a \geq 40$
6	$a < 15$	$a < 40$

³ Der Abstand a wurde unter Berücksichtigung eines 8-Stunden-Arbeitstages bzw. einer 8-stündigen Erschütterungseinwirkung am Immissionsort ermittelt.

Da es sich im vorliegenden Prognosemodell um eine "Worst-Case"-Abschätzung handelt, empfiehlt sich eine Überprüfung der tatsächlichen Schwingschnellen im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung vor Ort zu Beginn der Bauarbeiten. Es besteht die Möglichkeit, dass die gemessenen Schwingschnellen geringer sind als die prognostizierten, wodurch einzuhaltende Abstände verringert werden könnten.

5. Abschätzung der auftretenden Erschütterungen aufgrund Baustellenverkehr

Aufgrund von Schwerlastverkehr kann es zu spürbaren Erschütterungen in den an die Baust Straßen angrenzenden Gebäuden kommen. Durch luftbereifte und gefederte Fahrzeuge sind jedoch in der Regel keine erheblichen Erschütterungsbelastungen bzw. Überschreitungen der Anhaltswerte zu erwarten. Um dies zu gewährleisten, sollten sich die Straßen während der kompletten Bauzeit in einem einwandfreien Zustand befinden. Dies muss gegebenenfalls durch Räum- bzw. Reinigungsfahrzeuge und Straßeninstandhaltungsmaßnahmen gewährleistet werden.

Hinweis:

Oben genannte Voraussetzungen an den Straßenzustand sollten in der Planung berücksichtigt werden.

6. Fallbezogene Beurteilung von Gebäuden innerhalb der Einwirkungsbereiche nach Abschnitt 4

Grundsätzlich wird im Rahmen der Beurteilung höchstes Augenmerk auf die Vermeidung von Gebäudeschäden und einer unzumutbaren Erschütterungsbelastung für den Menschen in Gebäuden gelegt. Bezüglich der Zumutbarkeit der Erschütterungsbelastung für den Menschen wird im vorliegenden Fall die Einhaltung der DIN 4150-2 [4] Tabelle 2, Stufe II angestrebt. In der Maßnahmenbeschreibung werden dementsprechend auch Vorschläge zur Einhaltung der Stufe II ausgewiesen. Entsprechend sind die Maßnahmen a) bis e) s. Absatz 3.1.1 im Rahmen des Vorhabens umzusetzen. Reichen technische Lösungen nicht aus, um die Einhaltung der Anhaltswerte nach Stufe II sicherzustellen, wird als Rückfallebene die Stufe III zur Beurteilung herangezogen.

Aufgrund des Umstandes, dass das hiesige Vorhaben aus Gründen eines überragenden öffentlichen Interesses und im Interesse der öffentlichen Sicherheit erforderlich ist (vgl. § 1 Satz 3 NABEG, § 1 Satz 2 BBPIG) und einer anzustrebenden wirtschaftlichen Realisierung wird daher nicht eine pauschale Einhaltung der Stufe II anvisiert. Erst bei einer Überschreitung der Stufe III gelten die Erschütterungseinwirkungen als nicht mehr zumutbar und es muss nach weiteren Lösungen gesucht werden (z. B. begleitende messtechnische Überprüfung, ggf. persönliche Vereinbarungen). Da den Einwirkungsbereichen eine Worst-Case-Prognose zugrunde liegt, ist ohnehin davon auszugehen, dass selbst die Abstände zu Stufe III einen gewissen Puffer bezüglich zumutbarer Erschütterungseinwirkungen beinhalten.

Objekte, welche innerhalb eines potenziellen erschütterungstechnischen Einwirkungsbereiches liegen, werden in Anlage B aufgeführt. Ggf. werden prinzipielle Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungsimmissionen diskutiert.

Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 [5] (Einwirkungen auf bauliche Anlagen) sind für kein Gebäude zu erwarten.

Für ~~ein~~ 31 Gebäude kann eine Überschreitung nach DIN 4150-2 [4] (Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden), Tabelle 2, Stufe II nicht ausgeschlossen werden. Zur Vermeidung einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner wird empfohlen, die effektive Arbeitszeit der erschütterungsträchtigen Bauverfahren zu begrenzen oder auf alternative Bauverfahren auszuweichen. Alternativ sind die Arbeiten im Rahmen eines Erschütterungsmonitorings zu überwachen oder Sonderregelungen zur Kompensation einer unzumutbaren erschütterungstechnischen Belastung der Anwohner mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abzustimmen.

In Abbildung 1 sind die Einwirkungsbereiche der Bauarbeiten an den Maststandorten markiert.

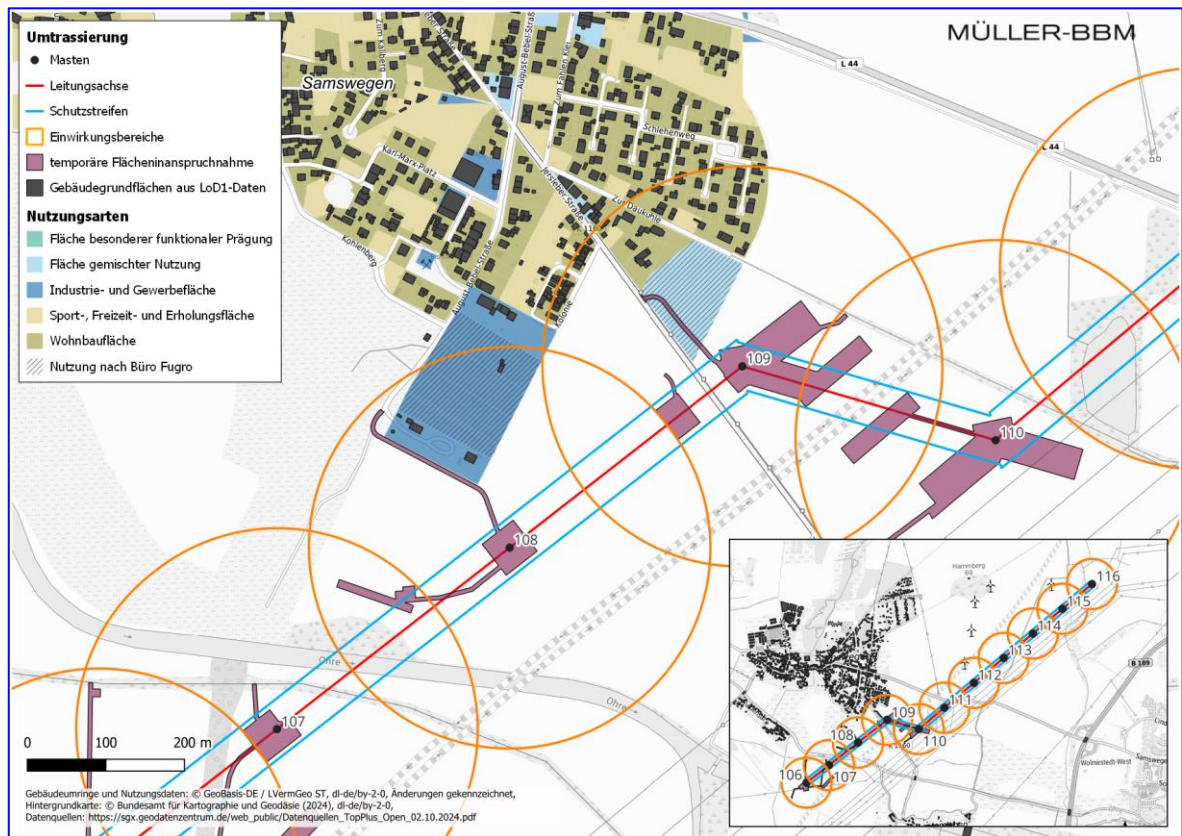


Abbildung 1: Einwirkungsbereiche der Bauarbeiten an den jeweiligen Maststandorten

Weiterführender Hinweis:

Sofern mehrere Gebäude auf einer Grundstücksadresse vorhanden sind, wird im Sinne der Worst-Case-Betrachtung und zugunsten der Betroffenen immer das Gebäude für die Beurteilung herangezogen, welches sich im geringsten Abstand zu den Baumaßnahmen befindet.

Werden im Zuge der Bauausführung die empfohlenen Maßnahmen zu den jeweiligen Gebäuden nicht umgesetzt (z. B. Unterschreitung der empfohlenen Mindestabstände, andere Bauverfahren und Arbeitszeitreduzierungen), sind die Erschütterungseinwirkungen messtechnisch zu begleiten (Beispielsweise durch ein Monitoring im Gebäude) und zu beurteilen, um Überschreitungen der Anhaltswerte nach DIN 4150-2 [4] und -3 [5] vorzubeugen.

Quellen-/Literaturverzeichnis

Die rechtlichen, fachlichen und technischen Grundlagen basieren auf folgenden Unterlagen:

- [1] SuedOstLink – BBPIG Vorhaben Nr. 5 – „Planfeststellungsverfahren SOL“
Antragsunterlagen gemäß § 19 NABEG Abschnitt A1.
- [2] DIN 45669-1: Messung von Schwingungsmissionen. Teil 1: Schwingungsmesser;
Anforderungen, Prüfung, Juni 2020.
- [3] DIN 4150 Teil 1: Erschütterungen im Bauwesen; Vorermittlung von Schwingungs-
größen, Juli 2001.
- [4] DIN 4150 Teil 2: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in
Gebäuden. Juni 1999.
- [5] DIN 4150 Teil 3: Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen.
Dezember 2016.
- [6] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Hinweise zur Messung,
Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsmissionen
Weblink: [erschuetterungsleitfaden_veroeffentlicht_stand_2018_1529053753.pdf](https://www.lai-immissionsschutz.de/erschuetterungsleitfaden_veroeffentlicht_stand_2018_1529053753.pdf)
(lai-immissionsschutz.de).
- [7] VDI-Richtlinie 2057, Blatt 3; Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Men-
schen, Beurteilung; Mai 1987 (zurückgezogen September 2002).
- [8] VDI-Richtlinie 2719: Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen.
August 1987.
- [9] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschimis-
sionen – vom 19.08.1970.
- [10] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
(Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998
(GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017
(BAnz AT 08.06.2017 B5).
- [11] Bauwerkerschütterungen durch Tiefbauarbeiten: Grundlagen – Messergebnisse –
Prognosen, M. Achmus, J. Kaiser, F. tom Wörden, Bericht 20, 2004.
- [12] Erschütterungsuntersuchungen bei Baumaßnahmen, GGU-Fallbeispiel; GGU Gesell-
schaft für Geophysikalische Untersuchungen mbH, 1995.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
50Hertz	50Hertz Transmission GmbH
A1	Abschnitt A1
Abs.	Absatz
AC	Bezeichnung für Wechselstrom (engl. alternating current)
A_o	oberer Anhaltswert zur Beurteilung von Erschütterungen
A_r	Anhaltswert zum Vergleich mit Beurteilungsschwingstärke
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
A_u	unterer Anhaltswert zur Beurteilung von Erschütterungen
AVV Baulärm	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
b, n	Kennzahlen, empirisch ermittelt
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DC	Gleichstrom (engl. direct current)
d. h.	das heißt
DIN	Deutsche Industrie-Norm
DIN EN	Standard für Vereinheitlichung (Deutsches Institut für Normung)
Dok.	Dokument
E	Schlagenergie
EB	Erläuterungsbericht
EK	Erdkabel
EN	Europäische Norm
etc.	und die übrigen (lat. Et cetera)
EU	Europäische Union
e. V.	eingetragener Verein
G	Gewicht der Vibrationsplatte bzw. –walze in t
ggf.	gegebenenfalls
GW	Gigawatt (1.000.000.000 W), Einheit der elektrischen Leistung

Abkürzung	Beschreibung
ha	Hektar
HFV	high-frequency-vibration (Hochfrequenzvibratoren)
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
Hz	Hertz, Einheit für die Frequenz
ID	Identifikationsnummer
i. d. R.	in der Regel
k	Beiwert, empirisch ermittelt
KAS	Kabelabschnittsstation
$KB_F(t)$	bewertete Schwingstärke
KB_{Fmax}	maximale bewertete Schwingstärke
KB_{FTr}	Beurteilungsschwingstärke
KB_{FTm}	Taktmaximal-Effektivwert
KÜS	Kabelübergangsstation
km	Kilometer
KMS	Kabelmonitorstation
kV	Kilovolt (1.000 V)
kW	Kilowatt (1.000 W)
L_m	Mittelungspegel in dB(A)
L_{max}	mittlerer Maximalpegel in dB(A)
m	Meter
max.	maximal
mm	Millimeter
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
Nr.	Nummer
o. g.	oben genannt
P	Probability of exidence / Überschreitungswahrscheinlichkeit
PF	Planfeststellung
r	Abstand zur nächsten Bebauung in m
sec	Sekunde(n)
SOL	SuedOstLink
t	Tonnen

Abkürzung	Beschreibung
TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
T_e	Einwirkungszeit
T_r	Beurteilungszeit (tags 16 Std., nachts 8 Std.)
u. a.	unter anderem
usw.	und so weiter
V	Volt
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche
VHT	Vorhabenträger
v_i	Schwinggeschwindigkeit in mm/s
VO	Verordnung
v_{Res}	Ersatzresultierende aus den drei Maximalwerten der Schwinggeschwindigkeiten (x, y, z)
v_{max}	Maximalwerte der Schwinggeschwindigkeit
v_F	Schwinggeschwindigkeit am Gebäudefundament
z. B.	zum Beispiel

Anlage A: Fauna

In Hinblick auf Erschütterungen ist eine Bewertung für die Fauna notwendig. Die nachfolgenden Berechnungen der Schwingschnellen in Bezug auf die Erdoberkante stellen für die jeweiligen Umweltgutachten zum geplanten Vorhaben eine Bewertungsgrundlage dar, um potenzielle artenspezifische Auswirkungen zu benennen. Entsprechend erfolgt im Rahmen dieses Anhangs eine Zusammenstellung der während der unterschiedlichen Bautätigkeiten auftretenden Schwingschnellen in definierten Abständen (50 m, 100 m, 150 m und 200 m) zur Baustelle.

Tabelle 16. Schwingschnellen in mm/s bezogen auf definierte Abstände und Bautätigkeiten.

<i>Bautätigkeit</i>	<i>Rammarbeiten</i>	<i>Verdichten</i>
<i>Abstand</i> ↓	<i>Vibration / Freibär / Diesel</i>	<i>0,5 t / 7,5 t</i>
<i>Maximale korrespondierende Schwingschnelle [mm/s]</i> <i>gerundet auf eine Nachkommastelle</i>		
50 m	0,6 / 0,7 / 0,6	0,1 / 0,5
100 m	0,3 / 0,3 / 0,3	< 0,1 / 0,3
150 m	0,2 / 0,2 / 0,2	< 0,1 / 0,2
200 m	0,2 / 0,1 / 0,1	< 0,1 / 0,1

Anlage B: Gebäudespezifische Maßnahmenbeurteilung

Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
112	Samswegen	110	7	230	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Bauwerksschäden in Anlehnung an die DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Es müssen keine weiteren Maßnahmen zum Schutz der Windkraftanlage berücksichtigt werden.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
108	Samswegen	1054/170	5	171	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Wird das Gebäude durch Personen genutzt, kann eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt für Rammarbeiten sowie bei Vorliegen von Holzbalkendecken auch für Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze. Für Rammarbeiten ist die effektive Arbeitszeit der Ramme auf 3 h/Tag (Holzbalkendecken) bzw. 7,5 h/Tag (Betondecken) zu begrenzen. Bezüglich der Verdichtungsarbeiten wird empfohlen, in diesem Bereich auf ein kleineres Verdichtungsgerät (0,5 t bis max. 3 t) auszuweichen oder die Verdichtungsarbeiten auf max. 3,5 h/Tag (Holzbalkendecken) zu begrenzen. Alternativ müssen die Ramm- bzw. Verdichtungsarbeiten messtechnisch begleitet oder Sonderregelungen mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.				

Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
108	Samswegen	170/22	5	228,04	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Wird das Gebäude durch Personen genutzt, kann eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 108 bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Für Rammarbeiten ist die effektive Arbeitszeit der Ramme auf 6 h/Tag (Holzbalkendecken) zu begrenzen. Bezüglich der Verdichtungsarbeiten wird empfohlen, in diesem Bereich auf ein kleineres Verdichtungsgerät (0,5 to bis max. 3 to) auszuweichen oder die Verdichtungsarbeiten auf max. 7 h/Tag (Holzbalkendecken) zu begrenzen. Alternativ müssen die Ramm- bzw. Verdichtungsarbeiten messtechnisch begleitet werden oder Sonderregelungen mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden. Überschreitungen nach DIN 4150-2, -3 für Betondecken sind in keinem Fall anzunehmen.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
108	Samswegen	1054/170	5	124,90	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Wird das Gebäude durch Personen genutzt, kann eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 108 hingegen nicht ausgeschlossen werden. Für Rammarbeiten ist die effektive Arbeitszeit der Ramme auf 2 h/Tag (Holzbalkendecken) bzw. 4,5 h/Tag (Betondecken) zu begrenzen. Bezüglich der Verdichtungsarbeiten wird empfohlen, in diesem Bereich auf ein kleineres Verdichtungsgerät (0,5 to bis max. 3 to) auszuweichen oder die Verdichtungsarbeiten auf max. 2 h/Tag (Holzbalkendecken) bzw. 5 h/Tag (Beton-decken) zu begrenzen. Alternativ müssen die Ramm- bzw. Verdichtungsarbeiten messtechnisch begleitet werden oder Sonderregelungen mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	1054/170	5	242,84	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	257	4	177,82	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt für Rammarbeiten sowie bei Vorliegen von Holzbalkendecken auch für Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109. Für Rammarbeiten ist die effektive Arbeitszeit der Ramme auf 3,5 h/Tag (Holzbalken-decken) bzw. 7,5 h/Tag (Betondecken) zu begrenzen. Bezüglich der Verdichtungsarbeiten wird empfohlen, in diesem Bereich auf ein kleineres Verdichtungsgerät (0,5 to bis max. 3 to) auszuweichen oder die Verdichtungsarbeiten auf max. 4 h/Tag (Holzbalkendecken) zu begrenzen. Alternativ müssen die Ramm- bzw. Verdichtungsarbeiten messtechnisch begleitet werden oder Sonderregelungen mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.				

Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	235	4	204,56	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	914/170	5	246,98	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	917/170	5	247,19	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	918/170	5	246,58	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	956/170	5	239,41	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	1296	5	241	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				

Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	968/170	5	241,40	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/74	4	237,49	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/75	4	220,51	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/76	4	201,88	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/77	4	170,09	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II kann nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt für Rammarbeiten sowie bei Vorliegen von Holzbalkendecken auch für Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109. Für Rammarbeiten ist die effektive Arbeitszeit der Ramme auf 3 h/Tag (Holzbalkendecken) bzw. 7,5 h/Tag (Betondecken) zu begrenzen. Bezüglich der Verdichtungsarbeiten wird empfohlen, in diesem Bereich auf ein kleineres Verdichtungsgerät (0,5 to bis max. 3 to) auszuweichen oder die Verdichtungsarbeiten auf max. 4 h/Tag (Holzbalkendecken) zu begrenzen. Alternativ müssen die Ramm- bzw. Verdichtungsarbeiten messtechnisch begleitet werden oder Sonderregelungen mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.				

Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	37/70	4	183,20	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Für Ramm-arbeiten ist die effektive Arbeitszeit der Ramme auf 4 h/Tag (Holzbalkendecken) zu begrenzen. Bezüglich der Verdichtungsarbeiten wird empfohlen, in diesem Bereich auf ein kleineres Verdichtungsgerät (0,5 to bis max. 3 to) auszuweichen oder die Verdich-tungsarbeiten auf max. 4,5 h/Tag (Holzbalkendecken) zu begrenzen. Alternativ müssen die Ramm- bzw. Verdichtungsarbeiten messtechnisch begleitet werden oder Sonderregelungen mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden. Überschreitungen nach DIN 4150-2,-3 für Betondecken sind in keinem Fall anzu-nehmen.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/71	4	206,94	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/72	4	225,36	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/73	4	237,93	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/68	4	229,83	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/69	4	204,61	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				

Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/57	4	209,54	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/58	4	238,17	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	243	4	246,63	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	248	4	234,76	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	35/44	4	246,57	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	192/31	4	212,90	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	256	4	203,43	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				

Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	34/6	4	210,98	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	34/5	4	215,44	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen bei Vorliegen von Holzbalkendecken nicht ausgeschlossen werden. Maßnahmen werden allerdings bereits durch benachbarte Gebäude bedingt.				
Zielmast	Gemarkung	Flurst.-Nr.	Flur	Abstand Zielmast [m]	Maßgebliche Baumaßnahmen (Musterbaustellen (Mb))
109	Samswegen	34/2	4	146,36	Rammarbeiten/Verdichtung
Maßnahmen:	Gebäudeschäden nach DIN 4150-3 müssen nicht angenommen werden. Eine Überschreitung nach DIN 4150-2, Tabelle 2 Stufe II im Rahmen von Ramm- und Verdichtungsarbeiten mit schwerer Walze an Mast Nr. 109 kann hingegen nicht ausgeschlossen werden. Für Rammarbeiten ist die effektive Arbeitszeit der Ramme auf 2,5 h/Tag (Holzbalkendecken) bzw. 5,5 h/Tag (Betondecken) zu begrenzen. Bezüglich der Verdichtungsarbeiten wird empfohlen, in diesem Bereich auf ein kleineres Verdichtungsgerät (0,5 to bis max. 3 to) auszuweichen oder die Verdichtungsarbeiten auf max. 3 h/Tag (Holzbalkendecken) bzw. 6,5 h/Tag (Betondecken) zu begrenzen. Alternativ müssen die Ramm- bzw. Verdichtungsarbeiten messtechnisch begleitet werden oder Sonderregelungen mit den Nutzern/Eigentümern des Gebäudes abgestimmt werden.				