

SoundPLAN GmbH

Ingenieurbüro für
Softwareentwicklung
Lärmschutz
Umweltplanung



Ergänzende Schalltechnische Untersuchung zu einer Erweiterung der Wohnbebauung in der Beaupairestraße in Auenwald

Bericht Nr.: 24-GS-017

Datum: 25.04.2024



Schalltechnische Untersuchung zu einer Erweiterung der Wohnbebauung in der Beaurepairestraße in Auenwald

Projekt Nr.: 24-GS-017

Datum: 25. April 2024

Auftraggeber:

Gemeinde Auenwald

Bearbeitung:

Florian Hoffmann
Dipl.-Ing. Gert Braunstein

SoundPLAN GmbH

Etwiesenberg 15 | 71522 Backnang

Tel.: +49 (0) 7191 / 9144 -0 | Fax: +49 (0) 7191 / 9144 -24

GF: Dipl.-Math. (FH) Michael Gille | Dipl.-Ing. (FH) Jochen Schaal

HRB Stuttgart 749021 | mail@soundplan.de | www.soundplan.de

Qualitätsmanagement zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2015

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN UND RECHENVORSCHRIFTEN	5
2.1	TA Lärm (Anlagenlärm)	5
3	BESTIMMUNG DER LÄRMEMISSIONEN	6
3.1	Maßgebende Emittenten.....	6
3.2	Maßgebende Szenarien	7
4	ERGEBNISSE DER SCHALLAUSBREITUNGSBERECHNUNG	8
4.1	Rechenverfahren	8
4.2	Normaler Werktag tagsüber	8
4.3	Normaler Werktag lauteste Nachstunde	9
4.4	Sonntag tagsüber	10
4.5	Seltene Ereignisse	10
4.6	Verkehrslärm von der Zufahrt.....	10
5	ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNG	11
6.1	Messpositionen.....	12
6.2	Durchführung der Messungen	13
6.2.1	Messergebnisse M1 – 8,0 m Entfernung zum Antriebsfahrzeug:	13
6.2.2	Messergebnisse M2 – 6,0 m Entfernung zum Antriebsfahrzeug:	16
6.2.3	Messergebnisse M3 – 6,0 m Entfernung zum Antriebsfahrzeug:	18
6.2.4	Messergebnisse M4 – 12,5 m Entfernung „Antriebsfahrzeug“:	20
6.2.5	Messergebnisse M4 – 8,5 m Entfernung „Rütteln“:	22
6.3	Zusammenfassung des Messprotokolls	24
7	LITERATUR	25

1 Aufgabenstellung

In Auenwald-Unterbrüden ist im Zuge der Beaufreipairestraße eine Nachverdichtung geplant. In diesem Zusammenhang wurde in unserem Hause bereits in den Jahren 2021/22 eine schalltechnische Untersuchung (Projekt 21-GS-088) durchgeführt, deren wesentlicher Inhalt die Nachbarschaft der Auenwaldhalle zu den Neubauflächen war. In dieser Untersuchung wurde auch potentieller Lärm untersucht, der vom Aussiedlerhof Schaal ausgeht. Es stand damals das Messprotokoll einer orientierenden Schallpegelmessung aus dem Jahr 2010 von Joachim Spindler zur Verfügung. Er hatte den Lärm gemessen, der von einer Holzspaltmaschine ausgeht. Dieser Emittent wurde als die maßgebliche Lärmquelle des Aussiedlerhofs angesehen. Eine Übertragung der Ergebnisse auf das nächstgelegene Baufenster der geplanten neuen Gebäude ergab, dass die Richtwerte der TA Lärm eingehalten werden können.

In einer Stellungnahme zu dieser Neubebauung führte Herr Schaal jedoch aus, dass für seinen Hof auch die Tierhaltung eine bedeutende Rolle spielt und die Milchviehhaltung in Zukunft auf 150 Kühe ausgeweitet werden soll.

Um sicher zu gehen, dass die Richtwerte der TA Lärm [1] auch bei einer Betrachtung lärmintensiver Betriebsvorgänge aus heutiger und künftiger Milchwirtschaft eingehalten werden können, hatten wir uns im Auftrag der Gemeinde Auenwald auf dem Aussiedlerhof zu einer Schallpegelmessung getroffen.

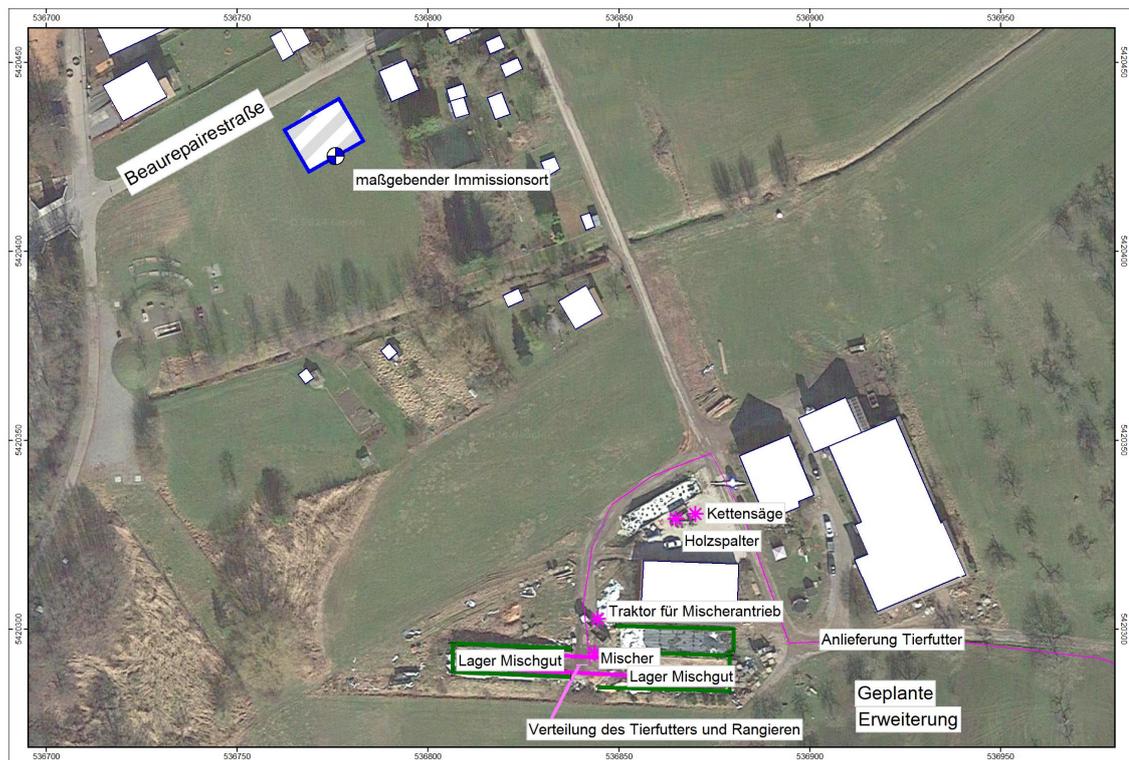


Abbildung 1: Übersichtsplan

Wir gehen davon aus, dass für die geplanten Baufelder ein Allgemeines Wohngebiet ausgewiesen wird.

2 Beurteilungsgrundlagen und Rechenvorschriften

2.1 TA Lärm (Anlagenlärm)

Die TA Lärm [1] dient zur Beurteilung der Geräuschimmissionen von genehmigungsbedürftigen und nicht-genehmigungsbedürftigen Anlagen.

Nach TA-Lärm sind folgende Immissionsrichtwerte an den Außenfassaden (50 cm vor geöffnetem Fenster) von Gebäuden einzuhalten:

Gebietsausweisung nach BauNVO [2]		Immissionsrichtwerte der TA Lärm in dB(A)	
		Tag (06:00 – 22:00 Uhr)	Nacht (lauteste Stunde zwischen 22:00 – 06:00 Uhr)
a)	Industriegebiete (GI)	70	70
b)	Gewerbegebiete (GE)	65	50
c)	Urbane Gebiete (MU)	63	45
d)	Kerngebiete (MK), Dorfgebiete (MD) und Mischgebiete (MI)	60	45
e)	Allgemeine Wohngebiete (WA)	55	40
f)	Reine Wohngebiete (WR)	50	35
g)	Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten	45	35

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte der TA Lärm

Die Anforderungen der TA Lärm gelten für die Summe aller bestehenden bzw. zukünftigen Anlagen. Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte um nicht mehr als 30 dB(A) am Tag und 20 dB(A) in der Nacht überschreiten.

10 Tage im Jahr können als seltene Ereignisse deklariert werden. An diesen Tagen können die zulässigen Richtwerte überschritten werden. Dann sind am Tage 70 dB(A) und in der lautesten Nachtstunde bis zu 55 dB(A) möglich. Kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen diese Werte am Tag um nicht mehr als 25 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 15 dB(A) überschreiten. Die seltenen Ereignisse gelten für alle gewerblichen Anlagen, die auf einen Immissionsort einwirken. Sie sind möglicherweise an der Bebauung der Beaufreipairestraße mit seltenen Ereignissen von der Auenwaldhalle zu teilen.

2.2 Sonderfall Landwirtschaft

Nicht-genehmigungsbedürftige landwirtschaftliche Anlagen sind privilegiert und daher ausdrücklich vom Anwendungsbereich der TA Lärm ausgenommen. Dies umfasst einerseits Äcker und Weiden mit den dort entstehenden Arbeitsgeräuschen. Andererseits schließt dies auch Höfe und landwirtschaftliche Produktionsstätten bis zu einer gewissen Größe mit ein. Erst ab einer Größe von mindestens 15.000 Exemplaren Geflügel, mindestens 600 Rindern oder 1.500 Mastschweinen ist ein landwirtschaftlicher Betrieb „genehmigungsbedürftig“ und fällt dann in den Anwendungsbereich der TA Lärm.

In Ermangelung einer konkreten Bewertungsvorschrift ist es sinnvoll, auch für nicht-genehmigungsbedürftige landwirtschaftliche Betriebe die TA Lärm heranzuziehen – zumindest was die Vorgehensweise zur Bestimmung des Beurteilungspegels und des kurzzeitigen Spitzenpegels angeht. Auch diese Höfe sind zum Schutz der künftigen Anwohner in der städtebaulichen Planung zu erfassen und angemessen zu bewerten

Eine schematische Anwendung des Bewertungsschemas der TA Lärm ist allerdings keinesfalls zulässig. Die Immissionsrichtwerte der TA Lärm dürfen maximal als Anhaltswerte für die zulässige Geräuscheinwirkung angesehen werden. Die Entscheidung über die Zulässigkeit oder Nicht-Zulässigkeit einer landwirtschaftlich bedingten Geräuscheinwirkung ist letztendlich immer im Einzelfall unter Würdigung der konkreten örtlichen Gegebenheiten zu treffen.

Letztendlich ist man auf der sicheren Seite, wenn ein Nachweis der Einhaltung der Richtwerte der TA Lärm gelingt.

3 Bestimmung der Lärmemissionen

3.1 Maßgebende Emittenten

In der vorangegangenen schalltechnischen Untersuchung wurden bereits der Holzspalter und der sporadische Einsatz einer Kettensäge betrachtet. In Absprache mit dem Betreiber können zusätzlich folgende Emittenten relevant sein:

Täglich, auch an Sonn- und Feiertagen, muss aus den Lagerflächen das Tierfutter zusammengemischt werden. Der Mischer wird über einen Traktor angetrieben, der mit einer konstanten Drehzahl läuft. Nach jeder Beschickung, die mit einem 2. Traktor, der als Radlader umgebaut wird der Mischer beschickt und anschließend mit der Schaufel gerüttelt. Dieses Szenario wurde messtechnisch nachgebildet. Maßgebliche Geräusche waren der Traktor mit der konstanten Drehzahl und das Rütteln. Der Radlader selbst hatte keinen signifikanten Anteil am Messergebnis.

Einige Male im Jahr werden die Lager mit dem Rohfutter Mais und Gras wieder aufgefüllt. Hierzu werden bis zu 35 Traktoren erwartet. Die Arbeiten können sich bis in die Nacht ziehen, sodass im ungünstigsten Fall auch die lauteste Nachtstunde für die Beurteilung maßgebend wird.



Abbildung. 2: Mischen des Futters. Links das Antriebsfahrzeug des Mixers mit dem Mischer als Hänger, rechts das Fahrzeug, das den Mischer befüllt und mit der Schaufel rüttelt.

3.2 Maßgebende Szenarien

Daraus lassen sich im Hinblick auf die TA Lärm folgende Szenarien ableiten:

Normaler Werktag:

Der Holzspalter läuft 6 Stunden am Tag im Zeitraum 07 bis 20 Uhr (außerhalb der Ruhezeiten). Der Schalleistungspegel beträgt 103,4 dB(A). Hinzu kommt ein einstündiger Einsatz der Motorkettensäge mit einem Schalleistungspegel von 117 dB(A). Diese Werte wurden aus der vorangegangenen Untersuchung übernommen.

Für den Traktor, der den Mischer antreibt, konnte aus den Messergebnissen ein Schalleistungspegel von 103,9 dB(A) ermittelt werden. Wegen der Tonhaltigkeit des Geräusches wurde zusätzlich ein Zuschlag von 6 dB vergeben. Es wird von einer Mischzeit von täglich 2 x 25 Minuten und 2 x 5 Minuten für das Befüllen ausgegangen, also täglich eine Betriebsdauer von 60 Minuten.

Das Rütteln kam auf einen Maximalpegel von 121 dB(A). Ein Rüttelvorgang wurde mit 10 Sekunden angesetzt, je Mischerfüllung wird 6 Mal gerüttelt. Der Mischer wird zweimal beladen, sodass die gesamte Zeitdauer 120 Sekunden beträgt.

Sonn- und Feiertag:

Auch an Sonn- und Feiertagen muss das Futter zusammengemischt werden. Weitere Schallquellen treten nicht in Erscheinung bzw. sind nicht relevant.

Lauteste Nachtstunde

3 Traktoren bringen das Tierfutter nach 22 Uhr in der lautesten Nachtstunde, laden ab, wenden und fahren wieder zurück.

Vorbeifahrt längenbezogener Schalleistungspegel 62 dB(A)/m Fahrstrecke:

Quelle Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft, Forum Schall, Wien 2013,

Wenden/Rangieren je Traktor, 2 Minuten Schalleistungspegel 105 dB(A)

Quelle: Praxisleitfaden Schalltechnik in der Landwirtschaft, Forum Schall, Wien 2013

4 Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung

4.1 Rechenverfahren

Die Ausbreitungsberechnung erfolgte EDV-gestützt mit dem Programm SoundPLAN Version 9.0 auf der Basis der ISO 9613-2 [3].

4.2 Normaler Werktag tagsüber

	Richtwert Beurteilungspegel $L_{r,T}$	Zulässiger Maximalpegel L_{max}	$L_{r,T}$	L_{max}
EG	55 dB(A)	85 dB(A)	52 dB(A)	67 dB(A)
1.OG			52 dB(A)	68 dB(A)
2.OG			52 dB(A)	68 dB(A)

Tabelle 2: Rechenergebnisse im Zeitbereich tags 06 bis 22 Uhr

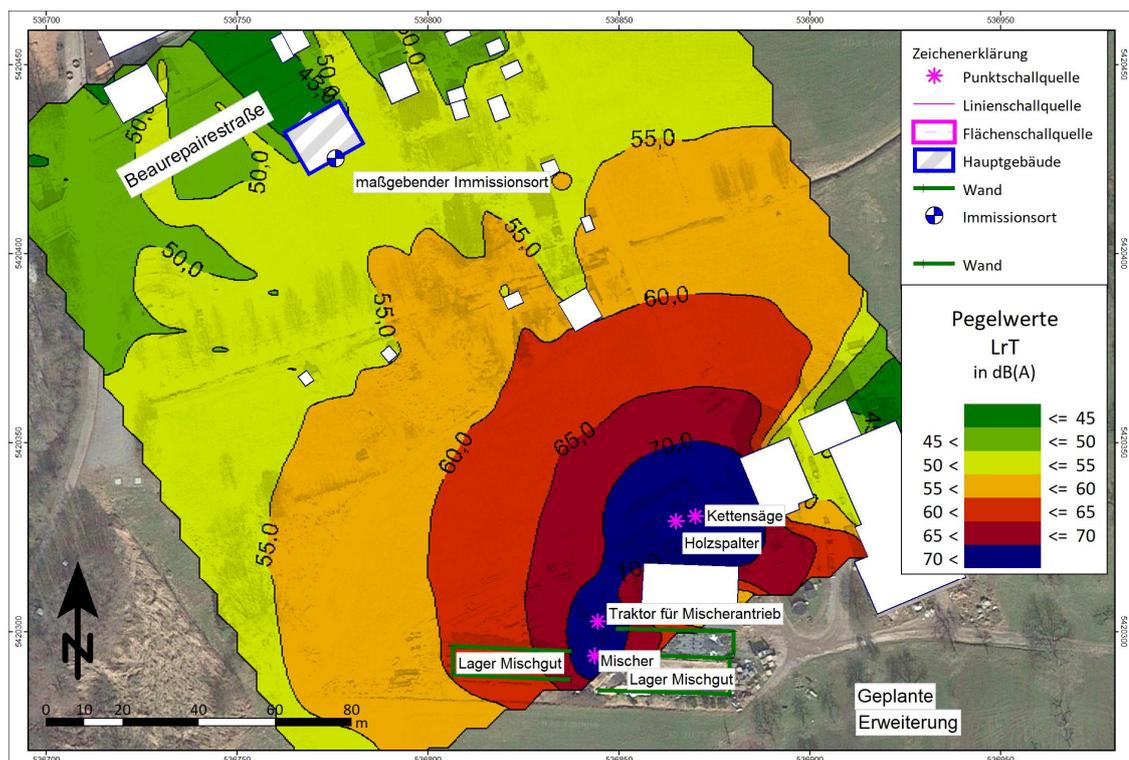


Abbildung 3: Rechenergebnisse im Zeitbereich tags 06 bis 22 Uhr 6 m über Gelände

Der Einfluss des Holzspalters ist deutlich zu erkennen. Im Zeitbereich tags werden die Richtwerte der TA Lärm mit Abstand eingehalten.

Das Ergebnis würde sich auch nicht bei einem „Worst-Case-Szenario“ ändern, wenn am Werktag neben dem Holzspalten auch noch die Lager mit dem Viehfutter aufgefüllt würden. Der Beurteilungspegel liegt dann bei 53 dB(A) und immer noch 2 dB(A) unter dem Richtwert.

4.3 Normaler Werktag lauteste Nachstunde

	Richtwert Beurteilungs-pegel $L_{r,N}$	Zulässiger Maximalpegel L_{max}	$L_{r,N}$	L_{max}
EG	40 dB(A)	60 dB(A)	38 dB(A)	56 dB(A)
1.OG			39 dB(A)	57 dB(A)
2.OG			39 dB(A)	57 dB(A)

Tabelle 3: Rechenergebnisse im Zeitbereich lauteste Nachtstunde

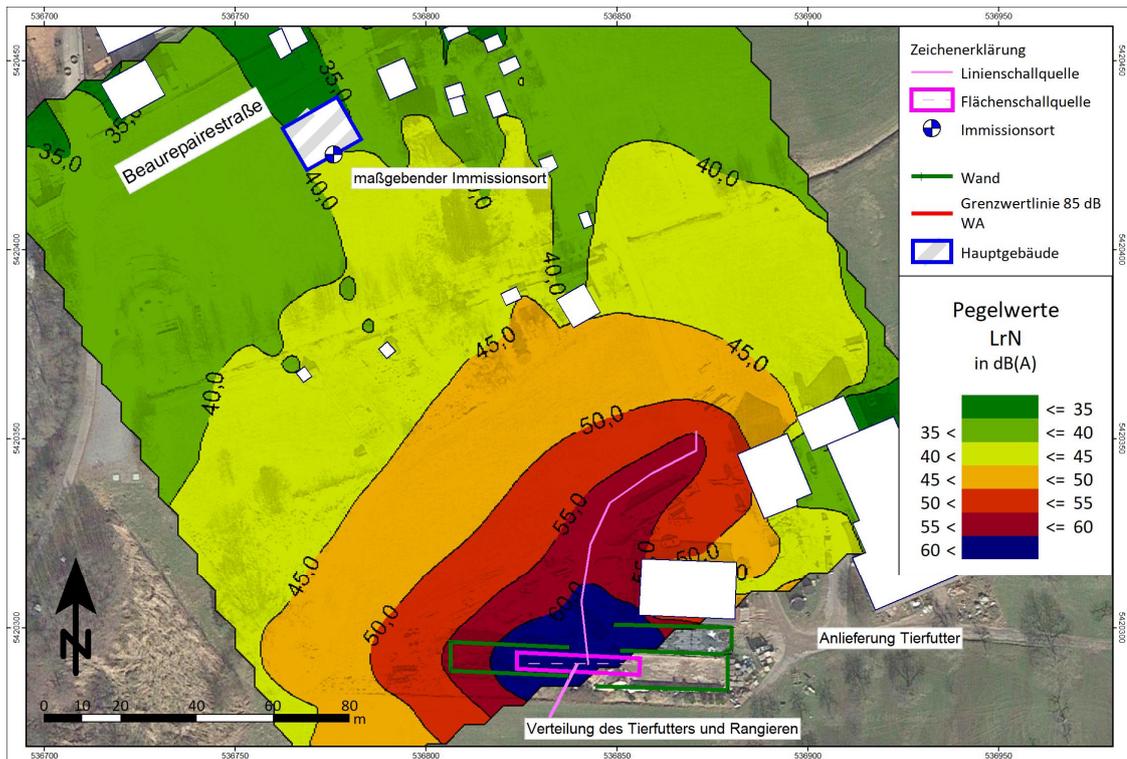


Abbildung 4: Rechenergebnisse im Zeitbereich lauteste Nachtstunde 6 m über Gelände

Bei 3 Anfahrten und Ladevorgängen nach 22 Uhr ist der Richtwert der TA Lärm für die lauteste Nachtstunde nahezu erreicht. Dies heißt nicht, dass darüber hinaus keine Anfahrten zum Lager mehr möglich sind. Wenn in der Landwirtschaft zu dieser Zeit noch gearbeitet wird, dürfte es sicherlich Gründe haben, wie etwa großes Ernteaufkommen oder drohendes schlechtes Wetter. In diesem Fall wäre eine Richtwertüberschreitung sicherlich tolerierbar und würde nicht als seltenes Ereignis angesehen werden müssen.

4.4 Sonntag tagsüber

	Richtwert Beurteilungspegel $L_{r,T}$	Zulässiger Maximalpegel L_{max}	$L_{r,T}$	L_{max}
EG	55 dB(A)	85 dB(A)	51 dB(A)	67 dB(A)
1.OG			52 dB(A)	68 dB(A)
2.OG			52 dB(A)	68 dB(A)

Tabelle 4: Rechenergebnisse im Zeitbereich sonntags 06 bis 22 Uhr

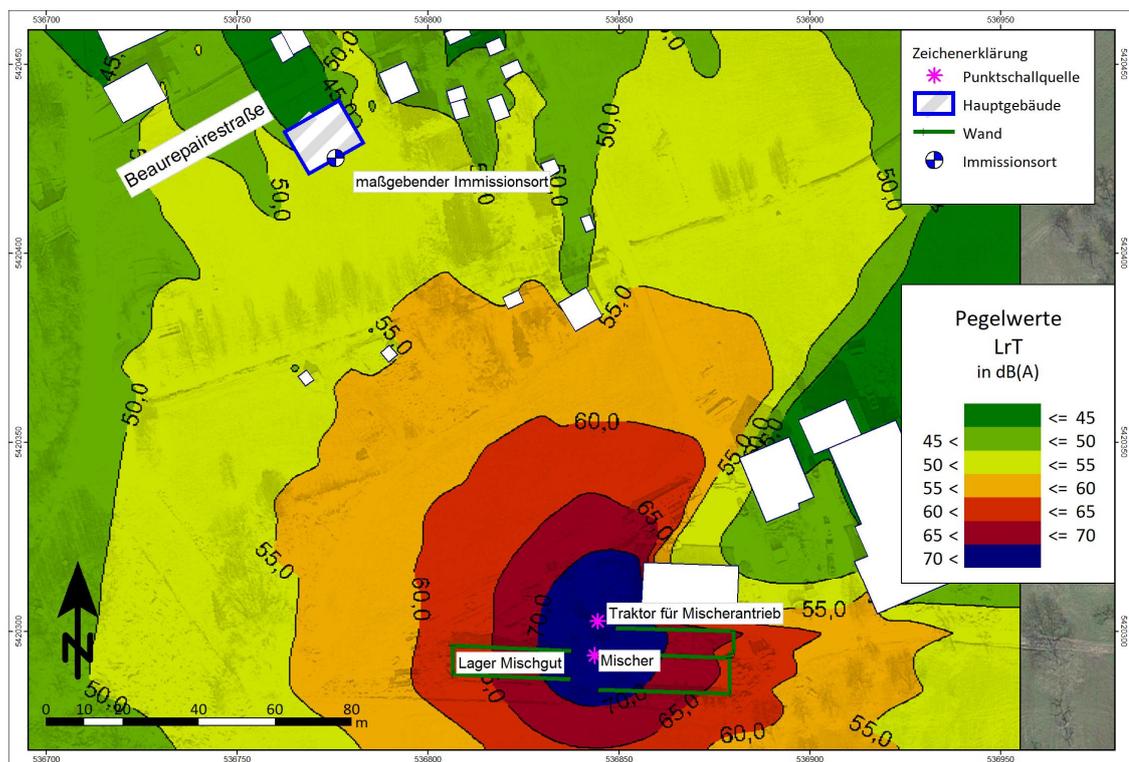


Abbildung 5: Rechenergebnisse an Sonntagen im Zeitbereich tags 6 m über Gelände

Für den Sonntag wurde angenommen, dass die Emittenten ausschließlich in den Ruhezeiten in Betrieb sind und daher einen Zuschlag von 6 dB erhalten. Dennoch wird der Richtwert eingehalten.

4.5 Seltene Ereignisse

Es werden keine Betriebszustände gesehen, die als seltene Ereignisse einzustufen sind, es sei denn man rechnet das Befüllen des Futterlagers nach 22 Uhr dazu, sollten mehr als 3 Fahrzeuge nach 22 Uhr eintreffen und entladen werden. Wie in den Abschnitten 2.1 und 4.3 ausgeführt wurde, darf man die TA-Lärm bei kleineren landwirtschaftlichen Betrieben nicht streng auslegen.

4.6 Verkehrslärm von der Zufahrt

Das Verkehrsaufkommen auf der Auenstraße wird, zumindest was den Abzweig in Richtung des Aussiedlerhofs angeht, sehr stark durch Fahrzeuge des Hofes geprägt. Für öffentliche Straßen gelten die einschlägigen Bestimmungen und Richtlinien für den Verkehrslärm [12, [13]. Im Vergleich zur TA Lärm sind höhere Grenzwerte zulässig. Der wichtigste Unterschied zu den Regelungen der TA Lärm besteht darin, dass die Beurteilung auf der Basis durchschnittlicher

Verkehrsstärken in den Beurteilungszeiträumen tags und nachts erfolgt. Legt man beispielsweise die Fahrzeuge (35 Fahrzeuge 70 Fahrten), die Mais und Gras anliefern, auf ein durchschnittliches jährliches Verkehrsaufkommen um, ergibt sich bei 5 Anliefertagen eine Traktorfahrt je Tag. Selbst wenn man das übliche Verkehrsaufkommen durch Kunden, Betriebsinhaber, Paketdienste usw. hinzuaddiert, sind die Auswirkungen des Hofes auf den Lärm in der Zufahrt ohne weitere Nachweise vernachlässigbar.

5 Zusammenfassung und Empfehlung

Die ergänzende Lärmschutzuntersuchung zu einem neuen Baufenster in der Beurepairestraße lässt sich wie folgt zusammenfassen:

1. An der nächstgelegenen Wohnbebauung ist mit einer gewissen Lärmbelastung durch den Aussiedlerhof zu rechnen.
2. Um auf der sicheren Seite zu sein, wurden zusammen mit Herrn Schaal sehr ungünstige Szenarien abgeleitet. Sie decken auch die geplante Betriebserweiterung ab. Die Richtwerte der TA Lärm werden dennoch eingehalten. Als maßgebender Immissionsort wurde ein neues Baufenster auf der Südseite der Beurepairestraße angenommen, mit dem die Wohnbebauung etwas näher an den Aussiedlerhof rückt.
3. Der einzige Konfliktpunkt mit den Richtwerten könnte sich ergeben, wenn die Futterlager aufgefüllt werden und in der lautesten Nachtstunde nach 22 Uhr mehr als 3 Traktoren mit Ladung eintreffen. Da kleinere landwirtschaftliche Betriebe privilegiert sind und die TA Lärm nicht unmittelbar angewandt werden kann, sehen wir darin keinen Anlass, diesen Betriebsfall als seltenes Ereignis einzustufen. Sollte dieser Betriebszustand dennoch ein seltenes Ereignis auslösen, wären auch höhere Pegel TA Lärm konform.

6 Messprotokoll

6.1 Messpositionen

Aus den gemessenen Schalldruckpegeln an 4 Messpositionen kann auf die Schalleistung des Mixchers „Mischer“ und des Rütteln bei der Schaufelentleerung durch den Traktor in den Mischer „Rütteln“ bei Silobefüllung zurückgerechnet werden.

Die Messmikrofone wurden mit einem Stativ auf 1,5 m Höhe positioniert, die Abstände betragen:

Messpunkt	Abstand zu Antrieb des Mixchers	Abstand zu „Rütteln“
M1	8,0 m	-
M2	6,0 m	-
M3	-	6,0 m
M4	12,5 m	8,5 m

Tabelle 5: Abstände der Messpositionen zu den Emittenten



Abbildung 6: Messpunktübersicht

6.2 Durchführung der Messungen

Die Messungen fanden am 09.04.2024 nach 10 Uhr statt. Es kamen folgende Messgeräte zum Einsatz:

- Schallpegelmesser der Klasse I, Norsonic Precision Sound Analyzer Typ Nor140 (Seriennr. 1402926)
- Mikrofonkapsel Norsonic Typ Nor1225 2012 Vorverstärker Norsonic Typ 1209,
- Akustischer Kalibrator, Brüel & Kjaer Typ 4231 mit Bezugspegel 94 dB bei 1000 Hz

Die schalltechnische Messkette aus Messgerät, Vorverstärker und Mikrofon (inkl. Windschirm) erfüllt die Anforderungen der Klasse I für Schallpegelmessgeräte nach IEC 61672-1 [4] und IEC 61260 [5] Weiterhin werden die Standards der IEC 60651 [6], IEC 60804 [7] und DIN 45657 [8] erfüllt. Die Messkette mit dem Schallpegelmesser NOR 140 und Kalibrator B&K Typ 4231 ist DAkKS-kalibriert und geeicht (letzte Eichung am 19.03.2019).

Im Messzeitraum war es kalt und sehr windig. Die Temperatur betrug etwa 16 Grad Celsius.

Die Messungen wurden durch Windgeräusche gestört, so dass in der Auswertung diese Zeitabschnitte herausgeschnitten werden mussten. An jedem Messpunkt liegt eine ausreichend lange Dauer ungestörter Messaufzeichnung vor. Einzig an der Messposition M4 konnte eine von Windgeräuschen ungestörte Auswertung der Schallquelle „Rütteln“ erfolgen.

6.2.1 Messergebnisse M1 – 8,0 m Entfernung zum Antriebsfahrzeug:

Pegelzeitverlauf:



Abbildung 7: M1 Pegelzeitverlauf, untersuchter Zeitraum rot markiert.

Frequenzspektrum Terzbänder:

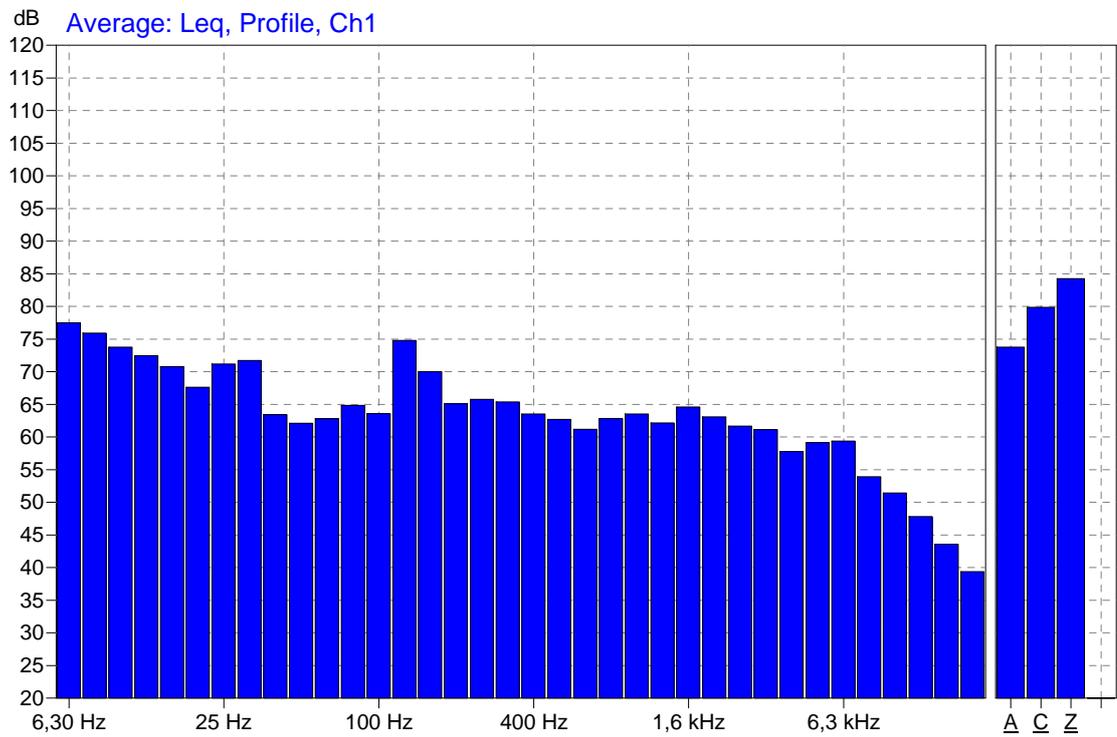


Abbildung 8: M1 Leq Schallpegelspektrum des untersuchten Zeitraums

M1 – 8,0 m Entfernung			
Messdauer	Mittelwert: L_{Aeq}	Max: L_{AF(max)}	TaktMax: L_{AF(TM5)#}
8,525 Sekunden	73,8 dB(A)	74,8 dB(A)	74,8 dB(A)
Frequenz Terzband		Mittelwert: L_{eq}	
6,30 Hz		77,5 dB	
8 Hz		75,9 dB	
10 Hz		73,8 dB	
12,5 Hz		72,4 dB	
16 Hz		70,8 dB	
20 Hz		67,6 dB	
25 Hz		71,2 dB	
31,5 Hz		71,7 dB	
40 Hz		63,4 dB	
50 Hz		62,1 dB	
63 Hz		62,8 dB	
80 Hz		64,8 dB	
100 Hz		63,5 dB	
125 Hz		74,8 dB	
160 Hz		70,0 dB	
200 Hz		65,1 dB	
250 Hz		65,8 dB	
315 Hz		65,3 dB	
400 Hz		63,5 dB	
500 Hz		62,7 dB	
630 Hz		61,2 dB	
800 Hz		62,8 dB	
1 kHz		63,5 dB	
1,25 kHz		62,1 dB	
1,6 kHz		64,6 dB	
2 kHz		63,1 dB	
2,5 kHz		61,7 dB	
3,15 kHz		61,1 dB	
4 kHz		57,7 dB	
5 kHz		59,1 dB	
6,3 kHz		59,4 dB	
8 kHz		53,9 dB	
10 kHz		51,4 dB	
12,5 kHz		47,8 dB	
16 kHz		43,5 dB	
20 kHz		39,3 dB	
A#		73,8 dB	
C#		79,9 dB	
Z#		84,2 dB	

Tabelle 6: Abbildung 1: M1 Schallpegel mit Spektrum, Tonhaltigkeit bei 125 – 160 Hz.

6.2.2 Messergebnisse M2 – 6,0 m Entfernung zum Antriebsfahrzeug:

Pegelzeitverlauf:

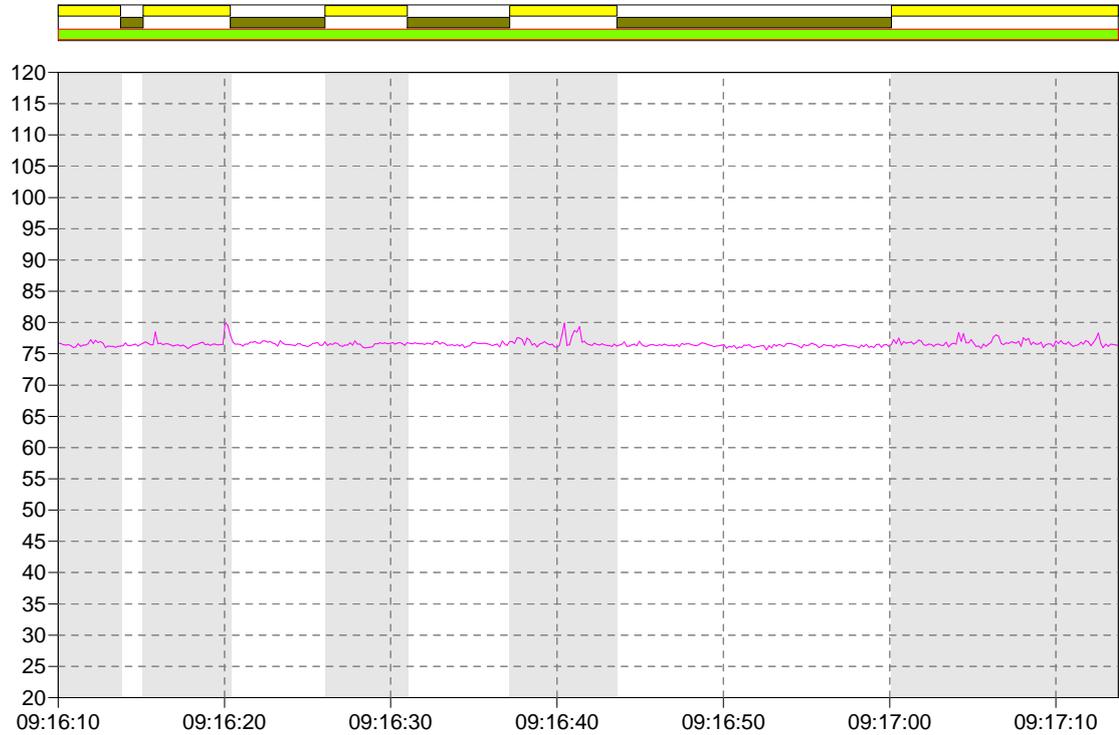


Abbildung 9: M2 Pegelzeitverlauf, untersuchter Zeitraum blau markiert

Frequenzspektrum Terzbänder:

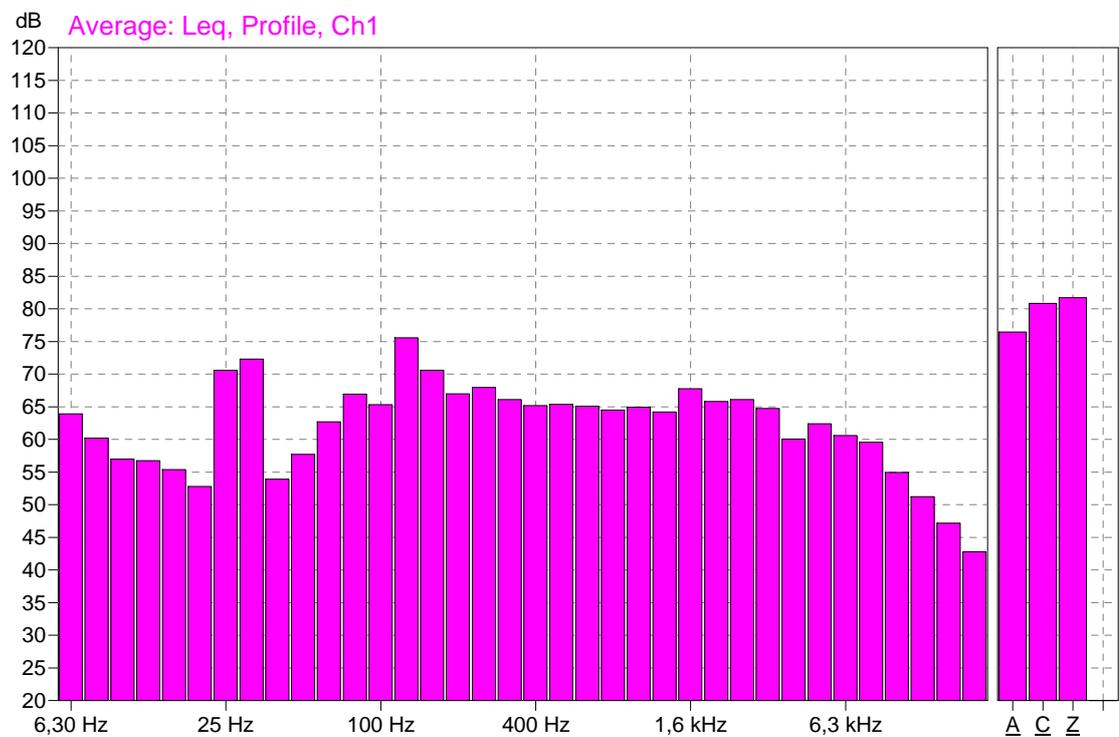


Abbildung 10: M2 Leq Schallpegelspektrum des untersuchten Zeitraums

M2 – 6,0 m Entfernung			
Messdauer	Mittelwert: L_{Aeq}	Max: L_{AF(max)}	TaktMax: L_{AF(TM3)#}
29,375 Sekunden	76,4 dB(A)	78,3 dB(A)	76,8 dB(A)
Frequenz Terzband	Mittelwert: L_{eq}		
6,30 Hz	63,9 dB		
8 Hz	60,2 dB		
10 Hz	57,0 dB		
12,5 Hz	56,7 dB		
16 Hz	55,4 dB		
20 Hz	52,8 dB		
25 Hz	70,6 dB		
31,5 Hz	72,3 dB		
40 Hz	53,9 dB		
50 Hz	57,7 dB		
63 Hz	62,7 dB		
80 Hz	66,9 dB		
100 Hz	65,3 dB		
125 Hz	75,6 dB		
160 Hz	70,6 dB		
200 Hz	67,0 dB		
250 Hz	68,0 dB		
315 Hz	66,1 dB		
400 Hz	65,2 dB		
500 Hz	65,4 dB		
630 Hz	65,1 dB		
800 Hz	64,5 dB		
1 kHz	64,9 dB		
1,25 kHz	64,2 dB		
1,6 kHz	67,8 dB		
2 kHz	65,8 dB		
2,5 kHz	66,1 dB		
3,15 kHz	64,7 dB		
4 kHz	60,0 dB		
5 kHz	62,4 dB		
6,3 kHz	60,6 dB		
8 kHz	59,5 dB		
10 kHz	54,9 dB		
12,5 kHz	51,2 dB		
16 kHz	47,2 dB		
20 kHz	42,8 dB		
A#	76,4 dB		
C#	80,8 dB		
Z#	81,7 dB		

Tabelle 7: M2 Schallpegel mit Spektrum, Tonhaltigkeit liegt vor bei 25 - 32,5 Hz und 125 – 160 Hz.

6.2.3 Messergebnisse M3 – 6,0 m Entfernung zum Antriebsfahrzeug:

Pegelzeitverlauf:

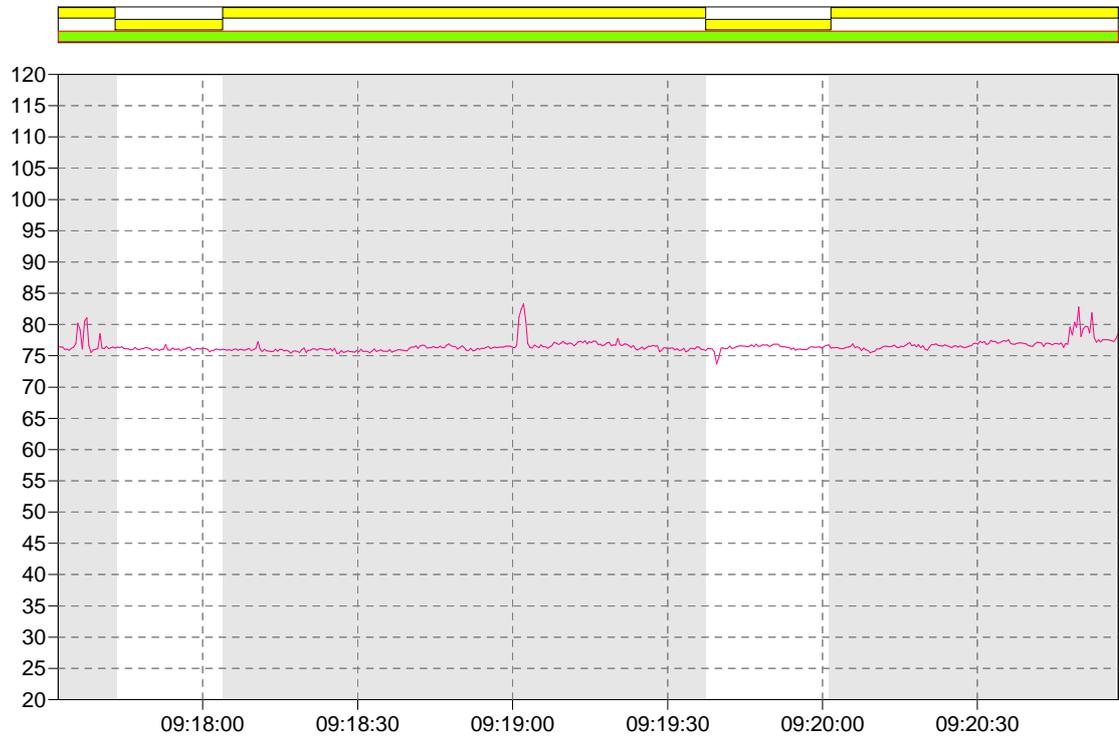


Abbildung 11: M3 Pegelzeitverlauf, untersuchter Zeitraum gelb markiert (2. Zeile)

Frequenzspektrum Terzbänder:

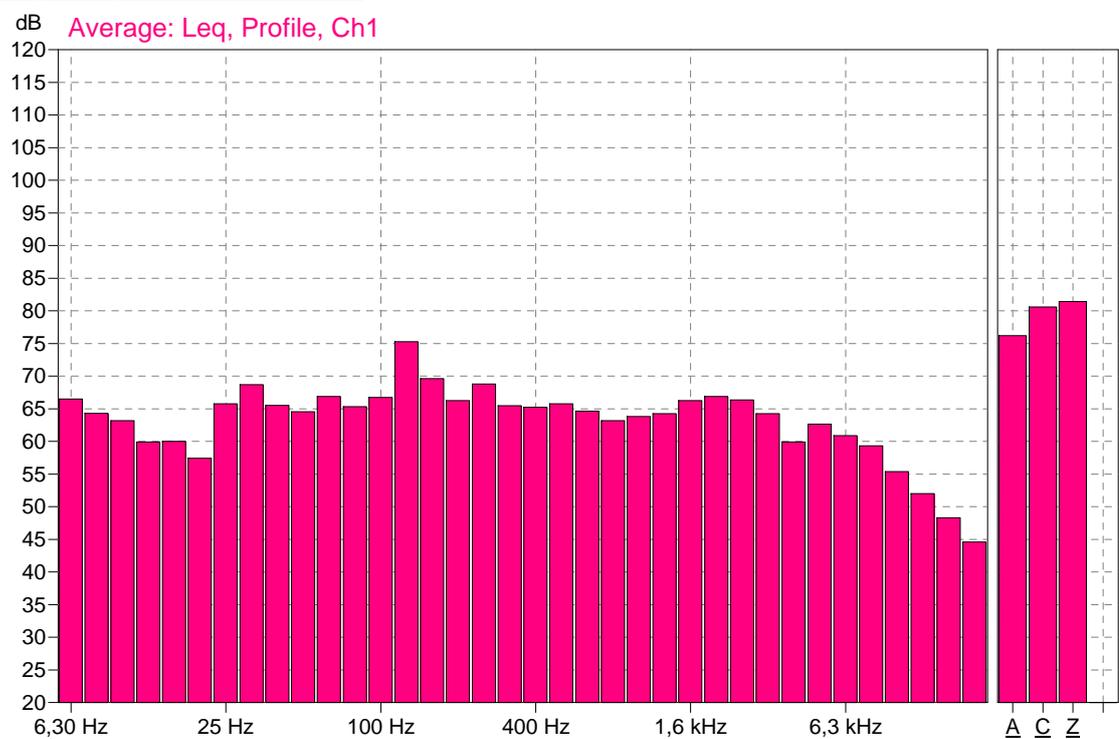


Abbildung 12: M3 Leq Schallpegelspektrum des untersuchten Zeitraums

M3 – 6,0 m Entfernung			
Messdauer	Mittelwert: L_{Aeq}	Max: L_{AF(max)}	TaktMax: L_{AF(TM5)#}
44,600 Sekunden	76,2 dB(A)	78,0 dB(A)	77,0 dB(A)
Frequenz Terzband		Mittelwert: L_{eq}	
6,30 Hz		66,5 dB	
8 Hz		64,3 dB	
10 Hz		63,2 dB	
12,5 Hz		59,9 dB	
16 Hz		60,0 dB	
20 Hz		57,4 dB	
25 Hz		65,8 dB	
31,5 Hz		68,7 dB	
40 Hz		65,5 dB	
50 Hz		64,5 dB	
63 Hz		66,9 dB	
80 Hz		65,3 dB	
100 Hz		66,7 dB	
125 Hz		75,3 dB	
160 Hz		69,6 dB	
200 Hz		66,2 dB	
250 Hz		68,8 dB	
315 Hz		65,5 dB	
400 Hz		65,2 dB	
500 Hz		65,8 dB	
630 Hz		64,7 dB	
800 Hz		63,2 dB	
1 kHz		63,8 dB	
1,25 kHz		64,2 dB	
1,6 kHz		66,2 dB	
2 kHz		66,9 dB	
2,5 kHz		66,3 dB	
3,15 kHz		64,2 dB	
4 kHz		59,9 dB	
5 kHz		62,6 dB	
6,3 kHz		60,9 dB	
8 kHz		59,3 dB	
10 kHz		55,4 dB	
12,5 kHz		52,0 dB	
16 kHz		48,3 dB	
20 kHz		44,6 dB	
A#		76,2 dB	
C#		80,6 dB	
Z#		81,4 dB	

Tabelle 8: M3 – 1,8m Schallpegel mit Spektrum, Tonhaltigkeit liegt vor bei 25 Hz und 125 Hz.

6.2.4 Messergebnisse M4 – 12,5 m Entfernung „Antriebsfahrzeug“:

Pegelzeitverlauf:

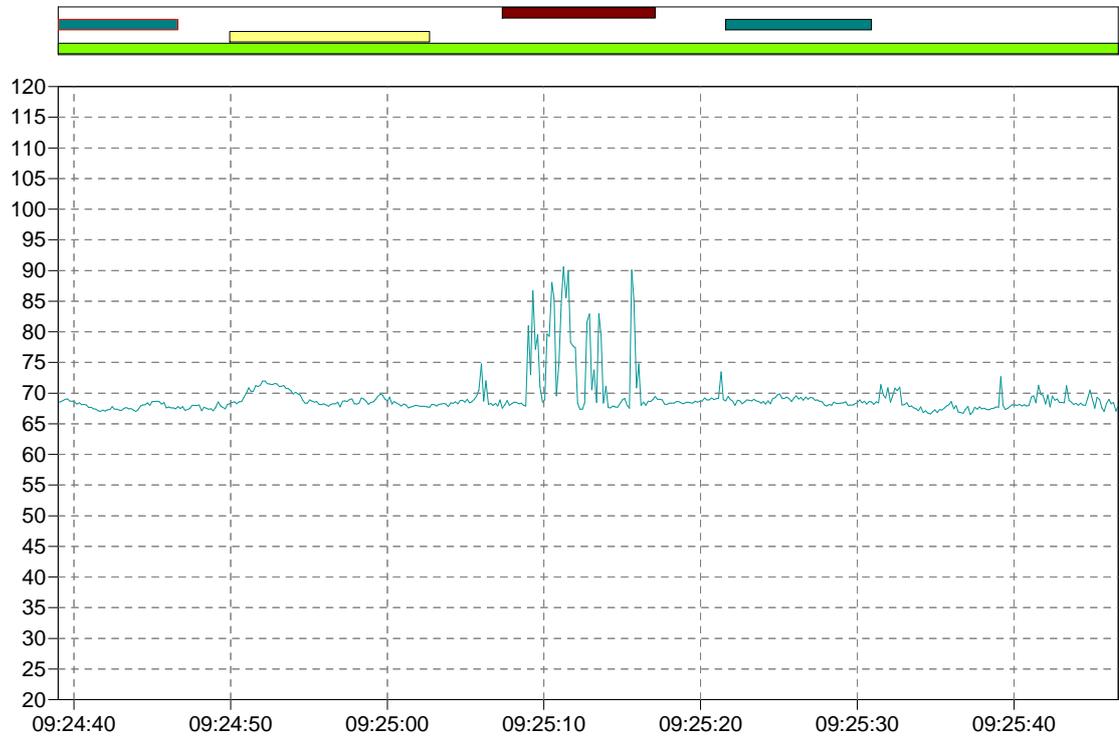


Abbildung 13: M4 – „Mischer“ Pegelzeitverlauf, untersuchter Zeitraum dunkelgrün markiert

Frequenzspektrum Terzbänder:

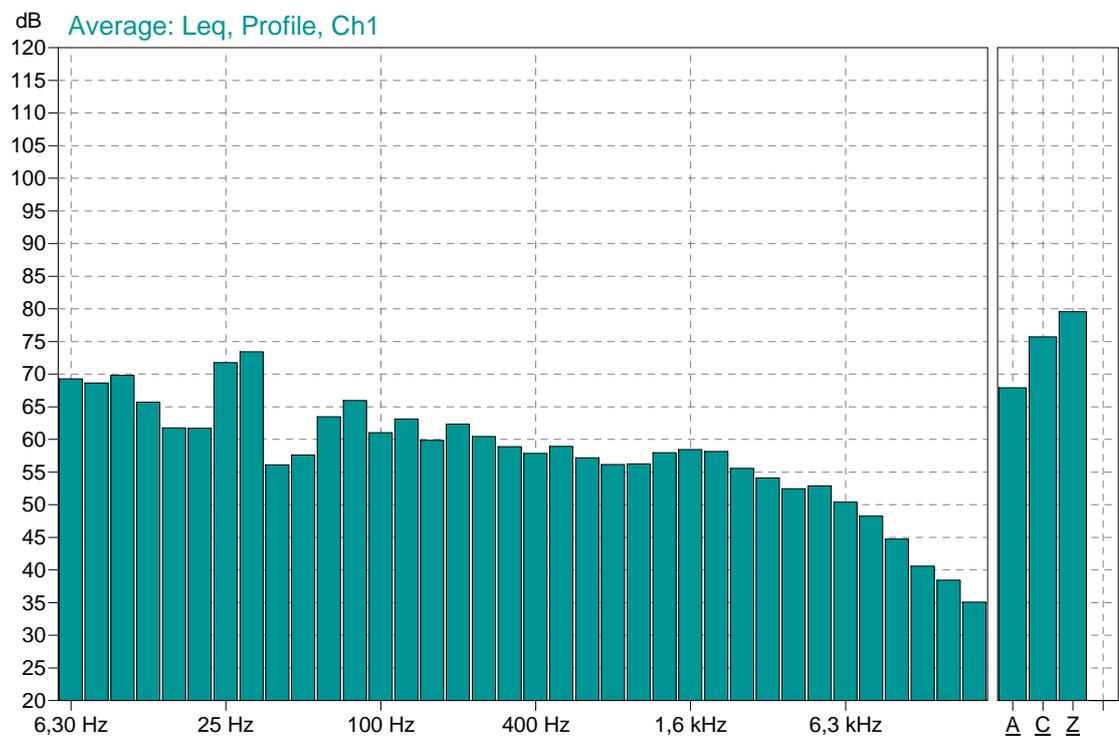


Abbildung 14: M4 – „Mischer“ Leq Schallpegelspektrum des untersuchten Zeitraums

M4 – 12,5 m Entfernung „Antriebsfahrzeug“			
Messdauer	Mittelwert: L_{Aeq}	Max: L_{AF(max)}	TaktMax: L_{AF(TM5)#}
16,975 Sekunden	68,4 dB(A)	69,8 dB(A)	77,0 dB(A)
Frequenz Terzband	Mittelwert: L_{eq}		
6,30 Hz	69,3 dB		
8 Hz	68,6 dB		
10 Hz	69,8 dB		
12,5 Hz	65,7 dB		
16 Hz	61,7 dB		
20 Hz	61,7 dB		
25 Hz	71,8 dB		
31,5 Hz	73,4 dB		
40 Hz	56,1 dB		
50 Hz	57,6 dB		
63 Hz	63,5 dB		
80 Hz	66,0 dB		
100 Hz	61,0 dB		
125 Hz	63,1 dB		
160 Hz	59,8 dB		
200 Hz	62,3 dB		
250 Hz	60,4 dB		
315 Hz	58,9 dB		
400 Hz	57,9 dB		
500 Hz	58,9 dB		
630 Hz	57,2 dB		
800 Hz	56,1 dB		
1 kHz	56,2 dB		
1,25 kHz	57,9 dB		
1,6 kHz	58,5 dB		
2 kHz	58,1 dB		
2,5 kHz	55,6 dB		
3,15 kHz	54,1 dB		
4 kHz	52,4 dB		
5 kHz	52,9 dB		
6,3 kHz	50,4 dB		
8 kHz	48,2 dB		
10 kHz	44,7 dB		
12,5 kHz	40,6 dB		
16 kHz	38,5 dB		
20 kHz	35,1 dB		
A#	67,9 dB		
C#	75,7 dB		
Z#	79,5 dB		

Tabelle 9: M4 – „Mischer“ Schallpegel mit Spektrum, Tonhaltigkeit liegt vor bei 25 Hz – 31,5 Hz.

6.2.5 Messergebnisse M4 – 8,5 m Entfernung „Rütteln“:

Pegelzeitverlauf:

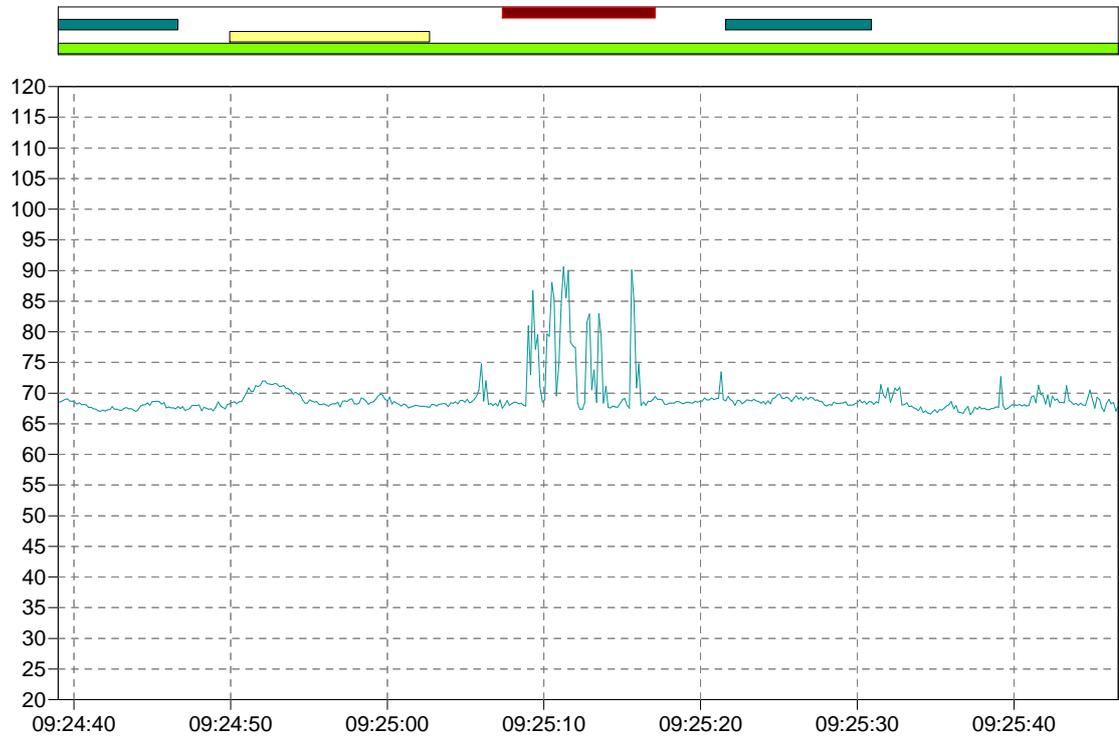


Abbildung 15: M4 – „Rütteln“ Pegelzeitverlauf, untersuchter Zeitraum dunkelrot markiert

Frequenzspektrum Terzbänder:

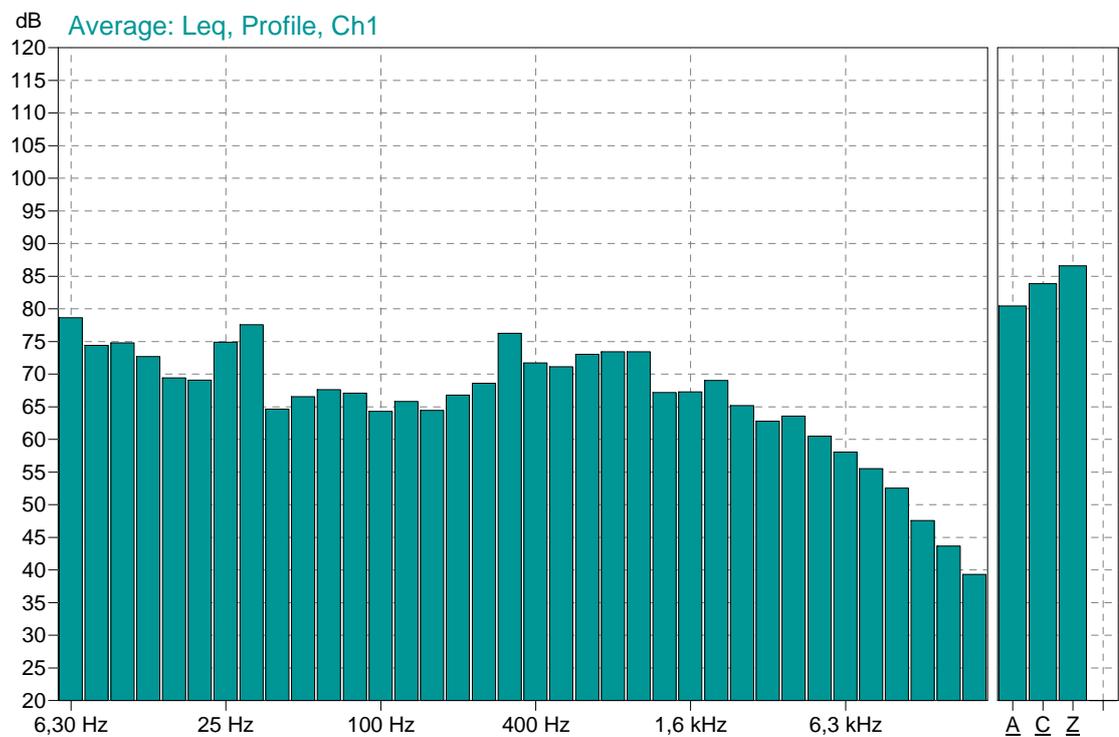


Abbildung 16: M4 – „Rütteln“ Leq Schallpegelspektrum des untersuchten Zeitraums

M4 – 8,5 m Entfernung „Rütteln“			
Messdauer	Mittelwert: L_{Aeq}	Max: L_{AF(max)}	TaktMax: L_{AF(TM5)#}
12,75 Sekunden	80,4 dB(A)	90,0 dB(A)	90,0 dB(A)
Frequenz Terzband	Mittelwert: L_{eq}		
6,30 Hz	78,6 dB		
8 Hz	74,4 dB		
10 Hz	74,8 dB		
12,5 Hz	72,7 dB		
16 Hz	69,4 dB		
20 Hz	69,1 dB		
25 Hz	74,9 dB		
31,5 Hz	77,5 dB		
40 Hz	64,6 dB		
50 Hz	66,5 dB		
63 Hz	67,6 dB		
80 Hz	67,1 dB		
100 Hz	64,3 dB		
125 Hz	65,8 dB		
160 Hz	64,4 dB		
200 Hz	66,8 dB		
250 Hz	68,6 dB		
315 Hz	76,2 dB		
400 Hz	71,7 dB		
500 Hz	71,1 dB		
630 Hz	73,0 dB		
800 Hz	73,4 dB		
1 kHz	73,4 dB		
1,25 kHz	67,2 dB		
1,6 kHz	67,3 dB		
2 kHz	69,0 dB		
2,5 kHz	65,2 dB		
3,15 kHz	62,8 dB		
4 kHz	63,5 dB		
5 kHz	60,5 dB		
6,3 kHz	58,1 dB		
8 kHz	55,5 dB		
10 kHz	52,5 dB		
12,5 kHz	47,6 dB		
16 kHz	43,7 dB		
20 kHz	39,3 dB		
A#	80,4 dB		
C#	83,8 dB		
Z#	86,6 dB		

Tabelle 10: M4 – „Rütteln“ Schallpegel mit Spektrum, Tonhaltigkeit liegt vor bei 25 Hz – 31,5 Hz und 315 Hz.

Beim „Rütteln“ der Schaufel wird ein Spitzenpegel von 90 dB(A) erreicht. Die Differenz am Messpunkt M4 „Rütteln“ von $L_{AF(max)} - L_{Aeq} = \Delta L_{max}$ ergibt einen Zuschlag für Impulshaltigkeit von 6,0 dB:

$$\Delta L_{max} = L_{AF(max)} - L_{Aeq} = 90,0 \text{ dB(A)} - 80,4 \text{ dB(A)} = \underline{9,6 \text{ dB}}$$

6.3 Zusammenfassung des Messprotokolls

Tonhaltigkeit:

Die markierten, hervortretenden Frequenzen an den gemessenen Immissionsorten liegen im tieffrequenten Bereich bei 25 bis 31,5 Herz und bei 125 bis 160 Hz. Die DIN 45681 [11] zur Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen setzt die untere Grenze bei 90 Hz. Somit fällt der rechnerische Tonzuschlag K_T dennoch an.

Tieffrequente Geräusche:

Nach TA-Lärm liegen Hinweise für eine Belastung mit tieffrequenten Geräuschen vor, wenn die Differenz von $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ den Wert 20 dB überschreitet. Die Differenz an den Messpunkten M1 bis M4 beträgt nur etwa 2 bis 8 dB.

Die Schalleistungspegel an den einzelnen Messpunkten bilden sich mit folgenden Zuschlägen:

$$L_r = L_{eq} + K_I + K_T \quad (1)$$

L_{eq} – Mittelungspegel (gemessen als L_{TM5})

K_I – Impulzzuschlag

K_T – Tonzuschlag

Messergebnisse:

	Abstand in Meter	Messwerte mit Zuschlägen		Messwerte	Zuschläge	
		in dB(A)			in dB	
		L_r	L_{max}	L_{TM5}	K_I	K_T
M1	8,0	80,8	74,8	74,8	0	6
M2	6,0	82,8	78,3	76,8	0	6
M3	6,0	83,0	78,0	77,0	0	6
M4 „Mischer“	12,5	75,5	69,8	69,5	0	6
M4 „Rütteln“	8,5	90,0 ¹	90,0	90,0	0	0

Tabelle 11: Messwerte mit Zuschlägen zur Beurteilung

¹ Das Rütteln findet in sehr kurzen Zeitintervallen von ca. 5 s statt. Je Rüttelvorgang wurde ein Zeitintervall von 10 Sekunden Dauer angesetzt. Damit liegt man auf der sicheren Seite.

7 Literatur

- [1] 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm, Ausgabe 26.08.1998, letzte Änderung 1. Juni 2017
- [2] Baunutzungsverordnung (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017, die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 14. Juni 2021 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist
- [3] DIN ISO 9613-2 - 1999-10 Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996)
- [4] DIN EN 61672-1:2003-10, Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen (IEC 61672-1:2002); Deutsche Fassung EN 61672-1:2003
- [5] DIN EN 61260:2003-03, Elektroakustik - Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven (IEC 61260:1995 + A1:2001); Deutsche Fassung EN 61260:1995 + A1:2001
- [6] DIN EN 60651:2003-03, Schallpegelmesser (IEC 60651:1979/A2:2000); Änderung A2; Deutsche Fassung EN 60651:1994/A2:2001
- [7] DIN EN 60804:1994, Integrierende, mittelwertbildende Schallpegelmesser (IEC 60804:1995 + A1:1989 + A2:1993)
- [8] DIN 45657:2005-03, Schallpegelmesser - Zusatzanforderungen für besondere Messaufgaben
- [9] DIN 45680, März 1997, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft
- [10] E-DIN 45680, Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen, Entwurf Ausgabe August 2011
- [11] DIN 45681, Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen Ausgabe 2005-0316.
- [12] Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV), vom 12. Juni 1990, geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 04. November 2020 (BGBl. I S. 2334)
- [13] Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen, RLS-19, Ausgabe 2019