

BERICHT NR. 806255-01.01

über die schall- und schwingungstechnische Untersuchung
an der Landbohranlage T-208 in Ebenthal, Österreich

Auftraggeber:

KCA DEUTAG Drilling GmbH
Deilmannstr. 1
48455 Bad Bentheim

Bearbeiter:

Datum:

11.10.2006

1.) Zusammenfassung

Die nachfolgende Untersuchung hat ergeben, dass die Geräuschemissionen der Landbohranlage T-208 mit den angegebenen Lärminderungsmaßnahmen um bis zu 5 dB(A) reduziert werden können. Die während der Messung in Ebenthal ermittelten Schallleistungspegel der einzelnen Anlagenkomponenten sind Grundlage für weitere Schallimmissionsprognosen.

Für eine erste Abschätzung der zu erwartenden Geräuschsituation sind in Kapitel 8 Abstandstabellen berechnet, mit deren Hilfe länderspezifisch der Beurteilungspegel berechnet werden kann.

Nachfolgender Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen mit größter Sorgfalt erstellt.*

Rheine, 11.10.2006 FH/De

KÖTTER Consulting Engineers KG

 **KÖTTER**
CONSULTING ENGINEERS
Bonifatiusstraße 400 · 48432 Rheine
Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43

* Die Weitergabe von Daten oder Informationen ist dem Auftraggeber gestattet. Authentisch ist dieses Dokument nur mit Originalunterschrift. Bezüglich der Urheberrechte verweisen wir auf die jeweils gültigen KCE-Beratungsbedingungen.

INHALTSVERZEICHNIS

1.)	Zusammenfassung	2
2.)	Situation und Aufgabenstellung	4
3.)	Beurteilungsgrundlagen	5
4.)	Immissionsrichtwerte	7
5.)	Messprotokoll	8
6.)	Messergebnisse	11
6.1.	Immissionsmessungen	12
6.2.	Schall- und Schwingungsmessungen	16
6.2.1	Top-Drive	19
6.2.2	Spülpumpen	22
6.2.3	Desander	24
6.2.4	Hebewerk	27
7.)	Maßnahmen zur Lärminderung	31
8.)	Beurteilung	37
9.)	Anhang	39

2.) Situation und Aufgabenstellung

Die KCA DEUTAG Drilling GmbH betreibt für den Auftraggeber OMV die Landbohranlage T-208 an der Lokation in Ebenthal, Österreich. Die T-208 wurde von der Bentec GmbH hergestellt. Der Auftraggeber benötigt für den Betrieb sowie weitere Planungen eine schalltechnische Untersuchung. Zwei Betriebsvarianten sind zu untersuchen:

- Variante "Bohren"
- Variante "Trippen"

Neben der Ermittlung des immissionsrelevanten Schallleistungspegels der T-208 sollen durch Messungen (ggf. Körperschallmessungen) die akustisch relevanten Schallquellen ermittelt werden. Aufbauend auf diesen Messungen soll an den einzelnen Aggregaten das jeweilige Lärminderungspotential ermittelt werden, welches für weitere schalltechnische Planungen herangezogen werden kann.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind in einem umfassenden Bericht vorzulegen.

3.) Beurteilungsgrundlagen

Folgende Normen und Unterlagen werden zur Messung, Beurteilung und Berechnung zugrunde gelegt:

- | | | |
|-----|-------------------------------------|---|
| [1] | TA Lärm
Ausg. Aug. 1998 | Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-
Immissionsschutzgesetz
(Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) |
| [2] | DIN 45635
Ausg. April 1984 | Teil 1: Geräuschemessung an Maschinen
(weitgehend ersetzt durch die Reihe ISO 3740 bis 3747) |
| [3] | DIN 45641
Ausg. Juni 1990 | Mittelung von Schallpegeln |
| [4] | DIN ISO 9613 - 2
Ausg. Okt. 1999 | Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren |
| [5] | DIN 45681
Ausg. März 2005 | Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und
Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von
Geräuschimmissionen mit der Berichtigung 2 vom August
2006. |
| [6] | VDI 2571
Ausg. Aug. 1976 | Schallabstrahlung von Industriebauten |
| [7] | VDI 2720
Ausg. März 1997 | Schallschutz durch Abschirmung im Freien |
| [8] | DIN 45669-1
Ausg. Juni 1995 | Messung von Schwingungsmissionen
Teil 1: Schwingungsmesser, Anforderungen, Prüfung |

- [9] DIN 45669-2 Messung von Schwingungsimmissionen
Ausc. Juni 2005 Teil 2: Messverfahren
- [10] Berechnungssoftware Cadna/A®, Version 3.5.115 der Datakustik GmbH, München
- [11] Diverse Pläne der Bohranlage zur Verfügung gestellt durch den Auftraggeber
- [12] Ortsbesichtigung am 25.07.2006 bei der Firma Bentec GmbH durch Herrn Schällig
und Herrn Hofschröer (KÖTTER Consulting Engineers KG)

4.) Immissionsrichtwerte

Die mobile Landbohranlage T-208 ist in Modul-Bauweise errichtet worden und kann innerhalb einer Woche umgebaut und an verschiedenen Lokationen weltweit betrieben werden. Die schalltechnischen Anforderungen an den Immissionsschutz sind in jedem Land verschieden. In Deutschland gilt die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm [1].

Die Geräuschimmissionen dürfen z. B. in Deutschland an den nächstgelegenen Wohnhäusern in Abhängigkeit der Gebietseinstufung die in Tabelle 1 (beispielhaft) aufgeführten Immissionsrichtwerte nicht überschreiten:

Gebietseinstufung	Immissionsrichtwert [dB(A)]	
	Tag	Nacht
Gewerbegebiet (GE)	65	50
Mischgebiet (MI)	60	45
Allgemeines Wohngebiet (WA)	55	40
Reines Wohngebiet (WR)	50	35

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit der Gebietseinstufung.

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich tags auf einen Beurteilungszeitraum von 16 Stunden (06:00 - 22:00 Uhr). Im Nachtzeitraum (22:00 - 06:00 Uhr) ist die lauteste volle Stunde zu beurteilen.

Einzelne kurzzeitige Gesprächsspitzen dürfen den Immissionsrichtwert am Tag um nicht mehr als 30 dB und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB überschreiten.

In Deutschland ist im Regelfall der Nachtzeitraum der kritische. In anderen Ländern gelten abweichende Immissionsschutzregelungen. Daher werden für die Bohranlage T-208 Abstandstabellen erstellt, mit denen länderspezifisch ein Beurteilungspegel berechnet werden kann.

5.) Messprotokoll

Aufgabenstellung: Schall- und schwingungstechnische Untersuchung an der
Landbohranlage T-208

Ort: Bohrplatz im Außenbereich von Ebenthal, Österreich

Datum: 07.06. – 09.06.2006

Bearbeiter: (KÖTTER Consulting Engineers KG)
(KÖTTER Consulting Engineers KG)

Beobachter: (KCA DEUTAG, zeitweise)
(KCA DEUTAG, zeitweise)

Messgeräte: Akustisches Messsystem
Real-Time-Analyser, Typ 840-2, Serien-Nr. 18711
Kondensatormikrophon mit Kugelcharakteristik, Typ 1220,
Serien-Nr. 21544 und Serien-Nr. 15490
Impedanzwandler, Typ 1201, Serien-Nr. 21054 und 21055
Kalibrator, Typ 1251, Serien-Nr. 21761
alle Fabrikate Norsonic, geeicht bis 2007

Präzisionsschallpegelmesser, Typ 2231, Serien-Nr. 1588206
Kondensatormikrophon mit Kugelcharakteristik, Typ 4189,
Serien-Nr. 1939818
Kalibrator, Typ 4230, Serien-Nr. 1606738
alle Fabrikate Brüel & Kjaer

ICP-Mikrofon, Typ 2671, Serien-Nr. 2198419

Messdatenerfassungssystem Cronos-PL-2, Fabrikat IMC,
Serien-Nr. 121541 (4-Kanal)

Messsensoren:

ICP-Geschwindigkeitsaufnehmer, Typ VOM 625 A01,
Fabrikat PCB

Witterung:

- überwiegend sonnig
- kein Niederschlag
- schwach windig

Lage der Messpunkte:

Neben dem immissionsrelevanten Gesamtschallleistungs-
pegel der Landbohranlage T-208 wurden folgende Lärm-
quellen messtechnisch untersucht:

- 1) Top-Drive
- 2) Spülpumpen
- 3) Hydac-Ventilator
- 4) Stromerzeugung (mit Caterpillar-Aggregaten)
- 5) MiSwaco-Container
- 6) Desander (Rüttelsieb)
- 7) Rührwerk
- 8) Hebewerk

Die Lage der Lärmquellen ist im Anhang A dargestellt.
(Hebewerk nicht angegeben).

Technische Daten der Bohranlage (in Auszügen):

<u>Landbohranlage:</u>	Hersteller:	Bentec
	Typ:	T-208
	Baujahr:	2006
<u>Mast:</u>	Hersteller:	Bentec
	Typ:	MVL-770 142-28
	Höhe:	55 m
<u>Unterbau:</u>	Hersteller:	Bentec
	Typ:	SB-770-450-30
<u>Top-Drive:</u>	Hersteller:	National Oilwell Varco
	Typ:	TDS 11 SDA
<u>Stromerzeugung:</u>	Hersteller:	Caterpillar
	Typ:	Four (4) x CAT 3512
<u>Spülpumpe:</u>	Hersteller:	Wirth
	Typ:	3 x TPK 7 ½" x 12" / 1600
<u>Desander:</u>	Hersteller:	National Oilwell Brandt
	Typ:	3 x VSM 300
<u>Antrieb:</u>	Hersteller:	Zollern Dorstener (Getriebe)
	Typ:	GH 1500 EG-AC-L

6.) **Messergebnisse**

Zur Beurteilung der Geräuschsituation der Landbohranlage T-208 erfolgten folgende Messungen:

- Schallmessungen in einer Entfernung von 100 m zum Bohrloch zur Ermittlung des immissionsrelevanten Gesamtschallleistungspegels
- Ermittlung von Teilschallleistungspegeln an den immissionsrelevanten Lärmquellen auf dem Bohrplatz
- Schwingungsmessung an der Struktur diverser Anlagenkomponenten

Weiterhin erfolgte im Nah- und Fernfeld eine Ton- und Impulshaltigkeitsanalyse der Geräusche der Bohranlage. Aufbauend auf den Messergebnissen wird mit Hilfe der Software Cadna/A[®] die Schallausbreitung für das Fernfeld berechnet.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der schall- und schwingungstechnischen Untersuchung dargestellt.

6.1. Immissionsmessungen

Zur Ermittlung des immissionsrelevanten Gesamtschallleistungspegels der Landbohranlage T-208 erfolgten Geräuschmessungen an insgesamt acht Messpunkten in einer Entfernung von 100 m zum Bohrloch. Die Mikrofonhöhe betrug $h = 1,5$ m. Um die Bohranlage befand sich in Teilbereichen ein ca. 3 m hoher aufgeschütteter Erdwall. Ansonsten lag vom Bohrplatz zu den Messpunkten freie Schallausbreitung vor. Im Anhang B ist der in Ebenthal vorgefundene Aufbau des Bohrplatzes mit den acht gewählten Messpunkten dargestellt.

In der folgenden Tabelle ist der an den Messpunkten ermittelte Schalldruckpegel L_{Aeq} aufgeführt. Untersucht wurden die Betriebsvarianten "Bohren" und "Tripfen".

Messpunkt	Schalldruckpegel L_{Aeq} [dB(A)]	
	Variante "Bohren"	Variante "Tripfen"
MP_1	53,0	52,4
MP_2	53,1	52,3 ¹⁾
MP_3	53,2	52,1
MP_4	53,6	51,9 ¹⁾
MP_5	54,4	51,6
MP_6	57,3 ²⁾ (55,8)	54,9
MP_7	56,6	53,4
MP_8	57,0 ²⁾ (55,9)	52,9
Mittelwert	54,7	52,8

1) Betriebsbedingt kein Messwert vorhanden, Mittelwert aus den benachbarten Sektoren.

2) Die Messpunkte befanden sich auf dem Erdwall in einer Höhe von ca. 4,5 m. Eine Berechnung in $h = 1,5$ m ohne Wall nach [10] ergibt 1,1 bzw. 1,5 dB niedrigere Pegel. Deshalb wird der in Klammern stehende Pegel zur Berechnung des Mittelwertes herangezogen.

Tabelle 2: Schalldruckpegel am Messpunkt, Variante "Bohren" und "Tripfen".

In Anhang C sind die während der Variante "Bohren" ermittelten Terz- und Schmalbandfrequenzspektren dargestellt.

In der vorgefundenen Situation ist das "Bohren" im Gegensatz zum "Trippen" ca. 2 dB lauter. Weitere Messungen bei maximaler Hakenlast waren während des "Trippens" betriebsbedingt nicht möglich, so dass gegebenenfalls von etwas höheren Immissionspegeln durch Abstrahlung des Hebewerks auszugehen ist.

Subjektiv wurde beim "Bohren" in erster Linie die Geräuschemissionen des Top-Drive wahrgenommen. Während der Variante "Trippen" ist das vom Hebewerk abgestrahlte, tonhaltige Geräusch maßgebend. An den Messpunkten MP_6 bis MP_7 existieren in beiden Varianten die höchsten Pegel. Hier ist akustisch der Einfluss der Spülpumpen am stärksten. An den oben genannten lauterer Messpunkten werden vor allem hochfrequente Einzeltöne der Antriebe der Spülpumpen wahrgenommen.

Der Gesamtschallleistungspegel der Bohranlage T-208 berechnet sich in Anlehnung an [2] wie folgt:

$$L_W = L_{Aeq} + 10 \cdot \log \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

mit

L_W = Schallleistungspegel in dB(A)

L_{Aeq} = Schalldruckpegel in dB(A)

S = Messflächeninhalt in m²

S_0 = 1 m² Bezugsflächeninhalt

Die Messfläche ist - bezogen auf die bodennahen Schallquellen - eine Halbkugel. Der Messflächeninhalt beträgt somit $S = 62.831 \text{ m}^2$. Aufgrund der Position des Top-Drive ist die Abstrahlfläche größer als die einer Halbkugel. Der Unterschied des Messflächeninhaltes zur Halbkugel wird mit einem Zuschlag von 2 dB berücksichtigt.

Folgender immissionsrelevanter Schallleistungspegel L_W wurde für die betrachteten Varianten in einer Höhe von 1,5 m ermittelt:

- "Bohren" $L_W = 104,7 \text{ dB(A)}$
- "Trippen" $L_W = 102,8 \text{ dB(A)}$

Der Schalldruckpegel am Immissionsort und somit auch der Schallleistungspegel der Bohranlage ist abhängig von den betriebsabhängigen Geräuschemissionen des Top-Drive. Aufgrund unterschiedlicher Höhe, Drehzahl, Last usw. variiert daher die Schallemission.

Diese Einflüsse wurden durch weitere Messungen zur Ermittlung möglicher Ton- bzw. Impulshaltigkeit untersucht.

Das Ergebnis der Auswertung der Tonhaltigkeit für die Variante "Bohren" zeigt die folgende Tabelle:

Messpunkt	ermittelter Tonfrequenz f [Hz]	berechneter Tonzuschlag K_{TN} [dB]	subjektiver Höreindruck	subjektiver Tonzuschlag K_{TN} [dB]
MP_1	—	0		0
MP_2	355	2	Top-Drive	0
MP_3	—	0		0
MP_4	355	2	Top-Drive, Einzelton vom Antrieb der Spülpumpen	3
	2395	2		
	2605	2		
MP_5	2395	2	Einzelton vom Antrieb der Spülpumpen	3
	2605	2		
MP_6	— ¹⁾	— ¹⁾	Einzelton vom Antrieb der Spülpumpen	3
MP_7	101	1	Geräusche aus dem MiSwaco-Container, Desander, Top-Drive	3
	355	2		
MP_8	— ¹⁾	— ¹⁾		0

1) keine rechnerische Auswertung möglich

Tabelle 3: Subjektive und rechnerische Auswertung der Tonhaltigkeit an den acht Messpunkten in einer Entfernung von 100 m zum Bohrloch.

Subjektiv wird an den Messpunkten ein breitbandiges Rauschen des Top-Drive wahrgenommen. Befindet sich der Top-Drive im unteren Bereich der Bohranlage, ergibt sich rechnerisch bei der Frequenz $f = 355 \text{ Hz}$ ein Tonzuschlag von $K_{\text{TN}} = 2 \text{ dB}$ (subjektiv untergeordnet). Diese Frequenz deutet auf einen von den Ventilatoren des Top-Drive abgestrahlten Einzelton hin.

Im Bereich der Messpunkte MP_4 bis MP_7 ist deutlich der Einfluss des Antriebs der Spülpumpen wahrzunehmen. Diese hochfrequenten Einzeltöne sind unangenehm. Gemäß des subjektiven Höreindrucks wird ein Tonzuschlag von $K_{\text{TN}} = 3 \text{ dB}$ vergeben. Es ist davon auszugehen, dass es in einer Höhe von $h = 5 \text{ m}$ (entspricht dem ersten Obergeschoss) aufgrund der geringeren Abschirmwirkung des Walls zu einem höheren Tonzuschlag kommt.

Zusätzlich fand im Fernfeld der Bohranlage (ca. 380 m Entfernung zum Bohrloch) eine Übersichtsmessung zur Prüfung auf Tonhaltigkeit statt. Die rechnerische Auswertung nach DIN 45681 [5] ergibt hier einen Zuschlag von $K_{\text{TN}} = 1 \text{ dB}$.

Eine Impulshaltigkeit liegt während der Variante "Bohren" rechnerisch und subjektiv an keinem Messpunkt vor.

Da das "Tripfen" nur für eine kurze Zeit untersucht werden konnte, ist eine vollständig abgesicherte, rechnerische Aussage zur Tonhaltigkeit nicht möglich. Nach dem subjektiven Höreindruck ist jedoch das vom Hebewerk abgestrahlte Geräusch tonhaltig.

Eine Impulshaltigkeit kann unter Volllast nicht ausgeschlossen werden, wenn das Bohrgestänge während des Handlings, z. B. im Bereich der Fingerbühne, an Metall anschlägt.

6.2. Schall- und Schwingungsmessungen

Auf der Grundlage von Schallmessungen im Nahbereich der immissionsrelevanten Lärmquellen auf dem Bohrplatz erfolgt die Bestimmung von Teilschallleistungspegeln. Weiterhin wurden Schwingungsmessungen durchgeführt, mit deren Hilfe eine Körperschall induzierte Luftschallabstrahlung analysiert wurde.

Auf Basis dieser Daten werden durch eine Schallausbreitungsberechnung die Immissionspegelanteile der Einzelschallquellen in der Nachbarschaft ermittelt. Zusätzlich dient diese Berechnung zum Abgleich der Messergebnisse in 100 m Abstand zum Bohrloch. Aufbauend auf den Ergebnissen kann eine gezielte Lärminderungsplanung abgeleitet werden.

Die Berechnung der Geräuschimmissionen erfolgt mit Hilfe der Software Cadna/A® [10], gemäß DIN ISO 9613-2 [4]. Zur Berücksichtigung der meteorologischen Korrektur C_{met} wird $C_0 = 2$ angesetzt. Die relative Luftfeuchte beträgt 70 %, der Luftdruck 1.013,5 hPa.

Die Variante "Tripfen" konnte betriebsbedingt zum Zeitpunkt der Messung nicht ausreichend lange betrieben werden, so dass für einzelne Lärmquellen lediglich eine Abschätzung erfolgte (inklusive Plausibilitätsprüfung).

Die schalltechnische Untersuchung bezieht sich auf die Variante "Bohren" und ist für den Tages- und Nachtzeitraum akustisch weitgehend konstant. Das Handling des Bohrgestänges ist situationsabhängig impulshaltig (z. B. Anschlagen an der Fingerbühne etc.).

Für die Schallausbreitungsberechnungen wurden aus rechentechnischen Gründen Punkt-, Linien- und Flächenschallquellen verwendet. Die folgenden Tabellen zeigen die ermittelten Teilschallleistungspegel der Lärmquellen und deren Höhe über Grund. Die Lage der Schallquellen ist im Anhang A dargestellt.

Lfd. Nr.	Schallquelle	Kurzbeschreibung (akustische Relevanz)	Schallleistungspegel L_w [dB(A)]	Höhe über Grund [m]
1)	Top-Drive	Antrieb und Ventilatoren	102,5	35 ³⁾
2)	Spülpumpen	Antrieb	103,0	1,5
3)	Hydac-Ventilator ¹⁾	Abluftgitter im Unterbau des Bohrturms	92,4	3,0
4)	Stromerzeugung	Abgasluft	84,0	3,5
5)	MiSwaco- Container ²⁾	Lüftungsgitter West	88,5	5,5
		Lüftungsgitter Ost	88,5	5,5
		Lüftungsgitter Nord	85,0	5,5
		Mud-Rutsche	96,0	4,0
6)	Desander	Türöffnung Nord	84,0	4,0
		Türöffnung Süd	84,0	4,0

1) Der Innenpegel in Ventilatorraum betrug während der Messung $L_i \approx 95$ dB(A).

2) Der Innenpegel im MiSwaco-Container betrug während der Messung $L_i \approx 101$ dB(A).

3) Der Top-Drive ist bei der Bohranlage die höchstgelegene Schallquelle, dessen Position sich betriebsabhängig ändert. In der Schallausbreitung wird eine mittlere Höhe von $H = 35$ m berücksichtigt.

Tabelle 4: Teilschallleistungspegel der Anlagenaggregate (Punktschallquellen).

Lfd. Nr.	Schallquelle	Kurzbeschreibung (akustische Relevanz)	Schallleistungs- pegel L_w [dB(A)]	Mittlere Höhe über Grund [m]
4)	Stromerzeugung ¹⁾	Dachfläche	93,0	2,6
		Zuluft	84,5	1,25
		Fortluft	89,5	1,25
6)	Desander	Öffnungsfläche, Lärmschutzwände	91,6	3,1
7)	Rührwerk	Gitteröffnung	91,2	1,6

1) Der Innenpegel im Container der Stromerzeugung betrug während der Messung im Bereich der Motoren $L_i \approx 110$ dB(A) und im Bereich der Kulissen $L_i \approx 103$ dB(A).

Tabelle 5: Teilschallleistungspegel der Anlagenaggregate (Flächenschallquellen).

Lfd. Nr.	Schallquelle	Kurzbeschreibung (akustische Relevanz)	Schallleistungs- pegel L_w [dB(A)]	Höhe über Grund [m]
2)	Spülpumpen	restliche Komponenten ohne Antrieb	95,0	1,0

Tabelle 6: Teilschallleistungspegel der Anlagenaggregate (Linien-schallquellen).

Die maßgeblichen Emissionsquellen während der Betriebsvariante "Bohren" sind:

- Der Top-Drive, Schallleistungspegel $L_w = 102,5$ dB(A)
- Der Antrieb der Spülpumpen, Schallleistungspegel $L_w = 103,0$ dB(A)

Im Folgenden werden die Messergebnisse einiger ausgewählter Lärmquellen näher dargestellt.

6.2.1 Top-Drive

Der Top-Drive ist auf der Landbohranlage T-208 die höchstgelegene Schallquelle. Mit einer Schallleistung von $L_W = 102,5 \text{ dB(A)}$ hat der Top-Drive im Fernfeld den größten Immissionsanteil. Aufgrund der Höhe erfolgt die Schallausbreitung fast ungehindert. Das folgende Bild zeigt den Top-Drive.

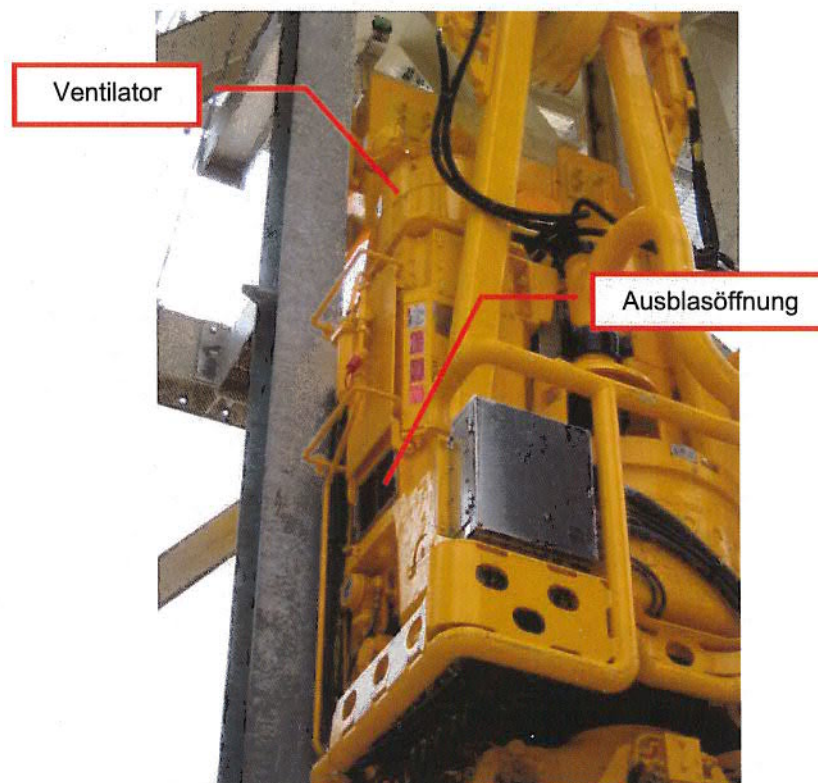


Bild 1:

Top-Drive

Im Bereich der Fingerbühne wurden Schalldruckpegelmessungen während einer Vorbeifahrt des Top-Drive durchgeführt. Der Vortrieb beträgt zum Zeitpunkt der Messung ca. 90 m/h (Drehmoment ca. 7,8 KNm, Bohrkopftiefe ca. 960 m).

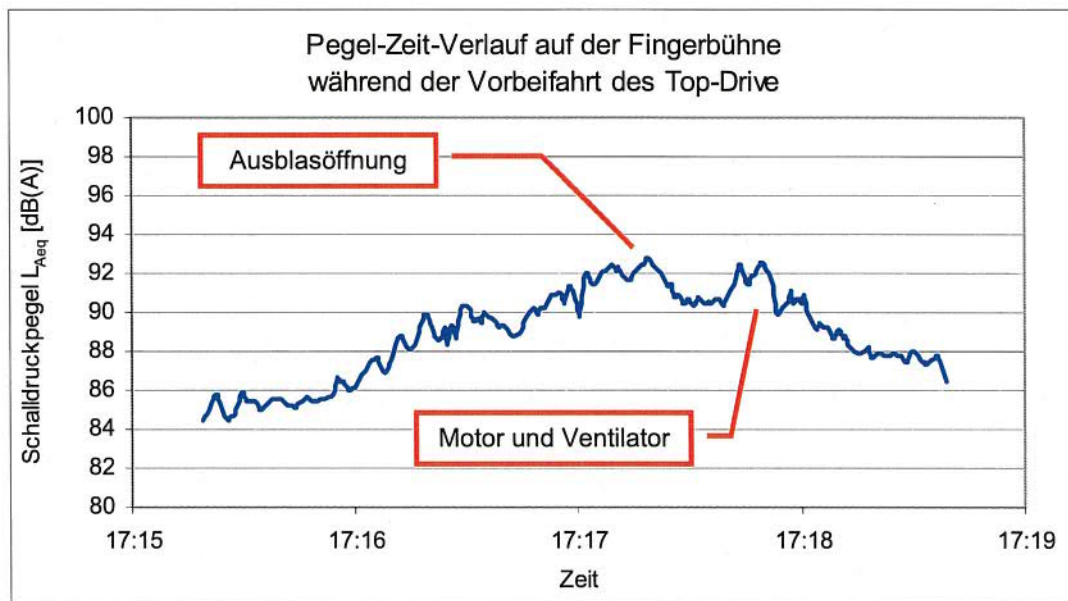


Abbildung 1: Pegel-Zeit-Verlauf während der Vorbeifahrt des Top-Drive an der Fingerbühne.

Analysen ergeben, dass die Ausblasöffnung bzw. der Ventilator die Hauptlärmquellen am Top-Drive sind.

Die folgende Abbildung zeigt ein Terzbandfrequenzspektrum im Bereich der Ausblasöffnung.

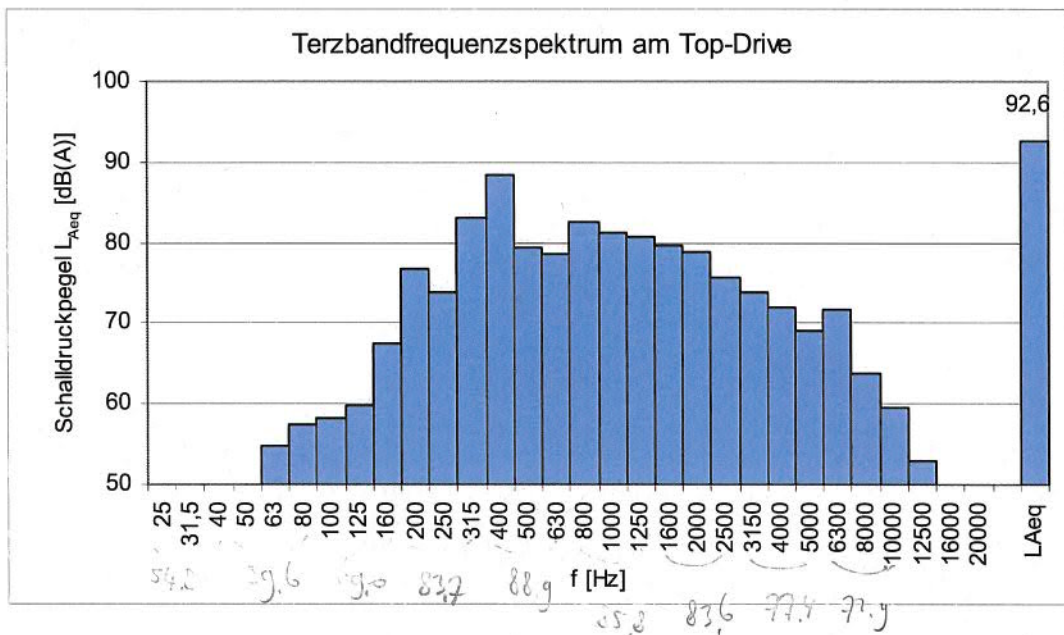


Abbildung 2: Schalldruckpegel L_{Aeq} im Bereich der Ausblasöffnung des Top-Drive.

Auffällig ist das erhöhte Terzfrequenzband bei $f = 400$ Hz. Es wird ein Einzelton bei $f = 355$ Hz abgestrahlt, der die Schallemission maßgeblich bestimmt.

In Abhängigkeit des Drehmomentes werden Wechselkräfte auf den Stahlturm übertragen und als Luftschall abgestrahlt. Zeitweilig waren Dröhn- und Klappergeräusche zu hören (Sekundäreffekte).

6.2.2 Spülpumpen

Ein Bestandteil der Landbohranlagen T-208 sind drei Spülpumpen. Bild 2 zeigt eine Ansicht der Pumpen von oben.

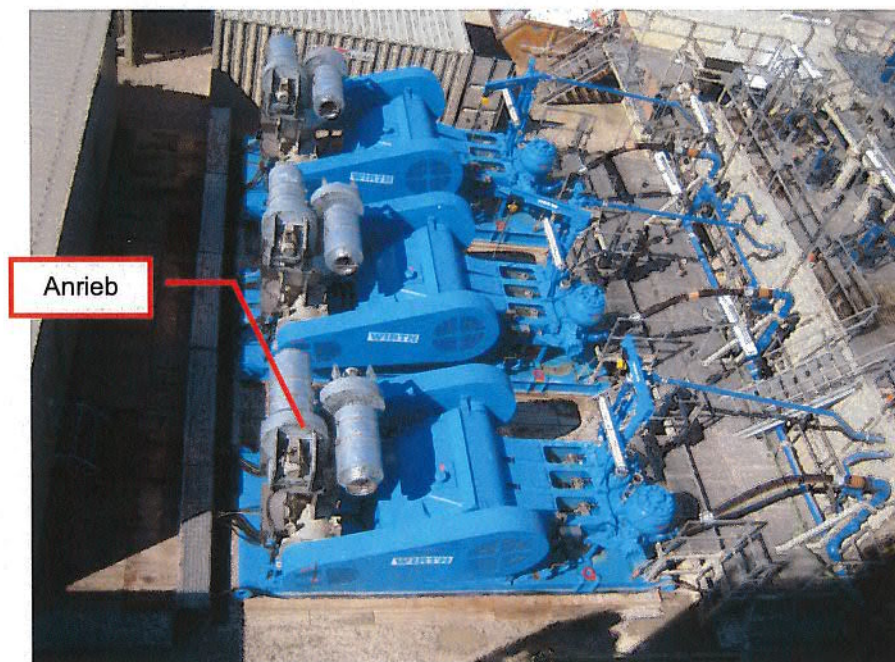


Bild 2: Spülpumpen

Die Antriebe haben jeweils eine Schallleistung von $L_w = 103 \text{ dB(A)}$ und erzeugen hochfrequente Einzeltöne, die durch die Leistungselektronik der Umrichter angeregt und durch die Motoren abgestrahlt werden. Auf dem Gelände der Bohranlage werden diese Töne subjektiv stark wahrgenommen. Die restlichen Anlagenkomponenten der Spülpumpen sind akustisch untergeordnet.

Die folgende Abbildung zeigt ein Schmalbandfrequenzspektrum im Nahbereich des Antriebs (Hubzahl: 83 1/min, Spüldruck 170 bar).

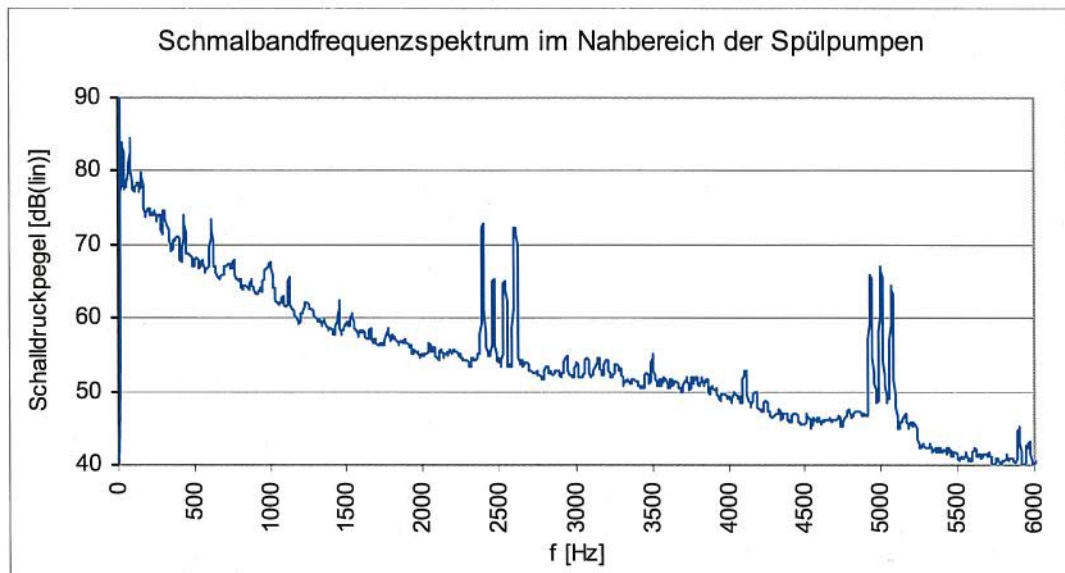


Abbildung 3: Schmalbandfrequenzspektrum im Nahbereich der Spülpumpen.

Es sind jeweils mehrere Einzeltöne im Bereich der Frequenzen $f = 2.500 \text{ Hz}$ und $f = 5.000 \text{ Hz}$ vorhanden, die zum Teil $> 20 \text{ dB}$ aus dem Spektrum hervortreten.

Die zur Kühlung der beiden Antriebsmotoren eingesetzten Radiallüfter verfügen saugseitig über Schalldämpfer. Druckseitig befinden sich Tropfenabscheider. Schalldämpfer fehlen.

6.2.3 Desander

Die drei Desander sind von einer nach oben hin offenen Schallschutzwand umgeben. Auf dem Gelände der Bohranlage wird im Bereich der Silotürme ein tieffrequentes Wummern wahrgenommen.

Die Schmalbandfrequenzanalyse zeigt, dass viele harmonischen Einzeltöne mit der Grundfrequenz $f = 33 \text{ Hz}$ auftreten.

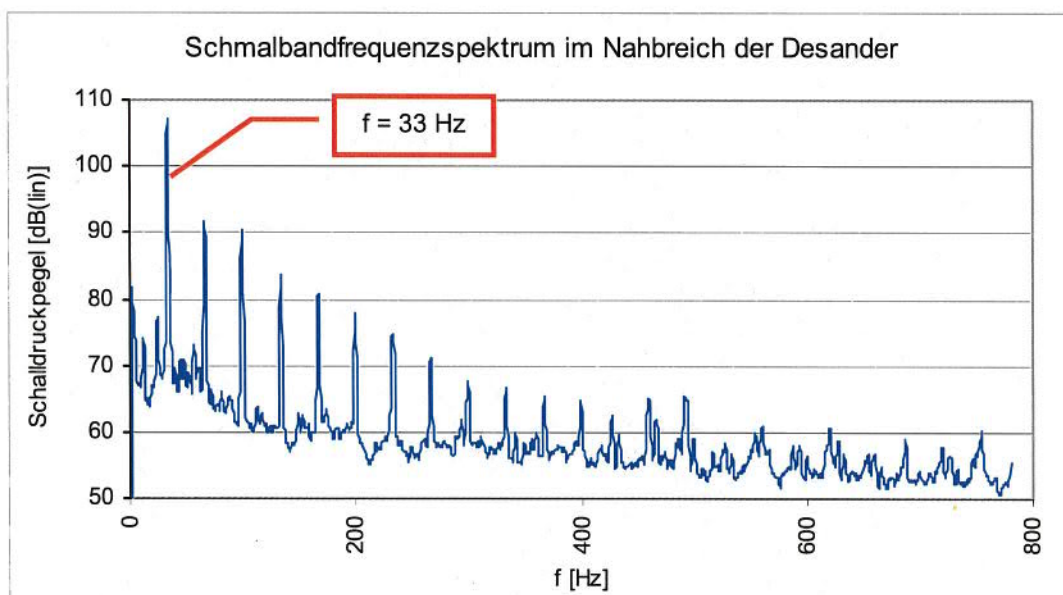


Abbildung 4: Schmalbandfrequenzspektrum im Nahbereich der Desander.

Die Schallschutzwände werden durch Körperschall angeregt und strahlen Luftschall ab.

Das folgende Bild zeigt eine Ansicht auf die Desander.

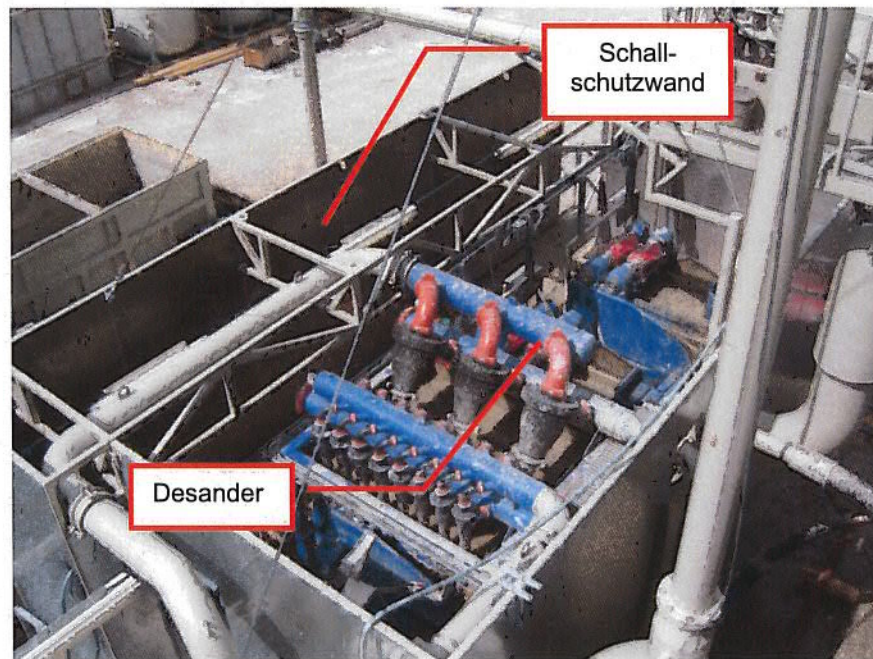


Abbildung 5: Desander

Eine Schwingungsmessung am Fuß der Desander und auf der Schallschutzwand zeigt das Schwingen der Wand.

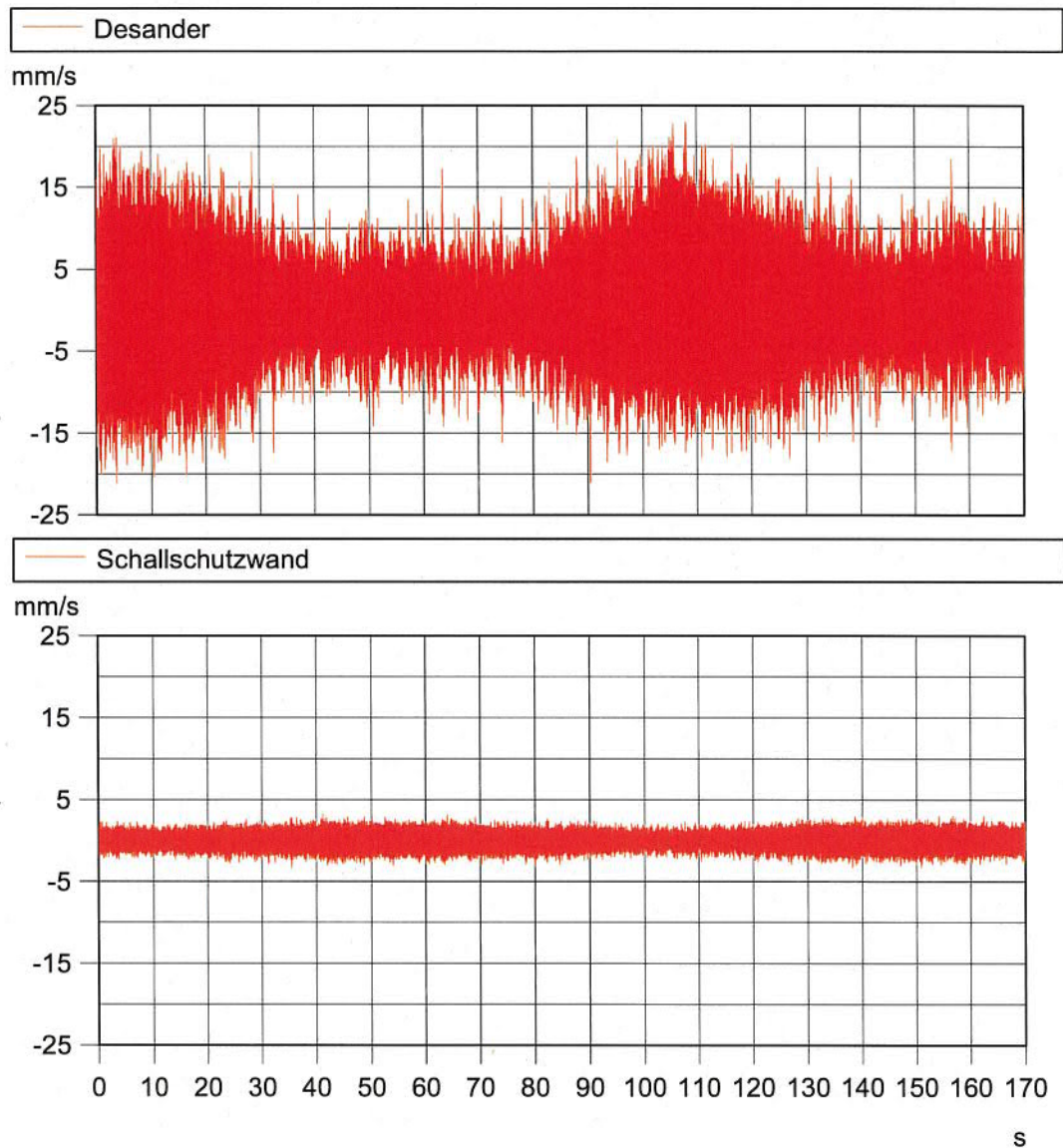


Abbildung 6: Schwinggeschwindigkeit v_i am Fuß des Desanders und der Schallschutzwand.

Die Schwingungsmessung macht deutlich, dass durch die elastische Lagerung der Siebe ein Großteil der Schwingenergie isoliert wird. Dennoch wird über die Schallschutzwand Luftschall abgestrahlt, der z. B. im Bereich der Silotürme als "Wummern" wahrgenommen wird. Des Weiteren liegt eine Modulation der Schwingungen vor, die durch geringe Drehzahlunterschiede entsteht.

6.2.4 Hebewerk

Weiterhin erfolgten Schall- und Schwingungsmessungen im Bereich des Hebewerks. Das folgende Bild zeigt die Lage der Messpunkte. Zum Zeitpunkt der Messung wurde die Bohranlage konstant mit einem Vortrieb von 120 m/h betrieben.

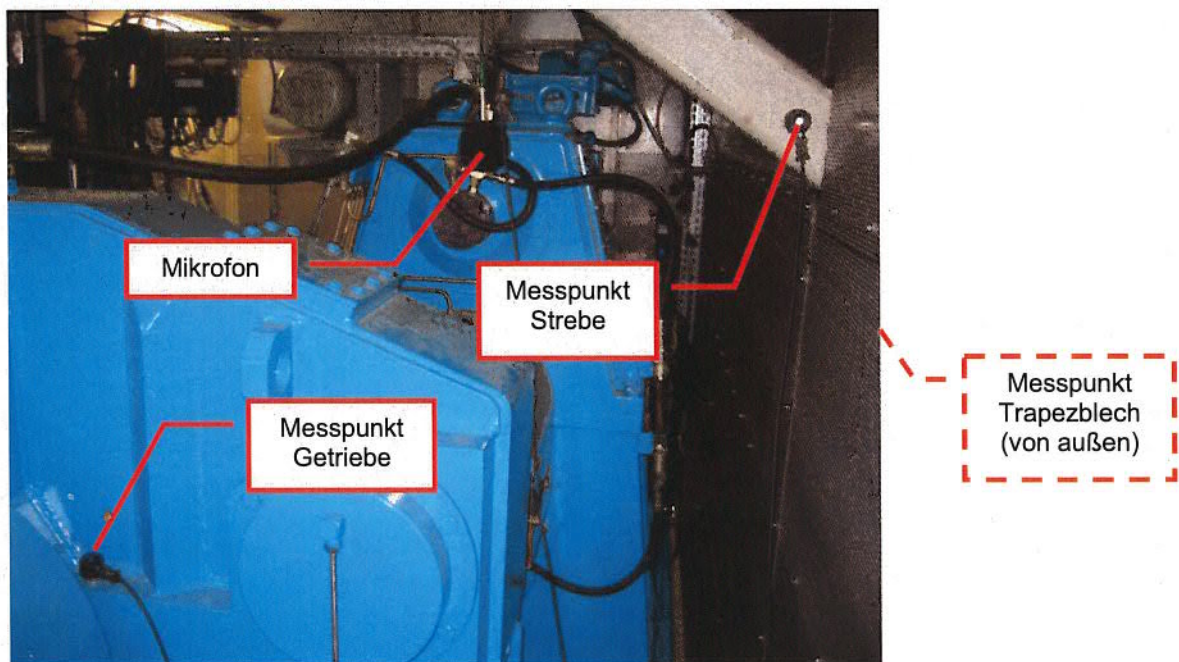


Bild 3: Lage der Messpunkte am Hebewerk.

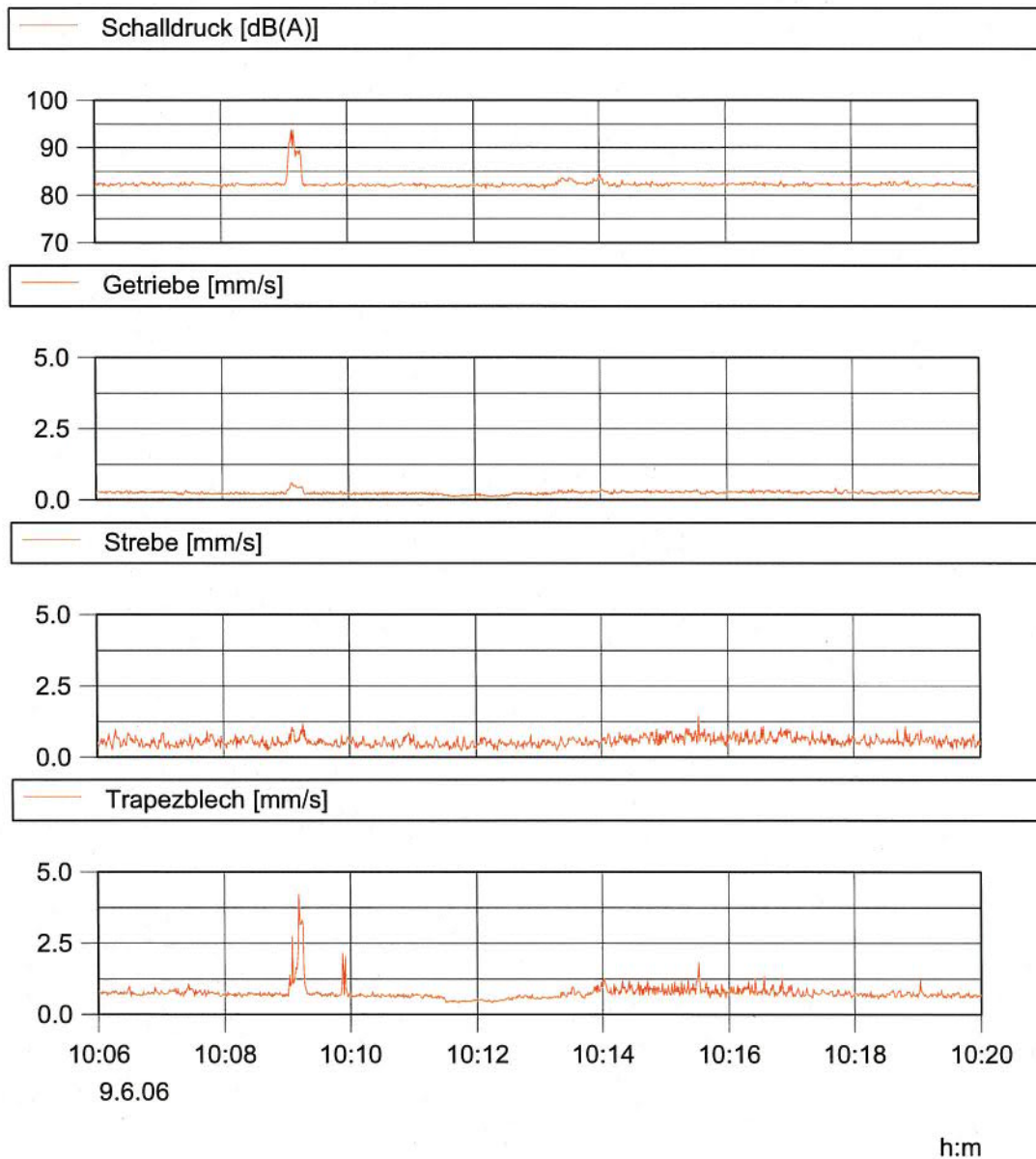


Abbildung 7. Zeitverlauf der Schwinggeschwindigkeit und des Schalldruckpegels.

Während der hier auszugsweise dargestellten 14-minütigen Messung wurde kontinuierlich bei einem Vortrieb von 120 m/h gebohrt. Lediglich um 10:09 Uhr wurde aufgrund "Luft in der Spülung" kurzzeitig das Bohrgestänge gezogen.

Im Bereich des Hebewerks liegt während des Bohrens ein Schalldruckpegel von $L_p \approx 82 \text{ dB(A)}$ vor. Das Ziehen des Bohrgestänges erzeugt Geräuschspitzen bis 95 dB(A) .

Auffällig ist, dass die Schwingungen vom Getriebe über die Strebe bis hin zum Trapezblech verstärkt werden. Von dort aus wird über die Außenflächen Luftschall abgestrahlt.

Weiterhin werden beim Spülen (kann in etwa mit der Variante "Tripfen" verglichen werden) Einzeltöne vom Schaltgetriebe erzeugt und über die Struktur als Luftschall abgestrahlt.

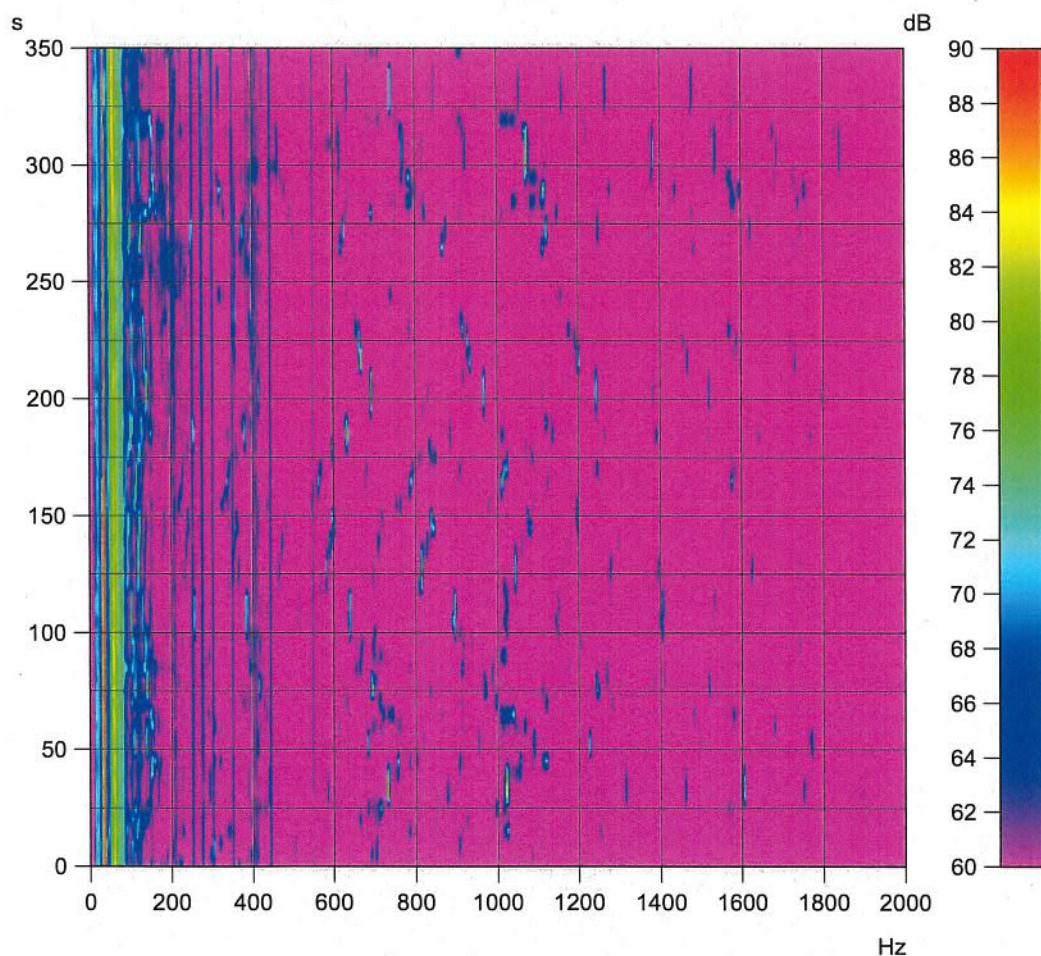


Abbildung 8: Schmalbandfrequenzspektrum im Bereich des Hebewerks.

Im tieffrequenten Bereich ist deutlich die Grundfrequenz $f = 33 \text{ Hz}$ sowie deren Harmonische des Desander zu erkennen. Auffällig sind jedoch die vielen kurzzeitig auftretenden Einzeltöne im Frequenzbereich $f = 500$ bis $f = 2.000 \text{ Hz}$. Der Betrieb des Hebewerks erzeugt stark tonhaltige Geräusche, die auch im Fernfeld deutlich wahrnehmbar und damit immissionsrelevant sind.

Das Schaltgetriebe ist geradverzahnt. Das Hebewerk selbst verfügt über ein schrägverzahntes Getriebe.

7.) Maßnahmen zur Lärminderung

Die durchgeführte schall- und schwingungstechnische Untersuchung hat ergeben, dass zwei immissionsrelevante Hauptlärmquellen an der Landbohranlage T-208 vorliegen:

- der Top-Drive; $L_w = 102,5 \text{ dB(A)}$
- die Antriebe der Spülpumpen; $L_w = 103,0 \text{ dB(A)}$

Um im Fernfeld eine entsprechende Lärminderung realisieren zu können, ist es notwendig an diesen beiden Quellen eine gezielte Lärminderung durchzuführen. Weiterhin besteht Lärminderungspotenzial an folgenden Quellen:

- Hydac-Ventilator
- Desander
- MiSwaco-Container
- Hebewerk
- Ausnutzung der Richtcharakteristik der Bohranlage
- Lärmschutzwall

Mit den folgenden beschriebenen Maßnahmen zur Lärminderung lässt sich der Schalldruckpegel im Fernfeld um bis zu 5 dB reduzieren.

Top-Drive

Der Top-Drive ist bei der Landbohranlage T-208 die höchstgelegene Schallquelle mit einer Schalleistung von $L_w = 102,5 \text{ dB(A)}$. Aufgrund der Höhe wird diese Lärmquelle kaum bzw. nur geringfügig abgeschirmt. Der Ventilator des Top-Drive verursacht in 100 m Abstand zum Bohrloch einen rechnerischen Tonzuschlag von 1 dB bei einer Frequenz von $f = 355 \text{ Hz}$. In Abschnitt 6.2.1 wird deutlich, dass der Großteil der Schallenergie durch die Ausblasöffnung bzw. den Ventilator abgestrahlt wird. An diesen Stellen besteht Potenzial zur Lärminderung (Schalldämpfer, Kapsel, Absorber). Weiterhin kann aus akustischer Sicht der untere Bereich des Top-Drive verkleidet werden.

Wir empfehlen im Zusammenarbeit mit dem Anlagenhersteller eine schalltechnische Optimierung des Top-Drive. Zu beachten ist, dass wenig Bauraum zur Verfügung steht. Bei der Auslegung eines möglichen Schalldämpfers sind die zulässigen Druckverluste zu prüfen. Des Weiteren ist zu prüfen, ob leisere Ventilatoren eingesetzt werden können oder / und eine temperaturgeführte Leistungsregelung möglich ist (Drehzalreduktion).

- Erreichbare Lärminderung ΔL_W : ca. 7 dB

Spülpumpen

Der Antrieb der Spülpumpen erzeugt hochfrequente Einzeltöne. Im Fernfeld führen diese Töne zu einem Tonzuschlag von $K_T > 3$ dB. An den Spülpumpen besteht die Möglichkeit einer (Teil-)Kapselung des Antriebs. Aufgrund der erforderlichen Lärminderung im Frequenzbereich $f = 2.500$ Hz und $f = 5.000$ Hz sind Absorptionseigenschaften im mittleren bis oberen Frequenzbereich notwendig (z. B. Cellofoam Typ HR 290/71 oder akustisch vergleichbar). Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau der Kapselwand. Zu beachten ist, dass bei der Dimensionierung der Kapselbauteile keine unzulässigen Druckverluste entstehen, die die Wärmeabfuhr der Antriebe behindern könnten.

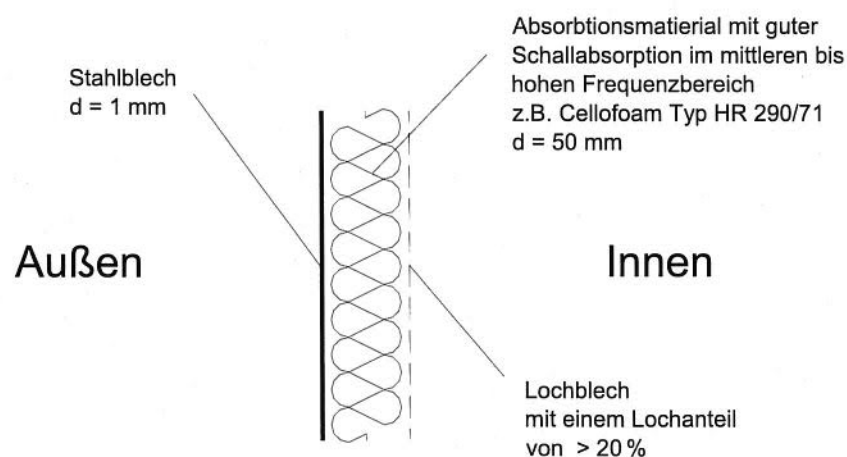


Abbildung 9: Aufbau der Schallschutzkapsel

- Erreichbare Lärminderung ΔL_W : ca. 7 dB
- Beseitigung der Tonhaltigkeit im Fernfeld

Anmerkung: Die Spülpumpen sind auf einem Skid aufgebaut und werden mit Lkw transportiert. Die Abmessungen der Spülpumpen auf dem Skid sind grenzwertig hinsichtlich des Straßentransports. Bisher eingesetzte Kapseln haben sich nicht bewährt, da thermische Probleme auftraten. Ein Ortstermin [12] hat ergeben, dass voraussichtlich unzulässige Druckverluste durch Funkenabscheider entstanden sind. Da hier jedoch Wechselstrommotoren ohne Bürsten eingesetzt werden, kann auf die Funkenabscheider verzichtet und höhere Druckverluste vermieden werden.

Hydac-Ventilator

Der Ventilator ist zum Kühlen der Hydraulik erforderlich und befindet sich im Unterbau des Bohrturmes. Im Inneren dieses schallharten Raumes herrscht ein mittlerer Schalldruckpegel von $L_i \approx 95 \text{ dB(A)}$. Saugseitig ist die Lüftungsöffnung bereits mit einem Kulissenschalldämpfer ausgestattet. Schalltechnisch ist die Saugseite untergeordnet. Im Bereich der Abluft existiert jedoch nur ein Wetterschutzgitter. Hier liegt der Teilschalleistungspegel bei $L_w \approx 93 \text{ dB(A)}$. Wir empfehlen, die Abluftseite ebenfalls mit einem Kulissenschalldämpfer bzw. einer Schallschutzjalousie (z. B. von der Firma IAC) zu versehen. Akustisch relevant ist der mittlere Frequenzbereich. Eine Lärminderung an dieser Quelle wirkt sich im Fernfeld geringfügig aus, jedoch sehr gut im näheren Umfeld der Bohranlage.

- Erreichbare Lärminderung ΔL_w : ca. 5 dB

Desander

Die Lärmschutzwände am Desander wirken im mittleren bis oberen Frequenzbereich $f > 300 \text{ Hz}$ abschirmend. Bei tiefen Frequenzen ist physikalisch bedingt kaum ein lärm-mindernder Effekt zu verzeichnen. Die Ankopplung der Wände an die schwingende Unterkonstruktion führt eher zu einer erhöhten Abstrahlung tieffrequenter Geräusche. Wir empfehlen, die elastische Lagerung der Siebe aus akustischer Sicht zu prüfen und ggf. zu verbessern (Aussteifung unterhalb der Lager, evtl. konz. Massen unter den Federn).

- Beseitigung tieffrequenter Geräusche

MiSwaco-Container

Der MiSwaco-Container befindet sich in der Lokation Ebenthal im westlichen Bereich der Bohrlage. An den Messpunkten MP_6 bis MP_8 hat diese Lärmquelle neben dem Top-Drive und dem Antrieb der Spülpumpen den größten Immissionsanteil. Der mittlere Innenpegel im Container beträgt ca. 101 dB(A). Die freien Querschnitte (Gitteröffnung, Mud-Rutsche) sind soweit wie möglich zu schließen. Andernfalls lässt sich durch gezieltes Aufbringen von Absorptionsmaterial auf die inneren Containerflächen der Innenpegel um ca. 3 dB reduzieren. Somit wirkt sich die Lärminderung positiv auf die Teilschallleistungspegel der Gitteröffnungen aus.

- Erreichbare Lärminderung ΔL_w : ca. 3 dB je Öffnung

Anmerkung:

Neben dem Absorbermaterial besteht zusätzlich auch die Möglichkeit der Installation von Schalldämpfern. Aufgrund des hohen Innenpegels empfehlen wir, weiterhin die Türen des Containers geschlossen zu halten.

Hebwerk

Beim Betrieb des Hebwerkes wird während der Varianten "Bohren" und "Trippen" die gesamte Konstruktion des Unterbaus angeregt. Es wird z. B. über die Trapezbleche und die Stahlkonstruktion der Bohranlage Körperschall angeregt und Luftschall abgestrahlt. Sekundäreffekte, wie z. B. Klappern, können durch Entdröhnungsmaßnahmen reduziert werden (sehr aufwändig). Zur Beseitigung der tonalen Geräusche empfehlen wir, das Schaltgetriebe mit einer Schrägverzahnung auszustatten. Eine Körperschallentkopplung ist aufgrund der großen Kräfte und der erforderlichen Einfederung der Getriebe mit angekoppelter Seil-Trommel nicht sinnvoll.

Richtcharakteristik

Bei dem vorgefundenen Aufbau der T-208 wurden an den acht Messpunkten in 100 m Abstand zum Bohrloch um ca. 4 dB unterschiedliche Pegel gemessen. Demnach besitzt die Landbohranlage eine ausgeprägte Richtcharakteristik. Erhöhte Pegel wurden im Bereich der Messpunkte MP_5 bis MP_7 ermittelt. Hier ist der Einfluss der Spülpumpen am stärksten. Deutlich niedrigere Pegel existieren an den Messpunkten MP_1 bis MP_3.

Die Richtcharakteristik der T-208 sollte bei der Ausrichtung der Landbohranlage mitberücksichtigt werden, um die Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft nicht unnötig zu verschlechtern.

Anmerkung:

Mit Umsetzung von Lärminderungsmaßnahmen an den Antrieben der Spülpumpen wird der Einfluss der Richtwirkung geringer.

Lärmschutzwall

In Ebenthal wurde im Zuge der Einrichtung der Bohranlage ein ca. 3 m hoher Wall aufgeschüttet. Akustisch betrachtet bewirkt dieser Wall im Fernfeld keine nennenswerte Lärminderung. Dennoch empfehlen wir auch für die Zukunft nicht auf den Wall zu verzichten und ihn als Sichtschutz um die gesamte Bohranlage zu errichten.

Weiteres: Der Container der **Stromerzeugung** ist aus akustischer Sicht lärmarm gemäß dem Stand der Technik konstruiert. Die Ausblasöffnungen haben nur einen geringen Schallleistungspegel. Die schallabstrahlenden Bauteile besitzen im Fernfeld nur einen geringen Immissionsanteil. Es ist jedoch darauf zu achten, dass undichte Stellen, wie z. B. auf dem Dach im Bereich der Containerübergänge oder der doppelflügeligen Tür, vermieden werden.

Auf dem Podest des **Rührwerks** wurde ein Schalldruckpegel von $L_p = 75 \text{ dB(A)}$ gemessen. Bezogen auf Lärminderung besteht hier kein Bedarf.

Die Tabelle 7 fasst die vorgeschlagenen Lärminderungsmaßnahmen zusammen:

Quelle	Maßnahme	Verbesserung	Aufwand
Top-Drive	Gesamtoptimierung	> 7 dB	mittel
Spülpumpen	Kapsel	> 7 dB Beseitigung der Tonhaltigkeit	mittel
Hydac-Ventilator	Schallschutzjalousie	> 5 dB	gering
Desander	Verbesserung der elastischen Lagerung	Beseitigung tieffrequenter Geräusche	mittel
MiSwaco-Container	Absorber, ev. Schalldämpfer	> 3 dB je Öffnung	gering
Hebewerk	Getriebetausch / Modifikation	Beseitigung der Tonhaltigkeit	hoch
Richtcharakteristik	In der Planungsphase auf die Ausrichtung achten		gering
Lärmschutzwand	Sichtschutz	kaum	gering

Tabelle 7: Zusammenstellung und Bewertung der vorgeschlagenen Lärminderungsmaßnahmen.

8.) Beurteilung

Die Landbohranlage T-208 kann an verschiedenen Orten weltweit aufgebaut werden. Da es länderspezifisch unterschiedliche Immissionsrichtwerte gibt, werden für eine Vorplanung Abstandstabellen erstellt, mit deren Hilfe die jeweiligen Beurteilungspegel berechnet werden können. Die Schallausbreitungsberechnung erfolgt im Radius von $r = 100$ bis 600 m in Abständen von 100 m. Grundlage der Berechnung sind die ermittelten Teilschallleistungspegel während der Variante "Bohren". Die Schallausbreitungsberechnung wird in einer Höhe von 5,0 m über Grund durchgeführt und entspricht somit dem 1. Obergeschoss eines Wohnhauses. Die Variante "Tripfen" war zum Zeitpunkt der Messung in 100 m Entfernung zum Bohrloch ca. 2 dB leiser als die Variante "Bohren". Im Folgenden werden deshalb nur für die Variante "Bohren" Abstandstabellen angegeben.

Immissionspunkt	Entfernung zum Bohrloch [m]					
	100	200	300	400	500	600
IP_1	56,0 dB(A)	49,1 dB(A)	44,5 dB(A)	41,5 dB(A)	39,1 dB(A)	37,1 dB(A)
IP_2	57,1 dB(A)	50,3 dB(A)	46,4 dB(A)	43,7 dB(A)	41,4 dB(A)	39,6 dB(A)
IP_3	56,6 dB(A)	49,6 dB(A)	45,3 dB(A)	42,4 dB(A)	40,1 dB(A)	38,3 dB(A)
IP_4	57,1 dB(A)	49,4 dB(A)	45,0 dB(A)	42,0 dB(A)	39,6 dB(A)	37,7 dB(A)
IP_5	59,9 dB(A)	52,3 dB(A)	48,0 dB(A)	45,0 dB(A)	42,6 dB(A)	40,7 dB(A)
IP_6	60,4 dB(A)	52,7 dB(A)	48,3 dB(A)	45,4 dB(A)	42,9 dB(A)	41,0 dB(A)
IP_7	59,4 dB(A)	52,7 dB(A)	48,4 dB(A)	45,4 dB(A)	43,1 dB(A)	41,2 dB(A)
IP_8	56,3 dB(A)	49,5 dB(A)	45,3 dB(A)	42,5 dB(A)	40,2 dB(A)	38,5 dB(A)

Tabelle 8: Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung (Ausgangssituation ohne Wall).

In der derzeitigen Situation treten in etwa in 500 m bis 600 m Schalldruckpegel von ca. $L_p = 40$ dB(A) auf. Dies entspricht dem Immissionsrichtwert nach [1] für Allgemeines Wohngebiet (WA). Da eine mögliche Tonhaltigkeit durch die Antriebe der Spülpumpen nicht ausgeschlossen werden kann, sollte die Verwendung eines Zuschlags von 3 dB bei den Berechnungen des Beurteilungspegels abgewogen werden.

Eine berechnete Lärmrasterkarte mit farbiger Darstellung der Beurteilungspegel für die Ausgangssituation ist im Anhang D1 dargestellt.

Die folgende Tabelle 10 zeigt die Berechnungsergebnisse nach [10] unter Berücksichtigung folgender Lärminderung (Tabelle 9):

Lfd. Nr.	Quelle	Schalleistungspegel [dB(A)]	
		Ausgangssituation	nach Lärminderung
1)	Top-Drive	102,5	96,0
2)	Antrieb Spülpumpen	103,0	96,0
3)	Hydac-Ventilator	92,4	88,0
5)	Lüftungsgitter West ¹⁾	88,5	85,5
	Lüftungsgitter Ost ¹⁾	88,5	85,5
	Lüftungsgitter Nord ¹⁾	85,0	82,0
	Rutsche ¹⁾	96,0	93,0

1) am MiSwaco-Container

Tabelle 9: Schalleistungspegel für die Lärminderungsberechnung (Beispiel).

Alle anderen Quellen wurden akustisch wie in der Ausgangssituation angesetzt.

Immissionspunkt	Entfernung zum Bohrloch [m]					
	100	200	300	400	500	600
IP_1	52,4 dB(A)	45,4 dB(A)	41,0 dB(A)	38,1 dB(A)	35,9 dB(A)	34,0 dB(A)
IP_2	52,1 dB(A)	45,3 dB(A)	41,5 dB(A)	38,8 dB(A)	36,6 dB(A)	34,9 dB(A)
IP_3	51,8 dB(A)	44,7 dB(A)	40,6 dB(A)	37,8 dB(A)	35,6 dB(A)	33,8 dB(A)
IP_4	52,3 dB(A)	44,6 dB(A)	40,2 dB(A)	37,4 dB(A)	35,1 dB(A)	33,2 dB(A)
IP_5	55,2 dB(A)	47,6 dB(A)	43,4 dB(A)	40,4 dB(A)	38,1 dB(A)	36,2 dB(A)
IP_6	55,4 dB(A)	47,7 dB(A)	43,4 dB(A)	40,5 dB(A)	38,1 dB(A)	36,2 dB(A)
IP_7	55,1 dB(A)	48,1 dB(A)	43,8 dB(A)	40,9 dB(A)	38,5 dB(A)	36,6 dB(A)
IP_8	52,6 dB(A)	45,5 dB(A)	41,4 dB(A)	38,7 dB(A)	36,5 dB(A)	34,8 dB(A)

Tabelle 10: Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung mit Lärminderungsmaßnahmen (ohne Wall).

Nach dem Vergleich der Lärminderungsvariante mit der Ausgangssituation ergibt sich eine Verbesserung je nach Messpunkt von ca. 3 - 5 dB. In einem Abstand von ca. 300 m bis 400 m vom Bohrloch bis zum Immissionsort könnten die Richtwerte in Deutschland, z. B. für Allgemeines Wohngebiet (WA), eingehalten werden. Anhang D2 zeigt die entsprechende Lärmrasterkarte. Die Genauigkeit der Prognose wird mit 2 dB abgeschätzt.

9.) Anhang

Anhang A: Hauptlärmquellen

Anhang B: Lage der Messpunkte

Anhang C: Terz- und Schmalbandfrequenzspektren in 100 m Entfernung zum Bohrloch.

Anhang D: Lärmrasterkarte

D1: Ausgangssituation

D2: Lärminderung

Anhang A: Hauptlärmquellen

Projekt-Nr.: 806255-01.01

Digitaler Übersichtsplan

mit der Darstellung der Emissionsquellen
auf dem Bohrplatz der Landbohranlage T-208

- + Punktquelle
- Linienquelle
- Flächenquelle
- vert. Flächenquelle
- Haus
- Zylinder
- Schirm
- 3D-Reflektor
- Wall
- Höhenlinie
- Immissionspunkt

Maßstab: 1 : 200

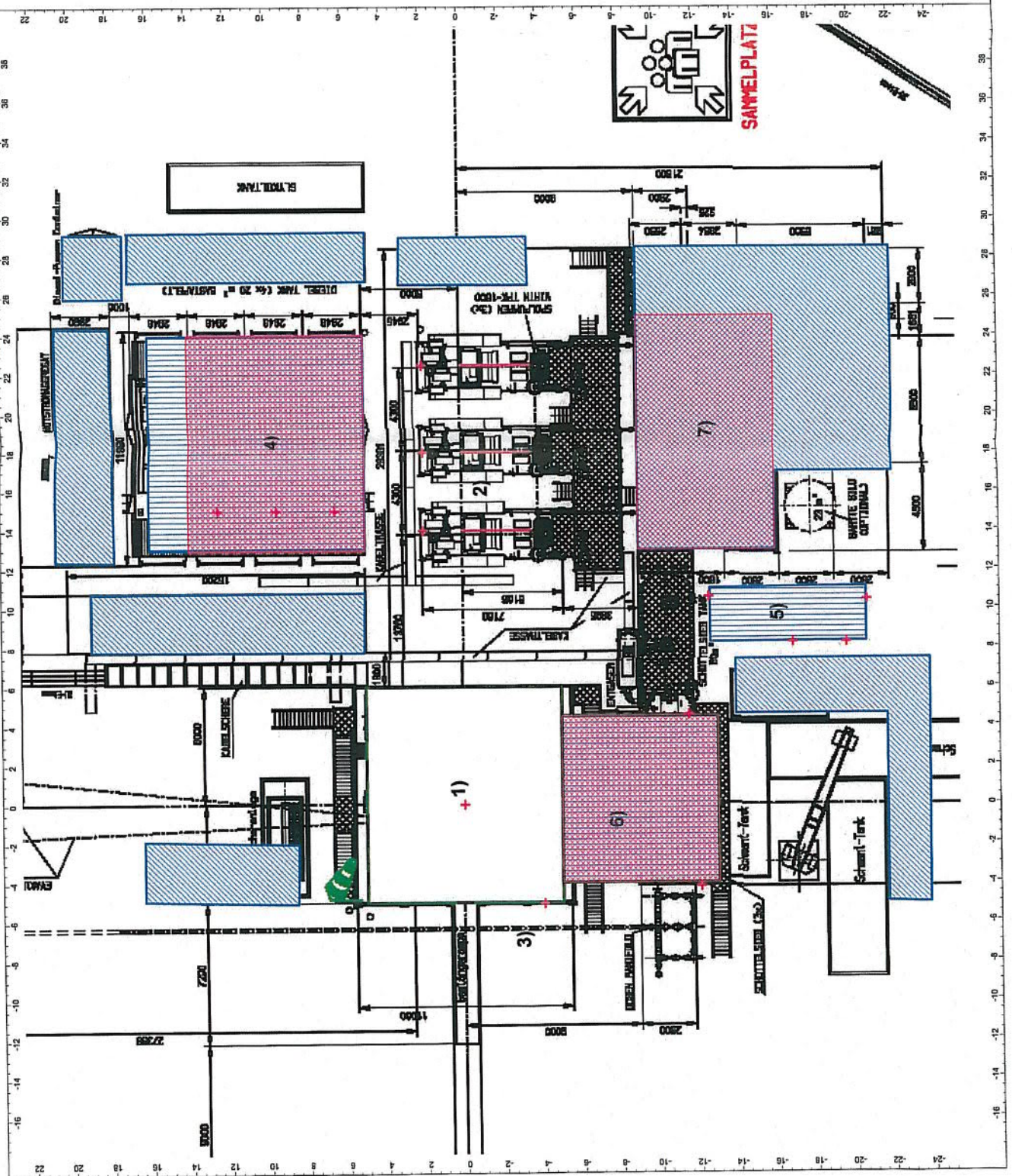
Auftraggeber:

KCA DEUTAG Drilling GmbH

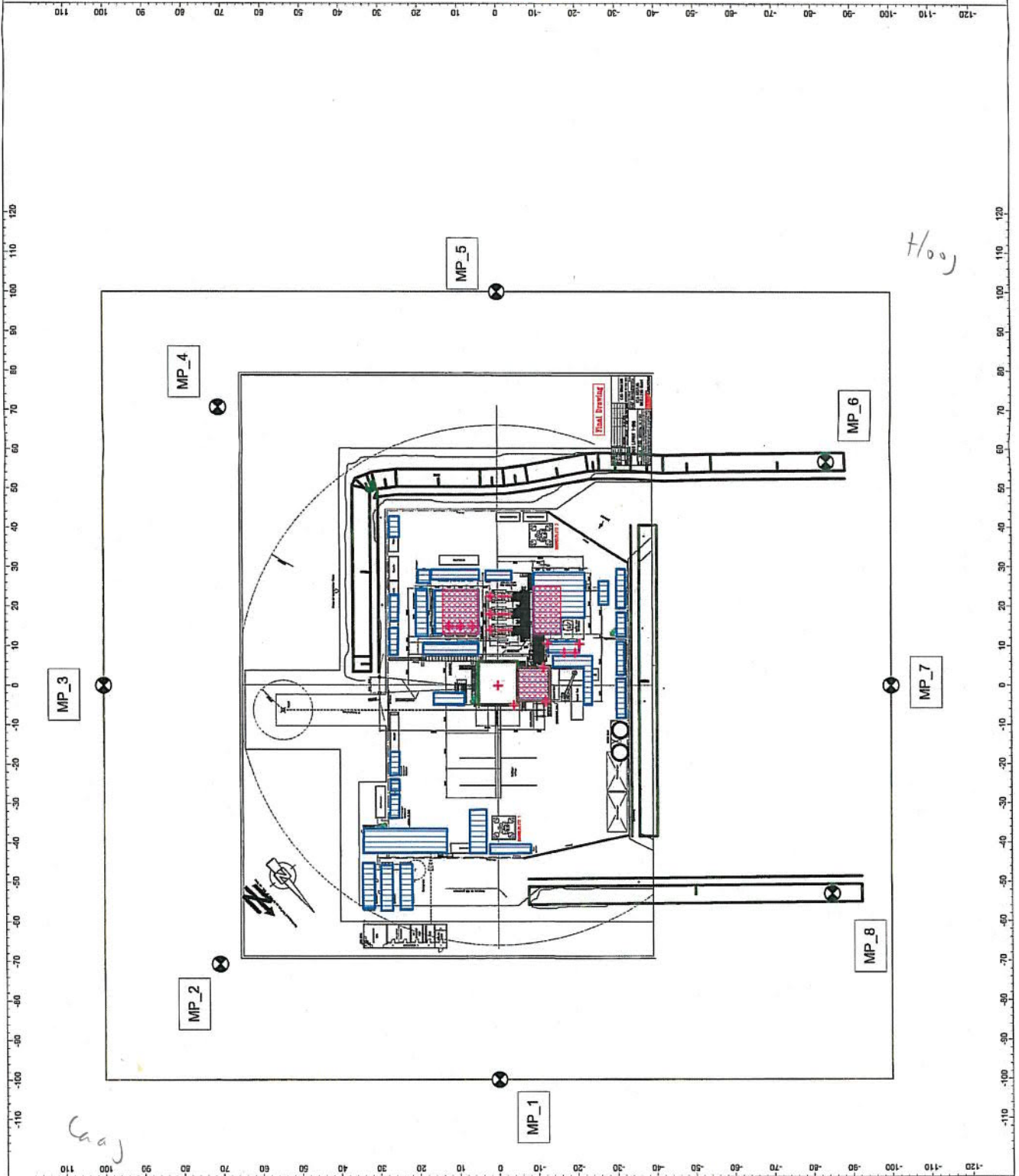
Deilmannstraße 1

49455 Bad Bentheim

Datum: 10.10.05, FH
CadmusA, Version 3.5.115 (32 Bit)
M:\CadmusA\806255-01_KCA\Emissionsquellen.cna



Anhang B: Lage der Messpunkte



Anhang C: Terz- und Schmalbandfrequenzspektren in 100 m Entfernung zum Bohrloch.

Messpunkt MP_1

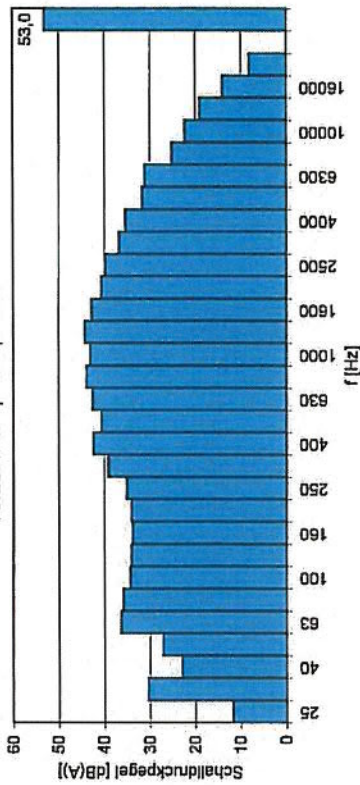
Terz- und Schmalbandfrequenzspektrum

Terzmittenfrequenzen

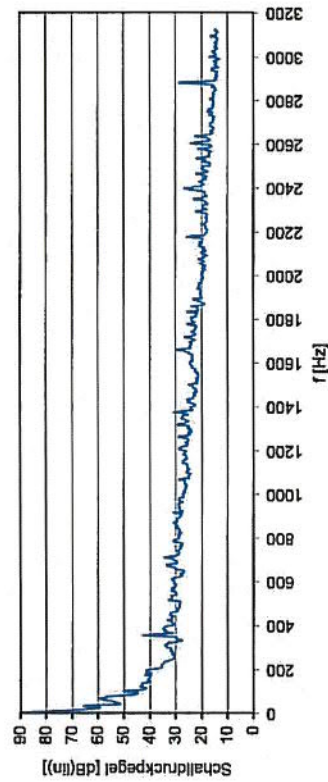
f [Hz] L_{Afreq} [dB(A)]

25	11,7
31,5	30,4
40	23,0
50	27,1
63	36,3
80	35,9
100	34,4
125	34,1
160	33,8
200	34,1
250	35,1
315	39,0
400	42,3
500	40,6
630	42,6
800	43,9
1000	43,1
1250	44,2
1600	42,7
2000	40,5
2500	39,7
3150	36,7
4000	35,3
5000	31,7
6300	31,1
8000	25,1
10000	22,3
12500	19,0
16000	14,0
20000	8,1
Lp	53,0

Terzbandfrequenzspektrum

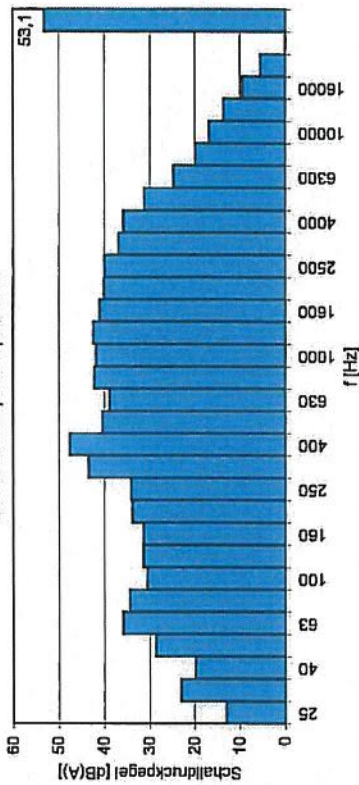
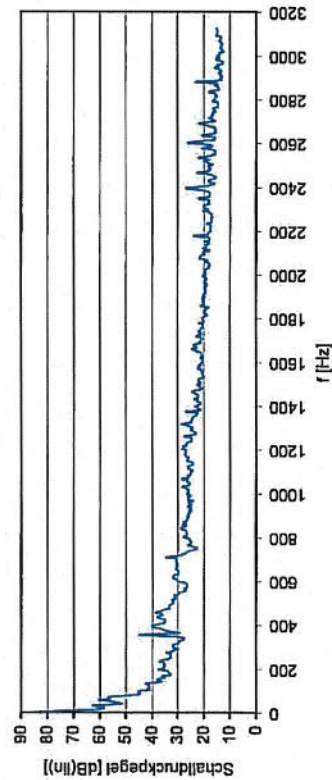


Schmalbandfrequenzspektrum



Messpunkt MP_2
Terz- und Schmalbandfrequenzspektrum
Terzmittenfrequenzen
 f [Hz] $L_{A, f_{\text{req}}}$ [dB(A)]

25	13,0
31,5	23,0
40	19,8
50	28,6
63	35,9
80	34,4
100	30,5
125	31,4
160	31,3
200	33,8
250	34,2
315	43,4
400	47,6
500	40,4
630	38,8
800	42,2
1000	41,8
1250	42,4
1600	41,1
2000	40,0
2500	39,9
3150	36,8
4000	35,8
5000	31,2
6300	24,7
8000	19,8
10000	16,8
12500	13,6
16000	9,5
20000	5,5
Lp	53,1

Terzbandfrequenzspektrum

Schmalbandfrequenzspektrum


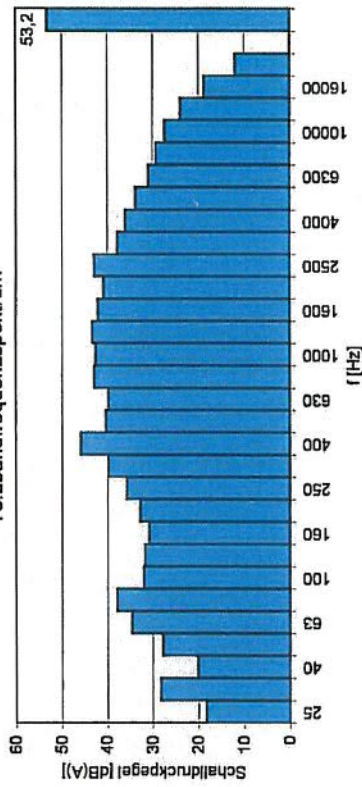
Messpunkt MP_3
Terz- und Schmalbandfrequenzspektrum

Terzmittelfrequenzen

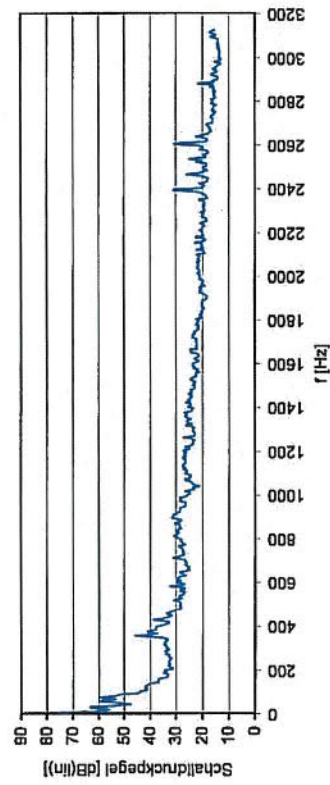
 f [Hz] L_{Aeq} [dB(A)]

25	18,2
31,5	28,3
40	20,1
50	27,8
63	34,6
80	37,9
100	32,0
125	31,8
160	30,8
200	32,8
250	35,8
315	39,8
400	45,9
500	40,3
630	39,7
800	42,8
1000	42,5
1250	43,3
1600	42,1
2000	40,8
2500	42,8
3150	37,7
4000	36,0
5000	33,7
6300	30,9
8000	29,3
10000	27,3
12500	24,0
16000	18,7
20000	12,0
Lp	53,2

Terzbandfrequenzspektrum



Schmalbandfrequenzspektrum



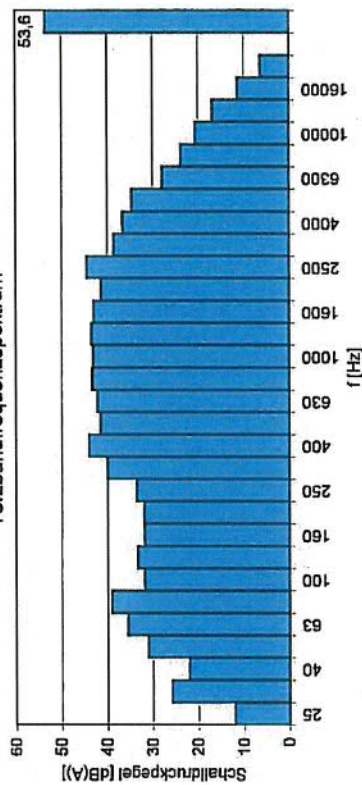
Messpunkt MP_4
Terz- und Schmalbandfrequenzspektrum

Terzmittenfrequenzen

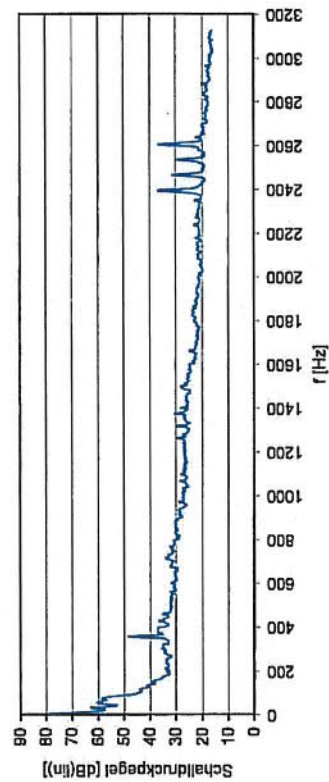
 f [Hz] $L_{A\text{Feq}}$ [dB(A)]

25	12,1
31,5	25,8
40	22,1
50	31,0
63	35,5
80	39,0
100	31,8
125	33,4
160	31,9
200	31,9
250	33,6
315	39,9
400	44,0
500	41,4
630	42,1
800	43,3
1000	43,0
1250	43,4
1600	42,9
2000	41,3
2500	44,4
3150	38,5
4000	36,5
5000	34,5
6300	27,8
8000	23,9
10000	20,7
12500	16,8
16000	11,4
20000	6,3
Lp	53,6

Terzbandfrequenzspektrum



Schmalbandfrequenzspektrum



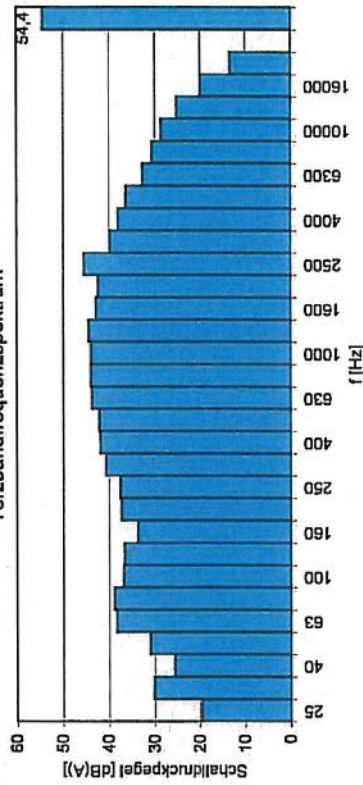
Messpunkt MP_5
Terz- und Schmalbandfrequenzspektrum

Terzmittenfrequenzen

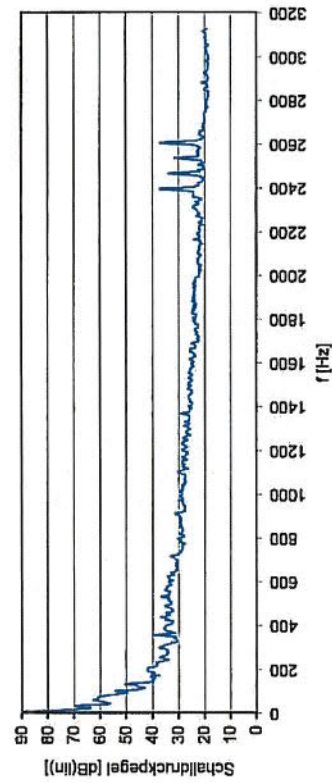
 f [Hz] $L_{A\text{-}f_{\text{eq}}}$ [dB(A)]

25	19,5
31,5	30,1
40	25,7
50	31,0
63	38,3
80	38,8
100	36,8
125	36,6
160	33,7
200	37,2
250	37,5
315	40,6
400	41,9
500	42,1
630	43,7
800	43,9
1000	43,9
1250	44,4
1600	42,8
2000	42,4
2500	45,5
3150	39,8
4000	38,0
5000	36,3
6300	32,6
8000	30,6
10000	28,6
12500	25,2
16000	20,0
20000	13,3
Lp	54,4

Terzbandfrequenzspektrum

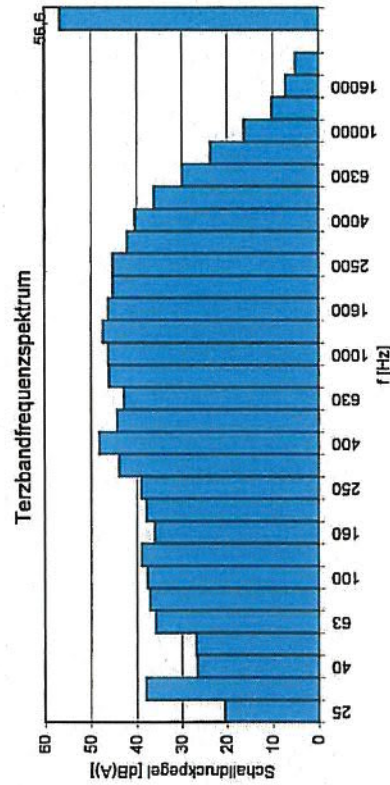
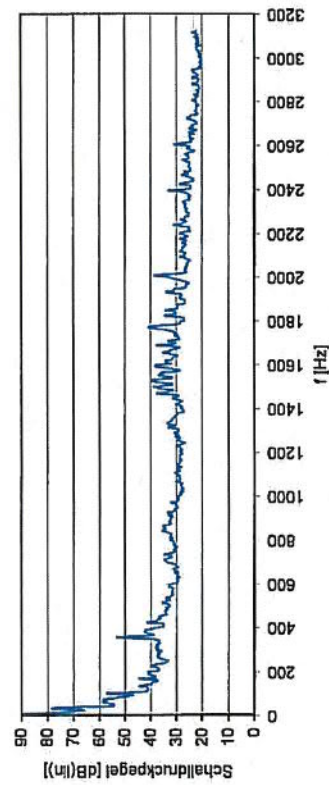


Schmalbandfrequenzspektrum



Messpunkt MP_7
Terz- und Schmalbandfrequenzspektrum
Terzmittenfrequenzen
f [Hz] L_{Af} [dB(A)]

25	20,5
31,5	37,9
40	26,6
50	26,9
63	35,8
80	37,1
100	37,6
125	38,9
160	35,9
200	37,8
250	38,9
315	43,8
400	48,1
500	44,2
630	42,7
800	46,0
1000	46,2
1250	47,3
1600	46,2
2000	45,2
2500	45,2
3150	42,0
4000	40,2
5000	36,1
6300	29,9
8000	23,7
10000	16,2
12500	10,2
16000	7,2
20000	5,0
Lp	56,6


Schmalbandfrequenzspektrum


Anhang D: Lärmrasterkarte

D1: Ausgangssituation

D2: Lärmminderung

D1: Ausgangssituation

Projekt-Nr.: 806255-01.01

Lärmrasterkarte

mit Darstellung der Emissionsquellen
Berechnungshöhe $h=5,0\text{m}$
(Nullpunkt entspricht Zentrum Bohrloch)

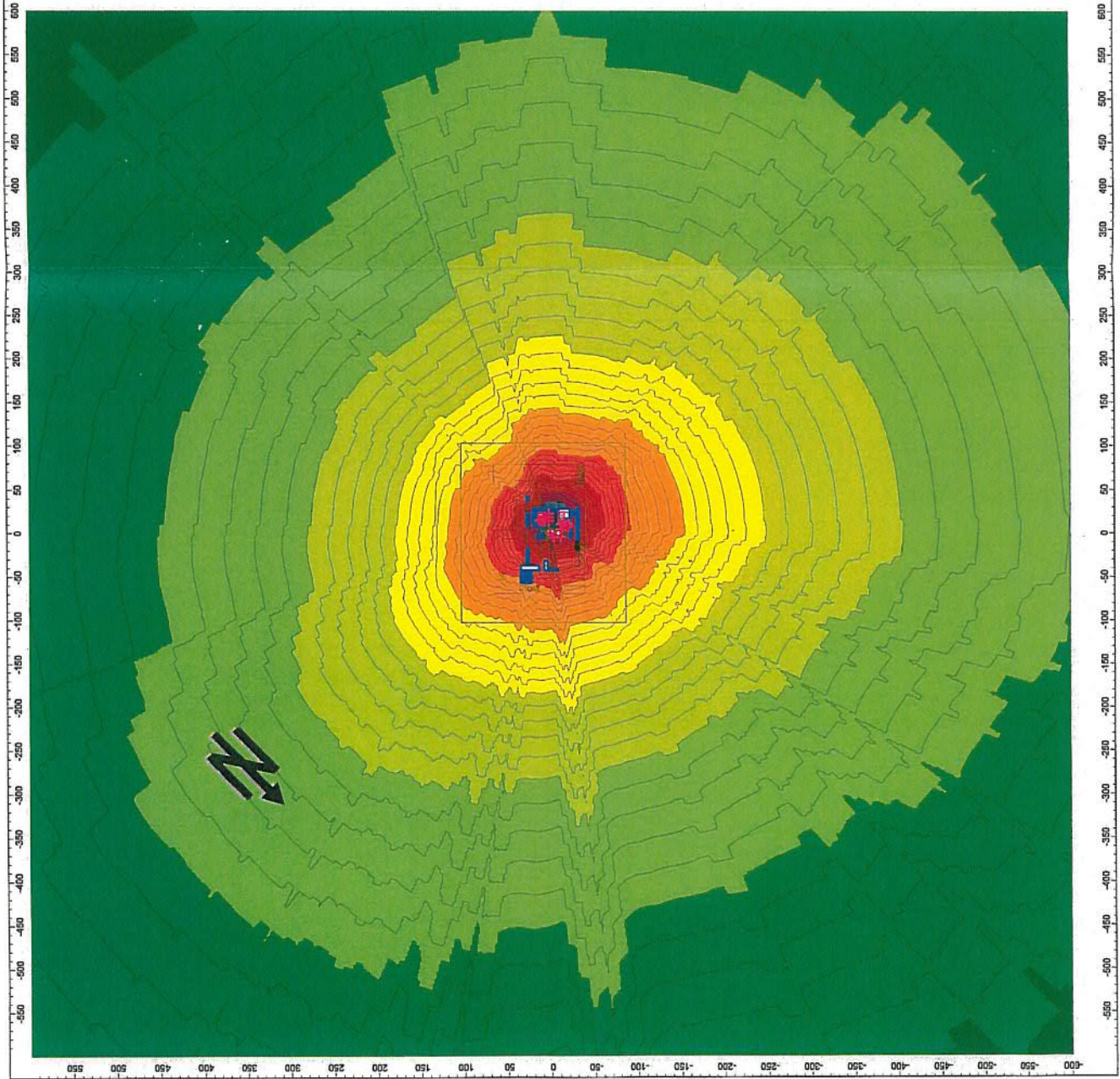
- + Punktquelle
- Linienquelle
- ▨ Flächenquelle
- ▨ vert. Flächenquelle
- ▨ Haus
- Zylinder
- Schirm
- 3D-Reflektor
- Wall
- Höhenlinie
- Immissionspunkt
- Rechengebiet

■	> 30.0 dB
■	> 35.0 dB
■	> 40.0 dB
■	> 45.0 dB
■	> 50.0 dB
■	> 55.0 dB
■	> 60.0 dB
■	> 65.0 dB
■	> 70.0 dB
■	> 75.0 dB
■	> 80.0 dB
■	> 85.0 dB

Maßstab: 1 : 5000

Auftraggeber:

KCA DEUTAG Drilling GmbH
Deilmannstraße 1
48455 Bad Bentheim



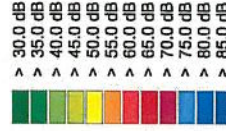
D2: Lärminderung

Projekt-Nr.: 806255-01.01

Lärmrasterkarte

mit Darstellung der Emissionsquellen
Berechnungshöhe h=5,0m
Lärminderungsvariante
(Nullpunkt entspricht Zentrum Bohrloch)

- + Punktquelle
- Linienquelle
- ▨ Flächenquelle
- ▨ vert. Flächenquelle
- ▨ Haus
- Zylinder
- Schirm
- 3D-Reflektor
- ▨ Wall
- ▨ Höhenlinie
- ⊙ Immissionspunkt
- Rechteckgebiet



Maßstab: 1 : 5000

Auftraggeber:

KCA DEUTAG Drilling GmbH
Deilmannstraße 1
48455 Bad Bentheim

