

# Merkblätter

Nr. 25

Leitfaden zur Prognose von  
Geräuschen bei der  
Be- und Entladung von LKW





---

# **Merkblätter**

---

**Nr. 25**

**Leitfaden zur Prognose von Geräuschen  
bei der Be- und Entladung von LKW**  
- **Geräuschemissionen und -immissionen**  
**bei der Be- und Entladung von Containern und**  
**Wechselbrücken, Silofahrzeugen, Tankfahrzeugen,**  
**Muldenkippern und Müllfahrzeugen an**  
**Müllumladestationen**

Bearbeitung: RWTÜV Anlagentechnik GmbH, Essen

im Auftrag des Landesumweltamtes NRW

---

**Landesumweltamt NRW, Essen 2000**

## **Impressum**

Herausgegeben vom  
**Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW)**  
Postfach 10 23 63 • 45023 Essen  
Wallneyer Str. 6 • 45133 Essen  
Telefon (02 01) 79 95 - 0 • Telefax (0201) 79 95 - 1448  
e-mail: poststelle@lua.nrw.de  
Essen 2000

**Autoren:** **Dipl.-Ing. Ekkehard Knothe (RWTÜV) und  
Dipl.-Ing. Hans-Joachim Busche (RWTÜV)**

**Projektbetreuung:** **Dr.-Ing. Wulf Pompetzki (LUA NRW)**

**ISSN 0947-5788 (Merkblätter)**

Gedruckt auf 100 % Altpapier ohne Chlorbleiche

---

Informationsdienste: Aktuelle Umweltdaten aus NRW, Fachinformationen des LUA NRW:  
• **Internet** unter [www.lua.nrw.de](http://www.lua.nrw.de)

Aktuelle Luftqualitätsdaten NRW:

- WDR-Videotext (3. Fernsehprogramm), Tafeln 177 bis 179
- Telefonansagedienst unter (0201) 19 700

Bereitschaftsdienst: Nachrichtebereitschaftszentrale des LUA NRW  
(24-Std.-Dienst): Telefon (0201) 71 44 88

## Vorwort

Geräuschemissionen durch LKW-Ladetätigkeiten auf Betriebsgrundstücken können bei unbedachter Planung leicht zu Belästigungen in der Wohnnachbarschaft führen, dabei sind zwei Arten von Verladevorgängen als besonders geräuschintensiv einzustufen. Während beim kombinierten Ladungsverkehr (KLV) ganze LKW-Aufbauten bewegt werden müssen und daher bereits auf Grund der beteiligten Massen Geräusche nicht vermieden werden können, entstehen die Geräuschemissionen beim Be- und Entladen von Mulden-, Tank- und Silofahrzeugen sowohl durch das bewegte Ladegut als auch durch die eingesetzten Hilfsgeräte.

Daher kommt dem Lärmschutz bei der Wahl des Standortes sowie der Planung solcher Anlagen erhebliche Bedeutung zu. Die sichere Prognose der später entstehenden Geräuschemissionen erfordert dazu Kenntnisse über das Emissionsverhalten der lärmrelevanten Betriebsabläufe. Das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA) hat daher die Geräuschemissionen bei der Be- und Entladung von Spezialfahrzeugen und im kombinierten Ladungsverkehr hinsichtlich der entstehenden Geräuschemissionen untersuchen und repräsentative Emissionsmodelle erarbeiten lassen.

Die Veröffentlichung in der Reihe "Merkblätter" des LUA geschieht in der Hoffnung, damit den mit der Planung solcher Anlagen beteiligten Ingenieurbüros und Behörden eine Arbeitshilfe an die Hand zu geben, die ein frühzeitiges Erkennen von potentiellen Konfliktsituationen gestattet und dadurch hilft, schädliche Umwelteinwirkungen zu vermeiden.



Essen, im August 2000

Dr. Ing. Harald Irmer  
Präsident des  
Landesumweltamtes NRW



## Inhalt

1	Aufgabenstellung .....	6
2	Vorgänge bei der Be- und Entladung .....	8
3	Literaturrecherche zum Stand der Technik, lärmarme Systeme .....	10
3.1	Ladebordwände / Kühlaggregate / Standheizungen .....	10
3.2	Kommunalfahrzeuge .....	12
3.3	Road-Railer-Systeme .....	12
3.4	Umschlag von Containern und Wechselbrücken z.B. an der Nahtstelle Schiene / Straße bei KLV-Anlagen .....	13
3.5	Aufnehmen und Absetzen von Containern mit Spezialfahrzeugen .....	14
3.5.1	Container für den Entsorgungsbereich (Schutt, Schrott u.a.) .....	15
3.5.2	Container für den Entsorgungsbereich (Glas) .....	17
3.6	Be- und Entladen von Fahrzeugen zum Transport von Sand, Kies, Steinen u.a. ....	18
3.7	Befüllen und Entladen von Silofahrzeugen .....	19
3.8	Befüllen und Abpumpen von Tankfahrzeugen .....	20
3.9	Müllumladestationen .....	22
3.10	Gabelstaplergeräusche .....	22
3.11	Radladergeräusche, Baggergeräusche .....	23
4	Erfassung von Be- und Entladegeräuschen .....	25
5	Emissionsansätze .....	26
6	Ausbreitungsrechnung für Modellbetriebe .....	28
6.1	Be- und Entladen von Muldenkippern zum Transport von Sand, Steinen .....	29
6.2	Umschlag von Containern und Wechselbrücken z.B. an der Nahtstelle Schiene / Straße bei KLV-Anlagen .....	30
	Literaturverzeichnis .....	33

## Anhang

A.0	Umschlag von Containern und Wechselbrücken z.B. an der Nahtstelle Schiene / Straße bei KLV-AnlagenAnhang .....	37
A.1	Beladen von Muldenkippern zum Transport von Sand, Steinen usw. ....	47
A.2	Entladen von Muldenkippern zum Transport von Sand, Steinen usw. ....	81
A.3	Aufnehmen und Absetzen von Containern mit Spezialfahrzeugen .....	105
A.4	Abkippen oder Beladen von Mulden .....	111
A.5	Beladen von Wagen der DB .....	117
A.6	Entladen von Wagen der DB .....	123
A.7	Einsatz des Road-Railer-Systems .....	127
A.8	Befüllen von Silofahrzeugen .....	133
A.9	Entleeren von Silofahrzeugen .....	137
A.10	Befüllen von Tankfahrzeugen .....	144
A.11	Abpumpen von Tankfahrzeugen .....	145
A.12	Müllumladestationen .....	149
A.13	Radlader, Stapler .....	155
A.14	Beispiele .....	163

# 1 Aufgabenstellung

Im Auftrag der Hessischen Landesanstalt für Umwelt hat der RWTÜV 1994/1995 eine schalltechnische Untersuchung durchgeführt, die im folgenden Bericht veröffentlicht wurde:

*Technischer Bericht zur Untersuchung der LKW- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen und Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen [10].*

Dieser Bericht dient als Arbeitsgrundlage für Behörden, Betreiber und Sachverständige. Die Untersuchung war bezüglich der Ladegeräusche von der Aufgabenstellung her eingegrenzt auf Speditionen und vergleichbare Betriebe mit Warenumsschlag an Rampen.

Ergänzend dazu sollen hier Lade- und Umschlaggeräusche folgender Vorgänge und Anlagen erfasst und beschrieben werden:

- **Aufnehmen und Absetzen von Containern mit Spezialfahrzeugen**
- **Umschlag von Containern und Wechselbrücken z.B. an der Nahtstelle Schiene / Straße bei KLV-Anlagen**
- **Einsatz des Road-Railer-Systems**
- **Befüllen und Entladen von Silofahrzeugen**
- **Befüllen und Abpumpen von Tankfahrzeugen**
- **Be- und Entladen von Muldenkippern zum Transport von Sand, Steinen usw.**
- **Müllumladestationen**

Die Untersuchung hat zum Ziel, detaillierte Informationen über das Emissionsverhalten lärmrelevanter Betriebsabläufe bei der Be- und Entladung zu erhalten. Die Ergebnisse werden so aufbereitet, daß sie für Planungsfälle anwendbar sind.



Die Untersuchung wird wie folgt gegliedert:

- Ermitteln und Darstellen der wesentlichen technischen Kenndaten üblicher Be-, Entlade- und Transportsysteme, z. B. Radlader, Krane (Bagger), Pumpen, Container.
- Messung der Geräuschemissionen bei Verladevorgängen, dabei Ermittlung folgender akustischer Kenngrößen als repräsentative Querschnittswerte mit Streubereichen:

Dauer der Vorgänge,  
Mittelungspegel  $L_{AFm}$  ,  
Taktmaximalpegel  $L_{AFm}$  ,  
Impulszuschlag  $K_I = L_{AFm} - L_{AFm}$  ,  
max. Schallpegel  $L_{AF,max}$  ,  
Schalleistungspegel  $L_{WA}$  ,  
ggf. Zuschläge für Einzeltöne,  
Spektren.

- Auswertung der gewonnenen akustischen Kenngrößen.
- Entwicklung nachvollziehbarer Emissionsansätze für lärmrelevante Verladevorgänge.
- Darstellung von technischen, planerischen, organisatorischen und betrieblichen Maßnahmen zur Lärminderung.
- Anwendung des Datenmaterials in einer Modellrechnung für ein oder zwei typische Betriebe mit detaillierter Ausbreitungsrechnung. Die Immissionen werden als Lärmkarte dargestellt und tabellarisch für einen Bezugspunkt wiedergegeben.

## 2 Vorgänge bei der Be- und Entladung

Die Art der Be- bzw. Entladung ist abhängig von der Güterstruktur. Dabei kann unterschieden werden zwischen:

- palettierten Gütern,
- Schüttgütern,
- Stückgütern,
- hochempfindlichen Gütern (in Bezug auf Stöße, Temperaturhöhe /-schwankungen, Feuchtigkeit),
- Sondergütern (Anlieferung z. B. mit Tankfahrzeugen).

In Abhängigkeit von der Güterstruktur sind bei der Be- und Entladung eine Vielzahl von Parametern zu beachten. Im folgenden sind die wesentlichsten aufgelistet:

### **Rampen-Verladung** (siehe Untersuchung [10])

Die Verladung kann an einer Rampe innerhalb und außerhalb einer Halle erfolgen. Dabei werden folgende Hilfseinrichtungen verwendet:

- transportable Überladebrücke (Blech, das manuell aufgelegt wird)
- schwenkbare Überladebrücke (an Rampe befestigt)
- integrierte Überladebrücke (in Rampe eingebaut, mechanisch, hydraulisch)
- Hubtisch
- mobile Verladerampe
- fahrzeugeigene Ladebordwand.

Bei der Be- bzw. Entladung können beispielsweise folgende Hilfsmittel eingesetzt werden:

- Krananlagen
- Kleinstapler
- Palettenhubwagen, handgeführt oder mit Antrieb
- andere Hilfsmittel beim Warenumschlag, z. B. Rollcontainer
- automatische Beladeanlagen.

### **Freie Verladung** (siehe in dieser Untersuchung)

Die freie Verladung kann innerhalb und außerhalb einer Halle erfolgen. Dabei werden beispielsweise folgende Hilfsmittel verwendet:

- Gabelstapler
- Radlader
- Bagger
- Krananlagen
- Schütteinrichtungen (Rutschen, Trichter ggf. mit Rüttler)
- Pumpen und Gebläse
- Förderbänder.

Bei der Be- bzw. Entladung sind folgende **Geräuscharten** zu erwarten:

- Beim Betrieb von Baggern, Radladern, Gabelstaplern, Krananlagen u. ä. treten beim Fahren und Einsatz Geräusche mit zeitlich schwankenden Pegeln auf, z. B. Motor-, Rollgeräusche.
- Zusätzlich sind impulshaltige Geräusche zu erwarten, z. B. Quietschen beim Öffnen und Schließen von Bordwänden, Absetzen von Schaufeln, Klappern der Staplergabeln beim Überfahren von Unebenheiten, Schürfgeräusche bei Aufnahme von Schüttgütern, Abkippen von Materialien in Mulden und Container, Setzen oder Einziehen der Stelzen von Aufliegern und Wechselbrücken, Entlüftungsgeräusche beim An- bzw. Abkuppeln von Anhängern und Aufliegern.

Auf weitere Geräuschquellen, die mit dem Einsatz von Transportfahrzeugen zusammenhängen, wie z.B.

- Kühlaggregate,
- Ladebordwände,
- Spezialaufbauten von Kommunalfahrzeugen

wird eingeschränkt eingegangen, da dazu bereits einige Untersuchungen vorliegen, z.B. [24]. Diese Untersuchungsvorhaben hatten zum Ziel, lärmarme Aufbauten oder Aggregate dem Markt zu präsentieren.

### 3 Literaturrecherche zum Stand der Technik, lärmarme Systeme

Durch die Vergabe des Umweltzeichens RAL-UZ 59 a [11] sollen u.a. die Verbreitung und der Einsatz lärmarmen Fahrzeuge gefördert und die durch Nutzfahrzeuge/Verteilerfahrzeuge sowie Kommunalfahrzeuge verursachten Geräuschbelästigungen insbesondere in innerstädtischen Bereichen, Ballungsräumen und schutzbedürftigen Gebieten verringert werden. Dies erfolgt durch den Einsatz **lärmarmen LKW**, deren Lärmemissionen je nach Motorleistung in Deutschland folgende Schalldruckpegel nicht überschreiten dürfen.

Fahrzeugklasse	StVZO-Grenzwerte [19] für lärmarme LKW in dB(A)			
	Fahrgeräusch	Motorbremsgeräusch	Druckluftgeräusch	Rundumgeräusch
unter 75 kW	77	77	72	77
75 bis 150 kW	78	78	72	78
über 150 kW	80	80	72	80

Bei lärmarmen LKW müssen auch die **Zusatzaggregate** wie z.B. Pumpen, Standheizungen, Klimaanlage, Container, Mülltrommeln lärmarm ausgeführt werden, so daß deren Geräusche im lautesten Betriebszustand nicht lauter als 65 dB(A) in 7 m Abstand sind und keinen ton- oder impulshaltigen Geräuschcharakter aufweisen. Je nach Stand der Technik werden für diese Aggregate auch niedrigere Grenzwerte, zum Teil auch in Form von Schalleistungspegeln  $L_{WA}$  festgelegt.

Seit Ende 1996 werden für alle Fahrzeugklassen bei der Neuzulassung für das **Fahrgeräusch** die Grenzwerte gefordert, die derzeit für lärmarme LKW in Deutschland gelten.

#### 3.1 Ladebordwände / Kühlaggregate / Standheizungen

Bei einem vom Umweltbundesamt geförderten Untersuchungsvorhaben sind die Geräuschemissionen der auf lärmarm eingestufteten Fahrgestellen montierten Zusatzaggregate, wie z. B. Hubladebühnen und dieselgetriebene Kälteanlagen um mindestens 10 dB(A) abgesenkt worden. In der folgenden Tabelle sind die Geräuschpegel in 7 m Abstand wiedergegeben:

Aggregat Meßabstand 7 m	Standard dB(A)	nach Minderung je nach Ausführung dB(A)
Hebebühne eines 17-t-Frische- dienstverteilfahrzeuges		
Hochfahren	57	46 bis 49
Anschlagen	68	52 bis 57
Rollgeräusche	72	40 bis 63
Gliederzug-Kälteanlagen		
hohe Drehzahl	75	50 bis 62
niedrige Drehzahl	71	47 bis 59
Sattelzug-Kälteanlagen		
hohe Drehzahl	77	55 bis 61
niedrige Drehzahl	72	52 bis 58

In der RAL-UZ 59 a [11], Tabelle 3, sind folgende Geräusch-Grenzwerte für das Arbeitsgeräusch von Verteilerfahrzeugen ( $\leq 180$  kW;  $\leq 15$  t) mit Ladebordwand / Ladebühne und / oder Kühlaufbau genannt:

Fahrzeugart	Geräusch-Grenzwert (Schalleistungspegel) dB(A)
Ladebordwand	80 max. 90
Kühlaggregat	
Netzbetrieb	85
Antrieb über Fahrmotor	98
Antrieb über Separatmotor	93

Die Geräusche von LKW-Standheizungen sind abhängig von der Leistungsstufe. Bei einer häufig in LKW eingesetzten Standheizung betragen die Schalldruckpegel  $L$  in 1 m Abstand vom Auspuff:

Leistungsstufe	$L_{1m}$ dB(A)
power	56
groß	55
mittel	45
klein	42

### 3.2 Kommunalfahrzeuge

In der Tabelle 1 der RAL-UZ 59 a [11] sind Geräusch-Grenzwerte für das Arbeitsgeräusch von Kommunalfahrzeugen mit lärmrelevanten Zusatzaggregaten genannt:

Fahrzeugart	Geräusch-Grenzwert (Schalleistungspegel) dB(A)
Hochdruck-Spülfahrzeug	97
Saugfahrzeug	97
kombinierte Hochdruck-Spül- und Saugfahrzeuge	99
Kehrfahrzeuge	99
Müllfahrzeuge	99
Impulshaltigkeit	≤ 3

In der Tabelle 2 der RAL-UZ 59 a [11] sind Geräusch-Grenzwerte für Tankfahrzeuge angegeben

Fahrzeugart	Geräusch-Grenzwert (Schalleistungspegel) dB(A)
Tankfahrzeuge, Nennleistung ≤ 180 kW, ≤ 15 t	93

### 3.3 Road-Railer-Systeme

Bei dem Gütertransport Straße / Schiene / Straße werden im wesentlichen vier Transportvarianten angeboten:

- Trailerzug (Road-Railer-System)
- Kombiniertes Ladungsverkehr (KLV, siehe 3.4)
- Rollende Landstraße
- Huckepacksystem

Beim Trailerzug schiebt die Sattelzugmaschine den ersten Trailer mit dem Heck direkt auf ein Drehgestell. Das nächste Drehgestell wird dann -gekoppelt mit einem weiteren Trailer- unter die Stirnseite des ersten Trailers geschoben. Diese Vorgänge wiederholen sich bis der Zug zusammengestellt ist. Dieses System hat den Vorteil, daß das Umsetzen kranlos erfolgt und daß bei gleicher Zuglänge mehr Nutzraum gegenüber den drei anderen Varianten transportiert werden kann, weil der Abstand zwischen zwei Trailern nur 40 cm beträgt. Nach Angaben des Betreibers

führt dieser enge Transport zu einem geringeren Luftwiderstand und zu 40 % weniger Lärmemissionen.

### **3.4 Umschlag von Containern und Wechselbrücken z.B. an der Nahtstelle Schiene / Straße bei KLV-Anlagen**

Um die europaweite Vernetzung der Wirtschaftszentren zu ermöglichen, sollen Güterverkehrszentren (GVZ) errichtet werden. GVZ sind Systemwechsellpunkte der unterschiedlichen Verkehrsträger sowie Verknüpfungspunkte von Nah- und Fernverkehr. Zu den Funktionen eines Güterverkehrszentrums gehört die Bündelung der LKW- und Schienen-Verkehre, der Binnenschifffahrt, der Luftfracht sowie der Warenumschlag zwischen den Verkehrsträgern und das Lagern, Sortieren und Disponieren. Erforderlicher Bestandteil von zentralen und dezentralen GVZ ist ein Terminal des Kombinierten Ladungsverkehrs (KLV). In Deutschland existieren zur Zeit mehr als 70 Containerumschlagbahnhöfe.

Neuere KLV-Anlagen bestehen aus einem etwa 700 m langen mehrgleisigen Bahnhof mit Ladestraßen für die LKW. Der Umschlag erfolgt mit mehreren Containerkranmodulen sowie Hilfsgeräten, wie z.B. Seiten- oder Frontladern. Um den Umschlag zu optimieren, wurden neue Verfahren entwickelt.

Die Krupp Fördertechnik in Duisburg hat eine Schnellumschlaganlage für den Behälterumschlag konzipiert, die in der Lage ist, einen langsam fahrenden Zug zu be- und entladen. Diese Anlage wird bereits als Pilotprojekt getestet. Geräuschmessungen an dieser Anlage haben einen mittleren Schalleistungspegel für die Be- bzw. Entladung einer Ladeeinheit (Aufnahme, Transport, Absetzen), bezogen auf eine Stunde, von

$$L_{WA,1h} \approx 74 \text{ dB(A)}$$

ergeben.

Die Mannesmann Transmodal in Düsseldorf hat mit dem Transmann eine Anlage entwickelt, die unter dem Fahrdrabt umschlagen kann. Damit entfallen Traktionswechsel sowie geräusch- und zeitintensive Rangierarbeiten. Mit dieser Anlage mit einer Hublast von 41 Tonnen ist der Umschlag von 20'- 45'-Containern bei einer Umschlagsleistung von ca. 40 Ladeeinheiten je Stunde möglich [27].

Die beim Umschlag zwischen Ladestraße und Schiene entstehenden Geräusche herkömmlicher Umschlaganlagen mit Containerkränen sind wie folgt anzusetzen [8]:

Quelle	Vorgang	Spitzen- pegel $L_{AFmax}$ dB(A)	Mittelungspegel je Stunde und Last- spiel $L_{AFm,1h}$ dB(A)	Meßabstand
Containerkran	Heben / Senken	64	43	25 m seitlich vom Kranmittelpunkt
	Drehen	55	34	
	Katzfahren	74	47	
	Kranfahren	74	55	25 m seitlich von jeder Kranfahrbahn

Die Geräusche durch den LKW-Verkehr bzw. durch den Schienenverkehr einer KLV-Anlage können nach den in [7] beschriebenen Verfahren ermittelt werden.

### 3.5 Aufnehmen und Absetzen von Containern mit Spezialfahrzeugen

Im Auftrag des Umweltbundesamtes wurde von Atlas-Weyhausen ein Abrollkipper (Typ ARK 172) in lärmarmen Ausführung entwickelt [26]. Die Geräuschminderung betraf nicht nur die Aufnahme- und Absetzvorgänge, sondern auch den Fahrbetrieb. Einige Maßnahmen werden beispielhaft aufgezählt:

- Optimierung der Hakensteuerung zur Minderung der Anschlaggeräusche der Container
- spezielle Maßnahmen an Fahrzeugen und Containern zur Verminderung von Quietschgeräuschen
- spezielle Maßnahmen an Containern (Bauschutt-, Hausmüll-, Glascontainern) zur Verringerung der Geräuschabstrahlung über die Wandungen.

Als Zielvorgabe wurde für den Absetz- und Aufnahmeprozess eines Containers ein Schalleistungspegel von 100 dB(A) festgelegt. Die Geräuschspitzen durch Anschlagvorgänge durften nicht mehr als 10 dB(A) über dem mittleren Geräuschpegel beim Absetzvorgang liegen. Quietschgeräusche der Rollen an den Containern und am Fahrzeug sollten durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

Insgesamt wurde durch die o. a. Maßnahmen eine Minderung der Geräuschentwicklung des Containerfahrzeuges beim Absetz- und Aufnahmeprozess gegenüber einem herkömmlichen Fahrzeug, je nach verwendetem lärmarmen Container, zwischen 9 bis 10 dB(A) erreicht. Durch Optimierung der Hakensteuerung, den speziellen Maßnahmen am Fahrgestell und an den Containern, konnten die Anschlaggeräusche um 14 dB(A) gemindert werden.



Für den niederwandigen **Bauschuttcontainer** mit 7 cbm Fassungsvermögen wurde zur Vermeidung der Aufprall- und Dröhngeräusche eine doppelwandige Stahlkonstruktion entwickelt. Die Spantenabstände wurden enger gesetzt, in den Zwischenraum wurde Antidröhnmaterial auf Bitumenbasis eingebracht.

Der **Haus- und Gewerbemüllcontainer** mit einem Fassungsvermögen von 20 cbm wurde ähnlich ausgeführt. Das Innenblech wurde mit selbstklebendem Entdröhnmaterial belegt und in den Zwischenraum Mineralfaser eingebracht. Gegenüber vergleichbaren Containern wurde eine Verringerung der Geräuschabstrahlung zwischen 7 und 12 dB(A) erreicht.

Der **Glascontainer** wurde auf der Innenseite mit einer Schwergummimatte in NK-Qualität der Dicke 12 mm und einer Drahtflecht-Armierung verkleidet. Durch diese Maßnahmen verringerte sich die Geräuschabstrahlung um 14 dB(A) gegenüber herkömmlichen Glascontainern. Durch zusätzliche Maßnahmen an den Einfüllöffnungen zur Minderung der Geräusche beim Flascheneinwurf erfüllt der Container mit 74 dB(AI) bei "Einwurf in den leeren Container" und 84 dB(AI) bei "Einwurf in den teilweise gefüllten Container" die Anforderungen nach der Richtlinie RAL-UZ 21 [12] für lärmgedämmte Altglascontainer (siehe 3.5.2).

### 3.5.1 Container für den Entsorgungsbereich (Schutt, Schrott u.a.)

Für den Entsorgungsbereich kommen die unterschiedlichsten Containerarten und Füllvolumen zum Einsatz. Im folgenden sind die wesentlichsten aufgelistet:

Containerart	Füllvolumen in m <sup>3</sup>
Abrollbehälter	5 bis 36
Absetzmulden	3 bis 16
Preßbehälter	8 bis 30

Für die Entladung wird, ähnlich wie bei der Entladung von Muldenkippern, nur wenig Zeit benötigt. Der Hebemechanismus bringt die Mulde in Schrägstellung, so daß das Material herausrutschen kann. Durch zusätzliche Kippbewegungen oder Vorfahren des Trägerfahrzeuges (Absetz-, Abrollkipper) werden auch die Reste entladen. Nach Absenken der Mulde ist der Vorgang abgeschlossen.

Bei so einem Vorgang sind folgende Geräuschquellen relevant:

- Quietschgeräusche beim Öffnen der Muldenheck(tür)klappe (bei älteren oder beschädigten Mulden)
- erhöhte Motordrehzahl beim Einsatz der Hebehydraulik
- Rutsch- und Poltergeräusche, je nach Material
- Aufschlagen auf den Boden
- Absenken der Mulden
- ggf. Schließen der Heck(tür)klappe

In der von uns durchgeführten Untersuchung [29] zu Geräuschen auf Schrottplätzen ergab sich beim Abkippen von Mischschrotten ein auf eine Stunde bezogener Schalleistungspegel von  $L_{WAT} = 108,5$  dB(A) mit einer Standardabweichung von 4,7 dB(A). Die Impulshaltigkeit betrug im Mittel 6 dB(A).

Nach der Untersuchung vom TÜV Rheinland [22] ergab sich beim Abkippen von Erdaushub, Bauschutt und Straßenaufbruch (Ladegewicht 9,5 t) ein auf eine Stunde bezogener Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 82$  dB(A). Die Impulshaltigkeit bei der Entladung von Bauschutt betrug im Mittel 5 dB(A). Bei der Entladung von Hausmüll (Ladegewicht 2 t) ergab sich ein auf eine Stunde bezogener Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 92$  dB(A).

Die Geräusche bei der Befüllung von Containern sind von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Einsatzbereich
- Material
- kontinuierliche, intervallmäßige oder sporadische Befüllung

Bei grobstückigen Materialien ist der Einwurf in den leeren Container am lautesten. Mit zunehmender Füllung vermindert sich die Impulshaltigkeit der Geräusche (ähnlich beim Befüllen von Muldenkippern).

### 3.5.2 Container für den Entsorgungsbereich (Glas)

Das Büro Fige hat 1993 im Auftrage des Umweltbundesamtes die Geräusche beim Einwurf in Glascontainer mit folgendem Ergebnis untersucht:

Containervolumen	Schalleistungspegel		
	Minimum dB(A)	Mittelwert dB(A)	Maximum
1,5 m <sup>3</sup> bis 2,5 m <sup>3</sup>			
leer	91,9	97,3	107,8
teilgefüllt	89,5	94,6	101,4
3,0 m <sup>3</sup> bis 3,2 m <sup>3</sup>			
leer	92,0	97,8	103,3
teilgefüllt	86,5	92,5	97,3

Aus diesen Messungen wurden die folgenden Anforderungen der RAL-UZ 21 abgeleitet:

unabhängig vom Containervolumen	Schalleistungspegel $L_{AFmax}$ dB(A)
Leer	< 95
teilgefüllt (Glasschicht ca. 0,25 m hoch)	< 92

Beim Entleeren von Glascontainern in Muldenkipper wurde ein Schalleistungspegel von 113 dB(A) bei einer Mittelungszeit von 4 Minuten ermittelt. Der Höchstwert des Schalleistungspegels betrug 128 dB(A). Für das Entleeren von 3 Fraktionen wurden insgesamt 10 Minuten benötigt.

Das Entleeren der Kipperfahrzeuge erfolgt fraktionsweise, also in Abhängigkeit vom Material (Weiß- oder Buntglas). Der Entladevorgang umfaßt das Schrägstellen der Mulde, den Vorgang des Entleerens und das Absenken der Mulde sowie Schließen der Heckklappe.

### **3.6 Be- und Entladen von Fahrzeugen zum Transport von Sand, Kies, Steinen u.a.**

Der klassische Dreiachs-Kipper kann rund 14 t und mit Anhänger noch zusätzlich 10 t Nutzlast transportieren. Mit einem Sattelzug, bestehend aus zweiachsigem Auflieger und Dreiachs-Zugmaschine (Zugleergewicht ca. 14 t), können ca. 26 t transportiert werden. Der Vierachs-Kipper hat bei einem Eigengewicht von ca. 14 t ein Nutzlastvermögen von 18 t. Für den Einsatz abseits öffentlicher Straßen werden Schwerlastversionen von ca. 36 bis 220 t Gesamtgewicht angeboten.

Die Beladung solcher Fahrzeuge erfolgt z.B. mit Baggern, Radladern, Förderbändern oder über Rutschen und Trichter. Während die Beladung mit Förderbändern, Rutschen und Trichtern meist kontinuierlich in einer vom System abhängigen Zeit erfolgt, ist bei der Beladung mit Baggern und Radladern von Beladezyklen zwischen Materialaufnahme und -abgabe auszugehen. Die Beladezeit ist zusätzlich abhängig vom Greifer- bzw. Schaufelvolumen.

Die höchsten Schalldruckpegel sind bei der Beladung der leeren Mulde mit grobstückigem Gut bei großer Fallhöhe zu erwarten. Die Impulshaltigkeit nimmt mit zunehmendem Füllgrad der Mulde ab.

Zusätzlich können Impulse beim Zuschlagen der Heckklappe nach dem Entleeren der Mulde auftreten.

### 3.7 Befüllen und Entladen von Silofahrzeugen

Das Befüllen von Silofahrzeugen erfolgt meist über Stutzen, die oberhalb des Silos aufgesetzt werden. Im freien Fall fällt das Produkt in das Silo. Beim Entladen wird das Produkt je nach Bedarf abgekippt oder mit einem stationären oder bordeigenen Kompressor in Silos gefördert. Während stationäre Kompressoren in gesonderten Räumen nach dem Stand der Lärmbekämpfungstechnik aufgestellt werden können, sind bordeigene Kompressoren meist ungeschützt am Fahrzeug montiert. Je nach Produkt sind die Verdichter für Silofahrzeuge ölgeschmiert oder absolut ölfrei. In der folgenden Tabelle sind beispielhaft in Abhängigkeit von Produkt und Volumenstrom die Schalldruckpegel in 7 m Abstand von einstufigen, **luftgekühlten Rotationsverdichtern** angegeben. Die Drehzahl beträgt  $1500 \text{ min}^{-1}$ .

Anwendung	Volumenstrom	Ansaugdruck / Betriebsdruck	Leistungsbedarf an der Welle bei 3 bar	Schalldruckpegel in 7 m Abstand
Einbau in	m <sup>3</sup> /h	bar, absolut	kW	dB(A)
Silofahrzeugen für Zement, Kalk, Sand, Gips u.a.	240	1 / 3	15,4	84
	375	1 / 3	21,3	88
	490	1 / 3	28,7	89
	680	1 / 3	42,5	91
Silofahrzeugen für Lebensmittel oder Futtermittel, für Granulate oder Chemikalien, für Zement, Kalk oder Gips	90	1 / 3	6	70
	150	1 / 3	10	72
	240	1 / 3	16	76
	350	1 / 3	20,5	78
	480	1 / 3	28	80
	580	1 / 3	37	82

Bei Silofahrzeugen werden auch **Schraubenverdichter** eingesetzt. Mit der ölfreien Druckluft können Schüttgüter wie Getreide, Mehl, Zucker, Salz, chemische Granulate, Futtermittel, Braunkohle, Zement, Sand, Kalk und dergleichen gefördert werden. In der folgenden Tabelle sind beispielhaft in Abhängigkeit vom Volumenstrom die Schalldruckpegel in 1 m Abstand vom Schraubenverdichter angegeben. Die Drehzahl beträgt  $1000$  bis  $3600 \text{ min}^{-1}$ .

Anwendung	Volumenstrom	Ansaugdruck / Betriebsdruck	Leistungsbedarf an der Welle bei 3 bzw. 3,5 bar	Schalldruckpegel in 1 m Abstand bei 2 bar Überdruck
Einbau in	m <sup>3</sup> /h	bar, absolut	kW	dB(A)
Silofahrzeugen	310 bis 670	1 / 3 - 3,5	27 bis 49	80

Für die Schraubenverdichter werden als Option Schalldämpfer für die Ansaug- und Druckseite sowie schalldämmende Verkleidungen geliefert. Diese Maßnahmen führen insgesamt zu einer Pegelminderung von ca. 20 dB(A).

### 3.8 Befüllen und Abpumpen von Tankfahrzeugen

Das Befüllen von Tankfahrzeugen erfolgt von oben oder von unten. Bei der Obenbefüllung fließt das Produkt im freien Fall in die Tanksegmente, bei der Untenbefüllung wird der Tank mittels stationärer Pumpen segmentweise von unten befüllt. Beim Entladen wird das Produkt je nach Bedarf abgekippt (freier Auslauf) oder mit einer stationären oder bordeigenen Pumpe oder mit einem Rotationsverdichter abgepumpt. Während stationäre Pumpen (Verdichter) in gesonderten Räumen nach dem Stand der Lärmbekämpfungstechnik aufgestellt werden können, sind bordeigene Pumpen (Verdichter) meist ungeschützt am Fahrzeug montiert. Je nach Produkt sind die Pumpen (Verdichter) für Tankfahrzeuge ölgeschmiert oder absolut ölfrei. Der Vorteil der Verdichter ist, daß sie pulsationsfrei fördern und eine hohe Laufruhe besitzen. In der folgenden Tabelle sind beispielhaft in Abhängigkeit von Produkt und Volumenstrom die Schalldruckpegel in 7 m Abstand von einstufigen, **luftgekühlten Rotationsverdichtern** angegeben. Die Drehzahl beträgt  $1500 \text{ min}^{-1}$ .

Anwendung	Volumen-Strom	Ansaugdruck / Betriebsdruck	Leistungsbedarf an der Welle bei 3 bar	Schalldruck-pegel
Einbau in	m <sup>3</sup> /h	bar, absolut	kW	dB(A)
Tankfahrzeuge für Bitumen, Schweröl u. a.,	110	1 / 3	6,2	74
	145	1 / 3	8,2	76
	180	1 / 3	9,5	79
	300	1 / 3	15,5	81
Tankfahrzeuge für flüssige Lebensmittel, Futtermittel oder Chemikalien, für Bitumen, Schweröl u. a.,	90	1 / 3	6	70
	150	1 / 3	10	72
	240	1 / 3	16	76
	350	1 / 3	20,5	78
	480	1 / 3	28	80
	580	1 / 3	37	82

Flügelzellenpumpen, die nach einem vergleichbaren Prinzip wie die Rotationsverdichter arbeiten, haben wegen ihres weitgehend pulsationsfreien Förderstromes geringere Geräuschemissionen. Die Förderkammern werden durch Flügel oder Schieber gebildet, die verschiebbar am Rotor oder Stator angebracht sind. Flügelzellenpumpen gibt es mit konstantem und mit regelbarem Verdrängungsvolumen. Prinzipiell liegt der gleiche Belastungsmechanismus vor wie für Radialkolbenpumpen. Die Schallpegelzunahme beträgt bei Druckverdoppelung 3 bis 6 dB, bei

Drehzahlverdoppelung bis 10 dB. Die Geräusche von Flügelzellenpumpen sind obertonreich. Wenn Kavitation die maßgebliche Geräuschursache ist, erhält man ein breitbandiges Spektrum, in dem sich die Obertöne kaum bemerkbar machen. Maßnahmen zur Geräuschminderung müssen die zyklische Bauteilbelastung über den Druckverlauf während der Umsteuerung beeinflussen. Eine optimale Druckanpassung ist nur für einen kleinen Druckbereich möglich.

Flügelzellenpumpen wurden bei dem Forschungsprojekt "lärmarmes Tankfahrzeug" eingesetzt. Folgende Schalldruckpegel wurden bei verschiedenen lärmarmen Tankwagen ermittelt:

Fahrzeug	Drehzahl min <sup>-1</sup>	Pumpentyp	Druck bar	Schalldruckpegel in 7 m Abstand in dB(A)	
				seitlich vom Fahr- zeug	vor Fahr- erhaus
Daimler Benz	650	FPFG 80-700	0 7,5	70 72	74
MAN	1000	HGB 80-700 HV 16 + 11	6	73	77
MAN 22.291 Fahrzeug I	650	HG 80-700 16 + 11	Hydr. Einge- schaltet, ohne Last  190 (Hochdruck) 6 (Niederdruck)	67  71	72
MAN 22.291 Fahrzeug II	650	HG 80-700 16 + 11	190 (Hochdruck) 6 (Niederdruck)	73	72
DAF	550-600	FPFE 80-700 HV 28	0 9 7,5	67 85 85	78 bei 500 min <sup>-1</sup>
Daimler Benz	900	FPFE 80-700 HV 28	0 6 9	74 83 91	72 72 72

Weitere Angaben zu Pumpen sind der VDI-Richtlinie 3743, Blätter 1 und 2, zu entnehmen [30].

### 3.9 Müllumladestationen

Über Müllumladestationen mit unterschiedlichen Umschlagsystemen wurde in einem Forschungsbericht des Umweltbundesamtes [22] berichtet. Der wesentliche Unterschied ergab sich beim Abtransport; entweder wurde der Müll verdichtet oder unverdichtet weitertransportiert. Die ermittelten Emissionsdaten [22] sind im Anhang wiedergegeben.

Beim Schwandorfer Modell wird der von den Straßenfahrzeugen angelieferte Müll in der Umladestation direkt in einen Preßtrichter oder Müllbunker entladen. Die Presse drückt den Müll in die Transportbehälter. Dabei wird die Masse auf  $\frac{1}{4}$  des angelieferten Gesamtvolumens verdichtet. Die sich selbst schließenden Behälter werden dann auf Transportfahrzeuge der Bahn AG verladen.

Zwei hochmoderne Umladestationen wurden in Köln direkt auf dem Bahngelände realisiert. Hier erfolgt der Umschlag des Hausmülls von der Straße auf die Schiene. Der Transport erfolgt in speziellen Waggons in Ganzzügen zur Müllverbrennungsanlage [32].

Als für den Entsorgungstransport in vielen Bereichen optimales Basis-System stellt sich das Abroll-Container-Transport-System (ACTS) dar. Das ACTS eignet sich für den schnellen Umschlag vom LKW direkt auf die Schiene und umgekehrt. Der ACTS Flachwagen der Bahn bietet für drei Container Platz. Die mit Schienen ausgestatteten Plätze sind in Richtung LKW-Anlieferung drehbar. Der ACTS-Container wird von einem mit Hakengerät ausgerüsteten LKW auf das Schienensystem des Flachwagens geschoben oder von diesem gezogen.

### 3.10 Gabelstaplergeräusche

Die Schalleistungspegel von Gabelstaplern können meist den Datenblättern der Lieferfirmen entnommen werden. Werden bei der Beladung von Fahrzeugen auf der **Freifläche** Gabelstapler eingesetzt, so ist besonders bei Verbundsteinpflasterungen und Unebenheiten von Fahrwegen das Schlagen der Gabeln mit zu berücksichtigen. Bei unseren Messungen wurde bei Gabelstaplern der Klasse von 1 t bis 3 t ein mittlerer Schalleistungspegel (arithmetischer Mittelwert) beim Schlagen der Gabeln ermittelt von

110 dB(A), mit einer Standardabweichung von  $s = 3,1$  dB .



### 3.11 Radladergeräusche, Baggergeräusche

Radlader, Bagger, Krananlagen werden nicht nur in Betrieben, sondern auch auf Baustellen eingesetzt. Für Baumaschinen sind in der 15. BImSchV [17] Anforderungen definiert. Es ist davon auszugehen, daß die gleichen Arbeitsgeräte bei Einsatz außerhalb von Baustellen in gleicher Weise die Anforderungen erfüllen. Die Geräuschemissionswerte dieser Baumaschinen betragen nach [17]:

Baumaschinen	Installierte Nutzleistung kW	Schalleistungspegel dB(A)
Hydraulikbagger, Seilbagger, Planierraupen, Lader und Baggerlader	< 70	106
	70 bis 160	108
	160 bis 350	112 <sup>1)</sup> / 113 <sup>2)</sup>
	> 350	118

<sup>1)</sup> Hydraulikbagger

<sup>2)</sup> andere Erdbewegungsmaschinen

In einer Veröffentlichung des Umweltbundesamtes [21] wird die Entwicklung eines großen lärmarmen Radladers mit einer Leistung von 132 kW und einem Schalleistungspegel von 101 dB(A) beschrieben.

In der RAL-UZ 53, lärmarme Baumaschinen, sind Anforderungen z.B. für Radlader mit einer Leistung bis 110 kW und Bagger bis zu einer Leistung bis 85 kW genannt, die zur Vergabe des Umweltzeichens erfüllt sein müssen.

Über das Umweltbundesamt oder RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. kann eine Auflistung über lärmarme Baumaschinen (Kompressor, Baggerlader, Radlader, Stromerzeuger u.a.) angefordert werden.



## 4 Erfassung von Be- und Entladegeräuschen

Die Geräusche bei der Be- bzw. Entladung wurden anhand charakteristischer Beispiele untersucht und bewertet. Die Beispiele wurden so ausgewählt, daß bezüglich der Schallentstehung alle wesentlichen Zustände erfaßt wurden. Wegen der Vielzahl an Variablen ist eine systematische und vollständige Erfassung von Be- und Entladezuständen nicht möglich.

Die Messungen der Be- und Entladevorgänge wurden bei Firmen durchgeführt, bei denen zu erwarten war, daß mehrere Vorgänge vergleichbarer Art erfaßt werden konnten. Dabei wurde darauf geachtet, daß die Vorgänge einer üblichen Betriebsweise entsprachen. Geräusche, die nicht dem eigentlichen Vorgang zuzurechnen waren, wurden ausgeblendet.

Gleichartige Vorgänge wurden zusammengefaßt und der auf eine Stunde bezogene Schalleistungspegel gebildet. Diese Schalleistungspegel wurden arithmetisch gemittelt und mit einer Standardabweichung in den technischen Datenblättern im Anhang angegeben.

Die Datenblätter sind wie folgt strukturiert:

- **Blatt 1** enthält eine Beschreibung des erfaßten Vorganges, stellt diesen beispielhaft bildlich dar und nennt die technischen Daten der zum Einsatz gekommenen Fahrzeuge und Aggregate.
- **Blatt 2** gibt dazu die Geräusch-Emissionskennwerte wieder. Dazu gehören der mittlere und maximale Schalleistungspegel mit Standardabweichung, die Umrechnung des zeitbezogenen Schalleistungspegels auf eine Stunde unter Berücksichtigung der Einwirkzeit **eines Vorganges** und die mittlere spektrale Verteilung des Geräusches.

## 5 Emissionsansätze

Die Vielfältigkeit der Beladearten und -möglichkeiten lassen nur eingeschränkt eine Zusammenfassung der Meßergebnisse zu einem vereinfachten Emissionsansatz zu. Der Emissionsansatz ist ähnlich wie bei den LKW-Geräuschen [10]

$$L_{WA,r} = L_{WAT,1h} + 10 \lg n - 10 \lg (T_r / 1h)$$

$L_{WAT,1h}$	zeitlich gemittelter Schalleistungspegel für 1 Ereignis pro Stunde
$n$	Anzahl der Ereignisse in der Beurteilungszeit $T_r$
$T_r$	Beurteilungszeit in h

In der folgenden Tabelle sind zeitbezogene mittlere Schalleistungspegel  $L_{WAT,1h}$  für verschiedene Ladevorgänge angegeben.

Vorgang	siehe Anhang lfd. Nr.:	$L_{WAT,1h}$ bei der Be- und Entladung dB(A)	$L_{WA,max}$ dB(A)
KLV-Anlagen			
nur Kran	0.4	100	107
Impulse beim Aufnehmen und Absetzen	0.3		125
Front-/Seitenlader	0.1/0.2	112	115
Beladen von Muldenkippern mit Radlader / Bagger			
große Steine, Bauschutt	1.1/1.7	101	131
	1.2	96	118
kleinere Steine 2/8 - 16/32	1.3	92	123
kleinere Steine > 32	1.4	100	111
Sand, Erde,	1.10/1.11	94	122
Beladen von Muldenkippern mit Förderband			
kleinere Steine 2/5	1.5 a	80	111
kleinere Steine 2/8 und 5/8	1.5 b	83	110
kleinere Steine 8/11 und 8/16	1.5 c	92	119
kleinere Steine 16/22 und 16/32	1.5 d	100	124
kleinere Steine 4/16 und 2/16	1.5 e	88	117
kleinere Steine 0/30	1.5 f	88	121
Beladen von Muldenkippern mit Radlader			
Erde, Sand	1.6	89	114
Beladung von Muldenkippern mit Bagger			
Schrott	1.8/1.9	105	131

Vorgang	siehe Anhang lfd. Nr.:	$L_{WAT,1h}$ bei der Be- und Entladung dB(A)	$L_{WAmax}$ dB(A)
Entladen von Muldenkippern			
große Steine, Bauschutt	2.1	91	114
kleinere Steine 8/16, 16/32, Stangenrost	2.2	92	119
kleinere Steine > 32, Stangenrost	2.3	104	132
kleinere Steine 2/8, 8/16, 16/32	2.4	82	108
kleinere Steine > 32	2.5	92	124
Sand, Erde	2.6	85	107
Schrottentladung (Aluminium)	2.8	94	125
Schrottentladung	2.9	101	132
Aufnahme / Absetzen von Containern			
Abrollbehältern	3.1	87	116
Absetzmulden	3.2	81	109
Abkippen oder Beladen von Containern			
Abkippen von Abrollbehältern / Absetzmulden	4.1	91	116
Beladen von Abrollbehältern / Absetzmulden	4.2	93	116
Beladen von Eisenbahnwagen			
Schotter	5.1	106	135
Kernschrott	5.2	117	139
Entladen von Eisenbahnwagen			
Schotter	6.1	111	128
Road-Railer-System			
Trennen von Trailerzügen	7.1	86	114
Zusammensetzen von Trailerzügen	7.2	95	123
Befüllen von Silofahrzeugen	8.1	89	93
Entleeren von Silofahrzeugen mit			
Schraubenverdichter	9.1	104	-
Rotationsverdichter	9.2	105	-
Einsatz von Rüttlern	9.3	77	92
Einsatz von Hartgummihämmern			120
Abpumpen von Tankfahrzeugen	11.1	107	116
Müllumladestationen			
Preßvorgang	12.1	102	112
Preßvorgang	12.2	96	
Radladereinsatz auf Betriebshof			
Steinbruch	13.1	108	118
Steinbruch	13.2	116	123
Gabelstaplereinsatz	13.3	92	121

Zusätzlich bei der Be- und Entladung auftretende Geräusche, z. B. beim:

- An- und Abkuppeln von Anhängern
- Absetzen und Aufnehmen von Wechselbrücken und Aufliegern
- Ablassen der Luft aus den Luftfedern bei der Aufnahme von Wechselbrücken

sind in [10] angegeben.

## 6 Ausbreitungsrechnung für Modellbetriebe

Die Immissionsberechnung für die einzelnen Quellen erfolgt - bei frequenzabhängiger Rechnung - gemäß DIN ISO 9613-2 [2] nach der Beziehung<sup>1</sup> (Beziehung und Größen nach VDI 2714 / 2720 in Klammern)

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_c - A_{div} - A_{gr} - A_{atm} - A_{bar} - D_T$$

$$(L_s \quad \quad = L_W + K_0 - D_s - D_{BM} - D_L - D_e - D_T)$$

Die Erläuterung der Formelgrößen (einschließlich der Indizes, die auf der englischen Sprache beruhen) zeigt folgende Aufstellung:

Formelgrößen		Bezeichnung	Erklärung Index
$L_{fT}(DW)$	$(L_s)$	Immissionsanteil einer Quelle (bei Mitwind)	<i>downwind</i>
$D_c$	$(K_0)$	Richtwirkungskorrektur	<i>correction</i>
$A_{div}$	$(D_s)$	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung	<i>diversion</i>
$A_{gr}$	$(D_{BM})$	Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes	<i>ground</i>
$A_{atm}$	$(D_L)$	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption	<i>atmosphere</i>
$A_{bar}$	$(D_e)$	Dämpfung aufgrund von Abschirmung	<i>barrier</i>
	$D_T$	Zeitkorrekturmaß	<i>time</i>

Bei dem **ersten Beispiel** wurde die Lage von Quellen, Hindernissen auf dem Betriebsgelände und dem Aufpunkt digitalisiert und durch ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem beschrieben. Der Ursprung des Koordinatensystems wurde in das Bild 1 eingetragen. Die Abstände zwischen Quellen und Aufpunkten sowie zwischen Quellen und Hindernissen wurden anhand der eingegebenen Geometrie vom Programm selbsttätig ermittelt. Die Berechnung von Abschirmung und Reflexion durch das Programm erfolgte auf der Grundlage dieser Geometriedaten. Der Ausbreitungsweg zwischen Betriebsgelände und Aufpunkten wurde als hindernisfrei in der Rechnung berücksichtigt.

Die Ausbreitungsrechnung für die **KLV-Anlage** erfolgte mit Hilfe des Rechenprogramms LIMA. Für die Ausbreitungsrechnung wurden Quellen, Hindernisse und der Immissionsbereich digitalisiert. Linienquellen, Linienhindernisse und Höhenlinien sowie die Umrisse von Flächenquellen wurden bei der Digitalisierung durch Polygonzüge beschrieben. Bei Linien- und Flächenquellen erfolgte die Aufteilung in Punktschallquellen selbsttätig innerhalb des Programms für den Immissionsort bzw. Rasterpunkt getrennt nach einem Projektionsverfahren. Dadurch ist es möglich, die Abschirmung der Flächen- und Linienquellen durch Hindernisse mit endlichen

<sup>1</sup> In der neuen TA Lärm wurde das Rechenmodell als verbindlich für die detaillierte Immissionsprognose festgelegt. Es entspricht weitgehend dem bislang üblichen Modell der VDI 2714 / VDI 2720.

Abmessungen exakt zu berechnen. Die Berechnung der Verkehrsgeräusche erfolgte auf der Grundlage des Akustik 04 [7] und die der Verladegeräusche nach der TA-Lärm [1].

Bei der farblichen Darstellung der Ausbreitungsrechnung wurde eine einheitliche Aufpunkthöhe von 6 m über Boden angesetzt.

Die Abschirmung von Hindernissen sowie die Luftabsorption sind frequenzabhängig. Dies wurde bei der Berechnung der Geräuschimmissionen entsprechend berücksichtigt.

## **6.1 Be- und Entladen von Muldenkippern zum Transport von Sand, Steinen**

Muldenkipper werden in allen Bereichen zum Transport von Schüttgütern eingesetzt, z.B.:

- Sand-, Kies-, Splitt- und Asphaltwerken
- Steinbrüchen
- Baustellen jeglicher Art
- Bergbau (Kohle und Bergetransport)

Im folgenden werden beispielhaft die Geräuschimmissionen bei einer Kiesverladung ermittelt. Die Muldenkipper kommen auf das Betriebsgelände, werden gewogen, von einem Radlader mit einer Leistung von 110 kW beladen. Nach dem Wiegen verlassen die Muldenkipper das Gelände. In dem **Bild 1** im Anhang ist der Modellbetrieb dargestellt. Folgende Annahmen werden bei der Berechnung berücksichtigt:

- 20 Muldenkipper mit einem Fassungsvermögen von ca. 25 t kommen auf das Betriebsgelände
- der Fahrweg bis zu Waage beträgt 80 m
- jedes Fahrzeug bleibt etwa 1 Minute mit laufendem Motor auf der Waage stehen
- der Weg bis zum Verladebereich beträgt 160 m
- die Muldenkipper werden von einem Radlader beladen, Fassungsvermögen der Schaufel etwa 4,5 t, dabei wird der Motor des jeweiligen Muldenkippers nicht abgeschaltet, Standzeit 3 Minuten
- die Muldenkipper fahren zur Waage, Standzeit 1 Minute, leerlaufender Motor
- die Muldenkipper verlassen das Gelände

Der nächste Bezugspunkt ist 50 m von der Betriebsgrenze entfernt. Der Immissionsanteil beträgt 49,7 dB(A) bei zweischichtigem Betrieb (siehe detaillierte Berechnung im Anhang). Der Immissionsrichtwert für Mischgebiet wird eingehalten. Bei Ausweisung als Allgemeines Wohn-

gebiet ergibt sich eine Überschreitung, da nach der neuen TA Lärm die Ruhezeiten mit zu berücksichtigen sind.

## **6.2 Umschlag von Containern und Wechselbrücken z.B. an der Nahtstelle Schiene / Straße bei KLV-Anlagen**

Um den steigenden Güterverkehr so umweltverträglich wie möglich zu gestalten, wird eine Verknüpfung der Verkehrsträger angestrebt. Dabei ist die Errichtung von Güterverkehrszentren eine wesentliche Voraussetzung. Erforderlicher Bestandteil eines GVZ ist ein Terminal des Kombinierten Ladungsverkehrs (KLV).

Bei Güterverkehrszentren gibt es sogenannte Zeitfenster. Das sind jene Zeiten, in denen Fahrzeuge die Güter anliefern bzw. in denen die Güter ausgeliefert werden. Durch diese Zeitfenster ist der Güterumschlag und damit die Größe des Lagers festgelegt.

In den **Bilder 2 und 3** im Anhang ist ein vereinfachtes Prinzip einer KLV-Anlage dargestellt. Für diese Anlage werden beispielhaft die Geräuschmissionen im Umfeld mit dem beschriebenen Emissionsansatz berechnet. Dabei gehen wir von folgenden Randbedingungen aus:

### **Nachtzeit**

Die Züge werden während der Nachtzeit bereitgestellt. Die Entladung erfolgt umgehend. Dabei werden die Ladeeinheiten (LE) direkt auf die bereitstehenden LKW verladen oder in der Ladegasse abgestellt und während der Tageszeit auf LKW umgesetzt. In unserem Beispiel werden von 6 Zügen 500 LE angeliefert, davon 100 LE in der lautesten Stunde entladen. Je LE benötigt ein moderner Kran etwa 2 Minuten. 30 LKW stehen bereit und transportieren 45 LE ab. Der Rest wird in der Ladegasse abgestellt.

### **Tageszeit**

Während der Tageszeit werden noch 300 LE von den Zügen entladen. Bis 22 Uhr werden 500 LE wieder auf die Züge geladen. Dabei wurde davon ausgegangen, daß jeder LKW, der LE bringt auch die gleiche Anzahl wieder abtransportiert. 5 Züge verlassen vor 22 Uhr, ein Zug nach 22 Uhr den Bahnhof.



In der folgenden Tabelle sind die LKW-Fahrten und die Ladevorgänge angegeben:

Beurteilungszeit	Ladeeinheiten	LKW	Kranungen
nachts	200 entladen	60	200 90
Nachts, lauteste Stunde	100 entladen	30	100 45
Tagsüber	300 entladen	73 200	110 110 300 300 90
	500 beladen		

Die Berechnung der LKW-Emissionen erfolgt nach [10]. Bei der Berechnung der Emissionen des Schienenverkehrs wurde entsprechend [7] ein Lästigkeitszuschlag für das Kurvenquietschen berücksichtigt. In der folgenden Tabelle sind die Geräuschemissionswerte aufgeführt:

Quelle	Geräuschemissionswerte			Bemerkungen
	$L_{m25}$ dB(A)	$L_{WA}'$ dB(A)/m	$L_{WA}$ dB(A)	
Kran; Modul 1, 72 Kranungen Kranfahrt Katzfahrt Modul 2, 73 Kranungen Kranfahrt Katzfahrt			107 102 107 102	Lauteste Nachtstunde Kranfahrt 0 m über Boden Katzfahrt 15 m über Boden
60 LKW		74		8 Nachtstunden
7 Züge	62			8 Nachtstunden
Kran; Modul 1, 910 Kranungen Kranfahrt Katzfahrt Modul 2, 910 Kranungen Kranfahrt Katzfahrt			105 100 105 100	16 Tagesstunden
273 LKW		77		16 Tagesstunden
5 Züge	61			16 Tagesstunden

Für den Bezugspunkt (siehe Bilder 2 und 3 im Anhang) ergeben sich folgende Geräuschimmissionen:

Quelle	Immissionspegel	
	tags dB(A)	nachts dB(A)
Schienenverkehr	48	44
LKW-Verkehr	38	38
Verladung (Kran)	44	40

Die Ergebnisse sind in Lärmkarten (siehe Bilder 2 und 3 im Anhang) für die Nachtzeit dargestellt. Die Ergebnisse des Verkehrs (Straße, Schiene) sind in einer Lärmkarte zusammengefaßt. Die Kranungen sind gesondert dargestellt, weil sie nach der TA Lärm zu beurteilen sind.

## Literaturverzeichnis

- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26.08.98 (Gemeinsames Ministerialblatt 1998, Nr. 26, Seite 503 ff),
- [2] **DIN ISO 9613-2**, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Entwurf September 1997
- [3] **DIN 45 641**, Ausgabe Juni 1990  
Mittelung von Schallpegeln
- [4] **VDI 3723**, Blatt 1, Ausgabe Mai 1993  
Anwendung statistischer Methoden bei der Kennzeichnung schwankender Geräuschemissionen
- [5] **VDI 2714**, Ausgabe Januar 1988  
"Schallausbreitung im Freien"
- [6] **VDI 2720**, Blatt 1, März 1997  
"Schallschutz durch Abschirmung im Freien"
- [7] **Akustik 04**, Richtlinie für schalltechnische Untersuchungen bei der Planung von Rangier- und Umschlagbahnhöfen, Ausgabe 1990, Deutsche Bahn AG
- [8] Richtlinie über zulässige Schallemissionen von Containerkränen vom 03.08.1995, DB AG, Geschäftsbereich Werke
- [9] Auswirkungen des Einsatzes lärmarmen Nutzfahrzeuge auf die Geräuschemissionen von Gewerbebetrieben, RWTÜV e. V., Essen, Oktober 1985  
Der Bundesminister des Innern
- [10] Technischer Bericht zur Untersuchung der LKW- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen  
Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 192, 1995  
Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden
- [11] Umweltzeichen, Produktanforderungen, Zeichenanwender und Produkte, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.  
**RAL-UZ 59 a**, Lärmarme und rußarme Kommunalfahrzeuge
- [12] Umweltzeichen, Produktanforderungen, Zeichenanwender und Produkte, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.  
**RAL-UZ 21**, Lärmgedämpfte Altglas-Container für lärmempfindliche Bereiche
- [13] Umweltzeichen, Produktanforderungen, Zeichenanwender und Produkte, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.  
**RAL-UZ 53**, Lärmarme Baumaschinen
- [14] Taschenbuch der Technischen Akustik, 2. Auflage,  
M. Heckl, H. A. Müller, Springer-Verlag

- [15] Schalltechnisches Taschenbuch, Schwingungskompodium, 5. Auflage, Helmut Schmidt, VDI-Verlag, 1996
- [16] Nutzfahrzeugkatalog 98/99, Jahrbuch für den Transport-Profi, Verlag Heinrich Vogel GmbH
- [17] **Baumaschinenlärm-Verordnung** (15. BImSchV) vom 10. November 1986 (BGBl. I S. 1729), zuletzt geändert durch das Gesetz vom 27. April 1993 (BGBl. I S. 512)
- [18] **Baulärm**, Umweltschutz am Bau, Rechts- und Verwaltungsvorschriften, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie Berlin, August 1996
- [19] **Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung** § 49, Abs. 3, Anlage XXI
- [20] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Hessische Landesanstalt für Umwelt, 1998, Dr. Erich Krämer, TÜV Anlagen- und Umwelttechnik GmbH, Niederlassung Hessen
- [21] Umweltbundesamt, Erstellung von Mustertypen lärmarmen Baumaschinen - großer Radlader, Hanomag AG, Dezember 1992, Forschungsbericht 105 03 513/10
- [22] Umweltbundesamt, Lärmschutz an Anlagen zur Abfallbehandlung und Abfallbeseitigung, TÜV Rheinland e.V., Friedhelm Wedde, Klaus Tegeder, Juli 1986, Forschungsbericht 105 03 102/08, UBA-FB 86-031
- [23] Umweltbundesamt, Materialien 7/80, Handbuch Lärmschutz bei Förder- und Umschlaganlagen, Februar 1980, Gesellschaft für Systemtechnik mbH, Essen, W. Bucher, A. Endrolath, Forschungsbericht 105 03 404, FIGE GmbH, U. Haberkorn, E. Heckmann, I. Wolter,
- [24] Umweltbundesamt, Geräuschemissionen von Verteilerfahrzeugen, Abschlußbericht zu dem Forschungsvorhaben "Stand der Lärminderungstechnik bei Fahrzeugen mit lärmrelevanten Zusatzaggregaten - Ladehilfen, Kühl- und Klimaanlage", Forschungsbericht 105 05 120/05
- [25] Presse-Information Nr. 9/90, Forschungsprojekt "Lärmarmes Kühlfahrzeug" mit der Vorstellung vier weiterer flüsternder Kühl-Brummis, Frigoblock
- [26] Presse-Information Nr. 9/93, Lärmarme ATLAS-Containersysteme
- [27] Eisenbahntechnische Rundschau, ETR, 12/96, Seite 769 ff.
- [28] Lärmbekämpfung '88  
Tendenzen - Probleme - Lösungen  
Umweltbundesamt, Berlin 1989.
- [29] Untersuchungsbericht, Lärminderung bei Anlagen zur Schrottaufbereitung, 18.02.98, Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern, RWTÜV-Anlagentechnik,
- [30] VDI-Richtlinie 3743, Emissionskennwerte technischer Schallquellen, Pumpen  
Blatt 1: Kreiselpumpen, Januar 1982  
Blatt 2: Verdrängerpumpen, Juni 1989
- [31] Taschenbuch der Akustik, Teile 1 und 2, VEB Verlag Technik Berlin, 1984

[32] Beitrag zur Zukunft, Entsorgung mit der Bahn,  
Informationsschrift der Bahn AG

Wir bedanken uns bei folgenden Firmen, die die Durchführung dieser Untersuchung durch Prospekte und Unterlagen hilfreich unterstützten

Flügelzellenpumpen, Alfons Haar Maschinenbau GmbH & Co.  
Kälteanlagen, Frigoblock, Großkopf GmbH  
Rotationsverdichter, Gardner Denver Wittig GmbH  
Lärmarme Baustellencontainerfahrzeuge, Presseinformation, Atlas-Weyhausen  
Absetz- und Abrollkipper, marrel GmbH  
Schraubenverdichter, GHH-Rand  
Schraubenverdichter,  
Entsorgung mit der Bahn, Güterverkehr, Deutsche Bahn AG  
Tank- und Silofahrzeuge, Kässbohrer

sowie bei den Firmen, die Geräuschmessungen auf Ihrem Betriebsgelände zugelassen haben aber namentlich nicht genannt werden können, um zu vermeiden, daß Meßergebnisse zugeordnet werden können.



## Anhang

### A.0 Umschlag von Containern und Wechselbrücken z.B. an der Nahtstelle Schiene / Straße bei KLV-Anlagen

Wie schon in Abschnitt 3.4 und 6.2 erläutert sind bei einer KLV-Anlage unterschiedliche Geräuschquellen zu berücksichtigen.

Quelle	Emissionsansatz siehe Literatur
Zugverkehr (Rangierfahrten)	[7]
LKW-Verkehr	[10]
Kran- und Katzfahrt des Containerkrans	[8]
Be- und Entladegeräusche, die je nach Verhaltensweise des Kranführers beim Absetzen von Containern zu impulshaltigen Geräuschen führen	Anhang 0.3
Front- und Seitenlader	Anhang 0.1 / 0.2

Die maximalen Schalleistungspegel, die bei den Messungen erfasst wurden betragen:

Quelle	$L_{WAmax}$ dB(A)
Frontlader	110 - 115
Hafenbahn	116 - 118
Container werden auf LKW oder Wagen gesetzt	115 - 120
Kranfahrt mit Warneinrichtung	98 - 111
Kran, Heben	93 - 107
Katzfahrt	90 - 95
Containerkran stapelt Container, leer	101 - 117
Containerkran stapelt Container, voll	92 - 107
Container werden auf dem Boden abgesetzt	101 - 119
Container werden auf dem Boden abgesetzt (Container abgeschirmt)	101 - 107
Greiferarme greifen Ladeinheit (einrasten)	100 - 117

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 0.1
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

KLV-Anlage: Be- und Entladung mit Frontladern

**Meßumgebung und Einsatzbereich**



Fahrzeugtyp	Frontlader
Quelle	Motorgeräusch
Hubleistung	> 160 kW
Einsatzzeit (mittel) Material	kontinuierlich Container, Tanks, Wechselbrücken, Auflieger

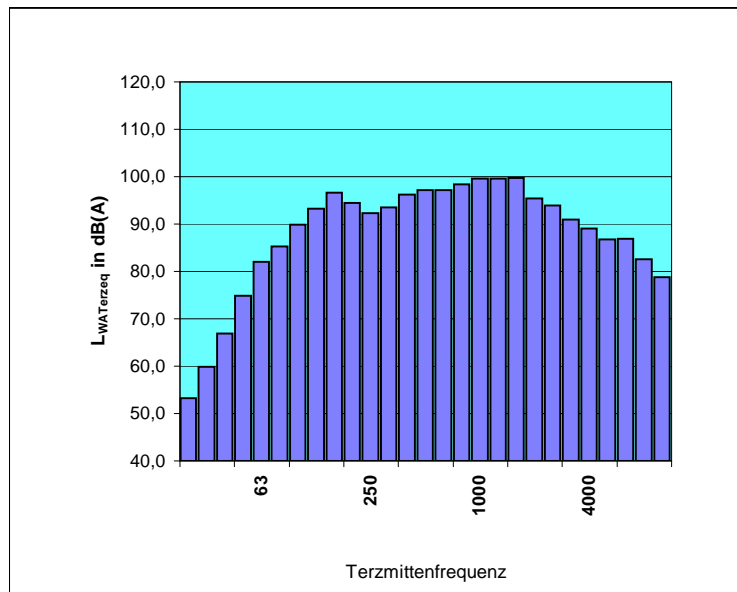


Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 0.1
-----------------------------	---------------

**KLV-Anlage: Be- und Entladung mit Frontladern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	kontinuierlich
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	3



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	110,0
s	5,7
$L_{WAeq,1h}$	110,0
s	5,7
$L_{WAFmax}$	
s	
n	7

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	67,83
63	87,20
125	98,80
250	98,27
500	101,65
1 k	104,01
2 k	101,86
4 k	94,06
8 k	88,76
Summe n-Spektren	109,0 6

**Bemerkungen**

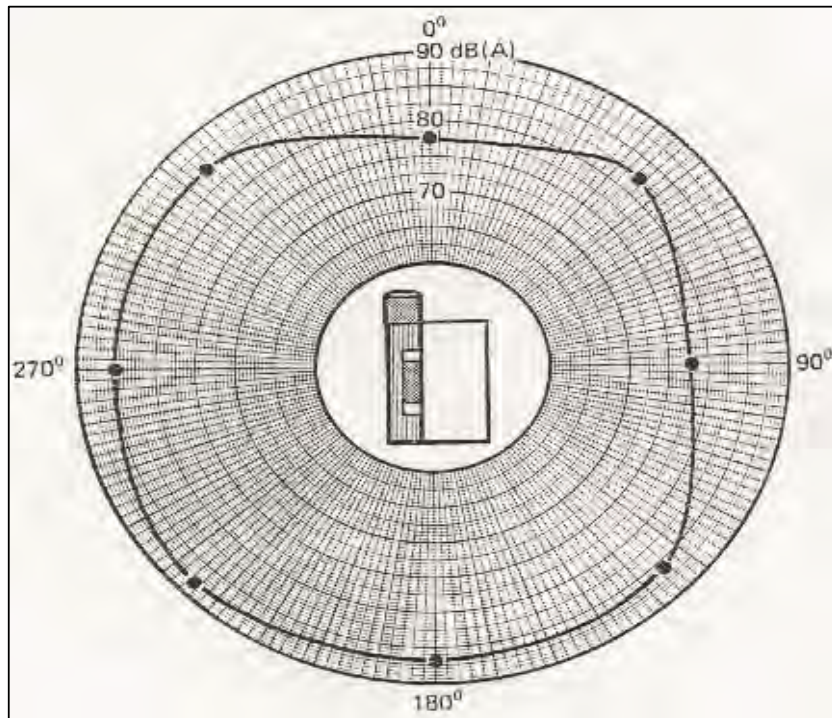
G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 0.2
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

KLV-Anlagen: Be- und Entladung mit Seitenladern

**Meßumgebung und Einsatzbereich**



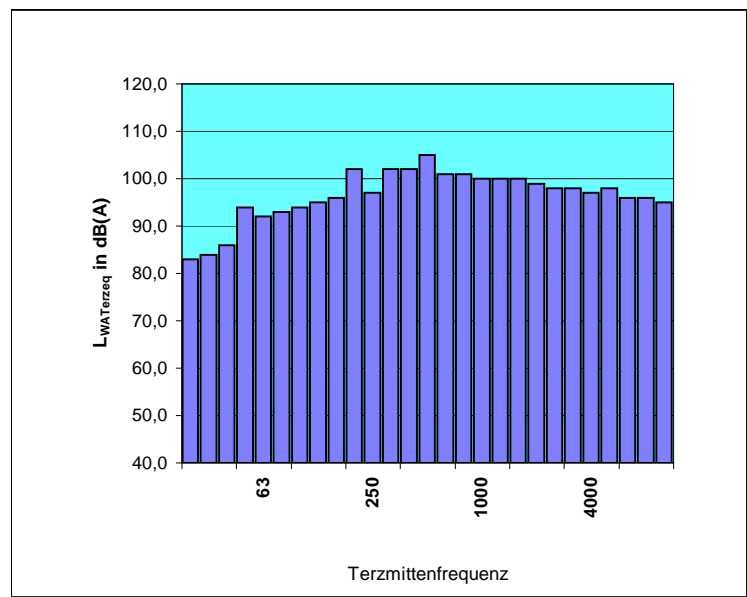
Fahrzeugtyp	Seitenlader
Quelle	Motorgeräusche
Hubleistung	ca. 200 kW
Einsatzzeit (mittel)	kontinuierlich
Material	Container, Tanks, Wechselbrücken, Auflieger

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 0.2
-----------------------------	---------------

**KLV-Anlagen: Be- und Entladung mit Seitenladern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	kontinuierlich
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	
	3



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	112,5
s	0,7
$L_{WAeq,1h}$	112,5
s	0,7
$L_{WAFmax}$	
s	
n	2

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	89,27
63	97,83
125	99,83
250	105,63
500	107,77
1 k	105,11
2 k	103,83
4 k	102,44
8 k	100,44
Summe n-Spektren	113,0 1

**Bemerkungen**

Daten aus Literatur  
 Einzeltöne werden durch Drehzahl bzw. Takt des Dieselmotors bestimmt.

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 0.3
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

KLV-Anlagen: Be- und Entladung mit Containerkran

**Meßumgebung und Einsatzbereich**



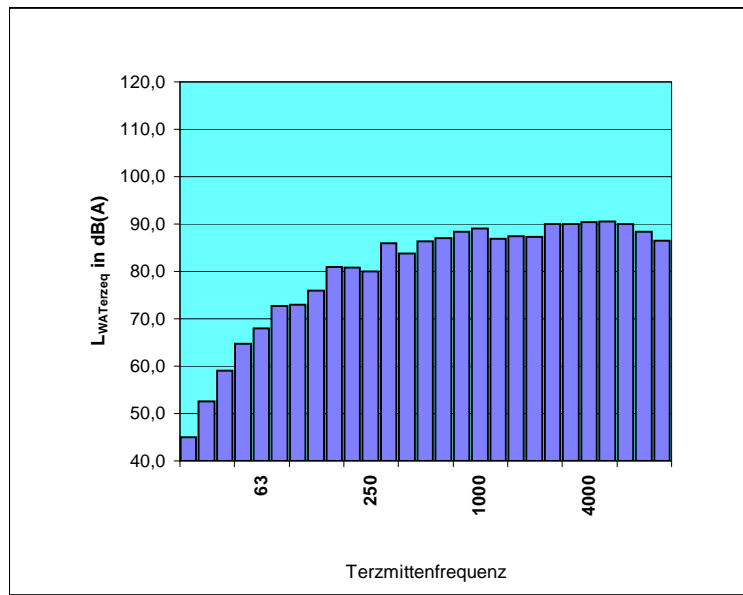
Quelle	Containerkran Heben und Senken, Katzfahrt
Einsatzzeit (mittel) Material	kontinuierlich Container, Tanks, Wechselbrücken, Auflieger

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 0.3
-----------------------------	---------------

**KLV-Anlagen: Be- und Entladung mit Containerkran**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTEq} - L_{AFeq}$ in dB Standardabweichung der Impulshaltigkeit Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	
--	--



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	100,8
s	2,6
$L_{WAeq,1h}$	
s	
$L_{WAFmax}$	124,5
s	0,5
n	7

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	60,06
63	74,41
125	82,63
250	87,86
500	90,72
1 k	92,97
2 k	93,21
4 k	95,09
8 k	93,33
Summe n-Spektren	100,6 1

**Bemerkungen**

Heben, Senken, Katzfahrt sind immer kurzzeitige Ereignisse (< 1 Minute), Gesamtvorgang einschließlich Kranfahrt siehe 0.4 Impulse entstehen beim Greifen der Container und Absetzen auf dem Boden oder Fahrzeug
--

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 0.4
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

KLV-Anlagen: Be- und Entladung mit Containerkran

**Meßumgebung und Einsatzbereich**



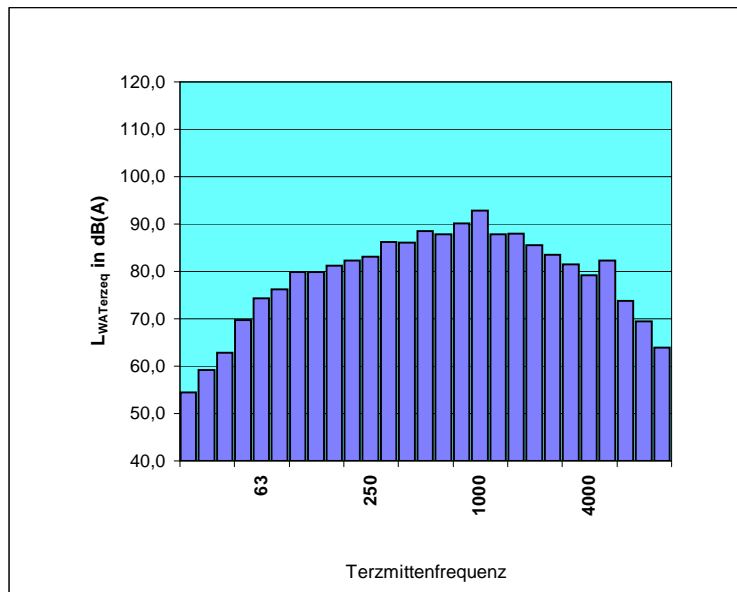
Quelle	Containerkran Kranfahrt, Katzfahrt, Senken, Heben
Einsatzzeit (mittel) Material	kontinuierlich Container, Tanks, Wechselbrücken, Auflieger

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 0.4
-----------------------------	---------------

**KLV-Anlagen: Be- und Entladung mit Containerkran**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB Standardabweichung der Impulshaltigkeit Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	kontinuierlich
--	----------------



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	99,8
s	2,1
$L_{WAeq,1h}$	99,8
s	2,1
$L_{WAFmax}$	
s	
n	3

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	64,79
63	78,90
125	85,19
250	88,99
500	92,35
1 k	95,55
2 k	90,83
4 k	85,94
8 k	75,51
Summe	99,2
n-Spektren	2

**Bemerkungen**





**A.1 Beladen von Muldenkippern zum Transport von Sand,  
Steinen usw.**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.1

### Arbeitsvorgang:

Beladung von Muldenkipper mit abgesprengtem Kalkstein

An- und Abfahrt der Muldenkipper wurde nicht berücksichtigt

### Meßumgebung und Einsatzbereich



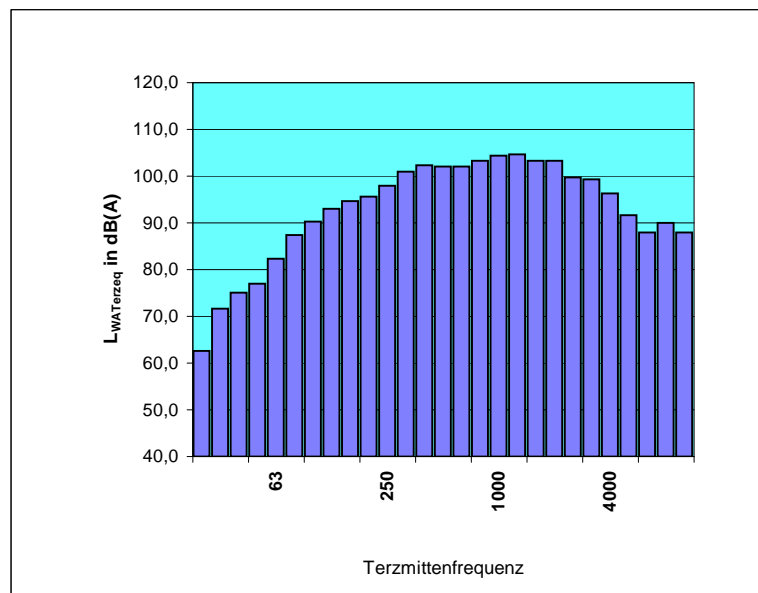
Fahrzeugtyp Radlader	SKW, Muldenkipper ca. 320 kW
Quellen Lademenge	Aufschlagen in Mulde, Radladereinsatz ca 25 t
Beladezeit (mittel) Material	3,2 min Kalkstein, Steinbruch

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.1
-----------------------------	---------------

**Beladung von Muldenkipper mit abgesprengtem Kalkstein**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	4,3
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	6,8
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	3,2
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	0



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	114,4
s	2,6
$L_{WAeq,1h}$	101,5
s	3,1
$L_{WAFmax}$	131
s	3
n	6

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	76,83
63	88,82
125	97,79
250	103,54
500	106,89
1 k	108,92
2 k	107,19
4 k	101,57
8 k	93,52
Summe n-Spektren	113,9 3

**Bemerkungen**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.2

### Arbeitsvorgang:

Beladung von Muldenkippern bzw. Kippern mit Bagger

### Meßumgebung und Einsatzbereich



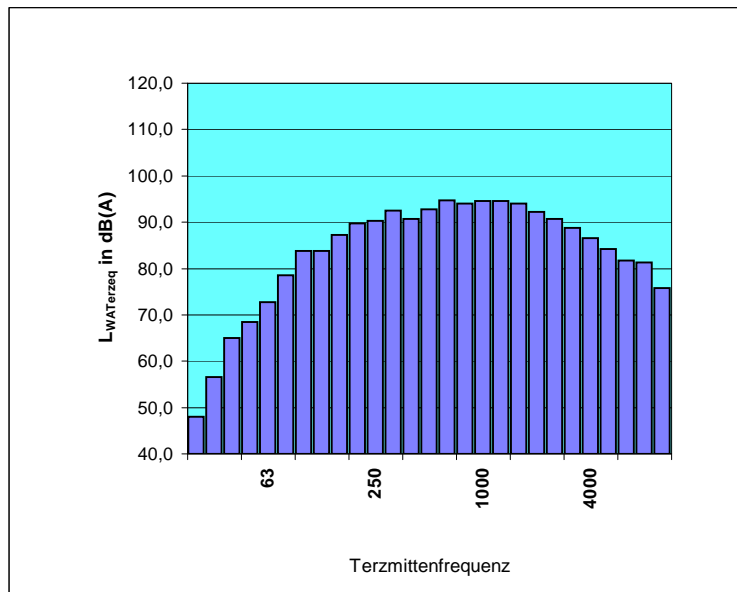
Fahrzeugtyp	Muldenkipper, Kipper
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Kipperboden
Quelle	Bagger: Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca 10 bis 25 t
Beladezeit (mittel)	10 min
Material	Lehm, steiniges Erdreich, mittelgroßer Kies, Humus

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.2
-----------------------------	---------------

**Beladung von Muldenkippern bzw. Kippern mit Bagger**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	9,25
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTEq} - L_{AFeq}$ in dB	4,3
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	2,4
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	9,75
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	103,4
s	3,5
$L_{WAeq,1h}$	95,5
s	3,7
$L_{WAFmax}$	117,6
s	8,1
n	4

Oktav Hz	$L_{WA_{Okt}}$ dB(A)
31,5	65,7
63	79,9
125	90,0
250	95,8
500	97,8
1 k	99,1
2 k	97,3
4 k	91,7
8 k	85,1
Summe n-Spektren	103,4 4

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.3

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkipper mit Splitt oder Kies

### Meßumgebung und Einsatzbereich



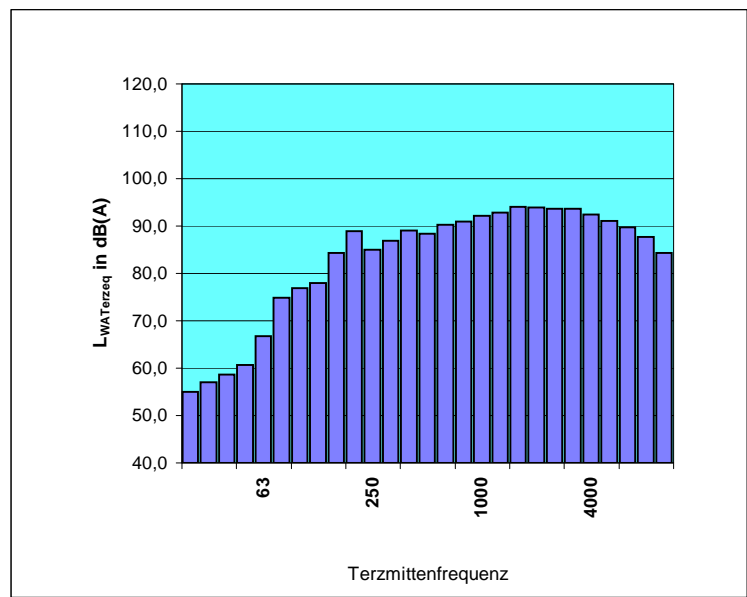
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Muldenboden Betriebsgeräusche des Radladers
Lademenge	ca 25 t
Beladezeit (mittel)	3 min
Material	Splitt und Kies von 2/8 bis 16/32

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 1.3
------------------------------------	---------------

**Beladen von Muldenkipper mit Splitt oder Kies**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	3,15
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	6,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,1
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	3,15
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	105,3
s	4,3
$L_{WAeq,1h}$	92,0
s	5,4
$L_{WAFmax}$	123,3
s	5,2
n	6

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	61,89
63	75,68
125	85,84
250	92,03
500	94,10
1 k	96,82
2 k	98,67
4 k	97,32
8 k	92,54
Summe n-Spektren	104,4 3

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.4

### Arbeitsvorgang:

Beladung von Muldenkippern mit Kies > 32 mit Radlader

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Radlader
Quelle	Aufschlagen der Kiesel in Mulde
Lademenge	20 t
Beladezeit (mittel)	4 min
Material	Kies > 32

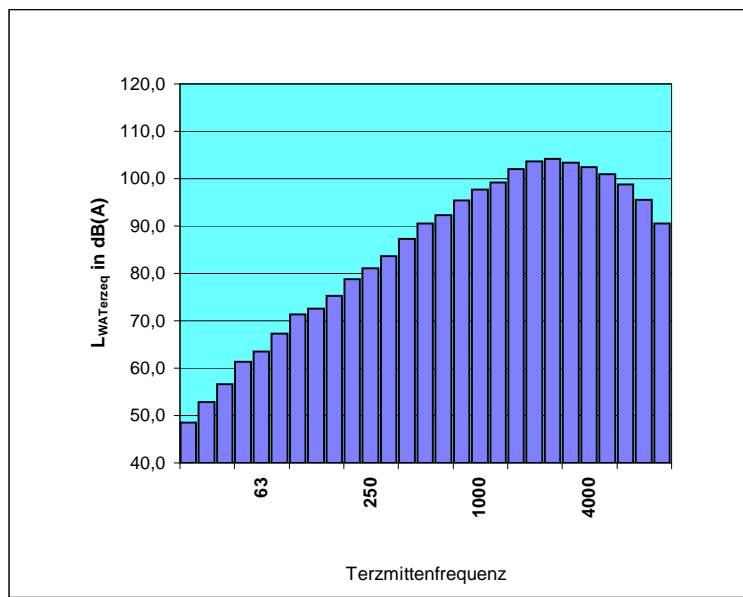


<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 1.4
------------------------------------	---------------

**Beladung von Muldenkippern mit Kies > 32 mit Radlader**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	3,6
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	3,6
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	2,0
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	3,6
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	111,9
s	2,0
$L_{WAeq,1h}$	99,7
s	2,1
$L_{WAFmax}$	125,1
s	1,5
n	4

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	58,55
63	69,55
125	78,12
250	86,36
500	95,30
1 k	102,46
2 k	108,18
4 k	107,16
8 k	100,90
Summe n-Spektren	111,9 4

**Bemerkungen**

Die Impulshaltigkeit nimmt mit zunehmender Füllung der Mulde ab. Die Beladung des Muldenkippern mit Kies > 32 erfolgte mit 3 Radladerschaufeln.

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.5 a 1

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkippern über Förderband

### Meßumgebung und Einsatzbereich



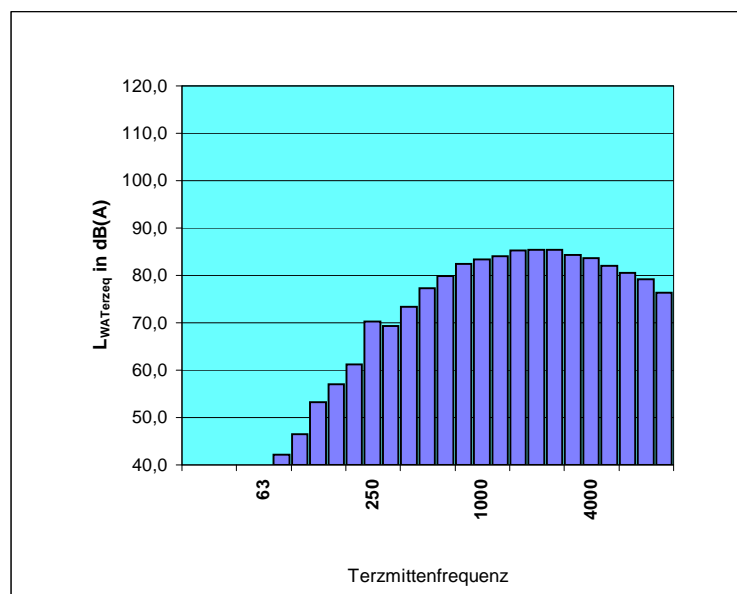
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Fallgeräusche, Splitt fällt vom Band in Mulde
Lademenge	Falhöhe 3,2 m 28 t
Beladezeit (mittel)	2,4 min
Material	Splitt 2/5

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.5 a 1
-----------------------------	-------------------

**Beladen von Muldenkippern über Förderband**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2,4
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	5,3
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	2,7
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2,4
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	95,1
s	0,5
$L_{WAeq,1h}$	80,2
s	3,8
$L_{WAFmax}$	110,8
s	3,5
n	7

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	42,98
125	58,82
250	73,16
500	82,38
1 k	88,12
2 k	90,16
4 k	88,19
8 k	83,84
Summe n-Spektren	95,1 7

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.5 a 2

### Arbeitsvorgang:

Beladen von LKW über Förderband

### Meßumgebung und Einsatzbereich



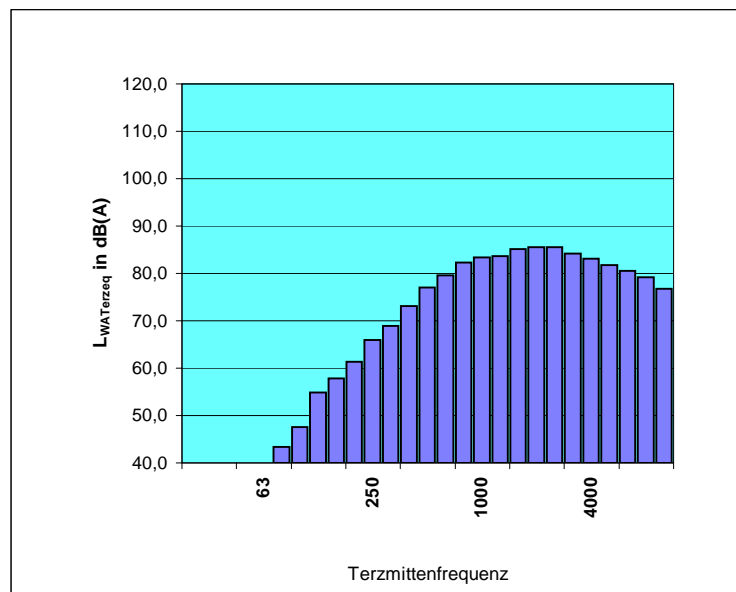
Fahrzeugtyp	LKW
Quelle	Fallgeräusche, Splitt fällt vom Band auf Ladefläche
Lademenge	Falhöhe 3,2 m 6 t
Beladezeit (mittel)	0,6 min
Material	Splitt 2/5

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.5 a 2
-----------------------------	-------------------

**Beladen von LKW über Förderband**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	0,6
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	1,6
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,4
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	0,6
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	94,7
s	
$L_{WAeq,1h}$	74,7
s	1,0
$L_{WAFmax}$	107,0
s	3,5
n	2

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	44,31
125	59,89
250	71,16
500	82,09
1 k	87,92
2 k	90,17
4 k	87,92
8 k	83,83
Summe	94,3
n-Spektren	2

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.5 b

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkippern über Förderband

### Meßumgebung und Einsatzbereich



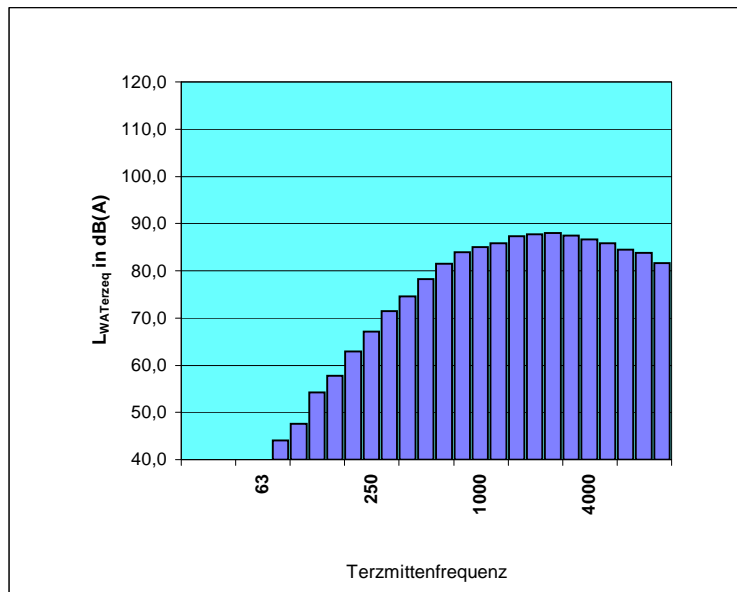
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Fallgeräusche, Splitt fällt vom Band in Mulde
Lademenge	Fallhöhe 3,2 m 28 t
Beladezeit (mittel)	2,5 min
Material	Splitt 2/8 und 5/8

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.5 b.
-----------------------------	------------------

**Beladen von Muldenkippern über Förderband**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2,5
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	4,5
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	1,3
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2,5
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	97,0
s	1,0
$L_{WAeq,1h}$	83,2
s	1,8
$L_{WAFmax}$	110,3
s	3,1
n	3

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	44,98
125	59,62
250	73,24
500	83,72
1 k	89,78
2 k	92,48
4 k	91,42
8 k	88,21
Summe	97,0
n-Spektren	3

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.5 c

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkippern über Förderband

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Fallgeräusche, Splitt fällt vom Band in Mulde
Lademenge	Fallhöhe 3,2 m 28 t
Beladezeit (mittel)	2,9 min
Material	Splitt 8/11 und 8/16

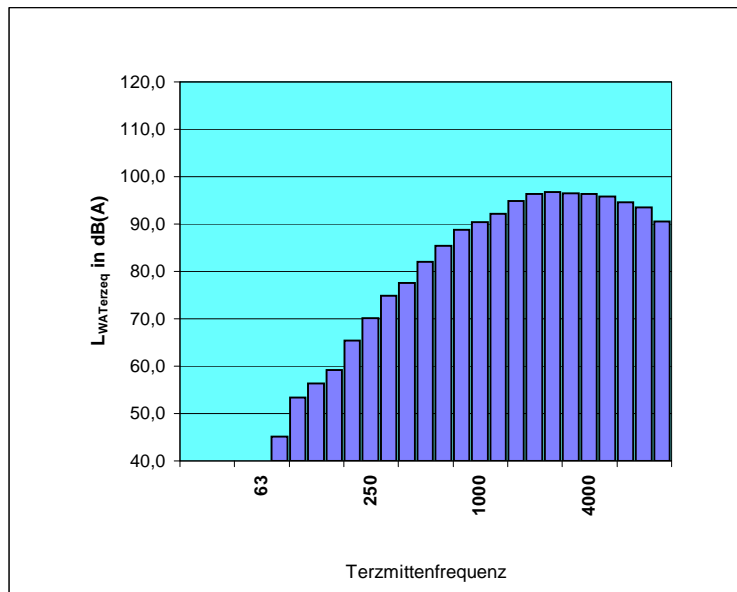


Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.5 c
-----------------------------	-----------------

**Beladen von Muldenkippern über Förderband**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2,9
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	3,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2,9
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	105,5
s	1,9
$L_{WAeq,1h}$	91,8
s	2,5
$L_{WAFmax}$	119,1
s	1,7
n	6

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	45,86
125	61,73
250	76,49
500	87,54
1 k	95,41
2 k	100,85
4 k	100,99
8 k	97,95
Summe n-Spektren	105,5 6

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.5 d

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkippern über Förderband

### Meßumgebung und Einsatzbereich



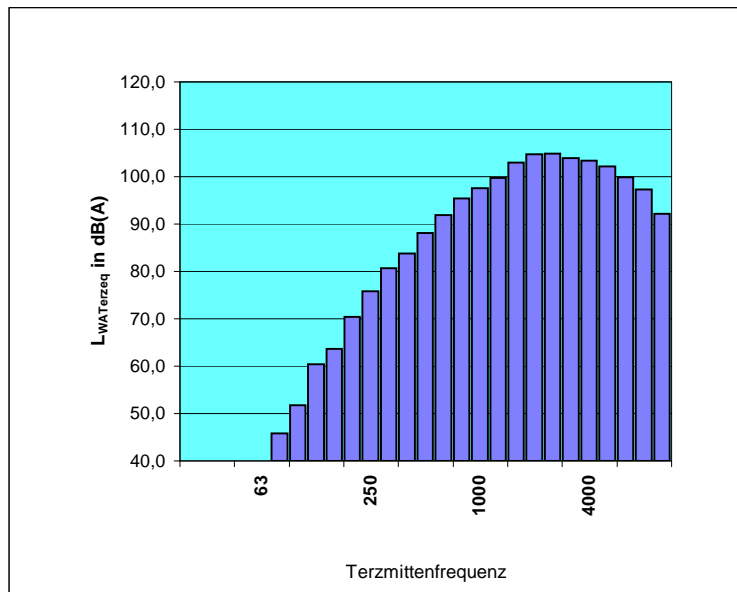
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Fallgeräusche, Splitt fällt vom Band in Mulde Fallhöhe 3,2 m
Lademenge	28 t
Beladezeit (mittel)	4,0 min
Material	Splitt 16/22 und 16/32

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.5 d.
-----------------------------	------------------

**Beladen von Muldenkippern über Förderband**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	4,0
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTEq} - L_{AFeq}$ in dB	1,8
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,3
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	4,0
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	112,6
s	0,4
$L_{WAeq,1h}$	100,2
s	0,3
$L_{WAFmax}$	124,2
s	1,9
n	5

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	24,00
63	46,81
125	65,49
250	82,19
500	93,85
1 k	102,73
2 k	109,02
4 k	108,03
8 k	102,26
Summe n-Spektren	112,6 5

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.5 e

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkippern über Förderband

### Meßumgebung und Einsatzbereich



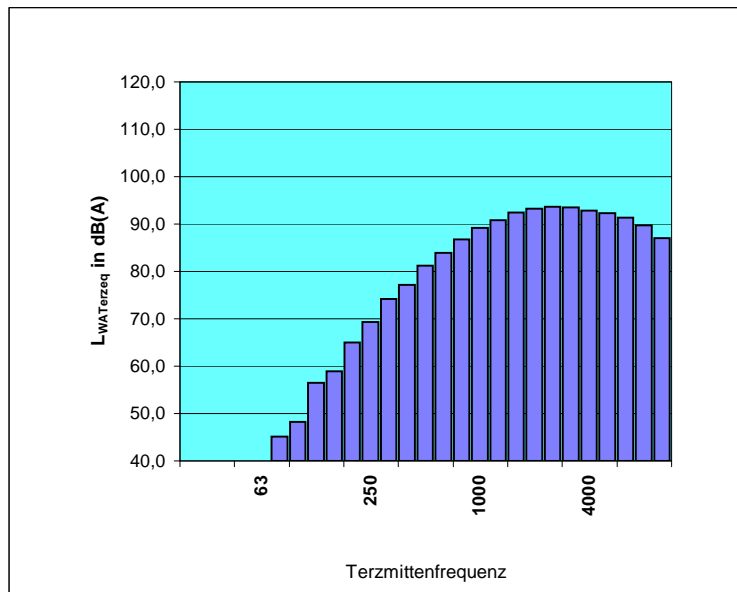
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Fallgeräusche, Splitt fällt vom Band in Mulde
Lademenge	Fallhöhe 3,2 m 28 t
Beladezeit (mittel)	2,0 min
Material	Splitt 4/16 und 2/16

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.5 e
-----------------------------	-----------------

**Beladen von Muldenkippern über Förderband**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2,0
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	4,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2,0
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	102,6
s	0,2
$L_{WAeq,1h}$	87,9
s	0,2
$L_{WAFmax}$	116,6
s	1,0
n	3

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	28,0
63	45,9
125	61,1
250	75,8
500	86,3
1 k	94,0
2 k	97,9
4 k	97,7
8 k	94,5
Summe n-Spektren	102,6 3

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.5 f

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkippern über Förderband

### Meßumgebung und Einsatzbereich



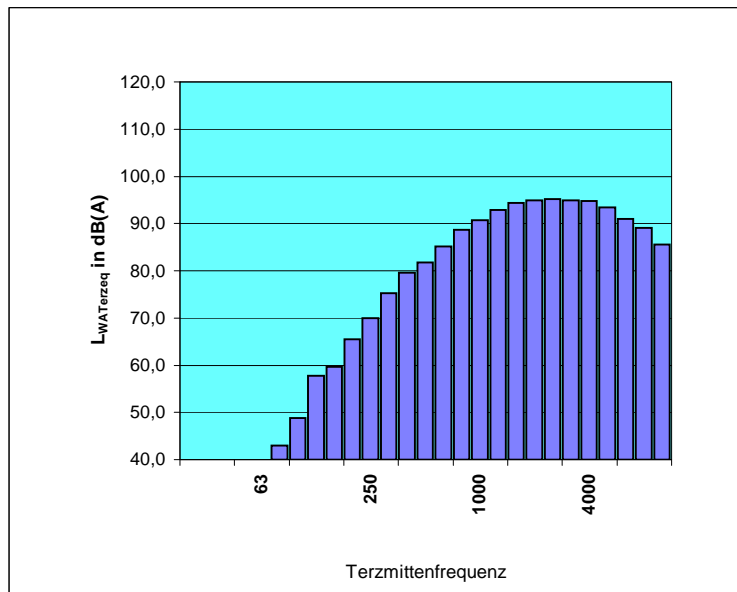
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Fallgeräusche, Splitt fällt vom Band in Mulde Fallhöhe 3,2 m
Lademenge	28 t
Beladezeit (mittel)	2,0 min
Material	Splitt 0/30

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 1.5 f
------------------------------------	-----------------

**Beladen von Muldenkippern über Förderband**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2,0
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	5,2
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2,0
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	103,1
s	
$L_{WAeq,1h}$	88,4
s	
$L_{WAFmax}$	121,0
s	
n	1

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	43,8
125	62,0
250	76,7
500	87,6
1 k	95,8
2 k	99,6
4 k	99,2
8 k	93,8
Summe n-Spektren	103,1 1

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.5 g

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkippern über Förderband

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle Lademenge	Fallgeräusche, Splitt fällt von Band in Mulde 25 t
Beladezeit (mittel) Material	2,4 min Splitt 0/25, 0/28

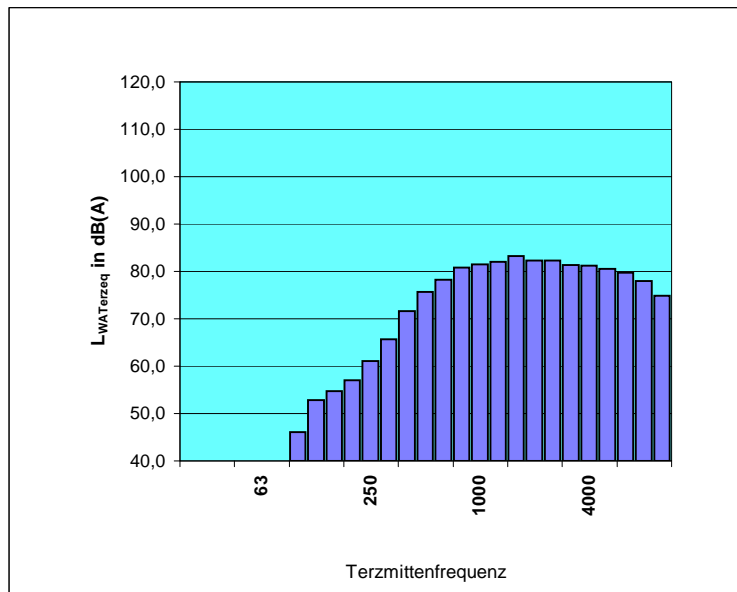


Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.5 g
-----------------------------	-----------------

**Beladen von Muldenkippern über Förderband**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2,4
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	2,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,1
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2,4
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	92,1
s	3,7
$L_{WAeq,1h}$	76,0
s	2,9
$L_{WAFmax}$	97,5
s	2,8
n	2

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	42,3
125	57,3
250	67,4
500	80,7
1 k	86,2
2 k	87,4
4 k	85,8
8 k	82,7
Summe n-Spektren	92,1 2

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.6

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Muldenkippern

### Meßumgebung und Einsatzbereich



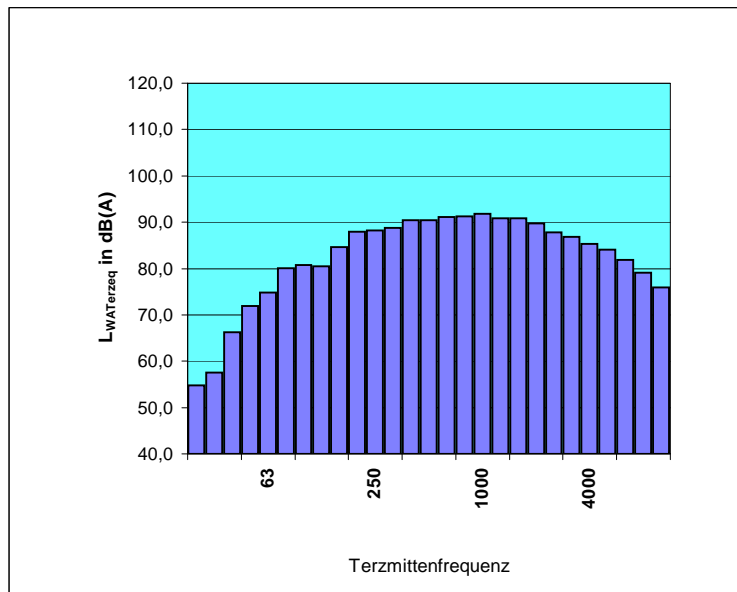
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Motor
Quelle	Beladegeräusche, Radlader
Lademenge	25 t bis 27 t
Beladezeit (mittel)	4 min
Material	Erde, Sand

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.6
-----------------------------	---------------

**Beladen von Muldenkippern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	4,2
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	4,6
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	3,7
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	101,6
s	2,0
$L_{WAeq,1h}$	89,4
s	2,3
$L_{WAFmax}$	113,9
s	2,4
n	8

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	67,02
63	81,66
125	87,21
250	93,06
500	95,47
1 k	96,09
2 k	94,38
4 k	90,32
8 k	84,37
Summe n-Spektren	101,7 6

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.7

### Arbeitsvorgang:

Beladung von Muldenkippern mit Radlader im Steinbruch

### Meßumgebung und Einsatzbereich



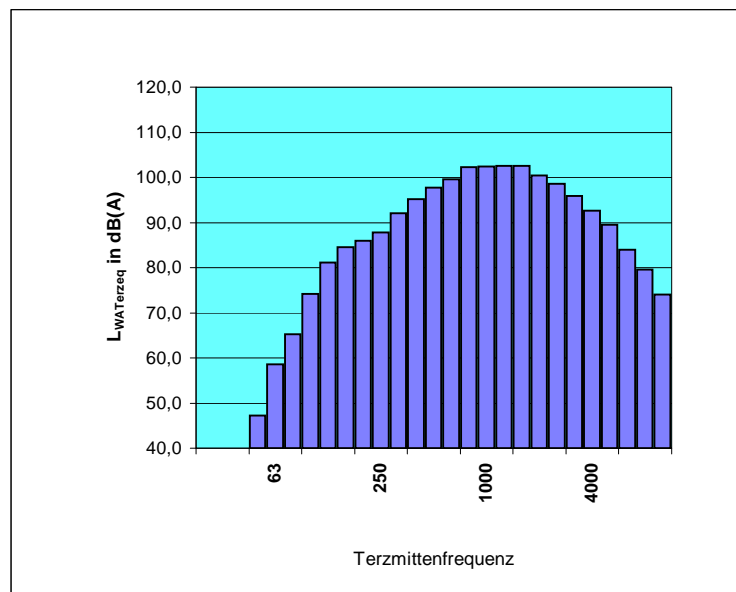
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Kipperboden (dominierend)
Quelle	Radlader: Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca 25 t
Beladezeit (mittel)	3,8 min
Material	Kalkstein aus Steinbruch

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 1.7
------------------------------------	---------------

**Beladung von Muldenkippern mit Radlader im Steinbruch**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	3,8
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	7,5
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,6
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	3,8
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	110,7
s	0,8
$L_{WAeq,1h}$	98,7
s	0,9
$L_{WAFmax}$	129,9
s	1,6
n	3

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	36,9
63	66,1
125	86,5
250	94,2
500	102,6
1 k	107,2
2 k	105,6
4 k	98,2
8 k	85,7
Summe n-Spektren	110,7 3

**Bemerkungen**

Ein Muldenkipper wurde mit etwa mit 6 Schaufelfüllungen eines Radladers beladen. Der höchste Einzelereignispegel tritt bei der ersten Schaufelentleerung auf.
---

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.8

### Arbeitsvorgang:

Beladung von Muldenkippern bzw. Großcontainern (Abrollbehältern) mit Bagger

### Meßumgebung und Einsatzbereich



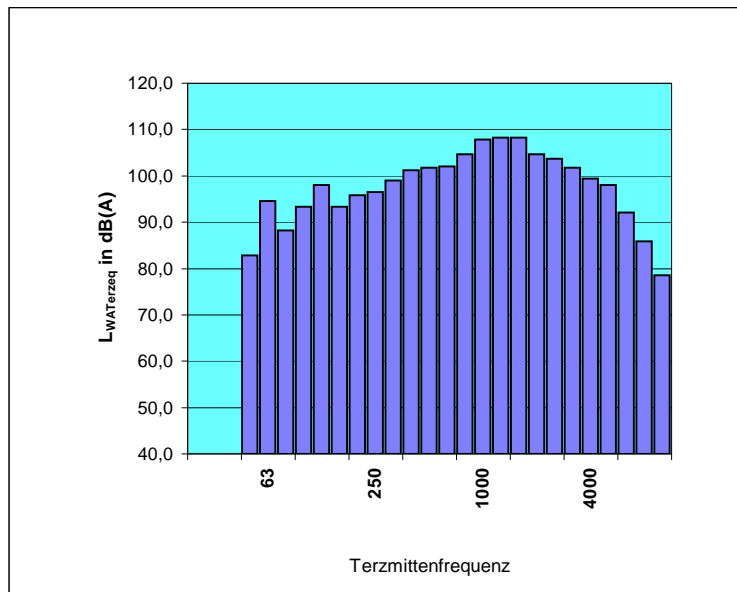
Fahrzeugtyp	Muldenkipper, Containerfahrzeuge mit Abrollbehälter (Großmulden)
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Kipper- /Behälterboden
Quelle	Bagger: Motorgeräusch, Auspuff (nicht domonierend)
Lademenge	ca 25 t
Beladezeit (mittel)	8 min
Material	Kupferschrotte in unterschiedlicher Zusammensetzung

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.8
-----------------------------	---------------

**Beladung von Muldenkippern bzw. Großcontainern (Abrollbehältern) mit Bagger**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	8,1
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	6,6
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,7
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	8,1
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	114,7
s	3,3
$L_{WAeq,1h}$	105,9
s	4,4
$L_{WAFmax}$	133,5
s	3,9
n	4

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	95,7
125	100,3
250	102,1
500	106,5
1 k	112,0
2 k	110,8
4 k	104,8
8 k	93,2
Summe n-Spektren	114,7 2

**Bemerkungen**

Beladung von Großmulden mit unterschiedlichen Kupferschrotten (Mischschrott, Rotgußteile) Im Mittel 18 Beladevorgänge zum Füllen der Großmulde
---

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.9

### Arbeitsvorgang:

Beladung von Muldenkippern bzw. Großcontainern (Abrollbehältern) mit Bagger

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Muldenkipper, Containerfahrzeuge mit Abrollbehälter (Großmulden)
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Kipper- /Behälterboden
Quelle	Bagger: Motorgeräusch, Auspuff (nicht domonierend)
Lademenge	ca 20 t
Beladezeit (mittel)	30 min
Material	Aluminiumschrotte in unterschiedlicher Zusammensetzung

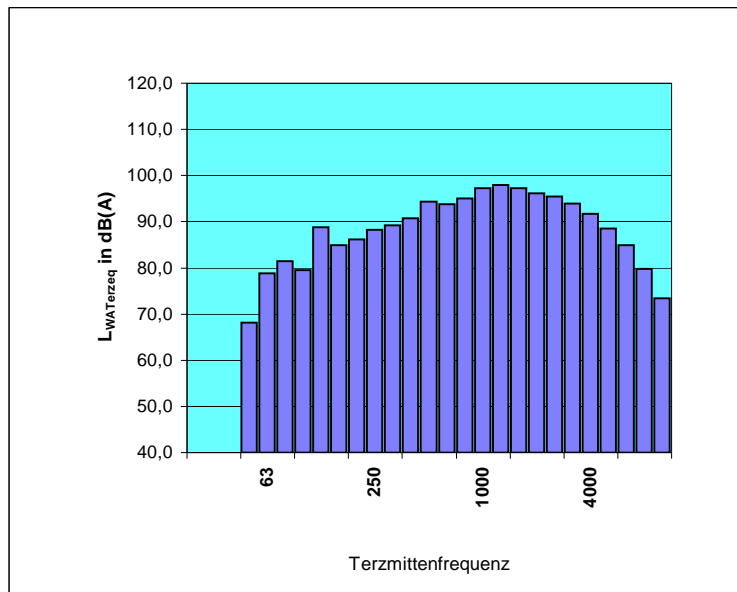


Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 1.9
-----------------------------	---------------

**Beladung von Muldenkippern bzw. Großcontainern (Abrollbehältern) mit Bagger**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	30,0
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	6,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	30,0
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	106,3
s	
$L_{WAeq,1h}$	103,3
s	
$L_{WAFmax}$	122,3
s	
n	1

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	83,5
125	90,7
250	92,8
500	98,0
1 k	101,7
2 k	101,1
4 k	96,7
8 k	86,3
Summe n-Spektren	106,3 1

**Bemerkungen**

Beladung von Containern mit unterschiedlichen Aluminiumschrotten (Mischschrott)
---

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 1.10

### Arbeitsvorgang:

Beladung eines Dumpers mit Bagger

### Meßumgebung und Einsatzbereich



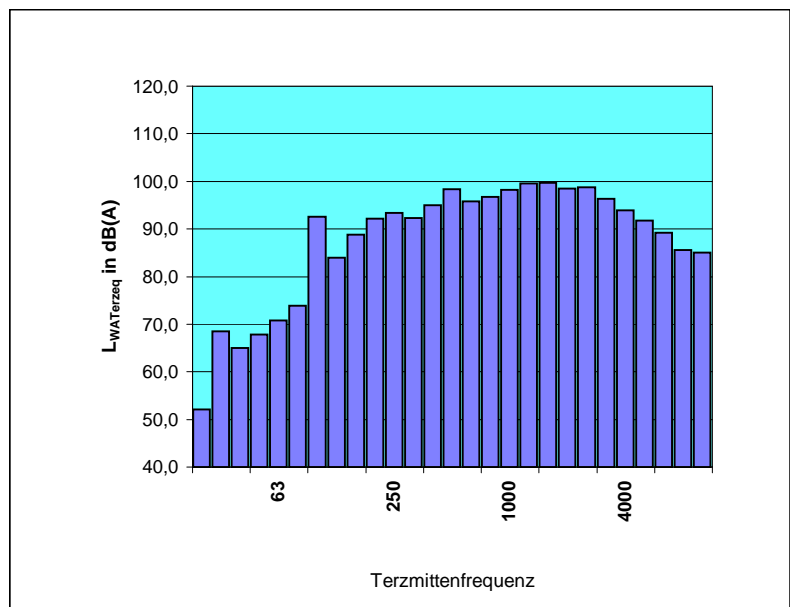
Fahrzeugtyp	Dumper CAT D 250 E Bagger CAT 325 B LM
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Kipperboden
Quelle	Bagger: Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca. 6 bis 8 m <sup>3</sup>
Beladezeit (mittel)	2 min
Material	Erde

Geräusch-Emissionskennwerte	Ifd. Nr.: 1.10
-----------------------------	----------------

**Beladung eines Dumpers mit Bagger**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	1,9
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	2,6
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	1,9
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	108,8
s	0,6
$L_{WAeq,1h}$	93,8
s	0,2
$L_{WAFmax}$	123,8
s	1,9
n	3

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	70,2
63	76,3
125	94,5
250	97,5
500	101,4
1 k	103,1
2 k	103,7
4 k	99,2
8 k	91,8
Summe n-Spektren	108,8 3

**Bemerkungen**

<h1>Technisches Datenblatt</h1>	Ifd. Nr.: 1.11
---------------------------------	----------------

**Arbeitsvorgang:**

Beladung eines Dumpers mit Bagger

**Meßumgebung und Einsatzbereich**



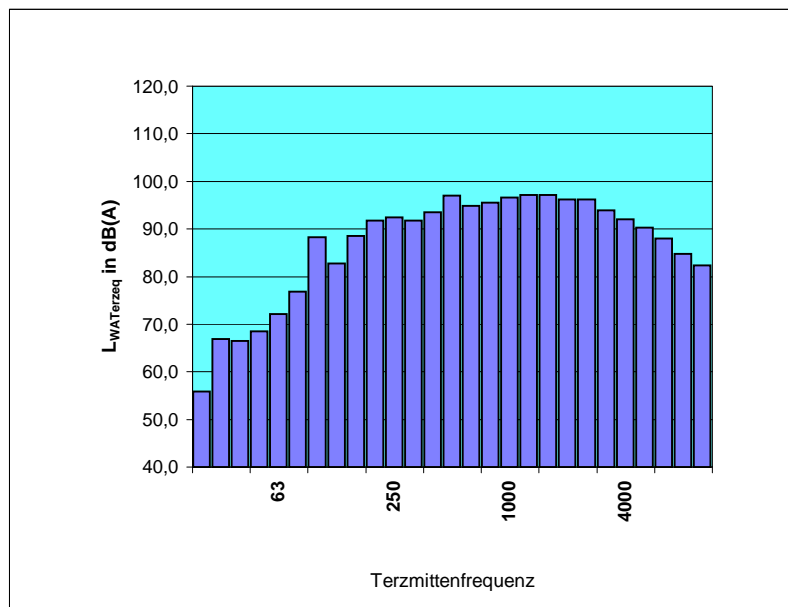
Fahrzeugtyp	Dumper Volvo BM A 25 C Bagger CAT 325 B LM
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Kipperboden
Quelle	Bagger: Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca. 8 m <sup>3</sup>
Beladezeit (mittel)	3 min
Material	Erde

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	Ifd. Nr.: 1.11
------------------------------------	----------------

**Beladung eines Dumpers mit Bagger**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2,5
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	2,9
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	1,1
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2,5
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	107,1
s	1,4
$L_{WAeq,1h}$	93,3
s	1,5
$L_{WAFmax}$	118,2
s	2,0
n	4

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	69,9
63	78,6
125	92,0
250	96,8
500	100,2
1 k	101,2
2 k	101,3
4 k	97,1
8 k	90,4
Summe n-Spektren	107,1 4

**Bemerkungen**



**A.2 Entladen von Muldenkippern zum Transport von Sand,  
Steinen usw.**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.1

### Arbeitsvorgang:

Abkippen von Materialien aus Muldenkippern

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	
Quellentyp	Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca 25 t
Entladezeit (mittel)	4 min
Material	Lehm, Betonteile, mittelgroßer Kies, Humus

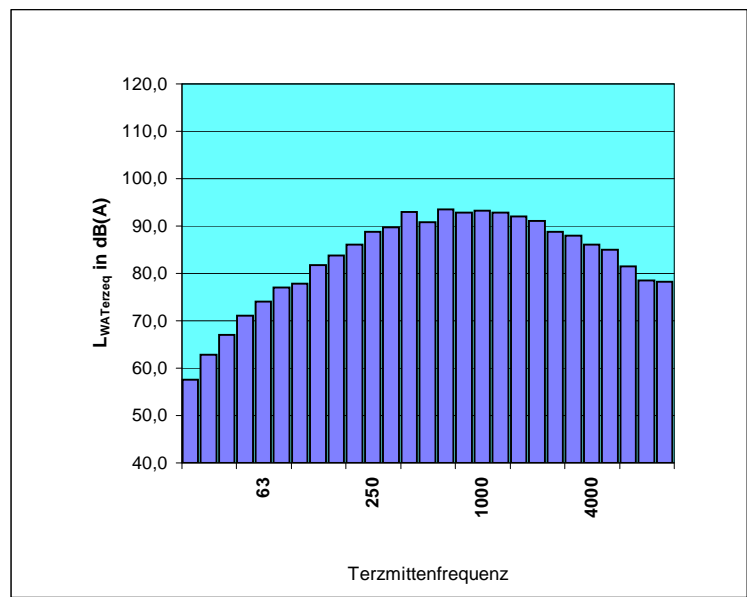


Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 2.1
-----------------------------	---------------

**Entladen von Muldenkippern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	6
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	5,3
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	1,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	4
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	0



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	103,5
s	3,9
$L_{WAeq,1h}$	90,9
s	2,5
$L_{WAFmax}$	114,1
s	3,3
n	4

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	68,75
63	79,46
125	86,52
250	93,23
500	97,36
1 k	97,72
2 k	95,58
4 k	91,31
8 k	84,48
Summe n-Spektren	103,5 4

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.2

### Arbeitsvorgang:

Entleeren von Muldenkippern

### Meßumgebung und Einsatzbereich



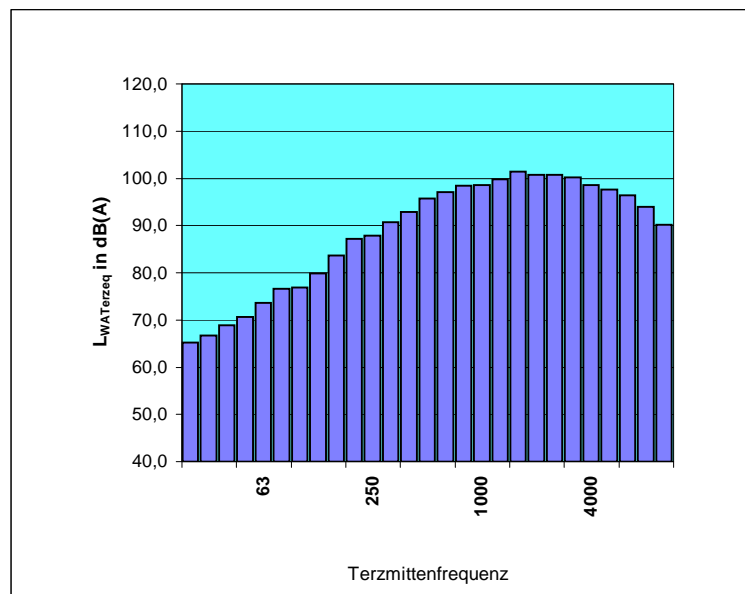
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Rutsch- und Schüttgeräusche, Auftreffen auf Stangenrost
Lademenge	25 t
Entladezeit (mittel)	0,7 min
Material	Kies 8/16 und 16/32

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 2.2
------------------------------------	---------------

**Entleeren von Muldenkippern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	0,7
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	3,2
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,5
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	0,7
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	110,7
s	1,2
$L_{WAeq,1h}$	91,5
s	1,8
$L_{WAFmax}$	119,0
s	2,8
n	4

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	71,94
63	79,06
125	85,80
250	93,64
500	100,33
1 k	103,74
2 k	105,79
4 k	103,70
8 k	98,99
Summe n-Spektren	110,7 4

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.3

### Arbeitsvorgang:

Entleeren von Muldenkippern

### Meßumgebung und Einsatzbereich



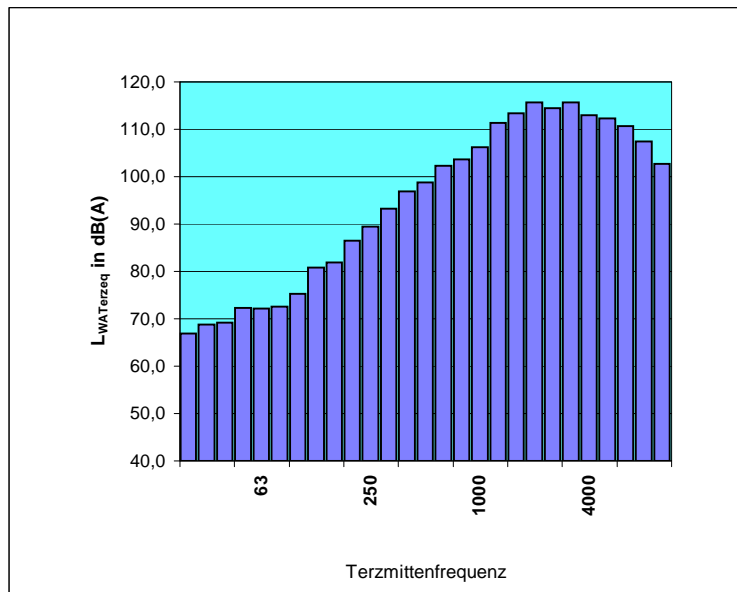
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Rutsch- und Schüttgeräusche, Auftreffen auf Stangenrost
Lademenge	25 t
Entladezeit (mittel)	0,8 min
Material	Kies > 32

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 2.3
-----------------------------	---------------

**Entleeren von Muldenkippern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	0,8
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTEq} - L_{AFeq}$ in dB	4,5
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,7
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	0,8
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	122,6
s	0,5
$L_{WAeq,1h}$	103,7
s	0,3
$L_{WAFmax}$	131,5
s	0,7
n	2

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	73,14
63	77,07
125	84,92
250	95,34
500	104,67
1 k	113,03
2 k	119,38
4 k	118,68
8 k	112,85
Summe	123,1
n-Spektren	2

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.4

### Arbeitsvorgang:

Entleeren von Muldenkippern

### Meßumgebung und Einsatzbereich



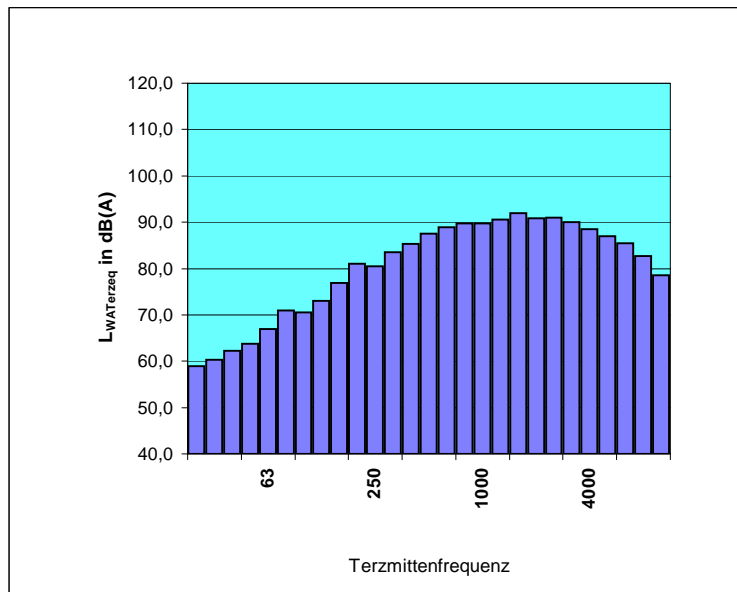
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Rutsch- und Schüttgeräusche
Lademenge	20 t
Entladezeit (mittel)	0,7 min
Material	Kies 2/8, 8/16, 16/32

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 2.4
------------------------------------	---------------

**Entleeren von Muldenkippern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	0,7
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	3,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,7
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	0,7
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	101,0
s	3,4
$L_{WAeq,1h}$	81,5
s	3,8
$L_{WAFmax}$	108,0
s	1,7
n	3

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	65,52
63	72,96
125	79,01
250	86,67
500	92,25
1 k	94,80
2 k	96,11
4 k	93,46
8 k	87,82
Summe n-Spektren	101,0 3

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.5

### Arbeitsvorgang:

Entleeren von Muldenkippern

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Rutsch- und Schüttgeräusche
Lademenge	20 t
Entladezeit (mittel) Material	0,8 min Kies > 32

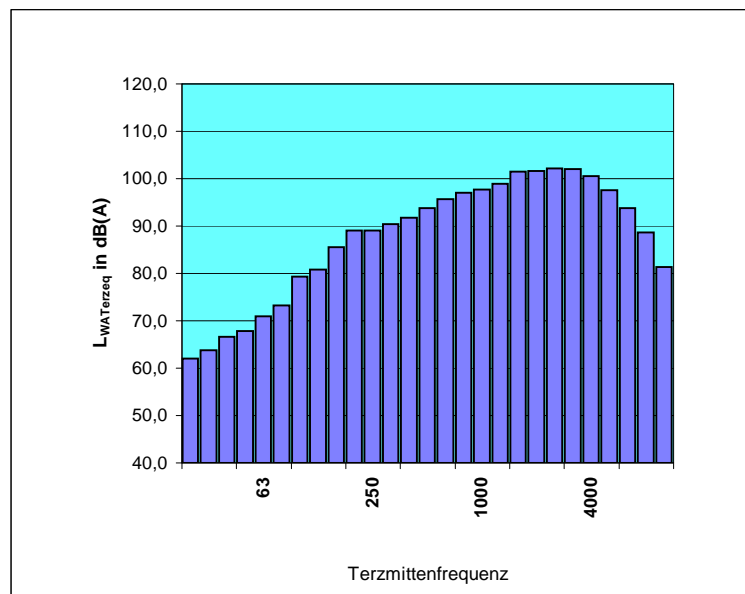


<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 2.5
------------------------------------	---------------

**Entleeren von Muldenkippern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	0,8
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	6,9
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	0,8
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	110,5
s	
$L_{WAeq,1h}$	91,5
s	
$L_{WAFmax}$	124,0
s	
n	1

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	69,30
63	75,93
125	87,46
250	94,33
500	98,81
1 k	102,76
2 k	106,56
4 k	105,23
8 k	95,12
Summe n-Spektren	110,5 1

**Bemerkungen**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.6

### Arbeitsvorgang:

Entladen von Muldenkippern

### Meßumgebung und Einsatzbereich



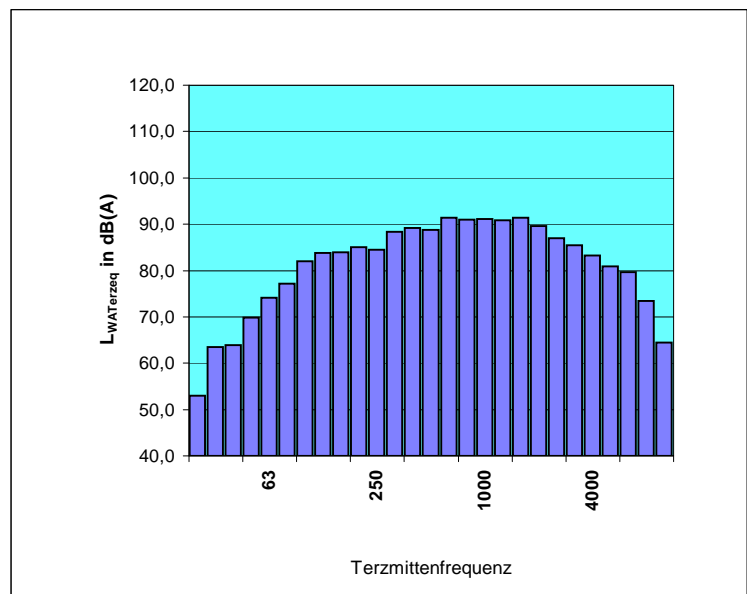
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Abrutschen des Materials von Ladefläche
Quelle	Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca 25 t
Entladezeit (mittel)	1,5 min
Material	Erde, Lehm, steiniges Erdreich

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 2.6
-----------------------------	---------------

**Entladen von Muldenkippern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	1,5
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	2,2
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,7
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	1,5
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	101,3
s	1,9
$L_{WAeq,1h}$	85,2
s	2,1
$L_{WAFmax}$	107,3
s	4,1
n	7

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	66,9
63	79,4
125	88,1
250	91,1
500	94,7
1 k	95,7
2 k	94,5
4 k	88,4
8 k	80,7
Summe n-Spektren	101,3 7

**Bemerkungen**

Vorgang beinhaltet An- und Abfahrt der Muldenkipper sowie Kippvorgang
---

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 2.7
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

Entladung von Aufliegern mit Gabelstapler

**Meßumgebung und Einsatzbereich**

Kein Bild vorhanden

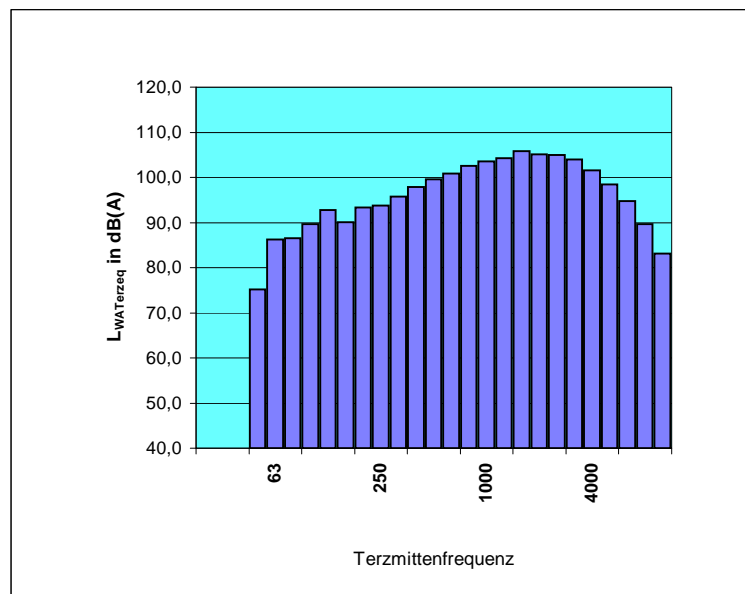
Fahrzeugtyp	Aufliegerfahrzeug
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Geländeboden (Beton)
Quelle	Gabelstapler schiebt Material mit Stempel vom Auflieger
Menge	ca. 20 t
Entladezeit (mittel)	30 min
Material	Aluminiumschrotte in unterschiedlicher Zusammensetzung

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 2.7
------------------------------------	---------------

**Entladung von Aufliegern mit Gabelstapler**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	30,0
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	5,9
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	30,0
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	114,1
s	
$L_{WAeq,1h}$	111,1
s	
$L_{WAFmax}$	132,0
s	
n	1

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
32	
63	89,6
125	95,9
250	99,2
500	104,4
1 k	108,3
2 k	110,1
4 k	106,6
8 k	96,2
Summe n-Spektren	114,1 1

**Bemerkungen**

Entladen von Aufliegern mit unterschiedlichen Aluminiumschrotten (Mischschrott)
---

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.8

### Arbeitsvorgang:

Entladung von Containerfahrzeugen

### Meßumgebung und Einsatzbereich



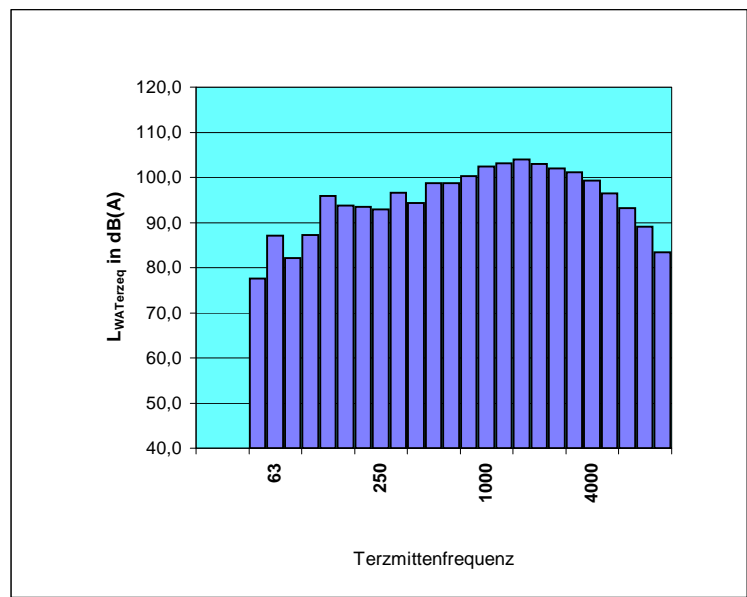
Fahrzeugtyp	Containerfahrzeuge
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Geländeboden
Menge	ca. 20 t
Entladezeit (mittel)	0,6 min
Material	Aluminiumschrotte in unterschiedlicher Zusammensetzung

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 2.8
------------------------------------	---------------

**Entladung von Containerfahrzeugen**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	0,6
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	6,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,4
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	0,6
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	114,0
s	1,5
$L_{WAeq,1h}$	93,6
s	2,1
$L_{WAFmax}$	125,2
s	2,2
n	5

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
32	
63	88,7
125	98,3
250	99,4
500	102,5
1 k	106,9
2 k	107,8
4 k	104,1
8 k	94,9
Summe n-Spektren	112,4 1

**Bemerkungen**

Entladung (Abkippen) von Aluminiumschrotten (Mischschrott)
--

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.9

### Arbeitsvorgang:

Entladung von Containerfahrzeugen

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Containerfahrzeuge
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Geländeboden
Menge	ca. 20 t bis 25 t
Entladezeit (mittel)	1,6 min
Material	Stahlschrotte in unterschiedlicher Zusammensetzung

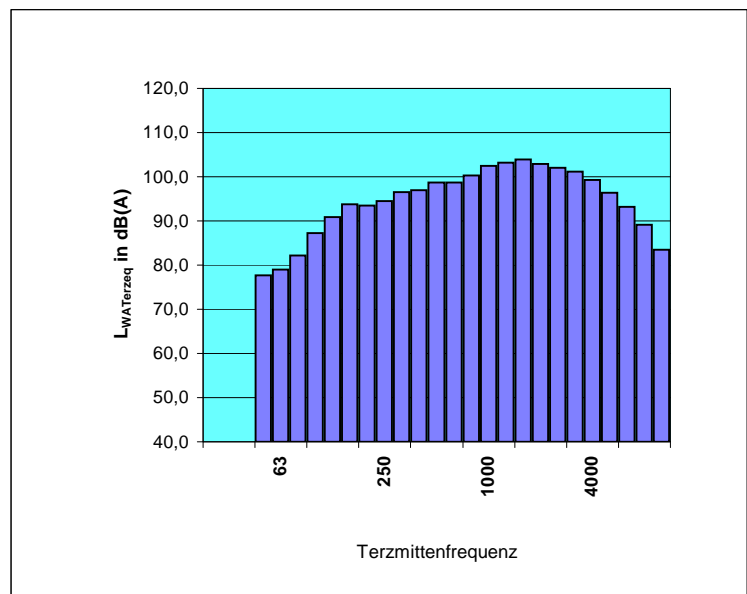


Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 2.9
-----------------------------	---------------

**Entladung von Containerfahrzeugen**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	1,6
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	6,7
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	1,6
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	117,2
s	4,5
$L_{WAeq, 1h}$	100,5
s	4,4
$L_{WAFmax}$	132,0
s	4,1
n	26

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
32	
63	84,8
125	96,2
250	99,8
500	103,0
1 k	106,9
2 k	107,8
4 k	104,1
8 k	94,9
Summe n-Spektren	112,4 1

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.10

### Arbeitsvorgang:

Entladen von Dumpern

### Meßumgebung und Einsatzbereich



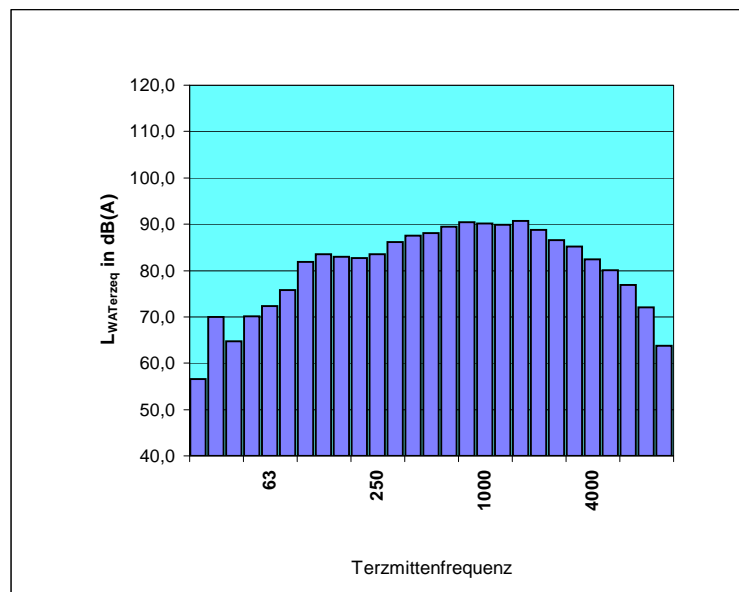
Fahrzeugtyp	Dumper
Quelle	Abrutschen des Materials von Ladefläche
Quelle	Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca. 25 t
Entladezeit (mittel)	0,4 min
Material	Erde

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 2.10
------------------------------------	----------------

**Entladen von Dumpern**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	0,4
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	2,4
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,6
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	0,4
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	100,1
s	2,5
$L_{WAeq,1h}$	78,2
s	2,7
$L_{WAFmax}$	105,4
s	3,8
n	8

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	71,3
63	78,1
125	87,6
250	89,2
500	93,2
1 k	94,9
2 k	93,8
4 k	87,8
8 k	78,3
Summe n-Spektren	100,1 8

**Bemerkungen**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 2.11

### Arbeitsvorgang:

Entladen von Muldenkippern (Abkippvorgang)

### Meßumgebung und Einsatzbereich



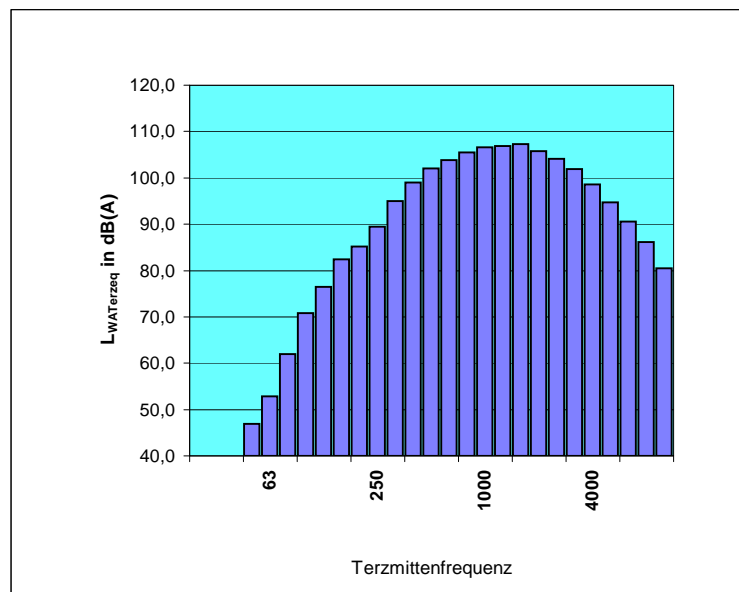
Fahrzeugtyp	Muldenkipper
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Trichterwand
Lademenge	ca. 25 t
Entladezeit (mittel)	0,3 min
Material	Kalkstein aus Steinbruch

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 2.11
------------------------------------	----------------

**Entladen von Muldenkippern (Abkippvorgang)**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	0,3
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	4,6
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	1,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	0,3
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	115,2
s	3,6
$L_{WAeq,1h}$	91,8
s	2,4
$L_{WAFmax}$	122,0
s	3,1
n	8

Oktav Hz	$L_{WA_{Okt}}$ dB(A)
31,5	
63	62,6
125	83,6
250	96,4
500	106,9
1 k	111,1
2 k	110,7
4 k	104,1
8 k	92,2
Summe n-Spektren	115,2 8

**Bemerkungen**



### **A.3    Aufnehmen und Absetzen von Containern mit Spezialfahrzeugen**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 3.1

### Arbeitsvorgang:

Aufnahme bzw. Absetzen von Abrollbehältern mit Abrollkipper

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Abrollkipper
Quellen	Motorgeräusch, Auspuff, Quietschen der Rollen
Aufnahmezeit (mittel)	1,2 min

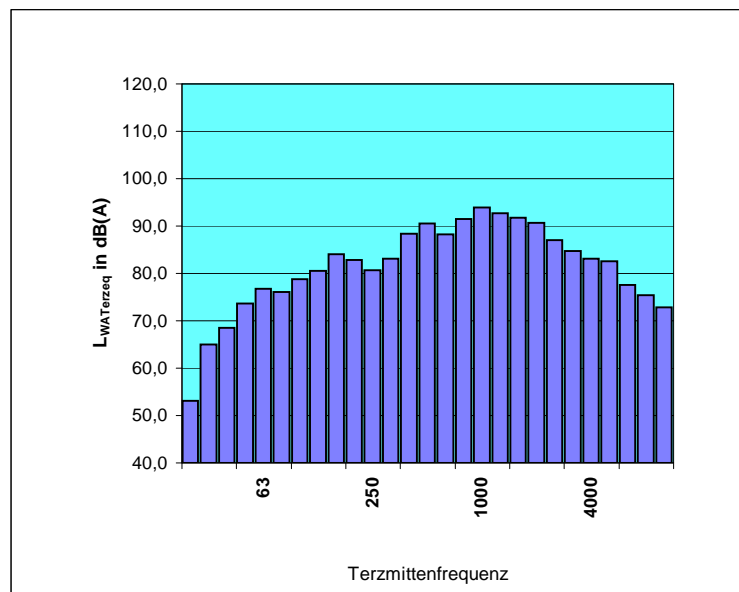


<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 3.1
------------------------------------	---------------

**Aufnahme bzw. Absetzen von Abrollbehältern mit Abrollkipper**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	1,2
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	6,5
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	3,4
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	1,2
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	104,0
s	2,9
$L_{WAeq,1h}$	86,7
s	2,8
$L_{WAFmax}$	116,4
s	3,5
n	13

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	70,16
63	80,43
125	86,44
250	87,12
500	93,97
1 k	97,57
2 k	95,02
4 k	88,35
8 k	80,48
Summe n-Spektren	101,4 4

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 3.2

### Arbeitsvorgang:

Aufnehmen bzw. Absetzen von Absetzmulden mit Absetzkipper

### Meßumgebung und Einsatzbereich



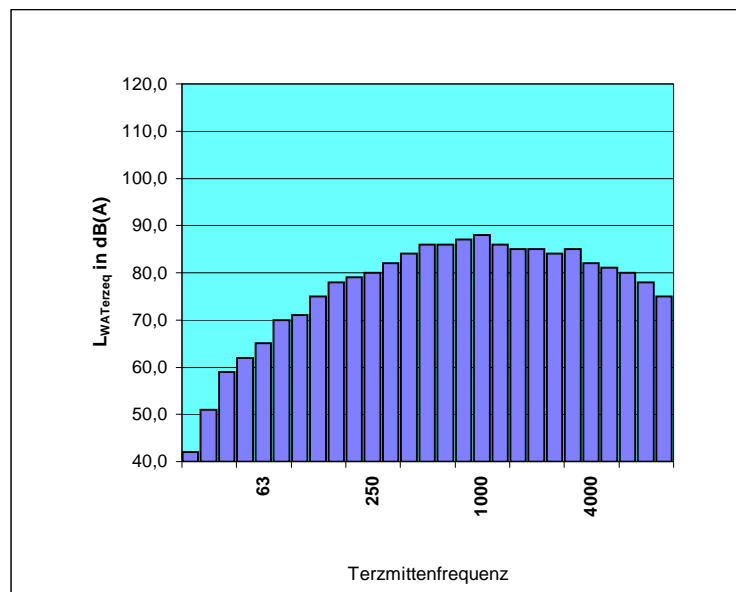
Fahrzeugtyp	Absetzkipper
Quellen Lademenge	Motorgeräusch, Auspuff, Kettenschlagen
Aufnahmezeit (mittel)	1,4 min

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 3.2
------------------------------------	---------------

**Aufnahmen bzw. Absetzen von Absetzmulden mit Absetzkipper**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	1,4
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	5,7
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,4
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	1,4
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	97,7
s	0,8
$L_{WAeq,1h}$	80,9
s	0,2
$L_{WAFmax}$	108,7
s	2,1
n	3

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	59,74
63	71,71
125	80,33
250	85,31
500	90,22
1 k	91,87
2 k	89,49
4 k	87,81
8 k	82,92
Summe n-Spektren	96,8 1

**Bemerkungen**



## **A.4 Abkippen oder Beladen von Mulden**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 4.1

### Arbeitsvorgang:

Abkippen von Materialien aus Mulden

### Meßumgebung und Einsatzbereich



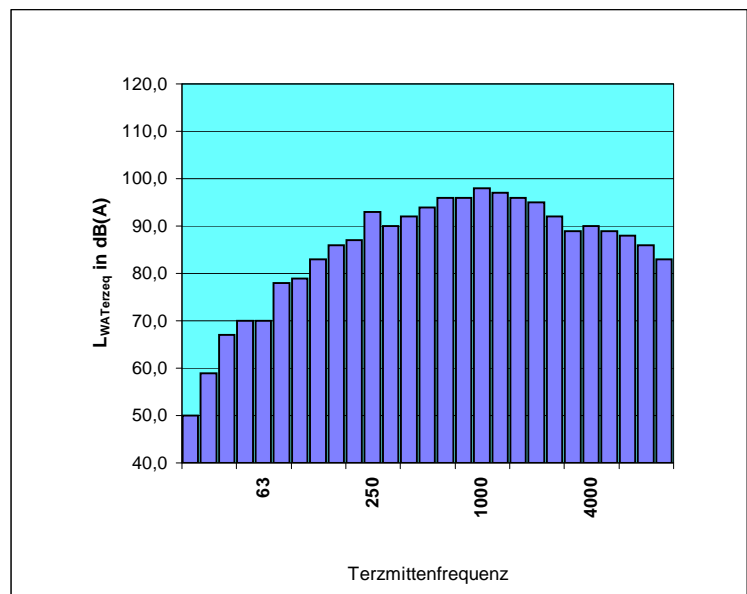
Fahrzeugtyp	Absetzkipper
Quelle	Motorgeräusch, Auspuff
Quelle	Fallgeräusche
Lademenge	4 bis 20 t
Entladezeit (mittel)	2,0 min
Material	Lehm, Betonteile, Abfall, Holz, Bauschutt

Geräusch-Emissionskennwerte	Ifd. Nr.: 4.1
-----------------------------	---------------

**Abkippen von Materialien aus Mulden**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	1,8
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	4,3
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	1,0
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2,0
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	106,1
s	2,4
$L_{WAeq,1h}$	91,1
s	3,3
$L_{WAFmax}$	115,6
s	1,5
n	5

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	67,69
63	79,18
125	88,29
250	95,42
500	99,05
1 k	101,83
2 k	99,39
4 k	94,11
8 k	90,88
Summe	106,0
n-Spektren	1

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 4.2

### Arbeitsvorgang:

Beladen von Mulden

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Absetzkipper
Quelle	Radlader: Motorgeräusch, Auspuff
Quelle	Fallgeräusche
Lademenge	4 bis 20 t
Beladezeit (mittel)	6,1 min
Material	Lehm, Betonteile, Abfall, Holz, Bauschutt

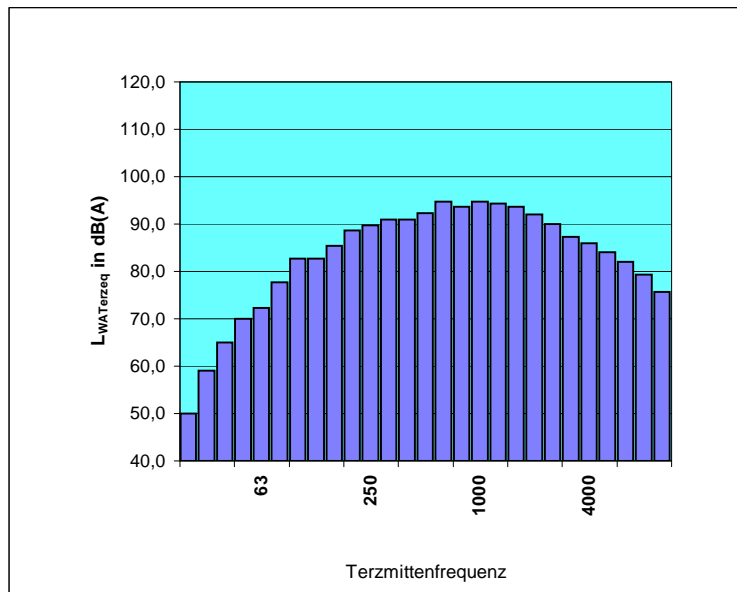


<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 4.2
------------------------------------	---------------

**Beladen von Mulden**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	6,1
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	5,4
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	2,0
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	6,1
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	102,9
s	3,4
$L_{WAeq,1h}$	92,6
s	4,3
$L_{WAFmax}$	116,4
s	2,7
n	7

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	66,09
63	79,33
125	88,53
250	94,66
500	97,72
1 k	99,02
2 k	96,92
4 k	90,77
8 k	84,50
Summe n-Spektren	104,0 3

**Bemerkungen**



## **A.5 Beladen von Wagen der DB**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 5.1

### Arbeitsvorgang:

Beladung von offenen Schüttgutwagen mit Schwerkraftentladung

### Meßumgebung und Einsatzbereich



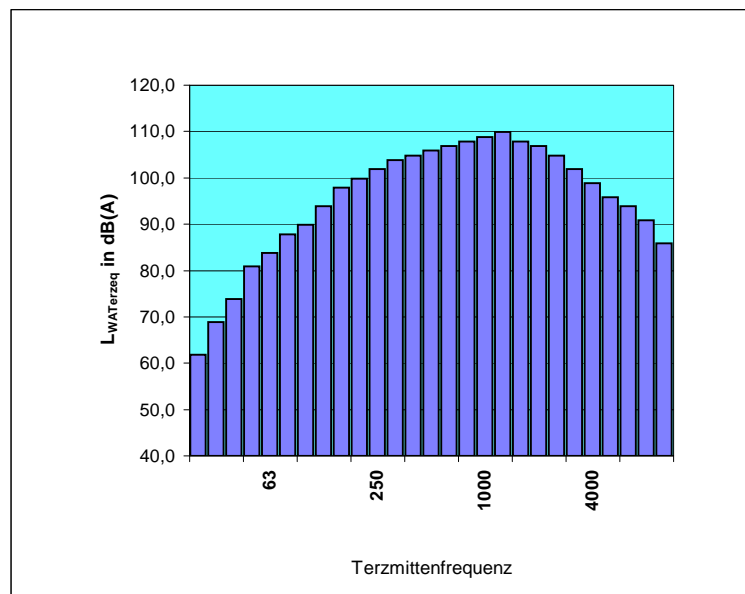
Fahrzeugtyp	F-Waggon DB
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Waggonboden (dominierend)
Quelle	Förderband
Lademenge	ca 25 t
Beladezeit (mittel)	5,1 min
Material	Schotter

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 5.1
-----------------------------	---------------

**Beladung von offenen Schüttgutwagen mit Schwerkraftentladung**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	5,1
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	5,2
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	1,1
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	5,1
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	117,2
s	4,0
$L_{WAeq,1h}$	106,4
s	4,0
$L_{WAFmax}$	134,5
s	2,8
n	11

Oktav Hz	$L_{WA_{Okt}}$ dB(A)
31,5	75,3
63	89,9
125	99,8
250	106,9
500	110,7
1 k	113,7
2 k	111,5
4 k	104,3
8 k	96,1
Summe n-Spektren	117,7 1

**Bemerkungen**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 5.2

### Arbeitsvorgang:

Beladung von Waggons mit Bagger

### Meßumgebung und Einsatzbereich



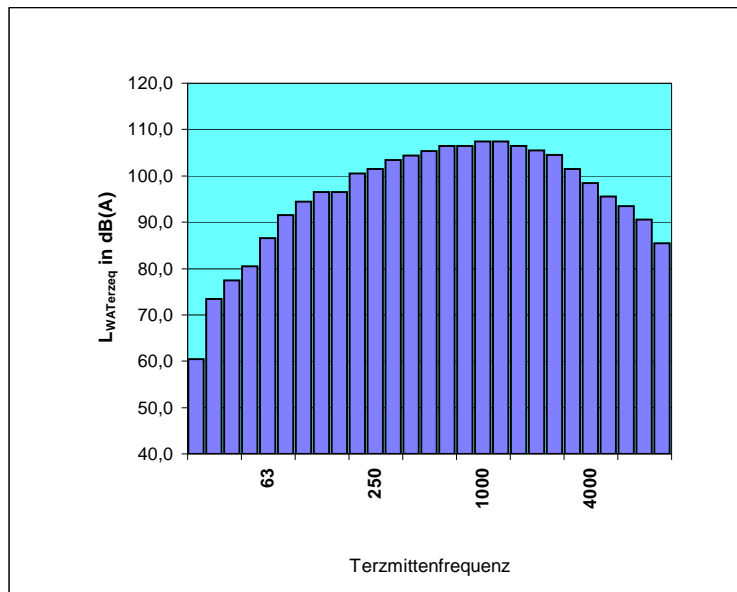
Fahrzeugtyp	Waggon DB
Quelle	Aufschlagen des Materials auf Waggonboden
Quelle	Bagger: Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca 50 t
Beladezeit	kontinuierlich
Material	Kernschrott

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 5.2
------------------------------------	---------------

**Beladung von Waggon mit Bagger**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	14,0
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	7,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	kontinuierlich
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	116,5
s	
$L_{WAeq,1h}$	116,5
s	
$L_{WAFmax}$	138,5
s	
n	1

Oktav Hz	$L_{WA_{Okt}}$ dB(A)
31,5	79,0
63	93,0
125	100,7
250	106,7
500	110,3
1 k	111,9
2 k	110,3
4 k	103,9
8 k	95,7
Summe n-Spektren	116,5 1

**Bemerkungen**





## **A.6 Entladen von Wagen der DB**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 6.1

### Arbeitsvorgang:

Entladung von Flachwagen mit Bagger

### Meßumgebung und Einsatzbereich



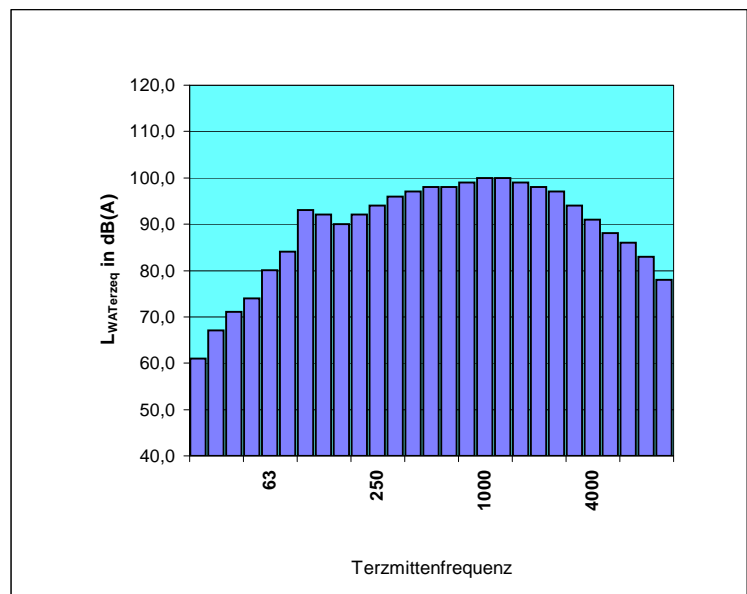
Fahrzeugtyp	Flachwagen DB
Quelle	Bagger: Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca. 25 t
Entladezeit (mittel) Material	kontinuierlich, je nach Anzahl der Wagen Schotter

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 6.1
------------------------------------	---------------

**Entladung von Flachwagen mit Bagger**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	5,0
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	4,4
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	5,1
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	kontinuierlich
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	110,5
s	1,8
$L_{WAeq,1h}$	110,5
s	1,8
$L_{WAFmax}$	128,2
s	2,4
n	2

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	72,8
63	85,8
125	96,6
250	99,1
500	102,5
1 k	104,5
2 k	102,9
4 k	96,5
8 k	88,2
Summe n-Spektren	109,2 1

**Bemerkungen**



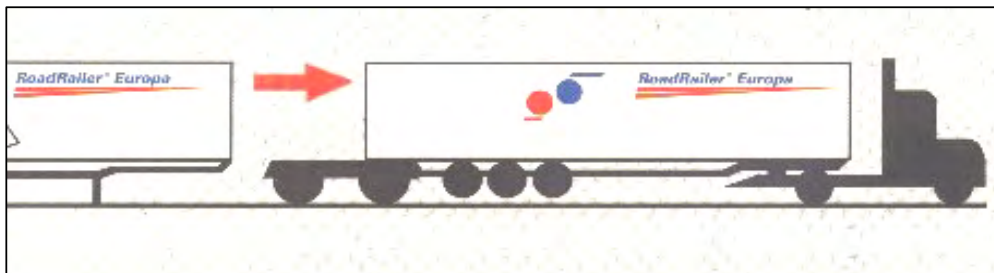
## **A.7 Einsatz des Road-Railer-Systems**

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 7.1
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

Trennen von Trailerzügen

**Meßumgebung und Einsatzbereich**



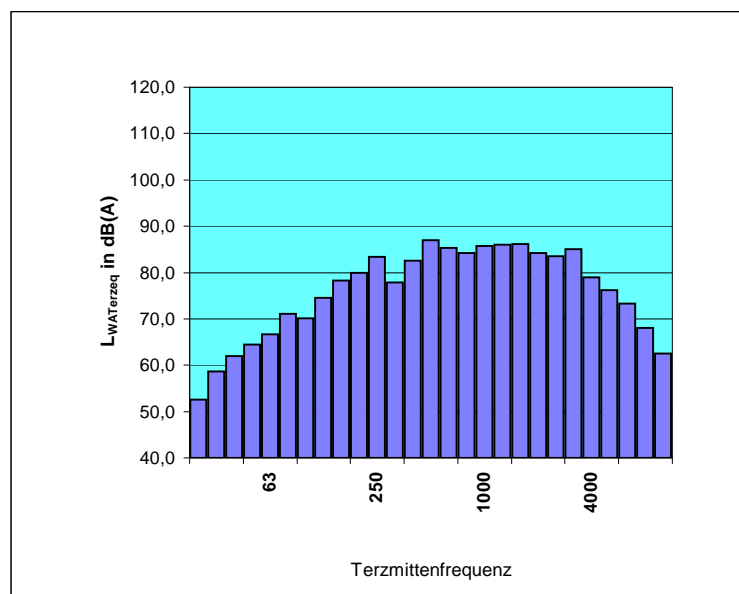
Fahrzeugtyp	Trailerzug
Quelle 1	Motor des Transportfahrzeuges
Quelle 2	Zapfen rastet in Aufliegerschuh ein, Entlüftungsgeräusche
Trennzeit (mittel) je Trailer	4,3 min

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 7.1
------------------------------------	---------------

**Trennen von Trailerzügen**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	4,25
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTEq} - L_{AFeq}$ in dB	5,9
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,6
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	4,25
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	97,6
s	1,6
$L_{WAeq,1h}$	86,1
s	1,4
$L_{WAFmax}$	113,5
s	1,8
n	4

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	63,98
63	73,07
125	80,26
250	85,78
500	90,08
1 k	90,18
2 k	89,57
4 k	86,39
8 k	74,68
Summe n-Spektren	96,0 1

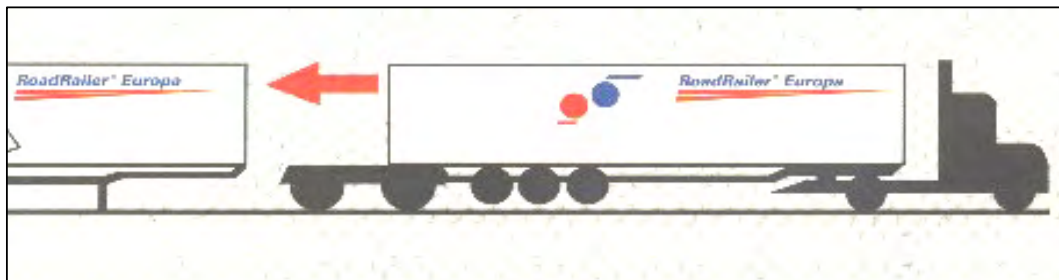
**Bemerkungen**

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 7.2
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

Zusammensetzen von Trailerzügen

**Meßumgebung und Einsatzbereich**



Fahrzeugtyp	Trailerzug
Quelle 1	Motor des Transportfahrzeuges
Quelle 2	Hemmschuhauflauf, Entlüftungsgeräusche, Einrasten des Königszapfens
Einwirkzeit (mittel) je Trailer	14 min

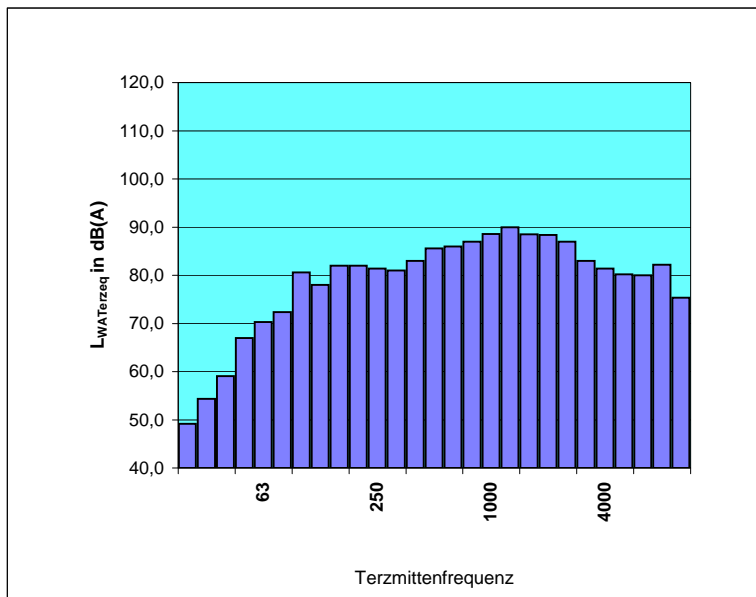


<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 7.2
------------------------------------	---------------

**Zusammensetzen von Trailerzügen**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	14,3
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	7,4
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,9
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	14,3
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	101,4
s	2,8
$L_{WAeq,1h}$	95,0
s	2,8
$L_{WAFmax}$	123,2
s	2,8
n	3

Oktav Hz	$L_{WAkteq}$ dB(A)
31,5	60,67
63	75,18
125	85,25
250	86,24
500	89,81
1 k	93,46
2 k	92,77
4 k	86,44
8 k	84,76
Summe n-Spektren	98,2 1

**Bemerkungen**

Trailer haben dieselgetriebene Kühlung, die je nach Außentemperatur anspringt	$L_{WAFm} = 102 \text{ dB(A)}$ , s = 1,6 dB
Die lautesten Geräusche ergeben sich beim Auflauf auf den Hemmschuh	$L_{WAFmax} = 121 \text{ dB(A)}$ , s = 2,6 dB
und beim Entlüften der Zugbremsen	$L_{WAFmax} = 131 \text{ dB(A)}$



## **A.8 Befüllen von Silofahrzeugen**

Das Befüllen der Silofahrzeuge wurde bei Zement- und Bindemittelherstellern beobachtet. Die Geräusche heben sich nicht von den Umgebungsgeräuschen des Betriebes und von den meist im Leerlauf betriebenen Silofahrzeugen ab. Eine Angabe eines Emissionspegels kann daher nicht erfolgen.

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 8.1
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

Beladung von Silofahrzeugen an Abfüllstation

**Meßumgebung und Einsatzbereich**

Kein Bild vorhanden

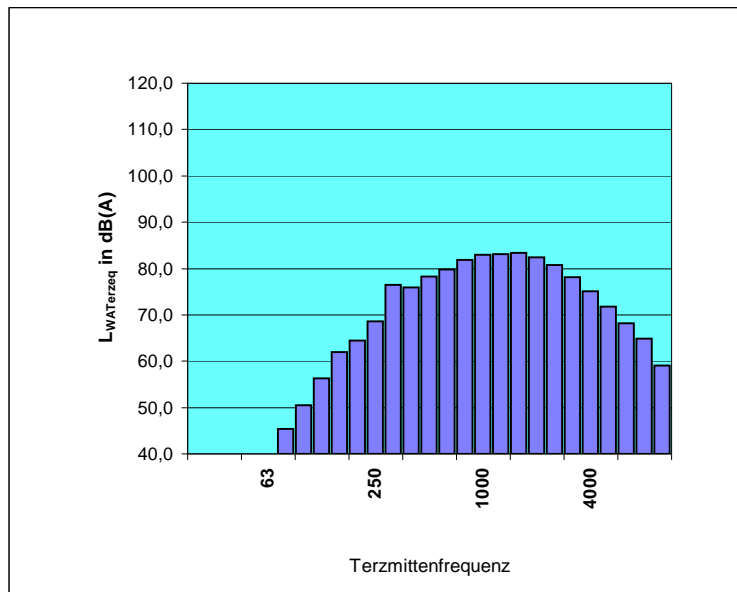
Fahrzeugtyp	Silofahrzeug
Quelle	Geräusche der Abfüllstation
Lademenge	ca 25 t
Betladezeit (mittel) Material	30 min Gips

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 8.1
-----------------------------	---------------

**Beladung von Silofahrzeugen an Abfüllstation**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	7
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	0,8
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	0,3
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	30
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	91,7
s	3,7
$L_{WAeq,1h}$	88,7
s	3,7
$L_{WAFmax}$	92,6
s	3,4
n	2

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	
63	46,6
125	63,3
250	77,3
500	83,0
1 k	87,5
2 k	87,1
4 k	80,5
8 k	70,2
Summe n-Spektren	91,7 2

**Bemerkungen**

Silofahrzeuge werden über ein Schlauchsystem von oben befüllt. Geräusche werden durch Abfüllstation verursacht.
---



## **A.9 Entleeren von Silofahrzeugen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 9.1

### Arbeitsvorgang:

Silosattelanhänger wird in gekippter Stellung entleert

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Silosattelanhänger
Motordrehzahl	700 bis 1100 U/min
Quelle	Schraubenkompressor
Füllmenge	57 bis 60 m <sup>3</sup>
Förderdruck	1,4 bis 2,0 bar
Entladezeit	45 bis 60 min
Material	feine Asche

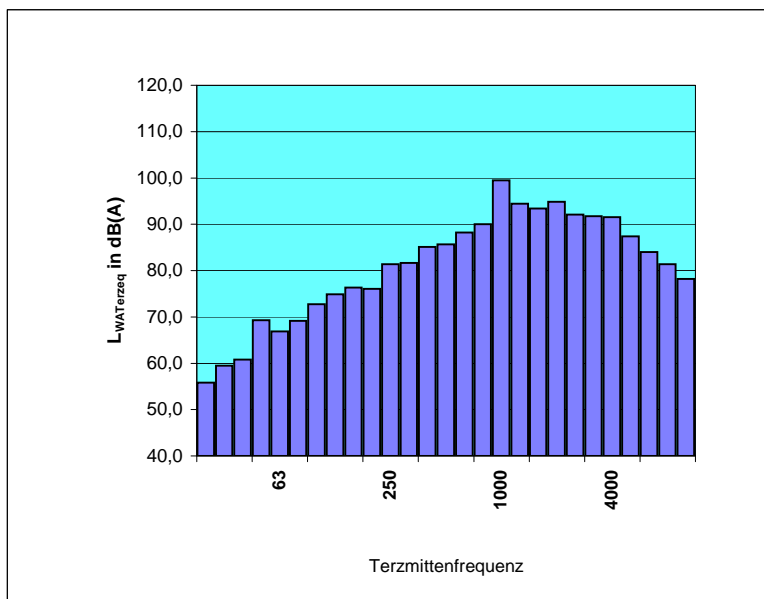


<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	Ifd. Nr.: 9.1
------------------------------------	---------------

**Silosattelanhänger wird in gekippter Stellung entleert**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	10
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	51
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	3



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	104,7
s	1,9
$L_{WAeq,1h}$	103,9
s	2,3
$L_{WAFmax}$	
s	
n	6

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	63,93
63	73,35
125	79,68
250	85,08
500	91,32
1 k	101,02
2 k	98,36
4 k	95,39
8 k	86,58
Summe n-Spektren	104,7 6

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 9.2

### Arbeitsvorgang:

Entladen von Silofahrzeugen mit eigenem Verdichter, feststehender Tank  
Motor der Sattelzugmaschine mit in Betrieb

### Meßumgebung und Einsatzbereich



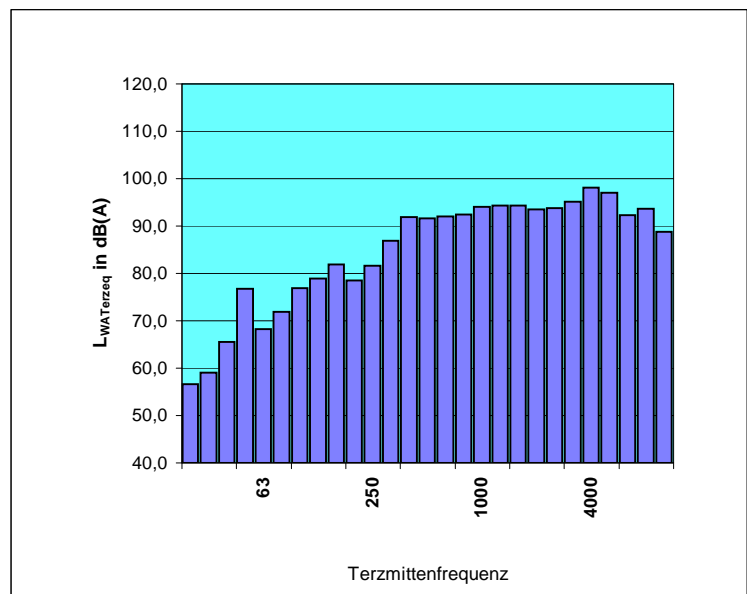
Fahrzeugtyp	Silosattelanhänger
Drehzahl	850 - 1050 U/min
Quelle	Förderung
Quellentyp	Flügelzellenpumpe, Einzelton bei 450 Hz
Lademenge	zwischen 30 und 49 m <sup>3</sup>
Förderdruck	zwischen 1,4 und 1,7 bar Überdruck
Entladezeit (mittel)	46 min
Material	Zement, Asche

Geräusch-Emissionskennwerte	lfd. Nr.: 9.2
-----------------------------	---------------

**Entladen von Silofahrzeugen mit eigenem Verdichter, feststehender Tank**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	10
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	46
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	3



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	106,6
s	2,8
$L_{WAeq,1h}$	105,4
s	2,7
$L_{WAFmax}$	
s	
n	7

Oktav Hz	$L_{WA_{Oktreq}}$ dB(A)
31,5	66,84
63	78,40
125	84,49
250	88,46
500	96,62
1 k	98,47
2 k	98,66
4 k	101,71
8 k	96,80
Summe n-Spektren	106,6 7

**Bemerkungen**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

<b>Technisches Datenblatt</b>	lfd. Nr.: 9.3
-------------------------------	---------------

**Arbeitsvorgang:**

Entleeren von Silofahrzeugen, Rüttler zum Lockern des Materials

**Meßumgebung und Einsatzbereich**

Kein Bild vorhanden

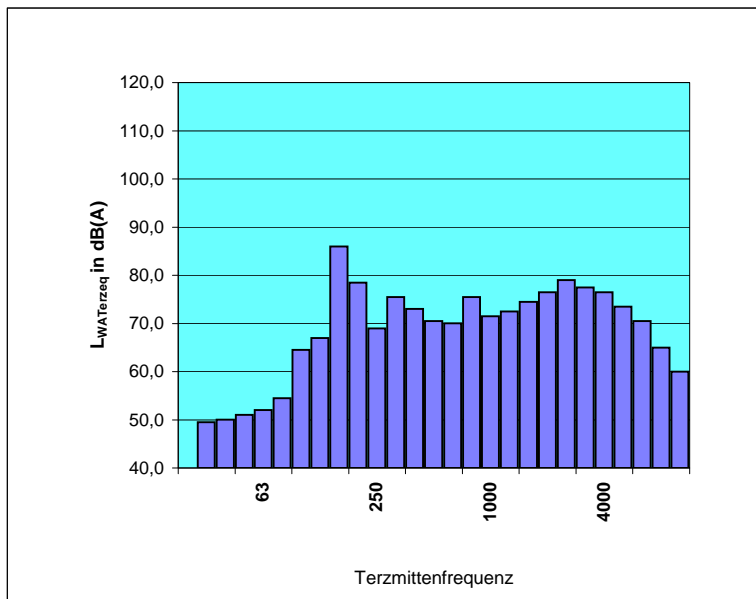
Fahrzeugtyp	Silosattelanhänger
Quelle	Kugelvibrator am Tankkopf und Tankheck, Messung bei Betrieb des Rüttlers am Tankheck
Material	Asche

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 9.3
------------------------------------	---------------

**Entleeren von Silofahrzeugen, Rüttler zum Lockern des Materials**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	2
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	2
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	6



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	91,5
s	5,2
$L_{WAeq,1h}$	76,7
s	5,2
$L_{WAFmax}$	
s	
n	2

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	52,77
63	57,53
125	86,09
250	80,58
500	76,15
1 k	78,29
2 k	81,83
4 k	80,91
8 k	71,87
Summe n-Spektren	91,5 2

**Bemerkungen**

## **A.10 Befüllen von Tankfahrzeugen**

Bei der Vereinbarung von Meßterminen wurde uns von den Betreibern von Tanklagern mitgeteilt, daß die Fahrzeuge bei Untenbefüllung aus Gründen der Sicherheit nicht mit bordeigenen Pumpen (Verdichtern) befüllt werden. Beim Befüllen werden stationäre Aggregate eingesetzt. Beim Befüllen entstehen durch den Tankzug selbst keine zusätzlichen Geräuschemissionen. Eine Angabe eines Emissionspegels kann daher nicht erfolgen.

## **A.11 Abpumpen von Tankfahrzeugen**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 11.1

### Arbeitsvorgang:

Abpumpen eines Tankfahrzeuges

### Meßumgebung und Einsatzbereich



Fahrzeugtyp	Tankfahrzeug
Quelle Lademenge	Geräusche durch das Abpumpen 16.000 m <sup>3</sup>
Entladezeit (mittel) Material	60 min (Abhängig von der benötigten Menge) Sauerstoff

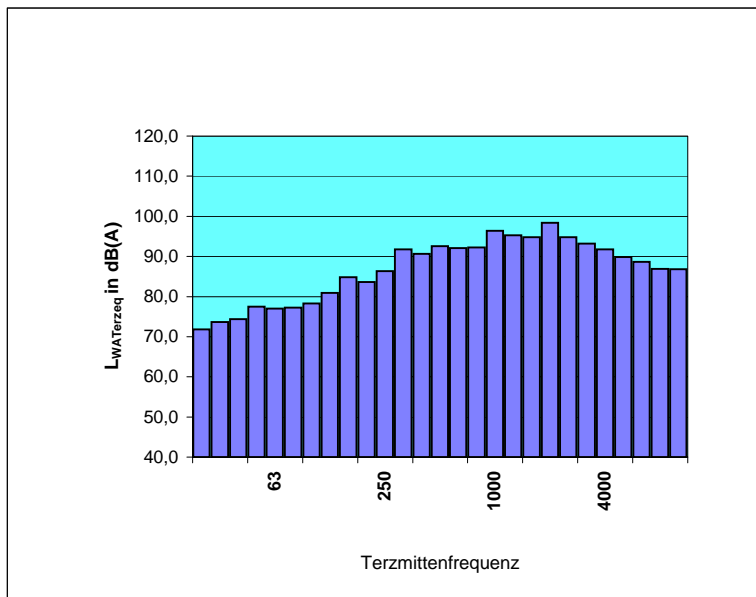


<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 11.1
------------------------------------	----------------

**Abpumpen eines Tankfahrzeuges**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	20
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	1
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	60
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	3



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	107,4
s	3,0
$L_{WAeq,1h}$	107,4
s	3,0
$L_{WAFmax}$	116,0
s	1,5
n	3,0

Oktav Hz	$L_{WA_{okt}}$ dB(A)
31,5	78,2
63	82,0
125	87,0
250	93,4
500	96,6
1 k	99,7
2 k	101,1
4 k	96,6
8 k	92,3
Summe n-Spektren	107,4 3

**Bemerkungen**

Am Heck des Tankfahrzeuges befindet sich ein Steuerungskasten. Die Messung erfolgte in Verlängerung des Hecks bei geöffneter Heckklappe des Steuerungskastens.



## A.12 Müllumladestationen

Der Aufbau einer Müllumladestation ist durch folgende bauliche und maschinelle Anlagenteile gekennzeichnet [22]:

- Eingangsbereich mit Stauzone
- Waage
- Entladehalle, in der die Entleerung der Sammelfahrzeuge erfolgt
- Sammelbunker für die angelieferten Abfälle
- Einrichtungen zum Befördern der Abfälle aus dem Sammelbunker in die zum Weitertransport eingesetzten Behälter in Form von Krananlagen, Radlader, Räumchildern oder Förderbändern
- Einrichtungen zur Verdichtung der Abfälle, zumeist ausgeführt als stationäre Pressen
- Vorrichtungen zum Umsetzen der Behälter (Behälterverschiebeanlagen, Krananlagen)
- Büroräume, zentrale Steuerwarte, Sanitäreinrichtungen

Aus den in der Untersuchung des TÜV Rheinland [22] angegebenen Schalldruckpegeln wurden Schalleistungspegel gebildet. In der folgenden Tabelle sind die Schalleistungspegel angegeben, die bei einem Müllumschlag von 500 t/d, bezogen auf eine 16-stündige Tageszeit, emittiert werden.

Betriebsvorgang Geräuschquelle	Schalleistungspegel	
	$L_{AFTm}$ dB(A)	$L_{AFm}$ dB(A)
LKW-Entladung (Tore)	105	102
Füllen, Pressen und Containerwechsel (36 m <sup>3</sup> Rundcontainer)		102
Großraumtrommelfahrzeuge bei Beladung		112
Füllen, Pressen und Containerwechsel (50 m <sup>3</sup> Rechteckcontainer)	101	

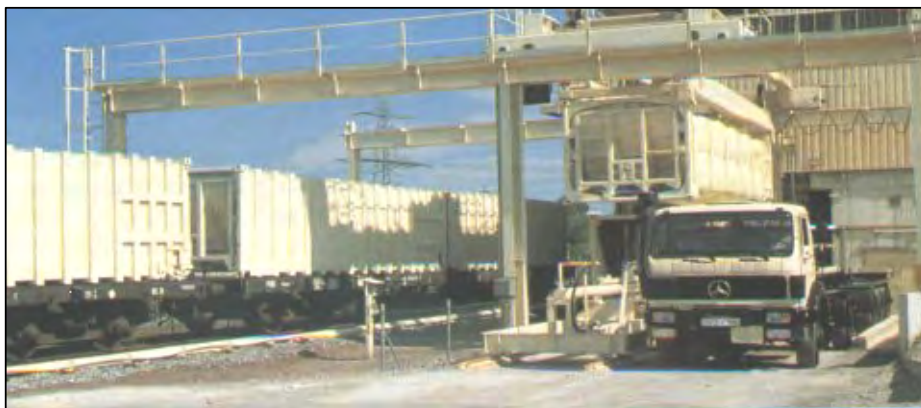
## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 12.1

### Arbeitsvorgang:

Müllentladung

### Meßumgebung und Einsatzbereich



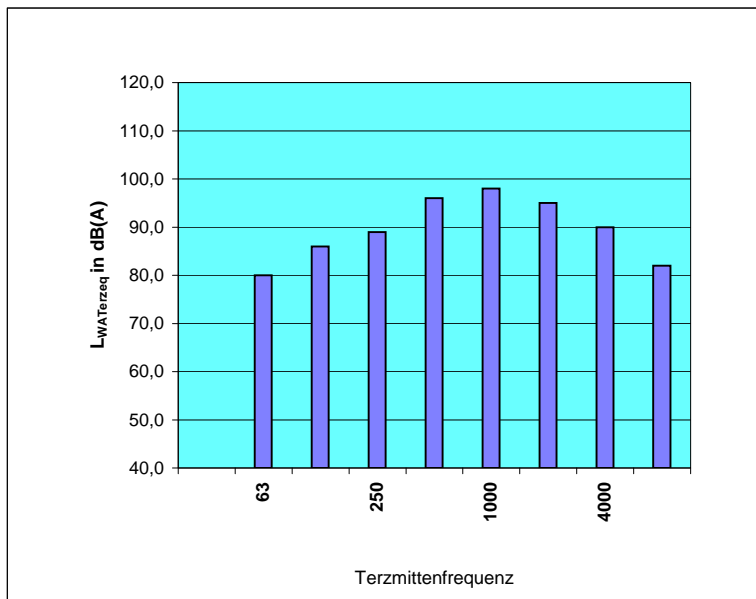
Fahrzeugtyp	Müllsammelfahrzeuge
Quelle	Abkippergeräusche, Motor der Fahrzeuge
Lademenge	Müllsammelfahrzeuge ca. 4 t bis 10 t, Umladung in Container mit ca. 20 t
Entladezeit (mittel)	3 min
Material	Hausmüll

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 12.1
------------------------------------	----------------

**Müllentladung**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB Standardabweichung der Impulshaltigkeit Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	kontinuierlich
--	----------------



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	102,0
s	
$L_{WAeq,1h}$	
s	
$L_{WAFmax}$	
s	
n	1

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	-
63	80,00
125	86,00
250	89,00
500	96,00
1 k	98,00
2 k	95,00
4 k	90,00
8 k	82,00
Summe n-Spektren	102,0 1

**Bemerkungen**

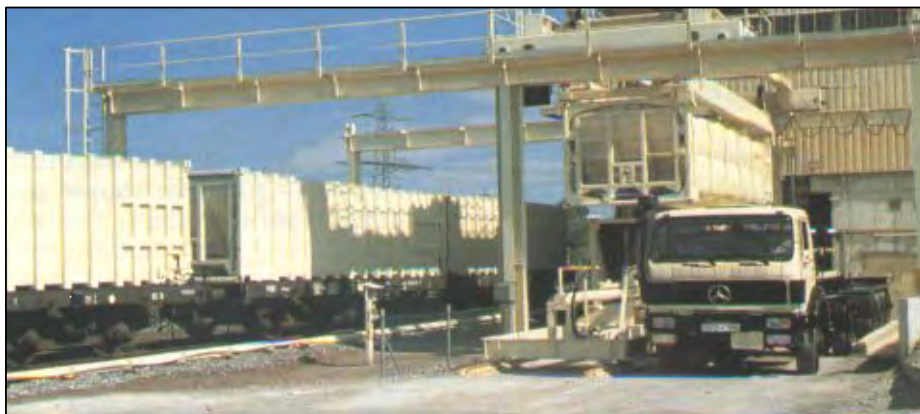
## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 12.2

### Arbeitsvorgang:

Preßvorgang beim Müllcontainer in einer Müllumladestation

### Meßumgebung und Einsatzbereich



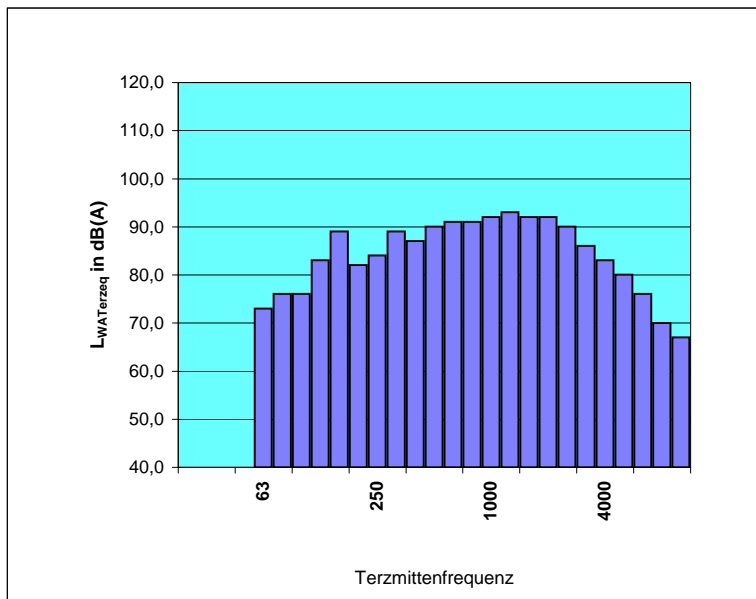
Quelle	Preßcontainer
Quellentyp	Verdichtungsgeräusch
Lademenge	ca. 20 t
Einwirkzeit (mittel)	Füllen und Pressen etwa 15 Minuten
Material	Hausmüll

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 12.2
------------------------------------	----------------

**Preßvorgang beim Müllcontainer in einer Müllumladestation**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB Standardabweichung der Impulshaltigkeit Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	15
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	102
s	
$L_{WAeq,1h}$	96
s	
$L_{WAFmax}$	
s	
n	1

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	30,81
63	77,81
125	90,19
250	90,85
500	94,45
1 k	96,89
2 k	96,24
4 k	88,48
8 k	77,43
Summe n-Spektren	101,8 1

**Bemerkungen**





## **A.13 Radlader, Stapler**

G.-Nr.: 5.0.3/540/96  
Be- und Entladegeräusche

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 13.1

### Arbeitsvorgang:

Radlader schiebt Material zusammen

### Meßumgebung und Einsatzbereich



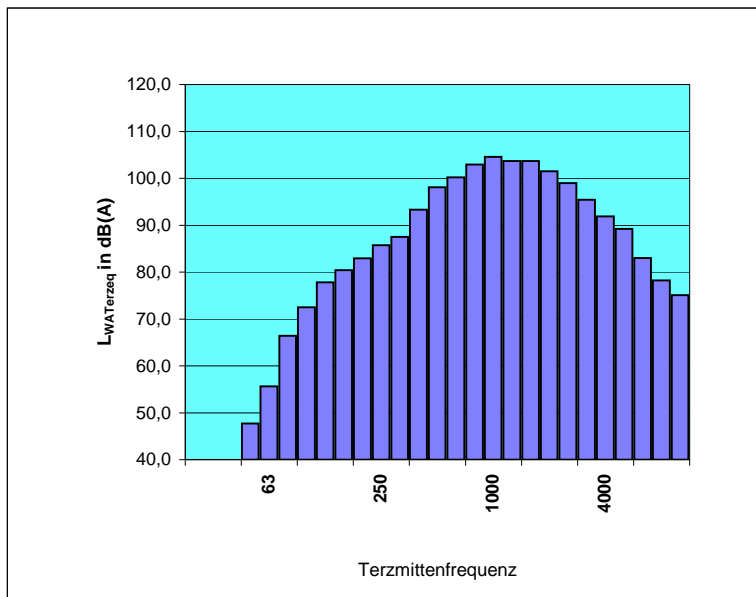
Fahrzeugtyp	Radlader
Quelle	Radlader: Motorgeräusch, Auspuff
Einsatzzeit Material	kontinuierlich, je nach Erfordernis Lehm, Betonteile, mittelgroßer Kies, Abfall

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 13.1
------------------------------------	----------------

**Radlader schiebt Material zusammen**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	5,7
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	4,0
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	1,5
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	kontinuierlich
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	107,7
s	3,4
$L_{WAeq,1h}$	107,7
s	3,4
$L_{WAFmax}$	118,1
s	1,9
n	3

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	
63	66,8
125	82,7
250	90,5
500	102,8
1 k	108,6
2 k	106,6
4 k	97,7
8 k	84,7
Summe n-Spektren	107,7 1

**Bemerkungen**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 13.2

### Arbeitsvorgang:

Radlader holt Felsgestein aus unmittelbarer Nähe und haldet dieses auf

### Meßumgebung und Einsatzbereich



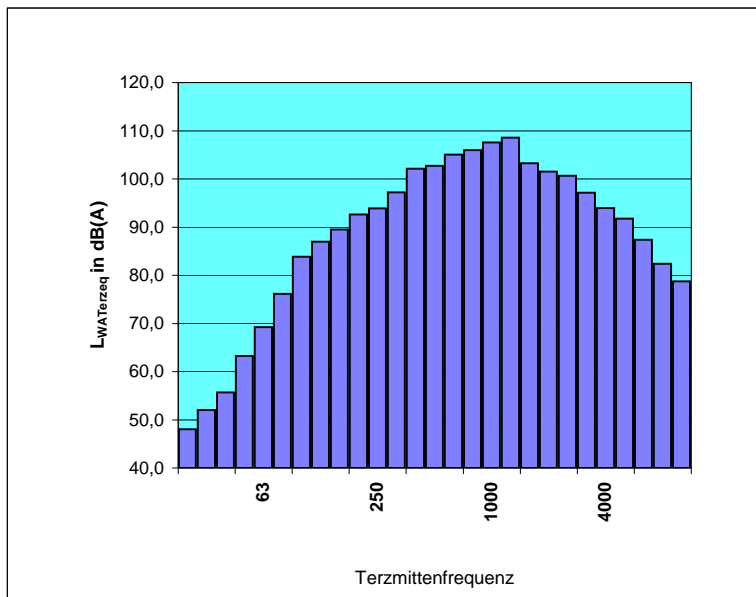
Fahrzeugtyp	Radlader
Quelle	Motorgeräusch, Auspuff
Quelle	Fallgeräusche, Stein auf Stein
Lademenge	ca. 5 m <sup>3</sup>
Einwirkzeit (mittel)	kontinuierlich
Material	Felsgestein nach Absprengen

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 13.2
------------------------------------	----------------

**Radlader holt Felsgestein aus unmittelbarer Nähe und haldet dieses auf**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	3,7
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTEq} - L_{AFeq}$ in dB	1,6
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	3,8
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	kontinuierlich
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	0



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	116,2
s	1,6
$L_{WAeq,1h}$	116,2
s	1,6
$L_{WAFmax}$	122,7
s	3,5
n	5

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	57,73
63	77,13
125	92,11
250	99,79
500	108,27
1 k	112,27
2 k	106,72
4 k	99,63
8 k	88,99
Summe n-Spektren	115,5 3

**Bemerkungen**

## Technisches Datenblatt

lfd. Nr.: 13.3

### Arbeitsvorgang:

Beladen eines Aufliegers mit Kokillen

### Meßumgebung und Einsatzbereich



### Maschinendaten:

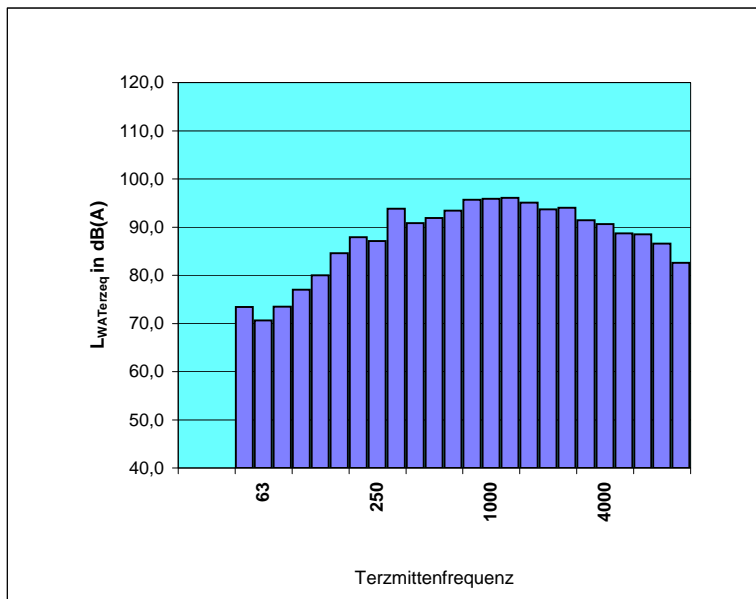
Fahrzeugtyp	Auflieger
Quelle	Gabelstapler, Kalmar DC-12-1200 (12 t): Motorgeräusch, Auspuff
Lademenge	ca 25 t
Beladezeit (mittel) Material	ca. 3 min / Kokille Kokillen 4,8 t

<b>Geräusch-Emissionskennwerte</b>	lfd. Nr.: 13.3
------------------------------------	----------------

**Beladen eines Aufliegers mit Kokillen**

**Meß- und Beurteilungsparameter**

mittlere Dauer der Mittelungszeit bei der Messung des $L_{WAeq}$ in min	3
mittlere Impulshaltigkeit, ausgedrückt als Differenz $L_{AFTeq} - L_{AFeq}$ in dB	5,2
Standardabweichung der Impulshaltigkeit	
Durchschnittliche Zeitdauer für <b>einen typischen Arbeitsvorgang</b> in min	3
Tonhaltigkeit, bewertet nach subjektiver Wahrnehmung, in dB	



Schalleistung	dB(A)
$L_{WAeq}$	105,2
s	
$L_{WAeq,1h}$	92,2
s	
$L_{WAFmax}$	120,5
s	
n	1

Oktav Hz	$L_{WAokteq}$ dB(A)
31,5	36,27
63	77,47
125	86,42
250	95,48
500	96,94
1 k	100,68
2 k	99,08
4 k	95,15
8 k	91,30
Summe n-Spektren	105,2 1

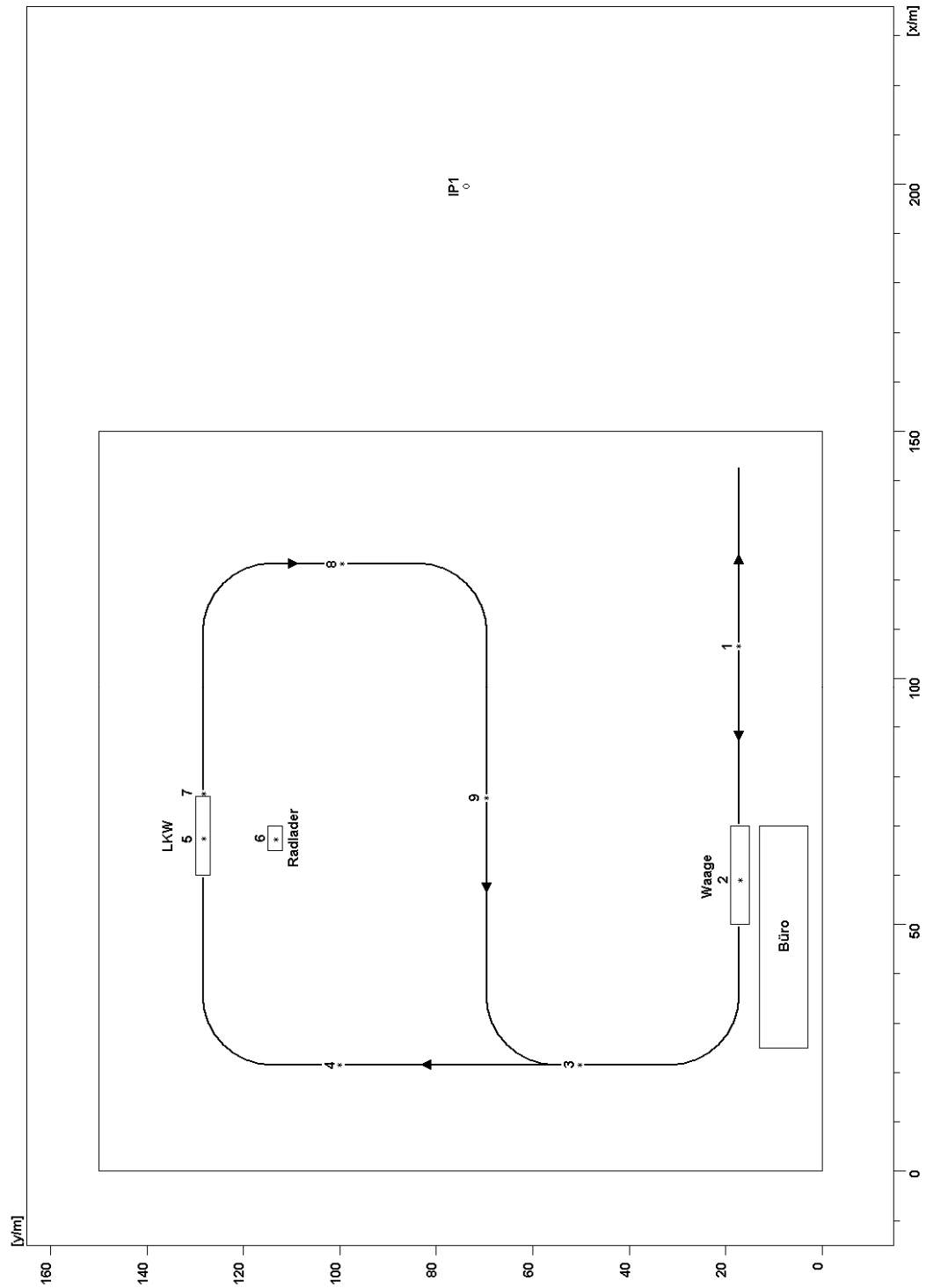
**Bemerkungen**





## A.14 Beispiele

**Bild 1:** Be- und Entladen von Muldenkippern zum Transport von Sand, Steinen



## Emissionsdaten

Nr.	Quelle Bezeichnung	L <sub>WA</sub> dB(A)	Einwirk- dauer Std.
1	Fahrweg	88	16,0
2	Waage, Leerlauf LKW	94	0,7
3	Fahrweg	88	16,0
4	Fahrweg	85	16,0
5	Beladung Muldenkipper	109	1,8
6	Radlader haldet auf	108	4,0
7	Leerlauf LKW	94	1
8	Fahrweg	86	16
9	Fahrweg	86	16

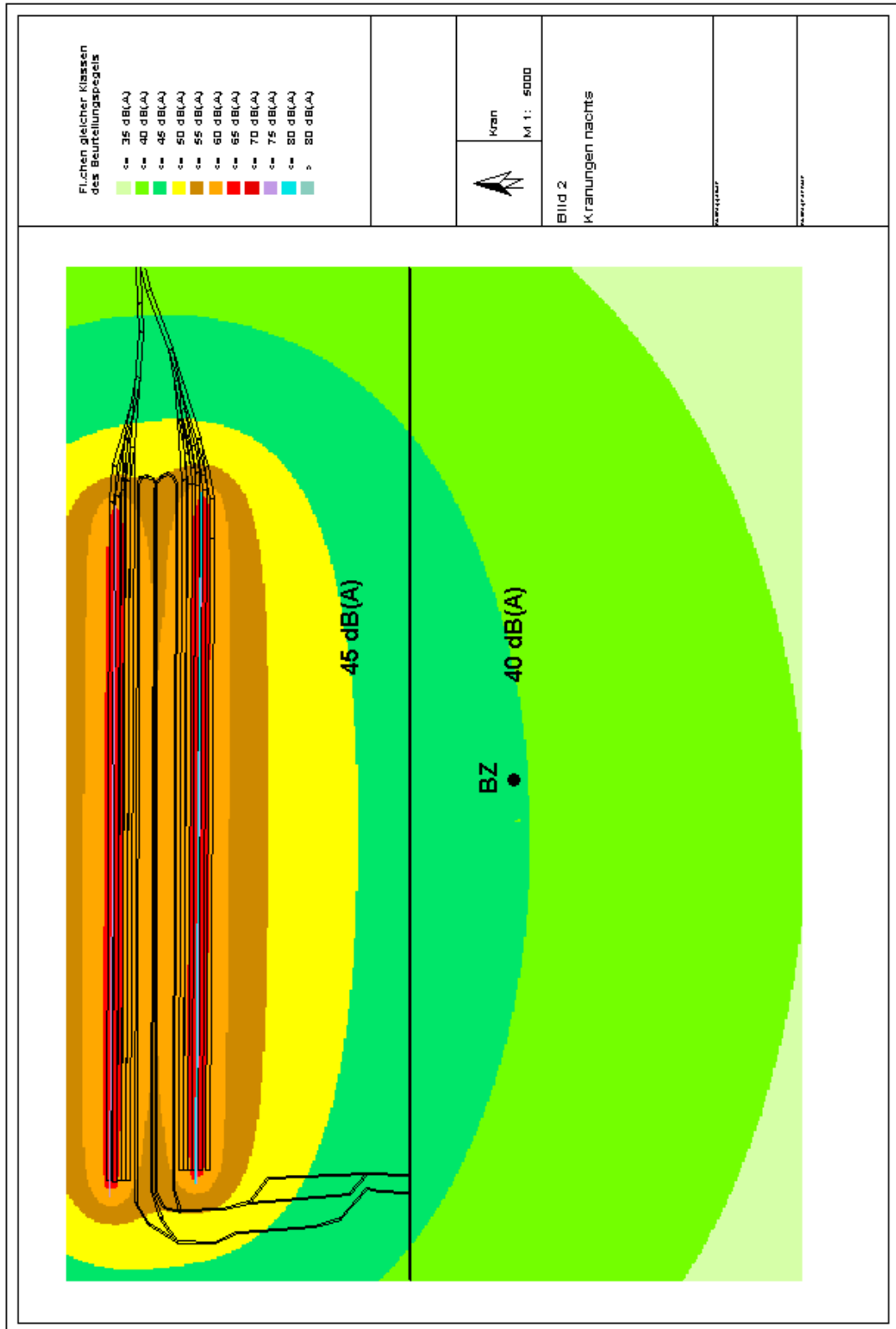
## Immissionsberechnung

IP 1 Nördliche Nachbarschaft

$L_{ges} = 49,7 \text{ dB(A)}$

Nr.	Quelle Bezeichnung	$L_{WA}$ dB(A)	$K_0$ dB	$s_m$ m	$D_s$ dB	$D_{BM}$ dB	$D_L$ dB	$D_T$ dB	$L_s$ dB(A)
1	Fahrweg	88	3,0	109,3	51,8	3,5	0,2	0	35,5
2	Waage, Leerlauf LKW	94	3,0	151,9	54,6	3,9	0,3	13,6	24,5
3	Fahrweg	88	3,0	179,6	56,1	4,1	0,4	0	30,5
4	Fahrweg	85	3,0	177,5	56,0	4,1	0,4	0	27,6
5	Beladung Muldenkipper	109	3,0	142,6	54,1	3,7	0,3	9,5	44,4
6	Radlader haldet auf	108	3,0	137,9	53,8	3,7	0,3	6,0	47,2
7	Leerlauf LKW	94	3,0	127,5	53,1	3,7	0,3	12,0	27,9
8	Fahrweg	86	3,0	80,5	49,1	3,0	0,2	0	36,7
9	Fahrweg	86	3,0	124,1	52,9	3,7	0,2	0	32,2

**Bild 2:**  
Kranungen nachts



**Bild 3:** LKW- und Schienenverkehr

