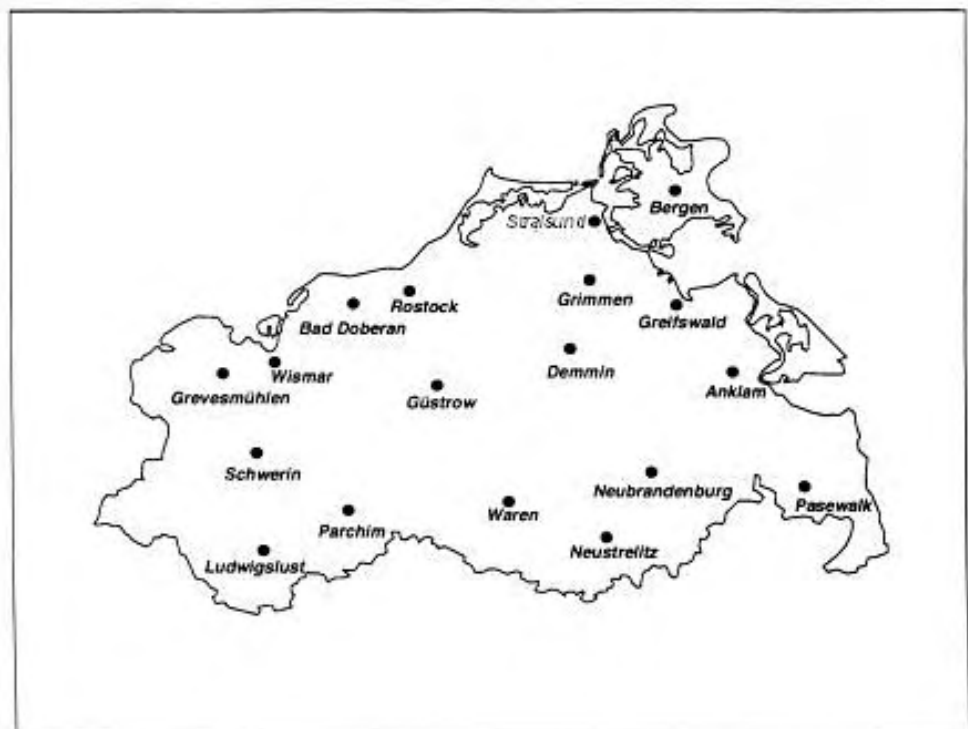


Lärminderung bei Anlagen zur Schrottaufbereitung

Materialien zur Umwelt

Heft 4/98



MECKLENBURG-VORPOMMERN

Landesamt für Umwelt und Natur

Herausgeber: Landesamt für Umwelt und Natur
Mecklenburg-Vorpommern
Boldebucker Weg 3
18276 Gülzow

Druck: Ministerium für Bau, Landesentwicklung
und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern

Auflagenhöhe: 300 Exemplare

Bezug: Einzelexemplare beim Herausgeber

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die hier geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Nachdruck - auch auszugsweise - mit Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Gülzow, im Juli 1998

Die Broschüre wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Landesamtes für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Kandidaten oder Helfern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinarbeit des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden kann. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist.

Untersuchungsbericht

Lärminderung bei Anlagen zur Schrottaufbereitung

Dipl.-Ing. Ekkehard Knothe
Dipl.-Ing. Hans –Joachim Busche

RWTÜV Anlagentechnik GmbH
Sparte Umwelttechnik
Zentralabteilung Lärm- und Erschütterungsschutz
Langemarckschstraße 20
45141 Essen

Inhalt	Seite
Untersuchungsbericht	3
1Aufgabenstellung	6
2Anlagenbeschreibung	7
4Auswahl der Anlagen und Vorgehensweise bei der Daten- sammlung.....	10
5Meßergebnisse.....	11
6Bewertung der Messergebnisse	16
7.1 ..Betriebsgeräusche von Anlagen	18
7.2 ..Geräusche einzelner Vorgänge.....	18
7.3 ..Fahrgeräusche auf dem Betriebsgelände	19
8.1 ..Übersicht zum derzeitigen Stand der Lärminderungstechnik	21
8.1.1 Scheren	21
8.1.2 Shredderanlagen.....	21
8.1.3 Lagerplätze	23
8.1.4 Organisatorische Maßnahmen	23
8.1.5 Wirkung und Kosten der Maßnahmen	24
8.1.6 Bewertung der Maßnahmen im Hinblick auf die Wechselwirkungen Arbeits- und Umweltschutz	24
8.2 ..Weitere Schallschutzmaßnahmen.....	25
9Modellberechnungen für eine Schrottaufbereitungsanlage.....	26
10Zusammenfassung	33
Literatur	34

Anhang

Tabellen 1 bis 6

Bilder 1 bis 12 (Quelle: RWTÜV Anlagentechnik GmbH, 1998)

Vorwort

Anlagen zur Schrottaufbereitung, wie Scheren, Shredder, Pressen und Fallwerke sind sehr geräuschintensiv und meist im Freien aufgestellt. Erhebliche Geräuschemissionen gehen bei diesen Anlagen auch vom innerbetrieblichen Fahr- und Transportverkehr sowie vom Materialumschlag aus. Wegen der Impulshaltigkeit ist die Störwirkung von derartigen Anlagen besonders hoch, vor allem dort, wo sie aus historischen Gründen in unmittelbarer Nachbarschaft von Wohnbebauung entstanden und gewachsen sind.

Im Rahmen des Gemeinschaftsprojektes des Bundes und der Länder zur „Emissionsdatensammlung Lärm“ hat das Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern den RWTÜV Anlagentechnik GmbH Essen mit einer Untersuchung zur Lärminderung bei Anlagen der Schrottaufbereitung beauftragt.

Mit dem vorliegenden Untersuchungsbericht, der in komprimierter Form die akustisch bedeutsamen Emissionsdaten und Lärminderungsmaßnahmen von Schrottaufbereitungsanlagen enthält, soll den beteiligten Behörden und Ingenieurbüros ein Hilfsmittel zur optimalen akustischen Planung dieser Anlagen in die Hand gegeben werden.

Dr. Ingbert Gans
Direktor und Professor

1 Aufgabenstellung

Das Recyceln von Gebrauchsgegenständen aus Metallen wird seit altersher betrieben. In Abhängigkeit von der Art des Materials und der Verarbeitungsform werden die Teile, um sie besser weiterverarbeiten zu können, gepresst, zerschnitten, geschreddert, ausgeschwemmt, gesichtet, gesiebt, gepresst, u.ä..

Gegenstand der Untersuchung ist, den Stand der Lärminderung bei Anlagen zur Schrottaufbereitung zu beschreiben. Die Untersuchung soll außerdem einen Beitrag zum Gemeinschaftsprojekt der Länder und des Bundes zum Thema "Emissionsdatensammlung Lärm" liefern.

Im einzelnen wurden folgende Punkte bearbeitet:

a) Bestandsanalyse zum heutigen Stand der Technik an Betrieben unterschiedlicher Größe

- Aufteilung der Anlagen zur Schrottaufbereitung entsprechend ihrer Funktion in verschiedene Schallquellengruppen, wie z. B. Shredder, Scheren, Pressen, Magnetabscheider, Sichter, Filteranlagen, Krananlagen, Transport- und Umschlaggeräte, Fahrverkehr, mobile Stromerzeuger.
- Geräuschemissionsmessungen an ausgewählten Anlagen, Auswertung der Messungen, Einbeziehung von zwei Anlagen aus Mecklenburg-Vorpommern.
- Erstellung eines Emissionsdaten-Kataloges für die Anlagenkomponenten mit Angabe von Schalleistungspegeln, Spektren, Geräuschcharakter (Impulse, Töne), typischen Betriebseigenschaften und Zeitverhalten.

b) Aufstellung einer Übersicht zum derzeitigen Stand der Lärminderungstechnik

- Übersicht über den derzeitigen Stand der Lärminderungstechnik anhand von ausgeführten und bewährten Schallschutzmaßnahmen.
- Beschreibung der Maßnahmen mit Differenzierung nach organisatorischen, anlagentechnischen und baulichen Maßnahmen, Angabe der erreichten Pegelminderung.
- Befragung der Betreiber zu praktischen Erfahrungen mit den Lärmschutzmaßnahmen (z. B. Haltbarkeit, Servicefreundlichkeit, Investitions- und Betriebskosten).
- Bewertung der Maßnahmen auch im Hinblick auf die Wechselwirkungen zwischen Arbeits- und Umweltschutz.

c) Ausarbeitung weiterer Schallschutzmaßnahmen

- Ausarbeitung und Diskussion weiterer Schallschutzmaßnahmen, anlagentechnischer, baulicher und organisatorischer Art.
- Beschreibung von Alternativen und modifizierten Verfahren für den An- und Abtransport, den Umschlag und die Behandlung des Schrotts.
- Bewertung der möglichen Zusatzmaßnahmen aus schalltechnischer Sicht unter Einbeziehung der betrieblichen Realisierungsmöglichkeiten.

- Ausweisung von Mindestabständen der Anlagen zur schutzbedürftigen Bebauung in Abhängigkeit von den durchgeführten Schallschutzmaßnahmen.

d) Entwicklung von Modellen

- Entwicklung von typischen Modellen von Schrottaufbereitungsanlagen mit unterschiedlichen Anlagenkonfigurationen.
- Zusammenstellung der Geräuschemissionsdaten auf der Grundlage der o.g. Untersuchungsergebnisse.
- Durchführung von Schallausbreitungsrechnungen mit unterschiedlichen Schallschutzmaßnahmen unter Einbeziehung des anlagenbezogenen Verkehrs (Bahn, LKW, ggf. Schiff) auf dem Betriebsgelände bzw. auf den Zufahrten.
- Darstellung des Einflusses der Schallschutzmaßnahmen auf die Geräuschsituation im Umfeld und die erforderlichen Abstände zur schutzbedürftigen Bebauung.
- Entwicklung von Modellen für verschiedene Schallschutzstufen unter Angabe der Kosten für jede einzelne Stufe.

e) Zusammenfassung der Ergebnisse

- Zusammenfassung aller Ergebnisse in einem Abschlußbericht, der den Charakter eines "Handbuches zum Schallschutz bei Schrottaufbereitungsanlagen" besitzt.
- Emissionsdatenkatalog
- Zusammenfassung bewährter Schallschutzmaßnahmen mit Informationen über die Bewährung im praktischen Betrieb.
- Zusammenstellung zusätzlicher, technisch möglicher und betrieblicherseits realisierbarer Schallschutzmaßnahmen.
- Modellrechnungen.

2 Anlagenbeschreibung

Die Art der Aufbereitung ist vom Werkstoff und seinem Zustand abhängig. So wird unterschieden zwischen Produktrecycling, bei dem das bereits gebrauchte Produkt unter Beibehaltung seiner ursprünglichen Form als Ersatzteil weiterverwendet wird, und Materialrecycling. Auf das Produktrecycling wird in dieser Untersuchung nicht eingegangen.

Beim Materialrecycling wird das Material als Sekundärrohstoff zurückgewonnen. Als problematisch erweist sich in der Praxis die sortenreine Trennung der Materialien. Meist wird keine Primärrohstoffqualität erreicht. So kann z. B. der Shredderschrott von Autos nur bedingt in Stahlwerken und Gießereien eingesetzt werden, da z. B. die enthaltenen Kupferanteile von den Kabelbäumen die Qualität des Stahls zur Blechherstellung beeinflussen.

Im folgenden werden die wesentlichen Anlagen zur Schrottaufbereitung beschrieben, wobei die drei Metallhauptgruppen (Stahl/Eisen, Aluminium, Kupfer) berücksichtigt werden.

Shredder und vergleichbare Anlagen

Das Shreddern (aus dem Englischen, to shredder: zerkleinern oder zerhacken) ist ein mechanisches Verfahren zur Volumenreduzierung und zur Auftrennung von Materialverbänden (siehe **Bild 1** im Anhang). Eine Hammermühle zerschlägt die vorher zusammengequetschten Produkte in Abhängigkeit von der Materialanforderung des Weiterverarbeiters in kleine bis faustgroße Stücke. Die Leistungsbandbreite der Shredder reicht von 160 kW bis 2.200 kW.

Auf dem Markt werden neben den Shreddern zur Zerkleinerung noch Zerditor-, Kondiratoranlagen, Schneidmühlen und Granulatoren angeboten.

Je nach Eingangsmaterial muss das geshredderte Material nachbereitet werden. Bei Schrotten, die als Restmaterial (Neuschrott) aus dem Fertigungsbereich kommen, reicht meist nur die Zerkleinerung aus. Bei einigen Produkten (z. B. Autos) besteht das geshredderte Material aus einem Partikelgemisch unterschiedlicher Werkstoffe. Um die metallischen Anteile aus der Shredderfraktion zurückzugewinnen, müssen je nach Material unterschiedliche Sortier- und/oder Trennverfahren angewandt werden.

Zur mechanischen Trennung wird das Material nach dem Shreddern einer Separiertrommel oder einem Schwingsieb und einem Magnetabscheider zugeführt. Die Schwebstoffanteile werden abgesaugt, die Leichtfraktionen durch Windsichtung ausgeschieden. Es bleiben meist NE-Metallfraktionen, Glas, Keramik und andere Werkstoffe übrig. Zur Trennung der NE-Metalle (z. B. Aluminium) werden das Flotationsverfahren (Schwimm-Sink-Verfahren) oder das Induktions- oder Wirbelstromverfahren mit einer ggf. nachgeschalteten Permanentmagnetseparation angewandt. Eine neuartige Methode zur Trennung metallischer Werkstoffen ist das sogenannte Laser-Scan-Verfahren. Das Aussortieren von Kunststoffen und Glas kann mit einem elektrostatischen Verfahren erfolgen.

Die Rückgewinnung weiterer Rohstoffe (z. B. Edelmetalle aus Katalysatorschrott) erfolgt bei Firmen, die sich in der jeweiligen Produktgruppe spezialisiert haben.

Scheren

Zur Aufbereitung von Sekundärrohstoffen werden auch Scheren eingesetzt, insbesondere bei Misch- und Schwerschrotten. Das Material wird im Pressbett verdichtet und der sich ergebende Schrottstrang anschließend auf die gewählte Stücklänge geschnitten. Die Trennung der Materialien erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Pressen

Aufbereitete Rohstoffe oder Sekundärrohstoffe, die wenig Fremdstoffe enthalten, werden vor der Weiterverarbeitung zu Blöcken gepresst.

In der folgenden Tabelle wird dargestellt, welche der Anlagen im allgemeinen für die verschiedenen Materialien eingesetzt werden (Überblick, nicht vollständig):

Material	Shredder	Zerdirator*	Kondirator*	Schere	Presse
Karoserieschrott	*	*	*	*	
leichter Mischschrott	*	*		*	*
unsortierter mittel bis schwerer Mischschrott			*	*	
Schwerschrott				*	
Kupferschrott				*	*
Aluminiumschrott	*	*		*	*
Krätze	*	*			
Elektro-Altgeräte	*	*			
Elektronik-Altgeräte		*			
Haushaltsgroßgeräte	*	*			
Paketierter Schrott	*	*			

*Firmenbezeichnung, im folgenden auch Shredder genannt

Zu den Geräuschquellen von Aufbereitungsanlagen gehören auch:

- Fahrverkehr auf dem Betriebsgelände (LKW),
- Be- und Entladung (LKW, Bahn, Schiff),
- Aufhaltung (Förderband, Bagger, Kran, Radlader),
- Einsatz von Krananlagen, Baggern, Radlader, u. ä.,
- Einsatz von Stromerzeugern

Erfahrungswerte zu den Geräuschen des Fahrverkehrs sind in [6] genannt, zu den Krananlagen, Baggern, Radladern und Stromerzeugern siehe [7].

Gemäß der 4. BImSchV [8], Ziffer 3.14, sind Anlagen zum Zerkleinern von Schrott durch Rotormühlen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 500 kW oder mehr nach § 10 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [9] genehmigungspflichtig. Anlagen mit einer Nennleistung des Rotorantriebes von 100 kW bis weniger 500 kW sind nach dem vereinfachten Verfahren (§ 19 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) zu genehmigen.

Nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, das am 07.10.96 in Kraft getreten ist, wird Schrott als Abfall eingestuft. Nach der 4. BImSchV [8], Ziffer 8.4, wird je nach Leistung der Anlage die Genehmigung der Verfahrensart 1 oder 2 zugeordnet (siehe § 2 [8]).

3 Bereits vorliegende Untersuchungsergebnisse

In einer Untersuchung des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 1986 [10] wurden Schalleistungspegel verschiedener Schrottaufbereitungsanlagen genannt. In der folgenden Tabelle sind diese Angaben noch einmal aufgelistet.

Geräuschquelle	Leistung kW	Schalleistungspegel dB(A)
Shredder Last Leerlauf	368 - 1478	125 ± 2 103
Schrottschere (420 - 500 t)	ca. 100	112 ± 4
Separiertrommel	ca. 20	115 ± 5
Magnettrommel	ca. 20	117 ± 1
Vibrationsförderer	5	116
Bänder		100
Entstaubungsanlage 85.000 m ³ /h, 350 kp/m ²	110	109 ± 1
Mobilkran Verladen von Karosserien Verladen von Schrott	54	109 ± 2 105 - 114
mit Radlader Verladen von Schrott		110
mit Kran Kranfahrt		102
Abwurf von Schrott auf Halde		106 ± 5
Metallsortierband		105
Schrottanlieferung mit LKW		113 - 117
Handverladung von Kleinschrott		105

Aus den Ergebnissen wurde abgeleitet, dass der Gesamt-Schalleistungspegel eines Schrottplatzes mit Shredder und Schere 127 ± 2 dB(A) beträgt. Der immissionswirksame Schalleistungspegel wurde mit 125 dB(A) angegeben. Durch Lärminderungsmaßnahmen, die in dem Bericht genannt wurden, ließe sich der immissionswirksame Schalleistungspegel auf etwa 118 dB(A) reduzieren.

Inzwischen wurden modernere Schrottaufbereitungsanlagen errichtet. An einigen der neueren Anlagen konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Geräuschmessungen durchgeführt werden.

4 Auswahl der Anlagen und Vorgehensweise bei der Datensammlung

Es wurden die Betreiber von Schrottaufbereitungsanlagen, die nach 1986 errichtet worden sind, angesprochen. Bei einigen Betreibern konnten Geräuschmessungen auf dem Betriebsgelände durchgeführt werden. Die Untersuchungsergebnisse werden im folgenden anonymisiert und ohne Bezug auf den Standort angegeben. Die Bestandsaufnahme fand in der Zeit von 10/96 bis 5/97 statt.

Die Shredderanlagen waren zum Teil mit Schallschutzwänden umstellt oder teilgekapselt. Alle Kapseln waren wegen der nicht auszuschließenden Verpuffungen oben offen. Ebenso waren einige Separiertrommeln und Magnetabscheider teileingehaust. Um die Abschirmwirkung der Schallschutzmaßnahmen festzustellen, wurde bei diesen Anlagen sowohl vor der abgeschirmten Seite als auch vor der nicht abgeschirmten Seite gemessen. Bei eingehausten Anlagen geschah dies sowohl innerhalb als auch außerhalb der Einhausung. Bei den Separier- und Magnetabscheidertrommeln wurde in Abschnitt 5 nur der

Schalleistungspegel ohne Schallschutzmaßnahmen angegeben, weil die Schallpegelminderung der Einhausung je nach Anforderung festgelegt werden kann.

Bei großen Anlagen wurden nicht nur der Gesamt-Schalleistungspegel, sondern soweit möglich auch Teil-Schalleistungspegel von Materialaufgabe und -auswurf, Hydraulik und Nebenanlagen (Filteranlage, Sieb, Magnetabscheider) ermittelt.

Die Geräuschemissionen der Schrottaufbereitungsanlagen wurden nach dem Hüllflächenverfahren gemäß DIN EN 3744 [11] gemessen. Bei der Ermittlung und Auswertung der Geräusche wurden folgende Geräte eingesetzt:

Geräteart	Hersteller / Typ
Integrierender Schallpegelmesser	Brüel & Kjær 2231
Pegelschreiber	RION LR 04
DAT-Rekorder	Sony TCD-D 10
Echtzeit-Terz/Oktav-Analysator	Brüel & Kjær 2143
FFT-Schmalbandanalysator	Ono Sokki CF-200

Neben den Anlagendaten (Leistung, Durchsatz, u. ä.) wurden durch Befragung der Betreiber lärmgeminderter Anlagen folgende Zusatzdaten erfasst:

- Beschreibung der ausgeführten und bewährten Schallschutzmaßnahmen mit Differenzierung nach organisatorischen, anlagentechnischen und baulichen Maßnahmen und Nennung der erreichten Pegelminderungen.
- Praktische Erfahrungen mit den Lärmschutzmaßnahmen, wie Haltbarkeit, Servicefreundlichkeit, Investitions- und Betriebskosten.
- Bewertung der Maßnahmen auch im Hinblick auf die Wechselwirkungen zwischen Arbeits- und Umweltschutz.

5 Meßergebnisse

Die schalltechnische Bestandsaufnahme erfolgte bei insgesamt 17 Schrottplätzen, davon 2 in Mecklenburg-Vorpommern.

An folgenden stationären Komponenten wurden Messungen durchgeführt:

- Shredder
- Scheren
- Separiertrommeln
- Magnetabscheider
- Vibrationsförderer
- Entstaubungsanlagen/Sichter.

Außerdem wurden die Geräuschemissionen folgender mobiler Einrichtungen und Vorgänge untersucht:

- Materialaufnahme mit Greiferbagger zur Beschickung von Shredder und Schere
- Materialaufgabe (Beschickung) von Shredder und Schere
- Abwurf des geschredderten bzw. geschnittenen Schrotts auf Schüttkegel
- Beladen von Waggons mit Greiferbagger/Radladern
- Entladen von Waggons mit Greiferbagger
- Beladen von Großmulden (Großcontainer) mit Schrott
- Zusammenschieben von Schrott mit Radlader

- Aufhalten von Schrott mit Radlader, Portalkran und Greiferbagger
- Entladung von Transportfahrzeugen durch Abkippen
- Schiffsentladung mit Greiferkran
- Schiffsbeladung mit Greiferkran / Bagger
- Aufnehmen und Absetzen von Containermulden.

Fahr- und Rangiergeräusche von LKW und Schienenfahrzeugen wurden nicht erneut messtechnisch untersucht, da dazu ausreichende und aktuelle Erfahrungswerte vorliegen (vergleiche auch Abschnitt 7.3).

Der Vorteil von Schrottaufbereitungsanlagen (Shredder, Scheren) ist, dass mit ihnen **unsortierter** mittelschwerer Schrott (Mischschrott) und alte Autos wirtschaftlich zu sauberem und kleinstückigem Rohstoff für die Stahlindustrie aufbereitet werden kann. Eine sortenreine Trennung der Schrotte ist nur höchst selten zu finden. Bei der Aufgabe der Schrotte auf das Plattenband, das zum Shredder führt, oder auf die Zuführrutsche wird durch Aufnahme der Schrotte von unterschiedlichen Bereichen eine weitere Mischung der Schrotte erreicht.

Bei den Messungen wurden die Shredder und Scheren mit Mischschrott unterschiedlicher Zusammensetzung beschickt. Der Mischschrott setzt sich im allgemeinen zusammen aus Blechen, Rohren, Profilen, Drähten, Form- und Stahlteilen, Gehäusen, Behältern (bei Shreddern auch Karosserien) usw.

An jeder Schere bzw. an jedem Shredder wurde über einen längeren Zeitraum (in der Summe mehrere Stunden) gemessen, um Mittelwerte über die unterschiedlichen Schrottzusammensetzungen und den daraus resultierenden unterschiedlichen Maschinenbelastungen zu erhalten. Das Shreddern ist ein kontinuierlicher Vorgang. Gleiches gilt auch für den Materialaustrag aus dem Shredder. Lediglich die Materialaufgabe mittels Greiferkran erfolgt intervallmäßig. Entsprechend wurden beim Shredder folgende Quellengruppen unterschieden:

- Materialaufgabe
- Shreddern
- Materialaustrag.

Die Schrottscheren arbeiten in Intervallen. Je nach Material, Schnittlänge und Leistung (Pressbettgröße) wird das Pressbett etwa 10 bis 15 x pro Stunde gefüllt. Für eine Befüllung sind etwa 2 bis 4 Beschickungen mittels Greiferkran erforderlich. Je nach Ausführung der Schere wird der Schrott direkt in das Pressbett gefüllt oder auf einem Vorgelege abgelegt, dessen Inhalt nach Öffnen automatisch in das Pressbett gekippt wird. Maßgebliche Geräusche entstehen im Bereich der Schere bei der Schrottaufnahme, Schrottaufgabe und beim Schrottabwurf nach dem Schneiden. Die eigentlichen Schneidegeräusche der Schere sind meist sekundär. Die Hydraulikanlagen sind üblicherweise im Freien, evtl. unter einem Wetterschutzdach aufgestellt. Nur in einem Fall standen die Hydraulikanlagen in einem Gebäude. Bei freier Aufstellung sind die tonalen Geräuschkomponenten der Hydraulik innerhalb der Betriebsgrenzen zwar auffällig, sind aber nicht pegelbestimmend.

Unter diesen Voraussetzungen setzt sich das Scherengeräusch aus einer Folge von Einzelvorgängen zusammen.

Für diese Einzelvorgänge wurden neben den Pegeln auch Dauer und Häufigkeit erfasst. Zur statistischen Absicherung wurden an jeder Schere mindestens 30 Einzelvorgänge aufgenommen.

Die gleiche Untersuchungsmethodik wurde auch bei den übrigen Einzelvorgängen im Zusammenhang mit dem Schrotthandling angewandt, wobei für jeden Vorgang Pegelhöhe und Dauer erfasst wurden.

Insgesamt wurden somit folgende Messwerte vor Ort ermittelt:

- energieäquivalenter Dauerschallpegel L_{AFm}
- mittlerer Taktmaximalpegel L_{AFTm}
- Pegelhöchstwert $L_{AF,max}$
- Dauer von Einzelvorgängen.

Außerdem wurden die Geräusche mit einem DAT-Rekorder aufgezeichnet und nachträglich im Labor in Terzbandbreite analysiert.

Unter Berücksichtigung von Messabständen, Hüllflächen und Flächengrößen wurden die immissionswirksamen Schalleistungspegel berechnet. Die an den einzelnen Schrottplätzen für eine Quellenart ermittelten Messwerte wurden **arithmetisch** gemittelt. Sie sind zusammen mit der Standardabweichung der Ergebnisse in den Tabellen am Ende dieses Abschnittes angegeben.

Bei den Einzelvorgängen wurde zur besseren Übersicht auf die Angabe von mittleren Emissionswerten in Verbindung mit der mittleren Dauer verzichtet. Statt dessen wurden die mittleren Einwirkzeiten eines Vorganges auf eine Stunde bezogen. Die Messergebnisse für die Einzelvorgänge in der Tabelle gelten somit als zeitliche Mittelwerte für **einen Vorgang pro Stunde**, z. B. Abkippen eines Fahrzeuges, einmalige Beschickung der Schere, einmaliges Zusammenschieben von Schrott mittels Radlader, einmaliges Aufnehmen oder Abwerfen von Schrott mittels Greifer.

In der folgenden Tabelle sind die ermittelten Schalleistungspegel L_{WAT} (Schalleistungspegel auf der Grundlage des Takt-Maximalpegelverfahrens), die Schalleistungspegel pro Stunde $L_{WAT,1h}$ und die Standardabweichungen s eingetragen.

Geräuschquelle	Schalleistungspegel		Schalleistungspegel eines Vorganges / h	
	$L_{WAT}^{1)}$ dB(A)	s	$L_{WAT,1h}$ dB(A)	s
Materialaufnahme für Shredder und Scheren, Einzelereignisse			100,6	5,8
Shredder (736 bis 2944 kW ²⁾), Last ohne Schirmwände mit shredderhohen Schirmwänden, ohne Abdeckung (immissionswirksam)	128,4	4,4		
	119,5	1,6		
Shredderbeschickung kontinuierliche Beschickung Einzelereignisse	118,5	2,4	98	4,9
Separiertrommel	119	2,3		
Magnetabscheidertrommel	120	2,0		
Vibrationsförderer	98	3,1		
Entstaubungsanlage	112	1,5		
Scherenbeschickung kontinuierliche Beschickung Einzelereignisse	123,4	2,6	102,3	6,3
Schere schneidet Material, Einzelereignisse			90,9	8,7
Shredder-/Scherenschrott fällt von Transportband auf Schüttkegel, kontinuierlicher Vorgang (abhängig von der Fallhöhe)	116,5	6,1		
Beladen von Waggons mit Bagger/Radlader kontinuierlicher Vorgang Einzelereignisse	121,5	0,8	98,8	2,6
Entladen von Waggons mit Bagger Grobschrott	125,5			
Beladen von Großmulden Einzelereignisse mit kleinem Kühlschrott, E-Magnet	98,0		98,4	3,4
Radlader schiebt Schrott zusammen haldet Schrott auf			106,8	4,6
			105,4	5,4

Geräuschquelle	Schalleistungspegel		Schalleistungspegel eines Vorganges / h	
	L _{WAT} ¹⁾ dB(A)	s	L _{WAT,1h} dB(A)	s
Kran Aufhaltung, Einzelereignisse			91,3	3,0
Bagger Aufhaltung Mischschrott Aufhaltung, Einzelereignisse	128	6,0	107,3	5,3
Abkippen von Mischschrott von Transportfahrzeugen, Entladungsvorgang			108,5	4,7
Schiffsentladung mit Greiferkran kontinuierlicher Vorgang Einzelereignisse	109,5		89,7	2,8
Schiffsbeladung mit Mischschrott kontinuierlicher Vorgang Fallhöhe etwa 2 m Fallhöhe etwa 8 m	115 128			
Aufnehmen und Absetzen von Containermulden	112		97	

- 1) Der Schalleistungspegel L_{WA} ist im Mittel um etwa 6 dB geringer als L_{WAT}
2) kein leistungsabhängiger signifikanter Pegelunterschied

Im Anhang sind zu einigen Vorgängen Frequenzspektren angegeben.

Die **Schallpegelhöchstwerte** von Einzelereignissen wurden gesondert erfasst. In der folgenden Tabelle sind die arithmetisch gemittelten Schalleistungspegel-Höchstwerte der Ereignisse wiedergegeben.

Vorgang	L _{WA} dB(A)	s
Abkippen von Mischschrott	132	4,1
Beladen von LKW-Mulden, Waggons und Schiffen	127	5,7
Aufnahme und Aufgabe von Mischschrott durch Bagger	127	4,5
Aufnahme und Aufhalten von Mischschrott	135	6,2
Zusammenschieben von Mischschrott durch Radlader	127	5,1
Aufnehmen und Absetzen von Containermulden	121	4,0

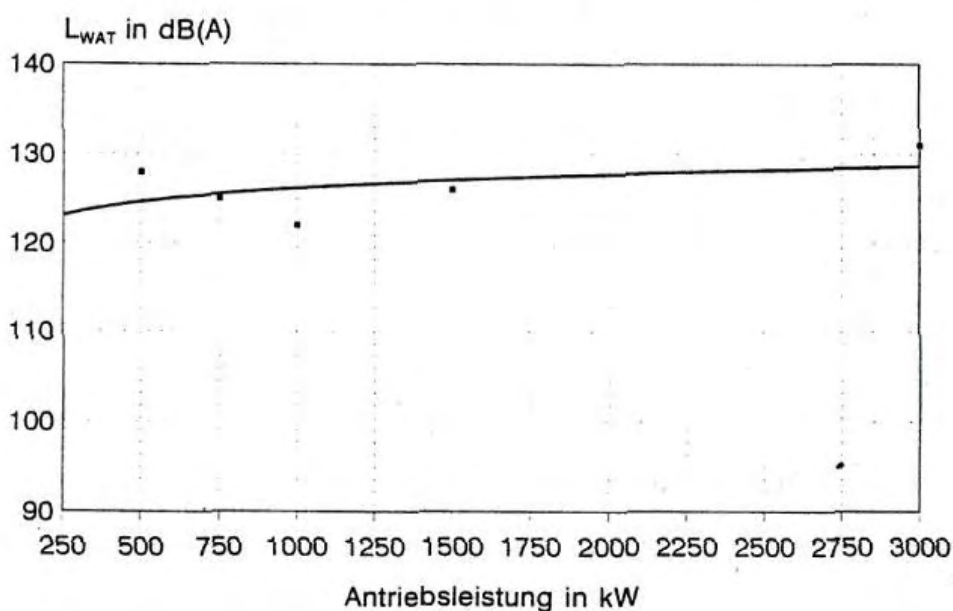
6 Bewertung der Messergebnisse

Das Emissionsverhalten der einzelnen Anlagenbereiche hat sich gegenüber den Untersuchungsergebnissen von 1986 kaum verändert.

Es wurde festgestellt, dass bei **Scheren** das Schneidgeräusch sekundär ist, primär werden die Geräusche durch die Materialbereitstellung vor der Schere, die Materialaufgabe, die Materialabgabe und die Aufhaldung verursacht.

Bei **Shreddern**, sofern sie nicht ganz oder teilweise eingehaust sind, ist der Zerkleinerungsvorgang pegelbestimmend. Das folgende Bild zeigt die Abhängigkeit zwischen Schalleistungspegel und Leistung des Shredders.

Schalleistungspegel* von Shredderanlagen



*Impulshaltigkeit durch Taktmaximalwertverfahren berücksichtigt: $L_{WA} = L_{WAT} - 6 \text{ dB}$

Es ist festzustellen, dass die Geräuschemissionen kaum von der Antriebsleistung abhängig sind. Es besteht allerdings eine Abhängigkeit von dem zu shreddernden Material. Durch Messung über lange Zeiträume bei Einsatz verschiedener Schrotte wurde diese Abhängigkeit "ausgemittelt".

Bei den abgeschirmten oder teileingehausten Shreddern gewinnen die allgemeinen Platzgeräusche an Bedeutung, wie z. B. das Abkippen von Schrott, das Aufhalden, die Materialaufgabe beim Shredder und die Materialverladung.

Es wurde kein signifikanter Geräuschunterschied zwischen den Materialarten Eisen, Aluminium und Kupfer beim **Entladen und Aufhalden** festgestellt. Die Geräusche sind vielmehr abhängig von der Form und Größe des Materials (Bleche, Stangen, Rohre, Formteile). In Abschnitt 5 sind die gemittelten Schalleistungspegel von gleichartigen Tätigkeiten angegeben, wobei die unterschiedlichen Materialformen und -größen berücksichtigt wurden.

Anhand der Schalleistungspegel ist zu erkennen, dass Schrottaufbereitungsanlagen mit Shreddern und Scheren **ohne Schallschutz** nur in großen Abständen von der Wohnnachbarschaft errichtet werden können. Zu angrenzenden Baugebieten sind bei freier Schallausbreitung mindestens folgende Abstände erforderlich:

Nutzung	Richtwert tags dB(A)	Abstand m
Gewerbegebiet	65	≈ 250
Mischgebiet	60	≈ 400
Allgemeines Wohngebiet	55	≈ 600
Reines Wohngebiet	50	≈ 900

Bei günstiger Aufteilung von Schrottplätzen und unter Berücksichtigung von Abschirmungen bzw. Einhausungen von Anlagenteilen kann der Abstand zu Allgemeinen Wohngebieten auf etwa 400 m von der Betriebsgrenze verringert werden.

Aufgrund immissionsschutzrechtlicher Anforderungen wurden an einigen der untersuchten Anlagen Schallschutzmaßnahmen durchgeführt. Dies geschah durch Teilkapselungen oder Aufstellen von Schirmwänden im Bereich der Anlagen und/oder der Materialannahme und der Lagerplätze. Durch die Schallschutzmaßnahmen wurde die Zugänglichkeit bzw. Wartung von Aggregaten nicht eingeschränkt. Mit oben offenen Teilkapselungen von Shreddern konnte eine Pegelminderung der Arbeitsgeräusche in der Nachbarschaft bis 10 dB(A) erreicht werden.

Bei einigen Anlagen und Mobilgeräten hielt sich das Personal in klimatisierten Steuer- bzw. Überwachungsleitständen auf. Damit kann auch für den Arbeitsplatz ein im Sinne der UVV "Lärm" erforderlicher Schallschutz erreicht werden. Bei Geräuschmessungen in mehreren Steuerständen wurden Beurteilungspegel zwischen 75 dB(A) und 84dB(A) ermittelt.

Die Schallschutzmaßnahmen haben nicht zu negativen Wechselwirkungen zwischen Umwelt- und Arbeitsschutz geführt.

7 Emissionsansätze

Anhand der Untersuchungsergebnisse in Abschnitt 5 lassen sich die Geräuschemissionen für stationäre und mobile Betriebsanlagen sowie den allgemeinen Betrieb eines Schrottplatzes angeben.

Bei dem Emissionsansatz zur Berechnung der Geräuschemissionen durch die Anlagengeräusche kann im allgemeinen von Mittelwerten ausgegangen werden. Bei kritischen Situationen empfiehlt es sich, **die Standardabweichung** (siehe Abschnitt 5) **zuzurechnen**, um eine Maximalabschätzung zu erhalten.

7.1 Betriebsgeräusche von Anlagen

Bei **Shreddern** und vergleichbaren Anlagen sind die Geräusche beim Zerschlagen der Schrotte, bei der Materialaufgabe und Materialabgabe wesentlich. Die Geräusche bei Magnet- und Separiertrommeln werden ebenfalls durch den Schrott verursacht. Folgende immissionswirksame Schalleistungspegel L_{WA} können als Emissionswerte angesetzt werden:

	ohne Schallschutzmaßnahmen L_{WAT} dB(A)	umfangreiche L_{WAT} dB(A)
Shredder, Zerdirator, Kondirator	128	118
Magnetabscheider	120	95
Separiertrommel	119	95
Entstaubungsanlagen	112	100

Bei den **Scheren** dominieren die Geräusche einzelner Vorgänge (siehe nächster Abschnitt

7.2 Geräusche einzelner Vorgänge

Bei einzelnen Vorgängen kann von folgenden mittleren Schalleistungspegeln ausgegangen werden:

Maßgebliche Tätigkeiten	je Vorgang $L_{WAT,1h}$ dB(A)
Abkippen von Mischschrott von Transportfahrzeugen	109
Aufnahme oder Aufgabe des Schrotts mit einem Bagger	101
Verladung von Mischschrott in Waggons und Mulden mittels Bagger/Radlader	99
Zusammenschieben von Mischschrott durch Radlader	107

Weitere Kennwerte für Einzelvorgänge sind in Abschnitt 5 angegeben.

Bei Verwendung der auf eine Stunde bezogenen Schalleistungspegel kann folgender Emissionsansatz verwendet werden:

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

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

Bei den o.g. Vorgängen wurden kurzzeitige Höchstwerte der Schalleistungspegel von

$$121 \text{ dB(A)} \leq L_{WA} \leq 142 \text{ dB(A)}$$

ermittelt. Diese Ereignisse sind je nach der zu beurteilenden Situation gesondert zu bewerten.

7.3 Fahrgeräusche auf dem Betriebsgelände

Die Fahrgeräusche von LKW auf Betriebsgeländen wurden an anderer Stelle detailliert untersucht und die Ergebnisse in einem Bericht der Hessischen Landesanstalt für Umwelt [6] veröffentlicht. In der Veröffentlichung wurde auch ein Emissionsansatz beschrieben. Auf die wesentlichen Ergebnisse wird im folgenden eingegangen.

Bei der Berechnung von Geräuschemissionen durch Verkehr auf Betriebsgeländen hat es sich bewährt, Fahrwege und Rangierbereiche in einzelne Teilstrecken aufzuteilen, deren Mittelpunkte als Punktschallquellen angesetzt werden [6]. Bei dem Ansatz werden also nicht mehr einzelne LKW, sondern einzelne Abschnitte des Fahrweges als Schallquelle betrachtet. Für alle Teilstrecken wird zur Vereinfachung ein einheitlicher Emissionsansatz verwendet, unabhängig davon, ob auf dem jeweiligen Streckenabschnitt überwiegend beschleunigt, gleichmäßig gefahren oder abgebremst wird. Sicherheitshalber muss dann allerdings der ungünstigste Fahrzustand mit der höchsten Geräusentwicklung berücksichtigt werden.

Der auf die Beurteilungszeit bezogene Schalleistungspegel L_{WA_r} eines Streckenabschnittes errechnet sich wie folgt:

$$L_{WA_r} = L_{WA,1h} + 10 \lg n + 10 \lg l/1 \text{ m} - 10 \lg (T_r / 1h)$$

$L_{WA,1h}$	zeitlich gemittelter Schalleistungspegel für 1 LKW pro Stunde und 1 m Weglänge
n	Anzahl der LKW einer Leistungsklasse in der Beurteilungszeit T_r
l	Länge eines Streckenabschnittes in m, dabei soll die Länge des Teilstücks kleiner als der 0,7-fache Abstand zum Immissionsort sein
T_r	Beurteilungszeit in h

In Abhängigkeit von der Leistungsklasse der LKW sind folgende auf eine Stunde und 1 m-Wegelement bezogene Schalleistungspegel $L_{WA,1h}$ zu verwenden:

Leistungsklasse	$L_{WA,1h}$ dB(A)
für LKW < 105 kW	63
für LKW \geq 105 kW	65

Für die **Rangiergeräusche** von LKW auf Betriebsgeländen ist ein mittlerer Schalleistungspegel anzusetzen, der etwa **5 dB(A)** über dem Schalleistungspegel des **Leerlaufgeräusches von 94 dB(A)** liegt. Die Einwirkzeit ergibt sich aus der Länge der Rangierstrecke und einer mittleren Geschwindigkeit von ≤ 5 km/h. Bei komplizierten Rangiervorgängen, bei denen das Fahrzeug mehrmals vor- und zurücksetzen muss, sind Fahrweg und Geschwindigkeit kein Maß für die Einwirkzeit der Geräusche. Hier sollte pro Rangiervorgang mit einer Einwirkzeit von **zwei Minuten** gerechnet werden.

Für Einzelereignisse kann von folgenden mittleren Schalleistungspegeln ausgegangen werden:

Vorgang	L_{WA} dB(A)
Anlassen	100
Türenschiagen	100
Leerlauf	94
Betriebsbremse	110

Einzelereignisse, die vom Wartungsstand, Fahrbahnzustand und System abhängen wie z. B. Quietschen beim Bremsen, Ablassen von Bremsluft beim Abkuppeln, Schlagen und Quietschen von Aufbauten, Setzen der Stelzen von Wechselbrücken, Öffnen und Schließen der Ladebordwand, entziehen sich allgemeinen Betrachtungen. Für diese Vorgänge wurden Schallpegelhöchstwerte von

$$99 \text{ dB(A)} \leq L_{WA} \leq 125 \text{ dB(A)}$$

ermittelt. Diese Ereignisse sind je nach der zu beurteilenden Situation gesondert zu bewerten.

Weitere Einzelheiten zu den ermittelten Geräuschkennwerten und den Emissionsansätzen können dem o.g. technischen Bericht zur Untersuchung der LKW- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen entnommen werden [6].

Ein Teil des Schrottes wird mittels Waggonen, die mit Dieselloks angeliefert oder abgeholt werden, transportiert. Nach der Akustik 04 [16] kann für das Rangieren mit Dieselloks ein längenbezogener Schalleistungspegel von

$$L_{WA} \approx 73 \text{ dB(A)} / h \text{ und } m$$

angesetzt werden.

8 Minderungsmaßnahmen

8.1 Übersicht zum derzeitigen Stand der Lärminderungstechnik

8.1.1 Scheren

Bei einer gerade in Betrieb genommenen Anlage wurde zur Verminderung der Aufgabegeräusche im Bereich des Presskastens eine Lärmschutzwand errichtet. Um die Abstrahlung tonaler Geräusche der Hydraulik zu vermindern, wurden die Aggregate in einem Raum aufgestellt. Zur Verminderung der Fallhöhe des geschnittenen Schrottes wird die Schütte zwischen Schere und Plattenband mit dem Messer geführt und so der Plattenbandabwurf in der Höhe verstellt.

Konstruktive Veränderungen am Pressbett, die zur Minderung der Schallabstrahlung bei der Aufgabe des Schrottes führen, wurden nach 1986 von den Herstellern nicht durchgeführt. Nach Auskunft eines Herstellers sind alle Versuche, primär schalltechnische Verbesserungen durchzuführen, gescheitert. Lediglich durch Schirmwände in der Nähe des Pressbettes konnte eine nachweisbare und wirkungsvolle Minderung erreicht werden.

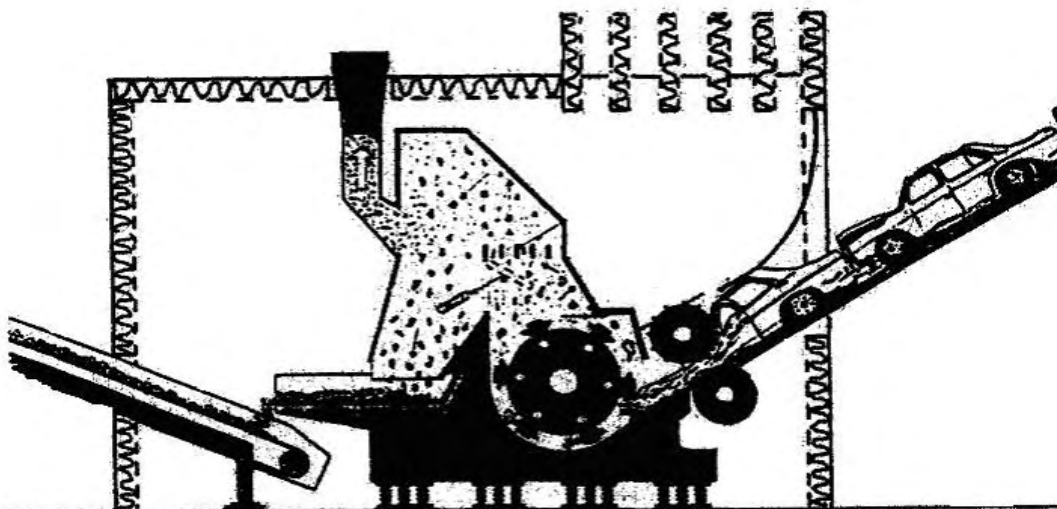
In kritischen Fällen ist die Aufstellung einer Schere und die Lagerung des Schrottes in einer Halle möglich. Der erforderliche Abstand zur Wohnnachbarschaft ist dann nur noch von der baulichen Ausführung der Halle, dem Transport- und Fahrverkehr sowie von weiteren betrieblichen Aktivitäten auf den Freiflächen abhängig.

8.1.2 Shredderanlagen

Bei Shredderanlagen wird als Stand der Technik angesehen:

- die Teilkapselung des Shredders,
- die Einhausung des Magnetabscheiders, der Separiertrommel und der Fördereinrichtungen
- die Durchführung von Minderungsmaßnahmen an den Entstaubungs- und Windsichteranlagen

Große Shredderanlagen können meist nicht in Hallen aufgestellt werden, weil beim Shreddern einiger Produkte (Autos, Farbdosen, u.ä.) Verpuffungen nicht auszuschließen sind. Deshalb werden bei Shreddern zur Lärminderung im Nahbereich einseitig oder mehrseitig shredderhohe, schallabsorbierende Seitenwände oder Teilkapselungen aufgestellt, damit im Schadensfall die Druckwelle seitlich oder nach oben ausweichen kann. Durch diese Maßnahmen kann der Immissionsanteil des Shredders in der Nachbarschaft nur begrenzt um 10 bis 15 dB(A) vermindert werden.



Konstruktive Veränderungen am Shredder, insbesondere im Bereich der Schrottaufgabe und -abgabe, die zur Minderung der Schallabstrahlung führen, wurden nach 1986 von den Herstellern nicht durchgeführt. Nach Auskunft eines Herstellers sind alle Versuche, primär schalltechnische Verbesserungen durchzuführen, gescheitert. Lediglich durch Schirmwände, wie oben beschrieben, konnte eine nachweisbare und wirkungsvolle Minderung in größeren Abständen (> 100 m) erreicht werden.

Der Immissionsanteil des Magnetabscheiders, der Separiertrommel und der verbindenden Fördereinrichtungen kann mit der baulichen Ausführung der Einhausung den jeweiligen Schallschutzanforderungen angepasst werden. Gleiches gilt im Prinzip auch für Entstaubungsanlagen und Windsichter. Mit konventionellen Schallschutzmaßnahmen sind bei diesen Komponenten Pegelminderungen von 25 dB(A) und mehr erreichbar.

Bei kleineren Shredderanlagen, bei denen nur unkritisches Material verarbeitet wird, ist eine Einhausung möglich. Die Minderung der Geräusche der Shredder- und Nebenanlagen ist dann von der Qualität der baulichen Ausführung der Einhausung abhängig. Auch in diesem Fall sind Pegelminderungen von 20 dB(A) und mehr erreichbar.

In dem **Bild 2** im Anhang ist beispielhaft eine lärmgeminderte Schrottaufbereitungsanlage dargestellt. Die Aufgabe des Shredders ist teileingehaust, so dass dieser einseitig mit dem Bagger beschickt werden kann. Der Shredders und alle weiteren Nebenanlagen, wie Magnetabscheider und Separiertrommel sind vollständig eingehaust. Die Geräusche, die durch das Be-, Entladen und Aufhalten entstehen, werden durch diese Maßnahmen allerdings nur bedingt gemindert.

8.1.3 Lagerplätze

Schrottlagerung und -umschlag finden in der Regel auf Freiflächen statt. Wirksame Lärminderungsmaßnahmen sind in diesen Bereichen im allgemeinen wirtschaftlich nicht umsetzbar. Durch Abschirmungen sind nur begrenzte Minderungen erreichbar. Die Minderungseffekte betragen bei vertretbaren Schirmhöhen von 5 bis 6 m und Abständen zum Aufpunkt von ca. 100 m weniger als 10 dB(A), weil nur bodennahe Quellen abgeschirmt werden können, nicht aber hochgelegene, wie z. B. Aufhaldung, Aufgaben und Shredder.

Bei einigen Betrieben sind die Seiten- bzw. Rückwände der Schrottboxen, in denen aufbereitetes Material bis zum Abtransport gelagert wird, erhöht worden, so dass sie auch als Schirmwände zur Abschirmung der Umschlaggeräusche dienen.

Allgemeingültige Aussagen zur Pegelminderung durch Abschirmung sind hier nicht möglich, da die Abschirmwirkung von der jeweiligen Topographie und den ortsspezifischen, geometrischen Beziehungen abhängt.

8.1.4 Organisatorische Maßnahmen

Alle untersuchten Betriebe durften nur während der Tageszeit arbeiten. Bei einem Betrieb wurde die tägliche Betriebszeit auf 7.00 bis 19.00 Uhr begrenzt. Andere organisatorische Maßnahmen wurden bei der Befragung nicht genannt.

Zu den wesentlichsten organisatorischen Maßnahmen gehört die Platzgestaltung. Lagerplätze, auf denen sich durch das Handling mit den Schrotten hohe Lärmemissionen ergeben, sollten an den Stellen angelegt werden, die möglichst weit von der Wohnnachbarschaft liegen. Die Aufhaldung der Schrotte muss dann so erfolgen, dass nur geringe Abwurfhöhen erforderlich sind. Lagerplätze, die wenig frequentiert werden und bei denen geringere Geräuschemissionen auftreten, können dann auf den näher zur Wohnnachbarschaft liegenden Freiflächen eingerichtet werden.

Eine zeitliche Beschränkung von Tätigkeiten ist zwar eine Möglichkeit, um bei geringen Überschreitungen der Geräuschemissionen die Einhaltung von Immissionsrichtwerten zu erreichen, wird aber meist aus wirtschaftlichen Gründen vom Betreiber der Anlage nicht akzeptiert. Von dieser Maßnahme wird daher eher bei schon genehmigten Anlagen, bei denen Richtwertüberschreitungen auftreten, Gebrauch gemacht. Bei der Planung einer Schrottverwertungsanlage sollten von vornherein Tätigkeiten nicht zeitlich beschränkt werden.

8.1.5 Wirkung und Kosten der Maßnahmen

Durch Schallschutzwände im Nahbereich von Shreddern kann eine Pegelminderung der Arbeitsgeräusche der Shredder in der Nachbarschaft von etwa 10 dB(A) erreicht werden. Durch Teileinhausungen lassen sich die Shreddergeräusche bis 20 dB(A), durch vollständige Einhausung bis 30 dB(A) reduzieren. Die Haltbarkeit solcher Schallschutzmaßnahmen wurde mit 8 bis 10 Jahren angegeben. Die Kosten liegen bei absorbierenden Schirmwänden bzw. Einhausungen (Stahlblech, Absorptionsmaterial, Lochblech) bei ca. 400 DM je m² einschließlich des erforderlichen Stahlbaus (Fundamentierungskosten sind abhängig von Windlasten und anderen Faktoren).

In den wenigsten Fällen waren die Schallschutzmaßnahmen hinderlich bei Wartungs- und Reparaturarbeiten. Wegen des rauen Betriebes musste zusätzlich Anfahrschutz errichtet werden. In Torbereichen sah man häufig beschädigte Schallschutzelemente.

Je nach durchgeführten Maßnahmen lagen die Kosten für die Schallschutzmaßnahmen zwischen 10 bis 20 % der Gesamtinvestitionen.

Bei Scheren lassen sich die Aufgabegeräusche durch ein- oder zweiseitige Schirmwände im Bereich des Presskastens mindern. Eine vollständige Einhausung ist wegen der Beschickung per Radlader oder Bagger meist nicht möglich. Die Minderung ist abhängig von der Höhe der Schirmwand und der Aufstellungsrichtung der Schere zur Nachbarschaft.

8.1.6 Bewertung der Maßnahmen im Hinblick auf die Wechselwirkungen zwischen Arbeits- und Umweltschutz

Die Einhausung von Magnetabscheidern und Separiertrommeln ist aus der Sicht des Arbeitsschutzes unkritisch, da in diesen Bereichen keine ständigen Arbeitsplätze bestehen. Die eingehausten Aggregate werden nur bei Inspektionen, Revisions- und Reparaturarbeiten aufgesucht.

Die Steuerstände von Shreddern und Scheren sind schon aus Sicherheitsaspekten gegen herausschleudernde Stahlteile geschützt. Sie waren meist klimatisiert und so ausgeführt, dass der Schalldruckpegel in dem Steuerstand die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung erfüllte.

Aus Sicherheitsgründen wurde in den Bereichen, in denen Schallschutzmaßnahmen durchgeführt worden sind und die vom Fahrverkehr tangiert wurden, Anfahrschutz montiert.

8.2 Weitere Schallschutzmaßnahmen

In dem Abschnitt 8.1 wurde der Stand der Lärminderungstechnik beschrieben. Alle Maßnahmen beziehen sich auf das Einhausen oder Abschirmen ortsfester Anlagen. Die damit erreichbare Pegelminderung ist weitestgehend von der baulichen Ausführung der Schutzmaßnahme abhängig.

Die Geräuschemissionen, die auf den Freiflächen durch Transport, Auf- und Umhaldung, Be- und Entladung entstehen, haben einen nicht unerheblichen Anteil an den Gesamtmissionen einer Schrottaufbereitungsanlage, wie auch die Modellrechnungen in Abschnitt 9 bestätigen. Durch dieses Freiflächengeschehen ist der Gesamtminderungseffekt von baulichen Maßnahmen an den stationären Quellen begrenzt. Selbst wenn die Immissionsanteile von Shredder- und Scherenanlagen durch Einhausung um 20 dB(A) oder mehr gemindert werden, so vermindern sich die Gesamtmissionen eines Schrottplatzes wegen der verbleibenden Quellen auf den Freiflächen nur um 5 bis 10 dB(A). Selbst zusätzliche Schallschutzwände an der Betriebsgrenze führen unter günstigen Annahmen und nur im Nahbereich bis ca. 200 m zu Pegelminderungen bis zu 10 dB(A).

Die Geräuschentwicklung auf den Freiflächen ist z. B. davon abhängig, ob der Schrott abgelegt oder abgeworfen wird, sie ist also im wesentlichen von der Fallhöhe des Schrottes abhängig. Dies gilt auch bei den Platten- oder Förderbändern, mit denen das Endprodukt aufgehaldet wird. Durch eine automatische vertikale Nachführung der Platten- oder Förderbänder kann die Abwurfhöhe zum Schüttkegel optimiert werden.

Durch gute Logistik und optimierte Organisation der innerbetrieblichen Materialflüsse lässt sich in einigen Fällen unnötiges Umhalden vermeiden.

Große leerstehende Fabrikhallen könnten für die Schrottaufbereitung genutzt werden. Selbst größere Shredderanlagen lassen sich in derartigen Hallen unterbringen. Die Druckausgleichsöffnungen können über Schächte durch das Hallendach verlegt und mit einer einseitig befestigten Schwerfolie abgedeckt werden, die sich bei einer Verpuffung wie ein Ventil öffnet, ohne wegzufiegen. Eine ähnliche Lösung wurde bereits bei kleineren Shreddern in Gebäuden praktiziert.

9 Modellberechnungen für eine Schrottaufbereitungsanlage

In dem **Bild 6** im Anhang ist das Modell einer Schrottaufbereitungsanlage mit Schere und Shredder sowie ein Bezugsort dargestellt. Dem Shredder nachgeschaltet sind Magnetabscheider, Separiertrommel und Entstaubungsanlage. Die Abmessungen des Platzes betragen 200 m x 140 m.

Für diese Anlage werden im folgenden beispielhaft die Geräuschemissionen auf der Grundlage des Emissionsdatenkataloges (siehe Abschnitt 7) zusammengestellt.

Die Geräuschemissionen werden für den Bezugsort I 1, 500 m nördlich von der Platzmitte für verschiedene Schallschutzvarianten berechnet. Der Bezugspunkt liegt 9 m über dem Niveau des Schrottplatzes.

Betriebsablauf

Dem Emissionsansatz liegen folgende Randbedingungen zum Betriebsablauf zugrunde:

- In dem Betrieb wird nur tagsüber einschichtig zwischen 8.00 und 16.00 Uhr gearbeitet
- Die Durchsatzleistung beträgt ca. 800 t/d. Diese Menge teilt sich wie folgt auf:

Shredder	440 t/d
Schere	240 t/d
Sortieren	120 t/d.

- Alle Schrotte werden mit Containerfahrzeugen in der Zeit zwischen 8.00 und 16.00 Uhr angeliefert. Die Fahrzeuge werden gewogen, danach fahren sie zu einer der Abkipfstellen im Bereich der Schere oder des Shredders. Dort wird der Schrott abgekippt und von einem Bagger vorsortiert und aufgehaldet.
- Schere und Shredder werden mit Baggern beschickt. Die Durchsatzleistungen betragen:

Schere	30 t/h
Shredder	55 t/h.

- Der Scherenschrott wird direkt auf den Boden, die Shredderfraktionen werden über Bänder abgeworfen.
- Die aufgearbeiteten Schrotte werden mit einem Bagger/Radlader aufgehaldet oder für den Abtransport in Container bzw. Großmulden gefüllt.
- Ein Teil der Sortierfraktionen wird in den Schrottboxen am nördlichen Rand des Betriebsgeländes zwischengelagert. Der Umschlag erfolgt dort mit Radlader bzw. Bagger.
- Der Abtransport des aufbereiteten Materials erfolgt ausschließlich per LKW. Ein Bahnanschluss wurde im Beispiel nicht berücksichtigt.

Geräuschemissionen

LKW-Fahrweg

Der Fahrweg der LKW für die Anlieferung und den Abtransport ist z. B. in Bild 7 skizziert. Für die Ausbreitungsrechnung wurde der Fahrweg in 50 m lange Teilstrecken unterteilt. Die Mittelpunkte dieser Teilstrecken werden als Punktschallquellen betrachtet. (Quellen Nr. 1 bis 12). Für die Anlieferung wird die westliche Umfahrung mit den Teilstrecken 1 bis 7, für den Abtransport die östliche Umfahrung mit den Teilstrecken 1, 2 und 5 bis 12 benutzt.

Die anliefernden LKW haben im Mittel eine Zuladung von 10 t/LKW, die abtransportierenden LKW von 16 t/LKW. Unter Berücksichtigung des Gesamtdurchsatzes ergeben sich somit im ungünstigsten Fall folgende Fahrzeugbewegungen, wenn Anlieferung und Abtransport nicht von denselben LKW erfolgen:

Anlieferung	80 LKW/d
Abtransport	50 LKW/d.

Die Schalleistungspegel der Teilstrecken können der Tabelle 1 im Anhang entnommen werden. Sie wurden nach der in Abschnitt 7.3 angegebenen Beziehung berechnet.

Bagger an Scherenaufgabe (Quelle 19)

Bei einer Leistung der Schere von 30 t/h und einer Greiferladung von 1,5 t/Vorgang sind 20 Beschickungsvorgänge je Stunde erforderlich:

20 x Materialaufnahme mit je	$L_{WAT,1h} = 100,6 \text{ dB(A)}$
20 x Scherenbeschickung mit je	$L_{WAT,1h} = 102,3 \text{ dB(A)}$
Gesamt	$L_{WAT,1h} = 117,0 \text{ dB(A)}$

Bagger an Shredderaufgabe (Quelle 20)

Bei einer Leistung des Shredders von 55 t/h und einer Greiferladung von 1,5 t/Vorgang sind 37 Beschickungsvorgänge je Stunde erforderlich:

37 x Materialaufnahme mit je	$L_{WAT,1h} = 100,6 \text{ dB(A)}$
37 x Shredderbeschickung mit je	$L_{WAT,1h} = 98,0 \text{ dB(A)}$
Gesamt	$L_{WAT,1h} = 118,0 \text{ dB(A)}$

Befüllen von Großmulden am Scherenausgang (Quelle 21)

50 % des geschnittenen Schrotts, entsprechend 15 t/h, werden direkt für den Abtransport mit Bagger oder Radlader in Großmulden verladen. Bei einer Greiferladung von 1,5 t sind dazu 10 Vorgänge/h erforderlich:

10 x Beladen Großmulden mit je	$L_{WAT,1h} = 98,4 \text{ dB(A)}$
<hr/>	
Gesamt	$L_{WAT,1h} = 108,0 \text{ dB(A)}$

Befüllen von Großmulden am Shredderausgang (Quelle 22)

Der geshredderte Schrott, entsprechend 55 t/h, wird direkt für den Abtransport mit Bagger oder Radlader in Großmulden verladen. Bei einer Greiferladung von 1,5 t sind dazu 37 Vorgänge/h erforderlich:

37 x Beladen Großmulden mit je	$L_{WAT,1h} = 98,4 \text{ dB(A)}$
<hr/>	
Gesamt	$L_{WAT,1h} = 114,0 \text{ dB(A)}$

Radlader /Baggereinsatz zum Verladen, Aufhalden und Zusammenschieben

Diese Tätigkeiten finden an wechselnden Einsatzorten statt. Insgesamt sind dafür drei Geräte vorhanden, deren Einsatzstunden für die Ausbreitungsrechnung zu gleichen Zeitanteilen auf die Quellen 23 bis 28 verteilt wurden. Aus den Durchsatzleistungen ergeben sich für jede Quelle folgende Vorgänge pro Einsatzstunde:

10 x Aufhalden/Zusammenschieben von Schrott mit je	$L_{WAT,1h} = 107,0 \text{ dB(A)}$
<hr/>	
Gesamt je Quelle	$L_{WAT,1h} = 117,0 \text{ dB(A)}$

Beladen von Großraummulden an Schrottboxen (Quelle 29)

Bei einer Umschlagmenge von 120 t/d und 1,5 t/Vorgang sind 80 Beladevorgänge pro Tag, entsprechend 10 Vorgänge pro Stunde erforderlich:

10 x Beladen Großmulden mit je	$L_{WAT,1h} = 98,4 \text{ dB(A)}$
<hr/>	
Gesamt	$L_{WAT,1h} = 108,0 \text{ dB(A)}$

Abkippen von Mischschrott vom LKW (Quellen 30 und 31)

Aus den Umschlag- und Lademengen ergeben sich 80 Vorgänge/d, entsprechend 10 Vorgänge/h:

10 x Abkippen von Mischschrott mit je	$L_{WAT,1h} = 108,5 \text{ dB(A)}$
<hr/>	
Gesamt	$L_{WAT,1h} = 119,0 \text{ dB(A)}$

Verteilt auf die zwei Quellen ergibt sich je Quelle ein Wert von 116 dB(A).

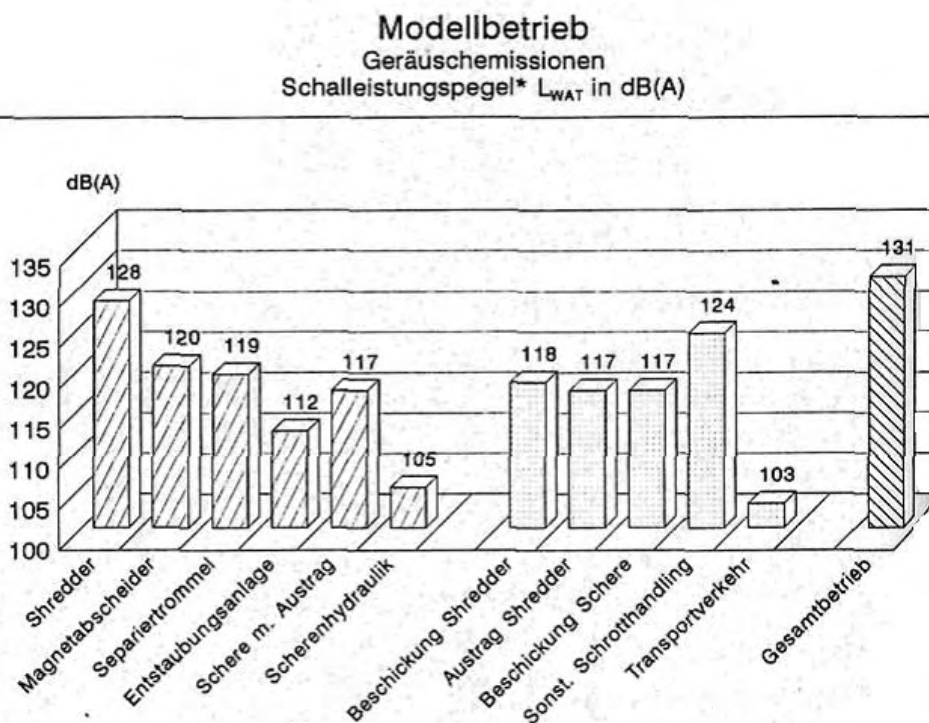
Schere und Shredderbetrieb (Quellen 32 bis 44)

Es wurde ein kontinuierlicher Betrieb von Schere und Shredder von 8h/d angenommen. Für diesen Zeitraum wurden für Shredder, Magnetabscheider, Separiertrommel, Entstaubungsanlage, Scherenhydraulik sowie Schrottabwurf hinter Schere und Shredder die Schalleistungspegel L_{WAT} aus Abschnitt 5 angesetzt. Der dort genannte Schalleistungspegel für den Abwurf des Shredderschrotts auf Schüttkegel wurde zu gleichen Teilen auf die beiden Abwurfstellen (Quellen 32 und 33) aufgeteilt.

Für die Shredderaufgabe (Quelle 34) ergibt sich pro Betriebsstunde folgender Emissionswert:

37 x Materialaufnahme mit je	$L_{WAT,1h} = 100,6 \text{ dB(A)}$
37 x Shredderbeschickung mit je	$L_{WAT,1h} = 98,0 \text{ dB(A)}$
Gesamt	$L_{WAT,1h} = 118,0 \text{ dB(A)}$

Das folgende Bild zeigt die Verteilung der Geräuschemissionen auf die einzelnen Quellen bzw. Quellengruppen und den daraus resultierenden Gesamt-Schalleistungspegel des Modellbetriebes:



*Mittelwerte über 8 Betriebsstunden

Geräuschimmissionen

Die Ausbreitungsrechnung für diesen Modellbetrieb erfolgte nach einem Schallausbreitungsprogramm, das die Anforderungen der VDI-Richtlinien 2714 [12] und 2720 [13] erfüllt. Ausgangsgröße für die Ausbreitungsrechnung ist der Schalleistungspegel L_{WA} der einzelnen Quelle. Die Immissionsanteile der einzelnen Quellen werden dabei getrennt für den Bezugspunkt I 1 (500 m Abstand nördlich des Schrottplatzes) berechnet und anschließend energetisch addiert. Die Immissionsberechnung erfolgt nach der Beziehung

$$L_s = L_{WA} + (K_0 + DI) - D_s - D_L - D_{BM} - D_e + D_T$$

Die folgende Aufstellung zeigt die einzelnen o. g. Ausbreitungsparameter sowie die für die Ausbreitungsrechnung wesentlichen Eingabegrößen:

L_{WA}	Schalleistungspegel einer Quelle
D_s	Abstandsmaß
K_0	Raumwinkelmaß
DI	Richtwirkungsmaß
D_{BM}	Boden- und Meteorologiedämpfungsmaß
D_e	Einfügungsdämpfungsmaß eines Schirmes
D_T	Zeitkorrektur ($D_T = 10 \lg (T/T_r)$)
T_r	Beurteilungszeit, hier 16 h
L_s	Immissionsanteil einer Quelle

Die detaillierten Ausbreitungsrechnungen können folgenden Tabellen im Anhang entnommen werden

Tabelle 1: Emissionsdaten Schrottaufbereitung (gültig für alle Varianten)

Tabelle 1.1 und 1.2 Variante 1, ohne Maßnahmen

Tabelle 2.1 und 2.2 Variante 2, 12 m hohe Schallschutzwand auf drei Seiten des Shredders einschließlich Separiertrommel und Magnetabscheider

Tabelle 3.1 und 3.2 Variante 3, wie Variante 2, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand auf zwei Seiten der Schere

Tabelle 4.1 und 4.2 Variante 4, wie Variante 3, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand entlang der nördlichen Betriebsgrundstücksgrenze

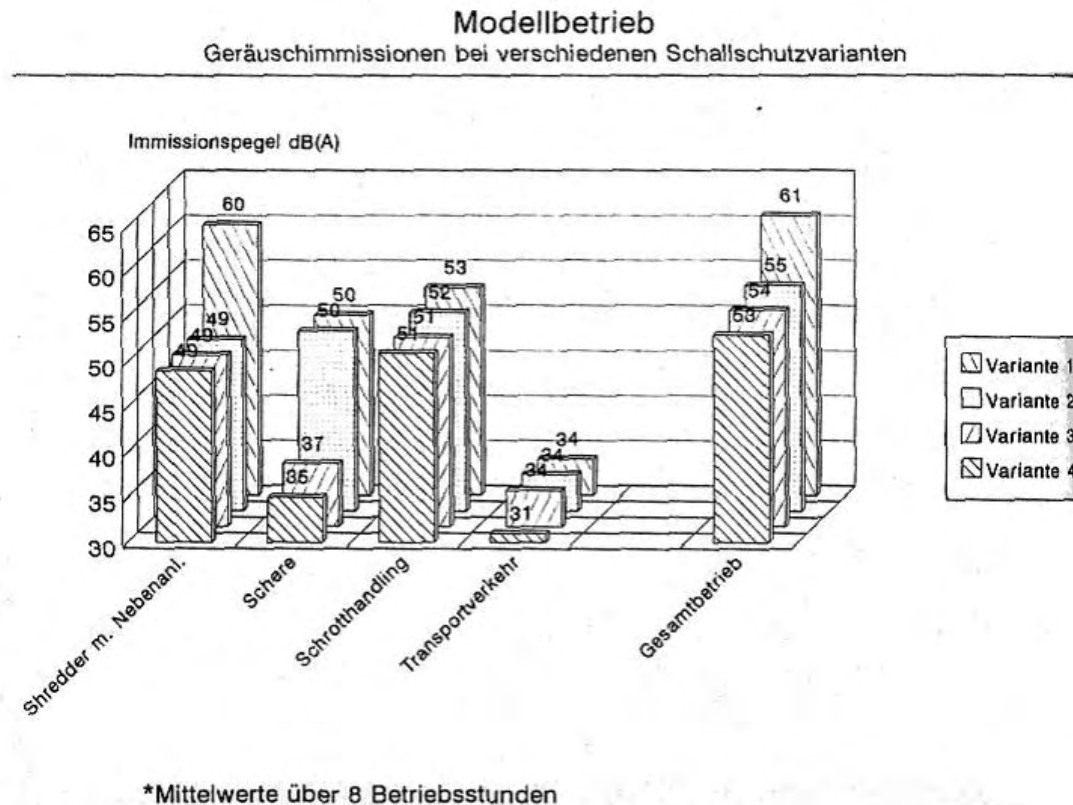
Tabelle 5.1 und 5.2 Variante 5, nur 6 m hohe Schirmwand entlang der nördlichen Betriebsgrundstücksgrenze

Tabelle 6.1 und 6.2 Variante 6, wie Variante 2, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand entlang der nördlichen Betriebsgrundstücksgrenze

In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Ergebnisse der Berechnungen für die untersuchten Varianten V1 bis V6 zusammengefasst dargestellt:

Quelle		Geräuschimmissionen in dB(A)					
		V 1	V 2	V 3	V 4	V 5	V 6
Gesamtbetrieb		61	55	54	53	61	55
Anteil	Shredder	60	49	49	49	60	49
	Schere	50	50	37	35	50	50
	Schrotthandling	53	52	51	51	53	52
	Transportverkehr	34	34	34	31	31	31

Im folgenden sind die Ergebnisse für die Varianten V1 bis V4 grafisch dargestellt:



Zu den Berechnungsergebnissen ist folgendes festzustellen:

- Ohne Schallschutzmaßnahmen (**Variante 1**, Bild 7 im Anhang) sind die Geräusche des Shredders pegelbestimmend. Diese Aussage deckt sich mit den Erfahrungswerten bei der schalltechnischen Bestandsaufnahme. Selbst in 500 m Abstand von der Platzmitte wird der Tagesrichtwert für MI-Gebiete von 60 dB(A) bei freier Schallausbreitung noch überschritten.
- Durch Abschirmung bzw. Teilkapselung des Shredders mit Magnetabscheider und Separiertrommel (**Variante 2**, Bild 8 im Anhang) wird der Immissionsanteil des Shredders um 11 dB(A) reduziert. Die Gesamtimmissionen verringern sich jedoch wegen der Anteile der übrigen Quellen nur um 6 dB(A), wobei die Anteile von Schere und Schrotthandling nunmehr pegelbestimmend sind. Bei dieser Variante kann in 500 m Abstand der Tagesrichtwert für WA-Gebiete von 55 dB(A) gerade eingehalten werden. Die Kosten für die Abschirmwand einschließlich der Fundamentierungskosten betragen ca. 700.000,- DM.

- Durch eine zusätzliche Abschirmwand an der Schere (**Variante 3**, Bild 9 im Anhang) ergibt sich eine weitere, geringfügige Minderung der Gesamtimmissionen um 1 dB auf 54 dB(A). Pegelbestimmend sind bei dieser Variante nunmehr die Geräusche im Zusammenhang mit dem Schrotthandling. Die zusätzlichen Kosten für die Abschirmwand an der Schere einschließlich der Fundamentierungskosten betragen ca. 200.000,-- DM.
- Wegen der großflächigen Verteilung des Schrotthandlings und der damit verbundenen großen Abstände zwischen Quelle und Schirm ist die Abschirmwirkung einer 6 m hohen Wand entlang der nördlichen Betriebsgrenze (**Variante 4**, Bild 10 im Anhang) relativ gering. Der Gesamtpegel wird durch diese zusätzliche Maßnahme um 1, dB auf 53 dB(A) reduziert. Diese Variante stellt den derzeitigen Stand der Schallschutztechnik bei derartigen Anlagen dar. Weitere Pegelminderungen mit geringeren Schutzabständen wären nur möglich, wenn der gesamte Materialumschlag einschließlich Lager und Shredder in weitgehend geschlossene Hallen, ggf. mit absorbierenden Wand- und Deckenverkleidungen, verlegt würde. Die zusätzlichen Kosten für die 6 m hohe Abschirmwand an der Betriebsgrundstücksgrenze einschließlich der Fundamentierungskosten betragen ca. 850.000,-- DM.
- Die **Variante 5** (Bild 11 im Anhang) zeigt deutlich, dass nur mit einer Schirmwand entlang der nördlichen Betriebsgrenze selbst bei der beachtlichen Höhe von 6 m keine nennenswerten Pegelminderungen auftreten. Diese Wand schirmt nur unwesentliche Quellen ab. Ihre Wirkung ist auf den Nahbereich unmittelbar hinter der Wand begrenzt. Die Kosten entsprechen den Kosten bei der Variante 4.
- Auch in Verbindung mit der Teilkapselung des Shredders (**Variante 6**, Bild 12 im Anhang) zeigt die Wand entlang der Betriebsgrenze am Bezugsort I 1 keine besondere Wirkung. Es ergeben sich die gleichen Gesamtimmissionen wie ohne diese Wand (**vergleiche Variante 2**). Die Kosten entsprechen den Kosten bei den Varianten 2 und 4.

10 Zusammenfassung

Gegenstand der Untersuchung ist es, den Stand der Lärminderung bei Anlagen zur Schrottaufbereitung zu beschreiben. Die Untersuchung soll außerdem einen Betrag zum Gemeinschaftsprojekt der Länder und des Bundes zum Thema "Emissionsdatensammlung Lärm" liefern.

Im einzelnen wurden folgende Punkte bearbeitet:

- Bestandsanalyse zum heutigen Stand der Technik an Betrieben unterschiedlicher Größe
- Aufstellung einer Übersicht zum derzeitigen Stand der Lärminderungstechnik
- Ausarbeitung weiterer Schallschutzmaßnahmen
- Entwicklung von Modellen
- Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Untersuchung ergab, dass auch bei Anlagen, die nach 1986 gebaut wurden, die Betriebsgeräusche aktiv nicht gemindert worden sind. Einige Anlagen wurden aufgrund immissionsschutzrechtlicher Anforderungen mit Teilkapseln ausgestattet. Je nach Ausführung der Kapseln und unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Aspekte sind Pegelminderungen von 10 bis 30 dB(A) erreichbar.

Selbst wenn die Immissionsanteile von Shredder- und Scherenanlagen durch Einhausung um 20 dB(A) oder mehr gemindert werden, vermindern sich die Gesamtmissionen eines Schrottplatzes wegen der verbleibenden Quellen auf den Freiflächen nur um 5 bis 10 dB(A). Selbst zusätzliche Abschirmwände an der Betriebsgrenze bewirken im günstigsten Fall nur im Nahbereich bis ca. 200 m Pegelminderung von etwa 5 dB(A).

Die Geräuschemissionen wurden in Abhängigkeit von der Tätigkeit ermittelt. Die Pegel gleichartiger Tätigkeiten wurden zusammengefasst. Für "Dauergeräusche" wurde der Schalleistungspegel, für "einzelne Vorgänge" der auf eine Stunde bezogene Schalleistungspegel angegeben. Mit diesen Emissionskennwerten können bausteinartig die Gesamtmissionen einer Schrottaufbereitungsanlage dargestellt und die Immissionsanteile in der Nachbarschaft mit Hilfe bekannter Rechenmodelle für die Schallausbreitung berechnet werden.

Literatur

- [1] 1. Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallgesetz-AbfG) vom 27.08.1986, letzte Fassung vom 30.09.94, mit Inkrafttreten des KrW-/AbfG tritt dieses Gesetz außer Kraft
- [2] 1a. Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz-KrW-/AbfG, verkündet am 27.09.94, in Kraft getreten am 07.10.96
- [3] Stand der heutigen Altautoverwertung
Studienarbeit Herwig Zahn
Betreuung RWTÜV, Juni 1991
- [4] Unternehmenskolloquium des Initiativkreis Ruhrgebiet,
Automobil - Recycling - Verbund (ARV)
Essen, 04.06.1991
- [5] Umwelt- und recyclinggerechte Produktentwicklung
Anforderung, Werkstoffwahl, Gestaltung, Praxisbeispiele
WEKA Fachverlag für technische Führungskräfte GmbH
Januar 1995
- [6] Technischer Bericht zur Untersuchung der LKW- und Ladegeräusche auf
Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen
RWTÜV, 16.05.95; Hessische Landesanstalt für Umwelt
- [7] Baulärm, Umweltschutz am Bau, Rechts- und Verwaltungsvorschriften,
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Umweltschutz und Technologie in Berlin, Stand
August 1996
- [8] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
(Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) vom 24.07.1985
(letzte Änderung 19.03.1997, BGBl. I S. 504)
- [9] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen,
Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
(Bundes-Immissionsschutzgesetz - **BImSchG**) in der Fassung vom 14.05.1990 (BGBl. I
S.880) zuletzt geändert durch Gesetz vom 14.04.1997 (BGBl. I S. 805)
- [10] Lärmschutz an Anlagen zur Abfallbeseitigung und Abfallverwertung, Dipl.-Phys.
Friedhelm Wedde, Dr. rer. nat. Klaus Tegeeder, TÜV Rheinland e. v., Juli 1986 im
Auftrag des Umweltbundesamtes
- [11] DIN EN ISO 3744, Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus
Schalldruckmessungen,
Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im wesentlichen freies Schallfeld
über einer reflektierenden Ebene,
Ausgabe November 1995
- [12] **VDI 2714**, Ausgabe Januar 1988
"Schallausbreitung im Freien"
- [13] **VDI 2720**, Blatt 1, Entwurf Februar 1991
"Schallschutz durch Abschirmung im Freien"

- [14] Abstände zwischen Industrie- bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten im Rahmen der Bauleitplanung (**Abstandserlass**)
RdErl. d. Ministers für Arbeit, Gesundheit und Soziales vom 21.03.1990
- [15] Vorstudie zur Entwicklung einer geräuscharmen Schrottaufbereitungsanlage, TÜV Rheinland e.V. und Lindemann Maschinenfabrik GmbH, 1987 im Auftrag des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (nicht veröffentlicht)
- [16] **Akustik 04**
Richtlinie für schalltechnische Untersuchungen bei der Planung von Rangier- und Umschlagbahnhöfen
Information Deutsche Bundesbahn
Bundesbahnzentralamt München, Ausgabe 1990

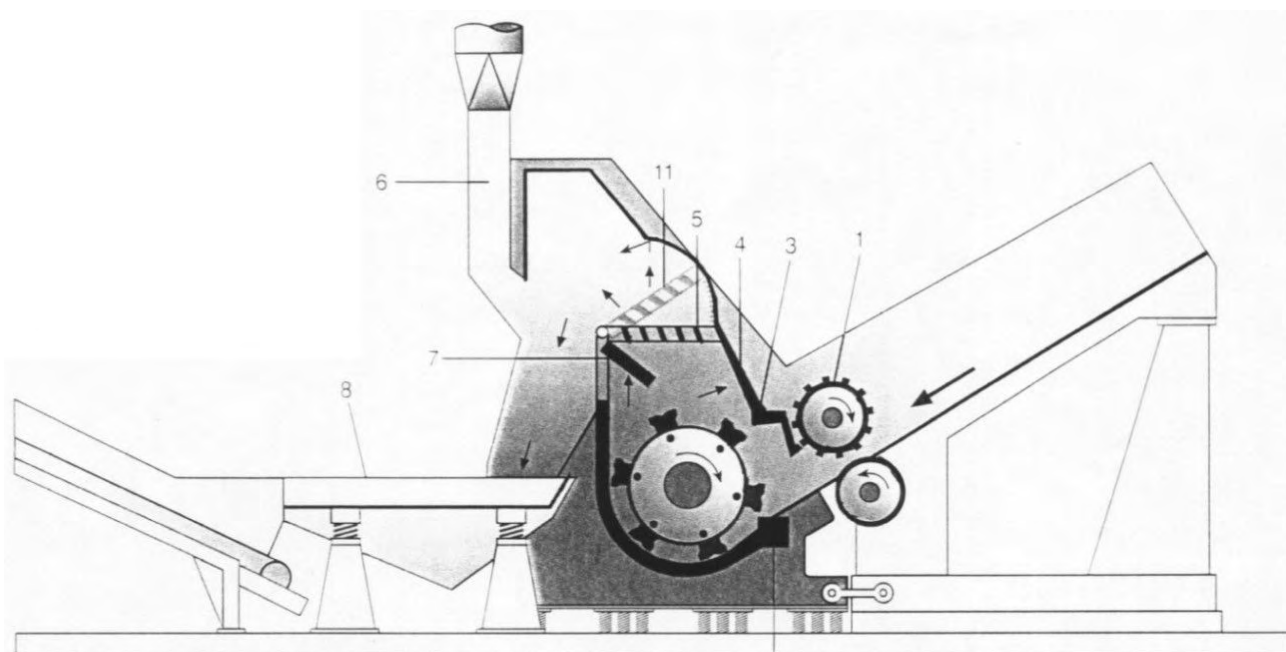
Zusätzlich wurden Unterlagen von Anlagenherstellern verwendet. Die Veröffentlichung der Bilder erfolgt mit Zustimmung der Firmen.

Wir bedanken uns bei Firmen, die die Durchführung dieser Untersuchung hilfreich unterstützten aber namentlich nicht genannt werden möchten sowie bei den Firmen:

Lindemann Maschinenfabrik GmbH,
Industrie-Lärmschutzgesellschaft GmbH,
Thyssen Henschel
Ort, Oberländer Recycling Technik GmbH

Anhang

Bild 1: Shredder



- 1 Treibrollen zur dosierten Materialzuführung
- 2 Amboß zum erstmaligen Zerreißen und Zerkleinern
- 3 Prallkante zur weiteren Zerkleinerung und Vorverdichtung
- 4 Prallwand zur gezielten Verdichtung
- 5 Rostplatte zum Materialaustrag
- 6 Entstaubungsanschluß
- 7 Auswurftrichter zum Auswurf nicht zerkleinerungsfähiger Grobteile
- 8 Vibrationsförderer zum Materialabzug
- 9 Rostkorb zum Materialaustrag
- 10 Rostabdeckung zur Dichteregulierung
- 11 Schwenkrast zur Dichteregulierung

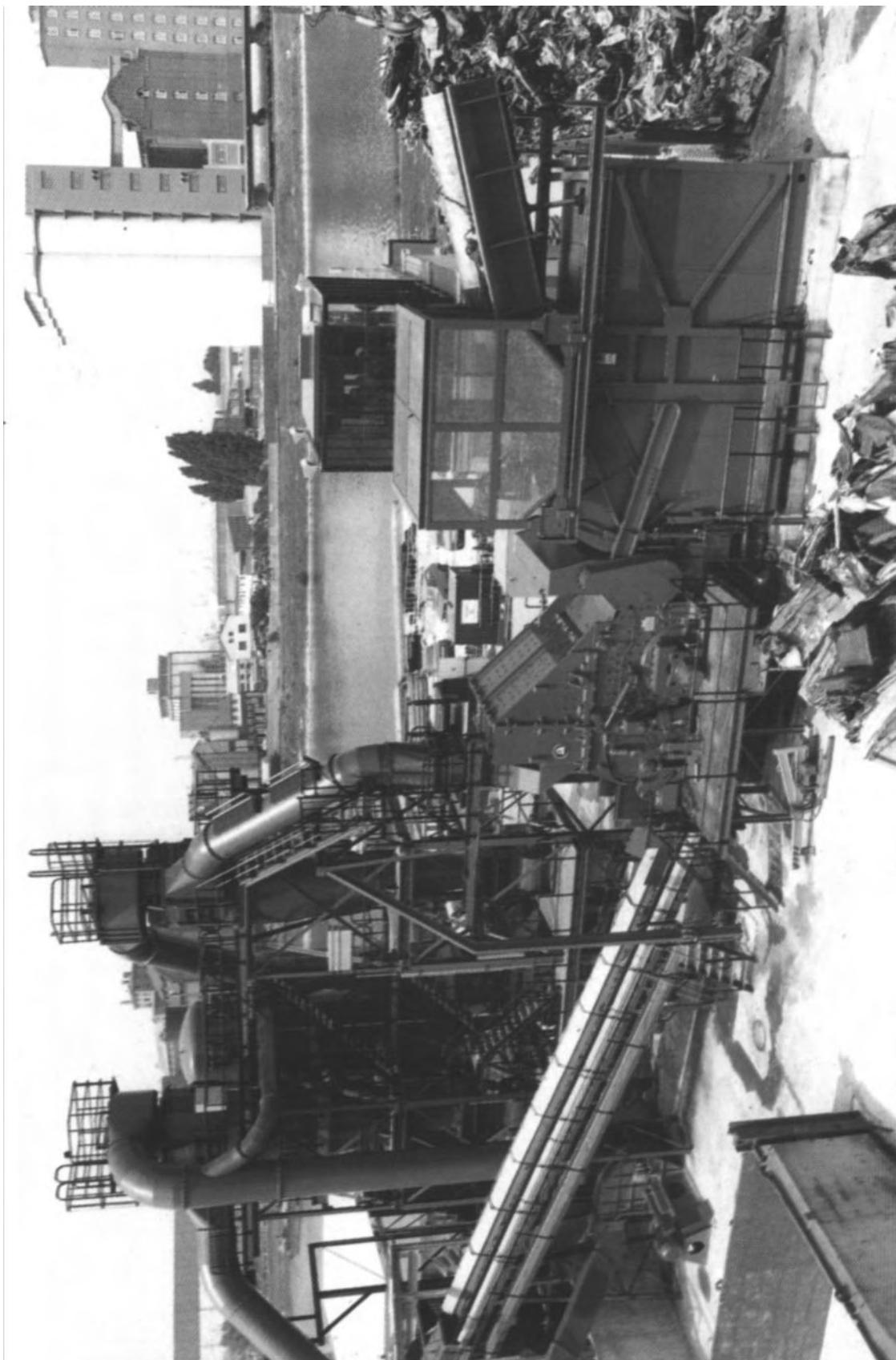


Bild 2: Schrottaufbereitungsanlagen mit Schallschutzmaßnahmen

Einhausung des Shredders, des Magnetabscheiders und der Sapariertrommel mit Schallschutzelementen, die innen absorbierend ausgeführt sind.



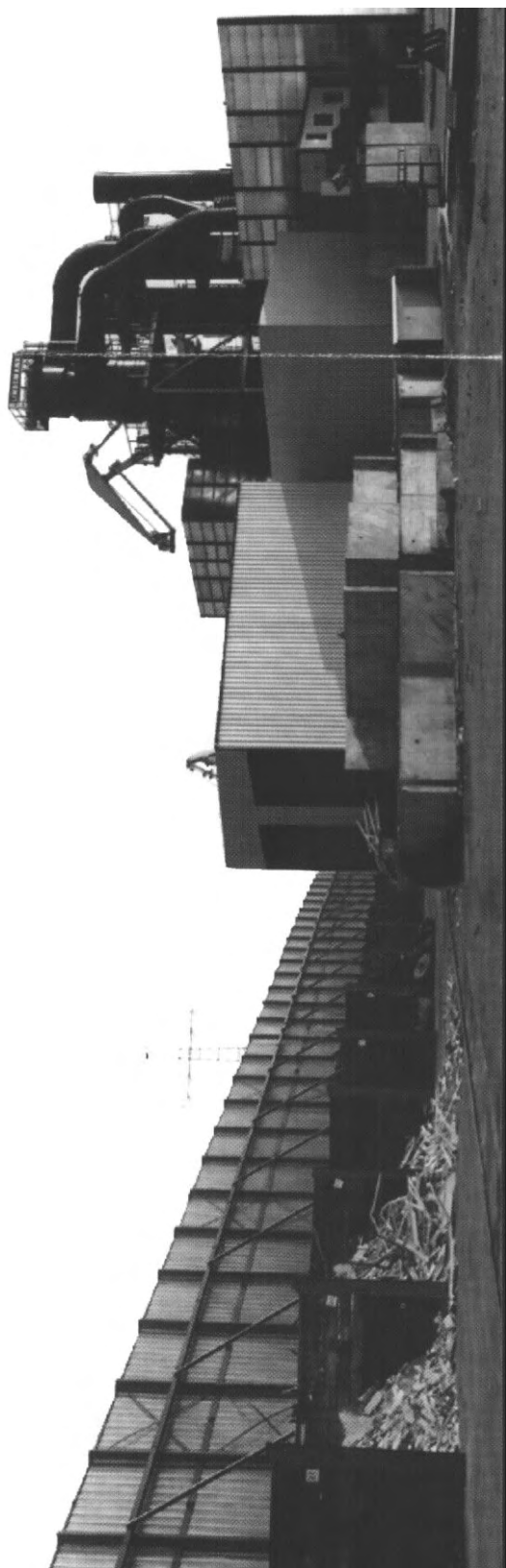


Bild 3: Frequenzspektrum, Shredder
Magnetabscheider und Separiertrommel eingehaust

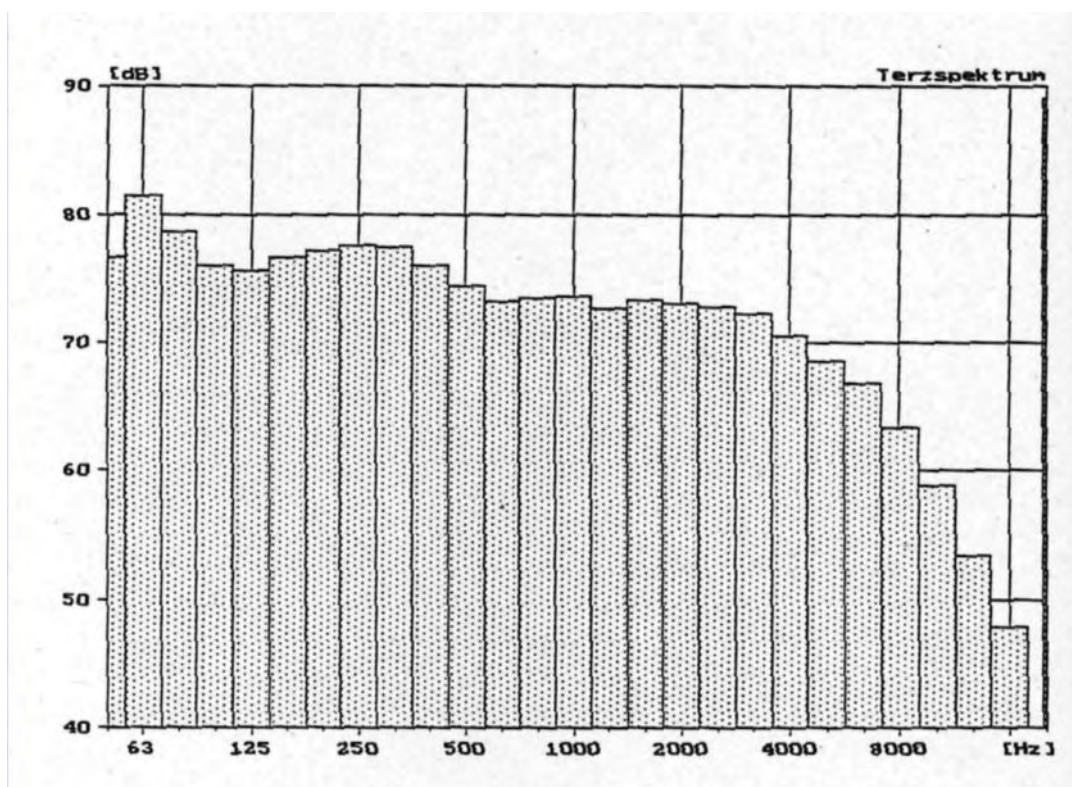


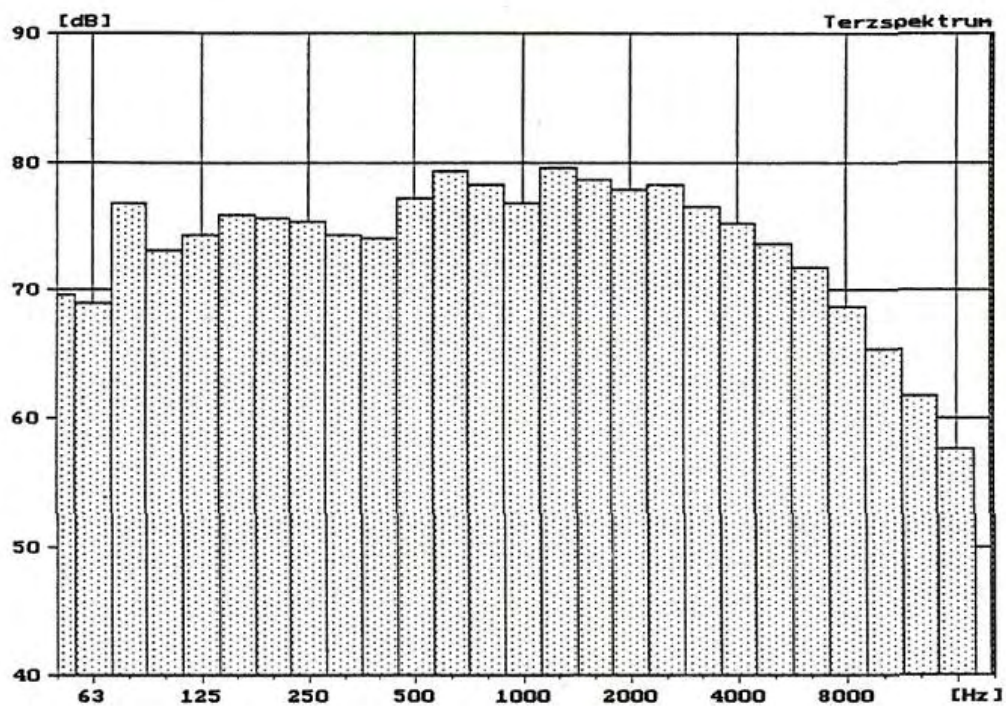
Bild 4: Frequenzspektrum, Schere

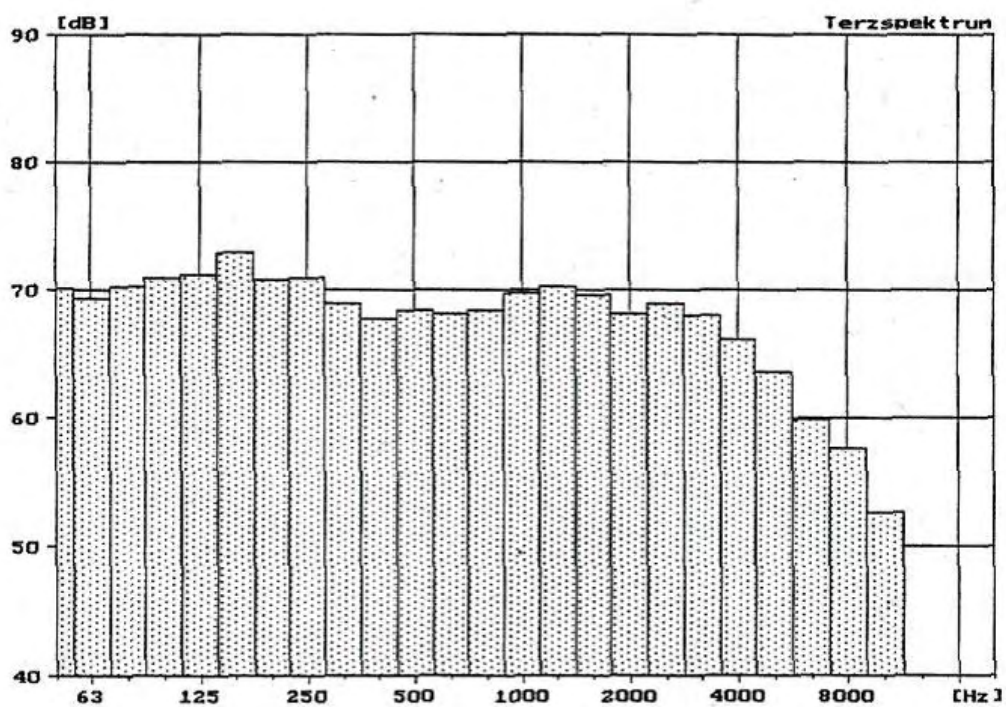
Bild 5: Frequenzspektrum, Aufhaldung von Schrott

Bild 6: Beispiel, Schrottaufbereitungsanlage und Bezugsort

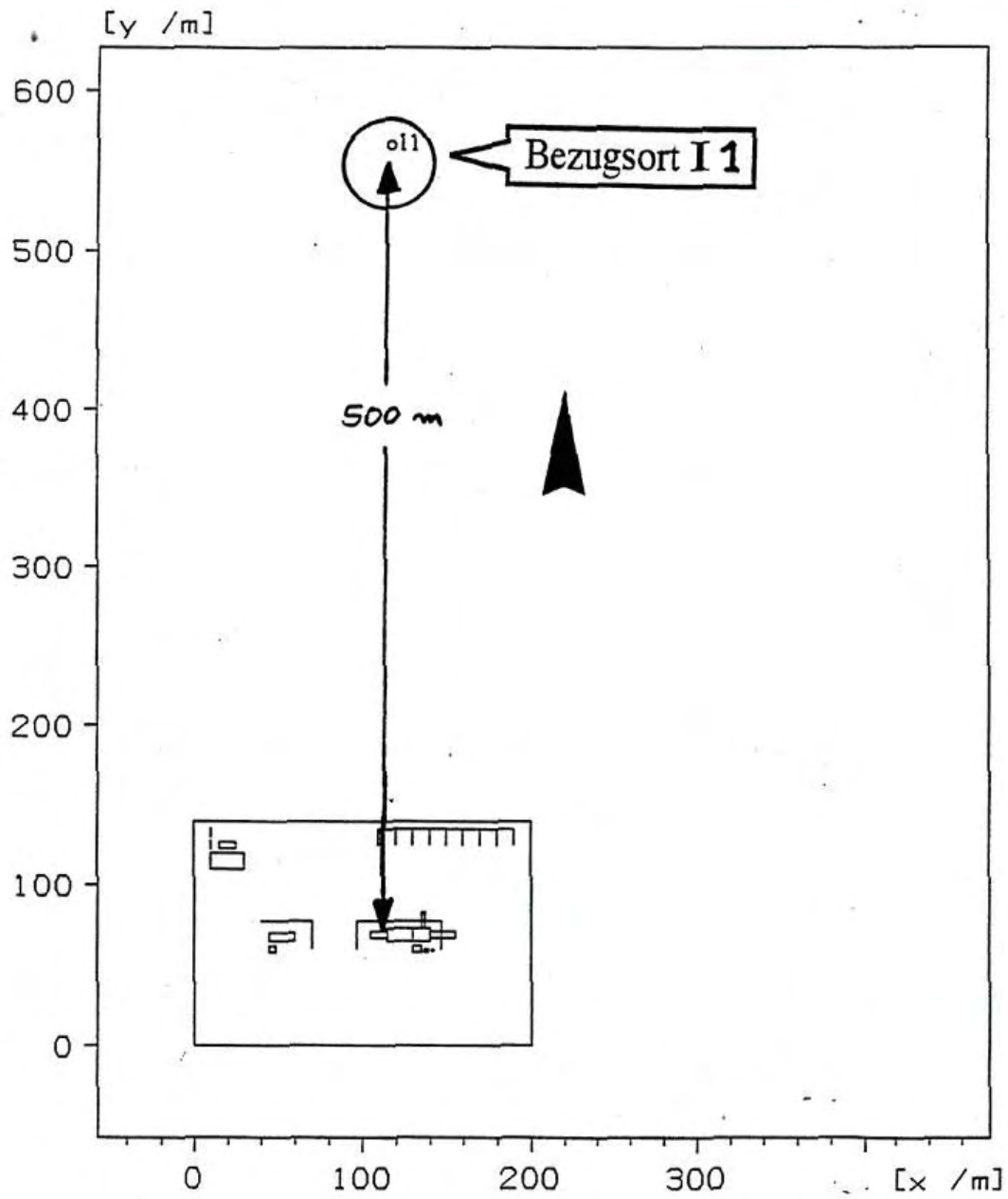


Tabelle 1: Emissionsdaten Schrottaufbereitung (gültig für alle Varianten)

Nr	Quelle Bezeichnung	Li		R'		k	Fläche m ²	LS	Fre- quenz Hz	LW dB(A)	Ein- wirk- dauer
		dB(A)	Nr	dB	Nr						
1	LKW-Fahrweg	97.0		0.0		0.0	1.0	0.0		97.0	8.0 h
2	LKW-Fahrweg	97.0		0.0		0.0	1.0	0.0		97.0	8.0 h
3	LKW-Fahrweg	92.0		0.0		0.0	1.0	0.0		92.0	8.0 h
4	LKW-Fahrweg	92.0		0.0		0.0	1.0	0.0		92.0	8.0 h
5	LKW-Fahrweg	94.0		0.0		0.0	1.0	0.0		94.0	8.0 h
6	LKW-Fahrweg	94.0		0.0		0.0	1.0	0.0		94.0	8.0 h
7	LKW-Fahrweg	97.0		0.0		0.0	1.0	0.0		97.0	8.0 h
8	LKW-Fahrweg	90.0		0.0		0.0	1.0	0.0		90.0	8.0 h
9	LKW-Fahrweg	90.0		0.0		0.0	1.0	0.0		90.0	8.0 h
10	LKW-Fahrweg	90.0		0.0		0.0	1.0	0.0		90.0	8.0 h
11	LKW-Fahrweg	90.0		0.0		0.0	1.0	0.0		90.0	8.0 h
12	LKW-Fahrweg	90.0		0.0		0.0	1.0	0.0		90.0	8.0 h
19	Bagger an Scherenaufgabe	117.0		0.0		0.0	1.0	0.0		117.0	8.0 h
20	Bagger an Shredderaufgabe	118.0		0.0		0.0	1.0	0.0		118.0	8.0 h
21	Beladen von Großmulden	108.0		0.0		0.0	1.0	0.0		108.0	8.0 h
22	Beladen von Großmulden	114.0		0.0		0.0	1.0	0.0		114.0	8.0 h
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	117.0		0.0		0.0	1.0	0.0		117.0	4.0 h
24	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0		0.0		0.0	1.0	0.0		117.0	4.0 h
25	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0		0.0		0.0	1.0	0.0		117.0	4.0 h
26	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0		0.0		0.0	1.0	0.0		117.0	4.0 h
27	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0		0.0		0.0	1.0	0.0		117.0	4.0 h
28	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0		0.0		0.0	1.0	0.0		117.0	4.0 h
29	Beladen Großmulden Schrottbox	108.0		0.0		0.0	1.0	0.0		108.0	8.0 h
30	Abkippen vom LKW	116.0		0.0		0.0	1.0	0.0		116.0	8.0 h
31	Abkippen vom LKW	116.0		0.0		0.0	1.0	0.0		116.0	8.0 h
32	Shreddermaterial Abwurf	114.0		0.0		0.0	1.0	0.0		114.0	8.0 h
33	Shreddermaterial Abwurf	114.0		0.0		0.0	1.0	0.0		114.0	8.0 h
34	Aufgabe Shredder	118.0		0.0		0.0	1.0	0.0		118.0	8.0 h
35	Scherenschrott Abwurf	117.0		0.0		0.0	1.0	0.0		117.0	8.0 h
40	Shredder	128.0		0.0		0.0	1.0	0.0		128.0	8.0 h
41	Magnetabscheider	120.0		0.0		0.0	1.0	0.0		120.0	8.0 h
42	Separiertrommel	119.0		0.0		0.0	1.0	0.0		119.0	8.0 h
43	Entstaubungsanl. Shredder	112.0		0.0		0.0	1.0	0.0		112.0	8.0 h
44	Hydraulik Schere	105.0		0.0		0.0	1.0	0.0		105.0	8.0 h

Bild 7: Variante 1, Quellenplan der Modellbetriebes, ohne Maßnahmen

Ohne Schallschutzmaßnahmen sind die Geräusche des Shredders pegelbestimmend. Diese Aussage deckt sich mit den Erfahrungswerten bei der schalltechnischen Bestandsaufnahme. Selbst in 500 m Abstand von der Platzmitte wird der Tagesrichtwert für MI-Gebiete von 60 dB(A) bei freier Schallausbreitung noch überschritten.

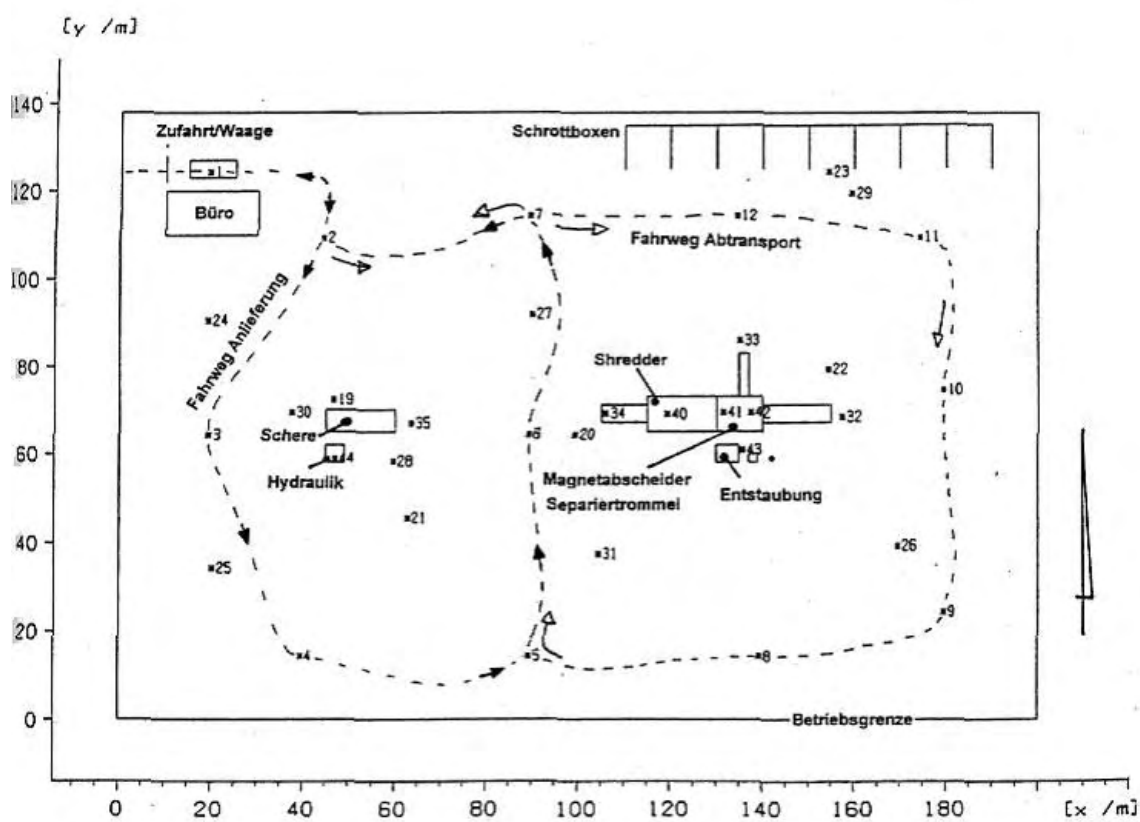


Tabelle 1.1: Variante 1, ohne Maßnahmen
Immissionsberechnung Schrottaufbereitung

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 60.9 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Schall leistung dB(A)	K G dB	Abstand m	Ab- stand maß dB	Bo- wit dB	Luft abs. maß dB	Ab- schirm maß dB	Immis- sions- pegel dB(A)	Zeit- korr dB	Immis- sions- anteil dB(A)
1	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.2	64.2	4.4	0.9	0.0	30.5	3.0	27.5
2	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	466.1	64.4	4.4	0.9	0.0	30.3	3.0	27.3
3	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	514.9	65.2	4.5	1.0	0.5	23.7	3.0	20.7
4	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	560.8	66.0	4.5	1.1	0.0	23.4	3.0	20.4
5	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	555.9	65.9	4.5	1.1	0.0	25.5	3.0	22.5
6	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	506.0	65.1	4.5	1.0	0.0	26.5	3.0	23.4
7	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.1	64.2	4.4	0.9	0.0	30.5	3.0	27.5
8	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	555.4	65.9	4.5	1.1	0.0	21.5	3.0	18.5
9	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	548.4	65.8	4.5	1.1	0.0	21.6	3.0	18.6
10	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	498.7	65.0	4.4	1.0	0.0	22.6	3.0	19.6
11	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	463.3	64.3	4.4	0.9	4.9	18.5	3.0	15.5
12	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	455.3	64.2	4.4	0.9	7.3	16.2	3.0	13.2
19	Bagger an Scherenaufgabe	117.0	3.0	502.4	65.0	4.4	1.0	0.0	49.6	3.0	46.6
20	Bagger an Shredderaufgabe	118.0	3.0	505.4	65.1	4.4	1.0	0.0	50.5	3.0	47.5
21	Beladen von Großmulden	108.0	3.0	526.9	65.4	4.4	1.1	0.0	40.1	3.0	37.1
22	Beladen von Großmulden	114.0	3.0	491.3	64.8	4.4	1.0	0.0	46.8	3.0	43.8
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	117.0	3.0	446.4	64.0	4.4	0.9	9.8	41.0	6.0	35.0
24	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	489.0	64.8	4.4	1.0	8.4	41.4	6.0	35.4
25	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	544.2	65.7	4.4	1.1	0.0	48.8	6.0	42.7
26	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	532.4	65.5	4.4	1.1	0.0	49.0	6.0	43.0
27	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	478.2	64.6	4.4	1.0	0.0	50.1	6.0	44.0
28	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	514.5	65.2	4.4	1.0	0.0	49.3	6.0	43.3
29	Beladen Großmulden Schrottbox	108.0	3.0	451.8	64.1	4.4	0.9	6.3	35.3	3.0	32.3
30	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	506.7	65.1	4.4	1.0	0.0	48.5	3.0	45.5
31	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	532.1	65.5	4.4	1.1	0.0	48.0	3.0	45.0
32	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	502.5	65.0	4.3	1.0	0.0	46.6	3.0	43.6
33	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	483.5	64.7	4.3	1.0	0.0	47.0	3.0	44.0
34	Aufgabe Shredder	118.0	3.0	500.4	65.0	4.4	1.0	0.0	50.6	3.0	47.6
35	Scherenschrott Abwurf	117.0	3.0	505.5	65.1	4.4	1.0	0.0	49.5	3.0	46.5
40	Shredder	128.0	3.0	500.4	65.0	4.2	1.0	0.0	60.8	3.0	57.8
41	Magnetabscheider	120.0	3.0	500.2	65.0	4.3	1.0	0.0	52.7	3.0	49.7
42	Separiertrommel	119.0	3.0	500.3	65.0	4.3	1.0	0.0	51.7	3.0	48.7
43	Entstaubungsanl. Shredder	112.0	3.0	508.8	65.1	4.4	1.0	6.5	38.0	3.0	35.0
44	Hydraulik Schere	105.0	3.0	515.6	65.2	4.4	1.0	9.3	28.0	3.0	25.0

Tabelle 1.2: Auflistung der Immissionspegel nach Größe

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 60.9 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Pegel dB (A)
40	Shredder	57.8
41	Magnetabscheider	49.7
42	Separiertrommel	48.7
34	Aufgabe Shredder	47.6
20	Bagger an Shredderaufgabe	47.5
19	Bagger an Scherenaufgabe	46.6
35	Scherenschrott Abwurf	46.5
30	Abkippen vom LKW	45.5
31	Abkippen vom LKW	45.0
27	Radlader/Bagger Aufhalden	44.0
33	Shreddermaterial Abwurf	44.0
22	Beladen von Großmulden	43.8
32	Shreddermaterial Abwurf	43.6
28	Radlader/Bagger Aufhalden	43.3
26	Radlader/Bagger Aufhalden	43.0
25	Radlader/Bagger Aufhalden	42.7
21	Beladen von Großmulden	37.1
24	Radlader/Bagger Aufhalden	35.4
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	35.0
43	Entstaubungsanl. Shredder	35.0
29	Beladen Großmulden Schrottbox	32.3
1	LKW-Fahrweg	27.5
7	LKW-Fahrweg	27.5
2	LKW-Fahrweg	27.3
44	Hydraulik Schere	25.0
6	LKW-Fahrweg	23.4
5	LKW-Fahrweg	22.5
3	LKW-Fahrweg	20.7
4	LKW-Fahrweg	20.4
10	LKW-Fahrweg	19.6
9	LKW-Fahrweg	18.6
8	LKW-Fahrweg	18.5
11	LKW-Fahrweg	15.5
12	LKW-Fahrweg	13.2

Bild 8: Variante 2, Quellenplan des Modellbetriebes, 12 m hohe Wand vor Shredderanlage

Durch Abschirmung bzw. Teilkapselung des Shredders mit Magnetabscheider und Separiertrommel wird der Immissionsanteil des Shredders um 11 dB(A) reduziert. Die Gesamtimmisionen verringern sich jedoch wegen der Anteile der übrigen Quellen nur um 6 dB(A), wobei die Anteile von Schere und Schrotthandling nunmehr pegelbestimmend sind. Bei dieser Variante kann in 500 m Abstand der Tagesrichtwert für WA-Gebiete von 55 dB(A) gerade eingehalten werden. Die Kosten für die Abschirmwand einschließlich der Fundamentierungskosten betragen ca. 700.000,- DM

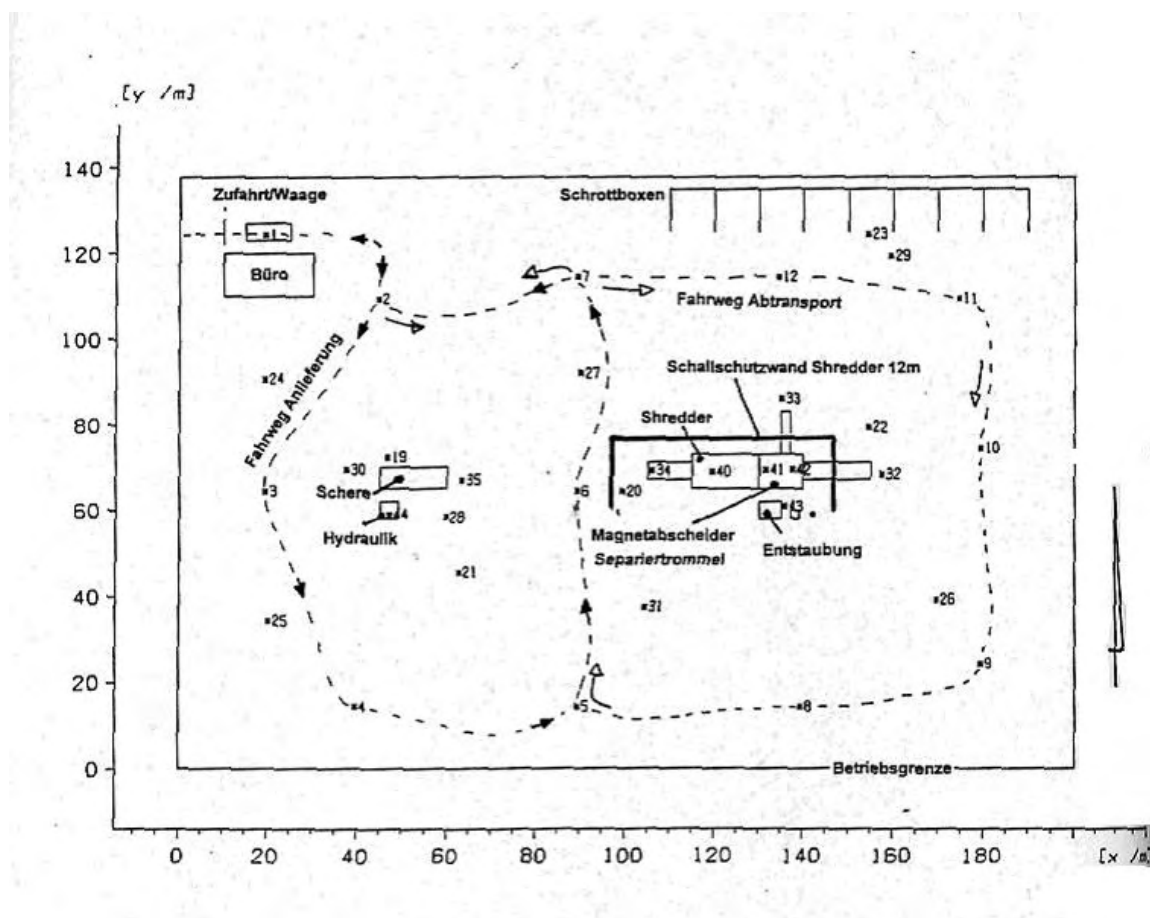


Tabelle 2.1: Variante 2, 12 m hohe Wand vor Shredderanlage
(einschließlich Separiertrommel und Magnetabscheider)

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 55.2 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Schall leistung dB(A)	K Q dB	Abstand m	Ab- stand maß dB	Bo- Wit dB	Luft abs. maß dB	Ab- schirm maß dB	Immis- sions- pegel dB(A)	Zeit- korr dB	Immis- sions- anteil dB(A)
1	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.2	64.2	4.4	0.9	0.0	30.5	3.0	27.5
2	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	466.1	64.4	4.4	0.9	0.0	30.3	3.0	27.3
3	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	514.9	65.2	4.5	1.0	0.5	23.7	3.0	20.7
4	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	560.8	66.0	4.5	1.1	0.0	23.4	3.0	20.4
5	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	555.9	65.9	4.5	1.1	0.0	25.5	3.0	22.5
6	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	506.0	65.1	4.5	1.0	0.0	26.5	3.0	23.4
7	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.1	64.2	4.4	0.9	0.0	30.5	3.0	27.5
8	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	555.4	65.9	4.5	1.1	12.1	9.4	3.0	6.4
9	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	548.4	65.8	4.5	1.1	0.0	21.6	3.0	18.6
10	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	498.7	65.0	4.4	1.0	0.0	22.6	3.0	19.6
11	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	463.3	64.3	4.4	0.9	4.9	18.5	3.0	15.5
12	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	455.3	64.2	4.4	0.9	7.3	16.2	3.0	13.2
19	Bagger an Scherenaufgabe	117.0	3.0	502.4	65.0	4.4	1.0	0.0	49.6	3.0	46.6
20	Bagger an Shredderaufgabe	118.0	3.0	505.4	65.1	4.4	1.0	12.1	38.4	3.0	35.4
21	Beladen von Großmulden	108.0	3.0	526.9	65.4	4.4	1.1	0.0	40.1	3.0	37.1
22	Beladen von Großmulden	114.0	3.0	491.3	64.8	4.4	1.0	0.0	46.8	3.0	43.8
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	117.0	3.0	446.4	64.0	4.4	0.9	9.8	41.0	6.0	35.0
24	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	489.0	64.8	4.4	1.0	8.4	41.4	6.0	35.4
25	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	544.2	65.7	4.4	1.1	0.0	48.8	6.0	42.7
26	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	532.4	65.5	4.4	1.1	0.0	49.0	6.0	43.0
27	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	478.2	64.6	4.4	1.0	0.0	50.1	6.0	44.0
28	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	514.5	65.2	4.4	1.0	0.0	49.3	6.0	43.3
29	Beladen Großmulden Schrottbox	108.0	3.0	451.8	64.1	4.4	0.9	6.3	35.3	3.0	32.3
30	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	506.7	65.1	4.4	1.0	0.0	48.5	3.0	45.5
31	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	532.1	65.5	4.4	1.1	12.5	35.5	3.0	32.4
32	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	502.5	65.0	4.3	1.0	0.0	46.6	3.0	43.6
33	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	483.5	64.7	4.3	1.0	0.0	47.0	3.0	44.0
34	Aufgabe Shredder	118.0	3.0	500.4	65.0	4.4	1.0	19.7	30.9	3.0	27.9
35	Scherenschrott Abwurf	117.0	3.0	505.5	65.1	4.4	1.0	0.0	49.5	3.0	46.5
40	Shredder	128.0	3.0	500.4	65.0	4.2	1.0	13.9	46.9	3.0	43.9
41	Magnetabscheider	120.0	3.0	500.2	65.0	4.3	1.0	19.9	32.8	3.0	29.8
42	Separiertrommel	119.0	3.0	500.3	65.0	4.3	1.0	18.7	33.0	3.0	30.0
43	Entstaubungsanl. Shredder	112.0	3.0	508.8	65.1	4.4	1.0	18.8	25.7	3.0	22.6
44	Hydraulik Schere	105.0	3.0	515.6	65.2	4.4	1.0	9.3	28.0	3.0	25.0

Tabelle 2.2: Auflistung der Immissionspegel nach Größe

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
 $L_{ges} = 55.2 \text{ dB(A)}$

Nr	Quelle Bezeichnung	Pegel dB (A)
19	Bagger an Scherenaufgabe	46.6
35	Scherenschrott Abwurf	46.5
30	Abkippen vom LKW	45.5
27	Radlader/Bagger Aufhalden	44.0
33	Shreddermaterial Abwurf	44.0
40	Shredder	43.9
22	Beladen von Großmulden	43.8
32	Shreddermaterial Abwurf	43.6
28	Radlader/Bagger Aufhalden	43.3
26	Radlader/Bagger Aufhalden	43.0
25	Radlader/Bagger Aufhalden	42.7
21	Beladen von Großmulden	37.1
20	Bagger an Shredderaufgabe	35.4
24	Radlader/Bagger Aufhalden	35.4
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	35.0
31	Abkippen vom LKW	32.4
29	Beladen Großmulden Schrottbox	32.3
42	Separiertrommel	30.0
41	Magnetabscheider	29.8
34	Aufgabe Shredder	27.9
1	LKW-Fahrweg	27.5
7	LKW-Fahrweg	27.5
2	LKW-Fahrweg	27.3
44	Hydraulik Schere	25.0
6	LKW-Fahrweg	23.4
43	Entstaubungsanl. Shredder	22.6
5	LKW-Fahrweg	22.5
3	LKW-Fahrweg	20.7
4	LKW-Fahrweg	20.4
10	LKW-Fahrweg	19.6
9	LKW-Fahrweg	18.6
11	LKW-Fahrweg	15.5
12	LKW-Fahrweg	13.2
8	LKW-Fahrweg	6.4

Bild 9: Variante 3, Quellenplan des Modellbetriebes, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand vor Schere

Durch eine zusätzliche Abschirmwand an der Schere ergibt sich eine weitere, geringfügige Minderung der Gesamtmissionen um 1 dB auf 54 dB(A). Pegelbestimmend sind bei dieser Variante nunmehr die Geräusche im Zusammenhang mit dem Schrotthandling. Die Kosten für die Abschirmwände an der Schere und dem Shredder einschließlich der Fundamentierungskosten betragen ca. 900.000,- DM

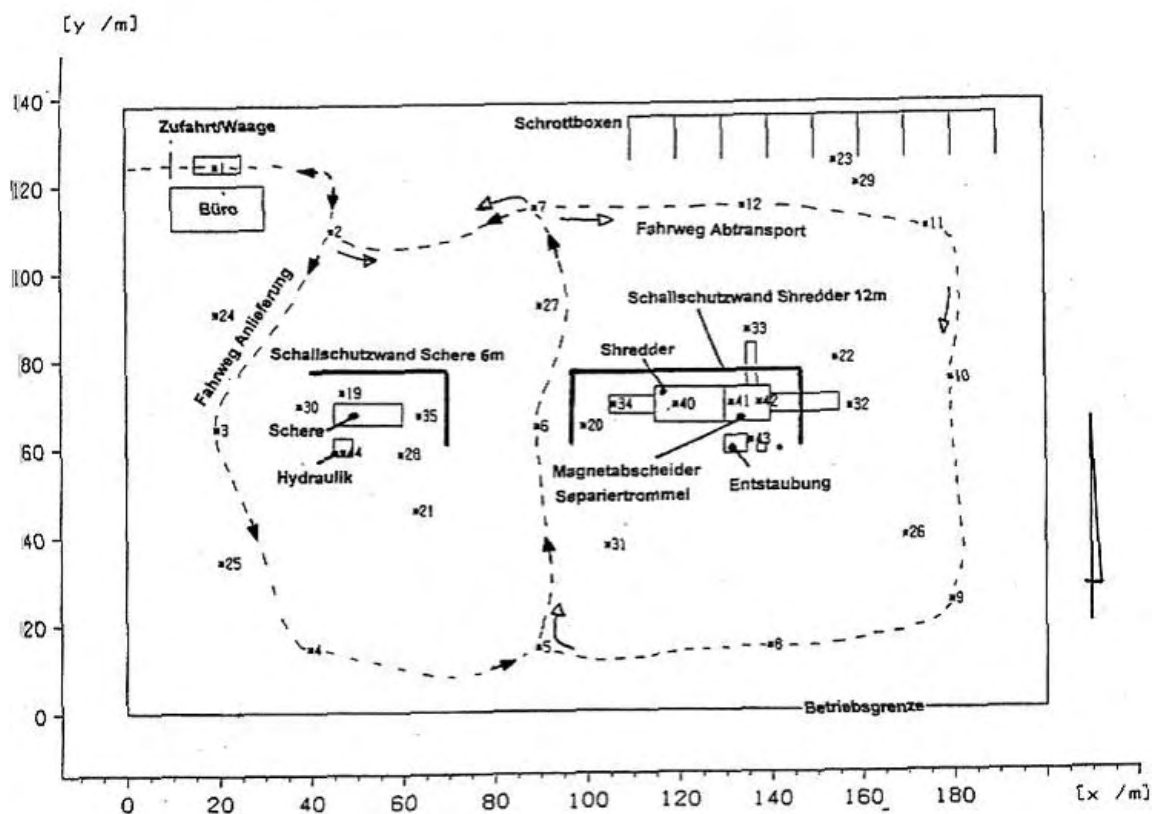


Tabelle 3.1: Variante 3 wie Variante 2, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand vor Schere

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 53.5 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Schall leistung dB(A)	K Q dB	Abstand m	Ab- stand maß dB	Bo- Wit dB	Luft abs. maß dB	Ab- schirm maß dB	Immis- sions- pegel dB(A)	Zeit- korr dB	Immis- sions- anteil dB(A)
1	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.2	64.2	4.4	0.9	0.0	30.5	3.0	27.5
2	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	466.1	64.4	4.4	0.9	0.0	30.3	3.0	27.3
3	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	514.9	65.2	4.5	1.0	0.5	23.7	3.0	20.7
4	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	560.8	66.0	4.5	1.1	0.0	23.4	3.0	20.4
5	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	555.9	65.9	4.5	1.1	0.0	25.5	3.0	22.5
6	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	506.0	65.1	4.5	1.0	0.0	26.5	3.0	23.4
7	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.1	64.2	4.4	0.9	0.0	30.5	3.0	27.5
8	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	555.4	65.9	4.5	1.1	12.1	9.4	3.0	6.4
9	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	548.4	65.8	4.5	1.1	0.0	21.6	3.0	18.6
10	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	498.7	65.0	4.4	1.0	0.0	22.6	3.0	19.6
11	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	463.3	64.3	4.4	0.9	4.9	18.5	3.0	15.5
12	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	455.3	64.2	4.4	0.9	7.3	16.2	3.0	13.2
19	Bagger an Scherenaufgabe	117.0	3.0	502.4	65.0	4.4	1.0	17.3	32.3	3.0	29.2
20	Bagger an Shredderaufgabe	118.0	3.0	505.4	65.1	4.4	1.0	12.1	38.4	3.0	35.4
21	Beladen von Großmulden	108.0	3.0	526.9	65.4	4.4	1.1	2.8	37.3	3.0	34.3
22	Beladen von Großmulden	114.0	3.0	491.3	64.8	4.4	1.0	0.0	46.8	3.0	43.8
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	117.0	3.0	446.4	64.0	4.4	0.9	9.8	41.0	6.0	35.0
24	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	489.0	64.8	4.4	1.0	8.4	41.4	6.0	35.4
25	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	544.2	65.7	4.4	1.1	0.0	48.8	6.0	42.7
26	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	532.4	65.5	4.4	1.1	0.0	49.0	6.0	43.0
27	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	478.2	64.6	4.4	1.0	0.0	50.1	6.0	44.0
28	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	514.5	65.2	4.4	1.0	9.2	40.1	6.0	34.1
29	Beladen Großmulden Schrottbox	108.0	3.0	451.8	64.1	4.4	0.9	6.3	35.3	3.0	32.3
30	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	506.7	65.1	4.4	1.0	0.0	48.5	3.0	45.5
31	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	532.1	65.5	4.4	1.1	12.5	35.5	3.0	32.4
32	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	502.5	65.0	4.3	1.0	0.0	46.6	3.0	43.6
33	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	483.5	64.7	4.3	1.0	0.0	47.0	3.0	44.0
34	Aufgabe Shredder	118.0	3.0	500.4	65.0	4.4	1.0	19.7	30.9	3.0	27.9
35	Scherenschrott Abwurf	117.0	3.0	505.5	65.1	4.4	1.0	10.5	39.0	3.0	36.0
40	Shredder	128.0	3.0	500.4	65.0	4.2	1.0	13.9	46.9	3.0	43.9
41	Magnetabscheider	120.0	3.0	500.2	65.0	4.3	1.0	19.9	32.8	3.0	29.8
42	Separiertrommel	119.0	3.0	500.3	65.0	4.3	1.0	18.7	33.0	3.0	30.0
43	Entstaubungsanl. Shredder	112.0	3.0	508.8	65.1	4.4	1.0	18.8	25.7	3.0	22.6
44	Hydraulik Schere	105.0	3.0	515.6	65.2	4.4	1.0	10.6	26.7	3.0	23.6

Tabelle 3.2: Auflistung der Immissionspegel nach Größe

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 53.5 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Pegel dB(A)
30	Abkippen vom LKW	45.5
27	Radlader/Bagger Aufhalden	44.0
33	Shreddermaterial Abwurf	44.0
40	Shredder	43.9
22	Beladen von Großmulden	43.8
32	Shreddermaterial Abwurf	43.6
26	Radlader/Bagger Aufhalden	43.0
25	Radlader/Bagger Aufhalden	42.7
35	Scherenschrott Abwurf	36.0
20	Bagger an Shredderaufgabe	35.4
24	Radlader/Bagger Aufhalden	35.4
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	35.0
21	Beladen von Großmulden	34.3
28	Radlader/Bagger Aufhalden	34.1
31	Abkippen vom LKW	32.4
29	Beladen Großmulden Schrottbox	32.3
42	Separiertrommel	30.0
41	Magnetabscheider	29.8
19	Bagger an Scherenaufgabe	29.2
34	Aufgabe Shredder	27.9
1	LKW-Fahrweg	27.5
7	LKW-Fahrweg	27.5
2	LKW-Fahrweg	27.3
44	Hydraulik Schere	23.6
6	LKW-Fahrweg	23.4
43	Entstaubungsanl. Shredder	22.6
5	LKW-Fahrweg	22.5
3	LKW-Fahrweg	20.7
4	LKW-Fahrweg	20.4
10	LKW-Fahrweg	19.6
9	LKW-Fahrweg	18.6
11	LKW-Fahrweg	15.5
12	LKW-Fahrweg	13.2
8	LKW-Fahrweg	6.4

Bild 10: Variante 4, Quellenplan des Modellbetriebes, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand an Betriebsgrundstücksgrenze

Wegen der großflächigen Verteilung des Schrotthandlings und der damit verbundenen großen Abstände zwischen Quelle und Schirm ist die Abschirmwirkung einer 6 m hohen Wand entlang der nördlichen Betriebsgrenze relativ gering. Der Gesamtpegel wird durch diese zusätzliche Maßnahme um 1 dB auf 53 dB(A) reduziert. Diese Variante stellt den derzeitigen Stand der Schallschutztechnik bei derartigen Anlagen dar. Weitere Pegelminderungen mit geringeren Schutzabständen wären nur möglich, wenn der gesamte Materialumschlag einschließlich Lager und Shredder in weitgehend geschlossene Hallen, ggf. mit absorbierenden Wand- und Deckenverkleidungen, verlegt würde. Die Kosten für die 6 m hohe Abschirmwand an der Betriebsgrundstücksgrenze und für die Abschirmwände an der Schere und dem Shredder einschließlich der Fundamentierungskosten betragen ca. 1.750.000,- DM.

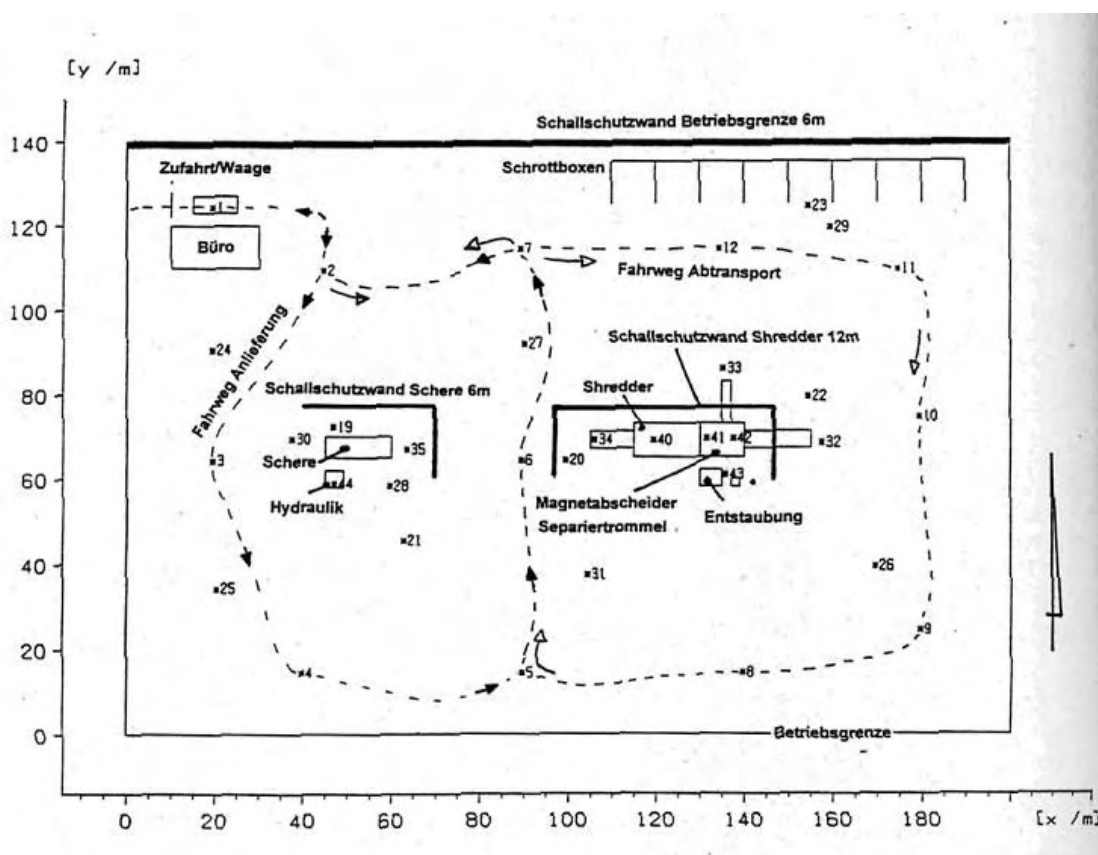


Tabelle 4.1: Variante 4 wie Variante 3, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand an Betriebsgrundstücksgrenze

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 53.3 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Schall leistung dB(A)	K dB	Abstand m	Ab- stand maß dB	Bo- Wit dB	Luft abs. maß dB	Ab- schirm maß dB	Imm- sions- pegel dB(A)	Zeit- korr dB	Imm- sions- anteil dB(A)
1	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.2	64.2	4.4	0.9	14.1	16.4	3.0	13.4
2	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	466.1	64.4	4.4	0.9	4.0	26.2	3.0	23.2
3	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	514.9	65.2	4.5	1.0	2.3	22.0	3.0	18.9
4	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	560.8	66.0	4.5	1.1	0.0	23.4	3.0	20.4
5	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	555.9	65.9	4.5	1.1	0.0	25.5	3.0	22.5
6	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	506.0	65.1	4.5	1.0	0.0	26.5	3.0	23.4
7	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.1	64.2	4.4	0.9	6.1	24.4	3.0	21.4
8	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	555.4	65.9	4.5	1.1	12.3	9.2	3.0	6.2
9	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	548.4	65.8	4.5	1.1	0.0	21.6	3.0	18.6
10	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	498.7	65.0	4.4	1.0	0.0	22.6	3.0	19.6
11	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	463.3	64.3	4.4	0.9	6.6	16.8	3.0	13.7
12	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	455.3	64.2	4.4	0.9	8.6	14.9	3.0	11.9
19	Bagger an Scherenaufgabe	117.0	3.0	502.4	65.0	4.4	1.0	19.2	30.3	3.0	27.3
20	Bagger an Shredderaufgabe	118.0	3.0	505.4	65.1	4.4	1.0	22.3	28.2	3.0	25.2
21	Beladen von Großmulden	108.0	3.0	526.9	65.4	4.4	1.1	3.9	36.2	3.0	33.2
22	Beladen von Großmulden	114.0	3.0	491.3	64.8	4.4	1.0	0.0	46.8	3.0	43.8
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	117.0	3.0	446.4	64.0	4.4	0.9	10.5	40.2	6.0	34.2
24	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	489.0	64.8	4.4	1.0	9.7	40.1	6.0	34.1
25	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	544.2	65.7	4.4	1.1	0.0	48.8	6.0	42.7
26	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	532.4	65.5	4.4	1.1	0.0	49.0	6.0	43.0
27	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	478.2	64.6	4.4	1.0	0.0	50.1	6.0	44.0
28	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	514.5	65.2	4.4	1.0	10.1	39.2	6.0	33.2
29	Beladen Großmulden Schrottbox	108.0	3.0	451.8	64.1	4.4	0.9	7.8	33.9	3.0	30.8
30	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	506.7	65.1	4.4	1.0	0.0	48.5	3.0	45.5
31	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	532.1	65.5	4.4	1.1	15.6	32.4	3.0	29.4
32	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	502.5	65.0	4.3	1.0	0.0	46.6	3.0	43.6
33	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	483.5	64.7	4.3	1.0	0.0	47.0	3.0	44.0
34	Aufgabe Shredder	118.0	3.0	500.4	65.0	4.4	1.0	23.5	27.1	3.0	24.1
35	Scherenschrott Abwurf	117.0	3.0	505.5	65.1	4.4	1.0	12.1	37.4	3.0	34.4
40	Shredder	128.0	3.0	500.4	65.0	4.2	1.0	13.9	46.9	3.0	43.9
41	Magnetabscheider	120.0	3.0	500.2	65.0	4.3	1.0	21.5	31.2	3.0	28.2
42	Separiertrommel	119.0	3.0	500.3	65.0	4.3	1.0	21.5	30.2	3.0	27.2
43	Entstaubungsanl. Shredder	112.0	3.0	508.8	65.1	4.4	1.0	19.3	25.2	3.0	22.2
44	Hydraulik Schere	105.0	3.0	515.6	65.2	4.4	1.0	11.4	25.9	3.0	22.9

Tabelle 4.2: Auflistung der Immissionspegel nach Größe

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 53.3 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Pegel dB(A)
30	Abkippen vom LKW	45.5
27	Radlader/Bagger Aufhalden	44.0
33	Shreddermaterial Abwurf	44.0
40	Shredder	43.9
22	Beladen von Großmulden	43.8
32	Shreddermaterial Abwurf	43.6
26	Radlader/Bagger Aufhalden	43.0
25	Radlader/Bagger Aufhalden	42.7
35	Scherenschrott Abwurf	34.4
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	34.2
24	Radlader/Bagger Aufhalden	34.1
21	Beladen von Großmulden	33.2
28	Radlader/Bagger Aufhalden	33.2
29	Beladen Großmulden Schrottbox	30.8
31	Abkippen vom LKW	29.4
41	Magnetabscheider	28.2
19	Bagger an Scherenaufgabe	27.3
42	Separiertrommel	27.2
20	Bagger an Shredderaufgabe	25.2
34	Aufgabe Shredder	24.1
6	LKW-Fahrweg	23.4
2	LKW-Fahrweg	23.2
44	Hydraulik Schere	22.9
5	LKW-Fahrweg	22.5
43	Entstaubungsanl. Shredder	22.2
7	LKW-Fahrweg	21.4
4	LKW-Fahrweg	20.4
10	LKW-Fahrweg	19.6
3	LKW-Fahrweg	18.9
9	LKW-Fahrweg	18.6
11	LKW-Fahrweg	13.7
1	LKW-Fahrweg	13.4
12	LKW-Fahrweg	11.9
8	LKW-Fahrweg	6.2

Bild 11: Variante 5, Quellenplan des Modellbetriebes, nur 6 m hohe Schirmwand an Betriebsgrundstücksgrenze

Diese Variante zeigt deutlich, dass **nur** mit einer Schirmwand entlang der nördlichen Betriebsgrenze selbst bei der beachtlichen Höhe von 6 m keine nennenswerten Pegelminderungen auftreten. Diese Wand schirmt nur unwesentliche Quellen ab. Ihre Wirkung ist auf den Nahbereich unmittelbar hinter der Wand begrenzt. Die Kosten betragen ca. 850.000,- DM.

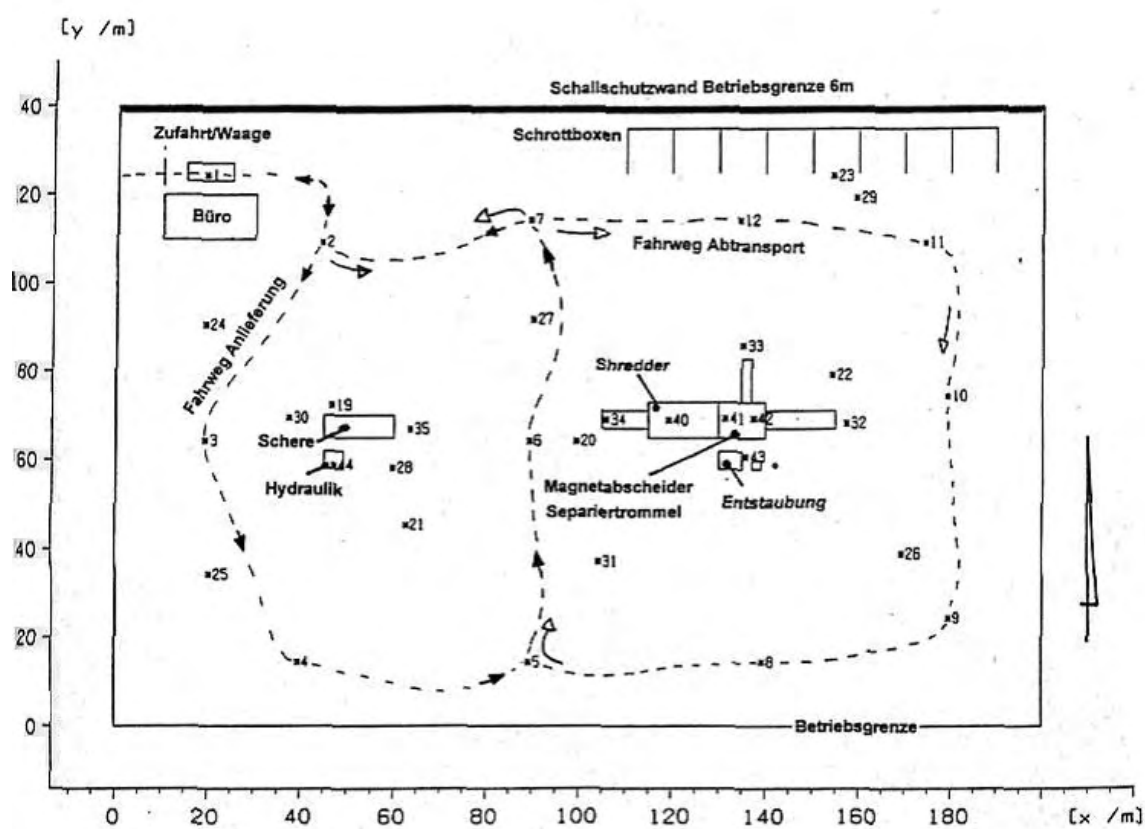


Tabelle 5.1: Variante 5, nur 6 m hohe Schirmwand an Betriebsgrundstücksgrenze

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 60.9 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Schall leistung dB(A)	K Q dB	Abstand m	Ab- stand maß dB	Bo- Wit dB	Luft abs. maß dB	Ab- schirm maß dB	Immis- sions- pegel dB(A)	Zeit- korr dB	Immis- sions- anteil dB(A)
1	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.2	64.2	4.4	0.9	14.1	16.4	3.0	13.4
2	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	466.1	64.4	4.4	0.9	4.0	26.2	3.0	23.2
3	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	514.9	65.2	4.5	1.0	2.3	22.0	3.0	18.9
4	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	560.8	66.0	4.5	1.1	0.0	23.4	3.0	20.4
5	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	555.9	65.9	4.5	1.1	0.0	25.5	3.0	22.5
6	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	506.0	65.1	4.5	1.0	0.0	26.5	3.0	23.4
7	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.1	64.2	4.4	0.9	6.1	24.4	3.0	21.4
8	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	555.4	65.9	4.5	1.1	0.0	21.5	3.0	18.5
9	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	548.4	65.8	4.5	1.1	0.0	21.6	3.0	18.6
10	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	498.7	65.0	4.4	1.0	0.0	22.6	3.0	19.6
11	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	463.3	64.3	4.4	0.9	6.6	16.8	3.0	13.7
12	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	455.3	64.2	4.4	0.9	8.6	14.9	3.0	11.9
19	Bagger an Scherenaufgabe	117.0	3.0	502.4	65.0	4.4	1.0	0.0	49.6	3.0	46.6
20	Bagger an Shredderaufgabe	118.0	3.0	505.4	65.1	4.4	1.0	0.0	50.5	3.0	47.5
21	Beladen von Großmulden	108.0	3.0	526.9	65.4	4.4	1.1	0.0	40.1	3.0	37.1
22	Beladen von Großmulden	114.0	3.0	491.3	64.8	4.4	1.0	0.0	46.8	3.0	43.8
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	117.0	3.0	446.4	64.0	4.4	0.9	10.5	40.2	6.0	34.2
24	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	489.0	64.8	4.4	1.0	9.7	40.1	6.0	34.1
25	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	544.2	65.7	4.4	1.1	0.0	48.8	6.0	42.7
26	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	532.4	65.5	4.4	1.1	0.0	49.0	6.0	43.0
27	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	478.2	64.6	4.4	1.0	0.0	50.1	6.0	44.0
28	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	514.5	65.2	4.4	1.0	0.0	49.3	6.0	43.3
29	Beladen Großmulden Schrottbox	108.0	3.0	451.8	64.1	4.4	0.9	7.8	33.9	3.0	30.8
30	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	506.7	65.1	4.4	1.0	0.0	48.5	3.0	45.5
31	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	532.1	65.5	4.4	1.1	0.0	48.0	3.0	45.0
32	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	502.5	65.0	4.3	1.0	0.0	46.6	3.0	43.6
33	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	483.5	64.7	4.3	1.0	0.0	47.0	3.0	44.0
34	Aufgabe Shredder	118.0	3.0	500.4	65.0	4.4	1.0	0.0	50.6	3.0	47.6
35	Scherenschrott Abwurf	117.0	3.0	505.5	65.1	4.4	1.0	0.0	49.5	3.0	46.5
40	Shredder	128.0	3.0	500.4	65.0	4.2	1.0	0.0	60.8	3.0	57.8
41	Magnetabscheider	120.0	3.0	500.2	65.0	4.3	1.0	0.0	52.7	3.0	49.7
42	Separiertrommel	119.0	3.0	500.3	65.0	4.3	1.0	0.0	51.7	3.0	48.7
43	Entstaubungsanl. Shredder	112.0	3.0	508.8	65.1	4.4	1.0	0.0	44.5	3.0	41.5
44	Hydraulik Schere	105.0	3.0	515.6	65.2	4.4	1.0	4.0	33.3	3.0	30.3

Tabelle 5.2: Auflistung der Immissionspegel nach Größe

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
 Lges = 60.9 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Pegel dB (A)
40	Shredder	57.8
41	Magnetabscheider	49.7
42	Separiertrommel	48.7
34	Aufgabe Shredder	47.6
20	Bagger an Shredderaufgabe	47.5
19	Bagger an Scherenaufgabe	46.6
35	Scherenschrott Abwurf	46.5
30	Abkippen vom LKW	45.5
31	Abkippen vom LKW	45.0
27	Radlader/Bagger Aufhalden	44.0
33	Shreddermaterial Abwurf	44.0
22	Beladen von Großmulden	43.8
32	Shreddermaterial Abwurf	43.6
28	Radlader/Bagger Aufhalden	43.3
26	Radlader/Bagger Aufhalden	43.0
25	Radlader/Bagger Aufhalden	42.7
43	Entstaubungsanl. Shredder	41.5
21	Beladen von Großmulden	37.1
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	34.2
24	Radlader/Bagger Aufhalden	34.1
29	Beladen Großmulden Schrottbox	30.8
44	Hydraulik Schere	30.3
6	LKW-Fahrweg	23.4
2	LKW-Fahrweg	23.2
5	LKW-Fahrweg	22.5
7	LKW-Fahrweg	21.4
4	LKW-Fahrweg	20.4
10	LKW-Fahrweg	19.6
3	LKW-Fahrweg	18.9
9	LKW-Fahrweg	18.6
8	LKW-Fahrweg	18.5
11	LKW-Fahrweg	13.7
1	LKW-Fahrweg	13.4
12	LKW-Fahrweg	11.9

Bild 12: Variante 6, Quellenplan des Modellbetriebes, wie Variante 2, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand an Betriebsgrundstücksgrenze

Auch in Verbindung mit der Teilkapselung des Shredders zeigt die Wand entlang der Betriebsgrenze am Bezugsort I 1 keine besondere Wirkung. Es ergeben sich die gleichen Gesamtmissionen wie ohne diese Wand (**vergleiche Variante 2**). Die Kosten entsprechen denen bei den Varianten 2 und 4.

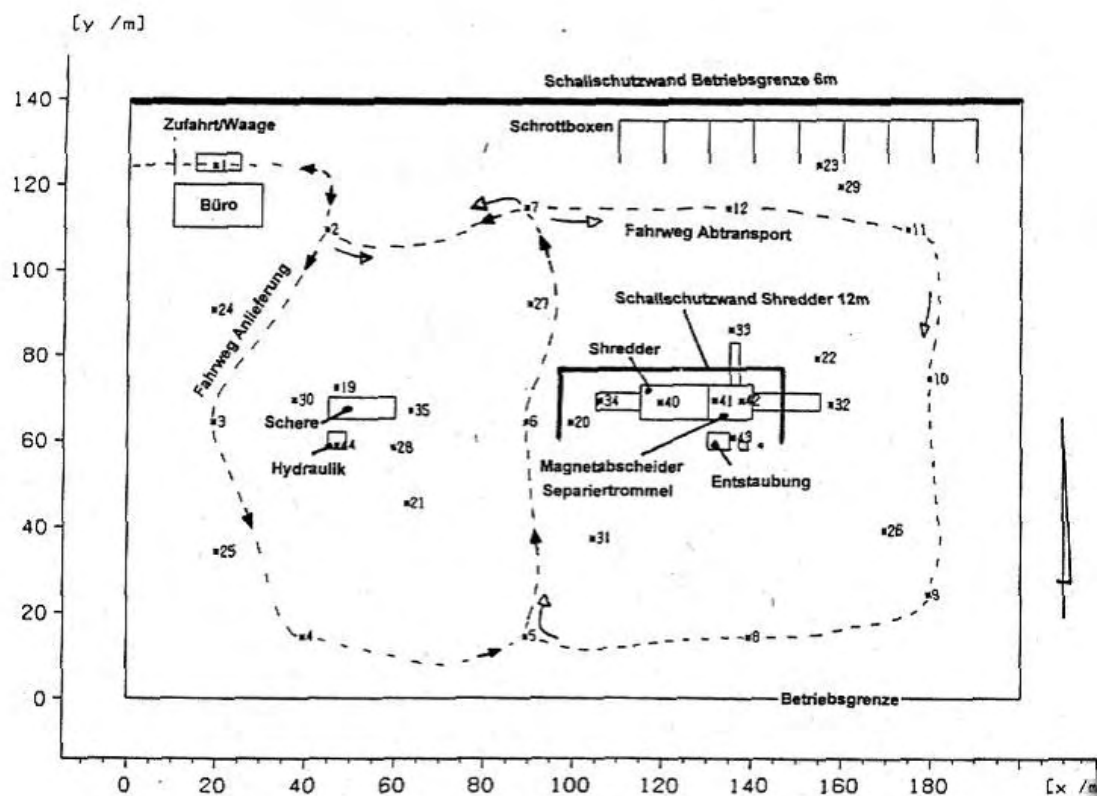


Tabelle 6.1: Variante 6 wie Variante 2, zusätzlich 6 m hohe Schirmwand an Betriebsgrundstücksgrenze

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
Lges = 55.1 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Schall leistung dB(A)	K Ω dB	Abstand m	Ab- stand maß dB	Bo- Wit dB	Luft abs. maß dB	Ab schirm maß dB	Immis- sions- pegel dB(A)	Zeit- korr dB	Immis- sions- anteil dB(A)
1	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.2	64.2	4.4	0.9	14.1	16.4	3.0	13.4
2	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	466.1	64.4	4.4	0.9	4.0	26.2	3.0	23.2
3	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	514.9	65.2	4.5	1.0	2.3	22.0	3.0	18.9
4	LKW-Fahrweg	92.0	3.0	560.8	66.0	4.5	1.1	0.0	23.4	3.0	20.4
5	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	555.9	65.9	4.5	1.1	0.0	25.5	3.0	22.5
6	LKW-Fahrweg	94.0	3.0	506.0	65.1	4.5	1.0	0.0	26.5	3.0	23.4
7	LKW-Fahrweg	97.0	3.0	456.1	64.2	4.4	0.9	6.1	24.4	3.0	21.4
8	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	555.4	65.9	4.5	1.1	12.3	9.2	3.0	6.2
9	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	548.4	65.8	4.5	1.1	0.0	21.6	3.0	18.6
10	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	498.7	65.0	4.4	1.0	0.0	22.6	3.0	19.6
11	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	463.3	64.3	4.4	0.9	6.6	16.8	3.0	13.7
12	LKW-Fahrweg	90.0	3.0	455.3	64.2	4.4	0.9	8.6	14.9	3.0	11.9
19	Bagger an Scherenaufgabe	117.0	3.0	502.4	65.0	4.4	1.0	0.0	49.6	3.0	46.6
20	Bagger an Shredderaufgabe	118.0	3.0	505.4	65.1	4.4	1.0	22.3	28.2	3.0	25.2
21	Beladen von Großmulden	108.0	3.0	526.9	65.4	4.4	1.1	0.0	40.1	3.0	37.1
22	Beladen von Großmulden	114.0	3.0	491.3	64.8	4.4	1.0	0.0	46.8	3.0	43.8
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	117.0	3.0	446.4	64.0	4.4	0.9	10.5	40.2	6.0	34.2
24	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	489.0	64.8	4.4	1.0	9.7	40.1	6.0	34.1
25	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	544.2	65.7	4.4	1.1	0.0	48.8	6.0	42.7
26	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	532.4	65.5	4.4	1.1	0.0	49.0	6.0	43.0
27	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	478.2	64.6	4.4	1.0	0.0	50.1	6.0	44.0
28	Radlader/Bagger Aufhalden	117.0	3.0	514.5	65.2	4.4	1.0	0.0	49.3	6.0	43.3
29	Beladen Großmulden Schrottbox	108.0	3.0	451.8	64.1	4.4	0.9	7.8	33.9	3.0	30.8
30	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	506.7	65.1	4.4	1.0	0.0	48.5	3.0	45.5
31	Abkippen vom LKW	116.0	3.0	532.1	65.5	4.4	1.1	15.6	32.4	3.0	29.4
32	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	502.5	65.0	4.3	1.0	0.0	46.6	3.0	43.6
33	Shreddermaterial Abwurf	114.0	3.0	483.5	64.7	4.3	1.0	0.0	47.0	3.0	44.0
34	Aufgabe Shredder	118.0	3.0	500.4	65.0	4.4	1.0	23.5	27.1	3.0	24.1
35	Scherenschrott Abwurf	117.0	3.0	505.5	65.1	4.4	1.0	0.0	49.5	3.0	46.5
40	Shredder	128.0	3.0	500.4	65.0	4.2	1.0	13.9	46.9	3.0	43.9
41	Magnetabscheider	120.0	3.0	500.2	65.0	4.3	1.0	21.5	31.2	3.0	28.2
42	Separiertrommel	119.0	3.0	500.3	65.0	4.3	1.0	21.5	30.2	3.0	27.2
43	Entstaubungsanl. Shredder	112.0	3.0	508.8	65.1	4.4	1.0	19.3	25.2	3.0	22.2
44	Hydraulik Schere	105.0	3.0	515.6	65.2	4.4	1.0	4.0	33.3	3.0	30.3

Tabelle 6.2: Auflistung der Immissionspegel nach Größe

I 1 Bezugspunkt nördl. Anlage
 lges = 55.1 dB(A)

Nr	Quelle Bezeichnung	Pegel dB(A)
19	Bagger an Scherenaufgabe	46.6
35	Scherenschrott Abwurf	46.5
30	Abkippen vom LKW	45.5
27	Radlader/Bagger Aufhalden	44.0
33	Shreddermaterial Abwurf	44.0
40	Shredder	43.9
22	Beladen von Großmulden	43.8
32	Shreddermaterial Abwurf	43.6
28	Radlader/Bagger Aufhalden	43.3
26	Radlader/Bagger Aufhalden	43.0
25	Radlader/Bagger Aufhalden	42.7
21	Beladen von Großmulden	37.1
23	Radlader/Bagger Schrottboxen	34.2
24	Radlader/Bagger Aufhalden	34.1
29	Beladen Großmulden Schrottbox	30.8
44	Hydraulik Schere	30.3
31	Abkippen vom LKW	29.4
41	Magnetabscheider	28.2
42	Separiertrommel	27.2
20	Bagger an Shredderaufgabe	25.2
34	Aufgabe Shredder	24.1
6	LKW-Fahrweg	23.4
2	LKW-Fahrweg	23.2
5	LKW-Fahrweg	22.5
43	Entstaubungsanl. Shredder	22.2
7	LKW-Fahrweg	21.4
4	LKW-Fahrweg	20.4
10	LKW-Fahrweg	19.6
3	LKW-Fahrweg	18.9
9	LKW-Fahrweg	18.6
11	LKW-Fahrweg	13.7
1	LKW-Fahrweg	13.4
12	LKW-Fahrweg	11.9
8	LKW-Fahrweg	6.2