



## **Diplomarbeit**

# Darstellung und Beurteilung von Lärminderungsmaßnahmen beim Zementwerk Lafarge Perlmöoser AG, Werk Mannersdorf

erstellt am

**Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik (IED)**

**Montanuniversität Leoben**

**Vorgelegt von:**

Angelika Rubick, 9435050

**Betreuer:**

O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Karl E. Lorber

Dipl.-Ing. Henning Weber

Leoben, 14. November

## Inhaltsverzeichnis

**Seite**

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>5</b>
1.1	Problemstellung .....	5
1.2	Zielsetzung.....	5
1.3	Schallschutzmaßnahmenkatalog .....	5
1.3.1	Sofortmaßnahmen .....	5
1.3.2	Sanierungskonzept .....	6
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN.....</b>	<b>7</b>
2.1	Größen zur Beschreibung von Geräuschen und Geräuschquellen.....	7
2.1.1	Beschreibung der physikalischen Eigenschaften von Geräuschen .....	7
2.1.2	Größen zur Beschreibung der Schallimmission .....	11
2.1.3	Größen zur Beschreibung der Schallemission.....	13
2.1.4	menschliches Hörvermögen.....	13
2.1.5	Rechenoperationen mit Schallpegelwerten.....	14
2.1.5.1	energetische Addition.....	14
2.1.5.2	energetische Subtraktion .....	15
2.1.5.3	Mittelwertbildung .....	15
2.1.5.4	Umrechnen eines Schallpegels auf eine Bezugszeit .....	16
2.2	Schallausbreitung im Freien.....	16
2.2.1	Punktschallquelle .....	17
2.2.2	Linienschallquelle.....	18
2.2.2.1	Berechnung des Emissionsschallpegels.....	18
2.2.2.2	Berechnung des Immissionsschallpegels .....	19
2.2.3	Reflexion .....	21
2.2.4	Ausbreitungsrechnung .....	21
2.3	Schallschutz.....	23
<b>3</b>	<b>BESCHREIBUNG DES STANDORTS.....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG.....</b>	<b>27</b>
4.1	Untersuchungsraum.....	27
4.2	Messverfahren .....	27
<b>5</b>	<b>IST-SITUATION IMMISSIONSSEITIG .....</b>	<b>29</b>
5.1	Auswahl der Messpunkte .....	29
5.2	Lage der Messpunkte.....	29

5.3	Durchführung der Messreihen.....	31
5.3.1	Auswahl der Messtage und Messzeiten.....	31
5.3.2	Aufnahme der Messwerte .....	31
5.3.3	Bearbeitung der Messungen.....	32
5.3.4	Messergebnisse.....	34
5.3.4.1	Sommer 2000.....	34
5.3.4.2	Winter 2001.....	35
5.3.4.3	Sommer 2001.....	36
5.3.4.4	Grenzwertüberschreitungen.....	37
5.3.4.5	Vergleich der unterschiedlichen Messreihen .....	39
5.3.4.6	24 Stunden Messung .....	40
5.4	Einflüsse auf die Schallmessungen.....	43
5.4.1	Topographie.....	43
5.4.2	Meteorologie .....	43
5.4.2.1	Wind.....	44
5.4.2.2	Temperatur.....	47
5.4.2.3	Luftfeuchtigkeit.....	47
5.4.2.4	Regen beziehungsweise Schnee.....	47
5.4.2.5	Landwirtschaft und Bewuchs .....	47
5.4.2.6	Straßenverkehr .....	48
5.4.2.7	Flugverkehr .....	50
5.4.2.8	Zugsverkehr .....	54
<b>6</b>	<b>IST-SITUATION EMISSIONSSEITIG.....</b>	<b>55</b>
6.1	Werk.....	56
6.1.1	Bereich Drehrohrofen.....	59
6.1.2	Bereich Wärmetauscherturm .....	61
6.1.3	Werksverkehr .....	63
6.1.4	Verschieben .....	64
6.1.5	Nachtarbeit.....	65
6.2	Tongrube.....	65
6.3	Steinbruch.....	68
6.4	Kalksteinförderband und Winkelpunkt.....	69
<b>7</b>	<b>SCHALLSCHUTZMAßNAHMEN.....</b>	<b>75</b>
7.1	spezielle Maßnahmen .....	75
7.1.1	Kalksteinförderband und Winkelpunkt.....	75
7.1.2	Bereich Wärmetauscherturm .....	76
7.2	allgemeine Maßnahmen.....	77

Inhaltsverzeichnis	4
7.3 Empfehlungen	83
<b>8 VERZEICHNISSE</b>	<b>84</b>
8.1 Literaturverzeichnis	84
8.2 Abkürzungen, Einheiten, Pegelabkürzungen	85
8.3 Begriffserklärungen	88
8.4 Tabellenverzeichnis	90
8.5 Abbildungsverzeichnis	92
<b>9 ANHANG</b>	<b>96</b>
9.1 Flächenwidmungsplan und Werksschallplan	96
9.2 Beschreibung der Messpunkte	97
9.3 Beschreibung der Messungen	105
9.3.1 Sommer 2001	105
9.3.2 Winter 2001	115
9.3.3 Sommer 2000	123
9.4 Schirmmaß	132

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Die Lärmproblematik rückt immer mehr ins Umweltbewusstsein, vor allem weil sich die Bevölkerung in industrialisierten und dichtbesiedelten Gebieten in zunehmendem Maße durch Lärm belästigt fühlt. Verkehrslärm wird von den meisten Menschen als vorherrschender Störfaktor empfunden, aber auch Industrieanlagen verursachen einen nicht unerheblichen Anteil von Lärmimmissionen in ihrer Umgebung.

Ein Projekt zur Erfassung der Ist-Situation bezüglich Schallimmission und zur Identifizierung von Schwachstellen, vom Sommer 2000, zeigte, dass in bestimmten Bereichen des Zementwerks beziehungsweise in den dazugehörigen Einrichtungen, wie etwa dem Kalksteinförderband, Handlungsbedarf für Schallschutzmaßnahmen besteht.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde der Beitrag des Zementwerks der Lafarge Perlmooser AG, Standort Mannersdorf zu den Lärmimmissionen in seiner Umgebung genauer untersucht und auf eventuelle Grenzwertüberschreitungen überprüft.

Im Laufe der Erstellung dieser Arbeit ergaben sich weitere Problemstellungen die, wenn nötig durch Berechnungen oder Versuche berücksichtigt wurden.

## 1.2 Zielsetzung

Hauptaufgabe dieser Diplomarbeit ist es, Möglichkeiten zur Schallreduzierung bei Betriebsanlagenteilen der Firma Lafarge Perlmooser AG zu finden. Besonders für Lärmemittenten, die eine Grenzwertüberschreitung verursachen beziehungsweise verursachen können, werden Schallschutzmaßnahmen vorgeschlagen und, im Hinblick auf ihre Wirksamkeit, bewertet.

In der vorliegenden Arbeit wurden weiters Ergebnisse von Berechnungen von Schallszenarien, wie zum Beispiel eine bestimmte Erhöhung der derzeitigen Lärmemissionen durch vermehrten LKW-Verkehr, dargestellt.

## 1.3 Schallschutzmaßnahmenkatalog

Dieses Kapitel soll einen Überblick über die erforderlichen Maßnahmen zur Lärminderung geben. Eine ausführliche Behandlung befindet sich im Kapitel 7: Schallschutzmaßnahmen.

### 1.3.1 Sofortmaßnahmen

- Kalksteinförderband: alle beweglichen Teile (wie Dach und Abdeckungen), unter Verwendung geräuschmindernder Zwischenteile, fixieren
- Winkelpunkt: Öffnungen im Gebäude (wie Fenster und Kabeleintrittsöffnung) zumauern
- Luftkanonen: Montage von Schalldämpfern im Bereich des Wärmetauscherturms
- Einschaltzeiten: Möglichkeit zur Reduzierung der Betriebszeiten beziehungsweise Überprüfung der Notwendigkeit von Schallquellen

- Ventilatoren: Reinigung aller Komponenten (wie Ansaug- beziehungsweise Ausblasgitter) Überprüfung von möglicher Drehzahlverminderung
- Kompressoren: Reinigung der sich im Luftstrom befindlichen Komponenten (wie zum Beispiel Kühlrippen)
- Tore: Schließen der Tore und Türen vor allem in den Nachtstunden von 6.00 bis 22.00 (eventuell täglicher Rundgang durch das Werk)
- Betriebszeiten: Betriebsbeginn des Kalksteinförderbandes und der Tongrube auf 8.00 verlegen

### 1.3.2 Sanierungskonzept

- Erstellung eines Wartungsplanes bezüglich regelmäßiger Reinigung der Ventilator- und Kompressorkomponenten.
- Sanierung des Kalksteinförderbandes sowie Errichtung von Schallschutzmaßnahmen, die durch Modellrechnungen auf Wirksamkeit und Ausführung überprüft wurden
- Verlegung des Ziegelsplittablageplatzes
- Überprüfung der schalltechnischen Auswirkungen bei geplanten Verfahrensänderungen beziehungsweise der Neuentwicklung von Verfahren.

Um eine vollständige schalltechnische Sanierung des Werks zu erreichen müsste, durch umfangreiche Modellrechnungen und anschließende Simulationen, der Einfluss einzelner Schallquellen dargestellt werden. Weiters kann mit solchen Modellen die Notwendigkeit und Wirksamkeit bestimmter Lärminderungsmaßnahmen überprüft werden, wie zum Beispiel der Einsatz von Schalldämpfern oder die Verlegung von Ansaug- beziehungsweise Ausblasöffnungen in das Innere von Gebäuden.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Größen zur Beschreibung von Geräuschen und Geräuschquellen

Verwendete Literatur: [ 1 ], [ 2 ], [ 3 ]

Zur Kennzeichnung von Geräuschen und Geräuschquellen werden Kenngrößen des Schalls verwendet, die entweder die Schalleinwirkung (Schallimmission) am Aufenthaltsort von Menschen im Wohn-, Erholungs- und Arbeitsbereich oder die Schallabstrahlung (Schallemission) von Maschinen, technologischen Einrichtungen oder Anlagen (Schallquellen) beschreiben. Durch internationale Normung der Messgeräteigenschaften, insbesondere hinsichtlich Frequenz- und Zeitbewertung der physikalischen Schallfeldgröße Schalldruck erhält man für die Schalleinwirkung Kenngrößen, welche die verschiedenen Lärmwirkungen wie zum Beispiel Lästigkeit oder Gehörschädlichkeit, näherungsweise berücksichtigen.

Die so gewonnenen Lärmkenngrößen ermöglichen die Beurteilung von Geräuschen unterschiedlichster Art unter einheitlichen Gesichtspunkten, besonders im Hinblick auf die Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte.

#### 2.1.1 Beschreibung der physikalischen Eigenschaften von Geräuschen

Zu den physikalischen Eigenschaften eines Geräusches zählen:

- Schalldruck und Schallschnelle
- Schalldruckpegel
- Schallintensitätspegel
- Frequenzspektrum

Im folgenden Abschnitt werden diese Eigenschaften näher erläutert.

##### Schalldruck und Schallschnelle

Die Schallausbreitung in der Luft kann durch zwei Schallfeldgrößen, den Schalldruck  $p$  und die Schallschnelle  $v$ , beschrieben werden.

Der Schalldruck ist ein dem Luftdruck überlagerter Wechseldruck mit der Einheit [Pa = N/m<sup>2</sup>]. Er wird als Effektivwert, das heißt quadratischer Mittelwert der Zeitfunktion, mit Mikrofonen gemessen, siehe Gleichung [ 2.1 ].

$$\tilde{p} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_T p^2(t) dt} \quad [ 2.1 ]$$

Abkürzungen:

$\tilde{p}$	in [Pa]	Effektivwert des Schalldrucks
$p(t)$	in [Pa]	Zeitfunktion des Schalldrucks
$T$	in [s]	Integrationszeit des Messgeräts
$t$	in [s]	Zeit

Die Schallschnelle ist die Wechselgeschwindigkeit, mit der die Mediumsteilchen um ihre Ruhelage schwingen, nicht zu verwechseln mit der Schallgeschwindigkeit, welche die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls (in Luft bei 20 °C 343 m/s) kennzeichnet.

**Schalldruckpegel**

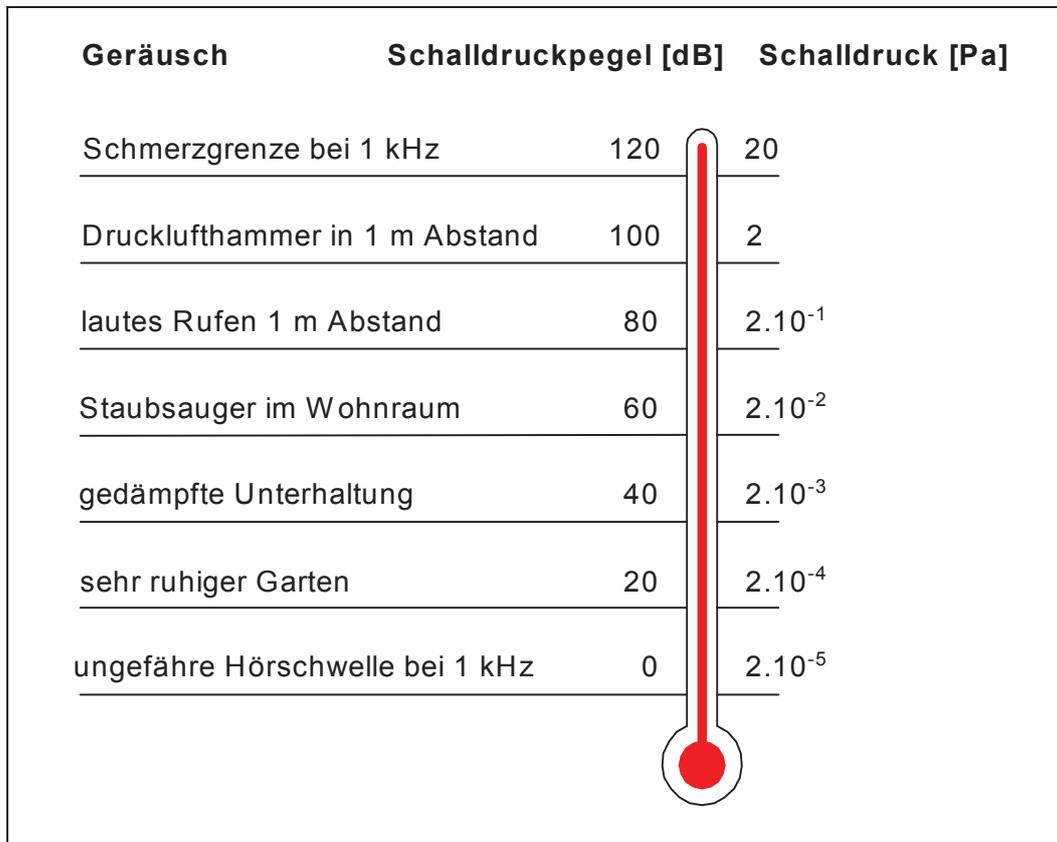
Der Schalldruckpegel  $L_p$  ist der logarithmierte Effektivwert des Schalldrucks  $\tilde{p}$ , der auf den Schalldruck  $p_0$  der menschlichen Hörschwelle bei 1 kHz bezogen ist, und in Dezibel [dB] angegeben wird, siehe Gleichung [ 2.2 ].

$$L_p = 10 \log\left(\frac{\tilde{p}^2}{p_0^2}\right) \quad [ 2.2 ]$$

Abkürzungen:

- $L_p$  in [dB] Schalldruckpegel
- $\tilde{p}$  in [Pa] Effektivwert des Schalldrucks
- $p_0$  in [Pa] Bezugsschalldruck;  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa

Den Zusammenhang von Schalldruck und Schalldruckpegel verdeutlicht Abbildung 2.1: Schalldruck und Schalldruckpegel verschiedener Geräusche.



**Abbildung 2.1: Schalldruck und Schalldruckpegel verschiedener Geräusche**

### Schallintensitätspegel

Die Schallintensität ist zum Quadrat des Schalldrucks proportional, es gilt also Gleichung [ 2.3 ], wobei der Bezugswert  $I_0$  wiederum auf den Wert der menschlichen Hörschwelle bei 1 kHz bezogen ist.

$$L_I = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left( \frac{\tilde{p}^2}{p_0^2} \right) \quad [ 2.3 ]$$

Abkürzungen:

$L_I$	in [dB]	Schallintensitätspegel
$\tilde{p}$	in [Pa]	Effektivwert des Schalldrucks
$p_0$	in [Pa]	Bezugsschalldruck; $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa
$I$	in [ $W/m^2$ ]	Intensität
$I_0$	in [ $W/m^2$ ]	Bezugswert; $I_0 = 10^{-12}$ $W/m^2$

Von besonderem Interesse ist die Größe der Pegelerniedrigung bei Intensitätshalbierung, siehe Gleichung [ 2.4 ]. Diese Gleichung gilt nur bei unbewerteten Pegeln.

$$\Delta L = 10 \log \left( \frac{I}{\frac{I}{2}} \right) = 10 \log 0,5 = -3,0 \quad [ 2.4 ]$$

Abkürzungen:

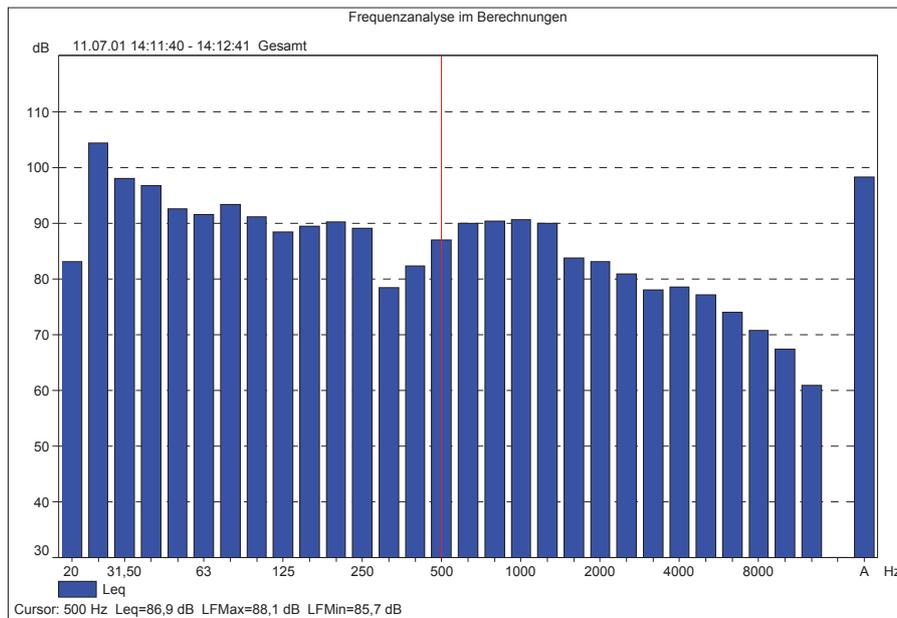
$\Delta L$	in [dB]	Pegelerniedrigung
$I$	in [ $W/m^2$ ]	Intensität

Der in Gleichung [ 2.4 ] errechnete Wert gibt die Antwort auf die Frage um wie viel ein bestimmter, unbewerteter Pegel vermindert werden muss, um seine schädigende Wirkung zu halbieren.

Aufgrund internationaler Erfahrungen hat man sich weitgehend auf den sogenannten Halbierungsparameter  $q = 3$  dB geeinigt.

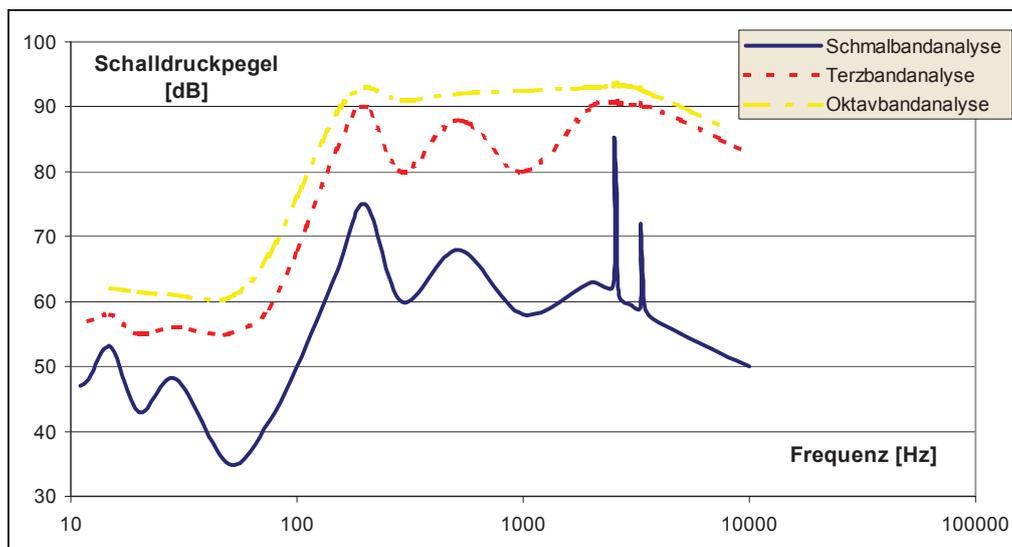
### Frequenzspektrum

Für Untersuchung der Schallabstrahlung, der Schallausbreitung im Freien, in Räumen oder der Schallübertragung über Wände und Decken, ist häufig die Kenntnis des Gesamtschalldruckpegels allein nicht ausreichend. Es sind detaillierte Informationen über die im Geräusch enthaltenen Frequenzanteile erforderlich. Diese werden durch eine Frequenzanalyse, das heißt durch die Zerlegung des Geräuschs in seine Frequenzanteile, gewonnen, siehe Abbildung 2.2.



**Abbildung 2.2: Frequenzanalyse**

Je nach Breite der Frequenzbereiche (Bandbreite), in die das Geräusch zerlegt wird, unterscheidet man Schmalband-, Terz- oder Oktavbandspektren.



**Abbildung 2.3: Einfluss der Bandbreite bei der Frequenzanalyse auf das Schalldruckspektrum**

Mit zunehmender Bandbreite der Frequenzanalyse nimmt der Informationsgehalt des Spektrums ab, siehe Abbildung 2.3: Einfluss der Bandbreite bei der Frequenzanalyse auf das Schalldruckspektrum. Die in der Schmalbandanalyse (Bandbreite 1 Hz) deutlich hervortretenden Impulse sind in der Terz- beziehungsweise Oktavbandanalyse nicht mehr erkennbar, da der Schalldruckpegel über einen immer größer werdenden Frequenzbereich gemittelt wird.

## 2.1.2 Größen zur Beschreibung der Schallimmission

Die Schallimmission kann sowohl erwünscht, zum Beispiel zur Informationsübermittlung, als auch unerwünscht, wie im Falle des Lärms sein.

Als Lärm wird jeder vom Menschen hörbare Schall bezeichnet, der die Gesundheit oder das Wohlbefinden beeinträchtigt.

Ob ein Geräusch als Lärm empfunden wird hängt sowohl von Merkmalen des Schallereignisses selbst, als auch von Merkmalen der betroffenen Person ab.

ereignisspezifische Merkmale

- Schalldruckpegel
- Frequenzspektrum (zum Beispiel ein hervortretender Einzelton)
- zeitlicher Verlauf (zum Beispiel gleichförmig oder impulshaltig)
- Dauer der Einwirkung
- Informationsgehalt (Geräusch enthält Gesang, Musik oder Sprache)

personenspezifische Merkmale

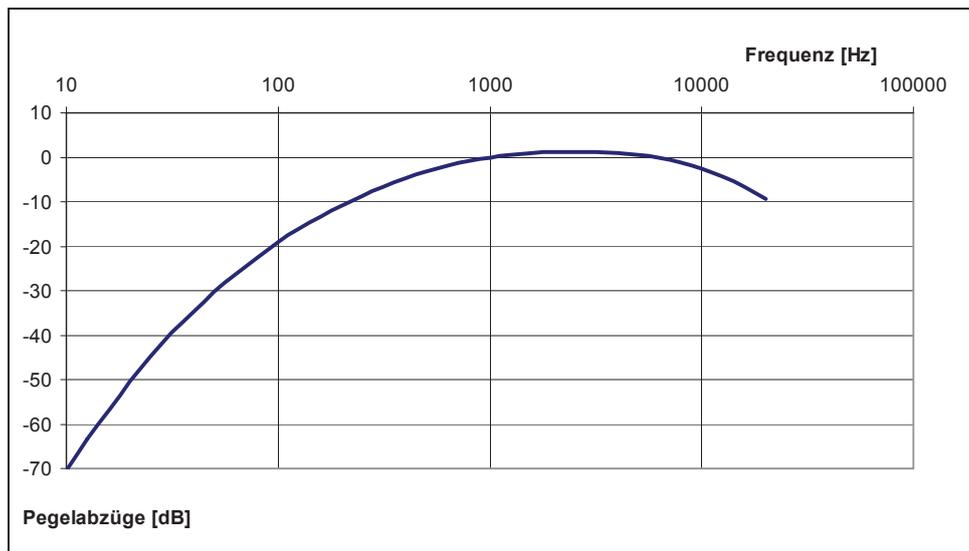
- Gehörempfindlichkeit
- physische und psychische Verfassung
- subjektive Einstellung zum Schallereignis
- emotionale Bewertung je nach örtlichem und tageszeitlichem Auftreten des Schallereignisses

Besondere Schwierigkeiten bereitet die Kennzeichnung und Bewertung des Lärms, also die Berücksichtigung der ereignis- und personenspezifischen Merkmale. Der Zusammenhang zwischen objektiven Schallkenngrößen und der wahrgenommenen Lautstärke kann durch folgende Parameter beschrieben werden:

- bewerteter Schalldruckpegel
- äquivalenter Dauerschallpegel
- Beurteilungspegel

### **bewerteter Schalldruckpegel $L_A$**

Diese Größe erhält man, indem man den bekannten Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der Frequenz bewertet. Aus der entsprechenden Bewertungskurve ergeben sich bestimmte frequenzabhängige Abzüge vom physikalisch gemessenen dB-Wert, siehe Abbildung 2.4: A-Bewertung. Die Abzüge sind bei jeder Frequenz konstant und unabhängig von der Höhe des gemessenen Pegels. Die sogenannte A-Bewertung versucht das menschliche Hörverhalten nachzubilden. Es sei hier nur diese Art von Bewertung genauer erklärt, da sie am Häufigsten im Rahmen dieser Diplomarbeit angewandt wurde.



**Abbildung 2.4: A-Bewertung**

Die A-Bewertung ist lediglich eine Vereinbarung, bei der man zwei erhebliche Ungenauigkeiten in Kauf nimmt:

- Es wird nicht berücksichtigt, dass die Frequenzbereiche bei etwa 100 bis 800 Hz und 2 bis 5 kHz empfindlicher gehört werden als die Frequenz 1 kHz des Vergleichstons, siehe Abbildung 2.5: Kurven gleicher Lautstärke (Isophone).
- Die hohen Pegelabzüge im tieffrequenten Bereich unterhalb 100 Hz sind nur bis maximal 60 dB gerechtfertigt, da in diesem Frequenzbereich die Isophone mit zunehmendem Pegel abflachen.

### äquivalenter Dauerschallpegel $L_{eq}$

Die Kennzeichnung zeitlich schwankender Schalleinwirkungen durch eine Einzahlangabe erfolgt durch Mittelung (siehe Kapitel 2.1.5.3: Mittelwertbildung) der vorhandenen, schwankenden Pegel über den Beobachtungszeitraum. Dabei werden die Pegel gemäß ihrem zeitlichen Anteil am Gesamtgeräusch gewichtet. Der äquivalente Dauerschallpegel ist nun jener Schalldruckpegel, der bei dauernder Einwirkung dem ununterbrochenen Geräusch mit schwankendem Schalldruckpegel energieäquivalent ist.

### Beurteilungspegel $L_r$

Der Beurteilungspegel ist ein Maß für die mittlere Geräuschimmission am Immissionsort während einer gegebenen Beurteilungszeit. Er setzt sich aus dem äquivalenten A-bewerteten Dauerschallpegel umgerechnet auf die Bezugszeit und verschiedenen Zuschlägen für Impuls-, Ton- und Informationshaltigkeit zusammen.

### 2.1.3 Größen zur Beschreibung der Schallemission

Durch die Kenngrößen der Schallemission wird die Schallabstrahlung von Schallquellen unter festgelegten Aufstellungs- und Betriebsbedingungen eindeutig gekennzeichnet. Besonders der Schalleistungspegel stellt bei der Beurteilung von Maschinen eine spezifische Kenngröße dar. Er wird für folgende Bereiche verwendet:

- objektiver Vergleich der Schallabstrahlung von Schallquellen
- Festlegung von Schalleistungsgrenzwerten und Überprüfung ihrer Einhaltung
- Berechnung der an Arbeitsplätzen oder in der Nachbarschaft zu erwartender Schallimmissionen, bei Kenntnis des Abstands und des akustischen Umfelds
- Planung des, bei Überschreitung von Immissionsgrenzwerten, erforderlichen Lärmschutzes und objektive Kontrolle seiner Wirksamkeit

#### Schalleistungspegel $L_w$

Der Schalleistungspegel dient zur Beurteilung der Schallabstrahlung einer Schallquelle. Er wird meist durch das Hüllflächenverfahren bestimmt.

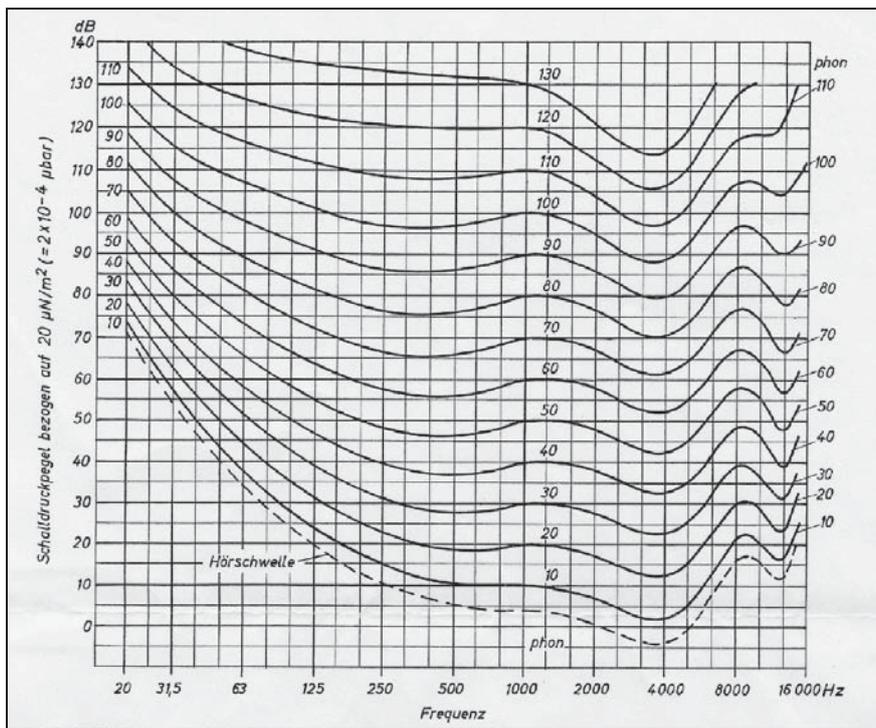
Bei Genauigkeitsklasse 1 wird das Messobjekt in einem reflexionsfreien Messraum aufgestellt. Im Abstand von 1 m vom Umriss des Objekts werden die Schalldruckpegel, meist mit A-Bewertung, gemessen und anschließend für den Schalleistungspegel gemittelt.

Die Genauigkeitsklassen 2 und 3 erlauben eine Bestimmung des Schalleistungspegels am betrieblichen Aufstellungsort oder in einer Fabrikationshalle mit möglichst wenig Reflexion. Die Messungen erfolgen vorzugsweise in 1 m Abstand. Die Ergebnisse werden wie bei Genauigkeitsklasse 1 gemittelt, es muss jedoch eine Mikrofon- und Umgebungskorrektur berücksichtigt werden.

### 2.1.4 menschliches Hörvermögen

Das menschliche Gehör ist in der Lage, Frequenzen von 16 Hz (untere Hörgrenze) bis etwa 16 kHz (obere Hörgrenze) wahrzunehmen. Die obere Hörgrenze liegt nicht genau fest, sie verschiebt sich mit zunehmenden Alter nach tieferen Frequenzen. Man kann sagen, dass die Empfindungsabstufungen des menschlichen Gehörs im mittleren Hörfrequenzbereich dem logarithmischen Maß nahe kommen. Weiters wurde in Studien festgestellt, dass die Empfindlichkeit für Töne im Frequenzbereich um 4 kHz am Größten ist. Eine Schalldruckpegeländerung von 1 dB kann gerade noch unterschieden werden.

Die frequenzabhängige Empfindlichkeit des Gehörs ist in den in Abbildung 2.5: Kurven gleicher Lautstärke dargestellt.



**Abbildung 2.5: Kurven gleicher Lautstärke (Isophone) [ 12 ]**

Die Kurven gleicher Lautstärke (Isophone) wurden empirisch ermittelt, indem ein beliebiger Objektschall hinsichtlich subjektiver Lautstärkeempfindung im Vergleich zum Standardschall bei 1000 Hz beurteilt wurde.

Die Lautstärke  $L_N$  mit der Einheit [phon] ist durch Gleichung [ 2.5 ] definiert.

$$L_N = 10 \log \left( \frac{\tilde{p}^2}{p_0^2} \right) \quad [ 2.5 ]$$

Abkürzungen:

- $L_N$  in [dB] Lautstärke
- $\tilde{p}$  in [Pa] Effektivwert des Schalldrucks des als gleichlaut empfundenen Standardschalls bei 1000 Hz
- $p_0$  in [Pa] Bezugsschalldruck

## 2.1.5 Rechenoperationen mit Schallpegelwerten

### 2.1.5.1 energetische Addition

Treffen an einem Ort inkohärente Schallanteile zusammen, dann überlagert sich additiv die Schalleistung beziehungsweise die Schalldruckquadrate. Man erhält den Gesamtschalldruckpegel aus den Teilschalldruckpegeln nach Gleichung [ 2.6 ] .

$$L_{\text{ges}} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} \right) \quad [ 2.6 ]$$

Abkürzungen:

$L_{\text{ges}}$	in [dB]	Gesamtschalldruckpegel
$L_i$	in [dB]	Teilschalldruckpegel

Einen Sonderfall bildet die Addition gleich großer Schalldruckpegel. Es ergibt sich für eine bestimmte Anzahl Schallanteile die vereinfachte Beziehung laut Gleichung [ 2.7 ].

$$L_{\text{ges}} = L + 10 \log(n) \quad [ 2.7 ]$$

Abkürzungen:

$L_{\text{ges}}$	in [dB]	Gesamtschalldruckpegel
$L$	in [dB]	Schalldruckpegel des Geräusches
$n$		Anzahl der gleich großen Schalldruckpegel

### 2.1.5.2 energetische Subtraktion

Die Subtraktion kann erforderlich werden, wenn zum Beispiel einem zu messenden Schalldruckpegel (Nutzpegel) ein Störschalldruckpegel (Störpegel) überlagert ist. Analog zur Addition gilt Gleichung [ 2.8 ].

$$L_{\text{Nu}} = 10 \log \left( 10^{0,1 \cdot L_{\text{ges}}} - 10^{0,1 \cdot L_{\text{St}}} \right) \quad [ 2.8 ]$$

Abkürzungen:

$L_{\text{Nu}}$	in [dB]	Nutzpegel
$L_{\text{ges}}$	in [dB]	Gesamtschalldruckpegel
$L_{\text{St}}$	in [dB]	Störpegel

Die Anwendung von Gleichung [ 2.7 ] ist nur dann sinnvoll, wenn der Störpegel mindestens 3 dB unter dem Gesamtpegel liegt, andernfalls wird die Unsicherheit, mit welcher der Nutzpegel bestimmt wird, zu groß.

### 2.1.5.3 Mittelwertbildung

Die Bildung des Mittelwerts von zum Beispiel an einem Messort nacheinander gemessenen Schalldruckpegel ist gemäß Gleichung [ 2.9 ] durchzuführen.

$$\bar{L} = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} \right) \quad [ 2.9 ]$$

Abkürzungen:

$\bar{L}$	in [dB]	mittlerer Schalldruckpegel
$L_i$	in [dB]	Teilschalldruckpegel
$n$		Anzahl der gleich großen Teilschalldruckpegel

#### 2.1.5.4 Umrechnen eines Schallpegels auf eine Bezugszeit

Ist die Dauer eines Geräusches kürzer als der betrachtete Zeitraum kann es notwendig sein, einen Mittelungspegel zu bilden. Dieser wird mit Hilfe von Gleichung [ 2.10 ] berechnet.

$$L_m = 10 \log \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i * 10^{0,1 \cdot L} \right) \quad [ 2.10 ]$$

Abkürzungen:

$L_m$	in [dB]	Mittelungspegel
$L$	in [dB]	Schalldruckpegel des Geräusches
$T$	in [s]	Bezugszeit
$t$	in [s]	Dauer des Geräusches

Gleichung [ 2.10 ] gilt bei einem Halbierungsparameter  $q=3$  dB, vergleiche Kapitel 2.1.1: Beschreibung der physikalischen Eigenschaften von Geräuschen.

## 2.2 Schallausbreitung im Freien

*Verwendete Literatur:* [ 4 ]

In der Umgebung einer Schallquelle baut sich ein Schallfeld mit einer bestimmten Schalldruckpegelverteilung auf. Diese Verteilung wird einerseits von der Quelle selbst bestimmt, also der Größe ihrer Schalleistung, der Verteilung im Frequenzspektrum und der gegebenenfalls vorhandenen Richtcharakteristik, zum anderen spielen die akustischen Eigenschaften der Umgebung eine wesentliche Rolle.

Bei der Schallausbreitung im Freien sind die räumliche Lage von Schallquelle(Ort der Emission) und Aufpunkt (Ort der Immission), deren Abstand zum Boden und zu eventuell vorhandenen Hindernissen ferner Dämpfungseffekte in der Luft, die Behinderung der Ausbreitung durch Bewuchs, Bebauung und schließlich der Einfluss von Witterungseinflüssen zu berücksichtigen.

## 2.2.1 Punktschallquelle

Ist das Verhältnis zwischen der Entfernung zum Aufpunkt und der größten Abmessung einer Schallquelle mindestens 1,5, so spricht man von einer Punktschallquelle. Die Schallenergie breitet sich unter idealen akustischen Bedingungen kugelförmig aus, sodass der Schalldruckpegel an allen Punkten mit dem selben Abstand zur Schallquelle gleich groß ist siehe Abbildung 2.6: Arten von Schallquellen a).

Das Übertragungsmaß, also die Größe um die der Schalleistungspegel einer Punktschallquelle in Abhängigkeit von der Entfernung zum Immissionsort vermindert wird, ergibt sich gemäß ÖAL-Richtlinie Nr. 28 [ 5 ] aus der Gleichung [ 2.11 ]. Zur Vereinfachung werden in dieser Diplomarbeit die Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges vernachlässigt, das heißt die Schallausbreitung findet unter idealen (verlustfreien) Ausbreitungsbedingungen statt.

$$\Delta L = \Delta L_d + \Delta L_v = -10 \log \left( 4\pi \frac{r^2}{1\text{m}^2} \right) + \Delta L_v \quad [ 2.11 ]$$

Abkürzungen:

$\Delta L$	in [dB]	Übertragungsmaß
$\Delta L_d$	in [dB]	Abstandsmaß
$\Delta L_v$	in [dB]	Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges, hier $\Delta L_v = 0$ , siehe Kapitel 2.2.4: Ausbreitungsrechnung
$r$	in [m]	kürzester Abstand zwischen Schallquelle und dem Immissionsort

Von besonderem Interesse ist das Abstandsmaß  $\Delta L_d$ , wenn der Abstand zum Aufpunkt verdoppelt wird. In diesem Fall beträgt die Pegelminderung 6 dB.

Die relativ einfache rechnerische Handhabung von Punktschallquellen begründet die Vorgehensweise größere, komplexe Schallquellen oder eine Anhäufung von unterschiedlichen Quellen zu einer Einzelquelle zusammenzufassen. Dies ist aber nur bei ausreichendem Abstand vom Immissionsort zulässig.

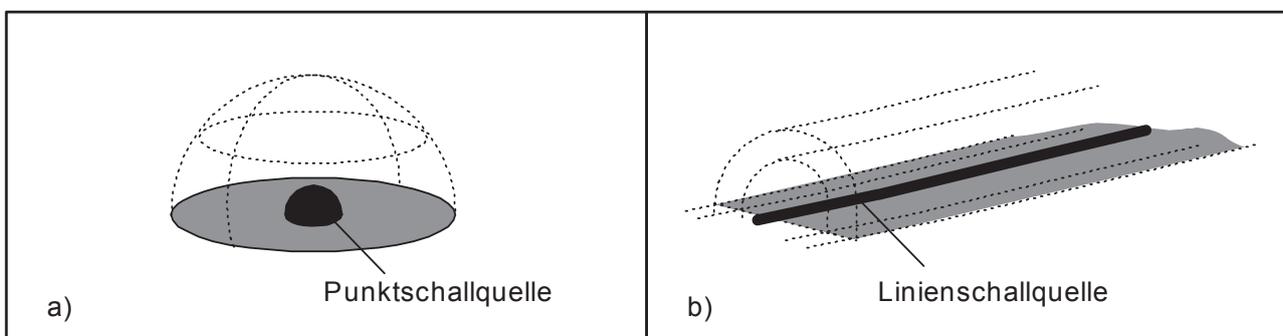


Abbildung 2.6: Arten von Schallquellen

## 2.2.2 Linienschallquelle

Unendlich lange, gerade Schallquellen werden als Linienschallquellen bezeichnet. Als Beispiele können einzelne Quellen wie Rohrleitungen oder Förderbänder, aber auch viele gleichzeitig abstrahlende Schallquellen wie der Fahrzeugstrom auf Verkehrswegen genannt werden. Die Schallausbreitung erfolgt zylindrisch also an allen Punkten mit gleichem Abstand zur Linienquelle herrschen gleiche Schalldruckpegel siehe Abbildung 2.6: Arten von Schallquellen b).

Das Übertragungsmaß bei Linienschallquellen wird laut RVS 3.02 [ 6 ] nach [ 2.12 ] berechnet. Als Vereinfachung werden wieder ideale Ausbreitungsbedingungen angenommen.

$$\Delta L = \Delta L_d + \Delta L_v = -10 \log(r) + \Delta L_v \quad [ 2.12 ]$$

Abkürzungen:

$\Delta L$	in [dB]	Übertragungsmaß
$\Delta L_d$	in [dB]	Abstandsmaß
$\Delta L_v$	in [dB]	Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges, hier $\Delta L_v = 0$ , siehe Kapitel 2.2.4: Ausbreitungsrechnung
$r$	in [m]	kürzester Abstand zwischen der Linienschallquelle (Straße) und dem Immissionsort

Das Abstandsmaß  $\Delta L_d$  bei Abstandsverdopplung beträgt bei Linienschallquellen  $-3$  dB.

Um Ausbreitungsrechnungen bei Linienschallquellen durchführen zu können, teilt man die Schallquelle in mehrere Abschnitte, welche als einzelne Punktschallquellen behandelt werden können. Dieses Vorgehen ermöglicht die Berechnung der Immission einer Linienschallquelle an einem bestimmten Punkt.

Im folgenden Abschnitt werden die theoretischen Grundlagen der Ausbreitungsrechnung nach RVS 3.02 [ 6 ] am Beispiel einer Straße demonstriert. Die Ergebnisse befinden sich im Kapitel 6.1.3: Werksverkehr.

Die getroffenen Annahmen begründen sich auf vereinfachte, im Zementwerk bei Anlieferung der Brenn- und Rohstoffe sowie Abtransport der Produkte herrschenden Gegebenheiten.

### 2.2.2.1 Berechnung des Emissionsschallpegels

*Verwendete Literatur:* [ 6 ]

Die Berechnung des Emissionsschallpegels ist die Grundlage für die Berechnung des Immissionsschallpegels.

Der  $L_{A,eq}$  wird durch verkehrsbezogene Parameter, wie die Anzahl der PKW und der verschiedenen LKW pro Stunde sowie deren Geschwindigkeit und straßenbezogene Parameter wie Fahrbahndecke und Längsneigung, bestimmt.

Annahmen:

- nur LKW-Verkehr mit ausschließlich schweren Fahrzeugen (25 t Nutzlast)
- Anzahl der Fahrten geschätzt durch Angaben des Anlagenbetreibers
- ebener, begrenzter Straßenabschnitt
- Geschwindigkeit 30 km/h
- Fahrbahndecke Asphaltbeton

Bei diesen Annahmen setzt sich der Emissionsschallpegel  $L_{E,A,eq}$  wie folgt zusammen:

$$L_{E,A,eq} = L_{eq,LKWs} \quad [ 2.13 ]$$

Abkürzungen:

$L_{E,A,eq}$  in [dB]      energieäquivalente Dauerschallpegel der Emission  
 $L_{eq,LKWs}$  in [dB]      energieäquivalente Dauerschallpegel schwerer LKW's

Der  $L_{eq,LKWs}$  ergibt sich aus dem Basiswert für Fahrzeugemissionen und der Anzahl der schweren LKW's pro Stunde, siehe [ 2.14 ].

$$L_{eq,LKWs} = L_{LKWs} + 10 \log(M_{LKWs}) \quad [ 2.14 ]$$

Abkürzungen:

$L_{LKWs}$  in [dB]      Basiswert für Fahrzeugemissionen gemäß RVS 3.02 [ 6 ]  
 $M_{LKWs}$               Anzahl der schweren LKW's pro Stunde

### 2.2.2.2 Berechnung des Immissionsschallpegels

*Verwendete Literatur:* [ 6 ]

Um den Immissionsschallpegel zu berechnen ersetzt man die Linienschallquelle durch mehrere Punktschallquellen um die rechnerische Handhabung zu erleichtern. Abbildung 2.7: Umwandlung Linien- in Punktschallquellen zeigt die Zerlegung der Schallquelle in Segmente. Die Anzahl der Abschnitte wird durch den Winkel  $\Phi$  bestimmt, welcher  $9^\circ$  nicht übersteigen darf.

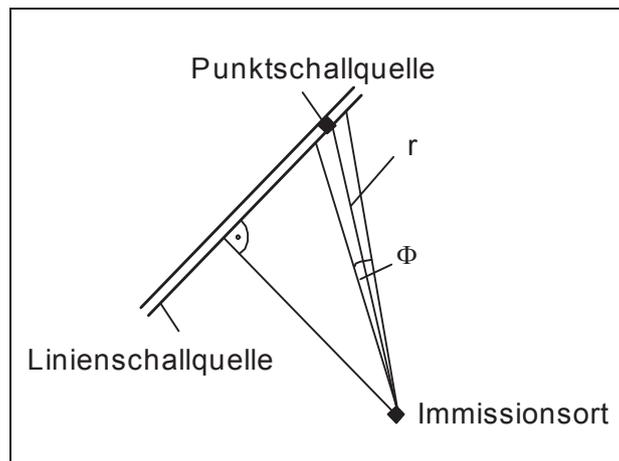


Abbildung 2.7: Umwandlung Linien- in Punktschallquellen

Der Immissionsschallpegel errechnet sich nun aus den Emissionsschallpegel der einzelnen Schallquellen nach den Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung. Hier wurde die Annahme getroffen, dass es zu keinen Pegelerniedrigungen durch Luftabsorption, Vegetation, Bodendämpfung, Abschirmung und Flächenreflexion kommt.

Die einzelnen Immissionsschallpegel  $L_{I,A,eq}$  ergeben sich aus:

$$L_{I,A,eq} = L_{E,A,eq} + 10 \log\left(\frac{\Phi}{180}\right) + \Delta L_d + \Delta L_v \quad [2.15]$$

Abkürzungen:

$L_{I,A,eq}$	in [dB]	energieäquivalente Dauerschallpegel der Immission für einen Abschnitt
$\Delta L_v$	in [dB]	Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges, hier $\Delta L_v = 0$
$\Phi$	in [°]	Winkelsektor des Straßenabschnitts maximal 9°
$\Delta L_d$	in [dB]	Abstandsmaß siehe Gleichung [ 2.12 ]

Um den Gesamtschallpegel  $L_{ges,A,eq}$  am Immissionsort zu erhalten, werden die einzelnen Immissionsschallpegel  $L_{I,A,eq}$  energetisch addiert.

$$L_{ges,A,eq} = 10 \log\left(\sum 10^{\frac{L_{I,A,eq}}{10}}\right) \quad [2.16]$$

Abkürzungen:

$L_{ges,A,eq}$	in [dB]	Gesamtschallpegel am Immissionsort
$L_{I,A,eq}$	in [dB]	energieäquivalente Dauerschallpegel der Immission für einen Abschnitt

### 2.2.3 Reflexion

Schall kann nicht nur auf direktem Weg zum Immissionsort gelangen, sondern auch indirekt durch Reflexion. Diese erfolgt, wenn Schallwellen auf eine Grenzschicht treffen, hinter der andere Ausbreitungsbedingungen herrschen wie zum Beispiel Decken, Wände, die Erdoberfläche oder andere Hindernisse. Die Reflexion wird schalltechnisch oft als Lärmschutz (zum Beispiel Schallschutzwände, Kapselungen,...) ausgenutzt, kann aber auch unerwünschte Auswirkungen haben, siehe Abbildung 2.8: Reflexion.

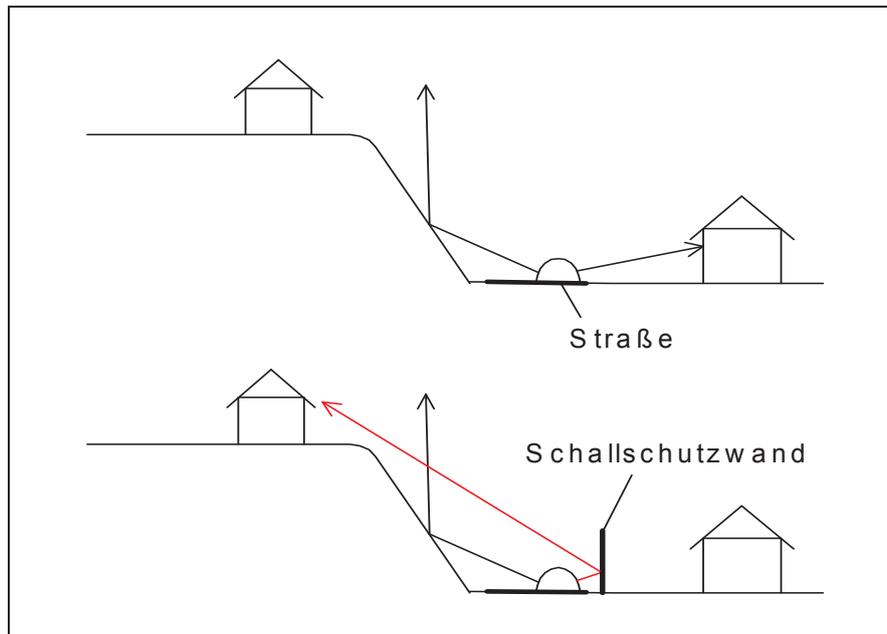


Abbildung 2.8: Reflexion

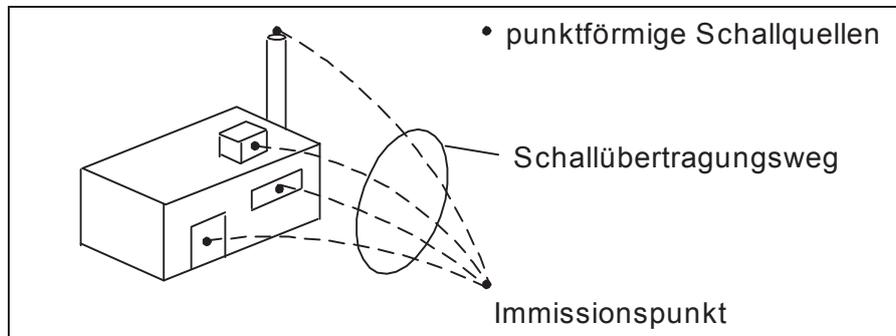
### 2.2.4 Ausbreitungsrechnung

Neben der Pegelminderung durch zunehmende Entfernung sind weitere Schallpegelabnahmen bei der Schallausbreitung möglich. Diese werden durch Dämpfungseffekte in der Luft selbst, durch Bewuchs und Bebauung, durch zusätzlichen Bodeneinfluss und durch Abschirmeffekte bedingt. In der ÖAL-Richtlinie Nr. 28 [ 5 ] werden Rechenverfahren angegeben, mit denen, der durch eine Schallquelle am Immissionsort verursachte Schallpegel berechnet werden kann. Bei der Anwendung der Richtlinie ist zu beachten, dass die Genauigkeit der Ergebnisse von der Güte der Eingangsdaten und der jedem Rechenverfahren anhaftenden Unsicherheiten abhängt.

Die Komplexität der meisten Schallemitanten und die Vielfältigkeit der Ausbreitungswege macht es schwierig Ausbreitungsrechnungen ohne Computermodelle durchzuführen. Aus diesem Grund wurden die Rechnungen in der vorliegenden Diplomarbeit mit starken Vereinfachungen durchgeführt.

Im folgenden Abschnitt wird gemäß ÖAL-Richtlinie Nr. 28 [ 5 ] die Theorie der Ausbreitungsrechnung näher erklärt.

Die grundsätzliche Berechnungsmethode ist in Abbildung 2.9: Unterschiedliche Schallquellen einer Anlage und ihre Übertragungswege zum Immissionspunkt, schematisch dargestellt. Für jede der (gedachten) punktförmigen Schallquellen wird aus ihrer Schalleistung und dem Übertragungsmaß (über einen Übertragungsweg) der Schallpegel am Immissionspunkt berechnet. Die Schallpegel der einzelnen Schallquellen werden anschließend energetisch addiert. Die Berechnung erfolgt für die Oktavbänder 63 – 8000 Hz, also jeweils für 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 und 8000 Hz.



**Abbildung 2.9: Unterschiedliche Schallquellen einer Anlage und ihre Übertragungswege zum Immissionspunkt**

Der Schalldruckpegel am Immissionsort ergibt sich aus den in Gleichung [ 2.17 ] angegebenen Parametern.

$$L_{p,t,i,j} = L_{W,i,j} + \left( \sum \Delta L \right)_{t,i,j} \quad [ 2.17 ]$$

Abkürzungen:

$L_{p,t,i,j}$	in [dB]	Schalldruckpegelanteil am Immissionspunkt über den Weg t von der Schallquelle j im Oktavband i
$L_{W,i,j}$	in [dB]	Schalleistungspegel der Schallquelle j im Oktavband i
$(\sum \Delta L)_{t,i,j}$	in [dB]	Übertragungsmaß für den Weg t zwischen der Schallquelle j und dem Immissionspunkt im Oktavband i

Das Übertragungsmaß, Gleichung [ 2.18 ], gibt für einen Übertragungsweg den Wert an, um welchen der Schalleistungspegel vermindert werden muss, um den Schalldruckpegel am Immissionsort zu erhalten. Es wird durch folgende Einflüsse bestimmt:

- Abstand zwischen Schallquelle und Immissionspunkt
- Absorption der Luft
- reflektierende Flächen
- Schirmwirkung
- Vegetation
- Bodenoberfläche

$$\sum \Delta L = \Delta L_d + \Delta L_v = \Delta L_d + (\Delta L_a + \Delta L_{rx} + \Delta L_s + \Delta L_{ve} + \Delta L_b) \quad [ 2.18 ]$$

Abkürzungen:

- $\sum \Delta L$  in [dB]      Übertragungsmaß
- $\Delta L_d$  in [dB]      Abstandsmaß
- $\Delta L_v$  in [dB]      Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges
- $\Delta L_a$  in [dB]      Luftabsorptionsmaß
- $\Delta L_{rx}$  in [dB]      Flächenreflexionsmaß
- $\Delta L_s$  in [dB]      Schirmmaß
- $\Delta L_{ve}$  in [dB]      Vegetationsdämpfungsmaß
- $\Delta L_b$  in [dB]      Bodendämpfungsmaß

Aus Gründen der Vereinfachung wird bei den Ausbreitungsrechnungen, die im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführt wurden, nur das größenmäßig dominierende Abstandsmaß berücksichtigt. Die Werte für das Luftabsorptionsmaß, Flächenreflexionsmaß, Schirmmaß, Vegetationsdämpfungsmaß und das Bodendämpfungsmaß werden vernachlässigt.

## 2.3 Schallschutz

Verwendete Literatur: [ 1 ]

Dieses Kapitel soll die Grundlagen von Schallschutzmaßnahmen verdeutlichen. Schallschutzmaßnahmen lassen sich allgemein in vier Bereiche gliedern, siehe Abbildung 2.10: Schallschutzmaßnahmen.

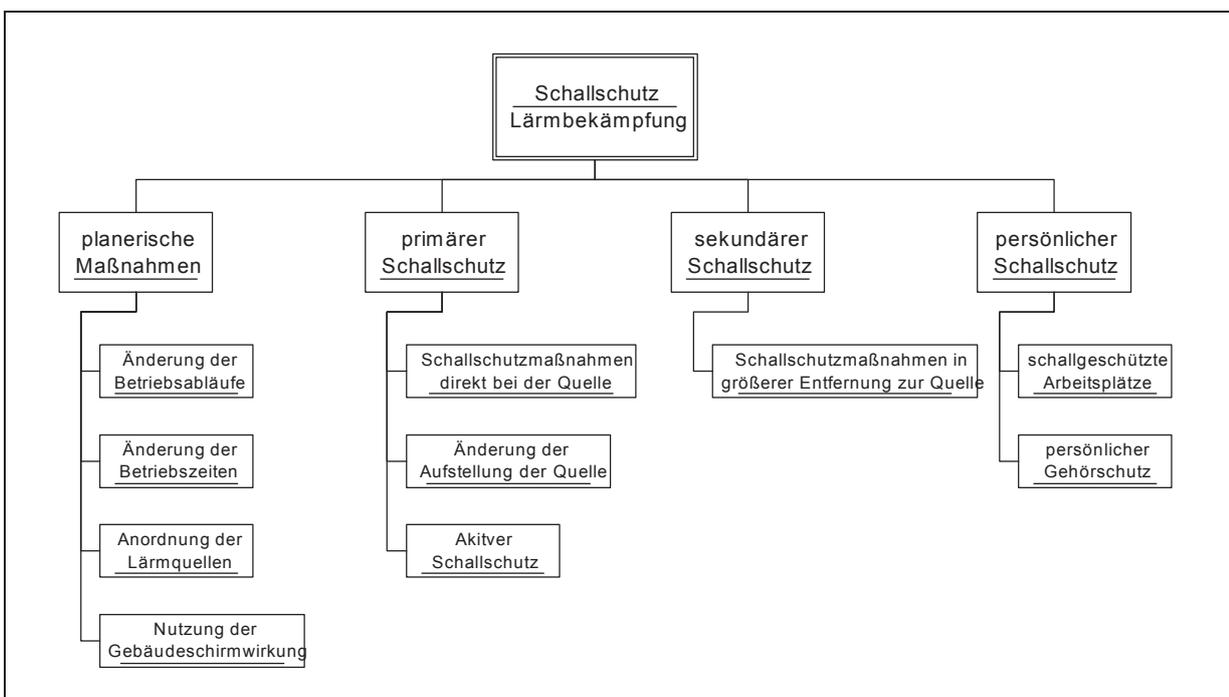


Abbildung 2.10: Schallschutzmaßnahmen

**planerische Maßnahmen**

Diese technischen Maßnahmen greifen direkt in die Betriebsplanung ein. Sie helfen die zum Teil kostenintensiven Maßnahmen der nachgestellten Bereiche zu begrenzen.

**primärer Schallschutz**

Zu diesem Bereich zählen emissionsbegrenzende Maßnahmen, also die Vermeidung der Entstehung von Schall. Es gilt das Prinzip „Vermeiden statt Vermindern“, das vor allem durch lärmarme Konstruktion der Maschinen und ihrer Aufstellung verwirklicht werden soll.

**sekundärer Schallschutz**

Maßnahmen, welche die Ausbreitung von Schall verhindern. Sie lassen sich weitgehend mit den Begriffen Dämpfung (Absorption und Umwandlung der Schallenergie) und Dämmung (Reflexion der Schallenergie) beschreiben. Zu dieser Art von Schallschutz zählen insbesondere Schalldämpfer und schallschluckende Wände und Verkleidungen.

**persönlicher Schallschutz**

Dieser Bereich wird auch als passiver Schallschutz bezeichnet. Er umfasst Einrichtungen zur Verhinderung der Immission von Geräuschen auf Arbeitsbereiche und das Gehör von Menschen. Hierzu gehören schallgeschützte Leitstände und Personenkabinen sowie persönlicher Gehörschutz.

### 3 Beschreibung des Standorts

Die Lafarge Permooser AG am Standort Mannersdorf ist ein Betrieb zur Erzeugung und Verpackung beziehungsweise Verladung von Zement. Das Zementwerk wird vorwiegend im Dauerbetrieb, also 7 Tage die Woche 24 Stunden täglich, betrieben. An Werktagen kommt aus schalltechnischer Sicht noch eine Mehrbelastung durch erhöhten LKW-Verkehr und durch Arbeiten im Steinbruch beziehungsweise der Tongrube mit den damit verbundenen Transportvorgängen dazu.

Im Folgenden wird auf die funktionalen Bereiche der Zementerzeugung eingegangen.

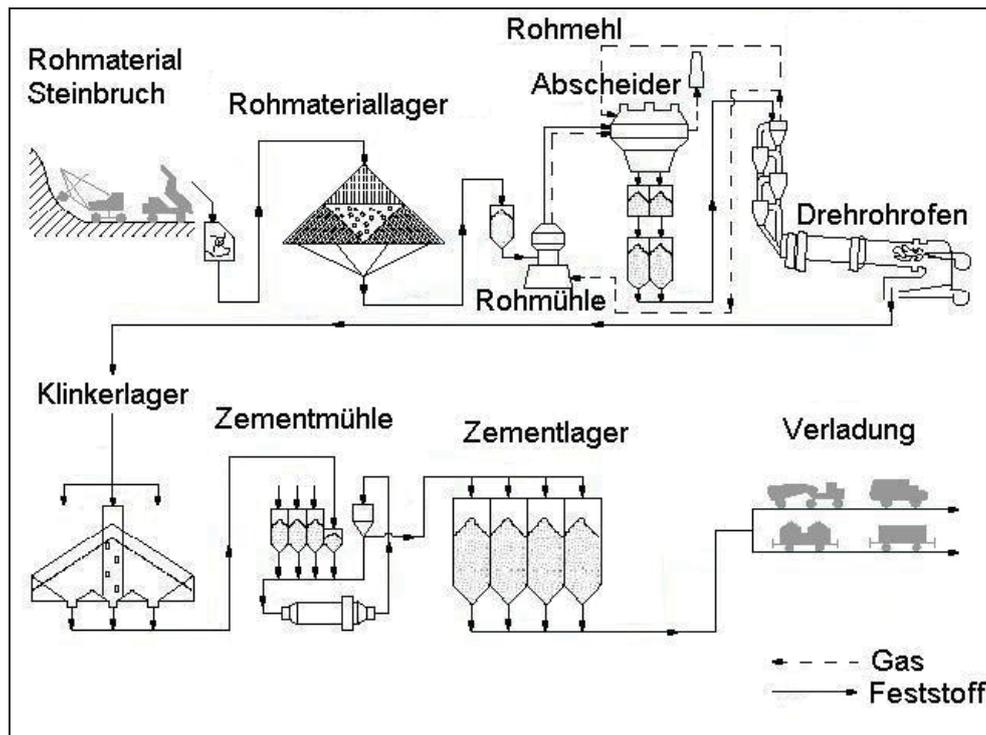


Abbildung 3.1: Fließschema der Zementerzeugung

Die in Abbildung 3.1: Fließschema der Zementerzeugung benannten Bereiche werden nun anhand des Zementwerks in Mannersdorf näher erläutert, dabei wird besonders auf die lärmintensiven Anlagenteile beziehungsweise Arbeiten hingewiesen. Bestimmte Bereiche, die für technische Lärminderungsmaßnahmen in Frage kommen, werden in Kapitel 6.: Ist-Situation emissionsseitig gesondert behandelt.

#### Rohmaterial

Die beiden Bereiche zur Rohmaterialgewinnung, Steinbruch und Tongrube, werden nur Werktags in der Zeit von 6.00 bis zirka 18.00 betrieben.

Im Steinbruch stellen vor allem der eingesetzte Brecher und die dem Abtransport dienenden Gurtförderbänder Lärmquellen dar. Weiters kommt es zirka 2 mal pro Woche zu Sprengungen um den Kalkstein zu gewinnen. Der zweite Bereich zum Rohmaterialabbau ist die Tongrube. Hier werden vorwiegend Bagger und LKW's eingesetzt, um den benötigten Ton bereitzustellen.

**Rohmateriallager**

Um für den automatisierten Betrieb der nachfolgenden Anlagen das Material in gewünschter Form zu liefern, wird dieser Bereich bei Betrieb der Roh- beziehungsweise Zementmühlen betrieben. In der Rohmaterialhalle werden alle Eingangsstoffe, also jene aus dem Steinbruch und der Tongrube und die, die mit LKW oder Bahn angeliefert werden, gebunkert. Dieses Material wird dann über Dosiereinrichtungen, die durch Onlineanalyser gesteuert werden, zum Rohmaterialmix gemischt. Lärm wird in diesem Bereich durch die jeweiligen Transporteinrichtungen erzeugt, weiters kommen Luftkanonen zum Einsatz, die eine Verstopfung der Dosiereinrichtungen verhindern sollen.

**Rohmühle und Trockner**

In weiterer Folge wird der Ton mit den beigemengten Stoffen im Chargenbetrieb in einem Trockner getrocknet und anschließend mit anderen Komponenten in der Rohmühle vermahlen. Das zerkleinerte Material wird dann in einem dynamischen Sichter klassiert. Der Feinstanteil wird im Ofenabgasfilter abgetrennt und mit der Sichterfeinfraktion als Rohmehl in ein Silo gefördert. Als Lärmquellen gelten hier vor allem die Kugelmühle beziehungsweise Öffnungen in der Rohmühlenshalle, der Wärmetauscherventilator und der Ofenabgasfilter, sowie diverse Druckstoßeinrichtungen zur Reinigung.

**Wärmetauscher/Kalzinator/Drehrohrofen:**

Das Rohmehl wird im Wärmetauscher aufgewärmt, wobei es im Gegenstrom zum Ofenabgas geführt wird. Anschließend wird das Gut kalziniert und in weiterer Folge im Ofen zu Klinker gebrannt. Der heiße Klinker (1400°C) wird im Kühler mit Luft auf 100-150 °C abgekühlt. Lärm wird in diesem Teil der Anlage durch Kompressoren, Luftkanonen, den Ofenantrieb und die Ofenmantelkühlung erzeugt. Weiters kommt es durch die Brennstoffaufbereitung und den Transport der diversen Materialien zu Lärmemissionen.

**Klinkerlager**

Der Klinker wird nach seiner Abkühlung in Silos transportiert und bis zur Weiterverarbeitung dort gelagert.

**Zementmühlen**

In den Zementmühlen wird der Klinker mit Gips und anderen Zuschlagstoffen zu Zement vermahlen. Dieser, im Dauerbetrieb geführte Anlagenteil, hat einen wesentlichen Anteil an den Lärmemissionen. Da die Mühlen in Gebäuden untergebracht sind, kommt es zur Lärmabstrahlung ihrer die Gebäudefassaden.

**Verladung**

Von den erzeugten Produkten werden 90 % in loser Form und 10 % als Sackware bereitgestellt. Die Verpackung des Zements erfolgt in Spitzenzeiten im Dauerbetrieb, während die Verladung bei Bedarf durchgeführt wird.

## 4 Aufgabenstellung

Im Rahmen eines Projektes zur Erfassung der Ist-Situation bezüglich Schallimmission und weiters zur Feststellung von Verbesserungspotentialen, welches im Sommer 2000 durchgeführt wurde, zeigte sich, dass in bestimmten Bereichen des Zementwerks beziehungsweise in den dazugehörigen Einrichtungen, wie etwa dem Kalksteinförderband, Handlungsbedarf für Schallschutzmaßnahmen besteht.

Aufgabe dieser Diplomarbeit ist es nun Möglichkeiten zur Lärminderung aufzuzeigen.

### 4.1 Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum umfasst die gesamte Umgebung des Werks, konzentriert sich aber auf bewohnte Gebiete. Auf den Ort Mannersdorf wurde besonderes Augenmerk gelegt, da dieser, durch die meistens herrschenden Schallausbreitungsbedingungen, stark beeinträchtigt wird.

### 4.2 Messverfahren

Verwendete Literatur: [ 1 ]

Bei Messverfahren laut ÖNORM S 5004 3.5 kann man drei Schritte unterscheiden:

- Protokollierung
- Frequenzanalyse
- Kalibrierung

#### Protokollierung

Zur Aufnahme der Messgrößen, welche die Schallimmission beschreiben ( $L_{A,95}$ ,  $L_{A,eq}$ ,  $L_{A,1}$ ,  $L_{A,max}$ ), wurde ein Schallpegelmesser Klasse 0,7, das heißt er hat eine Fehlerquelle von  $\pm 0,7$  dB, Bauart 2238 der Firma Brüel & Kjær (siehe Abbildung 4.1), verwendet. Das Messgerät war während der Messung auf einem Stativ fixiert. Der Schallpegelmesser ist geeicht und befindet sich innerhalb des Eichzeitraumes. Die nächste Eichung wird laut Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) für 2002 vorgeschrieben.



Abbildung 4.1: Messgerät Bauart 2238 der Firma Brüel & Kjær

Beim größten Teil der Messreihen wurden folgende Einstellungen gewählt:

- Anzeigendynamik „schnell“
- Protokollperioden „normal“ (1s)
- Bewertung „A“
- Windschirmkorrektur „ein“, bei Verwendung eines Windschirmes

Da es sich bei den vom Werk verursachten Immissionen um ein gleichbleibendes Geräusch handelt, konnte die Messdauer kurz (1 Stunde pro Messpunkt) gewählt werden.

Ausnahmen bildeten Messungen bei denen Impulsgeräusche aufzunehmen waren beziehungsweise die als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen dienten. Hier wurden folgende Einstellungen verändert:

- Protokollperioden „kurz“ (1ms)
- Bewertung „L“, linear (unbewertet)

Bei diesen Messungen wurde die Messdauer an das Schallereignis angepasst, sodass jeweils mehrere Perioden des Impulses beziehungsweise die typische Charakteristik des Geräuschs erfasst werden konnten.

### **Frequenzanalyse**

Frequenzanalysen wurden besonders an jenen Messpunkten durchgeführt, welche durch subjektive Bewertung der Schallsituation besonders hervor traten und deshalb für technische Maßnahmen zur Lärminderung in Frage kamen.

Analysen wurden sowohl unbewertet als auch mit A-Bewertung durchgeführt.

### **Kalibrierung**

Vor und nach jeder Messreihe wurde das Messgerät mit einer Brüel & Kjær Prüfschallquelle, Bauart 4231 bei 1kHz und 94 dB kalibriert. Der Kalibriervorgang erfolgte nach der vom Gerätehersteller vorgegebenen Prozedur.

## 5 Ist-Situation immissionsseitig

### 5.1 Auswahl der Messpunkte

Bei Auswahl der Messpunkte wurden folgende Kriterien beachtet:

- Sichtkontakt zum Werk: Dieser berücksichtigt den Umstand ungehinderter Schallausbreitung, es wird somit das Risiko einer zu starken Schirmwirkung von Gebäuden verringert.
- Beachtung des Einflusses von Bewuchs: Es wurde versucht die Beeinträchtigung durch Bewuchs, siehe Kapitel 5.4.2.5: Landwirtschaft und Bewuchs, möglichst gering zu halten.
- Berücksichtigung der Topographie: Bedingt durch die Hanglage von Mannersdorf wurden Messpunkte auch in größerer Entfernung zum Werk gewählt.
- Beschwerden der Anrainer: Bei Kenntnis von Anrainerbeschwerden, über von der Lafarge Permooser AG verursachte Immissionen, war es notwendig Messpunkte so nah wie möglich beim Beschwerdeführer zu finden.
- Nähe zu Wohngebieten: Im Ort Mannersdorf wurde eine dichtere Verteilung der Messpunkte gewählt, da es sich in der Umgebung des Werks um das am stärksten besiedelte Gebiet handelt.

### 5.2 Lage der Messpunkte

Für die Messreihen wurden 9 Messpunkte ausgewählt, welche die in Kapitel 5.1: Auswahl der Messpunkte, erwähnten Kriterien so gut wie möglich erfüllen.

Abbildung 5.1: Immissionsmesspunkte zeigt den Straßenplan von Mannersdorf mit eingezeichneten Messpunkten. Die Entfernungen zum Werk (Luftlinie) sind in den Klammern angegeben.

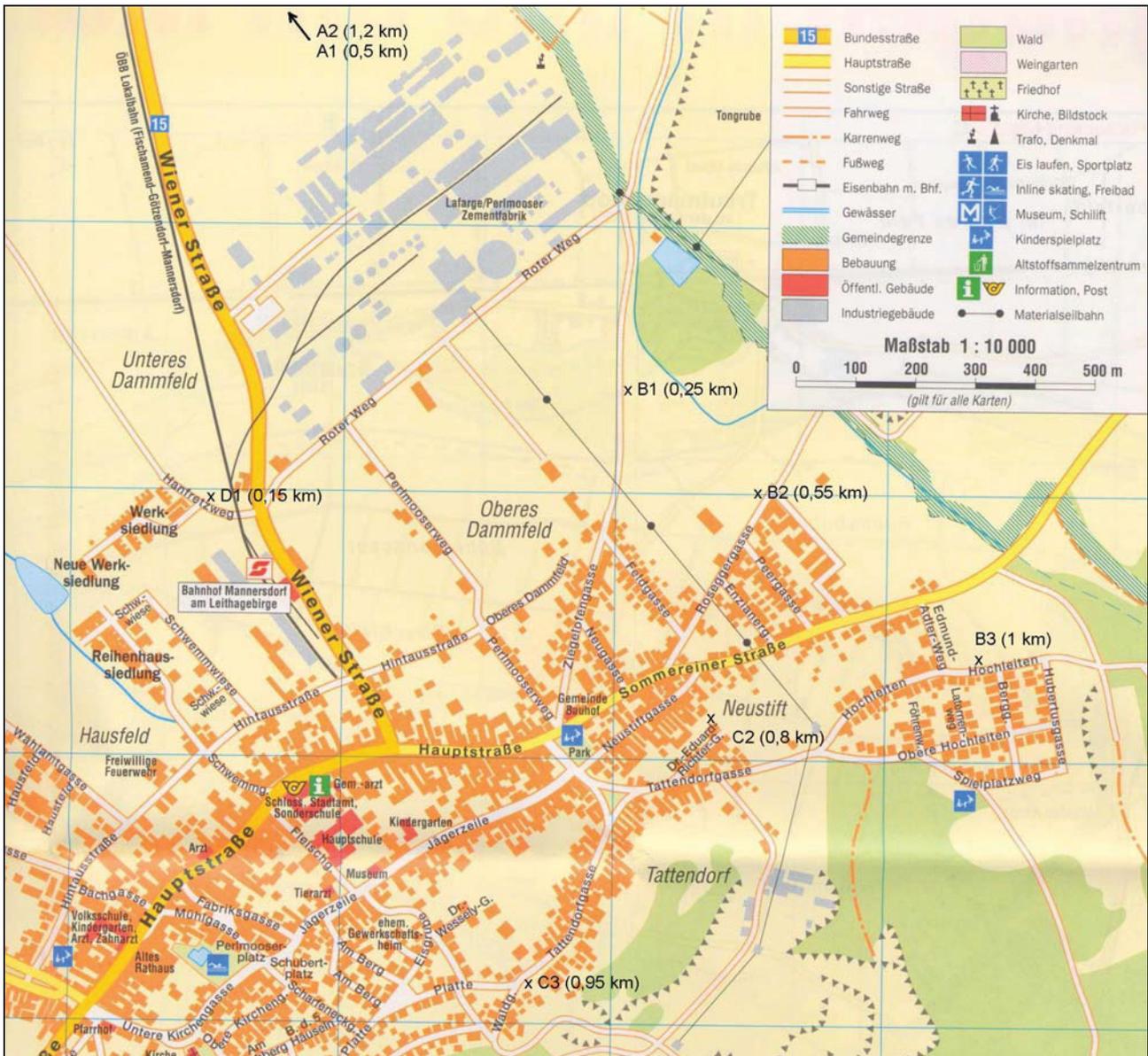


Abbildung 5.1: Immissionsmesspunkte

Die Beschreibung der Messpunkte enthält:

Angaben zum Messort:	Adresse beziehungsweise Messortbeschreibung
Entfernung:	Luftlinie zur Betriebsgrenze
Geländebeschreibung:	Angaben zur Vegetation beziehungsweise Verbauung
Foto des Messortes	

Die genauen Angaben zu den einzelnen Messpunkten befinden sich im Anhang: 9.2.

## 5.3 Durchführung der Messreihen

Im Rahmen dieser Diplomarbeit und des Projektes im Sommer 2000 wurden 3 Messreihen durchgeführt. Bei diesen war es grundsätzlich wichtig, sowohl die Schallsituation tagsüber (von 6.00 bis 22.00) als auch nachts (von 22.00 bis 6.00) aufzunehmen.

Die erste Messreihe fand vom 14.08. bis 15.09.2000 statt. Es sollte die Ist-Situation festgestellt und Verbesserungspotentiale aufgezeigt werden.

Während eines Werkstillstandes im Februar 2001 erfolgte die zweite Messreihe. Ziel war es durch längere Messungen an ausgewählten Messpunkten die ortsüblichen Schallimmissionen festzustellen.

Um Vergleichswerte bei Betrieb des Werks zu erhalten und somit seinen Einfluss auf die Umgebung aufzeigen zu können, wurden an den gleichen Punkten vom 02.07 bis 21.08 2001 bei Betrieb des Werks Messungen durchgeführt.

### 5.3.1 Auswahl der Messtage und Messzeiten

Die Messtage beziehungsweise Messzeiten wurden während der zur Verfügung stehenden Zeit so gewählt, dass besonders starke Beeinträchtigungen vermieden werden konnten. Traten Störungen, wie die unten angeführten, während einer Messung auf musste diese abgebrochen werden, da die Bewertung des Werksgeräusches anhand dieser Aufnahme unmöglich gewesen wäre.

Folgende Umstände machten, unter anderen, eine Fortführung von Messungen unmöglich:

- Einsetzen von Regen oder Nebel
- Einsetzen von starkem, böigem Wind
- Beginn von Feldarbeit direkt neben dem Messgerät
- Beginn von Bauarbeiten direkt neben dem Messgerät

### 5.3.2 Aufnahme der Messwerte

*Verwendete Literatur:* [ 7 ]

Bei der Messwertaufnahme wurde versucht eine möglichst einheitliche Vorgehensweise beizubehalten. Es wurde nach ÖNORM S 5004 [ 7 ] vorgegangen. Fanden die Aufnahmen im Freien statt wurde eine Mikrofonhöhe von mindestens 1,5 m über dem Boden eingehalten. Weiters wurde in der Nähe von Gebäuden auf eine Entfernung von mindestens 3 m zur nächst gelegenen Fassade geachtet. Wenn Messungen auf Gebäudefassaden nötig waren wurde das Mikrofon auf der, der Lärmquelle zugewandten Seite des Hauses, 0,5 m außerhalb und ungefähr in der Mitte eines geöffneten Fensters positioniert. Die gewählte Aufnahmezeit von 1 Stunde wurde, wenn möglich sowohl bei Messungen während des Tages, als auch in den Nachtstunden eingehalten.

### 5.3.3 Bearbeitung der Messungen

Die Bearbeitung der Messungen kann man in folgende Abschnitte unterteilen:

- Auswertung der Daten
- Ermittlung des Beurteilungspegels

#### Auswertung der Daten

Während der Aufnahme wurden besondere Schallereignisse mit Hilfe des Messgeräts markiert, um sie später identifizieren zu können. Anschließend mussten die Daten in die zugehörige Auswertungssoftware von Brüel & Kjær überführt werden. Diese Software ermöglicht die Überarbeitung der Markensetzung und die Benennung der Marken.

In die Messergebnisse gehen alle ortsüblichen Schallimmissionen ein. Ausnahmen bilden Schallereignisse, die nur durch die Messung bedingt wurden, wie zum Beispiel:

- Geräusche, die durch die Bedienung des Messgeräts entstanden sind
- Gespräche mit Anrainern

Waren diese Störgeräusche am Pegelschrieb erkennbar, wurden sie ausgeschlossen und somit in den Auswertungen nicht berücksichtigt.

Eine weitere Ausnahme bilden Schallereignisse, die eindeutig nicht vom Werk verursacht wurden, aber durch ihre Intensität die relativ kurze Messung stark negativ beeinflussten, wie zum Beispiel das Vorbeifahren besonders lauter Fahrzeuge direkt beim Messgerät.

Zur Anschauung wird die bearbeitete Messung TA1 vom 10.07.2002 aufgeführt.

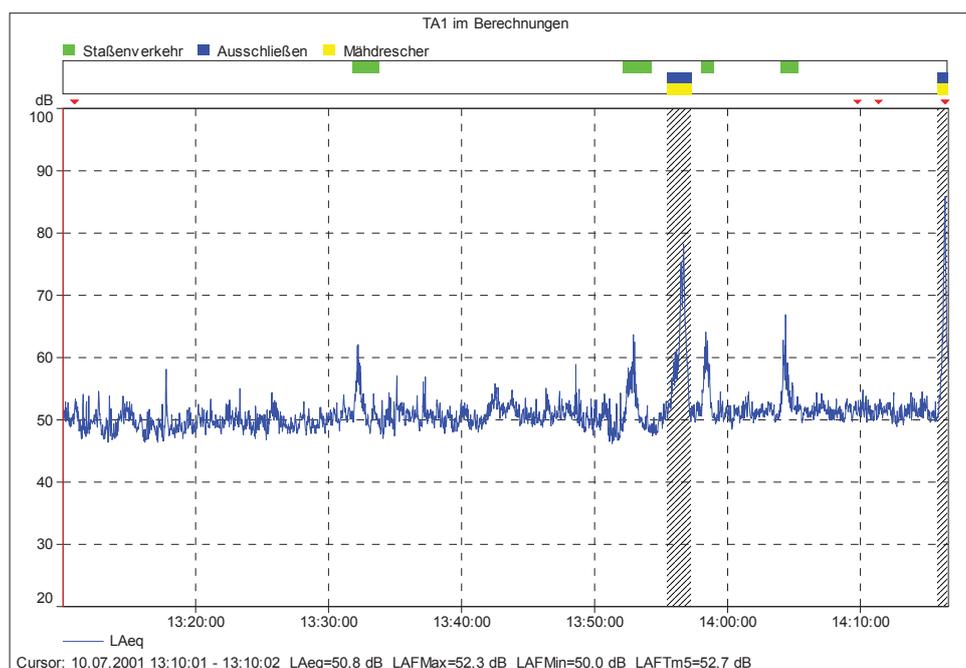


Abbildung 5.2: Pegelschrieb der Messung TA1

Die Auswertungssoftware erlaubt es bestimmte Ereignisse zu markieren und sie, wenn nötig auszuschließen, siehe Abbildung 5.2: Pegelschrieb der Messung TA1.

Hier wurde der Straßenverkehr grün markiert und in der Auswertung belassen. Die gelben Marken bezeichnen das Vorbeifahren eines Mähdreschers direkt am Messgerät, da diese Peaks die Messergebnisse stark beeinflussen, wurden sie mit der Eigenschaft „Ausschließen“ belegt (blaue Markierungen) und somit nicht in Berechnung des  $L_{A,eq}$  eingebunden.

**Tabelle 5.1: Darstellung der Messwerte**

Name	Startzeit	Endzeit	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]
Gesamt	10.07.01 13:10:01	10.07.01 14:15:47	1:03:54	51,5	67,9	45,6
Ausschließen	10.07.01 13:55:27	10.07.01 14:16:36	0:02:41	71,4	86,8	49,2
Unmarkiert	10.07.01 13:10:01	10.07.01 14:15:47	0:57:32	50,7	62,0	45,6
Straßenverkehr (gesamt)	10.07.01 13:31:45	10.07.01 14:05:17	0:06:22	55,3	67,9	47,4
Ausschließen (gesamt)	10.07.01 13:55:27	10.07.01 14:16:36	0:02:41	71,4	86,8	49,2
Mähdrescher (gesamt)	10.07.01 13:55:27	10.07.01 14:16:36	0:02:41	71,4	86,8	49,2

In dieser Form stellt die Auswertungssoftware die Messergebnisse zur Verfügung. Die ersten drei Zeilen beziehen sich auf die ganze Messdauer. Es ist möglich die Ergebnisse ohne die markierten Bereiche zu betrachten, siehe Tabelle 5.1: Darstellung der Messwerte, Zeile „Unmarkiert“. Man kann aber auch die Messwerte inklusive der Marken, sofern sie nicht ausgeschlossen wurden, auswerten, siehe Tabelle 5.1: Darstellung der Messwerte, Zeile „Gesamt“. In der Zeile „Ausschließen“ findet man nur die Daten der Marken, die mit dieser Eigenschaft belegt wurden. Weiters kann man auch jede einzelne Marke und somit jedes Schallereignis getrennt auswerten.

### Ermittlung des Beurteilungspegels

Verwendete Literatur: [ 7 ]

Neben dem, durch die Auswertung der Daten ermittelten, A-bewerteten, energieäquivalenten Dauerschallpegel  $L_{A,eq}$  sind für die Berechnung des Beurteilungspegels  $L_r$  einer Schallimmission noch folgende Parameter maßgebend:

- Dauer des Geräuschs
- Bezugszeit
- Tonhaltigkeit
- Impulshaltigkeit
- Informationshaltigkeit

Da das Werksgeräusch als gleichbleibend eingestuft wurde und der größte Teil der Anlage im Dauerbetrieb geführt wird, entfällt die Umrechnung des Werksgeräuschs auf die Bezugszeit.

Unter der Bezugszeit versteht man, tagsüber die am stärksten belasteten 8 Stunden und in der Nacht die am stärksten belasteten ½ Stunde. Waren Messungen länger als diese Zeitspanne

wurde mit Hilfe der Auswertungssoftware der entsprechende Bereich ausgewählt, während bei kürzeren Messzeiten die gesamte Dauer bewertet wurde.

Um den korrekten Zuschlag für den Beurteilungspegel zu erhalten, musste die Messung auf Ton-, Informations- oder Impulshaltigkeit überprüft werden. Dies erfolgte einerseits durch subjektive Beobachtung während der Aufnahme und andererseits mit Hilfe der Auswertungssoftware von Brüel & Kjær.

Der Zuschlag für Impulshaltigkeit wurde nur dann addiert, wenn das Geräusch als gewerbsmäßig identifiziert werden konnte. Er beträgt 5 dB, wenn die A-bewerteten Maximalpegel sich bei Anzeigedynamik "Impuls" und "schnell" mindestens um 2dB unterscheiden. Andernfalls beträgt der Zuschlag 3 dB.

Ist ein Geräusch tonhaltig müssen 6 dB, 5 dB oder 3 dB addiert werden, siehe ÖNORM S5004 3.6.1 [ 7 ].

Der Zuschlag für Informationshaltigkeit beträgt 5 dB.

Bei gleichzeitigem Auftreten von Ton-, Informations- oder Impulshaltigkeit ist nur ein Zuschlag, und zwar der höchste zum  $L_{A,eq}$  hinzuzuzählen.

### 5.3.4 Messergebnisse

Die, mit den notwendigen Zuschlägen versehenen, Beurteilungspegel wurden als Grundlage für die Bewertung der Ist-Situation verwendet.

Konnte eine Grenzwertüberschreitung auf eine bestimmte Ursache, wie Werklärm (Impulsgeräusche), Straßenverkehr, Flugverkehr oder Wind zurückgeführt werden, wird auf dies in den folgenden Kapiteln in der Zeile Bemerkungen hingewiesen.

Die Messergebnisse werden hier nur in tabellarischer Form angegeben, die vollständige Beschreibung der einzelnen Messungen befindet sich im Kapitel 9.3: Beschreibung der Messungen. Wenn mehrere Aufnahmen an einem Messort durchgeführt wurden, wurde die Messung in die Ergebnisliste aufgenommen, bei der annähernd ortsübliche Wettersituation herrschte. Der Beurteilungspegel wurden nach Kapitel 5.3.3: Bearbeitung der Messungen berechnet.

#### 5.3.4.1 Sommer 2000

Die Messungen im Rahmen des Projekts vom 14.08. bis 15.09.2000 dienten zur ersten Ermittlung der Ist-Situation.

Bei der Bearbeitung wurden sowohl Straßen- als auch Flugverkehr ausgenommen, da sonst die kurzen Messungen zu stark beeinflusst gewesen wären.

Tabelle 5.2: Sommer 2000; Beurteilungspegel während des Tages zeigt die Messergebnisse die zur Tageszeit also in den Stunden von 6.00 bis 22.00 aufgenommen wurden. Wie in der Tabelle ersichtlich konnte im Sommer 2000, zur Tageszeit keine Grenzwertüberschreitung festgestellt werden.

**Tabelle 5.2: Sommer 2000; Beurteilungspegel während des Tages**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	53,9	43,9	51,6	41,7	39,9	39	46,6	43,6	48,2
Bemerkungen	Impuls		Impuls						

Die folgende Tabelle 5.3: Sommer 2000; Beurteilungspegel während der Nacht, zeigt die Messwerte aus Messungen zwischen 22.00 und 6.00. Das Projekt im Sommer 2000 hatte eine andere Aufgabenstellung als die Diplomarbeit, deshalb fehlen Messwerte bestimmter Messpunkte zur Nachtzeit.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 45 dB) sind **rot** gekennzeichnet.

**Tabelle 5.3: Sommer 2000; Beurteilungspegel während der Nacht**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	57,8			40,4	40,6	42,3	40,7		40,5
Bemerkungen	Impuls								

### 5.3.4.2 Winter 2001

Während des Werkstillstandes im Februar 2001 erfolgte eine Messreihe, deren Ziel es war, durch längere Messungen an ausgewählten Messpunkten die ortsüblichen Schallimmissionen ohne Werksgeräusche festzustellen. Die Messungen wurden, wie in Kapitel 5.3.3: Bearbeitung der Messungen beschrieben, bearbeitet.

Zur Zeit der Messungen herrschten Temperaturen zwischen 2°C und 12°C, es lag keine Schneedecke.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 55 dB) sind **rot** gekennzeichnet.

**Tabelle 5.4: Februar; Beurteilungspegel während des Tages**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	51,5		56,1	50,7	56,5	46,7	47,1	53,7	48,7
Bemerkungen			Wind		Straßenverkehr				

Der in Tabelle 5.5: Februar; Beurteilungspegel während der Nacht angegebene Beurteilungspegel wurde aus der am stärksten belasteten ½ Stunde innerhalb der Messzeit gebildet.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 45 dB) sind rot gekennzeichnet.

**Tabelle 5.5: Februar; Beurteilungspegel während der Nacht**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	43,0		49,9	44,1	41,9	37,1	41,6		42,4
Bemerkungen			Wind						

### 5.3.4.3 Sommer 2001

Im Sommer 2001 wurde die letzte Messreihe durchgeführt. Sie diente zur nochmaligen Aufnahme der Immissionssituation bei Betrieb des Werks. Die Messungen wurden, wie in Kapitel 5.3.3: Bearbeitung der Messungen beschrieben, bearbeitet.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 55 dB) sind rot gekennzeichnet.

**Tabelle 5.6: Sommer 2001; Beurteilungspegel während des Tages**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	56,5	49,3	55,2	50,7	53,3	49,4	47,7	48,6	53,4
Bemerkungen	Impuls		Impuls						

Der in Tabelle 5.7: Sommer 2001; Beurteilungspegel während der Nacht angegebene Beurteilungspegel wurde aus der am stärksten belasteten ½ Stunde innerhalb der Messzeit gebildet.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 45 dB) sind rot gekennzeichnet.

**Tabelle 5.7: Sommer 2001; Beurteilungspegel während der Nacht**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	55,4	49	50,4	39,9	37,9	45,8	42,7	43,2	42,7
Bemerkungen	Impuls	Straßenverkehr	Impuls			Straßenverkehr			

#### 5.3.4.4 Grenzwertüberschreitungen

Grenzwerte sind grundsätzlich auf die jeweiligen Flächenwidmungen abgestimmt.  
Die folgenden Grenzwerte sind im Landesgesetzblatt für Niederösterreich 8000/4-0 festgelegt.

**Tabelle 5.8: Grenzwerte für die einzelnen Flächenwidmungen**

Widmung	Grenzwert/Beurteilungspegel [dB]	
	Tag	Nacht
Bau- und Wohnland	55	45
Bauland und Kerngebiet	60	50
Bauland und Betriebsgebiet	65	55
Bauland und Industriegebiet	70	60
Grünland und Landwirtschaft	55	45

Flächenwidmungsplan für den Raum Mannersdorf siehe Abbildung 5.3: Flächenwidmungsplan, eine Vergrößerung des Planes befindet sich im Anhang: 9.1: Flächenwidmungsplan und Werksschallplan.

Die Flächenwidmung der Messpunkte ist entweder Grünland und Landwirtschaft oder Bau- und Wohnland, also gelten für alle Messungen die gleichen Grenzwerte, tagsüber 55 dB und nachts 45 dB.

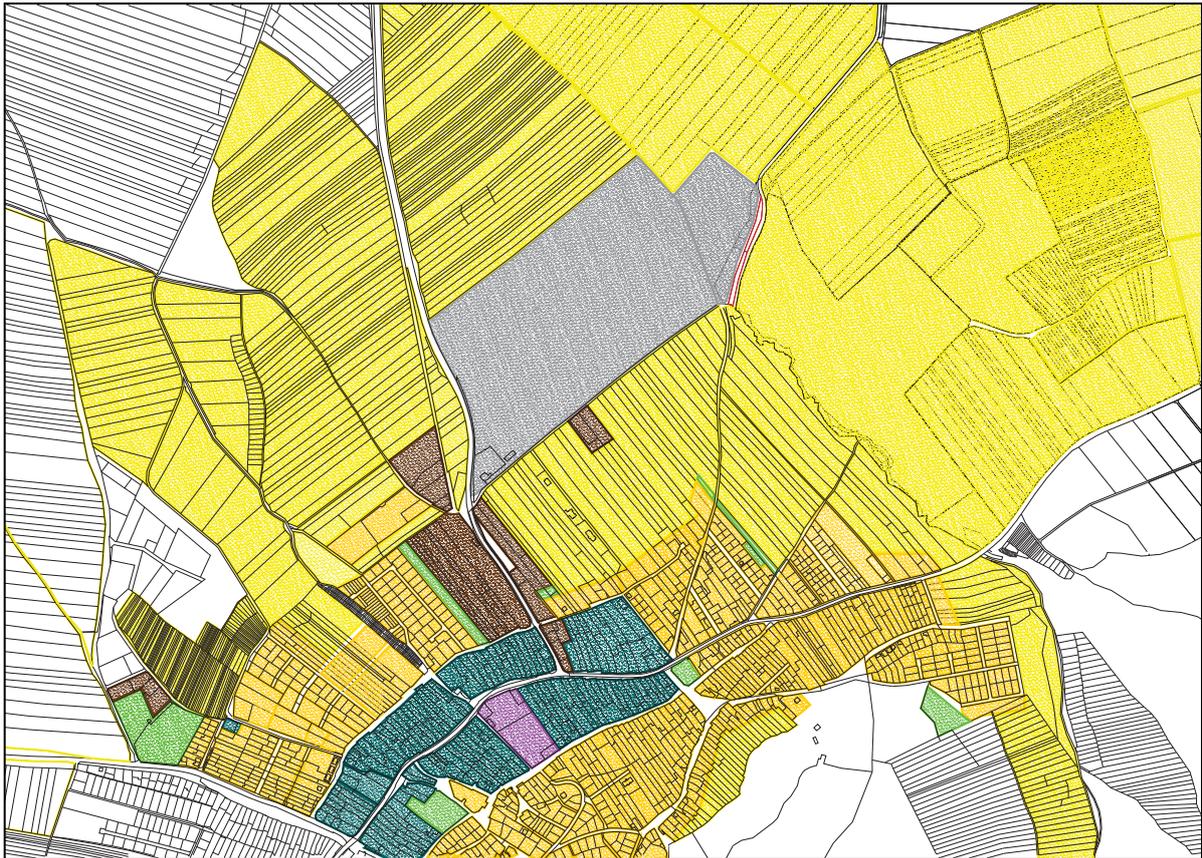


Abbildung 5.3: Flächenwidmungsplan

<b>BW</b> - Baul. & Wohn	<b>GF</b> - Forstg.
<b>BK</b> - Baul. Kerng.	<b>GL</b> - Grünl. & Landw.
<b>BB</b> - Baul. & Betriebsg.	<b>GS</b> - Sport
<b>BI</b> - Baul. & Industrie	<b>BA</b> - Baul. & Agrar

Abbildung 5.4: Legende des Flächenwidmungsplanes

Dem Zementwerk der Lafarge Permooser AG eindeutig zu zuschreibende Grenzwertüberschreitungen konnten an den Messpunkten A1 und B1 und auf Gebädefassaden entlang des Kalksteinförderbandes festgestellt werden. Die Überschreitungen bei A1 und B1 werden auch durch Impulszuschläge für die Impulse der Luftkanonen verursacht.

Am Punkt A2, B3 und C1 wird die Grenzwertüberschreitung durch den starken Straßenverkehr bedingt vergleiche Abbildung 5.13: Straßenverkehr Pegelschrieb der Messung NA2.

**Tabelle 5.9: Statistisch erhobene Reaktion der Öffentlichkeit auf Lärmimmissionen im Wohnbereich [ 5 ]**

Überschreitung des Grundgeräuschpegels durch den Beurteilungspegel [dB]	zu erwartende öffentliche Reaktion	
	Kategorie	Beschreibung
0	keine	keine Reaktion
5	wenig	vereinzelte Beschwerden
10	mittel	verbreitete Beschwerden
15	stark	Drohung mit Gemeinschaftsaktionen
20	sehr stark	Gemeinschaftsaktionen

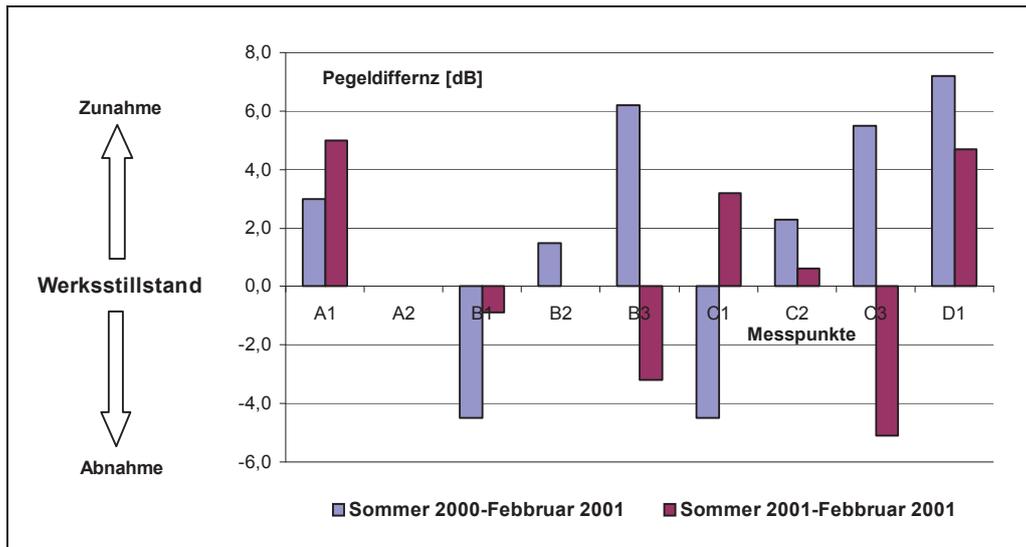
Im Bereich Mannersdorf liegen laut Auskunft des Umweltstadtrats Herrn Aschbacher vereinzelte Beschwerden vor. Sie betreffen die Umgebung der Dr. Eduart Richter Gasse und Hochleiten, weiters ist eine Beschwerde im Bereich der Tongrube bekannt, die sich aber verbunden mit der Staubproblematik darstellt.

#### 5.3.4.5 Vergleich der unterschiedlichen Messreihen

In diesem Kapitel soll der Einfluss des Werks auf seine Umgebung gezeigt werden, also der Unterschied zwischen Betrieb und Stillstand des Zementwerks der Lafarge Perlmöser AG. Um dies zu erreichen wurden die Messreihen vom Sommer 2000 und 2001 mit den Werten vom Februar 2001 verglichen.

Abbildung 5.5: Vergleich zwischen den Messreihen zeigt die Pegeldifferenzen der Messreihen an den einzelnen Messpunkten. Es ist anzumerken, dass für den Vergleich vom Sommer 2000 und Februar 2001 die Messungen vom Februar anders ausgewertet wurden, es musste nämlich, genauso wie bei der Messreihe von 2000, der Straßen- und Flugverkehrslärm ausgenommen werden.

Die Werte für die Bildung der Pegeldifferenz zwischen den Messwerten vom Sommer und Februar 2001 konnten den im Kapitel 5.3.4: Messergebnisse angeführten Tabellen entnommen werden. Fehlende Vergleichswerte bedeuten, dass die Differenz entweder gleich null ist, oder dass eine der beiden Messungen nicht durchgeführt wurde.



**Abbildung 5.5: Vergleich zwischen den Messreihen**

Eigentlich sollten alle Pegeldifferenzen positiv sein und es sollte eine Abnahme des Einflusses des Werks mit der Entfernung zu beobachten sein. Dies kann durch die Abbildung 5.5: Vergleich zwischen den Messreihen nicht bewiesen werden.

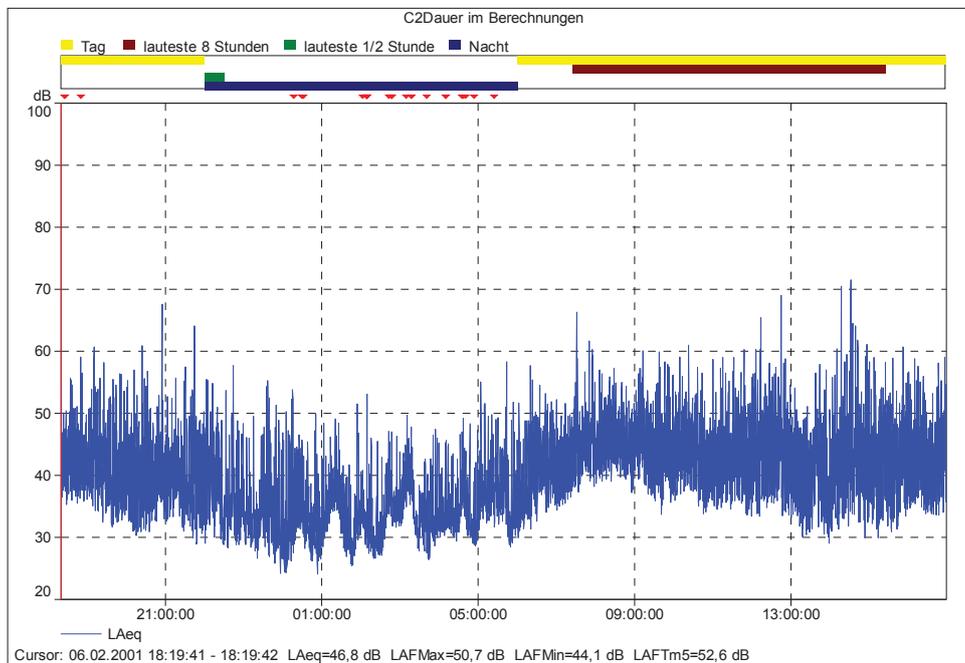
Als Gründe können folgende Punkte genannt werden:

- die Beeinflussung der Messungen durch unterschiedliche Windsituationen
- unterschiedliche ortsübliche Schallsituationen zu den verschiedenen Jahreszeiten
- Störungen der Messreihen durch Fremdgeräusche

#### 5.3.4.6 24 Stunden Messung

Während der beiden Messreihen 2001 wurde jeweils eine 24 Stundenmessung durchgeführt. Das Messgerät wurde zu diesem Zweck auf dem Balkon eines Lafarge Perlmöoser Mitarbeiters, mit Sichtkontakt zum Werk, in der Dr. Eduard-Richtergasse Nr. 19 aufgestellt, siehe Abbildung 5.1: Immissionsmesspunkte, Messpunkt C2. Während der Messung war das Messgerät unbeaufsichtigt.

Abbildung 5.6: Pegelschrieb der Dauermessung C2 im Februar 2001 zeigt den Pegelverlauf der 24-Stunden Messung im Februar 2001. Die, aus dieser Messung gewonnenen Werte sind in Tabelle 5.10: Messwerte der Dauermessung C2 im Februar 2001 angegeben. Da die Messung nicht beaufsichtigt werden konnte wurden keine Zuschläge addiert.

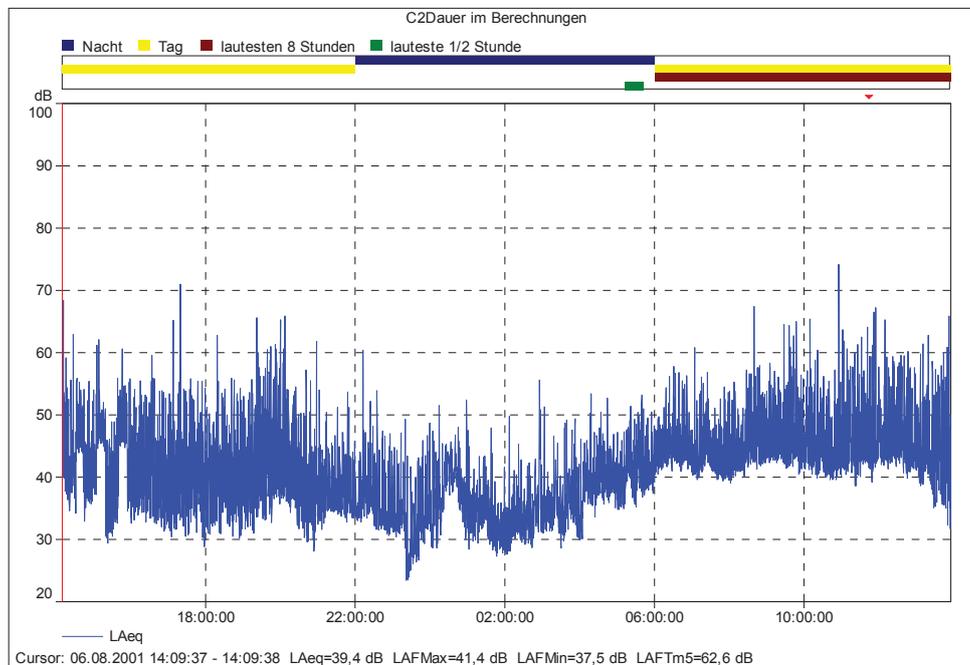


**Abbildung 5.6: Pegelschrieb der Dauermessung C2 im Februar 2001**

**Tabelle 5.10: Messwerte der Dauermessung C2 im Februar 2001**

	Datum	L <sub>r</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]	L <sub>A,95</sub> [dB]	L <sub>A,1</sub> [dB]
Tag: am stärksten belasteten 8 Stunden	07.02.2001	47,1	74,8	28,4	29,8	54,7
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	06.02.2001	41,6	62,4	28,3	29,8	54,7

Abbildung 5.7: Pegelschrieb der Dauermessung C2 im Sommer 2001 zeigt den Pegelverlauf der 24-Stunden Messung im Sommer 2001. Die, aus dieser Messung gewonnenen Werte sind in Tabelle 5.11: Messwerte der Dauermessung C2 im Sommer 2001 angegeben. Da die Messung nicht beaufsichtigt werden konnte wurden auch hier keine Zuschläge addiert.

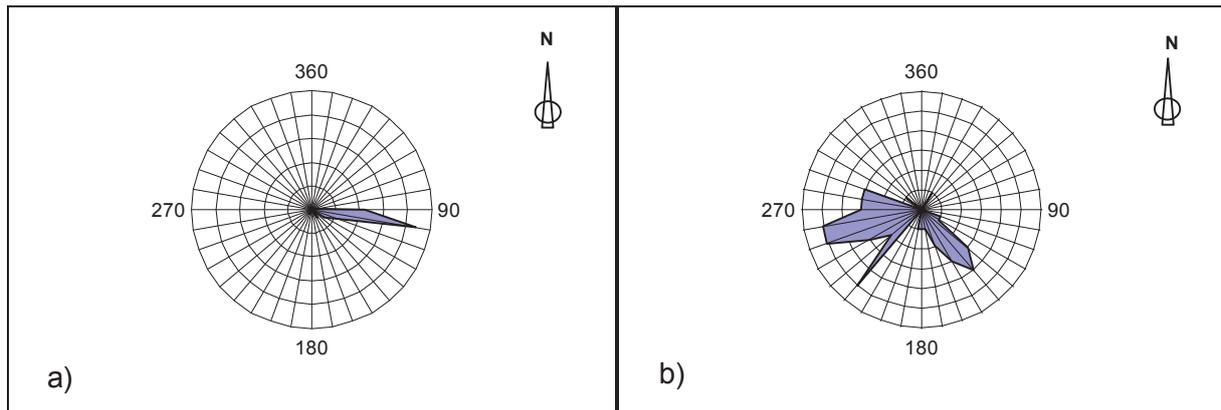


**Abbildung 5.7: Pegelschrieb der Dauermessung C2 im Sommer 2001**

**Tabelle 5.11: Messwerte der Dauermessung C2 im Sommer 2001**

	Datum	L <sub>r</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]	L <sub>A,95</sub> [dB]	L <sub>A,1</sub> [dB]
Tag: am stärksten belasteten 8 Stunden	07.08.2001	47,7	75,8	31,0	31,4	54,9
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	07.08.2001	42,7	55,2	34,4	31,4	54,9

Die geringen Pegelunterschiede zwischen den beiden Messungen lassen sich auf die zu dieser Zeit herrschende Windrichtung zurückführen. In Abbildung 5.8: Windrichtungsverteilung: a) Februar 2001 b) Sommer 2001 sind die Windrichtungsverteilungen an den beiden Messtagen angegeben. Man sieht, dass zu diesen Zeiten kein Mitwind, sondern Gegen- beziehungsweise Querwinde herrschen. Bei diesen Windsituationen und einer Entfernung vom Werk von zirka 0,8 km ist der Einfluss des Zementwerks auf die Schallimmissionen eher gering.



**Abbildung 5.8: Windrichtungsverteilung: a) Februar 2001 b) Sommer 2001**

## 5.4 Einflüsse auf die Schallmessungen

*Verwendete Literatur:* [ 8 ]

Einen großen Einfluss auf die, zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelten Pegelwerte, haben die Schallausbreitungsbedingungen während der Messung. Sie werden, neben den topografischen Verhältnissen und der Beschaffenheit der Erdoberfläche (Bewuchs und Bebauung) wesentlich von den Wetterverhältnissen bestimmt. Besonders bei größeren Abständen zum Emissionsort stellen die Messwerte ein Abbild des Zustandes des Übertragungsmediums dar. Bei Messungen in einer Entfernung von mehr als 100 m können unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen am selben Messort zu erheblichen Pegelunterschieden führen und somit die Reproduzierbarkeit der Messungen erheblich einschränken.

### 5.4.1 Topographie

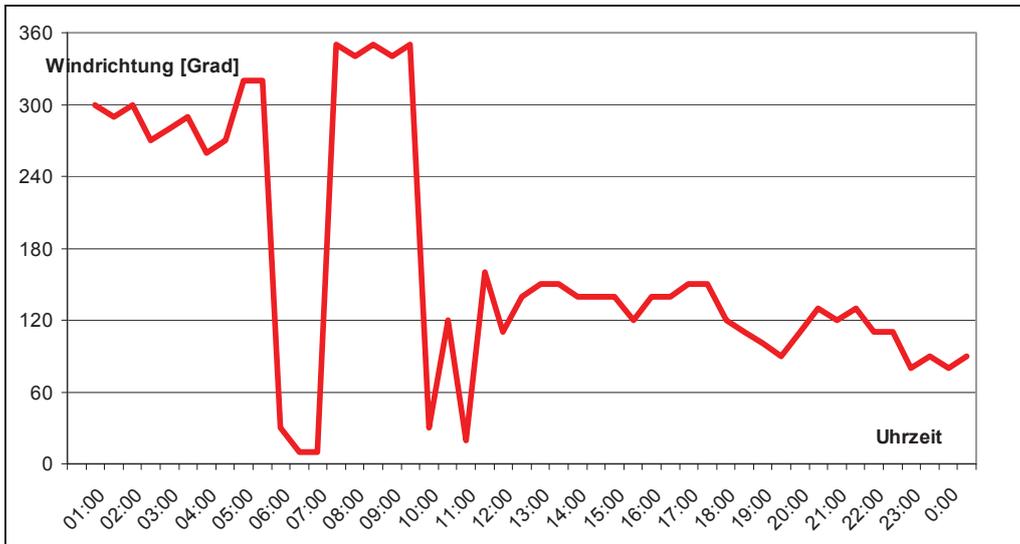
In Mannersdorf herrscht, durch die Ausläufe des Leithagebirge, Hanglage. Durch das Ansteigen des Geländes wird die Schirmwirkung der vorgelagerten Gebäude verhindert. Aus diesem Grund wurden Messpunkte auch in größerer Entfernung zum Werk gewählt, die, bedingt durch ihre höhere Lage, Sichtkontakt zum Emissionsort haben.

### 5.4.2 Meteorologie

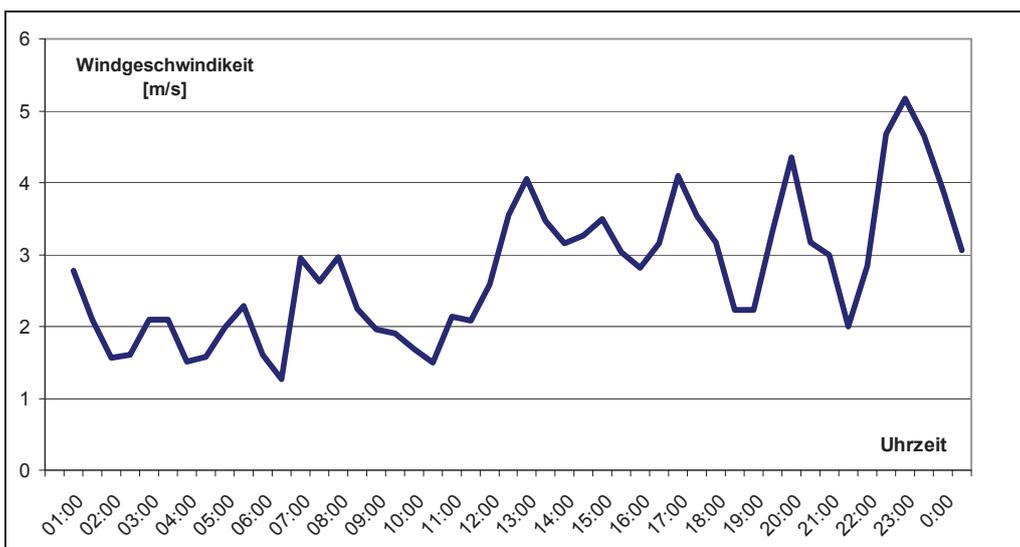
Nach Untersuchungen, die im Rahmen des Seibersdorf Reports: Messungen der Immissionsbeiträge des Zementwerks Mannersdorf [ 9 ] durchgeführt wurden, gilt die Messstation der Niederösterreichischen Landesregierung in Stixneusiedl (zirka 8,3 km vom Werk entfernt) als repräsentativ für die Windverhältnisse in Mannersdorf. Aus diesem Grund konnten die Werte, die von dieser Messstation in Form von Halbstundenmittelwerten zur Verfügung gestellt wurden zu den folgenden Auswertungen herangezogen werden.

**5.4.2.1 Wind**

Die Windverhältnisse, also Windstärke und besonders Windrichtung sind für die Schallausbreitung über größere Entfernungen die entscheidenden meteorologischen Einflussgrößen. In Mannersdorf herrschen sehr unterschiedliche Windsituationen, wie Abbildung 5.9: Verteilung der Windrichtung am 19.07.2001 und Abbildung 5.10: Verteilung der Windgeschwindigkeit am 19.07.2001 zeigt. Das Beispiel soll den Wechsel der Windrichtungen und der Windgeschwindigkeiten im Laufe eines Tages verdeutlichen.



**Abbildung 5.9: Verteilung der Windrichtung am 19.07.2001**



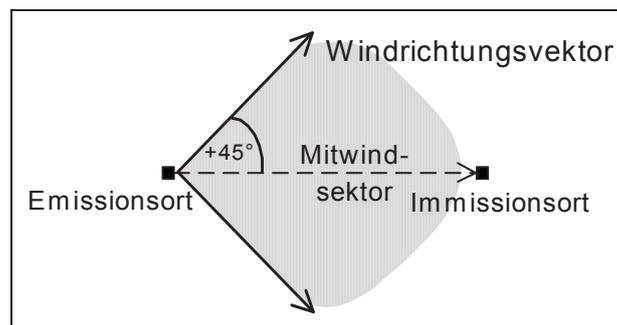
**Abbildung 5.10: Verteilung der Windgeschwindigkeit am 19.07.2001**

Die Auswirkungen von Wind äußern sich vor allem durch folgende Störeffekte:

- ungleichmäßige Schallausbreitung
- Störpegel am Mikrofon
- Blätterrauschen

### Ungleichmäßige Schallausbreitung

Es gibt Windsituationen, welche die Schallausbreitung begünstigen, sogenannte Mitwindwetterlagen. Darunter versteht man Wetterlagen, bei denen die Schallstrahlrichtung und der Windrichtungsvektor maximal einen Winkel von  $\pm 45^\circ$  einschließen siehe Abbildung 5.11: Mitwindsektor. Weiters darf die Windgeschwindigkeit 3 m/s nicht übersteigen.



**Abbildung 5.11: Mitwindsektor**

Die Mitwindsituation gilt für den betreffenden Immissionsort als vorherrschend, wenn sie im Jahresmittel über 25% der Tage besteht.

Dieses Kriterium trifft auf die meisten im Ort Mannersdorf gelegenen Messpunkte (B1, B2, B3, C1, C2, C3) zu. Wenn mehrere Messungen an einem Messort durchgeführt wurden, wurde versucht jene Messung auszuwählen, die bei Mitwind Wetterlage aufgenommen wurde.

Aus folgenden Gründen war es sehr schwierig alle Messungen bei Mitwindsituation durchzuführen:

- keine Wettermessstation in nächster Umgebung, das heißt die Wetterdaten konnten erst nachträglich abgerufen werden
- begrenzte Messzeit, besonders die Februarmessreihe war auf den Werksstillstand begrenzt
- Schlechtwetterperioden, bei Regen beziehungsweise zu starkem Wind waren Messungen nicht sinnvoll
- Berücksichtigung der saisonalen Gegebenheiten, Arbeiten jeglicher Art (wie Bautätigkeit oder Feldarbeit) aber auch die heimische Tierwelt (Grillen) hatten Einfluss auf die Wahl der Messzeiten

Alle anderen Windsituationen (Quer- und Gegenwind) wirken der Schallausbreitung entgegen. Wenn Gegenwind vorherrscht kann sogar, je nach Abstand und Höhe eine Pegelerniedrigung von über 20 dB registriert werden.

Den ungefähren Schwankungsbereich der A-Schallpegel, gemessen an Immissionsorten in verschiedenen Abständen von großflächigen Industrieanlagen bei unterschiedlichen Windrichtungen, zeigt Abbildung 5.12.

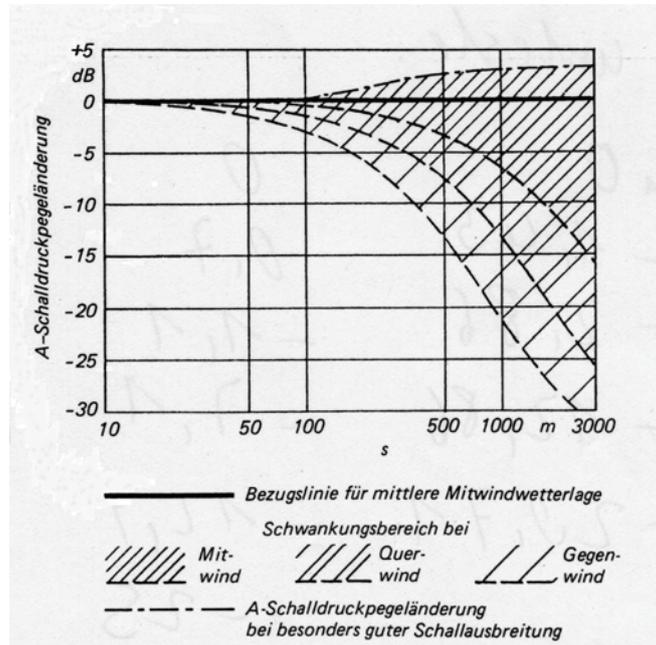


Abbildung 5.12: Pegelschwankungsbereiche bei unterschiedlichen Windrichtungen [ 10 ]

### Störpegel am Mikrofon

Wind verursacht nicht nur eine ungleichmäßige Schallausbreitung, es kommt auch zu Wirbeleffekten am Mikrofon, die bei höheren Windgeschwindigkeiten zu nennenswerten Störpegeln führen können.

Diese Störeffekte können auch bei Verwendung eines Windschirms nicht völlig ausgeschaltet werden, wie Tabelle 5.12 zeigt.

Tabelle 5.12: Störgeräusche am Mikrofon infolge von Windgeschwindigkeiten [ 1 ]

Windgeschwindigkeit am Mikrofon [m/s]	Schallpegel des durch Wind erzeugten Störgeräusches [dB (A)]
2	31
3	36
4	42
5	47
6	51

### **Blätterrauschen**

Das von Bäumen beziehungsweise sonstiger Vegetation verursachte Störgeräusch kann so stark sein, dass eine Messung zu diesem Zeitpunkt keine sinnvollen Ergebnisse liefert. Herrschte während der Messreihen starker Wind, wurden daher keine Messungen durchgeführt.

#### **5.4.2.2 Temperatur**

*Verwendete Literatur:* [ 8 ]

Bei Ausbildung von Temperaturunterschieden und Temperatursprüngen kann sich der Schallpegel am Immissionsort erheblich, bei an sich konstanter Geräuschabstrahlung, ändern. Bei starker Sonneneinstrahlung wird der sonst über den Boden abgestrahlte Schallanteil nach oben gebeugt, so dass der Schalldruck erheblich schneller mit zunehmender Entfernung abnimmt, als nach der geometrischen Schallausbreitung zu erwarten wäre. Dagegen kann bei Ausbildung von Inversionswetterlagen eine Beugung der Geräuschemissionen zu einer Pegelerhöhung führen. Da in Mannersdorf die Windsituation den stärksten Einfluss auf die Messergebnisse hat und während der Messreihen keine Extremtemperaturen auftraten, wurde die Temperatur in den Messergebnissen nicht berücksichtigt.

#### **5.4.2.3 Luftfeuchtigkeit**

*Verwendete Literatur:* [ 8 ]

Die Luftfeuchtigkeit hat ebenfalls einen, wenn auch geringen Einfluss auf die Schallausbreitung. Bei niedriger Luftfeuchte erhöht sich die Schallabsorption der Luft, während sie bei hoher Luftfeuchte abnimmt. Da die Pegeländerungen erheblich unter denen liegen, die von anderen meteorologischen Parametern verursacht werden, wurden sie nicht berücksichtigt.

#### **5.4.2.4 Regen beziehungsweise Schnee**

Die meteorologische Situation soll für den Messort repräsentativ sein, deshalb sind Messungen bei Nebel, Schnee und Regen nicht sinnvoll. Weiters wird die Messung zu stark von diesen Wetterlagen beeinflusst.

#### **5.4.2.5 Landwirtschaft und Bewuchs**

Da Mannersdorf in ländlichem Gebiet liegt, machen landwirtschaftliche Nutzflächen einen großen Teil der Flächenwidmung aus.

Wie aus dem Flächenwidmungsplan, siehe Abbildung 5.3, ersichtlich ist sind die direkt ans Werk anschließenden Flächen zumeist Felder. Um die Beeinträchtigung der Anrainer durch den Betrieb bewerten zu können, wurden die Messorte eher in der Nähe von Wohngebieten gewählt.

## Landwirtschaft

Besonderst auf die Wahl der Messzeiten hatte die Landwirtschaft Einfluss. In den Sommermonaten musste darauf geachtet werden, dass die Messungen nicht zu stark durch Feldarbeiten beeinträchtigt werden. Der Beginn von Arbeiten direkt neben dem Messgerät führte zum Abbruch der Messung.

## Bewuchs

*Verwendete Literatur:* [ 8 ]

Führt der Ausbreitungsweg von Schallwellen durch Bewuchs kommt es zur Schallstreuung an Stämmen, Ästen und Blättern in Verbindung mit Absorption durch den aufgelockerten Boden. Das Ausmaß der Dämpfung ist abhängig von der Art und Dichte des Bewuchses und seiner Ausdehnung. Man kann jedoch sagen, dass eine Schalldämpfung nur dann gegeben ist, wenn die Schallausbreitung durch blickdichte Vegetation erfolgt, die mindestens 1 Meter höher als der Schallweg ist und eine Ausdehnung von mindestens 50 Metern aufweist. Durch die topografischen Gegebenheiten in Mannersdorf ist das Bewuchsdämpfungsmaß von keiner Bedeutung für die Auswertungen.

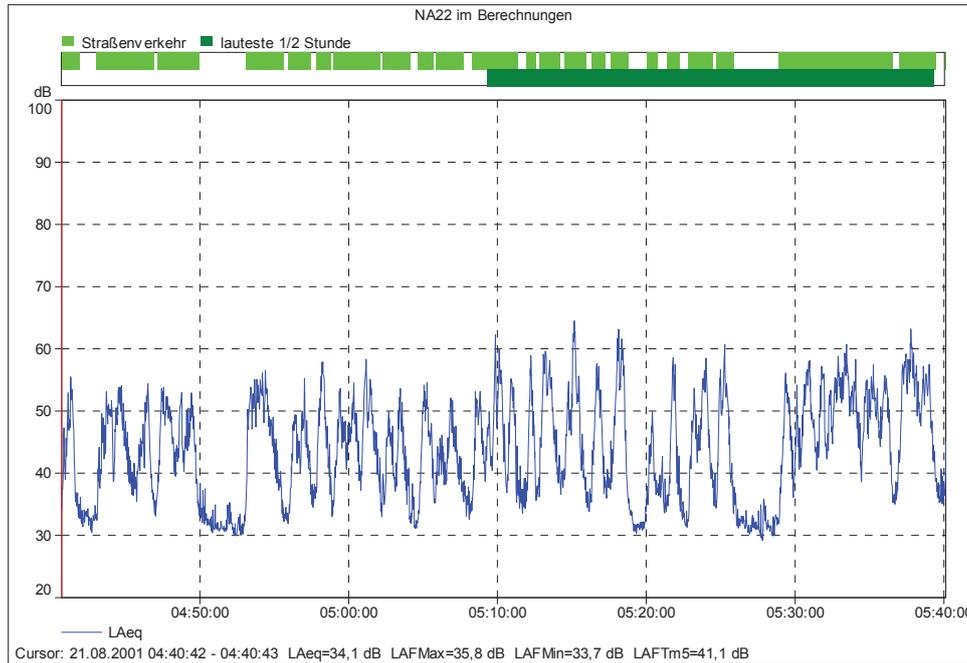
Die Vegetation hatte trotzdem Einfluss auf die Messungen. Durch den fast immer herrschenden Wind wurden die Messwerte durch Blätterrauschen beeinträchtigt, weshalb bei der Wahl der Messzeiten auch dieser Umstand berücksichtigt werden musste.

### 5.4.2.6 Straßenverkehr

Im Raum Mannersdorf herrscht reges Verkehrsaufkommen. Auch während der Nachtstunden kommt es zum Teil zu erheblichem PKW-Verkehr, besonders in den frühen Morgenstunden ab zirka 04.30 ist ein Ansteigen zu beobachten. Der vom Zementwerk durch den Schichtwechsel verursachte Personenverkehr findet um 5.00, 13.00 und 21.00 statt. Er fällt jedoch nicht ins Gewicht, da es sich dabei um durchschnittlich 20 PKWs handelt. Die restlichen Mitarbeiter finden sich in der Zeit von 6.00 bis 9.00 im Werk ein, was ebenfalls zu keiner messbaren Steigerung des Verkehrsaufkommens führt.

Während des Tages wird der ortsübliche Straßenverkehr, auf Grund diverser gewerblicher Betriebe inklusive des Zementwerks, durch LKW-Verkehr verstärkt. Der An- und Abtransport der Roh- und Brennstoffe beziehungsweise der Produkte erfolgt meist ab 5.00.

Nachstehende Messung zeigt das Verkehrsaufkommen am Messpunkt A2, am 21.08.2001, um 04:40:42, es handelt sich hierbei hauptsächlich um PKW-Verkehr. Die Straße ist von diesem Messpunkt zirka 40 m entfernt.



**Abbildung 5.13: Straßenverkehr Pegelschrieb der Messung NA2**

Die in Tabelle 5.13: Einfluss des Straßenverkehrs angegebenen Werte stammen aus der gleichen Messung. Es wurde zum Vergleich mit und ohne Marken ausgewertet.

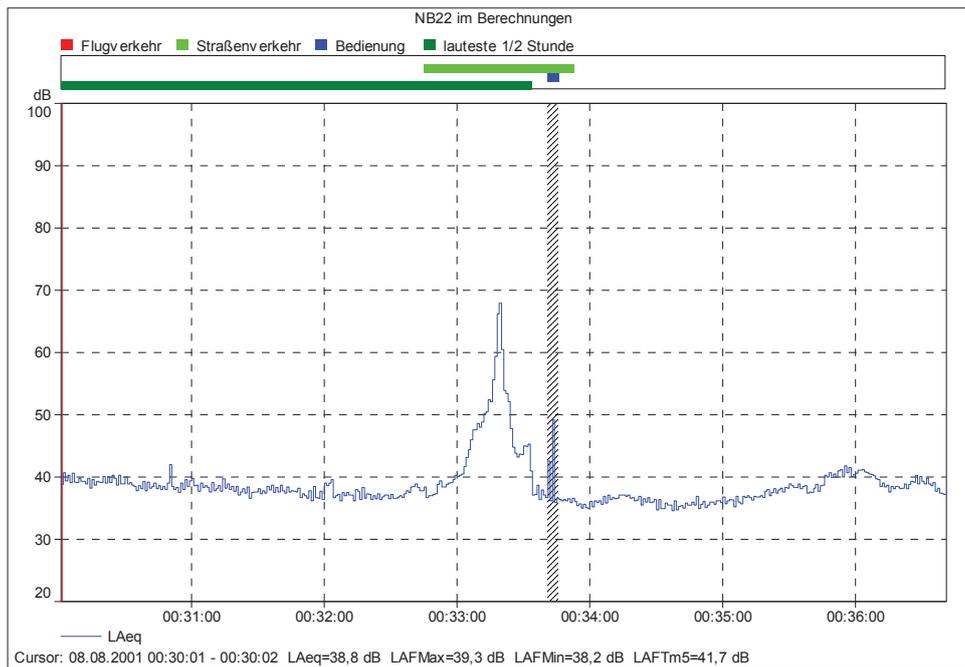
**Tabelle 5.13: Einfluss des Straßenverkehrs**

	Datum	L <sub>r</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]
ohne Straßenverkehr	21.08.2001	34,1	44,8	29,4
mit Straßenverkehr	21.08.2001	49,8	66,0	28,8

Man sieht, dass die Überschreitung des Grenzwertes (45 dB) durch den Straßenverkehr verursacht wird.

Nahe an Wohnsiedlungen gelegene Messpunkte wurden auch durch Anrainerverkehr gestört, welcher meist direkt am Messgerät vorbeiführt.

Nachstehende Abbildung 5.14 (hellgrüne Markierung) zeigt ein Beispiel für einen Peak, den ein vorbeifahrender PKW erzeugen kann.



**Abbildung 5.14: PKW**

Die Werte die dieser Peak liefert sind in Tabelle 5.1 angegeben.

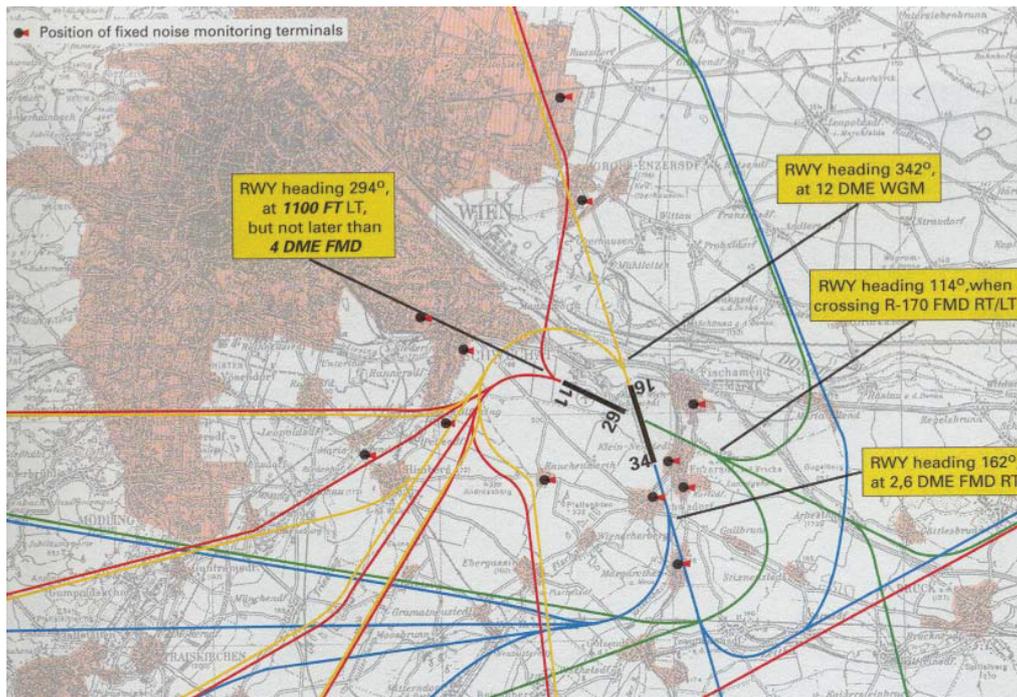
**Tabelle 5.14: PKW**

	Datum	Dauer	L <sub>A,eq</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]
Straßenverkehr	08.08.01	0:00:43	55,3	70,1	34,9

### 5.4.2.7 Flugverkehr

Die verwendeten Daten und Abbildungen stammen von der für Umweltfragen zuständigen Abteilung des Flughafens Wien Schwechat.

Die Flugbewegungsaufteilung richtet sich nach den jeweils herrschenden Windverhältnissen, da das Flugzeug immer gegen den Wind starten und landen muss. Abbildung 5.15 gibt einen Überblick über die Pisten des Flughafens Wien Schwechat, die verwendeten Bezeichnungen wurden übernommen.



**Abbildung 5.15: Pisten des Flughafens**

Bei der, laut Kapitel 5.4.2.1 vorherrschenden Wetterlage, also nord-westliche Winde erfolgen die Starts in Richtung Schwechat (Piste 29) und die Landungen über Margarethen/Moos in Richtung Flughafen (Piste 34) beziehungsweise Kleinneusiedl (Piste 29). In der Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr) werden Landungen in Richtung Piste 34 wenn möglich vermieden.

Besonders Landungen auf Piste 34, beeinträchtigen die Messungen in Mannersdorf, da die Flugzeuge in der letzten Phase des Landeanflugs eine bestimmte, immer konstanten Flugbahn einhalten müssen, welche an Mannersdorf im Abstand von zirka 2 km in einer Höhe von zirka 450 m ( $\pm 30$  m) vorbeiführt, siehe Abbildung 5.16: Landeanflug, rote Markierung.

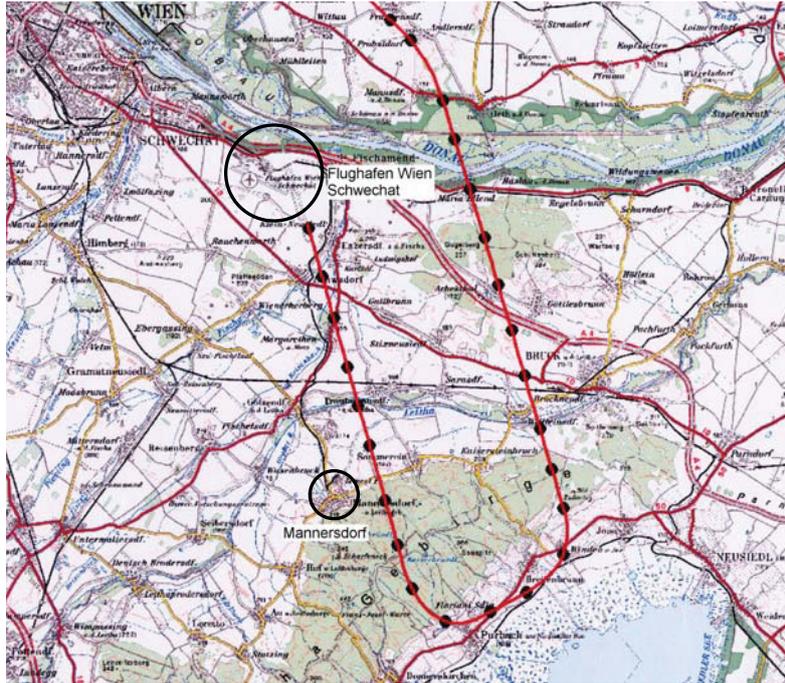


Abbildung 5.16: Landeanflug

Die Anzahl Landungen auf Piste 34, deren Flugbahn an Mannersdorf vorbei führt hat in den letzten Jahren zugenommen, diese Entwicklung zeigt Abbildung 5.17: Landungen auf Piste 34. Im Jahre 1999 fand eine Sperre der Piste 34 und 16 statt, was die niedrige Anzahl von Landungen erklärt.

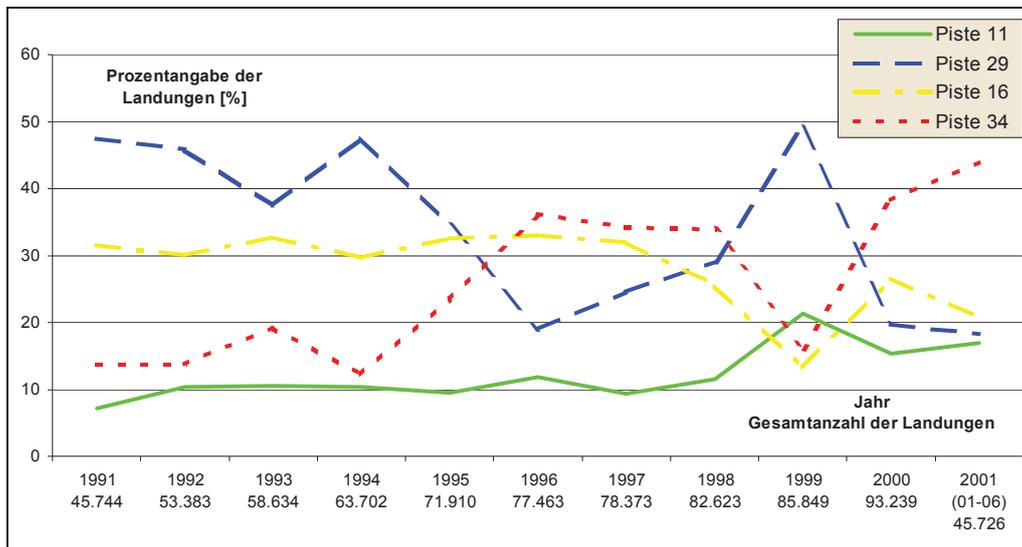
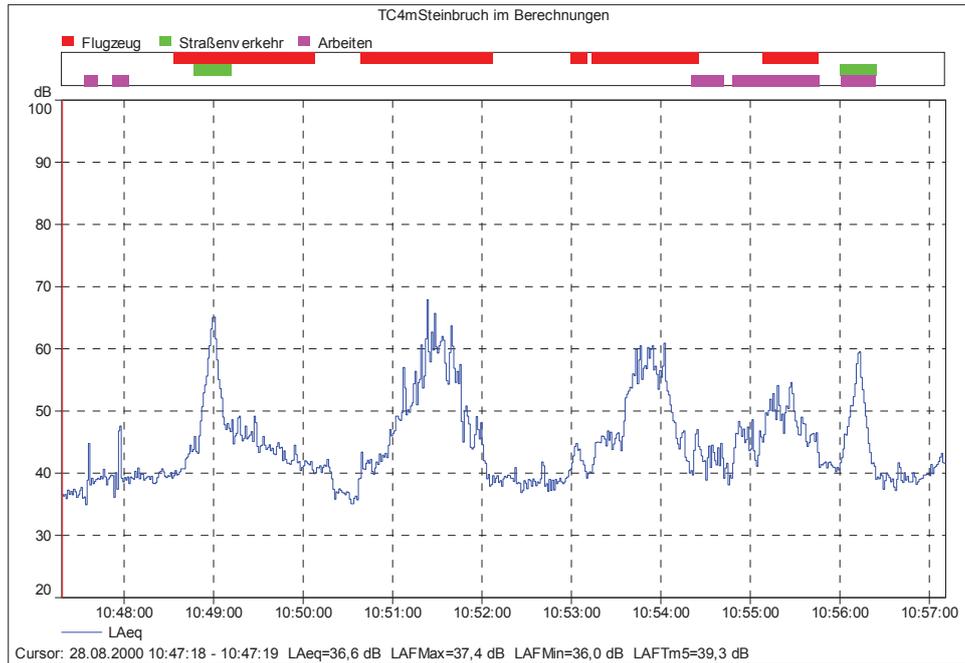


Abbildung 5.17: Landungen auf Piste 34

Unter den Jahresangaben befinden sich die Gesamtzahlen der Landungen, welche sich in den Jahren 1991 bis 2000 mehr als verdoppelt haben.

Durchschnittlich kann man mit zirka 253 Landungen pro Tag rechnen, wobei bei Landungen auf Piste 34 vorbeifliegende Flugzeuge Peaks wie in Abbildung 5.18 (rote Markierungen), verursachen können.



**Abbildung 5.18: Flugzeuge**

In Tabelle 5.15 sind die Werte des zweiten Peaks von links angegeben.

**Tabelle 5.15: Flugzeuge**

	Datum	Dauer	L <sub>A,eq</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]
Straßenverkehr	28.08.00	0:01:29	56,2	72,3	37,1

Die Flugbahn bei Starts führt nur dann über Mannersdorf, wenn es der Ort in Richtung der Zieldestination des Fluges liegt. Steigflüge beeinträchtigen Mannersdorf jedoch nicht so stark, da sich die Flugzeuge beim Überflug in größerer Höhe befinden. Ein Beispiel für einen Start von Piste 29 gibt Abbildung 5.19: Start, blaue Markierung. Die Flugbahn führt in einer Entfernung von 473 m und einer Höhe von 2,6 km an Mannersdorf vorbei.

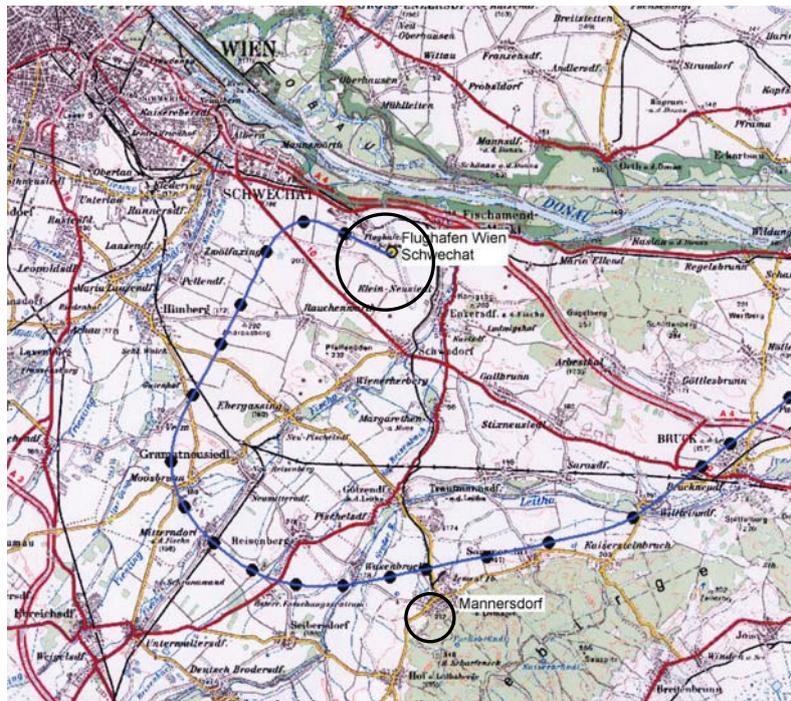


Abbildung 5.19: Start

### 5.4.2.8 Zugverkehr

Der Anschluss an das Bahnnetz der ÖBB wird vom Werk für den Gütertransport genutzt. Dieser wird zu zirka 10% über dieses Verkehrsmittel abgefertigt. Die Anlieferung der Roh- und Brennstoffe sowie der Abtransport der Produkte und der leeren Waggons erfolgt durchschnittlich 3 mal am Tag in der Zeit von 8.00 bis zirka 17.00. Die Züge fahren, aus Richtung Götzendorf kommend, in den Bahnhof ein und werden anschließend auf das Werksgelände geschoben.



Abbildung 5.20: Schienenführung

Der Schienenstrang hat in Mannersdorf ein totes Ende, wie man in Abbildung 5.20: Schienenführung sieht.

## 6 Ist-Situation emissionsseitig

Die Notwendigkeit von Emissionsmessungen an Anlagenteilen, die schalltechnisch im Hinblick auf spätere Maßnahmen zur Lärminderung interessant erschienen, wurden durch verschiedene Punkte begründet:

- subjektive Bewertung während der Immissionsmessungen, das heißt eindeutige Identifizierung der Schallquelle aus der Entfernung
- Sichtkontakt zum Emissionspunkt beziehungsweise besonders exponierte Lage
- Erfahrungswerte der Mitarbeiter
- Frequenzanalysen
- Beschwerden der Anrainer
- Identifizierung als besonderst lautes Gebiet, siehe Abbildung 6.1: Werksschallplan
- als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen

Aus Gründen der Vereinfachung wurden folgende Annahmen und Einschränkungen getroffen:

- die Phänomene der Abschirmung durch Gebäude und der Reflexion an Hindernissen wurden, besonders im inneren Bereich des Zementwerks, nicht berücksichtigt
- es wurde eine Auswahl aus den unzähligen Schallquellen des Werks getroffen, wobei versucht wurde, jene Quellen genauer zu untersuchen, die den größten Emissionsanteil liefern beziehungsweise durch ihre Häufigkeit auffallen.

Die oben genannten Annahmen und Einschränkungen könnten zu Fehlern in den Schlussfolgerungen führen, da die nicht betrachteten Schallquellen auch einen Beitrag zu den Immissionen leisten.

Konnte bei Grenzwertüberschreitungen die Ursache nicht eindeutig festgestellt werden, wurde versucht, die Quellen mit der höchsten Schalleistung zu finden, die in Richtung des Messpunktes abstrahlen. Anschließend wurden Ausbreitungsrechnungen gemäß Kapitel 2.2.4: Ausbreitungsrechnung, durchgeführt, um den Beitrag dieser Schallquellen am Immissionsort bestimmen zu können.

Die Einstellungen am Messgerät unterschieden sich zu den Immissionsmessungen durch:

- Protokollperioden „kurz“ (1ms)
- Bewertung „L“ (unbewertet)

Die Messdauer wurde an das Schallereignis angepasst, sodass die typische Charakteristik des Geräuschs erfasst werden konnte.

Die Bestimmung des Schalleistungspegels erfolgte nicht nach dem in Kapitel 2.1.3: Größen zur Beschreibung der Schallemission, beschriebenen Verfahren, sondern wurde stark vereinfacht durchgeführt. Es wurde, wenn das abgestrahlte Geräusch über die Abmessungen des Aggregats nicht konstant war, in einer Entfernung von zirka einem Meter, der Schalldruckpegel bestimmt. Aus technischen Gründen konnte meist nicht die ganze Hüllfläche erreicht werden. Die erhaltenen Ergebnisse wurden gemittelt und als Ausgangswerte für Ausbreitungsrechnungen verwendet.

## 6.1 Werk

Im Rahmen des Projekts im Sommer 2000 wurden Schallpegelmessungen am Betriebsgebiet des Zementwerks durchgeführt und als Isolinien in einen Werksplan eingezeichnet. Dieser Plan wird im Folgenden „Werksschallplan“ genannt, siehe Abbildung 6.1. Eine Vergrößerung dieses Plans befindet sich im Anhang 9.1: Flächenwidmungsplan und Werksschallplan. Bei der Erstellung wurde das Werksgelände entlang eines Rasters vermessen um Linien gleicher Schallemission beziehungsweise Immission zu bestimmen und somit Stellen mit besonders hohen dB-Werten zu identifizieren. Der Plan zeigt die Situation in zirka 1,5 m Höhe. Schallquellen die sich in größerem Abstand zum Boden befinden wurden nicht erfasst.

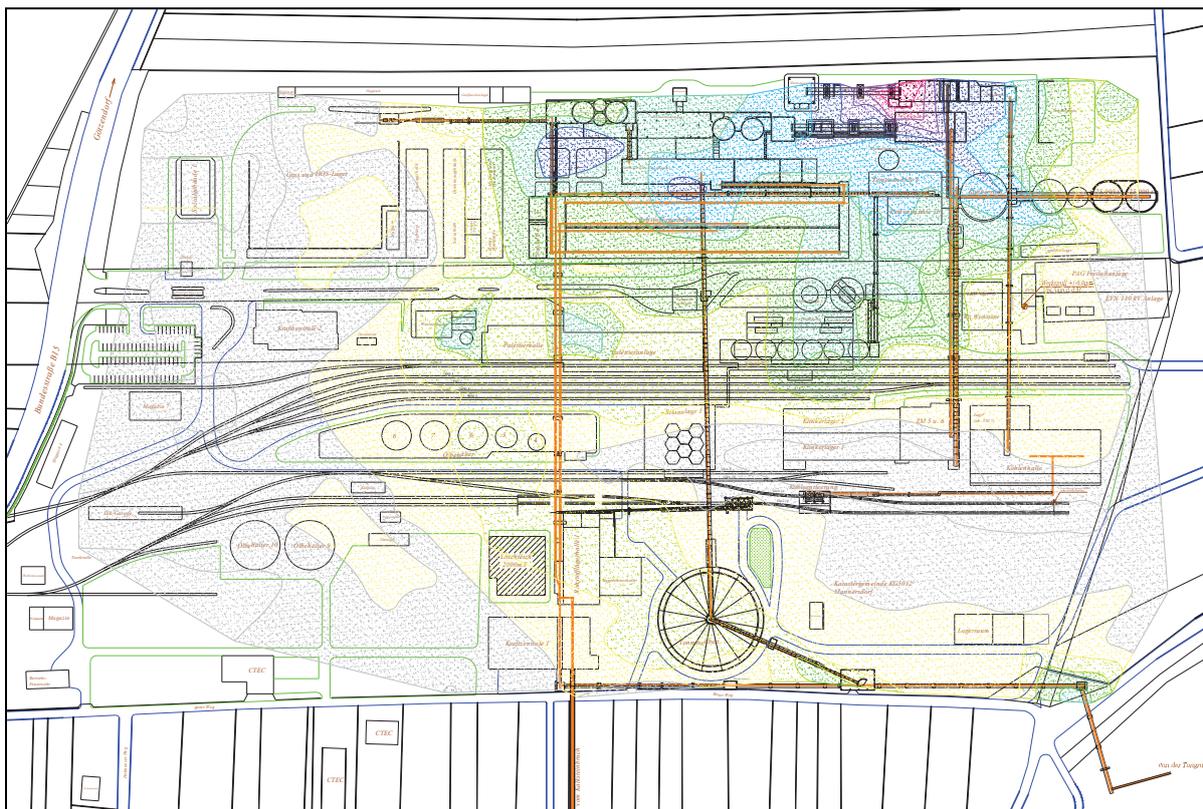


Abbildung 6.1: Werksschallplan

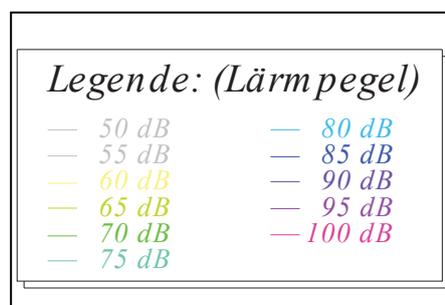
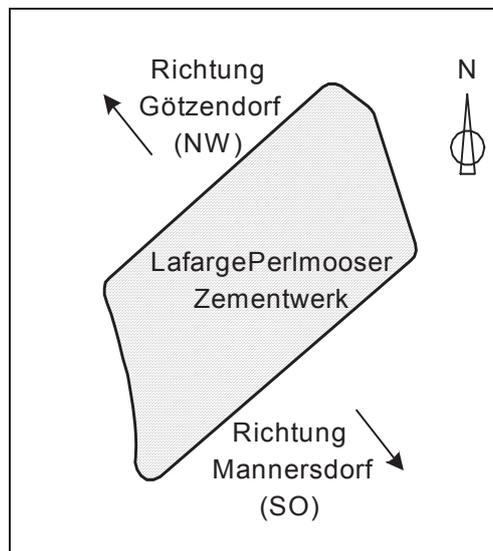


Abbildung 6.2: Legende des Werksschallplanes

Deutlich sind die hohen Lärmpegel im Bereich des Drehrohrofens, welche besonders die Immissionen in Richtung Götzendorf (NW) beeinflussen, siehe Abbildung 6.4: Richtung Götzendorf.

Vergleicht man dazu die Messwerte an der Betriebsgrenze in Richtung Mannersdorf (SO) erkennt man, dass sich dort nur wenige Schallquellen befinden, hochliegende Quellen haben aber, trotz ihrer größeren Entfernung, teils erheblichen Einfluss auf die Schallimmissionen, siehe Abbildung 6.5: Richtung Mannersdorf. In dieser Abbildung sieht man auch einen Abschnitt des Kalksteinförderbandes, welches im weiteren Verlauf durch Mannersdorf geführt wird.

Obwohl die Schallabstrahlung des Zementwerks nach allen Seiten erfolgt, wurden hauptsächlich die Gebiete nordwestlich und südöstlich des Werks untersucht, siehe Abbildung 6.3: Lageplan des Zementwerks. Dies geschah nicht nur weil der SO am stärksten besiedelt ist, sondern auch da sich in Richtung NO nur landwirtschaftliche Nutzflächen befinden und der SW durch die Schirmwirkung vorgelagerter Gebäude und durch Abdeckung des Wärmetauscherturms, weitgehend geschützt ist.



**Abbildung 6.3: Lageplan des Zementwerks**



**Abbildung 6.4: Richtung Götzendorf**



**Abbildung 6.5: Richtung Mannersdorf**

Die nachfolgenden Kapitel beschäftigen sich mit Bereichen hoher Lärmemission. Es wurde versucht die Schallquellen mit der höchsten Schalleistung zu identifizieren und anschließend durch technische Maßnahmen zur Lärminderung zu sanieren.

### 6.1.1 Bereich Drehrohrofen

Zum Bereich des Drehrohrofen zählt neben dem Ofen und der Mantelkühlung auch das Auslaufgebäude mit den sich darin befindenden Lärmquellen, siehe Abbildung 6.6: Bereich Drehrohrofen.

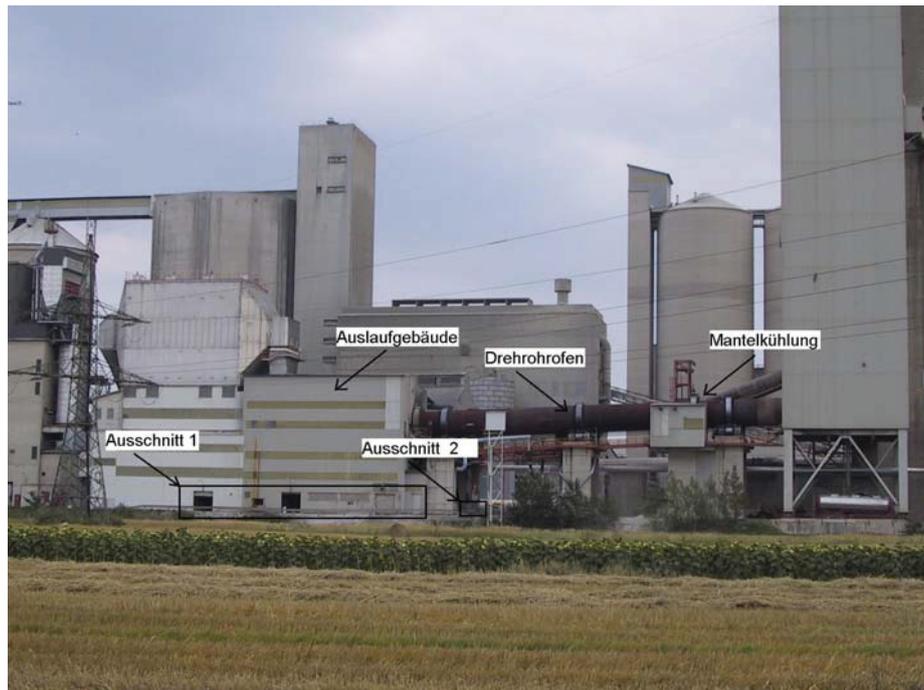


Abbildung 6.6: Bereich Drehrohrofen



Abbildung 6.7: Ausschnitt 1



Abbildung 6.8: Ausschnitt 2

Dieser Teil des Zementwerks hat besonders starken Einfluss in Richtung Götzensdorf, da sich der Lärm ungehindert ausbreiten kann. Mannersdorf ist weitgehend durch die Schirmwirkung der dazwischen liegenden Gebäude geschützt.

Durch subjektive Beurteilung konnten folgende Schallquellen als besonders laut eingestuft werden:

- Ansaugöffnungen, siehe Abbildung 6.7
- offene Tore, siehe Abbildung 6.7
- Ventilatoren, siehe Abbildung 6.8
- Gebläse im Bereich der Mantelkühlung, siehe Abbildung 6.9
- offene Tür, siehe Abbildung 6.10



**Abbildung 6.9: Gebläse**



**Abbildung 6.10: offene Tür**

In diesen Bereichen wurden Emissionsmessungen durchgeführt, die als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen dienten. Die Berechnungen wurden stark vereinfacht (ideale Ausbreitungsbedingungen) durchgeführt, siehe Kapitel 2.2.4. In Tabelle 6.1: Ausbreitungsrechnungen Bereich Drehrohrofen sind die Ergebnisse, also die energetisch addierten Schalleistungspegel der Schallquelle und Schalldruckpegel am Immissionsort angeführt. Die Werte bezeichnen den Immissionswert am nächstgelegenen Messpunkt, hier A1 in einer Entfernung von 500 Metern.

**Tabelle 6.1: Ausbreitungsrechnungen Bereich Drehrohrofen**

	Schalleistungspegel [dB]	Schalldruckpegel 500m [dB]
Ansaugöffnungen Abbildung 6.7	105	40
offenes Tor Abbildung 6.7	91	26
Ventilatoren Abbildung 6.8	104	39
Gebläse im Bereich der Mantelkühlung Abbildung 6.9	119	54
offene Tür Abbildung 6.10	111	46

### 6.1.2 Bereich Wärmetauscharturm

Zum Bereich Wärmetauscharturm gehören alle im Turm untergebrachten Anlagenteile. Der Wärmetauscharturm Abbildung 6.11 ist an zwei Seiten abgedeckt, da es sich jedoch bei dieser Abdeckung um Wellblech handelt hat sie in Hinblick auf einen effektiven Schallschutz kaum Bedeutung.

**Abbildung 6.11: Wärmetauscharturm**

Als schalltechnisch interessant erscheinen vor allem die Luftkanonen, siehe Abbildung 6.12, welche durch Druckstöße eine Anpackung des Rohmehls verhindern sollen und bis zu einer Höhe von 90 m angebracht sind. Weiters ist der Kompressor, siehe Abbildung 6.13 von Bedeutung, er versorgt die Feinkohle-Dosierrotorwaage mit Druckluft.



Abbildung 6.12: Luftkanone



Abbildung 6.13: Kompressor

Wie in Kapitel 5.3.4.4: Grenzwertüberschreitungen angegeben kommt es besonders an den Messpunkten B1 und A1 zu Überschreitungen der Grenzwerte. Diese werden durch den Impulszuschlag von 5 dB hervorgerufen, welcher durch die, von den Luftkanonen erzeugten Impulsen bedingt ist. Abbildung 6.14: Impuls einer Luftkanone zeigt eine Emissionsmessung in 0,75 m Entfernung einer Luftkanone. Der grün markierte Peak erreicht ein Wert von 119,8 dB. Die rote Markierung zeigt die Emission einer benachbarten Luftkanone.

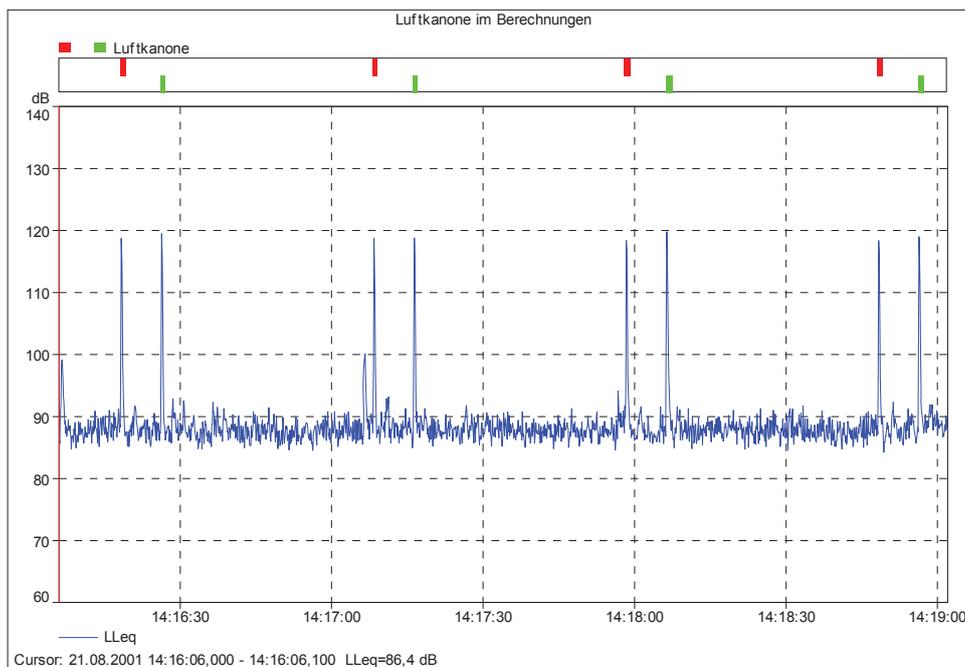
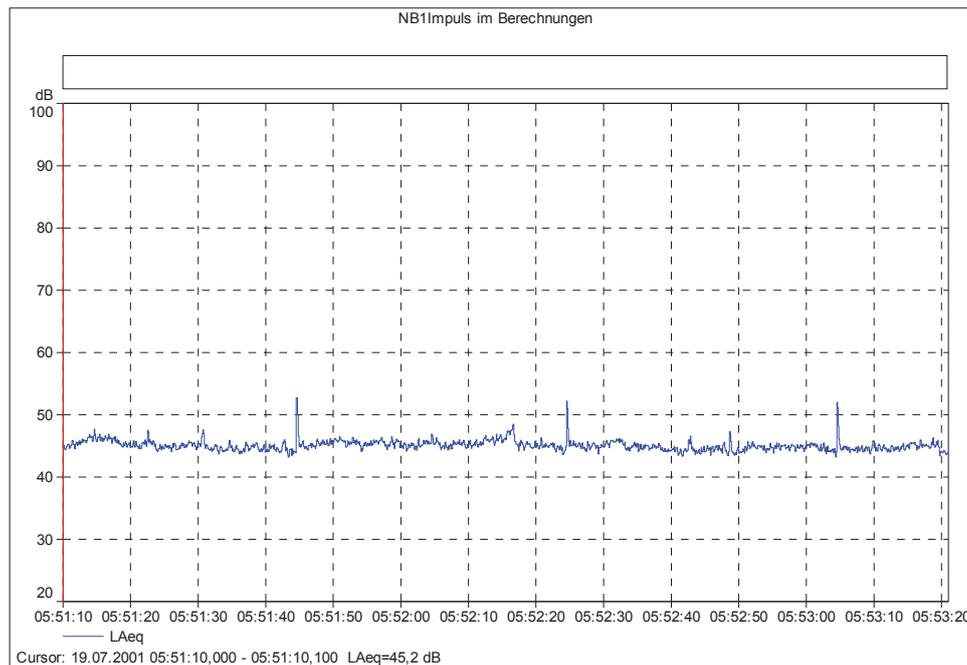


Abbildung 6.14: Impuls einer Luftkanone

Abbildung 6.15: Pegelschrieb der Messung NB1Impuls zeigt die Aufnahme am Punkt B1 am 19.07.2001 um 05:51:10. Man sieht deutlich die Impulse in Höhe von zirka 53 dB.



**Abbildung 6.15: Pegelschrieb der Messung NB1Impuls**

### 6.1.3 Werksverkehr

Zur Anlieferung der Roh- und Brennstoffe und zum Abtransport der Produkte kommen neben der Bahn auch LKW's zum Einsatz. In diesem Kapitel wird nur der LKW-Verkehr behandelt.

Um die, von den LKW's während der Fahrt verursachte Lärmemission beziehungsweise Lärmimmission am nächstgelegenen Messpunkt abschätzen zu können, wurde eine Berechnung nach RVS 3.02 [ 6 ] durchgeführt. Die Vorgehensweise ist in Kapitel 2.2.2 Linienschallquelle genau beschrieben, auch die dort getroffenen Annahmen wurden übernommen.

Die Angaben zur Anzahl der LKW-Fahrten stammen vom Anlagebetreiber.

Tabelle 6.2: Berechnung der Straßenemission und -immission gibt die Ergebnisse für normale Auslastung des Zementwerks und Spitzenproduktion an. Weiters wurde das Ansteigen der normalen Belastung um 9%, das entspricht einem Zuwachs von 2 Fahrten pro Stunde, behandelt. Die Immissionspegel wurden für den Messpunkt D1 berechnet. Der Wert für die Belastung inkludiert bereits die Hin- und Rückfahrt des Fahrzeugs. Es muss gesagt werden, dass es sich bei den Ergebnissen um Werte eines idealisierten Szenariums handelt. Unter realen Bedingungen müsste die Schirmwirkung vorgelagerter Gebäude berücksichtigt werden. Die getroffene Vereinfachung diente nur zur Abschätzung der Trends der Schallimmissionen.

**Tabelle 6.2: Berechnung der Straßenemission und -immission**

Auslastung	[Fahrten/h]	Emissionspegel [dB]	Immissionspegel [dB]
normal	22	72,5	37,3
maximal	46	75,6	40,4
normal mit Zusatzbelastung	24	72,8	37,6

Man sieht, dass bei Messpunkt D1 (Abstand zur Straße 320 m) sowohl die Emission als auch die Immission um 0,3 dB zunimmt. Diese Pegelerhöhung wäre mit dem Messgerät nicht nachweisbar, da dieses eine Ungenauigkeit von  $\pm 0,7$  dB hat.

### 6.1.4 Verschieben

Die Waggon, die von der ÖBB auf das Werksgelände geschoben werden, siehe Kapitel 5.4.2.8: Zugsverkehr, werden durch eine Diesellok, siehe Abbildung 6.16, an verschiedene Entladungspunkte verschoben.



**Abbildung 6.16: Diesellok**

In Abbildung 6.1: Werksschallplan kann man den Verlauf der Schienen im Werk erkennen.

Die Verschiebegeräusche sind vor allem das Fahrgeräusch der Diesellok, aber es kommt auch zu dem für Schienenverkehr typischen Quietschen.

Besonders die Quietschgeräusche und die Diesellok sind am Messpunkt D1 und weiteren, in Mannersdorf gelegenen Punkten, wahrnehmbar. Sie konnten aber in den jeweiligen Pegelschrieben nicht identifiziert werden.

### 6.1.5 Nachtarbeit

Schallemissionen in den Nachtstunden (22.00 bis 6.00) werden vorwiegend von Anlagenteilen, die im Dauerbetrieb geführt werden verursacht, siehe Kapitel 3: Beschreibung des Standorts.

In Zeiten besonders hoher Nachfrage an den Produkten der Lafarge Perlmöser AG kann es zu Engpässen bei der Verladung (auf Bahn und LKW) kommen. Aus diesem Grund müssen diese Tätigkeiten auch in der Nacht durchgeführt werden. Seitens des Betreibers wird versucht Nacharbeiten so oft wie möglich zu vermeiden, dies gelingt meist. Ausnahmen kommen durchschnittlich 1 bis 2 mal im Jahr vor.

### 6.2 Tongrube

Die an das Zementwerk angeschlossene Tongrube wird von einem externen Unternehmen zur Gewinnung von Ton betrieben. Dieser wird nach der Zumischung von Ziegelsplitt von einem Schaufelradbagger abgebaut und mit Hilfe eines Förderbandes dem Zementproduktionsprozess zugeführt.

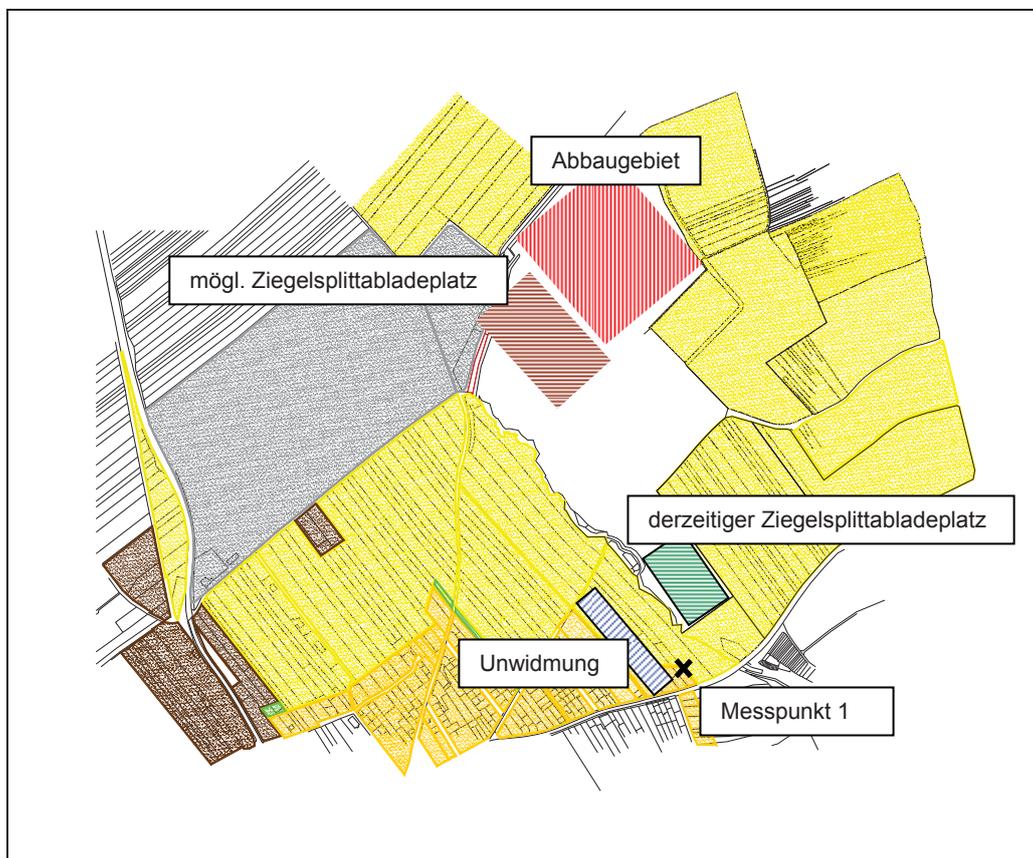


Abbildung 6.17: Tongrube

Der Bereich, in dem der Abbau des Tons erfolgt, ist in Abbildung 6.17 gekennzeichnet. Er liegt in dem am weitesten von Mannersdorf entfernten Gebiet. Bei den Messungen konnte keine Grenzwertüberschreitung, verursacht durch den Tonabbau, festgestellt werden.

Am gleichen Gelände findet die Weiterverarbeitung des Tons statt. Um eine ausreichende

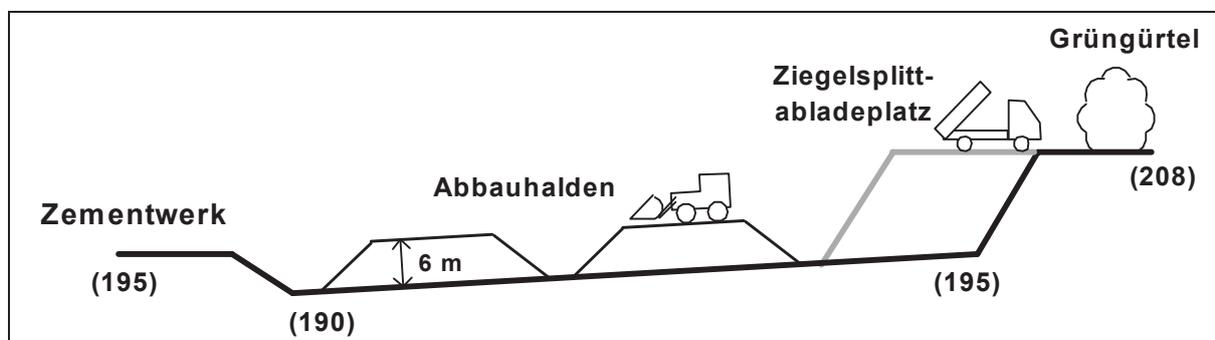
Vormischung zu erreichen werden von einem externen Unternehmen Halden mit Schichten der Materialien aufgeschüttet. Es werden, mit Hilfe eines Baggers, abwechselnd Lagen von Ton und Ziegelsplitt aufgebracht, siehe Abbildung 6.18. Der Transport des Materials erfolgt durch LKW. Dieser Vorgang dauert zirka 10 Tage und findet ein bis zwei mal pro Monat statt.



**Abbildung 6.18: Halden**

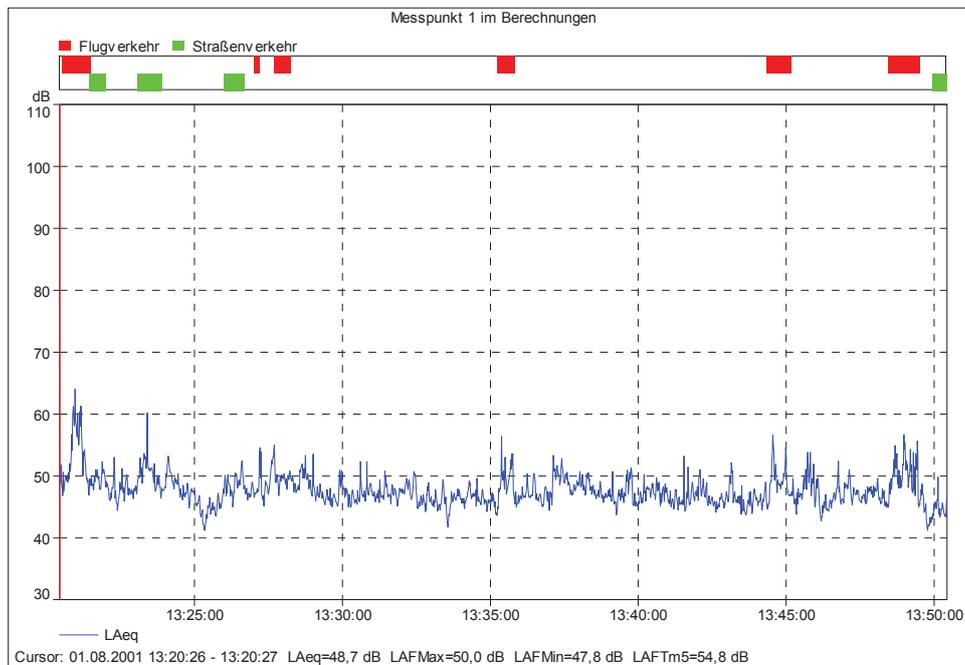
Die Geländegegebenheiten sind in Abbildung 6.19: Geländeschnitt Tongrube dargestellt, die Höhenkoten sind in den Klammern angegeben. Durch die tiefere Lage haben Arbeiten am Boden keinen Einfluss auf die Umgebung. Die Anlieferung des Ziegelsplitts erfolgt jedoch auf gleicher Höhe des Grundes der nächstgelegenen Anrainer.

Von Lafarge Perlmöser wurde ein Grüngürtel um die Tongrube angelegt, man kann jedoch in der Regel durch Bewuchs keinen dauernd wirksamen Schallschutz erreichen.



**Abbildung 6.19: Geländeschnitt Tongrube**

Nach Gesprächen mit den nächstgelegenen Anrainern kommt es zu leichten Lärmstörungen besonders durch das Anliefern des Ziegelsplitts mit LKW aber auch durch den Aufbau der Halden und ihren Abbau. Bei den Störgeräuschen handelt es sich um LKW- und Baggerfahrgeräusche, den durch das Abladen des Ziegelsplitt entstehenden Lärm und das Quietschen des Schaufelradbaggers beim Abbau der Halden. Bei den Messungen an dem in Abbildung 6.17 eingezeichneten Messpunkt 1 konnten, trotz Betrieb der Tongrube keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden.



**Abbildung 6.20: Messung am Messpunkt 1**

Die Messwerte sind in Tabelle 6.3 angeführt. Man sieht, dass die, bei dieser Messung, herrschende Windrichtung für diesen Messpunkt den für die Schallausbreitung günstigsten Fall darstellt.

**Tabelle 6.3: Tongrube**

	Datum	Beginn	Dauer	L <sub>A,eq</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Messpunkt 1 unmarkiert	01.08.01	13:20:26	0:30:00	47,6	61,1	40,8	5,46	5,08	340	350

Auf den in Abbildung 6.17 blau gekennzeichneten Parzellen ist eine Widmungsänderung geplant. Es soll Grünland- Land- und Forstwirtschaft in Bauland und Wohngebiet umgewidmet werden. In weiterer Folge ist die Errichtung einer Wohnhausanlage geplant. In Hinblick auf diese Umwidmung und die daraus möglicherweise entstehenden Beschwerden ist zu überlegen, ob eine Verlegung des Ziegelsplittabladeplatzes an eine weiter entfernte Stelle (braun markiert) möglich ist. Dies würde sich auch günstig auf die Staubproblematik auswirken, da die liefernden LKW über eine kürzere unbefestigte Strecke fahren würden.

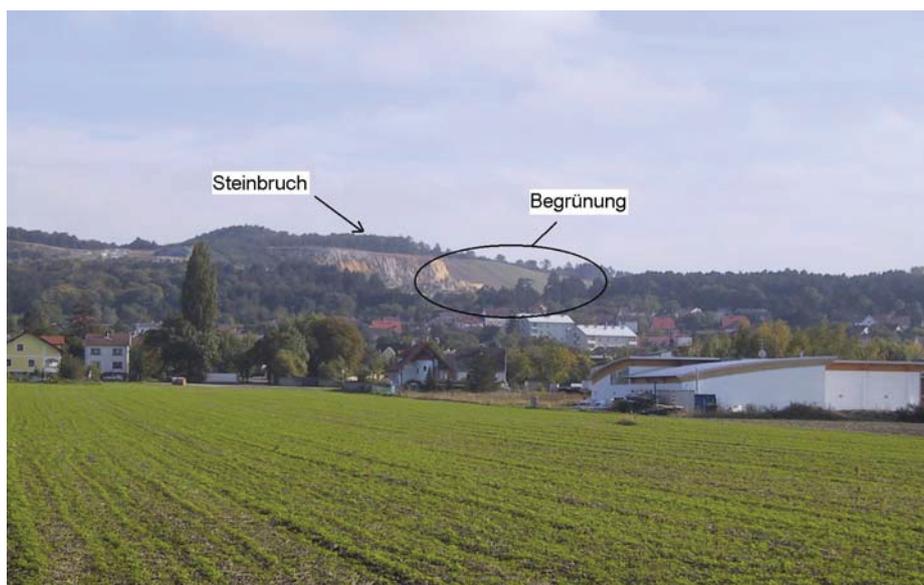
### 6.3 Steinbruch

Der Steinbruch von Lafarge Perlmöser dient zur Gewinnung von Kalkstein. Dieser wird durch Sprengungen, durchschnittlich 2 mal pro Woche, abgebaut, vor Ort durch einen Brecher zerkleinert und dann mit einem Förderband ins Werk transportiert.



**Abbildung 6.21: Steinbruch Plan**

In Abbildung 6.21 sieht man das Abbaugelände des Kalksteins. Im rot gekennzeichneten Gebiet wird zur Zeit gearbeitet. Es ist durch eine natürliche Schallschutzwand (gelb markiert) geschützt, sodass es in Mannersdorf zu keiner wahrnehmbaren Lärmbelastung durch die Arbeiten im Steinbruch kommt.



**Abbildung 6.22: Steinbruch**

Der obere Teil des Steinbruchs wurde bis Sommer 2001 genutzt. Durch die ungehinderte Schallausbreitung waren besonders bei südlichen Winden Arbeitsgeräusche zu hören, die aber zu keiner Grenzwertüberschreitung führten. Seit der Stilllegung wird dieser Teil des Kalksteinbruchs wieder begrünt, siehe Abbildung 6.22: Steinbruch.

#### 6.4 Kalksteinförderband und Winkelpunkt

Das Kalksteinförderband dient zum Transport des, im Steinbruch gewonnenen, Kalkstein. Es handelt sich um einen Gurtförderer, welcher in einer Höhe von 6,3 m angebracht ist, siehe Abbildung 6.23: Förderband.



**Abbildung 6.23: Förderband**

Das Förderband führt vom Abbaugelände durch den Ort Mannersdorf ins Zementwerk, siehe Abbildung 6.24. Die Hanglage des Ortes und die Lage des Steinbruchs machen eine Richtungsänderung beziehungsweise einen Höhengsprung notwendig. Dies wird im Bereich Hochleiten mit Hilfe eines Winkelpunktes erreicht. Die Bereiche, Kalksteinförderband und Winkelpunkt, werden im Folgenden getrennt betrachtet.



**Abbildung 6.24: Kalksteinförderband Plan**

### Kalksteinförderband

Das Kalksteinförderband wird an Werktagen meist in der Zeit ab 6.00 stetig betrieben. Die Dauer der Laufzeit richtet sich einerseits nach dem Bedarf an Kalkstein, andererseits nach der im Steinbruch gewonnenen Menge. Bei Volllast fördert es 850 t/h in ein Lager, welches sich im Werk befindet.

Zum Schutz der Anrainer sind, von der Lafarge Perlmöser AG, entlang des Kalksteinförderbandes unterschiedlichste Abdeckungen angebracht worden, welche aber nicht den gewünschten Erfolg bringen. Dies hat folgende Gründe:

- keine durchgehende Montage, beziehungsweise es wurde zu nah an Wohnhäusern auf die Abdeckung verzichtet
- die Art des Schallschutzes ist unzureichend, da manchmal nur die oberen Rollen abgedeckt sind
- die Montage des Daches und der seitlichen Abdeckung ist teilweise fehlerhaft, besonders durch Vibration wird zusätzlicher Lärm emittiert.
- durch den Neubau von Wohnhäusern sind weitere Schutzobjekte hinzu gekommen

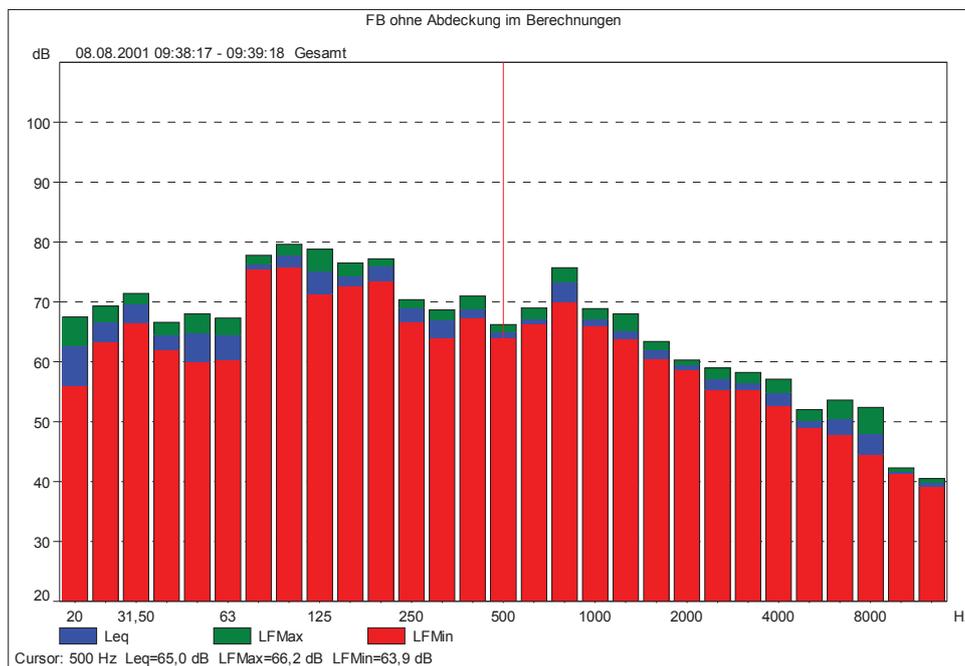
Nach Gesprächen mit dem Instandhaltungsteam wurde ein zusätzlicher Nachteil der derzeitigen Abdeckungen deutlich, nämlich dass durch die komplette Kapselung des Förderbandes die Wartung erschwert wird.

Bei den Messungen im Sommer 2000 konnten im Verlauf des Bandes beziehungsweise im Bereich des Winkelpunktes Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden. Weiters wurde durch Gespräche mit Anrainern klar, dass durch die Nähe des Kalksteinförderbandes zu manchen Wohnhäusern, besonders bei Fenstern auf gleicher Höhe, erhebliches Störungspotential besteht. Aus diesem Grund wurden im Sommer 2001 eigens Messungen durchgeführt, die nicht nur die Emissionen des Kalksteinförderbandes bestimmen sollten, sondern auch die Immissionen an einer Gebäudefassade in der näheren Umgebung. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6.4: Messung auf der Höhe des Kalksteinförderbandes in 0,7 m Entfernung und Tabelle 6.5: Messung auf Höhe des Kalksteinförderbandes in 20 m Entfernung zusammengefasst.

Die Beurteilungspegel wurden auf die volle Beurteilungszeit während des Tages bezogen, da das Förderband keine einheitlichen Betriebszeiten hat.

**Tabelle 6.4: Messung auf der Höhe des Kalksteinförderbandes in 0,7 m Entfernung**

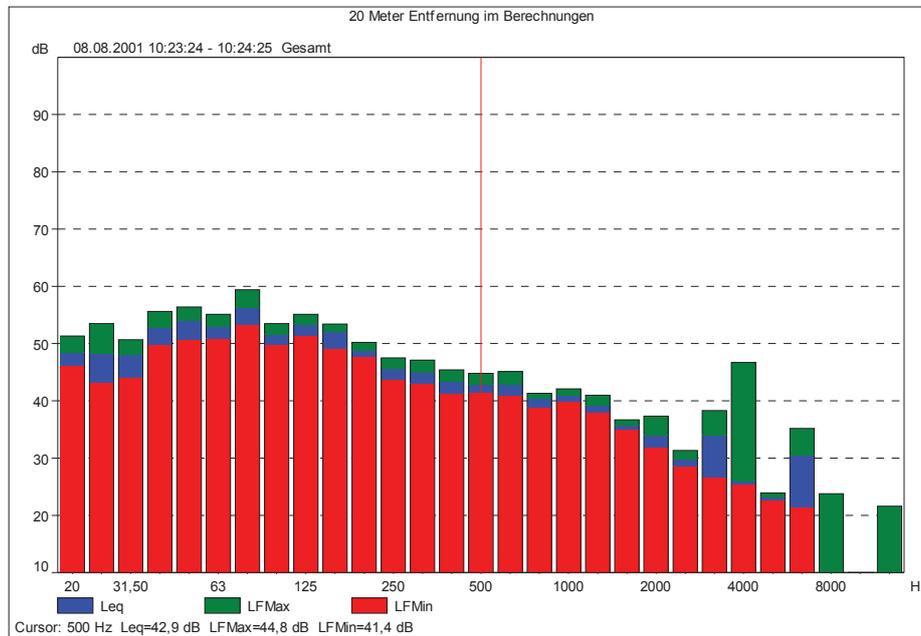
Datum	Dauer	L <sub>L,eq</sub> [dB]
08.08.2001	0:05:01	84,8



**Abbildung 6.25: Frequenzspektrum; Förderband ohne Abdeckung**

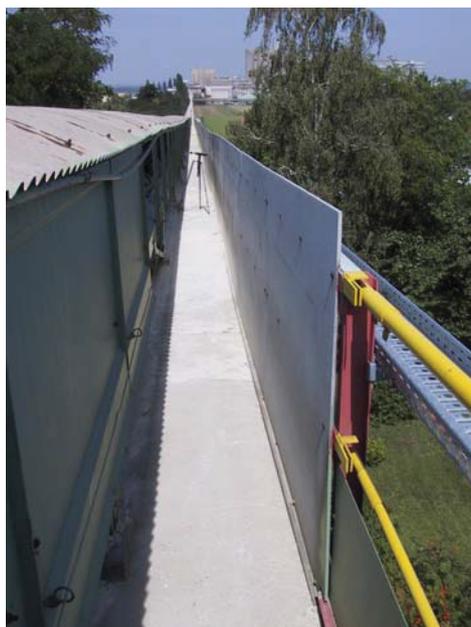
**Tabelle 6.5: Messung auf Höhe des Kalksteinförderbandes in 20 m Entfernung**

Datum	Dauer	L <sub>L,eq</sub> [dB]
08.08.2001	0:05:02	65,6



**Abbildung 6.26: Frequenzspektrum; Förderband 20 Meter Entfernung**

Das Kalksteinförderband ist in diesem Abschnitt mit einer Schutzwand bedeckt, siehe Abbildung 6.27.



**Abbildung 6.27: Abdeckung**

An Hand einer Ausbreitungsrechnung nach RVS 3.02 [ 6 ] wurde die Schutzwirkung von Schallschutzwänden in zwei verschiedenen Höhen berechnet.

Dabei wurde die Profilmethode angewandt.

Es ergibt sich der Immissionschallpegel  $L_{I,A,eq}$  nach Gleichung [ 6.1 ].

$$L_{I,A,eq} = L_{E,A,eq} + \Delta L_{\Phi} + \Delta L_d + \Delta L_v \quad [ 6.1 ]$$

Abkürzungen:

$L_{E,A,eq}$	in [dB]	energieäquivalente Dauerschallpegel der Emission
$\Delta L_{\Phi}$	in [dB]	mit $\Phi$ als wirksamen Winkelsektor der langen, geraden Linienschallquelle
$\Delta L_d$	in [dB]	Abstandsmaß siehe Gleichung [ 2.12 ]
$\Delta L_v$	in [dB]	Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges, hier $\Delta L_v = \Delta L_s$

Der wirksame Winkelsektor der langen, geraden Linienschallquelle  $\Delta L_{\Phi}$  wird durch Gleichung [ 6.2 ] bestimmt.

$$\Delta L_{\Phi} = 10 \log \left( \frac{\Phi}{180} \right) \quad [ 6.2 ]$$

Abkürzungen:

$\Phi$	in [°]	wirksamer Winkelsektor der langen, geraden Linienschallquelle, hier $\Phi = 180$
--------	--------	--

Bei den Pegelminderungen (Verlusten) während des Übertragungsweges wurde hier nur das Schirmmaß berücksichtigt. Die verwendeten Formeln befinden sich im Anhang 9.4: Schirmmaß.

Tabelle 6.6 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen. Der Immissionsort liegt 20 Meter entfernt auf gleicher Höhe mit der Schallquelle. Die Ergebnisse dienen nur zur Abschätzung der Wirkung der verschiedenen Schallschutzwände, sie können aber nicht direkt in die Praxis übernommen werden, da die Berechnungen stark vereinfacht durchgeführt wurden.

**Tabelle 6.6: Ausbreitungsrechnung Förderband**

	Schallemissionspegel [dB]	$\Delta L_d$ [dB]	$\Delta L_s$ [dB]	Schallemissionspegel [dB]
ohne Schallschutzwand	85,9	-13,0	0	72,9
Schallschutzwand 1 Meter Höhe	85,9	-13,0	-9,4	63,5
Wert aus Tabelle 6.5				65,6
Schallschutzwand 2 Meter Höhe	85,9	-13,0	-17,3	55,6

Man sieht, das eine Schallschutzwand, welche lediglich die Höhe des Förderbandes besitzt, eine zu geringe Schutzwirkung hat. Bei dieser Höhe sind weiterhin Grenzwertüberschreitungen an der Gebäudefassade in 20 Metern Entfernung gegeben. Zum Vergleich wurde der gemessene Wert aus Tabelle 6.5: Messung auf Höhe des Kalksteinförderbandes in 20 m Entfernung in der oben stehenden Tabelle angegeben.

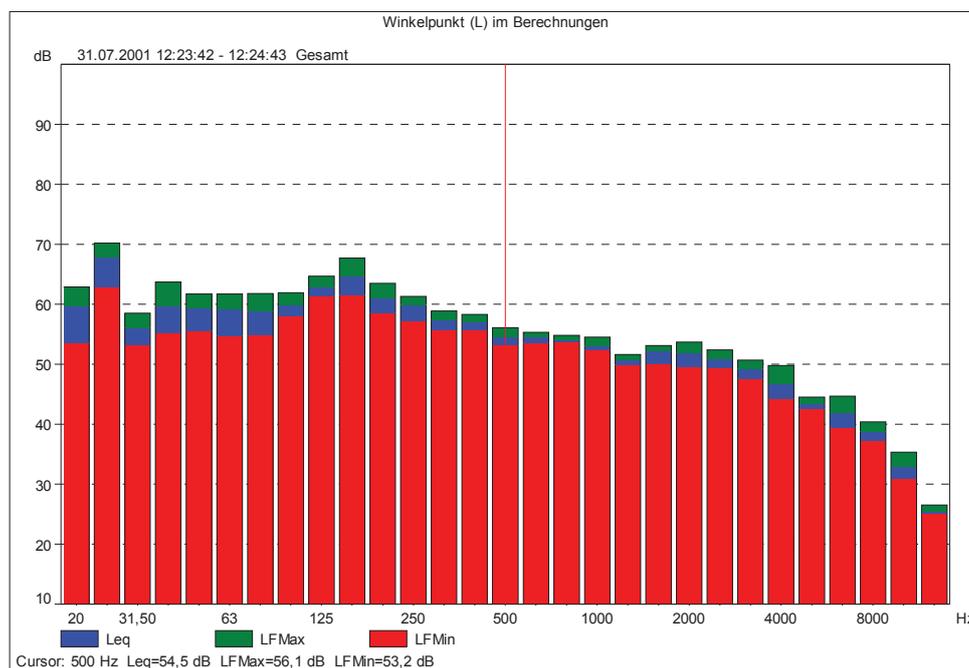
Eine Schallschutzwand mit einer Höhe von 2 Metern würde, gemäß dieser Berechnung, eine genügend hohe Pegelniedrigung gewährleisten.

**Winkelpunkt**

Es konnte, auf Grund der Unzugänglichkeit, nicht an allen Seiten des Winkelpunktes Messungen durchgeführt werden. Als Beispiel dient die Aufnahme an dem in Abbildung 6.24: Kalksteinförderband Plan eingezeichneten Messpunkt 2.

**Tabelle 6.7: Messung an einer Seite des Winkelpunktes**

Datum	Dauer	L <sub>L,eq</sub> [dB]
31.07.01	0:02:38	76,3



**Abbildung 6.28: Frequenzspektrum; Winkelpunkt**

Die Werte zeigen in diesem Bereich eine Grenzwertüberschreitung. Auf die Sanierungsmaßnahmen wird in Kapitel 7.1.1: Kalksteinförderband und Winkelpunkt genauer eingegangen.

## 7 Schallschutzmaßnahmen

Die Schallschutzmaßnahmen wurden in folgende Kategorien unterteilt:

- spezielle Maßnahmen
- allgemeine Maßnahmen

### 7.1 spezielle Maßnahmen

Im Folgenden werden Schallschutzmaßnahmen für Anlagenteile beschrieben, die eine Grenzwertüberschreitung verursachen, die eindeutig bestimmten Emittenten zuzuordnen ist.

#### 7.1.1 Kalksteinförderband und Winkelpunkt

##### Kalksteinförderband

Als Sofortmaßnahme müssen alle klappernden Teile fixiert werden, am besten unter Verwendung geräuschkindernder Zwischenteile.

Im Bereich des Kalksteinförderbandes muss besonders die Dachmontage überprüft werden, weiters sind die seitlichen Abdeckungen zu befestigen.

Um die Sanierung des Kalksteinförderbandes zu erreichen ist eine wirksame, beidseitige Abdeckung notwendig. Es besteht die Möglichkeit der kostengünstigeren Aufstellung einer Schallschutzwand oder die vollständige Kapselung. Die Wand kann am vorhandenen Gelände montiert werden. Diese Anbringungsart berücksichtigt den Wunsch des Wartungsteams der ungehinderten Zugänglichkeit und bietet zusätzlich Schutz gegen das unerwünschte Austragen von Material durch Wind.

Ob die laut Kapitel 6.4 Kalksteinförderband und Winkelpunkt notwendige Pegelerniedrigung von mindestens 10 dB allein durch die Aufstellung einer Schallschutzwand erreicht werden kann, oder ob eine Kapselung erforderlich ist, muss durch Modellrechnungen überprüft werden. Diese Berechnungen berücksichtigen die auftretenden Reflexionen und müssen im Rahmen der Sanierung durchgeführt werden.

Liefert eine Schallschutzwand den gewünschten Erfolg ist die genaue Höhe mit Hilfe der Modellrechnungen ermittelbar, ebenso die Länge der Anbringung. Sie richtet sich nach der Nähe der Wohnhäuser.

Handelsübliche Schallschutzmaterialien bieten eine Erniedrigung der Immissionen um zirka 20 dB zu einem Preis von 58,14 € pro m<sup>2</sup> exklusive Montage.

Bei Gesprächen mit Anrainern wurde das Störungspotential des Kalksteinförderbandes besonders in den frühen Morgenstunden als erheblich eingestuft, deshalb wird ein Betriebsbeginn erst ab 8.00 empfohlen.

### Winkelpunkt

Als Sofortmaßnahmen müssen auch hier alle klappernden Teile fixiert werden, siehe zum Beispiel Abbildung 7.1. Auch muss die, durch bauliche Veränderungen verlorengegangene Geschlossenheit des Gebäudes wieder hergestellt werden. Alle Öffnungen, siehe Abbildung 7.1, müssen mit schallschluckendem Material (zumindest Mauerwerk) abgedichtet werden. Weiters ist es notwendig die Fenster zuzumauern, da sie die Gebäudeschutzwirkung stark schwächen.



**Abbildung 7.1: lose Abdeckung und Gebäudeöffnungen**

Es ist darauf zu achten, dass im Zuge der Sanierung des Kalksteinförderbandes die Schallschutzeinrichtungen bis an die Fassade der Winkelpunktes heranreichen.

### 7.1.2 Bereich Wärmetauscherurm

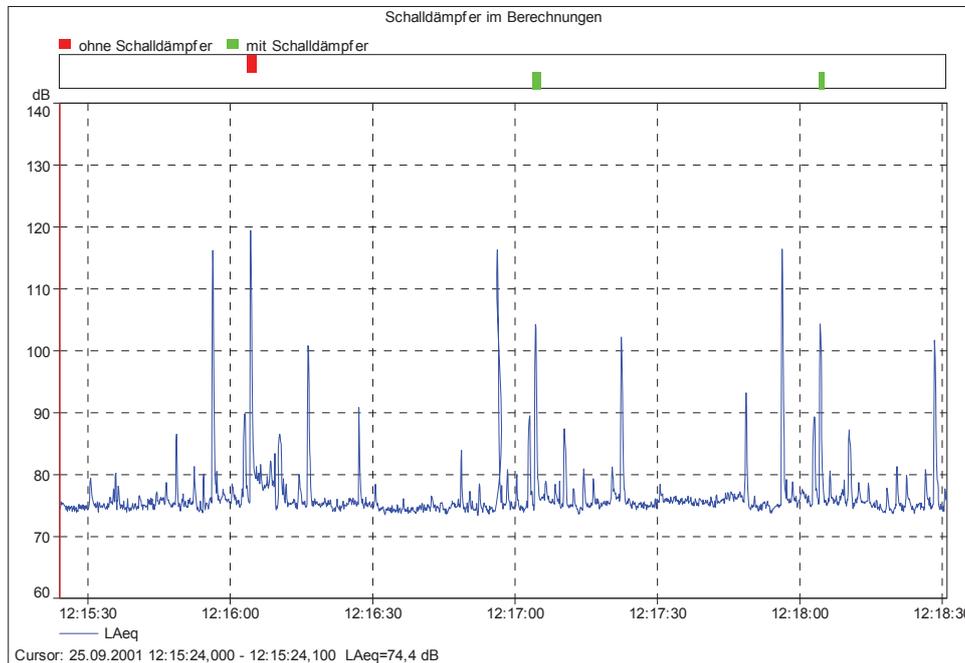
Die Schallemission der Luftkanonen muss reduziert werden, dies geschieht am besten durch die Montage von Schalldämpfern.

In Gesprächen mit dem Anlagebetreiber wurde darauf hingewiesen, dass bereits passende Schalldämpfer, siehe Abbildung 7.2, zur Verfügung stehen.



**Abbildung 7.2: Schalldämpfer**

Es wurde daraufhin ein Messversuch mit und ohne Dämpfungseinrichtung durchgeführt. Abbildung 7.3 zeigt das Ergebnis der Messung. Der rot markierte Peak zeigt die Lärmemission der Luftkanone ohne Schalldämpfer während die grüne Markierung den Impuls nach der Montage der Dämpfungseinrichtung zeigt.



**Abbildung 7.3: Versuch Schalldämpfer**

Der Schalldämpfer bewirkt in diesem Versuch eine Pegelniedrigung von mindestens 15 dB.

## 7.2 allgemeine Maßnahmen

Im Zuge der Erstellung dieser Diplomarbeit wurden einige Maßnahmen deutlich, die zu einer allgemeinen Verbesserung der Lärmsituation führen könnten. Der Einfluss der einzelnen Emittenten auf die Schallimmission des gesamten Zementwerks konnte jedoch im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht behandelt werden. Um immissionsseitig den Emissionsanteil von Schallquellen beurteilen zu können sind umfangreiche Modellrechnungen und anschließende Simulationen notwendig, bei denen jede einzelne Schallquelle und ihre Wirkung auf die Gesamtheit betrachtet werden kann. Nur an Hand dieser Berechnungen kann eine vollständige Sanierung erreicht werden.

Grundsätzlich muss gesagt werden, dass großflächige Gebäudefassaden einen sehr großen Anteil an den Schallimmissionen haben, besonders wenn in den Gebäuden sehr laute Aggregate untergebracht sind. Gibt es unverschlossene Öffnungen in den Fassaden, wie zum Beispiel Türen, Fenster oder Lüftungsschlitze, werden einzelne Schallschutzmaßnahmen an Punktschallquellen an der Außenwand, an einem Immissionsort ein einiger Entfernung, nicht messbar sein.

Trotzdem kann die Schallsituation verbessert werden, besonders wenn die Maßnahmen eine Vielzahl von Anlagenteilen betreffen.

Im nächsten Abschnitt werden einige Schallschutzmaßnahmen näher erläutert. Es handelt sich dabei um Möglichkeiten bei:

- Ventilatoren
- Kompressoren
- Einschaltzeiten
- Gebäudeöffnungen

### Ventilatoren

Im Zementwerk wird eine große Anzahl von verschiedensten Ventilatoren eingesetzt, die sich an zum Teil unzugänglichen Stellen befinden. Als Beispiel soll hier das Bild der Öffnung des Entstaubungsfiltergebläses gezeigt werden, siehe Abbildung 7.4. Es wurde subjektiv als laut bewertet und hat Einfluss in Richtung Mannersdorf.



**Abbildung 7.4: Entstaubungsfiltergebläse**

Um Möglichkeiten der Lärmreduktion an Ventilatoren zu untersuchen wurde, ein leicht zugänglicher Ventilator betrachtet. Es handelt sich um ein Gerät zur Belüftung eines Kompressorhauses, siehe Abbildung 7.5, Ansaugöffnung des Ventilators.

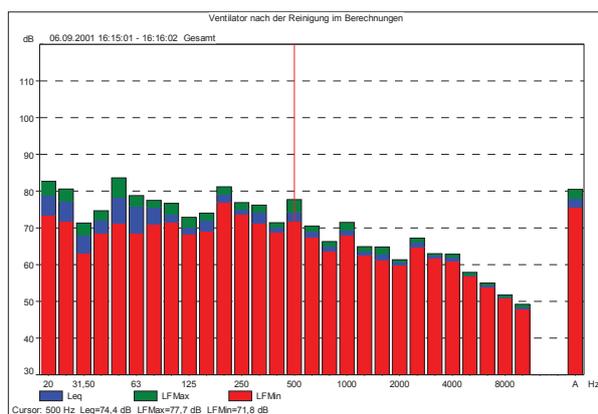
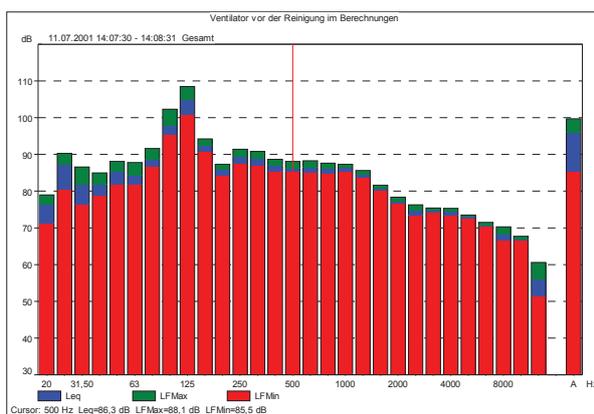


**Abbildung 7.5: Kompressorhaus**

Die Emission wurde vor und nach der Reinigung des Ansauggitters gemessen, die Ergebnisse sind in Tabelle 7.1: Vergleichsmessung Ventilator zusammengefasst. Die Pegelerniedrigung beträgt 16 dB.

**Tabelle 7.1: Vergleichsmessung Ventilator**

Bezeichnung	Datum	L <sub>A,eq</sub> [dB] in 1 m Entfernung
vor der Reinigung	11.07.2001	95,1
nach der Reinigung	25.09.2001	79,1



**Abbildung 7.6: Frequenzanalyse; Ventilator vor und nach der Reinigung**

Der Versuch zeigt, dass durch die Reinigung, das heißt durch die Vergrößerung des Ansaugquerschnitts, eine Emissionserniedrigung bewirkt werden kann.

Grundsätzlich kann man sagen, dass Ventilatoren dann die geringsten Lärmemissionen liefern, wenn sie unter optimalen Bedingungen betrieben werden. Es muss geprüft werden, ob der Ventilator, im Hinblick auf seine Aufgabe, optimiert werden kann. Dies umfasst vor allem den benötigten Volumenstrom, also die Drehzahl.

Sowohl die Reinigung als auch eine etwaige Drehzahlminderung bringen neben der Lärminderung auch energetische Vorteile, da die meisten Ventilatoren im Dauerbetrieb eingesetzt werden.

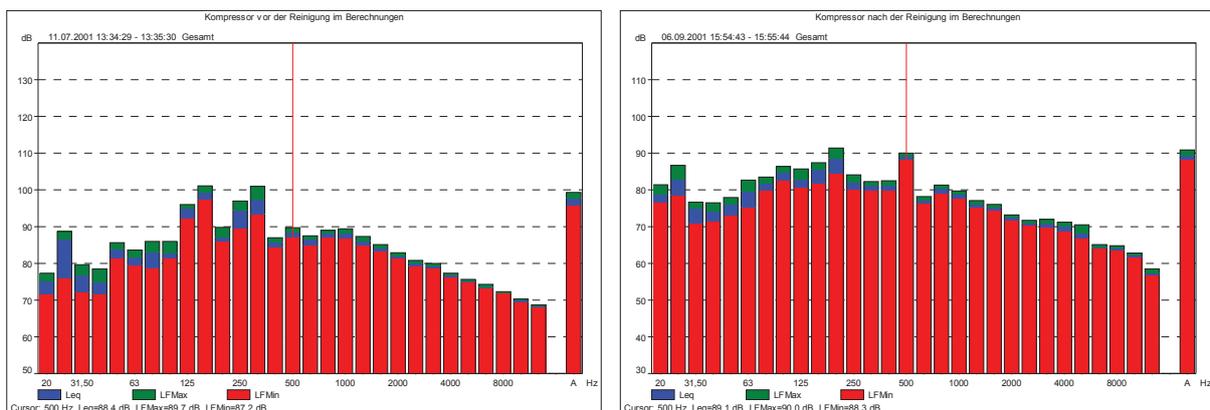
**Kompressoren**

Auch bei Kompressoren kann, durch Reinigung der Kühlrippen, eine Reduktion der Emission bewirkt werden. Tabelle 7.2: Vergleichsmessung Kompressor zeigt die Messwerte vor und nach der Säuberung der Kühlrippen des Kompressors, siehe Abbildung 7.5. Es ist zu bemerken, dass nach der Reinigung der Kühlventilator die meiste Zeit auf der Stufe niedrigerer Drehzahl, 1450 U/min läuft, während er davor meist mit 2900 U/min gelaufen ist.

**Tabelle 7.2: Vergleichsmessung Kompressor**

Bezeichnung	Datum	L <sub>A,eq</sub> [dB] in 1 m Entfernung
vor der Reinigung	11.07.2001	96,7
nach der Reinigung	25.09.2001	88,2

Die Pegelerniedrigung beträgt 8,5 dB. In der folgenden Abbildung 7.7: Frequenzanalyse; Kompressor vor und nach der Reinigung wurde jeweils eine andere Skaleneinteilung gewählt, deshalb erscheinen die Pegel in der Analyse nach der Reinigung höher.



**Abbildung 7.7: Frequenzanalyse; Kompressor vor und nach der Reinigung**

Die Reinigung bringt auch energetische Vorteile, da die Kompressoren im Dauerbetrieb eingesetzt werden und eine niedrigere Drehzahl des Kühlungsventilators den Energieverbrauch reduziert.

### Einschaltzeiten

In Gesprächen mit dem Anlagenbetreiber wurde klar, dass durch Optimierung eine Reduzierung der Betriebszeiten von Lärmemittenten erzielt werden kann, zum Beispiel sollte das Taktintervall der Luftkanonen überprüft werden.

Es ist sogar möglich manche Schallquellen ganz einzusparen. Als Beispiel ist hier ein Gebläse im Bereich der Mantelkühlung, siehe Abbildung 7.8, angeführt. Es ist derzeit im Einsatz doch seine Notwendigkeit wurde, in einem Gespräch mit dem Anlagenbetreiber, in Frage gestellt.



**Abbildung 7.8: Gebläse**

### Gebäudeöffnungen

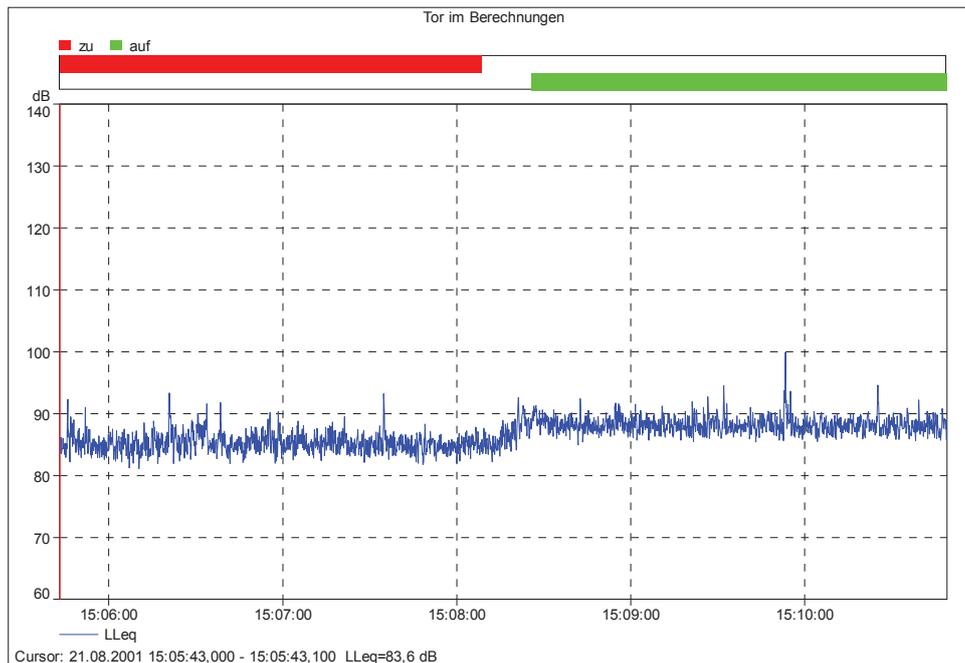
Öffnungen in Gebäuden wie Türen und Tore beziehungsweise fehlende Abdeckungen sollten geschlossen werden.

Die Tore besonders im Bereich des Drehrohrofens, siehe Abbildung 6.6: Bereich Drehrohrföfen Abschnitt 1 und die des Zementmühlengebäudes, siehe Abbildung 7.9: Mühlentor sind meistens auch nachts geöffnet.



**Abbildung 7.9: Mühlentor**

Das Verschließen eines Tores ist in Abbildung 7.10 dargestellt. Es handelt sich um eines der Tore im Bereich des Drehrohrofens. Die Pegelerniedrigung beträgt zirka 3 dB, wie man laut Tabelle 7.3: Tor zu und offen, erkennt.



**Abbildung 7.10: Pegelschrieb; Tor zu und geöffnet**

**Tabelle 7.3: Tor zu und offen**

Bezeichnung	Datum	L <sub>L,eq</sub> [dB] in 1 m Entfernung
Tor zu	21.08.2001	85,5
Tor offen	21.08.2001	88,4

Als Lösungsvorschlag kann ein Rundgang durchs Werk, vor allem am Nachmittag, dazu verhelfen, dass Tore besonders lärmintensiver Gebäude in den Nachtstunden geschlossen sind.

Weitere Arten von Öffnungen in Gebäudefassaden sind Ansaug- beziehungsweise Ausblasrohre. Als Beispiel dienen die Ansaugöffnungen siehe Abbildung 6.5: Ausschnitt 1, Ansaugöffnungen. In Gesprächen mit den Anlagebetreiber wurde die Möglichkeit einer Verlegung dieser Rohre ins Gebäudeinnere erwogen. Es ist allerdings zu prüfen, ob diese Variante kostengünstiger ist, da handelsübliche Schalldämpfer für Rohre bis 600 mm Durchmesser zirka 72,67 bis 109,01 € erhältlich sind.

### 7.3 Empfehlungen

Bei Gesprächen mit Anrainern wurden einige Wünsche geäußert, die den Betrieb der Zementwerks nicht sehr stark beeinflussen würden, jedoch zu einem positiven Imagegewinn führen können. Hauptsächlich handelt es sich um die Verschiebung der Betriebszeiten von 6.00 auf einen späteren Zeitpunkt. Wie schon oben genannt betrifft dies den Betrieb des Kalksteinförderbandes. Auch die Arbeiten in der Tongrube werden von den Anrainern, besonders in den frühen Morgenstunden, als störend empfunden.

Im Hinblick auf die, in Kapitel 6.2: Tongrube, beschriebenen Widmungsänderungen ist die Verlegung des Ziegelsplittablageplatzes auf einen weiter entfernten Standort unbedingt zu erwägen. Es wird dadurch die LKW-Fahrtstrecke verkürzt, dies hilft nicht nur Lärm sondern auch Staub zu reduzieren. Weiters werden die lärmintensiven Vorgänge des Verladens des Ziegelsplitts auf die LKW's an einen weiter entfernten Platz verlagert, siehe Abbildung 7.11.



**Abbildung 7.11: möglicher Ziegelsplittablageplatz**

## 8 Verzeichnisse

### 8.1 Literaturverzeichnis

- [ 1 ] *Bank M.*: Basiswissen Umwelttechnik: Wasser, Luft, Abfall, Lärm, Umweltrecht, 1995, 3., aktualisierte und erweiterte Auflage
- [ 2 ] *Schirmer W.*: Technischer Lärmschutz: Grundlagen und praktische Maßnahmen an Maschinen und in Arbeitsstätten zum Schutz des Menschen vor Lärm und Schwingungen, 1996
- [ 3 ] *Schmidt H.*: Schalltechnisches Taschenbuch: Schwingungskompodium, 5., grundlegend neu bearbeitete und erweiterte Auflage
- [ 4 ] *Henn H.; Sinambari G. R.; Fallen M.*: Ingenieurakustik: Grundlagen, Anwendungen, Verfahren, 1999, 2., erweiterte und überarbeitete Auflage
- [ 5 ] *Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung*: ÖAL-Richtlinie Nummer 28, Dezember 1987
- [ 6 ] *Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten*: Rechenvorschrift; RVS 3.02: Umweltschutz, Lärmschutz, Dezember 1997
- [ 7 ] *Österreichische Norm*: ÖNORM S 5004: Messung von Schallimmissionen, 1. März 1998
- [ 8 ] *Bohny H. M., Borgmann R., Kellner K.H., Kühne R., Müller H., Vierling H., Weigl P.*: Lärmschutz in der Praxis, 1986
- [ 9 ] *Rötzer H., Piringer M., Riesinger J., Mühlendorf V.*: Seibersdorf Report: Messung der Immissionsbeiträge des Zementwerks Mannersdorf, August 1995
- [ 10 ] *Verein Deutscher Ingenieure*: VDI 2714: Schallübertragung in Freien, Jänner 1988
- [ 11 ] *Brüel & Kjær; Sound & Vibration Measurement A/S*: Umweltlärm, 2000
- [ 12 ] *Fachnormenausschuss Akustik im Deutschen Normenausschuss*: DIN 45 630, Grundlagen der Schallmessung, September 1967

## 8.2 Abkürzungen, Einheiten, Pegelabkürzungen

### Abkürzungen

BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
I	Intensität
LKW	Lastkraftwagen
ÖAL	Österreichische Arbeitsring für Lärmbekämpfung
ÖBB	Österreichische Bundesbahn
ÖNORM	Österreichische Norm
PKW	Personenkraftwagen
RVS	Rechenvorschrift
WiGe	Windgeschwindigkeit [m/s]
WiRi	Windrichtung [°]

### Einheiten

	Sekunde
s	
°	Grad
°C	Grad Celsius
dB	Dezibel
h	Stunde
Hz	Herz
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde

$N/m^2$	Newton pro Quadratmeter
p	Schalldruck
Pa	Pascal
T	Zeit
t	Tonne
U/min	Umdrehungen pro Minute
$W/m^2$	Watt pro Quadratmeter
$\pi$	Pi

### Pegelabkürzungen

L	Schallpegel
$L_1$	mittlerer Spitzenpegel, der in 1% der Messzeit überschrittene Schalldruckpegel
$L_{95}$	Basispegel, der in 95% der Messzeit überschrittene Schalldruckpegel
$L_A$	A-Bewertung, berücksichtigt das menschliche Hörverhalten
$L_a$	Luftabsorptionsmaß
$L_b$	Bodendämpfungsmaß
$L_d$	Abstandsmaß
$L_E$	Emissionsschallpegel
$L_{eq}$	energieäquivalente Dauerschallpegel
$L_I$	Schallintensitätspegel
$L_L$	linear; der Pegel ist unbewertet
$L_m$	Mittelungspegel
$L_{max}$	Maximalpegel, der höchste während der Messung aufgetretene Schalldruckpegel
$L_{min}$	Minimalpegel, der niedrigste während der Messung aufgetretene Schalldruckpegel

---

$L_N$	Lautstärke
$L_P$	Schalldruckpegel
$L_r$	Beurteilungspegel, der eventuell mit Aufschlägen (für Impuls-, Tonhaltigkeit,..) versehene äquivalente Dauerschallpegel bezogen auf die Bezugszeit
$L_{rx}$	Flächenreflexionsmaß
$L_s$	Schirmmaß
$L_v$	Pegelerluste
$L_{ve}$	Vegetationsdämpfungsmaß
$L_W$	Schalleistungspegel

## 8.3 Begriffserklärungen

### verwendete Literatur:

Schall	entsteht durch Wechselwirkung eines schwingenden Körpers mit der ihn umgebenden Luft. Durch die Schwingung entstehen Druckschwankungen um den atmosphärischen Druck, welche als Schall übertragen werden. Die Übertragung erfolgt durch Luft, Flüssigkeiten oder Feststoffe (Körperschall).
Frequenz	Anzahl der Schwingungen des Schalls pro Sekunde
inkohärente Schallanteile	Schallanteile gelten als inkohärent, wenn sie: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ von zwei unabhängigen Quellen stammen</li> <li>➤ aus verschiedenen Frequenzbereichen einer breitbandig strahlenden Schallquelle stammen</li> <li>➤ von der gleichen breitbandigen Quelle mit zufälliger Zeitfunktion stammen, aber zwei Schallwellen mit gegenseitiger Laufdifferenz angehören (Direktschall und reflektierter Schall)</li> </ul>
Ton	ein Schall mit sinusförmigem Verlauf der Amplitude mit einer Frequenz im Hörbereich
Klang	geordnete Überlagerung mehrerer sinusförmiger Schwingungen
Geräusch	Schall mit vielen Tönen beliebiger Frequenz
gleichbleibendes Geräusch	Geräusch mit geringen Pegelschwankungen
schwankendes Geräusch	Geräusch mit größeren Pegelschwankungen (mehr als 3 dB bei Anzeigedynamik „schnell“)
intermittierendes Geräusch	Geräusch, das mehrmals unterbrochen wird, wobei die Zeit zwischen Anstieg und Abfall des Pegels mindestens 1 s beträgt
tonhaltiges Geräusch	Geräusch mit hervortretenden Schallenergieanteilen in diskreten Frequenzen
impulshaltiges Geräusch	Geräusch, bei dem eine oder mehrere schnell ansteigende Pegelspitzen mit einer Dauer von weniger als 1 s auftreten
informationshaltiges Geräusch	Geräusch, das deutlich erkennbar Gesang, Musik oder Sprache enthält
dB	Dezibel = 0,1 Bel. Es handelt sich nicht um eine Einheit, sondern um das Ergebnis einer Rechenvorschrift. Diese Zahl (dB) gibt den dekadischen Logarithmus des Verhältnisses zweier physikalischer Größen (Intensitäten) wieder.

---

Lärm	jede Art von Schall durch den Menschen gestört, belästigt oder gesundheitlich geschädigt werden
Emission	gesamte Abstrahlung eines Schallstrahlers
Immission	gesamte Einwirkung von Geräuschen an einer bestimmten Stelle
Freifeld	oder freies Schallfeld; ein Bereich ungehinderter Schallausbreitung; reflexionsfreier Raum
Richtcharakteristik	Die Richtcharakteristik von Schallstrahlern ist umso ausgeprägter, je höher die Frequenz ist. Kugel- oder Linienstrahler strahlen nach allen Seiten gleich ab, solange die Wellenlänge des Schalls größer als die Strahlerabmessung ist. Ist jedoch die Wellenlänge kleiner als die Abmessung erfolgt eine zunehmend gerichtete Schallabstrahlung.
Bezugszeit	Zeitraum, für den der Mittelungspegel zu bestimmen ist und für den ein bestimmter Beurteilungspegel (Grenzwert) zugrunde gelegt wird. Gemäß ÖNORM S 5004 [ 1 ] gelten tagsüber die am Stärkster belasteten 8 Stunden und nachts die am stärksten belastete ½ Stunde als Bezugszeit.

## 8.4 Tabellenverzeichnis

TABELLE 5.1: DARSTELLUNG DER MESSWERTE .....	33
TABELLE 5.2: SOMMER 2000; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DES TAGES.....	35
TABELLE 5.3: SOMMER 2000; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DER NACHT .....	35
TABELLE 5.4: FEBRUAR; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DES TAGES.....	35
TABELLE 5.5: FEBRUAR; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DER NACHT .....	36
TABELLE 5.6: SOMMER 2001; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DES TAGES.....	36
TABELLE 5.7: SOMMER 2001; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DER NACHT .....	36
TABELLE 5.8: GRENZWERTE FÜR DIE EINZELNEN FLÄCHENWIDMUNGEN .....	37
TABELLE 5.9: STATISTISCH ERHOBENE REAKTION DER ÖFFENTLICHKEIT AUF LÄRMIMMISSIONEN IM WOHNBEREICH [ 5 ] .....	39
TABELLE 5.10: MESSWERTE DER DAUERMESSUNG C2 IM FEBRUAR 2001.....	41
TABELLE 5.11: MESSWERTE DER DAUERMESSUNG C2 IM SOMMER 2001 .....	42
TABELLE 5.12: STÖRGERÄUSCHE AM MIKROFON INFOLGE VON WINDGESCHWINDIGKEITEN [ 1 ].....	46
TABELLE 5.13: EINFLUSS DES STRAßENVERKEHRS .....	49
TABELLE 5.14: PKW.....	50
TABELLE 5.15: FLUGZEUGE.....	53
TABELLE 6.1: AUSBREITUNGSRECHNUNGEN BEREICH DREHROHROFEN.....	61
TABELLE 6.2: BERECHNUNG DER STRAßENEMISSION UND -IMMISSION .....	64
TABELLE 6.3: TONGRUBE .....	67
TABELLE 6.4: MESSUNG AUF DER HÖHE DES KALKSTEINFÖRDERBANDES IN 0,7 M ENTFERNUNG .....	71
TABELLE 6.5: MESSUNG AUF HÖHE DES KALKSTEINFÖRDERBANDES IN 20 M ENTFERNUNG.....	72
TABELLE 6.6: AUSBREITUNGSRECHNUNG FÖRDERBAND.....	73
TABELLE 6.7: MESSUNG AN EINER SEITE DES WINKELPUNKTES.....	74
TABELLE 7.1: VERGLEICHSMESSUNG VENTILATOR .....	79

---

TABELLE 7.2: VERGLEICHSMESSUNG KOMPRESSOR ..... 80

TABELLE 7.3: TOR ZU UND OFFEN..... 83

## 8.5 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 2.1: SCHALLDRUCK UND SCHALLDRUCKPEGEL VERSCHIEDENER GERÄUSCHE .....	8
ABBILDUNG 2.2: FREQUENZANALYSE.....	10
ABBILDUNG 2.3: EINFLUSS DER BANDBREITE BEI DER FREQUENZANALYSE AUF DAS SCHALLDRUCKSPEKTRUM .....	10
ABBILDUNG 2.4: A-BEWERTUNG.....	12
ABBILDUNG 2.5: KURVEN GLEICHER LAUTSTÄRKE (ISOPHONE) [ 12 ].....	14
ABBILDUNG 2.6: ARTEN VON SCHALLQUELLEN .....	17
ABBILDUNG 2.7: UMWANDLUNG LINIEN- IN PUNKTSCHALLQUELLEN.....	20
ABBILDUNG 2.8: REFLEXION.....	21
ABBILDUNG 2.9: UNTERSCHIEDLICHE SCHALLQUELLEN EINER ANLAGE UND IHRE ÜBERTRAGUNGSWEGE ZUM IMMISSIONSPUNKT .....	22
ABBILDUNG 2.10: SCHALLSCHUTZMAßNAHMEN .....	23
ABBILDUNG 3.1: FLIEßSCHEMA DER ZEMENTERZEUGUNG .....	25
ABBILDUNG 4.1: MESSGERÄT BAUART 2238 DER FIRMA BRÜEL & KJÆR .....	27
ABBILDUNG 5.1: IMMISSIONSMESSPUNKTE.....	30
ABBILDUNG 5.2: PEGELSCHRIEB DER MESSUNG TA1 .....	32
ABBILDUNG 5.3: FLÄCHENWIDMUNGSPLAN .....	38
ABBILDUNG 5.4: LEGENDE DES FLÄCHENWIDMUNGSPLANES .....	38
ABBILDUNG 5.5: VERGLEICH ZWISCHEN DEN MESSREIHEN .....	40
ABBILDUNG 5.6: PEGELSCHRIEB DER DAUERMESSUNG C2 IM FEBRUAR 2001.....	41
ABBILDUNG 5.7: PEGELSCHRIEB DER DAUERMESSUNG C2 IM SOMMER 2001 .....	42
ABBILDUNG 5.8: WINDRICHTUNGSVERTEILUNG: A) FEBRUAR 2001 B) SOMMER 2001 .....	43
ABBILDUNG 5.9: VERTEILUNG DER WINDRICHTUNG AM 19.07.2001.....	44
ABBILDUNG 5.10: VERTEILUNG DER WINDGESCHWINDIGKEIT AM 19.07.2001 .....	44

ABBILDUNG 5.11: MITWINDSEKTOR .....	45
ABBILDUNG 5.12: PEGELSCHWANKUNGSBEREICHE BEI UNTERSCHIEDLICHEN WINDRICHTUNGEN [ 10 ]	46
ABBILDUNG 5.13: STRAßENVERKEHR PEGELSCHRIEB DER MESSUNG NA2 .....	49
ABBILDUNG 5.14: PKW.....	50
ABBILDUNG 5.15: PISTEN DES FLUGHAFENS .....	51
ABBILDUNG 5.16: LANDEANFLUG .....	52
ABBILDUNG 5.17: LANDUNGEN AUF PISTE 34.....	52
ABBILDUNG 5.18: FLUGZEUGE.....	53
ABBILDUNG 5.19: START .....	54
ABBILDUNG 5.20: SCHIENENFÜHRUNG.....	54
ABBILDUNG 6.1: WERKSSCHALLPLAN .....	56
ABBILDUNG 6.2: LEGENDE DES WERKSCHALLPLANES.....	56
ABBILDUNG 6.3: LAGEPLAN DES ZEMENTWERKS .....	57
ABBILDUNG 6.4: RICHTUNG GÖTZENDORF .....	58
ABBILDUNG 6.5: RICHTUNG MANNERSDORF.....	58
ABBILDUNG 6.6: BEREICH DREHROHROFEN .....	59
ABBILDUNG 6.7: AUSSCHNITT 1    ABBILDUNG 6.8: AUSSCHNITT 2 .....	59
ABBILDUNG 6.9: GEBLÄSE    ABBILDUNG 6.10: OFFENE TÜR.....	60
ABBILDUNG 6.11: WÄRMETAUSCHERTURM .....	61
ABBILDUNG 6.12: LUFTKANONE    ABBILDUNG 6.13: KOMPRESSOR .....	62
ABBILDUNG 6.14: IMPULS EINER LUFTKANONE .....	62
ABBILDUNG 6.15: PEGELSCHRIEB DER MESSUNG NB1IMPULS .....	63
ABBILDUNG 6.16: DIESELLOK .....	64
ABBILDUNG 6.17: TONGRUBE .....	65
ABBILDUNG 6.18: HALDEN.....	66

ABBILDUNG 6.19: GELÄNDESCHNITT TONGRUBE.....	66
ABBILDUNG 6.20: MESSUNG AM MESSPUNKT 1.....	67
ABBILDUNG 6.21: STEINBRUCH PLAN.....	68
ABBILDUNG 6.22: STEINBRUCH.....	68
ABBILDUNG 6.23: FÖRDERBAND.....	69
ABBILDUNG 6.24: KALKSTEINFÖRDERBAND PLAN.....	70
ABBILDUNG 6.25: FREQUENZSPEKTRUM; FÖRDERBAND OHNE ABDECKUNG.....	71
ABBILDUNG 6.26: FREQUENZSPEKTRUM; FÖRDERBAND 20 METER ENTFERNUNG.....	72
ABBILDUNG 6.27: ABDECKUNG.....	72
ABBILDUNG 6.28: FREQUENZSPEKTRUM; WINKELPUNKT.....	74
ABBILDUNG 7.1: LOSE ABDECKUNG UND GEBÄUDEÖFFNUNGEN.....	76
ABBILDUNG 7.2: SCHALLDÄMPFER.....	76
ABBILDUNG 7.3: VERSUCH SCHALLDÄMPFER.....	77
ABBILDUNG 7.4: ENTSTAUBUNGSFILTERGEBLÄSE.....	78
ABBILDUNG 7.5: KOMPRESSORHAUS.....	79
ABBILDUNG 7.6: FREQUENZANALYSE; VENTILATOR VOR UND NACH DER REINIGUNG.....	79
ABBILDUNG 7.7: FREQUENZANALYSE; KOMPRESSOR VOR UND NACH DER REINIGUNG.....	80
ABBILDUNG 7.8: GEBLÄSE.....	81
ABBILDUNG 7.9: MÜHLENTOR.....	82
ABBILDUNG 7.10: PEGELSCHRIEB; TOR ZU UND GEÖFFNET.....	82
ABBILDUNG 7.11: MÖGLICHER ZIEGELSPLITTABLADEPLATZ.....	83
ABBILDUNG 9.1: MESSPUNKT A1.....	97
ABBILDUNG 9.2: MESSPUNKT A2.....	98
ABBILDUNG 9.3: MESSPUNKT B1.....	99
ABBILDUNG 9.4: MESSPUNKT B2.....	100

---

ABBILDUNG 9.5: MESSPUNKT B3.....	101
ABBILDUNG 9.6: MESSPUNKT C1.....	102
ABBILDUNG 9.7: MESSPUNKT C3.....	103
ABBILDUNG 9.8: MESSPUNKT D1.....	104
ABBILDUNG 9.9: SCHIRMMAB.....	132

## 9 Anhang

### 9.1 Flächenwidmungsplan und Werksschallplan

Die folgenden beiden Pläne sind eine Vergrößerung der Abbildung 5.3: Flächenwidmungsplan und der Abbildung 6.1: Werksschallplan.

## 9.2 Beschreibung der Messpunkte

### Messpunkt A1



Abbildung 9.1: Messpunkt A1

Angaben zum Messort:	Feldweg
Entfernung:	0,5 km
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Waldstück

**Messpunkt A2****Abbildung 9.2: Messpunkt A2**

Angaben zum Messort:	Feld vor der Straußenfarm
Entfernung:	1,2 km
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen

**Messpunkt B1****Abbildung 9.3: Messpunkt B1**

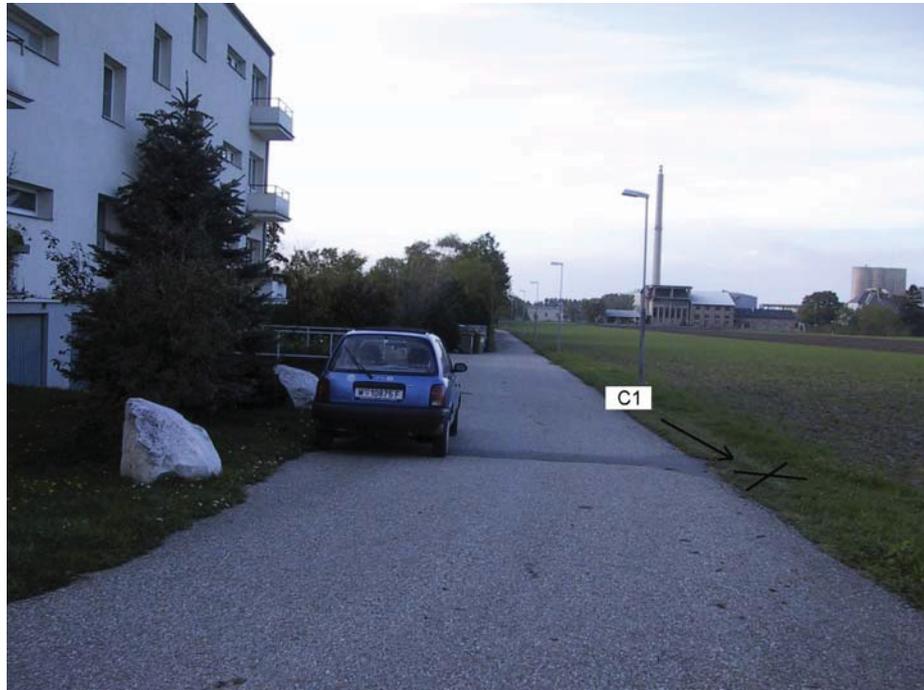
Angaben zum Messort:	Feldweg; auf der Höhe von B2
Entfernung:	0,25 km
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Beeinflussung durch das Kalksteinförderband

**Messpunkt B2****Abbildung 9.4: Messpunkt B2**

Angaben zum Messort:	Roseggergasse 15
Entfernung:	1,2 km
Geländebeschreibung:	0,55 km

**Messpunkt B3****Abbildung 9.5: Messpunkt B3**

Angaben zum Messort:	Hochleiten 32; vor dem EVN Gebäude
Entfernung:	1 km
Geländebeschreibung:	Hanglage; Waldstück; verbautes Gebiet

**Messpunkt C1****Abbildung 9.6: Messpunkt C1**

Angaben zum Messort:	Perlmooserweg 1A
Entfernung:	0,35 km
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Wohnhaus

### Messpunkt C2

Dieser Messpunkt befindet sich am Balkon eines Mitarbeiters der Lafarge Permooser AG, deshalb ist kein Foto vorhanden.

Angaben zum Messort:	Dr. Eduard-Richtergasse Nr. 19; Balkon
Entfernung:	0,8 km
Geländebeschreibung:	verbautes Gebiet; Wohnhaus

### Messpunkt C3



Abbildung 9.7: Messpunkt C3

Angaben zum Messort:	Tattendorfsgasse 12
Entfernung:	0,35 km
Geländebeschreibung:	0,95 km

**Messpunkt D1****Abbildung 9.8: Messpunkt D1**

Angaben zum Messort:	Ecke Hanfretzweg/Werkssiedlung
Entfernung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Baumbewuchs
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Wohnhaus

## 9.3 Beschreibung der Messungen

Die Beschreibung der Messungen enthält einerseits die Messergebnisse und andererseits die durch die Auswertung erhaltenen Werte. Bei Besonderheiten während der Messung oder bei der Auswertung wird auf diese hingewiesen. Konnte eine Grenzwertüberschreitung festgestellt werden und war diese auf einen bestimmten Umstand zurückzuführen ist dies ebenfalls in den Tabellen angegeben. Weiters sind Angaben zur Windrichtung (WiRi) und Windgeschwindigkeit (WiGe) enthalten. Diese Werte wurden von der Niederösterreichischen Landesregierung zur Verfügung gestellt und stammen von der Messstation in Stixneusiedl. Da die Winddaten in Form von Halbstundenmittelwerten vorliegen, die nicht immer der genauen Messzeit entsprechen, wurde jeweils jener Bereich ausgewählt, in dem der größte Teil der Messung stattfand.

Unter den Wertetabellen befindet sich der Pegelschrieb der beschriebenen Messungen.

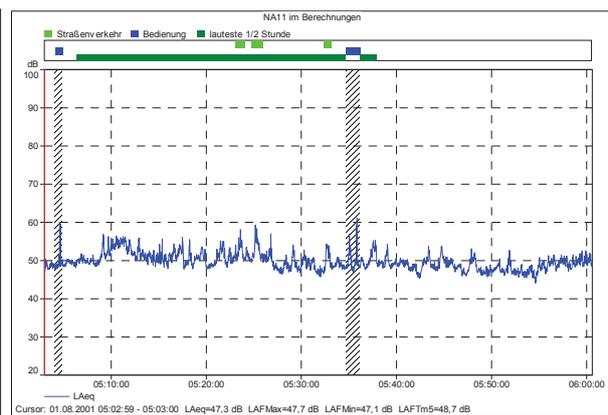
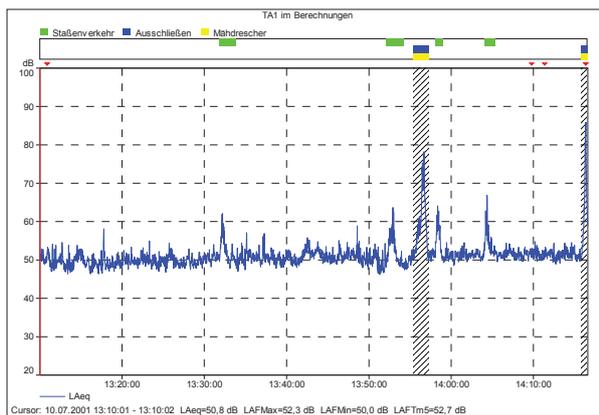
### 9.3.1 Sommer 2001

Die folgenden Wertetabellen beinhalten die Ergebnisse der Auswertung der Messungen, wobei weder Straßenverkehr noch Flugverkehr ausgenommen wurden. Musste ein bestimmtes Geräusch ausgeschlossen werden ist dies unter dem Pegelschrieb vermerkt.

## Messpunkt A1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	10.07.01	13:10:01	1:03:54	51,5	5	56,5	1,5 Impuls
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	01.08.01	05:02:59	0:55:17	50,4	5	55,4	10,4

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]		
Tag	67,9	45,6	48,0	58,9	3,64	2,98	160	140
Nacht	68,8	43,7	46,6	55,8	2,37	2,49	150	150



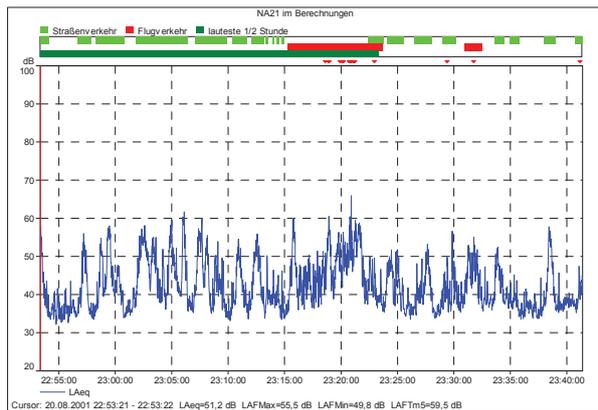
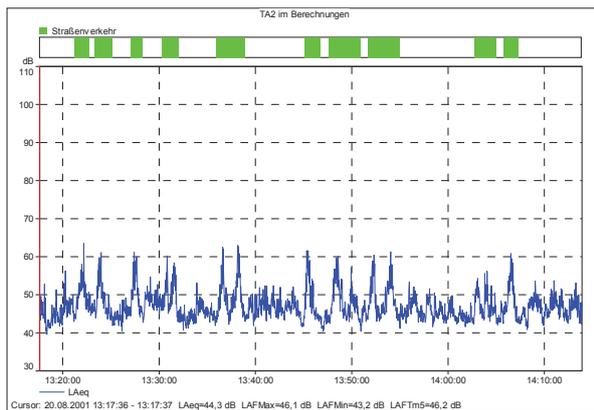
Die Messung während der Tageszeit wurde durch das Vorbeifahren eines Mähdreschers gestört, diese Bereiche wurden ausgeschlossen.

Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

## Messpunkt A2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	20.08.01	13:17:36	0:56:17	49,3	0	49,3	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	20.08.01	22:53:21	0:48:02	49,0	0	49,0	4

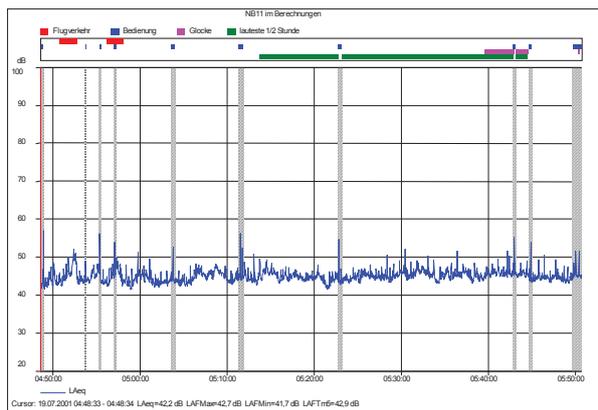
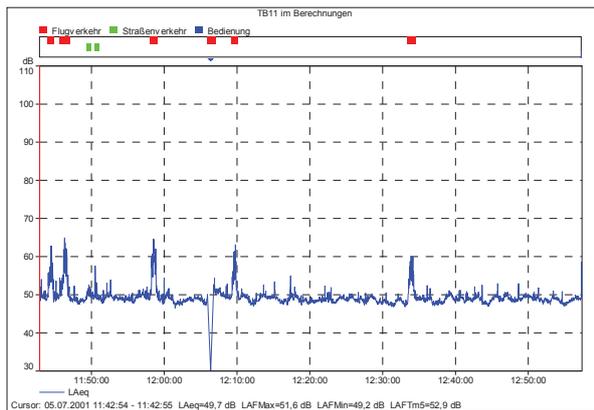
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	66,6	39,0	42,5	58,9	3,85	3,29	150	150
Nacht	70,8	31,8	34,6	58,3	3,84	3,87	250	310



## Messpunkt B1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	05.07.01	11:42:54	1:14:22	50,2	5	55,2	0,2 Impuls
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	19.07.01	04:48:33	0:58:12	45,4	5	50,4	5,4 Impuls

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	68,3	46,1	47,4	59,4	2,6	120
Nacht	58,7	41,0	42,9	49,3	1,61	30



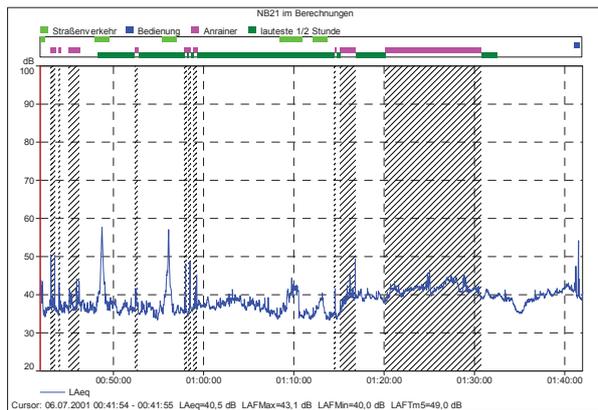
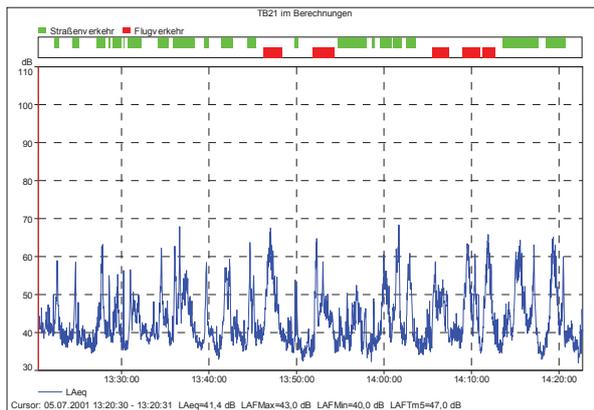
Die Messung während der Tageszeit musste kurz unterbrochen werden.

Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

## Messpunkt B2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	05.07.01	13:20:30	1:02:12	50,7	0	50,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	06.07.01	00:41:54	0:43:52	39,9	0	39,9	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	70,5	31,8	35,3	62,8	2,37	2,23	70	150
Nacht	58,4	32,7	34,5	47,9	1,71	1,4	100	110

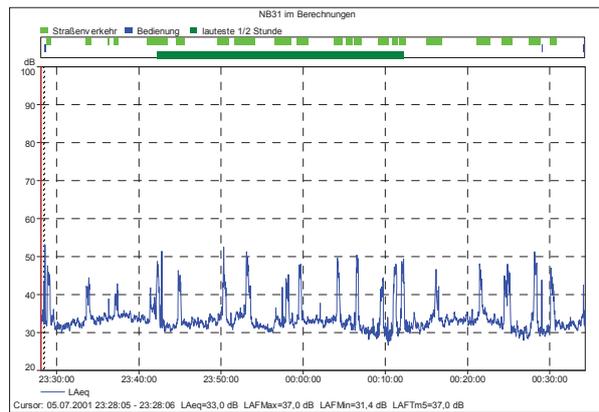
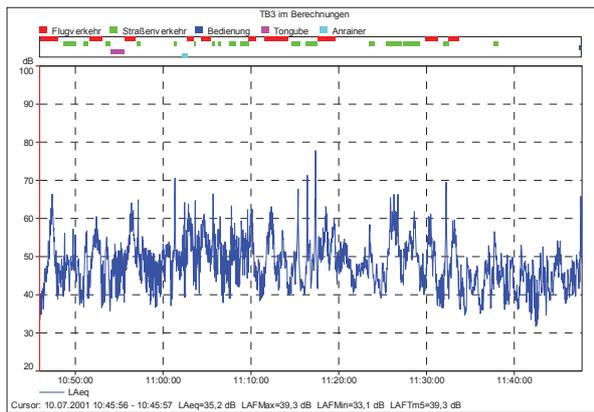


Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen, genauso wie die Geräusche, die durch Gespräche beziehungsweise das Starten eines Autos verursacht wurden.

**Messpunkt B3**

	Datum	Beginn	Dauer	L <sub>A,eq</sub> [dB]	Zuschläge [dB]	L <sub>r</sub> [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	10.07.01	10:45:56	1:01:45	53,3	0	53,3	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	05.07.01	23:28:05	1:05:48	37,9	0	37,9	0

	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]	L <sub>A,95</sub> [dB]	L <sub>A,1</sub> [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	79,1	30,8	38,6	63,6	3,15	2,17	140	110
Nacht	58,4	26,5	30,0	47,9	1,75	1,69	100	170

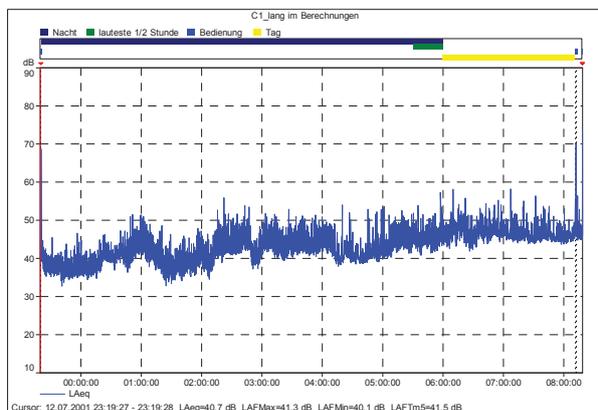
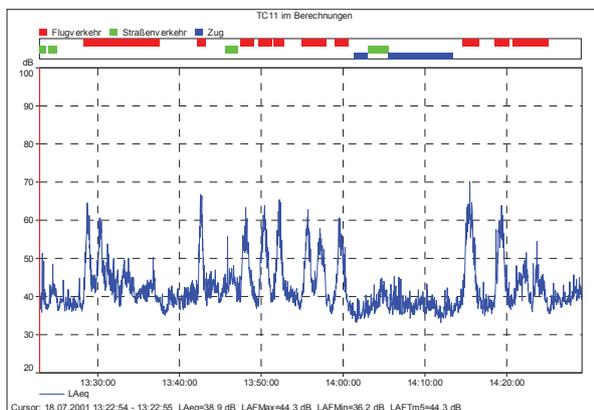


## Messpunkt C1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	18.07.01	13:22:54	1:06:17	49,4	0	49,4	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	13.07.01	05:30:00	0:30:00	45,8	0	45,8	1,8

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	72,3	32,4	35,9	61,8	2,86	3,04	120	110
Nacht	61,2	40,1	35,9	61,8				

Da es sich bei der Nachtmessung um eine Langzeitmessung handelt konnten keine repräsentativen Einzelwerte für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung angegeben werden.

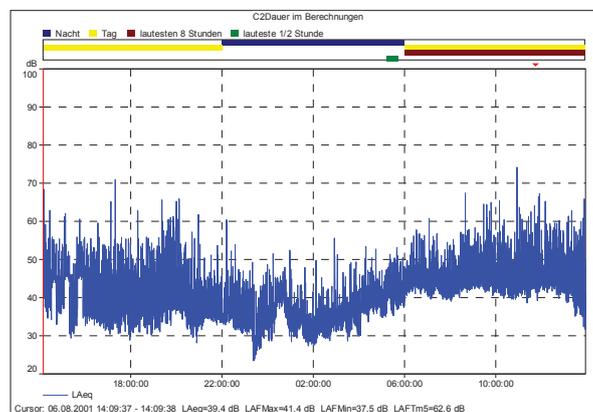


## Messpunkt C2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag: am stärksten belasteten 8 Stunden	07.08.2001	06:00:00	8:00:00	47,7	0	47,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	07.08.2001	05:13:04	0:30:00	42,7	0	42,7	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	75,8	31,0	31,4	54,9		
Nacht	55,2	34,4	31,4	54,9		

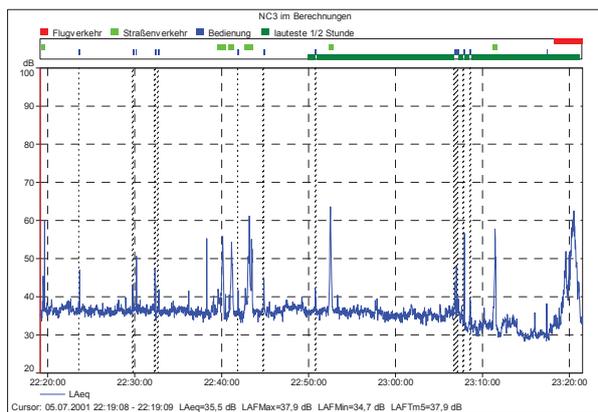
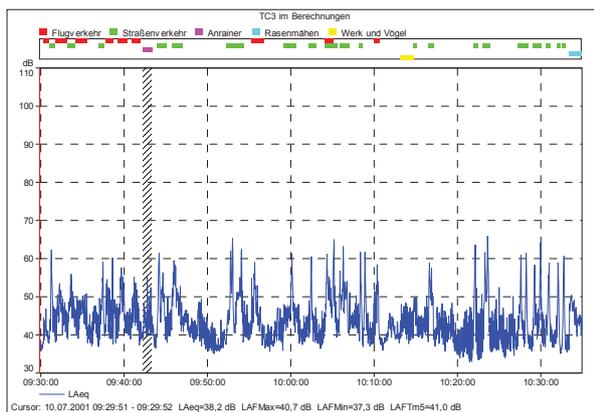
Da am Messpunkt C2 eine Dauermessung durchgeführt wurde konnten keine repräsentativen Einzelwerte für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung angegeben werden.



## Messpunkt C3

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	10.07.01	09:29:51	1:03:59	48,6	0	48,6	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	05.07.01	22:19:08	0:59:55	43,2	0	43,2	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]		
Tag	67,8	32,1	36,4	60,5	1,4	2,15	300	150
Nacht	65,4	27,0	30,5	55,8	2,09	1,81	140	140



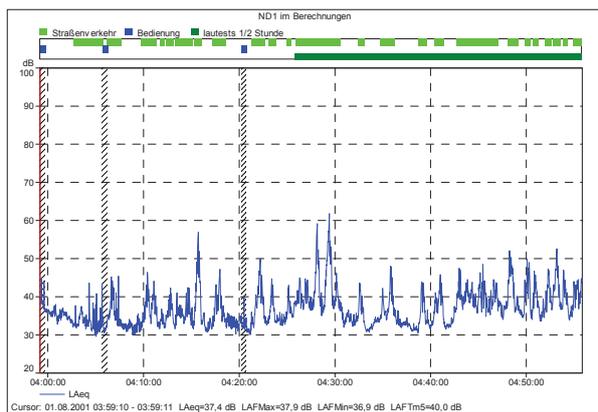
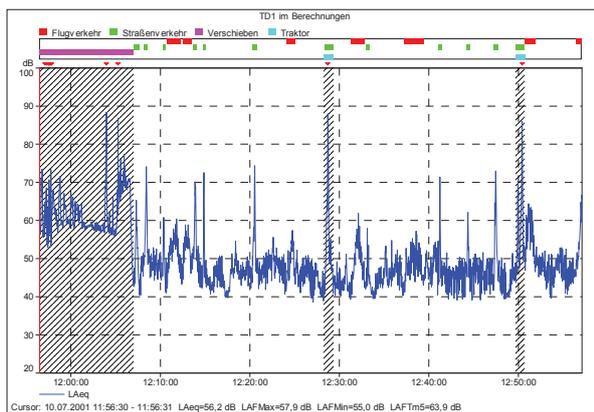
Die Messung während der Tageszeit wurde durch ein Gespräch gestört, diese Teile wurden ausgeschlossen.

Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

## Messpunkt D1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	10.07.01	12:07:00	0:47:56	53,4	0	53,4	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	01.08.01	03:59:10	0:56:40	42,7	0	42,7	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	76,3	37,5	41,1	65,4	2,7	2,87	240	180
Nacht	63,0	30,2	31,6	31,6	3,66	2,63	340	270



Die Messung während der Tageszeit wurde durch das Vorbeifahren eines Zuges und von Traktoren gestört, diese Bereiche wurden ausgeschlossen.

Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

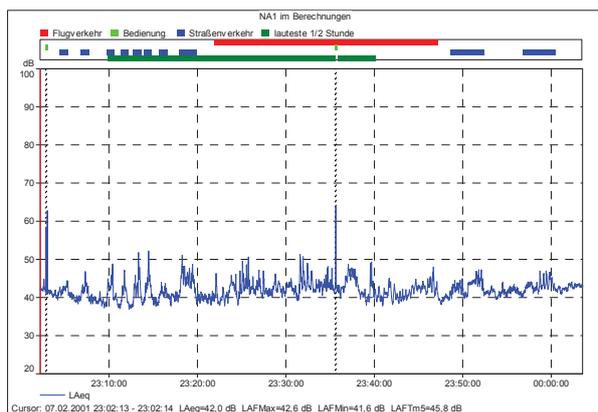
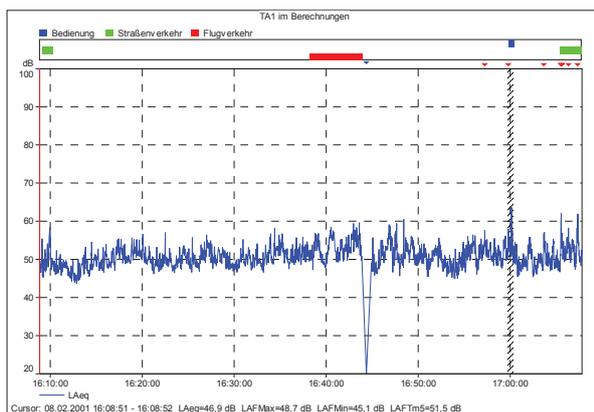
### 9.3.2 Winter 2001

Die folgenden Wertetabellen beinhalten die Ergebnisse der Auswertung der Messungen, wobei weder Straßenverkehr noch Flugverkehr ausgenommen wurden. Musste ein bestimmtes Geräusch ausgeschlossen werden, ist dies unter dem Pegelschrieb vermerkt.

#### Messpunkt A1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	08.02.01	16:08:51	0:58:56	51,5	0	51,5	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	07.02.01	23:08:13	1:00:46	43,0	0	43,0	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	71,6	43,3	46,7	57,2	3,23	3,52	160	180
Nacht	53,8	36,1	38,6	48,4	2,53	2,2	100	100



Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

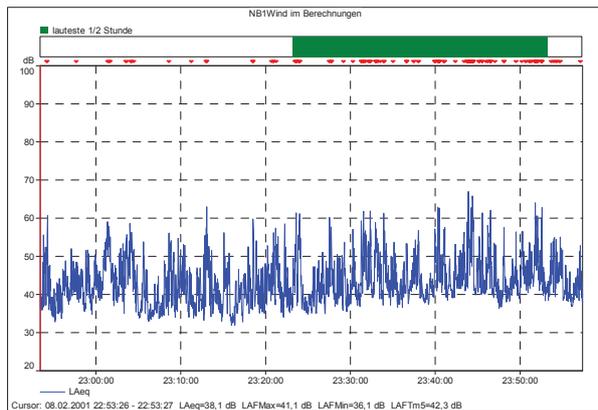
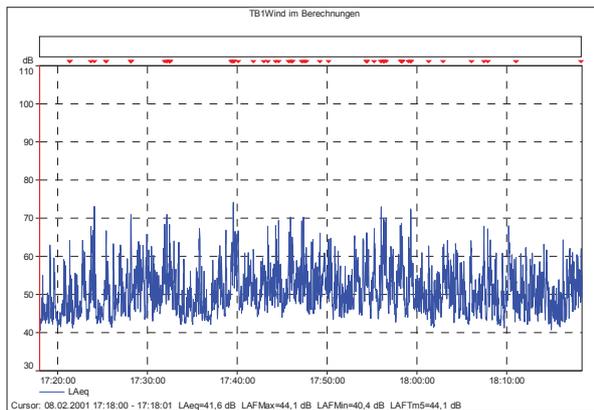
## Messpunkt A2

Dieser Messpunkt wurde, auf Grund der erst später geänderten Aufgabenstellung, nicht berücksichtigt.

## Messpunkt B1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	08.02.01	17:18:00	1:00:21	56,1	0	56,1	1,1 Wind
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	08.02.01	22:53:26	1:03:55	49,9	0	49,9	4,9 Wind

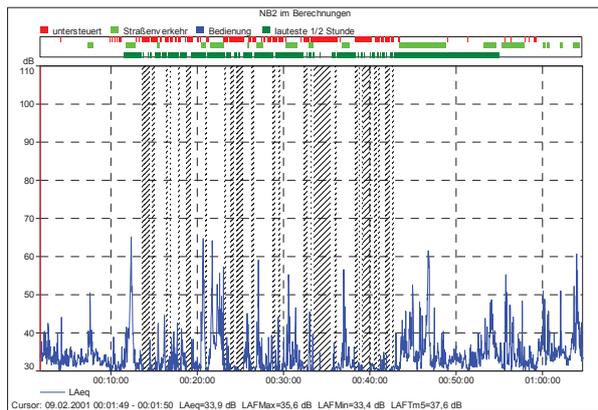
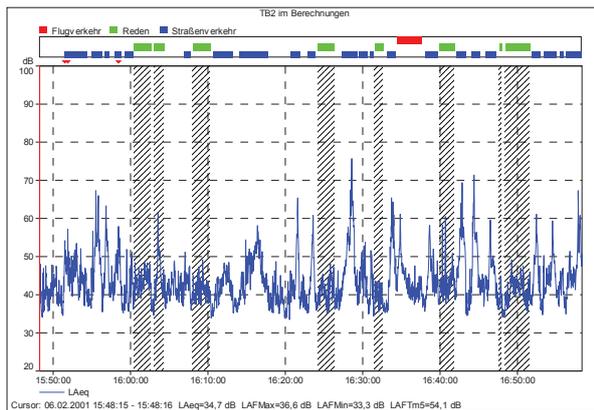
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	79,7	40,2	43,3	67,6	4,11	5,97	190	200
Nacht	70,1	33,9	35,4	59,8	3,84	4,74	140	150



## Messpunkt B2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.01	15:48:15	1:10:04	50,7	0	50,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	09.02.01	00:01:34	0:49:47	44,1	0	44,1	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	77,7	32,7	36,0	63,9	3,96	3,93	120	130
Nacht	68,9	20,5	30,5	55,2	3,55	3,4	140	130



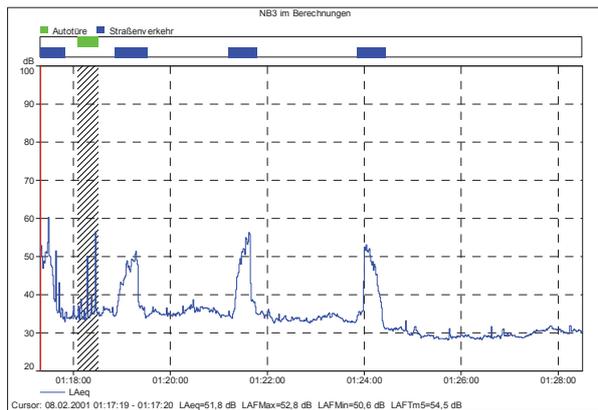
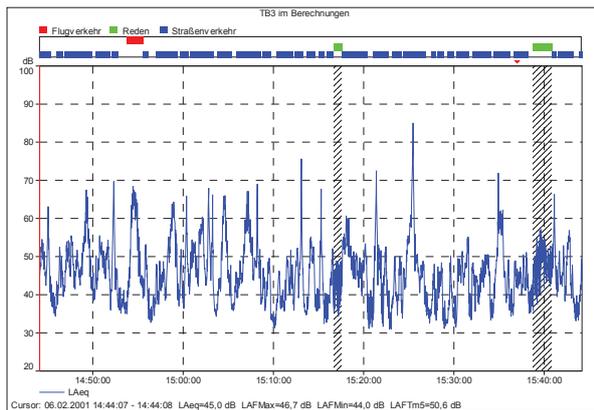
Die Messung während der Tageszeit wurde durch ein Gespräch gestört, diese Teile wurden ausgeschlossen.

Bei der Nachtmessung war der Pegelbereich zu hoch eingestellt, deshalb wurden die untersteuerten Bereiche ausgeschlossen.

## Messpunkt B3

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.01	14:44:07	1:00:03	56,5	0	56,5	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	08.02.01	01:17:19	0:10:45	41,9	0	41,9	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	86,0	29,9	34,6	66,9	3,28	120
Nacht	68,0	27,2	28,5	53,6	2,53	260



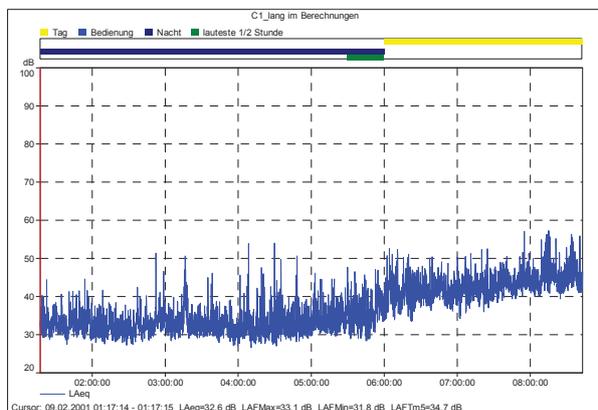
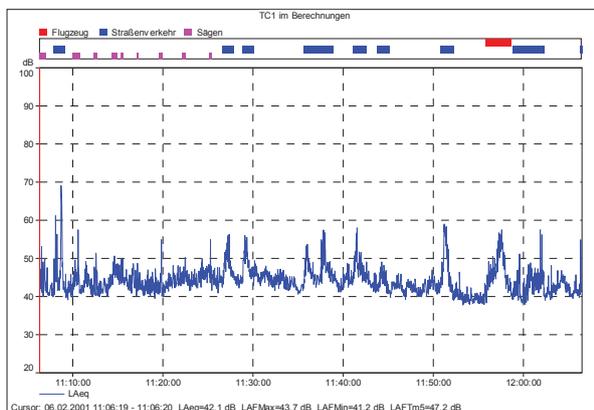
Die Nachtmessung musste nach 11 Minuten wegen einsetzendem Regen abgebrochen werden und konnte aus Zeitmangel nicht wiederholt werden.

## Messpunkt C1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.01	11:06:19	1:03:17	46,7	0	46,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	09.02.01	05:29:28	0:30:00	37,1	0	37,1	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	71,0	37,0	39,9	56,7	3,75	3,85	80	90
Nacht	51,5	27,7	29,7	50,5				

Da es sich bei der Nachtmessung um eine Langzeitmessung handelt konnten keine repräsentativen Einzelwerte für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung angegeben werden.

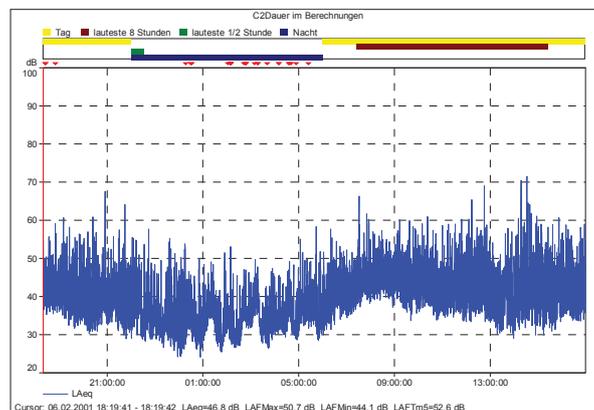


## Messpunkt C2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag: am stärksten belasteten 8 Stunden	07.02.01	07:25:11	8:00:00	47,1	0	47,1	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	06.02.01	22:00:00	0:30:00	41,6	0	41,6	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	74,8	28,4	29,8	54,7	4,94	4,41	100	90
Nacht	62,4	28,3	29,8	54,7				

Da am Messpunkt C2 eine Dauermessung durchgeführt wurde konnten keine repräsentativen Einzelwerte für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung angegeben werden.

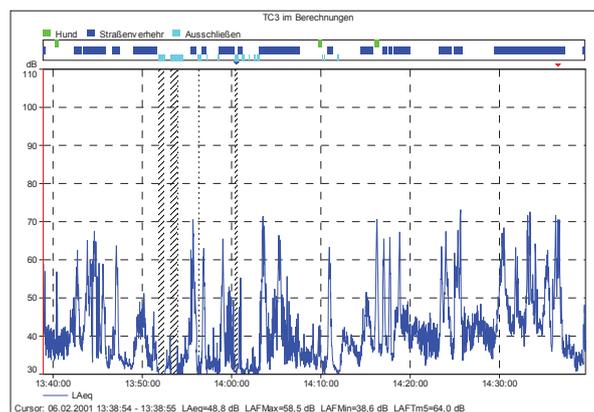


### Messpunkt C3

Die Nachtmessung an diesem Messpunkt konnte aus Zeitmangel nicht durchgeführt werden.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.2001	13:38:54	0:57:46	53,7	0	53,7	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]	
Tag	78,3	20,1	31,5	67,0	3,78	140	120

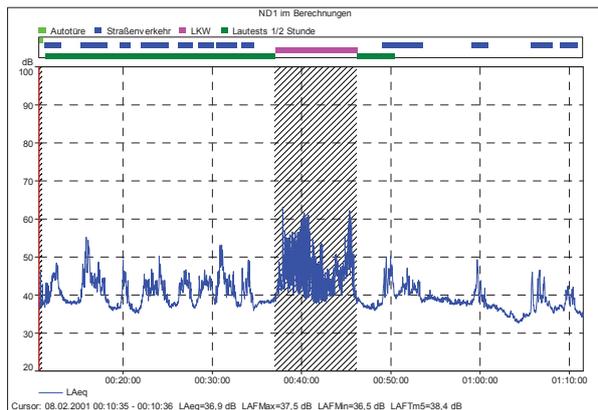
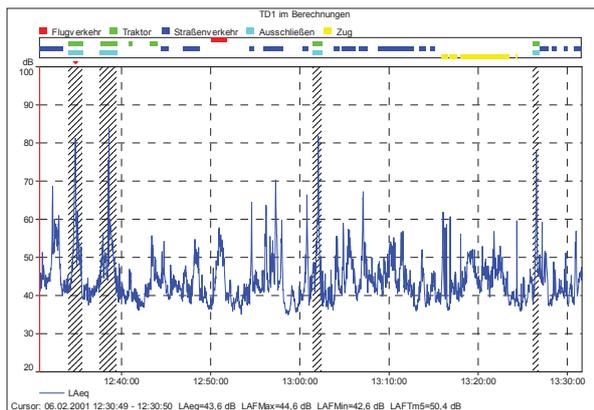


Bei dieser Messung war der Pegelbereich zu hoch eingestellt, deshalb wurden die untersteuerten Bereiche ausgenommen.

## Messpunkt D1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.01	12:30:49	0:55:29	48,7	0	48,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	08.02.01	00:10:35	0:51:24	42,4	0	42,4	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	72,2	34,2	37,2	59,9	3,95	3,67	100	100
Nacht	56,4	34,4	34,9	50,0	1,56	2,18	110	130



Die Messung während der Tageszeit wurde durch das Vorbeifahren von Traktoren gestört, diese Bereiche wurden ausgeschlossen.

Die Nachtmessung wurde durch das Entladen eines LKW's gestört, dieser Bereich wurde ausgeschlossen.

### 9.3.3 Sommer 2000

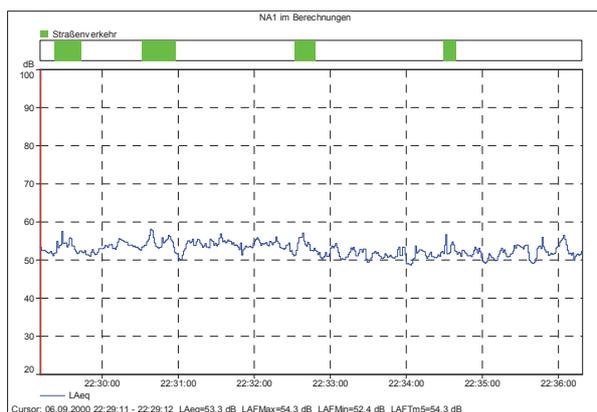
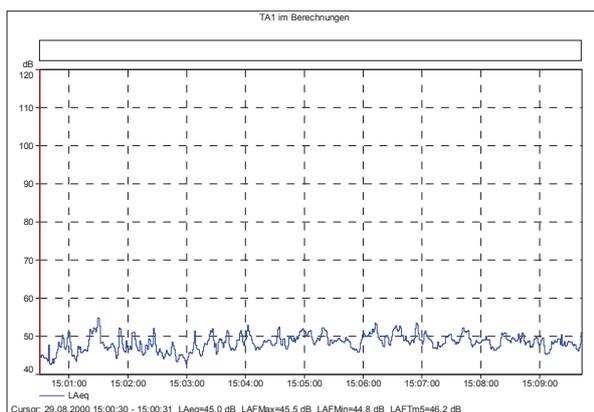
Die Messungen im Rahmen des Projekts vom 14.08. bis 15.09.2000 dienten zur ersten Ermittlung der Ist-Situation.

Bei der Bearbeitung wurden sowohl Straßen- als auch Flugverkehr ausgenommen, da sonst die kurzen Messungen zu stark beeinflusst gewesen wären.

#### Messpunkt A1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	29.08.00	15:09:43	0:09:13	48,9	5	53,9	0
Nacht	06.09.00	22:29:11	0:07:08	52,8	5	57,8	12,8

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	55,3	42,3	44,7	53,1	3,79	310
Nacht	48,1	61,0	50,0	55,8	1,73	130

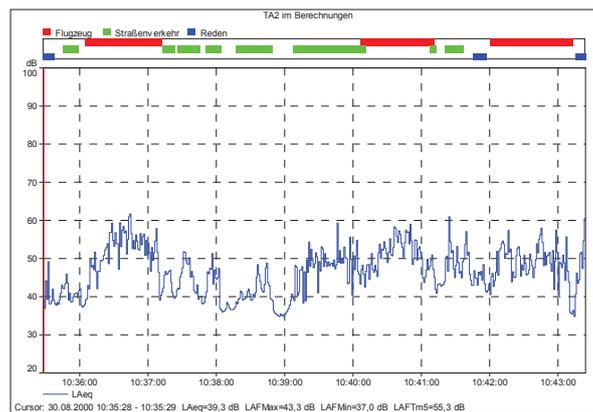


## Messpunkt A2

Aufgrund einer anderen Aufgabenstellung wurde an diesem Messpunkt keine Nachtmessung durchgeführt.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	30.08.00	10:35:28	0:07:56	43,9	0	43,9	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	62,4	33,8	38,2	54,5	2,18	80

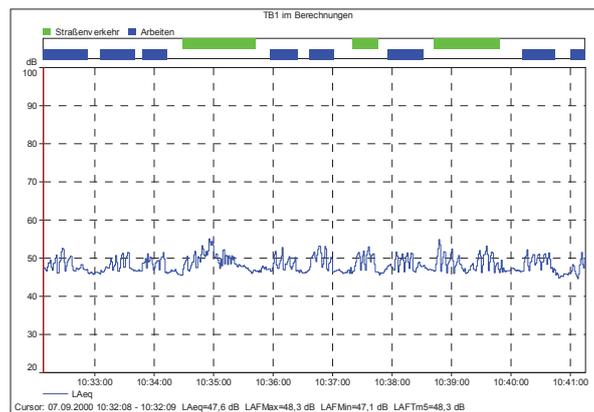


## Messpunkt B1

Aufgrund einer anderen Aufgabenstellung wurde an diesem Messpunkt keine Nachtmessung durchgeführt.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	07.09.00	10:30:40	0:10:35	46,6	5	51,6	0

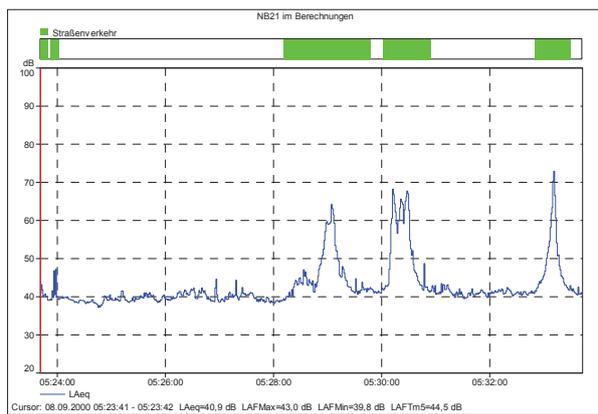
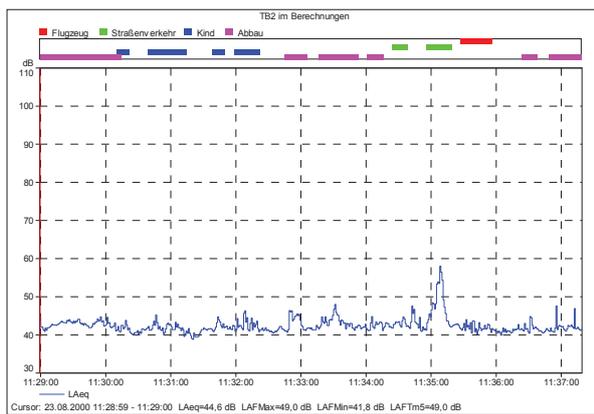
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	52,2	44,5	46,2	53,2	0,91	110



## Messpunkt B2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	23.08.00	11:28:56	0:09:15	41,7	0	41,7	0
Nacht	08.09.00	05:23:41	0:10:02	40,4	0	40,4	0

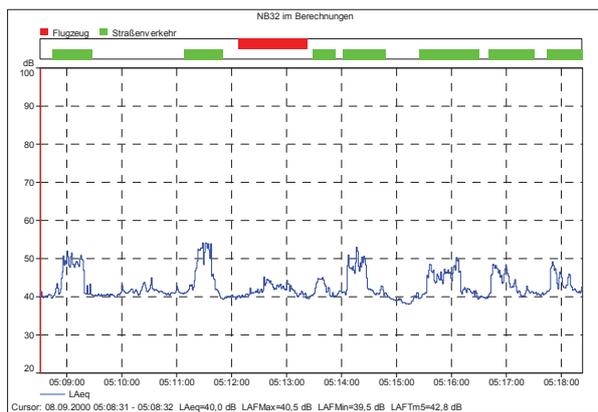
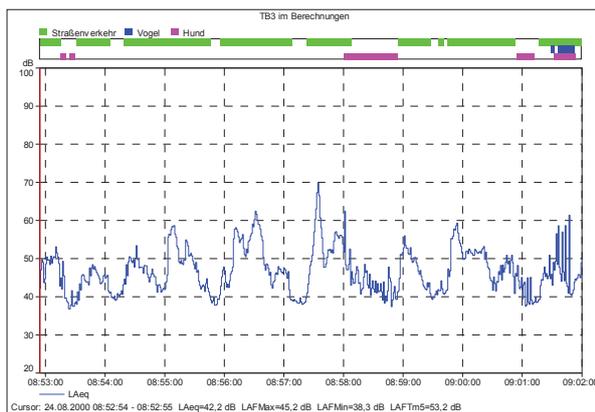
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	49,5	38,5	41,0	47,1	4,84	350
Nacht	46,6	36,6	38,4	66,7	5,01	320



## Messpunkt B3

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	24.08.00	08:52:54	0:09:06	39,9	0	39,9	0
Nacht	08.09.00	05:08:31	0:09:52	40,6	0	40,6	0

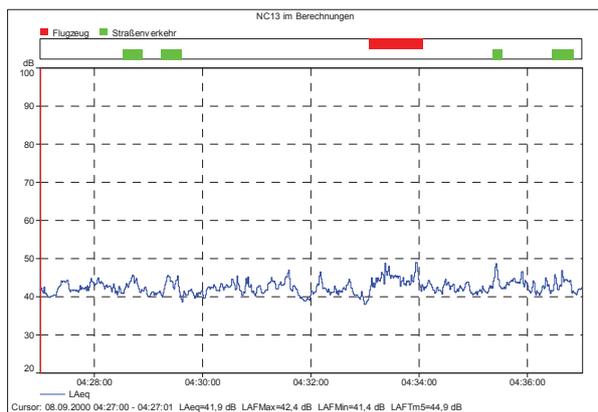
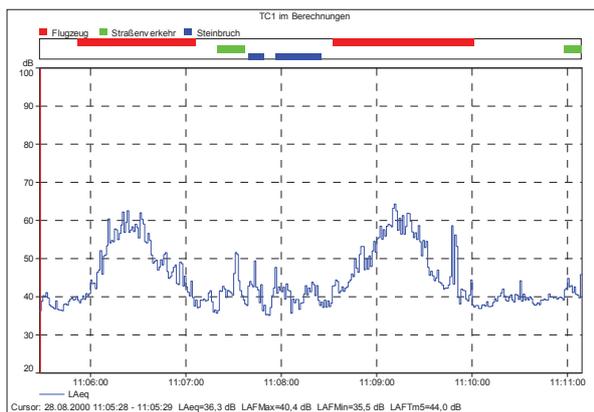
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	49,3	36,4	38,6	62,3	1,47	120
Nacht	47,1	37,6	39,3	53,0	5,01	320



## Messpunkt C1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	28.08.00	11:05:28	0:05:16	39,0	0	39,0	0
Nacht	08.09.00	04:27:00	0:10:01	42,3	0	42,3	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	49,8	43,5	36,5	49,6	2,90	140
Nacht	47,8	37,5	40,7	48,2	4,50	320

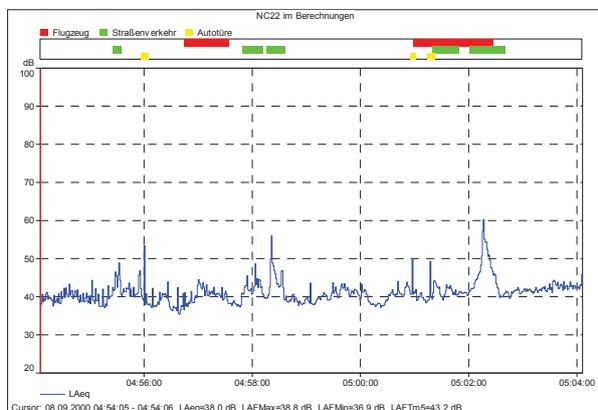
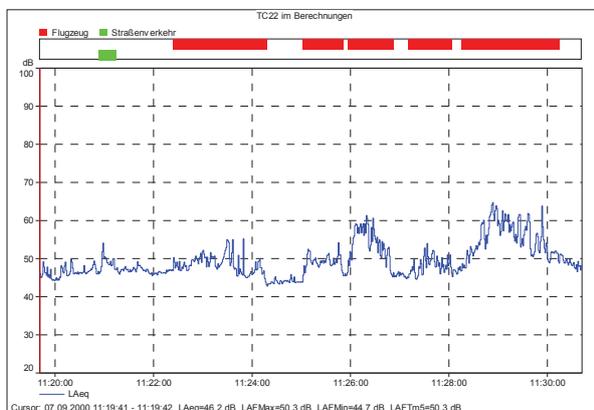


## Messpunkt C2

Bei dieser Messreihe stand der Messpunkt am Balkon des Mitarbeiters der Lafarge Perlmöser AG noch nicht zur Verfügung, deshalb wurde auf dem Feld neben dem Haus gemessen.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	07.09.00	11:19:41	0:11:01	46,6	0	46,6	0
Nacht	08.09.00	04:54:05	0:10:01	40,7	0	40,7	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	52,8	42,1	46,4	54,8	0,69	120
Nacht	50,5	35,0	37,5	54,0	4,96	320

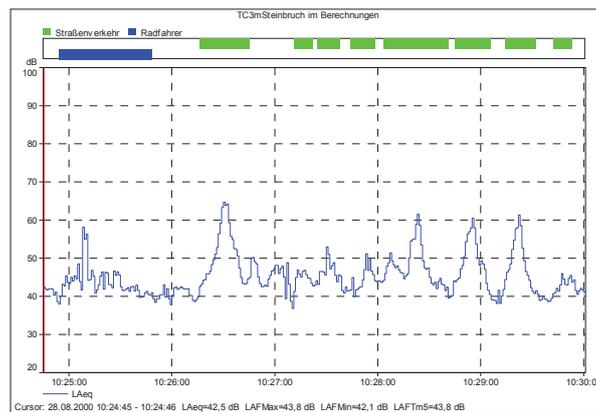


### Messpunkt C3

Aufgrund einer anderen Aufgabenstellung wurde an diesem Messpunkt keine Nachtmessung durchgeführt.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	28.08.00	10:24:45	0:05:15	43,6	0	43,6	0

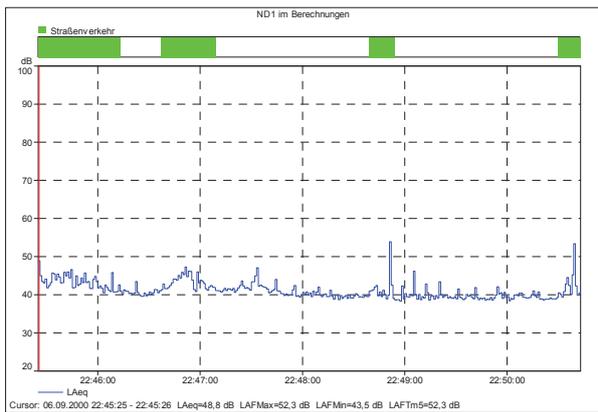
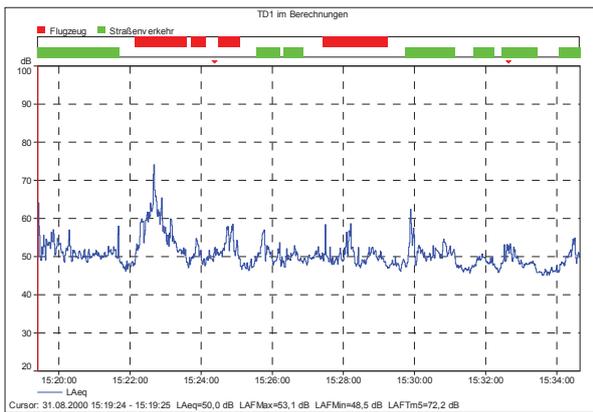
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	55,7	39,6	41,8	64,0	3,15	150



**Messpunkt D1**

	Datum	Beginn	Dauer	L <sub>A,eq</sub> [dB]	Zuschläge [dB]	L <sub>r</sub> [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	31.08.00	15:19:24	0:15:15	48,2	0	48,2	0
Nacht	06.09.00	22:45:25	0:05:18	40,5	0	40,5	0

	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]	L <sub>A,95</sub> [dB]	L <sub>A,1</sub> [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	55,8	44,5	46,5	63,9	4,65	80
Nacht	53,7	37,5	39,7	53,5	1,73	130



## 9.4 Schirmmaß

verwendete Literatur: [ 6 ]

Das Schirmmaß  $\Delta L_s$  berücksichtigt die Schallpegelminderung durch Abschirmung. Es ergibt sich aus Gleichung [ 9.1 ].

$$\Delta L_s = -10 \log(K * z + 3) \quad [ 9.1 ]$$

Abkürzungen:

K                    siehe RVS 3.02 [ 6 ] Abschnitt 5.2.1.5  
z            in [m]            Schirmwert

Der Schirmwert z berechnet sich nach Gleichung [ 9.2 ].

$$z = \overline{ST} + \overline{TI} - \overline{SQ} - \overline{QI} \quad [ 9.2 ]$$

Abkürzungen:

S                    Schallquelle  
I                    Immissionsort  
T                    Schirmoberkante  
Q                    Schnittpunkt zwischen der Schirmebene und dem Weg den der Schall ohne Schirm nehmen würde  
P                    Schnittpunkt zwischen der Schirmebene und der Verbindungsgeraden SI

Abbildung 9.9 zeigt einen lotrechten Schnitt durch Schallquelle S und Immissionsort I.

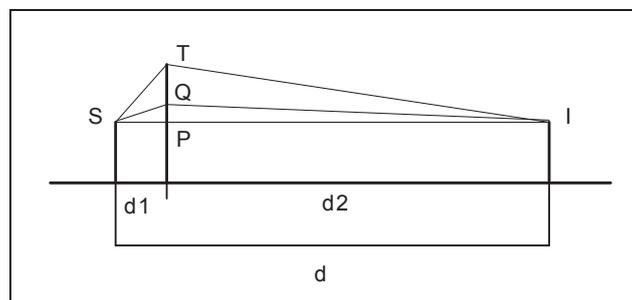


Abbildung 9.9: Schirmmaß

Der Abstand QP ergibt sich aus Gleichung [ 9.3 ].

$$\overline{QP} = \frac{d1 * d2}{16 * d} \quad [ 9.3 ]$$

Abkürzungen:

d1	in [m]	Abstand Schallquelle Schirm
d2	in [m]	Abstand Schirm Immissionsort
d	in [m]	Abstand Schallquelle Immissionsort

„Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen, wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.“

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die bei dieser Diplomarbeit mitgewirkt haben.

Besonders O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Karl E. Lorber, der diese Arbeit ermöglichte, Dr. Karl-Heinz Greßlehner, der mir mit konstruktiven Anregungen zur Seite stand und den Mitarbeitern des Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik, möchte ich meinen Dank aussprechen.

Weiters danke ich Herrn Dipl.-Ing Henning Weber und allen anderen Mitarbeitern der Lafarge Perlmooser AG, die mich in ihr Team aufgenommen haben und mich bei der Lösung aller Probleme tatkräftig unterstützten.

Einen großen Beitrag zu dieser Diplomarbeit lieferte auch meine Familie, besonders meine Mutter, Großmutter und mein Freund, die mit ihrem Verständnis das kreative Umfeld geschaffen haben, in dem diese Arbeit erst entstehen konnte.

Abschließend möchte ich mich noch bei allen meinen Kollegen und Kolleginnen bedanken.



## **Diplomarbeit**

# Darstellung und Beurteilung von Lärminderungsmaßnahmen beim Zementwerk Lafarge Perlmöoser AG, Werk Mannersdorf

erstellt am

**Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik (IED)**

**Montanuniversität Leoben**

**Vorgelegt von:**

Angelika Rubick, 9435050

**Betreuer:**

O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr. Karl E. Lorber

Dipl.-Ing. Henning Weber

Leoben, 14. November

## Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>5</b>
1.1	Problemstellung .....	5
1.2	Zielsetzung.....	5
1.3	Schallschutzmaßnahmenkatalog .....	5
1.3.1	Sofortmaßnahmen .....	5
1.3.2	Sanierungskonzept .....	6
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN.....FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>	
2.1	Größen zur Beschreibung von Geräuschen und Geräuschquellen..... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.1.1	Beschreibung der physikalischen Eigenschaften von Geräuschen <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.1.2	Größen zur Beschreibung der Schallimmission <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.1.3	Größen zur Beschreibung der Schallemission <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.1.4	menschliches Hörvermögen..... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.1.5	Rechenoperationen mit Schallpegelwerten... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.1.5.1	energetische Addition..... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.1.5.2	energetische Subtraktion .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
2.1.5.3	Mittelwertbildung .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
2.1.5.4	Umrechnen eines Schallpegels auf eine Bezugszeit <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.2	Schallausbreitung im Freien..... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.2.1	Punktschallquelle .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
2.2.2	Linien-schallquelle..... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.2.2.1	Berechnung des Emissionsschallpegels <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.2.2.2	Berechnung des Immissionsschallpegels <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
2.2.3	Reflexion .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
2.2.4	Ausbreitungsrechnung .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
2.3	Schallschutz..... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	
<b>3</b>	<b>BESCHREIBUNG DES STANDORTSFEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>	
<b>4</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG.....FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>	
4.1	Untersuchungsraum..... <b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>	

4.2	Messverfahren .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
<b>5</b>	<b>IST-SITUATION IMMISSIONSSEITIGFEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>	
5.1	Auswahl der Messpunkte .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.2	Lage der Messpunkte.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3	Durchführung der Messreihen.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.1	Auswahl der Messtage und Messzeiten.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.2	Aufnahme der Messwerte .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.3	Bearbeitung der Messungen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.4	Messergebnisse .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.4.1	Sommer 2000.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.4.2	Winter 2001 .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.4.3	Sommer 2001.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.4.4	Grenzwertüberschreitungen .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.4.5	Vergleich der unterschiedlichen Messreihen	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.3.4.6	24 Stunden Messung .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4	Einflüsse auf die Schallmessungen.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.1	Topographie .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2	Meteorologie .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2.1	Wind .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2.2	Temperatur.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2.3	Luftfeuchtigkeit .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2.4	Regen beziehungsweise Schnee.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2.5	Landwirtschaft und Bewuchs .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2.6	Straßenverkehr .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2.7	Flugverkehr .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
5.4.2.8	Zugsverkehr .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
<b>6</b>	<b>IST-SITUATION EMISSIONSSEITIGFEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>	
6.1	Werk.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.1.1	Bereich Drehrohfen.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.1.2	Bereich Wärmetauscherturm .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.1.3	Werksverkehr .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.1.4	Verschieben .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.1.5	Nacharbeit.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.2	Tongrube.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.3	Steinbruch .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

- 6.4 Kalksteinförderband und Winkelpunkt..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 7 SCHALLSCHUTZMAßNAHMEN .....FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 7.1 spezielle Maßnahmen ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 7.1.1 Kalksteinförderband und Winkelpunkt.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 7.1.2 Bereich Wärmetauscherturm .....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 7.2 allgemeine Maßnahmen..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 7.3 Empfehlungen ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 8 VERZEICHNISSE.....FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 8.1 Literaturverzeichnis ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 8.2 Abkürzungen, Einheiten, Pegelabkürzungen**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 8.3 Begriffserklärungen ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 8.4 Tabellenverzeichnis ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 8.5 Abbildungsverzeichnis ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 9 ANHANG.....FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**
- 9.1 Flächenwidmungsplan und Werksschallplan**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 9.2 Beschreibung der Messpunkte..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 9.3 Beschreibung der Messungen..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 9.3.1 Sommer 2001.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 9.3.2 Winter 2001.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 9.3.3 Sommer 2000.....**Fehler! Textmarke nicht definiert.**
- 9.4 Schirmmaß..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Die Lärmproblematik rückt immer mehr ins Umweltbewusstsein, vor allem weil sich die Bevölkerung in industrialisierten und dichtbesiedelten Gebieten in zunehmendem Maße durch Lärm belästigt fühlt. Verkehrslärm wird von den meisten Menschen als vorherrschender Störfaktor empfunden, aber auch Industrieanlagen verursachen einen nicht unerheblichen Anteil von Lärmimmissionen in ihrer Umgebung.

Ein Projekt zur Erfassung der Ist-Situation bezüglich Schallimmission und zur Identifizierung von Schwachstellen, vom Sommer 2000, zeigte, dass in bestimmten Bereichen des Zementwerks beziehungsweise in den dazugehörigen Einrichtungen, wie etwa dem Kalksteinförderband, Handlungsbedarf für Schallschutzmaßnahmen besteht.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde der Beitrag des Zementwerks der Lafarge Perlmooser AG, Standort Mannersdorf zu den Lärmimmissionen in seiner Umgebung genauer untersucht und auf eventuelle Grenzwertüberschreitungen überprüft.

Im Laufe der Erstellung dieser Arbeit ergaben sich weitere Problemstellungen die, wenn nötig durch Berechnungen oder Versuche berücksichtigt wurden.

## 1.2 Zielsetzung

Hauptaufgabe dieser Diplomarbeit ist es, Möglichkeiten zur Schallreduzierung bei Betriebsanlagenteilen der Firma Lafarge Perlmooser AG zu finden. Besonders für Lärmemittenten, die eine Grenzwertüberschreitung verursachen beziehungsweise verursachen können, werden Schallschutzmaßnahmen vorgeschlagen und, im Hinblick auf ihre Wirksamkeit, bewertet.

In der vorliegenden Arbeit wurden weiters Ergebnisse von Berechnungen von Schallszenarien, wie zum Beispiel eine bestimmte Erhöhung der derzeitigen Lärmemissionen durch vermehrten LKW-Verkehr, dargestellt.

## 1.3 Schallschutzmaßnahmenkatalog

Dieses Kapitel soll einen Überblick über die erforderlichen Maßnahmen zur Lärminderung geben. Eine ausführliche Behandlung befindet sich im Kapitel 7: Schallschutzmaßnahmen.

### 1.3.1 Sofortmaßnahmen

- Kalksteinförderband: alle beweglichen Teile (wie Dach und Abdeckungen), unter Verwendung geräuschkindernder Zwischenteile, fixieren
- Winkelpunkt: Öffnungen im Gebäude (wie Fenster und Kabeleintrittsöffnung) zumauern
- Luftkanonen: Montage von Schalldämpfern im Bereich des Wärmetauscherturms

- Einschaltzeiten: Möglichkeit zur Reduzierung der Betriebszeiten beziehungsweise Überprüfung der Notwendigkeit von Schallquellen
- Ventilatoren: Reinigung aller Komponenten (wie Ansaug- beziehungsweise Ausblasgitter) Überprüfung von möglicher Drehzahlverminderung
- Kompressoren: Reinigung der sich im Luftstrom befindlichen Komponenten (wie zum Beispiel Kühlrippen)
- Tore: Schließen der Tore und Türen vor allem in den Nachtstunden von 6.00 bis 22.00 (eventuell täglicher Rundgang durch das Werk)
- Betriebszeiten: Betriebsbeginn des Kalksteinförderbandes und der Tongrube auf 8.00 verlegen

### 1.3.2 Sanierungskonzept

- Erstellung eines Wartungsplanes bezüglich regelmäßiger Reinigung der Ventilator- und Kompressorkomponenten.
- Sanierung des Kalksteinförderbandes sowie Errichtung von Schallschutzmaßnahmen, die durch Modellrechnungen auf Wirksamkeit und Ausführung überprüft wurden
- Verlegung des Ziegelsplittablageplatzes
- Überprüfung der schalltechnischen Auswirkungen bei geplanten Verfahrensänderungen beziehungsweise der Neuentwicklung von Verfahren.

Um eine vollständige schalltechnische Sanierung des Werks zu erreichen müsste, durch umfangreiche Modellrechnungen und anschließende Simulationen, der Einfluss einzelner Schallquellen dargestellt werden. Weiters kann mit solchen Modellen die Notwendigkeit und Wirksamkeit bestimmter Lärminderungsmaßnahmen überprüft werden, wie zum Beispiel der Einsatz von Schalldämpfern oder die Verlegung von Ansaug- beziehungsweise Ausblasöffnungen in das Innere von Gebäuden.



# 1 Grundlagen

## 1.1 Größen zur Beschreibung von Geräuschen und Geräuschquellen

Verwendete Literatur: [ 1 ], [ 2 ], [ 3 ]

Zur Kennzeichnung von Geräuschen und Geräuschquellen werden Kenngrößen des Schalls verwendet, die entweder die Schalleinwirkung (Schallimmission) am Aufenthaltsort von Menschen im Wohn-, Erholungs- und Arbeitsbereich oder die Schallabstrahlung (Schallemission) von Maschinen, technologischen Einrichtungen oder Anlagen (Schallquellen) beschreiben. Durch internationale Normung der Messgeräteigenschaften, insbesondere hinsichtlich Frequenz- und Zeitbewertung der physikalischen Schallfeldgröße Schalldruck erhält man für die Schalleinwirkung Kenngrößen, welche die verschiedenen Lärmwirkungen wie zum Beispiel Lästigkeit oder Gehörschädlichkeit, näherungsweise berücksichtigen.

Die so gewonnenen Lärmkenngrößen ermöglichen die Beurteilung von Geräuschen unterschiedlichster Art unter einheitlichen Gesichtspunkten, besonders im Hinblick auf die Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte.

### 1.1.1 Beschreibung der physikalischen Eigenschaften von Geräuschen

Zu den physikalischen Eigenschaften eines Geräusches zählen:

- Schalldruck und Schallschnelle
- Schalldruckpegel
- Schallintensitätspegel
- Frequenzspektrum

Im folgenden Abschnitt werden diese Eigenschaften näher erläutert.

#### Schalldruck und Schallschnelle

Die Schallausbreitung in der Luft kann durch zwei Schallfeldgrößen, den Schalldruck  $p$  und die Schallschnelle  $v$ , beschrieben werden.

Der Schalldruck ist ein dem Luftdruck überlagerter Wechseldruck mit der Einheit [Pa = N/m<sup>2</sup>]. Er wird als Effektivwert, das heißt quadratischer Mittelwert der Zeitfunktion, mit Mikrofonen gemessen, siehe Gleichung [ 2.1 ].

$$\tilde{p} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_T p^2(t) dt} \quad [ 1.1 ]$$

Abkürzungen:

$\tilde{p}$	in [Pa]	Effektivwert des Schalldrucks
$p(t)$	in [Pa]	Zeitfunktion des Schalldrucks
$T$	in [s]	Integrationszeit des Messgeräts
$t$	in [s]	Zeit

Die Schallschnelle ist die Wechselgeschwindigkeit, mit der die Mediumsteilchen um ihre Ruhelage schwingen, nicht zu verwechseln mit der Schallgeschwindigkeit, welche die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls (in Luft bei 20 °C 343 m/s) kennzeichnet.

**Schalldruckpegel**

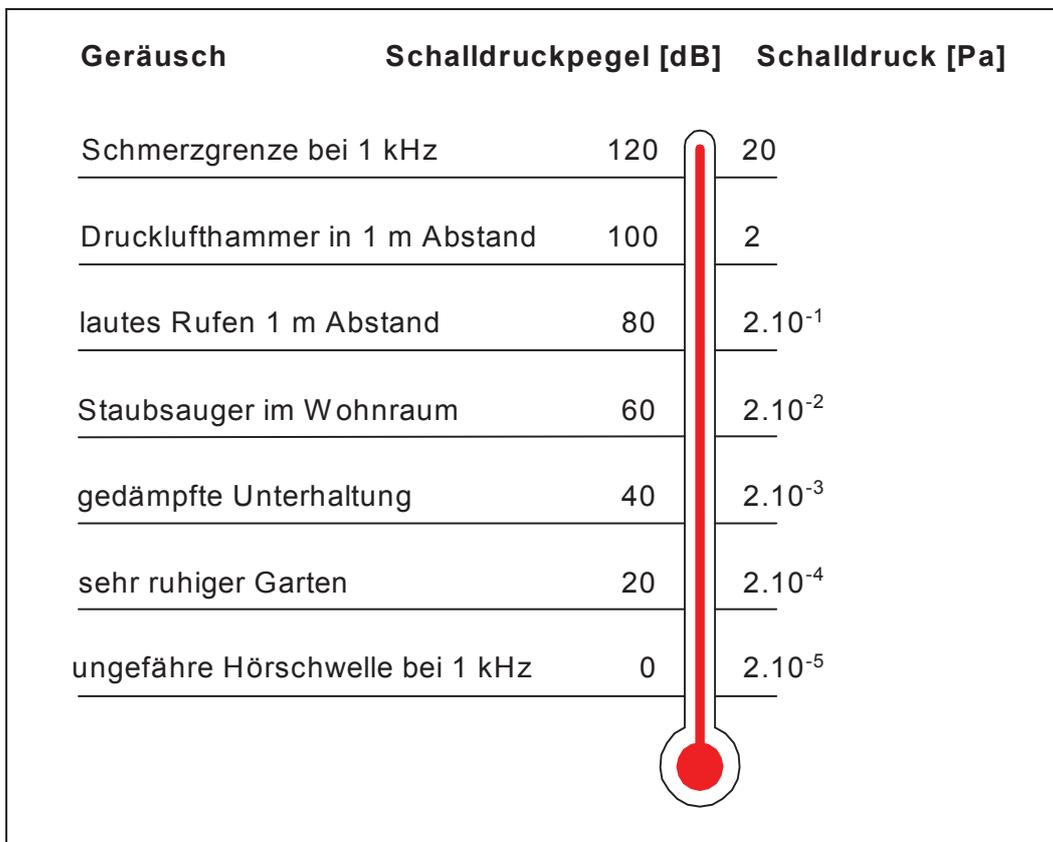
Der Schalldruckpegel  $L_p$  ist der logarithmierte Effektivwert des Schalldrucks  $\tilde{p}$ , der auf den Schalldruck  $p_0$  der menschlichen Hörschwelle bei 1 kHz bezogen ist, und in Dezibel [dB] angegeben wird, siehe Gleichung [ 2.2 ].

$$L_p = 10 \log\left(\frac{\tilde{p}^2}{p_0^2}\right) \quad [ 1.2 ]$$

Abkürzungen:

- $L_p$  in [dB] Schalldruckpegel
- $\tilde{p}$  in [Pa] Effektivwert des Schalldrucks
- $p_0$  in [Pa] Bezugsschalldruck;  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa

Den Zusammenhang von Schalldruck und Schalldruckpegel verdeutlicht Abbildung 2.1: Schalldruck und Schalldruckpegel verschiedener Geräusche.



**Abbildung 1.1: Schalldruck und Schalldruckpegel verschiedener Geräusche**

### Schallintensitätspegel

Die Schallintensität ist zum Quadrat des Schalldrucks proportional, es gilt also Gleichung [ 2.3 ], wobei der Bezugswert  $I_0$  wiederum auf den Wert der menschlichen Hörschwelle bei 1 kHz bezogen ist.

$$L_I = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left( \frac{\tilde{p}^2}{p_0^2} \right) \quad [ 1.3 ]$$

Abkürzungen:

$L_I$	in [dB]	Schallintensitätspegel
$\tilde{p}$	in [Pa]	Effektivwert des Schalldrucks
$p_0$	in [Pa]	Bezugsschalldruck; $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa
$I$	in [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	Intensität
$I_0$	in [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	Bezugswert; $I_0 = 10^{-12}$ $\text{W}/\text{m}^2$

Von besonderem Interesse ist die Größe der Pegelerniedrigung bei Intensitätshalbierung, siehe Gleichung [ 2.4 ]. Diese Gleichung gilt nur bei unbewerteten Pegeln.

$$\Delta L = 10 \log \left( \frac{I}{\frac{I}{2}} \right) = 10 \log 0,5 = -3,0 \quad [ 1.4 ]$$

Abkürzungen:

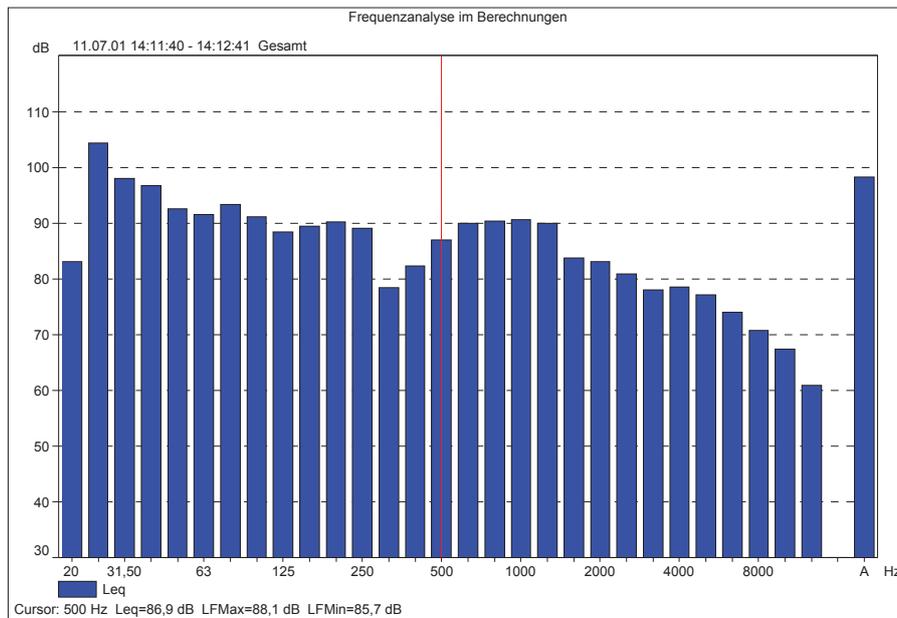
$\Delta L$	in [dB]	Pegelerniedrigung
$I$	in [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]	Intensität

Der in Gleichung [ 2.4 ] errechnete Wert gibt die Antwort auf die Frage um wie viel ein bestimmter, unbewerteter Pegel vermindert werden muss, um seine schädigende Wirkung zu halbieren.

Aufgrund internationaler Erfahrungen hat man sich weitgehend auf den sogenannten Halbierungsparameter  $q = 3$  dB geeinigt.

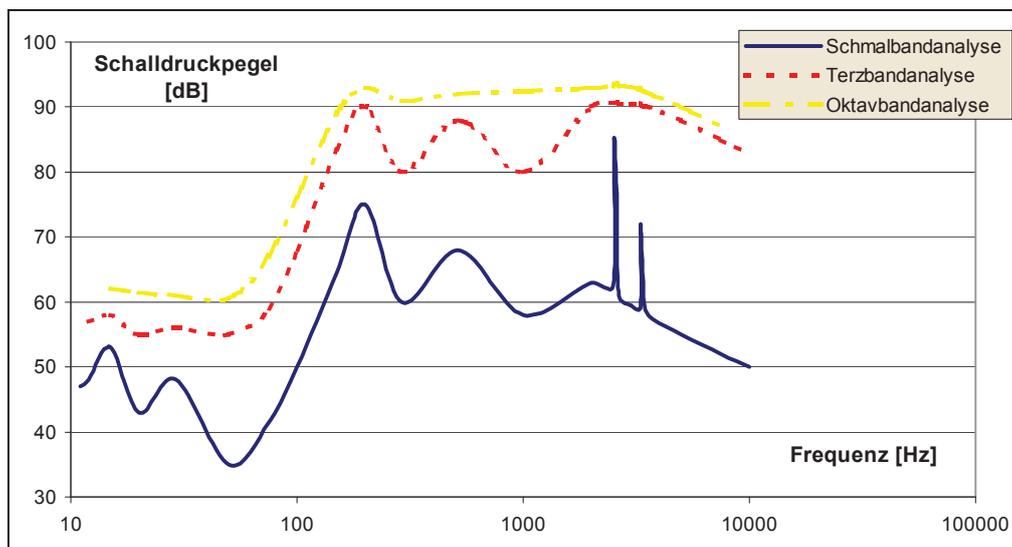
### Frequenzspektrum

Für Untersuchung der Schallabstrahlung, der Schallausbreitung im Freien, in Räumen oder der Schallübertragung über Wände und Decken, ist häufig die Kenntnis des Gesamtschalldruckpegels allein nicht ausreichend. Es sind detaillierte Informationen über die im Geräusch enthaltenen Frequenzanteile erforderlich. Diese werden durch eine Frequenzanalyse, das heißt durch die Zerlegung des Geräuschs in seine Frequenzanteile, gewonnen, siehe Abbildung 2.2.



**Abbildung 1.2: Frequenzanalyse**

Je nach Breite der Frequenzbereiche (Bandbreite), in die das Geräusch zerlegt wird, unterscheidet man Schmalband-, Terz- oder Oktavbandspektren.



**Abbildung 1.3: Einfluss der Bandbreite bei der Frequenzanalyse auf das Schalldruckspektrum**

Mit zunehmender Bandbreite der Frequenzanalyse nimmt der Informationsgehalt des Spektrums ab, siehe Abbildung 2.3: Einfluss der Bandbreite bei der Frequenzanalyse auf das Schalldruckspektrum. Die in der Schmalbandanalyse (Bandbreite 1 Hz) deutlich hervortretenden Impulse sind in der Terz- beziehungsweise Oktavbandanalyse nicht mehr erkennbar, da der Schalldruckpegel über einen immer größer werdenden Frequenzbereich gemittelt wird.

## 1.1.2 Größen zur Beschreibung der Schallimmission

Die Schallimmission kann sowohl erwünscht, zum Beispiel zur Informationsübermittlung, als auch unerwünscht, wie im Falle des Lärms sein.

Als Lärm wird jeder vom Menschen hörbare Schall bezeichnet, der die Gesundheit oder das Wohlbefinden beeinträchtigt.

Ob ein Geräusch als Lärm empfunden wird hängt sowohl von Merkmalen des Schallereignisses selbst, als auch von Merkmalen der betroffenen Person ab.

ereignisspezifische Merkmale

- Schalldruckpegel
- Frequenzspektrum (zum Beispiel ein hervortretender Einzelton)
- zeitlicher Verlauf (zum Beispiel gleichförmig oder impulshaltig)
- Dauer der Einwirkung
- Informationsgehalt (Geräusch enthält Gesang, Musik oder Sprache)

personenspezifische Merkmale

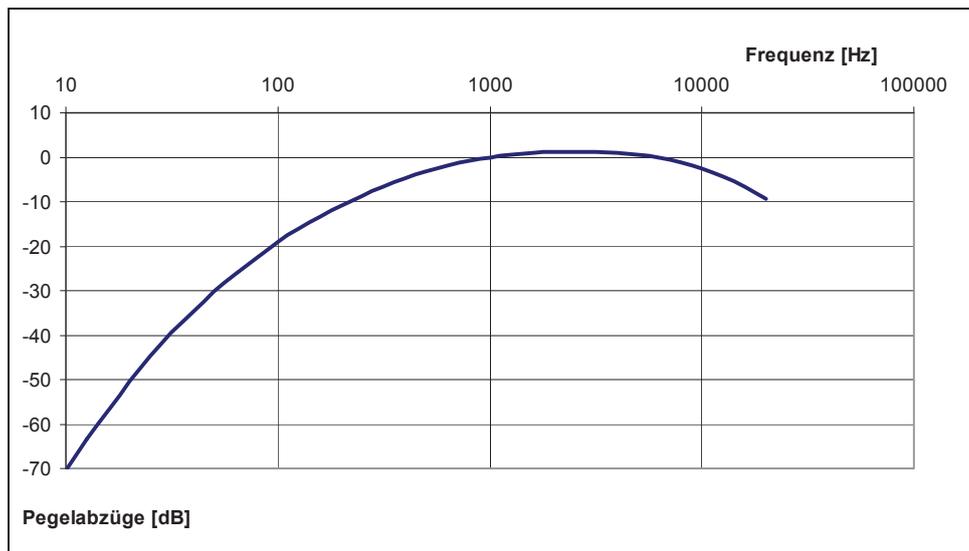
- Gehörempfindlichkeit
- physische und psychische Verfassung
- subjektive Einstellung zum Schallereignis
- emotionale Bewertung je nach örtlichem und tageszeitlichem Auftreten des Schallereignisses

Besondere Schwierigkeiten bereitet die Kennzeichnung und Bewertung des Lärms, also die Berücksichtigung der ereignis- und personenspezifischen Merkmale. Der Zusammenhang zwischen objektiven Schallkenngrößen und der wahrgenommenen Lautstärke kann durch folgende Parameter beschrieben werden:

- bewerteter Schalldruckpegel
- äquivalenter Dauerschallpegel
- Beurteilungspegel

### **bewerteter Schalldruckpegel $L_A$**

Diese Größe erhält man, indem man den bekannten Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der Frequenz bewertet. Aus der entsprechenden Bewertungskurve ergeben sich bestimmte frequenzabhängige Abzüge vom physikalisch gemessenen dB-Wert, siehe Abbildung 2.4: A-Bewertung. Die Abzüge sind bei jeder Frequenz konstant und unabhängig von der Höhe des gemessenen Pegels. Die sogenannte A-Bewertung versucht das menschliche Hörverhalten nachzubilden. Es sei hier nur diese Art von Bewertung genauer erklärt, da sie am Häufigsten im Rahmen dieser Diplomarbeit angewandt wurde.



**Abbildung 1.4: A-Bewertung**

Die A-Bewertung ist lediglich eine Vereinbarung, bei der man zwei erhebliche Ungenauigkeiten in Kauf nimmt:

- Es wird nicht berücksichtigt, dass die Frequenzbereiche bei etwa 100 bis 800 Hz und 2 bis 5 kHz empfindlicher gehört werden als die Frequenz 1 kHz des Vergleichstons, siehe Abbildung 2.5: Kurven gleicher Lautstärke (Isophone).
- Die hohen Pegelabzüge im tieffrequenten Bereich unterhalb 100 Hz sind nur bis maximal 60 dB gerechtfertigt, da in diesem Frequenzbereich die Isophone mit zunehmendem Pegel abflachen.

### äquivalenter Dauerschallpegel $L_{eq}$

Die Kennzeichnung zeitlich schwankender Schalleinwirkungen durch eine Einzahlangabe erfolgt durch Mittelung (siehe Kapitel 2.1.5.3: Mittelwertbildung) der vorhandenen, schwankenden Pegel über den Beobachtungszeitraum. Dabei werden die Pegel gemäß ihrem zeitlichen Anteil am Gesamtgeräusch gewichtet. Der äquivalente Dauerschallpegel ist nun jener Schalldruckpegel, der bei dauernder Einwirkung dem ununterbrochenen Geräusch mit schwankendem Schalldruckpegel energieäquivalent ist.

### Beurteilungspegel $L_r$

Der Beurteilungspegel ist ein Maß für die mittlere Geräuschimmission am Immissionsort während einer gegebenen Beurteilungszeit. Er setzt sich aus dem äquivalenten A-bewerteten Dauerschallpegel umgerechnet auf die Bezugszeit und verschiedenen Zuschlägen für Impuls-, Ton- und Informationshaltigkeit zusammen.

## 1.1.3 Größen zur Beschreibung der Schallemission

Durch die Kenngrößen der Schallemission wird die Schallabstrahlung von Schallquellen unter festgelegten Aufstellungs- und Betriebsbedingungen eindeutig gekennzeichnet. Besonders der

Schalleistungspegel stellt bei der Beurteilung von Maschinen eine spezifische Kenngröße dar. Er wird für folgende Bereiche verwendet:

- objektiver Vergleich der Schallabstrahlung von Schallquellen
- Festlegung von Schalleistungsgrenzwerten und Überprüfung ihrer Einhaltung
- Berechnung der an Arbeitsplätzen oder in der Nachbarschaft zu erwartender Schallimmissionen, bei Kenntnis des Abstands und des akustischen Umfelds
- Planung des, bei Überschreitung von Immissionsgrenzwerten, erforderlichen Lärmschutzes und objektive Kontrolle seiner Wirksamkeit

### **Schalleistungspegel $L_w$**

Der Schalleistungspegel dient zur Beurteilung der Schallabstrahlung einer Schallquelle. Er wird meist durch das Hüllflächenverfahren bestimmt.

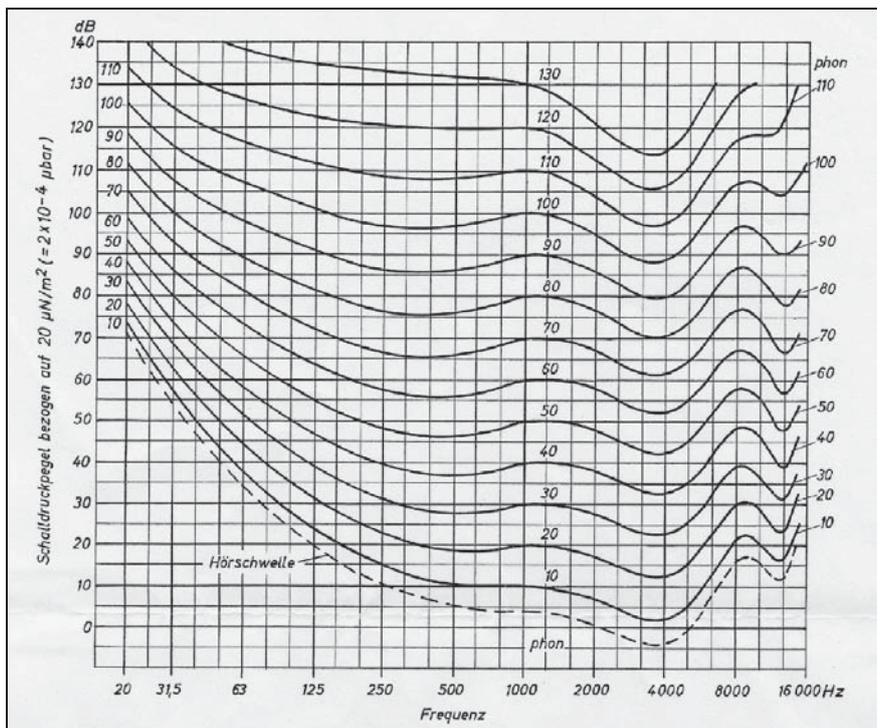
Bei Genauigkeitsklasse 1 wird das Messobjekt in einem reflexionsfreien Messraum aufgestellt. Im Abstand von 1 m vom Umriss des Objekts werden die Schalldruckpegel, meist mit A-Bewertung, gemessen und anschließend für den Schalleistungspegel gemittelt.

Die Genauigkeitsklassen 2 und 3 erlauben eine Bestimmung des Schalleistungspegels am betrieblichen Aufstellungsort oder in einer Fabrikationshalle mit möglichst wenig Reflexion. Die Messungen erfolgen vorzugsweise in 1 m Abstand. Die Ergebnisse werden wie bei Genauigkeitsklasse 1 gemittelt, es muss jedoch eine Mikrophon- und Umgebungskorrektur berücksichtigt werden.

### **1.1.4 menschliches Hörvermögen**

Das menschliche Gehör ist in der Lage, Frequenzen von 16 Hz (untere Hörgrenze) bis etwa 16 kHz (obere Hörgrenze) wahrzunehmen. Die obere Hörgrenze liegt nicht genau fest, sie verschiebt sich mit zunehmenden Alter nach tieferen Frequenzen. Man kann sagen, dass die Empfindungsabstufungen des menschlichen Gehörs im mittleren Hörfrequenzbereich dem logarithmischen Maß nahe kommen. Weiters wurde in Studien festgestellt, dass die Empfindlichkeit für Töne im Frequenzbereich um 4 kHz am Größten ist. Eine Schalldruckpegeländerung von 1 dB kann gerade noch unterschieden werden.

Die frequenzabhängige Empfindlichkeit des Gehörs ist in den in Abbildung 2.5: Kurven gleicher Lautstärke dargestellt.



**Abbildung 1.5: Kurven gleicher Lautstärke (Isophone) [ 12 ]**

Die Kurven gleicher Lautstärke (Isophone) wurden empirisch ermittelt, indem ein beliebiger Objektschall hinsichtlich subjektiver Lautstärkeempfindung im Vergleich zum Standardschall bei 1000 Hz beurteilt wurde.

Die Lautstärke  $L_N$  mit der Einheit [phon] ist durch Gleichung [ 2.5 ] definiert.

$$L_N = 10 \log \left( \frac{\tilde{p}^2}{p_0^2} \right) \quad [ 1.5 ]$$

Abkürzungen:

- |             |         |  |
|-------------|---------|--|
| $L_N$       | in [dB] | Lautstärke   |
| $\tilde{p}$ | in [Pa] | Effektivwert des Schalldrucks des als gleichlaut empfundenen Standardschalls bei 1000 Hz |
| $p_0$       | in [Pa] | Bezugsschalldruck  |

## 1.1.5 Rechenoperationen mit Schallpegelwerten

### 1.1.5.1 energetische Addition

Treffen an einem Ort inkohärente Schallanteile zusammen, dann überlagert sich additiv die Schalleistung beziehungsweise die Schalldruckquadrate. Man erhält den Gesamtschalldruckpegel aus den Teilschalldruckpegeln nach Gleichung [ 2.6 ] .

$$L_{\text{ges}} = 10 \log \left( \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} \right) \quad [ 1.6 ]$$

Abkürzungen:

$L_{\text{ges}}$	in [dB]	Gesamtschalldruckpegel
$L_i$	in [dB]	Teilschalldruckpegel

Einen Sonderfall bildet die Addition gleich großer Schalldruckpegel. Es ergibt sich für eine bestimmte Anzahl Schallanteile die vereinfachte Beziehung laut Gleichung [ 2.7 ].

$$L_{\text{ges}} = L + 10 \log(n) \quad [ 1.7 ]$$

Abkürzungen:

$L_{\text{ges}}$	in [dB]	Gesamtschalldruckpegel
$L$	in [dB]	Schalldruckpegel des Geräusches
$n$		Anzahl der gleich großen Schalldruckpegel

### 1.1.5.2 energetische Subtraktion

Die Subtraktion kann erforderlich werden, wenn zum Beispiel einem zu messenden Schalldruckpegel (Nutzpegel) ein Störschalldruckpegel (Störpegel) überlagert ist. Analog zur Addition gilt Gleichung [ 2.8 ].

$$L_{\text{Nu}} = 10 \log \left( 10^{0,1 \cdot L_{\text{ges}}} - 10^{0,1 \cdot L_{\text{St}}} \right) \quad [ 1.8 ]$$

Abkürzungen:

$L_{\text{Nu}}$	in [dB]	Nutzpegel
$L_{\text{ges}}$	in [dB]	Gesamtschalldruckpegel
$L_{\text{St}}$	in [dB]	Störpegel

Die Anwendung von Gleichung [ 2.7 ] ist nur dann sinnvoll, wenn der Störpegel mindestens 3 dB unter dem Gesamtpegel liegt, andernfalls wird die Unsicherheit, mit welcher der Nutzpegel bestimmt wird, zu groß.

### 1.1.5.3 Mittelwertbildung

Die Bildung des Mittelwerts von zum Beispiel an einem Messort nacheinander gemessenen Schalldruckpegel ist gemäß Gleichung [ 2.9 ] durchzuführen.

$$\bar{L} = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \cdot L_i} \right) \quad [ 1.9 ]$$

Abkürzungen:

$\bar{L}$	in [dB]	mittlerer Schalldruckpegel
$L_i$	in [dB]	Teilschalldruckpegel
$n$		Anzahl der gleich großen Teilschalldruckpegel

#### 1.1.5.4 Umrechnen eines Schallpegels auf eine Bezugszeit

Ist die Dauer eines Geräusches kürzer als der betrachtete Zeitraum kann es notwendig sein, einen Mittelungspegel zu bilden. Dieser wird mit Hilfe von Gleichung [ 2.10 ] berechnet.

$$L_m = 10 \log \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i * 10^{0,1 \cdot L} \right) \quad [ 1.10 ]$$

Abkürzungen:

$L_m$	in [dB]	Mittelungspegel
$L$	in [dB]	Schalldruckpegel des Geräusches
$T$	in [s]	Bezugszeit
$t$	in [s]	Dauer des Geräusches

Gleichung [ 2.10 ] gilt bei einem Halbierungsparameter  $q=3$  dB, vergleiche Kapitel 2.1.1: Beschreibung der physikalischen Eigenschaften von Geräuschen.

## 1.2 Schallausbreitung im Freien

*Verwendete Literatur:* [ 4 ]

In der Umgebung einer Schallquelle baut sich ein Schallfeld mit einer bestimmten Schalldruckpegelverteilung auf. Diese Verteilung wird einerseits von der Quelle selbst bestimmt, also der Größe ihrer Schalleistung, der Verteilung im Frequenzspektrum und der gegebenenfalls vorhandenen Richtcharakteristik, zum anderen spielen die akustischen Eigenschaften der Umgebung eine wesentliche Rolle.

Bei der Schallausbreitung im Freien sind die räumliche Lage von Schallquelle (Ort der Emission) und Aufpunkt (Ort der Immission), deren Abstand zum Boden und zu eventuell vorhandenen Hindernissen ferner Dämpfungseffekte in der Luft, die Behinderung der Ausbreitung durch Bewuchs, Bebauung und schließlich der Einfluss von Witterungseinflüssen zu berücksichtigen.

### 1.2.1 Punktschallquelle

Ist das Verhältnis zwischen der Entfernung zum Aufpunkt und der größten Abmessung einer Schallquelle mindestens 1,5, so spricht man von einer Punktschallquelle. Die Schallenergie breitet sich unter idealen akustischen Bedingungen kugelförmig aus, sodass der Schalldruckpegel an allen Punkten mit dem selben Abstand zur Schallquelle gleich groß ist siehe Abbildung 2.6: Arten von Schallquellen a).

Das Übertragungsmaß, also die Größe um die der Schalleistungspegel einer Punktschallquelle in Abhängigkeit von der Entfernung zum Immissionsort vermindert wird, ergibt sich gemäß ÖAL-Richtlinie Nr. 28 [ 5 ] aus der Gleichung [ 2.11 ]. Zur Vereinfachung werden in dieser Diplomarbeit die Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges vernachlässigt, das heißt die Schallausbreitung findet unter idealen (verlustfreien) Ausbreitungsbedingungen statt.

$$\Delta L = \Delta L_d + \Delta L_v = -10 \log \left( 4\pi \frac{r^2}{1\text{m}^2} \right) + \Delta L_v \quad [ 1.11 ]$$

Abkürzungen:

$\Delta L$	in [dB]	Übertragungsmaß
$\Delta L_d$	in [dB]	Abstandsmaß
$\Delta L_v$	in [dB]	Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges, hier $\Delta L_v = 0$ , siehe Kapitel 2.2.4: Ausbreitungsrechnung
$r$	in [m]	kürzester Abstand zwischen Schallquelle und dem Immissionsort

Von besonderem Interesse ist das Abstandsmaß  $\Delta L_d$ , wenn der Abstand zum Aufpunkt verdoppelt wird. In diesem Fall beträgt die Pegelminderung 6 dB.

Die relativ einfache rechnerische Handhabung von Punktschallquellen begründet die Vorgehensweise größere, komplexe Schallquellen oder eine Anhäufung von unterschiedlichen Quellen zu einer Einzelquelle zusammenzufassen. Dies ist aber nur bei ausreichendem Abstand vom Immissionsort zulässig.

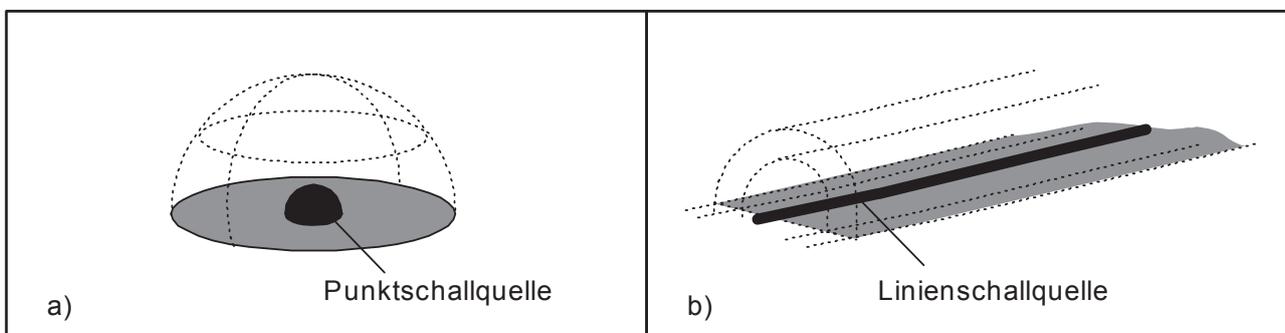


Abbildung 1.6: Arten von Schallquellen

## 1.2.2 Linienschallquelle

Unendlich lange, gerade Schallquellen werden als Linienschallquellen bezeichnet. Als Beispiele können einzelne Quellen wie Rohrleitungen oder Förderbänder, aber auch viele gleichzeitig abstrahlende Schallquellen wie der Fahrzeugstrom auf Verkehrswegen genannt werden. Die Schallausbreitung erfolgt zylindrisch also an allen Punkten mit gleichem Abstand zur Linienquelle herrschen gleiche Schalldruckpegel siehe Abbildung 2.6: Arten von Schallquellen b).

Das Übertragungsmaß bei Linienschallquellen wird laut RVS 3.02 [ 6 ] nach [ 2.12 ] berechnet. Als Vereinfachung werden wieder ideale Ausbreitungsbedingungen angenommen.

$$\Delta L = \Delta L_d + \Delta L_v = -10 \log(r) + \Delta L_v \quad [ 1.12 ]$$

Abkürzungen:

$\Delta L$	in [dB]	Übertragungsmaß
$\Delta L_d$	in [dB]	Abstandsmaß
$\Delta L_v$	in [dB]	Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges, hier $\Delta L_v = 0$ , siehe Kapitel 2.2.4: Ausbreitungsrechnung
$r$	in [m]	kürzester Abstand zwischen der Linienschallquelle (Straße) und dem Immissionsort

Das Abstandsmaß  $\Delta L_d$  bei Abstandsverdopplung beträgt bei Linienschallquellen  $-3$  dB.

Um Ausbreitungsrechnungen bei Linienschallquellen durchführen zu können, teilt man die Schallquelle in mehrere Abschnitte, welche als einzelne Punktschallquellen behandelt werden können. Dieses Vorgehen ermöglicht die Berechnung der Immission einer Linienschallquelle an einem bestimmten Punkt.

Im folgenden Abschnitt werden die theoretischen Grundlagen der Ausbreitungsrechnung nach RVS 3.02 [ 6 ] am Beispiel einer Straße demonstriert. Die Ergebnisse befinden sich im Kapitel 6.1.3: Werksverkehr.

Die getroffenen Annahmen begründen sich auf vereinfachte, im Zementwerk bei Anlieferung der Brenn- und Rohstoffe sowie Abtransport der Produkte herrschenden Gegebenheiten.

### 1.2.2.1 Berechnung des Emissionsschallpegels

*Verwendete Literatur:* [ 6 ]

Die Berechnung des Emissionsschallpegels ist die Grundlage für die Berechnung des Immissionsschallpegels.

Der  $L_{A,eq}$  wird durch verkehrsbezogene Parameter, wie die Anzahl der PKW und der verschiedenen LKW pro Stunde sowie deren Geschwindigkeit und straßenbezogene Parameter wie Fahrbahndecke und Längsneigung, bestimmt.

Annahmen:

- nur LKW-Verkehr mit ausschließlich schweren Fahrzeugen (25 t Nutzlast)
- Anzahl der Fahrten geschätzt durch Angaben des Anlagenbetreibers
- ebener, begrenzter Straßenabschnitt
- Geschwindigkeit 30 km/h
- Fahrbahndecke Asphaltbeton

Bei diesen Annahmen setzt sich der Emissionsschallpegel  $L_{E,A,eq}$  wie folgt zusammen:

$$L_{E,A,eq} = L_{eq,LKWs} \quad [ 1.13 ]$$

Abkürzungen:

$L_{E,A,eq}$  in [dB]      energieäquivalente Dauerschallpegel der Emission  
 $L_{eq,LKWs}$  in [dB]      energieäquivalente Dauerschallpegel schwerer LKW's

Der  $L_{eq,LKWs}$  ergibt sich aus dem Basiswert für Fahrzeugemissionen und der Anzahl der schweren LKW's pro Stunde, siehe [ 2.14 ].

$$L_{eq,LKWs} = L_{LKWs} + 10 \log(M_{LKWs}) \quad [ 1.14 ]$$

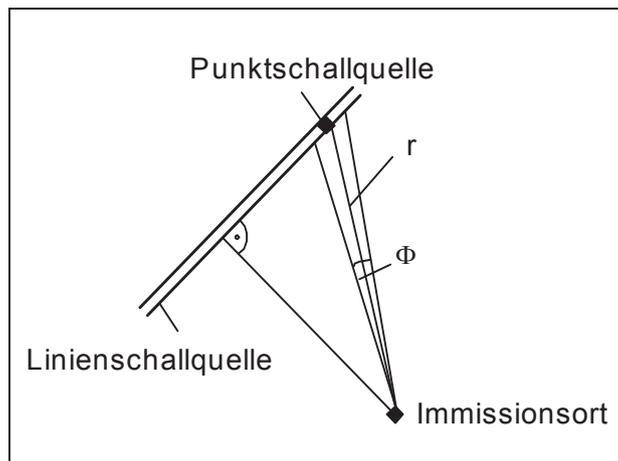
Abkürzungen:

$L_{LKWs}$  in [dB]      Basiswert für Fahrzeugemissionen gemäß RVS 3.02 [ 6 ]  
 $M_{LKWs}$               Anzahl der schweren LKW's pro Stunde

### 1.2.2.2 Berechnung des Immissionsschallpegels

*Verwendete Literatur:* [ 6 ]

Um den Immissionsschallpegel zu berechnen ersetzt man die Linienschallquelle durch mehrere Punktschallquellen um die rechnerische Handhabung zu erleichtern. Abbildung 2.7: Umwandlung Linien- in Punktschallquellen zeigt die Zerlegung der Schallquelle in Segmente. Die Anzahl der Abschnitte wird durch den Winkel  $\Phi$  bestimmt, welcher  $9^\circ$  nicht übersteigen darf.



**Abbildung 1.7: Umwandlung Linien- in Punktschallquellen**

Der Immissionsschallpegel errechnet sich nun aus den Emissionsschallpegel der einzelnen Schallquellen nach den Gesetzmäßigkeiten der Schallausbreitung. Hier wurde die Annahme getroffen, dass es zu keinen Pegelerniedrigungen durch Luftabsorption, Vegetation, Bodendämpfung, Abschirmung und Flächenreflexion kommt.

Die einzelnen Immissionsschallpegel  $L_{I,A,eq}$  ergeben sich aus:

$$L_{I,A,eq} = L_{E,A,eq} + 10 \log\left(\frac{\Phi}{180}\right) + \Delta L_d + \Delta L_v \quad [ 1.15 ]$$

Abkürzungen:

- $L_{I,A,eq}$  in [dB] energieäquivalente Dauerschallpegel der Immission für einen Abschnitt
- $\Delta L_v$  in [dB] Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges, hier  $\Delta L_v = 0$
- $\Phi$  in [°] Winkelsektor des Straßenabschnitts maximal 9°
- $\Delta L_d$  in [dB] Abstandsmaß siehe Gleichung [ 2.12 ]

Um den Gesamtschallpegel  $L_{ges,A,eq}$  am Immissionsort zu erhalten, werden die einzelnen Immissionsschallpegel  $L_{I,A,eq}$  energetisch addiert.

$$L_{ges,A,eq} = 10 \log\left(\sum 10^{\frac{L_{I,A,eq}}{10}}\right) \quad [ 1.16 ]$$

Abkürzungen:

- $L_{ges,A,eq}$  in [dB] Gesamtschallpegel am Immissionsort
- $L_{I,A,eq}$  in [dB] energieäquivalente Dauerschallpegel der Immission für einen Abschnitt

### 1.2.3 Reflexion

Schall kann nicht nur auf direktem Weg zum Immissionsort gelangen, sondern auch indirekt durch Reflexion. Diese erfolgt, wenn Schallwellen auf eine Grenzschicht treffen, hinter der andere Ausbreitungsbedingungen herrschen wie zum Beispiel Decken, Wände, die Erdoberfläche oder andere Hindernisse. Die Reflexion wird schalltechnisch oft als Lärmschutz (zum Beispiel Schallschutzwände, Kapselungen,...) ausgenutzt, kann aber auch unerwünschte Auswirkungen haben, siehe Abbildung 2.8: Reflexion.

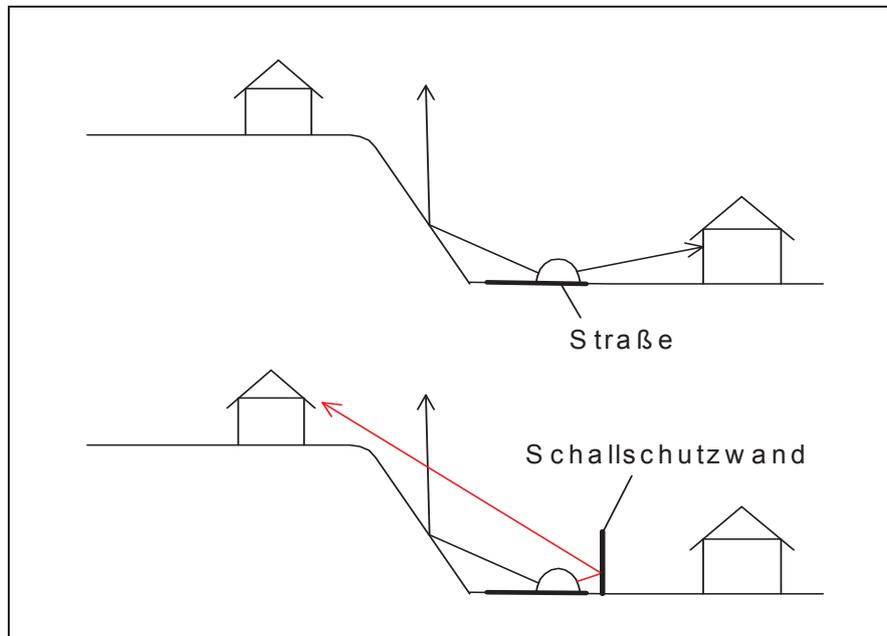


Abbildung 1.8: Reflexion

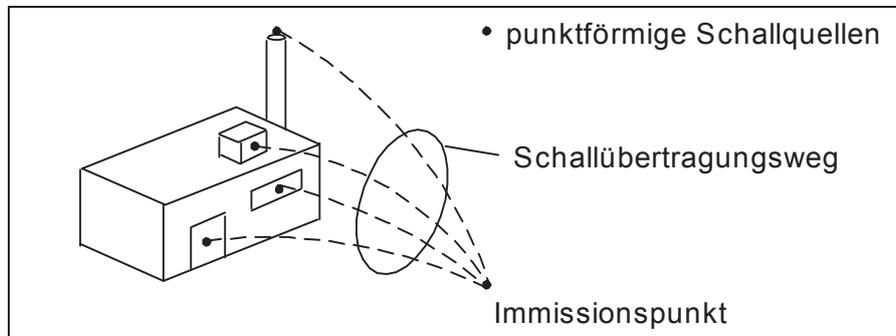
### 1.2.4 Ausbreitungsrechnung

Neben der Pegelminderung durch zunehmende Entfernung sind weitere Schallpegelabnahmen bei der Schallausbreitung möglich. Diese werden durch Dämpfungseffekte in der Luft selbst, durch Bewuchs und Bebauung, durch zusätzlichen Bodeneinfluss und durch Abschirmeffekte bedingt. In der ÖAL-Richtlinie Nr. 28 [ 5 ] werden Rechenverfahren angegeben, mit denen, der durch eine Schallquelle am Immissionsort verursachte Schallpegel berechnet werden kann. Bei der Anwendung der Richtlinie ist zu beachten, dass die Genauigkeit der Ergebnisse von der Güte der Eingangsdaten und der jedem Rechenverfahren anhaftenden Unsicherheiten abhängt.

Die Komplexität der meisten Schallemittenten und die Vielfältigkeit der Ausbreitungswege macht es schwierig Ausbreitungsrechnungen ohne Computermodelle durchzuführen. Aus diesem Grund wurden die Rechnungen in der vorliegenden Diplomarbeit mit starken Vereinfachungen durchgeführt.

Im folgenden Abschnitt wird gemäß ÖAL-Richtlinie Nr. 28 [ 5 ] die Theorie der Ausbreitungsrechnung näher erklärt.

Die grundsätzliche Berechnungsmethode ist in Abbildung 2.9: Unterschiedliche Schallquellen einer Anlage und ihre Übertragungswege zum Immissionspunkt, schematisch dargestellt. Für jede der (gedachten) punktförmigen Schallquellen wird aus ihrer Schalleistung und dem Übertragungsmaß (über einen Übertragungsweg) der Schallpegel am Immissionspunkt berechnet. Die Schallpegel der einzelnen Schallquellen werden anschließend energetisch addiert. Die Berechnung erfolgt für die Oktavbänder 63 – 8000 Hz, also jeweils für 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 und 8000 Hz.



**Abbildung 1.9: Unterschiedliche Schallquellen einer Anlage und ihre Übertragungswege zum Immissionspunkt**

Der Schalldruckpegel am Immissionsort ergibt sich aus den in Gleichung [ 2.17 ] angegebenen Parametern.

$$L_{p,t,i,j} = L_{W,i,j} + \left( \sum \Delta L \right)_{t,i,j} \quad [ 1.17 ]$$

Abkürzungen:

$L_{p,t,i,j}$	in [dB]	Schalldruckpegelanteil am Immissionspunkt über den Weg t von der Schallquelle j im Oktavband i
$L_{W,i,j}$	in [dB]	Schalleistungspegel der Schallquelle j im Oktavband i
$(\sum \Delta L)_{t,i,j}$	in [dB]	Übertragungsmaß für den Weg t zwischen der Schallquelle j und dem Immissionspunkt im Oktavband i

Das Übertragungsmaß, Gleichung [ 2.18 ], gibt für einen Übertragungsweg den Wert an, um welchen der Schalleistungspegel vermindert werden muss, um den Schalldruckpegel am Immissionsort zu erhalten. Es wird durch folgende Einflüsse bestimmt:

- Abstand zwischen Schallquelle und Immissionspunkt
- Absorption der Luft
- reflektierende Flächen
- Schirmwirkung
- Vegetation
- Bodenoberfläche

$$\sum \Delta L = \Delta L_d + \Delta L_v = \Delta L_d + (\Delta L_a + \Delta L_{rx} + \Delta L_s + \Delta L_{ve} + \Delta L_b) \quad [ 1.18 ]$$

Abkürzungen:

$\sum \Delta L$ in [dB]	Übertragungsmaß
$\Delta L_d$ in [dB]	Abstandsmaß
$\Delta L_v$ in [dB]	Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges
$\Delta L_a$ in [dB]	Luftabsorptionsmaß
$\Delta L_{rx}$ in [dB]	Flächenreflexionsmaß
$\Delta L_s$ in [dB]	Schirmmaß
$\Delta L_{ve}$ in [dB]	Vegetationsdämpfungsmaß
$\Delta L_b$ in [dB]	Bodendämpfungsmaß

Aus Gründen der Vereinfachung wird bei den Ausbreitungsrechnungen, die im Rahmen dieser Diplomarbeit durchgeführt wurden, nur das größtmäßig dominierende Abstandsmaß berücksichtigt. Die Werte für das Luftabsorptionsmaß, Flächenreflexionsmaß, Schirmmaß, Vegetationsdämpfungsmaß und das Bodendämpfungsmaß werden vernachlässigt.

### 1.3 Schallschutz

Verwendete Literatur: [ 1 ]

Dieses Kapitel soll die Grundlagen von Schallschutzmaßnahmen verdeutlichen. Schallschutzmaßnahmen lassen sich allgemein in vier Bereiche gliedern, siehe Abbildung 2.10: Schallschutzmaßnahmen.

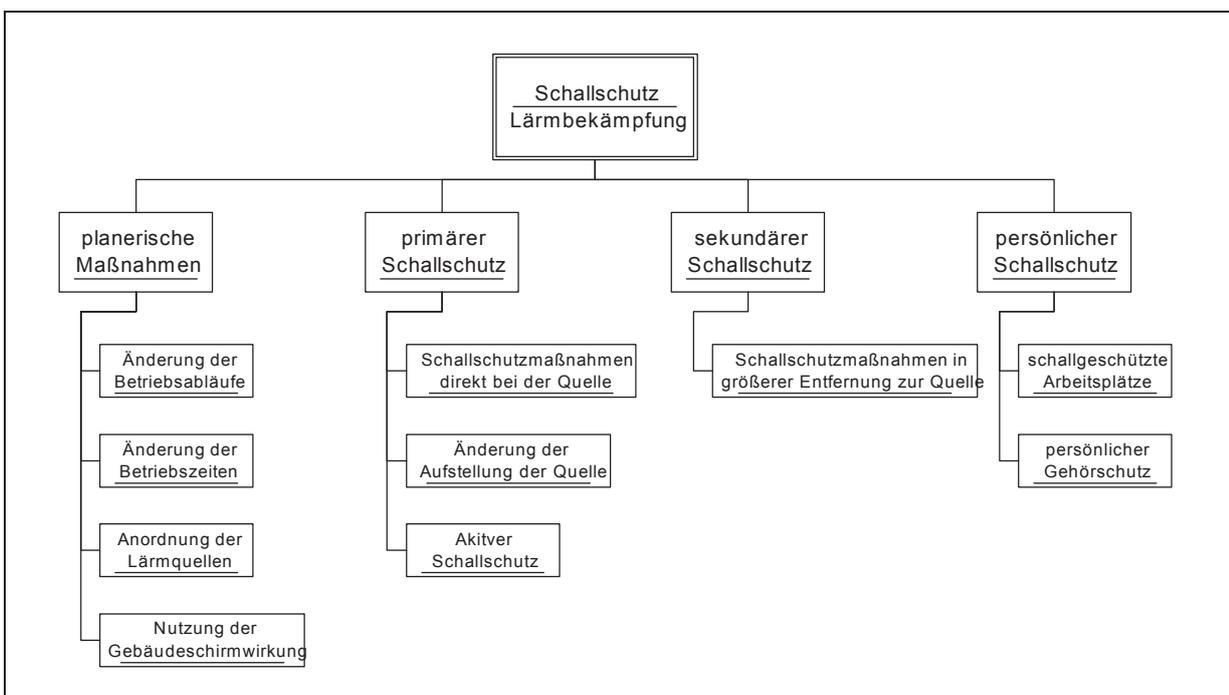


Abbildung 1.10: Schallschutzmaßnahmen

**planerische Maßnahmen**

Diese technischen Maßnahmen greifen direkt in die Betriebsplanung ein. Sie helfen die zum Teil kostenintensiven Maßnahmen der nachgestellten Bereiche zu begrenzen.

**primärer Schallschutz**

Zu diesem Bereich zählen emissionsbegrenzende Maßnahmen, also die Vermeidung der Entstehung von Schall. Es gilt das Prinzip „Vermeiden statt Vermindern“, das vor allem durch lärmarme Konstruktion der Maschinen und ihrer Aufstellung verwirklicht werden soll.

**sekundärer Schallschutz**

Maßnahmen, welche die Ausbreitung von Schall verhindern. Sie lassen sich weitgehend mit den Begriffen Dämpfung (Absorption und Umwandlung der Schallenergie) und Dämmung (Reflexion der Schallenergie) beschreiben. Zu dieser Art von Schallschutz zählen insbesondere Schalldämpfer und schallschluckende Wände und Verkleidungen.

**persönlicher Schallschutz**

Dieser Bereich wird auch als passiver Schallschutz bezeichnet. Er umfasst Einrichtungen zur Verhinderung der Immission von Geräuschen auf Arbeitsbereiche und das Gehör von Menschen. Hierzu gehören schallgeschützte Leitstände und Personenkabinen sowie persönlicher Gehörschutz.



# 1 Beschreibung des Standorts

Die Lafarge Permooser AG am Standort Mannersdorf ist ein Betrieb zur Erzeugung und Verpackung beziehungsweise Verladung von Zement. Das Zementwerk wird vorwiegend im Dauerbetrieb, also 7 Tage die Woche 24 Stunden täglich, betrieben. An Werktagen kommt aus schalltechnischer Sicht noch eine Mehrbelastung durch erhöhten LKW-Verkehr und durch Arbeiten im Steinbruch beziehungsweise der Tongrube mit den damit verbundenen Transportvorgängen dazu.

Im Folgenden wird auf die funktionalen Bereiche der Zementerzeugung eingegangen.

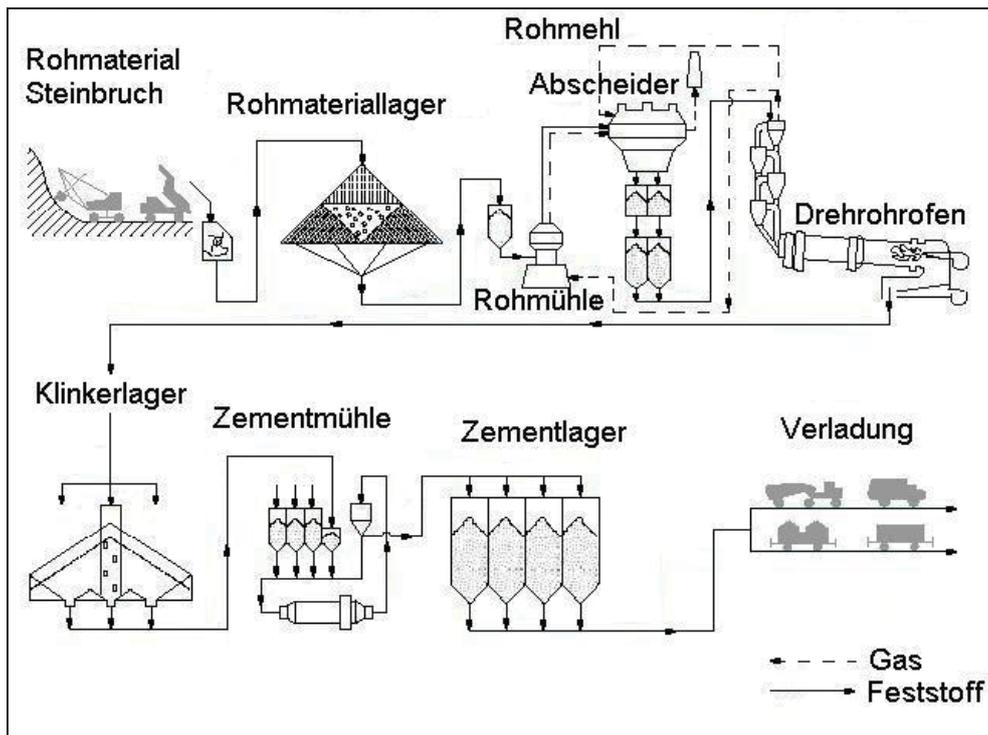


Abbildung 1.1: Fließschema der Zementerzeugung

Die in Abbildung 3.1: Fließschema der Zementerzeugung benannten Bereiche werden nun anhand des Zementwerks in Mannersdorf näher erläutert, dabei wird besonders auf die lärmintensiven Anlagenteile beziehungsweise Arbeiten hingewiesen. Bestimmte Bereiche, die für technische Lärminderungsmaßnahmen in Frage kommen, werden in Kapitel 6.: Ist-Situation emissionsseitig gesondert behandelt.

## Rohmaterial

Die beiden Bereiche zur Rohmaterialgewinnung, Steinbruch und Tongrube, werden nur Werktags in der Zeit von 6.00 bis zirka 18.00 betrieben.

Im Steinbruch stellen vor allem der eingesetzte Brecher und die dem Abtransport dienenden Gurtförderbänder Lärmquellen dar. Weiters kommt es zirka 2 mal pro Woche zu Sprengungen um den Kalkstein zu gewinnen. Der zweite Bereich zum Rohmaterialabbau ist die Tongrube. Hier werden vorwiegend Bagger und LKW's eingesetzt, um den benötigten Ton bereitzustellen.

### **Rohmateriallager**

Um für den automatisierten Betrieb der nachfolgenden Anlagen das Material in gewünschter Form zu liefern, wird dieser Bereich bei Betrieb der Roh- beziehungsweise Zementmühlen betrieben. In der Rohmaterialhalle werden alle Eingangsstoffe, also jene aus dem Steinbruch und der Tongrube und die, die mit LKW oder Bahn angeliefert werden, gebunkert. Dieses Material wird dann über Dosiereinrichtungen, die durch Onlineanalyser gesteuert werden, zum Rohmaterialmix gemischt. Lärm wird in diesem Bereich durch die jeweiligen Transporteinrichtungen erzeugt, weiters kommen Luftkanonen zum Einsatz, die eine Verstopfung der Dosiereinrichtungen verhindern sollen.

### **Rohmühle und Trockner**

In weiterer Folge wird der Ton mit den beigemengten Stoffen im Chargenbetrieb in einem Trockner getrocknet und anschließend mit anderen Komponenten in der Rohmühle vermahlen. Das zerkleinerte Material wird dann in einem dynamischen Sichter klassiert. Der Feinstanteil wird im Ofenabgasfilter abgetrennt und mit der Sichterfeinfraktion als Rohmehl in ein Silo gefördert. Als Lärmquellen gelten hier vor allem die Kugelmühle beziehungsweise Öffnungen in der Rohmühlenshalle, der Wärmetauscherventilator und der Ofenabgasfilter, sowie diverse Druckstoßeinrichtungen zur Reinigung.

### **Wärmetauscher/Kalzinator/Drehrohrofen:**

Das Rohmehl wird im Wärmetauscher aufgewärmt, wobei es im Gegenstrom zum Ofenabgas geführt wird. Anschließend wird das Gut kalziniert und in weiterer Folge im Ofen zu Klinker gebrannt. Der heiße Klinker (1400°C) wird im Kühler mit Luft auf 100-150 °C abgekühlt. Lärm wird in diesem Teil der Anlage durch Kompressoren, Luftkanonen, den Ofenantrieb und die Ofenmantelkühlung erzeugt. Weiters kommt es durch die Brennstoffaufbereitung und den Transport der diversen Materialien zu Lärmemissionen.

### **Klinkerlager**

Der Klinker wird nach seiner Abkühlung in Silos transportiert und bis zur Weiterverarbeitung dort gelagert.

### **Zementmühlen**

In den Zementmühlen wird der Klinker mit Gips und anderen Zuschlagstoffen zu Zement vermahlen. Dieser, im Dauerbetrieb geführte Anlagenteil, hat einen wesentlichen Anteil an den Lärmemissionen. Da die Mühlen in Gebäuden untergebracht sind, kommt es zur Lärmabstrahlung ihrer die Gebäudefassaden.

### **Verladung**

Von den erzeugten Produkten werden 90 % in loser Form und 10 % als Sackware bereitgestellt. Die Verpackung des Zements erfolgt in Spitzenzeiten im Dauerbetrieb, während die Verladung bei Bedarf durchgeführt wird.



# 1 Aufgabenstellung

Im Rahmen eines Projektes zur Erfassung der Ist-Situation bezüglich Schallimmission und weiters zur Feststellung von Verbesserungspotentialen, welches im Sommer 2000 durchgeführt wurde, zeigte sich, dass in bestimmten Bereichen des Zementwerks beziehungsweise in den dazugehörigen Einrichtungen, wie etwa dem Kalksteinförderband, Handlungsbedarf für Schallschutzmaßnahmen besteht.

Aufgabe dieser Diplomarbeit ist es nun Möglichkeiten zur Lärminderung aufzuzeigen.

## 1.1 Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum umfasst die gesamte Umgebung des Werks, konzentriert sich aber auf bewohnte Gebiete. Auf den Ort Mannersdorf wurde besonderes Augenmerk gelegt, da dieser, durch die meistens herrschenden Schallausbreitungsbedingungen, stark beeinträchtigt wird.

## 1.2 Messverfahren

*Verwendete Literatur:* [ 1 ]

Bei Messverfahren laut ÖNORM S 5004 3.5 kann man drei Schritte unterscheiden:

- Protokollierung
- Frequenzanalyse
- Kalibrierung

### Protokollierung

Zur Aufnahme der Messgrößen, welche die Schallimmission beschreiben ( $L_{A,95}$ ,  $L_{A,eq}$ ,  $L_{A,1}$ ,  $L_{A,max}$ ), wurde ein Schallpegelmesser Klasse 0,7, das heißt er hat eine Fehlerquelle von  $\pm 0,7$  dB, Bauart 2238 der Firma Brüel & Kjær (siehe Abbildung 4.1), verwendet. Das Messgerät war während der Messung auf einem Stativ fixiert. Der Schallpegelmesser ist geeicht und befindet sich innerhalb des Eichzeitraumes. Die nächste Eichung wird laut Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) für 2002 vorgeschrieben.



**Abbildung 1.1: Messgerät Bauart 2238 der Firma Brüel & Kjær**

Beim größten Teil der Messreihen wurden folgende Einstellungen gewählt:

- Anzeigendynamik „schnell“
- Protokollperioden „normal“ (1s)
- Bewertung „A“
- Windschirmkorrektur „ein“, bei Verwendung eines Windschirmes

Da es sich bei den vom Werk verursachten Immissionen um ein gleichbleibendes Geräusch handelt, konnte die Messdauer kurz (1 Stunde pro Messpunkt) gewählt werden.

Ausnahmen bildeten Messungen bei denen Impulsgeräusche aufzunehmen waren beziehungsweise die als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen dienten. Hier wurden folgende Einstellungen verändert:

- Protokollperioden „kurz“ (1ms)
- Bewertung „L“, linear (unbewertet)

Bei diesen Messungen wurde die Messdauer an das Schallereignis angepasst, sodass jeweils mehrere Perioden des Impulses beziehungsweise die typische Charakteristik des Geräuschs erfasst werden konnten.

### **Frequenzanalyse**

Frequenzanalysen wurden besonders an jenen Messpunkten durchgeführt, welche durch subjektive Bewertung der Schallsituation besonders hervor traten und deshalb für technische Maßnahmen zur Lärminderung in Frage kamen.

Analysen wurden sowohl unbewertet als auch mit A-Bewertung durchgeführt.

### **Kalibrierung**

Vor und nach jeder Messreihe wurde das Messgerät mit einer Brüel & Kjær Prüfschallquelle, Bauart 4231 bei 1kHz und 94 dB kalibriert. Der Kalibriervorgang erfolgte nach der vom Gerätehersteller vorgegebenen Prozedur.



# 1 Ist-Situation immissionsseitig

## 1.1 Auswahl der Messpunkte

Bei Auswahl der Messpunkte wurden folgende Kriterien beachtet:

- Sichtkontakt zum Werk: Dieser berücksichtigt den Umstand ungehinderter Schallausbreitung, es wird somit das Risiko einer zu starken Schirmwirkung von Gebäuden verringert.
- Beachtung des Einflusses von Bewuchs: Es wurde versucht die Beeinträchtigung durch Bewuchs, siehe Kapitel 5.4.2.5: Landwirtschaft und Bewuchs, möglichst gering zu halten.
- Berücksichtigung der Topographie: Bedingt durch die Hanglage von Mannersdorf wurden Messpunkte auch in größerer Entfernung zum Werk gewählt.
- Beschwerden der Anrainer: Bei Kenntnis von Anrainerbeschwerden, über von der Lafarge Permooser AG verursachte Immissionen, war es notwendig Messpunkte so nah wie möglich beim Beschwerdeführer zu finden.
- Nähe zu Wohngebieten: Im Ort Mannersdorf wurde eine dichtere Verteilung der Messpunkte gewählt, da es sich in der Umgebung des Werks um das am stärksten besiedelte Gebiet handelt.

## 1.2 Lage der Messpunkte

Für die Messreihen wurden 9 Messpunkte ausgewählt, welche die in Kapitel 5.1: Auswahl der Messpunkte, erwähnten Kriterien so gut wie möglich erfüllen.

Abbildung 5.1: Immissionsmesspunkte zeigt den Straßenplan von Mannersdorf mit eingezeichneten Messpunkten. Die Entfernungen zum Werk (Luftlinie) sind in den Klammern angegeben.

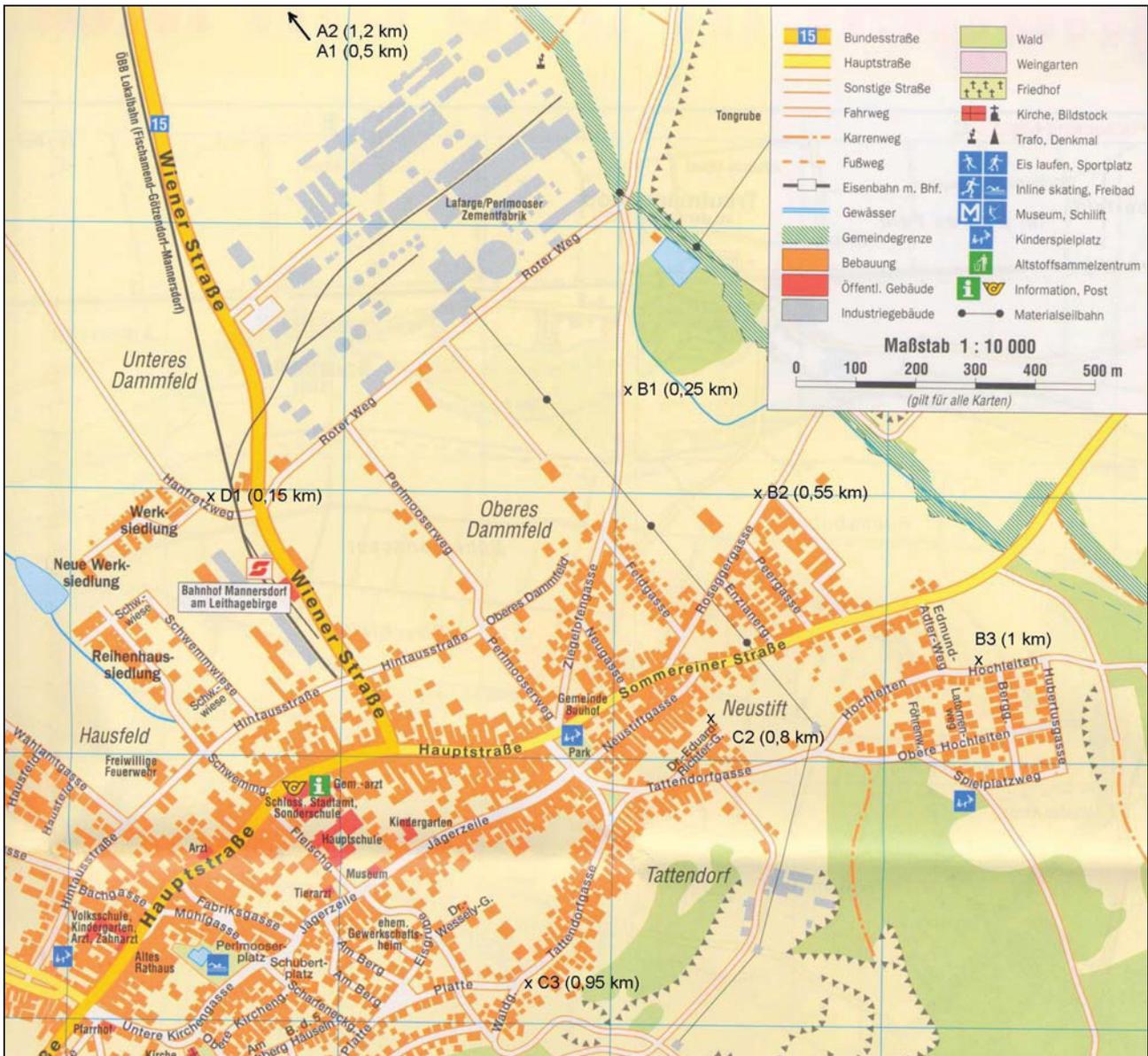


Abbildung 1.1: Immissionsmesspunkte

Die Beschreibung der Messpunkte enthält:

Angaben zum Messort:	Adresse beziehungsweise Messortbeschreibung
Entfernung:	Luftlinie zur Betriebsgrenze
Geländebeschreibung:	Angaben zur Vegetation beziehungsweise Verbauung
Foto des Messortes	

Die genauen Angaben zu den einzelnen Messpunkten befinden sich im Anhang: 9.2.

## 1.3 Durchführung der Messreihen

Im Rahmen dieser Diplomarbeit und des Projektes im Sommer 2000 wurden 3 Messreihen durchgeführt. Bei diesen war es grundsätzlich wichtig, sowohl die Schallsituation tagsüber (von 6.00 bis 22.00) als auch nachts (von 22.00 bis 6.00) aufzunehmen.

Die erste Messreihe fand vom 14.08. bis 15.09.2000 statt. Es sollte die Ist-Situation festgestellt und Verbesserungspotentiale aufgezeigt werden.

Während eines Werkstillstandes im Februar 2001 erfolgte die zweite Messreihe. Ziel war es durch längere Messungen an ausgewählten Messpunkten die ortsüblichen Schallimmissionen festzustellen.

Um Vergleichswerte bei Betrieb des Werks zu erhalten und somit seinen Einfluss auf die Umgebung aufzeigen zu können, wurden an den gleichen Punkten vom 02.07 bis 21.08 2001 bei Betrieb des Werks Messungen durchgeführt.

### 1.3.1 Auswahl der Messtage und Messzeiten

Die Messtage beziehungsweise Messzeiten wurden während der zur Verfügung stehenden Zeit so gewählt, dass besonders starke Beeinträchtigungen vermieden werden konnten. Traten Störungen, wie die unten angeführten, während einer Messung auf musste diese abgebrochen werden, da die Bewertung des Werksgeräusches anhand dieser Aufnahme unmöglich gewesen wäre.

Folgende Umstände machten, unter anderen, eine Fortführung von Messungen unmöglich:

- Einsetzen von Regen oder Nebel
- Einsetzen von starkem, böigem Wind
- Beginn von Feldarbeit direkt neben dem Messgerät
- Beginn von Bauarbeiten direkt neben dem Messgerät

### 1.3.2 Aufnahme der Messwerte

*Verwendete Literatur:* [ 7 ]

Bei der Messwertaufnahme wurde versucht eine möglichst einheitliche Vorgehensweise beizubehalten. Es wurde nach ÖNORM S 5004 [ 7 ] vorgegangen. Fanden die Aufnahmen im Freien statt wurde eine Mikrofonhöhe von mindestens 1,5 m über dem Boden eingehalten. Weiters wurde in der Nähe von Gebäuden auf eine Entfernung von mindestens 3 m zur nächst gelegenen Fassade geachtet. Wenn Messungen auf Gebäudefassaden nötig waren wurde das Mikrofon auf der, der Lärmquelle zugewandten Seite des Hauses, 0,5 m außerhalb und ungefähr in der Mitte eines geöffneten Fensters positioniert. Die gewählte Aufnahmezeit von 1 Stunde wurde, wenn möglich sowohl bei Messungen während des Tages, als auch in den Nachtstunden eingehalten.

### 1.3.3 Bearbeitung der Messungen

Die Bearbeitung der Messungen kann man in folgende Abschnitte unterteilen:

- Auswertung der Daten
- Ermittlung des Beurteilungspegels

#### Auswertung der Daten

Während der Aufnahme wurden besondere Schallereignisse mit Hilfe des Messgeräts markiert, um sie später identifizieren zu können. Anschließend mussten die Daten in die zugehörige Auswertungssoftware von Brüel & Kjær überführt werden. Diese Software ermöglicht die Überarbeitung der Markensetzung und die Benennung der Marken.

In die Messergebnisse gehen alle ortsüblichen Schallimmissionen ein. Ausnahmen bilden Schallereignisse, die nur durch die Messung bedingt wurden, wie zum Beispiel:

- Geräusche, die durch die Bedienung des Messgeräts entstanden sind
- Gespräche mit Anrainern

Waren diese Störgeräusche am Pegelschrieb erkennbar, wurden sie ausgeschlossen und somit in den Auswertungen nicht berücksichtigt.

Eine weitere Ausnahme bilden Schallereignisse, die eindeutig nicht vom Werk verursacht wurden, aber durch ihre Intensität die relativ kurze Messung stark negativ beeinflussten, wie zum Beispiel das Vorbeifahren besonders lauter Fahrzeuge direkt beim Messgerät.

Zur Anschauung wird die bearbeitete Messung TA1 vom 10.07.2002 aufgeführt.

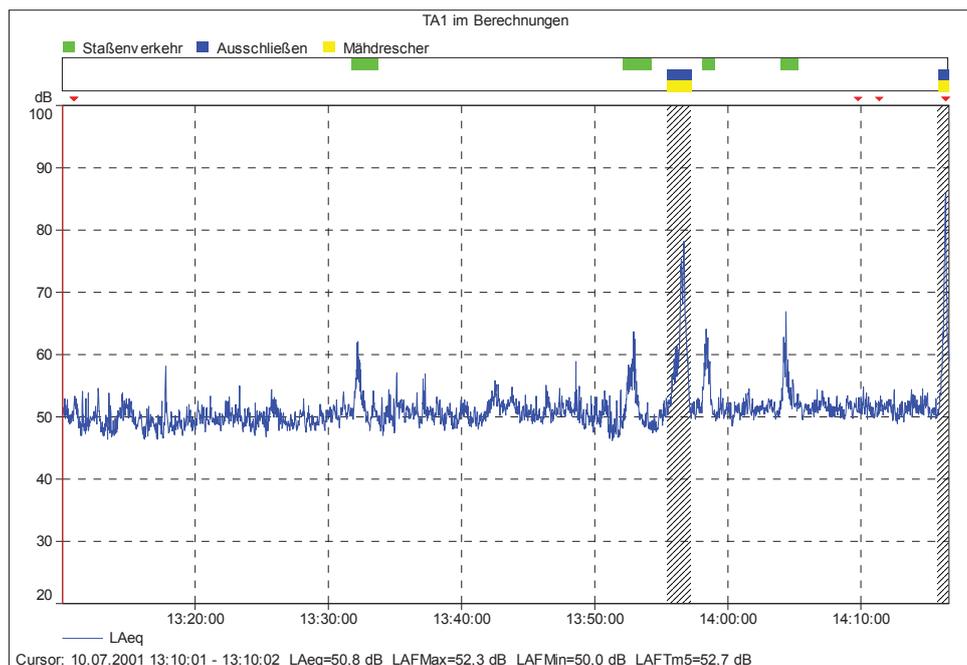


Abbildung 1.2: Pegelschrieb der Messung TA1

Die Auswertungssoftware erlaubt es bestimmte Ereignisse zu markieren und sie, wenn nötig auszuschließen, siehe Abbildung 5.2: Pegelschrieb der Messung TA1.

Hier wurde der Straßenverkehr grün markiert und in der Auswertung belassen. Die gelben Marken bezeichnen das Vorbeifahren eines Mähdreschers direkt am Messgerät, da diese Peaks die Messergebnisse stark beeinflussen, wurden sie mit der Eigenschaft „Ausschließen“ belegt (blaue Markierungen) und somit nicht in Berechnung des  $L_{A,eq}$  eingebunden.

**Tabelle 1.1: Darstellung der Messwerte**

Name	Startzeit	Endzeit	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]
Gesamt	10.07.01 13:10:01	10.07.01 14:15:47	1:03:54	51,5	67,9	45,6
Ausschließen	10.07.01 13:55:27	10.07.01 14:16:36	0:02:41	71,4	86,8	49,2
Unmarkiert	10.07.01 13:10:01	10.07.01 14:15:47	0:57:32	50,7	62,0	45,6
Straßenverkehr (gesamt)	10.07.01 13:31:45	10.07.01 14:05:17	0:06:22	55,3	67,9	47,4
Ausschließen (gesamt)	10.07.01 13:55:27	10.07.01 14:16:36	0:02:41	71,4	86,8	49,2
Mähdrescher (gesamt)	10.07.01 13:55:27	10.07.01 14:16:36	0:02:41	71,4	86,8	49,2

In dieser Form stellt die Auswertungssoftware die Messergebnisse zur Verfügung. Die ersten drei Zeilen beziehen sich auf die ganze Messdauer. Es ist möglich die Ergebnisse ohne die markierten Bereiche zu betrachten, siehe Tabelle 5.1: Darstellung der Messwerte, Zeile „Unmarkiert“. Man kann aber auch die Messwerte inklusive der Marken, sofern sie nicht ausgeschlossen wurden, auswerten, siehe Tabelle 5.1: Darstellung der Messwerte, Zeile „Gesamt“. In der Zeile „Ausschließen“ findet man nur die Daten der Marken, die mit dieser Eigenschaft belegt wurden. Weiters kann man auch jede einzelne Marke und somit jedes Schallereignis getrennt auswerten.

### Ermittlung des Beurteilungspegels

*Verwendete Literatur:* [ 7 ]

Neben dem, durch die Auswertung der Daten ermittelten, A-bewerteten, energieäquivalenten Dauerschallpegel  $L_{A,eq}$  sind für die Berechnung des Beurteilungspegels  $L_r$  einer Schallimmission noch folgende Parameter maßgebend:

- Dauer des Geräuschs
- Bezugszeit
- Tonhaltigkeit
- Impulshaltigkeit
- Informationshaltigkeit

Da das Werksgeräusch als gleichbleibend eingestuft wurde und der größte Teil der Anlage im Dauerbetrieb geführt wird, entfällt die Umrechnung des Werksgeräuschs auf die Bezugszeit.

Unter der Bezugszeit versteht man, tagsüber die am stärksten belasteten 8 Stunden und in der Nacht die am stärksten belasteten ½ Stunde. Waren Messungen länger als diese Zeitspanne wurde mit Hilfe der Auswertungssoftware der entsprechende Bereich ausgewählt, während bei kürzeren Messzeiten die gesamte Dauer bewertet wurde.

Um den korrekten Zuschlag für den Beurteilungspegel zu erhalten, musste die Messung auf Ton-, Informations- oder Impulshaltigkeit überprüft werden. Dies erfolgte einerseits durch subjektive Beobachtung während der Aufnahme und andererseits mit Hilfe der Auswertungssoftware von Brüel & Kjær.

Der Zuschlag für Impulshaltigkeit wurde nur dann addiert, wenn das Geräusch als gewerbsmäßig identifiziert werden konnte. Er beträgt 5 dB, wenn die A-bewerteten Maximalpegel sich bei Anzeigedynamik "Impuls" und "schnell" mindestens um 2dB unterscheiden. Andernfalls beträgt der Zuschlag 3 dB.

Ist ein Geräusch tonhaltig müssen 6 dB, 5 dB oder 3 dB addiert werden, siehe ÖNORM S5004 3.6.1 [ 7 ].

Der Zuschlag für Informationshaltigkeit beträgt 5 dB.

Bei gleichzeitigem Auftreten von Ton-, Informations- oder Impulshaltigkeit ist nur ein Zuschlag, und zwar der höchste zum  $L_{A,eq}$  hinzuzuzählen.

### 1.3.4 Messergebnisse

Die, mit den notwendigen Zuschlägen versehenen, Beurteilungspegel wurden als Grundlage für die Bewertung der Ist-Situation verwendet.

Konnte eine Grenzwertüberschreitung auf eine bestimmte Ursache, wie Werklärm (Impulsgeräusche), Straßenverkehr, Flugverkehr oder Wind zurückgeführt werden, wird auf dies in den folgenden Kapiteln in der Zeile Bemerkungen hingewiesen.

Die Messergebnisse werden hier nur in tabellarischer Form angegeben, die vollständige Beschreibung der einzelnen Messungen befindet sich im Kapitel 9.3: Beschreibung der Messungen. Wenn mehrere Aufnahmen an einem Messort durchgeführt wurden, wurde die Messung in die Ergebnisliste aufgenommen, bei der annähernd ortsübliche Wettersituation herrschte. Der Beurteilungspegel wurden nach Kapitel 5.3.3: Bearbeitung der Messungen berechnet.

#### 1.3.4.1 Sommer 2000

Die Messungen im Rahmen des Projekts vom 14.08. bis 15.09.2000 dienten zur ersten Ermittlung der Ist-Situation.

Bei der Bearbeitung wurden sowohl Straßen- als auch Flugverkehr ausgenommen, da sonst die kurzen Messungen zu stark beeinflusst gewesen wären.

Tabelle 5.2: Sommer 2000; Beurteilungspegel während des Tages zeigt die Messergebnisse die zur Tageszeit also in den Stunden von 6.00 bis 22.00 aufgenommen wurden. Wie in der Tabelle ersichtlich konnte im Sommer 2000, zur Tageszeit keine Grenzwertüberschreitung festgestellt werden.

**Tabelle 1.2: Sommer 2000; Beurteilungspegel während des Tages**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	53,9	43,9	51,6	41,7	39,9	39	46,6	43,6	48,2
Bemerkungen	Impuls		Impuls						

Die folgende Tabelle 5.3: Sommer 2000; Beurteilungspegel während der Nacht, zeigt die Messwerte aus Messungen zwischen 22.00 und 6.00. Das Projekt im Sommer 2000 hatte eine andere Aufgabenstellung als die Diplomarbeit, deshalb fehlen Messwerte bestimmter Messpunkte zur Nachtzeit.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 45 dB) sind **rot** gekennzeichnet.

**Tabelle 1.3: Sommer 2000; Beurteilungspegel während der Nacht**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	57,8			40,4	40,6	42,3	40,7		40,5
Bemerkungen	Impuls								

#### 1.3.4.2 Winter 2001

Während des Werkstillstandes im Februar 2001 erfolgte eine Messreihe, deren Ziel es war, durch längere Messungen an ausgewählten Messpunkten die ortsüblichen Schallimmissionen ohne Werksgeräusche festzustellen. Die Messungen wurden, wie in Kapitel 5.3.3: Bearbeitung der Messungen beschrieben, bearbeitet.

Zur Zeit der Messungen herrschten Temperaturen zwischen 2°C und 12°C, es lag keine Schneedecke.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 55 dB) sind **rot** gekennzeichnet.

**Tabelle 1.4: Februar; Beurteilungspegel während des Tages**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	51,5		56,1	50,7	56,5	46,7	47,1	53,7	48,7
Bemerkungen			Wind		Straßenverkehr				

Der in Tabelle 5.5: Februar; Beurteilungspegel während der Nacht angegebene Beurteilungspegel wurde aus der am stärksten belasteten ½ Stunde innerhalb der Messzeit gebildet.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 45 dB) sind rot gekennzeichnet.

**Tabelle 1.5: Februar; Beurteilungspegel während der Nacht**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	43,0		49,9	44,1	41,9	37,1	41,6		42,4
Bemerkungen			Wind						

### 1.3.4.3 Sommer 2001

Im Sommer 2001 wurde die letzte Messreihe durchgeführt. Sie diente zur nochmaligen Aufnahme der Immissionssituation bei Betrieb des Werks. Die Messungen wurden, wie in Kapitel 5.3.3: Bearbeitung der Messungen beschrieben, bearbeitet.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 55 dB) sind rot gekennzeichnet.

**Tabelle 1.6: Sommer 2001; Beurteilungspegel während des Tages**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	56,5	49,3	55,2	50,7	53,3	49,4	47,7	48,6	53,4
Bemerkungen	Impuls		Impuls						

Der in Tabelle 5.7: Sommer 2001; Beurteilungspegel während der Nacht angegebene Beurteilungspegel wurde aus der am stärksten belasteten ½ Stunde innerhalb der Messzeit gebildet.

Grenzwertüberschreitungen (Pegel > 45 dB) sind rot gekennzeichnet.

**Tabelle 1.7: Sommer 2001; Beurteilungspegel während der Nacht**

Messpunkt	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1
L <sub>r</sub> [dB]	55,4	49	50,4	39,9	37,9	45,8	42,7	43,2	42,7
Bemerkungen	Impuls	Straßenverkehr	Impuls			Straßenverkehr			

#### 1.3.4.4 Grenzwertüberschreitungen

Grenzwerte sind grundsätzlich auf die jeweiligen Flächenwidmungen abgestimmt.  
Die folgenden Grenzwerte sind im Landesgesetzblatt für Niederösterreich 8000/4-0 festgelegt.

**Tabelle 1.8: Grenzwerte für die einzelnen Flächenwidmungen**

Widmung	Grenzwert/Beurteilungspegel [dB]	
	Tag	Nacht
Bau- und Wohnland	55	45
Bauland und Kerngebiet	60	50
Bauland und Betriebsgebiet	65	55
Bauland und Industriegebiet	70	60
Grünland und Landwirtschaft	55	45

Flächenwidmungsplan für den Raum Mannersdorf siehe Abbildung 5.3: Flächenwidmungsplan, eine Vergrößerung des Planes befindet sich im Anhang: 9.1: Flächenwidmungsplan und Werksschallplan.

Die Flächenwidmung der Messpunkte ist entweder Grünland und Landwirtschaft oder Bau- und Wohnland, also gelten für alle Messungen die gleichen Grenzwerte, tagsüber 55 dB und nachts 45 dB.

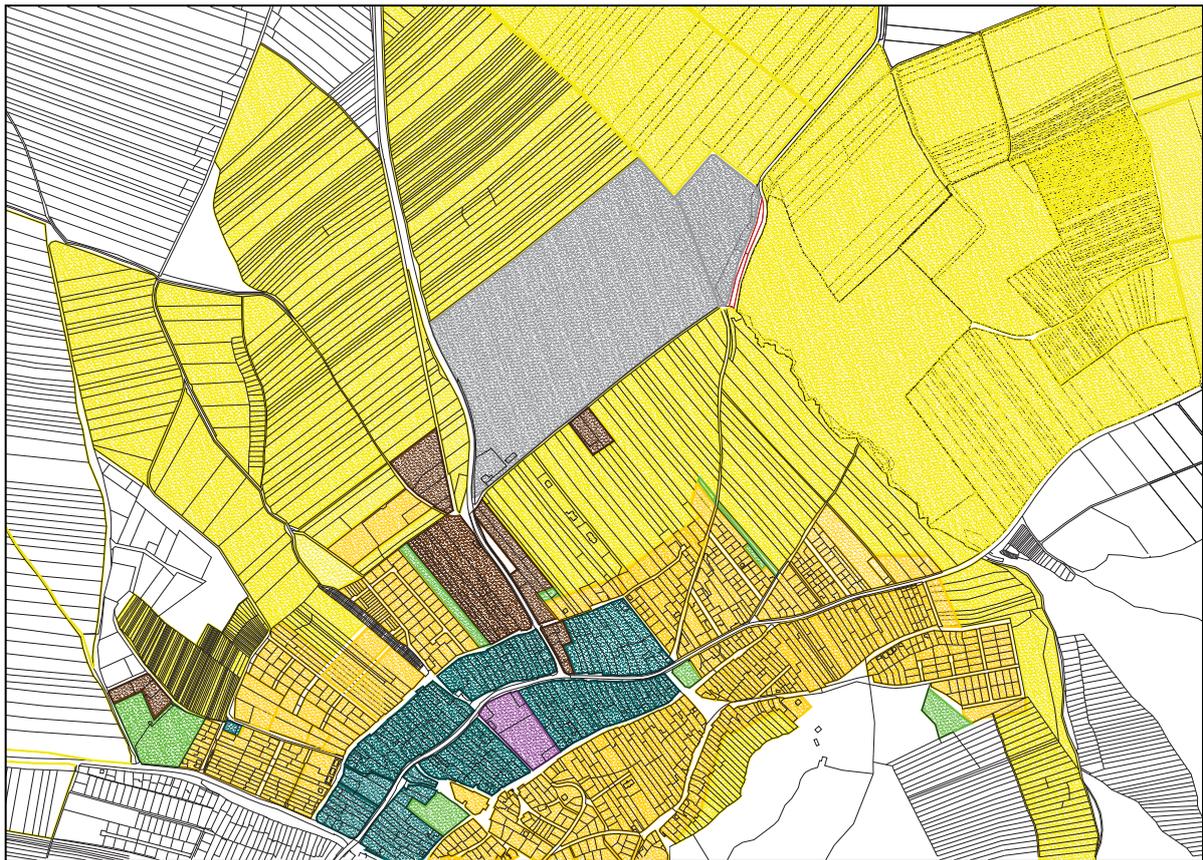


Abbildung 1.3: Flächenwidmungsplan

<b>BW</b> - Baul. & Wohn	<b>GF</b> - Forstg.
<b>BK</b> - Baul. Kerng.	<b>GL</b> - Grünl. & Landw.
<b>BB</b> - Baul. & Betriebsg.	<b>Gsp</b> - Sport
<b>BI</b> - Baul. & Industrie	<b>BA</b> - Baul. & Agrar

Abbildung 1.4: Legende des Flächenwidmungsplanes

Dem Zementwerk der Lafarge Permooser AG eindeutig zu zuschreibende Grenzwertüberschreitungen konnten an den Messpunkten A1 und B1 und auf Gebäudefassaden entlang des Kalksteinförderbandes festgestellt werden. Die Überschreitungen bei A1 und B1 werden auch durch Impulszuschläge für die Impulse der Luftkanonen verursacht.

Am Punkt A2, B3 und C1 wird die Grenzwertüberschreitung durch den starken Straßenverkehr bedingt vergleiche Abbildung 5.13: Straßenverkehr Pegelschrieb der Messung NA2.

**Tabelle 1.9: Statistisch erhobene Reaktion der Öffentlichkeit auf Lärmimmissionen im Wohnbereich [ 5 ]**

Überschreitung des Grundgeräuschpegels durch den Beurteilungspegel [dB]	zu erwartende öffentliche Reaktion	
	Kategorie	Beschreibung
0	keine	keine Reaktion
5	wenig	vereinzelte Beschwerden
10	mittel	verbreitete Beschwerden
15	stark	Drohung mit Gemeinschaftsaktionen
20	sehr stark	Gemeinschaftsaktionen

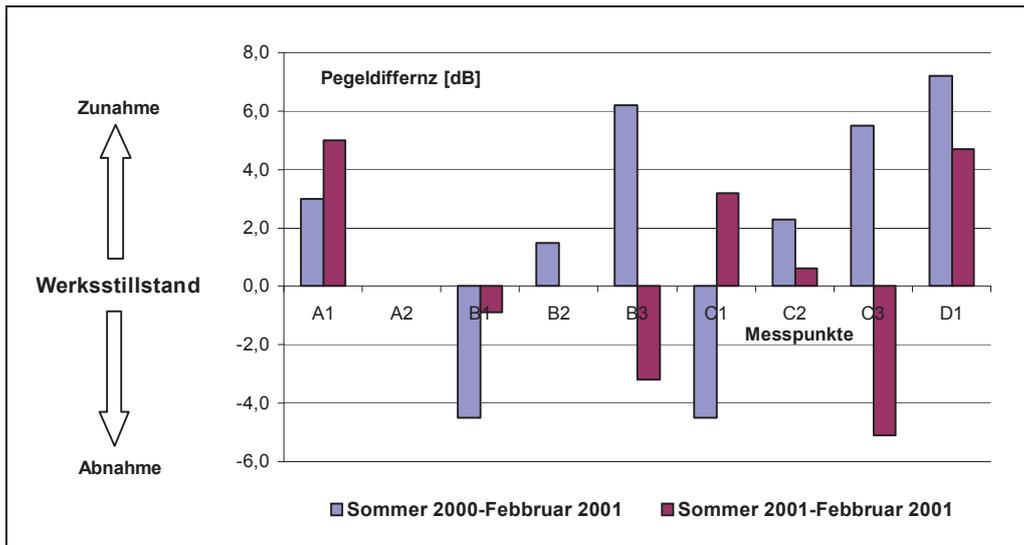
Im Bereich Mannersdorf liegen laut Auskunft des Umweltstadtrats Herrn Aschbacher vereinzelte Beschwerden vor. Sie betreffen die Umgebung der Dr. Eduart Richter Gasse und Hochleiten, weiters ist eine Beschwerde im Bereich der Tongrube bekannt, die sich aber verbunden mit der Staubproblematik darstellt.

#### 1.3.4.5 Vergleich der unterschiedlichen Messreihen

In diesem Kapitel soll der Einfluss des Werks auf seine Umgebung gezeigt werden, also der Unterschied zwischen Betrieb und Stillstand des Zementwerks der Lafarge Perlmooser AG. Um dies zu erreichen wurden die Messreihen vom Sommer 2000 und 2001 mit den Werten vom Februar 2001 verglichen.

Abbildung 5.5: Vergleich zwischen den Messreihen zeigt die Pegeldifferenzen der Messreihen an den einzelnen Messpunkten. Es ist anzumerken, dass für den Vergleich vom Sommer 2000 und Februar 2001 die Messungen vom Februar anders ausgewertet wurden, es musste nämlich, genauso wie bei der Messreihe von 2000, der Straßen- und Flugverkehrslärm ausgenommen werden.

Die Werte für die Bildung der Pegeldifferenz zwischen den Messwerten vom Sommer und Februar 2001 konnten den im Kapitel 5.3.4: Messergebnisse angeführten Tabellen entnommen werden. Fehlende Vergleichswerte bedeuten, dass die Differenz entweder gleich null ist, oder dass eine der beiden Messungen nicht durchgeführt wurde.



**Abbildung 1.5: Vergleich zwischen den Messreihen**

Eigentlich sollten alle Pegeldifferenzen positiv sein und es sollte eine Abnahme des Einflusses des Werks mit der Entfernung zu beobachten sein. Dies kann durch die Abbildung 5.5: Vergleich zwischen den Messreihen nicht bewiesen werden.

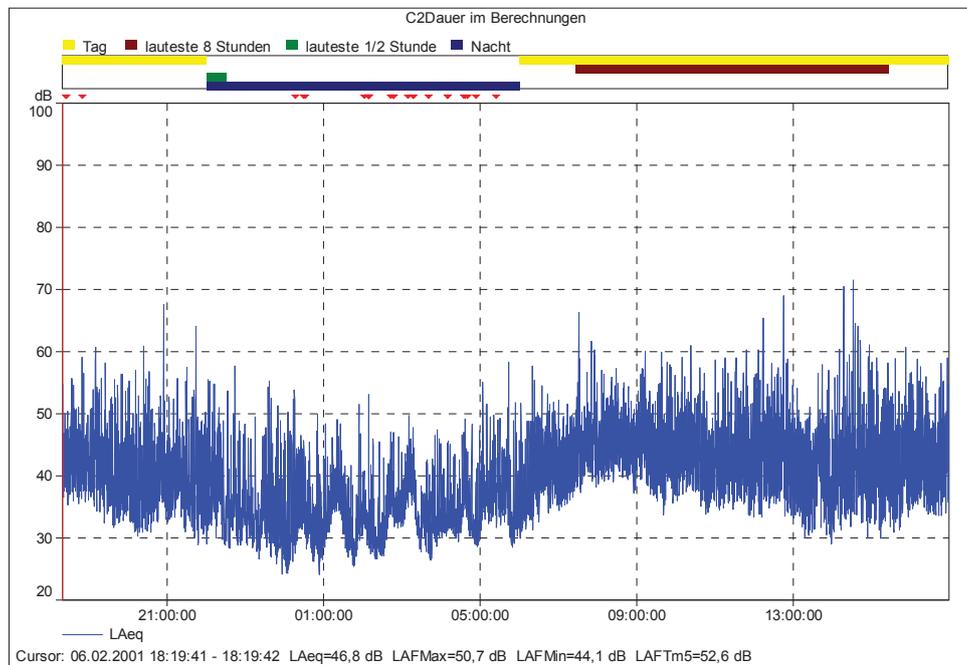
Als Gründe können folgende Punkte genannt werden:

- die Beeinflussung der Messungen durch unterschiedliche Windsituationen
- unterschiedliche ortsübliche Schallsituationen zu den verschiedenen Jahreszeiten
- Störungen der Messreihen durch Fremdgeräusche

#### 1.3.4.6 24 Stunden Messung

Während der beiden Messreihen 2001 wurde jeweils eine 24 Stundenmessung durchgeführt. Das Messgerät wurde zu diesem Zweck auf dem Balkon eines Lafarge Perlmooser Mitarbeiters, mit Sichtkontakt zum Werk, in der Dr. Eduard-Richtergasse Nr. 19 aufgestellt, siehe Abbildung 5.1: Immissionsmesspunkte, Messpunkt C2. Während der Messung war das Messgerät unbeaufsichtigt.

Abbildung 5.6: Pegelschrieb der Dauermessung C2 im Februar 2001 zeigt den Pegelverlauf der 24-Stunden Messung im Februar 2001. Die, aus dieser Messung gewonnenen Werte sind in Tabelle 5.10: Messwerte der Dauermessung C2 im Februar 2001 angegeben. Da die Messung nicht beaufsichtigt werden konnte wurden keine Zuschläge addiert.

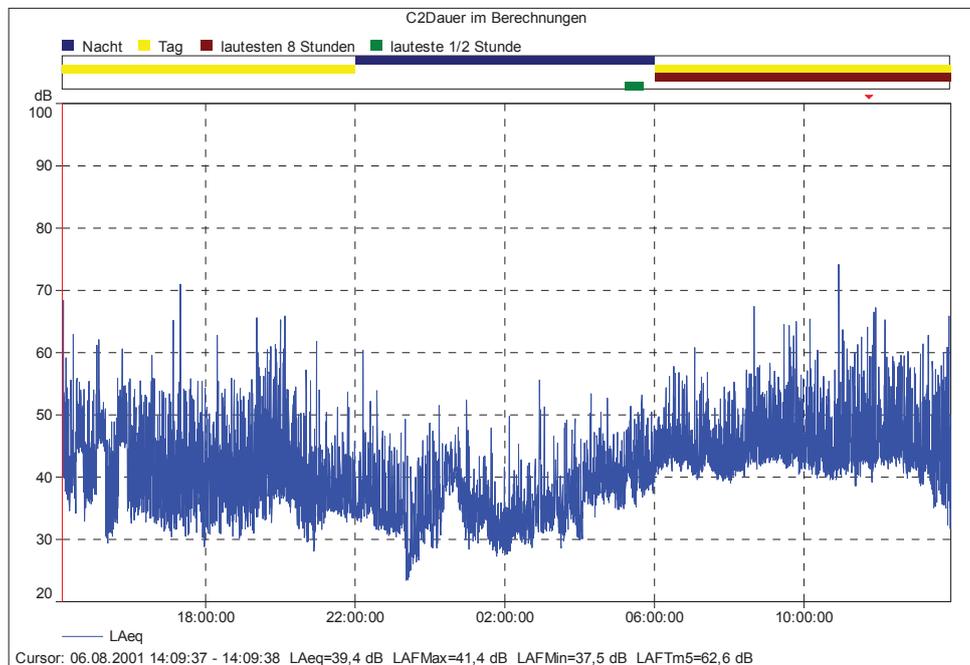


**Abbildung 1.6: Pegelschrieb der Dauermessung C2 im Februar 2001**

**Tabelle 1.10: Messwerte der Dauermessung C2 im Februar 2001**

	Datum	$L_r$ [dB]	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]
Tag: am stärksten belasteten 8 Stunden	07.02.2001	47,1	74,8	28,4	29,8	54,7
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	06.02.2001	41,6	62,4	28,3	29,8	54,7

Abbildung 5.7: Pegelschrieb der Dauermessung C2 im Sommer 2001 zeigt den Pegelverlauf der 24-Stunden Messung im Sommer 2001. Die, aus dieser Messung gewonnenen Werte sind in Tabelle 5.11: Messwerte der Dauermessung C2 im Sommer 2001 angegeben. Da die Messung nicht beaufsichtigt werden konnte wurden auch hier keine Zuschläge addiert.

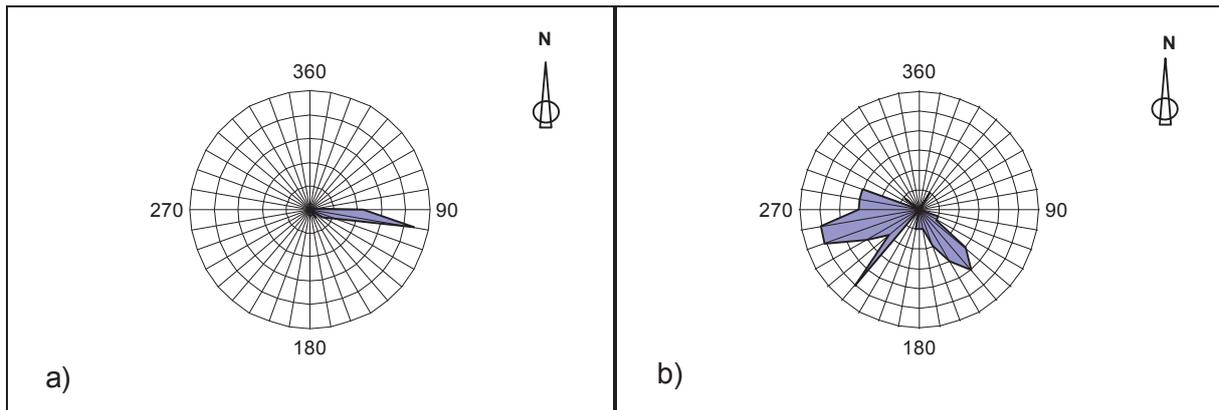


**Abbildung 1.7: Pegelschrieb der Dauermessung C2 im Sommer 2001**

**Tabelle 1.11: Messwerte der Dauermessung C2 im Sommer 2001**

	Datum	L <sub>r</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]	L <sub>A,95</sub> [dB]	L <sub>A,1</sub> [dB]
Tag: am stärksten belasteten 8 Stunden	07.08.2001	47,7	75,8	31,0	31,4	54,9
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	07.08.2001	42,7	55,2	34,4	31,4	54,9

Die geringen Pegelunterschiede zwischen den beiden Messungen lassen sich auf die zu dieser Zeit herrschende Windrichtung zurückführen. In Abbildung 5.8: Windrichtungsverteilung: a) Februar 2001 b) Sommer 2001 sind die Windrichtungsverteilungen an den beiden Messtagen angegeben. Man sieht, dass zu diesen Zeiten kein Mitwind, sondern Gegen- beziehungsweise Querwinde herrschen. Bei diesen Windsituationen und einer Entfernung vom Werk von zirka 0,8 km ist der Einfluss des Zementwerks auf die Schallimmissionen eher gering.



**Abbildung 1.8: Windrichtungsverteilung: a) Februar 2001 b) Sommer 2001**

## 1.4 Einflüsse auf die Schallmessungen

*Verwendete Literatur:* [ 8 ]

Einen großen Einfluss auf die, zu einem bestimmten Zeitpunkt ermittelten Pegelwerte, haben die Schallausbreitungsbedingungen während der Messung. Sie werden, neben den topografischen Verhältnissen und der Beschaffenheit der Erdoberfläche (Bewuchs und Bebauung) wesentlich von den Wetterverhältnissen bestimmt. Besonders bei größeren Abständen zum Emissionsort stellen die Messwerte ein Abbild des Zustandes des Übertragungsmediums dar. Bei Messungen in einer Entfernung von mehr als 100 m können unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen am selben Messort zu erheblichen Pegelunterschieden führen und somit die Reproduzierbarkeit der Messungen erheblich einschränken.

### 1.4.1 Topographie

In Mannersdorf herrscht, durch die Ausläufe des Leithagebirge, Hanglage. Durch das Ansteigen des Geländes wird die Schirmwirkung der vorgelagerten Gebäude verhindert. Aus diesem Grund wurden Messpunkte auch in größerer Entfernung zum Werk gewählt, die, bedingt durch ihre höhere Lage, Sichtkontakt zum Emissionsort haben.

### 1.4.2 Meteorologie

Nach Untersuchungen, die im Rahmen des Seibersdorf Reports: Messungen der Immissionsbeiträge des Zementwerks Mannersdorf [ 9 ] durchgeführt wurden, gilt die Messstation der Niederösterreichischen Landesregierung in Stixneusiedl (zirka 8,3 km vom Werk entfernt) als repräsentativ für die Windverhältnisse in Mannersdorf. Aus diesem Grund konnten die Werte, die von dieser Messstation in Form von Halbstundenmittelwerten zur Verfügung gestellt wurden zu den folgenden Auswertungen herangezogen werden.

### 1.4.2.1 Wind

Die Windverhältnisse, also Windstärke und besonders Windrichtung sind für die Schallausbreitung über größere Entfernungen die entscheidenden meteorologischen Einflussgrößen. In Mannersdorf herrschen sehr unterschiedliche Windsituationen, wie Abbildung 5.9: Verteilung der Windrichtung am 19.07.2001 und Abbildung 5.10: Verteilung der Windgeschwindigkeit am 19.07.2001 zeigt. Das Beispiel soll den Wechsel der Windrichtungen und der Windgeschwindigkeiten im Laufe eines Tages verdeutlichen.

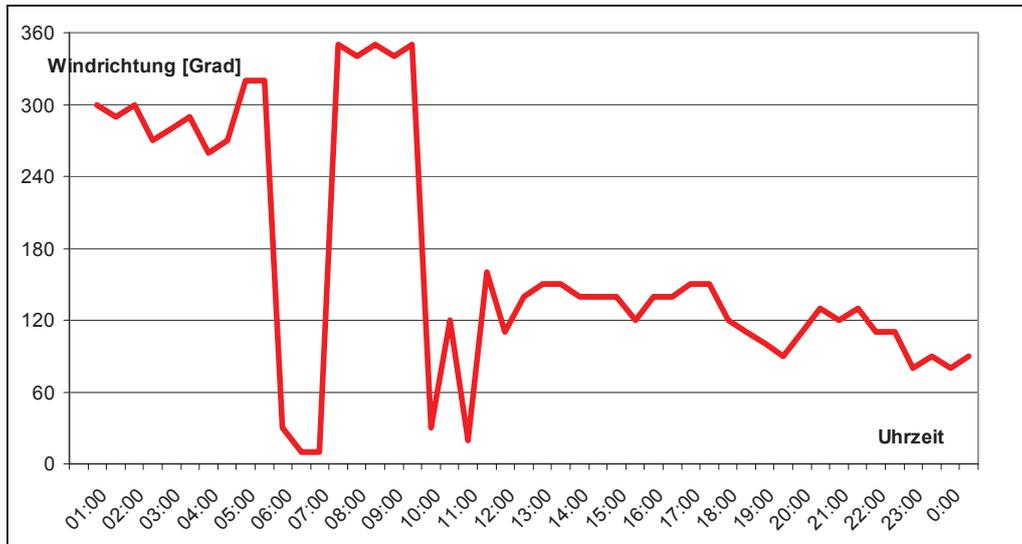


Abbildung 1.9: Verteilung der Windrichtung am 19.07.2001

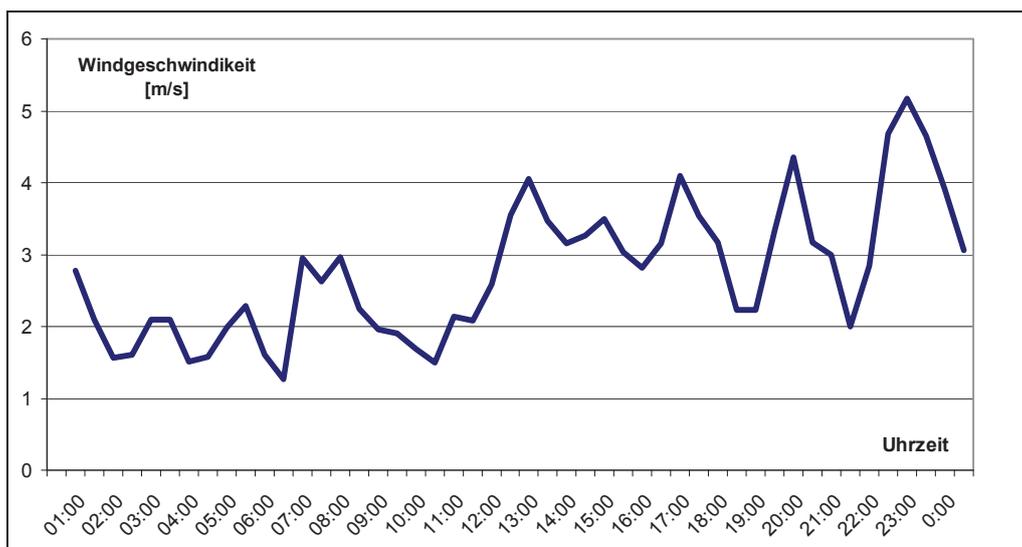


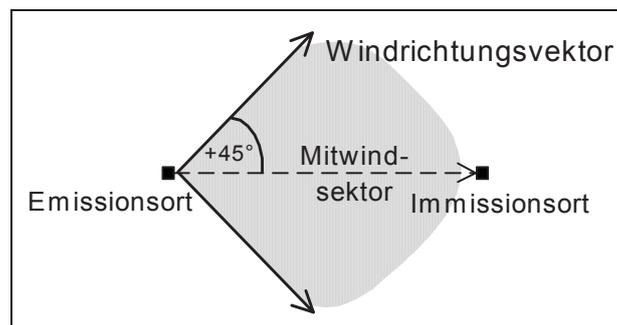
Abbildung 1.10: Verteilung der Windgeschwindigkeit am 19.07.2001

Die Auswirkungen von Wind äußern sich vor allem durch folgende Störeffekte:

- ungleichmäßige Schallausbreitung
- Störpegel am Mikrofon
- Blätterrauschen

### Ungleichmäßige Schallausbreitung

Es gibt Windsituationen, welche die Schallausbreitung begünstigen, sogenannte Mitwindwetterlagen. Darunter versteht man Wetterlagen, bei denen die Schallstrahlrichtung und der Windrichtungsvektor maximal einen Winkel von  $\pm 45^\circ$  einschließen siehe Abbildung 5.11: Mitwindsektor. Weiters darf die Windgeschwindigkeit 3 m/s nicht übersteigen.



**Abbildung 1.11: Mitwindsektor**

Die Mitwindsituation gilt für den betreffenden Immissionsort als vorherrschend, wenn sie im Jahresmittel über 25% der Tage besteht.

Dieses Kriterium trifft auf die meisten im Ort Mannersdorf gelegenen Messpunkte (B1, B2, B3, C1, C2, C3) zu. Wenn mehrere Messungen an einem Messort durchgeführt wurden, wurde versucht jene Messung auszuwählen, die bei Mitwind Wetterlage aufgenommen wurde.

Aus folgenden Gründen war es sehr schwierig alle Messungen bei Mitwindsituation durchzuführen:

- keine Wettermessstation in nächster Umgebung, das heißt die Wetterdaten konnten erst nachträglich abgerufen werden
- begrenzte Messzeit, besonders die Februarmessreihe war auf den Werksstillstand begrenzt
- Schlechtwetterperioden, bei Regen beziehungsweise zu starkem Wind waren Messungen nicht sinnvoll
- Berücksichtigung der saisonalen Gegebenheiten, Arbeiten jeglicher Art (wie Bautätigkeit oder Feldarbeit) aber auch die heimische Tierwelt (Grillen) hatten Einfluss auf die Wahl der Messzeiten

Alle anderen Windsituationen (Quer- und Gegenwind) wirken der Schallausbreitung entgegen. Wenn Gegenwind vorherrscht kann sogar, je nach Abstand und Höhe eine Pegelerniedrigung von über 20 dB registriert werden.

Den ungefähren Schwankungsbereich der A-Schallpegel, gemessen an Immissionsorten in verschiedenen Abständen von großflächigen Industrieanlagen bei unterschiedlichen Windrichtungen, zeigt Abbildung 5.12.

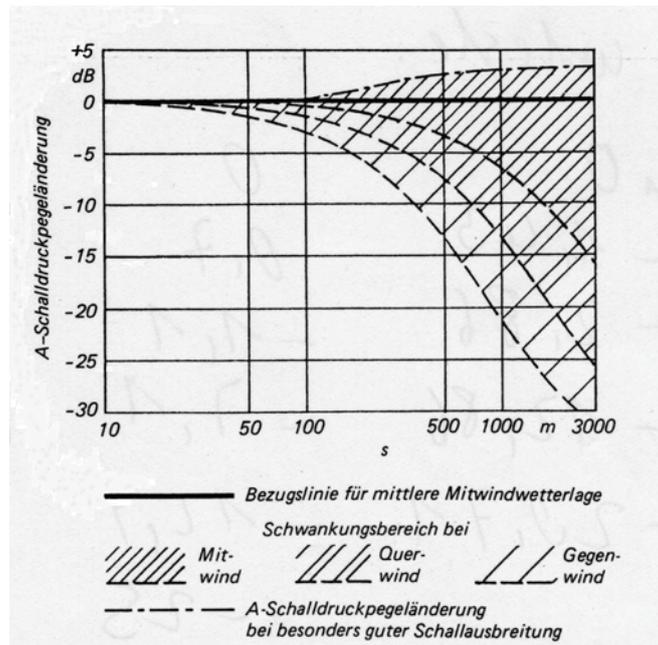


Abbildung 1.12: Pegelschwankungsbereiche bei unterschiedlichen Windrichtungen [ 10 ]

**Störpegel am Mikrofon**

Wind verursacht nicht nur eine ungleichmäßige Schallausbreitung, es kommt auch zu Wirbeleffekten am Mikrofon, die bei höheren Windgeschwindigkeiten zu nennenswerten Störpegeln führen können.

Diese Störeffekte können auch bei Verwendung eines Windschirms nicht völlig ausgeschaltet werden, wie Tabelle 5.12 zeigt.

Tabelle 1.12: Störgeräusche am Mikrofon infolge von Windgeschwindigkeiten [ 1 ]

Windgeschwindigkeit am Mikrofon [m/s]	Schallpegel des durch Wind erzeugten Störgeräusches [dB (A)]
2	31
3	36
4	42
5	47
6	51

**Blätterrauschen**

Das von Bäumen beziehungsweise sonstiger Vegetation verursachte Störgeräusch kann so stark sein, dass eine Messung zu diesem Zeitpunkt keine sinnvollen Ergebnisse liefert. Herrschte

während der Messreihen starker Wind, wurden daher keine Messungen durchgeführt.

### **1.4.2.2 Temperatur**

*Verwendete Literatur:* [ 8 ]

Bei Ausbildung von Temperaturunterschieden und Temperatursprüngen kann sich der Schallpegel am Immissionsort erheblich, bei an sich konstanter Geräuschabstrahlung, ändern. Bei starker Sonneneinstrahlung wird der sonst über den Boden abgestrahlte Schallanteil nach oben gebeugt, so dass der Schalldruck erheblich schneller mit zunehmender Entfernung abnimmt, als nach der geometrischen Schallausbreitung zu erwarten wäre. Dagegen kann bei Ausbildung von Inversionswetterlagen eine Beugung der Geräuschemissionen zu einer Pegelerhöhung führen. Da in Mannersdorf die Windsituation den stärksten Einfluss auf die Messergebnisse hat und während der Messreihen keine Extremtemperaturen auftraten, wurde die Temperatur in den Messergebnissen nicht berücksichtigt.

### **1.4.2.3 Luftfeuchtigkeit**

*Verwendete Literatur:* [ 8 ]

Die Luftfeuchtigkeit hat ebenfalls einen, wenn auch geringen Einfluss auf die Schallausbreitung. Bei niedriger Luftfeuchte erhöht sich die Schallabsorption der Luft, während sie bei hoher Luftfeuchte abnimmt. Da die Pegeländerungen erheblich unter denen liegen, die von anderen meteorologischen Parametern verursacht werden, wurden sie nicht berücksichtigt.

### **1.4.2.4 Regen beziehungsweise Schnee**

Die meteorologische Situation soll für den Messort repräsentativ sein, deshalb sind Messungen bei Nebel, Schnee und Regen nicht sinnvoll. Weiters wird die Messung zu stark von diesen Wetterlagen beeinflusst.

### **1.4.2.5 Landwirtschaft und Bewuchs**

Da Mannersdorf in ländlichem Gebiet liegt, machen landwirtschaftliche Nutzflächen einen großen Teil der Flächenwidmung aus.

Wie aus dem Flächenwidmungsplan, siehe Abbildung 5.3, ersichtlich ist sind die direkt ans Werk anschließenden Flächen zumeist Felder. Um die Beeinträchtigung der Anrainer durch den Betrieb bewerten zu können, wurden die Messorte eher in der Nähe von Wohngebieten gewählt.

## **Landwirtschaft**

Besonderst auf die Wahl der Messzeiten hatte die Landwirtschaft Einfluss. In den Sommermonaten musste darauf geachtet werden, dass die Messungen nicht zu stark durch Feldarbeiten beeinträchtigt werden. Der Beginn von Arbeiten direkt neben dem Messgerät führte zum Abbruch der Messung.

## **Bewuchs**

*Verwendete Literatur:* [ 8 ]

Führt der Ausbreitungsweg von Schallwellen durch Bewuchs kommt es zur Schallstreuung an Stämmen, Ästen und Blättern in Verbindung mit Absorption durch den aufgelockerten Boden. Das Ausmaß der Dämpfung ist abhängig von der Art und Dichte des Bewuchses und seiner Ausdehnung. Man kann jedoch sagen, dass eine Schalldämpfung nur dann gegeben ist, wenn die Schallausbreitung durch blickdichte Vegetation erfolgt, die mindestens 1 Meter höher als der Schallweg ist und eine Ausdehnung von mindestens 50 Metern aufweist. Durch die topografischen Gegebenheiten in Mannersdorf ist das Bewuchsdämpfungsmaß von keiner Bedeutung für die Auswertungen.

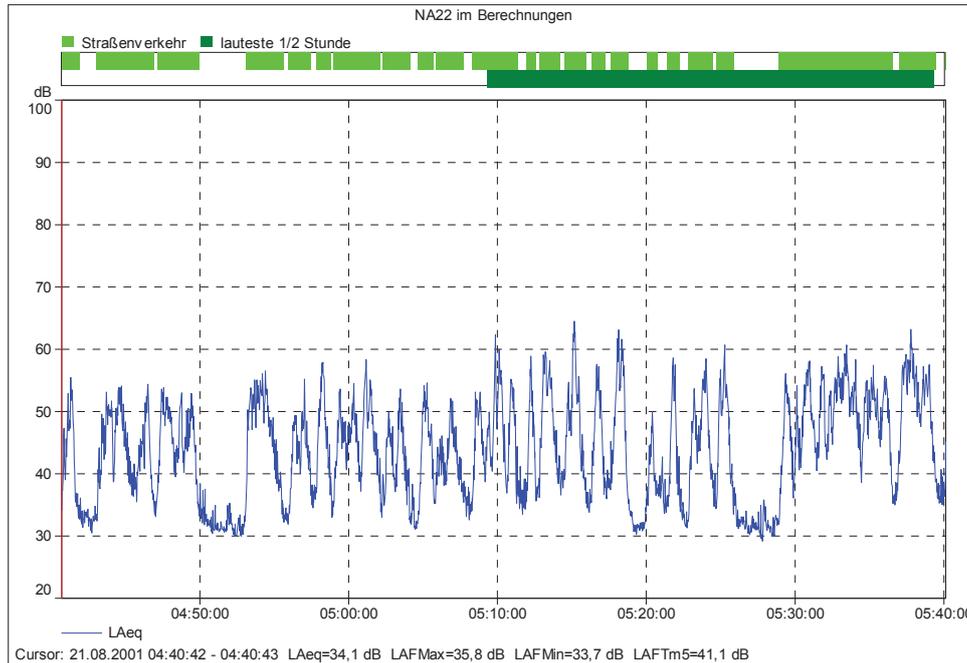
Die Vegetation hatte trotzdem Einfluss auf die Messungen. Durch den fast immer herrschenden Wind wurden die Messwerte durch Blätterrauschen beeinträchtigt, weshalb bei der Wahl der Messzeiten auch dieser Umstand berücksichtigt werden musste.

### **1.4.2.6 Straßenverkehr**

Im Raum Mannersdorf herrscht reges Verkehrsaufkommen. Auch während der Nachtstunden kommt es zum Teil zu erheblichem PKW-Verkehr, besonders in den frühen Morgenstunden ab zirka 04.30 ist ein Ansteigen zu beobachten. Der vom Zementwerk durch den Schichtwechsel verursachte Personenverkehr findet um 5.00, 13.00 und 21.00 statt. Er fällt jedoch nicht ins Gewicht, da es sich dabei um durchschnittlich 20 PKWs handelt. Die restlichen Mitarbeiter finden sich in der Zeit von 6.00 bis 9.00 im Werk ein, was ebenfalls zu keiner messbaren Steigerung des Verkehrsaufkommens führt.

Während des Tages wird der ortsübliche Straßenverkehr, auf Grund diverser gewerblicher Betriebe inklusive des Zementwerks, durch LKW-Verkehr verstärkt. Der An- und Abtransport der Roh- und Brennstoffe beziehungsweise der Produkte erfolgt meist ab 5.00.

Nachstehende Messung zeigt das Verkehrsaufkommen am Messpunkt A2, am 21.08.2001, um 04:40:42, es handelt sich hierbei hauptsächlich um PKW-Verkehr. Die Straße ist von diesem Messpunkt zirka 40 m entfernt.



**Abbildung 1.13: Straßenverkehr Pegelschrieb der Messung NA2**

Die in Tabelle 5.13: Einfluss des Straßenverkehrs angegebenen Werte stammen aus der gleichen Messung. Es wurde zum Vergleich mit und ohne Marken ausgewertet.

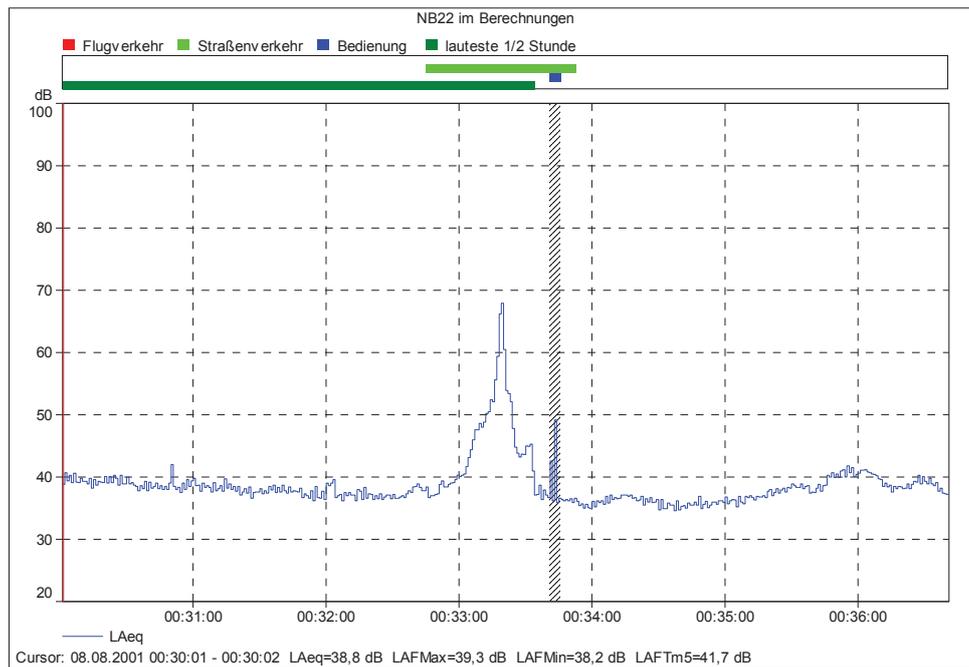
**Tabelle 1.13: Einfluss des Straßenverkehrs**

	Datum	L <sub>r</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]
ohne Straßenverkehr	21.08.2001	34,1	44,8	29,4
mit Straßenverkehr	21.08.2001	49,8	66,0	28,8

Man sieht, dass die Überschreitung des Grenzwertes (45 dB) durch den Straßenverkehr verursacht wird.

Nahe an Wohnsiedlungen gelegene Messpunkte wurden auch durch Anrainerverkehr gestört, welcher meist direkt am Messgerät vorbeiführt.

Nachstehende Abbildung 5.14 (hellgrüne Markierung) zeigt ein Beispiel für einen Peak, den ein vorbeifahrender PKW erzeugen kann.



**Abbildung 1.14: PKW**

Die Werte die dieser Peak liefert sind in Tabelle 5.1 angegeben.

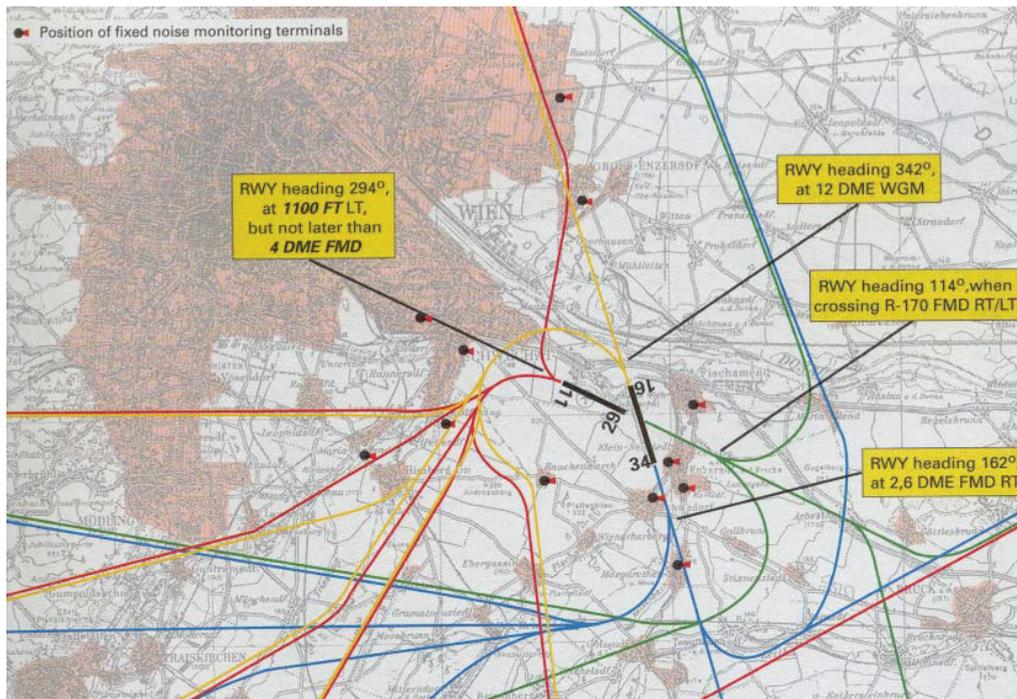
**Tabelle 1.14: PKW**

	Datum	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]
Straßenverkehr	08.08.01	0:00:43	55,3	70,1	34,9

### 1.4.2.7 Flugverkehr

Die verwendeten Daten und Abbildungen stammen von der für Umweltfragen zuständigen Abteilung des Flughafens Wien Schwechat.

Die Flugbewegungsaufteilung richtet sich nach den jeweils herrschenden Windverhältnissen, da das Flugzeug immer gegen den Wind starten und landen muss. Abbildung 5.15 gibt einen Überblick über die Pisten des Flughafens Wien Schwechat, die verwendeten Bezeichnungen wurden übernommen.



**Abbildung 1.15: Pisten des Flughafens**

Bei der, laut Kapitel 5.4.2.1 vorherrschenden Wetterlage, also nord-westliche Winde erfolgen die Starts in Richtung Schwechat (Piste 29) und die Landungen über Margarethen/Moos in Richtung Flughafen (Piste 34) beziehungsweise Kleinneusiedl (Piste 29). In der Nacht (22.00 bis 06.00 Uhr) werden Landungen in Richtung Piste 34 wenn möglich vermieden.

Besonders Landungen auf Piste 34, beeinträchtigen die Messungen in Mannersdorf, da die Flugzeuge in der letzten Phase des Landeanflugs eine bestimmte, immer konstanten Flugbahn einhalten müssen, welche an Mannersdorf im Abstand von zirka 2 km in einer Höhe von zirka 450 m ( $\pm 30$  m) vorbeiführt, siehe Abbildung 5.16: Landeanflug, rote Markierung.

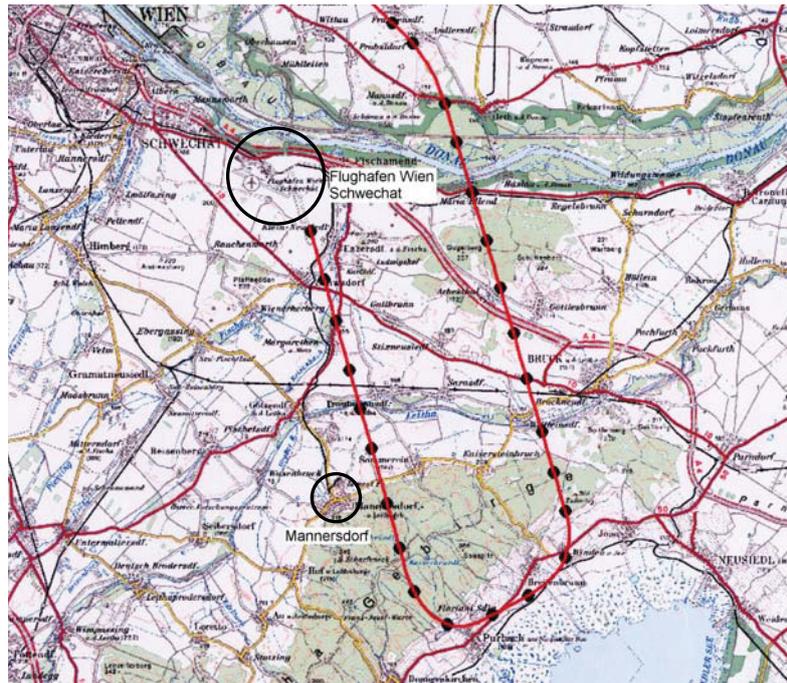


Abbildung 1.16: Landeanflug

Die Anzahl Landungen auf Piste 34, deren Flugbahn an Mannersdorf vorbei führt hat in den letzten Jahren zugenommen, diese Entwicklung zeigt Abbildung 5.17: Landungen auf Piste 34. Im Jahre 1999 fand eine Sperre der Piste 34 und 16 statt, was die niedrige Anzahl von Landungen erklärt.

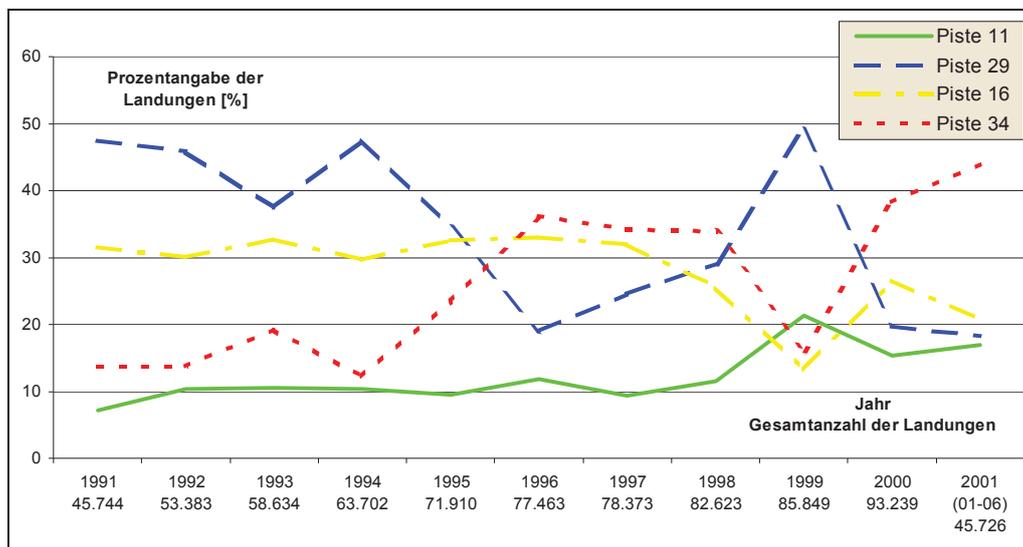
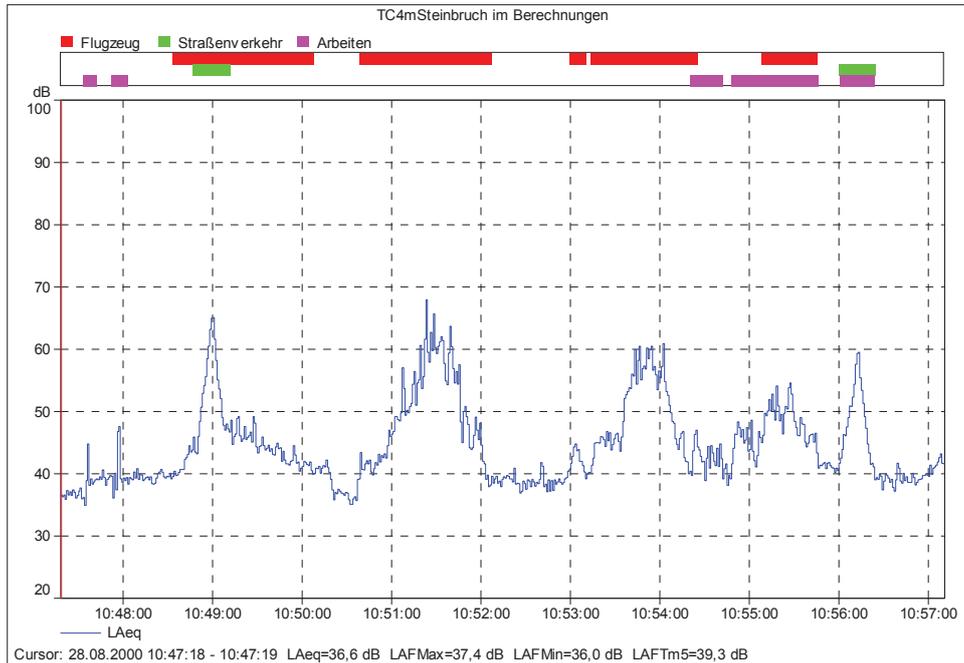


Abbildung 1.17: Landungen auf Piste 34

Unter den Jahresangaben befinden sich die Gesamtzahlen der Landungen, welche sich in den Jahren 1991 bis 2000 mehr als verdoppelt haben.

Durchschnittlich kann man mit zirka 253 Landungen pro Tag rechnen, wobei bei Landungen auf Piste 34 vorbeifliegende Flugzeuge Peaks wie in Abbildung 5.18 (rote Markierungen), verursachen können.



**Abbildung 1.18: Flugzeuge**

In Tabelle 5.15 sind die Werte des zweiten Peaks von links angegeben.

**Tabelle 1.15: Flugzeuge**

	Datum	Dauer	L <sub>A,eq</sub> [dB]	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]
Straßenverkehr	28.08.00	0:01:29	56,2	72,3	37,1

Die Flugbahn bei Starts führt nur dann über Mannersdorf, wenn es der Ort in Richtung der Zieldestination des Fluges liegt. Steigflüge beeinträchtigen Mannersdorf jedoch nicht so stark, da sich die Flugzeuge beim Überflug in größerer Höhe befinden. Ein Beispiel für einen Start von Piste 29 gibt Abbildung 5.19: Start, blaue Markierung. Die Flugbahn führt in einer Entfernung von 473 m und einer Höhe von 2,6 km an Mannersdorf vorbei.

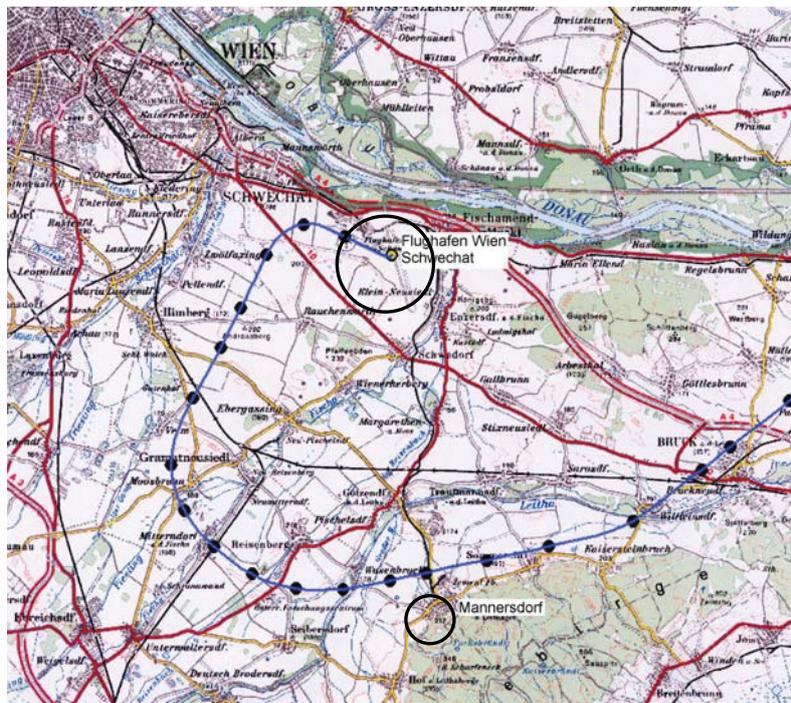


Abbildung 1.19: Start

### 1.4.2.8 Zugsverkehr

Der Anschluss an das Bahnnetz der ÖBB wird vom Werk für den Gütertransport genutzt. Dieser wird zu zirka 10% über dieses Verkehrsmittel abgefertigt. Die Anlieferung der Roh- und Brennstoffe sowie der Abtransport der Produkte und der leeren Waggons erfolgt durchschnittlich 3 mal am Tag in der Zeit von 8.00 bis zirka 17.00. Die Züge fahren, aus Richtung Götzendorf kommend, in den Bahnhof ein und werden anschließend auf das Werksgelände geschoben.

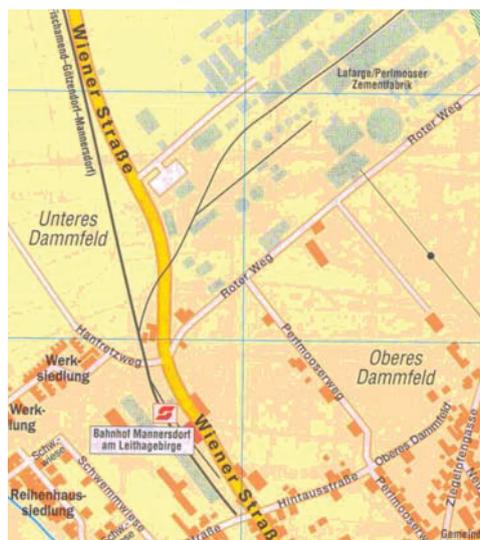


Abbildung 1.20: Schienenführung

Der Schienenstrang hat in Mannersdorf ein totes Ende, wie man in Abbildung 5.20: Schienenführung sieht.



# 1 Ist-Situation emissionsseitig

Die Notwendigkeit von Emissionsmessungen an Anlagenteilen, die schalltechnisch im Hinblick auf spätere Maßnahmen zur Lärminderung interessant erschienen, wurden durch verschiedene Punkte begründet:

- subjektive Bewertung während der Immissionsmessungen, das heißt eindeutige Identifizierung der Schallquelle aus der Entfernung
- Sichtkontakt zum Emissionspunkt beziehungsweise besonders exponierte Lage
- Erfahrungswerte der Mitarbeiter
- Frequenzanalysen
- Beschwerden der Anrainer
- Identifizierung als besonderst lautes Gebiet, siehe Abbildung 6.1: Werksschallplan
- als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen

Aus Gründen der Vereinfachung wurden folgende Annahmen und Einschränkungen getroffen:

- die Phänomene der Abschirmung durch Gebäude und der Reflexion an Hindernissen wurden, besonders im inneren Bereich des Zementwerks, nicht berücksichtigt
- es wurde eine Auswahl aus den unzähligen Schallquellen des Werks getroffen, wobei versucht wurde, jene Quellen genauer zu untersuchen, die den größten Emissionsanteil liefern beziehungsweise durch ihre Häufigkeit auffallen.

Die oben genannten Annahmen und Einschränkungen könnten zu Fehlern in den Schlussfolgerungen führen, da die nicht betrachteten Schallquellen auch einen Beitrag zu den Immissionen leisten.

Konnte bei Grenzwertüberschreitungen die Ursache nicht eindeutig festgestellt werden, wurde versucht, die Quellen mit der höchsten Schalleistung zu finden, die in Richtung des Messpunktes abstrahlen. Anschließend wurden Ausbreitungsrechnungen gemäß Kapitel 2.2.4: Ausbreitungsrechnung, durchgeführt, um den Beitrag dieser Schallquellen am Immissionsort bestimmen zu können.

Die Einstellungen am Messgerät unterschieden sich zu den Immissionsmessungen durch:

- Protokollperioden „kurz“ (1ms)
- Bewertung „L“ (unbewertet)

Die Messdauer wurde an das Schallereignis angepasst, sodass die typische Charakteristik des Geräuschs erfasst werden konnte.

Die Bestimmung des Schalleistungspegels erfolgte nicht nach dem in Kapitel 2.1.3: Größen zur Beschreibung der Schallemission, beschriebenen Verfahren, sondern wurde stark vereinfacht durchgeführt. Es wurde, wenn das abgestrahlte Geräusch über die Abmessungen des Aggregats nicht konstant war, in einer Entfernung von zirka einem Meter, der Schalldruckpegel bestimmt. Aus technischen Gründen konnte meist nicht die ganze Hüllfläche erreicht werden. Die erhaltenen Ergebnisse wurden gemittelt und als Ausgangswerte für Ausbreitungsrechnungen verwendet.

## 1.1 Werk

Im Rahmen des Projekts im Sommer 2000 wurden Schallpegelmessungen am Betriebsgebiet des Zementwerks durchgeführt und als Isolinien in einen Werksplan eingezeichnet. Dieser Plan wird im Folgenden „Werkschallplan“ genannt, siehe Abbildung 6.1. Eine Vergrößerung dieses Plans befindet sich im Anhang 9.1: Flächenwidmungsplan und Werkschallplan. Bei der Erstellung wurde das Werksgelände entlang eines Rasters vermessen um Linien gleicher Schallemission beziehungsweise Immission zu bestimmen und somit Stellen mit besonders hohen dB-Werten zu identifizieren. Der Plan zeigt die Situation in zirka 1,5 m Höhe. Schallquellen die sich in größerem Abstand zum Boden befinden wurden nicht erfasst.

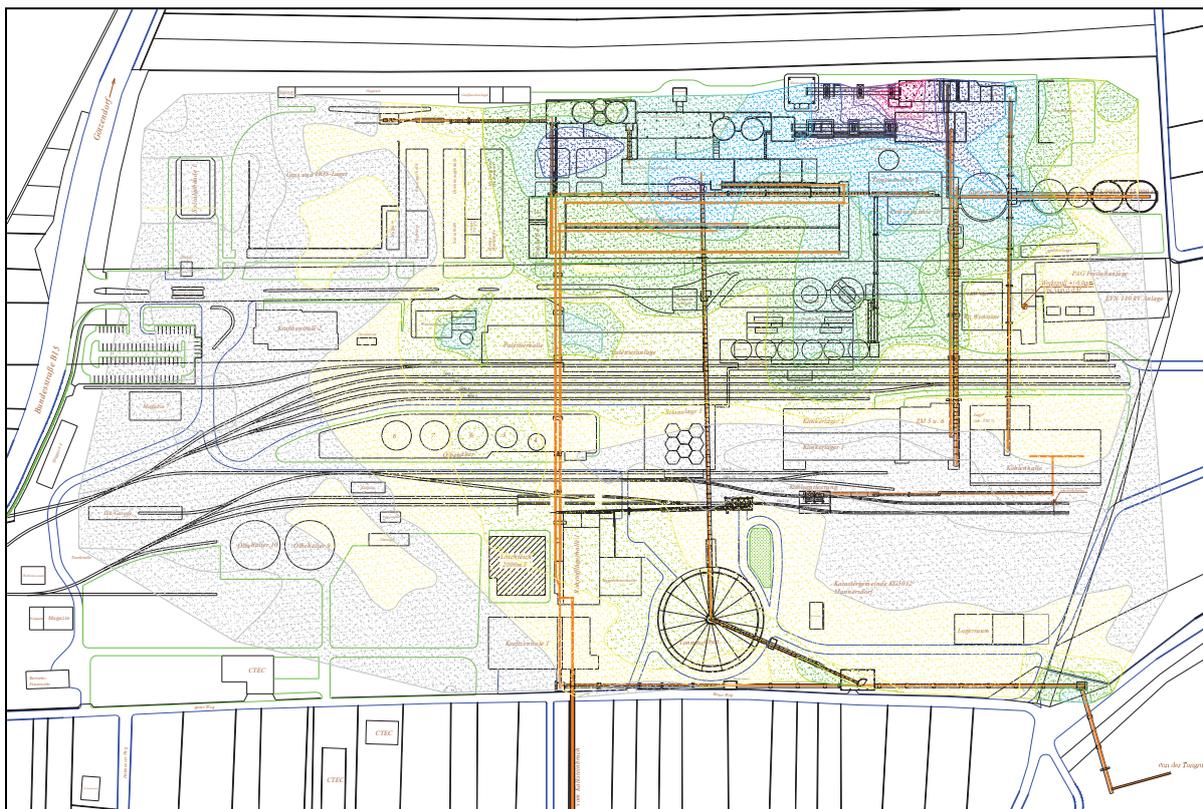


Abbildung 1.1: Werkschallplan

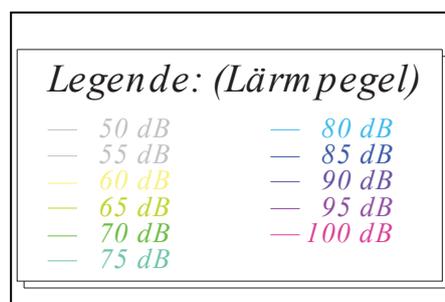


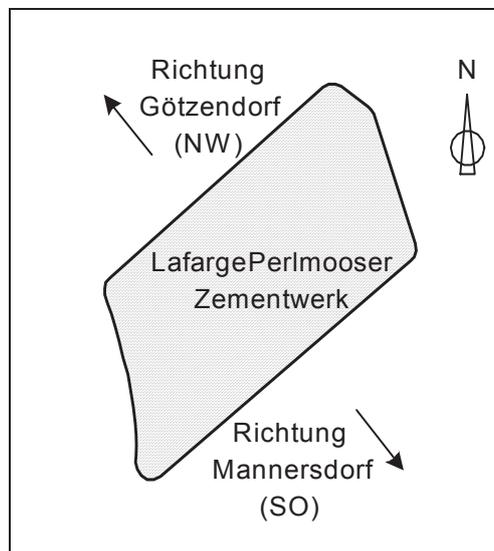
Abbildung 1.2: Legende des Werkschallplanes

Deutlich sind die hohen Lärmpegel im Bereich des Drehrohrens, welche besonders die Immissionen in Richtung Götzendorf (NW) beeinflussen, siehe Abbildung 6.4: Richtung

Götzendorf.

Vergleicht man dazu die Messwerte an der Betriebsgrenze in Richtung Mannersdorf (SO) erkennt man, dass sich dort nur wenige Schallquellen befinden, hochliegende Quellen haben aber, trotz ihrer größeren Entfernung, teils erheblichen Einfluss auf die Schallimmissionen, siehe Abbildung 6.5: Richtung Mannersdorf. In dieser Abbildung sieht man auch einen Abschnitt des Kalksteinförderbandes, welches im weiteren Verlauf durch Mannersdorf geführt wird.

Obwohl die Schallabstrahlung des Zementwerks nach allen Seiten erfolgt, wurden hauptsächlich die Gebiete nordwestlich und südöstlich des Werks untersucht, siehe Abbildung 6.3: Lageplan des Zementwerks. Dies geschah nicht nur weil der SO am stärksten besiedelt ist, sondern auch da sich in Richtung NO nur landwirtschaftliche Nutzflächen befinden und der SW durch die Schirmwirkung vorgelagerter Gebäude und durch Abdeckung des Wärmetauscherturms, weitgehend geschützt ist.



**Abbildung 1.3: Lageplan des Zementwerks**



**Abbildung 1.4: Richtung Götzensdorf**



**Abbildung 1.5: Richtung Mannersdorf**

Die nachfolgenden Kapitel beschäftigen sich mit Bereichen hoher Lärmemission. Es wurde versucht die Schallquellen mit der höchsten Schalleistung zu identifizieren und anschließend durch technische Maßnahmen zur Lärminderung zu sanieren.

### 1.1.1 Bereich Drehrohrofen

Zum Bereich des Drehrohrofen zählt neben dem Ofen und der Mantelkühlung auch das Auslaufgebäude mit den sich darin befindenden Lärmquellen, siehe Abbildung 6.6: Bereich Drehrohrofen.



Abbildung 1.6: Bereich Drehrohrofen



Abbildung 1.7: Ausschnitt 1



Abbildung 1.8: Ausschnitt 2

Dieser Teil des Zementwerks hat besonders starken Einfluss in Richtung Götzenhof, da sich der Lärm ungehindert ausbreiten kann. Mannersdorf ist weitgehend durch die Schirmwirkung der dazwischen liegenden Gebäude geschützt.

Durch subjektive Beurteilung konnten folgende Schallquellen als besonders laut eingestuft werden:

- Ansaugöffnungen, siehe Abbildung 6.7
- offene Tore, siehe Abbildung 6.7
- Ventilatoren, siehe Abbildung 6.8
- Gebläse im Bereich der Mantelkühlung, siehe Abbildung 6.9
- offene Tür, siehe Abbildung 6.10



**Abbildung 1.9: Gebläse**



**Abbildung 1.10: offene Tür**

In diesen Bereichen wurden Emissionsmessungen durchgeführt, die als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen dienten. Die Berechnungen wurden stark vereinfacht (ideale Ausbreitungsbedingungen) durchgeführt, siehe Kapitel 2.2.4. In Tabelle 6.1: Ausbreitungsrechnungen Bereich Drehrohrofen sind die Ergebnisse, also die energetisch addierten Schalleistungspegel der Schallquelle und Schalldruckpegel am Immissionsort angeführt. Die Werte bezeichnen den Immissionswert am nächstgelegenen Messpunkt, hier A1 in einer Entfernung von 500 Metern.

**Tabelle 1.1: Ausbreitungsrechnungen Bereich Drehrohrofen**

	Schalleistungspegel [dB]	Schalldruckpegel 500m [dB]
Ansaugöffnungen Abbildung 6.7	105	40
offenes Tor Abbildung 6.7	91	26
Ventilatoren Abbildung 6.8	104	39
Gebälse im Bereich der Mantelkühlung Abbildung 6.9	119	54
offene Tür Abbildung 6.10	111	46

### 1.1.2 Bereich Wärmetauscherturm

Zum Bereich Wärmetauscherturm gehören alle im Turm untergebrachten Anlagenteile. Der Wärmetauscherturm Abbildung 6.11 ist an zwei Seiten abgedeckt, da es sich jedoch bei dieser Abdeckung um Wellblech handelt hat sie in Hinblick auf einen effektiven Schallschutz kaum Bedeutung.



**Abbildung 1.11: Wärmetauscherturm**

Als schalltechnisch interessant erscheinen vor allem die Luftkanonen, siehe Abbildung 6.12, welche durch Druckstöße eine Anpackung des Rohmehls verhindern sollen und bis zu einer Höhe von 90 m angebracht sind. Weiters ist der Kompressor, siehe Abbildung 6.13 von Bedeutung, er versorgt die Feinkohle-Dosierrotorwaage mit Druckluft.

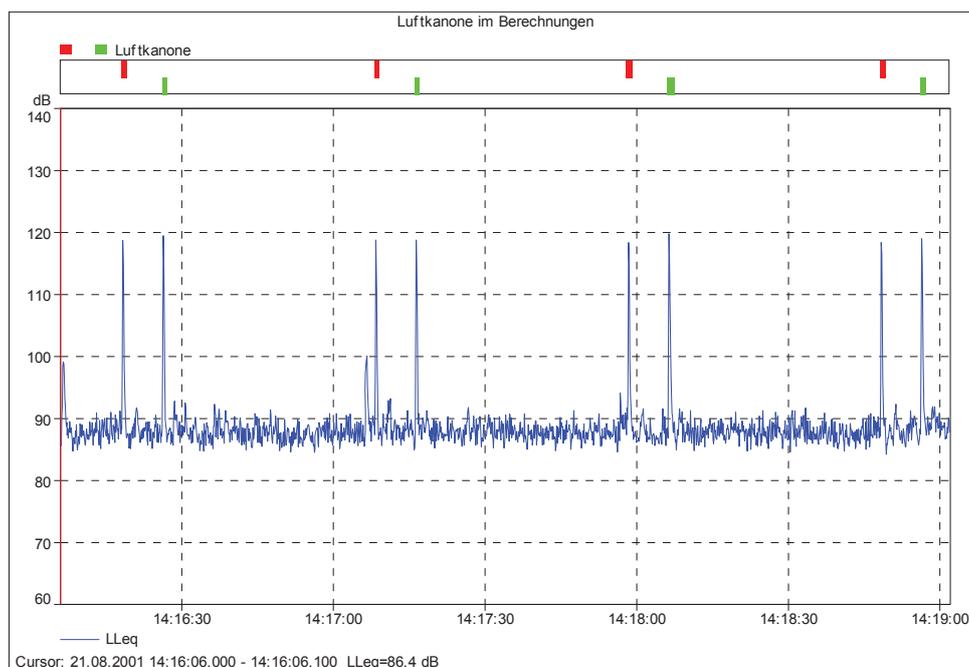


**Abbildung 1.12: Luftkanone**



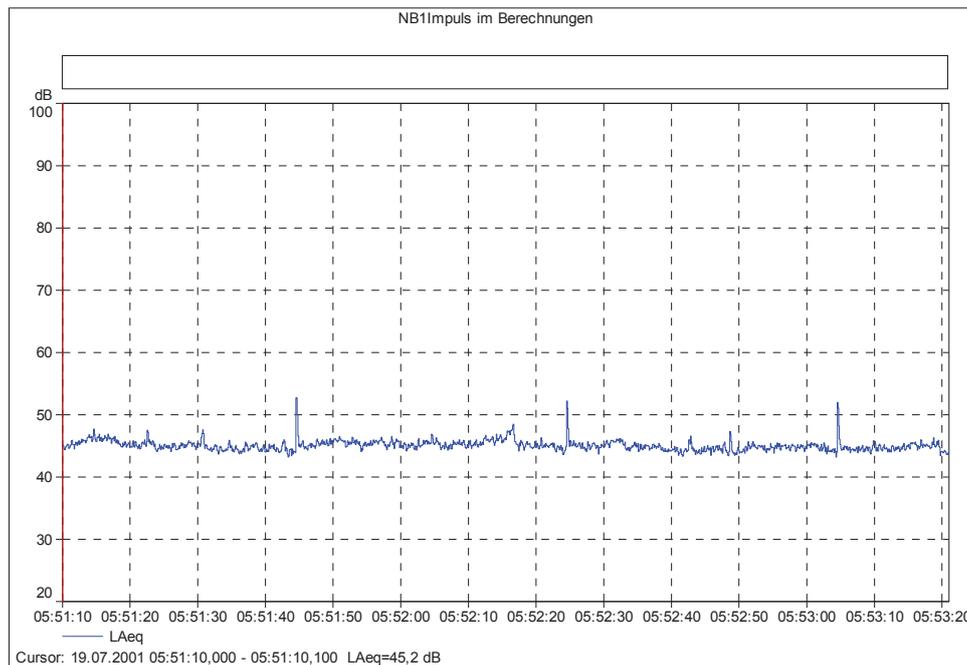
**Abbildung 1.13: Kompressor**

Wie in Kapitel 5.3.4.4: Grenzwertüberschreitungen angegeben kommt es besonders an den Messpunkten B1 und A1 zu Überschreitungen der Grenzwerte. Diese werden durch den Impulszuschlag von 5 dB hervorgerufen, welcher durch die, von den Luftkanonen erzeugten Impulsen bedingt ist. Abbildung 6.14: Impuls einer Luftkanone zeigt eine Emissionsmessung in 0,75 m Entfernung einer Luftkanone. Der grün markierte Peak erreicht ein Wert von 119,8 dB. Die rote Markierung zeigt die Emission einer benachbarten Luftkanone.



**Abbildung 1.14: Impuls einer Luftkanone**

Abbildung 6.15: Pegelschrieb der Messung NB1Impuls zeigt die Aufnahme am Punkt B1 am 19.07.2001 um 05:51:10. Man sieht deutlich die Impulse in Höhe von zirka 53 dB.



**Abbildung 1.15: Pegelschrieb der Messung NB1Impuls**

### 1.1.3 Werksverkehr

Zur Anlieferung der Roh- und Brennstoffe und zum Abtransport der Produkte kommen neben der Bahn auch LKW's zum Einsatz. In diesem Kapitel wird nur der LKW-Verkehr behandelt.

Um die, von den LKW's während der Fahrt verursachte Lärmemission beziehungsweise Lärmimmission am nächstgelegenen Messpunkt abschätzen zu können, wurde eine Berechnung nach RVS 3.02 [ 6 ] durchgeführt. Die Vorgehensweise ist in Kapitel 2.2.2 Linienschallquelle genau beschrieben, auch die dort getroffenen Annahmen wurden übernommen.

Die Angaben zur Anzahl der LKW-Fahrten stammen vom Anlagebetreiber.

Tabelle 6.2: Berechnung der Straßenemission und -immission gibt die Ergebnisse für normale Auslastung des Zementwerks und Spitzenproduktion an. Weiters wurde das Ansteigen der normalen Belastung um 9%, das entspricht einem Zuwachs von 2 Fahrten pro Stunde, behandelt. Die Immissionspegel wurden für den Messpunkt D1 berechnet. Der Wert für die Belastung inkludiert bereits die Hin- und Rückfahrt des Fahrzeugs. Es muss gesagt werden, dass es sich bei den Ergebnissen um Werte eines idealisierten Szenariums handelt. Unter realen Bedingungen müsste die Schirmwirkung vorgelagerter Gebäude berücksichtigt werden. Die getroffene Vereinfachung diente nur zur Abschätzung der Trends der Schallimmissionen.

**Tabelle 1.2: Berechnung der Straßenemission und -immission**

Auslastung	[Fahrten/h]	Emissionspegel [dB]	Immissionspegel [dB]
normal	22	72,5	37,3
maximal	46	75,6	40,4
normal mit Zusatzbelastung	24	72,8	37,6

Man sieht, dass bei Messpunkt D1 (Abstand zur Straße 320 m) sowohl die Emission als auch die Immission um 0,3 dB zunimmt. Diese Pegelerhöhung wäre mit dem Messgerät nicht nachweisbar, da dieses eine Ungenauigkeit von  $\pm 0,7$  dB hat.

### 1.1.4 Verschieben

Die Waggon, die von der ÖBB auf das Werksgelände geschoben werden, siehe Kapitel 5.4.2.8: Zugsverkehr, werden durch eine Diesellok, siehe Abbildung 6.16, an verschiedene Entladungspunkte verschoben.



**Abbildung 1.16: Diesellok**

In Abbildung 6.1: Werksschallplan kann man den Verlauf der Schienen im Werk erkennen.

Die Verschiebegeräusche sind vor allem das Fahrgeräusch der Diesellok, aber es kommt auch zu dem für Schienenverkehr typischen Quietschen.

Besonders die Quietschgeräusche und die Diesellok sind am Messpunkt D1 und weiteren, in Mannersdorf gelegenen Punkten, wahrnehmbar. Sie konnten aber in den jeweiligen Pegelschrieben nicht identifiziert werden.

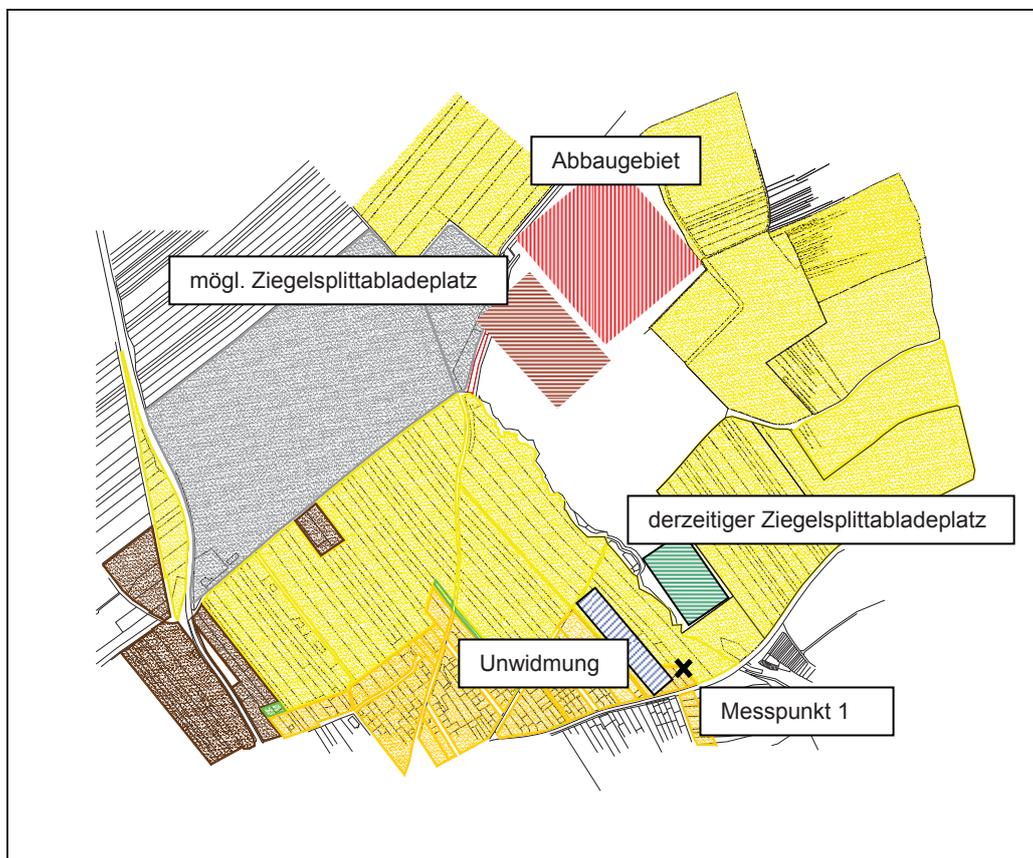
### 1.1.5 Nachtarbeit

Schallemissionen in den Nachtstunden (22.00 bis 6.00) werden vorwiegend von Anlagenteilen, die im Dauerbetrieb geführt werden verursacht, siehe Kapitel 3: Beschreibung des Standorts.

In Zeiten besonders hoher Nachfrage an den Produkten der Lafarge Permooser AG kann es zu Engpässen bei der Verladung (auf Bahn und LKW) kommen. Aus diesem Grund müssen diese Tätigkeiten auch in der Nacht durchgeführt werden. Seitens des Betreibers wird versucht Nacharbeiten so oft wie möglich zu vermeiden, dies gelingt meist. Ausnahmen kommen durchschnittlich 1 bis 2 mal im Jahr vor.

### 1.2 Tongrube

Die an das Zementwerk angeschlossene Tongrube wird von einem externen Unternehmen zur Gewinnung von Ton betrieben. Dieser wird nach der Zumischung von Ziegelsplitt von einem Schaufelradbagger abgebaut und mit Hilfe eines Förderbandes dem Zementproduktionsprozess zugeführt.



**Abbildung 1.17: Tongrube**

Der Bereich, in dem der Abbau des Tons erfolgt, ist in Abbildung 6.17 gekennzeichnet. Er liegt in dem am weitesten von Mannersdorf entfernten Gebiet. Bei den Messungen konnte keine Grenzwertüberschreitung, verursacht durch den Tonabbau, festgestellt werden.

Am gleichen Gelände findet die Weiterverarbeitung des Tons statt. Um eine ausreichende Vormischung zu erreichen werden von einem externen Unternehmen Halden mit Schichten der

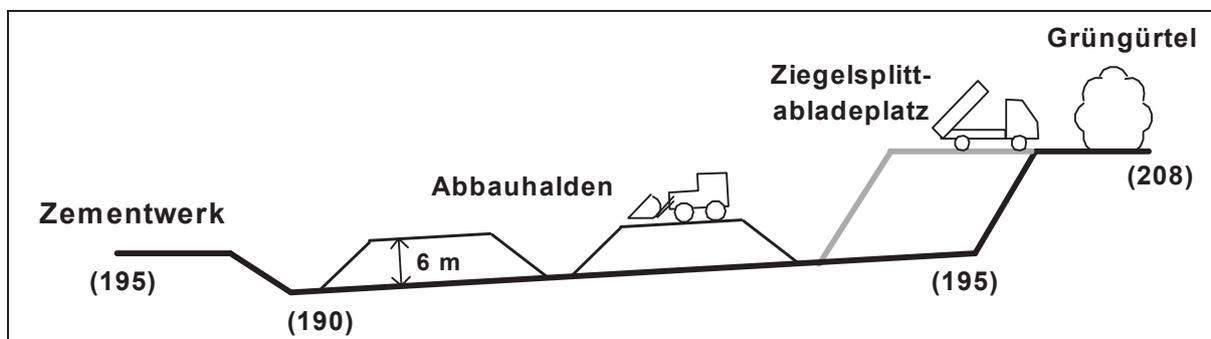
Materialien aufgeschüttet. Es werden, mit Hilfe eines Baggers, abwechselnd Lagen von Ton und Ziegelsplitt aufgebracht, siehe Abbildung 6.18. Der Transport des Materials erfolgt durch LKW. Dieser Vorgang dauert zirka 10 Tage und findet ein bis zwei mal pro Monat statt.



**Abbildung 1.18: Halden**

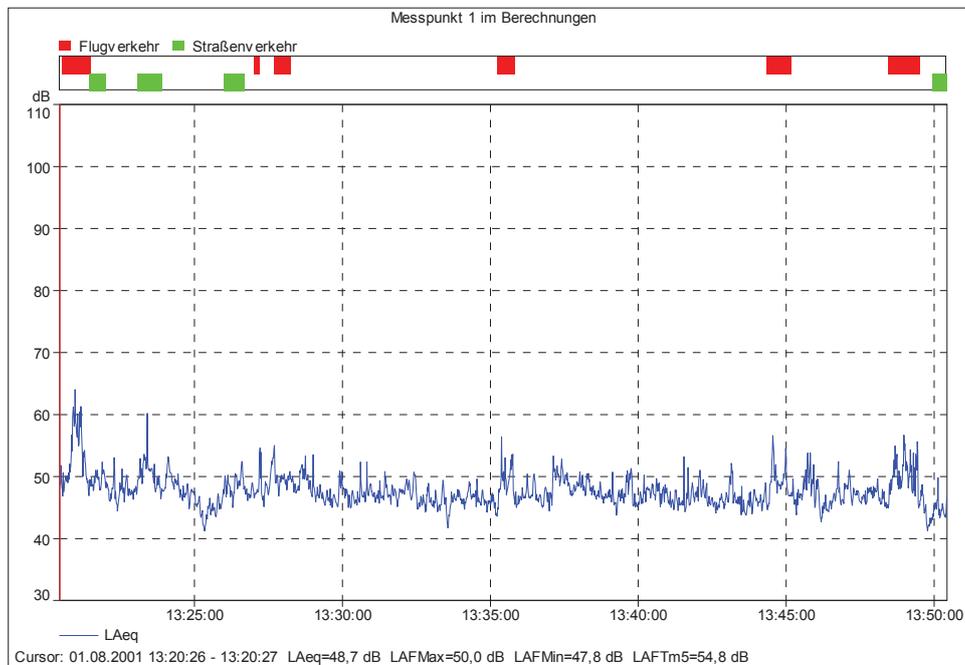
Die Geländegegebenheiten sind in Abbildung 6.19: Geländeschnitt Tongrube dargestellt, die Höhenkoten sind in den Klammern angegeben. Durch die tiefere Lage haben Arbeiten am Boden keinen Einfluss auf die Umgebung. Die Anlieferung des Ziegelsplitts erfolgt jedoch auf gleicher Höhe des Grundes der nächstgelegenen Anrainer.

Von Lafarge Perlmooser wurde ein Grüngürtel um die Tongrube angelegt, man kann jedoch in der Regel durch Bewuchs keinen dauernd wirksamen Schallschutz erreichen.



**Abbildung 1.19: Geländeschnitt Tongrube**

Nach Gesprächen mit den nächstgelegenen Anrainern kommt es zu leichten Lärmstörungen besonders durch das Anliefern des Ziegelsplitts mit LKW aber auch durch den Aufbau der Halden und ihren Abbau. Bei den Störgeräuschen handelt es sich um LKW- und Baggerfahrgeräusche, den durch das Abladen des Ziegelsplitt entstehenden Lärm und das Quietschen des Schaufelradbaggers beim Abbau der Halden. Bei den Messungen an dem in Abbildung 6.17 eingezeichneten Messpunkt 1 konnten, trotz Betrieb der Tongrube keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden.



**Abbildung 1.20: Messung am Messpunkt 1**

Die Messwerte sind in Tabelle 6.3 angeführt. Man sieht, dass die, bei dieser Messung, herrschende Windrichtung für diesen Messpunkt den für die Schallausbreitung günstigsten Fall darstellt.

**Tabelle 1.3: Tongrube**

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Messpunkt 1 unmarkiert	01.08.01	13:20:26	0:30:00	47,6	61,1	40,8	5,46	5,08	340	350

Auf den in Abbildung 6.17 blau gekennzeichneten Parzellen ist eine Widmungsänderung geplant. Es soll Grünland- Land- und Forstwirtschaft in Bauland und Wohngebiet umgewidmet werden. In weiterer Folge ist die Errichtung einer Wohnhausanlage geplant. In Hinblick auf diese Umwidmung und die daraus möglicherweise entstehenden Beschwerden ist zu überlegen, ob eine Verlegung des Ziegelsplittabladeplatzes an eine weiter entfernte Stelle (braun markiert) möglich ist. Dies würde sich auch günstig auf die Staubproblematik auswirken, da die liefernden LKW über eine kürzere unbefestigte Strecke fahren würden.

### 1.3 Steinbruch

Der Steinbruch von Lafarge Perlmöser dient zur Gewinnung von Kalkstein. Dieser wird durch Sprengungen, durchschnittlich 2 mal pro Woche, abgebaut, vor Ort durch einen Brecher zerkleinert und dann mit einem Förderband ins Werk transportiert.



Abbildung 1.21: Steinbruch Plan

In Abbildung 6.21 sieht man das Abbauegebiet des Kalksteins. Im rot gekennzeichneten Gebiet wird zur Zeit gearbeitet. Es ist durch eine natürliche Schallschutzwand (gelb markiert) geschützt, sodass es in Mannersdorf zu keiner wahrnehmbaren Lärmbelastung durch die Arbeiten im Steinbruch kommt.

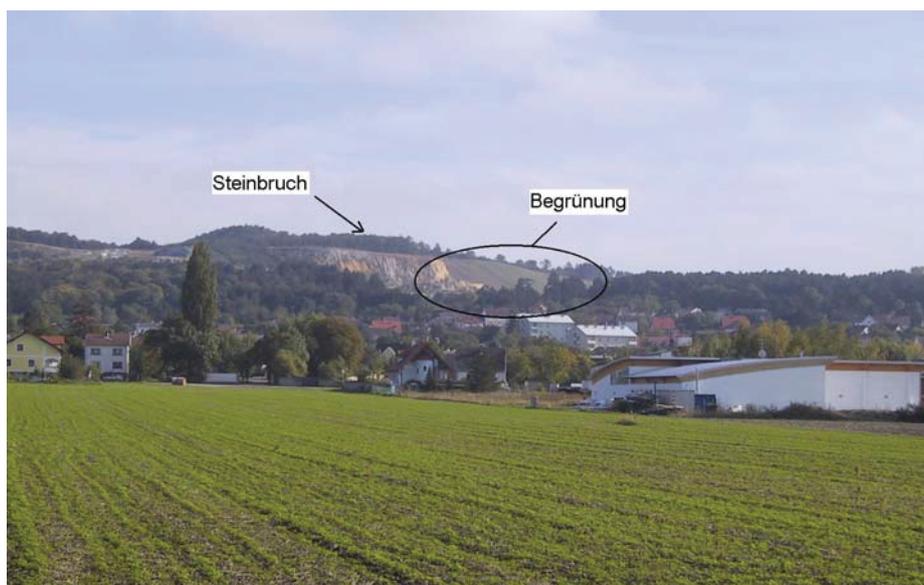
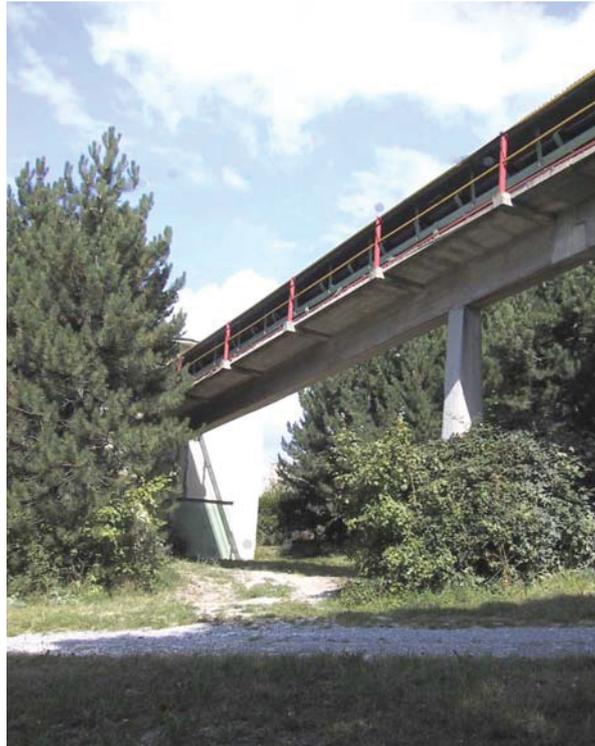


Abbildung 1.22: Steinbruch

Der obere Teil des Steinbruchs wurde bis Sommer 2001 genutzt. Durch die ungehinderte Schallausbreitung waren besonders bei südlichen Winden Arbeitsgeräusche zu hören, die aber zu keiner Grenzwertüberschreitung führten. Seit der Stilllegung wird dieser Teil des Kalksteinbruchs wieder begrünt, siehe Abbildung 6.22: Steinbruch.

#### **1.4 Kalksteinförderband und Winkelpunkt**

Das Kalksteinförderband dient zum Transport des, im Steinbruch gewonnenen, Kalkstein. Es handelt sich um einen Gurtförderer, welcher in einer Höhe von 6,3 m angebracht ist, siehe Abbildung 6.23: Förderband.



**Abbildung 1.23: Förderband**

Das Förderband führt vom Abbaugelände durch den Ort Mannersdorf ins Zementwerk, siehe Abbildung 6.24. Die Hanglage des Ortes und die Lage des Steinbruchs machen eine Richtungsänderung beziehungsweise einen Höhengsprung notwendig. Dies wird im Bereich Hochleiten mit Hilfe eines Winkelpunktes erreicht. Die Bereiche, Kalksteinförderband und Winkelpunkt, werden im Folgenden getrennt betrachtet.



**Abbildung 1.24: Kalksteinförderband Plan**

### **Kalksteinförderband**

Das Kalksteinförderband wird an Werktagen meist in der Zeit ab 6.00 stetig betrieben. Die Dauer der Laufzeit richtet sich einerseits nach dem Bedarf an Kalkstein, andererseits nach der im Steinbruch gewonnenen Menge. Bei Volllast fördert es 850 t/h in ein Lager, welches sich im Werk befindet.

Zum Schutz der Anrainer sind, von der Lafarge Permooser AG, entlang des Kalksteinförderbandes unterschiedlichste Abdeckungen angebracht worden, welche aber nicht den gewünschten Erfolg bringen. Dies hat folgende Gründe:

- keine durchgehende Montage, beziehungsweise es wurde zu nah an Wohnhäusern auf die Abdeckung verzichtet
- die Art des Schallschutzes ist unzureichend, da manchmal nur die oberen Rollen abgedeckt sind
- die Montage des Daches und der seitlichen Abdeckung ist teilweise fehlerhaft, besonders durch Vibration wird zusätzlicher Lärm emittiert.
- durch den Neubau von Wohnhäusern sind weitere Schutzobjekte hinzu gekommen

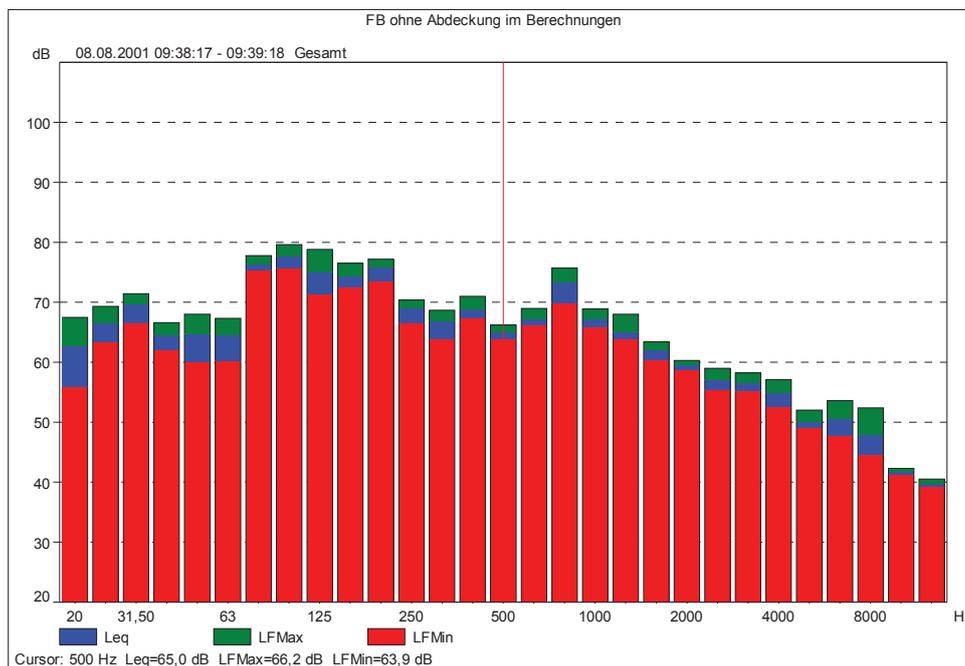
Nach Gesprächen mit dem Instandhaltungsteam wurde ein zusätzlicher Nachteil der derzeitigen Abdeckungen deutlich, nämlich dass durch die komplette Kapselung des Förderbandes die Wartung erschwert wird.

Bei den Messungen im Sommer 2000 konnten im Verlauf des Bandes beziehungsweise im Bereich des Winkelpunktes Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden. Weiters wurde durch Gespräche mit Anrainern klar, dass durch die Nähe des Kalksteinförderbandes zu manchen Wohnhäusern, besonders bei Fenstern auf gleicher Höhe, erhebliches Störungspotential besteht. Aus diesem Grund wurden im Sommer 2001 eigens Messungen durchgeführt, die nicht nur die Emissionen des Kalksteinförderbandes bestimmen sollten, sondern auch die Immissionen an einer Gebäudefassade in der näheren Umgebung. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6.4: Messung auf der Höhe des Kalksteinförderbandes in 0,7 m Entfernung und Tabelle 6.5: Messung auf Höhe des Kalksteinförderbandes in 20 m Entfernung zusammengefasst.

Die Beurteilungspegel wurden auf die volle Beurteilungszeit während des Tages bezogen, da das Förderband keine einheitlichen Betriebszeiten hat.

**Tabelle 1.4: Messung auf der Höhe des Kalksteinförderbandes in 0,7 m Entfernung**

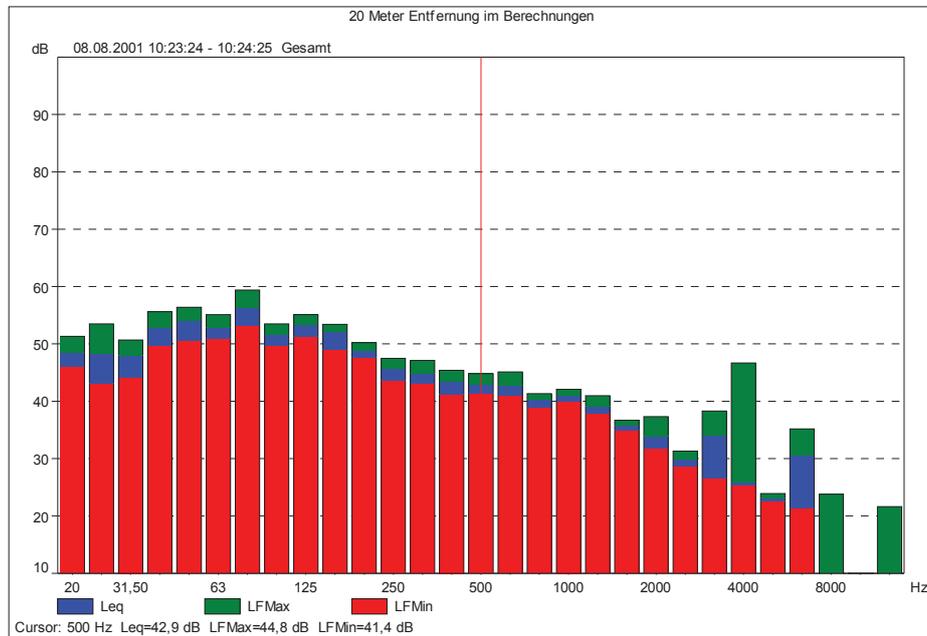
Datum	Dauer	L <sub>L,eq</sub> [dB]
08.08.2001	0:05:01	84,8



**Abbildung 1.25: Frequenzspektrum; Förderband ohne Abdeckung**

**Tabelle 1.5: Messung auf Höhe des Kalksteinförderbandes in 20 m Entfernung**

Datum	Dauer	$L_{L,eq}$ [dB]
08.08.2001	0:05:02	65,6



**Abbildung 1.26: Frequenzspektrum; Förderband 20 Meter Entfernung**

Das Kalksteinförderband ist in diesem Abschnitt mit einer Schutzwand bedeckt, siehe Abbildung 6.27.



**Abbildung 1.27: Abdeckung**

An Hand einer Ausbreitungsrechnung nach RVS 3.02 [ 6 ] wurde die Schutzwirkung von Schallschutzwänden in zwei verschiedenen Höhen berechnet.

Dabei wurde die Profilmethode angewandt.

Es ergibt sich der Immissionschallpegel  $L_{I,A,eq}$  nach Gleichung [ 6.1 ].

$$L_{I,A,eq} = L_{E,A,eq} + \Delta L_{\Phi} + \Delta L_d + \Delta L_v \quad [ 1.1 ]$$

Abkürzungen:

$L_{E,A,eq}$  in [dB] energieäquivalente Dauerschallpegel der Emission

$\Delta L_{\Phi}$  in [dB] mit  $\Phi$  als wirksamen Winkelsektor der langen, geraden Linienschallquelle

$\Delta L_d$  in [dB] Abstandsmaß siehe Gleichung [ 2.12 ]

$\Delta L_v$  in [dB] Pegelminderungen (Verluste) während des Übertragungsweges, hier  $\Delta L_v = \Delta L_s$

Der wirksame Winkelsektor der langen, geraden Linienschallquelle  $\Delta L_{\Phi}$  wird durch Gleichung [ 6.2 ] bestimmt.

$$\Delta L_{\Phi} = 10 \log \left( \frac{\Phi}{180} \right) \quad [ 1.2 ]$$

Abkürzungen:

$\Phi$  in [°] wirksamer Winkelsektor der langen, geraden Linienschallquelle, hier  $\Phi = 180$

Bei den Pegelminderungen (Verlusten) während des Übertragungsweges wurde hier nur das Schirmmaß berücksichtigt. Die verwendeten Formeln befinden sich im Anhang 9.4: Schirmmaß.

Tabelle 6.6 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen. Der Immissionsort liegt 20 Meter entfernt auf gleicher Höhe mit der Schallquelle. Die Ergebnisse dienen nur zur Abschätzung der Wirkung der verschiedenen Schallschutzwände, sie können aber nicht direkt in die Praxis übernommen werden, da die Berechnungen stark vereinfacht durchgeführt wurden.

**Tabelle 1.6: Ausbreitungsrechnung Förderband**

	Schallemissionspegel [dB]	$\Delta L_d$ [dB]	$\Delta L_s$ [dB]	Schallemissionspegel [dB]
ohne Schallschutzwand	85,9	-13,0	0	72,9
Schallschutzwand 1 Meter Höhe	85,9	-13,0	-9,4	63,5

Wert aus Tabelle 6.5				65,6
Schallschutzwand 2 Meter Höhe	85,9	-13,0	-17,3	55,6

Man sieht, dass eine Schallschutzwand, welche lediglich die Höhe des Förderbandes besitzt, eine zu geringe Schutzwirkung hat. Bei dieser Höhe sind weiterhin Grenzwertüberschreitungen an der Gebäudefassade in 20 Metern Entfernung gegeben. Zum Vergleich wurde der gemessene Wert aus Tabelle 6.5: Messung auf Höhe des Kalksteinförderbandes in 20 m Entfernung in der oben stehenden Tabelle angegeben.

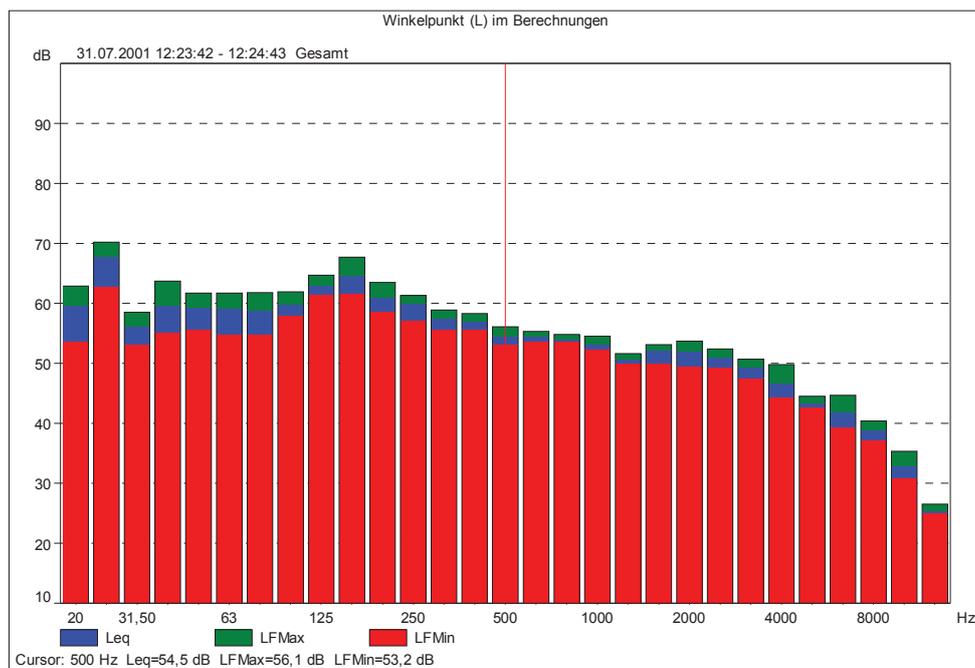
Eine Schallschutzwand mit einer Höhe von 2 Metern würde, gemäß dieser Berechnung, eine genügend hohe Pegelniedrigung gewährleisten.

### Winkelpunkt

Es konnte, auf Grund der Unzugänglichkeit, nicht an allen Seiten des Winkelpunktes Messungen durchgeführt werden. Als Beispiel dient die Aufnahme an dem in Abbildung 6.24: Kalksteinförderband Plan eingezeichneten Messpunkt 2.

**Tabelle 1.7: Messung an einer Seite des Winkelpunktes**

Datum	Dauer	L <sub>L,eq</sub> [dB]
31.07.01	0:02:38	76,3



**Abbildung 1.28: Frequenzspektrum; Winkelpunkt**

Die Werte zeigen in diesem Bereich eine Grenzwertüberschreitung. Auf die Sanierungsmaßnahmen wird in Kapitel 7.1.1: Kalksteinförderband und Winkelpunkt genauer eingegangen.



# 1 Schallschutzmaßnahmen

Die Schallschutzmaßnahmen wurden in folgende Kategorien unterteilt:

- spezielle Maßnahmen
- allgemeine Maßnahmen

## 1.1 spezielle Maßnahmen

Im Folgenden werden Schallschutzmaßnahmen für Anlagenteile beschrieben, die eine Grenzwertüberschreitung verursachen, die eindeutig bestimmten Emittenten zuzuordnen ist.

### 1.1.1 Kalksteinförderband und Winkelpunkt

#### **Kalksteinförderband**

Als Sofortmaßnahme müssen alle klappernden Teile fixiert werden, am besten unter Verwendung geräuschkindernder Zwischenteile.

Im Bereich des Kalksteinförderbandes muss besonders die Dachmontage überprüft werden, weiters sind die seitlichen Abdeckungen zu befestigen.

Um die Sanierung des Kalksteinförderbandes zu erreichen ist eine wirksame, beidseitige Abdeckung notwendig. Es besteht die Möglichkeit der kostengünstigeren Aufstellung einer Schallschutzwand oder die vollständige Kapselung. Die Wand kann am vorhandenen Gelände montiert werden. Diese Anbringungsart berücksichtigt den Wunsch des Wartungsteams der ungehinderten Zugänglichkeit und bietet zusätzlich Schutz gegen das unerwünschte Austragen von Material durch Wind.

Ob die laut Kapitel 6.4 Kalksteinförderband und Winkelpunkt notwendige Pegelerniedrigung von mindestens 10 dB allein durch die Aufstellung einer Schallschutzwand erreicht werden kann, oder ob eine Kapselung erforderlich ist, muss durch Modellrechnungen überprüft werden. Diese Berechnungen berücksichtigen die auftretenden Reflexionen und müssen im Rahmen der Sanierung durchgeführt werden.

Liefert eine Schallschutzwand den gewünschten Erfolg ist die genaue Höhe mit Hilfe der Modellrechnungen ermittelbar, ebenso die Länge der Anbringung. Sie richtet sich nach der Nähe der Wohnhäuser.

Handelsübliche Schallschutzmaterialien bieten eine Erniedrigung der Immissionen um zirka 20 dB zu einem Preis von 58,14 € pro m<sup>2</sup> exklusive Montage.

Bei Gesprächen mit Anrainern wurde das Störungspotential des Kalksteinförderbandes besonders in den frühen Morgenstunden als erheblich eingestuft, deshalb wird ein Betriebsbeginn erst ab 8.00 empfohlen.

## Winkelpunkt

Als Sofortmaßnahmen müssen auch hier alle klappernden Teile fixiert werden, siehe zum Beispiel Abbildung 7.1. Auch muss die, durch bauliche Veränderungen verlorengegangene Geschlossenheit des Gebäudes wieder hergestellt werden. Alle Öffnungen, siehe Abbildung 7.1, müssen mit schallschluckendem Material (zumindest Mauerwerk) abgedichtet werden. Weiters ist es notwendig die Fenster zuzumauern, da sie die Gebäudeschutzwirkung stark schwächen.



**Abbildung 1.1: lose Abdeckung und Gebäudeöffnungen**

Es ist darauf zu achten, dass im Zuge der Sanierung des Kalksteinförderbandes die Schallschutzeinrichtungen bis an die Fassade der Winkelpunktes heranreichen.

### 1.1.2 Bereich Wärmetauscharturm

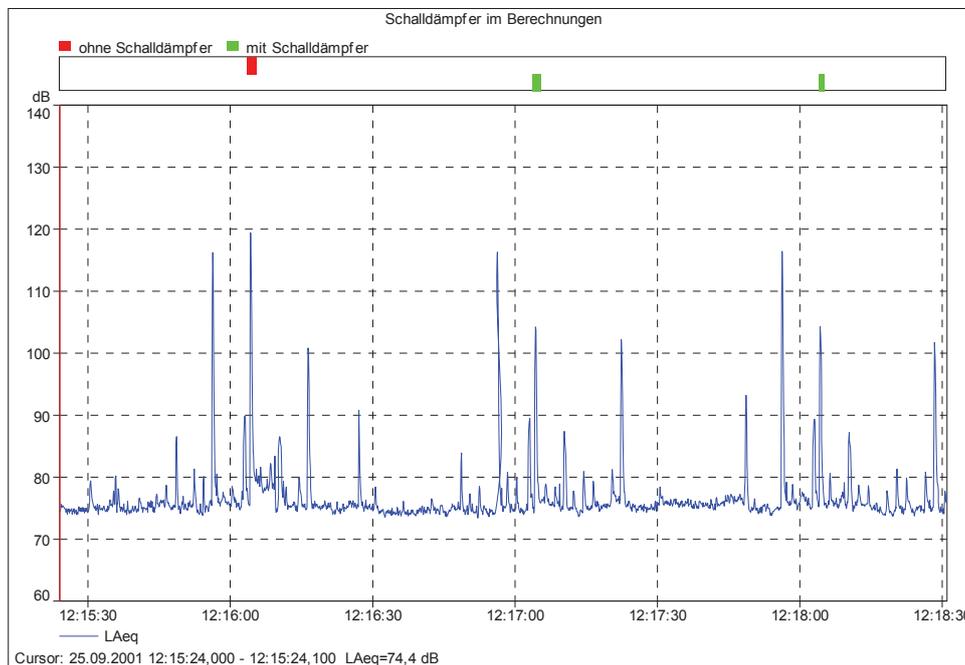
Die Schallemission der Luftkanonen muss reduziert werden, dies geschieht am besten durch die Montage von Schalldämpfern.

In Gesprächen mit dem Anlagebetreiber wurde darauf hingewiesen, dass bereits passende Schalldämpfer, siehe Abbildung 7.2, zur Verfügung stehen.



**Abbildung 1.2: Schalldämpfer**

Es wurde daraufhin ein Messversuch mit und ohne Dämpfungseinrichtung durchgeführt. Abbildung 7.3 zeigt das Ergebnis der Messung. Der rot markierte Peak zeigt die Lärmemission der Luftkanone ohne Schalldämpfer während die grüne Markierung den Impuls nach der Montage der Dämpfungseinrichtung zeigt.



**Abbildung 1.3: Versuch Schalldämpfer**

Der Schalldämpfer bewirkt in diesem Versuch eine Pegelniedrigung von mindestens 15 dB.

## 1.2 allgemeine Maßnahmen

Im Zuge der Erstellung dieser Diplomarbeit wurden einige Maßnahmen deutlich, die zu einer allgemeinen Verbesserung der Lärmsituation führen könnten. Der Einfluss der einzelnen Emittenten auf die Schallimmission des gesamten Zementwerks konnte jedoch im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht behandelt werden. Um immissionsseitig den Emissionsanteil von Schallquellen beurteilen zu können sind umfangreiche Modellrechnungen und anschließende Simulationen notwendig, bei denen jede einzelne Schallquelle und ihre Wirkung auf die Gesamtheit betrachtet werden kann. Nur an Hand dieser Berechnungen kann eine vollständige Sanierung erreicht werden.

Grundsätzlich muss gesagt werden, dass großflächige Gebäudefassaden einen sehr großen Anteil an den Schallimmissionen haben, besonders wenn in den Gebäuden sehr laute Aggregate untergebracht sind. Gibt es unverschlossene Öffnungen in den Fassaden, wie zum Beispiel Türen, Fenster oder Lüftungsschlitze, werden einzelne Schallschutzmaßnahmen an Punktschallquellen an der Außenwand, an einem Immissionsort ein einiger Entfernung, nicht messbar sein.

Trotzdem kann die Schallsituation verbessert werden, besonders wenn die Maßnahmen eine Vielzahl von Anlagenteilen betreffen.

Im nächsten Abschnitt werden einige Schallschutzmaßnahmen näher erläutert. Es handelt sich dabei um Möglichkeiten bei:

- Ventilatoren
- Kompressoren
- Einschaltzeiten
- Gebäudeöffnungen

### **Ventilatoren**

Im Zementwerk wird eine große Anzahl von verschiedensten Ventilatoren eingesetzt, die sich an zum Teil unzugänglichen Stellen befinden. Als Beispiel soll hier das Bild der Öffnung des Entstaubungfiltergebläses gezeigt werden, siehe Abbildung 7.4. Es wurde subjektiv als laut bewertet und hat Einfluss in Richtung Mannersdorf.



**Abbildung 1.4: Entstaubungfiltergebläse**

Um Möglichkeiten der Lärmreduktion an Ventilatoren zu untersuchen wurde, ein leicht zugänglicher Ventilator betrachtet. Es handelt sich um ein Gerät zur Belüftung eines Kompressorhauses, siehe Abbildung 7.5, Ansaugöffnung des Ventilators.

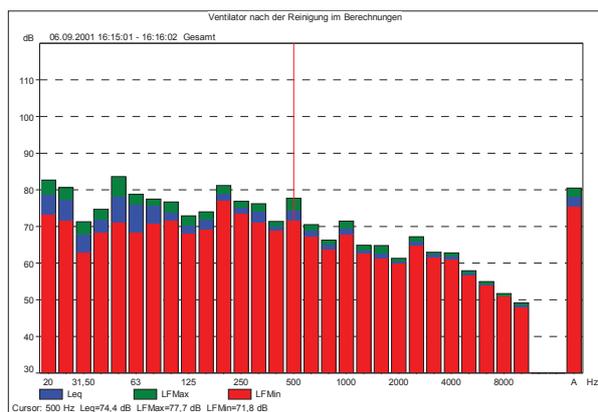
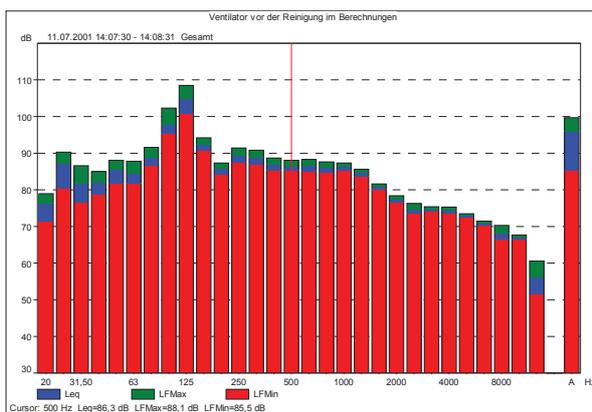


**Abbildung 1.5: Kompressorhaus**

Die Emission wurde vor und nach der Reinigung des Ansauggitters gemessen, die Ergebnisse sind in Tabelle 7.1: Vergleichsmessung Ventilator zusammengefasst. Die Pegelerniedrigung beträgt 16 dB.

**Tabelle 1.1: Vergleichsmessung Ventilator**

Bezeichnung	Datum	$L_{A,eq}$ [dB] in 1 m Entfernung
vor der Reinigung	11.07.2001	95,1
nach der Reinigung	25.09.2001	79,1



**Abbildung 1.6: Frequenzanalyse; Ventilator vor und nach der Reinigung**

Der Versuch zeigt, dass durch die Reinigung, das heißt durch die Vergrößerung des Ansaugquerschnitts, eine Emissionerniedrigung bewirkt werden kann.

Grundsätzlich kann man sagen, dass Ventilatoren dann die geringsten Lärmemissionen liefern, wenn sie unter optimalen Bedingungen betrieben werden. Es muss geprüft werden, ob der Ventilator, im Hinblick auf seine Aufgabe, optimiert werden kann. Dies umfasst vor allem den benötigten Volumenstrom, also die Drehzahl.

Sowohl die Reinigung als auch eine etwaige Drehzahlminderung bringen neben der Lärminderung auch energetische Vorteile, da die meisten Ventilatoren im Dauerbetrieb eingesetzt werden.

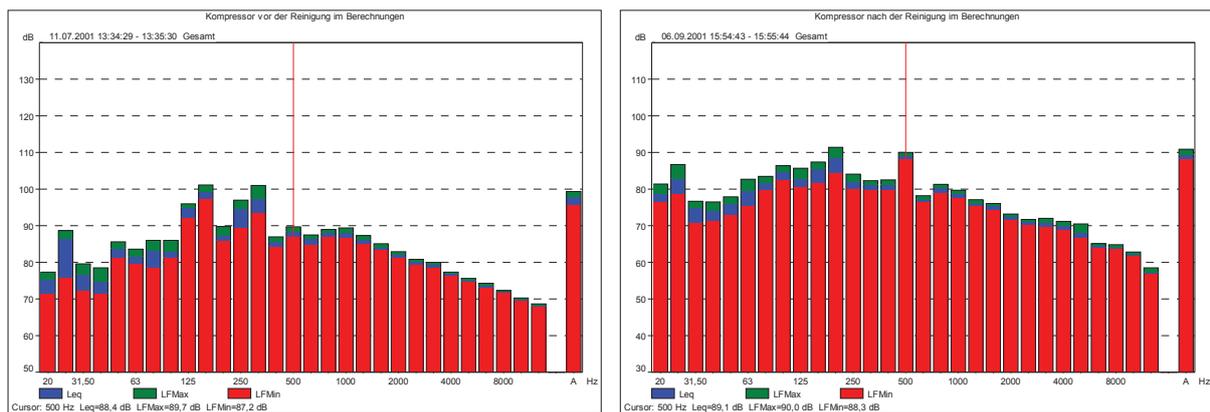
### Kompressoren

Auch bei Kompressoren kann, durch Reinigung der Kühlrippen, eine Reduktion der Emission bewirkt werden. Tabelle 7.2: Vergleichsmessung Kompressor zeigt die Messwerte vor und nach der Säuberung der Kühlrippen des Kompressors, siehe Abbildung 7.5. Es ist zu bemerken, dass nach der Reinigung der Kühlventilator die meiste Zeit auf der Stufe niedrigerer Drehzahl, 1450 U/min läuft, während er davor meist mit 2900 U/min gelaufen ist.

**Tabelle 1.2: Vergleichsmessung Kompressor**

Bezeichnung	Datum	L <sub>A,eq</sub> [dB] in 1 m Entfernung
vor der Reinigung	11.07.2001	96,7
nach der Reinigung	25.09.2001	88,2

Die Pegelniedrigung beträgt 8,5 dB. In der folgenden Abbildung 7.7: Frequenzanalyse; Kompressor vor und nach der Reinigung wurde jeweils eine andere Skaleneinteilung gewählt, deshalb erscheinen die Pegel in der Analyse nach der Reinigung höher.



**Abbildung 1.7: Frequenzanalyse; Kompressor vor und nach der Reinigung**

Die Reinigung bringt auch energetische Vorteile, da die Kompressoren im Dauerbetrieb eingesetzt werden und eine niedrigere Drehzahl des Kühlungsventilators den Energieverbrauch reduziert.

### Einschaltzeiten

In Gesprächen mit dem Anlagenbetreiber wurde klar, dass durch Optimierung eine Reduzierung der Betriebszeiten von Lärmemitteln erzielt werden kann, zum Beispiel sollte das Taktintervall

der Luftkanonen überprüft werden.

Es ist sogar möglich manche Schallquellen ganz einzusparen. Als Beispiel ist hier ein Gebläse im Bereich der Mantelkühlung, siehe Abbildung 7.8, angeführt. Es ist derzeit im Einsatz doch seine Notwendigkeit wurde, in einem Gespräch mit dem Anlagenbetreiber, in Frage gestellt.



**Abbildung 1.8: Gebläse**

### **Gebäudeöffnungen**

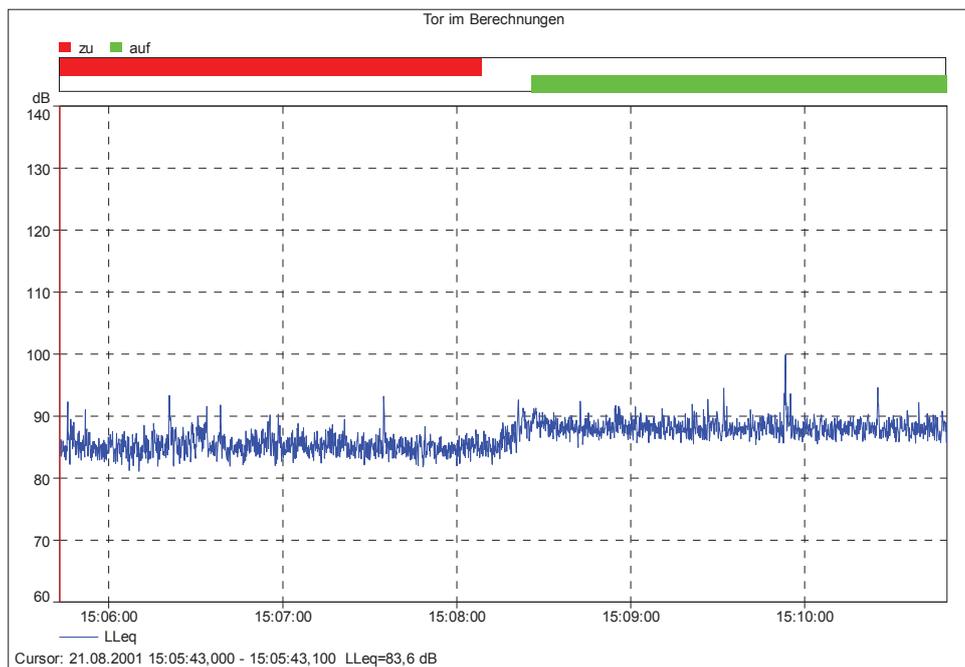
Öffnungen in Gebäuden wie Türen und Tore beziehungsweise fehlende Abdeckungen sollten geschlossen werden.

Die Tore besonders im Bereich des Drehrohrofens, siehe Abbildung 6.6: Bereich Drehrohrofen Abschnitt 1 und die des Zementmühlengebäudes, siehe Abbildung 7.9: Mühlentor sind meistens auch nachts geöffnet.



**Abbildung 1.9: Mühlentor**

Das Verschließen eines Tores ist in Abbildung 7.10 dargestellt. Es handelt sich um eines der Tore im Bereich des Drehrohrofens. Die Pegelerniedrigung beträgt zirka 3 dB, wie man laut Tabelle 7.3: Tor zu und offen, erkennt.



**Abbildung 1.10: Pegelschrieb; Tor zu und geöffnet**

**Tabelle 1.3: Tor zu und offen**

Bezeichnung	Datum	L <sub>L,eq</sub> [dB] in 1 m Entfernung
Tor zu	21.08.2001	85,5
Tor offen	21.08.2001	88,4

Als Lösungsvorschlag kann ein Rundgang durchs Werk, vor allem am Nachmittag, dazu verhelfen, dass Tore besonders lärmintensiver Gebäude in den Nachtstunden geschlossen sind.

Weitere Arten von Öffnungen in Gebäudefassaden sind Ansaug- beziehungsweise Ausblasrohre. Als Beispiel dienen die Ansaugöffnungen siehe Abbildung 6.5: Ausschnitt 1, Ansaugöffnungen. In Gesprächen mit den Anlagebetreiber wurde die Möglichkeit einer Verlegung dieser Rohre ins Gebäudeinnere erwogen. Es ist allerdings zu prüfen, ob diese Variante kostengünstiger ist, da handelsübliche Schalldämpfer für Rohre bis 600 mm Durchmesser zirka 72,67 bis 109,01 € erhältlich sind.

### 1.3 Empfehlungen

Bei Gesprächen mit Anrainern wurden einige Wünsche geäußert, die den Betrieb der Zementwerks nicht sehr stark beeinflussen würden, jedoch zu einem positiven Imagegewinn führen können. Hauptsächlich handelt es sich um die Verschiebung der Betriebszeiten von 6.00 auf einen späteren Zeitpunkt. Wie schon oben genannt betrifft dies den Betrieb des Kalksteinförderbandes. Auch die Arbeiten in der Tongrube werden von den Anrainern, besonders in den frühen Morgenstunden, als störend empfunden.

Im Hinblick auf die, in Kapitel 6.2: Tongrube, beschriebenen Widmungsänderungen ist die Verlegung des Ziegelsplittablageplatzes auf einen weiter entfernten Standort unbedingt zu erwägen. Es wird dadurch die LKW-Fahrtstrecke verkürzt, dies hilft nicht nur Lärm sondern auch Staub zu reduzieren. Weiters werden die lärmintensiven Vorgänge des Verladens des Ziegelsplitts auf die LKW's an einen weiter entfernten Platz verlagert, siehe Abbildung 7.11.



**Abbildung 1.11: möglicher Ziegelsplittablageplatz**



# 1 Verzeichnisse

## 1.1 Literaturverzeichnis

- [ 1 ]            *Bank M.:* Basiswissen Umwelttechnik: Wasser, Luft, Abfall, Lärm, Umweltrecht, 1995, 3., aktualisierte und erweiterte Auflage
- [ 2 ]            *Schirmer W.:* Technischer Lärmschutz: Grundlagen und praktische Maßnahmen an Maschinen und in Arbeitsstätten zum Schutz des Menschen vor Lärm und Schwingungen, 1996
- [ 3 ]            *Schmidt H.:* Schalltechnisches Taschenbuch: Schwingungskompodium, 5., grundlegend neu bearbeitete und erweiterte Auflage
- [ 4 ]            *Henn H.; Sinambari G. R.; Fallen M.:* Ingenieurakustik: Grundlagen, Anwendungen, Verfahren, 1999, 2., erweiterte und überarbeitete Auflage
- [ 5 ]            *Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung:* ÖAL-Richtlinie Nummer 28, Dezember 1987
- [ 6 ]            *Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten:* Rechenvorschrift; RVS 3.02: Umweltschutz, Lärmschutz, Dezember 1997
- [ 7 ]            *Österreichische Norm:* ÖNORM S 5004: Messung von Schallimmissionen, 1. März 1998
- [ 8 ]            *Bohny H. M., Borgmann R., Kellner K.H., Kühne R., Müller H., Vierling H., Weigl P.:* Lärmschutz in der Praxis, 1986
- [ 9 ]            *Rötzer H., Piringer M., Riesinger J., Mühlendorf V.:* Seibersdorf Report: Messung der Immissionsbeiträge des Zementwerks Mannersdorf, August 1995
- [ 10 ]           *Verein Deutscher Ingenieure:* VDI 2714: Schallübertragung in Freien, Jänner 1988
- [ 11 ]           *Brüel & Kjær; Sound & Vibration Measurement A/S:* Umweltlärm, 2000
- [ 12 ]           *Fachnormenausschuss Akustik im Deutschen Normenausschuss:* DIN 45 630, Grundlagen der Schallmessung, September 1967

## 1.2 Abkürzungen, Einheiten, Pegelabkürzungen

### Abkürzungen

BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
I	Intensität
LKW	Lastkraftwagen
ÖAL	Österreichische Arbeitsring für Lärmbekämpfung
ÖBB	Österreichische Bundesbahn
ÖNORM	Österreichische Norm
PKW	Personenkraftwagen
RVS	Rechenvorschrift
WiGe	Windgeschwindigkeit [m/s]
WiRi	Windrichtung [°]

### Einheiten

	Sekunde
s	
°	Grad
°C	Grad Celsius
dB	Dezibel
h	Stunde
Hz	Herz
km	Kilometer
km/h	Kilometer pro Stunde
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde

$N/m^2$	Newton pro Quadratmeter
$p$	Schalldruck
$Pa$	Pascal
$T$	Zeit
$t$	Tonne
$U/min$	Umdrehungen pro Minute
$W/m^2$	Watt pro Quadratmeter
$\pi$	Pi

### **Pegelabkürzungen**

$L$	Schallpegel
$L_1$	mittlerer Spitzenpegel, der in 1% der Messzeit überschrittene Schalldruckpegel
$L_{95}$	Basispegel, der in 95% der Messzeit überschrittene Schalldruckpegel
$L_A$	A-Bewertung, berücksichtigt das menschliche Hörverhalten
$L_a$	Luftabsorptionsmaß
$L_b$	Bodendämpfungsmaß
$L_d$	Abstandsmaß
$L_E$	Emissionsschallpegel
$L_{eq}$	energieäquivalente Dauerschallpegel
$L_I$	Schallintensitätspegel
$L_L$	linear; der Pegel ist unbewertet
$L_m$	Mittelungspegel
$L_{max}$	Maximalpegel, der höchste während der Messung aufgetretene Schalldruckpegel
$L_{min}$	Minimalpegel, der niedrigste während der Messung aufgetretene Schalldruckpegel
$L_N$	Lautstärke

$L_p$	Schalldruckpegel
$L_r$	Beurteilungspegel, der eventuell mit Aufschlägen (für Impuls-, Tonhaltigkeit,..) versehene äquivalente Dauerschallpegel bezogen auf die Bezugszeit
$L_{rx}$	Flächenreflexionsmaß
$L_s$	Schirmmaß
$L_v$	Pegelverluste
$L_{ve}$	Vegetationsdämpfungsmaß
$L_w$	Schalleistungspegel

### 1.3 Begriffserklärungen

verwendete Literatur:

Schall	entsteht durch Wechselwirkung eines schwingenden Körpers mit der ihn umgebenden Luft. Durch die Schwingung entstehen Druckschwankungen um den atmosphärischen Druck, welche als Schall übertragen werden. Die Übertragung erfolgt durch Luft, Flüssigkeiten oder Feststoffe (Körperschall).
Frequenz	Anzahl der Schwingungen des Schalls pro Sekunde
inkohärente Schallanteile	Schallanteile gelten als inkohärent, wenn sie: <ul style="list-style-type: none"><li>➤ von zwei unabhängigen Quellen stammen</li><li>➤ aus verschiedenen Frequenzbereichen einer breitbandig strahlenden Schallquelle stammen</li><li>➤ von der gleichen breitbandigen Quelle mit zufälliger Zeitfunktion stammen, aber zwei Schallwellen mit gegenseitiger Laufdifferenz angehören (Direktschall und reflektierter Schall)</li></ul>
Ton	ein Schall mit sinusförmigem Verlauf der Amplitude mit einer Frequenz im Hörbereich
Klang	geordnete Überlagerung mehrerer sinusförmiger Schwingungen
Geräusch	Schall mit vielen Tönen beliebiger Frequenz
gleichbleibendes Geräusch	Geräusch mit geringen Pegelschwankungen
schwankendes Geräusch	Geräusch mit größeren Pegelschwankungen (mehr als 3 dB bei Anzeigedynamik „schnell“)
intermittierendes Geräusch	Geräusch, das mehrmals unterbrochen wird, wobei die Zeit zwischen Anstieg und Abfall des Pegels mindestens 1 s beträgt
tonhaltiges Geräusch	Geräusch mit hervortretenden Schallenergieanteilen in diskreten Frequenzen
impulshaltiges Geräusch	Geräusch, bei dem eine oder mehrere schnell ansteigende Pegelspitzen mit einer Dauer von weniger als 1 s auftreten
informationshaltiges Geräusch	Geräusch, das deutlich erkennbar Gesang, Musik oder Sprache enthält
dB	Dezibel = 0,1 Bel. Es handelt sich nicht um eine Einheit, sondern um das Ergebnis einer Rechenvorschrift. Diese Zahl (dB) gibt den dekadischen Logarithmus des Verhältnisses zweier physikalischer Größen (Intensitäten) wieder.
Lärm	jede Art von Schall durch den Menschen gestört, belästigt

oder gesundheitlich geschädigt werden

Emission	gesamte Abstrahlung eines Schallstrahlers
Immission	gesamte Einwirkung von Geräuschen an einer bestimmten Stelle
Freifeld	oder freies Schallfeld; ein Bereich ungehinderter Schallausbreitung; reflexionsfreier Raum
Richtcharakteristik	Die Richtcharakteristik von Schallstrahlern ist umso ausgeprägter, je höher die Frequenz ist. Kugel- oder Linienstrahler strahlen nach allen Seiten gleich ab, solange die Wellenlänge des Schalls größer als die Strahlerabmessung ist. Ist jedoch die Wellenlänge kleiner als die Abmessung erfolgt eine zunehmend gerichtete Schallabstrahlung.
Bezugszeit	Zeitraum, für den der Mittelungspegel zu bestimmen ist und für den ein bestimmter Beurteilungspegel (Grenzwert) zugrunde gelegt wird. Gemäß ÖNORM S 5004 [ 1 ] gelten tagsüber die am Stärkster belasteten 8 Stunden und nachts die am stärksten belastete ½ Stunde als Bezugszeit.

## 1.4 Tabellenverzeichnis

TABELLE 5.1: DARSTELLUNG DER MESSWERTE .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.2: SOMMER 2000; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DES TAGES...	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.3: SOMMER 2000; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DER NACHT ..	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.4: FEBRUAR; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DES TAGES.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.5: FEBRUAR; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DER NACHT .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.6: SOMMER 2001; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DES TAGES...	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.7: SOMMER 2001; BEURTEILUNGSPEGEL WÄHREND DER NACHT ..	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.8: GRENZWERTE FÜR DIE EINZELNEN FLÄCHENWIDMUNGEN .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.9: STATISTISCH ERHOBENE REAKTION DER ÖFFENTLICHKEIT AUF LÄRMIMMISSIONEN IM WOHNBEREICH [ 5 ] .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.10: MESSWERTE DER DAUERMESSUNG C2 IM FEBRUAR 2001 .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.11: MESSWERTE DER DAUERMESSUNG C2 IM SOMMER 2001 .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.12: STÖRGERÄUSCHE AM MIKROFON INFOLGE VON WINDGESCHWINDIGKEITEN [ 1 ]	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.13: EINFLUSS DES STRAßENVERKEHRS .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.14: PKW .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 5.15: FLUGZEUGE .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 6.1: AUSBREITUNGSRECHNUNGEN BEREICH DREHROHROFEN.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 6.2: BERECHNUNG DER STRAßENEMISSION UND -IMMISSION.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 6.3: TONGRUBE .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 6.4: MESSUNG AUF DER HÖHE DES KALKSTEINFÖRDERBANDES IN 0,7 M ENTFERNUNG	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 6.5: MESSUNG AUF HÖHE DES KALKSTEINFÖRDERBANDES IN 20 M ENTFERNUNG	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 6.6: AUSBREITUNGSRECHNUNG FÖRDERBAND.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 6.7: MESSUNG AN EINER SEITE DES WINKELPUNKTES.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
TABELLE 7.1: VERGLEICHSMESSUNG VENTILATOR.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>

TABELLE 7.2: VERGLEICHSMESSUNG KOMPRESSOR ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

TABELLE 7.3: TOR ZU UND OFFEN ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

## 1.5 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 2.1: SCHALLDRUCK UND SCHALLDRUCKPEGEL VERSCHIEDENER GERÄUSCHE	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.2: FREQUENZANALYSE .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.3: EINFLUSS DER BANDBREITE BEI DER FREQUENZANALYSE AUF DAS SCHALLDRUCKSPEKTRUM .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.4: A-BEWERTUNG .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.5: KURVEN GLEICHER LAUTSTÄRKE (ISOPHONE) [ 12 ].....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.6: ARTEN VON SCHALLQUELLEN.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.7: UMWANDLUNG LINIEN- IN PUNKTSCHALLQUELLEN.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.8: REFLEXION .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.9: UNTERSCHIEDLICHE SCHALLQUELLEN EINER ANLAGE UND IHRE ÜBERTRAGUNGSWEGE ZUM IMMISSIONSPUNKT.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 2.10: SCHALLSCHUTZMAßNAHMEN .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 3.1: FLIEßSCHEMA DER ZEMENTERZEUGUNG.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 4.1: MESSGERÄT BAUART 2238 DER FIRMA BRÜEL & KJÆR .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.1: IMMISSIONSMESSPUNKTE.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.2: PEGELSCHRIEB DER MESSUNG TA1.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.3: FLÄCHENWIDMUNGSPLAN .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.4: LEGENDE DES FLÄCHENWIDMUNGSPLANES .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.5: VERGLEICH ZWISCHEN DEN MESSREIHEN .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.6: PEGELSCHRIEB DER DAUERMESSUNG C2 IM FEBRUAR 2001	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.7: PEGELSCHRIEB DER DAUERMESSUNG C2 IM SOMMER 2001	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.8: WINDRICHTUNGSVERTEILUNG: A) FEBRUAR 2001 B) SOMMER 2001	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.9: VERTEILUNG DER WINDRICHTUNG AM 19.07.2001.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.10: VERTEILUNG DER WINDGESCHWINDIGKEIT AM 19.07.2001	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
ABBILDUNG 5.11: MITWINDSEKTOR.....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>

ABBILDUNG 5.12: PEGELSCHWANKUNGSBEREICHE BEI UNTERSCHIEDLICHEN WINDRICHTUNGEN [ 10 ] ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 5.13: STRAßENVERKEHR PEGELSCHRIEB DER MESSUNG NA2 .... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 5.14: PKW ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 5.15: PISTEN DES FLUGHAFENS ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 5.16: LANDEANFLUG ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 5.17: LANDUNGEN AUF PISTE 34 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 5.18: FLUGZEUGE ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 5.19: START ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 5.20: SCHIENENFÜHRUNG ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.1: WERKSSCHALLPLAN ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.2: LEGENDE DES WERKSCHALLPLANES ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.3: LAGEPLAN DES ZEMENTWERKS ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.4: RICHTUNG GÖTZENDORF ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.5: RICHTUNG MANNERSDORF ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.6: BEREICH DREHROHROFEN ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.7: AUSSCHNITT 1      ABBILDUNG 6.8: AUSSCHNITT 2 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.9: GEBLÄSE      ABBILDUNG 6.10: OFFENE TÜR ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.11: WÄRMETAUSCHERTURM ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.12: LUFTKANONE      ABBILDUNG 6.13: KOMPRESSOR ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.14: IMPULS EINER LUFTKANONE ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.15: PEGELSCHRIEB DER MESSUNG NB1IMPULS ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.16: DIESELLOK ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.17: TONGRUBE ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.18: HALDEN ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.19: GELÄNDESCHNITT TONGRUBE ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.20: MESSUNG AM MESSPUNKT 1 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.21: STEINBRUCH PLAN ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.22: STEINBRUCH..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.23: FÖRDERBAND ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.24: KALKSTEINFÖRDERBAND PLAN..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.25: FREQUENZSPEKTRUM; FÖRDERBAND OHNE ABDECKUNG ... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.26: FREQUENZSPEKTRUM; FÖRDERBAND 20 METER ENTFERNUNG**FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.27: ABDECKUNG ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 6.28: FREQUENZSPEKTRUM; WINKELPUNKT ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.1: LOSE ABDECKUNG UND GEBÄUDEÖFFNUNGEN..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.2: SCHALLDÄMPFER ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.3: VERSUCH SCHALLDÄMPFER..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.4: ENTSTAUBUNGSFILTERGEBLÄSE ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.5: KOMPRESSORHAUS..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.6: FREQUENZANALYSE; VENTILATOR VOR UND NACH DER REINIGUNG**FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.7: FREQUENZANALYSE; KOMPRESSOR VOR UND NACH DER REINIGUNG**FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.8: GEBLÄSE ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.9: MÜHLENTOR ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.10: PEGELSCHRIEB; TOR ZU UND GEÖFFNET ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 7.11: MÖGLICHER ZIEGELSPLITTABLADEPLATZ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.1: MESSPUNKT A1 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.2: MESSPUNKT A2 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.3: MESSPUNKT B1 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.4: MESSPUNKT B2 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.5: MESSPUNKT B3 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.6: MESSPUNKT C1 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.7: MESSPUNKT C3..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.8: MESSPUNKT D1 ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**

ABBILDUNG 9.9: SCHIRMMAB ..... **FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.**



---

# 1 Anhang

## 1.1 Flächenwidmungsplan und Werksschallplan

Die folgenden beiden Pläne sind eine Vergrößerung der Abbildung 5.3: Flächenwidmungsplan und der Abbildung 6.1: Werksschallplan.

## 1.2 Beschreibung der Messpunkte

### Messpunkt A1



Abbildung 1.1: Messpunkt A1

Angaben zum Messort:	Feldweg
Entfernung:	0,5 km
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Waldstück

**Messpunkt A2****Abbildung 1.2: Messpunkt A2**

Angaben zum Messort:	Feld vor der Straußenfarm
Entfernung:	1,2 km
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen

**Messpunkt B1****Abbildung 1.3: Messpunkt B1**

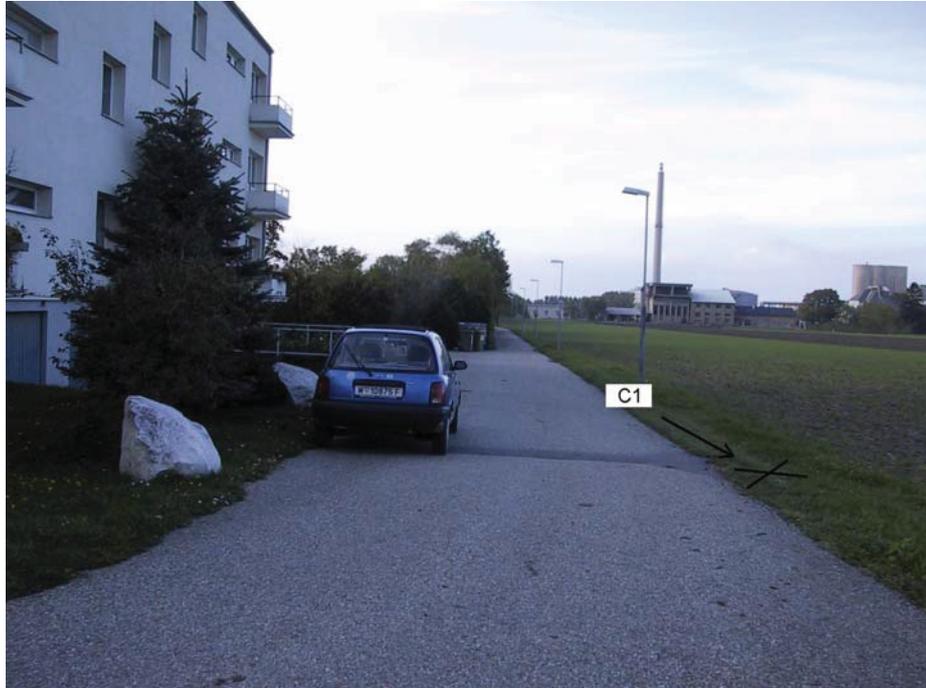
Angaben zum Messort:	Feldweg; auf der Höhe von B2
Entfernung:	0,25 km
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Beeinflussung durch das Kalksteinförderband

**Messpunkt B2****Abbildung 1.4: Messpunkt B2**

Angaben zum Messort:	Rosegggasse 15
Entfernung:	1,2 km
Geländebeschreibung:	0,55 km

**Messpunkt B3****Abbildung 1.5: Messpunkt B3**

Angaben zum Messort:	Hochleiten 32; vor dem EVN Gebäude
Entfernung:	1 km
Geländebeschreibung:	Hanglage; Waldstück; verbautes Gebiet

**Messpunkt C1****Abbildung 1.6: Messpunkt C1**

Angaben zum Messort:	Perlmooserweg 1A
Entfernung:	0,35 km
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Wohnhaus

**Messpunkt C2**

Dieser Messpunkt befindet sich am Balkon eines Mitarbeiters der Lafarge Perlmooser AG, deshalb ist kein Foto vorhanden.

Angaben zum Messort:	Dr. Eduard-Richtergasse Nr. 19; Balkon
Entfernung:	0,8 km
Geländebeschreibung:	verbautes Gebiet; Wohnhaus

**Messpunkt C3**

**Abbildung 1.7: Messpunkt C3**

Angaben zum Messort:	Tattendorfgasse 12
Entfernung:	0,35 km
Geländebeschreibung:	0,95 km

**Messpunkt D1****Abbildung 1.8: Messpunkt D1**

Angaben zum Messort:	Ecke Hanfretzweg/Werkssiedlung
Entfernung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Baumbewuchs
Geländebeschreibung:	landwirtschaftliche Nutzflächen; Wohnhaus

## **1.3 Beschreibung der Messungen**

Die Beschreibung der Messungen enthält einerseits die Messergebnisse und andererseits die durch die Auswertung erhaltenen Werte. Bei Besonderheiten während der Messung oder bei der Auswertung wird auf diese hingewiesen. Konnte eine Grenzwertüberschreitung festgestellt werden und war diese auf einen bestimmten Umstand zurückzuführen ist dies ebenfalls in den Tabellen angegeben. Weiters sind Angaben zur Windrichtung (WiRi) und Windgeschwindigkeit (WiGe) enthalten. Diese Werte wurden von der Niederösterreichischen Landesregierung zur Verfügung gestellt und stammen von der Messstation in Stixneusiedl. Da die Winddaten in Form von Halbstundenmittelwerten vorliegen, die nicht immer der genauen Messzeit entsprechen, wurde jeweils jener Bereich ausgewählt, in dem der größte Teil der Messung stattfand.

Unter den Wertetabellen befindet sich der Pegelschrieb der beschriebenen Messungen.

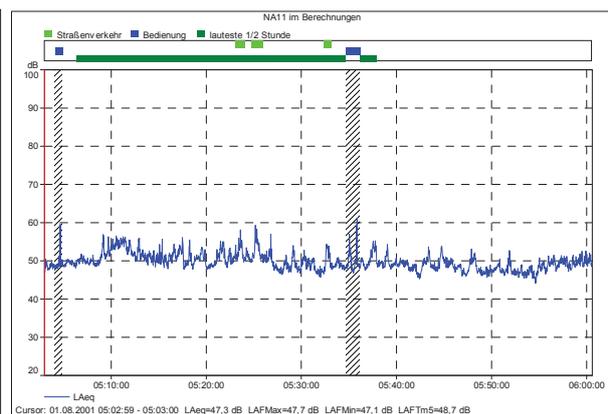
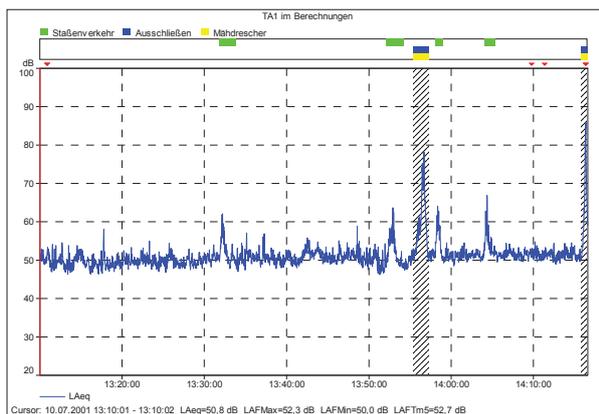
### **1.3.1 Sommer 2001**

Die folgenden Wertetabellen beinhalten die Ergebnisse der Auswertung der Messungen, wobei weder Straßenverkehr noch Flugverkehr ausgenommen wurden. Musste ein bestimmtes Geräusch ausgeschlossen werden ist dies unter dem Pegelschrieb vermerkt.

## Messpunkt A1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	10.07.01	13:10:01	1:03:54	51,5	5	56,5	1,5 Impuls
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	01.08.01	05:02:59	0:55:17	50,4	5	55,4	10,4

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]		
Tag	67,9	45,6	48,0	58,9	3,64	2,98	160	140
Nacht	68,8	43,7	46,6	55,8	2,37	2,49	150	150



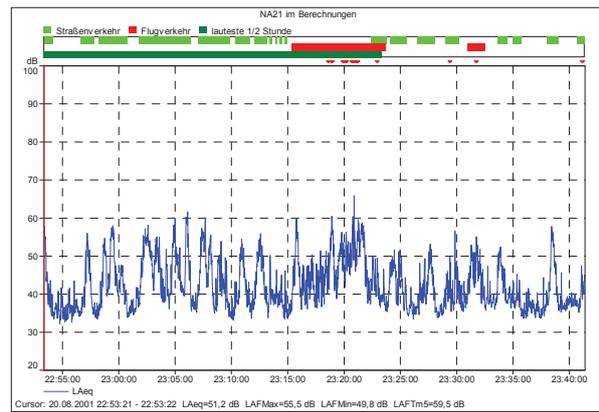
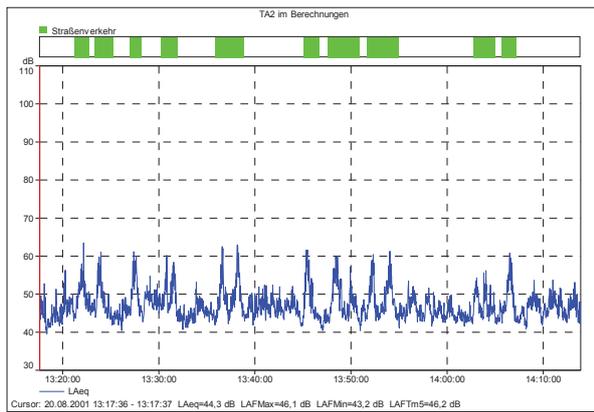
Die Messung während der Tageszeit wurde durch das Vorbeifahren eines Mähdreschers gestört, diese Bereiche wurden ausgeschlossen.

Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

**Messpunkt A2**

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert-überschreitung [dB]
Tag	20.08.01	13:17:36	0:56:17	49,3	0	49,3	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	20.08.01	22:53:21	0:48:02	49,0	0	49,0	4

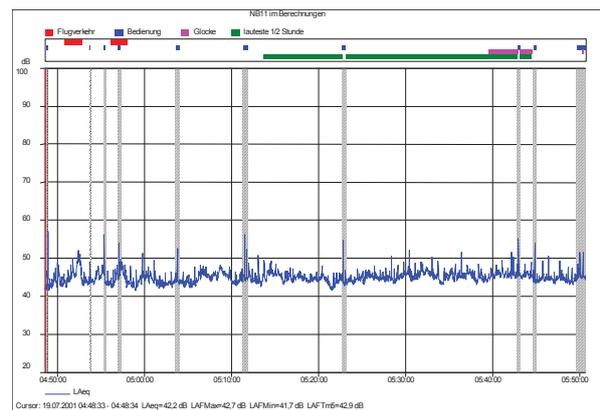
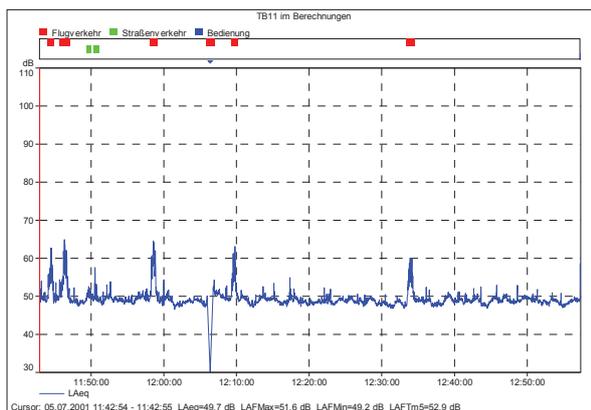
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	66,6	39,0	42,5	58,9	3,85	3,29	150	150
Nacht	70,8	31,8	34,6	58,3	3,84	3,87	250	310



## Messpunkt B1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	05.07.01	11:42:54	1:14:22	50,2	5	55,2	0,2 Impuls
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	19.07.01	04:48:33	0:58:12	45,4	5	50,4	5,4 Impuls

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	68,3	46,1	47,4	59,4	2,6	120
Nacht	58,7	41,0	42,9	49,3	1,61	10



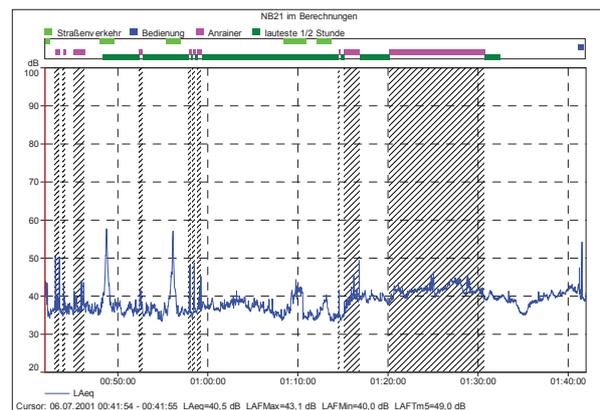
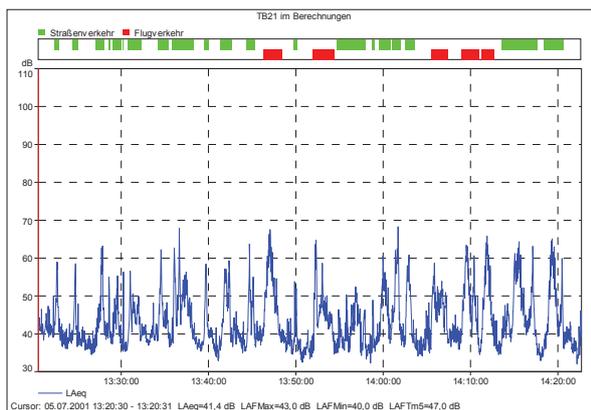
Die Messung während der Tageszeit musste kurz unterbrochen werden.

Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

## Messpunkt B2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	05.07.01	13:20:30	1:02:12	50,7	0	50,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	06.07.01	00:41:54	0:43:52	39,9	0	39,9	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	70,5	31,8	35,3	62,8	2,37	2,23	70	150
Nacht	58,4	32,7	34,5	47,9	1,71	1,4	100	110

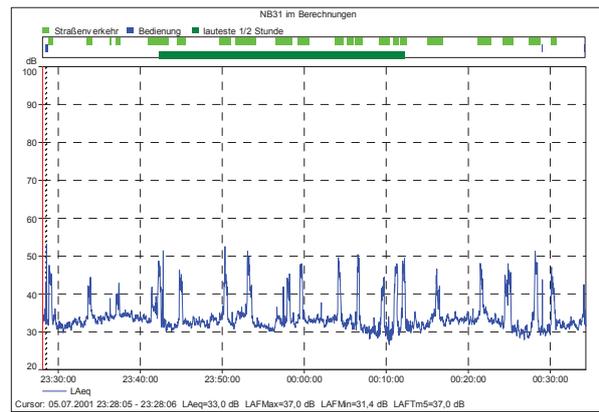
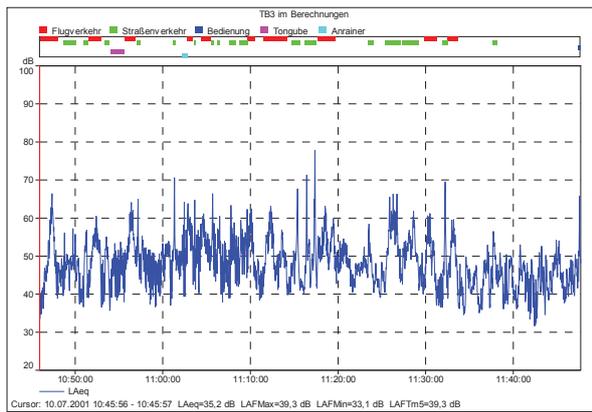


Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen, genauso wie die Geräusche, die durch Gespräche beziehungsweise das Starten eines Autos verursacht wurden.

**Messpunkt B3**

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	10.07.01	10:45:56	1:01:45	53,3	0	53,3	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	05.07.01	23:28:05	1:05:48	37,9	0	37,9	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	79,1	30,8	38,6	63,6	3,15	2,17	140	110
Nacht	58,4	26,5	30,0	47,9	1,75	1,69	100	170

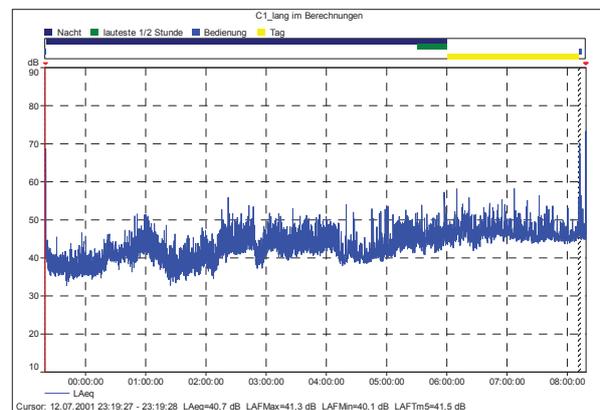
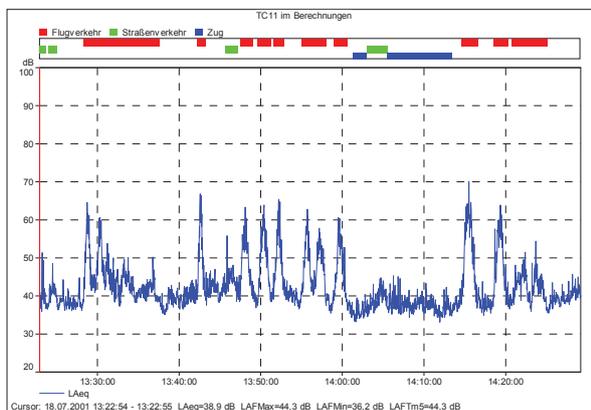


## Messpunkt C1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	18.07.01	13:22:54	1:06:17	49,4	0	49,4	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	13.07.01	05:30:00	0:30:00	45,8	0	45,8	1,8

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	72,3	32,4	35,9	61,8	2,86	3,04	120	110
Nacht	61,2	40,1	35,9	61,8				

Da es sich bei der Nachtmessung um eine Langzeitmessung handelt konnten keine repräsentativen Einzelwerte für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung angegeben werden.

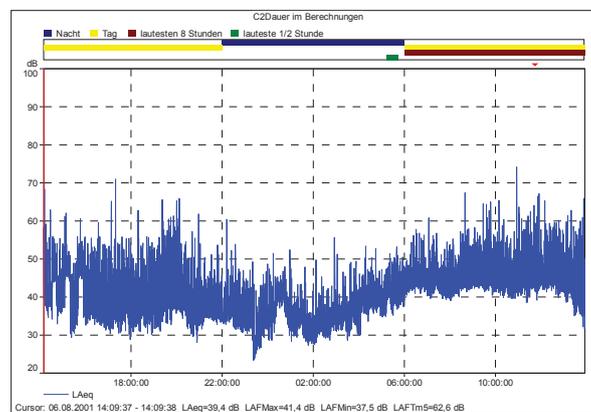


## Messpunkt C2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag: am stärksten belasteten 8 Stunden	07.08.2001	06:00:00	8:00:00	47,7	0	47,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	07.08.2001	05:13:04	0:30:00	42,7	0	42,7	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	75,8	31,0	31,4	54,9		
Nacht	55,2	34,4	31,4	54,9		

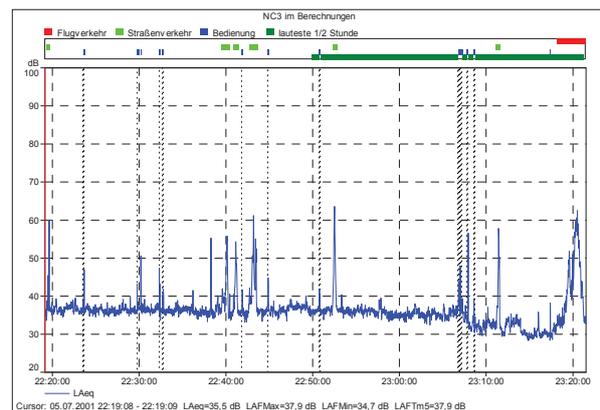
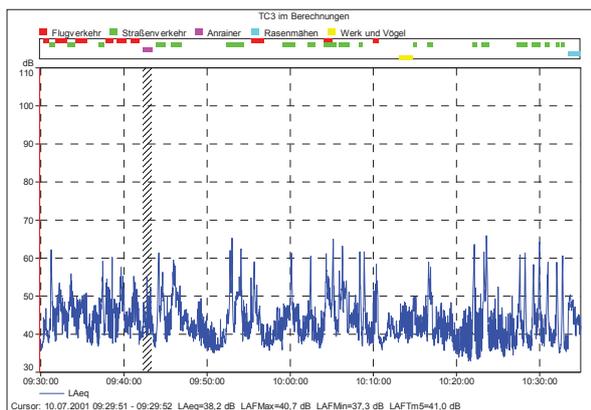
Da am Messpunkt C2 eine Dauermessung durchgeführt wurde konnten keine repräsentativen Einzelwerte für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung angegeben werden.



## Messpunkt C3

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	10.07.01	09:29:51	1:03:59	48,6	0	48,6	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	05.07.01	22:19:08	0:59:55	43,2	0	43,2	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	67,8	32,1	36,4	60,5	1,4	300
Nacht	65,4	27,0	30,5	55,8	2,09	140



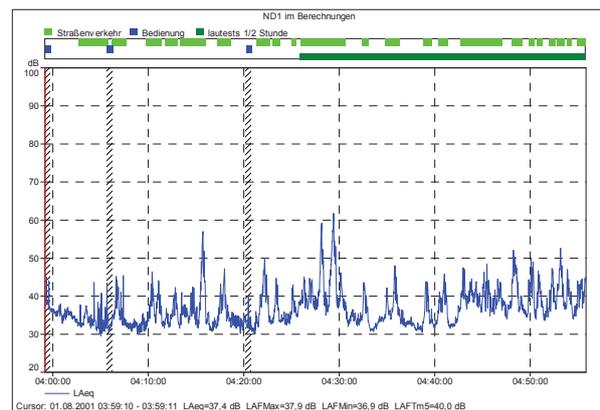
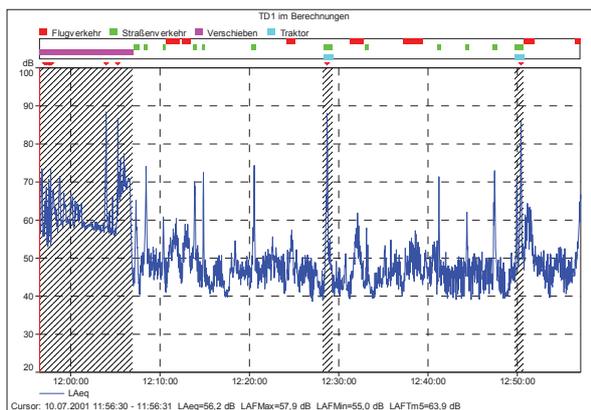
Die Messung während der Tageszeit wurde durch ein Gespräch gestört, diese Teile wurden ausgeschlossen.

Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

## Messpunkt D1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	10.07.01	12:07:00	0:47:56	53,4	0	53,4	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	01.08.01	03:59:10	0:56:40	42,7	0	42,7	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	76,3	37,5	41,1	65,4	2,7	2,87	240	180
Nacht	63,0	30,2	31,6	31,6	3,66	2,63	340	270



Die Messung während der Tageszeit wurde durch das Vorbeifahren eines Zuges und von Traktoren gestört, diese Bereiche wurden ausgeschlossen.

Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

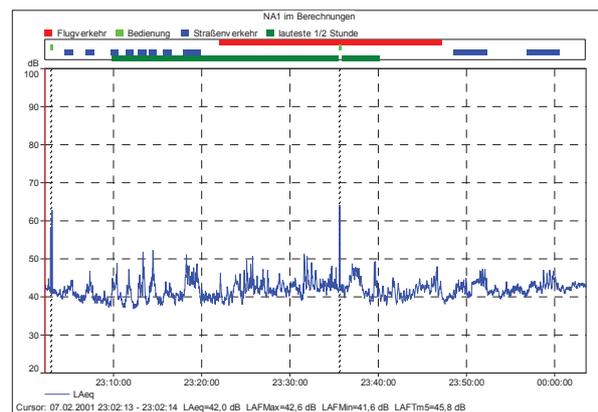
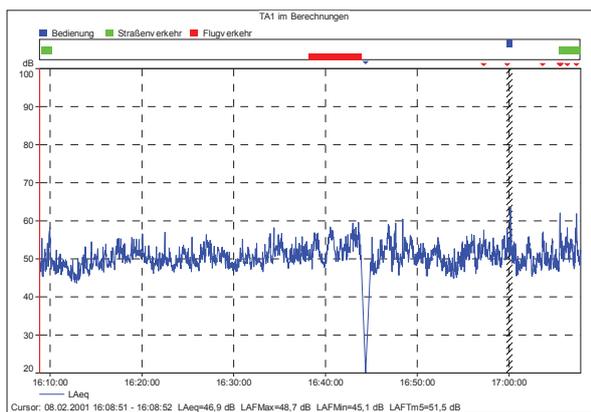
### 1.3.2 Winter 2001

Die folgenden Wertetabellen beinhalten die Ergebnisse der Auswertung der Messungen, wobei weder Straßenverkehr noch Flugverkehr ausgenommen wurden. Musste ein bestimmtes Geräusch ausgeschlossen werden, ist dies unter dem Pegelschrieb vermerkt.

#### Messpunkt A1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	08.02.01	16:08:51	0:58:56	51,5	0	51,5	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	07.02.01	23:08:13	1:00:46	43,0	0	43,0	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	71,6	43,3	46,7	57,2	3,23	3,52	160	180
Nacht	53,8	36,1	38,6	48,4	2,53	2,2	100	100



Das, durch die Bedienung des Messgeräts, entstandene Störgeräusch wurde bei der Nachtmessung ausgeschlossen.

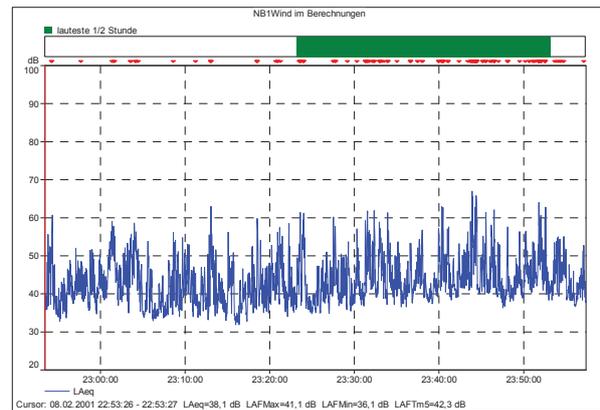
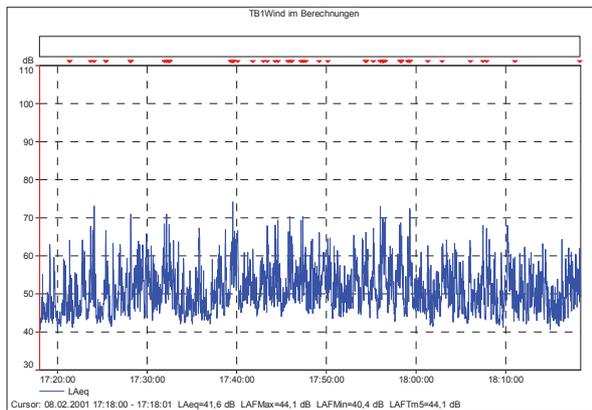
## Messpunkt A2

Dieser Messpunkt wurde, auf Grund der erst später geänderten Aufgabenstellung, nicht berücksichtigt.

## Messpunkt B1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	08.02.01	17:18:00	1:00:21	56,1	0	56,1	1,1 Wind
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	08.02.01	22:53:26	1:03:55	49,9	0	49,9	4,9 Wind

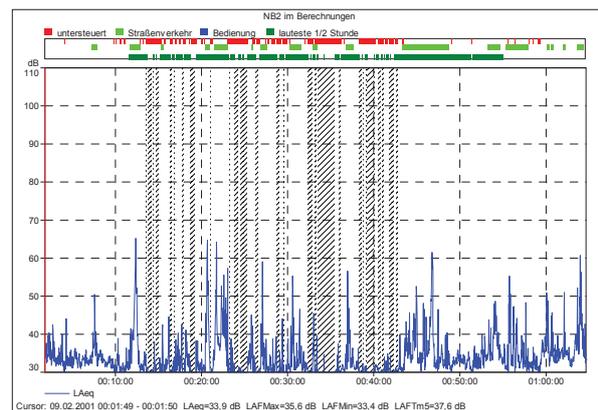
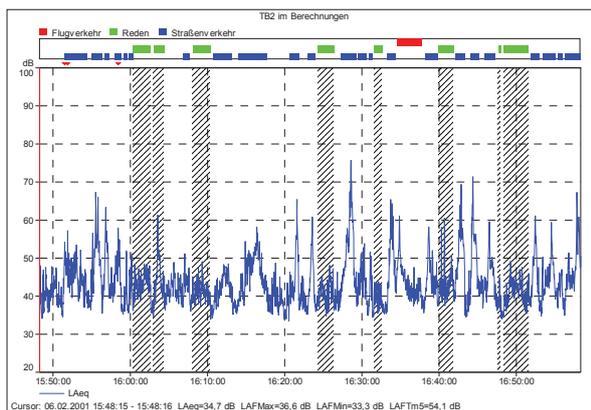
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	79,7	40,2	43,3	67,6	4,11	5,97	190	200
Nacht	70,1	33,9	35,4	59,8	3,84	4,74	140	150



## Messpunkt B2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.01	15:48:15	1:10:04	50,7	0	50,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	09.02.01	00:01:34	0:49:47	44,1	0	44,1	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	77,7	32,7	36,0	63,9	3,96	3,93	120	130
Nacht	68,9	20,5	30,5	55,2	3,55	3,4	140	130



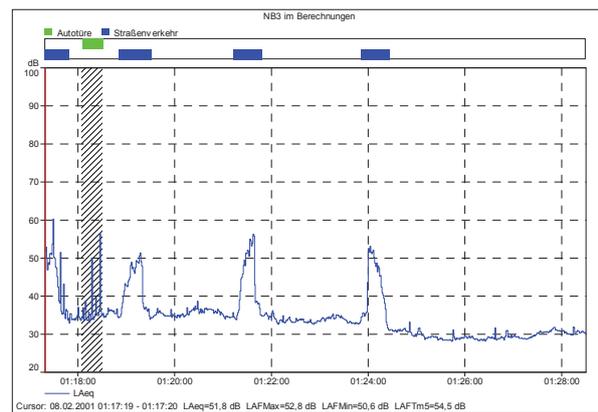
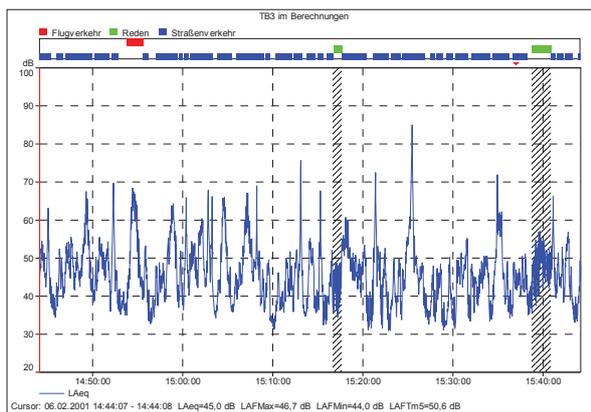
Die Messung während der Tageszeit wurde durch ein Gespräch gestört, diese Teile wurden ausgeschlossen.

Bei der Nachtmessung war der Pegelbereich zu hoch eingestellt, deshalb wurden die untersteuerten Bereiche ausgeschlossen.

## Messpunkt B3

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.01	14:44:07	1:00:03	56,5	0	56,5	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	08.02.01	01:17:19	0:10:45	41,9	0	41,9	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	86,0	29,9	34,6	66,9	3,28	120
Nacht	68,0	27,2	28,5	53,6	2,53	260



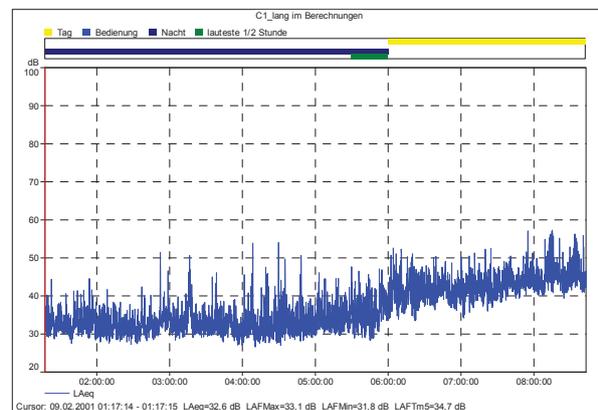
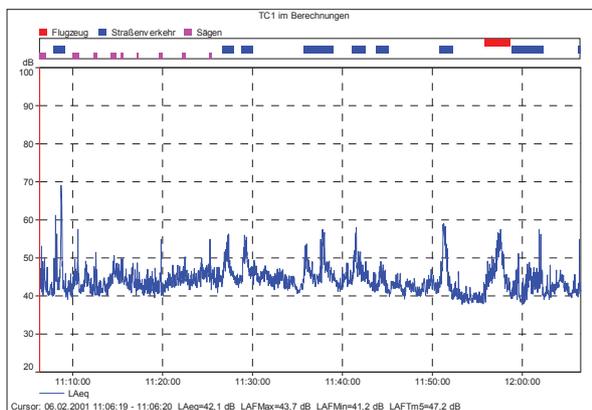
Die Nachtmessung musste nach 11 Minuten wegen einsetzendem Regen abgebrochen werden und konnte aus Zeitmangel nicht wiederholt werden.

## Messpunkt C1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.01	11:06:19	1:03:17	46,7	0	46,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	09.02.01	05:29:28	0:30:00	37,1	0	37,1	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	71,0	37,0	39,9	56,7	3,75	3,85	80	90
Nacht	51,5	27,7	29,7	50,5				

Da es sich bei der Nachtmessung um eine Langzeitmessung handelt konnten keine repräsentativen Einzelwerte für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung angegeben werden.

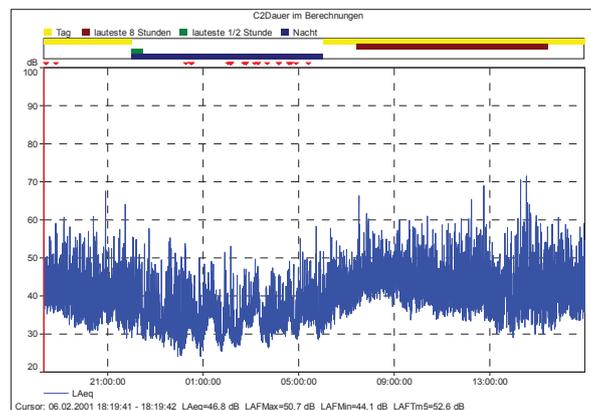


## Messpunkt C2

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag: am stärksten belasteten 8 Stunden	07.02.01	07:25:11	8:00:00	47,1	0	47,1	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	06.02.01	22:00:00	0:30:00	41,6	0	41,6	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]		WiRi [°]	
Tag	74,8	28,4	29,8	54,7	4,94	4,41	100	90
Nacht	62,4	28,3	29,8	54,7				

Da am Messpunkt C2 eine Dauermessung durchgeführt wurde konnten keine repräsentativen Einzelwerte für die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung angegeben werden.

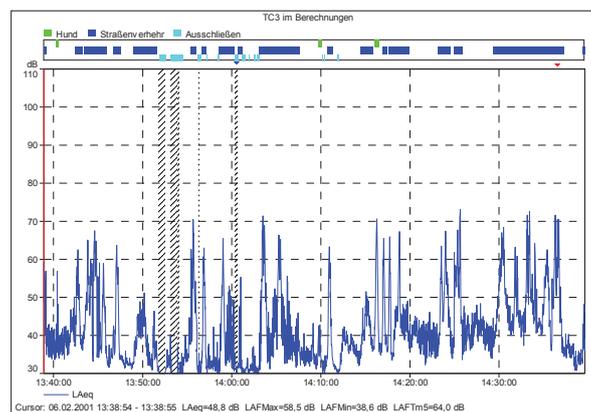


### Messpunkt C3

Die Nachtmessung an diesem Messpunkt konnte aus Zeitmangel nicht durchgeführt werden.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.2001	13:38:54	0:57:46	53,7	0	53,7	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]	
Tag	78,3	20,1	31,5	67,0	3,78	140	120

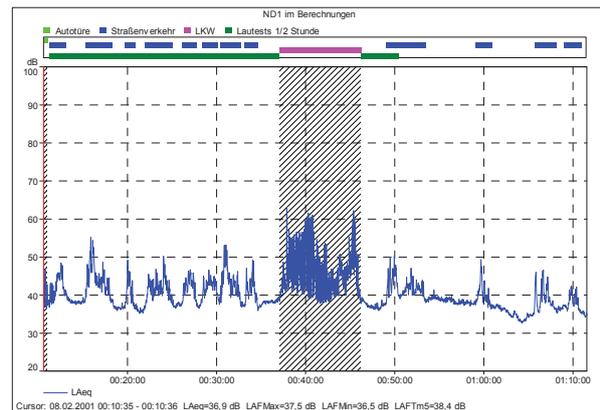
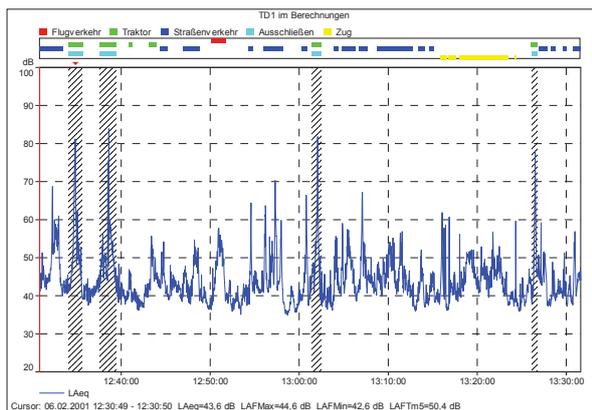


Bei dieser Messung war der Pegelbereich zu hoch eingestellt, deshalb wurden die untersteuerten Bereiche ausgenommen.

## Messpunkt D1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	06.02.01	12:30:49	0:55:29	48,7	0	48,7	0
Nacht: am stärksten belastete 1/2 Stunde	08.02.01	00:10:35	0:51:24	42,4	0	42,4	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]		
Tag	72,2	34,2	37,2	59,9	3,95	3,67	100	100
Nacht	56,4	34,4	34,9	50,0	1,56	2,18	110	130



Die Messung während der Tageszeit wurde durch das Vorbeifahren von Traktoren gestört, diese Bereiche wurden ausgeschlossen.

Die Nachtmessung wurde durch das Entladen eines LKW's gestört, dieser Bereich wurden ausgeschlossen.

### 1.3.3 Sommer 2000

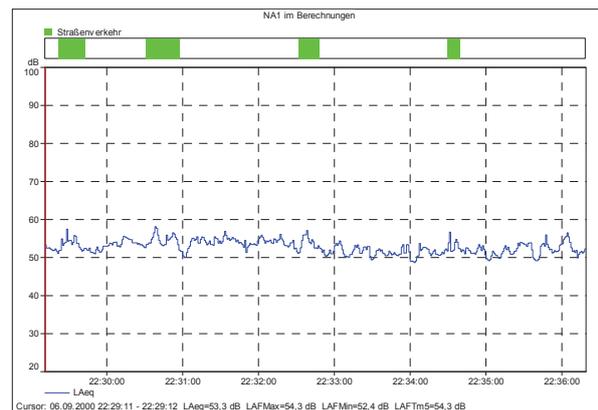
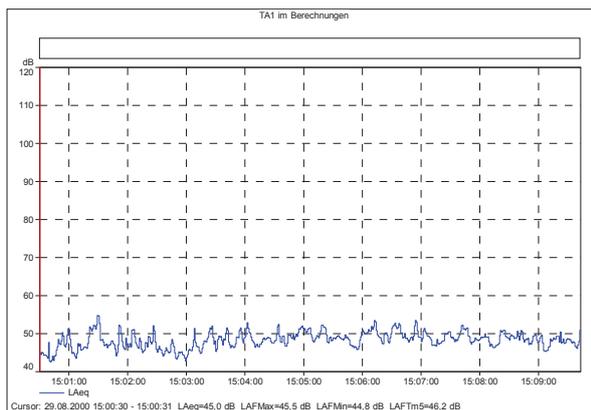
Die Messungen im Rahmen des Projekts vom 14.08. bis 15.09.2000 dienten zur ersten Ermittlung der Ist-Situation.

Bei der Bearbeitung wurden sowohl Straßen- als auch Flugverkehr ausgenommen, da sonst die kurzen Messungen zu stark beeinflusst gewesen wären.

#### Messpunkt A1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert-überschreitung [dB]
Tag	29.08.00	15:09:43	0:09:13	48,9	5	53,9	0
Nacht	06.09.00	22:29:11	0:07:08	52,8	5	57,8	12,8

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	55,3	42,3	44,7	53,1	3,79	310
Nacht	48,1	61,0	50,0	55,8	1,73	130

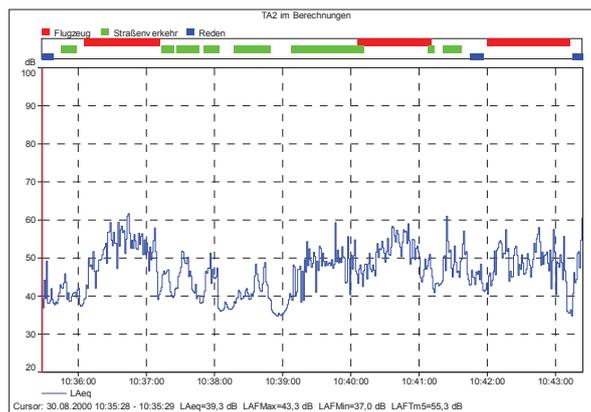


## Messpunkt A2

Aufgrund einer anderen Aufgabenstellung wurde an diesem Messpunkt keine Nachtmessung durchgeführt.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	30.08.00	10:35:28	0:07:56	43,9	0	43,9	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	62,4	33,8	38,2	54,5	2,18	80

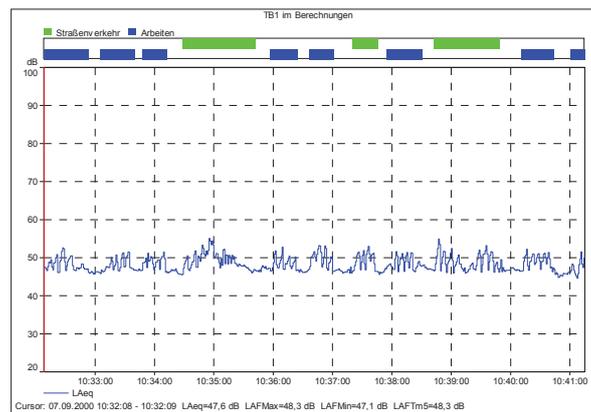


## Messpunkt B1

Aufgrund einer anderen Aufgabenstellung wurde an diesem Messpunkt keine Nachtmessung durchgeführt.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	07.09.00	10:30:40	0:10:35	46,6	5	51,6	0

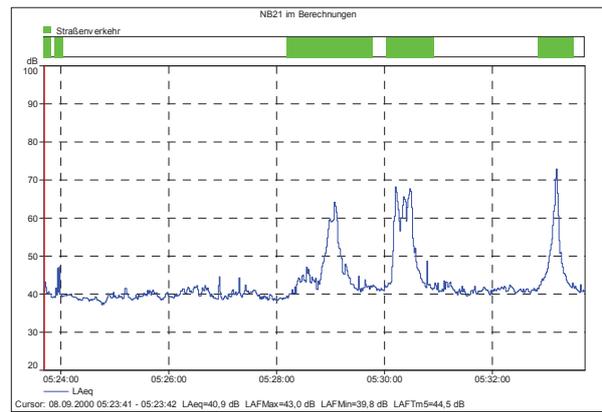
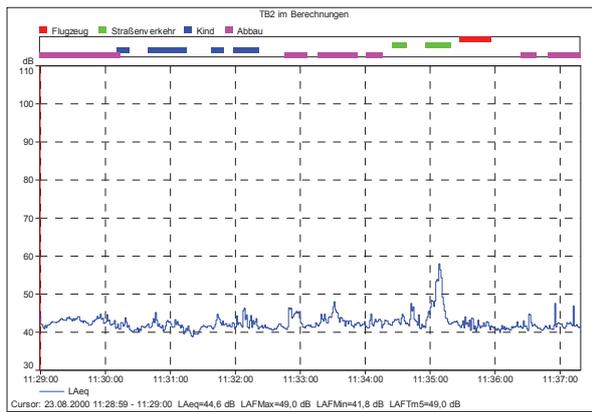
	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	52,2	44,5	46,2	53,2	0,91	110



**Messpunkt B2**

	Datum	Beginn	Dauer	L <sub>A,eq</sub> [dB]	Zuschläge [dB]	L <sub>r</sub> [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	23.08.00	11:28:56	0:09:15	41,7	0	41,7	0
Nacht	08.09.00	05:23:41	0:10:02	40,4	0	40,4	0

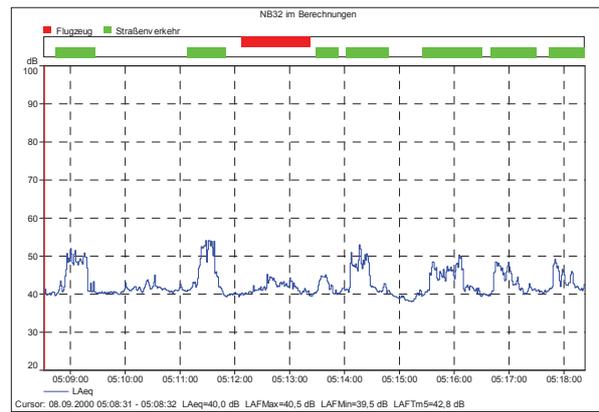
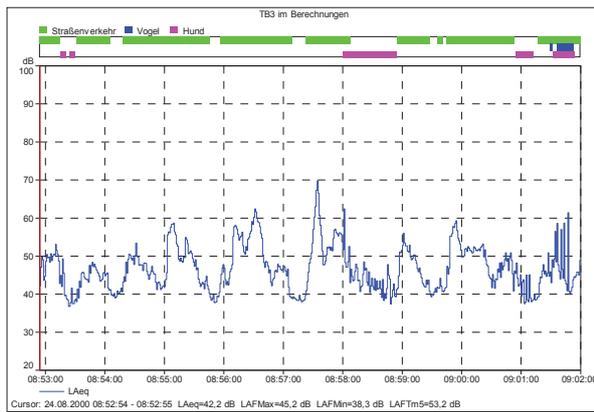
	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]	L <sub>A,95</sub> [dB]	L <sub>A,1</sub> [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	49,5	38,5	41,0	47,1	4,84	350
Nacht	46,6	36,6	38,4	66,7	5,01	320



**Messpunkt B3**

	Datum	Beginn	Dauer	L <sub>A,eq</sub> [dB]	Zuschläge [dB]	L <sub>r</sub> [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	24.08.00	08:52:54	0:09:06	39,9	0	39,9	0
Nacht	08.09.00	05:08:31	0:09:52	40,6	0	40,6	0

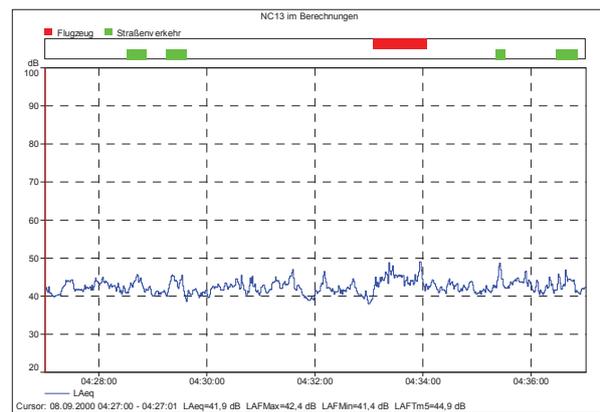
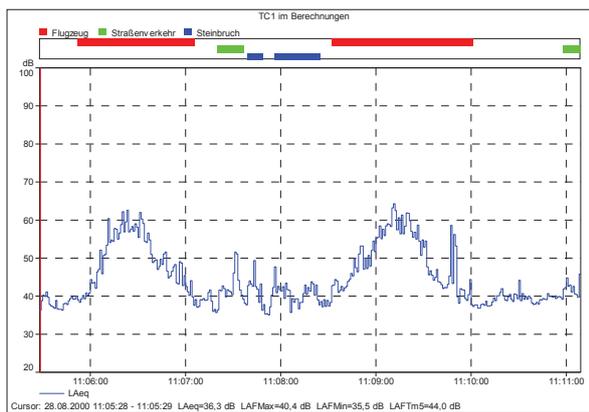
	L <sub>A,max</sub> [dB]	L <sub>A,min</sub> [dB]	L <sub>A,95</sub> [dB]	L <sub>A,1</sub> [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	49,3	36,4	38,6	62,3	1,47	120
Nacht	47,1	37,6	39,3	53,0	5,01	320



## Messpunkt C1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	28.08.00	11:05:28	0:05:16	39,0	0	39,0	0
Nacht	08.09.00	04:27:00	0:10:01	42,3	0	42,3	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	49,8	43,5	36,5	49,6	2,90	140
Nacht	47,8	37,5	40,7	48,2	4,50	320

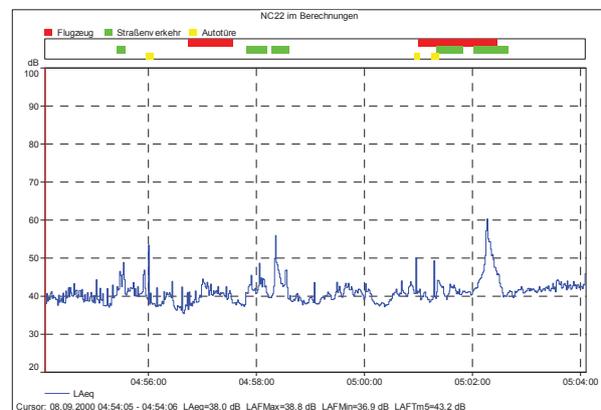
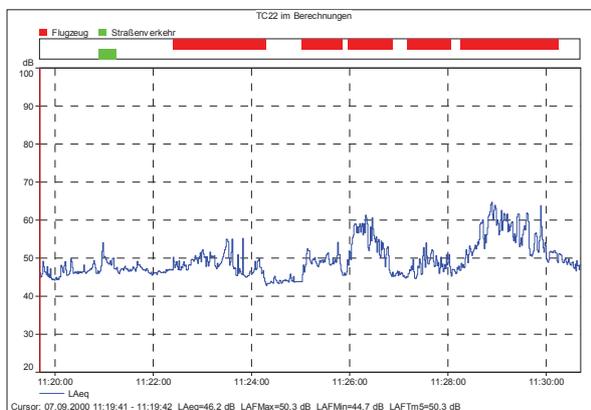


## Messpunkt C2

Bei dieser Messreihe stand der Messpunkt am Balkon des Mitarbeiters der Lafarge Perlmöser AG noch nicht zur Verfügung, deshalb wurde auf dem Feld neben dem Haus gemessen.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	07.09.00	11:19:41	0:11:01	46,6	0	46,6	0
Nacht	08.09.00	04:54:05	0:10:01	40,7	0	40,7	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	52,8	42,1	46,4	54,8	0,69	120
Nacht	50,5	35,0	37,5	54,0	4,96	320

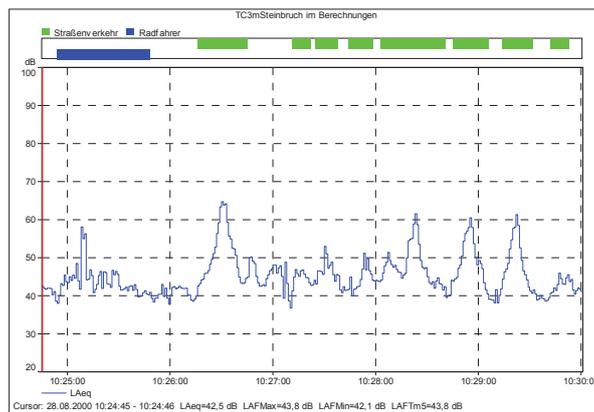


### Messpunkt C3

Aufgrund einer anderen Aufgabenstellung wurde an diesem Messpunkt keine Nachtmessung durchgeführt.

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	28.08.00	10:24:45	0:05:15	43,6	0	43,6	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	55,7	39,6	41,8	64,0	3,15	150



## Messpunkt D1

	Datum	Beginn	Dauer	$L_{A,eq}$ [dB]	Zuschläge [dB]	$L_r$ [dB]	Grenzwert- überschreitung [dB]
Tag	31.08.00	15:19:24	0:15:15	48,2	0	48,2	0
Nacht	06.09.00	22:45:25	0:05:18	40,5	0	40,5	0

	$L_{A,max}$ [dB]	$L_{A,min}$ [dB]	$L_{A,95}$ [dB]	$L_{A,1}$ [dB]	WiGe [m/s]	WiRi [°]
Tag	55,8	44,5	46,5	63,9	4,65	80
Nacht	53,7	37,5	39,7	53,5	1,73	130

