

## 5.4 Schallausbreitung

### 5.4.1 Tatsächliche Vorbelastung, Zusatzbelastung

Die Berechnung der Lärmimmissionen wurde nach A 2.3 der TA Lärm /2/ als detaillierte Prognose mit Terzspektren durchgeführt.

Für die Bodendämpfung wurde das Verfahren aus /4/, Punkt 7.3.2 verwendet.

Für die meteorologische Korrektur wurde von einer Gleichverteilung der Windrichtungen ausgegangen und der standortbezogene Korrekturfaktor für die Meteorologie mit  $C_0 = 2$  dB tagsüber und  $C_0 = 0$  dB nachts angesetzt, um die höhere Wahrscheinlichkeit von Inversionswetterlagen zur Nachtzeit zu berücksichtigen.

Zuschläge für Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit werden entsprechend den Rechenvorschriften (hier: Nr. 6.5 TA Lärm) automatisch vom Rechenprogramm /21/ vergeben.

### 5.4.2 Planerische Vorbelastung

Für die Berechnung der Vorbelastung wurde das Verfahren aus /5/ angewendet, welches ausschließlich die Pegelminderung aufgrund der Abstandsvergrößerung berücksichtigt. In den Planunterlagen evt. dargestellte Hindernisse auf dem Ausbreitungsweg werden dabei vom Rechenprogramm nicht berücksichtigt.

### 5.4.3 Verkehrslärm

Für die Verkehrslärberechnungen wurden die Ausbreitungsbedingungen entsprechend der jeweiligen Richtlinien (Schall03, RLS 90) angewandt wobei im Fall der RLS90 abweichend von der Richtlinie Reflexionen bis zur 3. Ordnung berücksichtigt wurden.

Die Berechnungen zur Schallausbreitung sind in der Anlage 4 dokumentiert.

## 6 Qualität und Sicherheit der Prognose

Qualität der Eingangsdaten und der Modellierung:

Der Unsicherheitsfaktor für die Prognose wird im Wesentlichen durch die Unsicherheit bei den Eingangsgrößen und bei der Schallausbreitung bestimmt:

- Unsicherheiten der Emission (Eingangsdaten)
- Unsicherheiten der Transmission (Ausbreitung und Berechnungsmodell)

Im vorliegenden Fall wurden die Eingangsdaten der Emission (Schalldruckpegel) aus aufgeführten Literaturangaben, vergleichbaren Projekten sowie eigenen Messungen unter Berücksichtigung der vorgesehenen Lärminderungsmaßnahmen abgeleitet.

Grundsätzlich wurden bei der Ermittlung der Schallemissionen konservative Ansätze im Hinblick einer oberen Abschätzung (worst case) berücksichtigt, z.B. Schalldruckpegel für die typisierende Vorbelastung, die nach dem derzeit praktizierten Stand der Lärminderungstechnik deutlich überschritten werden. Die Gesamtbelastung der untersuchten Geräusche, angegeben als A-bewertete Mittelungspegel an den Immissionsorten, sind daher „auf der sicheren Seite liegend“ berechnet.

Bei entsprechender baulicher Umsetzung der zugrundeliegenden Planung ist davon auszugehen, dass unter Berücksichtigung der o. g. Sicherheiten die hier herangezogenen Emissionskennwerte an der oberen Grenze der jeweiligen Vertrauensbereiche liegen.

Die Qualität der aus Literaturstudien, Herstellerangaben sowie früheren Untersuchungen übernommenen Daten lässt sich dabei nur schwer allgemein quantifizieren, da hierzu nicht in jedem Fall Daten vorliegen. Im Regelfall resultieren die schalltechnischen Daten jedoch aus einer Vielzahl von Emissions- und Immissionsmessungen, so dass die Genauigkeit der Daten mit wachsender Anzahl an Messdaten um den Faktor  $\sqrt{n}$  zunimmt.

Darüber hinaus wurden bei vergleichbaren Projekten immer wieder aus Emissionsmessungen mit anschließender Schallausbreitungsberechnung ermittelte Beurteilungspegel mit aus Immissionsmessungen ermittelten Beurteilungspegeln für ausgewählte Immissionsorte verglichen. Da diese Vergleiche eine gute Übereinstimmung ergaben, ist davon auszugehen, dass die Emissionsanteile und damit auch die Immissionsanteile der verschiedenen Anlagenteile mit vertretbar geringer Unsicherheit behaftet sind.

Statistische Sicherheit:

Die Gesamtstandardabweichung einer rechnerischen Immissionsprognose als statistisches Maß für die Qualität der Aussage lässt sich u. a. nach Veröffentlichungen des Landesumweltamtes Nordrheinwestfalen aus nachfolgenden Teilunsicherheiten ermitteln.

$$\sigma_{ges} = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_{prog}^2} \quad \text{mit} \quad \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Dabei ist:

$\sigma_{ges}$  Gesamtstandardabweichung

$\sigma_t$  Standardabweichung der Unsicherheit der Eingabedaten

$\sigma_{prog}$  Standardabweichung der Unsicherheit des schalltechnischen Ausbreitungs- bzw. Berechnungsmodells

$\sigma_P$  Standardabweichung der Unsicherheit durch Produktionsstreuungen bei der Herstellung von Anlagen/Bauteilen etc.

$\sigma_R$  Standardabweichung der Unsicherheit der Messverfahren zur Bestimmung der Emissionskennwerte

Die angegebenen Zusammenhänge gelten nur unter der Annahme normalverteilter Immissionspegel, die im Regelfall gerechtfertigt ist. Lage und Breite der Verteilungsfunktion wird dabei durch den ermittelten Beurteilungspegel  $L_r$  und  $\sigma_{ges}$  bestimmt.

Die Standardabweichung der Unsicherheit der Eingabedaten liegt häufig zwischen  $\sigma_t = 1,3$  dB für Messverfahren der Genauigkeitsklasse 1 und zwischen  $\sigma_t = 3,5$  dB für Messverfahren der Genauigkeitsklasse 2 und wird hier mit 2 dB angenommen, sofern in den zugrundeliegenden Quellen nicht anderes angegeben ist.

Hinsichtlich Schallausbreitungsrechnung werden in DIN ISO 9613-2 geschätzte Abweichungen als tatsächliche Schwankung der Immissionspegel bei näherungsweise freier Schallausbreitung angegeben. Daraus lassen sich die Standardabweichungen für  $\sigma_{prog}$  wie folgt ableiten:

Mittlere Höhe in m	Abstand	
	0 m – 100 m	100 m – 1000 m
0 m – 5 m	$\sigma_{prog} = 1,5 \text{ dB}$	$\sigma_{prog} = 1,5 \text{ dB}$
5 m – 30 m	$\sigma_{prog} = 0,5 \text{ dB}$	$\sigma_{prog} = 1,5 \text{ dB}$

Tabelle 33: Standardabweichung  $\sigma_{prog}$

Für typische Fälle lässt sich daraus eine Gesamtstandardabweichung  $\sigma_{ges}$  von etwa 2 dB ableiten. Da eine Bodendämpfung auch bei der Berechnung der Vorbelastung für die Kontingentierung nicht berücksichtigt wurde, ist davon auszugehen, dass die o. a. Standardabweichung minimiert werden kann.

In Fällen bei denen als Eingangsdaten lediglich Mittelwerte und keine oberen Grenzwerte bzw. Abschätzungen des Vertrauensbereiches herangezogen werden, lässt sich die Aussagesicherheit der Beurteilungspegel über die Gesamtstandardabweichung für maßgebliche Wahrscheinlichkeits-Quartile (Signifikanzniveau) angegeben. Für den Immissionsschutz ist dabei die obere Vertrauensgrenze  $L_0$ , unterhalb derer mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit alle auftretenden Immissions- bzw. Beurteilungspegel liegen, maßgeblich. So liegen für normalverteilte Größen alle Pegel mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % unterhalb:

$$L_0 = L_m + 1,28 \sigma_{ges} \text{ dB}$$

mit

$L_0$  obere Vertrauensgrenze des Beurteilungspegels

$L_m$  mittlerer Beurteilungspegel (als Prognose aus mittleren Emissionsdaten)

$\sigma_{ges}$  Gesamtstandardabweichung

Für den Fall, dass bereits emissionsseitig jeweils obere Abschätzungen im Sinne einer konservativen oder worst case-Betrachtung angesetzt werden, entspricht der so prognostizierte Beurteilungspegel direkt der oberen Vertrauensgrenze  $L_0$ . Ein weiterer Zuschlag gemäß dem o. a. Zusammenhang ist somit nicht mehr erforderlich.

Im vorliegenden Fall kann unter Berücksichtigung der o. a. konservativen Ansätze und Voraussetzungen überschlägig eine Prognosesicherheit von +0/-2 dB(A) abgeschätzt werden.

## 7 Nomenklatur

Pegel werden im vorliegenden Bericht in dB (Dezibel) angegeben. Entsprechend /19/ werden Frequenz- bzw. Zeitbewertungen der Pegel vorzugsweise im Index des jeweiligen Pegels angegeben (z. B.  $L_{AFTm,5}$ ). Die Schreibweise mit dB(A) wird soweit als möglich vermieden und nach Möglichkeit nur angewandt, wenn kein Formelzeichen angegeben ist, bzw. wenn dies in Richtlinien (z. B. TA Lärm) oder Quellen (z. B. Bay. Parkplatzlärmstudie) angegeben ist.

**8 Messungen**

Tag	Zeit
27.01.2015	14:15 Uhr bis 18:00 Uhr
12.11.2018	07:40 Uhr bis 10:10 Uhr
19.11.2018	12:20 Uhr bis 13:50 Uhr

**Tabelle 34: Zeitpunkte der Messungen**

Wetterlage:	Nicht relevant, Messung emissionsseitig
Windgeschwindigkeit:	Nicht relevant, Messung emissionsseitig
Windrichtung:	Nicht relevant, Messung emissionsseitig
Temperatur:	Nicht relevant, Messung emissionsseitig
Relative Luftfeuchtigkeit:	Nicht relevant, Messung emissionsseitig
Luftdruck:	Nicht relevant, Messung emissionsseitig

**Tabelle 35: Meteorologische Verhältnisse**

Schallpegelmesser:	Soundbook MK_4, amtlich geeicht (27.01.2015) Hersteller: Sinus Messtechnik Typ XL2 TA, SNo. A2A-04631-D2, FW3.11, amtlich geeicht (12.11.2018) Hersteller: NTI
Kalibrierquelle:	CAL 200, amtlich geeicht Hersteller: Larson Davis

**Tabelle 36: Verwendete Messgeräte**

Kalibrierdaten siehe **Anlage 3**.

Eichscheinie siehe **Anlage 6**.

Anlage 1: Pläne und Ergebnisse

Anlage 1.1: Beurteilungssituation ohne Abschirmungen

Anlage 1.2: Lagepläne Schallquellen







































