

Unterlage 5-6-1

# **Planfeststellungsverfahren**

**Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke  
und  
Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals  
NOK-Km 93,2 – 94,2**

Teil 1 Baulärm

**VORHABENTRÄGER:**

**WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT KIEL-HOLTENAU  
SCHLEUSENINSEL 2  
24159 KIEL-HOLTENAU**



**VERFASSTER:**

**LAIRM CONSULT GmbH**

**Stand: 26.03.2015**

## Kurze Erläuterung

In dieser Unterlage erfolgt die Beurteilung der Einwirkungen aus der Geräuschentwicklung im Rahmen der Baumaßnahmen auf den Menschen auf Grundlage der AVV Baulärm.

Die Unterlage gliedert sich wie folgt:

Erläuterungsbericht

Anlagen

- |    |                        |
|----|------------------------|
| A1 | Lagepläne              |
| A2 | Emissionen aus Baulärm |

---

# **Schalltechnische Untersuchung zum Planfeststellungsverfahren für den Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke und den Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals NOK-Km 93,2 – 94,2 Teil 1: Baulärm**

---

Projektnummer: 06107.04

26. März 2015

Im Auftrag von:  
Wasser- und Schifffahrtsamt  
Kiel-Holtenau  
Schleuseninsel 2  
24159 Kiel

Dieses Gutachten wurde im Rahmen des erteilten Auftrages für das oben genannte Projekt / Objekt erstellt und unterliegt dem Urheberrecht. Jede anderweitige Verwendung, Mitteilung oder Weitergabe an Dritte sowie die Bereitstellung im Internet – sei es vollständig oder auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Urhebers.



## Inhaltsverzeichnis

|      |                                      |    |
|------|--------------------------------------|----|
| 1.   | Anlass und Aufgabenstellung.....     | 2  |
| 2.   | Örtliche Situation .....             | 2  |
| 3.   | Beurteilungsgrundlagen .....         | 4  |
| 4.   | Baubeschreibung.....                 | 7  |
| 5.   | Emissionen .....                     | 8  |
| 6.   | Immissionen .....                    | 9  |
| 6.1. | Allgemeines .....                    | 9  |
| 6.2. | Beurteilungspegel .....              | 10 |
| 6.3. | Spitzenpegel.....                    | 40 |
| 6.4. | Wirkpegel .....                      | 40 |
| 6.5. | Plausibilitätsprüfung.....           | 40 |
| 6.6. | Lärmschutzmaßnahmen .....            | 41 |
| 6.7. | Qualität der Prognose .....          | 43 |
| 7.   | Zusammenfassung und Beurteilung..... | 44 |
| 8.   | Quellenverzeichnis .....             | 46 |
| 9.   | Anlagenverzeichnis.....              | I  |

## 1. Anlass und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Ausbaus der Oststrecke des Nord-Ostsee-Kanals ist ein Ersatzneubau der alten Levensauer Hochbrücke geplant. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens ist der Schutz der Nachbarschaft vor Baulärm nachzuweisen.

Die Beurteilung der Einwirkungen aus der Geräuscentwicklung auf den Menschen erfolgt auf Grundlage der AVV Baulärm.

## 2. Örtliche Situation

Die nächstgelegene Wohnnutzung befindet sich in folgenden Bereichen:

- Wohnbebauung auf der Südseite des Nord-Ostsee-Kanals in Kiel-Suchsdorf (Immissionsorte IO 1.1 bis IO 10, IO 12 bis IO 14 und IO 16 bis IO 17): Dieser Bereich ist gemäß den Bebauungsplänen Nr. 568, Nr. 676 und Nr. 318 der Landeshauptstadt Kiel als reines Wohngebiet (WR) festgesetzt (entspricht gemäß AVV Baulärm Gebieten, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind).
- Wohnbebauung südwestlich Rungholtplatz (Immissionsort IO 18) sowie teilweise an der Eckernförder Straße (Immissionsort IO 15) und am Sukoring (Immissionsort IO 11): Hier liegt gemäß den Bebauungsplänen Nr. 301 und Nr. 318 eine Nutzung als allgemeines Wohngebiet (WA) vor (entspricht Gebieten, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind).
- Einzelnes Gebäude am Stadtparkweg (östlich B76, Immissionsort IO 19): Hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit ist von einem Außenbereich bzw. einem Mischgebiet auszugehen (entspricht gemäß AVV Baulärm Gebieten mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind).
- Bebauung am nördlichen Kanalufer südwestlich des Baustellenbereichs im Bereich Levensau (Immissionsorte IO 20 und IO 21) sowie entlang der K24 (Kieler Weg): Hier liegt eine Bebauung im Außenbereich vor. Gemäß Flächennutzungsplan der Gemeinde Neuwittenbek ist eine Einstufung als Flächen für die Landwirtschaft vorhanden. Hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit ist von einem Außenbereich bzw. einem Mischgebiet auszugehen (entspricht gemäß AVV Baulärm Gebieten mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind).
- Bebauung östlich und nördlich der Baustelle im Bereich Gut Projensdorf und an der Straße Achtstückenberg (Immissionsorte IO 22 und IO 23): Gemäß Flächennutzungsplan der Gemeinde Altenholz liegt hier eine Ausweisung als Flächen für die Landwirtschaft vor. Hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit ist von einem Außenbereich bzw. einem Mischgebiet auszugehen (entspricht gemäß AVV Baulärm Gebieten mit gewerb-

lichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind).

- Weiter entfernte Bebauung nördlich der Baustelle im Bereich Rathmansdorfer Schleuse: Der südwestliche Bereich liegt im Flächennutzungsplan der Gemeinde Altenholz mit einer Ausweisung als Flächen für die Landwirtschaft. Hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit ist von einem Außenbereich bzw. einem Mischgebiet auszugehen (entspricht gemäß AVV Baulärm Gebieten mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind).
- Weiter entfernte Wohnbebauung in der Ortslage Altwittenbek: Hier liegt gemäß Flächennutzungsplan der Gemeinde Neuwittenbek eine Einstufung als Wohnbaufläche vor. Hinsichtlich der Schutzbedürftigkeit wird von einem allgemeinen Wohngebiet ausgegangen (entspricht gemäß AVV Baulärm Gebieten, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind).

Die genauen örtlichen Gegebenheiten sind den Plänen der Anlage A 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Immissionsorte

| Sp                                                                     | 1             | 2                       | 3        | 4                  | 5      |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|----------|--------------------|--------|
| Ze                                                                     | Immissionsort |                         |          |                    |        |
|                                                                        | Bezeichnung   | Adresse                 | Fassade  | Zahl der Geschosse | Gebiet |
| <i>Immissionsorte in Kiel-Suchsdorf südlich des Nord-Ostsee-Kanals</i> |               |                         |          |                    |        |
| 1                                                                      | IO 01.1       | Fehmarnwinkel 51        | Nordwest | 2                  | WR     |
| 2                                                                      | IO 01.2       | Fehmarnwinkel 51        | Nordost  | 2                  | WR     |
| 3                                                                      | IO 02         | Ostseestraße 120        | Nordwest | 1                  | WR     |
| 4                                                                      | IO 03         | Hiddenseer Weg 17       | Nordost  | 1                  | WR     |
| 5                                                                      | IO 04         | Hiddenseer Weg 26       | Nordost  | 2                  | WR     |
| 6                                                                      | IO 05.1       | Wippen 35               | Nordost  | 2                  | WR     |
| 7                                                                      | IO 05.2       | Wippen 35               | Nordwest | 2                  | WR     |
| 8                                                                      | IO 06         | Sukoring 55             | Nordost  | 2                  | WR     |
| 9                                                                      | IO 07.1       | Fehmarnwinkel 39        | Nordwest | 2                  | WR     |
| 10                                                                     | IO 07.2       | Fehmarnwinkel 39        | Nordost  | 2                  | WR     |
| 11                                                                     | IO 08         | Ostseestraße 95         | Nordost  | 2                  | WR     |
| 12                                                                     | IO 09         | Hiddenseer Weg 82       | Nordost  | 2                  | WR     |
| 13                                                                     | IO 10         | Dieksredder 29          | Nordost  | 2                  | WR     |
| 14                                                                     | IO 11         | Sukoring 36             | Nord     | 3                  | WA     |
| 15                                                                     | IO 12         | Fehmarnwinkel 23        | Nordost  | 2                  | WR     |
| 16                                                                     | IO 13         | Ostseestraße 11         | Nordost  | 2                  | WR     |
| 17                                                                     | IO 14         | Rungholtplatz 4         | Nord     | 4                  | WR     |
| 18                                                                     | IO 15         | Eckernförder Straße 452 | Nordost  | 2                  | WA     |
| 19                                                                     | IO 16         | Alte Chaussee 7         | Nordost  | 3                  | WR     |
| 20                                                                     | IO 17         | Pellwormer Weg 7        | Nordost  | 3                  | WR     |
| 21                                                                     | IO 18         | Rungholtplatz 1         | Nordost  | 6                  | WA     |
| 22                                                                     | IO 19.1       | Stadtparkweg 40         | Südost   | 3                  | MI     |
| 23                                                                     | IO 19.2       | Stadtparkweg 40         | Südwest  | 2                  | MI     |
| <i>Immissionsorte nördlich des Nord-Ostsee-Kanals</i>                  |               |                         |          |                    |        |
| 24                                                                     | IO 20         | Levensau, Am Kanal 3    | Südwest  | 2                  | MI     |
| 25                                                                     | IO 21         | Levensau 1, an K24      | Südwest  | 2                  | MI     |
| 26                                                                     | IO 22         | Achtstückenberg / West  | Nordost  | 2                  | MI     |
| 27                                                                     | IO 23         | Achtstückenberg / Ost   | Nordost  | 2                  | MI     |

### 3. Beurteilungsgrundlagen

Die Beurteilung von Geräuschimmissionen aus Baulärm hat nach der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm (AVV Baulärm [2]) von 1970 zu erfolgen, die gemäß § 66, Absatz 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG, [1]) „bis zum Inkrafttreten von entsprechenden allgemeinen Verwaltungsvorschriften nach diesem Gesetz“ fortgilt. Die AVV Baulärm definiert unter Nummer 3.1.1 die in Tabelle 2 aufgeführten Immissionsrichtwerte.

Tabelle 2: Immissionsrichtwerte gemäß AVV Baulärm [2]

| Bauliche Nutzung                                                                                                                                                                                                  | Immissionsrichtwerte                   |                         |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                   | Tag <sup>a)</sup><br>(7 bis 20<br>Uhr) | Nacht<br>(20 bis 7 Uhr) |                             |
|                                                                                                                                                                                                                   | Beurteilungspegel                      | Beurteilungspegel       | kurzzeitige Geräuschspitzen |
|                                                                                                                                                                                                                   | dB(A)                                  |                         |                             |
| Gebiete, in denen nur gewerbliche oder industrielle Anlagen und Wohnungen für Inhaber und Leiter der Betriebe sowie für Aufsichts- und Bereitschaftspersonal untergebracht sind (vergleichbar GI gemäß §9 BauNVO) | 70                                     | 70                      | 90                          |
| Gebiete, in denen vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind (vergleichbar GE gemäß §8 BauNVO)                                                                                                             | 65                                     | 50                      | 70                          |
| Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleichbar MD und MI gemäß §5 und §6 BauNVO)                        | 60                                     | 45                      | 65                          |
| Gebiete, in denen vorwiegend Wohnungen untergebracht sind (vergleichbar WA gemäß §4 BauNVO)                                                                                                                       | 55                                     | 40                      | 60                          |
| Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind (vergleichbar WR gemäß §3 BauNVO)                                                                                                                   | 50                                     | 35                      | 55                          |
| Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten                                                                                                                                                                     | 45                                     | 35                      | 55                          |
| <sup>a)</sup> Richtwerte für kurzzeitige Geräuschspitzen am Tage sieht die AVV Baulärm nicht vor.                                                                                                                 |                                        |                         |                             |



Bei der Ermittlung des Beurteilungspegels durch Messungen sind die Maßgaben nach Nummer 6 der AVV Baulärm zu berücksichtigen. Im Einzelnen gilt:

- Ort der Messung (Nummer 6.3):

„Wirkt das von der Baustelle ausgehende Geräusch auf ein zum Aufenthalt von Menschen bestimmtes Gebäude ein, so ist der Schallpegel 0,5 m vor dem geöffneten, von dem Geräusch am stärksten betroffenen Fenster zu messen. In anderen Fällen ist der Schallpegel in mindestens 1,20 m Höhe über dem Erdboden und in mindestens 3 m Abstand von reflektierenden Wänden zu messen.“

- Messwerte (Nummer 6.5):

„Als Messwert gilt jeweils der aus der höchsten Anzeige des Schallpegelmessers während einer Beobachtungsdauer von 5 Sekunden (Messtakt) ermittelte Wert. Messwerte sind in dB(A) anzugeben. Die Zahlenwerte sind auf ganze dB(A) zu runden.“

- Zuschlag für Tonhaltigkeit (Nummer 6.6.3):

„Wenn in dem Geräusch deutlich hörbare Töne hervortreten (z. B. Singen, Heulen, Pfeifen, Kreischen), ist dem mittleren Pegel ... ein Zuschlag bis zu 5 dB(A) hinzuzufügen.“

- Zeitkorrektur für die Betriebsdauer der Baumaschinen (Nummer 6.7):

„Zur Ermittlung des Beurteilungspegels ist von dem Wirkpegel unter Berücksichtigung der durchschnittlichen täglichen Betriebsdauer der Baumaschinen die in der letzten Spalte der folgenden Tabelle angegebene Zeitkorrektur abzuziehen.

Tabelle : Zeitkorrekturen gemäß AVV Baulärm

| durchschnittliche tägliche Betriebsdauer in der Zeit von |                  | Zeitkorrektur |
|----------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| 7 Uhr bis 20 Uhr                                         | 20 Uhr bis 7 Uhr |               |
| bis 2½ h                                                 | bis 2 h          | 10 dB(A)      |
| über 2½ h bis 8 h                                        | über 2 h bis 6 h | 5 dB(A)       |
| über 8 h                                                 | über 6 h         | 0 dB(A)       |

Soweit nicht das Gesamtgeräusch der Baumaschinen, sondern das Geräusch einzelner Baumaschinen gemessen wird, sind die einzelnen Beurteilungspegel zu einem Gesamtbeurteilungspegel ... zusammenzufassen.“

Die AVV Baulärm enthält als allgemeine Verwaltungsvorschrift Bestimmungen über Richtwerte für die von Baumaschinen auf Baustellen hervorgerufenen Geräuschemissionen, das Messverfahren und über Maßnahmen, die von den zuständigen Behörden bei Überschreiten der Immissionsrichtwerte angeordnet werden sollen. Ein Verfahren zur rechnerischen Prognose von Baulärmimmissionen sieht die AVV Baulärm mithin nicht vor,

so dass auf das im Anhang 2 der TA Lärm [3] beschriebene Verfahren zurückgegriffen wird.

Nummer 4.1 der AVV Baulärm definiert Maßnahmen zur Minderung der Geräusche für den Fall, dass der Beurteilungspegel den im jeweiligen Einwirkungsbereich gültigen Immissionsrichtwert um mehr als 5 dB(A) überschreitet. Insbesondere kommen demnach in Betracht:

1. Maßnahmen bei der Einrichtung der Baustelle,
2. Maßnahmen an den Baumaschinen,
3. die Verwendung geräuscharmer Baumaschinen,
4. die Anwendung geräuscharmer Bauverfahren,
5. die Beschränkung der Betriebszeit lautstarker Baumaschinen.

Weiter wird ausgeführt: „Von Maßnahmen zur Lärminderung kann abgesehen werden, soweit durch den Betrieb von Baumaschinen infolge nicht nur gelegentlich einwirkender Fremdgeräusche keine zusätzlichen Gefahren, Nachteile oder Belästigungen eintreten.“

Nach Nummer 4.3 der AVV Baulärm müssen Baumaschinen dem Stand der Technik entsprechen (vgl. dazu auch § 3, Absatz 6 BImSchG). Diese Anforderung gilt im Sinne der AVV Baulärm als erfüllt, wenn die Geräuschemissionen der Baumaschinen denen „fortschrittliche(r) Maschinen derselben Bauart und vergleichbarer Leistung, die sich im Betrieb bewährt haben,“ entsprechen bzw. wenn die für bestimmte Kategorien von Geräten gültigen Emissionskennwerte eingehalten sind.

Die Stilllegung von Baumaschinen aus Gründen des Schallschutzes kommt nach Nummer 5 der AVV Baulärm grundsätzlich „nur als äußerstes Mittel in Betracht, um die Allgemeinheit vor Gefahren, erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen durch Baulärm zu schützen.“ Nach Nummer 5.2.1 soll die Stilllegung von Baumaschinen angeordnet werden, wenn

1. weniger einschneidende Maßnahmen nicht ausreichen, um eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte zu verhindern und
2. die Stilllegung im Einzelfall zum Schutz der Allgemeinheit, jedoch unter Berücksichtigung des Bauvorhabens, dringend erforderlich ist.

Von der Stilllegung der Baumaschinen kann trotz Überschreitung der Immissionsrichtwerte abgesehen werden (Nummer 5.2.2), wenn die Bauarbeiten

1. zur Verhütung oder Beseitigung eines Notstandes oder zur Abwehr sonstiger Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung oder
2. im öffentlichen Interesse dringend erforderlich sind

und die Bauarbeiten ohne die Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt werden können.

## 4. Baubeschreibung

Bei der Ermittlung der Lastfälle für die Beurteilung des Baulärms wurden vorläufige Bauzeiten- und Geräteeinsatzpläne von dem Vorhabenträger zur Verfügung gestellt. Den vorliegenden Unterlagen entsprechend wurden aufgrund der langen Bauzeit für die Beurteilung insgesamt 153 Lastfälle abgeleitet, die die lärmtechnisch relevanten Bauphasen und deren Überschneidungen umfassen.

Der Brückenbau und die damit direkt verbundenen Baumaßnahmen umfassen etwa 184 Wochen (113 Lastfälle). Zur Realisierung der Maßnahme ist somit eine Bauzeit von etwa 3,5 Jahren beginnend ab Mitte 2016 vorgesehen. Daran anschließend ist in diesem Bereich der etwa zweijährige Kanalausbau geplant (insgesamt etwa 111 Wochen, 40 Lastfälle). Die einzelnen Lastfälle wurden anhand des jeweiligen Geräteeinsatzes und der sich überschneidenden parallel stattfindenden Arbeiten abgeleitet. Die Dauer der einzelnen Lastfälle beträgt für etwa 60% der Lastfälle eine Woche, für etwa 30% etwa zwei bis drei Wochen und nur für 10% etwa 4 Wochen und mehr (bis zu 12 Wochen in zwei Lastfällen).

Weitere nicht betrachtete Bauarbeiten sind von untergeordneter Bedeutung, entweder da sie zu geringeren Lärmimmissionen führen oder zeitlich von kurzer Dauer sind. Insbesondere werden Bauphasen mit kurzer Dauer von ein bis zwei Tagen nicht einbezogen.

Im Folgenden wird für den Brückenbau davon ausgegangen, dass sich die lärmintensiven Arbeiten überwiegend auf die Tageszeit gemäß AVV Baulärm beschränken (7:00 bis 20:00 Uhr). Lediglich während der Sperrzeiten der Straße und der Schienenstrecke sind auch Arbeiten im Nachtabschnitt (20:00 bis 7:00 Uhr) erforderlich, um die Sperrzeiten auf das erforderliche Mindestmaß zu beschränken.

Für den Kanalausbau wird eine tägliche Arbeitszeit in zwei Schichten zwischen 6:00 und 22:00 Uhr zugrunde gelegt, so dass drei Stunden in den Nachtzeitraum gemäß AVV Baulärm fallen.

Im Hinblick auf die Verbringung werden derzeit zwei Alternativen jeweils auf der Nordseite des Nord-Ostsee-Kanals in Erwägung gezogen, wobei beide Verbringungsflächen als alternative Lastfälle betrachtet werden:

- Ablagerungsfläche B76 I (nördlich der Baustelle, nordöstlich der B76): Lastfälle 127, 129, 131 und 144;
- Ablagerungsfläche B76 II (nordwestlich der Baustelle, südlich der B76, östlich Kieler Weg (K24) und nördlich des Eisenbahndamms): Lastfälle 128, 130, 132 und 145.

Eine Darstellung der Lastfälle kann der Anlage A 2.4 entnommen werden.

## 5. Emissionen

Die maßgeblichen Emissionsquellen sind im Wesentlichen gegeben durch:

- Einsatz von Anker- und Drehbohrgeräten;
- Einsatz eines Kettenbaggers mit Ramme (Hydraulikschlagramme) zur Einbringung von Spundwänden und Dalben;
- Einsatz von Hydraulikbaggern, Seilbaggern und Kränen (Mobilkräne, Turmdrehkran);
- Einsatz von Erdbewegungs- und Planiergeräten (LKW, Radlader, Dumper, Walzen, Planiertrappen, Grader, Plattenrüttler);
- Rodungsarbeiten (Kettensägen, Rodungsfräse, Holzschredder);
- Abbrucharbeiten (Kaltfräse, Stemmhammer, Presslufthammer, Hydraulikhammer, Abbruchzange);
- Betonierarbeiten (Fahrbetonmischer, Betonpumpen);
- Maschinen zum Gleisbau (Arbeitszug, Schotterpflug, Schotterpflug, handgeführte Stopfgeräte);
- Maschinen zum Straßenbau (Straßenfertiger);
- Materialtransporte (LKW, Tieflader, Sattelschlepper etc.);
- weitere Baugeräte (Tischkreissäge, Seilsäge, Schleifgerät, Trennschleifer, Brennschneidgeräte, Schweißgeräte, Bohrmaschine, Handbohrgerät, Hydraulikaggregat);
- Hafen-/Seeschlepper, Schuten.

Alle weiteren Quellen sind gegenüber den oben genannten nicht pegelbestimmend und werden daher vernachlässigt.

Hinsichtlich der Geräuschemissionen der Baugeräte werden Literaturwerte [6]-[14], Erfahrungswerte und Herstellerangaben zugrunde gelegt.

Für das Großdrehbohrgerät wurden die Geräuschemissionen im Rahmen einer aktuellen Schallpegelmessung auf der Südseite der Kieler Schleusen ermittelt (2014). Die maßgebenden Geräusche wurden durch das Dieselaggregat und durch den Bohrvorgang erzeugt. Etwa alle 10 Minuten wurde der Bohrer aus dem Bohrloch entnommen und auf einem LKW ausgekippt. Danach wurde der offene Schneidkopf gerüttelt, damit Bodenreste abfallen und der Bohrer wieder hinreichend sauber war. Dabei traten kurzzeitig deutliche Spitzenpegel auf. Nachdem ein Bohrpfahl weitgehend eingebracht wurde, wurde der Anschlusspfahl aufgesetzt und verschraubt. Auch dieser Arbeitsvorgang ist in den Messungen enthalten.

Für den Einsatz der meisten Baugeräte wird eine durchgehende Einsatzzeit von 13 Stunden tags bzw. bei Nachtbetrieb von 11 Stunden zugrunde gelegt. Lediglich für den Einsatz

der Kreissägen ist von etwa 3 Stunden und den Einsatz der Trennschleifer teilweise von 5 Stunden auszugehen.

Für den Einsatz von Hydraulikrüttlern oder Schlagrammen wird eine effektive Einsatzzeit von 8 Stunden tags eingerechnet, da erfahrungsgemäß ein Teil der Arbeitszeit für Makel- und Umsetzarbeiten benötigt wird.

Die LKW-Verkehre, Rangierfahrten und Ladetätigkeiten auf den Bauflächen werden durch pauschale Zyklen für die Arbeitsvorgänge berücksichtigt. Dabei wird zwischen Bodenbewegungen durch LKW und Muldenkipper/Dumper, Betonfahrmischer und sonstigen Anlieferungen und Abfahren durch Sattelzüge und Tieflader unterschieden. Insgesamt werden für einen kompletten LKW-Zyklus jeweils 20 Minuten je LKW angesetzt. Diese Einwirkzeit wird bei der Ermittlung der Gesamteinwirkzeit durch die jeweils prognostizierte tägliche LKW-Anzahl zugrunde gelegt. Bei 3 LKW pro Stunde, d.h. 39 LKW während des Tagesabschnittes von 13 Stunden wäre somit im Mittel ein LKW dauerhaft auf dem jeweiligen Baufeld tätig. Sofern mehr als 39 LKW tags oder 33 LKW nachts zu erwarten sind, wurde die mittlere Anzahl der LKW entsprechend erhöht.

Die LKW-Fahrten auf den Baustraßen während des Brückenbaus sind demgegenüber von untergeordneter Bedeutung, da die Fahrzeiten kurz sind und sich daher nur kurze Einwirkzeiten ergeben. Gegenüber den anderen Quellen, insbesondere auch des Baugeräteeinsatzes, tragen diese Geräusche nicht maßgebend zum Gesamtbeurteilungspegel bei, so dass auf eine detaillierte Betrachtung verzichtet wird. Für den Kanalausbau sind jedoch LKW-Fahrten zur Verbringungsfläche in nicht unerheblichem Umfang zu erwarten, so dass die Fahrten entsprechend eingerechnet wurden.

Eine Zusammenfassung der Basisschalleistungspegel ist in Anhang A 2.1 zu finden, eine Zusammenfassung der in Ansatz gebrachten Schalleistungsbeurteilungspegel in Anhang A 2.3.

Die Lage der Quellen kann den Lageplänen der Anlagen A 1.2 bis A 1.3 entnommen werden.

## **6. Immissionen**

### **6.1. Allgemeines**

Die AVV Baulärm ist eine reine Messvorschrift, ein detailliertes Berechnungsverfahren zur Schallausbreitungsrechnung ist nicht enthalten. Dementsprechend werden in Schallimmissionsprognosen in der Regel Rechenverfahren angewendet, die dem Stand der Technik entsprechen. Im vorliegenden Fall wurde die Berechnung der Schallausbreitung mit dem EDV-Programm Cadna/A [16] auf Grundlage der DIN ISO 9613, Teil 2 [4] durchgeführt. Die DIN ISO 9613, Teil 2 stellt das Standardverfahren für eine Beurteilung von gewerblichen Anlagen gemäß der aktuellen Fassung der TA Lärm [3] dar.

Die vorhandenen Geländehöhen wurden eingearbeitet, so dass mit einem dreidimensionalen Geländemodell gerechnet wurde. In Suchsdorf wurden die vorhandenen Gebäude im Modell abgebildet, so dass auch Abschirmungen und Reflexionen bei der Schallausbreitungsberechnung berücksichtigt wurden.

Die Berechnung der Dämpfungsterme erfolgte gemäß DIN ISO 9613-2 [4] unter Verwendung von Oktavspektren. Da es sich bei den Baulärmquellen überwiegend um Geräusche mit tieffrequenten Anteilen handelt, wurde das Spektrum Nr. 2 der DIN EN 717-1 [5] zugrunde gelegt.

Bei der Schallausbreitung über Wasser ist die DIN ISO 9613-2 nur bedingt anzuwenden. Um die Schallausbreitung über Wasser jedoch näherungsweise abzubilden, wurde bei der Berechnung der Bodendämpfung für die Wasserfläche von einer schallharten, d.h. reflektierenden Oberfläche ausgegangen (Bodenabsorption  $G = 0$ ). Der bebaute Bereich in Kiel-Suchsdorf südöstlich des Nord-Ostsee-Kanals südwestlich des Damms zur Levensauer Hochbrücke zeichnet sich dagegen durch eine Mischung aus bebauten Flächen, Straßen und Grünflächen bzw. Gärten aus. Im Mittel wurde daher ein Anteil an porösem Boden von 50 % zugrunde gelegt. Für das restliche Untersuchungsgebiet auf dem Nordufer des Nord-Ostsee-Kanals sowie nordöstlich der Levensauer Hochbrücken wurde ein Anteil an porösem Boden von 80 % gewählt, da hier überwiegend unbefestigte Flächen vorliegen.

Gemäß DIN ISO 9613-2 kann bei der Berechnung des Langzeitmittelungspegels eine meteorologische Korrektur  $C_{\text{met}}$  in Ansatz gebracht werden, die die konkreten Windrichtungsverteilung im Jahresmittel im Untersuchungsgebiet berücksichtigt. Bei einer Beurteilung von (gewerblichen) Anlagen gemäß TA Lärm wäre diese grundsätzlich in Ansatz zu bringen. Die AVV Baulärm aus 1970 enthält hierzu keine Aussagen. Da Baustellen in der Regel nur temporär zu Lärmbelastigungen führen, ist eine meteorologische Korrektur auf Basis eines repräsentativen Jahresmittels daher nicht sinnvoll. Im vorliegenden Fall einer mehrjährigen Bauzeit sind jedoch durchaus Einflüsse der Windrichtungen zu erwarten. Dies stellt insbesondere für die weiter entfernten Immissionsorte realistischere Ergebnisse dar. Daher wurden die Beurteilungspegel ergänzend auch unter Berücksichtigung einer repräsentativen Windrichtungsverteilung berechnet (Standort Kiel-Holtenau, vgl. Anlage A 2.2).

Die in die Modellrechnung eingehenden örtlichen Gegebenheiten sowie die Lage der Lärmquellen und Immissionsorte sind aus den Plänen der Anlage A 1 ersichtlich.

## 6.2. Beurteilungspegel

Die für die untersuchten Lastfälle berechneten Beurteilungspegel wurden in schematischen Diagrammen für jeden Immissionsort tags und nachts gesondert grafisch dargestellt. Diese finden sich in den Abbildungen 1 bis 27 für den Tagesabschnitt bzw. in den Abbildungen 28 bis 54 für den Nachtabschnitt.

Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- **Tagesabschnitt (7:00 bis 20:00 Uhr):** Die höchsten Belastungen über die gesamte Bauphase sind im unmittelbaren Nahbereich am Kanal zu erwarten. Am nächstgelegenen Gebäude (Immissionsorte IO 1.1 und IO 1.2) sind Beurteilungspegel von bis zu etwa 68 dB(A) nicht auszuschließen. Bei Einsatz einer Hydraulikschlagramme sind Beurteilungspegel von bis zu etwa 74 dB(A) temporär zu erwarten. Der Immissionsrichtwert von 50 dB(A) tags wird deutlich überschritten.

Für die weitere Bebauung direkt am Fuß des Straßendamms (Immissionsorte IO 2 bis IO 6) sind teilweise Beurteilungspegel größer 50 dB(A) zu erwarten. Teilweise betragen die Überschreitungen des Immissionsrichtwertes von 50 dB(A) auch mehr als 5 dB(A). In einzelnen Bauphasen beim Straßen- und Gleisbau sind aufgrund der kurzen Abstände an den nächstgelegenen Gebäuden auch Beurteilungspegel von 65 dB(A) bis zu 75 dB(A) nicht auszuschließen.

In einer Entfernung von etwa 200 m zur Baustelle bzw. zum Straßendamm (Immissionsorte IO 7.1 und IO 7.2) wird der Immissionsrichtwert von 50 dB(A) ebenfalls überwiegend überschritten. Bei Rammarbeiten mit einer Schlagramme sind Beurteilungspegel von bis zu 77 dB(A) kurzzeitig nicht auszuschließen. Mit zunehmender Entfernung vom Kanalufer nehmen die Beurteilungspegel ab, so dass sich noch teilweise auftretende Richtwertüberschreitungen mit einigen wenigen Ausnahmen auf 5 dB(A) beschränken (Immissionsorte IO 8 bis IO 10). In dem als allgemeines Wohngebiet ausgewiesenen Bereich am Sukoring (Immissionsort IO 11) wird der Immissionsrichtwert von 55 dB(A) mit Ausnahme eines Lastfalls eingehalten.

Auch für die Bebauung in etwa 400 m Abstand zur Baustelle sind in Kanalnähe (Immissionsort IO 12) Überschreitungen des Immissionsrichtwertes von 50 dB(A) zu erwarten. Überschreitungen um mehr als 5 dB(A) sind jedoch nur für einige Lastfälle nicht auszuschließen, insbesondere beim Einsatz einer Schlagramme.

In größerem Abstand zum Kanal und zur Baustelle (Immissionsorte IO 13 bis IO 18) wird der Immissionsrichtwert von 50 dB(A) im reinen Wohngebiet überwiegend eingehalten, verbleibende Überschreitungen liegen überwiegend im Bereich von 5 dB(A). In den als allgemeines Wohngebiet ausgewiesenen Bereichen wird der Immissionsrichtwert von 55 dB(A) eingehalten.

An dem nordöstlich der B76 gelegenen Wohngebäude im Außenbereich (Immissionsorte IO 19.1 und IO 19.2) wird der Immissionsrichtwert von 60 dB(A) eingehalten.

Im Bereich der nächstgelegenen Wohnbebauung auf dem Nordufer des Nord-Ostsee-Kanals wird der Immissionsrichtwert von 60 dB(A) tags überwiegend eingehalten. Lediglich in Kanalnähe im Bereich Levensau (Immissionsort IO 20) sind Richtwertüberschreitungen um etwa 3 dB(A) in einigen wenigen Lastfällen nicht auszuschließen. Bei Einsatz einer Schlagramme ist an diesem Immissionsort kurzzeitig auch mit Beurteilungspegeln von bis zu etwa 68 dB(A) zu rechnen.

- **Nachtabschnitt (22:00 bis 7:00 Uhr):** Die höchsten Belastungen über die gesamte Bauphase sind auch im Nachtabschnitt im unmittelbaren Nahbereich am Kanal zu erwarten. Am nächstgelegenen Gebäude (Immissionsorte IO 1.1 und IO 1.2) ergeben sich Beurteilungspegel zwischen etwa 40 dB(A) und etwa 70 dB(A) nachts. Der Immissionsrichtwert von 35 dB(A) nachts wird deutlich überschritten.

Am Fuß des Straßendamms (Immissionsorte IO 2 bis IO 6) ist überwiegend mit Beurteilungspegeln zwischen etwa 45 dB(A) und 55 dB(A) zu rechnen. Bei einzelnen kurzzeitigen lärmintensiven Bauphasen (Straßen- und Gleisbauarbeiten) sind auch höhere Beurteilungspegel von bis zu etwa 71 dB(A) nicht auszuschließen.

In einer Entfernung von etwa 200 m zur Baustelle bzw. zum Straßendamm (Immissionsorte IO 7.1 bis IO 11) wird der Immissionsrichtwert von 35 dB(A) ebenfalls deutlich, d.h. um mehr als 5 dB(A) überschritten, wenn Nachtarbeiten stattfinden. Mit zunehmender Entfernung vom Kanalufer nehmen die Beurteilungspegel ab. In dem als allgemeines Wohngebiet ausgewiesenen Bereich am Sukoring (Immissionsort IO 11) wird der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) ebenfalls überwiegend überschritten, für einige wenige Lastfälle auch um mehr als 5 dB(A).

Für die Bebauung in etwa 400 m Abstand zur Baustelle sind in Kanalnähe (Immissionsort IO 12) Überschreitungen des Immissionsrichtwertes von 35 dB(A) zu erwarten, wenn Nachtarbeiten stattfinden. Die Überschreitungen betragen mehr als 5 dB(A).

In größerem Abstand zum Kanal und zur Baustelle (Immissionsorte IO 13 bis IO 18) wird der Immissionsrichtwert von 35 dB(A) im reinen Wohngebiet ebenfalls noch überschritten, überwiegend um mehr als 5 dB(A). In den als allgemeines Wohngebiet ausgewiesenen Bereichen wird der Immissionsrichtwert von 40 dB(A) teilweise überschritten, wobei die Überschreitungen nur in wenigen Lastfällen mehr als 5 dB(A) betragen.

Östlich der B76 sind an dem vorhandenen Wohngebäude (Immissionsorte IO 19.1 und IO 19.2) nur in einem Lastfall Überschreitungen des Immissionsrichtwertes von 45 dB(A) um bis zu 14 dB(A) zu erwarten.

Im Bereich der nächstgelegenen Wohnbebauung auf dem Nordufer des Nord-Ostsee-Kanals wird der Immissionsrichtwert von 45 dB(A) nachts teilweise überschritten. Auch Überschreitungen größer 5 dB(A) sind für einige wenige Lastfälle nicht auszuschließen.



Abbildung 1: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 01.1

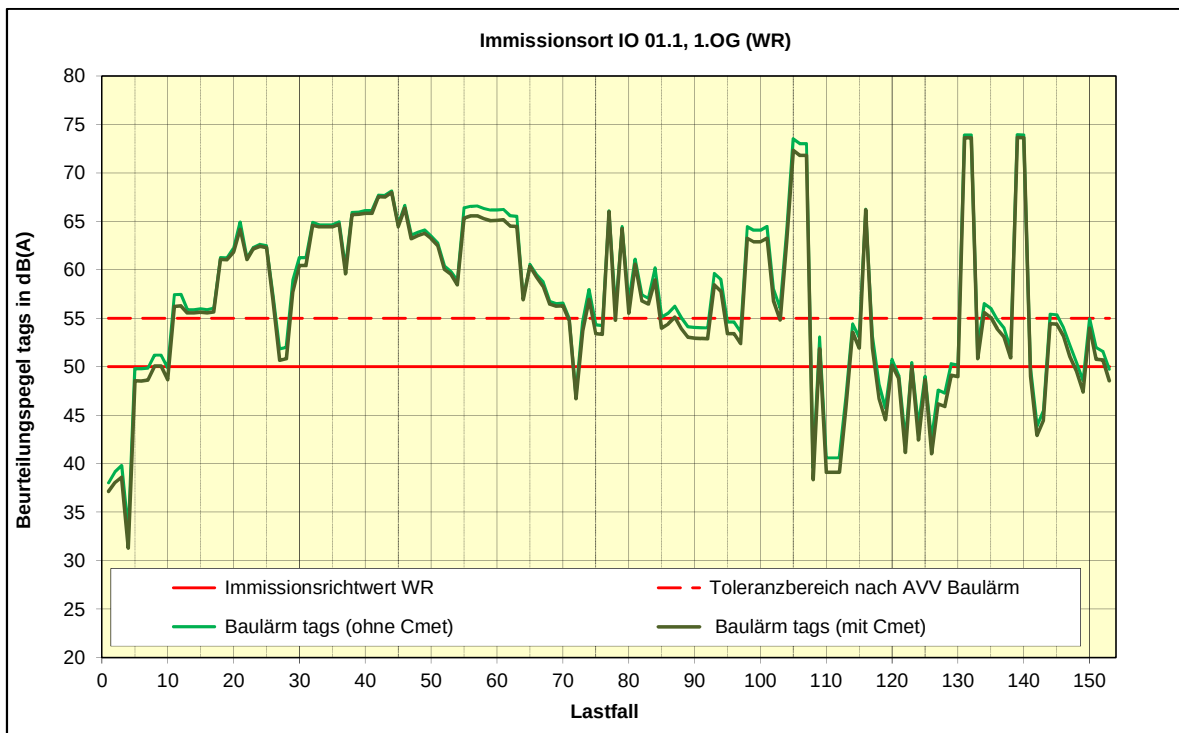


Abbildung 2: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 01.2

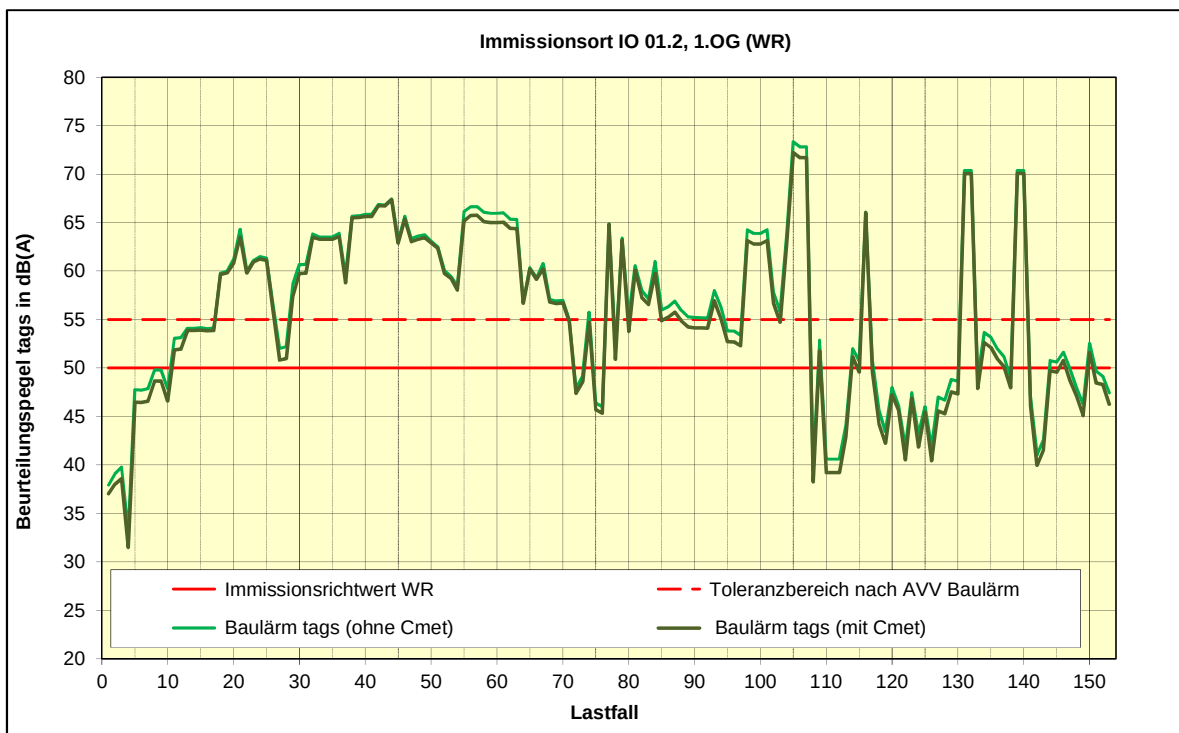


Abbildung 3: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 02

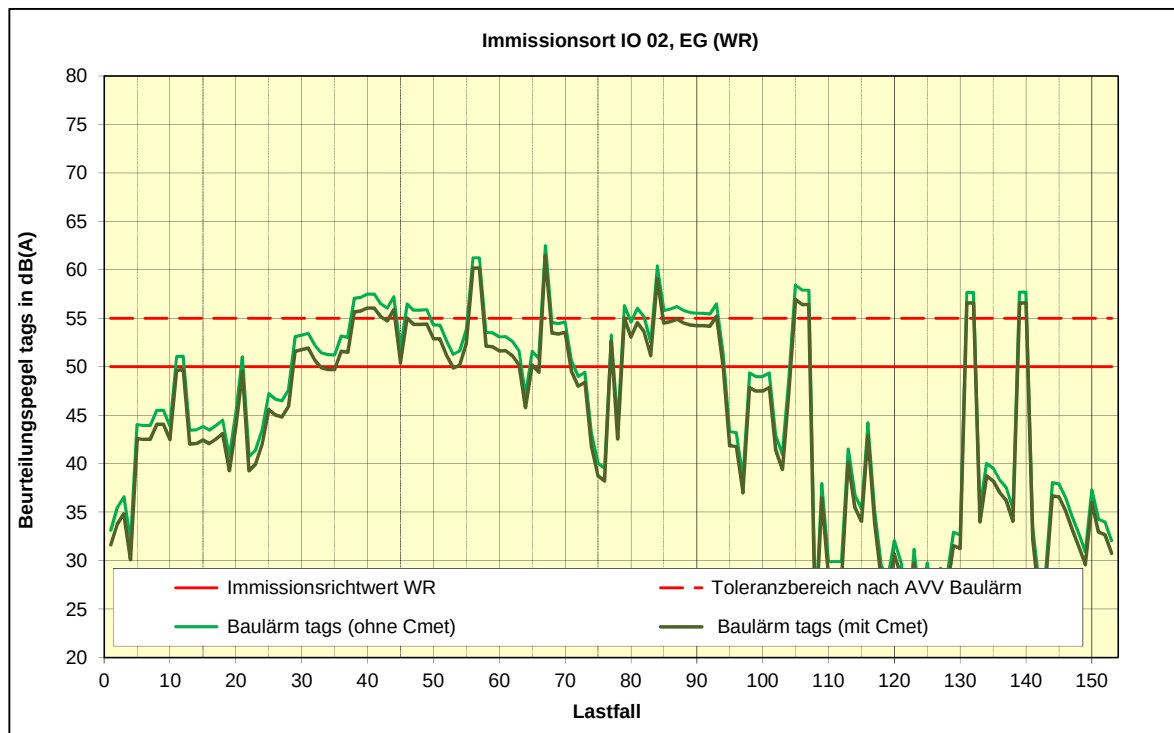


Abbildung 4: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 03

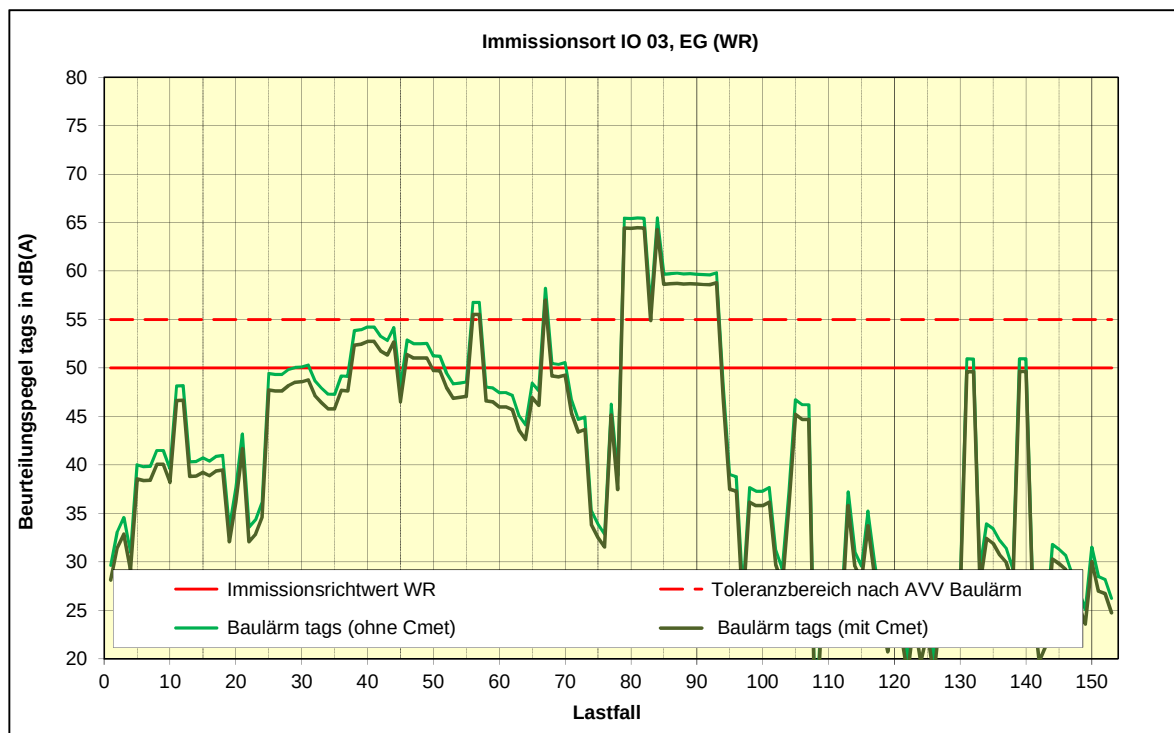


Abbildung 5: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 04

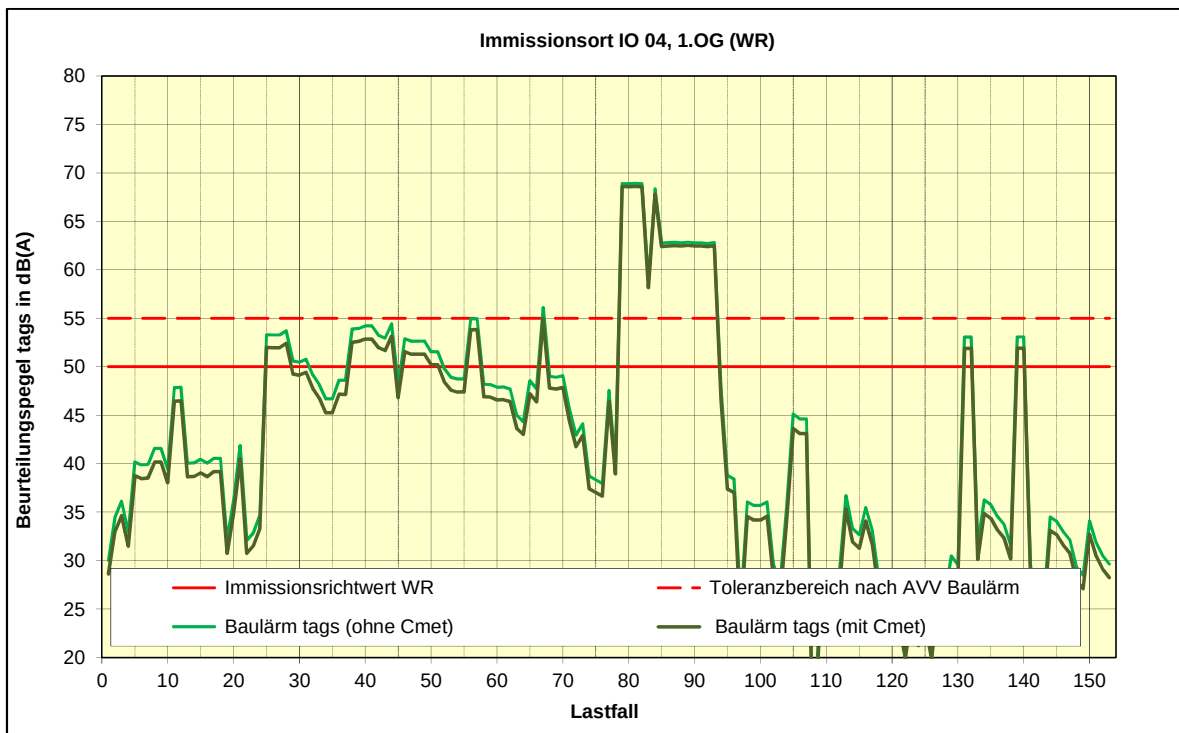


Abbildung 6: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 05.1

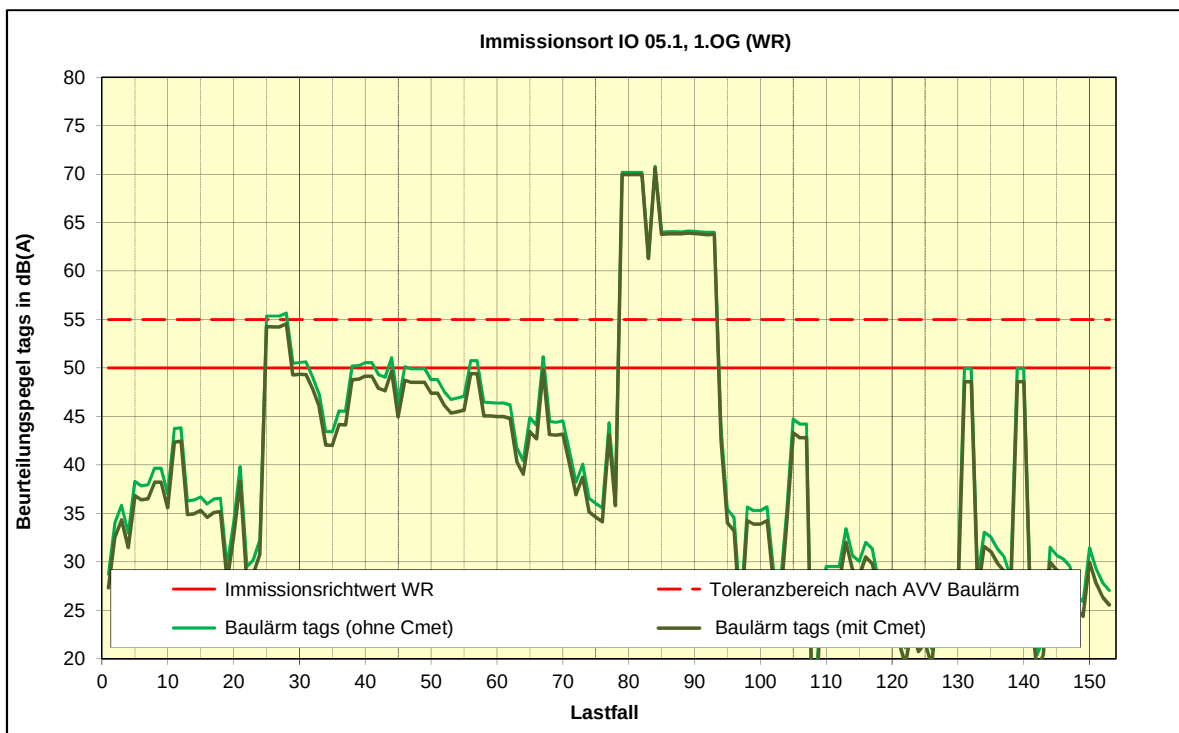


Abbildung 7: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 05.2

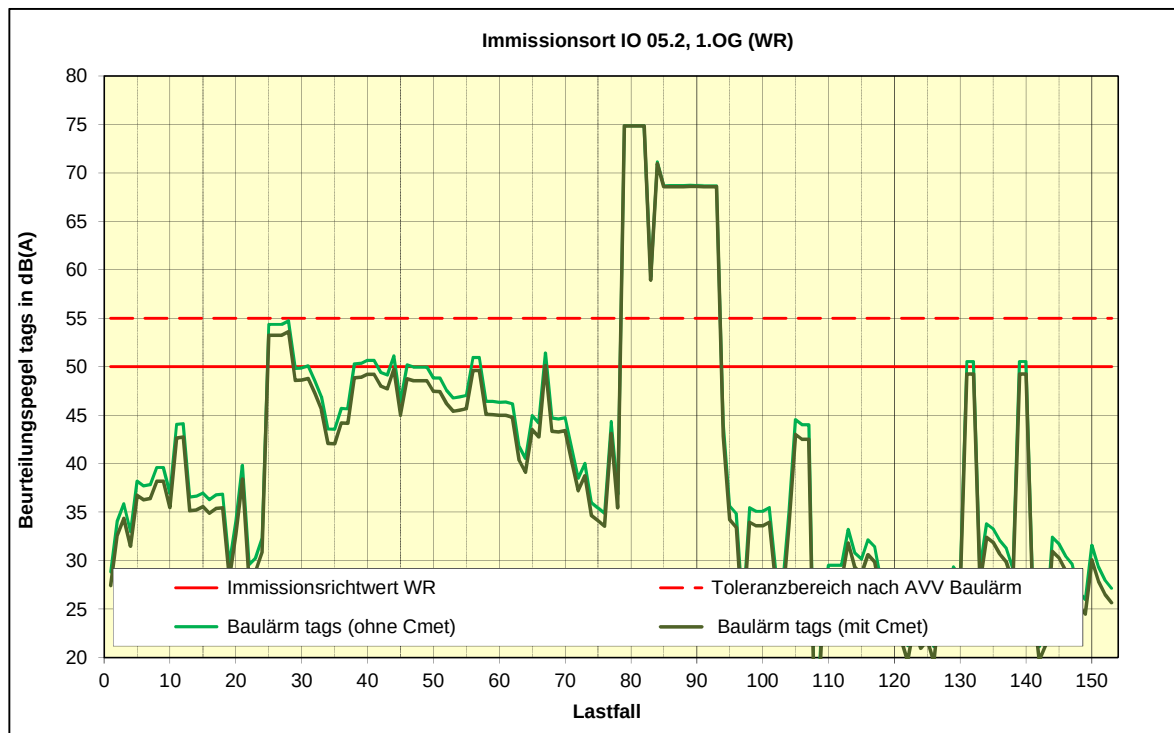


Abbildung 8: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 06

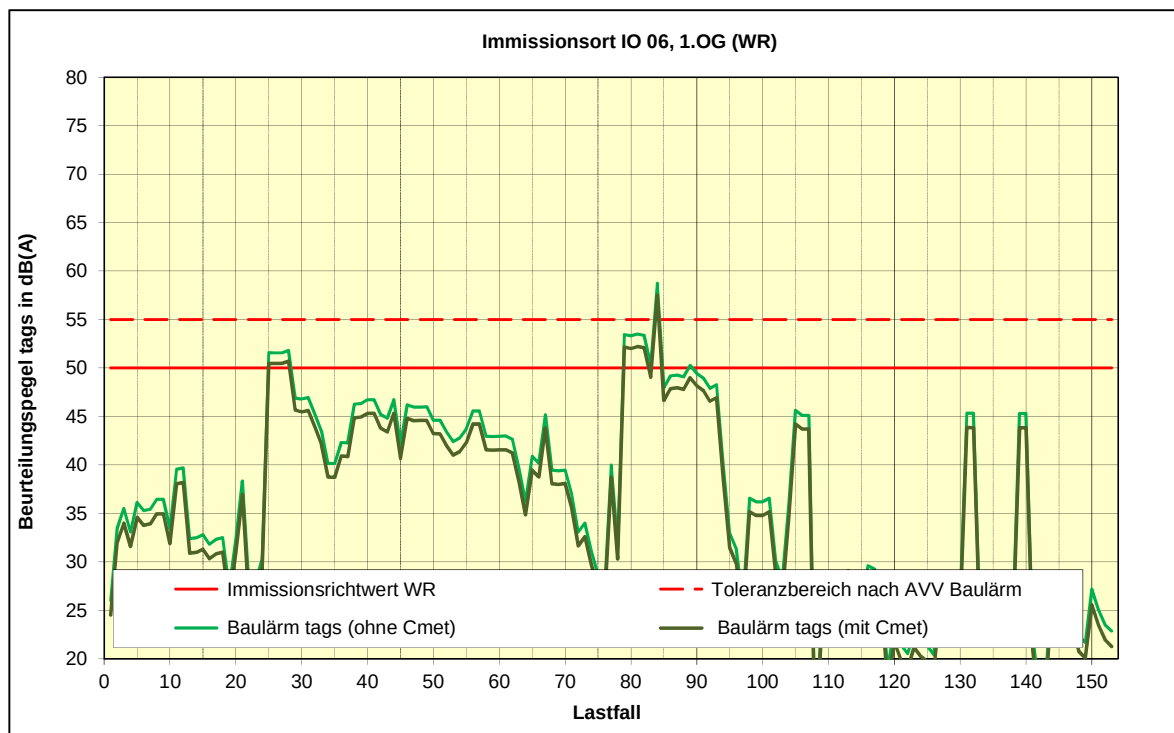


Abbildung 9: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 07.1

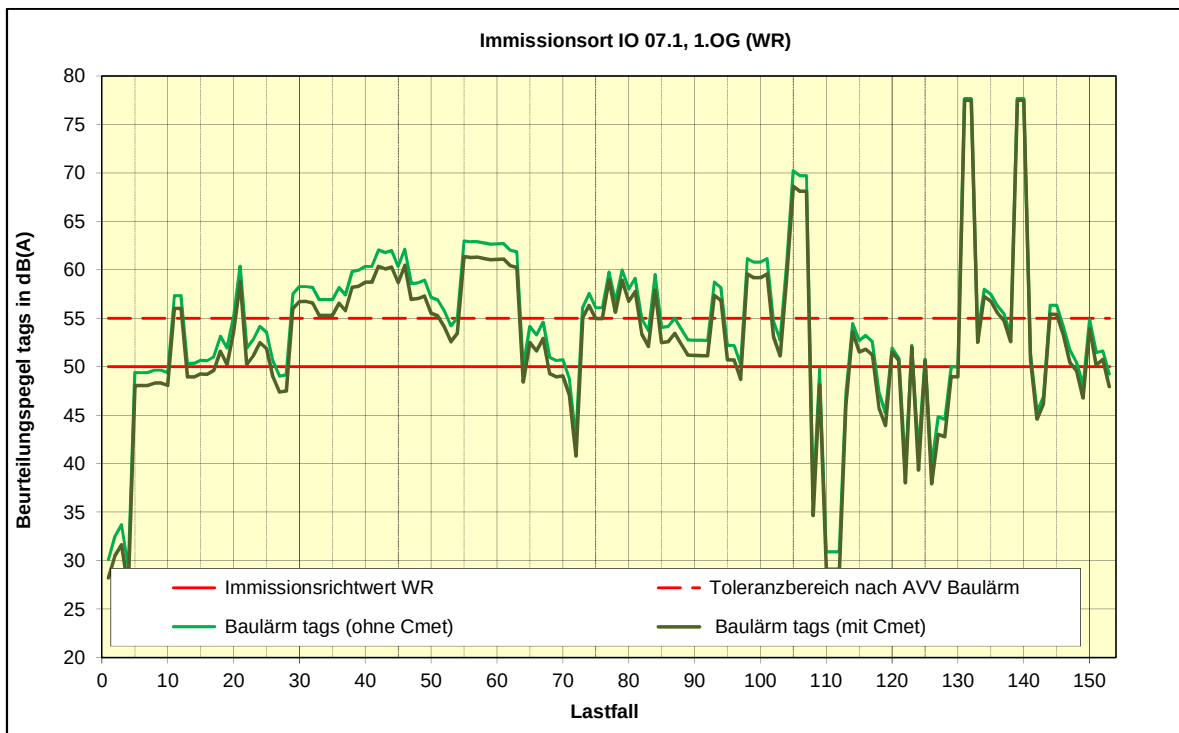


Abbildung 10: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 07.2

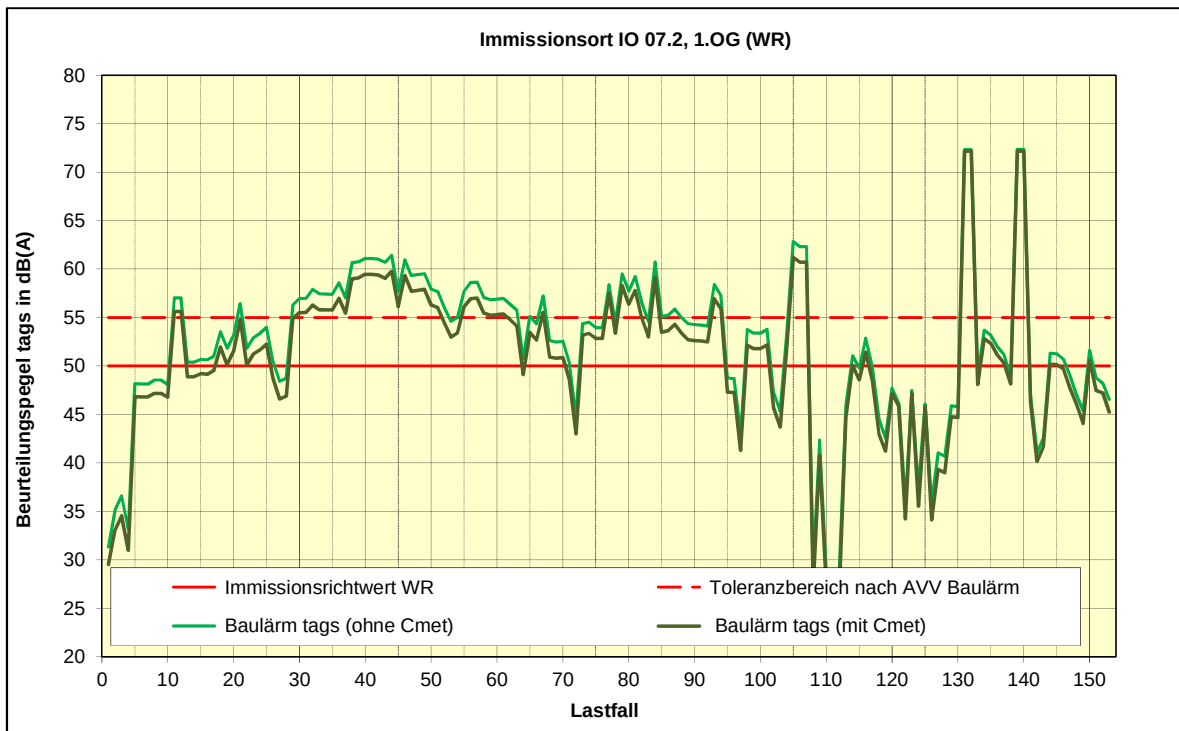


Abbildung 11: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 08

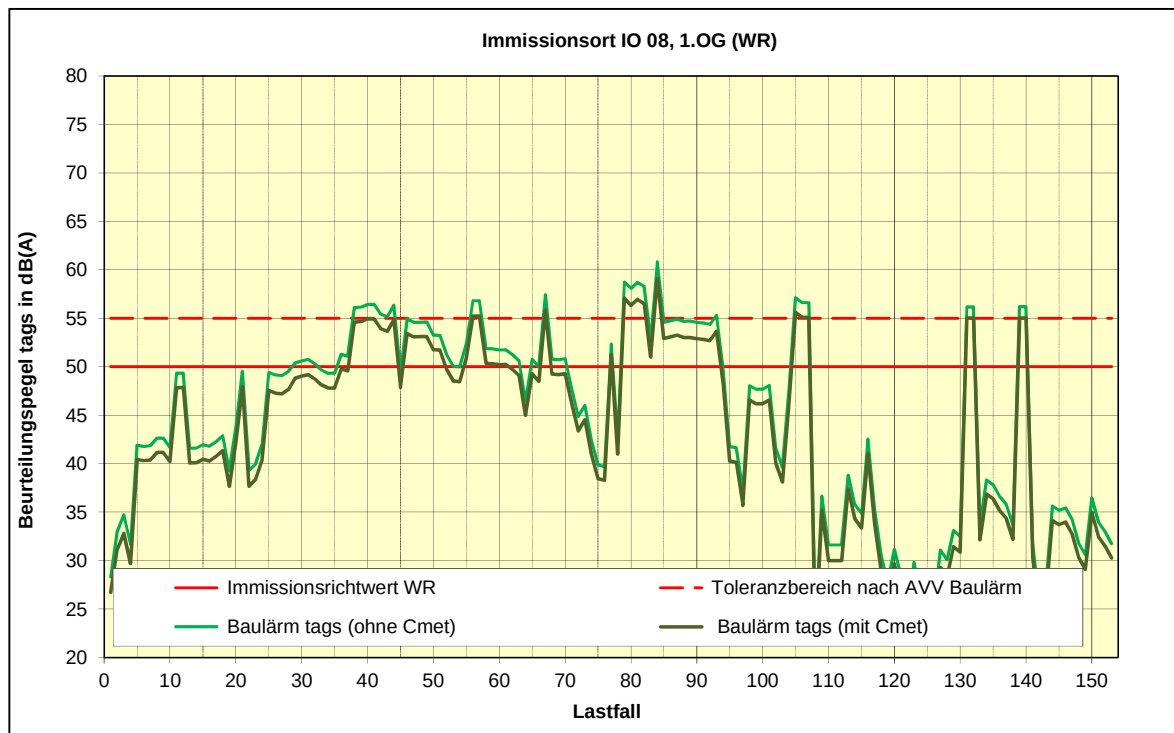


Abbildung 12: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 09

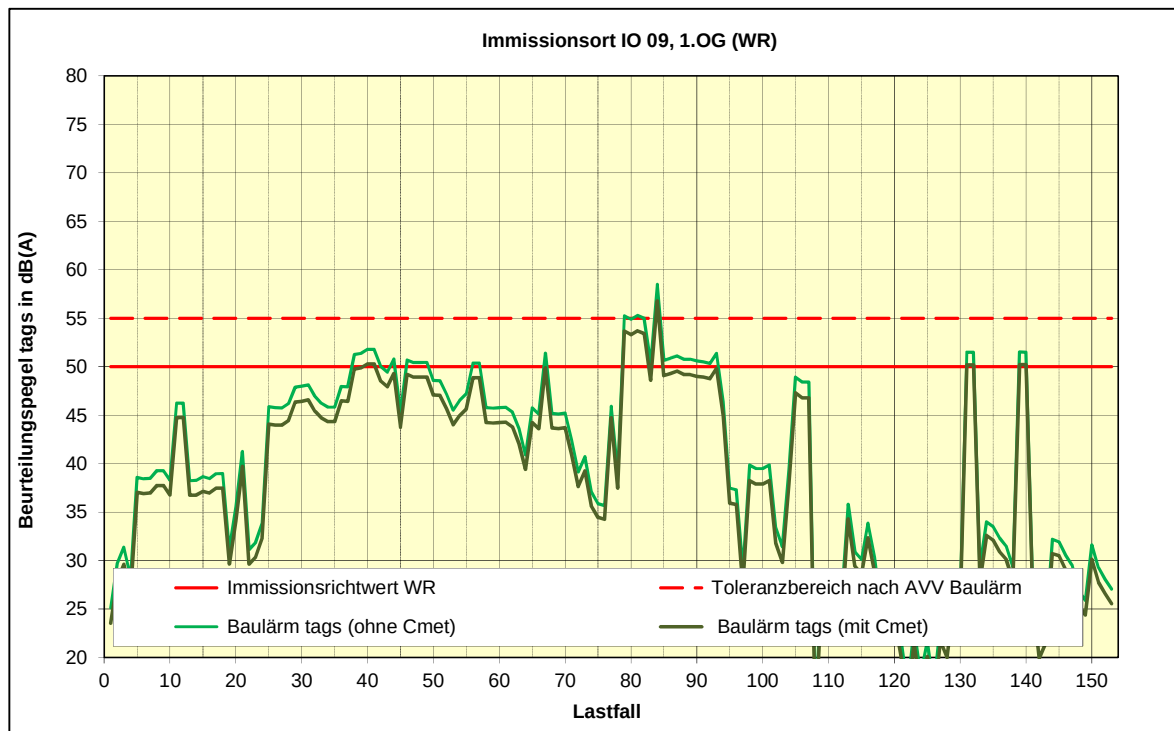


Abbildung 13: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 10

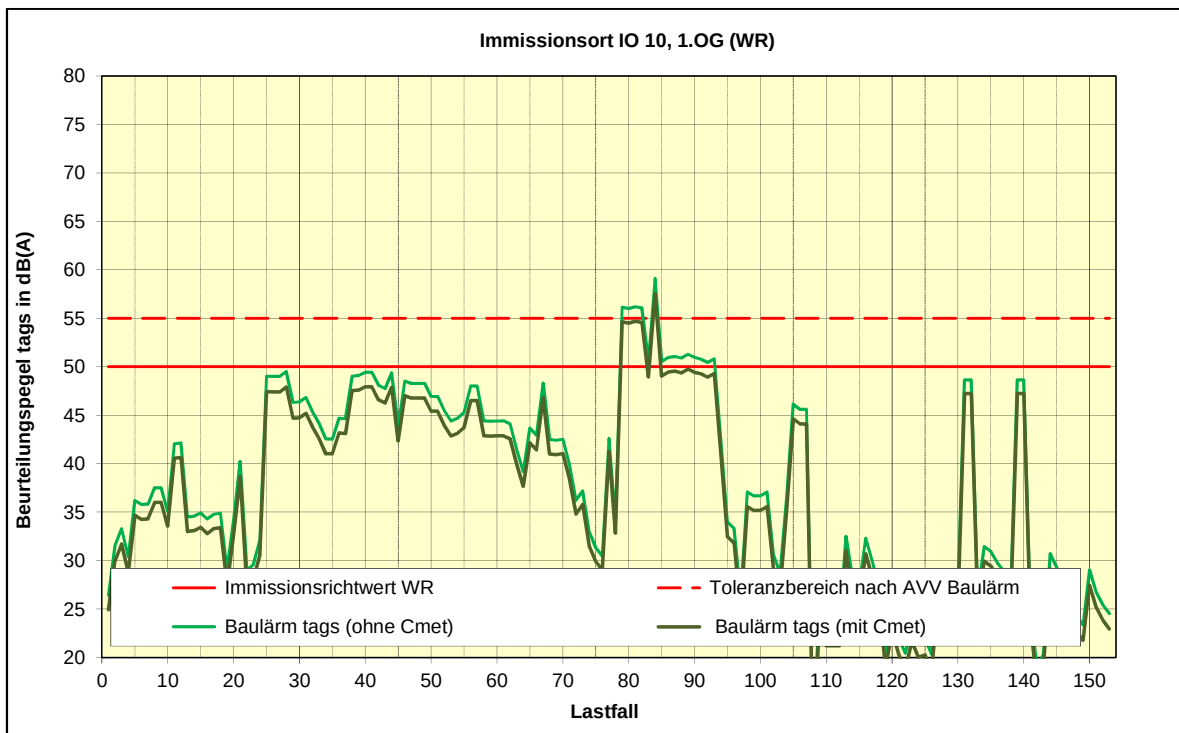


Abbildung 14: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 11

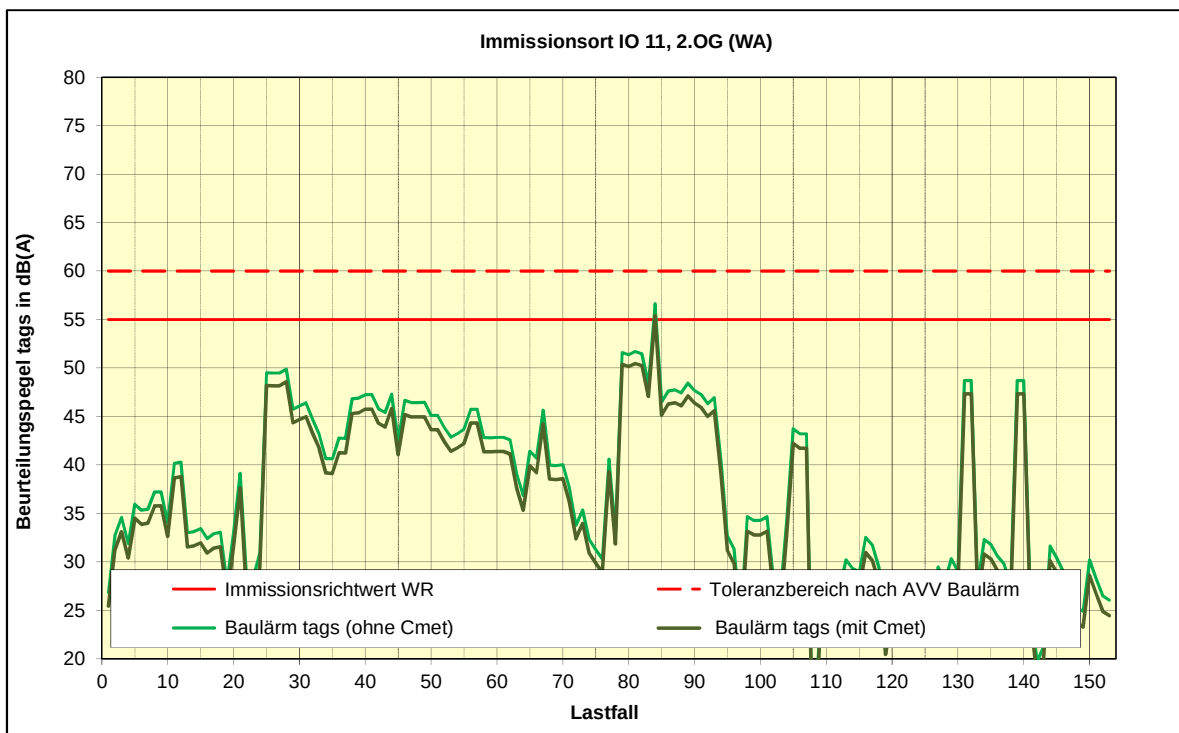


Abbildung 15: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 12

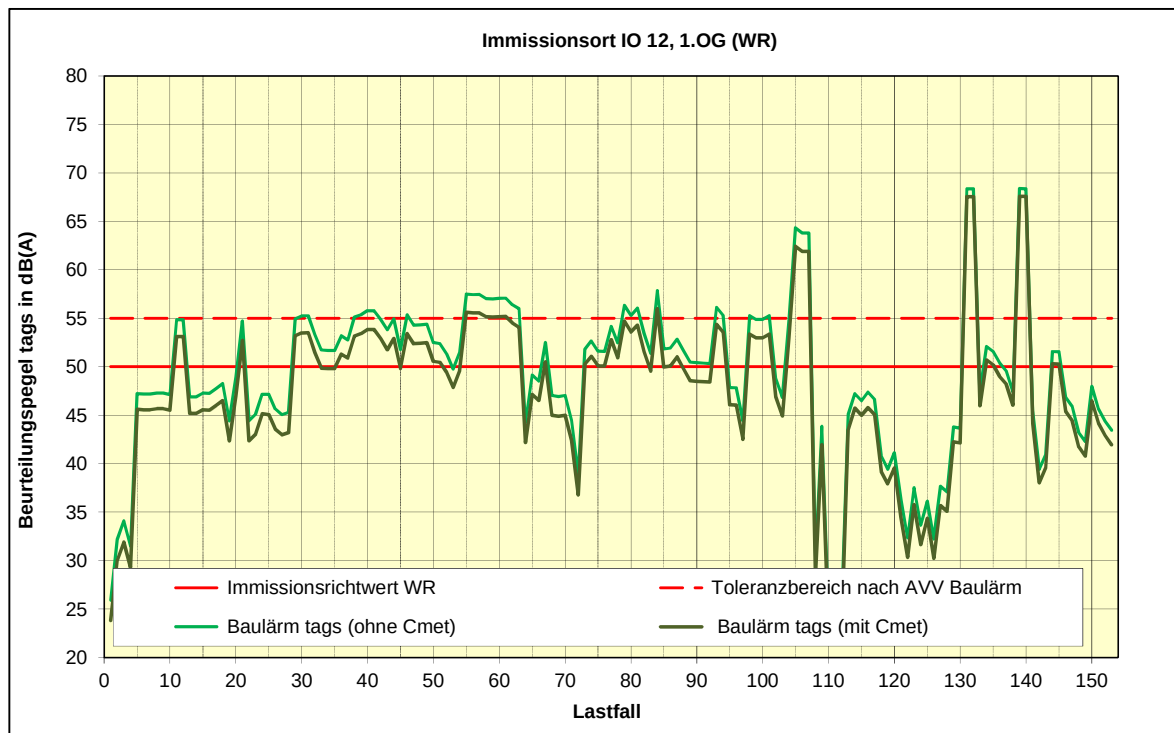


Abbildung 16: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 13

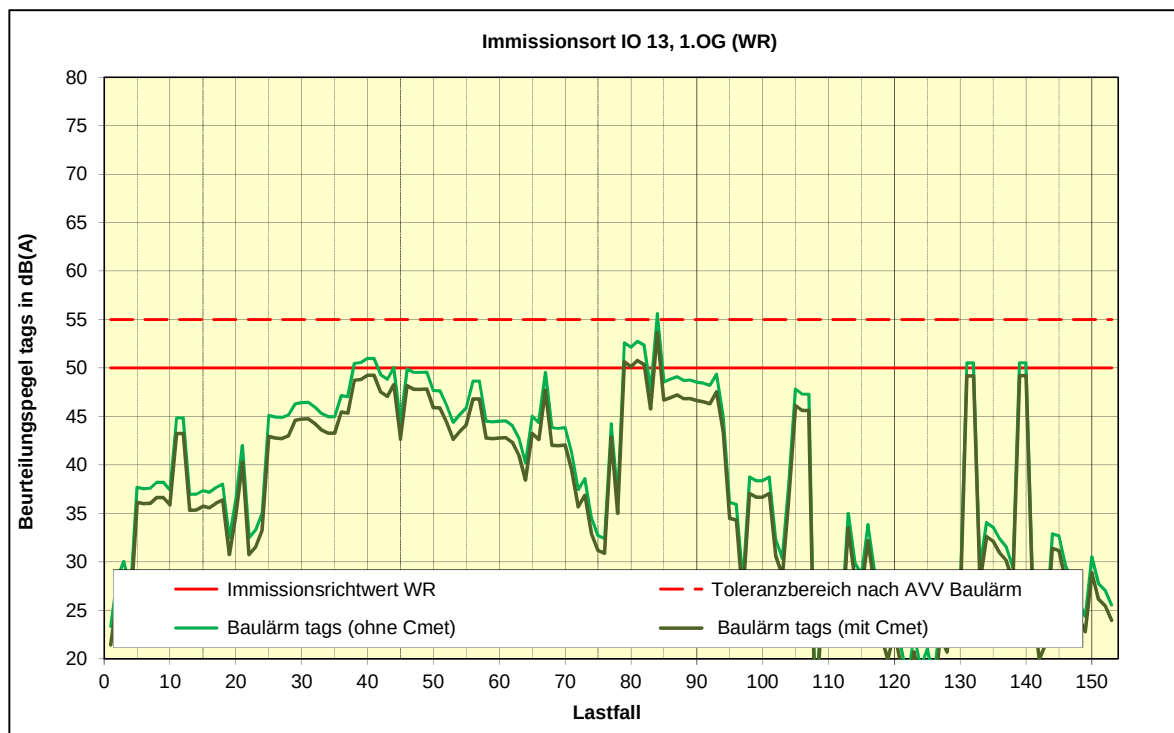




Abbildung 17: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 14

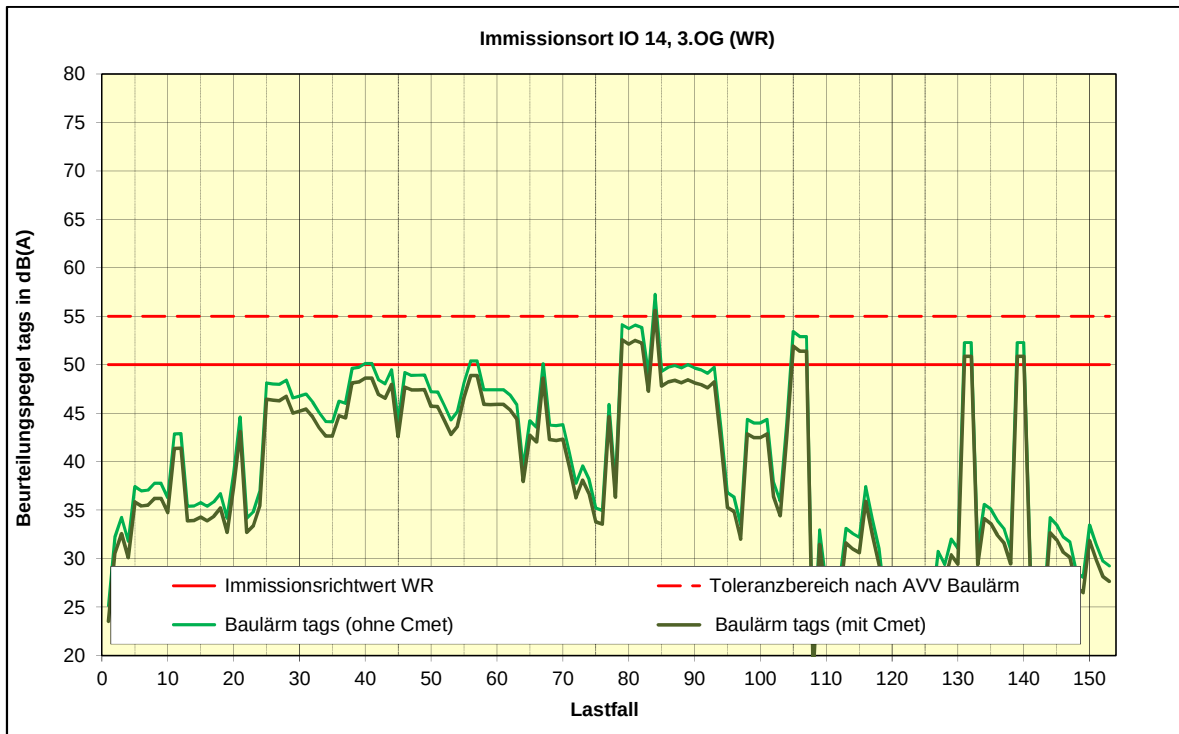


Abbildung 18: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 15

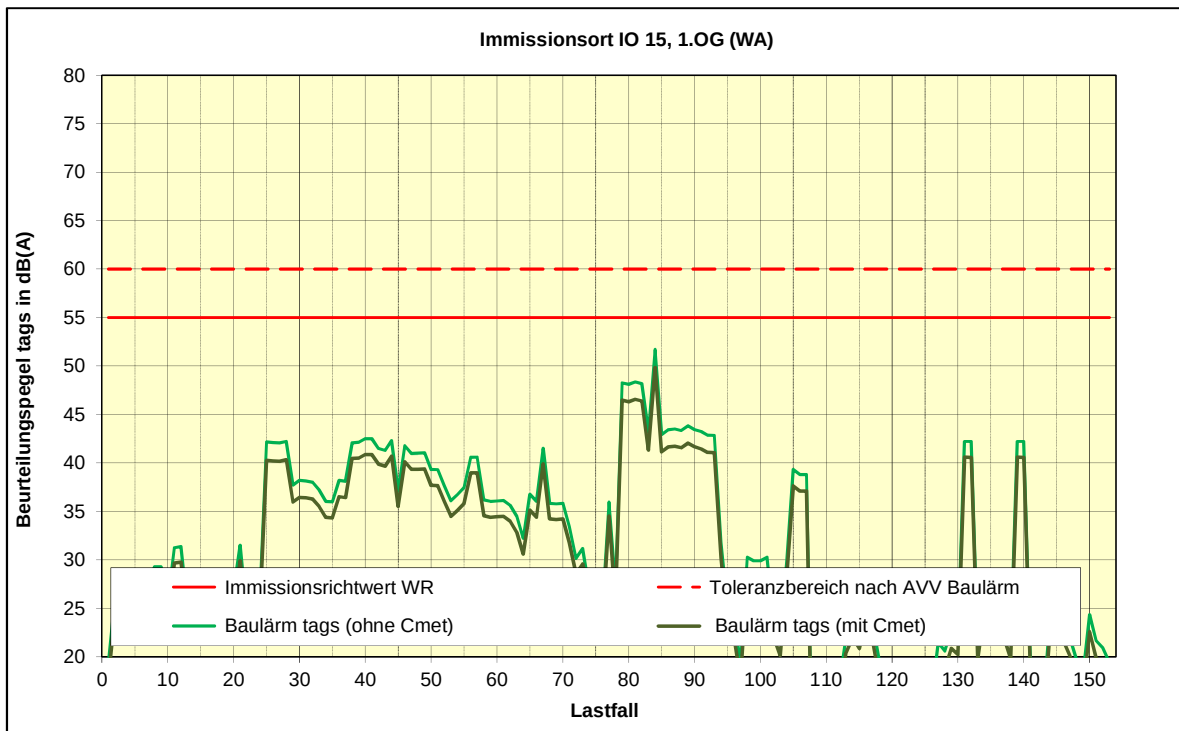


Abbildung 19: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 16

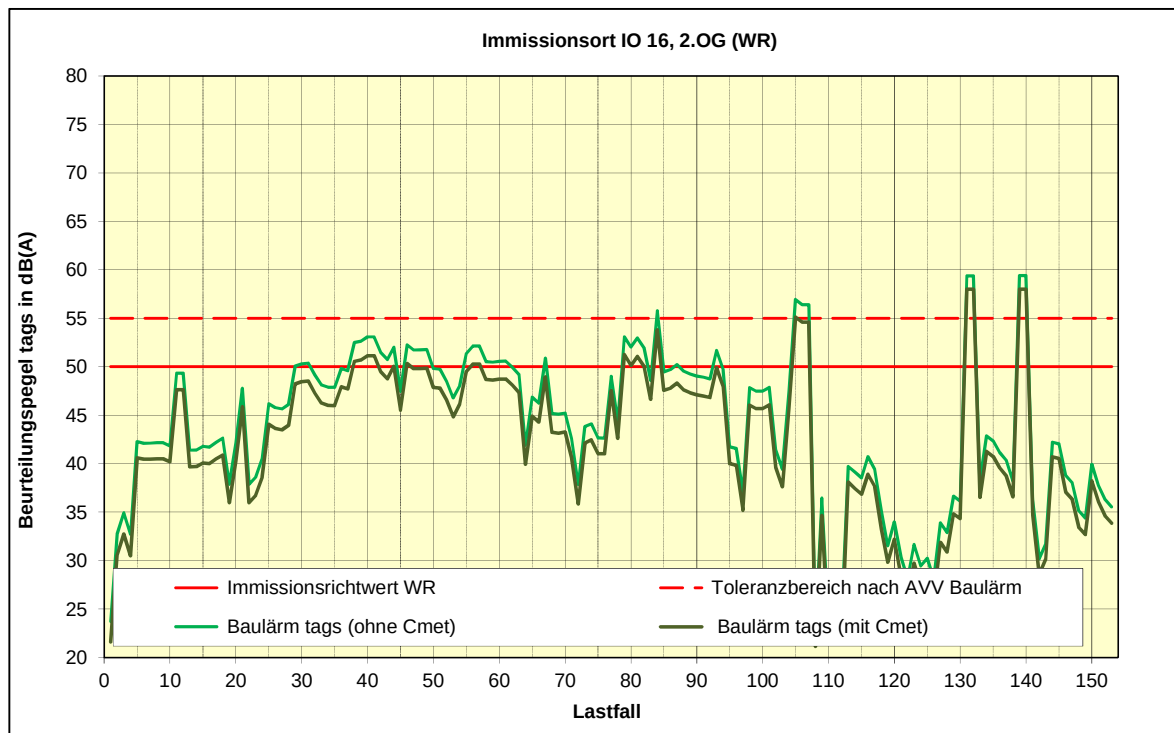


Abbildung 20: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 17

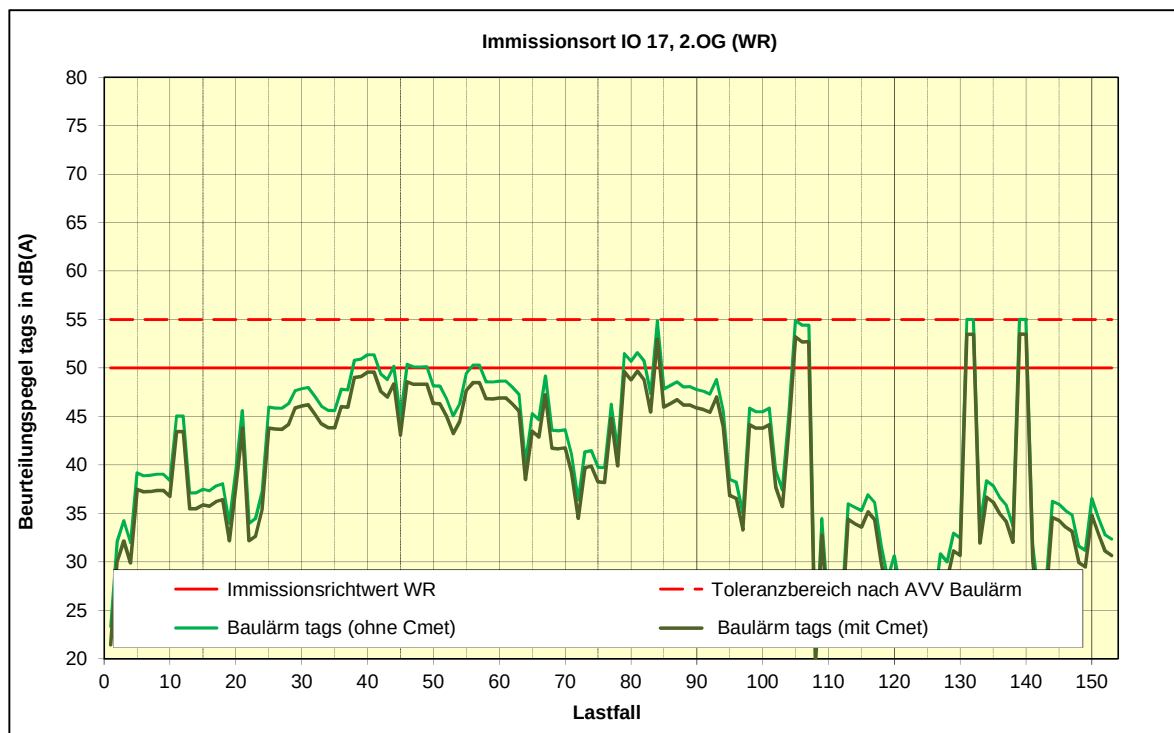


Abbildung 21: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 18

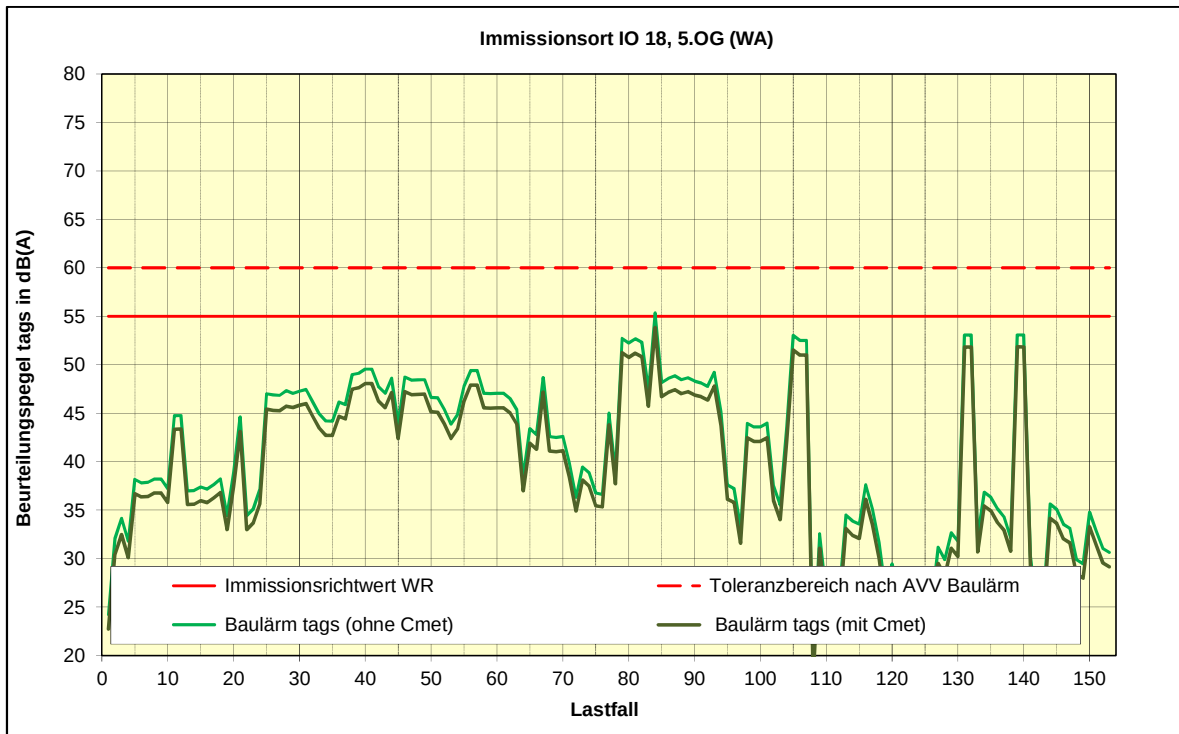


Abbildung 22: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 19.1

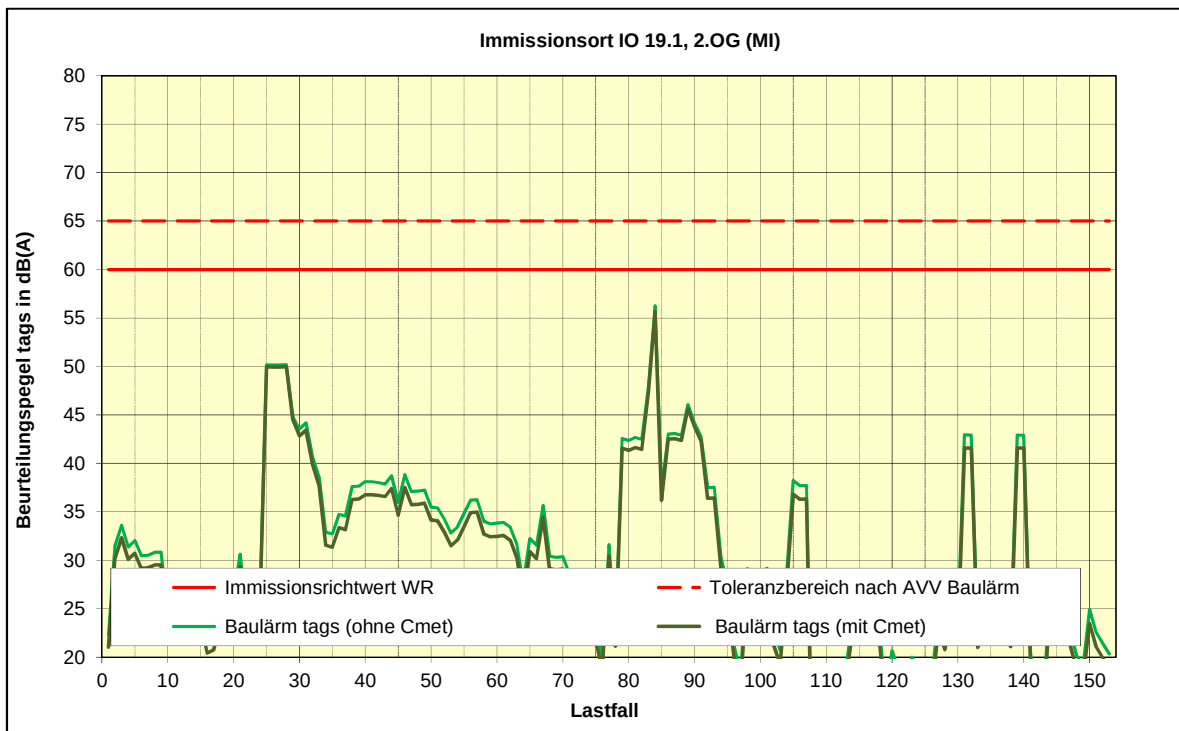


Abbildung 23: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 19.2

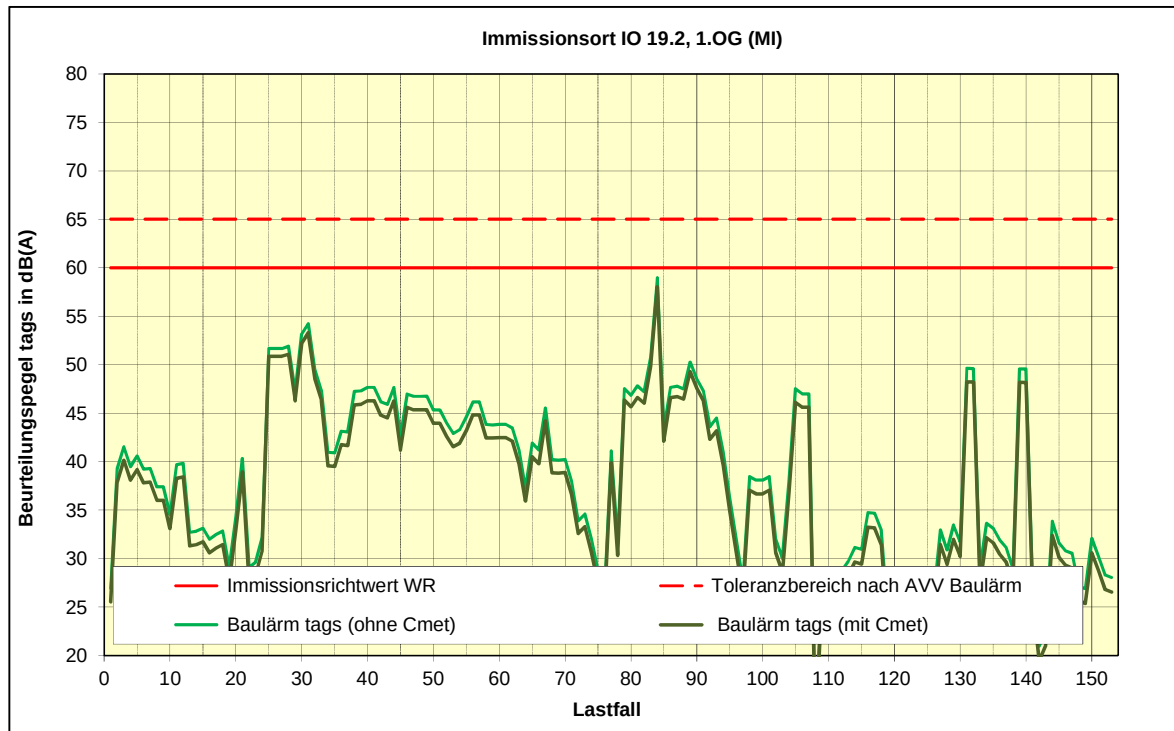


Abbildung 24: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 20

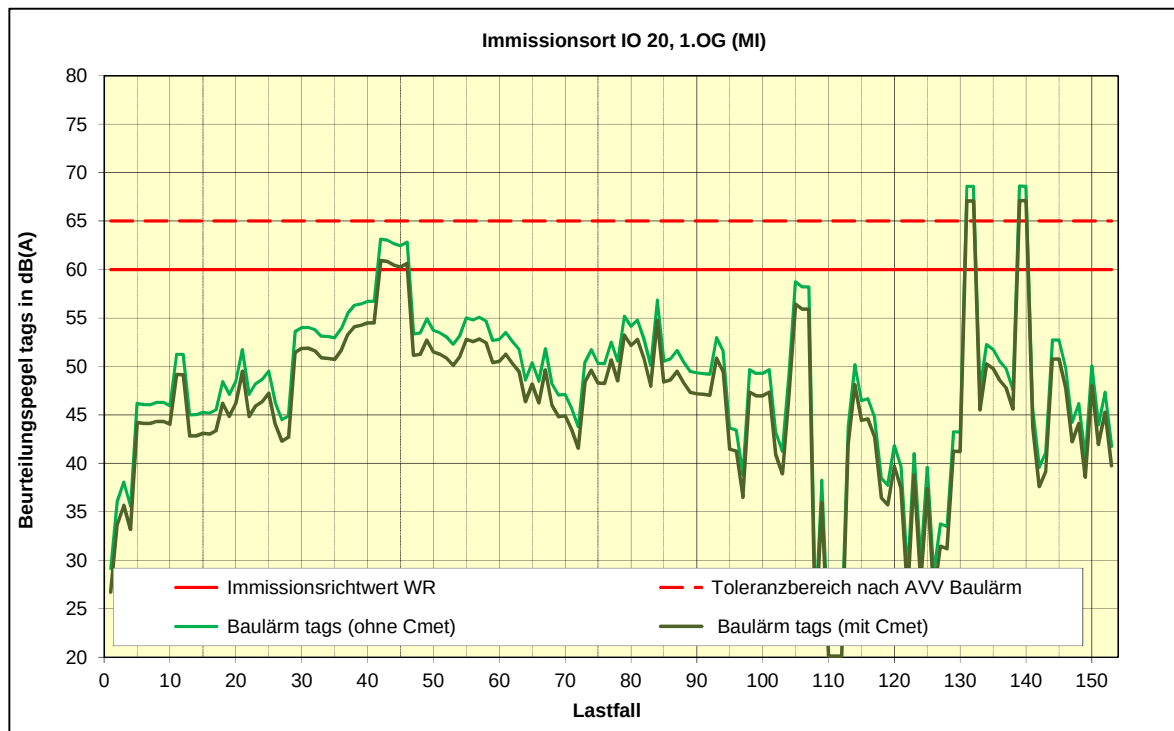


Abbildung 25: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 21

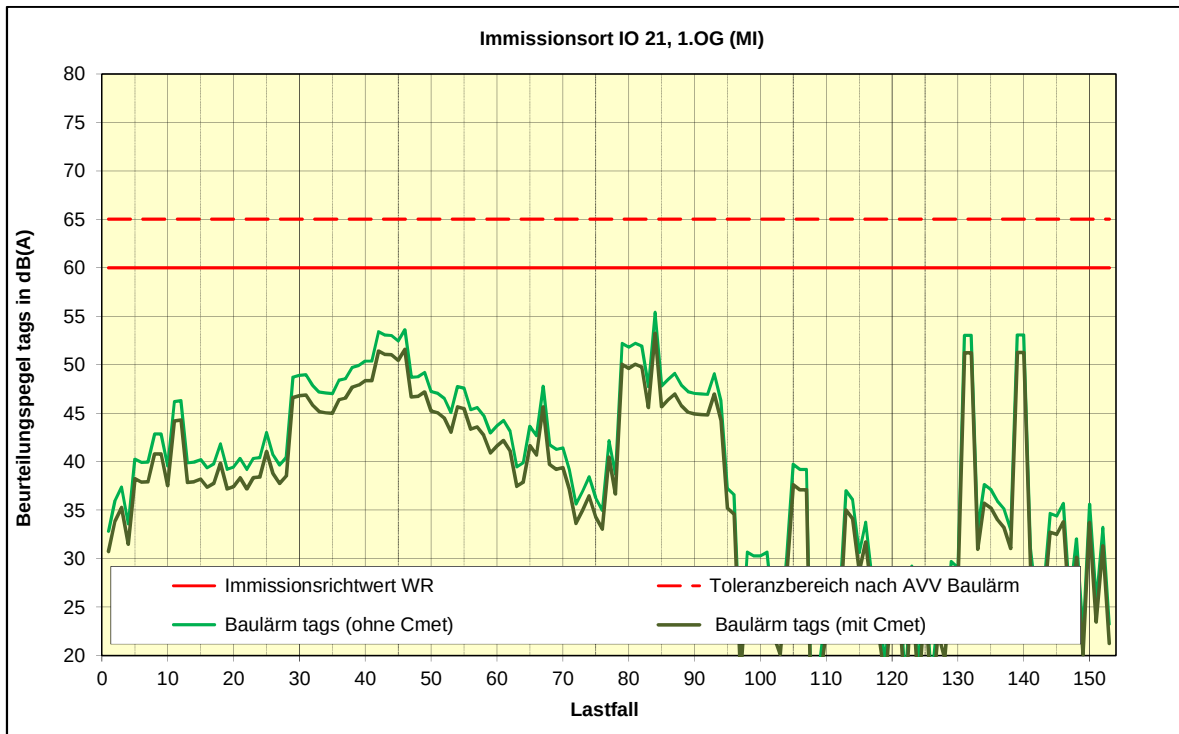


Abbildung 26: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 22

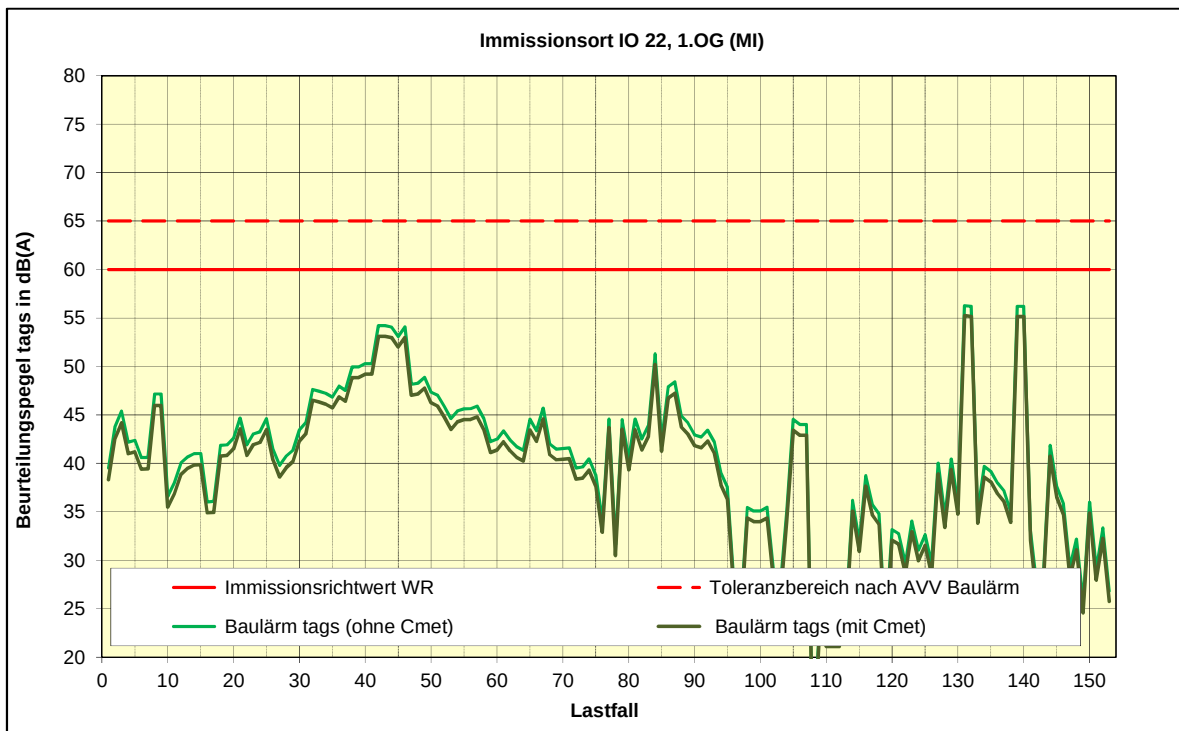


Abbildung 27: Beurteilungspegel aus Baulärm tags, Immissionsort IO 23

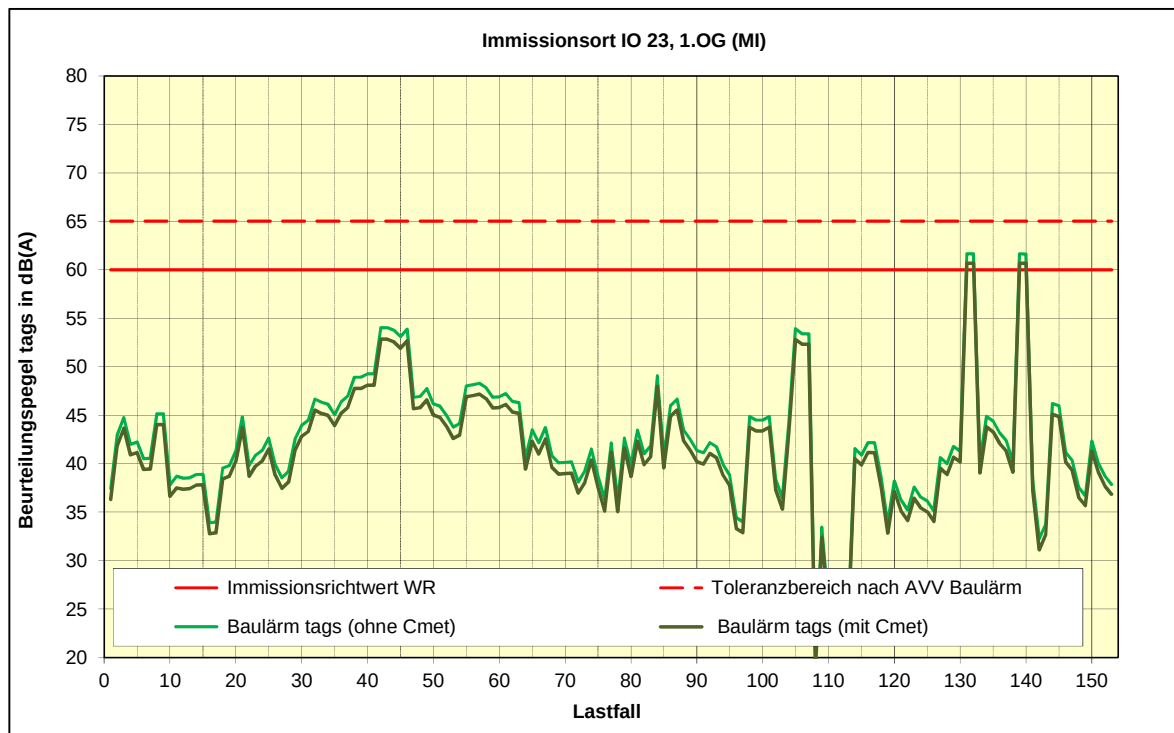


Abbildung 28: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 1.1

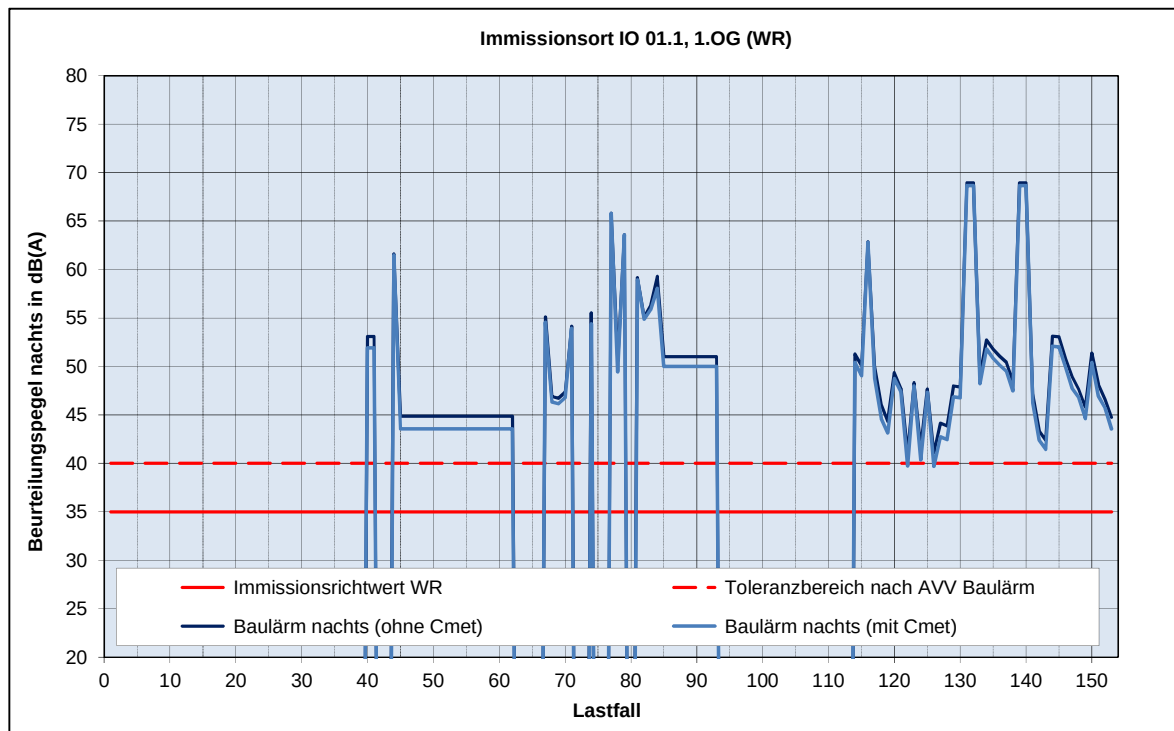


Abbildung 29: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 1.2

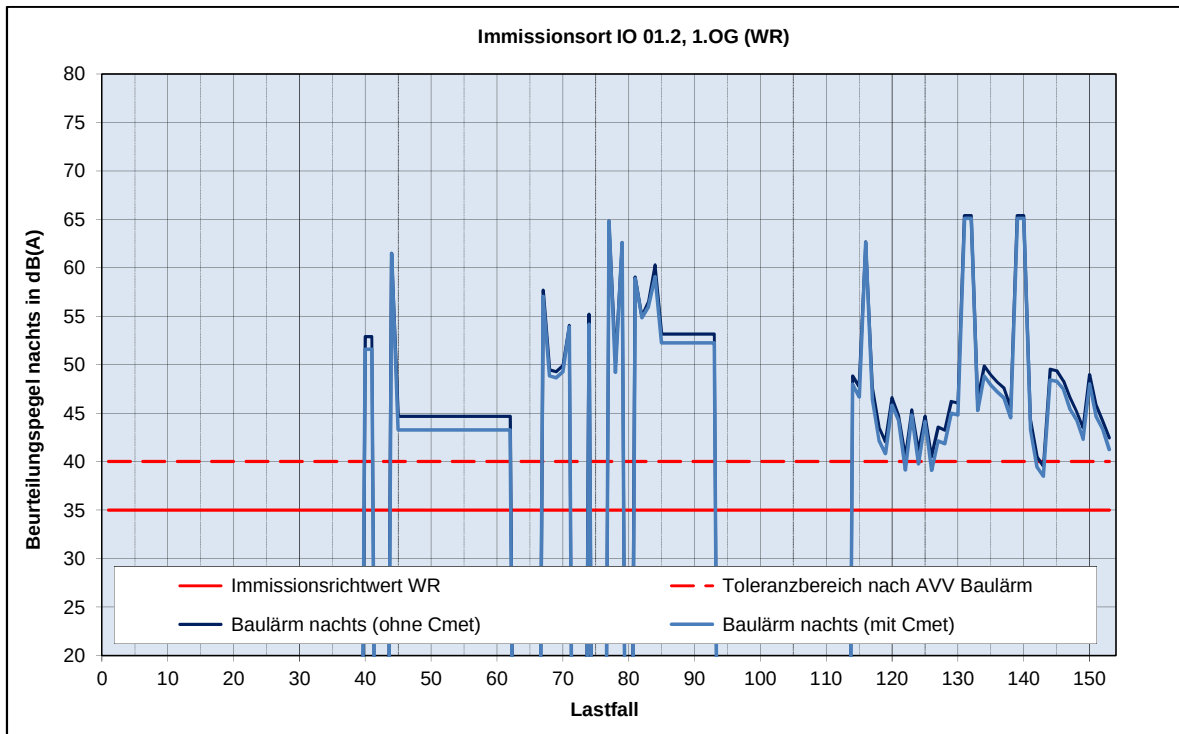


Abbildung 30: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 2

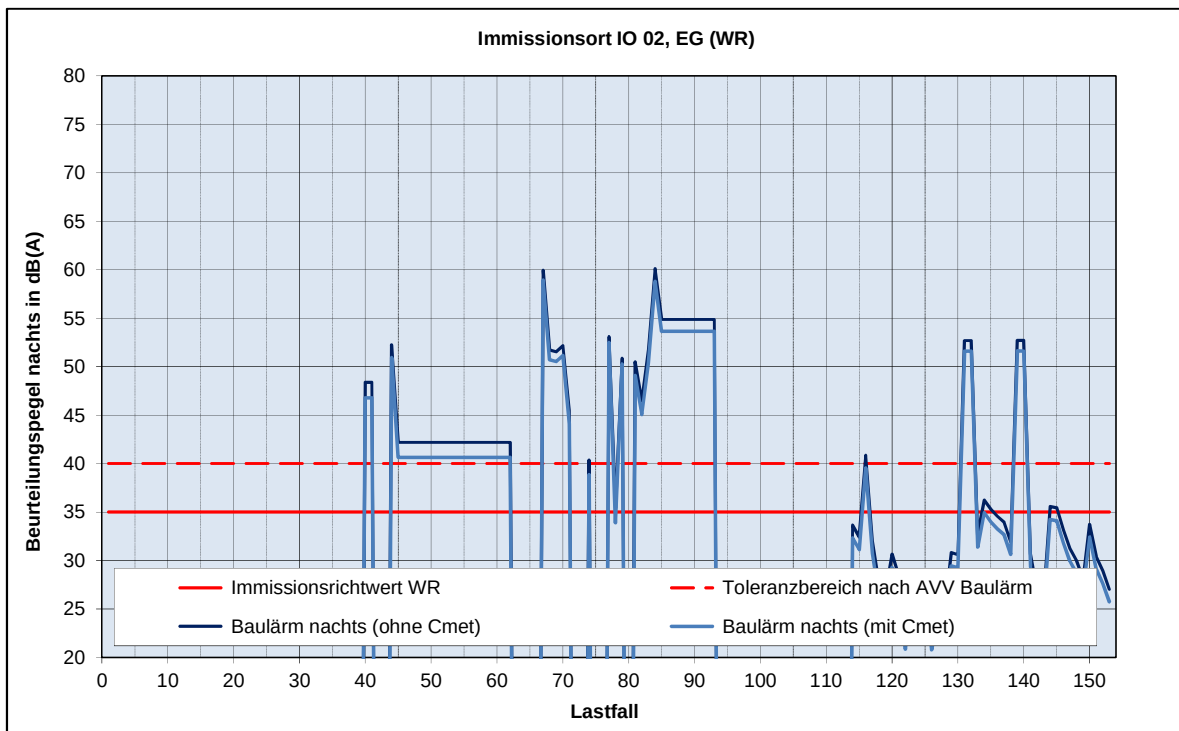


Abbildung 31: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 3

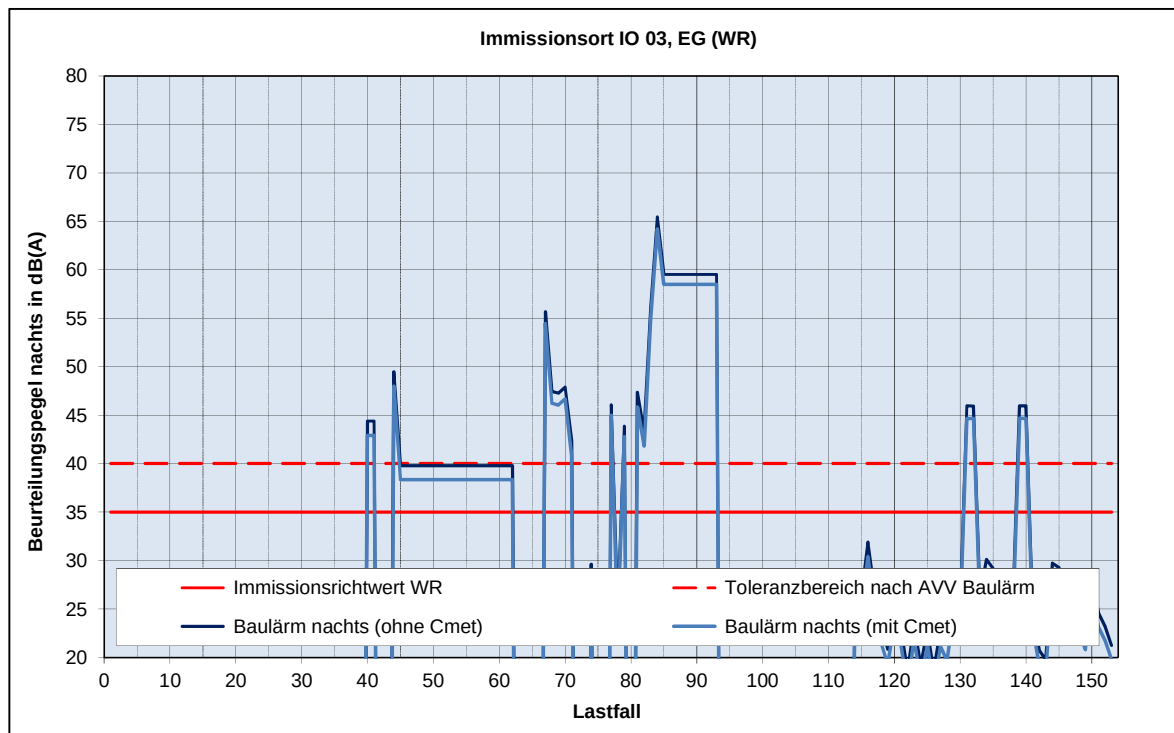


Abbildung 32: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 4

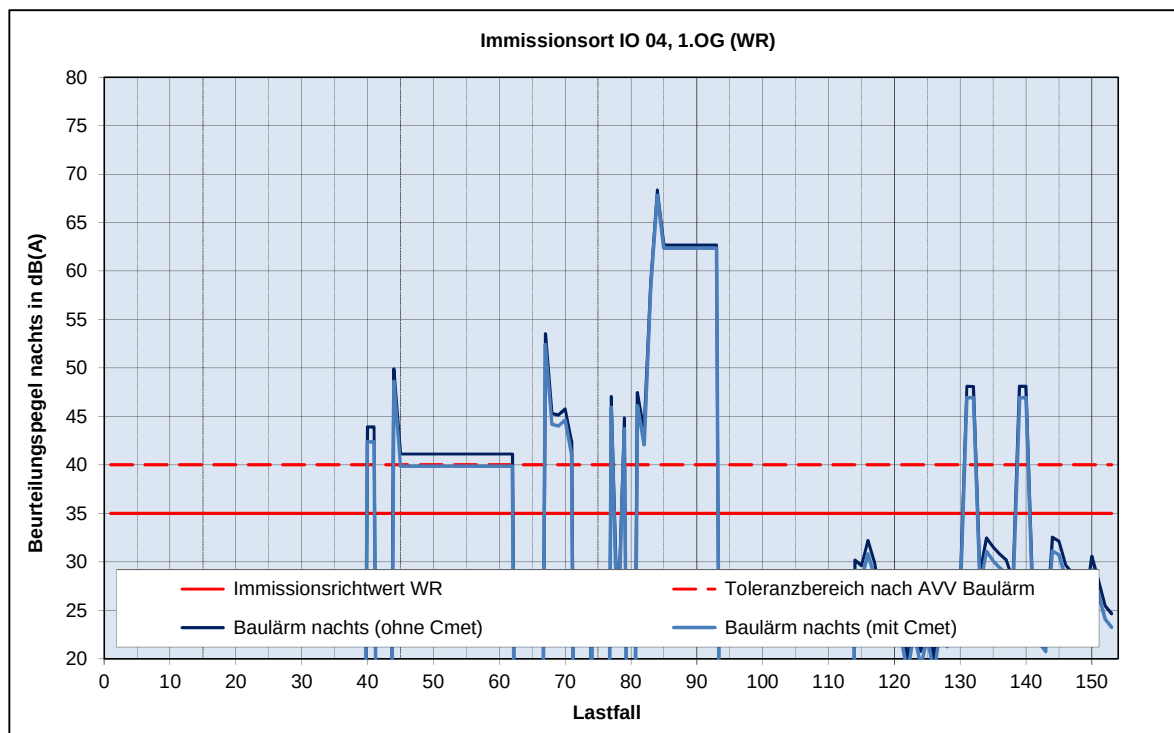




Abbildung 33: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 5.1

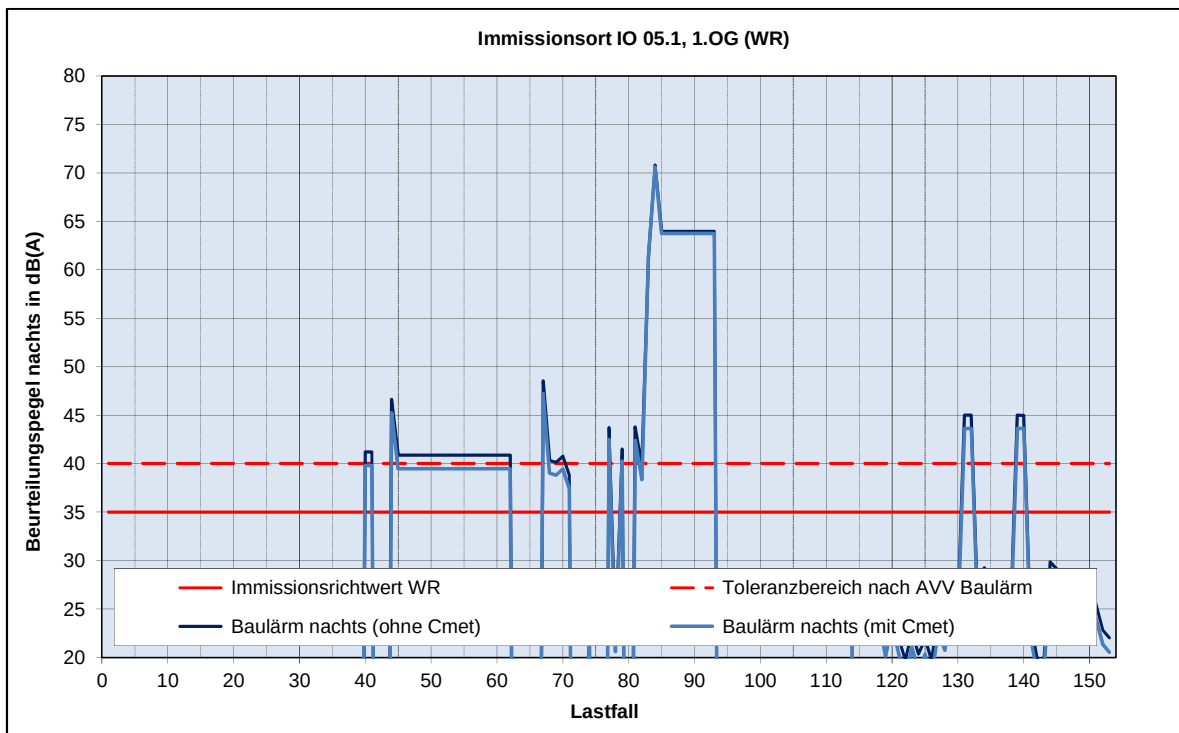


Abbildung 34: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 5.2

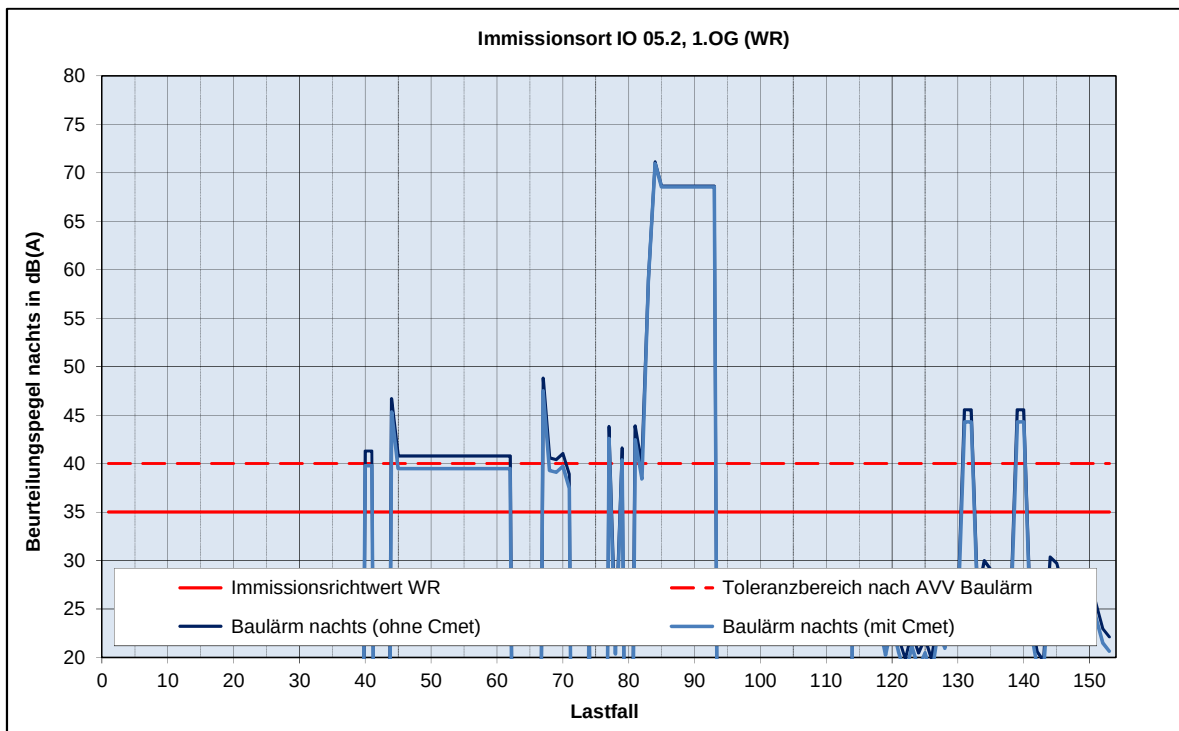


Abbildung 35: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 6

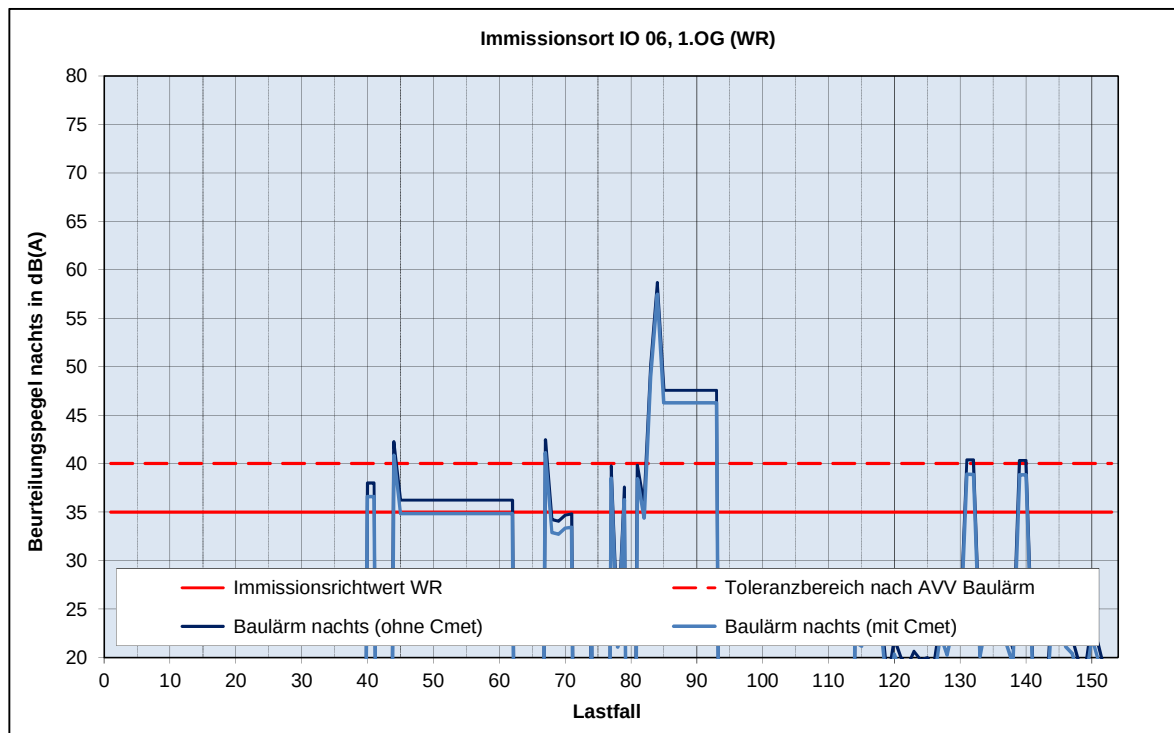


Abbildung 36: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 7.1

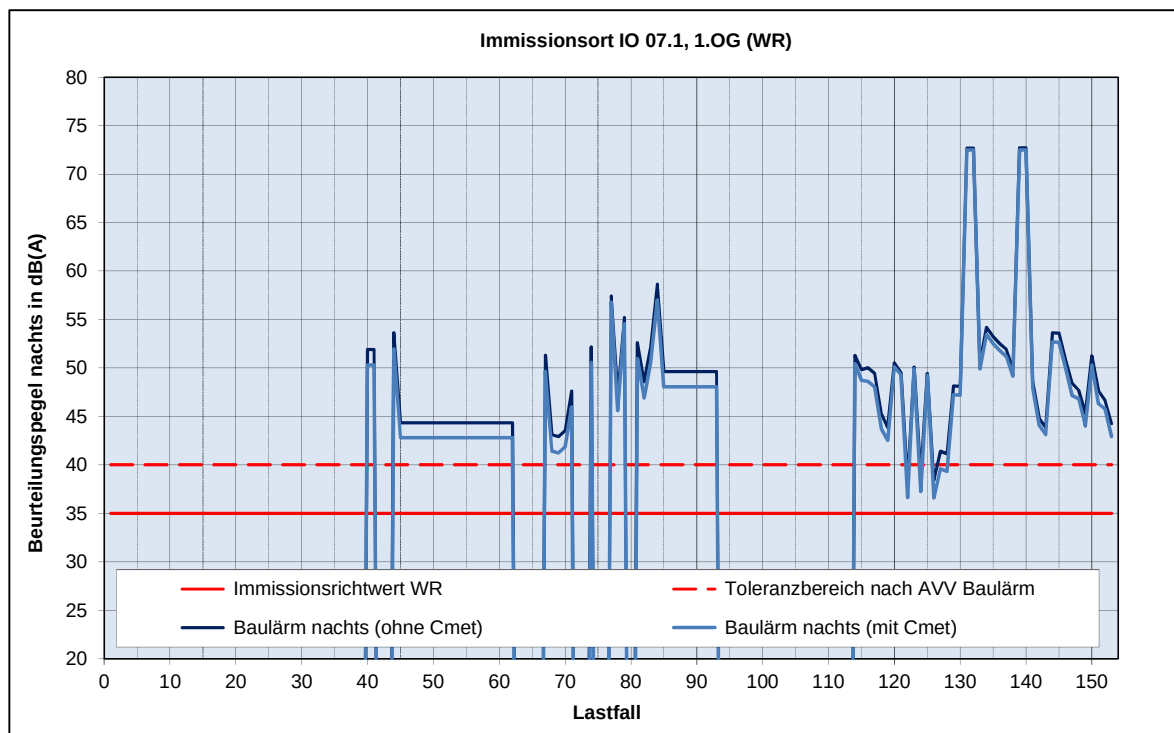


Abbildung 37: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 7.2

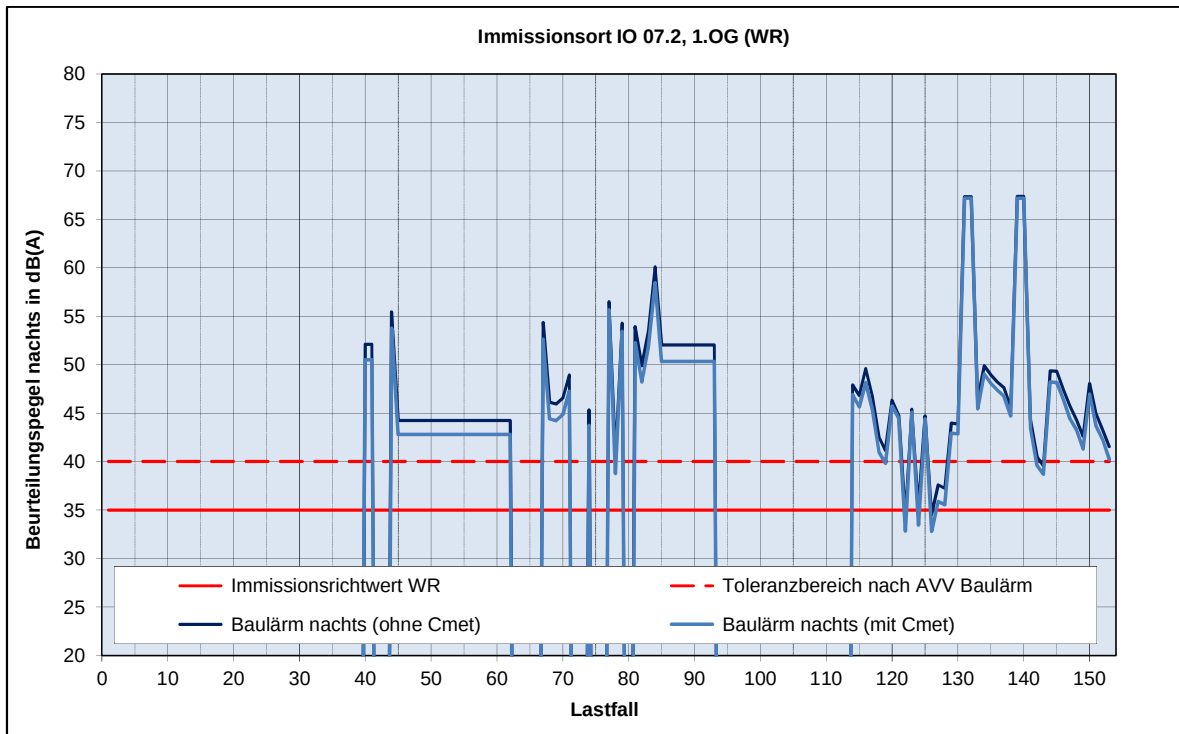


Abbildung 38: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 8

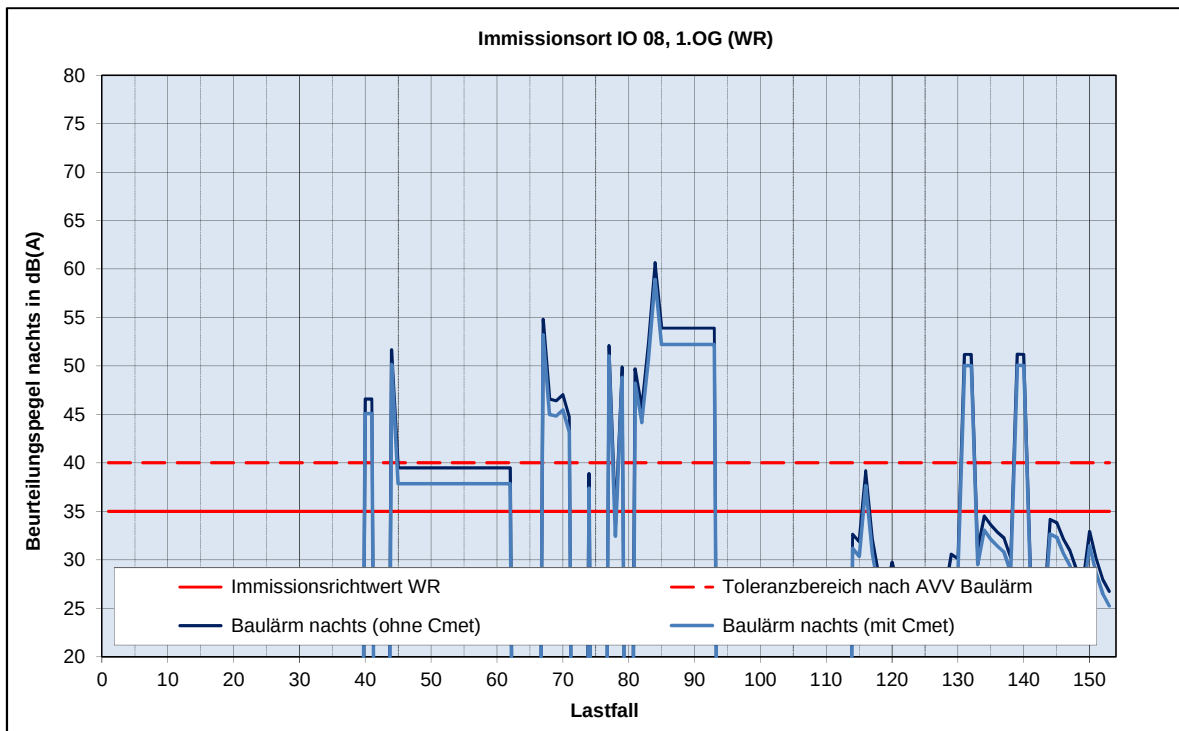


Abbildung 39: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 9

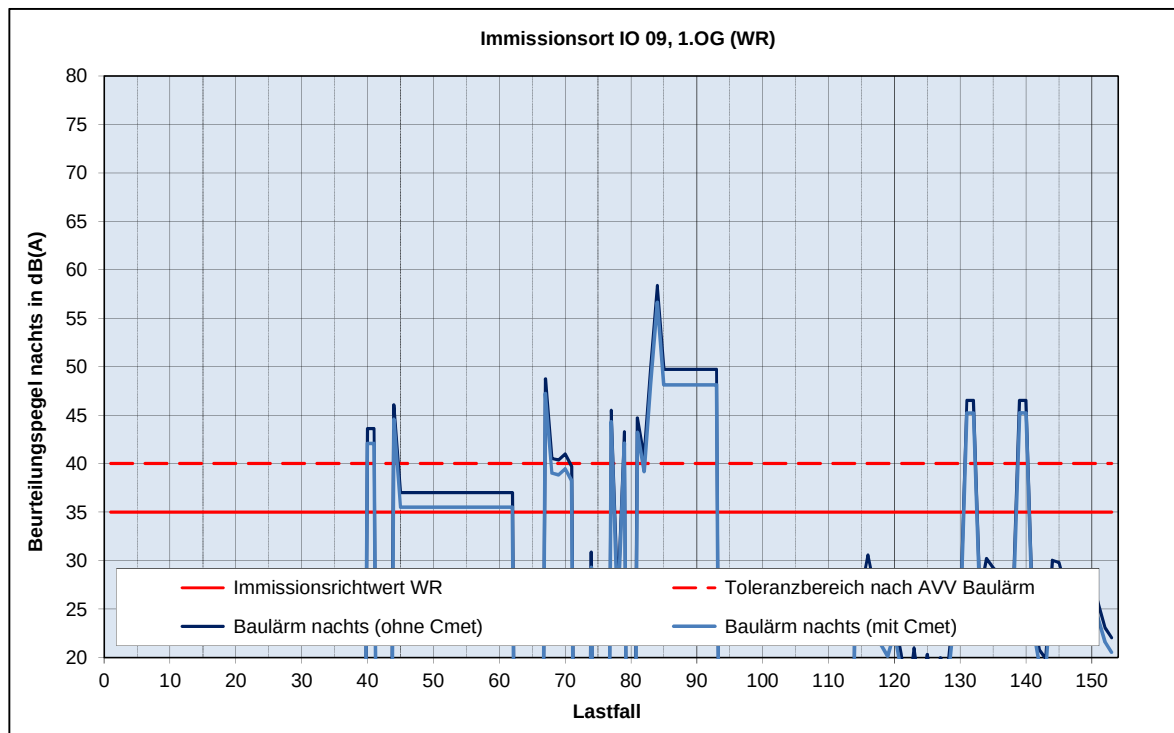


Abbildung 40: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 10

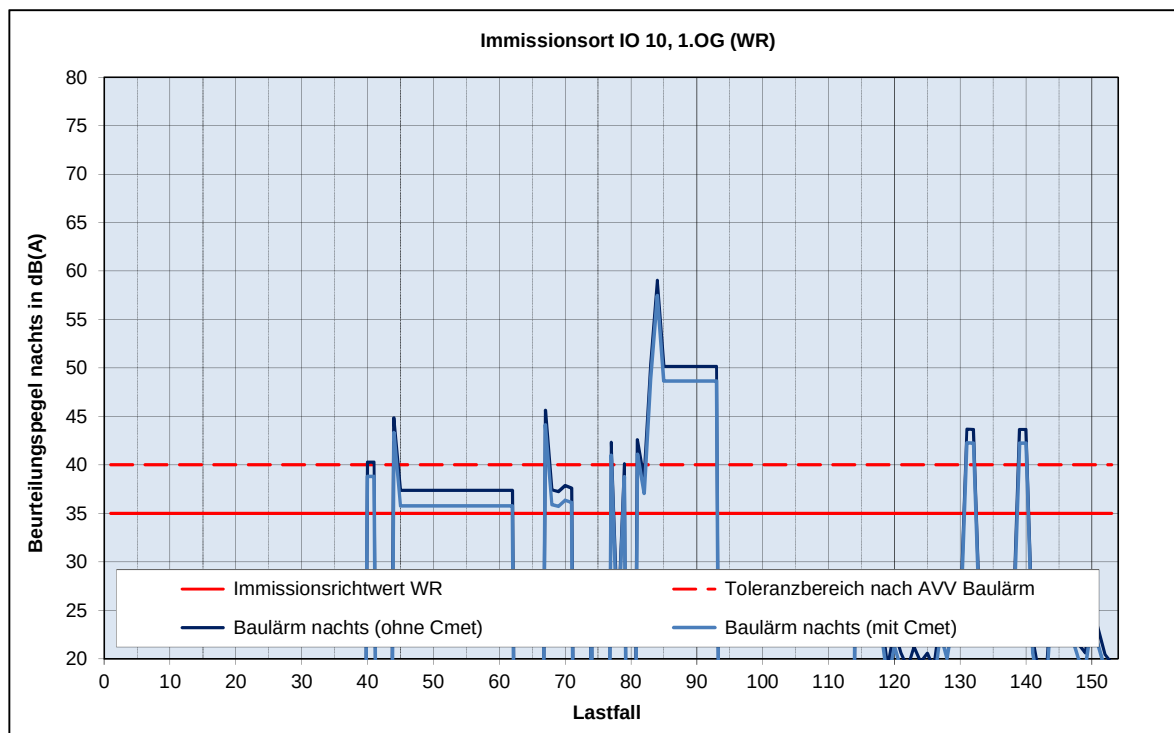


Abbildung 41: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 11

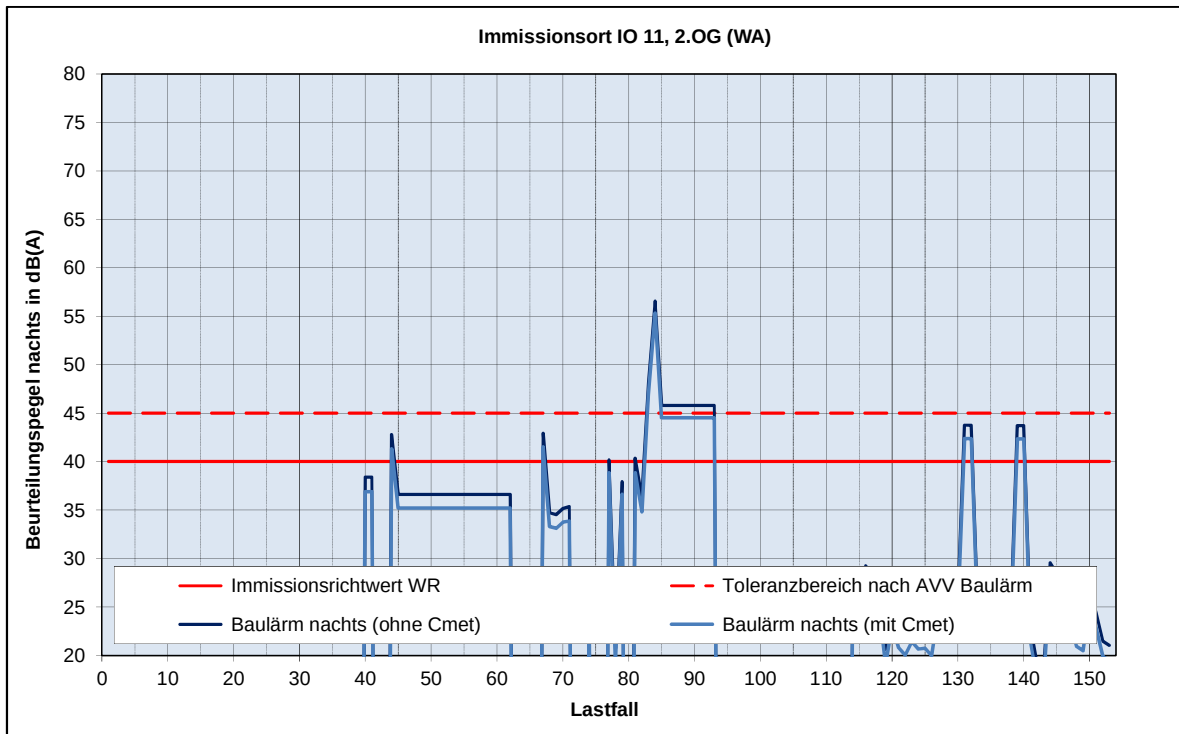


Abbildung 42: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 12

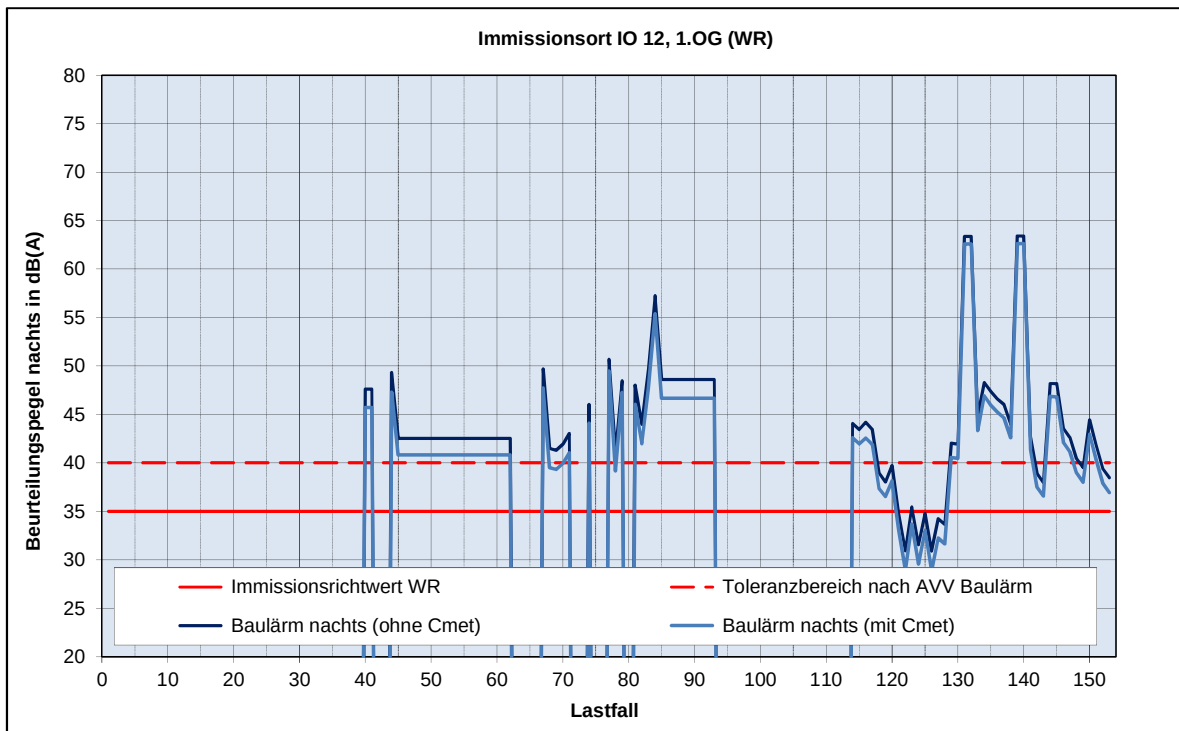


Abbildung 43: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 13

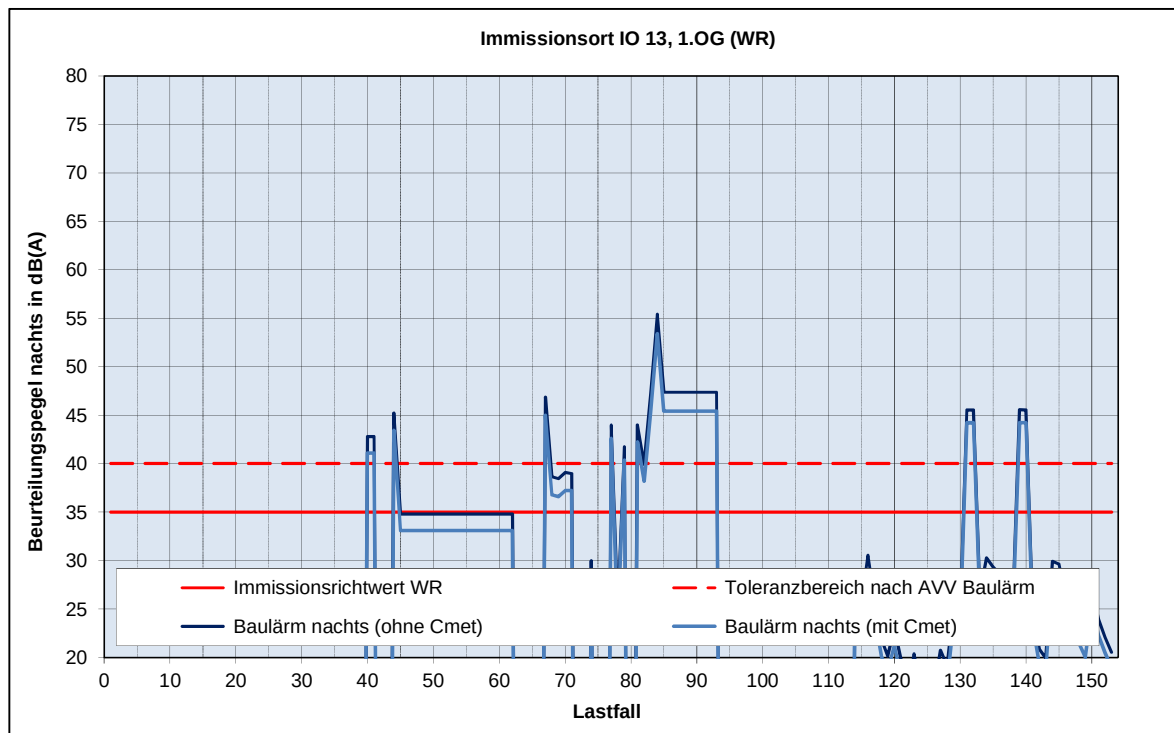


Abbildung 44: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 14

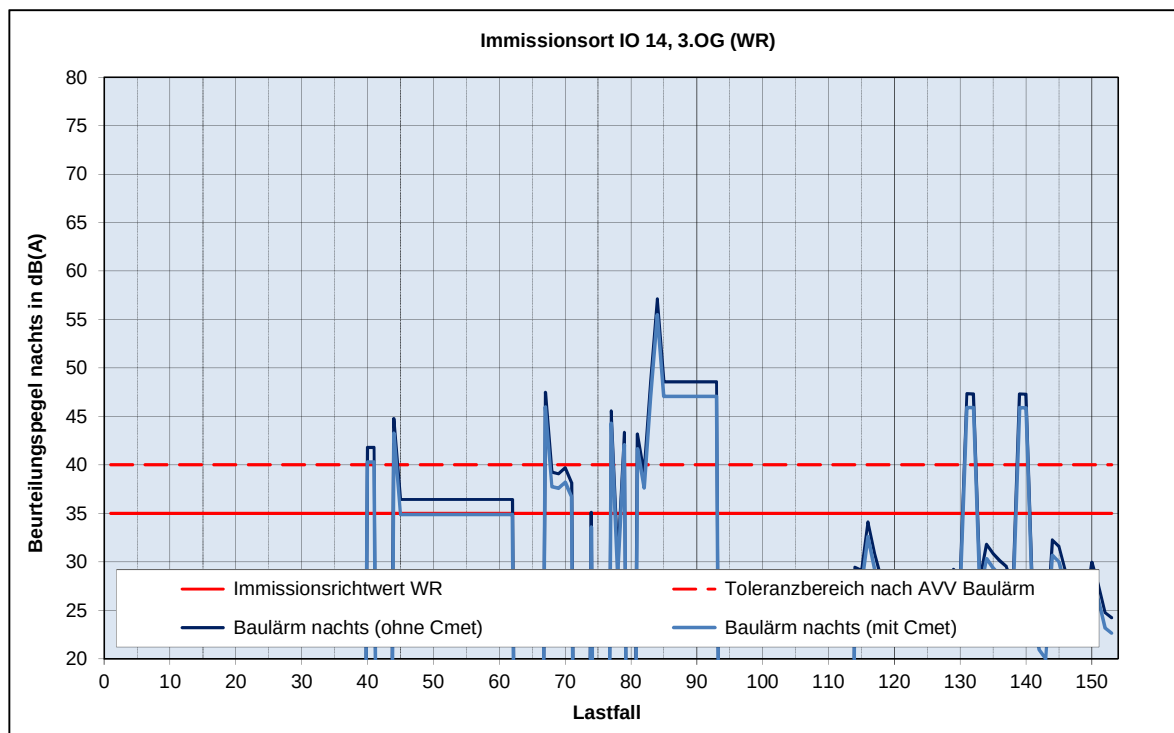


Abbildung 45: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 15

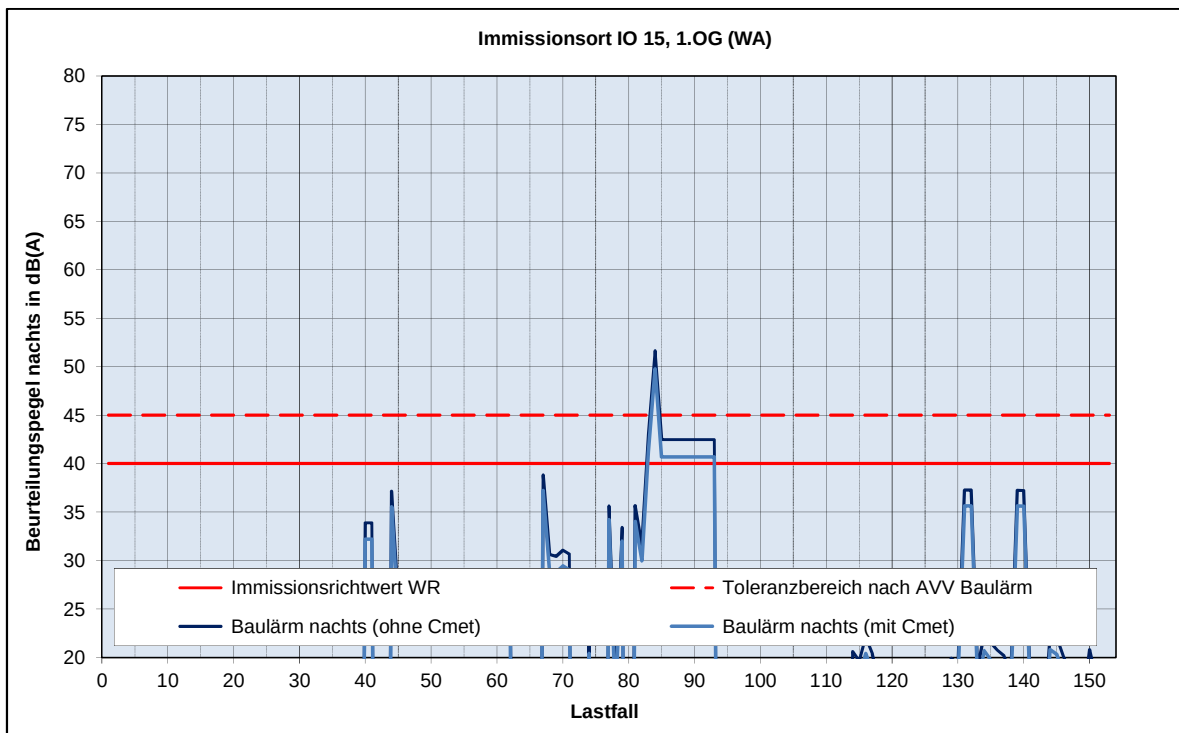


Abbildung 46: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 16

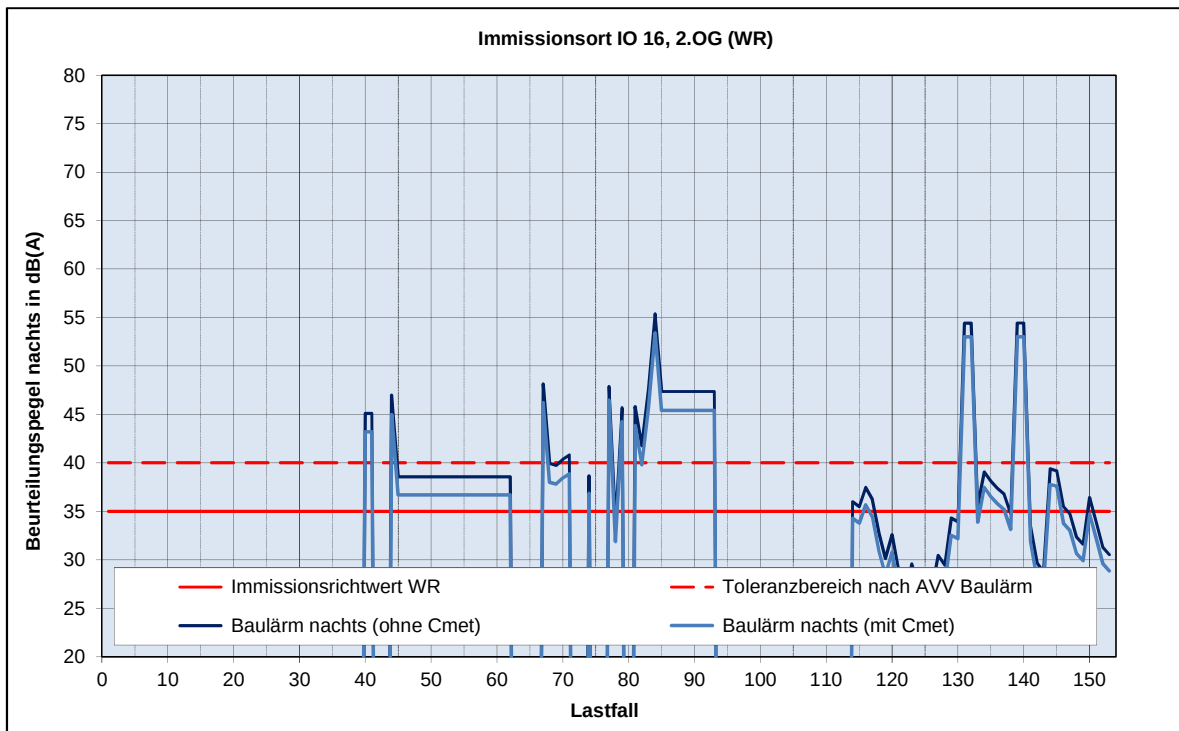


Abbildung 47: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 17

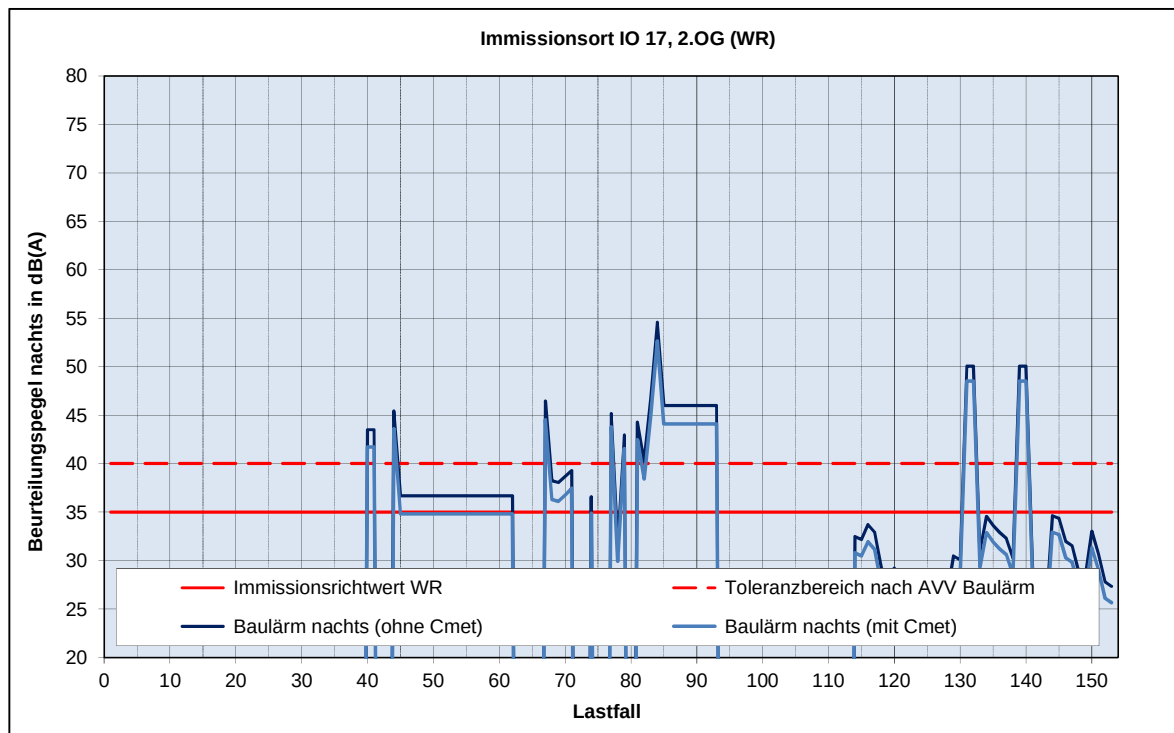


Abbildung 48: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 18

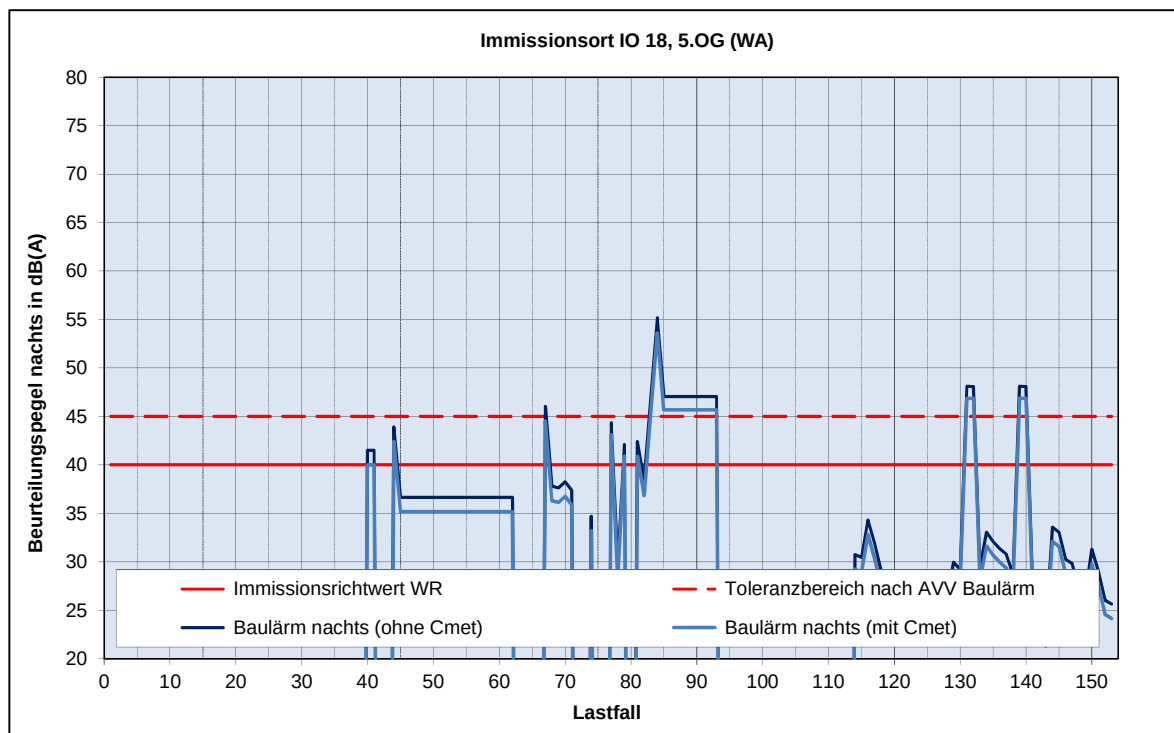




Abbildung 49: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 19.1

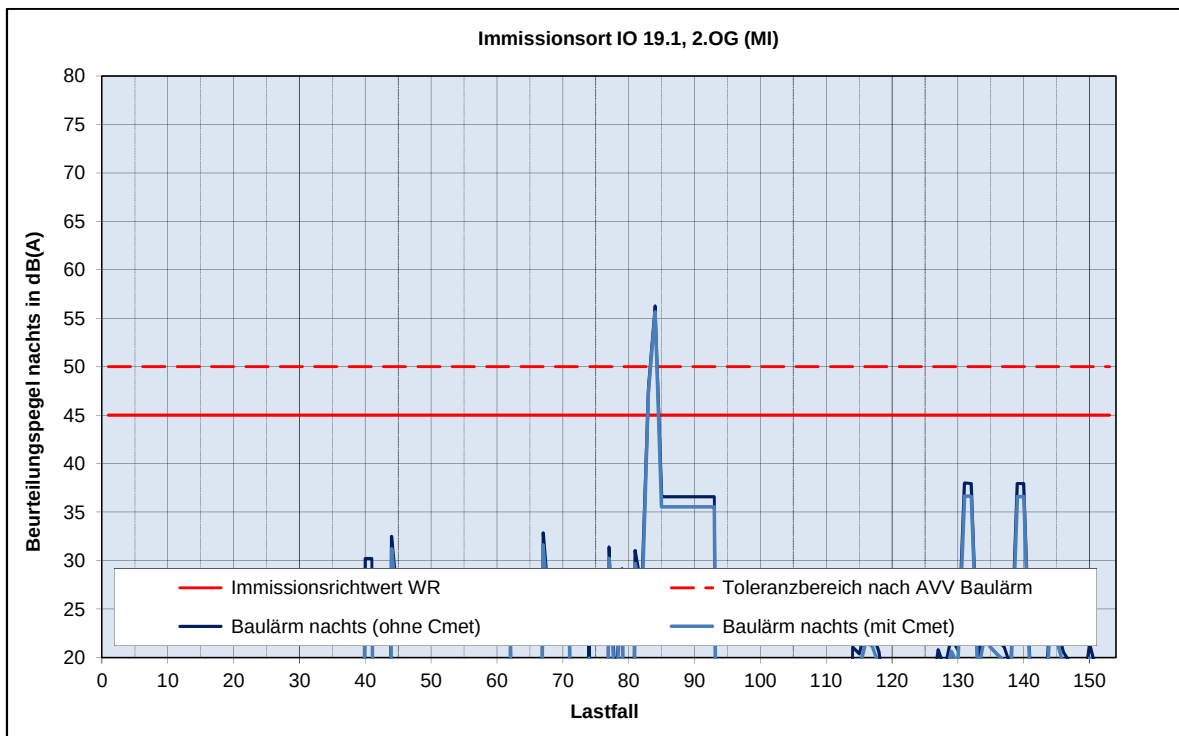


Abbildung 50: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 19.2

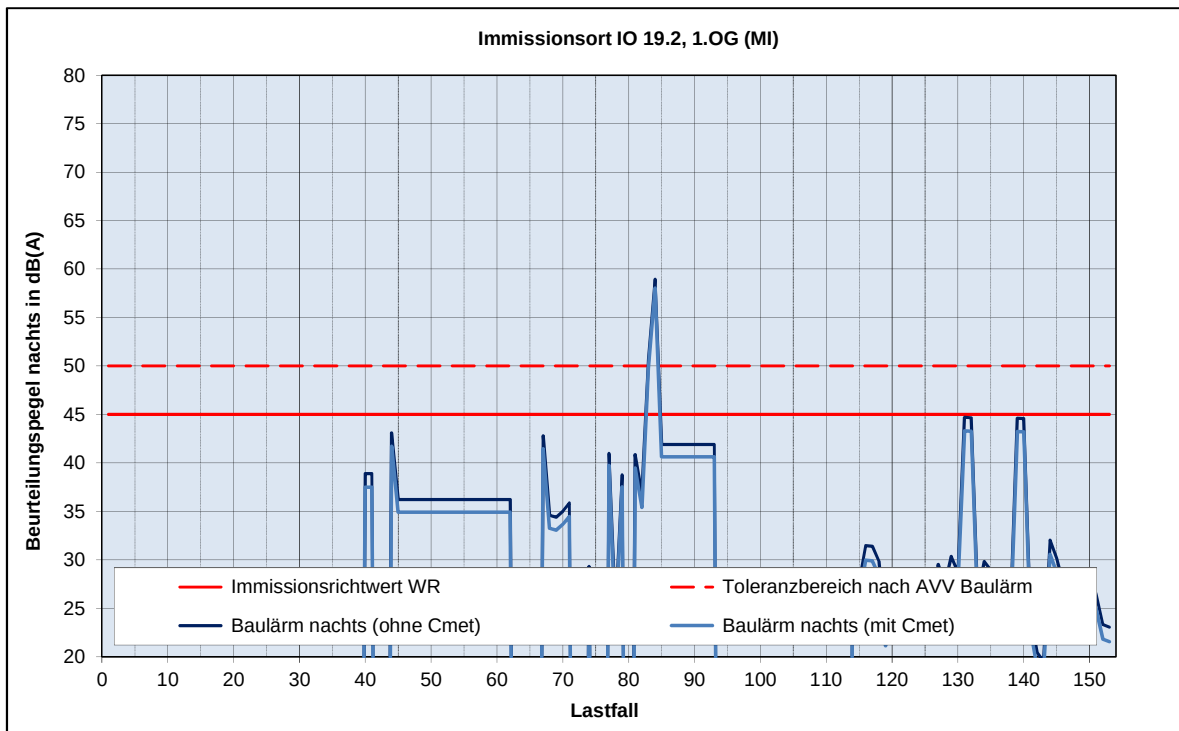


Abbildung 51: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 20

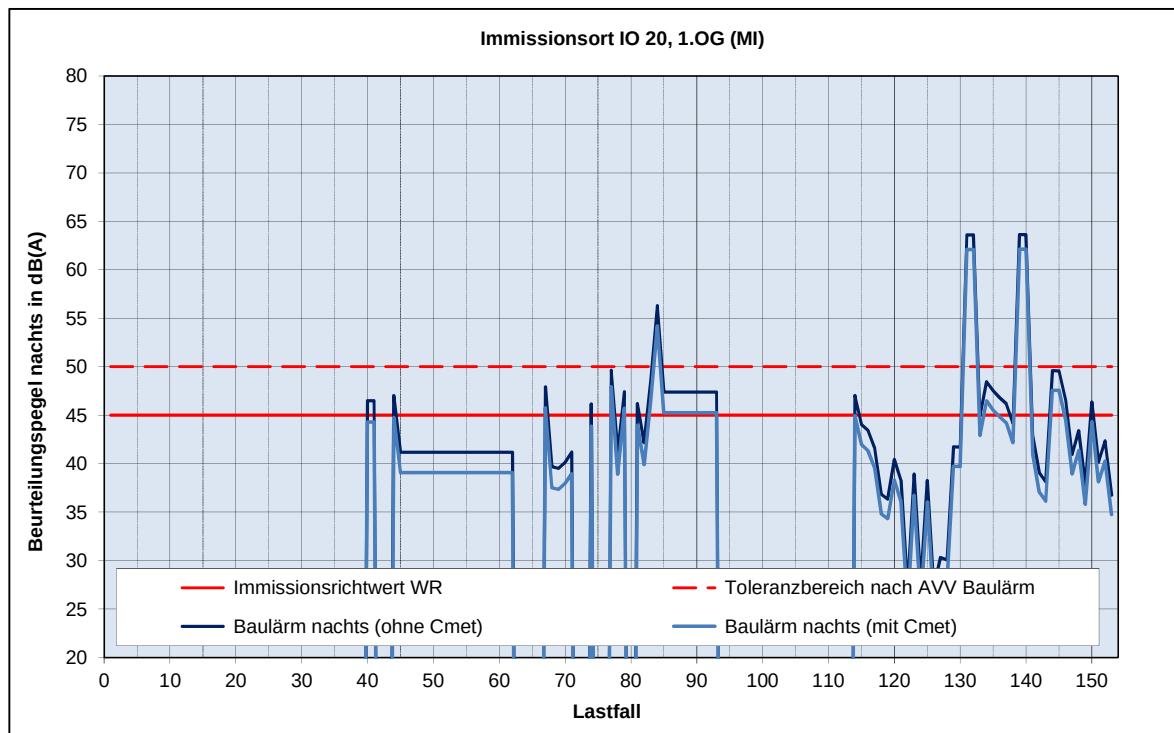


Abbildung 52: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 21

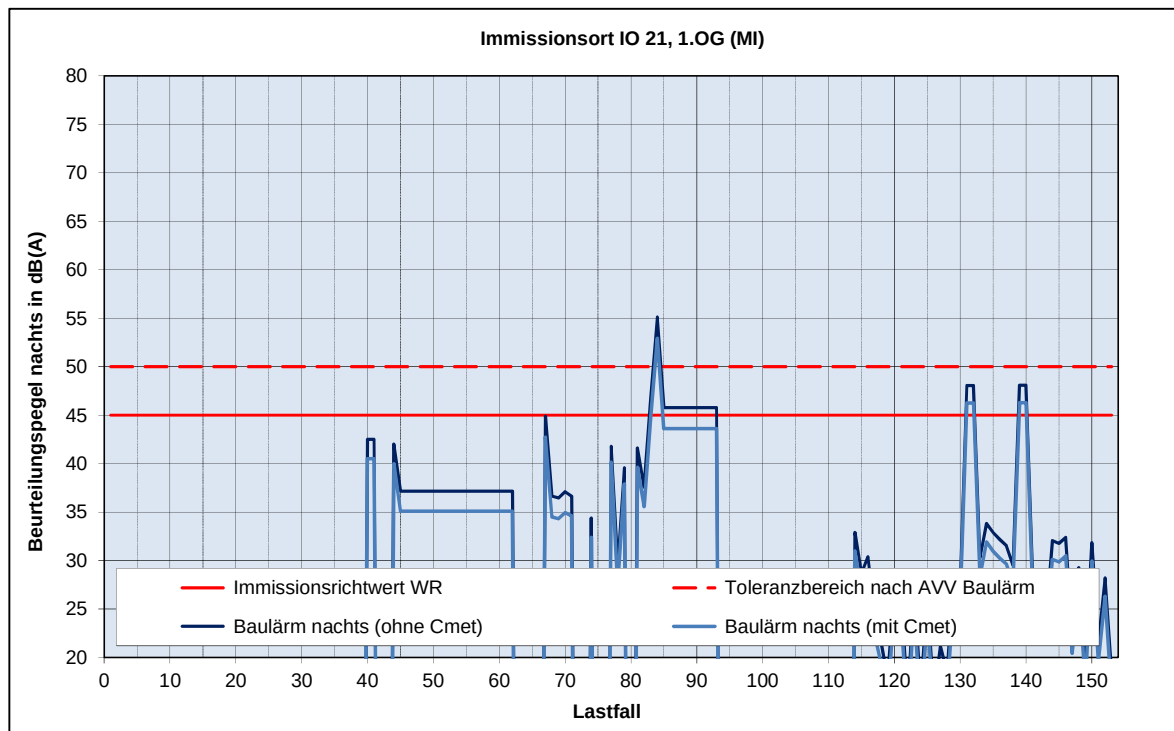


Abbildung 53: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 22

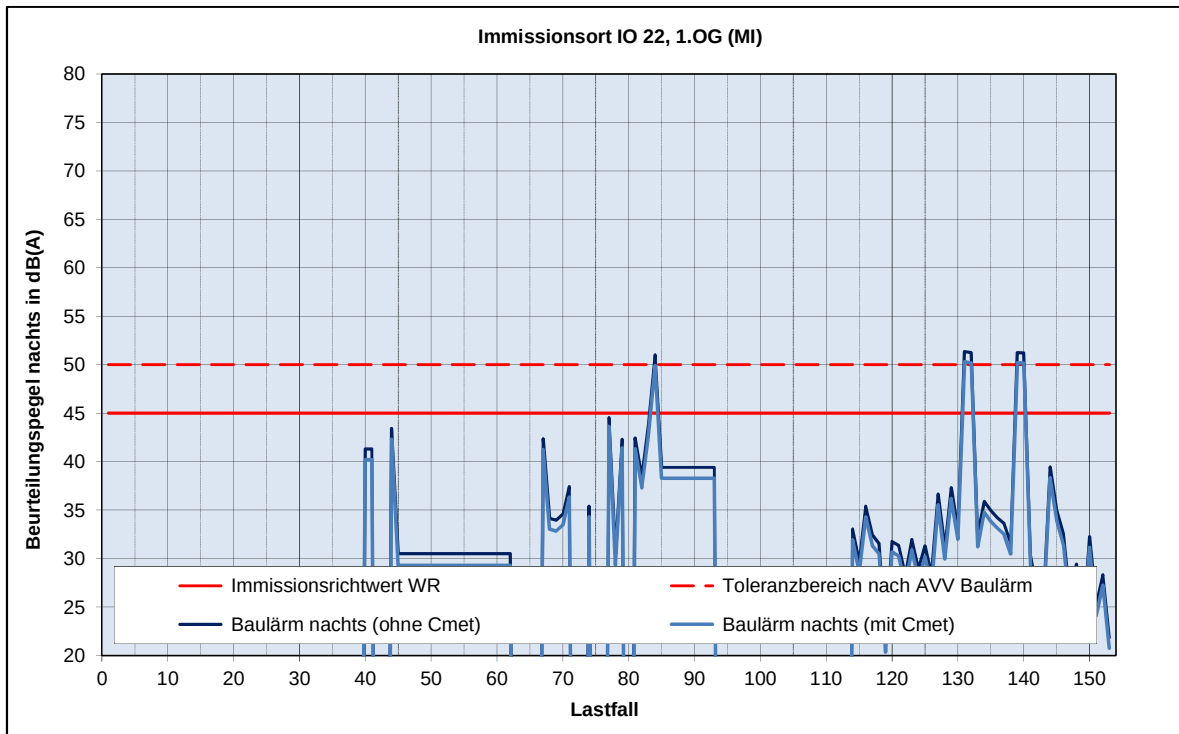
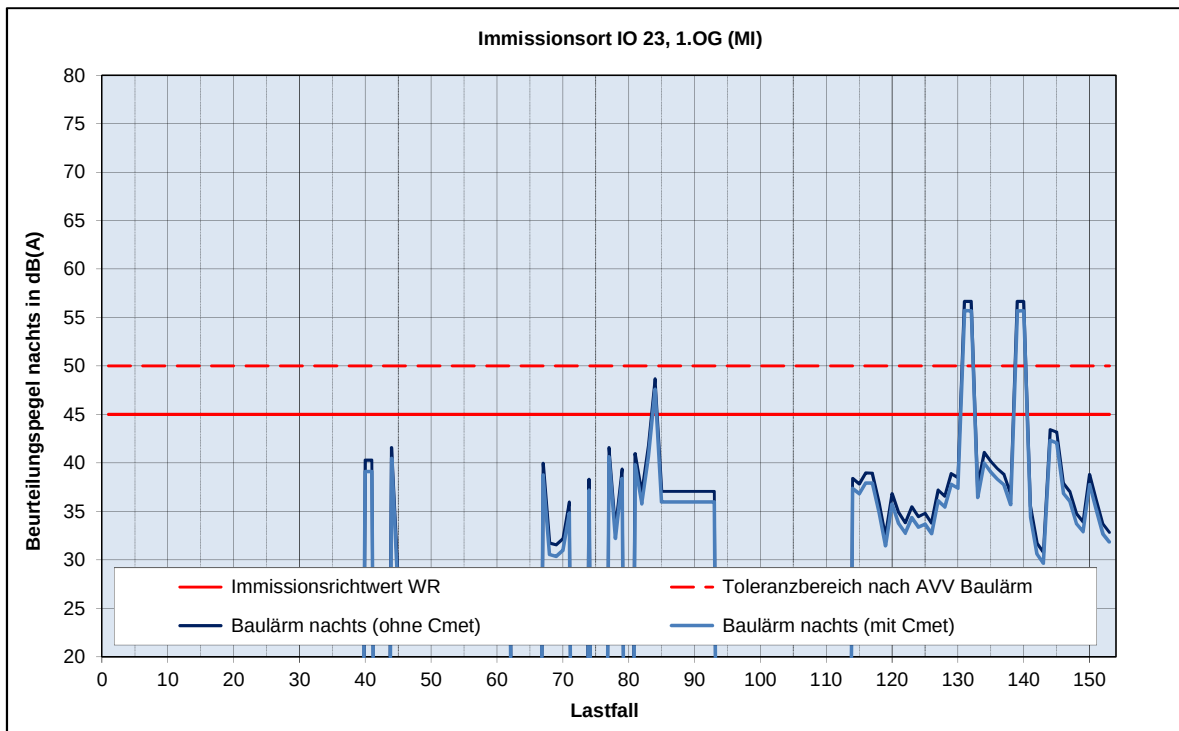


Abbildung 54: Beurteilungspegel aus Baulärm nachts, Immissionsort IO 23



### 6.3. Spitzenpegel

Darüber hinaus ist bei einem Nachtbetrieb die Einhaltung des Spitzenpegelkriteriums gemäß AVV Baulärm zu prüfen.

Aufgrund der hohen Beurteilungspegel ist zu erwarten, dass Überschreitungen des Immissionsrichtwertes von 35 dB(A) nachts um mehr als 20 dB(A) durch kurzzeitige Geräuschspitzen nicht auszuschließen sind. Dies ist insbesondere bei Einsatz der besonders lauten Baugeräte während der Gleisbauarbeiten und bei Rammarbeiten gegeben.

### 6.4. Wirkpegel

Die in Abschnitt 6.2 dargestellten Pegel stellen die Beurteilungspegel gemäß AVV Baulärm unter Berücksichtigung von Zeitkorrekturen dar, sofern die Einwirkzeit der einzelnen Maschinen geringer als 8/6 h tags/nachts bzw. 2,5/2 h tags/nachts liegen.

Im vorliegenden Fall wurde jedoch überwiegend für die maßgebenden Geräte ein jeweils durchgehender Betrieb in Ansatz gebracht, so dass die Beurteilungspegel weitgehend den Wirkpegeln entsprechen. Insbesondere bei Einsatz der Rammgeräte können die Wirkpegel jedoch um etwa 5 dB(A) höher liegen.

### 6.5. Plausibilitätsprüfung

Zur Einschätzung der Höhe der Lärmbelastungen im Bereich des Wohngebietes in Kiel-Suchsdorf sowie zur Prüfung des Rechenmodells der Immissionsprognose wurden in 2013 bei Bauarbeiten auf der alten Levensauer Hochbrücke orientierende Schallpegelmessungen durchgeführt. Dabei fanden im Rahmen der Straßendeckenerneuerung auf der alten Levensauer Hochbrücke sehr lärmintensive Fräsarbeiten statt. Die Arbeiten erfolgten auf der gesamten Brückenlänge.

Die Messungen erfolgten am 14. Oktober 2013 zwischen etwa 07:15 und 12:15 Uhr gleichzeitig an drei Messpunkten auf dem Südufer des Kanals am Kanaluferweg in unterschiedlichen Abständen südwestlich der alten Levensauer Hochbrücke (Messpunkte MP2 bis MP4) sowie ergänzend auf der Brücke (Messpunkt MP1). Während der Messzeit lag trockenes Wetter mit leichtem Wind aus östlichen Richtungen vor, so dass von einer Mitwindsituation auszugehen ist. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

- Messpunkt MP2 (horizontaler Abstand zur Mitte der Brücke etwa 60 m, etwa auf Höhe des Immissionsortes IO 1): Aus dem Baulärm wurden Stundenmittelwerte zwischen etwa 67 dB(A) und 70 dB(A) ermittelt. Der Mittelungspegel über die Messzeit betrug etwa 69 dB(A).
- Messpunkt MP3 (horizontaler Abstand zur Mitte der Brücke etwa 150 m): Die Stundenmittelwerte lagen im Bereich von etwa 60 dB(A) bis 65 dB(A) mit einem gesamten Mittelungspegel von etwa 63 dB(A).

- Messpunkt MP4 (horizontaler Abstand zur Mitte der Brücke etwa 230 m, etwa 30 m westlich des Immissionsortes IO 7): Es wurden Stundenmittelwerte zwischen etwa 53 dB(A) und 61 dB(A) ermittelt. Der Mittelungspegel über die Messzeit betrug etwa 58 dB(A).

Zur Prüfung des in dieser Untersuchung verwendeten Ausbreitungsmodells wurde ergänzend eine Kalibrierungsrechnung durchgeführt. Dabei wurde eine Flächenschallquelle auf der alten Levensauer Hochbrücke zugrunde gelegt, die die gesamte Brücke umfasst, da die Fräsarbeiten während der Messzeit auf der gesamten Länge der Brücke stattfanden. Dabei wurde ein Schallleistungspegel von 119 dB(A) gewählt, der für die Fräsarbeiten repräsentativ ist. An den Messpunkten ergeben sich damit folgende Mittelungspegel (ohne meteorologische Korrektur):

- Messpunkt MP1: 69 dB(A);
- Messpunkt MP2: 64 dB(A);
- Messpunkt MP3: 59 dB(A).

Die berechneten Mittelungspegel über die Messzeit werden sehr gut getroffen, die Abweichungen liegen im Bereich von 1 dB(A) und weniger. Das Ausbreitungsmodell erscheint daher plausibel.

Im Vergleich mit den Messwerten liegen die prognostizierten Beurteilungspegel tags an den Immissionsorten IO 1 und IO 7 in vergleichbarer Größenordnung. Ein direkter Vergleich ist allerdings schwierig, da das Prognosemodell eine Vielzahl von Quellen beinhaltet, die verschiedene räumliche Lagen aufweisen. Bei den Messungen waren weiterhin die Anregung der Brückenkonstruktion durch die Fräsarbeiten und eine damit verbundene besondere Schallabstrahlung gegeben, die bei den Brückenbauarbeiten so nicht auftreten wird. Dennoch zeigen die Messungen, dass die prognostizierten Beurteilungspegel in einer realistischen Größenordnung liegen.

## 6.6. Lärmschutzmaßnahmen

Aufgrund der zu erwartenden deutlichen Überschreitungen der Immissionsrichtwerte sind Maßnahmen zum Lärmschutz zu prüfen.

Grundsätzlich kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

- **Bauverfahren:** Durch Auswahl eines lärmarmen Bauverfahrens ist teilweise bereits bei der Planung und Ausschreibung eine Minimierung der Belastungen aus Baulärm möglich.

Für die Einbringung der Pfähle mit Drehbohrgeräten wurde bereits ein lärmarmes Bauverfahren gewählt, so dass sich der Einsatz einer lärmintensiven Schlagramme auf die erforderlichen Arbeiten beim Einbringen der Spundwände und Dalben beschränken kann. Aufgrund des vorhandenen Bodenaufbaus kann auf den Einsatz von Schlagrammen nicht verzichtet werden, um die nötige Standfestigkeit zu erreichen.

Lärmärmere Bauverfahren sind im vorliegenden Fall nicht geeignet. Dies wurde vom Vorhabenträger detailliert geprüft.

Für den übrigen Baugeräteeinsatz wie Bagger, Walzen, Rüttelplatten sowie Schotterpflug und Stopfmaschine zur Verdichtung des Erd- bzw. Schotteraufbaus sind keine alternativen Bauverfahren mit maßgeblich geringerer Lärmentwicklung bekannt.

- **Maßnahmen an der Quelle:** Prinzipiell besteht die Möglichkeit, die Schallabstrahlung lokal eingesetzter Arbeitsgeräte durch mobile Lärmschutzwände an der Quelle zu mindern. Insbesondere bei Arbeiten in unmittelbarer Nähe von Wohnbebauung kann diese Methode lokal an einzelnen Immissionsorten eine relevante Reduzierung der Immissionen hinsichtlich der Geräusche des jeweiligen Geräts erzielen. Außer durch eine Quasi-Einhausung sind deutliche flächendeckende Reduzierungen der Beurteilungspegel jedoch nicht zu erzielen. Insbesondere beim Einsatz der mobilen Maschinen wie Bagger und Radlader ist aufgrund des Arbeitsradius und des dadurch benötigten Abstands zur Quelle der Einsatz von Lärmschutzwänden nicht effektiv.
- **Begrenzung der effektiven Einsatzzeiten der Baumaschinen:** Die effektiven Einsatzzeiten wurden soweit möglich bereits auf ein Mindestmaß reduziert.

Grundsätzlich würde eine weitergehende Beschränkung der Einsatzzeiten von Baugeräten die Gesamtdauer der Baustelle und somit die erforderliche Einschränkung des Straßen- und Bahnverkehrs deutlich erhöhen. Dies steht wiederum dem weitergefassten allgemeinen Interesse entgegen, die Behinderung des Zugverkehrs möglichst gering zu halten.

- **Abschirmung durch baulichen Schallschutz:** Grundsätzlich wäre es denkbar, durch vorübergehend aufgestellten baulichen Schallschutz die Lärmquellen abzuschirmen. Eine quellnahe Realisierung von weitreichendem baulichem Schallschutz ist aufgrund der Größe der Baustelle jedoch kaum realisierbar.

Insbesondere aufgrund der hohen Quelllage müsste dieser Lärmschutz im vorliegenden Fall erhebliche Dimensionen aufweisen, so dass eine effektive Abschirmung der Schallquellen nur mit erheblichem Aufwand möglich ist. Abschirmungen durch bauliche Maßnahmen im Bereich der Quellen insbesondere auf der Nordseite des Nord-Ostsee-Kanals werden weiterhin erschwert, da der Platz aufgrund der Geländetopografie begrenzt ist.

Ergänzend wurden jedoch verschiedene bauliche Lärmschutzmaßnahmen geprüft. Hierzu wurde eine Lärmschutzwand auf der Westseite des Straßendamms auf der Südseite des Kanals auf einer Länge von etwa 420 m angenommen, beginnend etwa im Bereich des Brückenwiderlagers Süd. Es zeigt sich, dass selbst bei einer Wandhöhe von 4,0 m über Gelände (Oberkante Straßendamm) je nach Lage des Immissionsortes für nur etwa 10% bis 20% der Bauphasen mit relevanten Minderungen von 3 dB(A) und mehr zu rechnen ist, die maximalen Minderungen betragen etwa 8 dB(A). Für die restlichen Bauphasen sind jedoch keine wahrnehmbaren Minderungen zu erwarten, da diese durch Quellen bestimmt werden, die nicht von der betreffenden Wand abgeschirmt werden. Die ermittelten Minderungen reichen nicht, um die Immissionsrichtwerte tags und nachts einzuhalten.

Auf der Nordseite des Nord-Ostsee-Kanals ist dagegen eine effektive Abschirmung durch baulichen Lärmschutz in Richtung Suchsdorf aufgrund der Geländetopografie und der überwiegend hoch liegenden Quellen kaum möglich.

Abschirmungen der nächstgelegenen Wohnbebauung durch dort aufgestellte Lärmschutzwände sind im vorliegenden Fall ebenfalls nicht möglich, da aufgrund der hohen Quelllage und der Größe des belasteten Gebietes keine wirksamen Minderungen zu erzielen sind.

## 6.7. Qualität der Prognose

Aufgrund der großen Spanne der Geräuschemissionen von Baumaschinen sind Abweichungen der Schalleistungspegel und damit der Wirk- und Beurteilungspegel nicht auszuschließen. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung verwendeten Ansätze liegen jedoch erfahrungsgemäß auf der sicheren Seite.

Darüber hinaus ist festzustellen, dass die Berechnung der Schallausbreitung gemäß DIN ISO 9613-2 von einer die Schallausbreitung begünstigenden Mitwindwetterlage mit mittleren Windgeschwindigkeiten ausgeht. Es wird daher zugrunde gelegt, dass der Wind immer von der Quelle zum Immissionsort weht. Dies entspricht jedoch nicht den tatsächlichen Verhältnissen über längere Zeiträume, so dass überwiegend eher eine Überschätzung der Belastungen zu erwarten ist. Dies ist für Abstände ab etwa 100 m bis 200 m der Fall. Aufgrund der hohen Emissionspegel und der damit verbunden weiträumigen Schallausbreitung ist der Einfluss der meteorologischen Verhältnisse hier besonders relevant. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass bei besonderen Witterungsverhältnissen (z.B. hohe Windgeschwindigkeiten, Inversionswetterlagen, gefrorener Boden) auch eine Schallausbreitung über noch größere Strecken möglich ist. Eine genaue Quantifizierung dieser Effekte ist jedoch nicht möglich. Gemäß der VDI-Richtlinie 2714 liegen die Zunahmen bei besonderen Mitwindsituationen in der Größenordnung von bis zu etwa 3 dB(A). Die Abnahmen bei Querwind und Gegenwind können demgegenüber in größeren Entfernungen sehr viel größer ausfallen (z.B. in 500 m Abstand Abnahmen bis zu etwa 8 dB(A) bei Querwind bzw. 13 dB(A) bei Gegenwind bzw. in 1.000 m Abstand bis zu etwa 13 dB(A) bei Querwind bzw. 21 dB(A) bei Gegenwind).

Für den im vorliegenden Fall betrachteten parallelen Einsatz mehrerer Baugeräte mit vergleichbaren Schalleistungspegeln ist ergänzend zu beachten, dass die berechnete Überlagerung die tatsächlich zu erwartende Situation eher überschätzt. Die Geräuschemissionen unter Berücksichtigung von Impulszuschlägen zeichnen sich durch diskontinuierliche Geräusche aus. Als Messgröße ist gemäß AVV Baulärm das Taktmaximalverfahren (Taktdauer 5 s) zu wählen, um die Impulshaltigkeit der Geräusche zu berücksichtigen. Dabei wird als Messgröße der Maximalpegel innerhalb eines Taktes von 5 Sekunden ermittelt und der gesamten Taktdauer zugewiesen. Somit bestimmt das lauteste Geräusch diesen Takt. Sofern zwei oder mehr Maschinen mit impulshaltiger Geräuschcharakteristik gleichzeitig im Einsatz sind, wird dementsprechend der Takt durch das lauteste Gerät bestimmt. Die anderen Maschinen tragen daher entsprechend geringer zum Taktmaxi-

malpegel bei. Dies wäre nur der Fall, wenn beispielsweise zwei Impulsspitzen unterschiedlicher Geräte zum gleichen Zeitpunkt erfolgen würden, dies ist jedoch eher unwahrscheinlich. Bei der Schallausbreitungsrechnung wurde demgegenüber eine energetische Überlagerung der Geräuschemissionen aller Baugeräte eingerechnet. Sofern mehrere Baugeräte, beispielsweise beide Bagger und die Radlader gleichzeitig betrieben werden, enthält der Berechnungsansatz tendenziell noch Sicherheiten.

Insgesamt ist festzuhalten, dass aufgrund der im Rechenmodell enthaltenen Sicherheiten eine Überschreitung der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelten Beurteilungspegel voraussichtlich nicht zu erwarten ist. Die Standardabweichung der Beurteilungspegel wird zu etwa 3 dB(A) geschätzt.

## **7. Zusammenfassung und Beurteilung**

Im Rahmen einer Schallimmissionsprognose wurden die Lärmimmissionen durch den Baumaschineneinsatz während der Baustelle zum Ersatzneubau der Levensauer Hochbrücke und zu Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals prognostiziert. Die Beurteilung erfolgte auf Grundlage der AVV Baulärm.

Für die Beurteilung wurden verschiedene Lastfälle unterschieden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass im Bereich der Wohnbebauung in Kiel-Suchsdorf südlich des Nord-Ostsee-Kanals die Immissionsrichtwerte für Gebiete, in denen ausschließlich Wohnungen untergebracht sind, von 50 dB(A) tags und 35 dB(A) nachts weitgehend überschritten werden.

Im Bereich der nächstgelegenen Wohnbebauung auf dem Nordufer des Nord-Ostsee-Kanals sowie westlich der B76 wird der Immissionsrichtwert für Gebiete mit gewerblichen Anlagen und Wohnungen, in denen weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind, von 60 dB(A) tags überwiegend eingehalten. Nachts wird der entsprechende Immissionsrichtwert von 45 dB(A) teilweise überschritten.

Zur Lärminderung kommen nur wenige Maßnahmen in Betracht. Für die erforderlichen Bauarbeiten wurden soweit möglich bereits lärmarme Bauverfahren gewählt.

Die Einsatzzeiten der lärmintensiven Baugeräte wurden bereits soweit möglich auf das erforderliche Mindestmaß reduziert. Grundsätzlich würde eine weitergehende Beschränkung der Einsatzzeiten von Baugeräten die Gesamtdauer der Baustelle und somit die erforderliche Einschränkung des Straßen- und Schienenverkehrs deutlich erhöhen. Dies steht dem weitergefassten allgemeinen Interesse entgegen, die Behinderung des Zugverkehrs möglichst gering zu halten.

Darüber hinaus wäre ein Schutz der maßgebenden Bebauung durch vorübergehend aufgestellten baulichen Lärmschutz auf der Ostseite des Straßendamms auf der Südseite des Nord-Ostsee-Kanals auf einer Länge von etwa 420 m denkbar. Dies hätte jedoch selbst bei einer Höhe der Wand von 4 m über Oberkante Straßendamm lediglich für etwa



10% bis 20% der Bauphasen einen wahrnehmbaren Effekt. Die ermittelten Minderungen reichen nicht, um die Immissionsrichtwerte tags und nachts einzuhalten.

Baulicher Lärmschutz an den Quellen auf der Nordseite des Nord-Ostsee-Kanals ist demgegenüber im vorliegenden Fall technisch kaum realisierbar (Hochlage, flächenhafte Ausdehnung der Lärmquellen).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es auch mit erheblichem zeit- und kostenintensiven baulichen Schallschutz nicht möglich ist, die Immissionsrichtwerte der AVV Baulärm tags und nachts überall einzuhalten bzw. die Überschreitungen auf maximal 5 dB(A) zu beschränken. Zudem ist in Frage zu stellen, ob ein entsprechender Lärmschutz überhaupt realisierbar ist. Der Aufbau umfangreicher Lärmschutzwände erscheint daher nicht angemessen.

Für die Beurteilung sind ergänzend die in der AVV Baulärm enthaltenen Sonderregelungen zu beachten, dass trotz Überschreitung der Immissionsrichtwerte von einer Stilllegung der Baustelle abgesehen werden kann. Dies ist gemäß Nummer 5.2.2 der AVV Baulärm u. a. dann möglich, wenn die Bauarbeiten im öffentlichen Interesse dringend erforderlich sind und die Bauarbeiten ohne die Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht oder nicht rechtzeitig durchgeführt werden können. Dies ist im vorliegenden Fall gegeben.

Zum Schutz der Nachtruhe ist bei besonders lärmintensiven Bauphasen mit Beurteilungspegeln größer 60 dB(A) nachts zu prüfen, ob den betroffenen Anwohnern eine Übernachtung im Hotel auf Kosten des Vorhabenträgers anzubieten ist.

Bargteheide, den 26. März 2015



(Dipl.-Phys. Dr. Bernd Burandt)



(Dipl.-Ing. Björn Heichen)

## 8. Quellenverzeichnis

### *Gesetze, Verwaltungsvorschriften und Richtlinien*

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. November 2014 (BGBl. I S. 1740);
- [2] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Schutz gegen Baulärm – Geräuschemissionen – vom 19. August 1970 (Beil. zum BAnz. Nr. 160);
- [3] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI. Nr. 26 vom 28.08.1998 S. 503);

### *Emissions-/Immissionsberechnung*

- [4] ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Oktober 1999;
- [5] DIN EN ISO 717-1, Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen; Teil 1: Luftschalldämmung, Januar 1997;
- [6] Schalldruckpegel für verschiedene schallintensive Bauverfahren, Hinweise für die Berücksichtigung des Faktors „lärmintensive Baugeräte“ im Rahmen von Planfeststellungsverfahren, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat M1;
- [7] Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie, Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Anlagen zur Abfallbehandlung und -verwertung sowie Kläranlagen, aus: Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 1, 27. Juni 2001;
- [8] Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Merkblätter Nr. 25 - Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von LKW, 2000;
- [9] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 247, Hessische Landesanstalt für Umwelt, 1998;
- [10] Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 2, Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie, 2004;
- [11] Handbuch Geräuschemissionsdaten für Baugeräte, ISDAT Ingenieurbüro für schalltechnische Daten Dr. Trautmann, Berlin, Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, 1. Auflage 2005;
- [12] Emissionsdatenkatalog, forum SCHALL, November 2006;
- [13] Herstellerangaben zu Husqvarna K 1260 Rail;

- [14] Akustik 11, Schriftenreihe Akustik, Schalltechnische Daten über Geräuschemissionen von Baumaschinen für den Oberbau, Deutsche Bahn AG, März 1995;
- [15] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90, Ausgabe 1990;
- [16] DataKustik GmbH, Software, Technische Dokumentation und Ausbildung für den Immissionsschutz, München, Cadna/A® für Windows™, Computerprogramm zur Berechnung und Beurteilung von Lärmimmissionen im Freien, Version 4.5.147 (32-Bit), Januar 2015;

*Sonstige projektbezogene Quellen und Unterlagen*

- [17] Kartengrundlage: Deutsche Grundkarte 1:5.000, vervielfältigt mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein vom 06.09.2007, Geschäftszeichen 12-562.6 S 527/07;
- [18] Lagepläne zum Bauvorhaben, Baufeldübersicht, Bauphasenplan, Gerätekonzept, Terminplan, WKC Hamburg GmbH in Zusammenarbeit mit ANWIKAR Consultants Würzburg;
- [19] Bebauungspläne der Landeshauptstadt Kiel, im Internet verfügbar;
- [20] Informationen gemäß Ortstermin mit Fotodokumentation, LAIRM CONSULT GmbH, 2014.



## 9. Anlagenverzeichnis

|         |                                                                                       |      |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| A 1     | Lagepläne .....                                                                       | III  |
| A 1.1   | Übersichtsplan, Maßstab 1:7.500 .....                                                 | III  |
| A 1.2   | Lage der Quellen, Bereich Nord, Maßstab 1:3.500 .....                                 | IV   |
| A 1.3   | Lage der Quellen, Bereich Süd, Maßstab 1:3.500 .....                                  | V    |
| A 1.4   | Lage der exemplarisch geprüften Lärmschutzwand, Bereich Süd, Maßstab<br>1:2.500 ..... | VI   |
| A 2     | Emissionen aus Baulärm .....                                                          | VII  |
| A 2.1   | Basisschalleistungen der einzelnen Quellen .....                                      | VII  |
| A 2.1.1 | Lkw-Zyklus auf dem Bauplatz (Bodenbewegungen) .....                                   | VII  |
| A 2.1.2 | Lkw-Zyklus auf dem Bauplatz (sonstige Anlieferungen / Abfahren) ..                    | VII  |
| A 2.1.3 | Dumper-Zyklus auf dem Bauplatz .....                                                  | VIII |
| A 2.1.4 | Fahrmischer-Zyklus auf dem Bauplatz .....                                             | VIII |
| A 2.1.5 | Baumaschinen .....                                                                    | IX   |
| A 2.1.6 | Oktavspektren Schallleistungspegel .....                                              | X    |
| A 2.2   | Meteorologische Korrektur .....                                                       | XI   |
| A 2.3   | Schallleistungsbeurteilungspegel                                                      |      |
| A 2.3.1 | Baugeräteeinsatz der einzelnen Bauphasen tags                                         |      |
| A 2.3.2 | Baugeräteeinsatz der einzelnen Bauphasen nachts                                       |      |
| A 2.4   | Zusammenstellung der Lastfälle                                                        |      |

