

# Schalltechnische Untersuchung (Lärmimmissionsprognose)

für die geplante

**380-kV-Leitung Handewitt – Kasso Nr. 327**

Anlagenbetreiber / Auftraggeber:

TenneT TSO GmbH  
Bernecker Straße 70  
95448 Bayreuth



Durchführung / Berechnung der Schallimmissionsprognose:

EQOS Energie GmbH  
Wolfentalstraße 29  
88400 Biberach



## Inhaltsverzeichnis

1. Einführender Teil .....	3
2. Aufgabenstellung .....	4
3. Geografischer Bezug und Planunterlagen .....	4
4. Grundlagen .....	4
5. Betriebsdaten zur geplanten Leitung.....	5
6. Immissionsorte und Richtwerte .....	5
Tabelle 1: Immissionsrichtwerte als Auszug aus der TA Lärm (Ziffer 6.1).....	5
7. Fremdgeräuscheinwirkung .....	6
7.1 Einwirkung durch Regen .....	6
7.2 Zuschlag für Tonhaltigkeit .....	6
8. Berechnung der Schallausbreitung .....	7
8.1 Abschirmung / Reflexion.....	7
8.2 Luftabsorption .....	7
8.3 Bodeneffekt.....	7
8.4 Meteorologische Korrektur .....	7
9. Berechnung der Geräuschemissionen am Einwirkungsort .....	7
10. Qualitative Beurteilung der Prognose.....	8
11. Bewertung der Geräuschemissionen.....	8
12. Ergebnis / Zusammenfassung.....	8

## 1. Einführender Teil

Die vorliegende Untersuchung bewertet die zu erwartenden Schall-Immissionen im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die 380-kV-Leitung Handewitt – Kassoe Nr. 327 (Abschnitt Flensburg-Bundesgrenze). Im Folgenden sind Informationen über das Planfeststellungsverfahren, die Anlage und die beteiligten Institutionen aufgeführt.

Bezeichnung der Anlage:

380-kV-Leitung Handewitt – Kassoe Nr. 327  
(Abschnitt Flensburg – Bundesgrenze)

Verfahren:

Planfeststellungsverfahren nach §43 EnWG

Verfahrensführende Behörde:

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und  
Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein  
- Amt für Planfeststellung Energie (AfPE) –  
Mercatorstraße 5  
24106 Kiel

Antragsteller / Betreiber und Auftraggeber der Untersuchung:

TenneT TSO GmbH  
Bernecker Straße 70  
95448 Bayreuth

Durchführung der Untersuchung / Auftragnehmer:

EQOS-Energie Deutschland GmbH  
Wolfentalstraße 29  
88400 Biberach

Bearbeiter:

Verantwortlicher Bearbeiter

Peter Lohmüller  
(EQOS-Energie)



Gesamtbearbeitung Immissionsunterlage:

Leitungstechnische Berechnung  
Immissionsberechnung  
Prüfung Immissionen  
Bericht und Prüfung  
Prüfung Auftraggeber

Dipl. Ing. Katja Pöttsch (EQOS-Energie)  
Dipl. Ing. David Piwonski (EQOS-Energie)  
B.Eng. Alexander Neumann (EQOS-Energie)  
Akad. Geoinformatiker Peter Lohmüller  
Dr. Jens-Andreas Böttger (TenneT TSO)

Berichtsdatum: 03.05.2019

Version: V.1.01/Ost190503

Sachkundehinweis:

Die für die Berechnung und Interpretation notwendige Sachkunde ergeht über die akademischen Abschlüsse und werden im Rahmen wiederkehrender Schulungen bei der FGEU mbH von den bearbeitenden und prüfenden Personen aktualisiert.

## 2. Aufgabenstellung

Die TenneT TSO GmbH (künftig TenneT genannt) plant, wie im Erläuterungsbericht unter Anlage 1 genannt, die Errichtung und den Betrieb der 380-kV-Freileitung Handewitt – Kasso Nr. 327 zwischen dem Umspannwerk (UW) Handewitt und dem UW Kasso in Dänemark, als Ersatzneubau für die bestehende und rückzubauende 220-kV-Leitung Flensburg - Kasso Nr. 206 (der TenneT).

Die Leitung hat eine Länge auf dem Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland von etwa 9,3 km. Die Trassenführung orientiert sich im Wesentlichen an der zu ersetzenden und rückzubauenden 220-kV-Leitung Flensburg - Kasso Nr. 206 und folgt dieser in beinahe direkter Nord – Süd – Richtung. Im Zuge des Planfeststellungsverfahrens werden auch die Auswirkungen durch den Betrieb der geplanten 380-kV-Leitung Handewitt – Kasso Nr. 327 bezüglich deren künftigen Betriebslärms untersucht und eine Schallimmissionsprognose erstellt.

## 3. Geografischer Bezug und Planunterlagen

Der detaillierte Verlauf ist aus den beiliegenden Genehmigungsunterlagen zu entnehmen, hierbei im Speziellen die Übersichtspläne (Anlage 2) und die Lagepläne (Anlage 5), welche anhand der im Übersichtsplan eingetragenen Blattschnitte zugeordnet werden können.

Die Blattschnitte sind mit den jeweiligen Unterlagen der weiteren Anlagen identisch, wobei im Speziellen noch auf die Längsprofile (Längsschnitte) in Anlage 6 und die Rückbaumaßnahmenpläne in Anlage 11 verwiesen wird.

Betreffend der Immissionen wird auf den Materialband M04 verwiesen. Dieser beinhaltet nebst dieser Prognose und der tabellarischen Zusammenstellung der Immissionen an den jeweils zu beurteilenden Immissionsorten auch die zugehörigen Isophonenkarten (Schallimmissionspläne) sowie die Lagepläne mit der zu erwartenden magnetischen Immission (B-Feld), jeweils wiederum mit identischen Blattschnitten.

Parallel zur hier festgehaltenen Dokumentation wird auch auf das Kapitel 9.2 im Erläuterungsbericht (Anlage 1) verwiesen, welches sich ebenfalls mit „Geräuschen von Leitungen“ befasst.

## 4. Grundlagen

Die vorliegende schalltechnische Untersuchung basiert auf der TA Lärm in der Fassung vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch die Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5).

Die Berechnung erfolgte durch die EQOS Energie GmbH unter Verwendung der Software „WinField & Sound (WinField / EFC-400)“ der Forschungsgesellschaft für Energie u. Umwelttechnologie mbH (FGEU) mit Sitz in Berlin.

Die zugrundeliegenden gesetzlichen und technischen Regelwerke sind:

- 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), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 8. April 2019 (BGBl. I S. 432) geändert worden ist)
- Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440))
- Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
- DIN ISO 9613-2, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien (Stand Oktober 1999)

## 5. Betriebsdaten zur geplanten Leitung

Die geplante Freileitung soll mit zwei 380-kV Stromkreisen mit jeweils drei Leiterseilbündeln (Phasen) betrieben werden, wobei ein Leiterseilbündel (Phase) nochmals aus vier Einzel- bzw. Teilleitern besteht. Der einzelne Leitertyp 565-AL1/72-ST1A besteht aus einem Stahlkern, welcher die Zugkräfte aufzunehmen hat (Querschnitt 72mm<sup>2</sup>) und einem Außenleiter für die Stromübertragung aus Aluminium (Querschnitt 565mm<sup>2</sup>).

Hinsichtlich der Geräuschimmissionen des jeweiligen Stromkreises wurde die schalltechnische Untersuchung abweichend von der Nennspannung ( $U_n$ ) von 380-kV für den schalltechnisch ungünstigsten Betriebszustand mit der maximalen Spannung von 420kV durchgeführt.

Im Trassenverlauf werden keine Stromkreise mit anderer Spannungsebene oder abweichenden Querschnitten der Leiterseile mitgeführt.

## 6. Immissionsorte und Richtwerte

Die Zuordnung der Immissionsorte erfolgt gemäß den in der unten folgenden Tabelle 1 angegebenen Gebietseinstufungen nach Ziffer 6.1 TA Lärm. Liegen keine Bebauungspläne oder entsprechende Festsetzungen vor, so sind die Immissionsorte entsprechend tatsächlicher baulicher Nutzung und deren Schutzbedürftigkeit zu beurteilen.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, sind im Nachtzeitraum um 15 dB(A) niedrigere Immissionsrichtwerte einzuhalten bzw. bei Industriegebieten tags und nachts gleich hohe Immissionsrichtwerte. Da die durch den geplanten Betrieb der Freileitungstrasse verursachten Geräuschemissionen tagsüber und nachts gleichermaßen einwirken können, beschränkt sich die schalltechnische Untersuchung im Folgenden auf den Nachtzeitraum der TA Lärm.

**Tabelle 1: Immissionsrichtwerte als Auszug aus der TA Lärm (Ziffer 6.1)**

Gebiet	Richtwert in dB(A) tagsüber / nachts
Industriegebiete	70 / 70
Gewerbegebiete	65 / 50
Kerngebiete, Dorfgebiete, Mischgebiete	60 / 45
Wohngebiete, Kleinsiedlungsgebiete	55 / 40
Reine Wohngebiete	50 / 35
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45 / 35

Die in Tabelle 1 genannten Immissionsrichtwerte gelten durch alle Geräuscheinwirkungen aus gewerblichen/industriellen Anlagen (Gesamtbelastung im Sinne der TA Lärm). Die Gesamtbelastung ergibt sich als energetische Summe aus der Vorbelastung sowie der Zusatzbelastung durch die zu beurteilende Anlage, hier also der geplanten Freileitungstrasse.

Im Sinne der Ziffer 3.2.1 Abs. 2 der TA Lärm kann auf eine detaillierte Vorbelastungsuntersuchung verzichtet werden, wenn die Zusatzbelastung um mindestens 6 dB(A) unter den Immissionsrichtwerten liegt und somit im Sinne des Textes der TA Lärm nicht relevant zum Gesamtpegel beiträgt (sog. Irrelevanzbetrachtung).

Im Zuge der schalltechnischen Untersuchung wird anhand der technischen Planungsunterlage und Begehungen vor Ort ermittelt, ob durch in der Nähe befindliche Anlagen im Sinne der TA Lärm eine relevante Vorbelastung im Nachtzeitraum zu erwarten ist.

Ebenso wird der am jeweiligen Immissionsort wirksame Geräuschpegel berechnet und geprüft, ob dieser um mindestens 6 dB(A) unter dem jeweiligen Nacht-Immissionsrichtwert liegt.

## 7. Fremdgeräuscheinwirkung

### 7.1 Einwirkung durch Regen

Während des Betriebes von Freileitungen kann es bei sehr feuchter Witterung (Regen oder hohe Luftfeuchte) zu Korona-Entladungen an der Oberfläche der Leiterseile kommen. Dabei können, zeitlich begrenzt, Geräusche verursacht werden. Die Schallpegel hängen neben den Witterungsbedingungen im Wesentlichen von der elektrischen Feldstärke auf der Oberfläche der Leiterseile ab. Diese so genannte Randfeldstärke ergibt sich wiederum aus der Höhe der Spannung, der Anzahl der Leiterseile je Phase sowie aus der geometrischen Anordnung und den Abständen der Leiterseile untereinander und zum Boden.

Unter der Ziffer 3.2.1 der TA Lärm ist aufgeführt, dass die Genehmigung wegen einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte nicht versagt werden darf, wenn infolge ständig vorherrschender Fremdgeräusche keine zusätzlichen schädlichen Umwelteinwirkungen durch die zu beurteilende Anlage (hier die geplante Freileitung) zu befürchten sind.

Die Intensität der Koronageräusche ist in großem Maße von der Regenmenge und dem Regengeräusch am Immissionsort abhängig. Daher wird auch diskutiert, ob das am Immissionsort auftretende Regengeräusch als Fremdgeräusch im Sinne der TA Lärm aufzufassen ist.

Untersuchungen haben aufgezeigt, dass die wetterbedingten Fremdgeräuschpegel an Ortsrandlagen bereits bei geringen Windgeschwindigkeiten und Regenintensitäten 38 bis 39 dB(A) betragen und bei stärkerem Regen (> 3 mm/h) einen Pegel von mindestens 45 dB(A) erreichen. In diesem Fall ist von einer vollständigen Verdeckung der Koronageräusche durch die wetterbedingten Fremdgeräusche auszugehen, da der nächtlich zulässige Immissionsrichtwert von 35 dB(A) für das Wohngebiet gemäß TA Lärm anzusetzen ist.

Das Auftreten von starkem nächtlichen Dauerregen (Niederschlagsmenge > 3 mm/h) mit einer Dauer von mehr als einer Stunde tritt im Jahresmittel jedoch eher selten auf und ist mit weniger als 20 Nachtstunden pro Jahr anzunehmen.

Je nach Luftfeuchtigkeit und Abtrockengeschwindigkeit der Leiterseile nach dem Niederschlag existiert noch ein niederfrequentes Brummen im Bereich von 100 Hz, welches jedoch um 10 - 20 dB(A) geringere Schallimmissionen als durch Regen hervorgerufene Koronageräusche verursacht.

### 7.2 Zuschlag für Tonhaltigkeit

Um die subjektiv erhöhte Störwirkung von reinen Tönen pauschal zu berücksichtigen, sieht die TA Lärm unter anderem die Vergabe eines Zuschlages für Tonhaltigkeit in Höhe von 3 dB oder 6 dB vor. Um die von den Geräuschimmissionen der Koronageräusche betroffene Bebauung entlang des Trassenverlaufs zu berücksichtigen, wurde **vorsorglich der pauschale Tonzuschlag von 3 dB mit einbezogen**.

## 8. Berechnung der Schallausbreitung

In der Software „WinField & Sound (WinField / EFC-400)“ wird die Schallausbreitung gemäß der DIN ISO 9613-2 berechnet. Dies beinhaltet in Wesentlichen folgende Parameter:

### 8.1 Abschirmung / Reflexion

Generell werden keine abschirmenden Hindernisse oder schallabsorbierende Elemente im Ausbreitungsweg zwischen der geplanten Freileitung und dem zu betrachtenden Immissionsort angenommen („worst case“-Annahme).

### 8.2 Luftabsorption

Für die Berechnung galt die Annahme einer Lufttemperatur von 10°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 90%.

### 8.3 Bodeneffekt

Es wird das in der DIN ISO 9613-2 unter Abschnitt 7.3.2 beschriebene „alternative Verfahren“, welches gängiger Praxis entspricht, angewendet. Dies bedingt keine konkrete Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit im Ausbreitungsweg des Schalls.

### 8.4 Meteorologische Korrektur

Gemäß TA Lärm ist der äquivalente A-bewertete Langzeit-Mittelungspegel  $L_{AT}$  (LT) im langfristigen Mittel zu bestimmen. Auch ist die meteorologische Korrektur  $C_{met}$  (Ziffer A.1.4; Anhang zur TA Lärm) nach Ziffer 8 der Norm DIN ISO 9613-2 zu berücksichtigen. Hierbei ist gemäß örtlicher Wetterstatistiken (Lieferung durch den DWD) und deren Analysen ein Faktor  $C_0$  zu bestimmen und heranzuziehen.

Da dies auf die gesamte Leitungslänge relativ impraktikabel erscheint, wird ein pauschaler Wert für den Faktor  $C_0$  von 0 dB angesetzt und somit die Berechnung für eine ausbreitungsgünstige Witterungssituation durchgeführt.

## 9. Berechnung der Geräuschimmissionen am Einwirkungsort

Anhand der technischen Parameter wurde durch die trassierungstechnische Firma EQOS Energie GmbH unter Verwendung der Software „WinField & Sound (WinField / EFC-400)“ und unter Annahme von „worst case“-Bedingungen (maximale Betriebsspannung, ungünstige Phasenlage, etc.), die Immissionswerte an den jeweilig zu beurteilenden Orten berechnet.

Die Datenübertragung erfolgte hierbei durch eine direkte Schnittstellenanbindung, wodurch die komplette Freileitungstrasse aus der trassierungstechnischen Software exportiert und in die Software „WinField & Sound (WinField / EFC-400)“ importiert wurde. Hierdurch wird gewährleistet, dass die anzunehmenden technischen Parameter vollumfänglich und qualitätsgesichert in die Lärmimmissionsberechnung einfließen (Leistungsgeometrie und Leiterseildefinitionen).

Die berechneten Werte sind in der ebenfalls im Materialband befindlichen Liste der Immissionsorte (Anlage M04.1D) zusammengefasst.

Analog hierzu liegen in Anlage M04.3 im Materialband Isophonenkarten bei, in welchen die zu erwartende Lärmimmission grafisch dargestellt ist.

Der angegebene Lärmimmissionswert wird dabei auf 1m Höhe (Erdgeschoss) am Immissionsort angegeben. Sollte der Immissionsort z.B. ein mehrgeschossiges Gebäude sein und der maßgebliche Immissionsort sich in den oberen Etagen befinden, so wurde pauschal je Vollgeschoss ein Höhenzuschlag von 2,5 m angenommen. Es wird darauf hingewiesen, dass eine relevante Änderung der Immissionswerte häufig auf Grund der Entfernung unterhalb der Darstellungstiefe liegt.

Wesentlicher wiegt der Sachverhalt, dass die ggf. in der Realität abschirmenden Objekte in der Berechnung nicht berücksichtigt werden und daher der worst-case-Fall immer gegeben ist.

## 10. Qualitative Beurteilung der Prognose

Die Ergebnisse sind wie jedwede Art von Berechnungen und Prognosen natürlichen Schwankungen und Toleranzen unterworfen.

In der Berechnung selbst sind alle zur Verfügung stehenden Parameter eingearbeitet worden, um eine höchstmögliche Genauigkeit zu erreichen.

Diese Genauigkeiten betragen für die verwendete Software „WinField & Sound (WinField / EFC-400)“ eine mittlere Toleranz, welche mit max.  $\pm 1$  dB(A) angenommen werden kann. Hierzu wird auf das Herstellerzertifikat im Anhang zur Anlage M04.1 A dieser Planfeststellungsunterlage verwiesen.

## 11. Bewertung der Geräuschimmissionen

Die geplante 380-kV-Leitung verläuft überwiegend im ländlich geprägten Raum, ohne nennenswerte Bebauungen. Die einzeln auftretenden Hofanlagen wurden in der Liste der Immissionsorte (Anlage M04.1) erfasst und bewertet.

Insgesamt ist für die zu betrachteten Bebauungen im Einwirkungsbereich der geplanten Freileitung festzustellen, dass die Abstände zur Freileitung ausreichend groß genug sind, um die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm einzuhalten zu können.

Dies gilt unter Berücksichtigung eines für den Nachtzeitraum anzunehmenden Immissionsrichtwert an den betreffenden Immissionsorten in Verbindung mit einer Immissionsrichtwertunterschreitung von mehr als 6 dB(A) (Irrelevanzbetrachtung).

## 12. Ergebnis / Zusammenfassung

Nach Beurteilung der vorliegenden Unterlagen der geplanten 380-kV-Leitung Handewitt – Kassoe Nr. 327, ist durch den ordnungsmäßigen Betrieb gemäß der Errichtung nach Planung

- Keine schädliche Umweltauswirkung durch Lärm erkennbar, sowie
- Entsprechende Vorsorge gegen schädliche Umweltauswirkungen durch geeignete technische Maßnahmen zur Lärmreduktion (Erhöhung des Seildurchmessers, Mehrfachbündelleiter, spezielle Einbauteile zur Lärmreduktion) gemäß Stand der Technik umgesetzt.

Auf das Aufzeigen einzelner Berechnungen wird hier verzichtet, da die Gesamtanlage der Freileitung berechnet und durch die unter Kapitel 2 aufgeführten Unterlagen verdeutlicht dargestellt sind.