

Gutachterliche Einschätzung des Schall-Beurteilungspegels anhand eines Standardmastfeldes

Schwerpunkt: Freileitung
Mast AD86/19/32 WA1+15
380-kV: 2 x 3 x 4 x 550-AL1/71-ST1A
110 kV: 2x 3 x 1 x 264-AL1/34-ST1A
Mindestbodenabstand: 8,0 m

Standort: ohne konkreten Standortbezug

Berichtsnummer: SHNG2025 - 128

Vorhabenträger



50Hertz Transmission GmbH
Heidestraße 2
10557 Berlin

Bearbeiter



Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH
Brückenstraße 13
09111 Chemnitz

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 2 -

Auftrag: Schalltechnische Untersuchung im Modellfall:

- Ermittlung der schalltechnischen Ausbreitungscharakteristik im Umfeld einer Freileitung anhand eines standardisierten Modells unter Berücksichtigung des Mastbildes AD86/19/32 WA1+15

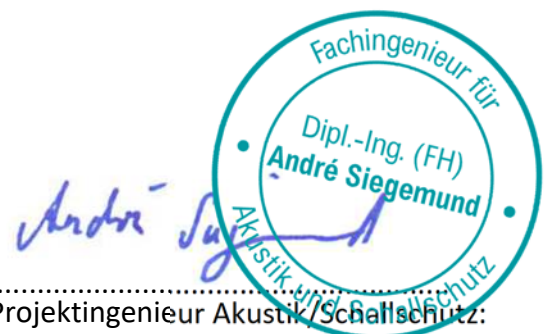
Auftraggeber: 50Hertz Transmission GmbH
Heidestraße 2
10557 Berlin

Auftragnehmer: Ingenieure Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH
Dipl.-Ing. (FH) André Siegemund
Brückenstraße 13
09111 Chemnitz
Tel: +49 371 27195-53 Fax: +49 371 27195-20
Email: siegemund@ib-shn.de

Umfang: 12 Seiten DIN A4 sowie Anhänge

ingenieure **shn**
bau-anlagen-umwelttechnik

Chemnitz, 2025-04-17



Projektingenieur Akustik/Schallschutz:

Dipl.-Ing. (FH) André Siegemund
Ingenieure
Bau-Anlagen-Umwelttechnik SHN GmbH

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 3 -

0 Zusammenfassung

Die 50Hertz Transmission GmbH untersucht immissionsschutzrechtliche Belange beim etwaigen Betrieb von Freileitungen. Dieser geht erfahrungsgemäß mit der Emission von gewerblichen Geräuschen einher und führt zu entsprechenden Immissionen im Umfeld.

Um die zu erwartenden Beurteilungspegel auch ohne konkreten Standortbezug zielführend abschätzen zu können, wurde die Beratende Ingenieure SHN GmbH mit der Untersuchung der Immissionssituation in Nähe zu einem standardisierten Mastfeldmodell beauftragt.

Mittels eines computergestützten Rechenmodells wurden unter Berücksichtigung üblicher Dämpfungsmechanismen im Ausbreitungsweg des Schalls die immissionsseitig resultierenden Druckpegel ermittelt. Nach einer Bewertung hinsichtlich etwaiger Lästigkeitszuschläge wurden schließlich konservativ Relevanzabstände ermittelt.

Die Parametrisierung der prognostischen Berechnung folgt entsprechend der gutachterlichen Erwägung der Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz sowie den Erkenntnissen messtechnischer Felduntersuchungen zu Koronageräuschen im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, vergleichend für Leiterseile mit hohen und niedrigen Randfeldstärken unter Einbeziehung von Emissions- und Prognosebesonderheiten nach TA Lärm - durchgeführt von der Messstelle der TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH.

Mit Hilfe einer standardisierten Musterbetrachtung bzw. der hierbei ermittelten entfernungsabhängigen Beurteilungspegel wurde schließlich die Möglichkeit geschaffen, die Höhe und die Relevanz von Immissionsbeiträgen durch Koronageräusche orientierend zu bewerten. Hierbei wird sich vorliegend auf die durch den Auftraggeber vorgegebene Kombination aus Mastbild und Beseilung konzentriert.

Schließlich kann anhand der Ergebnisse der resultierende Beurteilungspegel an einem möglichen Immissionsort abgeschätzt werden. Hieraus leitet sich ab, ob der Beitrag als relevant anzusehen oder ggf. mit einer Richtwertüberschreitung zu rechnen ist.

Die Berechnungsergebnisse für die vorliegend untersuchte Trassenkonfiguration, bestehend aus dem Masttyp AD86/19/32 WA1+15 und der Beseilung 2 x 3 x 4 x 550-AL1/71-ST1A (380-kV) mit 2 x 3 x 1 x 264-AL1/34-ST1A (110-kV), wurden als Ergebnistabellen und Ergebnisdiagramme dargestellt. Relevanzabstände für konkrete Bewertungssituationen wurden - sofern ableitbar - im Bericht nochmals gesondert fixiert.

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 4 -

1 Beschreibung des Standardmastfeldes

Die vorliegenden Untersuchungen erfolgen anhand eines Standardmastfeldes als Musterbetrachtung für Freileitungen mit dem Masttyp AD86/19/32 WA1+15. Hierbei wird ein vereinfachtes geometrisches Modell ohne Berücksichtigung eines Bodenprofils mit den grundsätzlichen seilstatistischen Durchhängen zugrunde gelegt.

Die Emissionsdaten werden zunächst vollständig durch die Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH innerhalb eines QSI-Modells zur Verfügung gestellt. Für die Ermittlung der übergebenen Daten wird dabei gemäß Vorgabe durch den Gutachter die Gleichungen der BPA (Bonneville Power Administration: „Empirical Expressions for calculating High Voltage Transmissions Corona Phenomena“) sowie der EPRI (Transmission Line Reference Book - 345 kV and above, Electric Power Research Institute) genutzt. Zur finalen Auswertung kommen dann diejenigen Ansätze, die zu den maximalen Immissionsbeiträgen führen (worst-case). Im vorliegenden Fall ist dies stets die Berechnung gemäß BPA.

Das Standardmastfeld in der vorliegend untersuchten Variante ist durch folgende technischen Parameter gekennzeichnet:

Masttyp:	AD86/19/32 WA1+15		
Mastfeldlänge:	500 m		
Unterster Leiter am Mast:	47,2 m (380-kV)	/	39,4 m (110-kV)
Minimaler Bodenabstand:	15,8 m (380-kV)	/	8,0 m (110-kV)
Maximaler Stromfluss:	4000 A (380-kV)	/	680 A (110-kV)
Nennspannung:	380-kV (420-kV)	/	110-kV (123-kV)
Phasenbelegung:	123 123 (380-kV)	/	123 123 (110-kV)
Leiterseil:	2 x 3 x 4 x 550-AL1/71-ST1A (380-kV)		
	2 x 3 x 1 x 264-AL1/34-ST1A (110-kV)		

Um eine gegenseitige Beeinflussung zu berücksichtigen und so eine praxisorientierte Untersuchung zu gewährleisten, wird in allen Fällen eine Aneinanderreihung mehrerer Spannfelder modelliert.

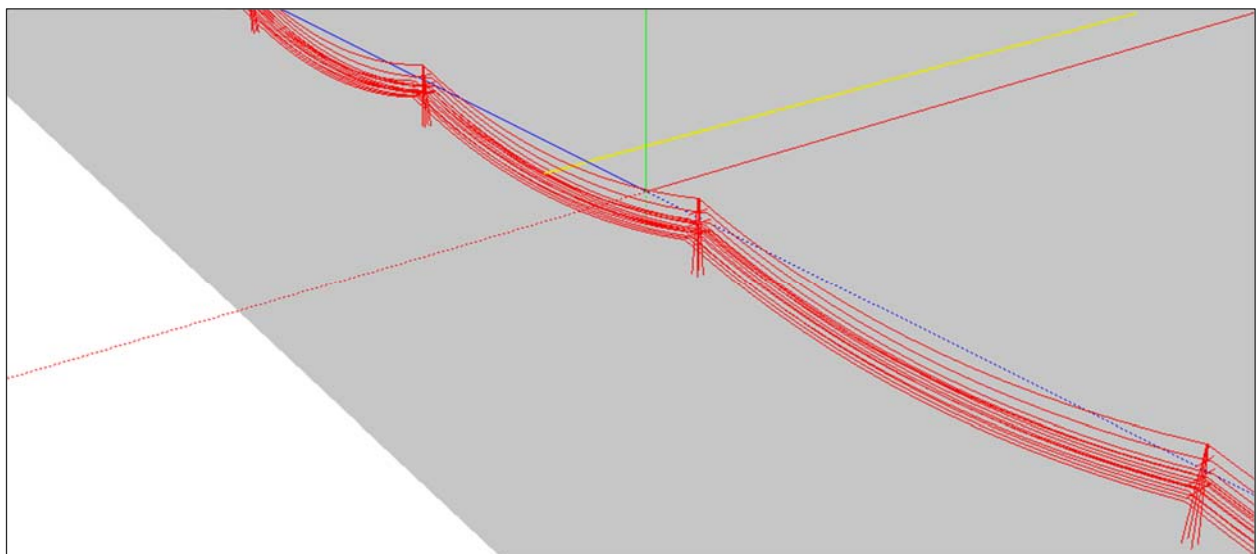


ABBILDUNG 1: 3-DIMENSIONALES RECHENMODELL

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 5 -

2 Rechenparameter und Ausgabe

Die modellhafte Quellenstruktur eines durchhängenden Leiterbündels zwischen zwei Masten besteht aus mehreren geradlinigen Linienquellen. Im vorliegenden Fall werden für jedes Leiterbündel 16 geometrische Segmente berücksichtigt. Die Zuweisung der ermittelten längenbezogenen Schallleistungspegel (8 Pegel je Leiterbündel und Spannungsfeld) erfolgt gleichmäßig auf die einzelnen Segmente.

Die den Berechnungen zugrunde gelegten Umgebungsbedingungen Lufttemperatur und relative Luftfeuchte werden im pragmatischen Sinne bei 10°C und 70 % berücksichtigt. Für die langzeitige Prognose von Koronageräuschen ist so mit Blick auf die jahreszeitlichen Durchschnittswerte gemäß Deutschem Wetterdienst mit den geringsten Abweichungen für relevante Immissionsentfernungen zu rechnen.

Für die überwiegend hochliegenden Leiterseilquellen wird die Bodendämpfung gemäß der Alternativgleichung 10 nach DIN ISO 9613-2 als allgemeingültigere genutzt. Im Mittel waren hiermit für typische, kritische Praxisbeispiele geringere Abweichungen im Mess-Berechnungsvergleich feststellbar. Gleichzeitig liegen die im Nahbereich berechneten Immissionspegel ausreichend sicher über den Messwerten. Eine spezielle Modellierung der verschiedenen Bodenbeschaffenheiten mit differierenden Bodenfaktoren wird deshalb im Rechenmodell nicht vorgenommen.

Bzgl. des meteorologischen Einflusses wird konservativ ein Wert von $C_0 = 0$ dB berücksichtigt. Es wird also grundlegend von einer Mit-Wind-Situation ausgegangen. Hierbei werden Windgeschwindigkeiten von 1 bis 5 m innerhalb eines Winkels von $\pm 45^\circ$ bezogen auf die Gerade von Quelle zum Aufpunkt zugrunde gelegt.

Die Darstellung der Berechnungsergebnisse als Beurteilungspegel (Schalldruckpegel am Aufpunkt inkl. Zuschläge für Ton-, Informations- oder Impulshaltigkeit) erfolgt in Ergebnistabellen und Diagrammform in Abhängigkeit vom Abstand zur Trassenachse.

Gemäß § 49 Absatz 2b des EnWG sind Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen stets als seltene Ereignisse zu verstehen. Aus diesem Grund wird zunächst der nächtliche Immissionsrichtwert von 55 dB(A) gemäß TA Lärm 6.3 herangezogen bis zu dem Geräuscheinwirkungen durch Freileitungen unter entsprechenden Bedingungen zumutbar sein können. Für den Vergleich mit den Immissionsrichtwerten für seltene Ergebnisse wird schließlich die Niederschlagsvariante „heavy Rain“ (entspricht 7,7 mm/h) berücksichtigt.

Weiterhin wird vorsorglich eine zusätzliche/ weiterführende Bewertung durchgeführt, bei der die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm 6.1 als Beurteilungsmaßstab herangezogen werden. Werden diese eingehalten oder unterschritten ist ungeachtet sonstiger Rahmenbedingungen von einer grundsätzlichen Zumutbarkeit auszugehen. Für diesen Teil der Untersuchungen wird die Niederschlagsvariante „rainy weather“ (entspricht 2,5 mm/h) herangezogen.

In beiden berücksichtigten Niederschlagssituationen kann gemäß den Erfahrungen des Gutachters bzgl. deutschlandweiter Witterungssituationen von einer konservativen Herangehensweise ausgegangen werden.

Aus den praktischen Untersuchungen des Hessischen Landesamtes ergibt sich ein mittleres repräsentatives Relativspektrum (terzaufgelöst) im Frequenzbereich zwischen 8 Hz und 20 kHz. Dieses stellt den charakteristischen Verlauf von Leiterseilemissionen bei Niederschlagsereignissen als Nullsummenspektrum dar und wird vorliegend als grundlegender Emissionsparameter zur frequenzabhängigen Charakterisierung verwendet.

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 6 -

Typisch für den Frequenzverlauf ist der tonale Anteil bei 100 Hz sowie in verminderter Form bei 200 Hz. Die maßgeblichen Energieanteile finden sich mit ca. -10 dB(A) bis -12 dB(A) im Frequenzbereich zwischen 1,6 kHz und 8 kHz. Eine frequenzabhängige Darstellung findet sich nachfolgend.

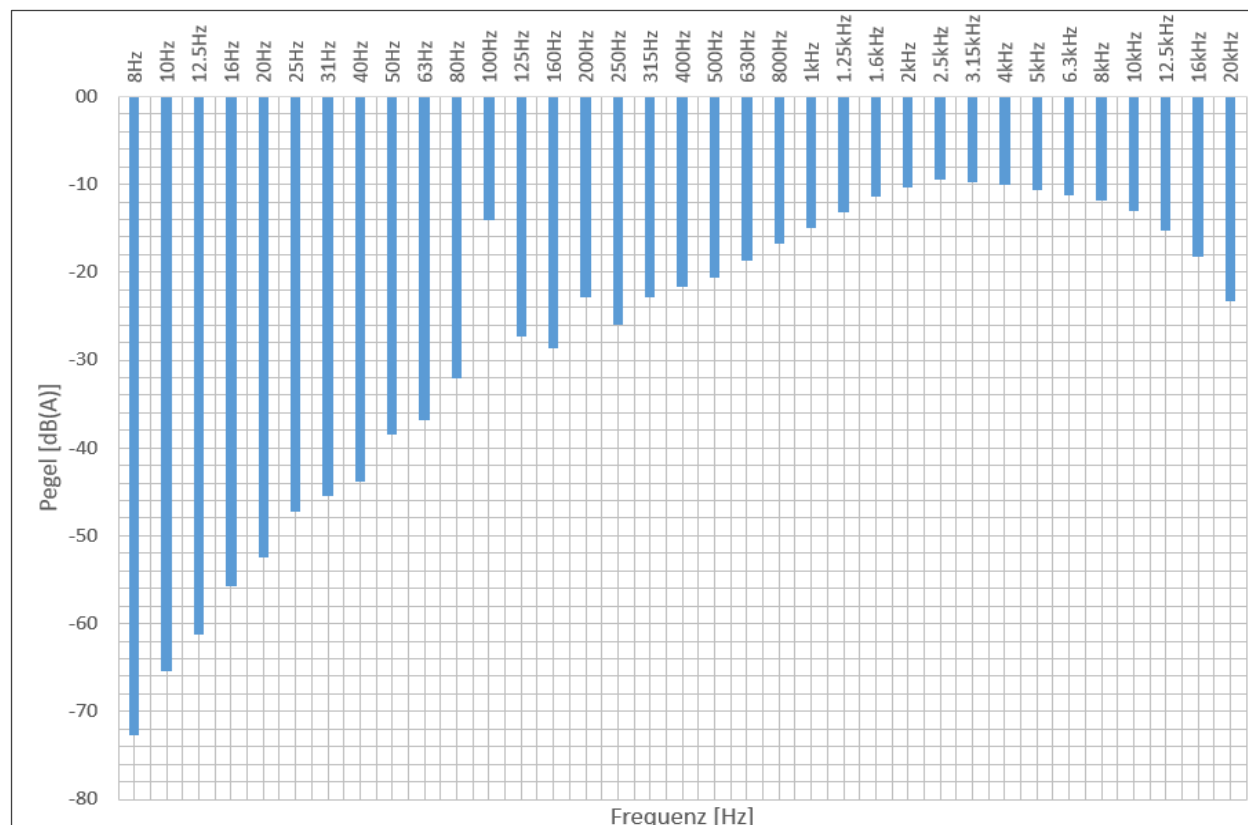


ABBILDUNG 2: RELATIVSPEKTRUM FÜR LEITERSEILEMISSIONEN BEI NIEDERSCHLAG

Die Komponente um die Terzmittenfrequenz von 100 Hz kann unter ungünstigen Umständen aus dem restliche Frequenzverlauf hervortreten und als Einzelton wahrnehmbar sein. Die Wahrnehmbarkeit ist hierbei grundsätzlich abhängig von der zugrunde gelegten Emissionssituation (Witterung) und dem Abstand des Aufpunktes zum Leiterseil. In Abhängigkeit der Niederschlagsstärke wird ein abstandsbedingter Tonhaltigkeitszuschlag wie folgt berücksichtigt:

$K_T = 3 \text{ dB}$ (schwacher Niederschlag, Abstand zum äußeren ruhenden Leiterseil $\leq 25 \text{ m}$)

$K_T = 3 \text{ dB}$ (schwacher Niederschlag, Abstand zum äußeren ruhenden Leiterseil $> 25 \text{ m}$)

$K_T = 3 \text{ dB}$ (starker Niederschlag, Abstand zum äußeren ruhenden Leiterseil $\leq 25 \text{ m}$)

$K_T = 0 \text{ dB}$ (starker Niederschlag, Abstand zum äußeren ruhenden Leiterseil $> 25 \text{ m}$)

Das von den Leiterbündeln ausgehende Geräusch enthält keine impulshaltigen Anteile und ist nicht informationshaltig. Vielmehr ist im Falle der Emission von einem statischen Geräusch auszugehen. Die Erkenntnisse zur Geräuschcharakteristik werden in den Ergebnisdarstellungen insofern berücksichtigt, dass Beurteilungspegel bei schwachem Niederschlag („rainy weather“) vorsorglich den fixierten Tonhaltigkeitszuschlag enthalten.

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 7 -

3 Anwendung des Standardmastfeldes im Prüfverfahren

3.1 Allgemeine Hinweise

Die vorliegenden Musterbetrachtungen im Standardmastfeld dienen der Abschätzung der Beurteilungspegel an konkreten Immissionsorten unter der Maßgabe einer konservativen Herangehensweise. Die ermittelten Immissionspegel fallen in der Regel höher aus, als etwaige - in einer konkreten situativen Begutachtung ermittelten - Pegel.

Bei der Anwendung des Standardmastfeldes bzw. den hieraus ermittelten Immissionsanteilen im definierten Abstand zur potentiellen Trassenachse sind folgende grundlegenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Der Vergleich der vorliegend ermittelten Immissionspegel erfolgt zunächst hinsichtlich der Festlegungen zu seltenen Ereignissen mit den zutreffenden Immissionsrichtwerten gemäß TA Lärm 6.3. Dieses Vorgehen entspricht den aktuellen Festlegungen gemäß § 49 Absatz 2b des EnWG. Dabei wird davon ausgegangen, dass Immissionen in Höhe dieser Richtwerte zumutbar sein können.
- Für die darüber hinaus vorsorglich durchgeführte Bewertung der Geräusche wird die sog. „Irrelevanzgrenze“, welche sich aus den Bestimmungen gemäß Pkt. 3.2.1 der TA Lärm ergibt, herausgestellt. Hiernach ist grundlegend davon auszugehen, dass ein Immissionsbeitrag als nicht relevant anzusehen ist, sofern der entsprechende Beurteilungspegel den für den konkreten Immissionsort anzuwendenden Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm 6.1 um wenigstens 6 dB unterschreitet. In einem weiteren Schritt wird dann auf den tatsächlichen Immissionsrichtwert abgestellt. Dies ist immer dann praktikabel, wenn eine Vorbelastung gemäß TA Lärm offensichtlich ausgeschlossen werden kann.
- Ein Vergleich von Beurteilungspegeln und Immissionsrichtwerten beschränkt sich vorliegend auf den sensibleren Nachtzeitraum zwischen 22:00 - 06:00 Uhr. Jegliche schalltechnischen Anforderungen des Tageszeitraumes zwischen 06:00 - 22:00 Uhr sind aufgrund der deutlich höheren Richtwerte und der statischen Geräuschcharakteristik automatisch erfüllt, wenn dies für den Nachtzeitraum nachweisbar ist.
- Die Immissionsrichtwerte sind abhängig von der entsprechenden Schutzwürdigkeit des Objektes. Als sensibelste Nutzung sind reine Wohngebiete, Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten zu verstehen, für die - sofern man von regelmäßigen Ereignissen ausgeht - ein nächtlicher Immissionsrichtwert von 35 dB(A) gilt.
- Aufgrund des Durchhangs der Leiterseile im Spannungsfeld ergeben sich bei gleichem seitlichem Abstand zur Trassenachse mitunter unterschiedliche Beurteilungspegel entlang des Spannungsfeldes. Daher wird vorliegend in „Mastposition“ und „Feldposition“ unterschieden. Der erste Aspekt charakterisiert hierbei einen Immissionsort seitlich des Mastes - also dem Bereich der Aufhängungspunkte mit den maximalen Seilhöhen. Der zweite Aspekt kennzeichnet einen Aufpunkt, der sich seitlich der Position des größten Durchhangs befindet.
- Die vorliegenden Betrachtungen zielen auf einen konservativen Charakter der Ergebnisse ab. Jedoch kann es im Praxisfall aufgrund einer sehr stark strukturierten Orografie oder der deutlich gewinkelten Anordnung der Spannungsfelder zu Abweichungen von den vorliegenden Ergebnissen kommen. Es wird daher in kritischen Fällen, die die oben genannten Eigenschaften aufweisen, eine situative Betrachtung bzw. die Rücksprache mit dem Gutachter empfohlen.

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 8 -

3.2 Ergebnisse unter Bezug auf § 49 Absatz 2b des EnWG

Gemäß § 49 Abs. 2b EnWG ist wie folgt zu beachten:

„Witterungsbedingte Anlagengeräusche von Höchstspannungsnetzen gelten unabhängig von der Häufigkeit und Zeitdauer der sie verursachenden Wetter- und insbesondere Niederschlagsgeschehen bei der Beurteilung des Vorliegens schädlicher Umwelteinwirkungen im Sinne von § 3 Absatz 1 und § 22 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes als seltene Ereignisse im Sinne der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm). Bei diesen seltenen Ereignissen kann der Nachbarschaft eine höhere als die nach Nummer 6.1 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm zulässige Belastung zugemutet werden. Die in Nummer 6.3 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm genannten Werte dürfen nicht überschritten werden. Nummer 7.2 Absatz 2 Satz 3 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm ist nicht anzuwenden.“

Versteht man die Geräuschemissionen der Leiterseile somit als seltene Ereignisse und kann aufgrund der Bedingungen im jeweiligen Einzelfall von einer Zumutbarkeit ausgehen, so ergibt sich folgendes Ergebnis:

In allen Untersuchungsfällen wurden die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm 6.3 unterschritten. Insofern ergeben sich keine Mindestabstände für Immissionshöhen bis 20 m.

Im Rahmen einer Zumutbarkeitsprüfung, ähnlich wie bei der ergänzenden Sonderfallprüfung nach Nr. 3.2.2 der TA Lärm, sind alle besonderen Umstände zu berücksichtigen, die nach Art und Gewicht wesentlichen Einfluss auf die Beurteilung haben können. Die Abwägung, ob eine Geräuschbelastung zumutbar ist, stellt eine wertende Gesamtbetrachtung dar und richtet sich nach der durch die Gebietsart und die tatsächlichen Verhältnisse bestimmten Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit, wobei wertende Elemente der Herkömmlichkeit, die soziale Adäquanz und die allgemeine Akzeptanz mitbestimmend sein können. Dabei bestimmt nicht nur der notwendige Schutz der betroffenen Nachbarn, sondern auch der Nutzen des beanstandeten Betriebs der Anlage für die Allgemeinheit die Zumutbarkeit der Belästigung.

Beispielhaft sind folgende Eigenschaften des Untersuchungsfalls zu nennen, die die Zumutbarkeit erhöhter Beurteilungspegel mitbegründen können:

- verminderte Schutzwürdigkeit der Immissionslage durch Vorliegen einer Gemengelage oder der Lage des Immissionsortes in erster Reihe zum Außenbereich
- geringe Häufigkeit des Auftretens von Geräuschbelastungen
- hohe soziale Adäquanz durch gesellschaftlich wünschenswerten Zweck
- immissionsseitige Wahrnehmung als tolerierbar aufgrund einer besonderen Situation (Akzeptanz)

Auf eine weiterführende Ergebnisdarstellung wird verzichtet. Es wird stattdessen auf die Berechnungsergebnisse zu „geringem Niederschlag“ verwiesen, die tabellarisch und grafisch im Anhang des vorliegenden Dokumentes beigelegt sind.

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 9 -

3.3 Ergebnisse unter Bezug auf TA Lärm 3.2.1

Versteht man die Geräuschemissionen der Leiterseile als regelmäßige Ereignisse und zieht für die Bewertung die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm 6.1 heran, so ergeben sich folgende Ergebnisse:

3.3.1 „Irrelevanzgrenze“

Die Auswertung der im Anhang fixierten Beurteilungspegel zeigt diejenigen Abstände zur Trassenachse, ab denen in Abhängigkeit des jeweiligen Gebietscharakters eine Relevanz der Freileitungsimmissionen nicht mehr gegeben erscheint. Befindet sich ein Immissionsort also in größerer Entfernung, kann davon ausgegangen werden, dass die Unterschreitung der Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm 6.1 wenigstens 6 dB(A) beträgt.

In den nachfolgenden Tabellen sind diese Abstände (in [m]) zur Trassenachse in Abhängigkeit der Gebietscharakteristik dargestellt. Industriegebiete werden nicht aufgeführt, da sich hier keine Relevanz von Leiterseilimmissionen ergibt.

TABELLE 1: MINDESTABSTAND IN BEZUG AUF DIE "IRRELEVANZ" - MASTPOSITION

Gebietscharakteristik	Mindestabstand [m]
TA Lärm 6.1.f reines Wohngebiet usw.	138
TA Lärm 6.1.e allgemeines Wohngebiet usw.	60
TA Lärm 6.1.d Mischgebiet usw.	-
TA Lärm 6.1.b Gewerbegebiet	-

TABELLE 2: MINDESTABSTAND IN BEZUG AUF DIE "IRRELEVANZ" - FELDPPOSITION

Gebietscharakteristik	Mindestabstand [m]
TA Lärm 6.1.f reines Wohngebiet usw.	140
TA Lärm 6.1.e allgemeines Wohngebiet usw.	68
TA Lärm 6.1.d Mischgebiet usw.	28
TA Lärm 6.1.b Gewerbegebiet	-

Beträgt der Abstand eines Immissionsortes zur Trassenachse mehr als 140 m, so sind generell keine relevanten Immissionsbeiträge zu erwarten.

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 10 -

3.3.2 „Richtwertgrenze“

Die Auswertung der im Anhang fixierten Beurteilungspegel zeigt auch diejenigen Abstände zur Trassenachse, ab denen in Abhängigkeit des jeweiligen Gebietscharakters die Einhaltung/Überschreitung der Richtwerte gemäß TA Lärm 6.1 gegeben ist. Befindet sich ein Immissionsort also in größerer Entfernung, kann davon ausgegangen werden, dass es zu keiner Richtwertüberschreitung kommt. Diese Abstände sind dann für eine Bewertung heranzuziehen, wenn im Bereich des jeweiligen Immissionsortes eine relevante Vorbelastung gemäß TA Lärm offensichtlich ausgeschlossen werden kann.

In den nachfolgenden Tabellen sind diese Abstände (in [m]) zur Trassenachse in Abhängigkeit der Gebietscharakteristik dargestellt. Industriegebiete werden nicht aufgeführt, da sich hier keine Relevanz von Leiterseilimmissionen ergibt.

TABELLE 3: MINDESTABSTAND IN BEZUG AUF DIE "RICHTWERTEINHALTUNG" - MASTPOSITION

Gebietscharakteristik	Mindestabstand [m]
TA Lärm 6.1.f reines Wohngebiet usw.	48
TA Lärm 6.1.e allgemeines Wohngebiet usw.	-
TA Lärm 6.1.d Mischgebiet usw.	-
TA Lärm 6.1.b Gewerbegebiet	-

TABELLE 4: MINDESTABSTAND IN BEZUG AUF DIE "RICHTWERTEINHALTUNG" - FELDPPOSITION

Gebietscharakteristik	Mindestabstand [m]
TA Lärm 6.1.f reines Wohngebiet usw.	56
TA Lärm 6.1.e allgemeines Wohngebiet usw.	24
TA Lärm 6.1.d Mischgebiet usw.	-
TA Lärm 6.1.b Gewerbegebiet	-

Beträgt der Abstand eines Immissionsortes zur Trassenachse mehr als 56 m, so unterschreitet die Zusatzbelastung gemäß TA Lärm 2.4 grundsätzlich die Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm 6.1.

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 11 -

4 Arbeitsunterlagen

- /1/ BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz
- /2/ 4. BImSchV - Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
- /3/ TA Lärm - Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum BImSchG
- /4/ DIN ISO 9613 - 2 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- /5/ DIN 45645 - Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschemissionen
- /6/ vollständiges Standardmastfeldmodell im qsi-Format (inkl. segmentgenauer längenbezogener Schalleistungspegel); Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie GmbH
- /7/ Messtechnische Felduntersuchungen zu Koronageräuschen, Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 5, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 2015
- /8/ Handlungsempfehlungen für EMF- und Schallgutachten zu Hoch- und Höchstspannungstrassen in Bundesfachplanungs-, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren, Stand 1. August 2017; Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz
- /9/ Soundplan, EDV-Programm zur Berechnung und Beurteilung von Lärmimmissionen
- /10/ TA Lärm - Kommentar, Dr. jur. Gerhard Feldhaus, Dr. rer. nat. Klaus Tegeder; hrj-Verlag, 2014
- /11/ Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG)
- /12/ Gutachtenentwurf Nr. T 5101 - Gutachtenauszug mit Fokus auf eine Zumutbarkeitsprüfung im Hinblick auf seltene Ereignisse - Stand 2022-12-05, TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH

Projekt	Standardmastfeld - Mast AD86/19/32 WA1+15	
Vorhabenträger	50Hertz Transmission GmbH	
Bearbeiter	Beratende Ingenieure SHN GmbH	

- Seite 12 -

5 Qualität der Prognose

Die Dämpfung von Schall, der sich im Freien zwischen einer Schallquelle und einem Aufpunkt ausbreitet, fluktuiert aufgrund der Schwankungen in den Witterungsbedingungen auf dem Ausbreitungsweg sowie durch Dämpfung oder Abschirmung des Schalls durch Boden, Bewuchs und Hindernisse. In der vorliegenden Untersuchung werden breitbandige Geräuschquellen verwendet und eine Mitwindwetterlage berücksichtigt. Zudem erfolgen die Berechnungen für eine standardisierte Umgebung.

Die Prognosesicherheit wird im Hinblick DIN ISO 9613-2 Nr. 9 auf die oben genannten Randbedingungen summarisch mit +3/-3 dB(A) abgeschätzt.

Hinweise:

- Die Angabe der Prognosequalität dient ausschließlich der Qualifizierung der Ausbreitungsberechnung hinsichtlich der Anforderungen der TA Lärm und benennt zudem die Vertrauensbereichsgrenzen. Sie findet beim Vergleich der Ermittlungsergebnisse (hier: Beurteilungspegel) mit Richt- oder Grenzwerten keine Anwendung im Sinne einer Ergebnisanpassung. Dies entspricht der gutachterlichen Praxis und wird durch Sachverständige für Lärmschutz sowie anerkannte Messstellen in Prognosefahren für Schall konsequent angewandt.
- Eine maßgebliche Ursache des direkten Vergleiches der Ermittlungsergebnisse mit dem jeweiligen Richt- oder Grenzwert liegt in der durchgehend konservativen Betrachtungsmethodik. So wird stets eine sog. "Maximalfall-" oder auch "worst-case-Situation" abgebildet, welche die ungünstigste Betriebssituation beschreibt. Hierzu gehören z.B. die zugrunde gelegten Auslastungsmerkmale (z.B. theoretische Maximallast), Einwirkzeiten (z.B. Dauerlast) und Witterungsbedingungen (z.B. Mitwindbedingungen). Insbesondere im Bereich der vorliegenden Untersuchungen zu Koronageräuschen werden zudem verschiedene Emissionsansätze gleichzeitig untersucht (EPRI, BPA), wobei stets derjenige Ansatz mit den höchsten resultierenden Emissionseigenschaften verfolgt wird. Hier lassen sich methodische Planungssicherheiten von mehreren Dezibel abschätzen.

Ungenauigkeiten werden folglich durch die zuvor beschriebenen Planungssicherheiten vollständig kompensiert, so dass die Ergebnisse schließlich im Regelfall auf der sicheren Seite liegen.

6 Anhänge

- 5 Seiten DIN A4 - Ergebnistabellen
- 2 Seiten DIN A4 - Ergebnisdiagramme

Beurteilungspegel in dB(A) in Abhängigkeit vom					
- horizontalen Abstand des Aufpunktes zur Trassenachse					
- Höhe des Immissionsortes über Grund					
Immissionsort "auf Höhe" des Maststandortes					
Position:	2 x 3 x 4 x 550 (380-kV) mit 2 x 3 x 1 x 264 (110-kV)				
Leiterseil:	AD86/19/32 WA1+15				
Mastkonfiguration	3 dB (inklusive)				
Abstand	Immissionsorthöhe [m]				
[m]	2	5	8	10	20
0	37,0	37,1	37,3	37,4	38,3
2	37,0	37,1	37,3	37,4	38,3
4	37,0	37,1	37,2	37,4	38,3
6	36,9	37,1	37,2	37,3	38,2
8	36,9	37,0	37,2	37,3	38,2
10	36,8	37,0	37,1	37,2	38,1
12	36,8	36,9	37,1	37,2	38,0
14	36,7	36,8	37,0	37,1	37,9
16	36,7	36,8	36,9	37,0	37,8
18	36,6	36,7	36,8	36,9	37,7
20	36,5	36,6	36,7	36,8	37,5
22	36,4	36,5	36,6	36,7	37,4
24	36,3	36,4	36,5	36,6	37,2
26	36,1	36,2	36,4	36,5	37,0
28	36,0	36,1	36,2	36,3	36,8
30	35,9	36,0	36,1	36,2	36,7
32	35,8	35,9	36,0	36,0	36,5
34	35,6	35,7	35,8	35,9	36,3
36	35,5	35,6	35,7	35,7	36,1
38	35,3	35,4	35,5	35,6	35,9
40	35,2	35,3	35,4	35,4	35,7
42	35,0	35,1	35,2	35,3	35,5
44	34,9	35,0	35,1	35,1	35,4
46	34,7	34,8	34,9	35,0	35,2
48	34,6	34,7	34,7	34,8	35,0
50	34,4	34,5	34,6	34,6	34,8
52	34,3	34,4	34,4	34,5	34,7
54	34,1	34,2	34,3	34,3	34,5
56	34,0	34,0	34,1	34,2	34,3
58	33,8	33,9	34,0	34,0	34,2
60	33,6	33,7	33,8	33,8	34,0
62	33,5	33,6	33,6	33,7	33,8
64	33,3	33,4	33,5	33,5	33,7
66	33,2	33,3	33,3	33,4	33,5
68	33,0	33,1	33,2	33,2	33,4
70	32,9	33,0	33,0	33,1	33,2
72	32,7	32,8	32,9	32,9	33,1
74	32,6	32,7	32,7	32,8	32,9
76	32,4	32,5	32,6	32,6	32,8
78	32,3	32,4	32,4	32,5	32,6
80	32,1	32,2	32,3	32,3	32,5
82	32,0	32,1	32,2	32,2	32,4
84	31,8	31,9	32,0	32,1	32,2
86	31,7	31,8	31,9	31,9	32,1
88	31,5	31,7	31,7	31,8	31,9
90	31,4	31,5	31,6	31,6	31,8
92	31,3	31,4	31,5	31,5	31,7
94	31,1	31,2	31,3	31,4	31,5
96	31,0	31,1	31,2	31,2	31,4
98	30,8	31,0	31,1	31,1	31,3
100	30,7	30,8	30,9	31,0	31,2
102	30,6	30,7	30,8	30,8	31,0
104	30,4	30,6	30,7	30,7	30,9
106	30,3	30,4	30,5	30,6	30,8
108	30,2	30,3	30,4	30,5	30,7
110	30,0	30,2	30,3	30,3	30,5
112	29,9	30,0	30,1	30,2	30,4
114	29,8	29,9	30,0	30,1	30,3
116	29,6	29,8	29,9	30,0	30,2
118	29,5	29,6	29,8	29,8	30,1
120	29,4	29,5	29,6	29,7	30,0
122	29,2	29,4	29,5	29,6	29,8
124	29,1	29,3	29,4	29,5	29,7
126	29,0	29,1	29,3	29,3	29,6
128	28,9	29,0	29,2	29,2	29,5
130	28,7	28,9	29,0	29,1	29,4
132	28,6	28,8	28,9	29,0	29,3
134	28,5	28,7	28,8	28,9	29,2
136	28,4	28,5	28,7	28,8	29,1
138	28,2	28,4	28,6	28,7	29,0
140	28,1	28,3	28,4	28,5	28,8
142	28,0	28,2	28,3	28,4	28,7
144	27,9	28,1	28,2	28,3	28,6
146	27,8	27,9	28,1	28,2	28,5
148	27,6	27,8	28,0	28,1	28,4
150	27,5	27,7	27,9	28,0	28,3
152	27,4	27,6	27,8	27,9	28,2
154	27,3	27,5	27,7	27,8	28,1
156	27,2	27,4	27,5	27,6	28,0
158	27,1	27,3	27,4	27,5	27,9
160	26,9	27,1	27,3	27,4	27,8
162	26,8	27,0	27,2	27,3	27,7
164	26,7	26,9	27,1	27,2	27,6
166	26,6	26,8	27,0	27,1	27,5
168	26,5	26,7	26,9	27,0	27,4
170	26,4	26,6	26,8	26,9	27,3
172	26,3	26,5	26,7	26,8	27,2
174	26,2	26,4	26,6	26,7	27,1
176	26,0	26,3	26,5	26,6	27,0
178	25,9	26,2	26,4	26,5	26,9
180	25,8	26,1	26,3	26,4	26,8
182	25,7	26,0	26,2	26,3	26,7
184	25,6	25,8	26,1	26,2	26,6
186	25,5	25,7	25,9	26,1	26,6

Beurteilungspegel in dB(A) in Abhängigkeit vom					
- horizontalen Abstand des Aufpunktes zur Trassenachse					
- Höhe des Immissionsortes über Grund					
Immissionsort "auf Höhe" der Spannfeldmitte					
Position:	2 x 3 x 4 x 550 (380-kV) mit 2 x 3 x 1 x 264 (110-kV)				
Leiterseil:	AD86/19/32 WA1+15				
Mastkonfiguration	3 dB (inklusive)				
Abstand	Immissionsorthöhe [m]				
[m]	2	5	8	10	20
0	41,4	41,7	42,0	42,2	42,1
2	41,4	41,7	42,0	42,3	42,2
4	41,5	41,7	42,1	42,5	42,5
6	41,5	41,8	42,3	42,8	43,0
8	41,5	41,9	42,7	43,1	43,3
10	41,4	42,0	44,4	43,3	43,2
12	41,3	41,8	43,1	43,0	42,9
14	41,0	41,5	42,1	42,4	42,5
16	40,8	41,1	41,5	41,9	42,1
18	40,5	40,7	41,1	41,4	41,4
20	40,1	40,3	40,6	40,8	40,7
22	39,8	40,0	40,2	40,3	40,1
24	39,5	39,6	39,7	39,8	39,6
26	39,1	39,2	39,3	39,4	39,1
28	38,8	38,9	38,9	39,0	38,7
30	38,5	38,5	38,6	38,6	38,3
32	38,1	38,2	38,2	38,3	38,0
34	37,8	37,9	37,9	37,9	37,7
36	37,5	37,6	37,6	37,6	37,4
38	37,2	37,3	37,3	37,3	37,1
40	36,9	37,0	37,0	37,0	36,8
42	36,6	36,7	36,8	36,8	36,5
44	36,4	36,5	36,5	36,5	36,3
46	36,1	36,2	36,2	36,2	36,1
48	35,8	35,9	36,0	36,0	35,8
50	35,6	35,7	35,7	35,7	35,6
52	35,3	35,4	35,5	35,5	35,4
54	35,1	35,2	35,3	35,3	35,2
56	34,8	35,0	35,1	35,1	35,0
58	34,6	34,8	34,8	34,9	34,8
60	34,4	34,5	34,6	34,7	34,6
62	34,1	34,3	34,4	34,5	34,4
64	33,9	34,1	34,2	34,3	34,2
66	33,7	33,9	34,0	34,1	34,0
68	33,5	33,7	33,8	33,9	33,9
70	33,2	33,5	33,6	33,7	33,7
72	33,0	33,3	33,4	33,5	33,5
74	32,8	33,1	33,3	33,3	33,4
76	32,6	32,9	33,1	33,1	33,2
78	32,4	32,7	32,9	33,0	33,0
80	32,2	32,5	32,7	32,8	32,9
82	32,0	32,3	32,5	32,6	32,7
84	31,7	32,1	32,4	32,5	32,6
86	31,5	31,9	32,2	32,3	32,4
88	31,3	31,7	32,0	32,1	32,3
90	31,1	31,5	31,8	32,0	32,2
92	30,9	31,4	31,6	31,8	32,0
94	30,7	31,2	31,5	31,6	31,9
96	30,5	31,0	31,3	31,5	31,7
98	30,3	30,8	31,1	31,3	31,6
100	30,2	30,6	31,0	31,1	31,5
102	30,0	30,4	30,8	31,0	31,3
104	29,8	30,2	30,6	30,8	31,2
106	29,6	30,1	30,5	30,6	31,1
108	29,5	29,9	30,3	30,5	31,0
110	29,3	29,7	30,1	30,3	30,8
112	29,1	29,5	29,9	30,2	30,7
114	29,0	29,4	29,8	30,0	30,6
116	28,8	29,2	29,6	29,8	30,5
118	28,7	29,1	29,4	29,7	30,3
120	28,5	28,9	29,3	29,5	30,2
122	28,4	28,8	29,1	29,4	30,1
124	28,3	28,6	29,0	29,2	30,0
126	28,1	28,5	28,8	29,1	29,8
128	28,0	28,3	28,7	28,9	29,7
130	27,9	28,2	28,5	28,8	29,6
132	27,7	28,1	28,4	28,6	29,5
134	27,6	27,9	28,3	28,5	29,3
136	27,5	27,8	28,1	28,3	29,2
138	27,4	27,7	28,0	28,2	29,1
140	27,2	27,6	27,9	28,1	29,0
142	27,1	27,4	27,7	27,9	28,8
144	27,0	27,3	27,6	27,8	28,7
146	26,9	27,2	27,5	27,7	28,6
148	26,8	27,1	27,4	27,6	28,5
150	26,7	26,9	27,2	27,4	28,3
152	26,5	26,8	27,1	27,3	28,2
154	26,4	26,7	27,0	27,2	28,1
156	26,3	26,6	26,9	27,1	28,0
158	26,2	26,5	26,8	27,0	27,8
160	26,1	26,4	26,7	26,8	27,7
162	26,0	26,3	26,6	26,7	27,6
164	25,9	26,2	26,4	26,6	27,5
166	25,8	26,1	26,3	26,5	27,4
168	25,7	26,0	26,2	26,4	27,2
170	25,6	25,9	26,1	26,3	27,1
172	25,5	25,8	26,0	26,2	27,0
174	25,4	25,7	25,9	26,1	26,9
176	25,3	25,6	25,8	26,0	26,8
178	25,2	25,5	25,7	25,9	26,7
180	25,1	25,4	25,6	25,8	26,6
182	25,1	25,3	25,5	25,7	26,5
184	25,0	25,2	25,4	25,6	26,3
186	24,9	25,1	25,3	25,5	26,2

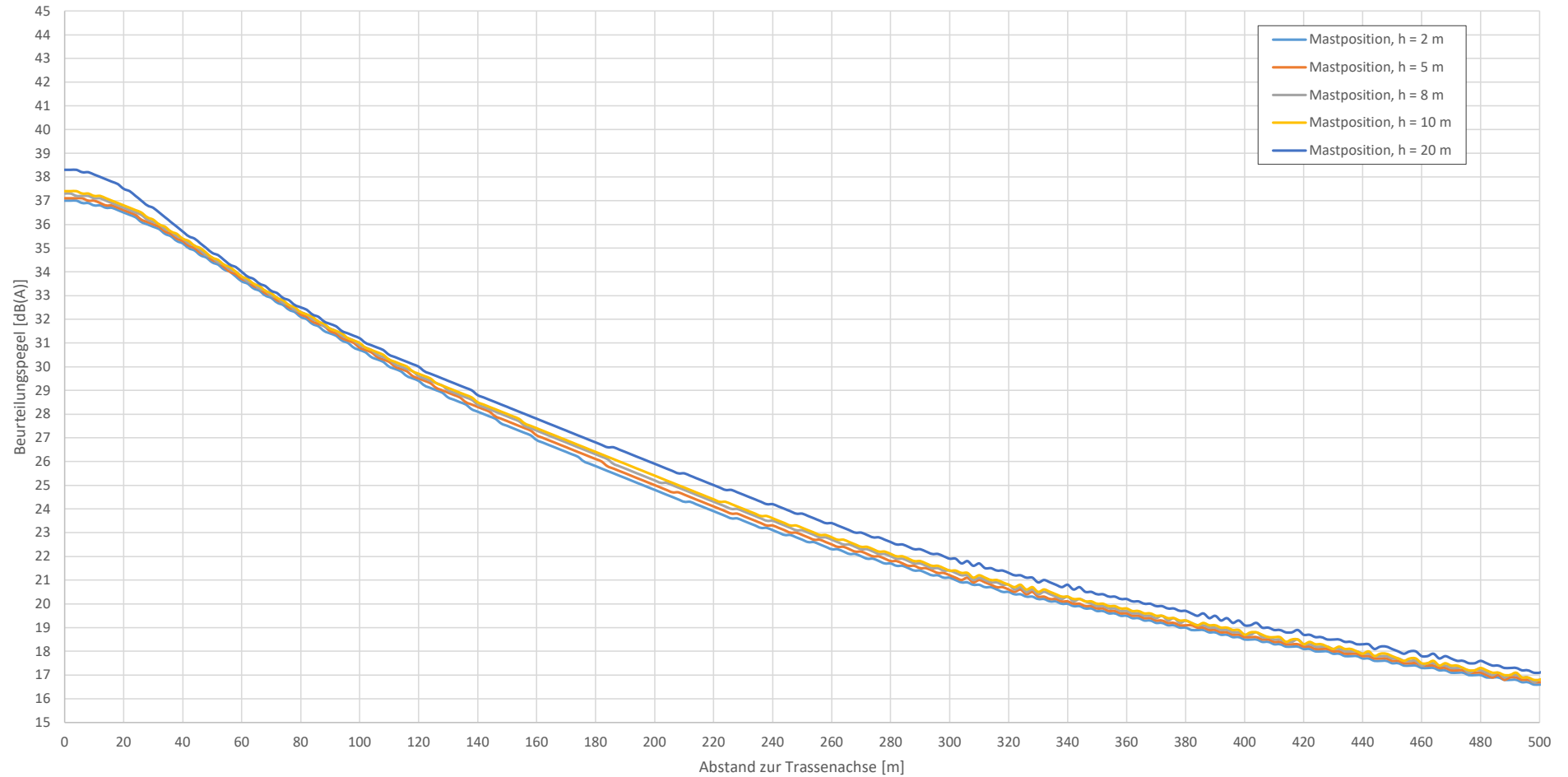
188	25,4	25,6	25,8	26,0	26,5
190	25,3	25,5	25,7	25,9	26,4
192	25,2	25,4	25,6	25,8	26,3
194	25,1	25,3	25,5	25,7	26,2
196	25,0	25,2	25,4	25,6	26,1
198	24,9	25,1	25,3	25,5	26,0
200	24,8	25,0	25,2	25,4	25,9
202	24,7	24,9	25,1	25,3	25,8
204	24,6	24,8	25,1	25,2	25,7
206	24,5	24,7	25,0	25,1	25,6
208	24,4	24,7	24,9	25,0	25,5
210	24,3	24,6	24,8	24,9	25,5
212	24,3	24,5	24,7	24,8	25,4
214	24,2	24,4	24,6	24,7	25,3
216	24,1	24,3	24,5	24,6	25,2
218	24,0	24,2	24,4	24,5	25,1
220	23,9	24,1	24,3	24,4	25,0
222	23,8	24,0	24,2	24,3	24,9
224	23,7	23,9	24,1	24,3	24,8
226	23,6	23,8	24,0	24,2	24,8
228	23,6	23,8	24,0	24,1	24,7
230	23,5	23,7	23,9	24,0	24,6
232	23,4	23,6	23,8	23,9	24,5
234	23,3	23,5	23,7	23,8	24,4
236	23,2	23,4	23,6	23,7	24,3
238	23,2	23,3	23,5	23,7	24,2
240	23,1	23,3	23,5	23,6	24,2
242	23,0	23,2	23,4	23,5	24,1
244	22,9	23,1	23,3	23,4	24,0
246	22,9	23,0	23,2	23,3	23,9
248	22,8	23,0	23,1	23,3	23,8
250	22,7	22,9	23,1	23,2	23,8
252	22,6	22,8	23,0	23,1	23,7
254	22,6	22,7	22,9	23,0	23,6
256	22,5	22,7	22,8	22,9	23,5
258	22,4	22,6	22,8	22,9	23,4
260	22,3	22,5	22,7	22,8	23,4
262	22,3	22,4	22,6	22,7	23,3
264	22,2	22,4	22,5	22,7	23,2
266	22,1	22,3	22,5	22,6	23,1
268	22,1	22,2	22,4	22,5	23,0
270	22,0	22,2	22,3	22,4	23,0
272	21,9	22,1	22,3	22,4	22,9
274	21,9	22,0	22,2	22,3	22,8
276	21,8	22,0	22,1	22,2	22,8
278	21,7	21,9	22,1	22,2	22,7
280	21,7	21,8	22,0	22,1	22,6
282	21,6	21,8	21,9	22,0	22,5
284	21,6	21,7	21,9	22,0	22,5
286	21,5	21,6	21,8	21,9	22,4
288	21,4	21,6	21,7	21,8	22,3
290	21,4	21,5	21,7	21,8	22,3
292	21,3	21,5	21,6	21,7	22,2
294	21,2	21,4	21,5	21,6	22,1
296	21,2	21,3	21,5	21,6	22,1
298	21,1	21,3	21,4	21,5	22,0
300	21,1	21,2	21,4	21,4	21,9
302	21,0	21,1	21,3	21,4	21,9
304	20,9	21,0	21,2	21,3	21,7
306	20,9	21,1	21,2	21,3	21,8
308	20,8	20,9	21,0	21,1	21,6
310	20,8	21,0	21,1	21,2	21,7
312	20,7	20,9	21,0	21,1	21,5
314	20,7	20,8	20,9	21,0	21,5
316	20,6	20,7	20,9	21,0	21,4
318	20,5	20,7	20,8	20,9	21,4
320	20,5	20,6	20,8	20,8	21,3
322	20,4	20,5	20,6	20,7	21,2
324	20,4	20,6	20,7	20,8	21,2
326	20,3	20,4	20,5	20,6	21,1
328	20,3	20,5	20,6	20,7	21,1
330	20,2	20,3	20,4	20,5	20,9
332	20,2	20,3	20,5	20,6	21,0
334	20,1	20,2	20,4	20,5	20,9
336	20,1	20,2	20,3	20,4	20,8
338	20,0	20,1	20,2	20,3	20,7
340	20,0	20,1	20,3	20,3	20,8
342	19,9	20,0	20,1	20,2	20,6
344	19,9	20,0	20,2	20,2	20,7
346	19,8	19,9	20,1	20,1	20,5
348	19,8	19,9	20,0	20,1	20,5
350	19,7	19,8	19,9	20,0	20,4
352	19,7	19,8	19,9	20,0	20,4
354	19,6	19,7	19,8	19,9	20,3
356	19,6	19,7	19,8	19,9	20,3
358	19,5	19,6	19,7	19,8	20,2
360	19,5	19,6	19,7	19,8	20,2
362	19,4	19,5	19,6	19,7	20,1
364	19,4	19,5	19,6	19,7	20,1
366	19,3	19,4	19,5	19,6	20,0
368	19,3	19,4	19,5	19,6	20,0
370	19,2	19,3	19,4	19,5	19,9
372	19,2	19,3	19,5	19,5	19,9
374	19,1	19,2	19,3	19,4	19,8
376	19,1	19,2	19,4	19,4	19,8
378	19,0	19,1	19,2	19,3	19,7
380	19,0	19,1	19,3	19,3	19,7
382	18,9	19,1	19,2	19,2	19,6
384	18,9	19,0	19,1	19,1	19,5
386	18,9	19,0	19,1	19,2	19,6
388	18,8	18,9	19,0	19,1	19,4
390	18,8	18,9	19,0	19,1	19,5
392	18,7	18,8	18,9	19,0	19,3

188	24,8	25,0	25,2	25,4	26,1
190	24,7	24,9	25,1	25,3	26,0
192	24,6	24,8	25,1	25,2	25,9
194	24,5	24,7	25,0	25,1	25,8
196	24,4	24,7	24,9	25,0	25,7
198	24,4	24,6	24,8	24,9	25,6
200	24,3	24,5	24,7	24,8	25,5
202	24,2	24,4	24,6	24,8	25,5
204	24,1	24,3	24,5	24,7	25,4
206	24,0	24,2	24,4	24,6	25,3
208	24,0	24,2	24,4	24,5	25,2
210	23,9	24,1	24,3	24,4	25,1
212	23,8	24,0	24,2	24,3	25,0
214	23,7	23,9	24,1	24,2	24,9
216	23,6	23,8	24,0	24,2	24,8
218	23,6	23,8	24,0	24,1	24,7
220	23,5	23,7	23,9	24,0	24,6
222	23,4	23,6	23,8	23,9	24,6
224	23,3	23,5	23,7	23,8	24,5
226	23,3	23,5	23,6	23,8	24,4
228	23,2	23,4	23,6	23,7	24,3
230	23,1	23,3	23,5	23,6	24,2
232	23,1	23,2	23,4	23,5	24,1
234	23,0	23,2	23,3	23,5	24,1
236	22,9	23,1	23,3	23,4	24,0
238	22,8	23,0	23,2	23,3	23,9
240	22,8	23,0	23,1	23,2	23,8
242	22,7	22,9	23,1	23,2	23,8
244	22,6	22,8	23,0	23,1	23,7
246	22,6	22,7	22,9	23,0	23,6
248	22,5	22,7	22,8	23,0	23,5
250	22,4	22,6	22,8	22,9	23,4
252	22,4	22,5	22,7	22,8	23,4
254	22,3	22,5	22,6	22,8	23,3
256	22,2	22,4	22,6	22,7	23,2
258	22,2	22,3	22,5	22,6	23,2
260	22,1	22,3	22,4	22,5	23,1
262	22,1	22,2	22,4	22,5	23,0
264	22,0	22,1	22,3	22,4	22,9
266	21,9	22,1	22,2	22,3	22,9
268	21,9	22,0	22,2	22,3	22,8
270	21,8	22,0	22,1	22,2	22,7
272	21,7	21,9	22,1	22,2	22,7
274	21,7	21,8	22,0	22,1	22,6
276	21,6	21,8	21,9	22,0	22,5
278	21,6	21,7	21,9	22,0	22,5
280	21,5	21,6	21,8	21,9	22,4
282	21,4	21,6	21,7	21,8	22,3
284	21,4	21,5	21,7	21,8	22,3
286	21,3	21,5	21,6	21,7	22,2
288	21,3	21,4	21,6	21,7	22,1
290	21,2	21,4	21,5	21,6	22,1
292	21,1	21,3	21,4	21,5	22,0
294	21,1	21,2	21,4	21,5	21,9
296	21,0	21,2	21,3	21,4	21,9
298	21,0	21,1	21,3	21,4	21,8
300	20,9	21,1	21,2	21,3	21,8
302	20,9	21,0	21,1	21,2	21,7
304	20,8	20,9	21,0	21,1	21,6
306	20,8	21,0	21,1	21,2	21,6
308	20,7	20,8	20,9	21,0	21,5
310	20,7	20,8	21,0	21,1	21,5
312	20,6	20,7	20,9	21,0	21,4
314	20,5	20,6	20,8	20,8	21,3
316	20,5	20,7	20,8	20,9	21,3
318	20,4	20,6	20,7	20,8	21,2
320	20,4	20,5	20,6	20,7	21,2
322	20,3	20,4	20,5	20,6	21,1
324	20,3	20,5	20,6	20,7	21,1
326	20,2	20,3	20,4	20,5	20,9
328	20,2	20,4	20,5	20,6	21,0
330	20,1	20,2	20,3	20,4	20,8
332	20,1	20,3	20,4	20,5	20,9
334	20,0	20,2	20,3	20,4	20,8
336	20,0	20,1	20,2	20,3	20,7
338	19,9	20,0	20,1	20,2	20,6
340	19,9	20,1	20,2	20,3	20,7
342	19,8	19,9	20,0	20,1	20,5
344	19,8	20,0	20,1	20,2	20,6
346	19,7	19,9	20,0	20,1	20,5
348	19,7	19,8	19,9	20,0	20,4
350	19,6	19,7	19,8	19,9	20,3
352	19,6	19,8	19,9	20,0	20,4
354	19,5	19,6	19,7	19,8	20,2
356	19,5	19,7	19,8	19,9	20,2
358	19,4	19,6	19,7	19,8	20,1
360	19,4	19,5	19,6	19,7	20,1
362	19,4	19,5	19,6	19,7	20,0
364	19,3	19,4	19,5	19,6	19,9
366	19,3	19,4	19,5	19,6	20,0
368	19,2	19,3	19,4	19,5	19,8
370	19,2	19,3	19,4	19,5	19,9
372	19,1	19,2	19,3	19,4	19,7
374	19,1	19,2	19,3	19,4	19,8
376	19,0	19,1	19,2	19,3	19,7
378	19,0	19,1	19,3	19,3	19,7
380	18,9	19,1	19,2	19,2	19,6
382	18,9	19,0	19,1	19,2	19,6
384	18,9	19,0	19,1	19,1	19,5
386	18,8	18,9	19,0	19,1	19,4
388	18,8	18,9	19,0	19,1	19,5
390	18,7	18,8	18,9	19,0	19,3
392	18,7	18,8	18,9	19,0	19,4

394	18,7	18,8	18,9	19,0	19,4
396	18,6	18,7	18,8	18,9	19,2
398	18,6	18,7	18,8	18,9	19,3
400	18,5	18,6	18,7	18,7	19,1
402	18,5	18,6	18,7	18,8	19,1
404	18,5	18,6	18,8	18,8	19,2
406	18,4	18,5	18,6	18,7	19,0
408	18,4	18,5	18,6	18,6	19,0
410	18,3	18,4	18,5	18,6	18,9
412	18,3	18,4	18,5	18,6	18,9
414	18,2	18,3	18,4	18,4	18,8
416	18,2	18,3	18,4	18,5	18,8
418	18,2	18,3	18,5	18,5	18,9
420	18,1	18,2	18,3	18,3	18,7
422	18,1	18,2	18,3	18,4	18,7
424	18,0	18,1	18,2	18,3	18,6
426	18,0	18,1	18,2	18,3	18,6
428	18,0	18,1	18,2	18,2	18,5
430	17,9	18,0	18,1	18,1	18,5
432	17,9	18,0	18,1	18,2	18,5
434	17,8	17,9	18,0	18,1	18,4
436	17,8	17,9	18,0	18,1	18,4
438	17,8	17,9	18,0	18,0	18,3
440	17,7	17,8	17,9	17,9	18,3
442	17,7	17,8	17,9	18,0	18,3
444	17,6	17,7	17,8	17,8	18,1
446	17,6	17,7	17,8	17,9	18,2
448	17,6	17,7	17,8	17,9	18,2
450	17,5	17,6	17,7	17,8	18,1
452	17,5	17,6	17,7	17,7	18,0
454	17,4	17,5	17,6	17,6	17,9
456	17,4	17,5	17,6	17,7	18,0
458	17,4	17,5	17,6	17,7	18,0
460	17,3	17,4	17,4	17,5	17,8
462	17,3	17,4	17,5	17,5	17,8
464	17,3	17,4	17,5	17,6	17,9
466	17,2	17,3	17,4	17,4	17,7
468	17,2	17,3	17,4	17,5	17,8
470	17,1	17,2	17,3	17,4	17,7
472	17,1	17,2	17,3	17,4	17,6
474	17,1	17,2	17,3	17,3	17,6
476	17,0	17,1	17,1	17,2	17,5
478	17,0	17,1	17,2	17,2	17,5
480	17,0	17,1	17,2	17,3	17,6
482	16,9	17,0	17,1	17,2	17,5
484	16,9	16,9	17,0	17,1	17,4
486	16,9	17,0	17,1	17,1	17,4
488	16,8	16,8	16,9	17,0	17,3
490	16,8	16,9	17,0	17,0	17,3
492	16,8	16,9	17,0	17,1	17,3
494	16,7	16,8	16,9	16,9	17,2
496	16,7	16,8	16,9	16,9	17,2
498	16,6	16,7	16,7	16,8	17,1
500	16,6	16,7	16,8	16,8	17,1
502	16,6	16,7	16,8	16,9	17,2
504	16,5	16,6	16,6	16,7	17,0
506	16,5	16,6	16,7	16,7	17,0
508	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0
510	16,4	16,5	16,5	16,6	16,9
512	16,4	16,5	16,6	16,6	16,9
514	16,4	16,5	16,6	16,7	16,9
516	16,3	16,4	16,5	16,6	16,8
518	16,3	16,4	16,4	16,5	16,8
520	16,3	16,4	16,5	16,5	16,8
522	16,2	16,3	16,3	16,4	16,7
524	16,2	16,3	16,4	16,4	16,7
526	16,2	16,3	16,4	16,5	16,7
528	16,1	16,2	16,3	16,4	16,6
530	16,1	16,2	16,2	16,3	16,6
532	16,1	16,2	16,3	16,3	16,6
534	16,0	16,1	16,1	16,2	16,4
536	16,0	16,1	16,2	16,2	16,5
538	16,0	16,1	16,2	16,3	16,5
540	15,9	16,0	16,1	16,2	16,4
542	15,9	15,9	16,0	16,1	16,3
544	15,9	16,0	16,0	16,1	16,3
546	15,9	16,0	16,1	16,1	16,4
548	15,8	15,8	15,9	16,0	16,2
550	15,8	15,9	15,9	16,0	16,2
552	15,8	15,9	16,0	16,0	16,3
554	15,7	15,7	15,8	15,9	16,1
556	15,7	15,8	15,8	15,9	16,1
558	15,7	15,8	15,9	15,9	16,2
560	15,6	15,7	15,8	15,8	16,1
562	15,6	15,7	15,8	15,8	16,1
564	15,6	15,6	15,7	15,8	16,0
566	15,5	15,6	15,6	15,7	15,9
568	15,5	15,6	15,7	15,7	16,0
570	15,5	15,6	15,7	15,7	16,0
572	15,4	15,4	15,5	15,6	15,8
574	15,4	15,5	15,5	15,6	15,8
576	15,4	15,5	15,6	15,6	15,9
578	15,4	15,5	15,6	15,6	15,9
580	15,3	15,3	15,4	15,5	15,7
582	15,3	15,4	15,4	15,5	15,7
584	15,3	15,4	15,5	15,5	15,8
586	15,2	15,3	15,4	15,4	15,7
588	15,2	15,2	15,3	15,3	15,6
590	15,2	15,3	15,3	15,4	15,6
592	15,2	15,3	15,4	15,4	15,6
594	15,1	15,1	15,2	15,3	15,5
596	15,1	15,2	15,2	15,3	15,5
598	15,1	15,2	15,3	15,3	15,5

394	18,6	18,7	18,8	18,8	19,2
396	18,6	18,7	18,8	18,9	19,2
398	18,6	18,7	18,8	18,9	19,3
400	18,5	18,6	18,7	18,7	19,1
402	18,5	18,6	18,7	18,8	19,1
404	18,4	18,5	18,6	18,7	19,0
406	18,4	18,5	18,6	18,7	19,0
408	18,3	18,4	18,5	18,5	18,9
410	18,3	18,4	18,5	18,6	18,9
412	18,3	18,4	18,5	18,6	19,0
414	18,2	18,3	18,4	18,4	18,8
416	18,2	18,3	18,4	18,5	18,8
418	18,1	18,2	18,3	18,3	18,6
420	18,1	18,2	18,3	18,4	18,7
422	18,1	18,2	18,3	18,4	18,7
424	18,0	18,1	18,2	18,3	18,6
426	18,0	18,1	18,2	18,2	18,6
428	17,9	18,0	18,1	18,1	18,4
430	17,9	18,0	18,1	18,2	18,5
432	17,9	18,0	18,1	18,2	18,5
434	17,8	17,9	18,0	18,0	18,4
436	17,8	17,9	18,0	18,1	18,4
438	17,7	17,8	17,9	18,0	18,3
440	17,7	17,8	17,9	17,9	18,2
442	17,7	17,8	17,9	18,0	18,3
444	17,6	17,7	17,8	17,8	18,1
446	17,6	17,7	17,8	17,9	18,2
448	17,5	17,6	17,7	17,8	18,1
450	17,5	17,6	17,7	17,7	18,1
452	17,5	17,6	17,7	17,7	18,0
454	17,4	17,4	17,5	17,6	17,9
456	17,4	17,5	17,6	17,6	17,9
458	17,4	17,5	17,6	17,7	18,0
460	17,3	17,4	17,5	17,5	17,8
462	17,3	17,4	17,5	17,6	17,9
464	17,2	17,3	17,4	17,4	17,7
466	17,2	17,3	17,4	17,5	17,7
468	17,2	17,3	17,4	17,5	17,8
470	17,1	17,2	17,3	17,4	17,7
472	17,1	17,2	17,3	17,3	17,6
474	17,1	17,2	17,2	17,3	17,6
476	17,0	17,0	17,1	17,2	17,5
478	17,0	17,1	17,2	17,2	17,5
480	17,0	17,1	17,2	17,3	17,6
482	16,9	17,0	17,1	17,2	17,4
484	16,9	16,9	17,0	17,1	17,4
486	16,9	17,0	17,1	17,1	17,4
488	16,8	16,9	17,0	17,0	17,3
490	16,8	16,9	17,0	17,0	17,3
492	16,7	16,8	16,9	17,0	17,3
494	16,7	16,8	16,9	16,9	17,2
496	16,7	16,8	16,8	16,9	17,2
498	16,6	16,7	16,7	16,8	17,1
500	16,6	16,7	16,8	16,8	17,1
502	16,6	16,7	16,8	16,9	17,1
504	16,5	16,6	16,6	16,7	17,0
506	16,5	16,6	16,7	16,7	17,0
508	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0
510	16,4	16,5	16,5	16,6	16,9
512	16,4	16,5	16,6	16,6	16,9
514	16,4	16,5	16,6	16,7	16,9
516	16,3	16,4	16,5	16,6	16,8
518	16,3	16,4	16,4	16,5	16,8
520	16,3	16,4	16,5	16,5	16,8
522	16,2	16,3	16,3	16,4	16,7
524	16,2	16,3	16,4	16,4	16,7
526	16,2	16,3	16,4	16,5	16,7
528	16,1	16,2	16,3	16,4	16,6
530	16,1	16,2	16,2	16,3	16,5
532	16,1	16,2	16,3	16,3	16,6
534	16,0	16,1	16,1	16,2	16,4
536	16,0	16,1	16,2	16,2	16,5
538	16,0	16,1	16,2	16,3	16,5
540	15,9	16,0	16,1	16,2	16,4
542	15,9	15,9	16,0	16,1	16,3
544	15,9	16,0	16,0	16,1	16,3
546	15,9	16,0	16,1	16,1	16,4
548	15,8	15,8	15,9	16,0	16,2
550	15,8	15,9	15,9	16,0	16,2
552	15,8	15,9	16,0	16,0	16,3
554	15,7	15,7	15,8	15,9	16,1
556	15,7	15,8	15,8	15,9	16,1
558	15,7	15,8	15,9	15,9	16,2
560	15,6	15,7	15,8	15,8	16,1
562	15,6	15,7	15,8	15,8	16,1
564	15,6	15,6	15,7	15,8	16,0
566	15,5	15,5	15,6	15,6	15,9
568	15,5	15,6	15,6	15,7	15,9
570	15,5	15,6	15,7	15,7	16,0
572	15,5	15,6	15,7	15,7	16,0
574	15,4	15,4	15,5	15,6	15,8
576	15,4	15,5	15,5	15,6	15,8
578	15,4	15,5	15,6	15,6	15,9
580	15,3	15,3	15,4	15,5	15,7
582	15,3	15,4	15,4	15,5	15,7
584	15,3	15,4	15,5	15,5	15,8
586	15,2	15,3	15,4	15,4	15,7
588	15,2	15,2	15,3	15,3	15,6
590	15,2	15,3	15,3	15,4	15,6
592	15,2	15,3	15,4	15,4	15,6
594	15,1	15,1	15,2	15,3	15,5
596	15,1	15,2	15,2	15,3	15,5
598	15,1	15,2	15,3	15,3	15,5

AD86/19/32 WA1+15 mit 2 x 3 x 1 x 264 (110-kV)



AD86/19/32 WA1+15 mit 2 x 3 x 1 x 264 (110-kV)

