

Technischer Bericht

Auftraggeber

green flexibility BESS Nr. 152 gmbh

Projekt

Bremervörde EMVU für Mensch und Umwelt

Projektnummer

P26-0404

Leistungsbezeichnung

EMVU-Gutachten nach 26. BImSchV

Version

1.1 vom 18.08.2026

SIGNON Deutschland GmbH

ein Unternehmen der Deutschen Bahn AG

Europaplatz 2

10557 Berlin, Deutschland

T +49 30 247387-0

F +49 30 247387-11

info@signon-group.com

Commerzbank

IBAN:

DE58 2708 0060 0120 3058 00

BIC: COBADEFFXXX

Geschäftsführung

Holger Rosenberger,

Gerd Hübner

Sitz der Gesellschaft

Berlin | HRB: 152338 B

USt.-Id.Nr.

DE - 1 57 35 34 18

Ihre Ansprechpartner

für technische Fragen:

Herr Wieland Kestler

T +49 351 20589-233

F +49 351 20589-245

wieland.kestler@signon-group.com

Standort

Berliner Straße 7

01067 Dresden

für kaufmännische Fragen:

Herr Gerd Hübner

T +49 30 247387-224

F +49 30 247387-11

gerd.huebner@signon-group.com



Änderungsübersicht

Version	Datum	Bearbeiter	Prüfer	Änderung
1.0	17.08.2026	Kestler, Wieland	Müller, Mario	
1.1	18.08.2026	Kestler, Wieland	-	Einarbeitung Anmerkungen AG

Inhaltsverzeichnis

1	Glossar	5
1.1	Abkürzungen	5
1.2	Begriffe	5
2	Einleitung	7
2.1	Unterscheidung EMV – EMVU	7
2.2	Zweck des Dokumentes	7
2.3	Normen und Richtlinien	7
2.4	Verwendete Grundlagen	7
3	Projektüberblick	8
3.1	Vorhaben	8
3.2	Technischer Aufbau des Batteriespeicherwerkes	8
4	Bewertung der Grenzwerteinhaltung (§3 26. BImSchV)	9
4.1	Einordnung der zu Untersuchenden Anlagen	9
4.2	EMVU-Grenzwerte	9
4.3	Definition von Orten des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes von Menschen im Einwirkungsbereich	9
4.4	Bewertung der vorliegenden Situation hinsichtlich der Grenzwerteinhaltung	11
4.5	Berechnungsansatz	11
4.6	Rahmenbedingungen für die Feldberechnung zur Grenzwerteinhaltung nach §3 26. BImSchV	12
4.6.1	Leiteranordnung	12
4.6.2	Belastung	13
4.7	Berechnungsmodell	14
4.7.1	Allgemeines	14
4.7.2	Berechnungsmethoden	14
4.8	Berechnungsergebnisse	15
4.9	Auswertung	15
4.10	Überprüfung auf Niederfrequenz- oder Hochfrequenzanlagen ≤ 10 MHz im Projektbereich	15
4.11	Zwischenfazit zur Grenzwerteinhaltung nach §3 26. BImSchV	16
5	Anforderungen zur Vorsorge (§4 26. BImSchV)	17
5.1	Zielsetzung	17
5.2	Struktur	17
5.2.1	Vorprüfung	18
5.2.2	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen	18
5.2.3	Maßnahmenbewertung und Festlegung der Minimierungsmaßnahmen	20
5.3	Vorprüfung	20

5.4	Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen	20
5.4.1	Definition und Beschreibung der maßgeblichen Minimierungsorte und Bezugspunkte	20
5.4.2	Prüfung der Minimierung an den Bezugspunkten	21
5.5	Individuelle Minimierungsprüfung	22
5.5.1	Auflistung zu überprüfender Minimierungsorte	22
5.5.2	Maßgeblicher Minimierungsort M1 (Wohnhaus)	22
5.5.3	Maßgeblicher Minimierungsort M2	22
5.5.4	Maßgeblicher Minimierungsort M3	22
5.5.5	Maßgeblicher Minimierungsort M4	22
5.6	Maßnahmenbewertung	22
5.7	Festlegung der Minimierungsmaßnahmen	22
5.8	Zwischenfazit zur Umsetzung des Minimierungsgebotes nach §4 26. BImSchV	23
6	Zusammenfassung	24
	Anlagen	25

1 Glossar

1.1 Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
26. BImSchV	26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes
26. BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV
AG	Auftraggeber
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
LAI	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz

1.2 Begriffe

Begriff	Erläuterung
Bewertungsabstand	Der Bewertungsabstand ist der Abstand von der betrachteten Anlage, ab dem die Felder durchgehend abnehmen.
Bezugspunkt	Ein Bezugspunkt wird für einen maßgeblichen Minimierungsort mit Lage außerhalb des Bewertungsabstandes so definiert, dass er noch im Bewertungsabstand und auf der kürzesten Gerade zwischen dem jeweiligen maßgeblichen Minimierungsort und der betreffenden Trassenachse oder der Anlagenmitte liegen. Er ist so zu wählen, dass eine Minimierung der Felder an diesem Punkt ebenfalls eine Minimierung an allen weiter entfernten Punkten herbeiführt.
Einwirkungsbereich	Der Einwirkungsbereich beschreibt den Raum um eine Anlage, in dem diese Felder verursacht, die sich signifikant von den natürlichen und mittleren anthropogen bedingten Immissionen abheben. Dabei ist irrelevant, ob die Felder schädliche Umwelteinwirkungen darstellen. <u>Achtung:</u> Die LAI-Hinweise [3] und die 26. BImSchVVwV definieren unterschiedliche Abstände von der zu untersuchenden Anlage als Einwirkungsbereich. Für die Überprüfung der Grenzwerteinhaltung nach §3 26. BImSchV sind die Abstände gemäß LAI-Hinweisen relevant, für die Umsetzung des Minimierungsgebotes nach §4 26. BImSchV die Abstände nach 26. BImSchVVwV.
EMV	die technische Beeinflussung der elektrischen und elektronischen Geräte untereinander
EMVU	die Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auf Umwelt und Menschen
maßgeblicher Immissionsort	Als maßgebliche Immissionsorte werden Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes von Menschen bezeichnet, die sich im Einwirkungsbereich (nach LAI-Hinweise [3]) befinden.
maßgeblicher Minimierungsort	Ein maßgeblicher Minimierungsort ist ein im Einwirkungsbereich (nach 26. BImSchVVwV) der jeweiligen Anlage liegendes Gebäude oder Grundstück im Sinne des § 4 Absatz 1 26. BImSchV sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt ist.

Begriff	Erläuterung
nicht nur vorübergehender Aufenthalt von Menschen	Orte, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen, sind solche, an denen Personen nach bestimmungsgemäßer regelmäßig länger, d. h. mehrere Stunden, verweilen können. Dabei ist die übliche Aufenthaltszeit der einzelnen Person heranzuziehen.
repräsentativer Bezugspunkt	ein Bezugspunkt, welcher eine größere Anzahl an Bezugspunkten aufgrund von bspw. dichter Bebauung zusammenfasst

2 Einleitung

2.1 Unterscheidung EMV – EMVU

Die Elektromagnetische Verträglichkeit umfasst:

- die technische Beeinflussung der elektrischen und elektronischen Geräte untereinander (EMV)
- die Wirkung von elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern auf Umwelt und Menschen (EMVU).

2.2 Zweck des Dokumentes

Die *green flexibility BESS Nr. 152 gmbh* plant die Errichtung eines Batteriegroßspeichers in 27432 Bremervörde nordwestlich des bestehenden 110-kV-Umspannwerkes Bremervörde sowie den Anschluss an dieses mittels eines 20 kV-Erdkabelsystems. Dabei werden Komponenten eingesetzt, welche in den Geltungsbereich der 26. BImSchV fallen.

Es besteht die Aufgabe, für das genannte Projekt ein EMVU-Gutachten nach 26. BImSchV zu erstellen, das sowohl den Grenzwernachweis als auch die Untersuchung des Minimierungsgebotes beinhaltet.

2.3 Normen und Richtlinien

Dokument	Bezeichnung	Ausgabestand
EN 50341-1	Freileitungen über AC 1 kV – Teil 1: Allgemeine Anforderungen – Gemeinsame Festlegungen	2013-11
DIN VDE 0100-520	Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-52: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kabel- und Leitungsanlagen	2023-06
26. BImSchV	26. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissions- schutzgesetzes	2013-08-14
26. BImSchVVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV	2016-02-26

2.4 Verwendete Grundlagen

Referenz	Bezeichnung	Ausgabestand
[1]	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz: Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder mit Beschluss der 54. Amtschefkonferenz in der Fassung des Beschlusses der 128. Sitzung (LAI-Hinweise)	2014
[2]	Leinau6 GbR: Energiegroßspeicher Bremervörde, Ergänzung einfacher Lageplan , M: 1:500	2026-08-03
[3]	green flexibility BESS 902 gmbh: Datenblätter für Batteriespeicher CATL EnerC+ und Trafo und Wechselrichter: MVPS4600-S2 mit SCS 3950 UP-XT	k. A.
[4]	Klaus Faber AG: Mittelspannungskabel NA2XS(F)2Y 3-fach verseilt, Datenblatt	2026-08-11

3 Projektüberblick

3.1 Vorhaben

Es wird die Errichtung eines Batteriegroßspeichers in 27432 Bremervörde auf bisherigem Ackerland, dem Flurstück 97/7 geplant. Die Anlage soll ca. 270 m (Abstand der Umgrenzungen) nordwestlich des bestehenden 110-kV-Umspannwerkes Bremervörde, zwischen einem Hochspannungsmast einer 110-kV-Trasse und einem Sendemast liegen. Die neue Anlage soll über den bestehenden Feldweg „Am Zweitenfeld“ erschlossen werden [2].

Zweck der Anlage ist die Speicherung von Energie, um überschüssige Energie puffern zu können. Dafür werden 10 Batteriecontainer verwendet. Über 5 Wechselrichtermodule kann Leistung über das 20-kV-Erdkabel, welches als verdrehtes Dreileiterkabel vom Typ NA2XS(F)2Y 3x400 mm² verlegt werden soll, an das nahegelegene 110-kV-Umspannwerk bereitgestellt werden.

3.2 Technischer Aufbau des Batteriespeicherwerkes

Das Batteriespeicherwerk besteht aus 5 Batteriespeichereinheiten, bestehend aus jeweils 2 Batteriespeichercontainern, welche jeweils über einen separaten Umrichter verfügen. Zwischen diesen wird die Energie in DC-Kabelsystemen übertragen¹. Die Umrichter erzeugen eine dreiphasige 20-kV-Wechselspannung, welche die Energie per Kabel zum nahegelegenen Umspannwerk Bremervörde überträgt. Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau der Anlage. Das bestehende Umspannwerk Bremervörde ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung und deswegen in Abbildung 1 nur in grau angedeutet.

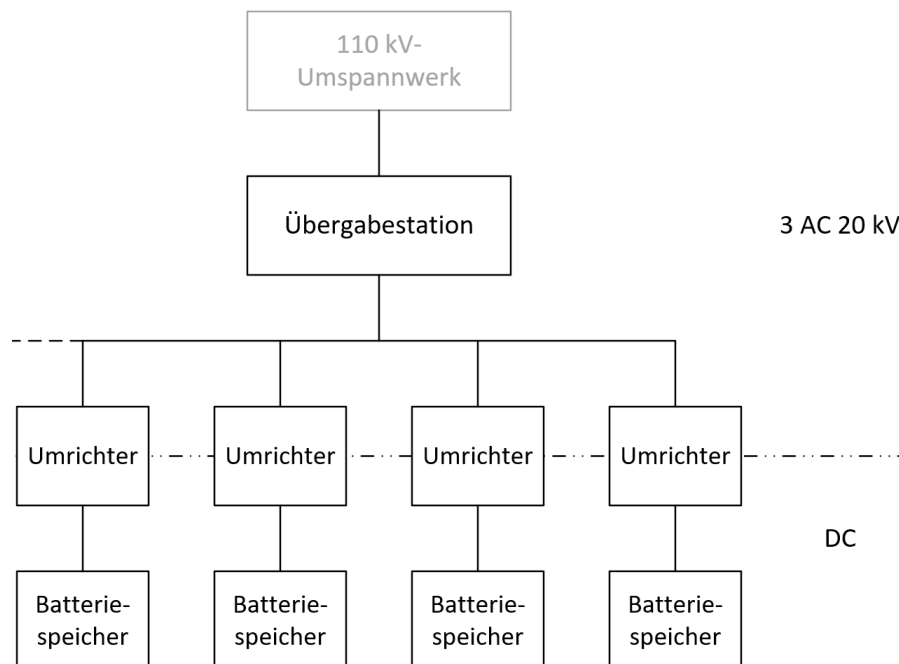


Abbildung 1: Schematischer Aufbau des Batteriegroßspeichers und Anbindung an das 110 kV-Umspannwerk

¹ Die Spannung des Systems ist zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts nicht bekannt (gemäß Datenblatt [3] jedoch maximal 1 500 V)

4 Bewertung der Grenzwerteinhaltung (§3 26. BImSchV)

4.1 Einordnung der zu Untersuchenden Anlagen

Die betrachtete Anlage enthält folgende Anlagenteile, welche wie folgt gemäß 26. BImSchV eingeordnet werden:

- **Stromrichter:** diese zählen gemäß 26. BImSchV (§1, Abs. 2, Nr. 2) zu den Niederfrequenzanlagen (ortsfeste Anlage zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität mit einer Nennspannung von 1 000 V oder mehr)²
- **3AC-20-kV-Kabel:** diese zählen gemäß 26. BImSchV (§1, Abs. 2, Nr. 2) zu den Niederfrequenzanlagen (ortsfeste Anlage zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität mit einer Nennspannung von 1 000 V oder mehr)

Sämtliche weitere Anlagenteile fallen nicht in den Geltungsbereich der 26. BImSchV, da die DC-Nennspannung < 2 000 V ist. Das betrifft insbesondere die

- Batteriespeichermodule sowie
- die DC-Kabel zwischen den Batteriespeichermodulen und den Wechselrichtermodulen.

4.2 EMVU-Grenzwerte

Für die vorliegende Untersuchung ist die 26. BImSchV mit ihren Grenzwerten anzuwenden, da die zu untersuchenden Anlagenteile nach der Einordnung der Anlagen in Abschnitt 4.1 zu den Niederfrequenzanlagen gemäß 26. BImSchV (§1, Abs. 2, Nr. 2) zählen.

Es gelten gemäß §3 der 26. BImSchV die in Tabelle 1 dargestellten Grenzwerte aus Anhang 1a der 26. BImSchV für sich ausbildende Felder im Einwirkungsbereich der Anlage bei höchster betrieblicher Auslastung an Orten, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt bestimmt sind.

Tabelle 1: Grenzwerte der 26. BImSchV, Anhang 1a (Auszug relevanter Daten)

Frequenz	magnetische Flussdichte (effektiv)	elektrische Feldstärke (effektiv)
50 Hz	100 μT^3	5 kV/m

Da die zu untersuchende Anlage nach dem 22. August 2013 errichtet wird, fällt diese unter §3 Abs. 2 26. BImSchV. Damit dürfen die genannten Grenzwerte auch kurzzeitig nicht überschritten werden.

4.3 Definition von Orten des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes von Menschen im Einwirkungsbereich

Gemäß §3, Abs. 2 26. BImSchV ist die Einhaltung der in Abschnitt 4.2 genannten Grenzwerte für Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes von Menschen im *Einwirkungsbereich* der untersuchten Anlage zu überprüfen. Die beiden zentralen Begriffe dieser Regelung – *Einwirkungsbereich* und *Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes* – werden nachfolgend erläutert:

² diese Einordnung ist für die Bewertung der Grenzwerteinhaltung maßgebend, auch wenn Stromrichteranlagen in der 26. BImSchVVwV (betrifft die Umsetzung des Minimierungsgebotes, §4 26. BImSchV) in den Abschnitten 3.2.1.2 und 3.2.2 unter Gleichstromanlagen aufgeführt werden, da lediglich die AC-Spannungen der Anlage unter die 26. BImSchV fallen.

³ In §3, Abs. 2 der 26. BImSchV wird für Niederfrequenzanlagen mit einer Frequenz von 50 Hz vorgegeben, dass die Hälfte des im Anhang 1a ausgewiesenen Grenzwertes für die magnetische Flussdichte nicht überschritten werden darf. Deswegen wird hier der dort genannte Wert von 200 μT halbiert genannt.

Der *Einwirkungsbereich* einer Anlage ist der Bereich, in dem die Anlage sich signifikant von den natürlichen und mittleren anthropogen bedingten Immissionen abhebende elektrische oder magnetische Felder verursacht, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umwelteinwirkungen auslösen. [26. BImSchVVwV]

Orte, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen dienen, sind solche, an denen Personen nach bestimmungsgemäßer Nutzung regelmäßig länger, d. h. mehrere Stunden, verweilen können. Dabei ist die übliche Aufenthaltszeit der einzelnen Person heranzuziehen. [1]

Konkretisierungen und Beispiele sind den LAI-Hinweisen [1], Abschnitt II.3.2 zu entnehmen. Auszugsweise seien genannt:

- Wohngebäude, Krankenhäuser, Schulen, Schulhöfe, Kindergärten, Spielplätze, Kleingärten (in der Regel einschließlich der Grundstücke zuvor genannter Gebäude)
- ggf. Gaststätten, Versammlungsräume, Kirchen, Turnhallen, Arbeitsstätten, Büro-, Geschäfts- oder Verkaufsräume, Werkstätten

Als *maßgebliche Immissionsorte* werden Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes von Menschen bezeichnet, die sich in einem in Abschnitt II.3.1 der LAI-Hinweise [3] definierten Bereich befinden.

Die für das vorliegende EMVU-Gutachten gemäß [1] relevanten Angaben zum Einwirkungsbereich sind in Tabelle 2 aufgeführt. Im Rahmen des Nachweises der Grenzwerteinhaltung sind die in den LAI-Hinweisen [1] definierten Bereiche um die Anlagenteile zu verwenden. Diese unterscheiden sich zu den in Abschnitt 5 verwendeten Einwirkungsbereichen nach 26. BImSchVVwV für die Umsetzung des Minimierungsgebotes. Es besteht durch die gleiche Begrifflichkeit Verwechslungsgefahr. Die angegebenen Abstände beziehen sich jeweils auf die Bodenprojektion des äußeren Erdkabels bzw. die Eingrenzung der Umspannanlage⁴ [26. BImSchVVwV].

Tabelle 2: Einwirkungsbereich für ausgewählte Anlagen gem. LAI-Hinweise [1]
(Auszug der für dieses EMVU-Gutachten relevanten Anlagen)

Anlagentyp	Einwirkungsbereich
Stromrichter	5 m⁵
Erdkabel	1 m

Im Rahmen der Erstellung des EMVU-Gutachtens wurde ein EMVU-Lageplan für die Bewertung der Grenzwerteinhaltung erstellt (s. Anlage 1), in welchem die Batteriegroßspeicheranlage (alle Anlagenteile umfassend) mit dem zugehörigen Einwirkungsbereich eingetragen ist. Konkret ist die Umzäunung als Ausgangspunkt verwendet worden und der 1-m- bzw. 5-m-Einwirkungsbereich für die jeweilige Anlage eingetragen. Die sich innerhalb der Einzäunung befindenden Erdkabel sind durch den eingetragenen Einwirkungsbereich für die Umspannanlage bzw. Stromrichteranlage gleichsam mit abgedeckt.

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens war die Kabelführung der 20-kV-Kabel zwischen dem Batteriespeicherwerk und dem Feldweg „Am Zweitenfeld“ noch nicht endgültig bekannt. Jedoch kommt dafür nur ein möglicher Bereich in Frage, in welchem die Kabel verlegt werden können. Im Sinne der Betrachtung des kritischsten Falls wurde die Untersuchung der

⁴ Diese Regelung entstammt der 26. BImSchVVwV und wird der Einheitlichkeit halber auch für den Ausgangspunkt des Einwirkungsbereiches bei der Überprüfung der Grenzwerteinhaltung angesetzt.

⁵ In den LAI-Hinweisen [1] wird kein Einwirkungsbereich für Stromrichteranlagen definiert. In Anlehnung an den in der 26. BImSchVVwV aufgeführten Bewertungsabstand wird ein Einwirkungsbereich von 5 m abgesetzt.

Grenzwerteinhaltung sowie die Umsetzung des Minimierungsgebotes für den gesamten Bereich der möglichen Kabelverlegung durchgeführt. Der Bereich der möglichen Verlegung der 20-kV-Kabel ist im EMVU-Lageplan (s. Anlage 1) separat verzeichnet.

Aus dem EMVU-Lageplan für die Grenzwerteinhaltung geht hervor, dass sich im Einwirkungsbereich um die betrachtete Anlage vier maßgeblichen Immissionsorte befinden, welche in Tabelle 3 aufgeführt und beschrieben sind.

Tabelle 3: Maßgebliche Immissionsorte im Einwirkungsbereich der Neubauanlagen

Bezeichnung	Beschreibung	Lage
A1	Flurstück 97/1, Wohngrundstück	sowohl Lage im Einwirkungsbereich des 20-kV-Kabels als auch im Einwirkungsbereich der nahegelegenen Bestands-110-kV-Freileitung → Summenbetrachtung gem. 3§ Abs. (3) 26. BImSchV erforderlich
A2	Flurstück 100/7, Wohngrundstück	Lage im Einwirkungsbereich des 20-kV-Kabels
A3	Flurstück 100/10, Wohngrundstück	Lage im Einwirkungsbereich des 20-kV-Kabels
A4	Flurstück 100/9, Wohngrundstück	Lage im Einwirkungsbereich des 20-kV-Kabels

4.4 Bewertung der vorliegenden Situation hinsichtlich der Grenzwerteinhaltung

Gemäß den Erkenntnissen aus Abschnitt 4.3 liegen im Einwirkungsbereich um die betrachteten Anlagen vier Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes von Menschen. Diese liegen ausschließlich im Einwirkungsbereich des 20-kV-Kabels.

Im Rahmen der Nachweisführung ist nun gezeigt, dass die Einhaltung der Grenzwerte aus der 26. BImSchV für die Bereiche um die Batteriespeicheranlage nicht weiter untersucht werden muss.

Für die aufgeführten maßgeblichen Minimierungsorte ist damit die Einhaltung der Grenzwerte rechnerisch nachzuweisen. Dies erfolgt in den folgenden Abschnitten

4.5 Berechnungsansatz

Zur Überprüfung der Grenzwerteinhaltung wird in drei Stufen vorgegangen:

1. Berechnung der magnetischen 50-Hz-Flussdichte ausgehend von der 110-kV-Freileitung mit Hilfe des Querschnitts 1
2. Berechnung der magnetischen 50-Hz-Flussdichte ausgehend von dem 20-kV-Erdkabel mit Hilfe des Querschnitts 2
3. Ermittlung der Grenzwertausschöpfung je Niederfrequenzanlage auf Grundlage der Ergebnisse aus Punkt 1 und 2 als Basis zur Summenbildung für die Bewertung der Grenzwerteinhaltung am maßgeblichen Emissionsort A1
4. Bewertung der Grenzwerteinhaltung an den maßgeblichen Emissionsorten A2 bis A4 allein auf Grundlage der Berechnungsergebnisse aus Punkt 2

4.6 Rahmenbedingungen für die Feldberechnung zur Grenzwerteinhaltung nach §3 26. BImSchV

4.6.1 Leiteranordnung

4.6.1.1 Definition der Untersuchungsorte/Querschnitte

Für die Beeinflussungsberechnung wurden zwei Querschnitte definiert:

- **Querschnitt 1:** Querschnitt durch die 110-kV-Freileitungstrasse
- **Querschnitt 2:** Querschnitt durch die das 20-kV-Erdkabelsystem

In Anlage 3 und Anlage 4 sind die Leiter der beiden Querschnitte einem Koordinatensystem zugeordnet und benannt.

4.6.1.2 Querschnitt 1: 110-kV-Freileitung

Der Querschnitt 1 beschreibt den Schnitt durch die 110-kV-Freileitungstrasse. Die Ergebnisse werden für die Summenbetrachtung zur Grenzwerteinhaltung am maßgeblichen Immissionsort A1 benötigt, da bis zum Abschluss des Gutachtens nach Anfrage beim Betreiber der Freileitung hinsichtlich der Grenzwertausschöpfung keine Aussage vorlag.

Da keine genauen Angaben zur Freileitungsanlage vorlagen, wurde von den normativ kritischsten Umständen hinsichtlich der EMV ausgegangen. Gemäß Abbildung 2 handelt es sich bei der Freileitung um zwei Systeme, verteilt auf zwei Ebenen, unten zwei Phasen, oben eine Phase. Je Phase wird ein Einfachseil als Leiter verwendet.



Abbildung 2: Blick auf die 110-kV-Freileitungstrasse von *Alter Kirchweg 10* aus, Quelle: Google maps, Stand der Aufnahme: 04/2022

Die angesetzte Leiteranordnung definiert sich über den normativ geregelten Mindestabstand der 110-kV-Leiter zur Erde. Gemäß EN 50341-1, Tabelle 5.10 beträgt dieser Abstand bei üblichem Bodenprofil (Ackerland) 6,0 m. Der horizontale Phasen- und Mastachsenabstand wurde zu üblichen 3,0 m, der vertikale Phasenabstand zu 4,0 m angenommen. Als Leiterseil werden bei

Freileitungen fast ausschließlich Aluminiumseile mit Stahlkern verwendet. Gemäß einschlägiger Literatur werden dabei Seile des Typs Al/St 435/55 als größter Querschnitt für 110-kV-Freileitungen eingesetzt. Dieses Seil hat eine Dauerstromtragfähigkeit von 900 A⁶. Die Blitzfangseile über den Systemen und die Erde (Rückleitung) wurden im Sinne der Betrachtung des kritischsten Falles nicht im Modell berücksichtigt, da sie kompensierend auf die Ausbreitung des Feldes wirken.

4.6.1.3 Querschnitt 2: 20-kV-Erdkabel

Der Querschnitt 2 beschreibt den Schnitt durch die 20-kV-Erdkabeltrasse. Die Ergebnisse werden für die Summenbetrachtung zur Grenzwerteinhaltung am maßgeblichen Immissionsort A1 sowie zur Beurteilung der Grenzwerteinhaltung an allen weiteren maßgeblichen Immissionsorten benötigt.

Das Erdkabelsystem wird in der in DIN VDE 0100-520 vorgeschriebenen Mindestverlegetiefe unter Fahrbahnen von 0,8 m vorgesehen, da zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens keine genauere Aussage diesbezüglich bekannt ist und da Grundstückszufahrten gekreuzt werden. Als Leiter kommt der Kabeltyp NA2XSF2Y 3x400 mm² zum Einsatz.

4.6.2 Belastung

4.6.2.1 110-kV-Freileitungsanlage

Für die verwendeten 110-kV-Freileitungsseile wird je Seil/Phase eine Dauerstrombelastbarkeit von 900 A angegeben⁶.

Abbildung 3 zeigt den Verlauf der Ströme je Phase über der Zeit für einen quasistationären Zustand bei symmetrischer Belastung. Weiterhin ist ein beliebiger Augenblickswert markiert ($t = 10$ ms), für welchen die Stromstärken je Phase dargestellt sind. Die in Tabelle 4 übertragenen Werte stellen die ruhenden Zeiger zum Zeitpunkt $t = 10$ ms dar und bilden die für die

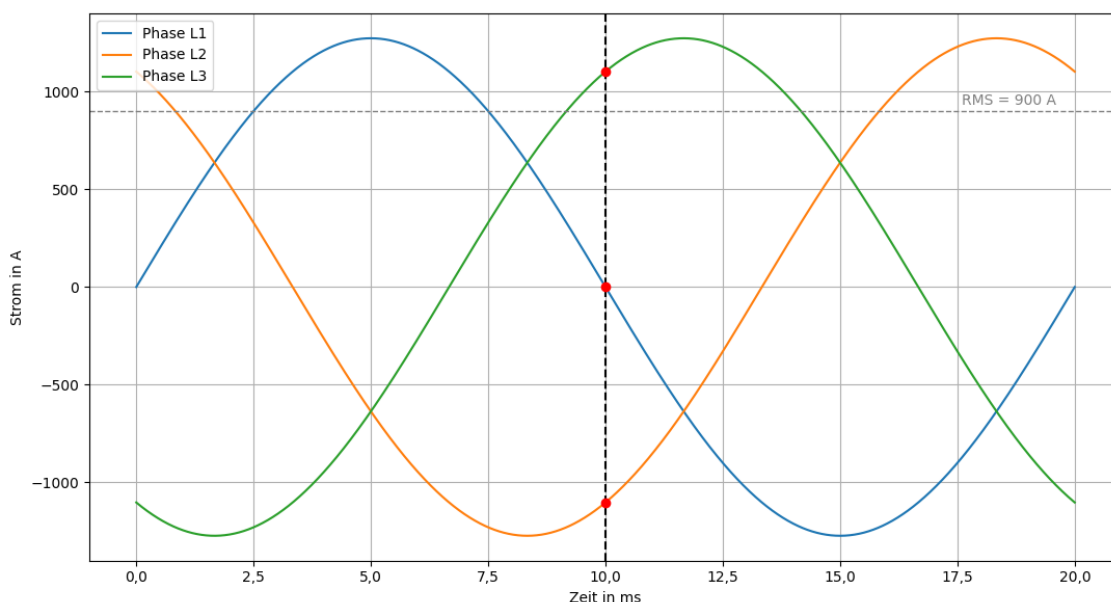


Abbildung 3: Phasenlage der Stromstärke und ausgewählter Augenblickswert ($t = 10$ ms) je Phasenlage

⁶ Quelle: <https://www.hsp-online.de/de/Produkt/aluminiumseil-stahlverstaerkt-acsr-435-55-434-al1-56-st1a-490-6-mm%C2%B2-o-28-8-mm-61/>
 Stand: 17.08.2026

Feldberechnung angesetzte Belastung für das 110-kV-Freileitungssystem. Diese Werte werden in der Berechnung für jedes der beiden Systeme der Freileitung angesetzt.

Tabelle 4: Augenblickswerte der Real- und Imaginärteile in einem 110-kV-Freileitungssystem bei $t = 10$ ms

Phase	Phasenlage in °	Realteil der Stromstärke in A	Imaginärteil der Stromstärke in A
L1	180	-900,0	0,0
L2	-60	450,0	-779,4
L3	60	450,0	779,4

4.6.2.2 20-kV-Erdkabelsystem

Für das verwendete 20-kV-Erdkabelsystem wird je Phase eine Dauerstrombelastbarkeit von 535 A angegeben (Kabel in Erde verlegt) [4]. Es gelten äquivalente Zusammenhänge, wie in Abschnitt 4.6.2.1 beschrieben. Die für die Feldberechnung angesetzten Belastungen sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5: Augenblickswerte (Effektivwerte) der Real- und Imaginärteile in einem 20 kV-Erdkabelsystem bei $t = 10$ ms

Phase	Phasenlage in °	Realteil der Stromstärke in A	Imaginärteil der Stromstärke in A
L1	180	-535,0	0,0
L2	-60	267,5	-463,3
L3	60	276,5	463,3

4.7 Berechnungsmodell

4.7.1 Allgemeines

Die Ermittlung von elektromagnetischen Einflüssen, welche durch Fahrleitungsanlagen hervorgerufen werden, bedarf spezifischer Untersuchungen, welche lange parallele Leiterführungen unter Einbeziehung der Erde als Rückstromführung berücksichtigen. Die Aufgabenstellung wird mit dem Berechnungsprogramm IMAfeb bearbeitet.

Das Berechnungsprogramm IMAfeb ist seit dem 16.10.2013 vom Eisenbahn-Bundesamt als „zulässige Rechenhilfe für die Berechnung von Beeinflussungsspannungen durch induktive Beeinflussung anerkannt.“

4.7.2 Berechnungsmethoden

Die Berechnung der Impedanzen und der Stromverteilung erfolgt auf Basis der Theorie der induktiv gekoppelten Leiter-Erde-Schleifen. Für höhere Frequenzen wird der auftretende Skineffekt im Modell berücksichtigt. Die Theorie der induktiv gekoppelten Leiter-Erde-Schleifen wurde bereits 1926 von John R. Carson entwickelt. Sie bezieht sich auf lange konzentrische Leiter. Für die Berücksichtigung der Modellierung der ferromagnetischen Schienen wurde die Theorie um strom- und frequenzabhängige Impedanzkennlinien erweitert.

Die elektromagnetische Feldberechnung folgt dem Gesetz von Biot-Savart, wonach die magnetische Feldstärke proportional zur Stromstärke im Leiter und umgekehrt proportional zum Abstand zum Leiter ist. Die Felder mehrere Leiter überlagern sich entsprechend ihrer Phasenlage zur Gesamtfeldstärke.

Elektrische Felder werden unter Zuhilfenahme der Methode der Spiegelladungen durchgeführt, wobei die Erdoberfläche als Spiegelungsebene fungiert. Bei den Berechnungen wird eine relative Permittivität der Luft von 1 zugrunde gelegt.

IMAFeb kennt folgende Leiterklassifizierungen:

- Leiter: Fahrdrähte, Verstärkungsleiter, Tragseile, Stromschiene, Negativfeeder
- Rückleiter: Schienen, Rückleiter, geerdete Bandleiter, Tunnelarmierung
- Neutrale Leiter: Kabelschirme, beeinflusste Leiter

4.8 Berechnungsergebnisse

Gemäß der Vorgabe aus der 26. BImSchVVwV wurden alle Feldberechnungen für eine Höhe von 1 m über dem Boden ($y = 1$) durchgeführt. Für beide Querschnitte wurde ein Horizontalschnitt für $y = 1$ erstellt. Diese sind diesem Gutachten als Anlage 5 beigefügt.

Auf Seite 1 der Anlage 5 ist der Horizontalschnitt für den Querschnitt 1 dargestellt. Der Bereich zwischen $y = 16,741$ m und $y = 18,000$ m ist grau markiert und stellt den Bereich der Überschneidung der Einwirkungsbereiche (110-kV-Freileitung und 20-kV-Kabel) dar. In diesem Bereich beträgt die magnetische 50-Hz-Flussdichte maximal $5,89 \mu\text{T}$ (an $y = 16,741$ m). Die Grenzwertausnutzung beträgt damit $5,89 \%$ (Grenzwert beträgt gemäß Abschnitt 4.2 $100 \mu\text{T}$).

Auf Seite 2 der Anlage 5 ist der Horizontalschnitt für den Querschnitt 2 dargestellt. Zur Abdeckung des kritischsten Falls wird als berechnete magnetische 50-Hz-Flussdichte das Maximum über den gesamten Bereich ermittelt. Dieses beträgt $3,77 \mu\text{T}$. Die Grenzwertausnutzung beträgt damit $3,77 \%$ (Grenzwert beträgt gemäß Abschnitt 4.2 $100 \mu\text{T}$).

4.9 Auswertung

Die Auswertung basiert auf den in Abschnitt 4.8 beschriebenen Berechnungsergebnissen.

Für den maßgeblichen Immissionsort A1 ist unter Berücksichtigung kritischster Umstände gemäß Summenbildung eine Grenzwertausschöpfung von $9,66 \%$ berechnet worden. Der gültige Grenzwert für die magnetische 50-Hz-Flussdichte wird demzufolge auch im Bereich der Überlagerung beider Einwirkungsbereiche sicher eingehalten.

Für die maßgeblichen Immissionsorte A2 bis A4 ist lediglich die berechnete magnetische 50-Hz-Flussdichte von $3,77 \mu\text{T}$ relevant. Diese liegt ebenfalls deutlich und sicher unterhalb des Grenzwertes für die magnetische 50-Hz-Flussdichte.

4.10 Überprüfung auf Niederfrequenz- oder Hochfrequenzanlagen ≤ 10 MHz im Projektbereich

Gemäß den Vorgaben aus der 26. BImSchV, ist nachfolgend zu prüfen, ob im Bereich der in Abschnitt 4.3 ermittelten maßgeblichen Immissionsorte weitere Niederfrequenz- oder Hochfrequenzanlagen ≤ 10 MHz vorhanden sind.

Im Rahmen des Projektes wurden Leitungsauskünfte zur Verfügung gestellt, aus welchen die Mittelspannungsleitungen im Projektbereich ersichtlich werden. Im Bereich um die in Abschnitt 4.3 ermittelten maßgeblichen Immissionsorte sind gemäß dieser keine zu berücksichtigenden Anlagen vorhanden.

Weiterhin wurde der in Abbildung 4 dargestellte Auszug aus der EMF-Datenbank erstellt. Aus diesem ist ersichtlich, dass sich im Projektbereich keine Hochfrequenzanlagen ≤ 10 MHz befinden.

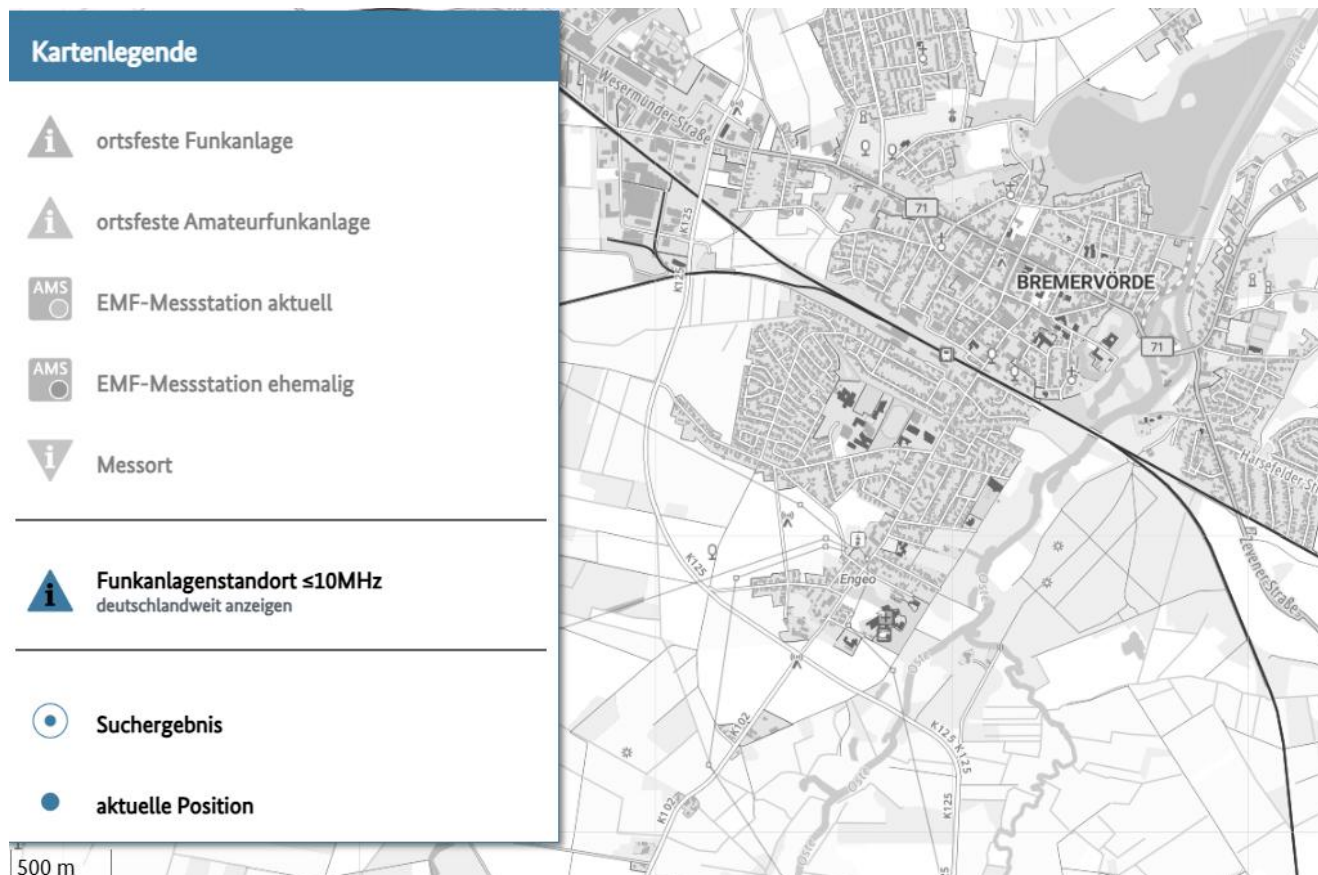


Abbildung 4: Auszug EMF Datenbank vom 17.08.2026 für den Projektbereich mit Darstellung der Funkanlagenstandorte ≤ 10 MHz

4.11 Zwischenfazit zur Grenzwerteinhaltung nach §3 26. BImSchV

Gemäß den Erkenntnissen aus Abschnitt 4.3 liegen im Einwirkungsbereich um die betrachtete Anlage vier Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes von Menschen.

Im Rahmen der Nachweisführung wurde für diese vier Orte gezeigt, dass an diesen die Einhaltung der Grenzwerte aus der 26. BImSchV gegeben ist. Für alle weiteren Orte im Einwirkungsbereich um die Anlage muss die Grenzwerteinhaltung gemäß 26. BImSchV nicht weiter untersucht werden, da keine weiteren maßgeblichen Immissionsorte bekannt sind.

Damit ist die Bewertung der Grenzwerteinhaltung an dieser Stelle beendet. Die Vorgaben der 26. BImSchV sind erfüllt.

5 Anforderungen zur Vorsorge (§4 26. BImSchV)

5.1 Zielsetzung

In §4 26. BImSchV wird für Neubauten oder wesentlich geänderte Anlagen gefordert, die Emission von magnetischen und elektrischen Feldern zu zum Schutz der Umwelt zu minimieren. Dabei sind die Möglichkeiten nach dem Stand der Technik auszuschöpfen. Das Minimierungsgebot gilt für Niederfrequenz- sowie Gleichstromanlagen nach §1 Abs. 2 26. BImSchV.

5.2 Struktur

Die Umsetzung des Minimierungsgebotes besteht gemäß 26. BImSchVVwV aus den drei folgenden Teilschritten, welche in Abbildung 3 visualisiert sind:

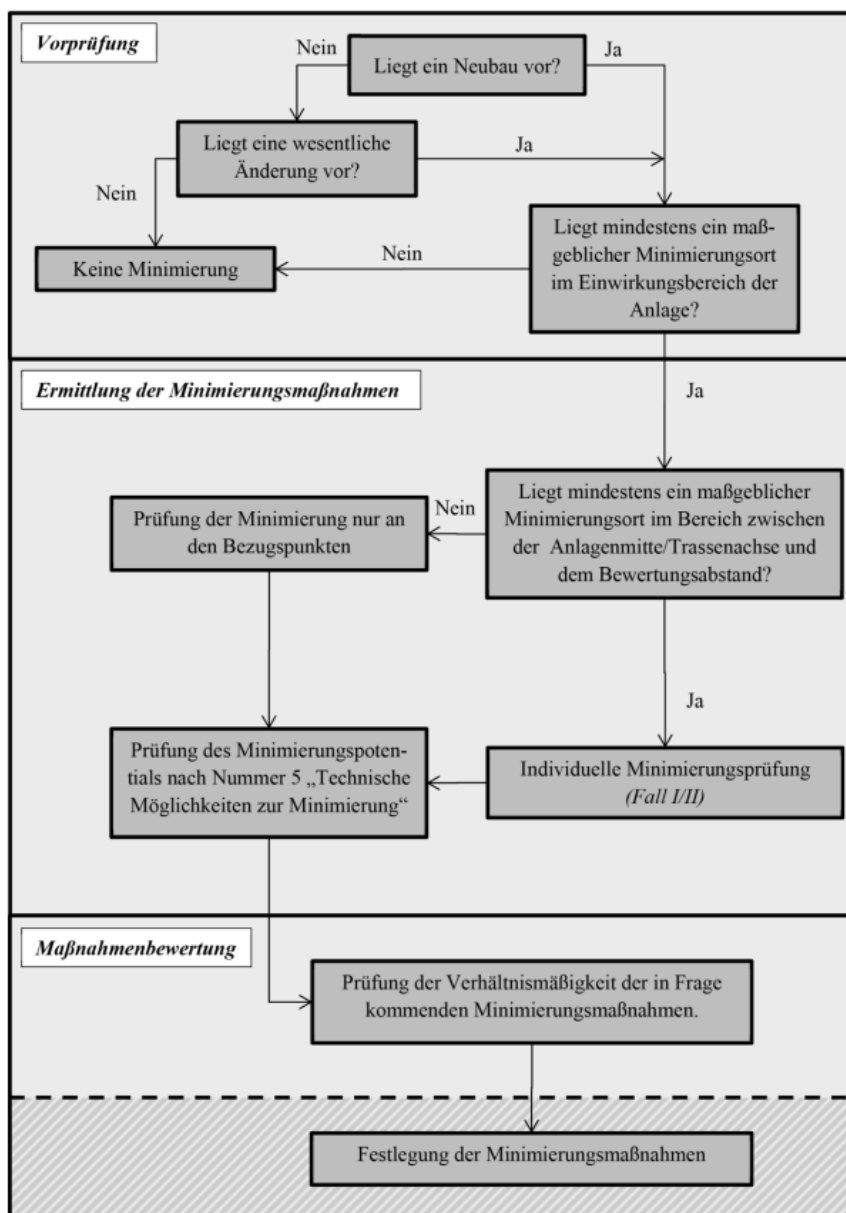


Abbildung 5: Flussdiagramm zum Ablauf der Minimierung gemäß §4 26. BImSchV aus 26. BImSchVVwV

- Vorprüfung
- Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen
- Maßnahmenbewertung.

5.2.1 Vorprüfung

In der Vorprüfung ist gemäß 26. BImSchVVwV (Abschnitt 3.2.1) für den Untersuchungsbereich zu ermitteln, ob eine Minimierung durchzuführen ist. Sie ist ausschließlich bei Niederfrequenzanlagen und Gleichstromanlagen durchzuführen, die neu errichtet oder wesentlich geändert werden und sich mindestens ein *maßgeblicher Minimierungsort* im *Einwirkungsbereich* befindet.

Der **Einwirkungsbereich** beschreibt den Raum um eine Anlage, in dem sie Felder verursacht, die sich signifikant von den natürlichen und mittleren anthropogen bedingten Immissionen⁷ abheben. Dabei ist irrelevant, ob die Felder schädliche Umwelteinwirkungen darstellen [26. BImSchVVwV].

Gemäß 26. BImSchVVwV gelten folgende Abstände als Einwirkungsbereich:

- für Stromrichter: **100 m,**
- für Erdkabel (Nennspannung < 50 kV): **10 m.**

Ein **maßgeblicher Minimierungsort** ist ein im Einwirkungsbereich gelegenes:

- Gebäude der folgenden Funktion: Wohnung, Krankenhaus, Schule, Kindergarten, Kinderhort, Spielplatz oder ähnliches sowie
- ein Gebäude oder ein Teil davon, welches/welcher *nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen* bestimmt ist.

Orte, die **nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen** dienen, sind solche, an denen Personen nach bestimmungsgemäßer Nutzung regelmäßig länger, d. h. mehrere Stunden, verweilen können. Dabei ist die übliche Aufenthaltszeit der einzelnen Person heranzuziehen. Konkretisierungen und Beispiele sind den LAI-Hinweisen [1], Abschnitt II.3.2 zu entnehmen.

5.2.2 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen

Für die Prüfung der Minimierung ist die Lage der maßgeblichen Minimierungsorte in Abhängigkeit der Lage zum Bewertungsabstand relevant.

Der **Bewertungsabstand** ist der Abstand von der betrachteten Anlage, ab dem die Felder durchgehend abnehmen. Ausgangspunkt ist dabei die Gleismitte bei elektrifizierten Gleisen bzw. bei mehrgleisigen Abschnitten die Gleismitte des äußeren Gleises [26. BImSchVVwV]

Gemäß 26. BImSchVVwV gelten folgende Abstände als Bewertungsabstand:

- für Stromrichter: **5 m,**
- für Erdkabel (Nennspannung < 50 kV): **1 m**

Hinsichtlich der Lage der maßgeblichen Minimierungsorte bezogen auf den Bewertungsabstand ergeben sich folgende Möglichkeiten:

- Lage des maßgeblichen Minimierungsortes (vollständig) **außerhalb** des Bewertungsabstandes: Prüfung nur an den Bezugspunkten notwendig,

⁷ In Deutschland beträgt die menschlich verursachte die magnetische Flussdichte im Mittel 0,1 µT und die elektrische Feldstärke weniger als 1 V/m. [26. BImSchVVwV]

- Lage des maßgeblichen Minimierungsortes (vollständig oder teilweise) **innerhalb** des Bewertungsabstandes: individuelle Minimierungsprüfung notwendig.

Bezugspunkte werden für maßgebliche Minimierungsorte mit Lage außerhalb des Bewertungsabstandes so definiert, dass er noch im Bewertungsabstand und auf der kürzesten Gerade zwischen dem jeweiligen maßgeblichen Minimierungsort und der betreffenden Trassenachse liegt. Er ist so zu wählen, dass eine Minimierung der Felder an diesem Punkt ebenfalls eine Minimierung an allen weiter entfernten Punkten herbeiführt. Bei dichter Bebauung und damit einhergehender großer Anzahl an Bezugspunkten ist das Definieren von **repräsentativen Bezugspunkten** gemäß 26. BImSchVVwV zulässig. [26. BImSchVVwV]

In Abbildung 4 sind die eben beschriebenen Vorgaben aus der 26. BImSchVVwV bezüglich der Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen grafisch zusammengefasst. Die Grafik gilt entsprechend für lineare Anlagen (Erdkabel)

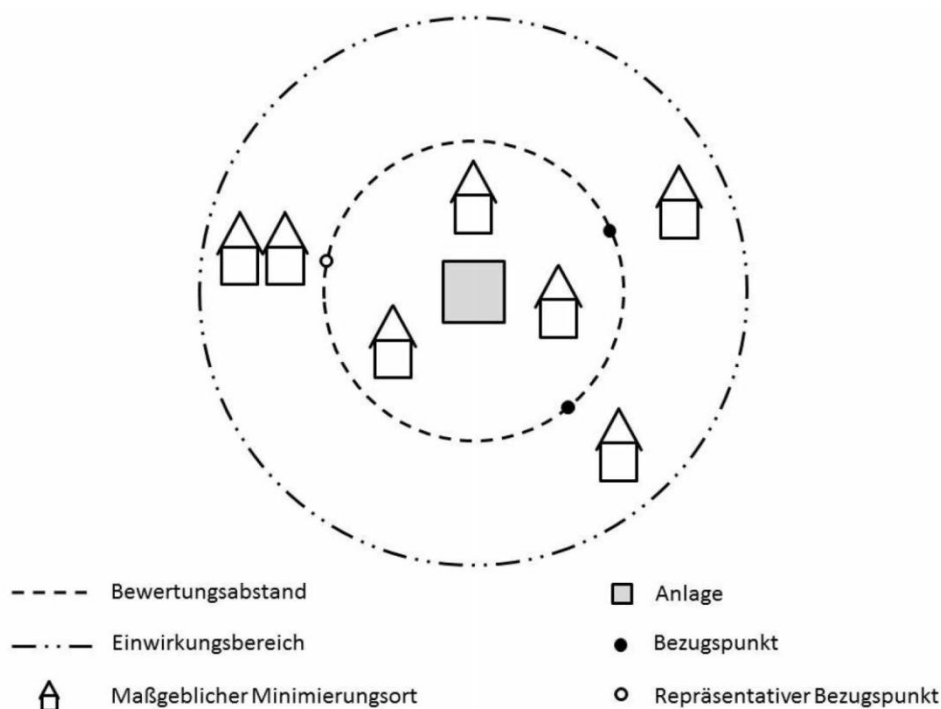


Abbildung 6: Grafische Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen zur Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen gemäß 26. BImSchVVwV [26. BImSchVVwV, S. 17 (bearbeitet)]

Für die zuvor definierten maßgeblichen Minimierungsorte sind nun die Minimierungspotenziale zu prüfen.

Bei der individuellen Prüfung des Minimierungspotenzials ist zusätzlich zu prüfen, ob der Einsatz einer Minimierungsmaßnahme zu einer Erhöhung der Immissionen an weiteren maßgeblichen Minimierungsorten führt, die innerhalb des Bewertungsabstandes liegen.

Folgende Maßnahmen⁸ zur Reduzierung der magnetischen 50-Hz-Felder ausgehend von Erdkabeln stehen gemäß 26. BImSchVVwV, Absatz 5.3.2 zur Verfügung (Voraussetzungen, Wirksamkeit und Hinweise zu den einzelnen Maßnahmen können 26. BImSchVVwV entnommen werden):

- Minimierung der Kabelabstände,

⁸ Die aufgeführten Maßnahmen beziehen sich auf Erdkabel. Dies hat den Hintergrund, dass jegliche ermittelte maßgebliche Minimierungsorte im Einwirkungsbereich des 20-kV-Erdkabels gelegen sind und damit nur die entsprechenden Maßnahmen relevant sind.

- Optimierung der Leiteranordnung,
- Optimierung der Verlegegeometrie,
- Optimierung der Verlegetiefe.

5.2.3 Maßnahmenbewertung und Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Die zuvor als technisch möglichen bestimmten Minimierungsmaßnahmen sind nun auf Verhältnismäßigkeit zu prüfen. Einzubeziehen sind u. a. die folgenden Punkte:

- Wirksamkeit der Maßnahme,
- Auswirkungen auf die Gesamtsituation,
- Erreichbare Immissionsreduktion
- Investitions- und Betriebskosten,
- Auswirkungen auf die Verfügbarkeit und Wartung der Anlage sowie
- Auswirkungen auf weitere Schutzgüter (Naturschutz, Arbeitsschutz, etc.).

Grundsätzlich werden nur Maßnahmen mit vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand in Betracht gezogen.

Abschließend sind die endgültigen Minimierungsmaßnahmen festzulegen.

5.3 Vorprüfung

Im Rahmen der Umsetzung des Minimierungsgebotes wurde ein EMVU-Lageplan für die Umsetzung des Minimierungsgebotes für den untersuchten Bereich erstellt (s. Anlage 2). In diesem ist der Einwirkbereich (s. Abschnitt 5.2.1) sowie der Bewertungsabstand (s. Abschnitt 5.2.2) um die zu betrachtenden Anlagen eingezeichnet. Zusätzlich sind in diesen die maßgeblichen Minimierungsorte eingetragen.

Gemäß der Einordnung in Abschnitt 4.1 zählt die zu untersuchende Anlage zu den Niederfrequenzanlagen. Weiterhin befindet sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkbereich (s. Anlage 2). Damit sind alle Bedingungen erfüllt, welche die Forderung der Durchführung einer Minimierung der magnetischen Felder des untersuchten Batteriespeichers Bremervörde inklusive des 20-kV-Erdkabels nach sich ziehen.

5.4 Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen

5.4.1 Definition und Beschreibung der maßgeblichen Minimierungsorte und Bezugspunkte

Gemäß den vorliegenden Unterlagen sind die in Tabelle 6 beschriebenen maßgeblichen Minimierungsorte für die Minimierung zu berücksichtigen. Sie sind in dem EMVU-Lageplan (s. Anlage 2) in ihrer Lage angegeben. Aus der letzten Spalte der Tabelle wird ersichtlich, in welcher Form der jeweilige maßgebliche Minimierungsort überprüft wird.

Tabelle 6: Übersicht der zu berücksichtigenden maßgeblichen Minimierungsorte

maßgebl. Minimierungsort	Lage (in Richtung 110-kV-Umspannanlage)	Lage in Bewertungsabstand	Beschreibung	Prüfung
M1	rechts	ja	Wohnbebauung	separate Prüfung erforderlich (s. Abschnitt 5.5.2)
M2	rechts	ja	Wohnbebauung	separate Prüfung erforderlich (s. Abschnitt 5.5.3)
M3	rechts	ja	Wohnbebauung	separate Prüfung erforderlich (s. Abschnitt 5.5.4)
M4	rechts	ja	Wohnbebauung	separate Prüfung erforderlich (s. Abschnitt 5.5.5)
B1	links	nein	Wohnbebauung	gemeinsame Prüfung der Vielzahl an maßgeblichen Minimierungsorten an repräsentativem Bezugspunkt
B2	links	nein	Wohnbebauung	
B3	rechts	nein	Wohnbebauung	

5.4.2 Prüfung der Minimierung an den Bezugspunkten

In Tabelle 7 werden die in der 26. BImSchVVwV unter Punkt 5.3.2 genannten Maßnahmen (ebenso in Abschnitt 5.2.2 des vorliegenden Berichts aufgeführt) hinsichtlich der Anwendbarkeit auf vorliegendes Projekt und des Nutzens für die zuvor definierten Bezugspunkte (mit Lage außerhalb des Bewertungsabstandes) geprüft.

Die Überprüfung der maßgeblichen Minimierungsorte erfolgte in Abschnitt 5.4.1, die Bewertung hinsichtlich wirtschaftlicher Verhältnismäßigkeit (nach Abschnitt 5.1) erfolgt in Abschnitt 5.6.

Tabelle 7: Überprüfung der Minimierungsmaßnahmen für maßgebliche Minimierungsorte mit Lage außerhalb des Bewertungsabstandes

Minimierungsmaßnahme	techn. Anwendbarkeit	Begründung
Minimierung der Kabelabstände,	ja	technisch möglich
Optimierung der Leiteranordnung,	ja	technisch möglich
Optimierung der Verlegegeometrie,	ja	technisch möglich
Optimierung der Verlegetiefe	ja	technisch möglich

Gemäß den Angaben in Tabelle 7 sind alle Maßnahmen technisch möglich.

Abschließend bleibt an diesem Punkt festzuhalten, dass für alle maßgeblichen Minimierungsorte mit Lage außerhalb des Bewertungsabstandes alle Minimierungsmaßnahmen **technisch möglich** sind. Die Bewertung hinsichtlich der wirtschaftlichen Machbarkeit erfolgt, wie bereits erwähnt, in Abschnitt 5.6.

5.5 Individuelle Minimierungsprüfung

5.5.1 Auflistung zu überprüfender Minimierungsorte

Gemäß Tabelle 6 weisen die maßgeblichen Minimierungsorte M1, M2, M3 und M4 eine Lage im Bewertungsabstand auf und bedürfen daher einer individuellen Minimierungsprüfung. Diese wird in den sich anschließenden Abschnitten durchgeführt.

5.5.2 Maßgeblicher Minimierungsort M1 (Wohnhaus)

Aufgrund der in Abschnitt 5.4.2 beschriebenen Umstände, kommt für die Minimierung von vom 20-kV-Erdkabel ausgehenden Emissionen aus technischer Sicht alle aufgeführten Maßnahmen in Frage.

Abschließend ist zu prüfen, ob der Einsatz einer der Minimierungsmaßnahmen zu einer Erhöhung der Immissionen an weiteren maßgeblichen Minimierungsorten führt, die innerhalb des Bewertungsabstandes liegen (hier also M2, M3 oder M4). Ein direkter Einfluss, ganz gleich welche Minimierungsmaßnahme angewendet wird, ist durch die Lage längs der Position von M1 ausgeschlossen. Es bleibt daher an diesem Punkt festzuhalten, dass alle Minimierungsmaßnahmen an M1 **technisch möglich** sind. Die wirtschaftliche Betrachtung erfolgt in Abschnitt 5.6.

5.5.3 Maßgeblicher Minimierungsort M2

Es gelten die in Abschnitt 5.5.2 aufgeführten Punkte. Es bleibt an diesem Punkt festzuhalten, dass alle Minimierungsmaßnahmen an M2 **technisch möglich** sind. Die wirtschaftliche Betrachtung erfolgt in Abschnitt 5.6.

5.5.4 Maßgeblicher Minimierungsort M3

Es gelten die in Abschnitt 5.5.2 aufgeführten Punkte. Es bleibt daher an diesem Punkt festzuhalten, dass alle Minimierungsmaßnahmen an M3 **technisch möglich** sind. Die wirtschaftliche Betrachtung erfolgt in Abschnitt 5.6.

5.5.5 Maßgeblicher Minimierungsort M4

Es gelten die in Abschnitt 5.5.2 aufgeführten Punkte. Es bleibt daher an diesem Punkt festzuhalten, dass alle Minimierungsmaßnahmen an M4 **technisch möglich** sind. Die wirtschaftliche Betrachtung erfolgt in Abschnitt 5.6.

5.6 Maßnahmenbewertung

Aus Abschnitt 5.4 geht hervor, dass alle Minimierungsmaßnahmen für das 20-kV-Erdkabel in Betracht kommen.

Die Wirksamkeit ist gemäß 26. BImSchVVwV für alle Maßnahmen als *hoch* eingestuft. Lediglich bei der erhöhten Verlegetiefe ist der Hinweis aufgeführt, dass sich bei größerer Verlegetiefe ggf. die Wärmeabfuhr verschlechtert bei gleichzeitig höherem Aufwand während der Verlegung. Aufgrund der rechnerisch nachgewiesenen geringen Feldemissionen wird von dieser Maßnahme abgesehen. Alle weiteren Maßnahmen sind anwendbar und wurden bei der Feldberechnung zur Ermittlung der Grenzwerteinhalten bereits berücksichtigt.

5.7 Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Es sind folgende Minimierungsmaßnahmen bei der Verlegung des 20-kV-Erdkabelsystems zu berücksichtigen:

- Minimierung der Kabelabstände,
- Optimierung der Leiteranordnung,
- Optimierung der Verlegegeometrie,

Die Umsetzung des Minimierungsgebotes ist in Anlage 7 und Anlage 8 entsprechend dokumentiert.

5.8 Zwischenfazit zur Umsetzung des Minimierungsgebotes nach §4 26. BImSchV

Gemäß den Erkenntnissen aus Abschnitt 5.4.1 liegen im Einwirkungsbereich um die betrachteten Anlagen Orte des nicht nur vorübergehenden Aufenthaltes von Menschen, vier davon im Bewertungsabstand. Alle maßgeblichen Minimierungsorte sind dabei im Einwirkungsbereich der 20-kV-Erdkabelanlage gelegen. Im Rahmen der Minimierung wurde für diese Orte aufgezeigt, welche Minimierungsmaßnahmen wirksam sind und welche davon wirtschaftlich umgesetzt werden können. Abschließend wurden drei Maßnahmen für die 20-kV-Erdkabelanlage festgelegt.

6 Zusammenfassung

Für die geplante Errichtung eines Batteriegroßspeichers in 27432 Bremervörde war für den Batteriegroßspeicher, welcher die Batteriespeicher- und Wechselrichtermodule enthält, sowie die 20-kV-Kabel zum 110-kV-Umspannwerk Bremervörde ein EMVU-Gutachten nach 26. BImSchV einschließlich der Bewertung der Grenzwerteinhaltung und der Umsetzung des Minimierungsgebotes erforderlich.

Im Verlauf der Erstellung des EMVU-Gutachtens hat sich gezeigt, dass die Wechselrichtermodule sowie die 20-kV-Kabelanlage in den Geltungsbereich der 26. BImSchV fallen. Um diese befinden sich im Einwirkungsbereich (für die Überprüfung der Grenzwerteinhaltung) maßgeblichen Immissionsorte. Diese sind im erstellten EMVU-Lageplan verzeichnet. Für diese wurde die Grenzwerteinhaltung rechnerisch überprüft und nachgewiesen. Für den Bereich der Überlappung der Einwirkungsbereiche der bestehenden 110-kV-Freileitungsanlage sowie des 20-kV-Erdkabels wurde die Summenbildung berücksichtigt. Die **Grenzwerte** hinsichtlich der 26. BImSchV **werden** unter Berücksichtigung der kritischsten Umstände **eingehalten**. Für die Bereiche, in denen keine maßgeblichen Immissionsorte gelegen sind, sind **keine** weiteren **Untersuchungen bezüglich der Bewertung der Grenzwerteinhaltung erforderlich**.

Die Vorprüfung des Minimierungsgebotes hat ergeben, dass im Einwirkungsbereich (für die Umsetzung des Minimierungsgebotes) der untersuchten Anlage maßgeblichen Minimierungsorte vorhanden sind. Damit sind die Bedingungen zur Durchführung der Minimierung gegeben. Für die ermittelten maßgeblichen Minimierungsorte wurden die Maßnahmen untersucht und bewertet. Es wurden **drei Maßnahmen zur Minimierung** der elektrischen und magnetischen Felder **festgelegt**.

Anlagen

Anlage 1	EMVU-Lageplan – Grenzwerteinhaltung (1 Seite)
Anlage 2	EMVU-Lageplan – Minimierungsgebot (1 Seite)
Anlage 3	Querschnitt 1 (1 Seite)
Anlage 4	Querschnitt 2 (1 Seite)
Anlage 5	Horizontalschnitte (2 Seiten)
Anlage 6	Berechnungsprotokolle (4 Seiten)
Anlage 7	EMVU-Dokumentationsblatt Stromrichter (1 Seite)
Anlage 8	EMVU-Dokumentationsblatt Erdkabel bis 50 kV (1 Seite)

---Ende des Dokumentes---

Legende

- Zaun der untersuchten Anlage
-
- maßgeblicher Immissionsort

Ax

Benennung maßgeblicher Immissionsort

Einwirkungsbereich der Neubauanlagen (1 m bzw. 5 m)

Einwirkungsbereich der Bestandsanlagen (10 m zzgl. 8 m äußere Leiterposition)

Schnittbereich der Einwirkungsbereiche verschiedener Anlagen

möglicher Verlegebereich des 20 kV-Kabelsystems

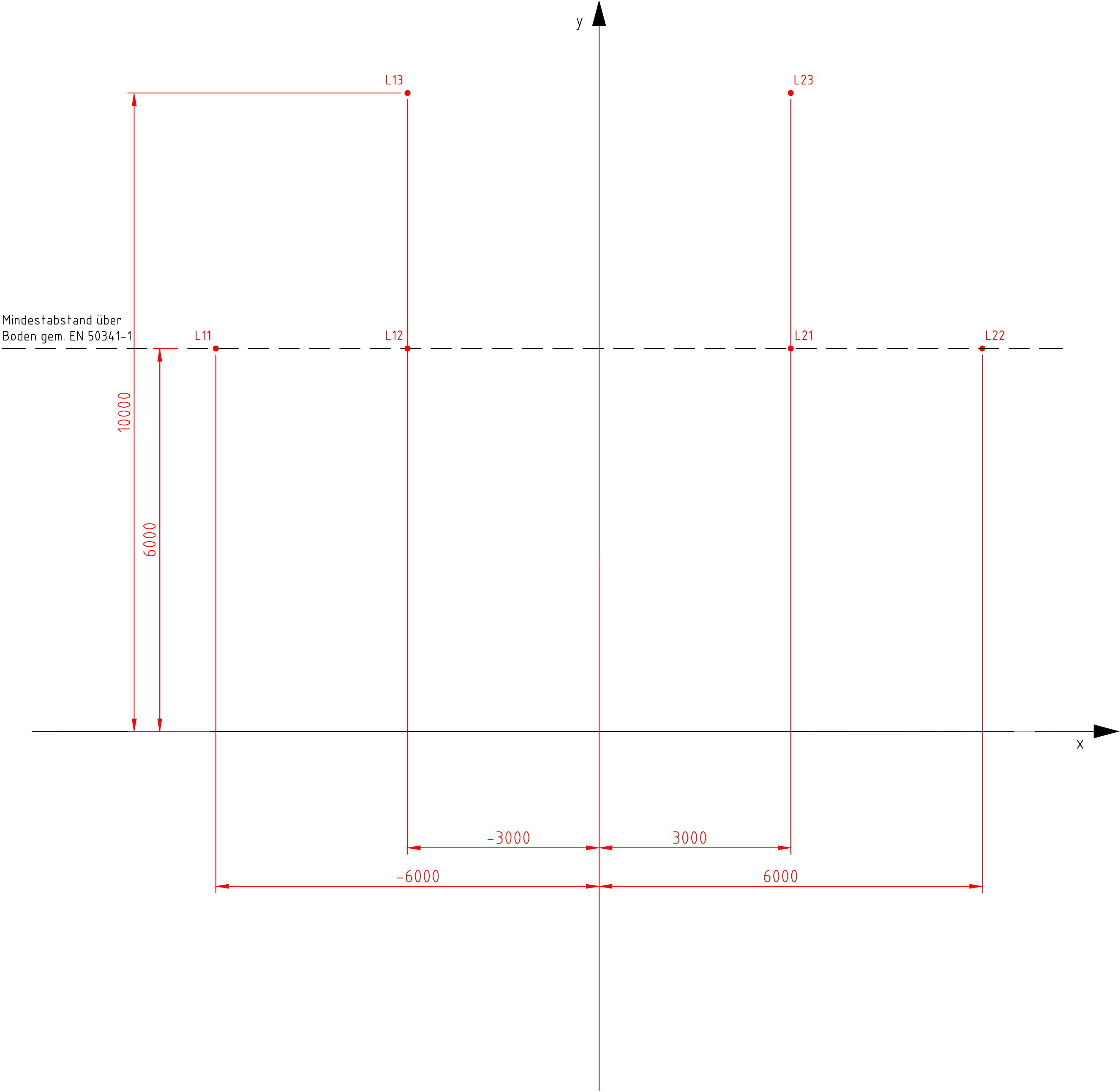
							BESS Bremervörde			
					Datum	Name	Batteriespeicher- und Umspannanlage Elektromagnetische Umweltverträglichkeit Lageplan			
				Bearb.	17.08.2026	Kestler				
				Gez.	17.08.2026	Kestler				
				Gepr.	17.08.2026	Müller				
				Maßstab	1:1000					
							EMVU-Lageplan - Grenzwerteinhaltung			Blatt 1
										1 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name	Urspr.	Anlage 1					

P:\2026\PA-Sub-Bremervörde_03_Proyektstand_02_Zonierung\PA-Sub-EMVU_LP.dwg 17.08.2026 14:00:00 420x780 ELIAS_Farwsth

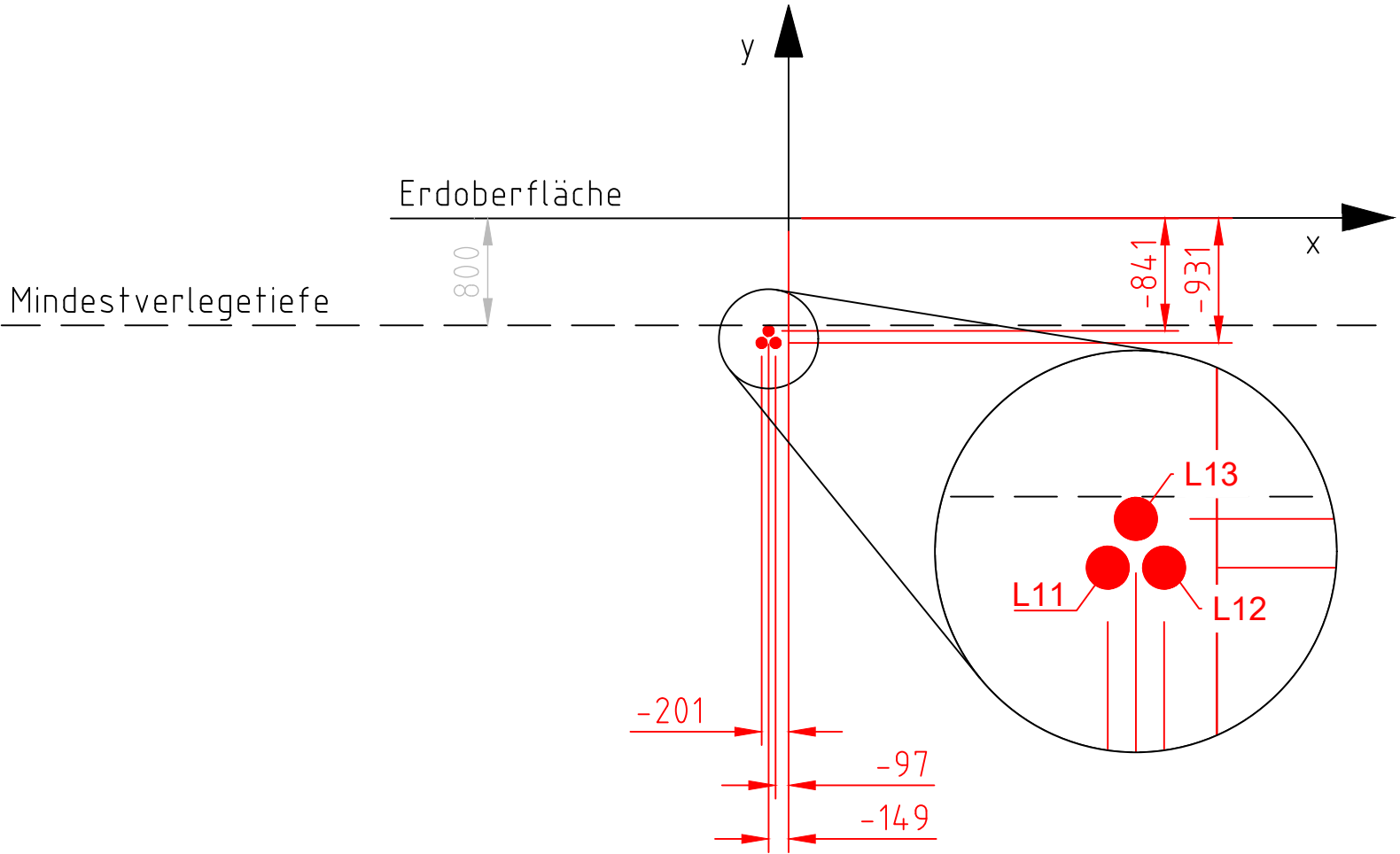
ELIAS_Freissab
@WindenergieForschung 17.08.2026 14:08:44
zuzeit gespeichert 14.08.2026 14:55:48

F:\2026\26-04-04-Bremervörde\10_Projekt\Bauwerk\10_Zeichnungen\26-04-04_05.dwg

Leiter-Nr.	Bezeichnung
L11	System 1, Phase 1, Al/St 435/55
L12	System 1, Phase 2, Al/St 435/55
L13	System 1, Phase 3, Al/St 435/55
L21	System 2, Phase 1, Al/St 435/55
L22	System 2, Phase 2, Al/St 435/55
L23	System 2, Phase 3, Al/St 435/55

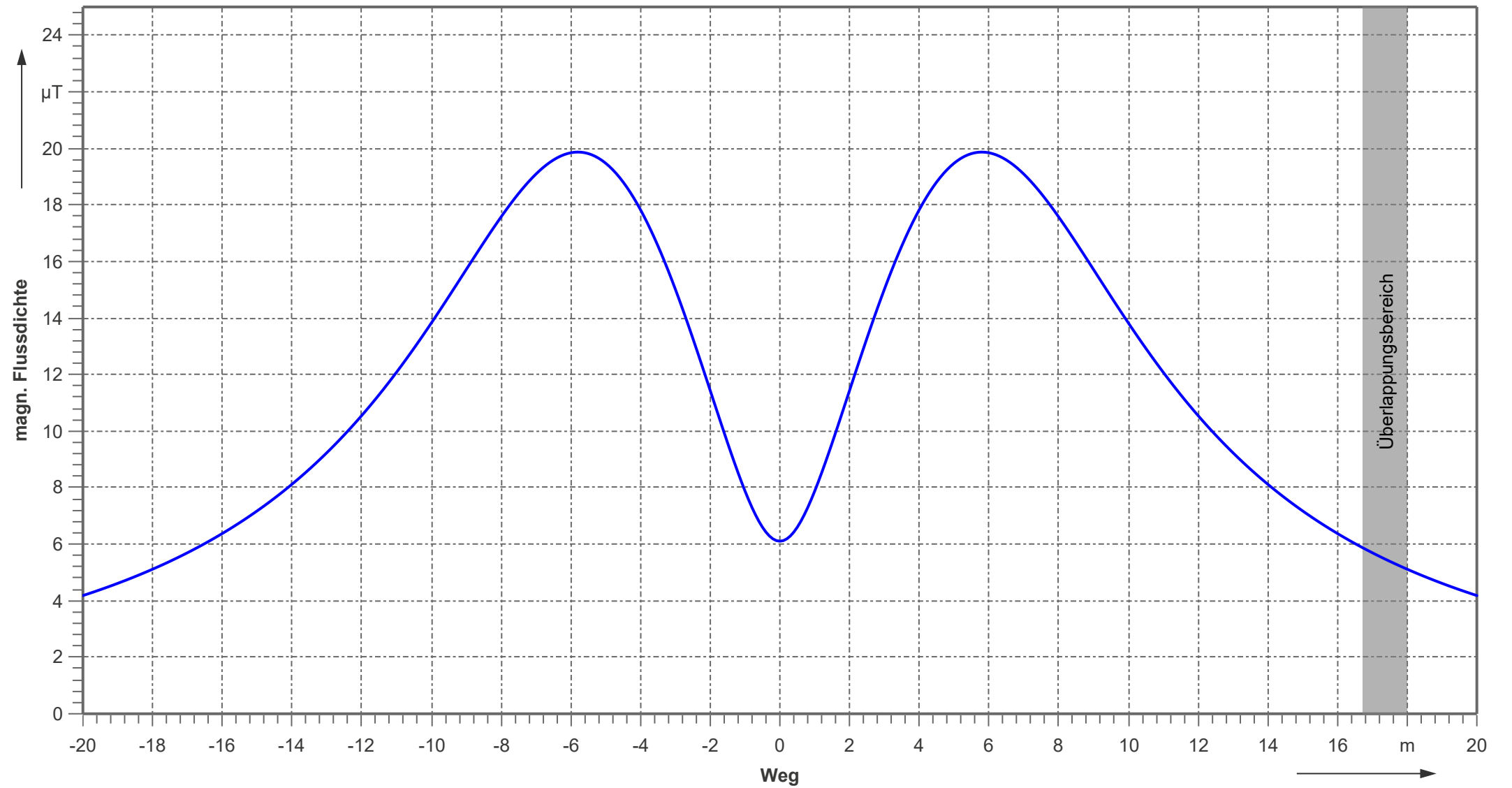


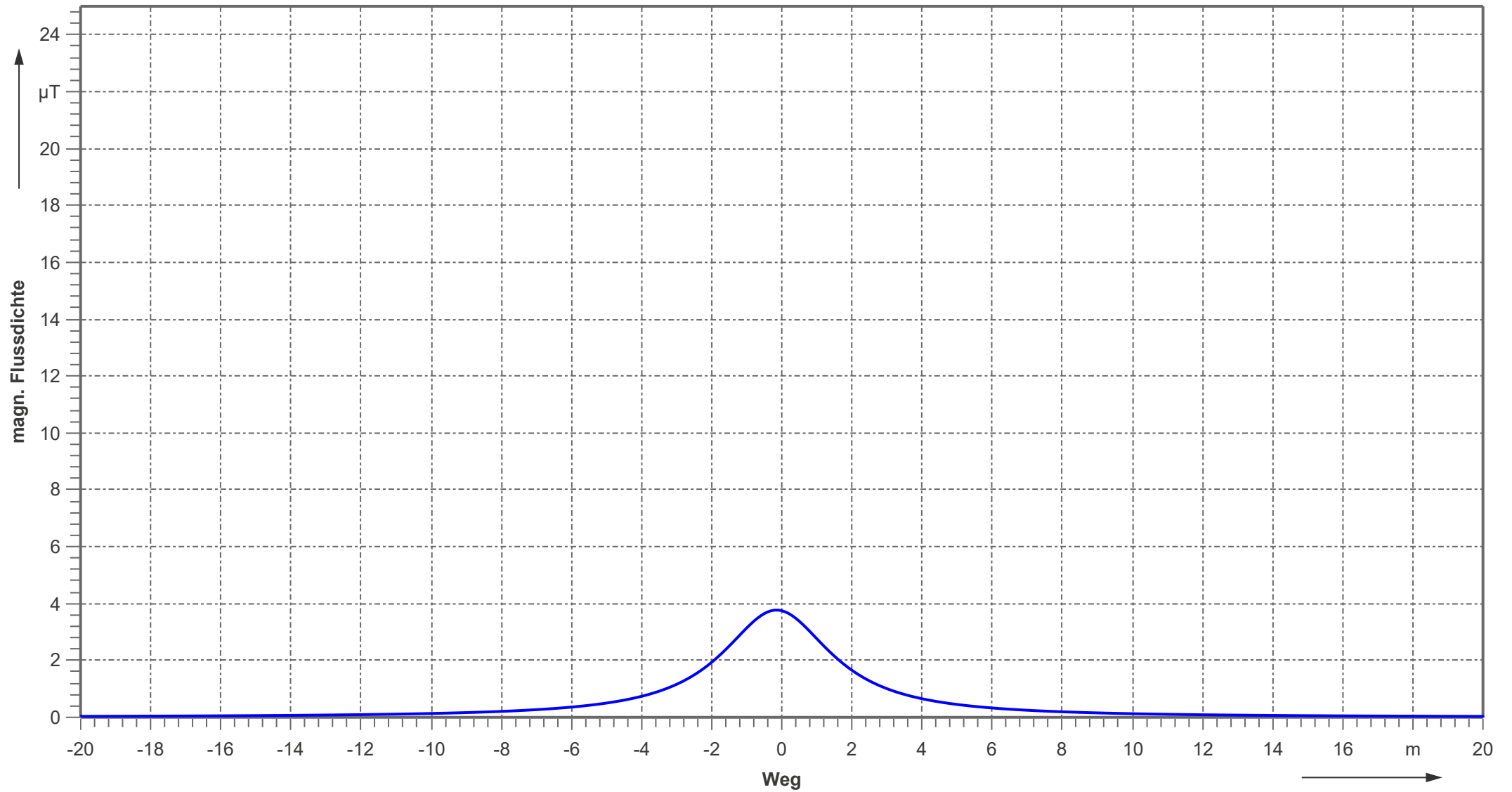
							BESS Bremervörde	
					Datum	Name	Batteriespeicher- und Umspannanlage 27432 Bremervörde	
				Bearb.	17.08.2026	Kestler		
				Gez.	17.08.2026	Kestler		
				Gepr.	17.08.2026	Müller		
					Maßstab	1:50	Querschnitt 1 mit Leiterbezeichnung und -abständen	
Zust.	Änderung	Datum	Name	Urspr.				Anlage 3



Leiter-Nr.	Bezeichnung
L11	System 1, Phase 1, Al400
L12	System 1, Phase 2, Al400
L13	System 1, Phase 3, Al400

							BESS Bremervörde		
					Datum	Name	Batteriespeicher- und Umspannanlage 27432 Bremervörde		
				Bearb.	17.08.2026	Kestler			
				Gez.	17.08.2026	Kestler			
				Gepr.	17.08.2026	Müller			
				Maßstab		1:50			
							Querschnitt 2 mit Leiterbezeichnung und -abständen		Blatt 1
									1 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name	Urspr.			Anlage 4		





Anlage 6 Berechnungsprotokolle:

1. Berechnungsprotokoll Querschnitt Q1, Szenario Q1N
Version 1.0

ELBAS IMAFEB für Windows
Berechnung von Impedanzen, Magnetfeldern und elektrischen Feldern
Copyright © 2026 SIGNON Deutschland GmbH
<SIGNON> - Eingetragenes Warenzeichen
Version 6.121.7.F7FF.cm (Release 2016-01-14 14:00 (0265))
lizenziert durch: SIGNON Deutschland GmbH

Datum: 2026-08-17
Zeit: 13:59 Uhr

Schaltung: Q1N (Querschnitt 1, Betriebsfall)
Frequenz: 50.0 Hz
Feldtyp: magnetisches Feld

>>>>>> Ausgangsdaten der Berechnung

>>> Leiterdaten - MEL

Ltr-ID	Beschreibung	Radius mm	Rad. äqui 1	Querschnitt mm ²	spez. Kond. Sm/mm ²	rel. Perm. 1
AL435	Al/steel 435/55 mm ²	28.800	0.80900	490.6	34.6000	0.0

>>> Verwaltung Leiteranordnung - IME

Name	Bezeichnung	Erd.Leitf. S/m
QS1	Querschnitt 1, 110 kV-System	0.0200

>>> Leiteranordnung <QS1> - IML

Ltr. nr.	Name	Bezeichnung	Ltr-ID	x-Koord. m	y-Koord. m	Ableit. S/km
1	L11	System 1, Phase 1	AL435	-6.0000	6.0000	0.000
2	L12	System 1, Phase 2	AL435	-3.0000	6.0000	0.000
3	L13	System 1, Phase 3	AL435	-3.0000	10.0000	0.000
4	L21	System 2, Phase 1	AL435	3.0000	6.0000	0.000
5	L22	System 2, Phase 2	AL435	6.0000	6.0000	0.000
6	L23	System 2, Phase 3	AL435	3.0000	10.0000	0.000

>>> Daten induktive Kopplung - IMS

Ltr. nr.	Name	Bezeichnung	parall. Schalt.	Leitertyp	----- Realteil V/km	Spannung Imag.teil V/km	----- Realteil A	Strom Imag.teil A
1	L11	System 1, Phase 1	0	Hinleiter			-900.0	0.0
2	L12	System 1, Phase 2	0	Hinleiter			450.0	-779.4
3	L13	System 1, Phase 3	0	Hinleiter			450.0	779.4
4	L21	System 2, Phase 1	0	Hinleiter			-900.0	0.0
5	L22	System 2, Phase 2	0	Hinleiter			450.0	-779.4
6	L23	System 2, Phase 3	0	Hinleiter			450.0	779.4

>>>>>> Berechnungsergebnisse

>>> Kopplungsverhältnisse

Ltr. nr.	Name	----- Realteil A	Strom Imag.teil A	----- Realteil V/km	Längsspannung Imag.teil V/km	----- Realteil Ohm/km	Impedanz Imag.teil Ohm/km
1	L11	-900.000	0.000	-0.503	-299.989	0.0006	0.3333
2	L12	450.000	-779.400	247.860	99.367	0.0421	0.2937
3	L13	450.000	779.400	-269.528	167.357	0.0113	0.3523
4	L21	-900.000	0.000	7.268	-265.288	0.0000	0.2948
5	L22	450.000	-779.400	274.080	123.433	0.0335	0.3323
6	L23	450.000	779.400	-265.180	174.866	0.0209	0.3523

Bremervörde, EMVU für Mensch und Umwelt

Ltr. nr.	Name	----- Strom		----- Längsspannung		----- Impedanz	
		Betrag A	Winkel °	Betrag V/km	Winkel °	Betrag Ohm/km	Winkel °
1	L11	900.000	180.0	299.990	-90.1	0.3333	89.9
2	L12	899.980	-60.0	267.036	21.8	0.2967	81.8
3	L13	899.980	60.0	317.259	148.2	0.3525	88.2
4	L21	900.000	180.0	265.387	-88.4	0.2949	91.6
5	L22	899.980	-60.0	300.592	24.2	0.3340	84.2
6	L23	899.980	60.0	317.646	146.6	0.3529	86.6

>>> Kopplungsverhältnisse für Parallelschaltungen

----- Erdstrom		----- U-Gleis-Erde		----- Z-Rückl.	
A		V/100A		Ohm/km	
0.0000 +j	0.0000	0.0000 +j	0.0000	0.0000 +j	0.0000
0.0000 /	0.0°	0.0000 /	0.0°	0.0000 /	0.0°
----- Wellenwiderstand		----- Gamma		----- Gleis-Erdabl.	
Ohm		1/km		S/km	
10000000000000000.0000 +j	0.0000	0.0000 +j	0.0000	0.0000 +j	0.0000
10000000000000000.0000 /	0.0°	0.0000 /	0.0°	0.0000 /	0.0°

2. Berechnungsprotokoll Querschnitt Q2, Szenario Q2N

Version 1.0

ELBAS IMAFEB für Windows
Berechnung von Impedanzen, Magnetfeldern und elektrischen Feldern
Copyright © 2026 SIGNON Deutschland GmbH
<SIGNON> - Eingetragenes Warenzeichen
Version 6.121.7.F7FF.cm (Release 2016-01-14 14:00 (0265))
lizenziert durch: SIGNON Deutschland GmbH

Datum: 2026-08-17
Zeit: 14:00 Uhr

Schaltung: Q2N (Querschnitt 2, Betriebsfall)
Frequenz: 50.0 Hz
Feldtyp: magnetisches Feld

>>>>>> Ausgangsdaten der Berechnung

>>> Leiterdaten - MEL

Ltr-ID	Beschreibung	Radius mm	Rad. äqui 1	Querschnitt mm ²	spez. Kond. Sm/mm ²	rel. Perm. 1
AL400	Cable Al 400 mm ²	11.284	0.80900	400.0	35.0000	0.0

>>> Verwaltung Leiteranordnung - IME

Name	Bezeichnung	Erd.Leitf. S/m
QS2	Querschnitt 2, 20 kV-System	0.0200

>>> Leiteranordnung <QS2> - IML

Ltr. nr.	Name	Bezeichnung	Ltr-ID	x-Koord. m	y-Koord. m	Ableit. S/km
1	L11	System 1, Phase 1	AL400	-0.2010	-0.9310	0.000
2	L12	System 1, Phase 2	AL400	-0.0970	-0.9310	0.000
3	L13	System 1, Phase 3	AL400	-0.1490	-0.8410	0.000

>>> Daten induktive Kopplung - IMS

Ltr. nr.	Name	Bezeichnung	parall. Schalt.	Leitertyp	----- Realteil V/km	Spannung Imag.teil V/km	----- Realteil A	Strom Imag.teil A
1	L11	System 1, Phase 1	0	Hinleiter			-535.0	0.0
2	L12	System 1, Phase 2	0	Hinleiter			267.5	-463.3
3	L13	System 1, Phase 3	0	Hinleiter			267.5	463.3

>>>>>> Berechnungsergebnisse

>>> Kopplungsverhältnisse

Ltr. nr.	Name	----- Realteil A	Strom Imag.teil A	----- Realteil V/km	Längsspannung Imag.teil V/km	----- Realteil Ohm/km	Impedanz Imag.teil Ohm/km
1	L11	-535.000	0.000	-38.228	-81.771	0.0715	0.1528
2	L12	267.500	-463.300	89.916	7.812	0.0714	0.1529
3	L13	267.500	463.300	-51.698	73.979	0.0714	0.1528

Ltr. nr.	Name	----- Betrag A	Strom Winkel °	----- Betrag V/km	Längsspannung Winkel °	----- Betrag Ohm/km	Impedanz Winkel °
1	L11	535.000	180.0	90.266	-115.1	0.1687	64.9
2	L12	534.980	-60.0	90.255	5.0	0.1687	65.0
3	L13	534.980	60.0	90.253	124.9	0.1687	64.9

>>> Kopplungsverhältnisse für Parallelschaltungen

----- Erdstrom A		----- U-Gleis-Erde V/100A		----- Z-Rückl. Ohm/km	
0.0000 +j	0.0000	0.0000 +j	0.0000	0.0000 +j	0.0000
0.0000 /	0.0°	0.0000 /	0.0°	0.0000 /	0.0°
----- Wellenwiderstand Ohm		----- Gamma 1/km		----- Gleis-Erdabl. S/km	
10000000000000000.0000 +j	0.0000	0.0000 +j	0.0000	0.0000 +j	0.0000
10000000000000000.0000 /	0.0°	0.0000 /	0.0°	0.0000 /	0.0°

Dokumentation Feldminimierung Stromrichteranlagen

nach 26. BImSchVV vom 03.03.2016

Stationsname: BESS Bremervörde

Nennspannung:

Typ/Bezeichnung: 5x MVPS 4600-S2

1,5 / 20kV

Vorprüfung

☒ **Neubau/Errichtung**

☐ **Wesentliche Änderung¹**

☐ **weder noch:** Vorprüfung
hiermit abgeschlossen

Im Abstand von **100 m** zur Einhausung (Einwirkungsbereich der Anlage) befindet sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort, also ein Gebäude oder Grundstück im Sinne des § 4 Absatz 1 26. BImSchV (Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnliche Einrichtungen) sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen (regelmäßig mehrere Stunden) bestimmt ist:

☐ **ja**, siehe Lageplan:
Fortsetzung mit der nachfolgenden Maßnahmenbewertung

☒ **nein**, siehe Lageplan: Keine
weitere Maßnahmenbewertung

Maßnahmenbewertung und Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Gemäß der Begründung zur 26. BImSchVV vom 03.03.2016 wurden die Minimierungsmaßnahmen der in Nr. 5 der 26. BImSchVV aufgeführten technischen Möglichkeiten geprüft und deren Umsetzung entsprechend der nachfolgenden Dokumentation bewertet:

Abstandsoptimierung (gemäß 5.1.3.1 26.BImSchVV) Grund*:

- a) Feldverursachende Anlagenteile werden innerhalb des Betriebsraums mit größtmöglicher Distanz zu maßgeblichen Minimierungsorten errichtet:
- b) Erhöhung der P ortale für zu- und abführende Freileitungen:

☐ ja ☐ nein, weil: _____

☐ ja ☐ nein, weil: _____

Minimieren der Distanzen zwischen Betriebsmitteln mit unterschiedlicher Polarität

- c) (gemäß 5.1.3.2 26.BImSchVV) (z.B. Kompaktbauweise):

☐ ja ☐ nein, weil: _____

*Begründungs-Liste (wenn "nein" angekreuzt wurde, entsprechende Nr. neben Kästchen angeben)

- 1 Maßnahme verursacht Felderhöhung an anderen relevanten maßgeblichen Minimierungsorten
- 2 Erhebliche Beeinträchtigung der Betriebssicherheit bzw. des Arbeitsschutzes (gemäß 3.2.3 26.BImSchVV)
- 3 Erhebliche Beeinträchtigung bei Wartung und Verfügbarkeit der Anlage (gemäß 3.2.3 26.BImSchVV)
- 4 Unterschreiten der Schutzabstände gemäß DIN VDE 0105 - Teil 100
- 5 Keine eindeutige Lastflussrichtung gegeben (dezentrale Einspeisung)
- 6 Maßnahme aufgrund der Mast-/Fundamentstatik nicht durchführbar
- 7 Ausrichtung durch Lage der Freileitungen, Kabel, Lüftung und/oder Transportwege vorgegeben
- 8 Drehung der Station wegen erforderlichem Fluchtweg oder Zugänglichkeit nicht möglich
- 9 Erhebliche Nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter (z.B. Natur-, Vogel- oder Landschaftsschutz)
- 10 Aufgrund der Gebäudeabmessungen nicht durchführbar
- 11 Standort bzw. Räumlichkeit durch Dritte vorgegeben
- 12 geringer Minderungseffekt bei hohen Kosten, kurze Begründung:

13 _____



Digital signiert von
WielandKestler
Datum: 2026.08.14
15:00:31 +02'00'

Datum/ Unterschrift

Betreiber

¹ Die Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer Anlage, wenn durch die Änderung nachteilige Auswirkungen (hier: elektrische und magnetische Felderhöhungen) hervorgerufen werden können (vgl. § 16 BImSchG).

Dokumentation Feldminimierung

nach 26. BImSchVV vom 03.03.2016

B.5 Drehstromerkabel (50 Hz) mit einer Nennspannung von ≥ 1 kV und < 50 kV

Abschnitt von: BESS Bremervörde bis: Umspannwerk Bremervörde

Anzahl Systeme: 1

Kabeltyp: NA2XSF2Y 3x1x400 mm²

Nennspannung: 20 kV

Vorprüfung

☒ Neubau/Errichtung

☐ Wesentliche Änderung¹

☐ weder noch: Vorprüfung
hiermit abgeschlossen

Im Abstand von **10 m** vom äußeren Kabel einer Kabeltrasse (Einwirkungsbereich der Anlage) bzw. im Bereich zwischen der Trassenachse und dem Bewertungsabstand von **1 m** befindet sich mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort, also ein Gebäude oder Grundstück im Sinne des § 4 Absatz 1 26. BImSchV (Wohnungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten, Kinderhorte, Spielplätze oder ähnliche Einrichtungen) sowie jedes Gebäude oder Gebäudeteil, das zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen (regelmäßig mehrere Stunden) bestimmt ist:

☒ ja, siehe Lageplan:

Fortsetzung mit der nachfolgenden Maßnahmenbewertung

☐ nein, siehe Lageplan: Keine
weitere Maßnahmenbewertung

Maßnahmenbewertung und Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Gemäß der Begründung zur 26. BImSchVV vom 03.03.2016 wurden die Minimierungsmaßnahmen der in Nr. 5 der 26. BImSchVV aufgeführten technischen Möglichkeiten geprüft und deren Umsetzung entsprechend der nachfolgenden Dokumentation bewertet:

Minimieren der Kabelabstände (gemäß 5.3.2.1 26.BImSchVV)

a) Die Kabel werden mit möglichst geringem Abstand zueinander verlegt:

☒ ja

☐ nein, weil: _____

Grund*:

b) Minimierung der Kabelabstände innerhalb eines Stromkreises und zu anderen Stromkreisen:

☒ ja

☐ nein, weil: _____

Optimieren der Leiteranordnung (gemäß 5.3.2.2 26.BImSchVV)

c) Anschlussreihenfolge der Drehstromleiter an die Erdkabel so gewählt, dass sich die von den Kabeln ausgehenden magnetischen Felder bestmöglich kompensieren:

☒ ja

☐ nein, weil: _____

Optimieren der Verlegegeometrie (gemäß 5.3.2.3 26.BImSchVV)

d) Dreiecksanordnung

☒ ja

☐ nein, weil: _____

e) Verdrillung (nur bei kleinem Querschnitt)

☒ ja

☐ nein, weil: _____

Optimieren der Verlegetiefe (gemäß 5.3.2.4 26.BImSchVV)

f) Tieferlegung

☐ ja

☒ nein, weil: 3, 13

*Begründungs-Liste (wenn "nein" angekreuzt wurde, entsprechende Nr. neben Kästchen angeben)

- 1 Maßnahme verursacht Felderhöhung an anderen relevanten maßgeblichen Minimierungsorten
- 2 Erhebliche Beeinträchtigung der Betriebssicherheit bzw. des Arbeitsschutzes (gemäß 3.2.3 26.BImSchVV)
- 3 Erhebliche Beeinträchtigung bei Wartung und Verfügbarkeit der Anlage (gemäß 3.2.3 26.BImSchVV)
- 4 Unterschreiten der Schutzabstände gemäß DIN VDE 0105 - Teil 100
- 5 Anordnung in der Trasse durch Abstimmung mit anderen Leitungsbetreibern vorgegeben
- 6 Verlegetiefe durch Abstimmung mit anderen Leitungsbetreibern vorgegeben
- 7 Anordnung in der Trasse bereits durch vorhandene Kabel, Leerrohre oder zugewiesene Trasse vorgegeben
- 8 Tieferlegung wegen Bodenbeschaffenheit (z.B. felsigen Untergrund; Wasserhaltung) nicht möglich
- 9 Ab einer Grabentiefe von größer 1,25 m erhebliche Kostensteigerung durch erforderlichen Verbau
- 10 Keine eindeutige Lastflussrichtung gegeben (dezentrale Einspeisung)
- 11 Leistungseinschränkung durch Erwärmung
- 12 Erhebliche nachteilige Auswirkungen auf andere Schutzgüter (z.B. Boden-, Wasser- oder Landschaftsschutz)
- 13 geringer Minderungseffekt bei hohen Kosten, kurze Begründung:

Feldemission bereits sehr gering bei Annahme der kritischsten
Verlegetiefe von nur 80 cm

14



Digital signiert von
WielandKestler
Datum: 2026.08.14
15:08:17 +02'00'

Datum/ Unterschrift

Betreiber

¹ Die Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer Anlage, wenn durch die Änderung nachteilige Auswirkungen (hier: elektrische und magnetische Felderhöhungen) hervorgerufen werden können (vgl. § 16 BImSchG).