

# **Magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke am Umspannwerk Kreis Segeberg der TenneT TSO GmbH**

**Beeinflussung von Personen und  
technischen Geräten  
durch Energieversorgungsanlagen**

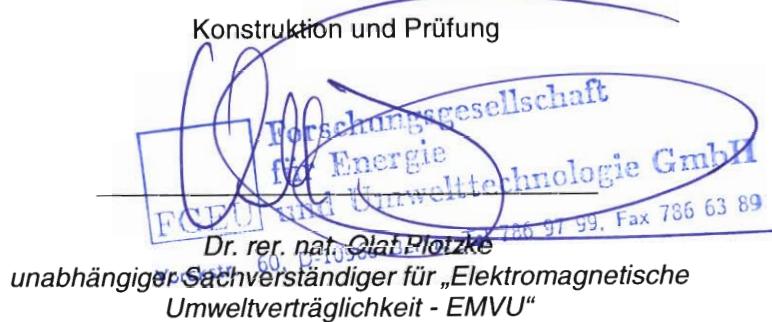
## **EMV-Gutachten**

Im Auftrag der Kehler Planung GmbH, Lappersdorfer Str. 28, 93059 Regensburg

Vorhabenträgerin ist die TenneT TSO GmbH, Bernecker Straße 70, 95448 Bayreuth

Anzahl der Seiten  
einschließlich  
Titelseite: 40

A-00405 / 2020



Berlin – 14.01.2020

**Forschungsgesellschaft für Energie und Umwelttechnologie - FGEU mbH**



**Inhaltsverzeichnis:**

1. Einleitung .....	4
2. Betriebszustand .....	5
3. Berechnung der Feldstärken .....	7
4. Auswertung .....	10
4.1 Gewährleistung des Personenschutzes .....	10
4.2 Störungen von EDV-Anlagen .....	11
4.3 Minimierungsvorschrift gemäß § 4 der 26. BlmSchV .....	11
5. Gutachterliche Stellungnahme .....	12
Literatur .....	13
Anhang .....	13

## 1. Einleitung

Untersuchungsgegenstand ist die mögliche Beeinträchtigung von Personen (EMVU - elektromagnetische Umweltverträglichkeit) und die Beeinflussung von technischen Geräten (EMV - elektromagnetische Verträglichkeit) in der Umgebung des Umspannwerks Kreis Segeberg. Die Analyse erfolgte im Auftrag der Kehler Planung GmbH, Lappersdorfer Str. 28 in 93059 Regensburg.

Für den Personenschutz an Energieanlagen einer Betriebsfrequenz von 50 Hz und einer Betriebsspannung größer als 1000 V sind seit dem 22.08.2013 die Grenzwerte der 26. Verordnung zum BImSchG [BImSchV 13], mit den „effektiv anzuwendenden“ Beurteilungspegeln von 100 µT und 5 kV/m auf Einhaltung zu überprüfen.

Störbeeinflussungen technischer Art treten vor allem an großformatigen, farbigen Datensichtgeräten auf. Die Wahrnehmbarkeitsschwelle ist vom Gerätetyp abhängig und kann schon bei 1 µT einsetzen. Felder dieser Größenordnung sind in der Umgebung von Energieversorgungsanlagen und Kabelführungen - wie auch in Büro- und Wohngebäuden - üblich.

## 2. Betriebszustand

Die Belastungen des Umspannwerks Kreis Segeberg wurden aus den Unterlagen der TenneT TSO GmbH entnommen:

### 380-kV-Schaltanlage:

Sammelschiene:

Nennspannung	380 kV
max. Stromfluss	8080 A

Kabelschaltfelder C01, C02 (2520 A je Stromkreis):

Nennspannung	380 kV
max. Stromfluss	4000 A

Kompensationsspulenschaltfelder C03, C16:

Nennspannung	380 kV
max. Stromfluss	3150 A (165 A Kompensationsspule)

Reserveschaltfelder C04, C05, C09, C10:

Nennspannung	380 kV
max. Stromfluss	0 A (*Reserve)

Kupplungsschaltfelder C06, C07, C12, C13:

Nennspannung	380 kV
max. Stromfluss	5000 A

Transformatorenenschaltfelder C08, C11 (Trafo: 380/110 kV 300 MVA):

Nennspannung	380 kV
max. Stromfluss	3150 A (456 A Transformator)

Leitungsschaltfelder C14, C15, C17, C18:

Nennspannung	380 kV
max. Stromfluss	4000 A

110-kV-Schaltanlage:

## Sammelschiene:

Nennspannung	110 kV
max. Stromfluss	6180 A

## Transformatorschaltfelder E11, E15 (Trafo: 380/110 kV 300 MVA):

Nennspannung	110 kV
max. Stromfluss	4015 A (1575 A Transformator)

## Reserveschaltfelder E12, E16:

Nennspannung	110 kV
max. Stromfluss	0 A (*Reserve)

## Kupplungsschaltfelder E13, E14:

Nennspannung	380 kV
max. Stromfluss	4015 A

Im realen Betrieb ist der tatsächliche Stromfluss häufig erheblich geringer als die angegebenen Maximalwerte welche zur Beurteilung entsprechend der 26. Verordnung zum BImSchG heranzuziehen sind, und unterliegt zeitlichen Schwankungen, die typischerweise 50% der mittleren Tageslast ausmachen.

Die Positionen und Abmessungen der Schaltanlagenfelder stammen aus den Zeichnungen der TenneT TSO GmbH, welche in Kopie als Anlage beiliegen.

### 3. Berechnung der Feldstärken

Die Berechnung der Feldstärken erfolgte auf der Grundlage der technischen Unterlagen der TenneT TSO GmbH mittels der Software "WinField Release 2020" der FG EU mbH entsprechend DIN EN 50413. Als Stromfluss wurde eine maximale Auslastung des Umspannwerks Kreis Segeberg bei einer Betriebsspannung von 420 kV (bei 380 kV Nennspannung) bzw. 123 kV (bei 110 kV Nennspannung) angesetzt. Im realen Betrieb wird die komplette Anlage jedoch nicht bei maximalem Stromfluss betrieben. Die möglichen Fehler betragen:

Position: +/- 1 m

Feldstärke: 5% (gültig für die ungestörten Feldstärken; bei der Berücksichtigung von Gebäuden kann der Fehler der elektrischen Feldstärke wesentlich größer sein. Die Feldstärken im Aufenthaltsbereich von Personen werden jedoch über und nicht unterschätzt.)

Berechnet wurden jeweils die magnetische Flussdichte B [ $\mu\text{T}$ ] und die elektrische Feldstärke E [kV/m] 0 m, 1 m, und 2 m Höhe über dem Erdboden.

Die Ergebnisse sind im Anhang dargestellt. Die maximalen Werte in 20 cm Abstand vor dem Begrenzungszaun betragen:

	magnetische Flussdichte	elektrische Feldstärke
in 0 m Höhe	82.9 $\mu\text{T}$	2.7 kV/m
in 1 m Höhe	39.1 $\mu\text{T}$	2.7 kV/m
in 2 m Höhe	27.5 $\mu\text{T}$	2.8 kV/m

Die Maximalwerte der magnetischen Flussdichte im genannten Abstand zum Zaun in 0 m und 1 m Höhe liegen im Bereich des 380-kV-Erdkabels südlich der 380-kV-Kabelfelder. Der Maximalwert der magnetischen Flussdichte in 2 m Höhe liegt unterhalb der an die Schaltfelder angeschlossenen 380-kV-Freileitungen. Die Maximalwerte der elektrischen Feldstärke treten unterhalb der angeschlossenen 380-kV-Freileitungen auf.

Weiterer Untersuchungsgegenstand war die mögliche Beeinträchtigung der weiträumigen Umgebung des Umspannwerks Kreis Segeberg. Dazu wurden die

maximalen Abstände der Isolinien 0.1 µT, 0.2 µT und 0.4 µT ausgehend vom Grundstückszaun in 1 m über dem Erdboden ermittelt. Diese betragen:

B [µT]	Abstand [m]
0.1	490
0.2	375
0.4	295

Es sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Die elektrische Feldstärke ist weitgehend unabhängig von der Übertragungsleistung. Der Durchhang der Leiterseile ist abhängig von der Seiltemperatur, der durch Belastung und Umgebungstemperatur beeinflusst wird. Durch geringere Temperatur der Leiterseile nimmt der Durchhang ab. Die Folge ist eine etwas geringere Bodenfeldstärke.
- Der Einfluss der Vegetation auf dem Grundstück wurde nicht berücksichtigt. In der Praxis wird die elektrische Feldstärke hierdurch erheblich reduziert. Im günstigsten Fall bis fast auf Null - direkt unter Bäumen ist die Feldstärke praktisch Null.
- Die elektrische Feldstärke innerhalb von Gebäuden ist vernachlässigbar, da die Außenwände das elektrische Feld abschirmen. In den Berechnungen eventuell sichtbare Anteile innerhalb von Gebäuden sind auf die Modellnachbildung sowie die Position des Vertikalschnittes zurückzuführen.
- Die magnetische Flussdichte ist proportional zum Stromfluss. Bei geringerer Auslastung ist diese linear zu reduzieren.
- Die magnetische Flussdichte durchdringt Gebäude ungestört und ist praktisch nicht abschirmbar.
- Die maximale magnetische Flussdichte innerhalb von Gebäuden tritt unter dem Dachfirst auf, wo voraussichtlich nicht der ständige Aufenthaltsbereich von Personen sein wird.
- Das Auftreten anderer Frequenzen als 50 Hz ist vernachlässigbar. Dies trifft auch auf Oberwellenanteile zu.

- Anhaltspunkte für eine Vorbelastung durch andere, einschließlich hochfrequente, Feldquellen, welche entsprechend der novellierten 26. BImSchV zu berücksichtigen sind, liegen nicht vor.

## 4. Auswertung

### 4.1 Gewährleistung des Personenschutzes

Die maximal im Aufenthaltsbereich von Personen zu erwartenden Feldstärken sind im folgenden den Richtwertempfehlungen der ICNIRP [ICNIRP 98] (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) im Expositionsbereich 2 (Langzeitexposition > 8 Stunden) gegenübergestellt:

	<b>max. berechnete Feldstärken (Effektivwerte)</b>	<b>ICNIRP Richtwert E2 (Effektivwerte)</b>
B [ $\mu$ T]	82.9	100
E [kV/m]	2.8	5

(Anmerkung: Geltungsbereich der Richtwerte ist 50 Hz)

Diese Richtwerte, die bereits den Vorsorgeaspekt berücksichtigen, wurden in Deutschland am 01.01.1997 per 26. Verordnung zum BImSchG als gesetzlich bindende Grenzwerte festgeschrieben. Seit dem 22.08.2013 ist die Novellierung der 26. BImSchV gesetzlich bindend, welche auf den im Jahre 2010 überarbeiteten ICNIRP Empfehlungen [ICNIRP 10] basiert. Die „effektiv anzuwendenden“ Grenzwerte der novellierten 26. BImSchV sind für 50 Hz mit 100  $\mu$ T und 5 kV/m gleich geblieben.

Die maximal berechnete magnetische Flussdichte und elektrische Feldstärke unterschreiten die Grenzwerte der novellierten 26. BImSchV. Aus Sicht des Personenschutzes sind insofern keine Maßnahmen erforderlich. Eine Beeinträchtigung der Gesundheit oder gar Gefährdung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen. Auch eine mittelbare Gefährdung durch Einwirkung der Felder auf elektronische Lebenshilfen, wie z.B. Herzschrittmacher, ist nicht zu erwarten.

In Gebäuden ist die elektrische Feldstärke praktisch Null. Die berechnete magnetische Flussdichte sinkt auf 1 m Höhe über dem Erdboden auf 39.1  $\mu$ T. Felder

dieser Größenordnung können durchaus auch in Bürogebäuden oder Wohnungen angetroffen werden, die nicht im Einzugsbereich von Umspannwerken liegen. Insbesondere sind die Feldstärken in Industriebetrieben oder in der Umgebung von Elektrogeräten häufig erheblich höher.

Da die Thematik "Elektrosmog" in der Presse kontrovers diskutiert wird, ist jedoch nicht gänzlich auszuschließen, dass Umspannwerke in bestimmten Personenkreisen als störend wahrgenommen wird. Dies ist vorwiegend auf ein Informationsdefizit zurückzuführen, da die Feldstärken die Grenzwerte unterschreiten. Mit einer Senkung der Grenzwerte ist derzeit nicht zu rechnen, da diese von offiziellen Stellen ausdrücklich bestätigt wurden.

#### **4.2 Störungen von EDV-Anlagen**

Die maximal zu erwartenden magnetischen Flussdichten von  $\leq 82.9 \mu\text{T}$  liegen im Bereich wo Bildstörungen von Datensichtgeräten hervorgerufen werden können ( $>1 \mu\text{T}$ ). Störungen können ebenfalls an empfindlichen Forschungsanlagen, Tonstudioeinrichtungen oder Hörgeräten auftreten. Falls eine Nutzung derartiger Geräte geplant ist, sind die entsprechenden Störschwellen beim Hersteller zu erfragen. Derartig niedrige Störschwellen beruhen auf dem Funktionsprinzip hochempfindlicher technischer Geräte. Eine Reaktion dieser Geräte ist aber keinesfalls mit dem Auftreten von Gesundheitsbeeinträchtigungen gleichzusetzen.

#### **4.3 Minimierungsvorschrift gemäß § 4 der 26. BImSchV**

Gemäß 26. BImSchV sind bei Errichtung und wesentlicher Änderung von Niederfrequenzanlagen die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Die näheren Anforderungen sind in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV [26. BImSchVVwV] geregelt.

## **Vorprüfung**

Zunächst ist eine Vorprüfung vorgesehen, bei der ermittelt wird, ob eine Prüfung von Minimierungsmaßnahmen erforderlich ist. Hier ist dies nicht der Fall, da es sich bei der Baumaßnahme zwar um eine Anlagenerrichtung handelt, aber im Einwirkungsbereich der Anlage (100 m für Umspannanlagen mit 380 kV Nennspannung) kein maßgeblicher Minimierungsort liegt.

## **Ergebnis**

Da die Vorprüfung ergeben hat, dass sich im Einwirkungsbereich der Anlage kein maßgeblicher Minimierungsort befindet, ist eine weitergehende Ermittlung von Minimierungsmaßnahmen nicht notwendig. Die Vorgaben des § 4 der 26. BImSchV, konkretisiert durch die 26. BImSchVVwV, werden vollständig eingehalten.

## **5. Gutachterliche Stellungnahme**

Wie im Kapitel "Auswertung" ausführlich dargelegt wurde, sind aus der Sicht des Personenschutzes entsprechend 26. BImSchV keine Maßnahmen erforderlich. Dem geplanten Bauvorhaben ist deshalb hinsichtlich der elektromagnetischen Umweltverträglichkeit ausdrücklich Zustimmung zu erteilen. Eine Beeinträchtigung der Gesundheit oder gar Gefährdung für Menschen ist nach heutigem Stand des Wissens auszuschließen.

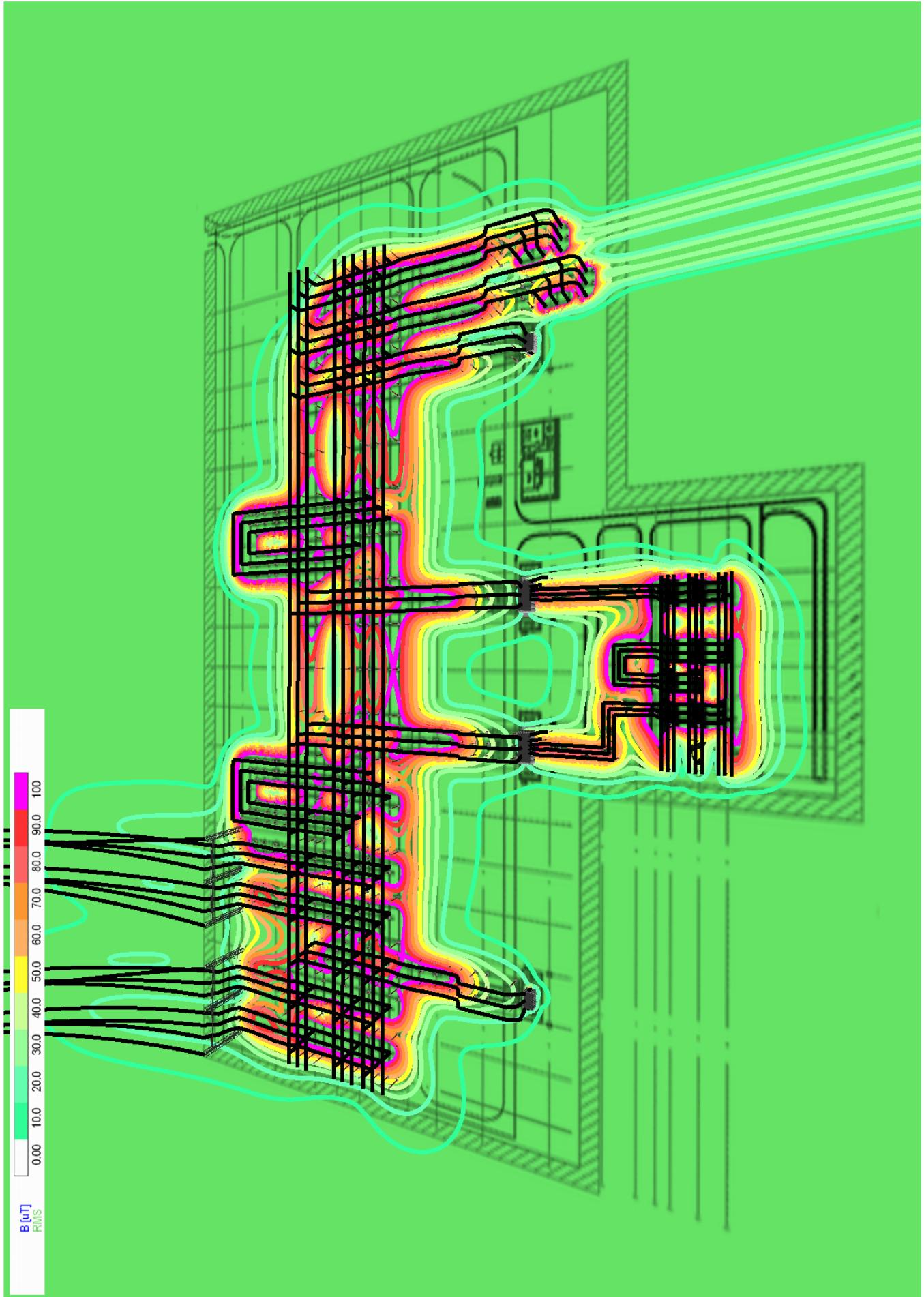
Für eine gewerbliche Nutzung sind die im Kapitel "Auswertung" dargelegten Hinweise zu beachten.

## Literatur

- [ICNIRP 98] **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)*. Health Physics, V74 No. 4, (April 1998).
- [ICNIRP 10] **ICNIRP Guidelines**, *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz)*. Health Physics, V99 No. 6, (Dezember 2010).
- [BImSchV 96] **Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV)**, Bundesgesetzesblatt, Jahrgang 1996, Teil 1, Nr. 66, (Dezember 1996).
- [BImSchV 13] **Sechsundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV)**, Bundesgesetzesblatt, Jahrgang 2013, Teil 1, Nr. 50, (August 2013).
- [26. BImSchVVwV] **Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV** vom 26. Februar 2016, Bundesanzeiger AT, 03.03.2016 B5

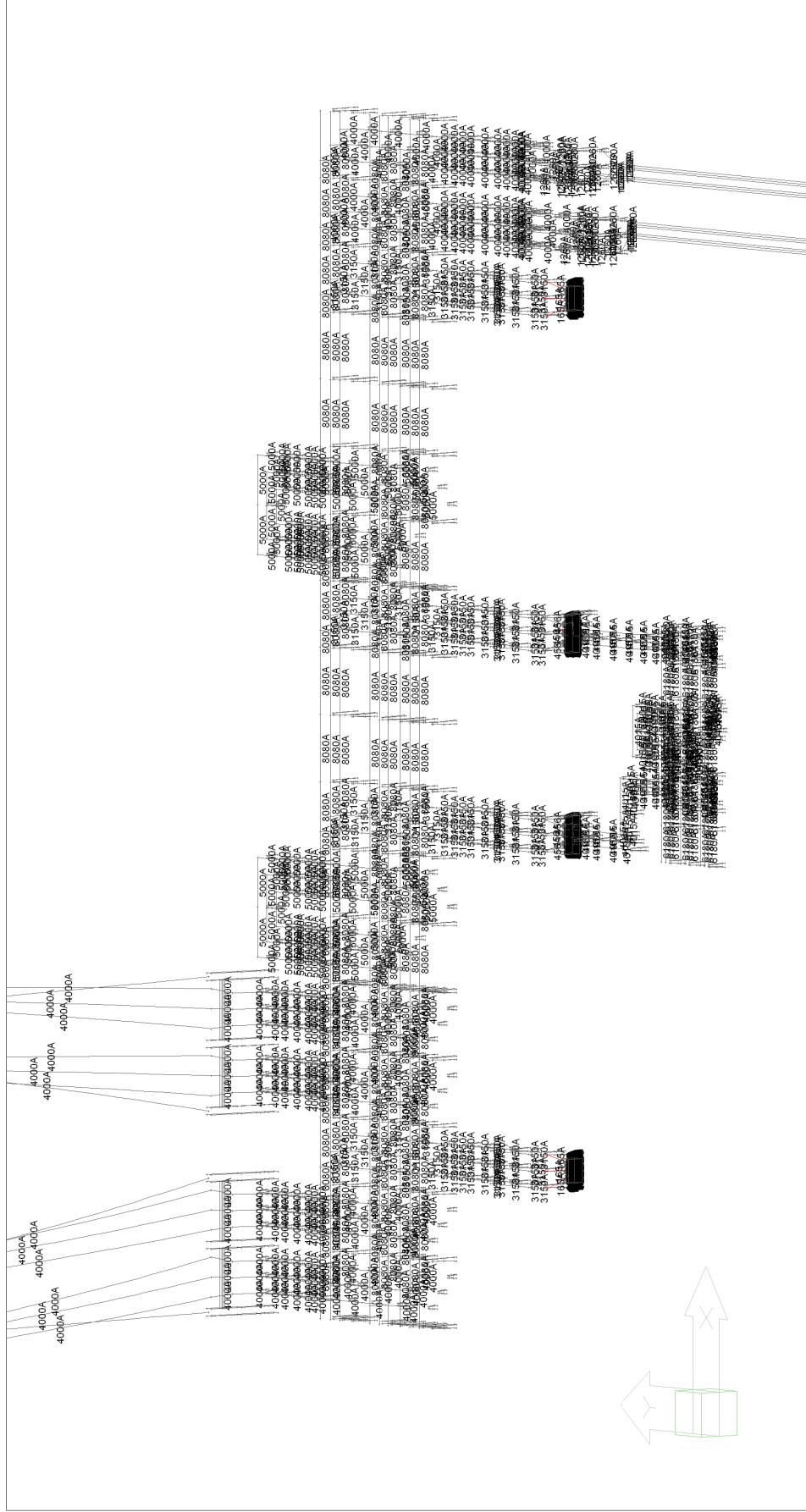
## Anhang

1. 3-D Ansicht des Umspannwerks Kreis Segeberg
2. Darstellung der Nachbildung aus Einzelementen
3. Magnetische Flussdichte  $B$  [ $\mu T$ ] und elektrische Feldstärke  $E$  [ $kV/m$ ] des Umspannwerks Kreis Segeberg in 0 m, 1 m und 2 m Höhe über dem Erdboden
4. Magnetische Flussdichte  $B$  [ $\mu T$ ] ausgehend vom Grundstückzaun
5. Technische Unterlagen



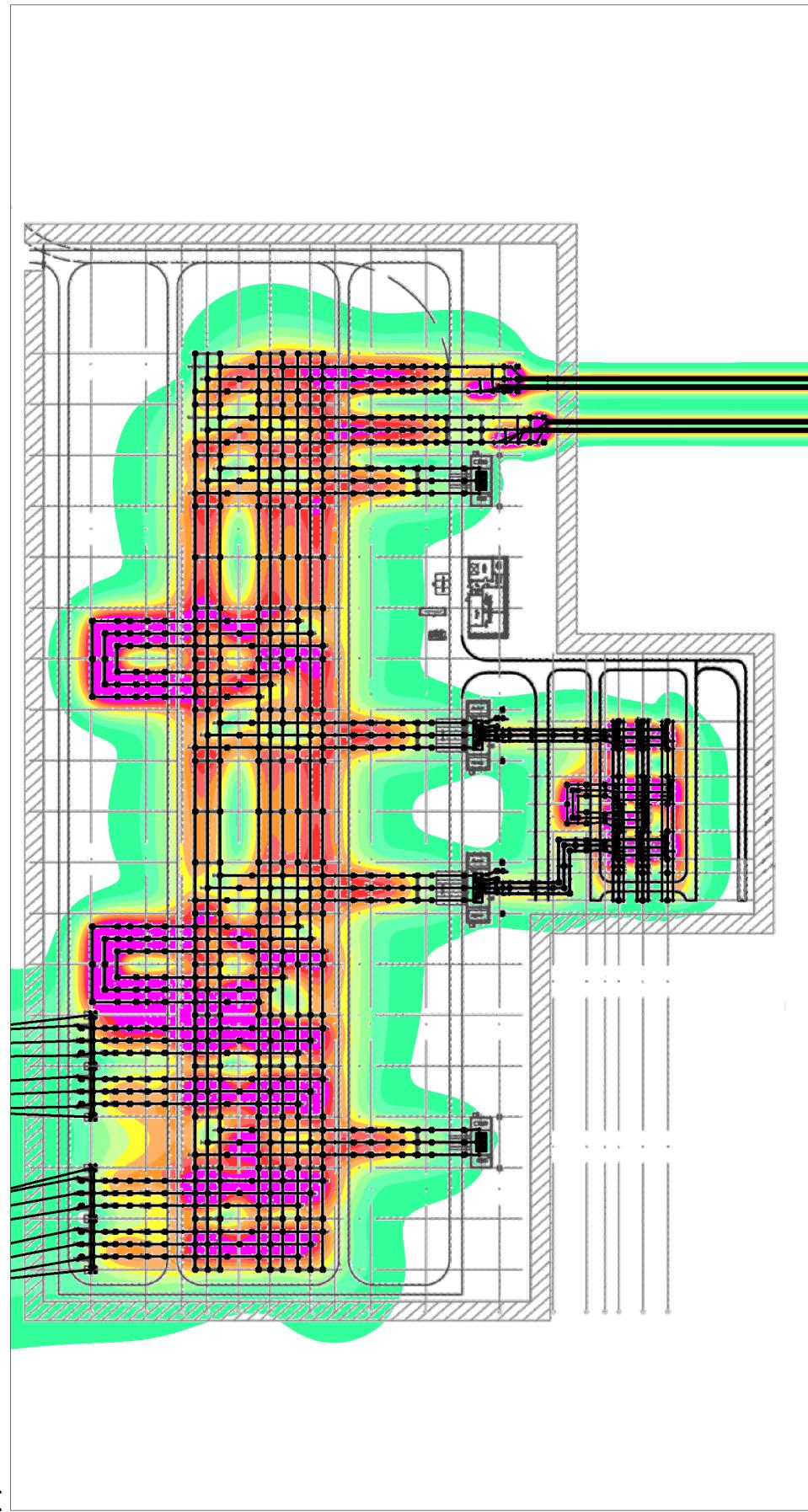
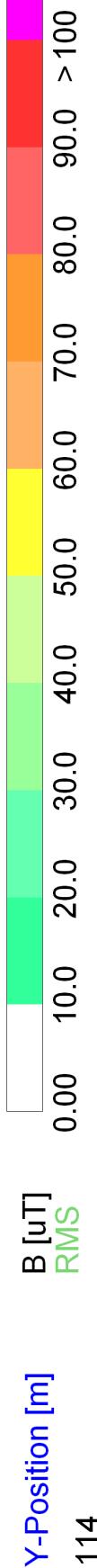
# UW Kreis Segeberg: nachgebildet aus 9027 Elementen

Belastung: 2 x 300 MVA (380 kV / 110 kV) bei 100% Auslastung, alle Schaltfelder bei 100% Auslastung



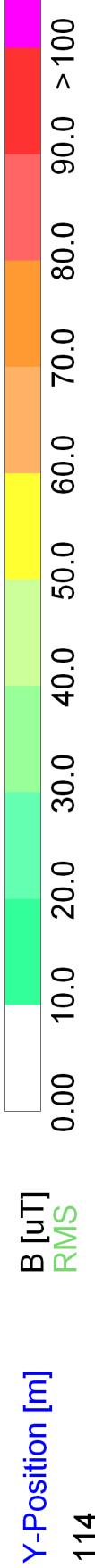
# UW Kreis Segeberg: magnetische Flussdichte in 0 m über dem Boden

Belastung: 2 x 300 MVA (380 kV / 110 kV) bei 100% Auslastung



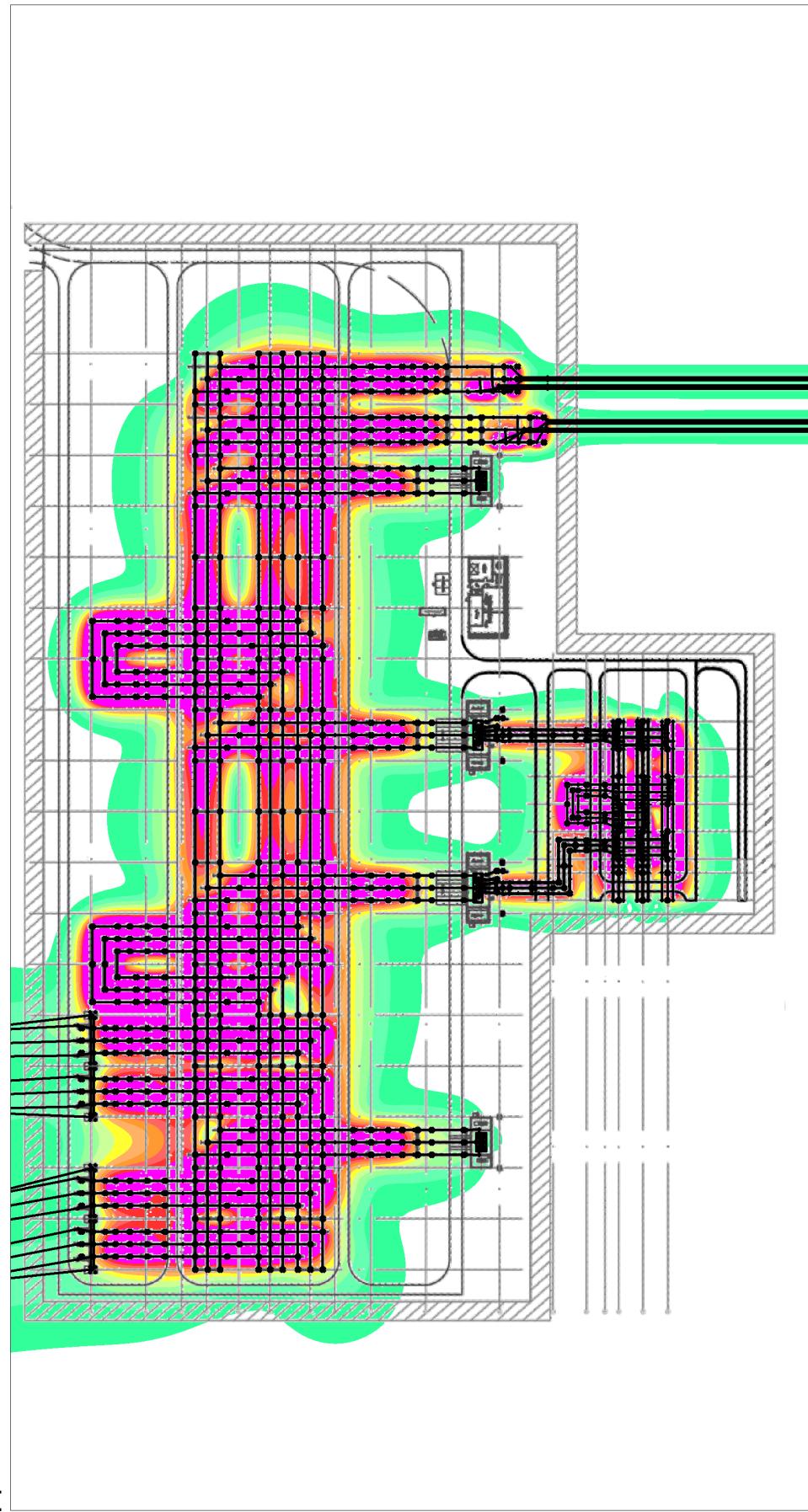
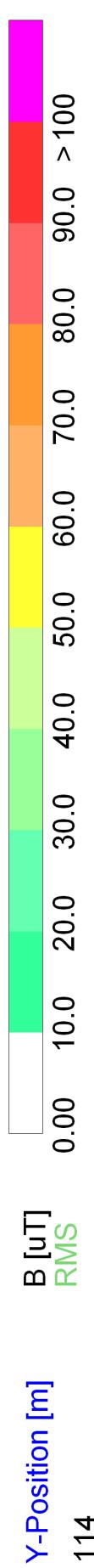
# UW Kreis Segeberg: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Boden

Belastung: 2 x 300 MVA (380 kV / 110 kV) bei 100% Auslastung



# UW Segeberg: magnetische Flussdichte in 2 m über dem Boden

Belastung:  $2 \times 300 \text{ MVA}$  ( $380 \text{ kV} / 110 \text{ kV}$ ) bei 100% Auslastung



-178  
-88

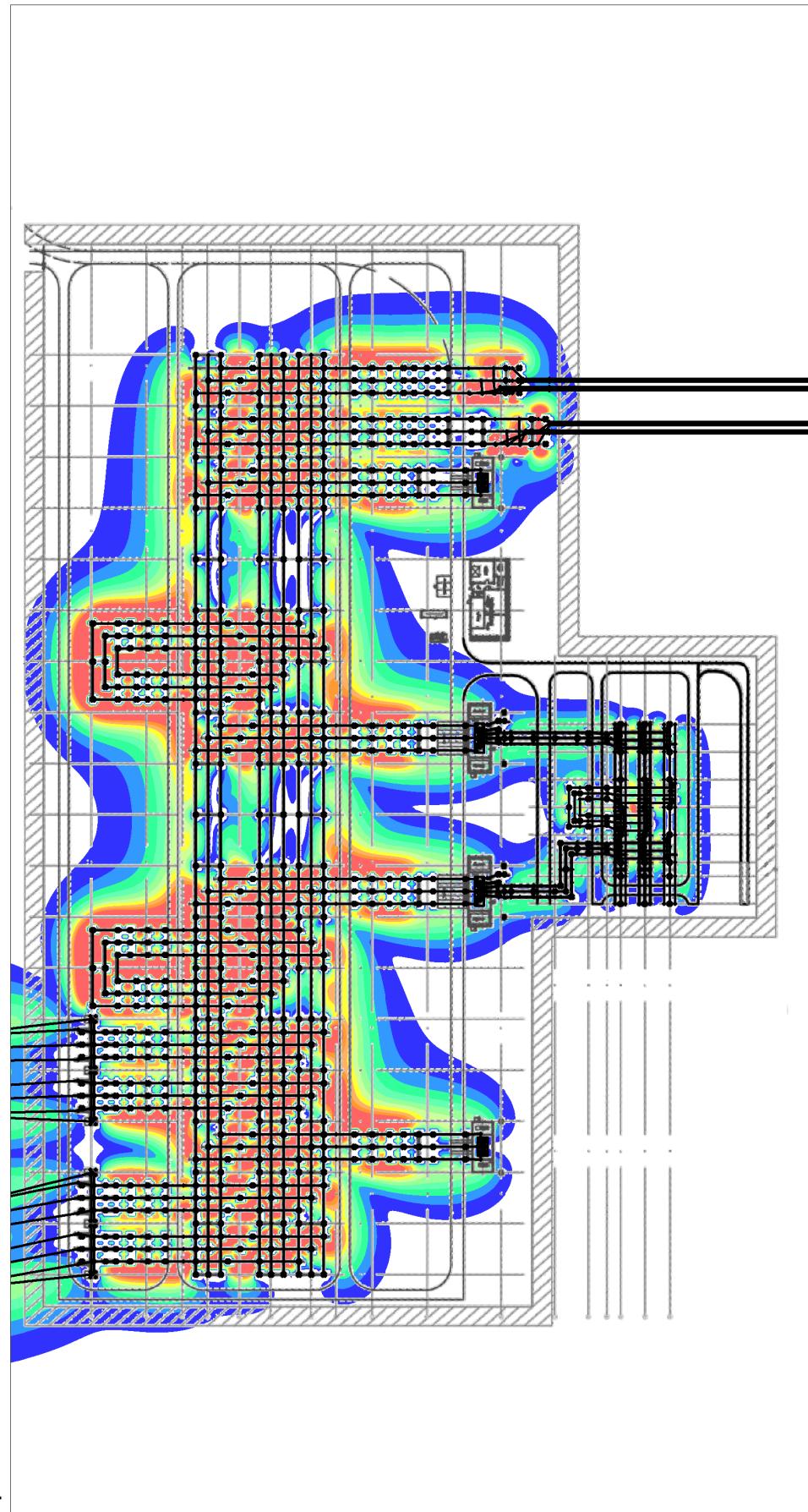
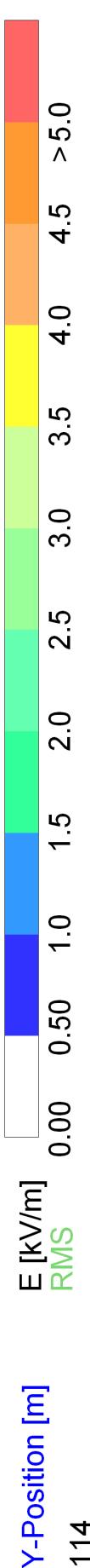
X-Position [m]

Z [m] = 2.000      f [Hz] = 50

460

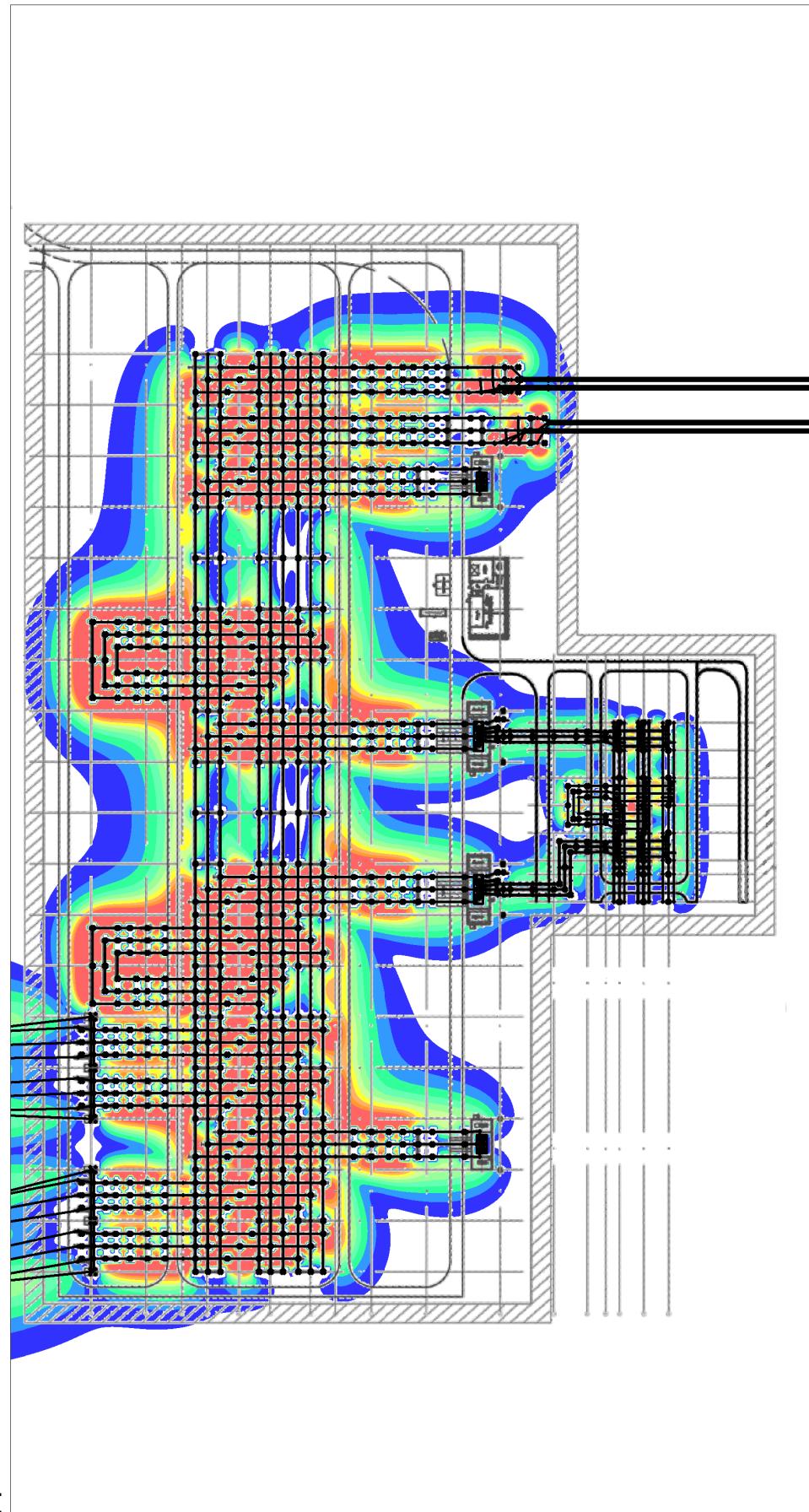
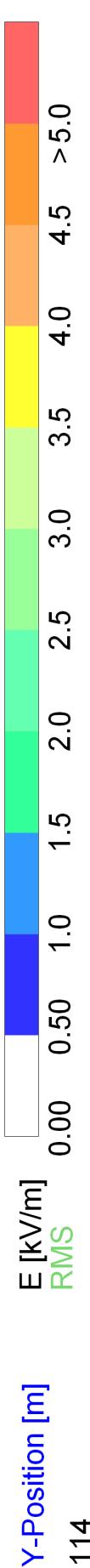
## UW Segeberg: elektrische Feldstärke in 0 m über dem Boden

Belastung:  $2 \times 300 \text{ MVA}$  ( $380 \text{ kV} / 110 \text{ kV}$ ) bei 100% Auslastung



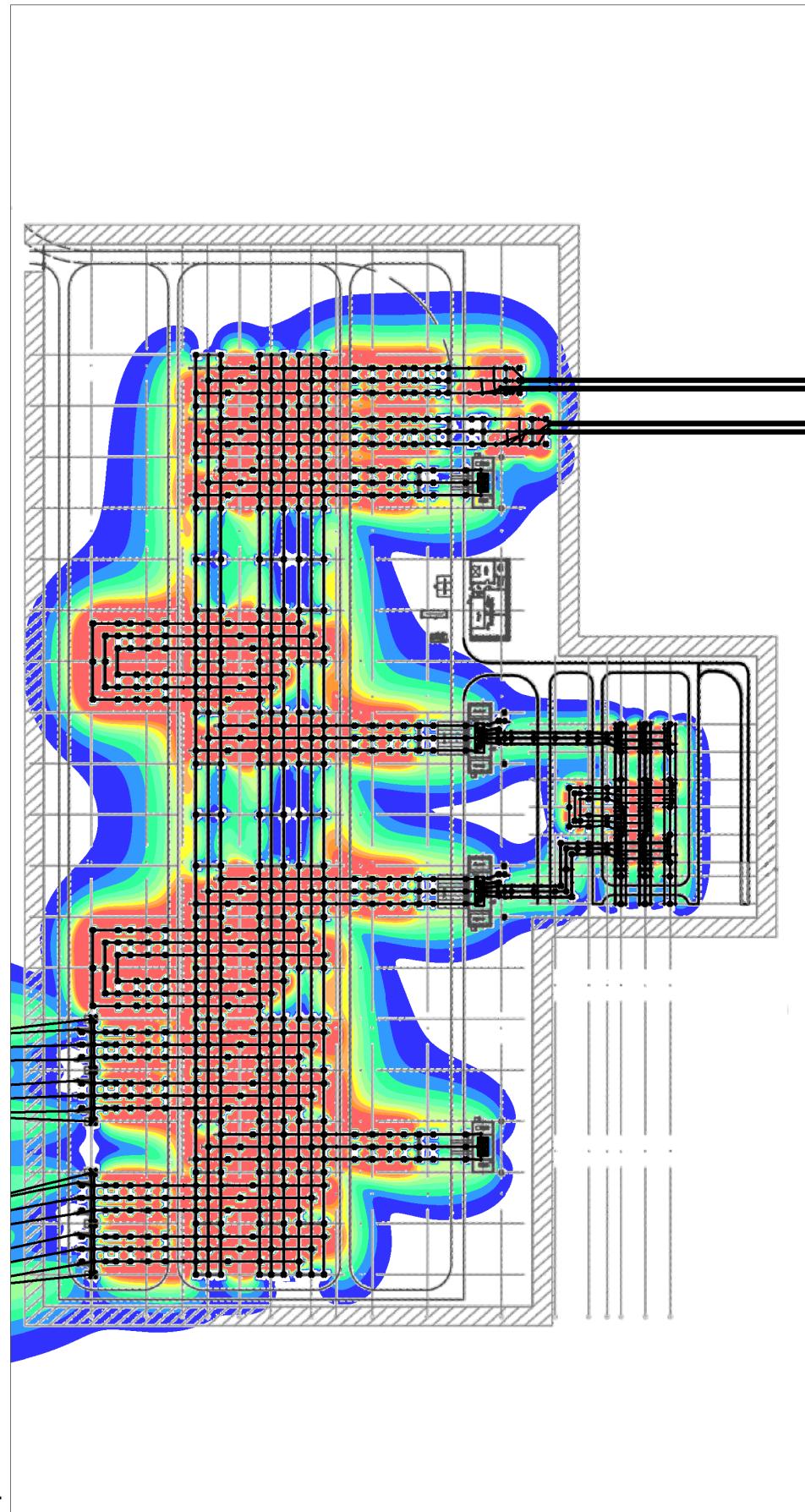
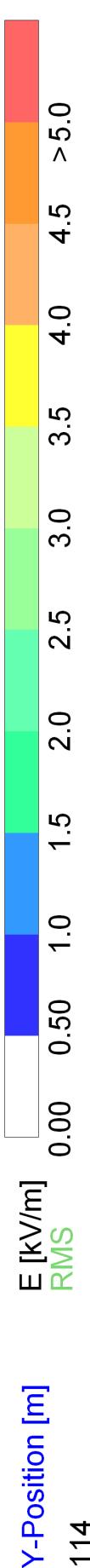
## UW Segeberg: elektrische Feldstärke in 1 m über dem Boden

Belastung:  $2 \times 300 \text{ MVA}$  ( $380 \text{ kV} / 110 \text{ kV}$ ) bei 100% Auslastung



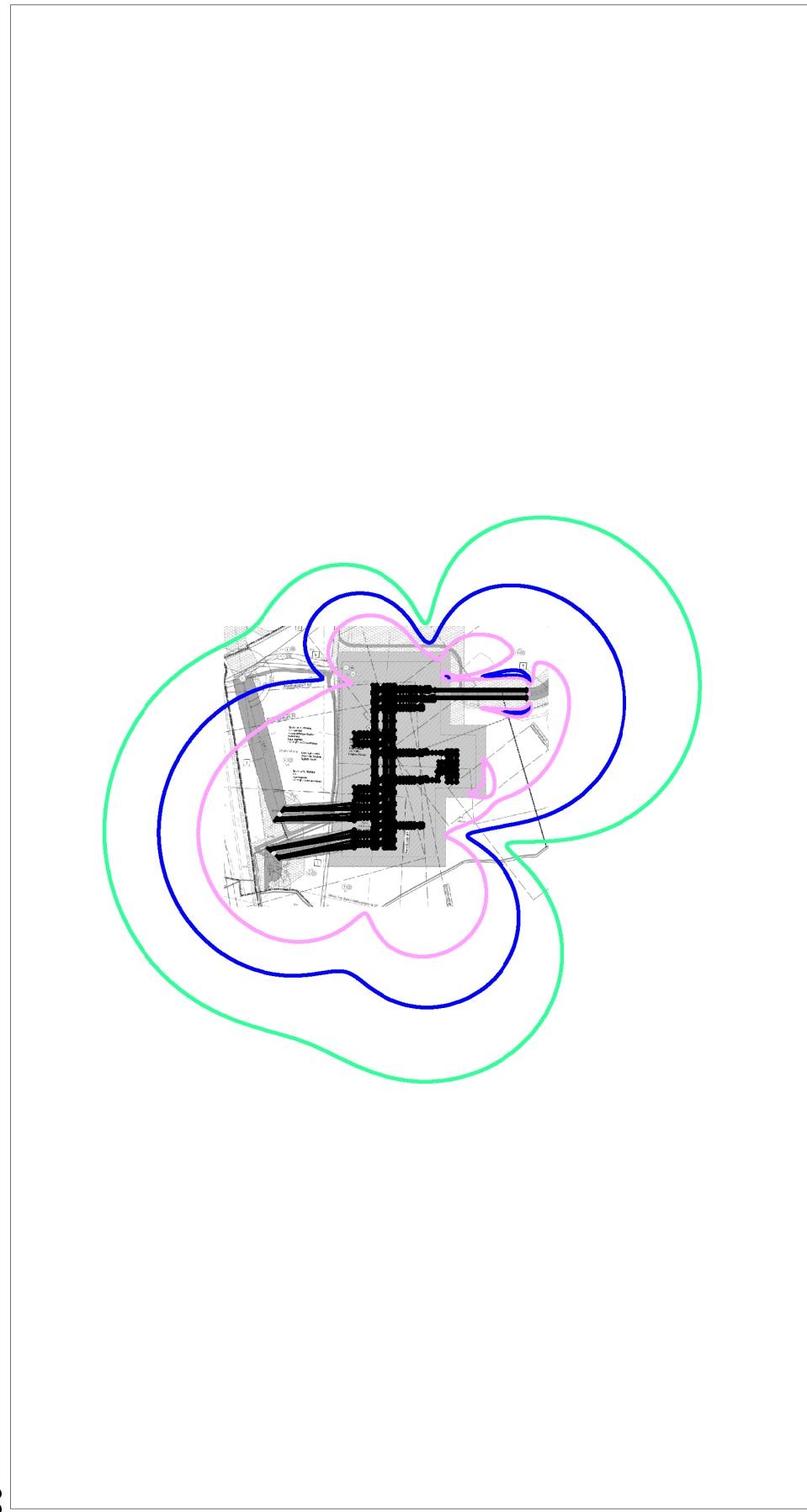
## UW Segeberg: elektrische Feldstärke in 2 m über dem Boden

Belastung:  $2 \times 300 \text{ MVA}$  ( $380 \text{ kV} / 110 \text{ kV}$ ) bei 100% Auslastung



# UW Segeberg: magnetische Flussdichte in 1 m über dem Boden

Belastung: 2 x 300 MVA (380 kV / 110 kV) bei 100% Auslastung, alle Schaltfelder bei 100% Auslastung

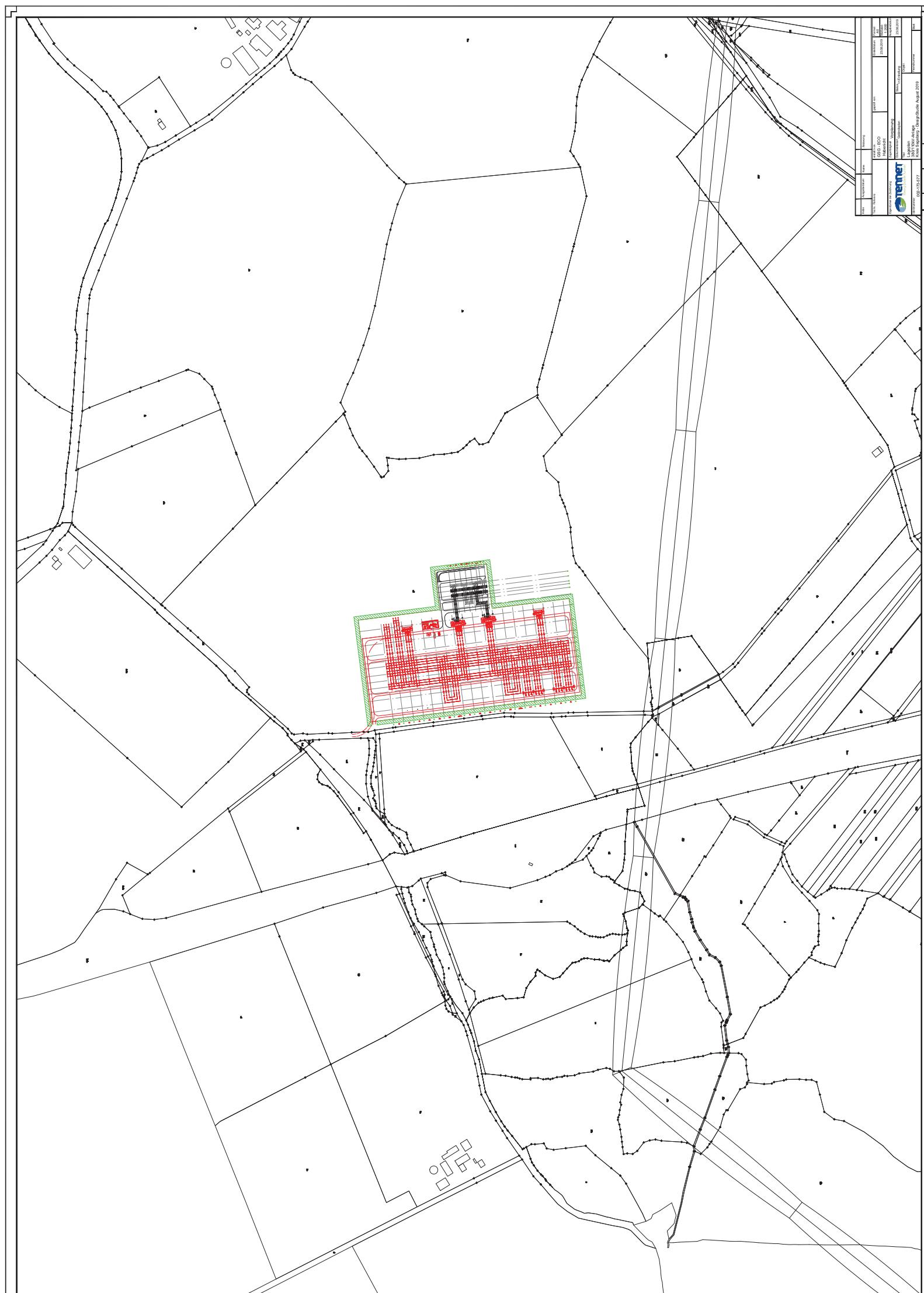


-850  
-1350

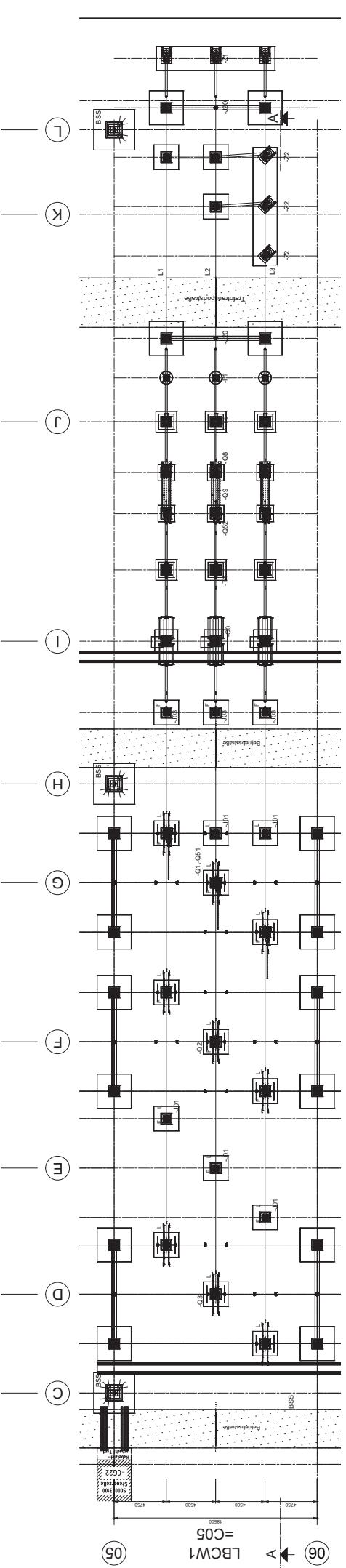
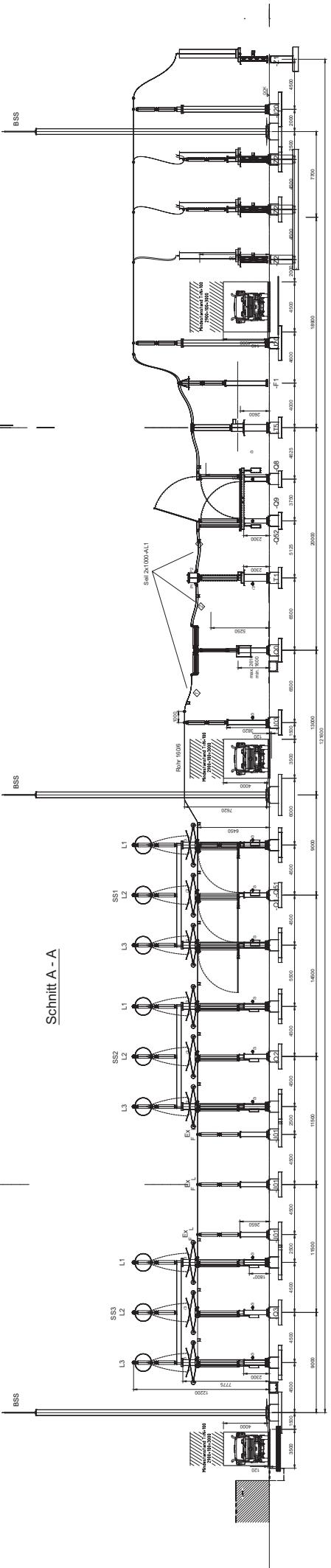
X-Position [m]

Z [m] = 1.000      f [Hz] = 50

1720

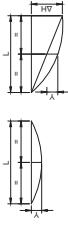






<u>Linker Maßstab</u>	<u>Rechter Maßstab</u>
Ex	= Expansionsschrauben
F	= feste Lagerung
L	= lose Lagerung

	Z <sub>eff</sub> [nm]	Z <sub>eff</sub> [Å]	$\Delta E$	L <sub>eff</sub>	Y <sub>IC</sub>	Y <sub>ext</sub>	Y <sub>ext</sub>	L <sub>IC</sub>
statistische Grenzwertband	≈ 1000-400	28500						050
Durchdring. Grenzwertband	≈ 1000-400	28500						050
statistische Grenzwertband	≈ 1000-400	28500						513
Durchdring. Grenzwertband	≈ 1000-400	28500						560



Abstand einer  
Kontrollgruppe von 110

er die gesamte Rohränge eingelegetes einstößiges Soll 626-AL1

Rohr Ø in mm	Rohrlänge in m
160	> 7,5
200	> 9,5
250	> 12,0

Schaltanlage nach DIN EN 61006-1 & DIN EN 60257-1

Kennzeichnung:  
Buchstaben und Ziffern:  
Höchste Spannung Betriebsspannung  
Betriebsspannung für den Schutzschaltung und Sicherung  
Betriebsspannung für die Steuerung und Steuerungssicherung  
Anfangs-Kontaktschaltzeitenstrom  
Mindestabstand Leiter zu Leiter  
Mindestabstand Leiter zu Erdleiter  
Prinzipielle Befüllung mit Wasserstoffgas  
Leitermaterial:

Rohr 20/12 EN AW6010B-T6  
Gussaluminium 20/12  
Träger, Stahl A 250CZ  
Sei 2x100x4 AL

Leitergründ:

Rohr 10/6 EN AW6010B-T6  
Sei 2x100x4 AL

Kondensat:

Rohr 10/6 EN AW6010B-T6  
Sei 2x100x4 AL

Kupplungen:

Bundesklemmkabel 10mm  
Anzapfungsleitung  
Bündelklemmkabel 20mm

Durchflussteile:

Sammelrohren:  
Über das gesamte Rohrläng ist A-Sei 60x4 AL 1  
gründig eingebaut. Ein Abzweig befindet sich am  
Ende des Sammelrohrs.

Füller:

Der durchgehende Regelrohr besteht aus  
A-Sei 60x4 AL einzuhängen. Das A-Sei ist entweder am  
Endpunkt oder abgezweigt.

Leiteranordnung:

L = Längsrichtung

Ecke= Quer- und  
Längsrichtung

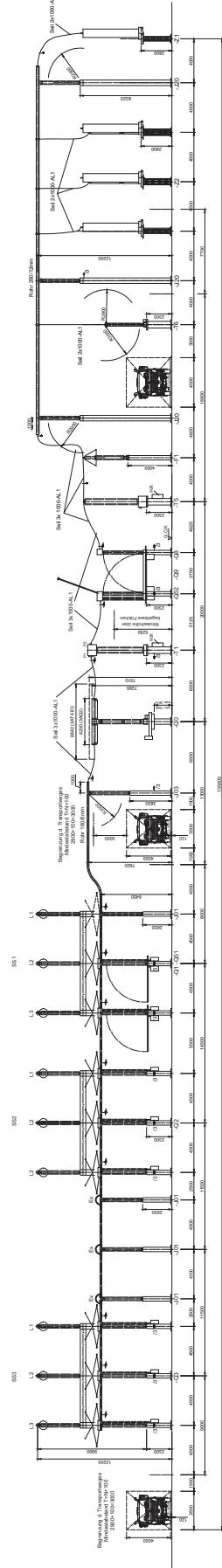
(Avon) =  
Entkoppelnde Valve pro Phase

ASei = Abschiedslösung der Spannungs-Abstand zur SS

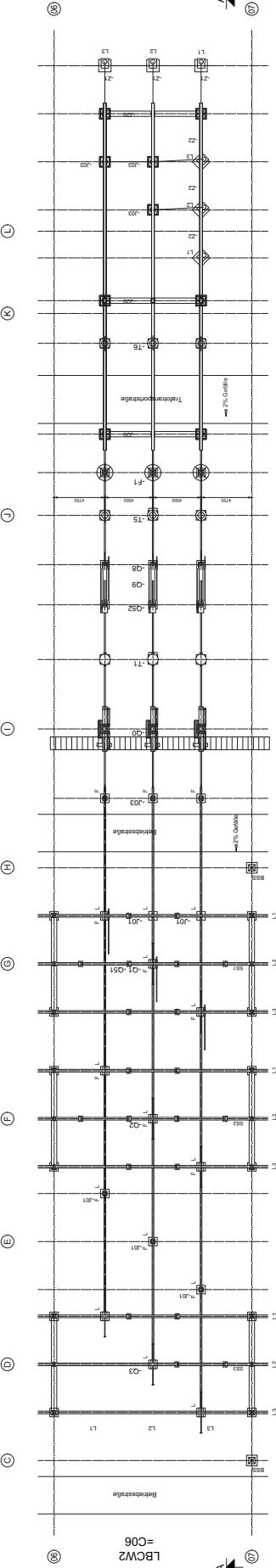
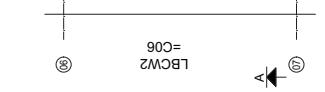
Phasenbegrenzung  
Spannungsbegrenzung  
Abschaltung

AI

Schnitt A-A



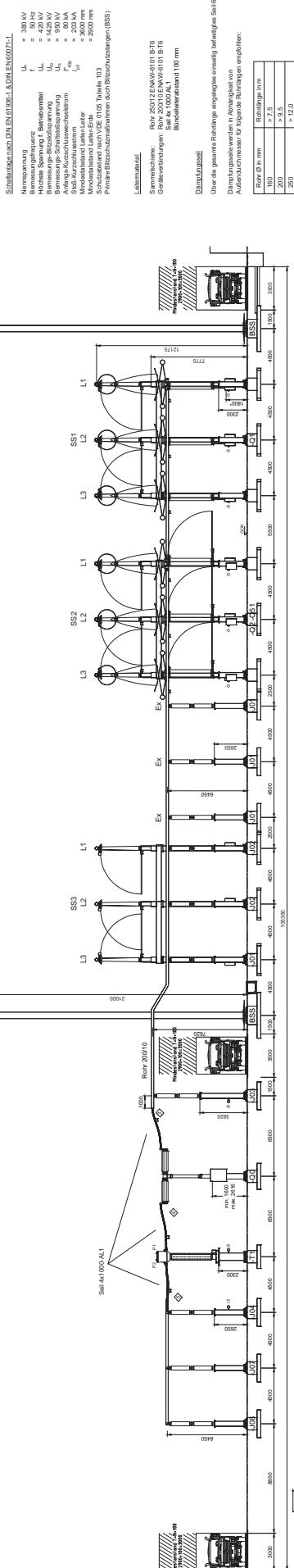
LBW22  
=C06



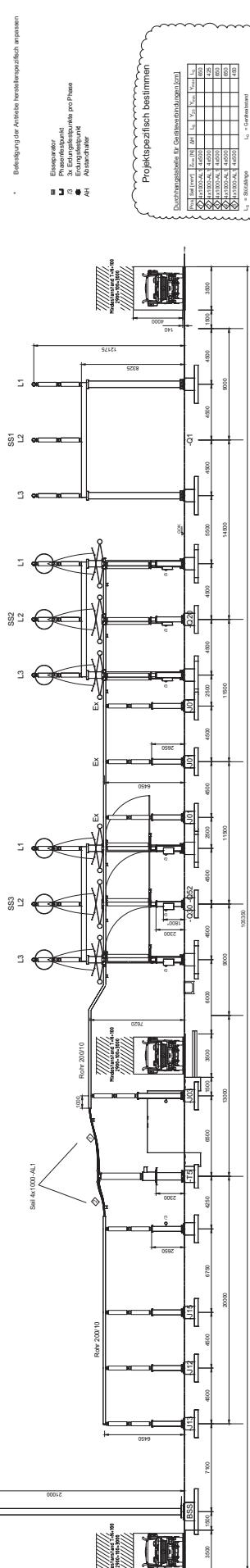
Typ	Wandstärke mm	Wanddicke mm	Material	Werkstoff	Wanddicke mm	Material	Werkstoff
AVON	1,0	1,0	Stahl	Stahl	1,0	Stahl	Stahl
CO-SICO	1,0	1,0	Stahl	Stahl	1,0	Stahl	Stahl
ASi 60x4 AL	4,0	4,0	Al-Mg-Si-Al	Al-Mg-Si-Al	4,0	Al-Mg-Si-Al	Al-Mg-Si-Al
LBW 22	1,0	1,0	Stahl	Stahl	1,0	Stahl	Stahl
LBW 22	1,0	1,0	Stahl	Stahl	1,0	Stahl	Stahl
LBW 22	1,0	1,0	Stahl	Stahl	1,0	Stahl	Stahl
LBW 22	1,0	1,0	Stahl	Stahl	1,0	Stahl	Stahl



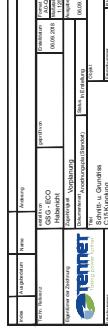
## Schnitt A - A



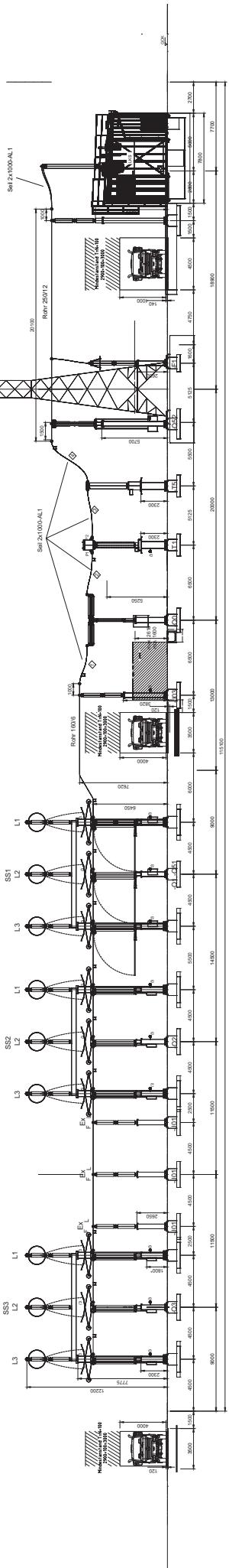
## Schnitt B - B



15 Kupplungsschiffseile = C15+C16  
16 Kupplungsschiffseile = C15+C16  
17 Kupplungsschiffseile = C15+C16



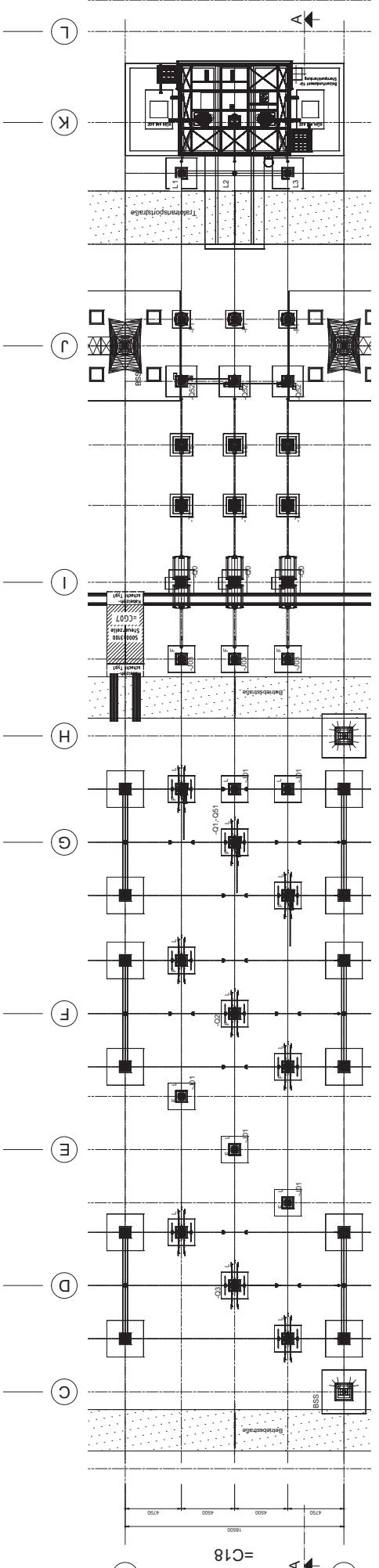
### Schnitt A - A



18

19

LK401 =C18



**Schaltzeichen nach DIN EN 111590-1 & DIN EN 60771-1**

Normdaten nach  
Bemessungsspannung  $U_b$   
Nominalspannung  $U_n$   
Nominalfrequenz  $f$   
Bemessungsleistung  $P_{n0}$   
Bemessungssicherheitsfaktor  $K_s$   
Schalt-Kurzschlussstrom  $I_{sh}$   
Schalt-Kurzschlussstrom  $I_{sh0}$   
 $I_0$   
Maximaler Betriebsstrom  $I_m$   
Schaltzeit nach VDE 0105 Tabelle 03

**Leitermaterial**

Reihe 125/21 ENAW 01-B-16  
Gefügebrenndungsgrad  
Reihe 125/21 ENAW 01-B-16  
bis Sali 2x1000 AL 1 Bandabstand 100 mm  
Über das gesamte Rohränge einsetzbar befindende Sali 020 AL1

Durchgangsweisen in Rohrlängen  
Auf der Innenseite für Rohrlängen empfohlen:

Rohr 20 m mm	Rohrlänge m m
> 100	> 1,5
200	> 1,5
250	> 2,0

### Projektspezifisch bestimmen

Entfernung zwischen dem Gefügebrenndungsgrad [cm]

$l_{G1}$ (max. 2,0 m)	$l_{G2}$	$l_{G3}$	$l_{G4}$
1000/4,0	2,000	400	800
1000/4,0	2,000	600	1000
1000/4,0	2,000	800	1200
1000/4,0	2,000	1000	1400
1000/4,0	2,000	1200	1600

$l_{G1} = \text{Gesamtmaß}$   
 $l_{G2} = \text{Entfernung bei } 20^\circ \text{ Abneigung}$   
 $l_{G3} = \text{Entfernung bei } 45^\circ \text{ Abneigung}$   
 $l_{G4} = \text{Entfernung bei } 90^\circ \text{ Abneigung}$   
 $Y_{\alpha} = \text{Durchgang bei } 90^\circ \text{ Abneigung}$

Eisenelement  
Pfeilspanpunkt  
Ende des Pfeiles pro Phase  
Anfang der Pfeile  
Anfangsader

Beschriftung der Anfangsader spezifisch annehmen



Sammeinschlag  
Gefügebrenndungsgrad

Reihe 125/21 ENAW 01-B-16  
bis Sali 2x1000 AL 1 Bandabstand 100 mm  
Über das gesamte Rohrlänge einsetzbar befindende Sali 020 AL1

Produkt	Produktnummer	Produkttyp	Werk	Bestellnummer	Bestellposition	Bestellstatus
SOLO - ECO	1100101101	Standard	W	1001000001	1	Bestellt
SOLO - PREMIUM	1100101102	Standard	W	1001000002	1	Bestellt
SOLO - PREMIUM	1100101103	Standard	W	1001000003	1	Bestellt

Sammeinschlag  
Gefügebrenndungsgrad

Reihe 125/21 ENAW 01-B-16  
bis Sali 2x1000 AL 1 Bandabstand 100 mm  
Über das gesamte Rohrlänge einsetzbar befindende Sali 020 AL1

Schaltblätter nach DIN EN 61961-1 & DIN EN 61961-1

Bemessungsspannung  $U_b$   
= 380 kV  
Betriebsspannung  $U_{b,0}$   
= 350 kV  
Höchstspannung  $U_{b,1}$   
= 380 kV  
Bemessungsschutzspannung  $U_{b,S}$   
= 360 kV  
Anfang-Kurzschlussspannung  $U_{b,K}$   
= 80 kV  
 $\Gamma_{b,K}$   
= 2000 nm  
Mindeststand Leiter-Erde  
= 2000 mm  
Schutzstandardeinteilung VDE 0105 Tafel 103  
Primär-Beschleunigungsmautner durchbruchabstand m (855)

Leiterseitig:  
Sammeltrichter  
Geführten Leitungen: Rohr 100/6 EN 10210 101 B7G  
Seil 2x 1000 AL Seil 2x 100 AL1  
Bündelfestigkeit 100 mm

Durchführungen:  
Über die gesamte Rondell- und zw. AL-Seile 625 AL r = 120 mm  
Die beiden AL-Seile sind senkrecht aufeinandergefügt.  
Daher ist eine Abstützung in der Mitte von  
Außenantrieben für Signale/Relaisen erforderlich.

Rohr Ø 30mm  
Rohrlängen m  
150 > 5  
200 > 12  
250 > 12

Endausdauer der Außenleiter  
Am Punkt der größten Durchbiegung siehe Skizze

eine Bohrung Ø 6 mm entzugsfähig  
Leiterantriebe:  
Ex = Expansionsschlitten  
F = feste Lagerung  
L = kugelige Lagerung

Befestigung der Antriebe herstellungsbedingungen  
Projektspezifisch bestimmen

Einspannungen  
Pauschal  
3 Erdungsleitungen pro Phase  
AH Anströmrichter

Durchführstellen für Geführte Leitungen [cm]		Von Rohr 100/6 bis zu Rohr 100/6	Von Rohr 100/6 bis zu Leiter	Von Leiter bis zu Rohr 100/6	Von Leiter bis zu Leiter
Rechteck	Kreis				
100x100	80	40	45	45	45
150x100	120	60	60	60	60
200x100	170	100	100	100	100
250x100	220	150	150	150	150
300x100	270	200	200	200	200
350x100	320	250	250	250	250
400x100	370	300	300	300	300
450x100	420	350	350	350	350
500x100	470	400	400	400	400
550x100	520	450	450	450	450
600x100	570	500	500	500	500
650x100	620	550	550	550	550
700x100	670	600	600	600	600
750x100	720	650	650	650	650
800x100	770	700	700	700	700
850x100	820	750	750	750	750
900x100	870	800	800	800	800
950x100	920	850	850	850	850
1000x100	970	900	900	900	900

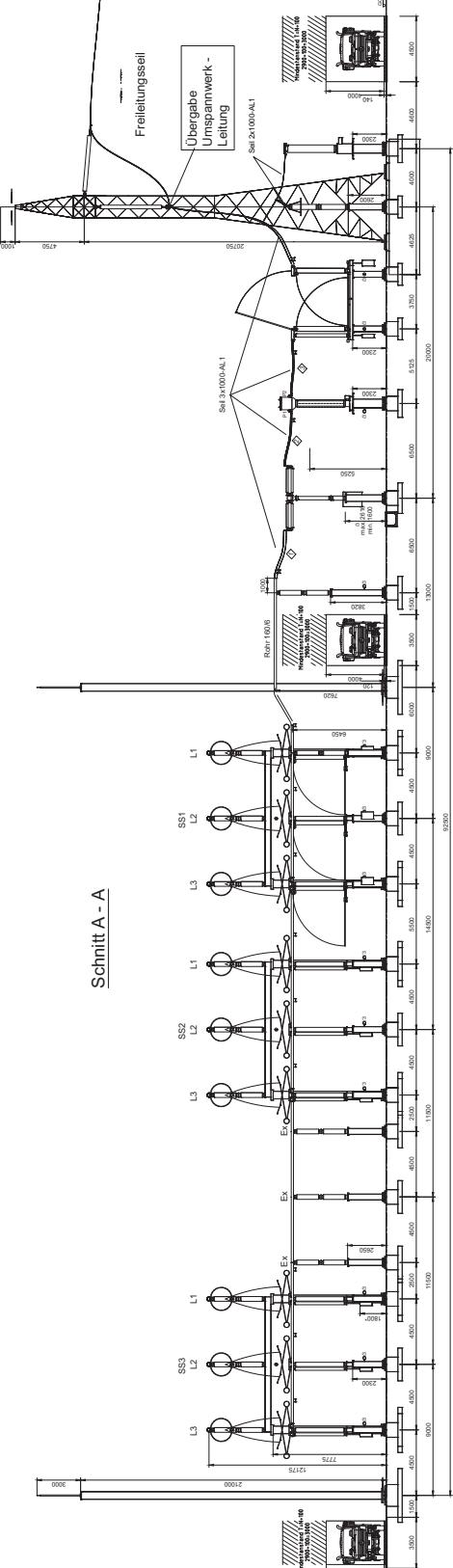
Leiterseitig:  
Rohr 2x 100/2 EN 10210 101 B7G  
Seil 2x 1000 AL Seil 2x 100 AL1  
Bündelfestigkeit 100 mm

Über die gesamte Rondelle sind zwei AL-Seile 625 AL r = 120 mm

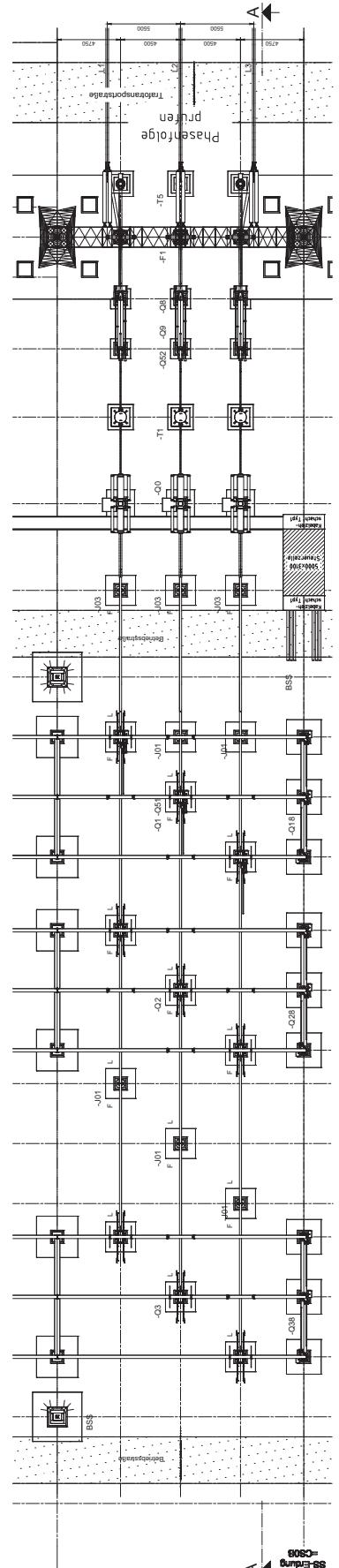
Die beiden AL-Seile sind senkrecht aufeinandergefügt.

Daher ist eine Abstützung in der Mitte von

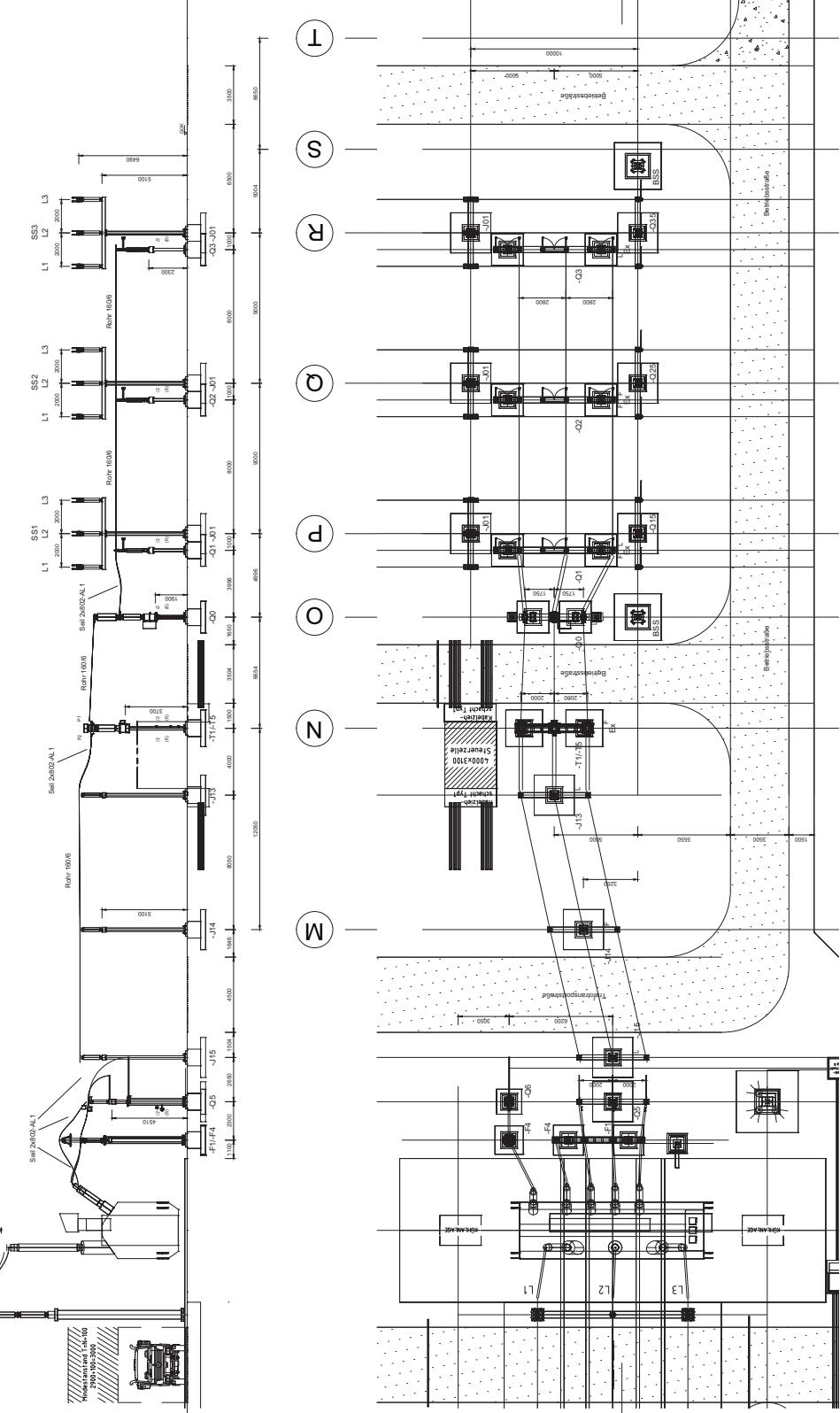
Außenantrieben für Signale/Relaisen erforderlich.



### Schnitt A - A



### Schnitt A-A



**Schaltungsrichtlinie EN 15119-1:**

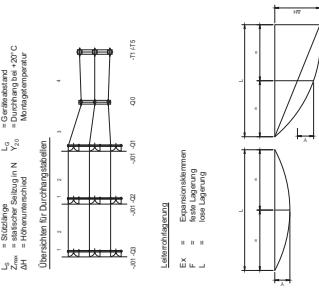
Nennspannung 110kV  
Betriebsspannung 50Hz  
Höhere Spannung / Betriebsmittel U<sub>b</sub> = 123kV  
Betriebsspannung U<sub>b</sub> = 50kV  
Betriebsspannung Sekundärabspannung U<sub>2</sub> = 23kV  
Anzapf-Kurzschlußleistung P<sub>an</sub> = 100kA  
Mittelstand Leit.L. 1100mm  
Mindeststand Leit.L. 1100mm  
Pumpe für Blechschutzgasen (BSB)  
Edelstahl und Phosphatbehandlung

Ausnahmefestigkeit pro Phase  
Gesamtzählpunkt Übereinstimmung der Erdungssicherheit  
vertikal auf zwei Statistizam  
Phasensichtpunkt  
Erdrücksichtpunkt  
PAH Phasenabschalter

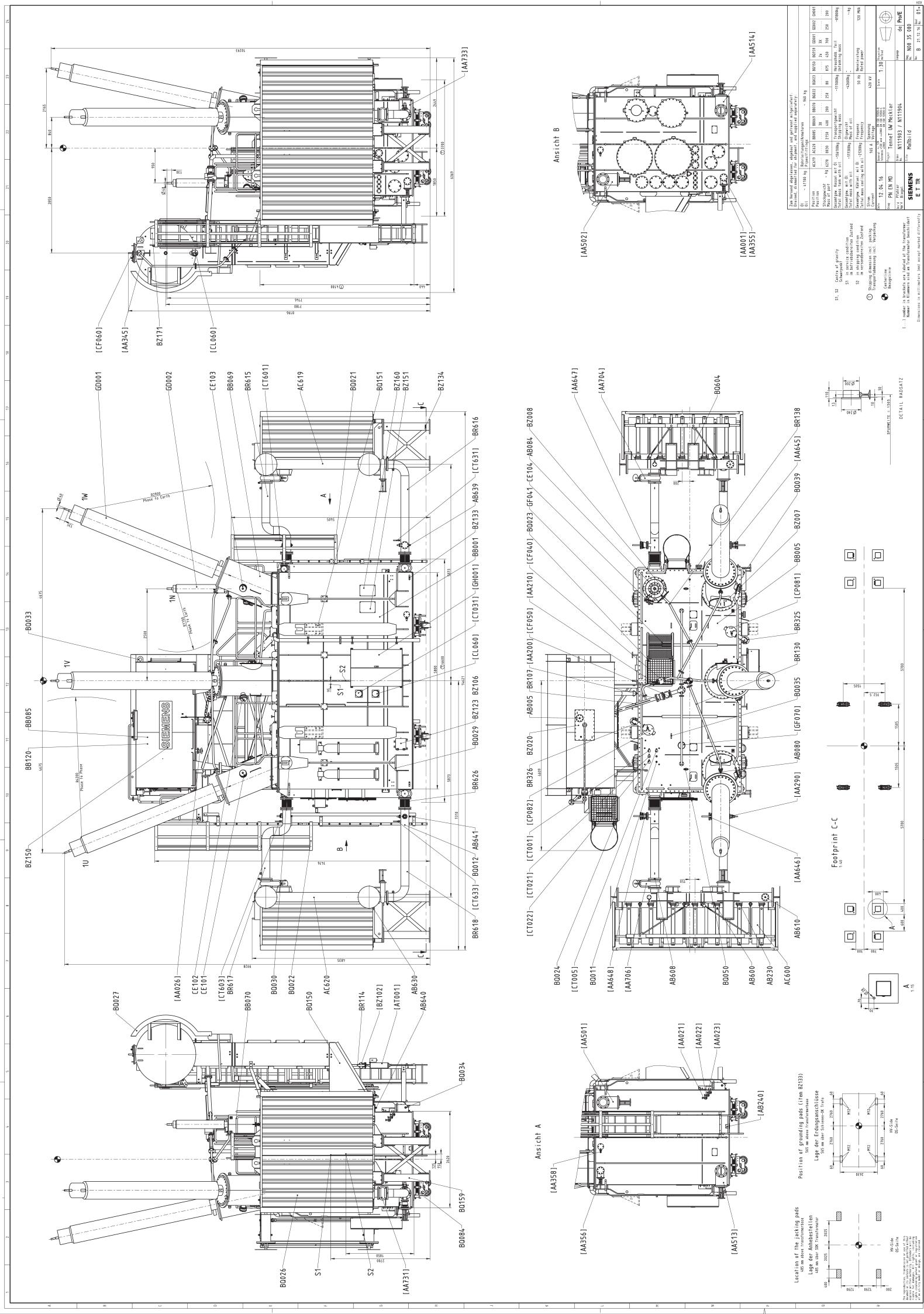
Leitermaterial  
Summerschleife Rohr 2010 EN AW-6101-B76  
Durchgangsleiter Rohr 4005 EN AW-1015-T6  
Balkendurchmesser 100mm

\* Anzahl und Vermeidung der Leerrohre  
\*\* Achtung Eise Generierungsunterschiede  
\*\*\* Lage der Normatressen und das bestehen  
\*\*\*\* Alternative Abmessungen 1700 mm

Durchgangsleitung & Leiterbeschleunigung  
Längenelemente in cm  
Seite 10  
Tabelle 10  
Übersicht für Durchgangsleitung



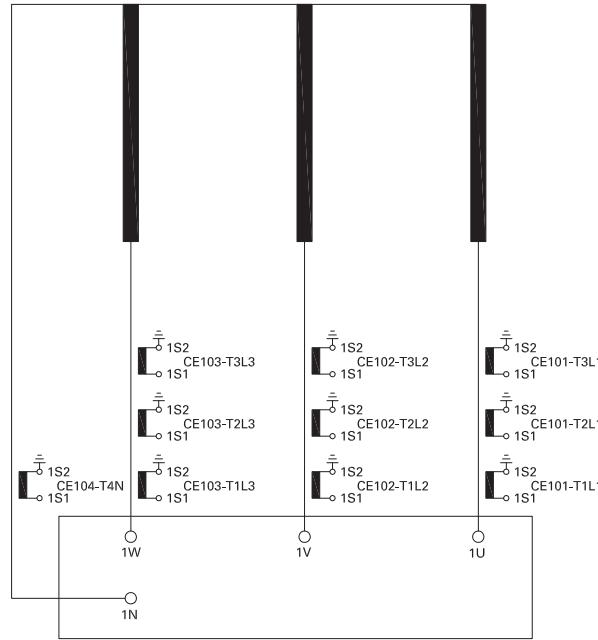
Produkt	3000-001-001	Produktname	Filter G
Hersteller	WIRKEL	Herstellercode	001
Art-Nr.	000000000000000000000000	Materialien	Stahl
Verwendungszweck	Reinigung	Werkstoff Nr.	1.4301
Bestellcode		Montageart	
Bestellgruppe		Montagewinkel	
Bestellzeitraum			



# SIEMENS

## Drehstrom - Kompensations - Drosselspule (KpDr)

Typ	DSAL 8156	WNR	6700875	Baujahr	2018	IEC 60076-6
Bemessungsfrequenz	50 Hz	Schaltgruppe	YN	Kühlungsart	ONAN	Kühllufttemperatur max. 40° C
Isolationspegel:	LI 1 425 SI 1 050 AC 630 - LI 550 AC 230	Zulässige Übertemperatur Öl / Wicklung				60 / 65 K
Bemessungsleistung	120 MVAr	Bemessungsspannung	420 000 V	Max. Spannung	440 kV	Bemessungsstrom
Meßwert der Impedanz je Phase bei Bemessungsspannung	1442,5 Ω	Meßwert der Nullimpedanz je Phase				1438,8 Ω
Gesamtgewicht	177 300 kg	Gesamttransportgewicht	111 000 kg	Gesamtölge wicht	42 600 kg	Heraushebbarer Teil
Kessel und Ausdehnungsgefäß vakuumfest		Ölsorte				Nynas Nyetro 4000X
Stromwandler	Achtung! Hochspannung bei offenem Stromwandler-Sekundärkreis.					
Typ	Kennzeichnung	Nennleistung	Übersetzung	Klasse		
CE101-T3L1, CE102-T3L2, CE103-T3L3	1U, 1V, 1W	5 VA	200 / 1 A	0,5FS5		
CE101-T1L1/-T2L1, CE102-T1L2/-T2L2, CE103-T1L3/-T2L3	1U, 1V, 1W	10 VA	200 / 1 A	5P20		
CE104-T4N	1N	10 VA	200 / 1 A	5P20		



6864955  
Mallegg, 16.02.2018  
Bachköng, 16.02.2018

Schließgröße: 297 mm x 420 mm  
Lochabstand: 267 mm x 390 mm  
Lochdurchmesser: 5,8 mm  
Ausführung: Zeichnung und Schrift schwarz, vertieft  
Grund: Weiß  
Material: GF-UP

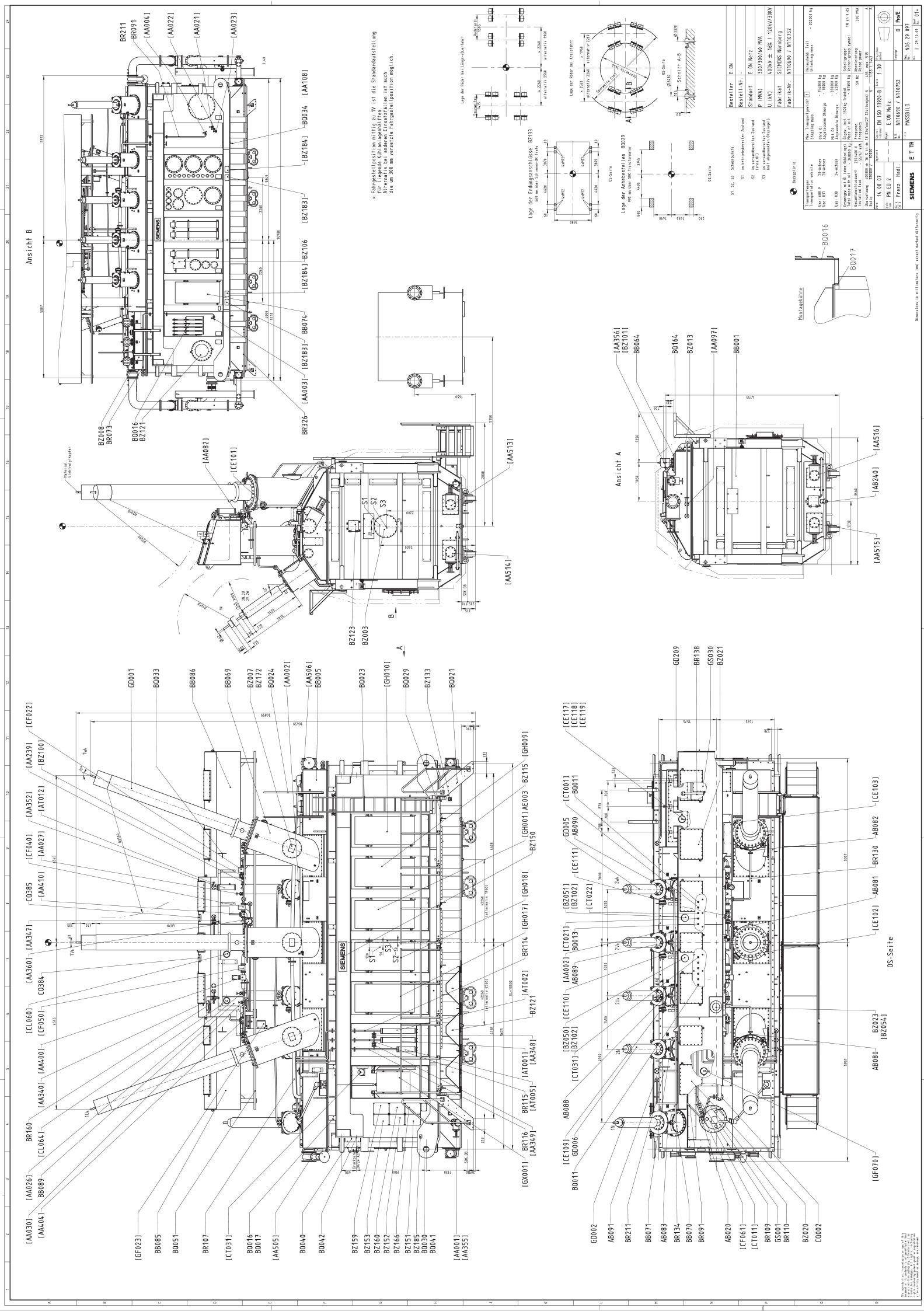
-	-	-
-	-	-

Maßst. SCALE	PARTS LIST SEPARATE		WA.Nr.:	Projekt Nr.:	Klassen Nr.:	BG	Oberfläche SURFACE
	y n	A:					
1:1	Anlage/PLANT UW Mecklar		6700875	P.172015			
	Kunde/PURCH. Tennet						
	Type/TYPE DSAL 8156						
	Bearf/DES 16.02.2018	Mallegg St.					
	Gepr/CHECK 16.02.2018	Bachköng H.					
	<b>SIEMENS</b>						Allgemeintechnische GENERAL TOL., ISO 2768-1-m ÖNORM M 1365-m
	<b>6864955</b>						BL./SHT 1 von/OF 1
	<b>Leistungsschild 420 kV, 120 MVAr</b>						Änd/MOD -
	Ähn.Z./SIM.TO						Ers.f./SUBST.FOR
	Ers.d./REPL.BY						m A2

This drawing is the property of  
Siemens AG Österreich - Transformers Weiz  
and must neither be copied nor used in any other way  
without the written consent of Siemens. Neither is it  
to be handed over, nor in other way communicated to  
a third party. Infringement will lead to prosecution.

Diese Zeichnung ist GEISTIGES EIGENTUM der  
Siemens AG Österreich - Transformers Weiz  
und darf nur mit deren ausdrücklicher Einwilligung  
kopiert, verarbeitet und verwendet werden. Zuüberhan-  
deln wird nach dem Urheberrechtsgesetz gehandelt.

5 4 3 2 1

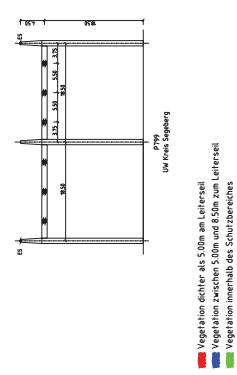
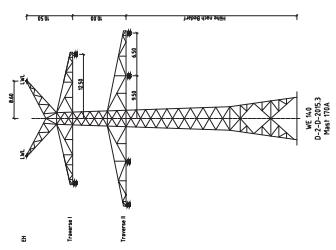




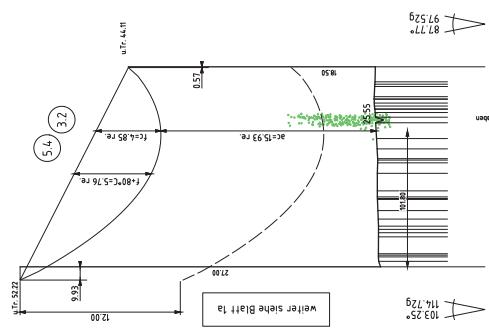
170A  
WE140-270  
D-2-D-2015.3  
1000 m über NN  
380-kV UHV Kreis Segeberg  
Stranddorftal  
a.

(14,05)  
-16,8-  
(15,2)  
1000 m über NN  
380-kV UHV Kreis Segeberg  
Stranddorftal  
a.

(14,05)  
-16,8-  
(15,2)  
1000 m über NN  
380-kV UHV Kreis Segeberg  
Stranddorftal  
a.



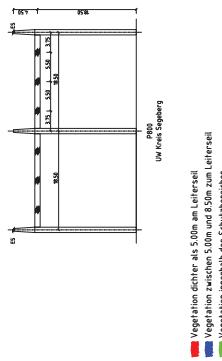
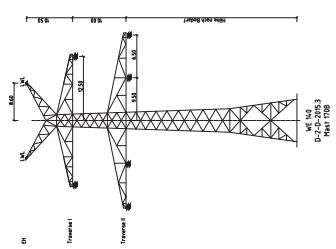
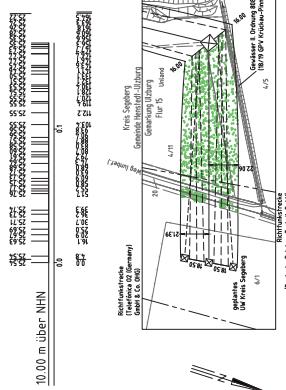
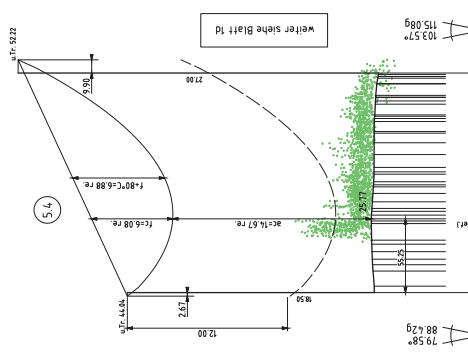
Anlage 5 Blatt 1b/67	
<b>tennet</b> Today's power further	
380-kV-Leitung Kreis Segeberg - Raum Lübeck	
LH-13-328	
<b>Längenprofil</b>	
Neuplanung Mast 170A - P799 UHV Kreis Segeberg (der Leitung LH-13-317 Audorf-Hamburg/Nord)	
Maßstab der Längen:	1:2000
Maßstab der Höhen:	1:200
DN VDE-Bestimmung: 020/DIN EN 593-1+2-4, 04/2916 Eiszone 2, Windzone 3)	
Gesamtänge	: 0,2-2,975,3
Bestellung	: 23m 56,41,1572,51A (Fisch) 0,275-2,975 (0m)
Leiterseil	: 1x 26-A,3/2-4,275A, dhdg. zu LS
Luftabstand/ sonstige Steigung	: 1x 26-A,3/2-4,275A, dhdg. zu LS
Kettentragse	: D= 5,50m [B34(g)]
Selliche Überhöhung	: 15,0 m rechts / oder links
Planteinstellung Unterlage	
Aufgestellt von By: TSG GmbH TenneT	
20.03.2020	
I.A. <i>[Handunterschrift]</i>	I.A. <i>[Handunterschrift]</i>
Zeichenstabskala	Maßstab:
1 : 2000	1 : 200
Metres	Meter
Berh.	Berh.
Geg.	Geg.
Linie	Linie
Strecke	Strecke
Norm.	Norm.
Fahrbericht DEP-SL0K	Fahrbericht DEP-SL0K
TenneT Today's power further	



P800 170B  
380-kV Kreis Segeberg Standortplan  
Stranddorftal, L.W./L.W. mit Vogelschutzzonen

(151.9) -16.5-  
(177.0)

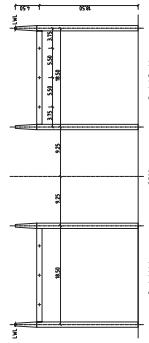
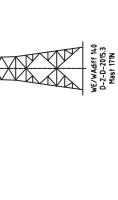
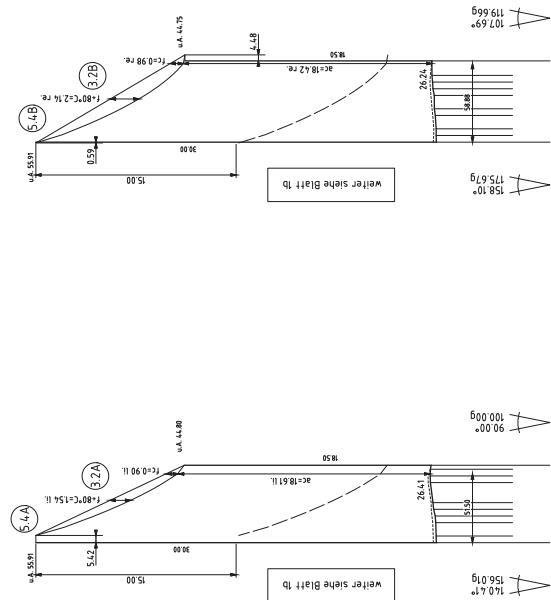
WE140-27.00  
D-2-D-2015.3  
SA



<b>Tennet</b> Trading Power further Anlage 5 Blatt Ic/67	
<b>380-kV-Leitung</b> <b>Kreis Segeberg – Raum Lübeck</b> <b>LH-13-328</b>	
<b>Längenprofil</b>	
<b>Neuplanung</b> <b>P800 UW Kreis Segeberg – Mast 170B</b> (der Leitung LH-13-317 Audorf-Hamburg/Nord) Maßstab der Längen 1:2000 der Höhen 1:200	
DIN VDE-Bestimmung : 0210/DIN EN 593-1-2-4, 04/2016 Eizone 2, Windzone 2 Gesamtlänge : 0,2-2,295,3 Bestellung : 23m 56,41,1572,51IA (Frich) 1757,23 100% (m²) Leiterseil : 1x 26-L-A,3/2x-2,975A, dhdg. zu LS Luftabstand/sonstige Beliegung : 1x 26-L-A,3/2x-2,975A, dhdg. zu LS Kettenlänge : Das ist 55m (B34/g) Seilliche Überhöhung : 15,0 m rechts ----- oder links ----- abgenommen	
Planfeststellung Unterlage Planfeststellung Unterlage Aufgestellt am: 20.03.2020 Bei: Betriebsleitstelle Von: Tennet TSO GmbH I.A. <i>[Signature]</i> Firma: SPIE <i>[Signature]</i> Maßstab: 1:2000 1:200 Ersteller: <i>[Signature]</i> Ber. 11.12.2019 Gepr. 11.12.2019 Schre. 11.12.2019 Nachv. 11.12.2019 Fachber. 11.12.2019 Fachber. 11.12.2019	
<b>Tennet</b> Trading Power further	

171N (52,6) P799 li  
WE/Wadiffl.0-30,00  
D-2-0-2015,3  
DA  
380-kV UHV Kreis Segeberg  
Standardportal  
LWL/AWL mit Vogelschutzzäunen

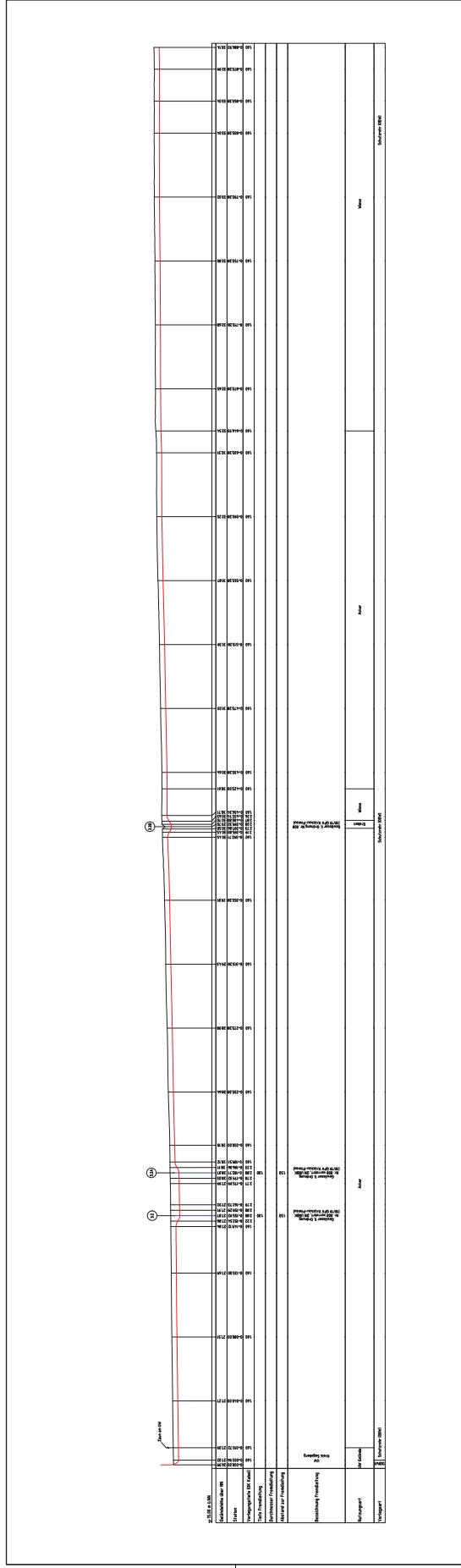
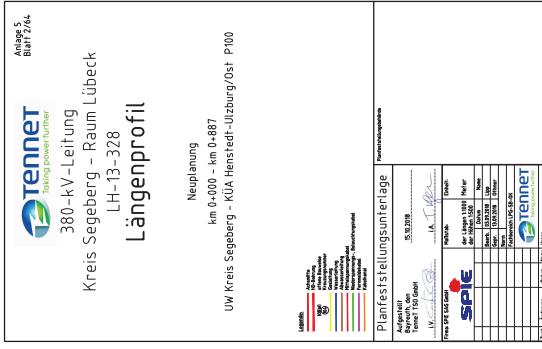
171N (62,6) P799 re  
WE/Wadiffl.0-30,00  
D-2-0-2015,3  
DA  
380-kV UHV Kreis Segeberg  
Standardportal  
LWL/AWL mit Vogelschutzzäunen



Vogelatlas dichter als 500m am Leiterseit  
Vogelatlas zwischen 500m und 850m zum Leiterseit  
Vogelatlas innerhalb des Schutzbereichs

Anlage 5 Blatt 5/64	
<b>rennet</b> Fusing power further	
380-kV-Leitung	
Kreis Segeberg - Raum Lübeck	
LH-13-328	
<b>Längenprofil</b>	
Neuplanung	
Mast 171N / P799 (UW Kreis Segeberg (der Leitung LH-13-317 Audorf-Hamburg/Nord)	
Maßstab der Längen 1:2000 der Höhe 1:200	
DN VDE-Bestimmung : 0210/DIN EN 593-1-3 + 01/2011 (Sitzzone 2)	
Gesamtänge : D-2-2205,3	
Bestellung : 133,56-4-LT72-571A (frech), MTS-1250 (mm²) MTH-1799 (m)	
Leiterseit : 133,56-4-LT72-571A (frech), MTS-1250 (mm²) MTH-1799 (m)	
Erdeile : 1x 26-A,13/24-4205A, dñgl. zu L5 MTH-1799 (m)	
Luftleiter/ sonstige Belegung : 1x 26-A,13/24-4205A, dñgl. zu L5 MTH-1799 (m)	
Kettensäge : 1x 55-55m [B34dg]	
Seilliche Überhöhung : 15,0 m rechts, ----- oder links, ----- abgenommen	
Planteinstellungsunterlage	
Aufgestellt von : I.A. T. T. Geht	
Bei : 16.03.2018	
Zeichen : I.A. T. T. Geht	
Firma : SPIE	
Maßstab : 1:2000	Maßstab : 1:200
Datum : Name : Unter:	
Fachbericht DEP-SLOK	







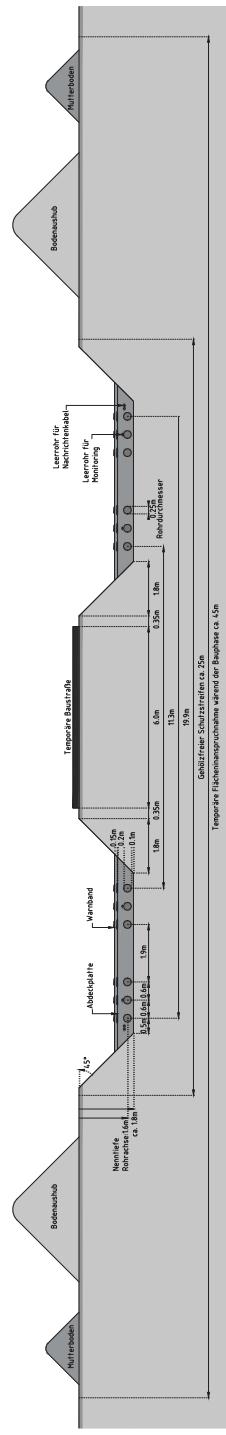
380-kV-Leitung  
Kreis Segeberg - Raum Lübeck  
LH-13-328

## Regelgrabenprofil

### 380-kV Erdkabel

Neuplanung

Regelgrabenprofil für Böschungsneigung von 45°



### Planfeststellungsunterlage

(Planfeststellungsbereiche)

Aufgestellt  
Bayreuth den  
Teenie 1/10/2018  
Von: .....  
Firma: .....  
Name: .....  
A. .....  
T. ....

Firma SPIE SAG GmbH	SPiE	Maßstab	Einheit:
	ohne	Meter	
		Bearb.	Datum
			Name
			Gepr.
			Norm
			Fachbereich LG/S-E-DK
			Tennet
			Taking power further

Zust.: Änderung Datum Name Urspr.: