



Planungsdialog  
Borgholzhausen

## 2. Sitzung

16. Februar 2018, 14.30-18.30 Uhr  
Rathaus, Borgholzhausen



Planungsdialog  
Borgholzhausen

Begrüßung

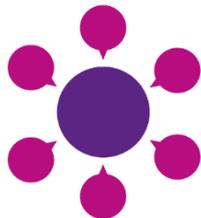
# Vorläufiger Ablaufplan

Phase 01  
Planung



2018

Bürger-  
infomarkt



19.1.



26.1.



16.2.



2.3.



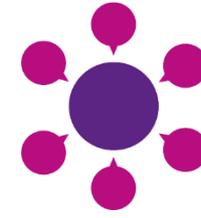
23.3.

...



6.7.

Bürger-  
infomarkt



13.7.

Januar

Juli



## 1: Begrüßung

## 2: Einordnung des Projektes 4210 in das Netzgebiet – 380kV Übertragungsnetz als Stand der Technik zur Stromübertragung

*Dr. Christoph Dörnemann, Amprion GmbH*

## 3: Elektrische und magnetische Felder (EMF) bei Freileitung und Erdkabel

*Dr. Christoph Dörnemann, Amprion GmbH*

## 4: Information zur Waldentwicklung im Schutzstreifen einer Freileitung

*Jörg Finke-Staubach, Amprion GmbH*

## 5: Erdkabelanteile im Wechselstromnetz (AC-Netz)

*Dr. Christoph Dörnemann, Amprion GmbH*

## 6: Erdkabel: Technologie und Trassenfindung, Bauverfahren

*Tim Cofalka, Amprion GmbH*

## 7: Technologie: Kabelübergabestation

*Carsten von Rymon-Lipinski,  
Amprion GmbH*

## 8: Vorschlag: Idee einer möglichen Teilerdverkabelung in Borgholzhausen

*Jörg Finke-Staubach, Amprion GmbH*



Planungsdialog  
Borgholzhausen

# Einordnung des Projektes 4210 in das Netzgebiet – 380kV-Übertragungsnetz als Stand der Technik zur Stromübertragung

Dr. Christoph Dörnemann, Amprion GmbH

# Einordnung des Projektes Bl. 4210 in das umliegende Netzgebiet

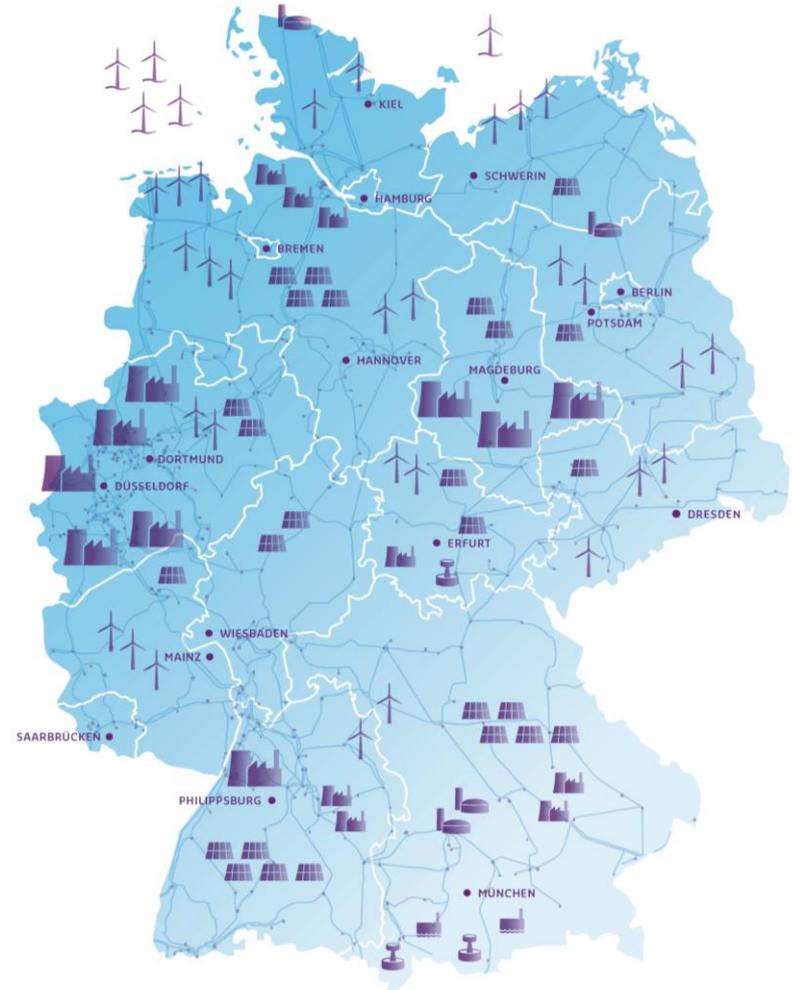


# Netzausbau für die Energiewende: Wesentliche Treiber für den Netzausbau

Lastferner Ausbau der  
Erneuerbaren Energien

Ausstieg aus der  
Kernenergie bis 2022

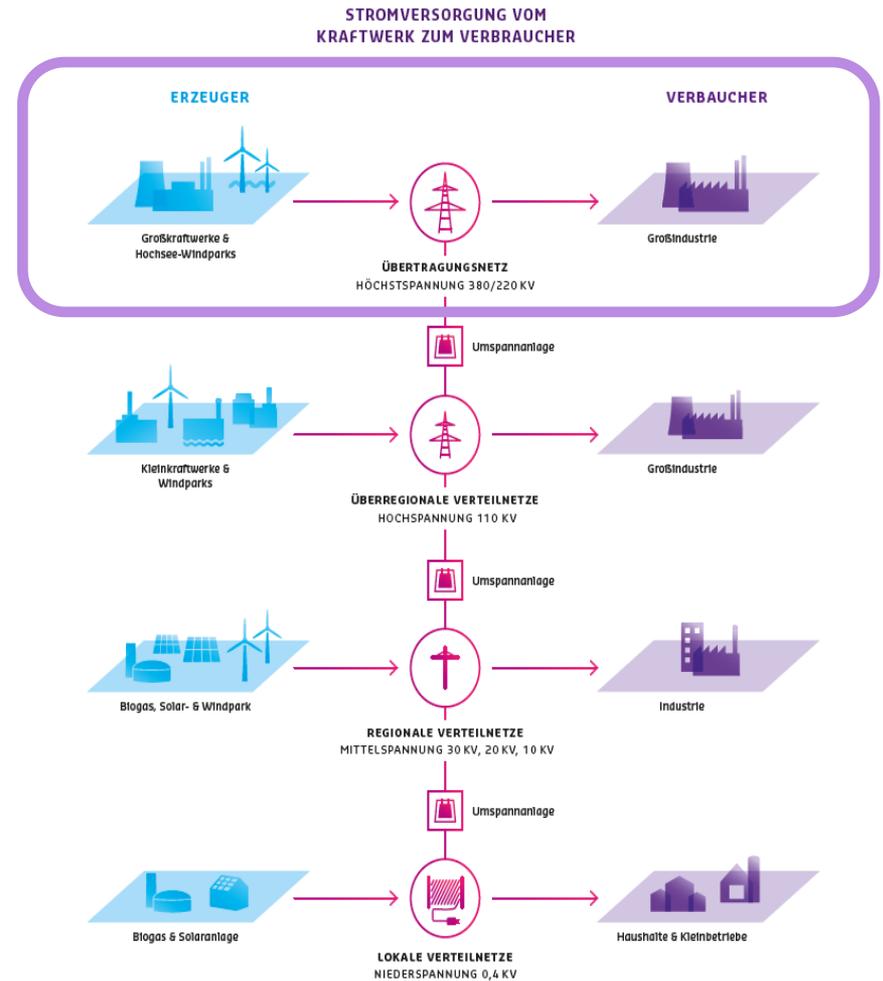
Aufrechterhaltung der  
Versorgungssicherheit



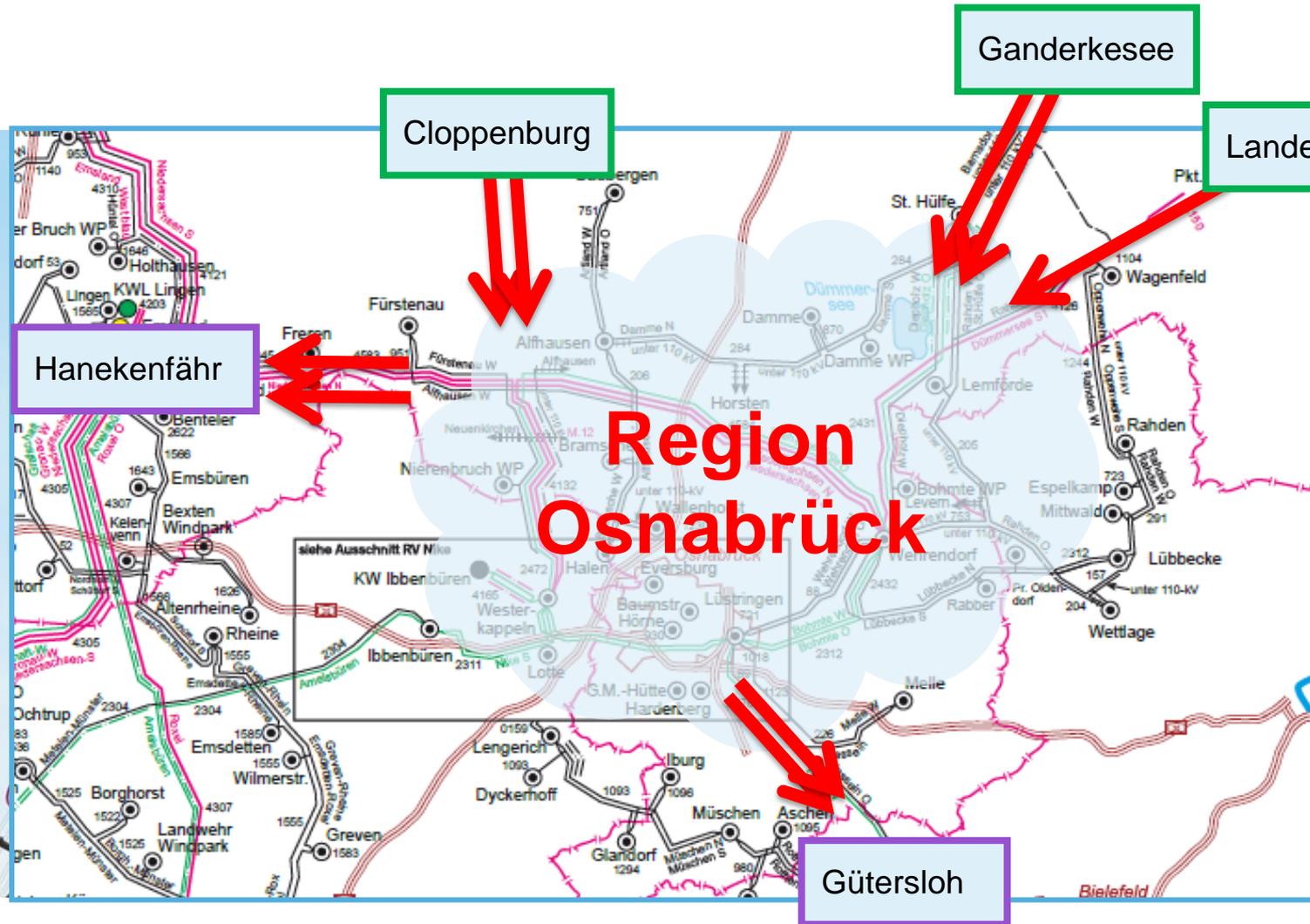
# Amprion – unser gesetzlicher Auftrag

Unser Auftrag: ein sicheres, zuverlässiges und bedarfsgerechtes Übertragungsnetz zu planen, zu bauen und zu betreiben (§11 Abs. 1 EnWG)

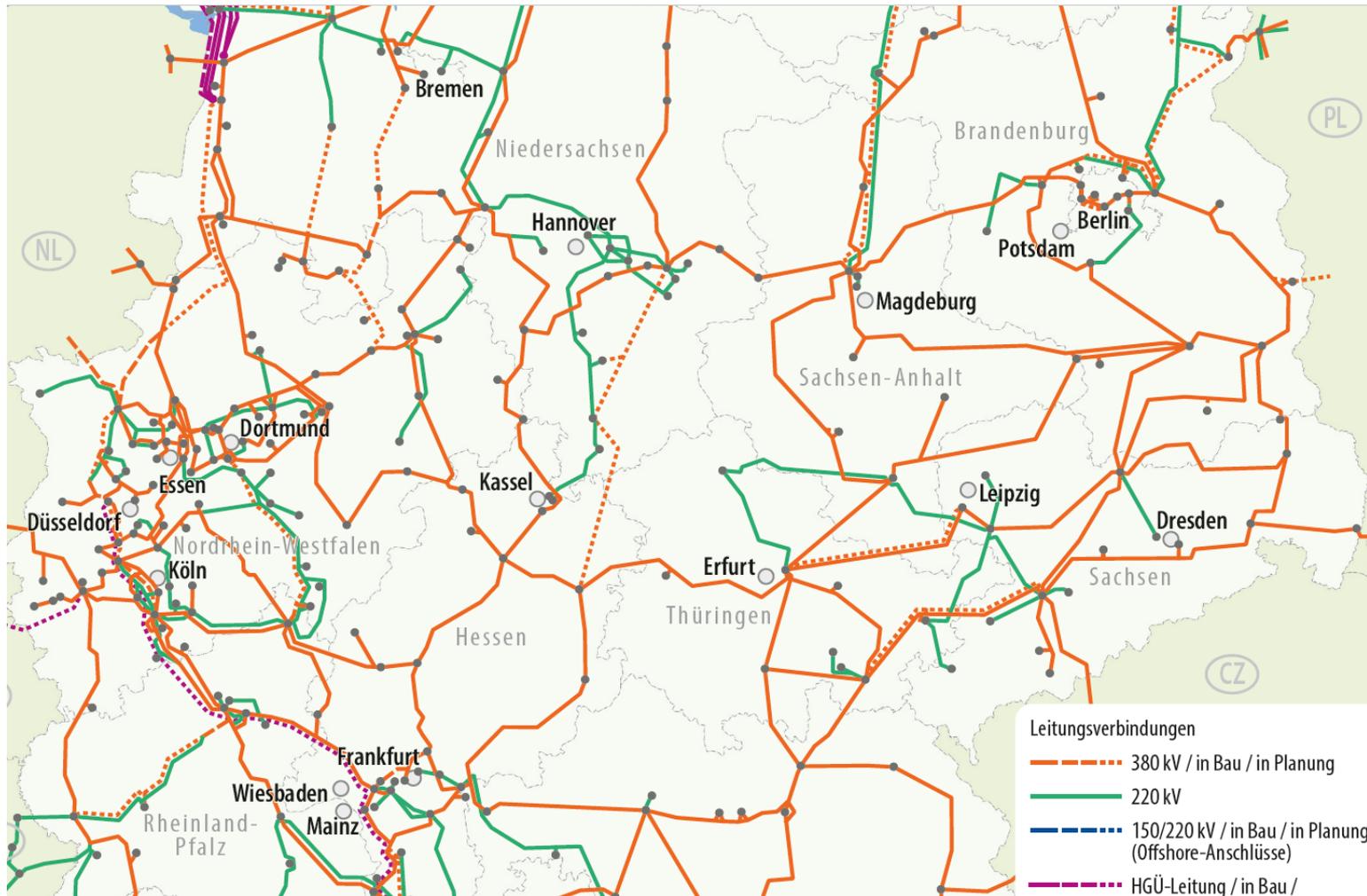
- Systemsicherheit: Stabiles Netz und sicherer Transport
- Anschlussauftrag für ein vielfältiges Kundenspektrum
  - **Industriekunden:** energieintensive Unternehmen
  - **Kraftwerke:** direkte Einspeisung in unser Übertragungsnetz
  - **Verteilnetzbetreiber:** über Anschlusspunkte mit unserem Übertragungsnetz verbunden



# Geographische Übersicht Osnabrücker Raum



# Stromnetz Deutschland: Ausschnitt NRW/NDS



Ausschnitt aus: VDE fnn-karte-stromnetz-deutschland-2018



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!





Planungsdialog  
Borgholzhausen

# Elektrische und magnetische Felder (EMF) bei Freileitung und Erdkabel

Dr. Christoph Dörnemann, Amprion GmbH

# Elektrische und magnetische Felder (EMF)

Ausbau der EnLAG-Verbindung Nr. 16 Wehrendorf – Gütersloh

Abschnitt: Hesseln – Landesgrenze NRW/NDS, Bl. 4210



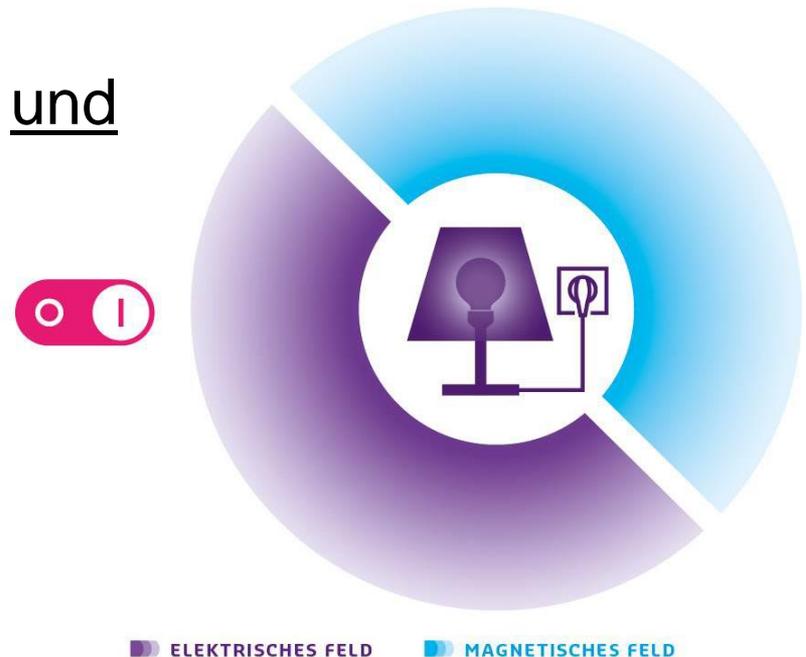
# Wie entstehen elektrische Felder?

- Das Kabel steckt in der Steckdose.
- Die Lampe ist ausgeschaltet.
- ▶ Es existiert ein elektrisches Feld.



# Wie entstehen magnetische Felder?

- Das Kabel steckt in der Steckdose.
- Die Lampe ist eingeschaltet.
- ▶ Es existiert ein elektrisches und ein magnetisches Feld.



# Elektrische und magnetische Felder in der Energieversorgung

**Für niederfrequente Felder (hier: 50 Hz) gilt:**

- Ursache des elektrischen Feldes (kV/m) ist die elektrische Spannung (kV).  
Das elektrische Feld ist unabhängig von der Stromstärke (A).
- Ursache des Magnetfeldes ( $\mu\text{T}$ ) ist die Stromstärke (A).  
Das Magnetfeld ist unabhängig von der elektrischen Spannung (kV).
- Felder der Energieversorgung sind leitungsgebunden  
und nehmen mit zunehmendem Abstand zur Feldquelle rasch ab.

# Wer macht was beim Thema „Grenzwerte“?

- Die gesetzlichen Grenzwerte sind in der 26. Verordnung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) festgeschrieben.



# 26. Verordnung zum Bundesimmissions-Schutzgesetz

(26. BImSchV, gültig seit 01.01.1997, Novellierung gültig seit 23.08.2013)

## Regelungen zu Schutz (§ 3) und Vorsorge (§ 4)

- Stromversorgungsanlagen (> 1kV) unterliegen der 26. BImSchV
- Schutz- bzw. Grenzwerte nur an Orten einzuhalten „die dem nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen dienen“
  - Grenzwerte (50 Hz):

elektrisches Feld:	<b>5 kV/m</b> (Kilovolt pro Meter)
magnetisches Feld:	<b>100 µT</b> (Mikrotesla)
- Vorsorge
  - Minimierung der Felder gemäß Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich
- Anforderungen für maximale Anlagenauslastung
- Durchführungsbestimmungen:  
„Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder“  
des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI)

# 26. Verordnung zum Bundesimmissions-Schutzgesetz

(26. BImSchV, gültig seit 23.08.2013)

## Wesentliche Änderungen und Regelungen durch Novellierung der 26. BImSchV im Jahr 2013:

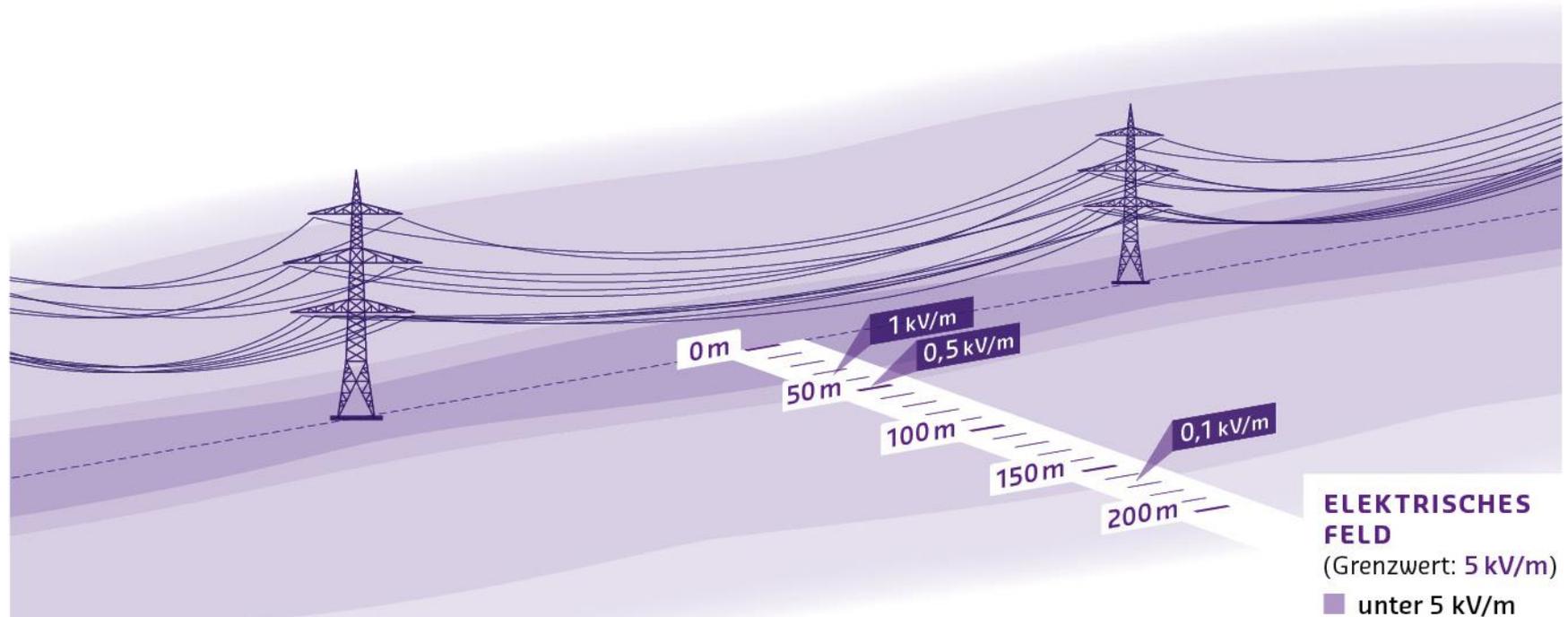
- Berücksichtigung von ortsfesten Hochfrequenzanlagen (§ 3) mit Frequenz zwischen 9 Kilohertz und 10 Megahertz im Abstand von bis zu 300 m
- Summation gemäß Anhang 2a:

$$\sum_{f=1\text{Hz}}^{10\text{ MHz}} \frac{\text{frequenzabhängiger Immissionsbeitrag } I_f}{\text{frequenzabhängiger Grenzwert } G_f} \leq 1$$

- Erweiterung des Vorsorgegedankens durch Einführung eines Minimierungsgebots gemäß Stand der Technik (§ 4)
- Überspannungsverbot von Gebäuden und Gebäudeteilen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei neuen Trassen in Planfeststellungsverfahren, die nach dem 22.08.2013 beantragt wurden.

# In der Nähe von Freileitungen (Wechselstrom)

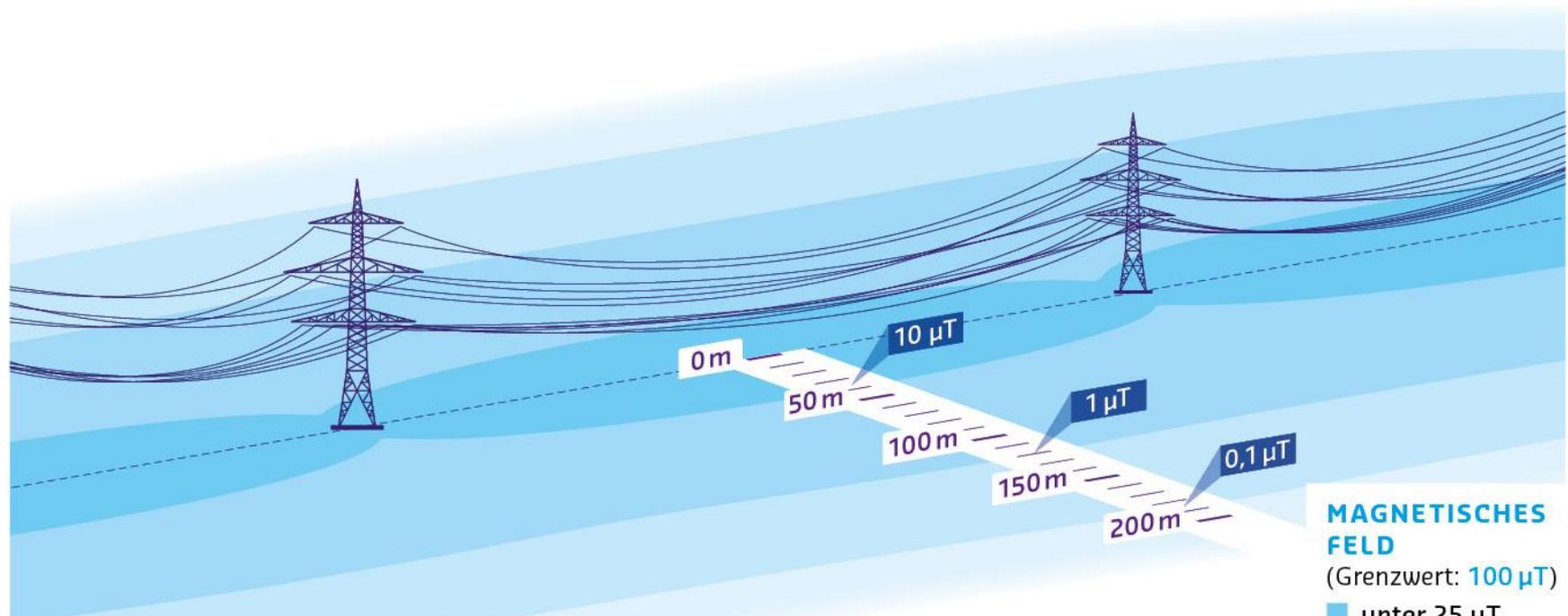
An einem typischen 110/380 kV-Masten treten folgende elektrische Felder auf:



- Typische 110/380 kV-Maste mit einer Masthöhe von 57,5 Metern und einem Mastabstand von 350 Metern
- Berechnung für maximale Leitungsauslastung
- Abstand zu Trassenmitte in Meter
- 110/380 kV Spannungsebene
- 15 m Abstand zwischen Leiterseil und Boden

# In der Nähe von Freileitungen (Wechselstrom)

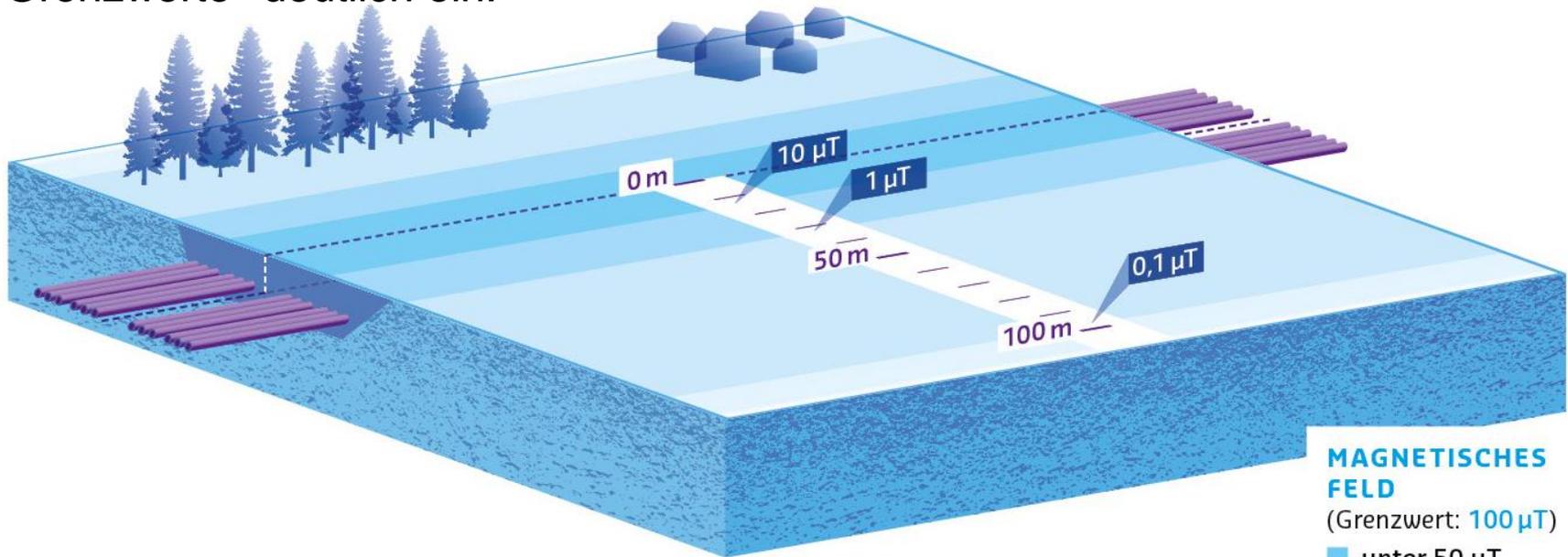
An einem typischen 110/380 kV-Masten treten folgende magnetische Felder auf:



- Typische 110/380 kV-Maste mit einer Masthöhe von 57,5 Metern und einem Mastabstand von 350 Metern
- Berechnung für maximale Leitungsauslastung
- Abstand zu Trassenmitte in Meter
- 110/380 kV Spannungsebene
- 15 m Abstand zwischen Leiterseil und Boden

# In der Nähe von Erdkabeln (Wechselstrom)

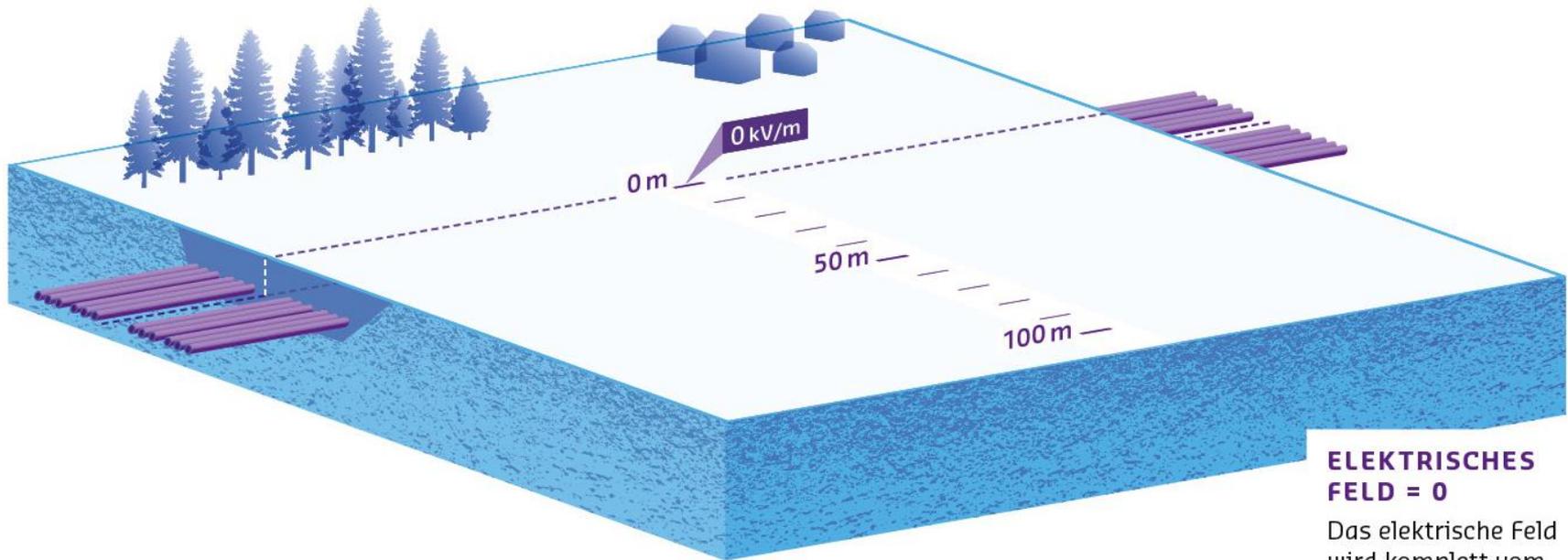
Selbst direkt über dem Erdkabel an der Erdoberfläche hält Amprion die Grenzwerte\* deutlich ein.



- Alle Feldwerte beziehen sich auf die Erdkabel-Pilotstrecke von Amprion in Raesfeld mit einer Spannungsebene von 380 Kilovolt, zwölf parallelen Einzelleitern und einer maximalen Leitungsauslastung.
- 380 kV Spannungsebene
- ca. 2 m Abstand zwischen Erdkabel und Erdoberfläche

# In der Nähe von Erdkabeln (Wechselstrom)

Das elektrische Feld wird komplett vom Kabel abgeschirmt.



**ELEKTRISCHES  
FELD = 0**

Das elektrische Feld  
wird komplett vom  
Kabel abgeschirmt

- Alle Feldwerte beziehen sich auf die Erdkabel-Pilotstrecke von Amprion in Raesfeld mit einer Spannungsebene von 380 Kilovolt, zwölf parallelen Einzelleitern und einer maximalen Leitungsauslastung.
- 380 kV Spannungsebene
- ca. 2 m Abstand zwischen Erdkabel und Erdoberfläche

# Korona-Ionen bei Hochspannungsleitungen

- Wenn eine Hochspannungsleitung unter Spannung steht, können Entladungen unmittelbar an den Leiterseile auftreten
- Diese sogenannten Korona-Entladungen entstehen bei Wechselstromleitungen vor allem bei feuchtem Wetter
- Bestandteile der Umgebungsluft können sich dabei elektrisch aufladen
- Es gibt trotz entsprechender Untersuchungen keinen Nachweis, dass dadurch Erkrankungen der Haut oder des Atemtraktes ergeben<sup>1,2,3</sup>
- Es gibt trotz entsprechender Untersuchungen keinen Nachweis, dass Korona-Ionen zu Krebserkrankungen führen<sup>4</sup>
- Auch für Gleichstromleitungen gibt es keinen Nachweis für gesundheitliche Gefahren<sup>5,6</sup>

<sup>1</sup> WHO: *Extremely low frequency fields, Environmental Health Criteria 238* (2007)

<sup>2</sup> Advisory Group on non-ionising Radiation (2004) *Particle deposition in the vicinity of power lines and possible effects on health*, Documents of the NRPB Vol. **15** No. 1

<sup>3</sup> A. Maitra, et al. (2005): *Corona ions from high voltage power lines are not associated with adverse effects on lung health, asthma, or atopy in young children: A longitudinal birth cohort study*. Thorax, 60:1117-1117, 2005

<sup>4</sup> J. Swanson et al: *Childhood cancer and exposure to corona ions from power lines: an epidemiological test*, J. Radiol. Prot. **34** 873 (2014)

<sup>5</sup> K. Runge, OECOS GmbH, Im Auftrag der Bundesnetzagentur (2012): *Umweltauswirkungen unterschiedlicher Netzkomponenten*

<sup>6</sup> FEMU, RWTH Aachen, im Auftrag der Bundesnetzagentur (2013): *Gesundheitliche Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder von Stromleitungen*

# Korona-Ionen bei Hochspannungsleitungen

## ■ Fazit

- Nach dem derzeitigen Stand von Wissenschaft und Forschung stellen die im Bereich von Hochspannungsfreileitungen auftretenden Ionenkonzentrationen in der Luft keine Gefährdung der allgemeinen Bevölkerung dar. Dies gilt sowohl für Wechsel- als auch Gleichstromfreileitungen. Das gesundheitliche Risiko ist nach Einschätzung der britischen Strahlenschutzbehörde und der Weltgesundheitsorganisation vernachlässigbar.

# Auswirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder auf Tiere und Pflanzen

In Bezug auf Auswirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder auf die belebte Umwelt, also Tiere und Pflanzen, kommt das Bundesamt für Strahlenschutz, in einer im April 2015 veröffentlichten Stellungnahme, zu dem Ergebnis, dass die für den Menschen gültigen Grenzwerte auch Tiere und Pflanzen ausreichend schützen.

Demnach gibt nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand keine belastbaren Hinweise auf eine Gefährdung von Tieren und Pflanzen durch niederfrequente und statische Felder unterhalb der Grenzwerte.

Die hierzu ausgewerteten Studien und Literaturquellen beziehen sowohl Säugetiere, als auch Vögel, Meerestiere und Pflanzen in diese Einschätzung mit ein.

# Auswirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder auf Tiere und Pflanzen

**Tiere: Keine negativen Einflüsse durch elektromagnetische Felder beobachtbar**

Quelle:

[http://www.bfs.de/DE/themen/emf/berichte/belebte-umwelt/belebte-umwelt\\_node.html](http://www.bfs.de/DE/themen/emf/berichte/belebte-umwelt/belebte-umwelt_node.html)

Aussagen zu wissenschaftlichen Untersuchungen verschiedenster Tier- und Pflanzenarten

Beispiel Bienen:

Das häufig beobachtete Bienensterben ist durch Krankheiten, Parasiten und Pestizide verursacht, aber nicht durch elektromagnetische Felder.



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!





Planungsdialog  
Borgholzhausen

# Information zur Waldentwicklung im Schutzstreifen einer Freileitung

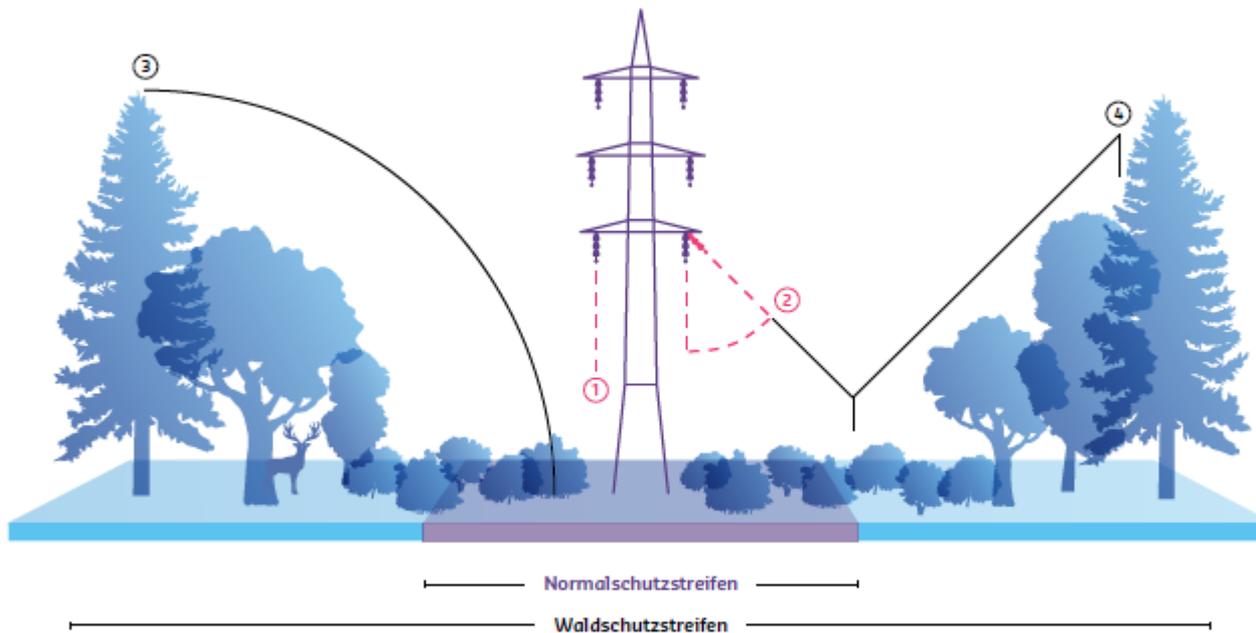
Jörg Finke-Staubach, Amprion GmbH

# Information zur Waldentwicklung im Schutzstreifen einer Freileitung

# Das Grundprinzip des Biotopmanagements

## AUFWUCHS NACH MASS

Die Vegetation auf der Trasse darf nicht zu dicht an das Leiterseil heranwachsen. Dabei ist auch zu beachten, wie stark sich das Leiterseil bei Erwärmung ausdehnt – und wie weit es dann maximal ausschlagen kann. In Mastnähe und am Rand des Schutzstreifens können Sträucher und Bäume höher wachsen als in der Spannfeldmitte.



① Durchhang des ruhenden Leiterseiles (bei 80°C + Reckwert nach DIN VDE 0210)

② Durchhang des ausgeschwungenen Leiterseiles (bei 40°C + Reckwert nach DIN VDE 0210)

③ Fallkurve des Randbaumes bei erreichter Endwuchshöhe

④ Begrenzung der Endwuchshöhe durch Förderung von Waldrandstrukturen

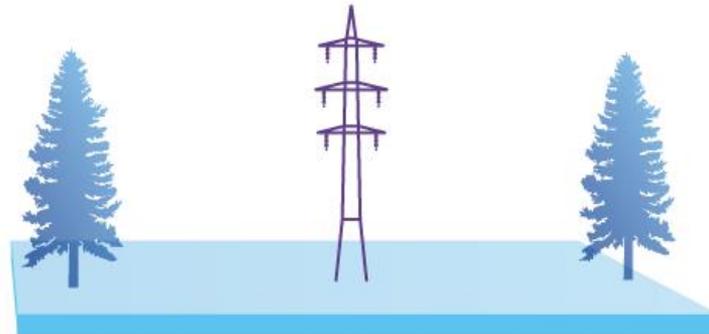
# Waldentwicklung im Schutzstreifen – früher

## FRÜHERER PFLEGEGRUNDSATZ: SELTEN UND INTENSIV EINGREIFEN

Früher wurden seltene, dafür aber intensive Pflegemaßnahmen durchgeführt. Dabei wurden die Bäume und Sträucher auf der Trasse vollständig entnommen – es entstand eine Schneise.



Gleichförmiger Trassenbewuchs



Pflegemaßnahme: vollständige Entnahme der  
Bäume und Sträucher in Leitungsnähe

# Waldentwicklung im Schutzstreifen – heute

## HEUTIGER PFLEGEGRUNDSATZ: HÄUFIGER UND EXTENSIV EINGREIFEN

Um ausreichend Abstand zwischen den Leiterseilen und der Vegetation zu schaffen, greifen wir heute häufiger ein. Dabei schneiden wir Bäume und Sträucher möglichst schonend und vorausschauend zurück.



Vor der Pflegemaßnahme



Nach der Pflegemaßnahme















Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!





Planungsdialog  
Borgholzhausen

*Kaffeepause*



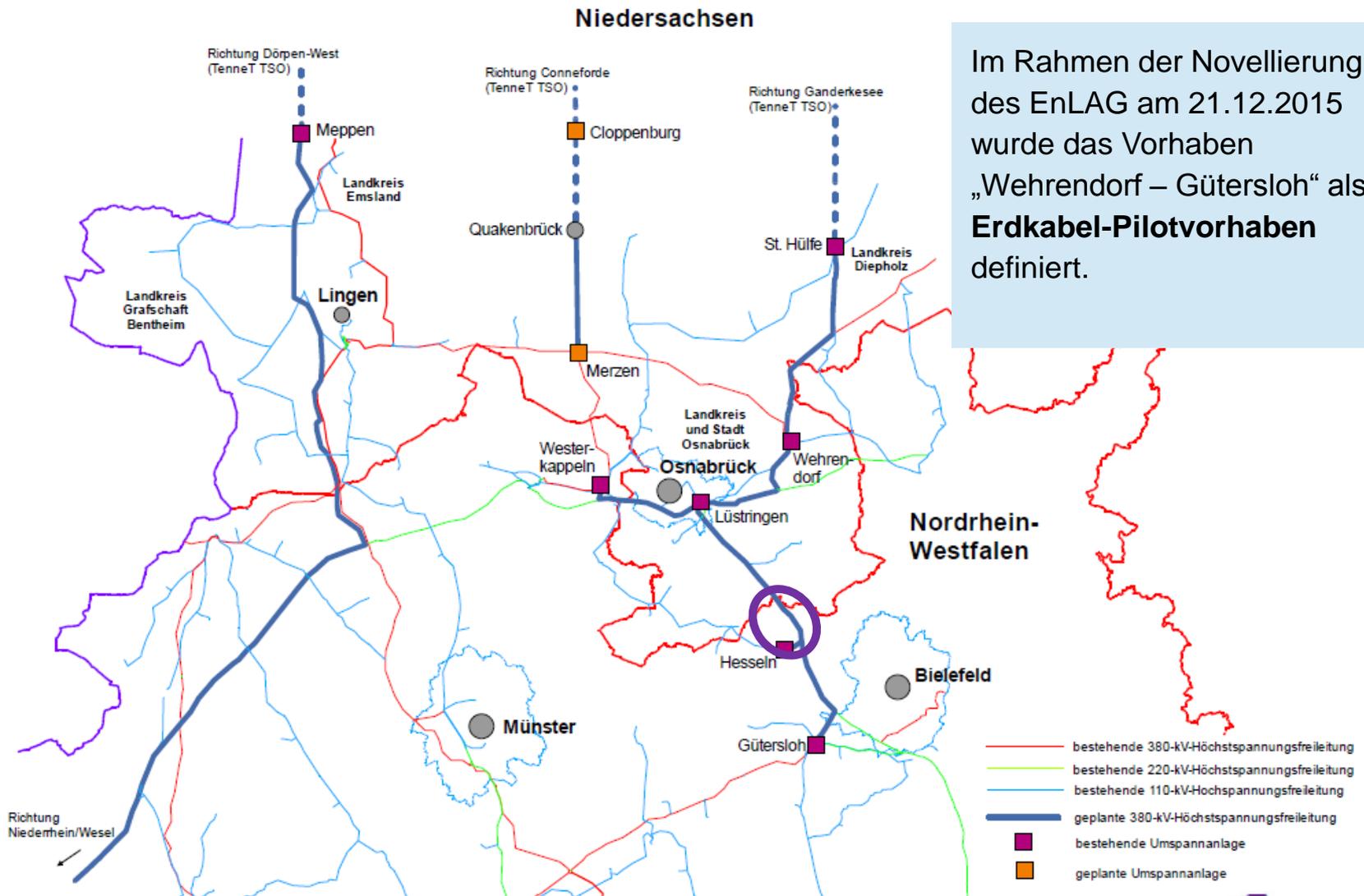
Planungsdialog  
Borgholzhausen

# Erdkabel: Technologie und Trassenfindung, Bauverfahren

Tim Cofalka, Amprion GmbH

Mögliche Teilerdverkabelung Raum  
Borgholzhausen im Rahmen des EnLAG  
Vorhaben Nr. 16

# Energieverteilung in der Region



# Trassierungskriterien bei Teilerdverkabelung

## Grundsätzliche Trassierungskriterien:

- Berechnung netzplanerischer Möglichkeiten und Einschränkungen hinsichtlich Netzstabilität
- Kollisionsprüfung mit nationalen und internationalen Schutzausweisungen (NSG, VSG, WSG, Natura 2000)
- Berücksichtigung und Umsetzung Bundes-Bodenschutz Gesetz
- Kollisionsprüfung mit planerischen Vorbehaltsgebieten (Rohstoffabbau, laufende Genehmigungsverfahren, etc.)
- Kollision mit Siedlungsbereichen bzw. bebauten Flächen
- Baugrund, Geologie, Hydrogeologie in Bereichen von Wasserschutzzonen

# Trassierungskriterien bei Teilerdverkabelung

## Erweiterte Trassierungskriterien:

- Autobahnen und andere lineare Infrastrukturen
- Bahntrasse (Folge: eingeschränkte Wahl der Bauverfahren und Berücksichtigung umfangreicher DB Regelwerke)
- Gewässer
- Topografie (Folge: umfangreiche Erdbewegungen für Trasse und KÜS)
- Grundwasserstände (temporäre Wasserhaltungsmaßnahmen)
- Archäologie und Vorbelastung durch Kampfmittel

## Projektspezifische Trassierungskriterien im Projektraum Borgholzhausen:

- Aktuell zwei Netzbetreiber (Amprion, Westnetz) in vorhandener Trasse  
→ Mitführung der vorh. 110 kV Freileitung

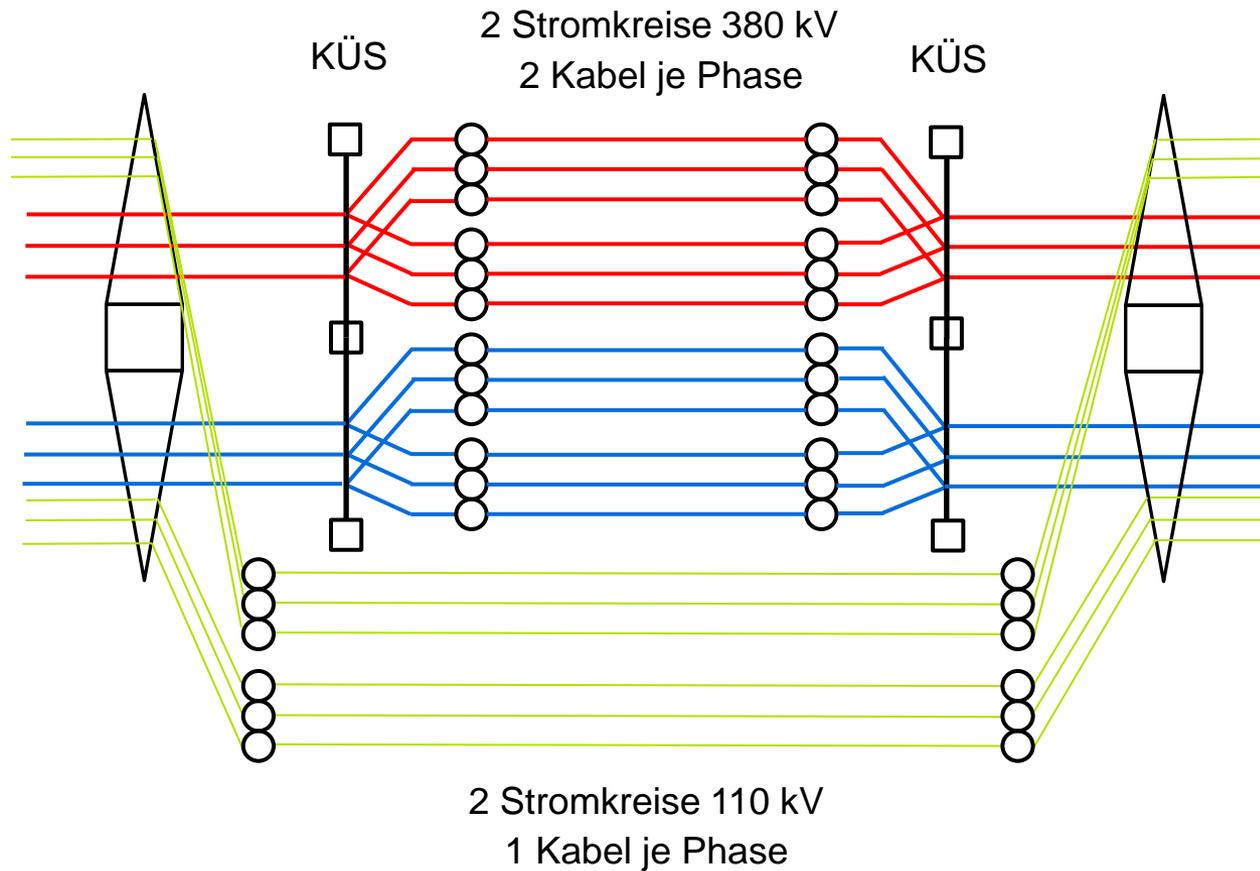
# Projektraum Borgholzhausen



# Draufsicht auf Untersuchungsraum



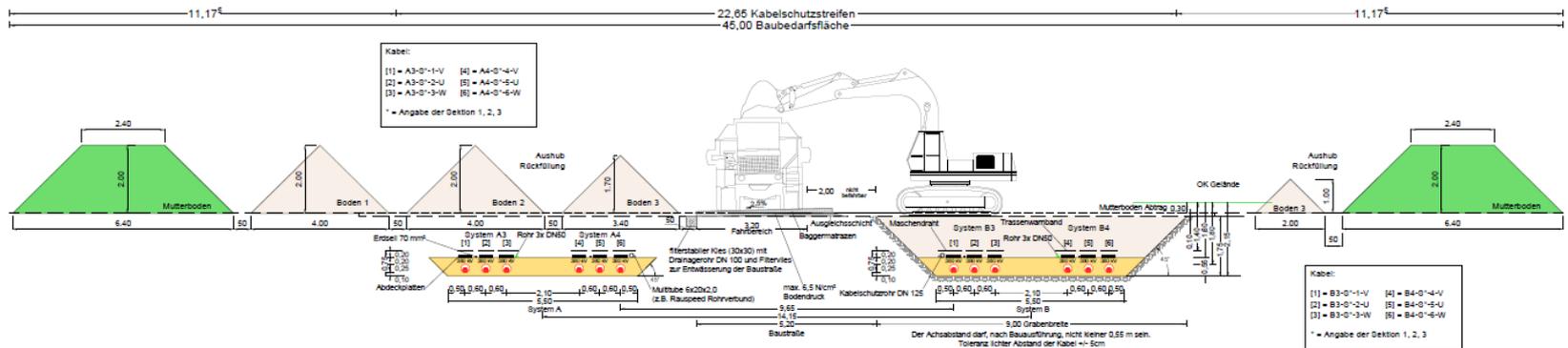
# Konzept der Zwischenverkabelung



# Offene und geschlossene Bauweise

# Beispiel Offene Bauweise (Regelbauweise)

Grabenprofil Regelgraben mit 4 Bodenschichten (einschl. Mutterboden)  
2. Bauabschnitt



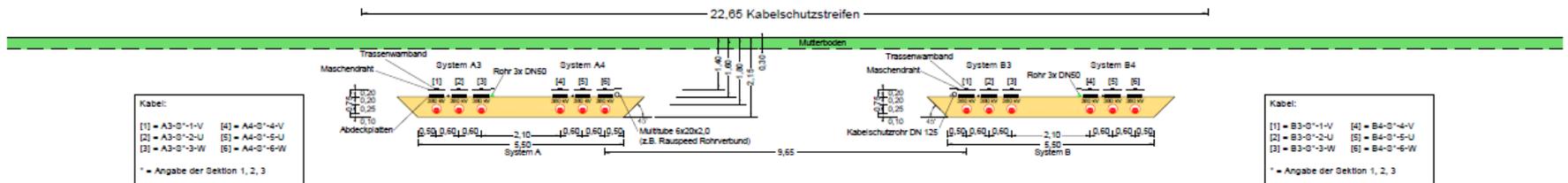
Beispiel TEV Borken

## Regelgrabendesign Teilerdverkabelung Borken:

- Baubedarfsflächenbreite ca. 45m; abhängig von Baugrund und örtlichen Gegebenheiten
- Kabelschutzstreifenbreite ca. 25m
- Trennung der verschiedenen Bodenschichten
- Tiefenlage ca. 1,60 m -2,00 m

# Offene Bauweise - nach Fertigstellung

Grabenprofil Regelgraben mit 4 Bodenschichten (einschl. Mutterboden) nach Fertigstellung



## Auslegungskriterien für Regelgrabendesign:

- zu übertragende Leistung
- vorhandener Baugrund
- lokale Grundwassersituation
- Topographie
- Verlegetiefe der Schutzrohranlage

# Offene Bauweise – Regelgraben

(Bauphase)



1. Schichtenweise Bodentrennung
2. Schutzrohranlage
3. Zeitweise fließfähiger, selbstverdichtender Verfüllbaustoff mit Auftriebssicherung
4. Begleitleitungen
5. Trassenwarnband
6. Rückverfüllung

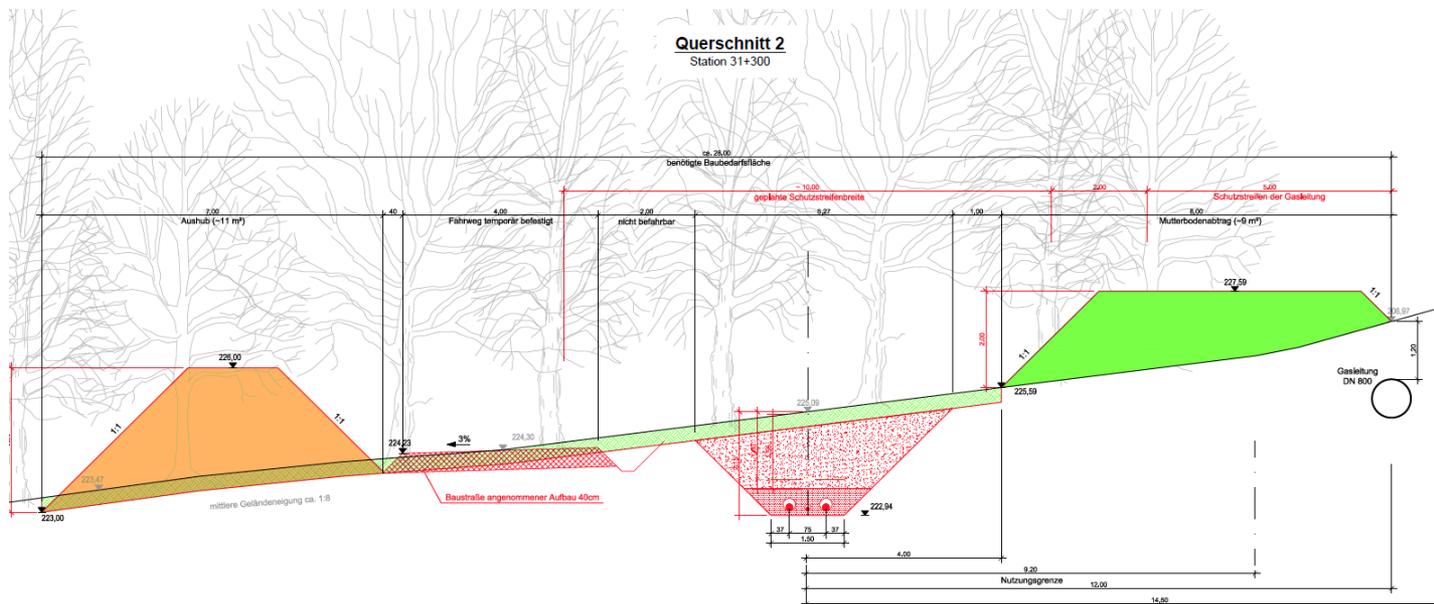
# Offene Bauweise – Regelgraben

(Rekultivierungsphase)



- Vollständige Rückverfüllung
- Andecken des Oberbodens
- Vorbereitung der Rekultivierung
- Begleitung durch Sachverständigen

# Sonderfall – Trassenverlauf in Hanglage am Vorplanungsbeispiel ALEGrO



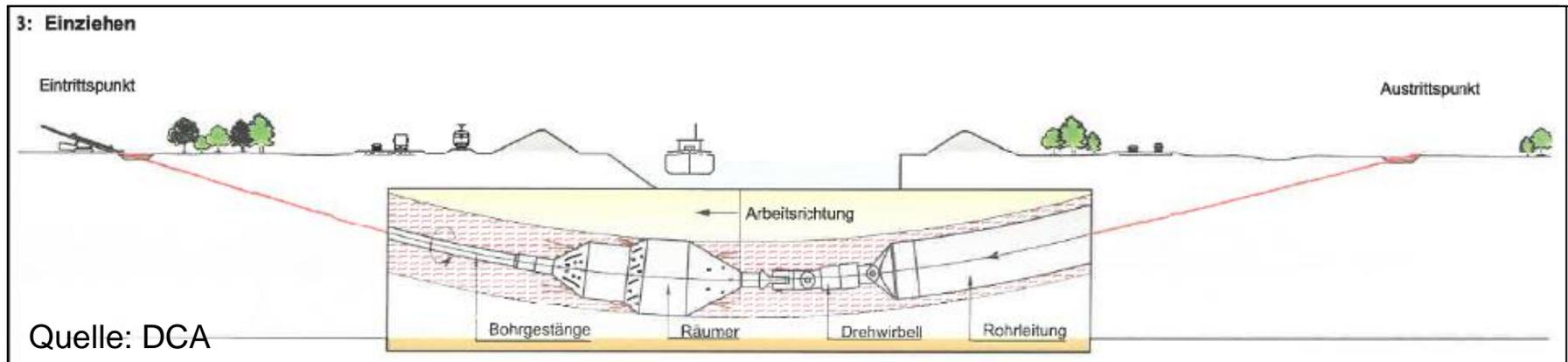
- besondere Herausforderungen an Bodenmanagement
- Erdbewegungen umfangreicher als bei ebenem Trassenverlauf
- erschwerter Einbau Flüssigboden

# TEV nach Abschluss der Baumaßnahme



- o.l.: Kabeltrasse mit Landwirtschaft
- o.r.: Kabeltrasse begrünt
- u.l.: Muffenschächte

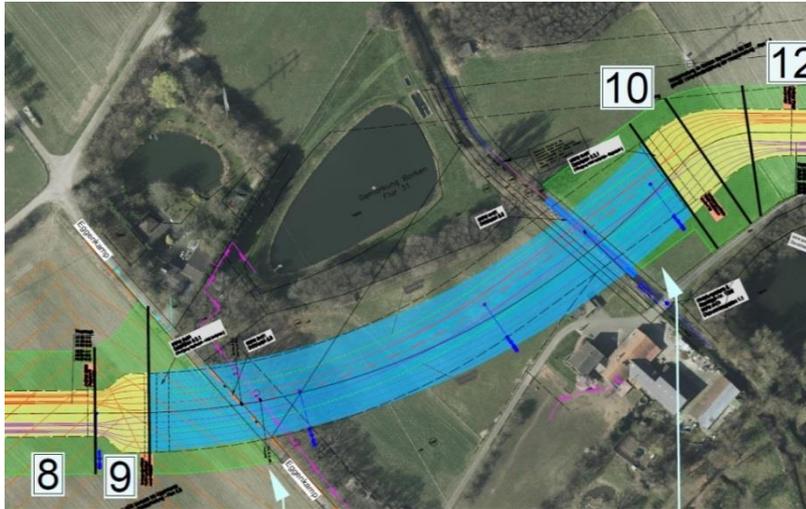
# Geschlossene Bauweise Horizontal Directional Drilling (HDD)



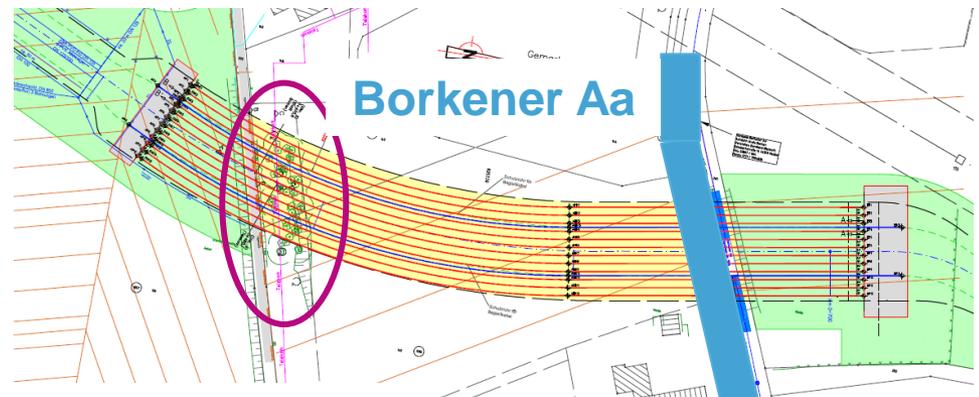
1. Pilotbohrung erfolgt anhand einer 2 oder 3-dimensional gekrümmten Soll-Bohrlinie
2. Aufweitung der Pilotbohrung auf einen größeren Durchmesser
3. Einziehvorgang des Produktenrohres

Weitere geschlossene Verfahren z. B. Pilotrohrvortrieb, Direct Pipe, etc. stehen in Abhängigkeit vom örtlichen Baugrund zur Verfügung

# Beispiel Grabenloser Querung in Borken



- Horizontales Spülbohrverfahren
- Länge ca. 320 m
- 12 + 2 Spühlborhungen
- Abstand Schutzrohre von ca. 3 m



**Allee mit  
alten Bäumen**



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!





Planungsdialog  
Borgholzhausen

# Technik: Kabelübergabestation

Carsten von Rymon-Lipinski, Amprion GmbH

# Technik der Kabelübergabestation (KÜS)

# Agenda

- 1. Kabelübergabestationen zur Netzanbindung**
- 2. Layout KÜS ohne Drosselspulen**
- 3. Betriebsmittel einer KÜS**
- 4. Layout KÜS mit Drosselspulen**

# Kabelübergabestation zur Netzanbindung

Dort, wo die Kabel in die Erde hinein- oder wieder herausgeführt werden, bauen wir Kabelübergabestationen – kurz KÜS.

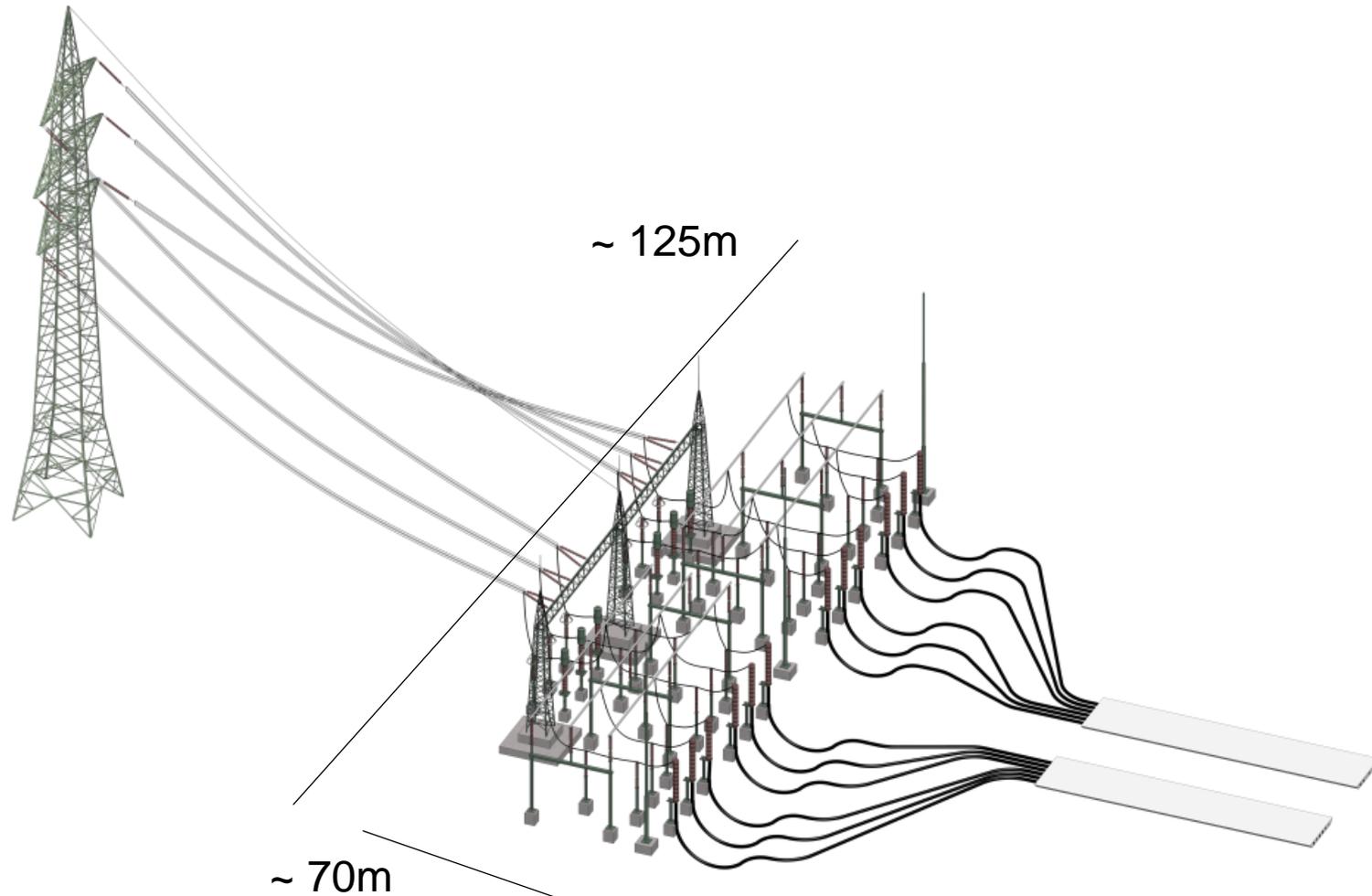
Sie sind jeweils notwendig, um Freileitungen und Erdkabel miteinander zu verbinden.

Eine solche Station ähnelt einer kleinen Umspannanlage.

Im Wechselspannungsnetz sind bei längeren Kabelabschnitten darüber hinaus Drosselspulen erforderlich, um die Blindleistung zu kompensieren.

Sie benötigen zusätzliche Schaltvorrichtungen und erhöhen damit den Platzbedarf der gesamten Kabelübergabestation.

# Kabelübergabestation ohne Drosselspulen

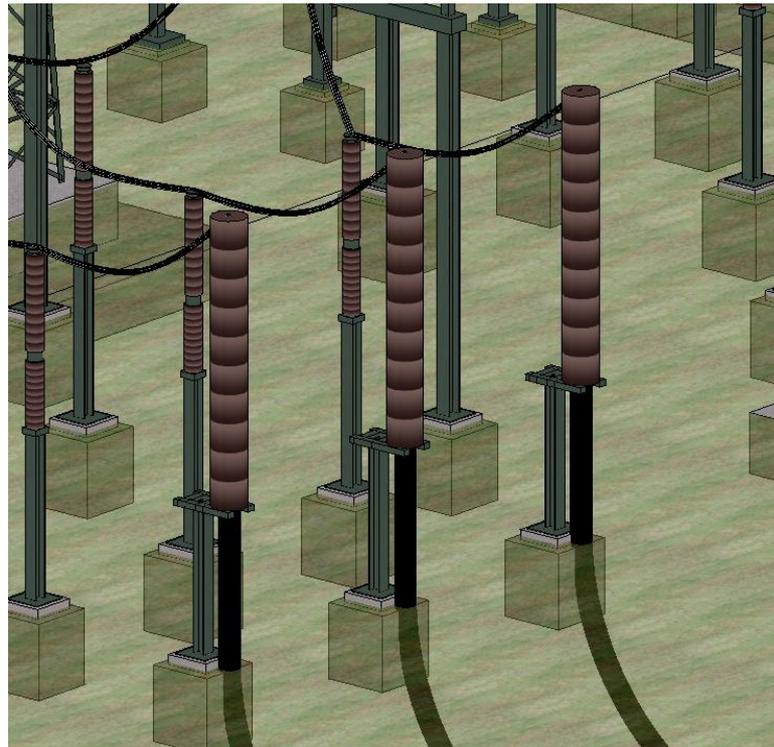


Schematische Darstellung einer 380 kV Kabelübergabestation

# Kabeldurchführungen

Mit Kabeldurchführungen werden die Freileitungsseile über die Sammelschiene mit den unterirdisch verlegten Kabeln verbunden.

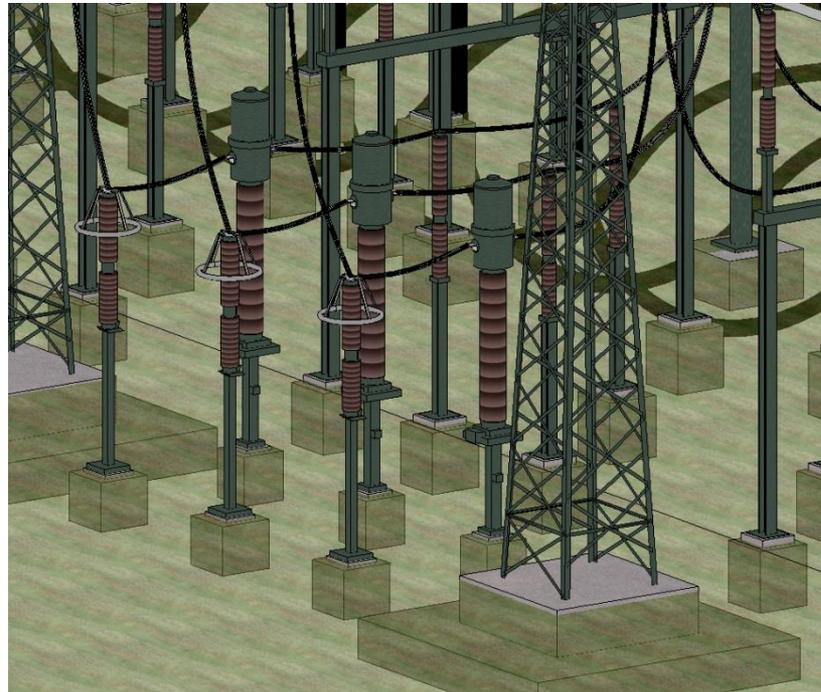
Isolatoren sorgen hierbei für den notwendigen Abstand, um elektrische Überschlage zu vermeiden.



# Strom- und Spannungswandler

Für Netzbetrieb und Schutztechnik sind Strom und Spannungswandler eingebaut.

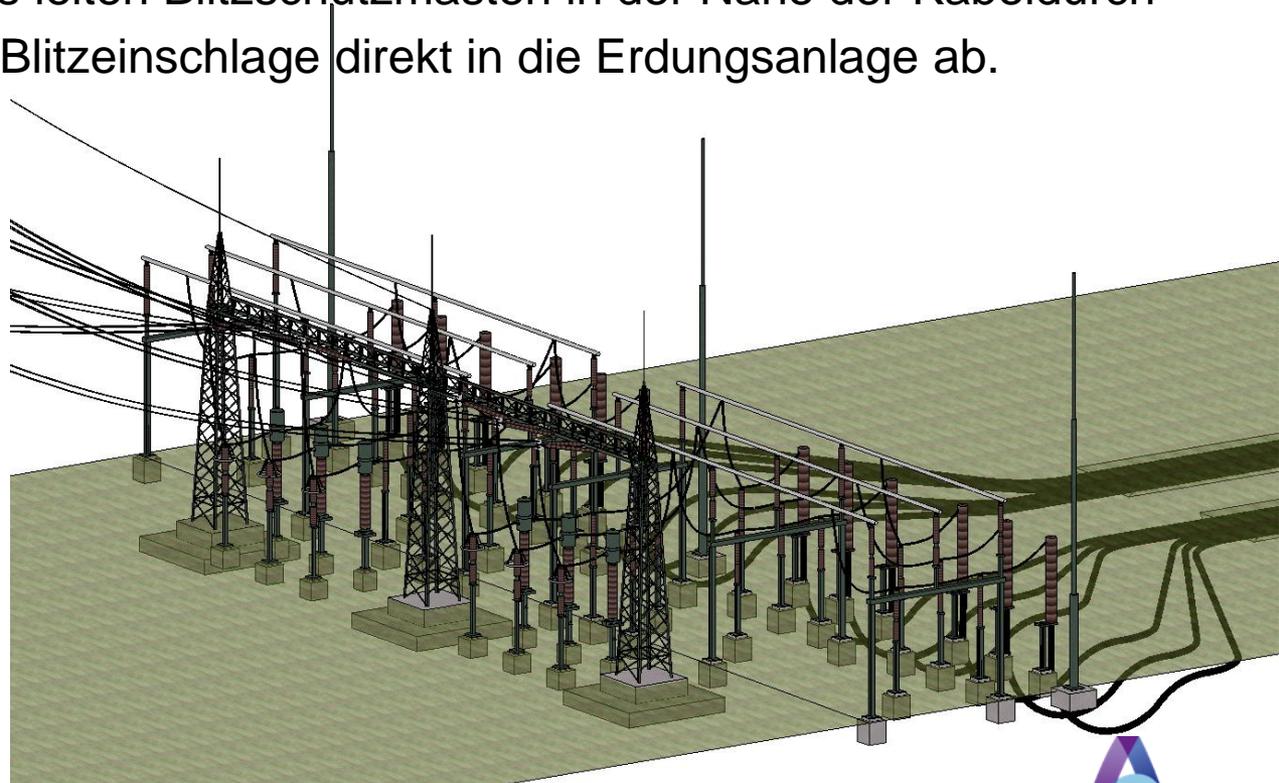
Die Schutzgeräte nutzen die Messsignale von Strom und Spannung, um bei Bedarf Schalthandlungen in den Schaltanlagen zu initiieren.



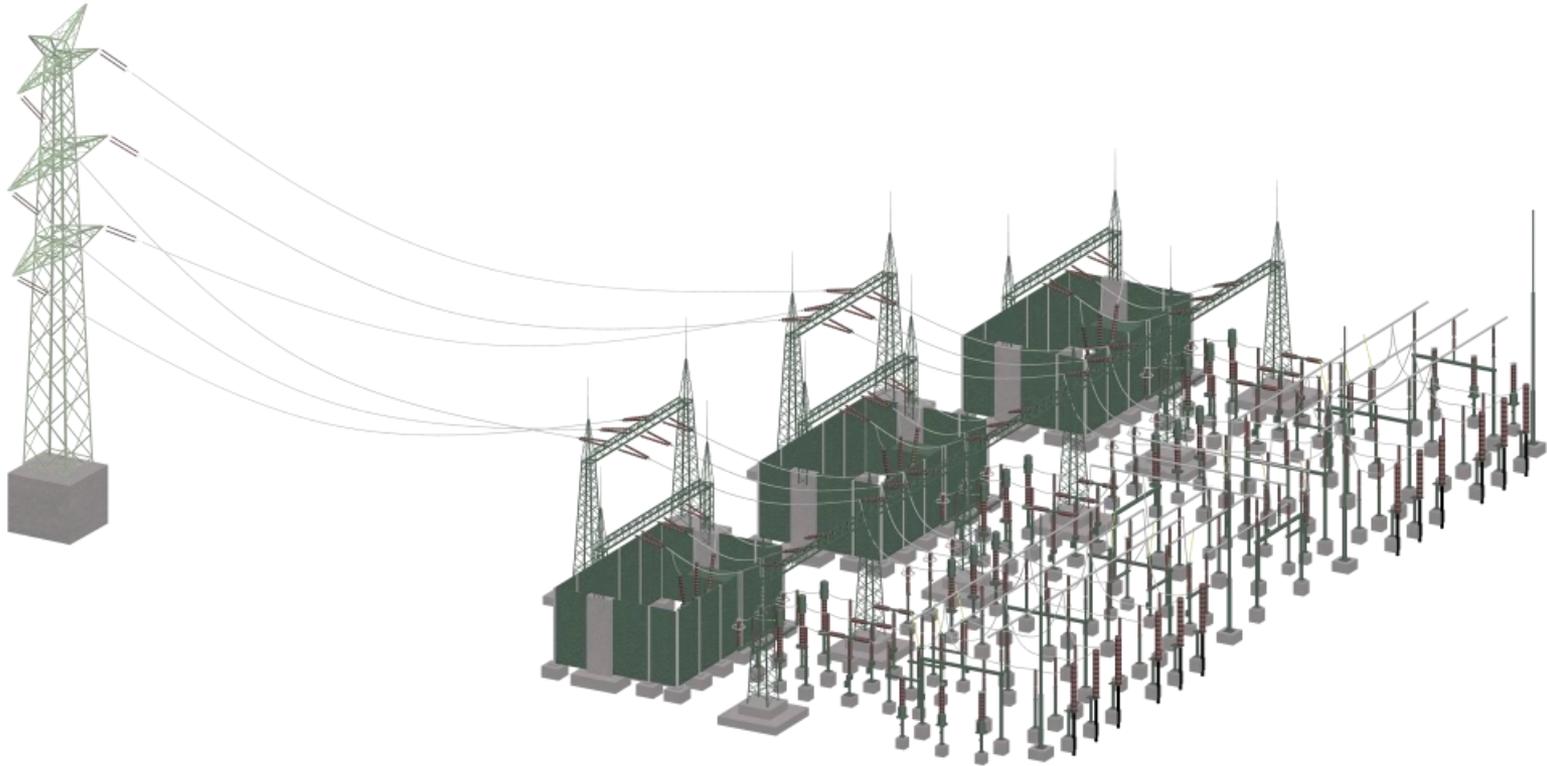
# Überspannungsschutz

Bei Gewitter werden atmosphärische Überspannungen infolge eines Blitzeinschlags mit Ableitern begrenzt - Dies sichert die Langlebigkeit der Kabelanlage.

Darüber hinaus leiten Blitzschutzmasten in der Nähe der Kabeldurchführungen die Blitzeinschläge direkt in die Erdungsanlage ab.



# Kabelübergabestation mit Drosselspulen



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!





Planungsdialog  
Borgholzhausen

# Vorschlag: Idee einer möglichen Teilerdverkabelung in Borgholzhausen

Jörg Finke-Staubach, Amprion GmbH