

SCHALT- UND UMSPANN- ANLAGEN

KNOTENPUNKTE UNSERES STROMNETZES

INHALT

02

DIE AUFGABEN VON AMPRION

05

DAS STROMNETZ

06

DIE AUFGABEN VON SCHALT- UND UMSpanNANLAGEN

10

DER AUFBAU

12

DIE BAUTEILE VON SCHALT- UND UMSpanNANLAGEN

16

DIE BLINdleISTUNGSKOMPENSATION

20

DIE LASTFLUSSSTEUERUNG

22

DER RECHTLICHE RAHMEN

24

DER ANSPRUCH: NACHHALTIGKEIT

30

GROSSE MENGEN VERLUSTARM ÜBER WEITE STRECKEN TRANSPORTIEREN

32

HIGHTECH FÜR DIE ENERGIEWENDE

34

DIE BAUMASSNAHMEN

40

KOMMUNIKATION VON DER PLANUNG BIS ZUR INBETRIEBNAHME

42

IMPRESSUM

43

KONTAKT

AMPRION IM KURZPROFIL

Amprion ist **EINER VON VIER
ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBERN**
in Deutschland.

11.000 KILOMETER
lang ist unser Übertragungsnetz. Es transportiert
Strom in einem Gebiet von der Nordsee
bis zu den Alpen.

29 MILLIONEN MENSCHEN
leben in unserem Netzgebiet. Dort
wird etwa ein Drittel der Wirtschaftsleistung
Deutschlands erzeugt.

36,4 MILLIARDEN EURO
investieren wir in den kommenden fünf Jahren
bis 2029 in den Umbau und Ausbau unseres Netzes.

3.100 BESCHÄFTIGTE
tragen dazu bei, dass die Lichter immer leuchten.
Sie arbeiten in Dortmund und an mehr als
30 weiteren Standorten im Netzgebiet.

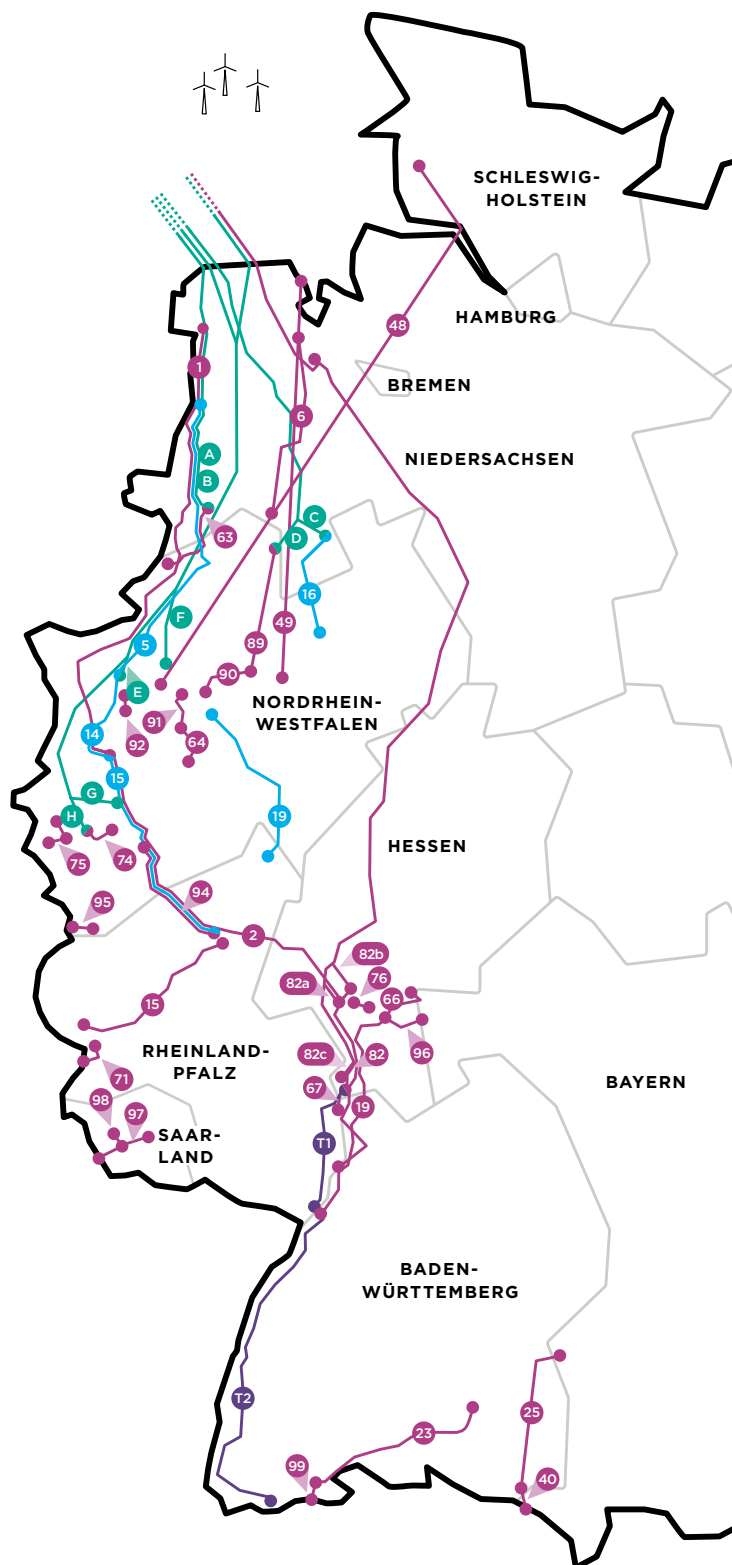
LEITUNGSBAUPROJEKTE VON AMPRION

LEITUNGSBAUPROJEKTE AUS DEM ENERGIELEITUNGSBAUGESETZ (ENLAG-NR.)

- 5 Dörpen West > Niederrhein
- 14 Niederrhein > Uftort > Osterath
- 15 Osterath > Weißenthurm
- 16 Wehrendorf > Gütersloh
- 19 Kruckel > Dauersberg

LEITUNGSBAUPROJEKTE AUS DEM BUNDEBEDARFSPLANGESETZ (BBPLG-NR.)

- 1 Emden Ost > Osterath (A-Nord)
- 2 Osterath > Philippsburg (Ultranet)
- 6 Conneforde > Landkreis Cloppenburg > Merzen/Neuenkirchen
- 15 Metternich > Niederstedem
- 19 Urberach > Weinheim > Daxlanden
- 23 Herbertingen > Waldshut-Tiengen
- 25 Wullenstetten > Niederwangen
- 40 Neuravensburg > Bundesgrenze Österreich
- 48 Heide/West > Polsum (Korridor B)
- 49 Wilhelmshaven/Landkreis Friesland > Lippetal/Welver/Hamm (Korridor B)
- 63 Hanekenfähr > Gronau
- 64 Hattingen > Linde
- 66 Urberach > Dettingen > Großkrotzenburg
- 67 Bürstadt > BASF
- 71 Landkreis Trier-Saarlouis > Bundesgrenze Luxemburg
- 74 Oberzier > Blatzheim
- 75 Siersdorf > Zukunft > Zukunft > Verlautenheide
- 76 Kriftel > Farbwerke Höchst-Süd
- 82 Ovelgönne/Rastede/Wiefelstede/Westerstede > Bürstadt (Rhein-Main-Link)
- 82a Ovelgönne/Rastede/Wiefelstede/Westerstede > Hofheim am Taunus (Rhein-Main-Link)
- 82b Grenzkorridor N-III - Kriftel (Rhein-Main-Link)
- 82c Grenzkorridor N-III - Bürstadt/Biblis/Groß-Rohrheim/Gernsheim/Biebesheim am Rhein (Rhein-Main-Link)
- 89 Westerkappeln > Gersteinwerk
- 90 Gersteinwerk > Lippe > Mengede
- 91 Emscherbruch > Hattingen
- 92 Walsum > Beeck
- 94 Sechtem > Ließem > Weißenthurm
- 95 Dahlem > Bundesgrenze Belgien
- 96 Aschaffenburg > Urberach
- 97 Uchtelfangen > Ens Dorf > Bundesgrenze Frankreich
- 98 Fraulautern > Saarwellingen/Saarlouis/Dillingen > Diefflen
- 99 Waldshut-Tiengen > Bundesgrenze Schweiz



LEITUNGSBAUPROJEKTE AUS DEM NETZENTWICKLUNGSPLAN (NEP): P310 BÜRSTADT - KÜHMOOS

- T1 Teilprojekt Bürstadt > Maximiliansau
- T2 Teilprojekt Kühmoos > Maximiliansau

OFFSHORE-NETZANBINDUNGSSYSTEME

- | | | | |
|---|---------|---|------------------------------------|
| A | DolWin4 | E | Windader West (NVP Niederrhein) |
| B | BorWin4 | F | Windader West (NVP Kusenhurst) |
| C | BalWin1 | G | Windader West (NVP Rommerskirchen) |
| D | BalWin2 | H | Windader West (NVP Oberzier) |



Mike Dokter



Daniel List

Liebe Leserinnen und Leser,

Schalt- und Umspannanlagen sind die Knotenpunkte unseres Stromnetzes. Sie verbinden das Übertragungsnetz mit den Verteilnetzen, Erzeugungsanlagen und großen Industrieunternehmen. Ihre Hauptaufgaben sind das Ein- und Ausschalten der Stromleitungen und das Umspannen der elektrischen Energie auf eine andere Spannungsebene. In den kommenden Jahren machen wir von Amprion viele Schalt- und Umspannanlagen fit für die Energiewelt von morgen. Wie unsere Schalt- und Umspannanlagen aufgebaut sind, wie wir sie betreiben und ausbauen, darüber wollen wir Sie in dieser Broschüre informieren.

Mit freundlichen Grüßen

Mike Dokter
Teamleiter Genehmigung Süd

Daniel List
Teamleiter Genehmigung Nord

DIE AUFGABEN VON AMPRION NETZAUSBAU FÜR DIE ENERGIEWENDE

UNSERE LEITUNGEN: LEBENSADERN DER GESELLSCHAFT

Das Stromnetz in Deutschland ist ähnlich aufgebaut wie das Straßennetz: Es gibt Strecken für den Fernverkehr – das Übertragungsnetz – und Strecken für den Nahverkehr – die Verteilnetze. Den Fernverkehr verantworten vier Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB). Amprion ist einer von ihnen. Unser Übertragungsnetz erstreckt sich über 11.000 Kilometer in einem Gebiet von der Nordsee bis zu den Alpen.

Unsere Leitungen sind Lebensadern der Gesellschaft. Sie transportieren den Strom für 29 Millionen Menschen und tausende Unternehmen. So sichern sie Lebensqualität und Arbeitsplätze. Wir halten das Netz stabil und sicher, damit die Lichter immer leuchten.

ENERGIELANDSCHAFT IM WANDEL

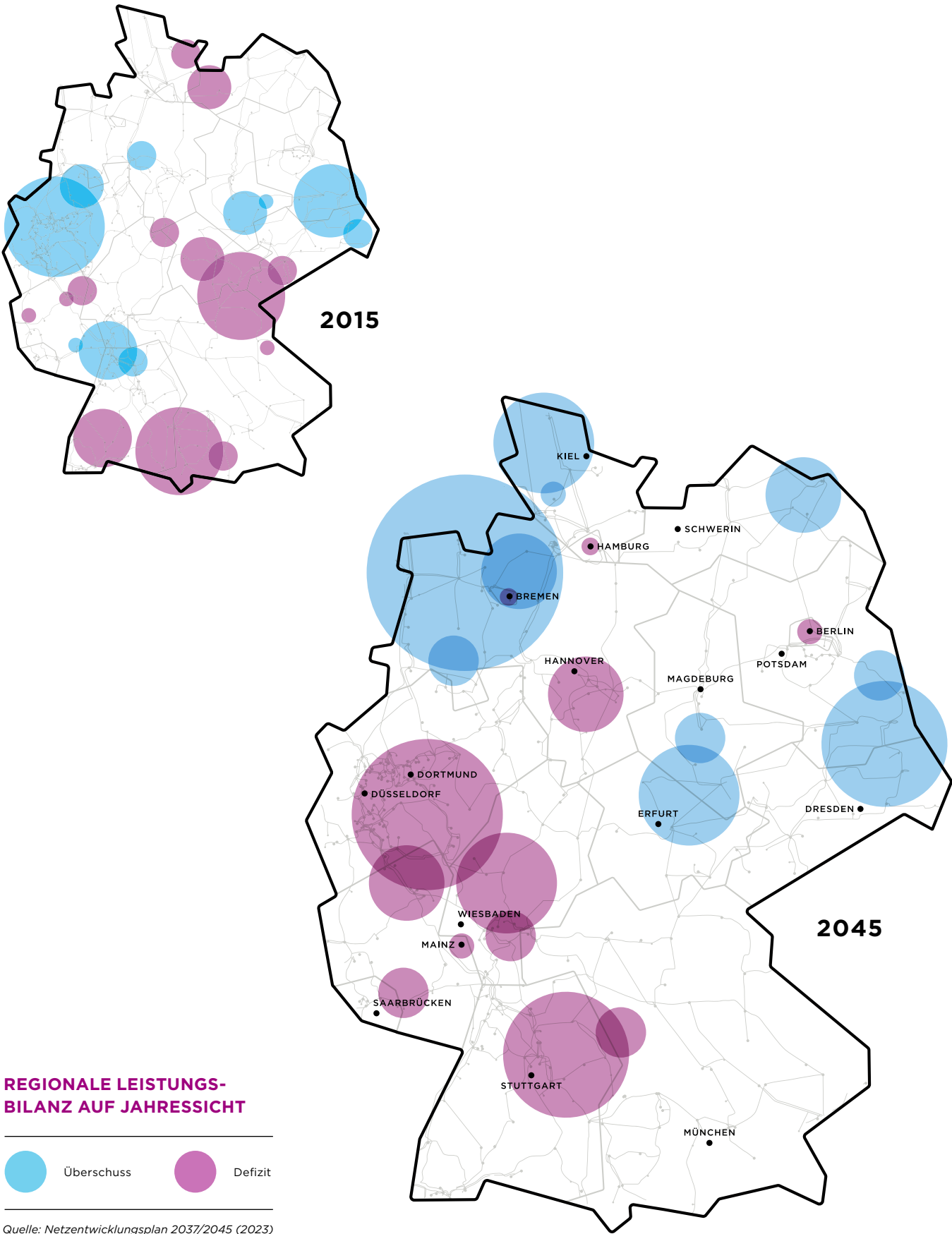
Deutschland will bis 2045 klimaneutral werden und setzt auf Strom aus erneuerbaren Energien. Er wird vor allem dort erzeugt, wo das Wetter dafür günstig ist – und nicht mehr dort, wo der Bedarf am höchsten ist. Die Energielandschaft (siehe Grafik rechts) verändert sich daher grundlegend: Im Norden wird der Ausbau der Windkraftanlagen – aufs Jahr gerechnet – zu hohen Stromüberschüssen führen. Im Westen und Süden liegen die industriellen Verbrauchszentren. Deren hohe Strombedarfe werden 2045 nicht mehr durch konventionelle Kraftwerke gedeckt. Dies führt dazu, dass der Westen zur größten Stromimportregion Deutschlands wird.

Im Süden wird der Ausbau der Photovoltaikanlagen die Stromdefizite senken. Amprion baut das Übertragungsnetz aus, damit sich diese Stromüberschüsse und -defizite ausgleichen. Das Übertragungsnetz wird 2045 vor allem Strom aus dem Norden in den Westen und Süden transportieren. In sonnigen Stunden mit hoher Einspeisung aus Photovoltaikanlagen wird sich die Richtung des Stromflusses immer öfter umdrehen: Es fließt Strom aus dem Süden nach Westen und Norden.

BEDARFSGERECHTER NETZAUSBAU

Amprion bereitet den Weg für ein klimaneutrales Energiesystem und treibt den Netzausbau voran. Wir entsprechen damit unserem gesetzlichen Auftrag. Er schließt ein, die jeweils wirtschaftlichste und nachhaltigste Lösung zu suchen. Das heißt: Wir prüfen zunächst, ob wir unser Netz an geeigneten Stellen optimieren können. Erst wenn diese Möglichkeiten ausgeschöpft sind, kommt eine Verstärkung oder sogar ein Neubau infrage. Insgesamt werden wir das Höchstspannungsnetz auf einer Länge von 9.300 Kilometern verstärken und ausbauen. Dafür investiert Amprion bis 2029 mehr als 36,4 Milliarden Euro.

Alle wesentlichen Ausbauprojekte finden sich im Netzentwicklungsplan (NEP), in dem die deutschen ÜNB nach einem gesetzlich definierten Prozess alle zwei Jahre den Netzausbaubedarf ermitteln und zur Konsultation stellen. Die Bundesnetzagentur (BNetzA) prüft die Planungen und bestätigt die Vorhaben, die durch die ÜNB umzusetzen sind.





DAS STROMNETZ

DIE VERSCHIEDENEN SPANNUNGSEBENEN

Der Weg des Stroms von den Erzeugungsanlagen bis in die Steckdosen führt über Stromnetze verschiedener Spannungsebenen: vom überregionalen Übertragungsnetz von Amprion über die nachgelagerten Verteilnetze bis zu den lokalen Niederspannungsnetzen. Die Umspannanlagen verbinden die unterschiedlichen Spannungsebenen miteinander.

DAS ÜBERTRAGUNGSNETZ

Das Übertragungsnetz lässt sich mit Autobahnen vergleichen: Es verbindet die Regionen in Europa und Deutschland untereinander, nimmt große Mengen elektrischer Energie von großen Erzeugungsanlagen, wie konventionellen Kraftwerken und Windparks, auf und transportiert sie über weite Strecken. Betrieben wird das Übertragungsnetz mit einer Spannung von 380 oder 220 Kilovolt (kV) – der sogenannten Höchstspannung. Kommt es zu einer Großstörung auf der Höchstspannungsebene, wirkt sich diese auf die etwa 900 nachgelagerten Netze aus.

In den vergangenen Jahren hat unser Netz immer mehr elektrische Energie regenerativer Erzeugungsanlagen übertragen – und zwar genau dann, wenn die Anlagen mehr Strom erzeugen, als in der jeweiligen Region benötigt wird. In Situationen mit Erzeugungsüberschuss „wandert“ der Strom vom Verteilnetz in das Übertragungsnetz. So fließt beispielsweise Sonnenstrom aus dem Süden oder Windenergie aus dem Norden Deutschlands in unterversorgte Regionen und industrielle Ballungszentren.

DIE VERTEILNETZE

Die Verteilnetze ähneln dem Straßennetz aus Landes- und Kreisstraßen. Sie beziehen die elektrische Energie unter anderem aus dem Übertragungsnetz und verteilen sie mit einer Spannung von 110 kV – der sogenannten Hochspannung – weiter an Stadtwerke und größere Industrieunternehmen. Photovoltaikanlagen und Windparks speisen teilweise direkt in dieses Netz ein. Um den Strom weiter in die Städte und Unternehmen einer Region zu transportieren, wird die Spannung nochmals reduziert, auf 30 bis 10 kV – die sogenannte Mittelspannung. In Netze dieser Spannungsebene speisen kleinere Kraftwerke und Erneuerbare-Energien-Anlagen ein. Die letzte Etappe legt der Strom mit einer Spannung von 400 beziehungsweise 230 Volt in den Niederspannungsnetzen zurück, die auch den erzeugten Strom von Mikro-Blockheizkraftwerken sowie kleineren Wind- und Photovoltaikanlagen aufnehmen. Mit dieser Spannung wird er an die Haushalte verteilt.

DIE AUFGABEN VON SCHALT- UND UMSPANNANLAGEN

SCHALTANLAGEN

Schalt- und Umspannanlagen sind unverzichtbar für den reibungslosen Betrieb unseres Netzes. Ihre Hauptaufgaben sind das Ein- und Ausschalten der Stromleitungen und das Umspannen der elektrischen Energie auf eine andere Spannungsebene.

LEITUNG EIN ODER AUS – DAS SCHALTEN

In unseren Schaltanlagen laufen Freileitungen und Erdkabel zusammen, die sich bedarfsgerecht ein- oder ausschalten lassen.

Das Schalten übernehmen dabei sogenannte Leistungsschalter, die im Normalbetrieb ein sicheres Ausschalten des elektrischen Stroms ermöglichen. Im Fehlerfall schalten sich Teile der Anlage oder betroffene Leitungen automatisch aus. Unsere Anlagen steuern und überwachen wir von zentraler Stelle. Diese Aufgabe übernehmen unsere Ingenieur*innen in den Netzleitstellen in Rommerskirchen und Hohen-eck. Bei ihnen gehen Messwerte aus allen Anlagen ein, die unter anderem darüber Auskunft geben, wie stark einzelne Leitungen ausgelastet sind. Durch diese Daten können wir sicherstellen, dass der Strom seinen Bestimmungsort erreicht und dabei unser Netz nicht überlastet. Des Weiteren überwachen wir die Höhe der Spannung sowie die Frequenz und stellen sie bedarfsgerecht ein.

AUF NUMMER SICHER – REDUNDANZEN

Schaltanlagen gehören bereits seit mehr als 80 Jahren zum Höchstspannungsnetz. Ihr Aufbau und ihre einzelnen Bestandteile haben sich aber seither grundlegend weiterentwickelt. Heute arbeiten wir mit innovativen Technologien und Schaltungskonzepten, die uns zahlreiche Vorteile bieten. Dazu zählt der Betrieb unserer Anlagen mit mehreren Sammelschienen. Wir haben also Reserven beziehungsweise Redundanzen geschaffen.

Dadurch verfügen wir über mehrere Möglichkeiten, die in der Anlage ankommenden und abgehenden Stromkreise miteinander zu verbinden. Diese Flexibilität führt auch zu einer höheren Zuverlässigkeit und Sicherheit unseres Netzes. Denn im Falle eines Fehlers können wir auf eine Reserveschiene zurückgreifen und den Strom über eine alternative Route leiten. Ein weiterer Vorteil: Durch die flexible Verschaltung der Leitungen lässt sich der Fluss der elektrischen Energie im Netz in gewissen Grenzen steuern. Das hilft uns, einzelne Leitungsabschnitte proaktiv zu steuern. Da unsere Schaltanlagen außerdem eine zusätzliche Umgehungsschiene enthalten, können wir Leitungen auch bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an den Schaltern unterbrechungsfrei weiterbetreiben.



Leitungsfeld einer Freiluftschaltanlage



DIE AUFGABEN VON SCHALT- UND UMSPANNANLAGEN

UMSPANNANLAGEN

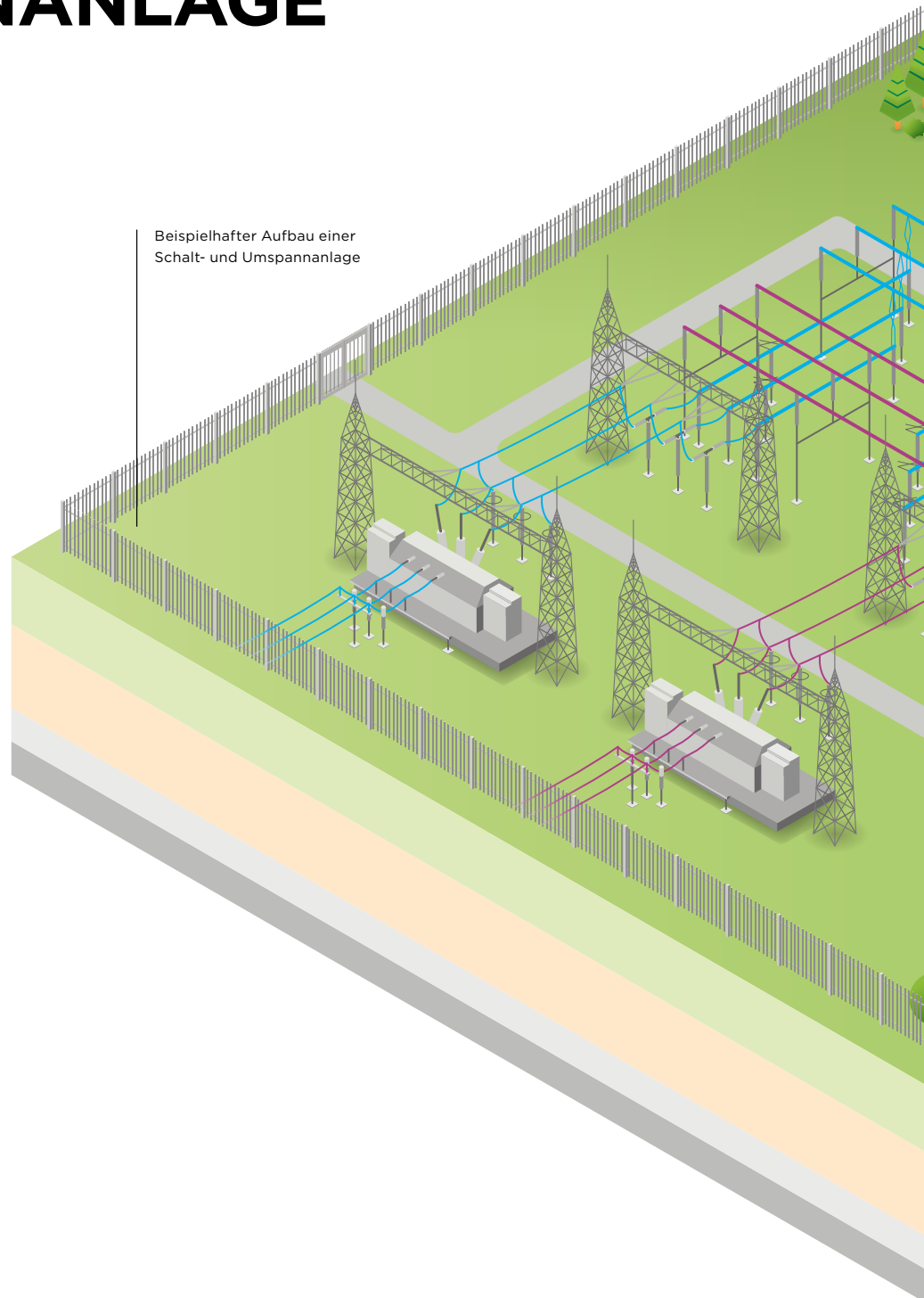
SPANNUNG RAUF ODER RUNTER – DAS UMSPANNEN

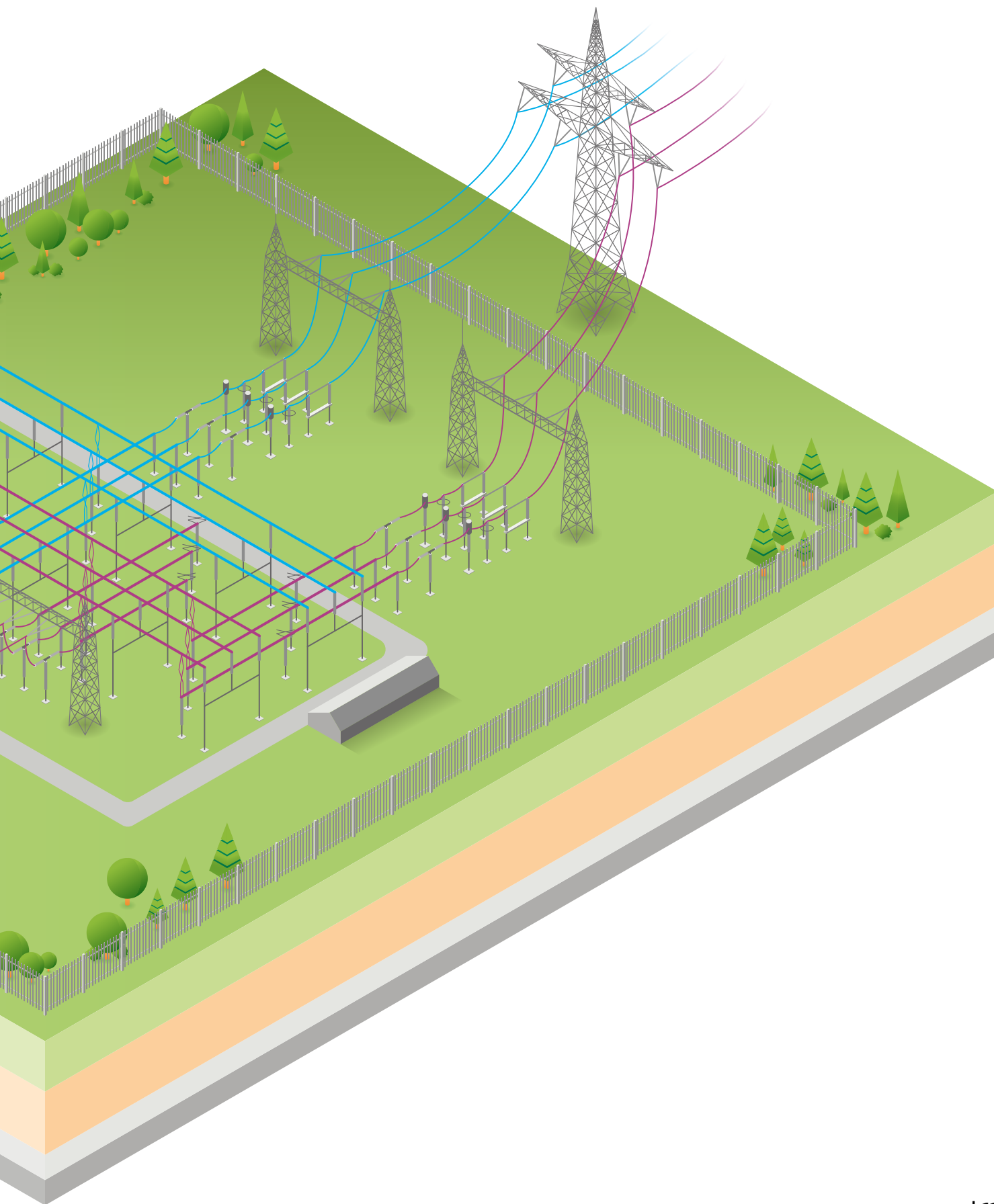
Unsere Anlagen verbinden das Übertragungsnetz mit Verteilnetzen, den Betriebsstätten großer Industrieunternehmen sowie den Erzeugungsanlagen. Damit der Stromtransport reibungslos funktioniert, muss die Spannung den Anforderungen der Kunden entsprechend angepasst werden. Für das Umspannen elektrischer Energie – zum Beispiel von 380 auf 110 Kilovolt – sind leistungsstarke Transformatoren zuständig.



Weitere Informationen zu Umspannanlagen unter
amprion.net/Übertragungsnetz/Technologie/Umspannanlage

DER AUFBAU SCHEMATISCHE DARSTELLUNG EINER SCHALT- UND UMSPANNANLAGE



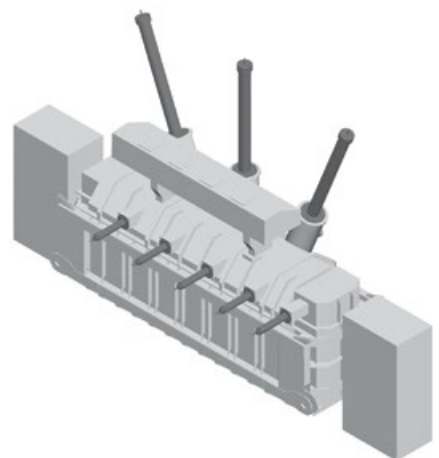


DIE BAUTEILE VON SCHALT- UND UMSPANNANLAGEN

KOMPONENTEN IM ÜBERBLICK

TRANSFORMATOR

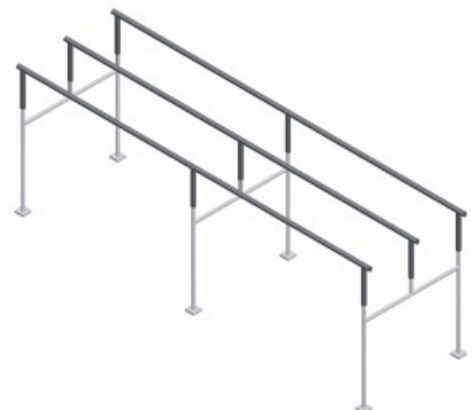
Die Aufgabe der Transformatoren (kurz: Trafos) in unseren Umspannanlagen ist es, große Leistungen zwischen Netzen unterschiedlicher Spannungsebenen zu übertragen. Hierzu wandeln sie die Spannung beispielsweise von 380 Kilovolt (kV) auf 220 oder 110 kV um. Transformatoren bestehen aus einer Anordnung von Eisenblechen, die zu magnetischen Kreisen zusammengefügt sind – dem sogenannten Eisenkern. Sie sind von Kupferleitern („Wicklungen“) umgeben. Zum Transport der Abwärme sowie zur elektrischen Isolation sind Eisenkern und Wicklungen im Trafokessel vollständig von Isolieröl umgeben. Unsere größten Transformatoren haben heute eine elektrische Leistung von bis zu 600 Megavoltampere (MVA) und ein Gewicht von bis zu 450 Tonnen. Mit ihnen können wir etwa 600.000 Menschen mit Strom versorgen.



Weitere Informationen zu
Transformatoren unter
[amprion.net/Übertragungsnetz/
Technologie/Transformator](https://amprion.net/Übertragungsnetz/Technologie/Transformator)

SAMMELSCHIENE

Eine Sammelschiene lässt sich mit einer Mehrfachsteckerleiste vergleichen. Sie verbindet verschiedene Schaltfelder miteinander. Eine Umspannanlage besteht meistens aus mehreren Sammelschienen. So können wir Stromkreise oder Transformatoren bedarfsgerecht flexibel in getrennten Gruppen zusammenschalten und somit die Leistungsflüsse im Netz besser steuern.



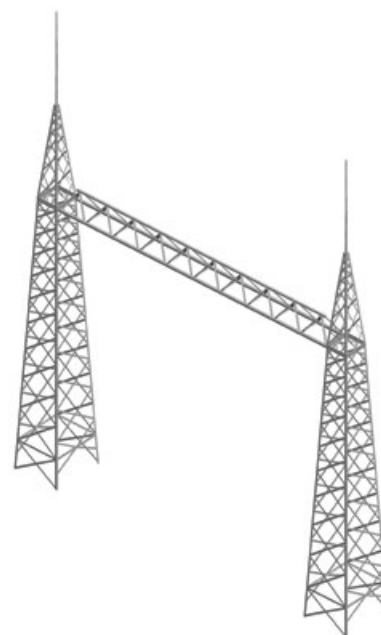
MESSWANDLER

Diese sind die wichtigsten Messgeräte in der Umspannanlage. Sie erfassen die Spannung sowie die Stromstärke. Diese Werte werden an die örtlich installierten Schutz- und Leittechnikeinrichtungen sowie an unsere Netzleitstellen in Rommerskirchen und Hoheneck übermittelt. Unsere dortigen Ingenieur*innen erkennen unter anderem anhand dieser Werte, wie stark ein Stromkreis ausgelastet ist und wie hoch die Spannung ist.



ABSPANNERÜST

Ein meist in Gitterkonstruktion ausgeführtes Portal, an dem sowohl die Seile der Freileitung als auch die Anlagenseile abgespannt werden. Diese Konstruktion nimmt die horizontalen Seilzugkräfte auf, trägt das Eigengewicht der Seile und muss zusätzlich den äußeren Einwirkungen wie Wind, Eis, Erdbeben oder Kurzschlüssen standhalten.



LEITUNGSTRENNSCHALTER

Er trennt den Freileitungsstromkreis und die Umspannanlage sichtbar voneinander. Dieser Schalter darf nicht „unter Last“ – also wenn Strom fließt – geschaltet werden. Das ist vergleichbar mit dem Ziehen des Steckers eines Haushaltsgerätes – es sollte dabei stets abgeschaltet sein. Die eigentliche Stromunterbrechung erfolgt dagegen durch den Leistungsschalter.



ÜBERSPANNUNGSABLEITER

Der Überspannungsableiter schützt die wesentlichen Bauteile der Umspannanlage vor zu hohen elektrischen Spannungen (zum Beispiel bei Gewittern). So bewahrt er Anlagenteile wie etwa die Transformatoren vor Schäden.



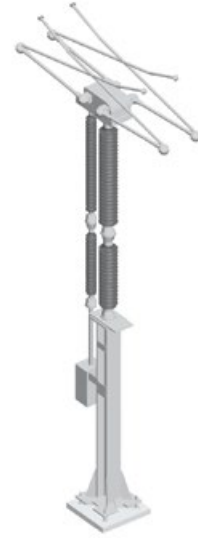
LEISTUNGSSCHALTER

Dieses Bauteil dient als Sicherung sowie als Hauptschalter der Schaltfelder. Nur der Leistungsschalter kann die hohen Stromstärken im Regelbetrieb oder bei Kurzschlüssen schalten. Dafür ist er besonders konstruiert: Seine Kontakte laufen in einer Kapsel, die mit Isoliergas gefüllt ist. Es löscht den Lichtbogen, der beim Schalten in der Kapsel entsteht. Leistungsschalter und Trennschalter werden von den Netzleitstellen aus ferngesteuert.



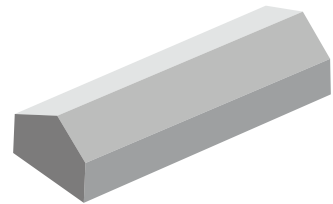
SAMMELSCHIENENTRENNSCHALTER

Er funktioniert wie der Leitungstrennschalter und verbindet die unterschiedlichen Elemente der Umspannanlage, also die Freileitung, die Kupplung oder den Transformator, mit der Sammelschiene.



BETRIEBSGEBÄUDE

Im Betriebsgebäude befindet sich die Schutz-, Leit- und Nachrichtentechnik. Hier laufen die Messwerte der gesamten Umspannanlage zusammen, sodass alle Elemente sehr schnell gesteuert und kontrolliert werden können. Diese Daten werden auch an unsere Leitstellen in Rommelskirchen und Hoheneck übertragen. Außerdem beherbergt das Betriebsgebäude eine eigene Stromversorgung inklusive Batterieanlagen. Sie tragen dazu bei, den störungsfreien Betrieb der Umspannanlage jederzeit zu gewährleisten.



DIE BLINDLEISTUNGSKOMPENSATION NEUE ANLAGEN UND MODERNE TECHNIK

Unsere Anlagen haben zunehmend eine weitere wichtige Funktion: Sie stabilisieren das Spannungsniveau im Netz. Beim Transport von Wechselstrom bauen sich permanent magnetische und elektrische Felder auf und ab – das ist eine physikalische Eigenschaft von Wechselstromleitungen. Dafür wird die sogenannte Blindleistung benötigt. Diese belastet jedoch die Leitungen im Netz und reduziert die nutzbare Übertragungskapazität, die sogenannte Wirkleistung.

BLINDLEISTUNGSKOMPENSATION – SPANNUNG STABILISIEREN

Bisher wurde Blindleistung vor allem durch die Generatoren von konventionellen Großkraftwerken bereitgestellt. Im Zuge der Energiewende gehen viele dieser Kraftwerke vom Netz. Gleichzeitig steigt der Blindleistungsbedarf des Netzes, weil immer größere Leistungen über große Distanzen übertragen werden müssen. Deshalb errichtet Amprion verstärkt sogenannte Blindleistungskompensationsanlagen, welche die Bereitstellung von Blindleistung übernehmen. Dabei wird zwischen statischen und dynamischen Kompensationsanlagen unterschieden. Im Gegensatz zu statischen können dynamische Kompensationsanlagen eine stufenlos einstellbare Blindleistung abgeben oder aufnehmen und sehr schnell auf sich ändernde Netzzustände reagieren.

STATISCHE KOMPENSATIONSANLAGEN

Zu den statischen Kompensationsanlagen zählen Drosselspulen, die schon jetzt in vielen Amprion-Umspannanlagen installiert sind. Moderne Drosselspulen sind in Stufen regelbar und ähneln großen Transformatoren. Sie wirken spannungssenkend, daher schalten wir sie immer dann ins Netz, wenn die Spannung in einem Netzknoten zu hoch ist. Im gegenteiligen Fall, also bei zu niedriger Spannung, kommen Kondensatorbänke, sogenannte MSCDN-Anlagen (Mechanically Switched Capacitor with Damping Network), zum Einsatz. Durch Kompensationsanlagen, sowohl Drosseln als auch MSCDN-Anlagen, können wir die Übertragungskapazität unserer Leitungen besser und effizienter für die Wirkleistungsübertragung nutzen. Darüber hinaus verbessern sie die Spannungsstabilität und -qualität des Übertragungsnetzes.





MSCDN-Anlagen stabilisieren die Spannung, indem sie diese bei Bedarf anheben



Drosseln kommen dann zum Einsatz, wenn die Spannung zu hoch ist.
Mit modernen, regelbaren Drosseln lässt sich die Spannung stufenweise senken.



DYNAMISCHE KOMPENSATIONSANLAGEN

Wir nutzen zusätzlich schon heute dynamische Kompensationsanlagen. Dazu gehören leistungselektronische Kompensationsanlagen (Static Synchronous Compensator oder kurz STATCOM) sowie rotierende Phasenschieberanlagen (RPSA). Sie bieten den Vorteil der flexiblen, schnellen und stufenlosen Blindleistungsbereitstellung und können sowohl spannungshhebend als auch spannungssenkend wirken.



RPSA übernehmen durch ihre schnelle und stufenlose Blindleistungsbereitstellung eine wichtige Rolle bei der dynamischen Spannungshaltung

ROTIERENDE PHASENSCHIEBER

Ein rotierender Phasenschieber ähnelt konstruktiv einem Generator in einem konventionellen Kraftwerk. Im Gegensatz zu einem Kraftwerksgenerator wird der rotierende Phasenschieber jedoch nicht von einer Turbine angetrieben, sondern bezieht seine Antriebsleistung aus dem elektrischen Netz. Die eingesetzte Synchronmaschine kann Blindleistung aufnehmen und bereitstellen und trägt somit zur Spannungshaltung bei. Der rotierende Phasenschieber reagiert dabei auf Ereignisse im Netz mit einer vergleichbar hohen Dynamik wie die STATCOM-Anlage und leistet damit ebenfalls einen Beitrag zur Netzstabilität. Er benötigt zur Verstellung des Betriebspunkts zwischen den Maximalwerten des spannungsabsenkenden und des spannungserhöhenden Betriebs jedoch einige Sekunden und ist damit bei diesen Betriebspunktänderungen etwas weniger dynamisch als die STATCOM-Anlage. Zusätzlich bieten rotierende Phasenschieber zwei Vorteile: Zum einen stabilisieren sie die Frequenz im Übertragungsnetz. Die sich zum Netz synchron drehende Masse des Generators wirkt wie ein Schwungrad und dämpft Frequenzschwankungen im Netz. Dieser Effekt lässt sich durch eine zusätzliche, mit dem Generator gekoppelte Schwungmasse verstärken. Zum anderen können sie aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften sogenannte Kurzschlussleistung zur Verfügung stellen, die für einen sicheren Netzbetrieb unabdingbar ist.

STATCOM-ANLAGEN

STATCOM-Anlagen bestehen aus leistungselektronischen Komponenten, mit denen eine dynamische Spannungsanpassung im Stromnetz durchgeführt werden kann. Auch sie können eingesetzt werden, um das Spannungsniveau im Netz aufrechtzuerhalten. Mit ihnen ist die Blindleistung stufenlos und hochdynamisch einstellbar, sodass Amprion unmittelbar auf wechselnde Bedingungen im Netz reagieren und die Spannung stabilisieren kann.

Das Bild links zeigt die Konverterhalle einer STATCOM-Anlage: Im Hintergrund sind die leistungselektronischen Komponenten zu sehen, im Vordergrund die Kühlanlage.

DIE LASTFLUSSSTEUERUNG LEITUNGEN ENTLASTEN

PHASENSCHIEBERTRANSFORMATOREN

Phasenschiebertransformatoren sind ein wesentlicher Bestandteil im Energiewendenetz. Sie sorgen dafür, dass Strom zuverlässig fließt und in Summe mehr Energie übertragen werden kann. Seit einigen Jahren wächst die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien schneller als das Übertragungsnetz. Dadurch gerät es zunehmend an seine Grenzen. Die Folge sind kostspielige Eingriffe in den Netzbetrieb. Die Kosten dafür werden über die Netzentgelte auf private Haushalte und Unternehmen umgelegt. Damit Strom aus erneuerbaren Energien zuverlässig fließen kann, setzt Amprion im Netz systematisch leistungsfähige Technologien ein, wozu auch Phasenschiebertransformatoren gehören.

WAS LEISTET EIN PHASENSCHIEBERTRANSFORMATOR?

Phasenschiebertransformatoren haben andere Aufgaben als herkömmliche Transformatoren. Mit ihrer Hilfe können die Netzbetreiber den Weg steuern, den der Strom nimmt. Normalerweise wählt er immer den Weg des geringsten Widerstands – er verteilt sich also nicht gleichmäßig. Das kann zu Problemen im Stromnetz führen, da die Leitungen nicht beliebig belastbar sind. Überschreitet beispielsweise die Menge des transportierten Stroms einen vorgegebenen Wert, muss die überlastete Leitung abgeschaltet werden. Mithilfe von Phasenschiebertransformatoren können diese Überlastungen vermieden werden, indem die sogenannte Wirkleistung des Stroms (auch Lastfluss genannt) auf bestimmten Leitungen gezielt erhöht oder verringert wird.

DAS PRINZIP DES PHASENSCHIEBERTRANSFORMATORS

Ein Phasenschiebertransformator wird entsprechend des Bedarfs gesteuert. Ist beispielsweise der Lastfluss auf einer Leitung zu hoch, bremsen die Schalt ingenieur*innen den Lastfluss auf dieser einen Leitung, indem sie den Wechselstromwiderstand erhöhen. In dem Fall wird vom sogenannten Bremsbetrieb gesprochen. Im Bremsbetrieb wird die Leitung entlastet, stattdessen werden parallele Leitungen stärker belastet. Im sogenannten Schiebetrieb reduzieren die Schalt ingenieur*innen den Wechselstromwiderstand, wodurch sich der Lastfluss auf der entsprechenden Leitung erhöhen wird.

WELCHE TECHNIK VERBIRGT SICH DAHINTER?

Bei Phasenschiebertransformatoren wird, anders als bei herkömmlichen Transformatoren zur Spannungsumwandlung, eine Wicklung in Reihe mit einem Stromkreis verschaltet. Über die andere Wicklung kann eine Quer- beziehungsweise Zusatzspannung in den Stromkreis eingeprägt werden. Größe und Richtung dieser Querspannung beeinflussen den Wechselstromwiderstand und somit den Lastfluss des Stromkreises. Ansonsten sind Aufbau und Größe der unterschiedlichen Transformatoren nahezu identisch.

PHASENSCHIEBERTRANSFORMATOREN: ERRICHTUNG UND BETRIEB

Auf vielen Leitungen in unserem Übertragungsnetz laufen zwei parallele Stromkreise mit gleicher Spannungsebene. Überall dort, wo wir als Netzbetreiber die Lastflüsse steuern müssen, installieren wir entsprechend zwei Phasenschiebertransformatoren – je einen pro Stromkreis.

Wir ergreifen bei der Errichtung von Phasenschiebertransformatoren besondere Schallschutzmaßnahmen, zum Beispiel durch maximal abschirmende Einhausungen.



Mithilfe des Phasenschiebertransformators lässt sich der Lastfluss steuern

DER RECHTLICHE RAHMEN DER WEG ZUR GENEHMIGUNG

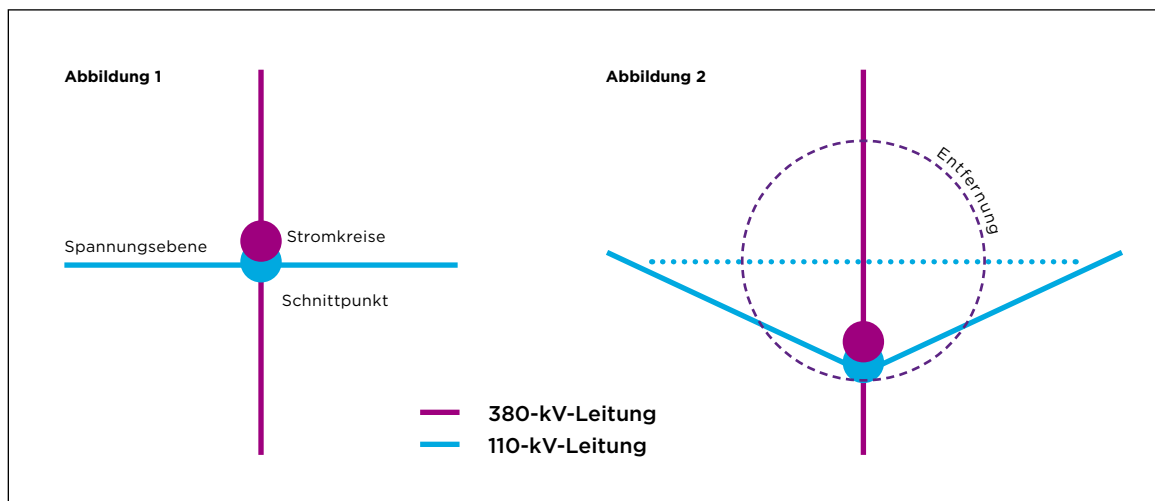
GENEHMIGUNGSPFLICHT

Die Errichtung und der Betrieb von Schalt- und Umspannanlagen unterliegen den rechtlichen Rahmenbedingungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und seinen Verordnungen. Die Genehmigungspflicht leitet sich aus der 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV), genauer gesagt dem Anhang I, ab. Demnach sind Elektroumspannanlagen mit einer Betriebsüberspannung mit mehr als 220 Kilovolt genehmigungspflichtig.

DIE PLANUNG VON SCHALT- UND UMSPANNANLAGEN

Um den ermittelten Netzbedarf konfliktarm umzusetzen, werden bereits in einer sehr frühen Projektphase geeignete Standorte gesucht und Alternativen geprüft.

Die Umspannung elektrischer Energie zwischen zwei Spannungsebenen erfolgt durch den Transformator, sodass der technisch beste Ort für die Umspannanlage stets im Schnittpunkt zweier Stromkreise unterschiedlicher Spannungsebenen liegt. Denn nur dort, im Schnittpunkt der Leitungen, verbindet ein Transformator beide Spannungsebenen miteinander, ohne baulich in den Leitungsbestand einzugreifen (Abbildung 1). Entfernt sich die Umspannanlage mitsamt dem Transformator von diesem Schnittpunkt, so sind die Bestandsleitungen baulich anzupassen, um die Verbindung der Schalt- und Umspannanlage zu gewährleisten. Der Eingriff in den Leitungsbestand steigt entsprechend der Entfernung zur Schalt- und Umspannanlage (Abbildung 2).





Für die Einrichtung von Schalt- und Umspannanlagen werden bereits sehr früh geeignete Standorte geprüft

Der Bau und der spätere Betrieb unserer Schalt- und Umspannanlagen soll Mensch, Tier und Umwelt möglichst wenig belasten. Amprion folgt dabei jederzeit den Vorgaben des Gesetzgebers auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene und geht teilweise darüber hinaus.

Die planerischen und genehmigungsrechtlichen Anforderungen für den Bau einer neuen Schalt- und Umspannanlage unterscheiden sich oftmals von denen eines Umbaus oder einer Erweiterung einer bestehenden Schalt- und Umspannanlage.

Bei der Planung einer neuen Schalt- und Umspannanlage gilt es, den bestmöglichen Standort zu finden. Dies geschieht stets unter der Prämisse eines möglichst schonenden Eingriffs. Hierbei ist es das Ziel, schützenswerte Belange – etwa aus dem Bereich des Natur- und Artenschutzes oder weitere sensible Raumstrukturen wie eine vorhandene Wohnbebauung – mit der Planung in Einklang zu bringen. Netzplanerische und technische Aspekte wie die Lage zu anderen Netzinfrastrukturen, die technische Erschließung des Leitungsbestandes oder der Transformatorentransport werden von Beginn an bei der Standortfindung berücksichtigt.

Ist ein geeigneter Standort für eine neue Schalt- und Umspannanlage gefunden, wird er samt seiner Umgebung natur- und artenschutzfachlich sowie mit Blick auf alle weiteren schützenswerten Belange bewertet. Auch die Erweiterung der Schalt- und Umspannanlagen unterliegt einer genauen Prüfung dieser Belange. Die Basis für eine Standortbewertung bildet dabei in jedem Fall eine detaillierte technische Planung. Darüber hinaus werden immissionsschutzrechtliche Aspekte wie Geräusche oder elektrische und magnetische Felder in der Planung berücksichtigt. Die immissionsseitigen Auswirkungen werden sowohl beim Neubau als auch bei der Erweiterung der Schalt- und Umspannanlagen stets nach den gültigen Normen und Verordnungen untersucht und bewertet.

Auf Grundlage der Untersuchungsergebnisse werden die erforderlichen Unterlagen für das Genehmigungsverfahren vorbereitet. Bestimmte Interessenvertreter*innen und Träger öffentlicher Belange werden bei Bedarf bereits vor der Verfahrenseröffnung in den fachlichen Dialog eingebunden. Im weiteren Verfahren prüft die Genehmigungsbehörde die Antragsunterlagen von Amprion. Die Behörde kann Auflagen und Nebenbestimmungen an den Bau und den Betrieb knüpfen.

**SCHALLAUSBREITUNG UND
IMMISSIONSRICHTWERTE,
NACHTS, NACH GEBIETSTYPEN**
in dB(A)

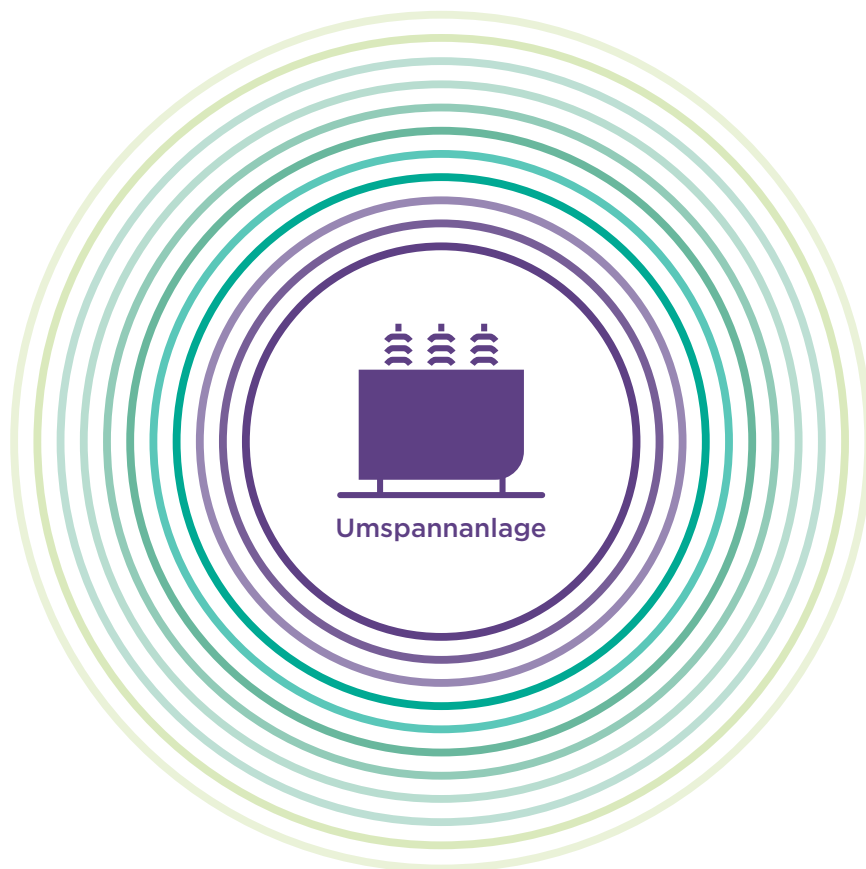
70 Industriegebiet

50 Gewerbegebiet

45 Misch-/Dorfgebiet

40 Allgemeines Wohngebiet

35 Reines Wohngebiet



DER ANSPRUCH: NACHHALTIGKEIT RÜCKSICHT AUF MENSCH, TIER UND UMWELT

Amprion versteht sich als nachhaltiges Unternehmen. Der Schutz von Mensch und Natur hat für uns einen hohen Stellenwert. Daher ist uns bei allen Projekten wichtig: Der Bau und der spätere Betrieb unserer Schalt- und Umspannanlagen sollen Mensch, Tier und Umwelt möglichst wenig belasten. Wir folgen dabei jederzeit den Vorgaben des Gesetzgebers auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene.

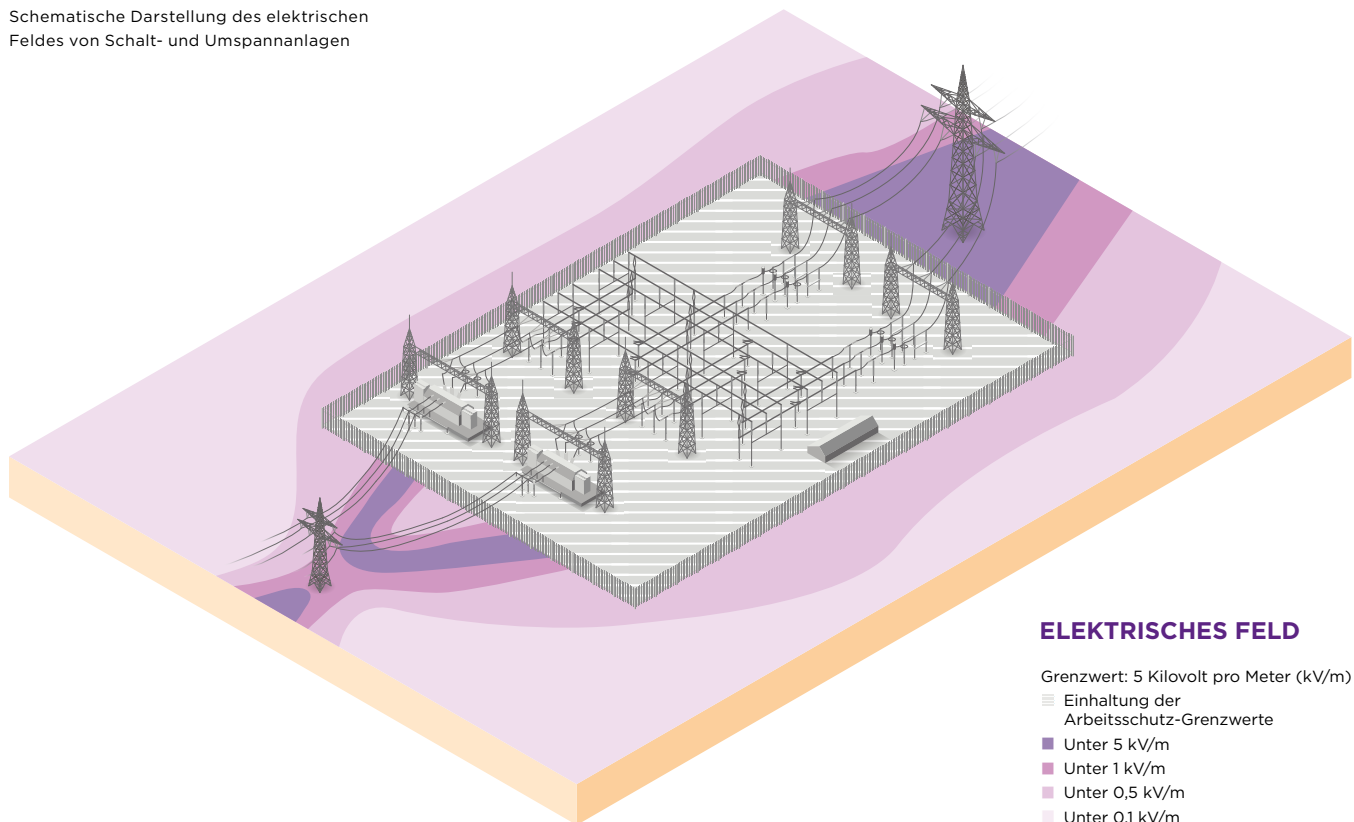
GERÄUSCHE - IMMISSIONEN VON ANLAGEN

Die hauptsächliche Geräuschquelle innerhalb von Umspannanlagen sind die Transformatoren. Es handelt sich dabei um Schwingungen des Eisenkerns. Diese entstehen unabhängig davon, wie viel Strom durch den Transformator fließt. Die Schwingungen werden über das Isolieröl und über die Kernhalterungen auf den Transformatorenkessel übertragen und von dort akustisch als Luftschall abgestrahlt. Lastabhängig können die vorhandenen Lüfter und Pumpen zur Kühlung des Transformators ebenfalls Geräusche verursachen. Der Geräuschpegel eines Transformators lässt sich durch die Messung des Schalldrucks bestimmen und wird in Dezibel (dB(A)) angegeben.

Im Regelfall weisen Transformatorengeräusche einen Grundton von 100 Hertz (Hz, entspricht der doppelten Netzfrequenz von 50 Hz) auf. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens einer Schalt- und Umspannanlage bestimmen wir gemeinsam mit den zuständigen Genehmigungsbehörden die maßgeblichen Immissionsorte im Umfeld der Anlage und ermitteln den zulässigen Immissionsrichtwert. Die Ermittlung und Bewertung von Immissionsort und Immissionsrichtwert geht auf die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) zurück. Im weiteren Planungsverlauf berechnen gesetzlich akkreditierte und unabhängige Dienstleister den Immissionspegel an den maßgeblichen Immissionsorten. Die ermittelten Beurteilungspegel werden auf die Vereinbarkeit mit den zulässigen Richtwerten der TA Lärm geprüft. Grundsätzlich gilt, dass mit steigender Entfernung zwischen Quelle und Empfänger der Schalldruck sinkt – und zwar um 6 dB(A) je Abstandsverdopplung.

Wir planen unsere Schalt- und Umspannanlagen so geräuscharm wie möglich, unter besonderer Würdigung immissionsschutzrechtlicher Aspekte. Wo immer es erforderlich und möglich ist, initiieren wir besondere Maßnahmen wie beispielsweise zusätzliche Schallschutzwände (siehe Abbildung Seite 17).

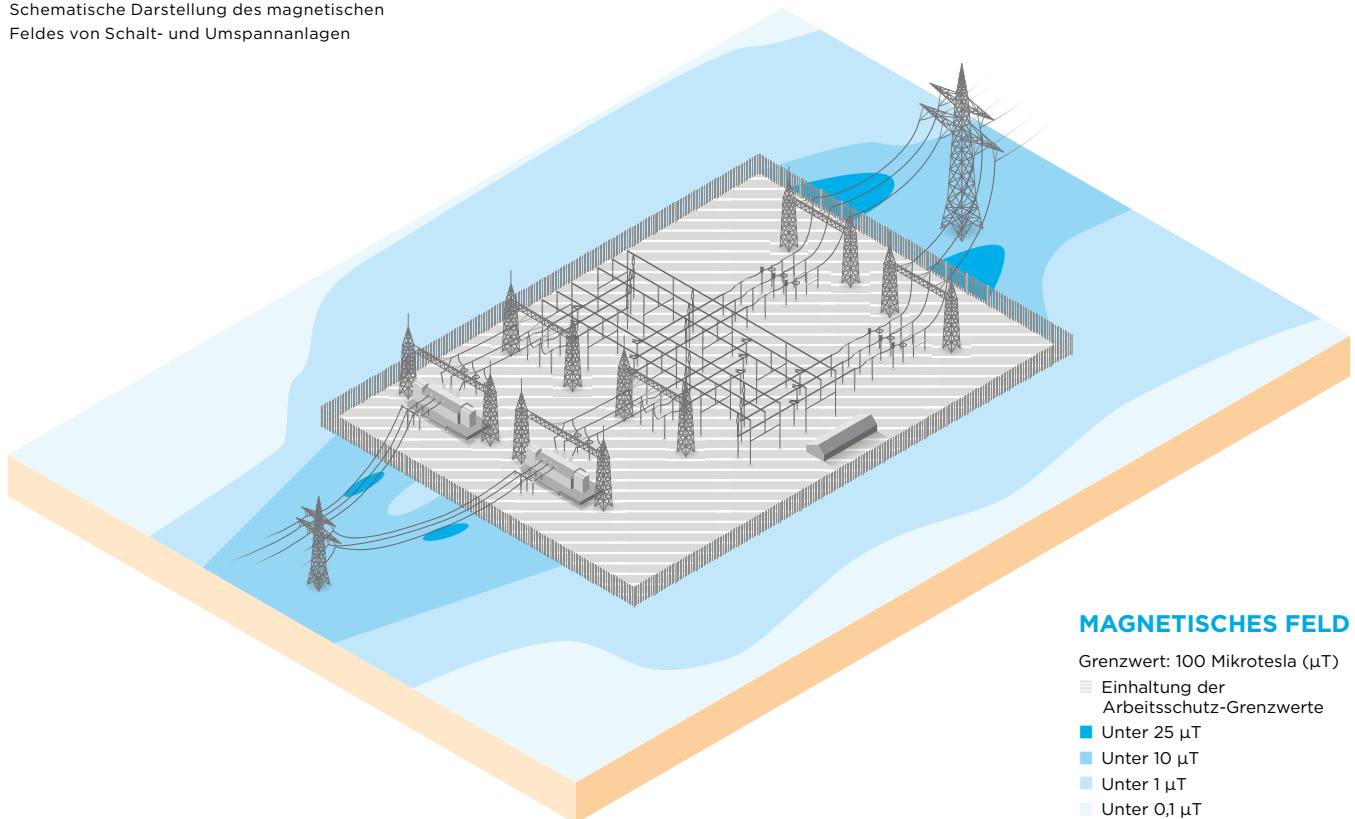
Schematische Darstellung des elektrischen Feldes von Schalt- und Umspannanlagen



ELEKTRISCHE UND MAGNETISCHE FELDER VON ANLAGEN

Schalt- und Umspannanlagen unterliegen als ortsfeste Niederfrequenzanlagen den Anforderungen der 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung (26. BImSchV) und der zugehörigen Verwaltungsvorschrift zur Minimierung (26. BImSchVVwV). Diese beschreiben die Anforderungen an Niederfrequenzanlagen bei deren Errichtung und Betrieb. Sie definieren maßgebliche Minimierungsorte und setzen die zulässigen Grenzwerte fest.

Schematische Darstellung des magnetischen Feldes von Schalt- und Umspannanlagen



Die obersten Ziele der 26. BImSchV sind der Schutz und die Vorsorge. Von Niederfrequenzanlagen ausgehende elektrische und magnetische Felder sind grundsätzlich so gering wie möglich zu halten. Die Anforderungen der 26. BImSchV sind einzuhalten. Dies beinhaltet, dass Minimierungsmaßnahmen zu prüfen sind, wenn sich mindestens ein Minimierungsort in 100 Meter Entfernung zum Anlagenzaun befindet.

Mit steigender Entfernung zu spannungsführenden Teilen sinken die elektrische und die magnetische Feldstärke. Bereits an den Umzäunungen unserer Schalt- und Umspannanlagen halten wir die zulässigen Grenzwerte sicher ein. Die größten Feldquellen am Anlagenzaun sind die Leitungseinführungen. In diesen Bereichen sind die Felder vergleichbar mit haushaltsüblichen Elektrowerkzeugen wie Staubsaugern, Bohrmaschinen und anderen von Elektromotoren angetriebenen Haushaltsgeräten.

ISOLIERMEDIUM GAS

Beim Großteil unserer Schaltanlagen handelt es sich um luftisolierte Schaltanlagen. An einigen Standorten betreiben wir jedoch sogenannte gasisolierte Schaltanlagen (GIS). Gegenüber luftisolierten Schaltanlagen handelt es sich um eine alternative Bauform, die ausschließlich in Sonderfällen errichtet und betrieben wird. Als Isolationsmedium dient in GIS überwiegend das farb- und geruchlose Gas SF_6 (Schwefelhexafluorid). Es ist weder giftig noch brennbar oder ozonschädigend und zudem für Mensch und Tier ungefährlich. Aufgrund dieser Eigenschaften stuft der Gesetzgeber SF_6 nicht als Gefahrstoff ein.

Da SF_6 jedoch ein hohes Treibhauspotenzial besitzt, darf es seit einigen Jahren nur noch in Bereichen eingesetzt werden, in denen eine kontrollierte Rückgewinnung möglich ist. So soll ein unkontrolliertes Entweichen in die Atmosphäre verhindert werden. Der Einsatz beispielsweise in Fensterscheiben, Autoreifen oder Schuhsohlen ist daher seit einigen Jahren verboten. Im industriellen und medizinischen Bereich hingegen ist ein kontrollierter Einsatz in gekapselten gasdichten Anlagen weiterhin zulässig – zum Beispiel in GIS, aber auch in Betriebsmitteln luftisolierter Schaltanlagen, wie etwa Leistungsschaltern. Amprion hat sich ebenso wie alle Netzbetreiber freiwillig verpflichtet, SF_6 -Emissionen bei der Inbetriebnahme, beim Betrieb sowie bei der Rückgewinnung des Gases weitestgehend zu minimieren. Unsere Anlagen verfügen über verschiedene technische Sicherheitsvorrichtungen, die mögliche Fehlerquellen frühzeitig anzeigen und melden. Gleichzeitig setzt unser geschultes und zertifiziertes Personal bei der Handhabung von SF_6 spezielle Geräte ein, die ein Austreten des Gases in die Umgebung verhindern.

ALTERNATIVGASE

Wegen des großen Treibhauspotenzials von SF_6 beschäftigen wir uns mit den Einsatzmöglichkeiten sogenannter alternativer Isoliergase oder Alternativgase zu SF_6 . Amprion priorisiert die Pilotierung von Betriebsmitteln mit Alternativgasen, falls diese technisch sinnvoll einsetzbar sind und die erforderlichen Typprüfungen bestanden sowie ihre Betriebsfähigkeit nachgewiesen haben. Hier gilt es insbesondere, deren technische Eigenschaften sowie die Umweltverträglichkeit und die potenziellen Anwendungsbereiche genauestens zu untersuchen.

Alternativgase können nach heutigem Stand der Technik SF_6 nicht gleichwertig substituieren. Insbesondere kann das SF_6 im Bestand nicht einfach durch ein Alternativgas ersetzt werden. Betriebsmittel für Alternativgase werden dazu von den Herstellern neu beziehungsweise weiterentwickelt. Die Einsatzmöglichkeiten von Betriebsmitteln mit Alternativgasen erfolgen daher in engem Austausch mit namhaften Herstellern, sodass die hohen technischen Anforderungen und die Betriebssicherheit unseres Übertragungsnetzes weiterhin erfüllt werden.

In der Freilufttechnik setzt Amprion als klimaneutrales Alternativgas synthetische Luft ein. Bereits 2018 wurde ein Pilotprojekt mit 245-kV-Spannungswandlern mit synthetischer Luft in Betrieb genommen. Darüber hinaus werden aktuelle Lösungen entwickelt, mit denen im Laufe der nächsten Jahre Teile von 380-kV-GIS-Anlagen mit synthetischer Luft isoliert werden können.

Neben synthetischer Luft ist für GIS zurzeit ein weiteres Alternativgas im Gasgemisch mit dem fluorierten Isoliergas Fluornitril verfügbar.

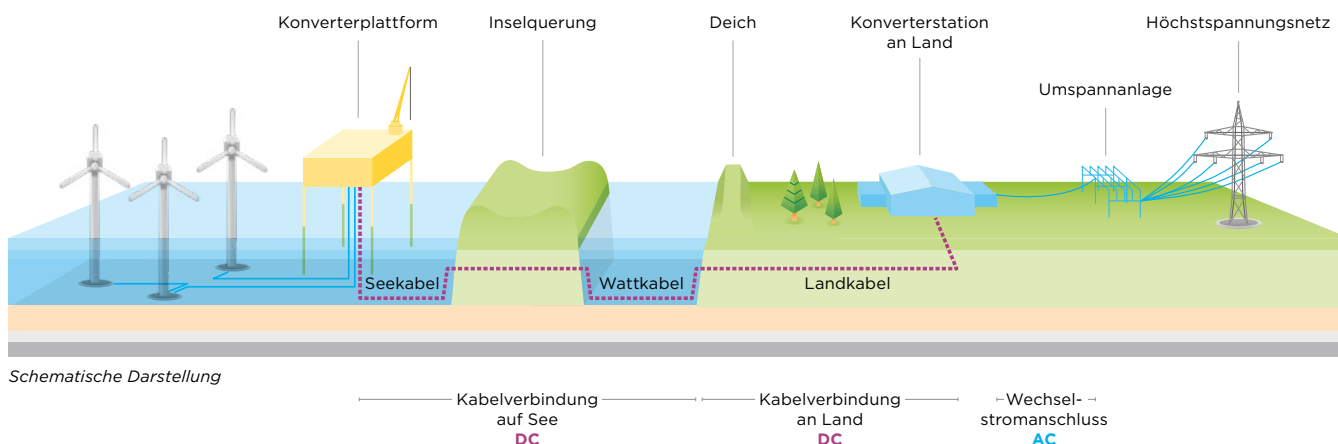


GROSSE MENGEN VERLUSTARM ÜBER WEITE STRECKEN TRANSPORTIEREN VON WECHSEL- ZU GLEICHSTROM

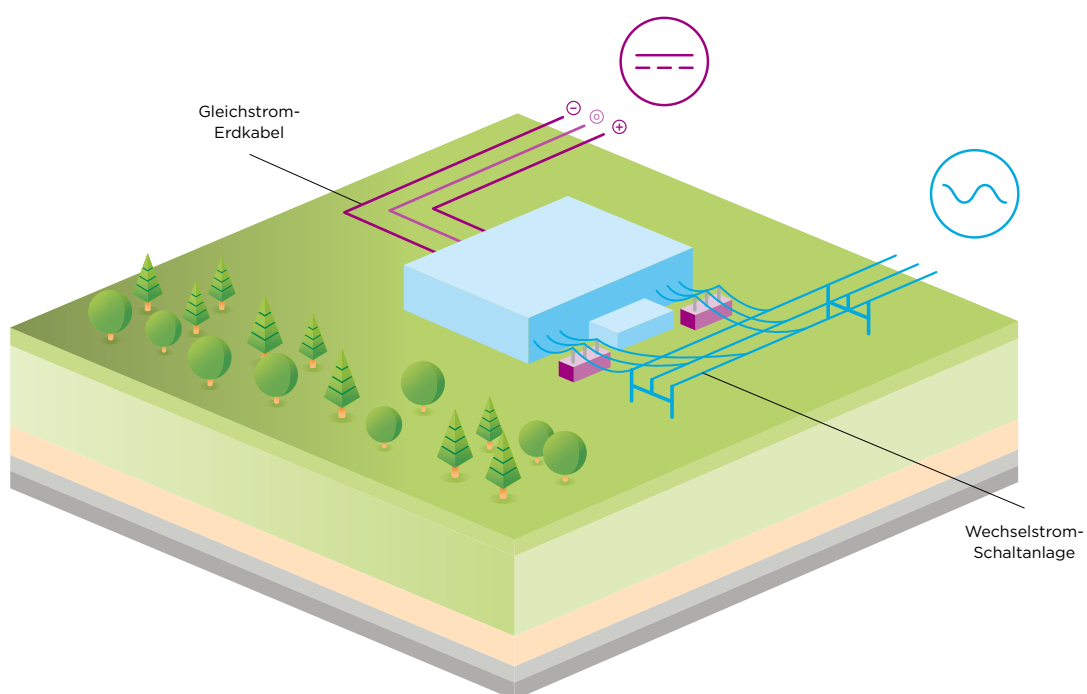
Grundsätzlich kommen zwei Arten von Strom bei der Energieübertragung zum Einsatz: Gleichstrom, bei dem sich die Elektronen gleichmäßig in eine Richtung bewegen, und Wechselstrom, bei dem die Bewegungsrichtung ständig wechselt. Bislang betreiben wir unser Höchstspannungsnetz fast ausschließlich mit Wechselstrom. Mit Gleichstrom können hingegen große Energiemengen über weite Strecken verlustarm transportiert werden, während er zudem eine präzise Steuerung der Strommenge und Flussrichtung ermöglicht.

KONVERTERSTATION AN LAND

Insbesondere für den Transport großer Mengen Windenergie aus der Nordsee und von der Küste werden daher Gleichstromverbindungen geplant. Das Übertragungsnetz in Deutschland verwendet jedoch überwiegend Wechselstromtechnik. Deshalb benötigen wir in der Nähe ihrer Endpunkte jeweils eine Konverterstation, die den ankommenden Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt. Anschließend kann der übertragene Strom über eine Wechselstromleitung und die angeschlossene Umspannanlage in das 380-kV-Wechselstromnetz eingespeist werden. Von dort aus gelangt der Strom über das Übertragungs- und Verteilnetz zu den Stromkund*innen. Die Konvertertechnik wird wetterfest in Hallen errichtet. Der Bau einer Konverterstation dauert in der Regel ungefähr zwei bis drei Jahre.



Der Weg des Stroms eines Offshore-Netzanbindungssystems bis zum Konverter an Land



SCHEMATISCHE DARSTELLUNG KONVERTERSTATION

	Gleichstromanschluss		Konverterhalle mit Umrichter		Gleichstrom-Erdkabel		Wechselstrom-Sammelschiene
	Wechselstromanschluss		Transformator		Metallischer Rückleiter		

Schematische Darstellung



HIGHTECH FÜR DIE ENERGIEWENDE

AUFBAU EINES KONVERTERS

Der Aufbau einer Konverterstation mit Anlagenportalen, Seil- und Rohrverbindungen sowie Transformatoren ähnelt einer Umspannanlage. Zur gesamten Anlage einer Konverterstation gehören insgesamt vier Funktionsblöcke:

1. WECHSELSTROMANSCHLUSS

Der Wechselstromanschluss verbindet die gesamte Konverterstation über eine Umspannanlage mit der dorthin führenden Wechselstromleitung.

2. UMRICHTER BZW. KONVERTER

Kernelement ist die Umrichteranlage in der Konverterhalle. Hier findet die Umwandlung von Wechsel- zu Gleichstrom oder umgekehrt statt. Ein Umrichter besteht aus einer Schaltung aus Transistoren, Dioden, Kondensatoren und Spulen. Um Strom umzuwandeln, werden die Transistoren nach genau berechneten

Mustern wechselweise ein- und ausgeschaltet. Die eingesetzten Transistoren und Dioden sind elektronische Leistungshalbleiter, die sich während des Betriebs erhitzen. Um sie zu kühlen, werden sie auf Aluminium-Bleche montiert, die von Kühlwasser umströmt werden. Das erwärmte Wasser wird in einem geschlossenen Kreislauf durch die außen montierten Kühlaggregate abgekühlt.

3. TRANSFORMATOREN

Der Umrichter wird über einen Transformator mit dem Wechselstromanschluss verbunden. Der Transformator passt die Netzspannung an die erforderliche Eingangsspannung des Umrichters an.

4. GLEICHSTROMANSCHLUSS

Der Gleichstromanschluss verbindet die Konverterstation mit der Gleichstromleitung (Freileitung oder Kabel).



DIE BAUMASSNAHMEN VON DER VORBEREITUNG BIS ZUR FERTIGSTELLUNG

NEUBAU, ERWEITERUNG ODER UMBAU IM BESTAND

Grundsätzlich wird zwischen einem Neubau, einer Erweiterung oder einem Umbau im Bestand von Schalt- und Umspannanlagen unterschieden. Bei einem Neubau sind die bauvorbereitenden Maßnahmen und die Baumaßnahmen umfangreicher als bei einer Erweiterung oder einem Umbau im Bestand von Schalt- und Umspannanlagen.

Der Bau einer neuen Schalt- und Umspannanlage wird erst begonnen, wenn alle erforderlichen Grundstücke zur Verfügung stehen und der öffentlich-rechtliche Genehmigungsbescheid vorliegt. Bei der Standortsuche sind technische Kriterien – wie die Nähe zu Leitungen –, aber auch raumstrukturelle Kriterien – wie der Abstand zu Schutzgebieten oder zur Wohnbebauung –

bestimmend. Die Bauzeit hängt vom Umfang der Projektmaßnahme und anderen Projekten in der Region ab. Sie kann zwischen zwei und sechs Jahren liegen.

BAUVORBEREITENDE MASSNAHMEN BEIM ANLAGENNEUBAU

Die bauvorbereitenden Maßnahmen beginnen mit Baugrunduntersuchungen. Die ersten Untersuchungen lassen wir teilweise bereits durchführen, bevor wir ein Grundstück für die zukünftige Anlage erwerben. Der Fokus liegt dabei auf einer eventuellen Vorbelastung des Bodens. Vor Baubeginn und oft schon während des Genehmigungsverfahrens finden weitere Baugrunduntersuchungen statt. Unter anderem geht es dabei um die Tragfähigkeit des Bodens für spätere Betriebsmittel wie zum Beispiel Trafostände. Untersucht werden gezielt die Flächen,



auf denen später die Betriebsmittel stehen. Zusätzlich zur Tragfähigkeit lassen wir den Boden auch auf sogenannte Altlasten untersuchen. Falls sich belasteter Boden findet, wird dieser im weiteren Verlauf der Bauarbeiten fachgerecht entsorgt.

Neben den Bodenanalysen werden auch Kampfmittelsondierungen vorgenommen. Vor Baubeginn stellen wir bei der zuständigen Behörde eine Anfrage zu möglichen Kampfmitteln in der Fläche. Im Falle einer positiven Rückmeldung beauftragen wir Fachfirmen, eine Kampfmittelsondierung auf den Flächen durchzuführen. Sollte sich der Verdacht bestätigen, initiieren die zuständigen Stellen eine entsprechende Kampfmittelräumung. Anschließend können weitere bauvorbereitende Maßnahmen wie Gehölzrückschnitte oder Geländeprofilierung durchgeführt werden.

Bei den Gehölzrückschnittarbeiten achten wir besonders darauf, nicht mehr Gehölze zurückzuschneiden als notwendig und diese Flächen entsprechend zu kompensieren. Dabei befinden wir uns in stetigem Austausch mit den zuständigen Behörden und halten uns an die gesetzlichen Regelungen.

In besonders sensiblen Bereichen werden die Arbeiten durch eine zertifizierte ökologische Baubegleitung betreut. Sofern entnommener Boden nicht vorbelastet ist, wird dieser nach Möglichkeit für die Geländeprofilierung genutzt. Das heißt, dass der Boden an einer Stelle abgetragen und an anderer Stelle für die Aufschüttung genutzt wird. Die jeweilige Baustelle wird stets durch einen Bauzaun oder – wenn möglich – bereits durch den späteren Anlagenzaun gesichert.



Die Baustraßen werden während der Bauzeit für die Tiefbauarbeiten und die Montage der Anlagenkomponenten genutzt

BAUSTELLENVERKEHR

Sowohl bei einem Neubau als auch bei einem Um- oder Ausbau einer Schalt- und Umspannanlage kann es zu erhöhtem Baustellenverkehr und Baulärm kommen. Die Baufahrzeuge nutzen überwiegend öffentliche Straßen. Diese werden vor Baubeginn in Abstimmung mit der zuständigen Behörde gegebenenfalls durch unabhängige Gutachter*innen untersucht und ihr Zustand wird protokolliert. Nach Abschluss der Bauarbeiten werden die Straßen gemäß den Protokollen in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt. Im direkten Anlagenbereich gibt es eigene Anlagenzufahrten und Betriebswege.

Um die Fläche für die Baufahrzeuge befahrbar zu machen, werden zunächst die Baustraßen errichtet. Hierfür wird der Untergrund zunächst in einer Breite von circa vier Metern mit Vlies ausgelegt. Danach wird auf dem Vlies Schotter eingebaut und verdichtet. Die Baustraßen werden im späteren Verlauf der Bauarbeiten zu den finalen Betriebswegen umgebaut. Nach Errichtung der Baustraßen werden die Trafostände, die Geräte- und Portalfundamente und das Betriebsgebäude errichtet. Diese Arbeiten finden oft parallel statt.



TIEFBAUARBEITEN

Die Trafostände sowie die Geräte- und Portalfundamente werden aus Stahlbeton angefertigt. Die Trafostände werden als geschlossener Auffangraum (Sekundärbarriere) erstellt. Dieser dient dem Schutz der Umwelt, da der Transformator mit Öl gefüllt ist. Dieses Öl wird im Falle einer Leckage in der „tiefen Tasse“ aufgefangen. Daher sind diese Arbeiten oft aufwändiger und nehmen mehr Zeit in Anspruch. Das Betriebsgebäude dient zum späteren Anschluss der einzelnen Schaltfelder und beinhaltet die Schutz- und Leittechnik.

Nach Fertigstellung der Trafostände und der Fundamente wird das Gelände eingeebnet, sodass die fehlenden Anlagenkomponenten montiert werden können. Nach Montage der Anlagenkomponenten werden sowohl Kabelkanäle als auch Kabel- und Erdseilgräben gebaut. In diese Kanäle und Gräben werden die Kabel verlegt, die die Schaltfelder mit dem Betriebsgebäude verbinden. Abschließend stellen die beauftragten Tiefbauunternehmen das Gelände einschließlich Rasenflächen wieder her. Sie bauen die Baustraßen zu Betriebswegen um und sichern das Gelände mit dem Anlagenzaun.



Drohnenaufnahme einer Schaltanlage



TRAFOTRANSPORTE

Ein wichtiger Meilenstein während der Bauphase ist die Anlieferung der Transformatoren. Diese werden als Schwertransport über unterschiedliche Verkehrswege angeliefert, soweit möglich, als Bahntransport über den direkten Schienenweg. Daher müssen wir den Transport sorgfältig im Voraus planen. Dazu betreibt Amprion mehr als 130 Gleisanschlüsse. Bei Anlagen, die über keinen direkten Gleisanschluss verfügen, erfolgt die Anlieferung im kombinierten Verkehr (Schiene – Straße). Bei Bedarf wird auch der Wasserweg in Betracht gezogen.

Bereits im Rahmen der Anlagenplanung beginnt Amprion, mögliche Transportwege

zu ermitteln. Transportstudien sowie Fahr- und Belastungssimulationen wie auch Probegenehmigungen helfen dabei.

Um Transporte reibungslos durchführen zu können, stehen wir im engen Austausch mit den Schieneninfrastrukturbetreibern, den Gemeinden und Kommunen, den Straßenverkehrsämtern, dem Wasser- und Schifffahrtsamt sowie betroffenen Privatpersonen.

Bei einem Anlagenumbau oder einer Erweiterung können die oben beschriebenen Punkte ebenfalls anfallen, jedoch in geringerem Ausmaß. Außerdem werden oftmals Anlagenteile zurückgebaut.



Transport von einem Transformator zur Umspannanlage

SPEZIELLE BAUVERFAHREN

In einigen Fällen greifen wir beim Bau unserer Schalt- und Umspannanlagen auf spezielle Verfahren zurück. Es handelt sich dabei beispielsweise um Maßnahmen zur Grundwasserhaltung bei hohen Grundwasserständen oder um die Sanierung von belasteten Böden. Je nach Tragfähigkeit des Bodens können auch Spezialtiefbauverfahren wie die Bohrpfehlgründung oder Unterwasserbaugruben zum Einsatz kommen.

KOMMUNIKATION VON DER PLANUNG BIS ZUR INBETRIEBNAHME

INFORMATION UND DIALOG

DIALOG VOR ORT: FRÜHZEITIG UND TRANSPARENT

Damit die Energiewende und der Netzausbau gelingen, braucht es mehr als Ingenieurwissen. Ebenso wichtig ist die gesellschaftliche Akzeptanz. Deshalb suchen wir bei Amprion frühzeitig den Dialog vor Ort mit Bürger*innen, Trägern öffentlicher Belange, Verbänden und Organisationen sowie mit Politik und Wirtschaft. Wir wollen transparent darüber informieren, warum neue Stromverbindungen nötig sind und wie sie geplant, genehmigt und gebaut werden. Außerdem ist es uns wichtig, mit den Menschen persönlich ins Gespräch zu kommen, zuzuhören, Hinweise aufzunehmen und die Öffentlichkeit so am Gemeinschaftsprojekt Energiewende teilhaben zu lassen. Von der Planung und der Genehmigung der Projekte über den Bau bis hin zur Inbetriebnahme steht unser Team der Projektkommunikation dafür zur Verfügung.

ÖFFENTLICHKEITSINFORMATION UND -BETEILIGUNG

Der Netzausbau in Deutschland ist ein mehrstufiges Verfahren mit vielen Beteiligten. Es reicht vom Netzentwicklungsplan bis zu Bundesfachplanung, Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren oder Verfahren nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) für konkrete Vorhaben und Projekte. Interessierte Bürger*innen sowie Träger öffentlicher Belange, Verbände und Organisationen können sich an verschiedenen Stellen informieren und einbringen. Das hat der Gesetzgeber in den meisten Fällen so vorgesehen.

Auch uns als Übertragungsnetzbetreiber ist der Dialog mit den Menschen vor Ort sehr wichtig, da sie ihre Heimat am besten kennen. Dazu haben wir verschiedenste Veranstaltungsformate entwickelt. So können wir nicht nur über unsere Projekte informieren, sondern auch vor Beginn des formellen Genehmigungsverfahrens Hinweise in Bezug auf den Projektraum aufnehmen, prüfen und gegebenenfalls in unsere Planungen einfließen lassen.



IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Amprion GmbH
Robert-Schuman-Straße 7
44263 Dortmund

KONZEPTION UND UMSETZUNG

Amprion GmbH

FOTOGRAFIE

Amprion GmbH (S. 7, S. 8, S. 19, S. 21, S. 32, S. 36 oben, S. 38, S. 39)
Björn Behrens (S. 37)
Daniel Schumann (Titel, S. 1, S. 4, S. 17 oben, S. 18, S. 24, S. 29, S. 36 unten)
Frank Peterschröder (S. 41)
Thorwald Hoffmann (S. 23)
HS-Studios (S. 17 unten)
InsideAll GmbH (S. 34)

DRUCK

Woeste Druck, Essen



NOCH FRAGEN? KONTAKT

SPRECHEN SIE UNS AN

Die Kontaktdaten der Ansprechpartner*innen aller Amprion-Projekte finden Sie unter:
amprion.net/Netzausbau/Kontakt

Kostenlose Info-Hotline:
0800 58952474

INFORMATIONSTELLEN

Amprion GmbH
netzausbau.amprion.net

Netzausbauseiten der BNetzA
netzausbau.de

Netzentwicklungsplan
netzentwicklungsplan.de

A photograph of a high-voltage electrical substation, showing a complex network of metal structures, insulators, and power lines. A large teal-colored triangular overlay is positioned on the left side of the image, partially obscuring the background. The sky is visible in the upper right corner.

ÜBER AMPRION

Amprion ist einer von vier Übertragungsnetzbetreibern in Deutschland. Unser 11.000 Kilometer langes Höchstspannungsnetz transportiert Strom in einem Gebiet von der Nordsee bis zu den Alpen. Dort wird ein Drittel der Wirtschaftsleistung Deutschlands erzeugt. Unsere Leitungen sind Lebensadern der Gesellschaft: Sie sichern Arbeitsplätze und Lebensqualität von 29 Millionen Menschen.

Wir halten das Netz stabil und sicher – und bereiten den Weg für ein klimaverträgliches Energiesystem, indem wir unser Netz ausbauen. Zudem übernehmen wir übergreifende Aufgaben für die Verbundnetze in Deutschland und Europa.