

# Netzentwicklung im Raum Wilster

Das Umspannwerk als Drehkreuz der Energiewende





|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Vorwort                              | <b>3</b>  |
| Wer ist TenneT?                      | <b>4</b>  |
| Netzentwicklung im Raum Wilster      | <b>6</b>  |
| Netzausbau im Raum Wilster           | <b>7</b>  |
| Netzausbau in Schleswig-Holstein     | <b>8</b>  |
| Das Netzausbauprojekt NordLink       | <b>10</b> |
| Das Netzausbauprojekt SuedLink       | <b>12</b> |
| Das Umspannwerk Wilster West         | <b>14</b> |
| Offshore-Windenergie in Deutschland  | <b>20</b> |
| Glossar                              | <b>22</b> |
| Ihre Ansprechpartner für das Projekt | <b>23</b> |



Unsere moderne Welt ist durch einen raschen, tiefgreifenden Wandel gekennzeichnet, besonders im Energiebereich. Die Energiewende in Deutschland wurde durch die Bundesregierung initiiert und gefördert – sie trifft auf einen breiten Konsens innerhalb der Gesellschaft. Wesentliche Eckpunkte sind der Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022 und der Umstieg in der Stromerzeugung von fossilen Brennstoffen hin zu erneuerbaren und nachhaltigen Energiequellen wie der Wind- und Sonnenenergie. Parallel dazu schreitet die Integration des europäischen Strommarktes voran und die Menge grenzüberschreitender Stromflüsse nimmt ständig zu. Für das Grenz- und Küstenland Schleswig-Holstein gilt das ganz besonders.

Zum einen liefert es mit seinen windreichen Küstengebieten an Nord- und Ostsee große Mengen regenerativer Windenergie, die schon heute nur teilweise im Lande selbst verbraucht werden. Zum anderen strebt die Landesregierung bis 2025 mindestens eine Verdopplung der installierten Leistung an, sodass noch mehr erneuerbarer Strom dorthin transportiert werden muss, wo er benötigt wird – in die großen Verbraucherkernzentren im Süden und Westen Deutschlands.

Zudem ist Schleswig-Holstein aufgrund seiner Lage auch das Transitland für den Stromaustausch mit Dänemark, Schweden und Norwegen: Bei Lübeck mündet das Baltic Cable, die Verbindung zu Schweden. Und bei Büsum landet das NordLink-Seekabel an, das durch die Nordsee einen Anschluss an das norwegische Stromnetz bietet. Zudem verbinden die beiden großen Stromleitungen der Westküste und der Mittelachse das deutsche mit dem dänischen Netz. Alle diese wichtigen Stromverbindungen werden in Schleswig-Holstein später mit dem SuedLink gekoppelt, der die im Norden produzierte Energie weiter in den Süden Deutschlands abtransportieren soll. Das Umspannwerk Wilster West fungiert dabei als zentrale Schaltstelle. Über die genauen Aufgaben und Funktionen dieses Umspannwerks, seine Anschlüsse an unterschiedliche Hoch- und Höchstspannungsleitungen sowie die Umwandlung von Dreh- in Gleichstrom soll Sie die vorliegende Broschüre informieren.

Diese Broschüre ist Bestandteil unseres offenen, transparenten und umfassenden Dialogs mit allen Bürgerinnen und Bürgern sowie Interessengruppen, ohne die ein solches Projekt nicht gelingen kann. Deshalb möchten wir Sie über alle Vorhaben und Schritte informieren und Ihnen die Möglichkeit bieten, Ihre Anregungen und Ihr Wissen in den Prozess einfließen zu lassen. Wir wünschen Ihnen in diesem Sinne eine interessante Lektüre.

Ihr



Christoph Schulze Wischeler



**Christoph Schulze Wischeler** verantwortet bei TenneT seit Januar 2016 den Netzausbau in Deutschland. Zuvor war er technischer Leiter des Offshore-Bereichs und verantwortete dabei unter anderem das erste deutsche Offshore-Projekt, alpha ventus, sowie BorWin1, das weltweit erste Offshore-Projekt mit Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) in dieser Größenordnung.

Bis 2008 arbeitete er bei Siemens in unterschiedlichen Funktionen in Vertrieb, Fertigung und Projektmanagement, zuletzt als Leiter des Bereichs Power Transmission and Distribution in Bangkok.

Christoph Schulze Wischeler absolvierte ein Doppeldiplom der Elektrotechnik an den Universitäten von Grenoble und Karlsruhe und schloss einen MBA ab.

# Wer ist TenneT?



**22.000 km**

Hoch- und Höchstspannungsleitungen

---

**41.000.000**

Endverbraucher

---

**Netzgebiet**

Niederlande und große Teile Deutschlands

---

**99,99 %**

Versorgungssicherheit

---

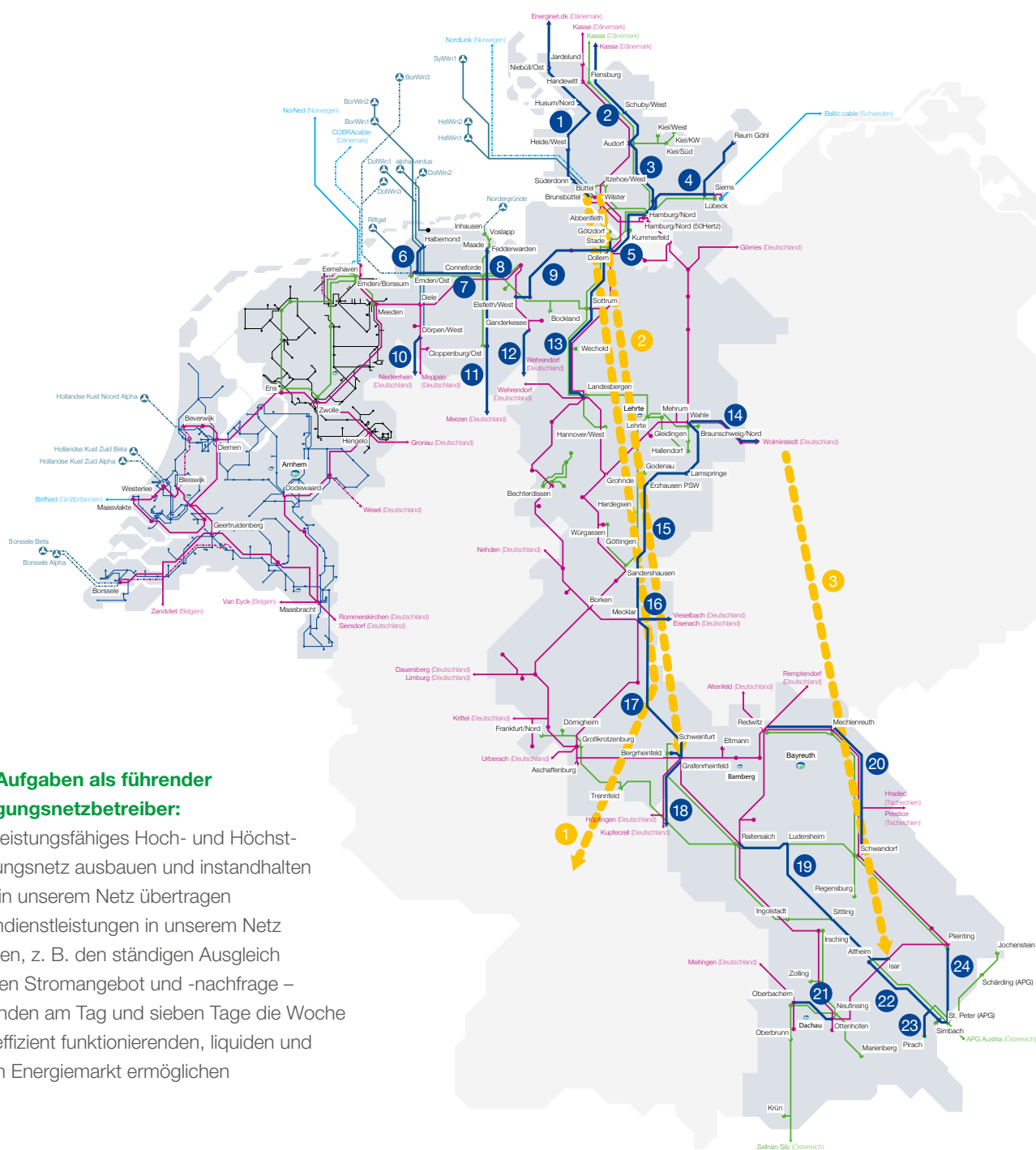
Konstantes Gleichgewicht

**50 Hz**

TenneT ist einer der führenden Übertragungsnetzbetreiber in Europa. Mit rund 22.000 Kilometern Hoch- und Höchstspannungsleitungen in den Niederlanden und in Deutschland bieten wir 41 Millionen Endverbrauchern rund um die Uhr eine zuverlässige und sichere Stromversorgung. TenneT entwickelt mit etwa 3.000 Mitarbeitern als verantwortungsbewusster Vorreiter den nordwesteuropäischen Energiemarkt weiter und integriert im Rahmen der nachhaltigen Energieversorgung vermehrt erneuerbare Energien.

### Unsere Aufgaben als führender Übertragungsnetzbetreiber:

- Unser leistungsfähiges Hoch- und Höchstspannungsnetz ausbauen und instandhalten
- Strom in unserem Netz übertragen
- Systemdienstleistungen in unserem Netz erbringen, z. B. den ständigen Ausgleich zwischen Stromangebot und -nachfrage – 24 Stunden am Tag und sieben Tage die Woche
- Einen effizient funktionierenden, liquiden und stabilen Energiemarkt ermöglichen



# Netzentwicklung im Raum Wilster

Darum ist der Raum Wilster für die Energiewende so wichtig.

**Deutschland stellt seine Strominfrastruktur vor große Herausforderungen: 2050 sollen mindestens 80 Prozent der Energieversorgung aus erneuerbaren Energien produziert werden.**

Und: Die Stromnetze müssen das ermöglichen – ihr Ausbau gewährleistet auch zukünftig eine sichere und wettbewerbsfähige Stromversorgung. Dabei spielen leistungsstarke Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Verbindungen (HGÜ-Verbindungen) zwischen Norden und Süden, wie NordLink und SuedLink, eine entscheidende Rolle:

- NordLink – das „grüne Kabel“ – verbindet die sich ergänzenden Energiesysteme aus norwegischer Wasserkraft und deutscher Windenergie und verbessert die Sicherheit der Energieversorgung in beiden Ländern.
- SuedLink zum Abtransport des Windstroms aus Schleswig-Holstein in den deutschen Süden und als Möglichkeit zur Kopplung mit NordLink für den Transport und Austausch erneuerbarer Energien.

Der Raum Wilster hat deshalb eine besondere Bedeutung: Hier sollen die beiden HGÜ-Verbindungen NordLink und SuedLink an das Drehstromübertragungsnetz angebunden werden. Sie werden benötigt, um dem stetig steigenden Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen begegnen zu können.

Mit der bei NordLink und SuedLink eingesetzten Gleichstromtechnologie können große Mengen an Energie über weite räumliche Distanzen effizienter transportiert werden als es die herkömmliche Drehstromtechnologie ermöglicht.

Als „Raum Wilster“ wird der Netzbereich zwischen Wilster, Brokdorf, Itzehoe und Brunsbüttel verstanden. Zentraler Punkt ist bislang die jetzige 380-kV-Schaltanlage in Wilster. Ihre Leistung reicht jedoch aufgrund der notwendigen Anzahl neuer Schaltfelder, zur Vermeidung unzulässiger Lastflüsse und der zukünftig geforderten Kurzschlussfestigkeit nicht für den geplanten Anschluss von NordLink und SuedLink aus. Deshalb ist ein Ersatzneubau der 380-kV-Schaltanlage am Standort der bestehenden Schaltanlage notwendig.

Vor diesem Hintergrund ist der Raum Wilster ein entscheidender Dreh- und Angelpunkt für die Energiewende, da durch die Anbindung von NordLink und SuedLink an das Umspannwerk Wilster West der Energietransport aus dem windreichen Norden der Republik über mehrere hundert Kilometer in den verbrauchsstarken Süden bzw. nach Norwegen erfolgen kann. Dies schafft die Grundlage für eine sichere und effizientere Stromversorgung in der Bundesrepublik.



# Netzausbau im Raum Wilster

## Geplante Maßnahmen

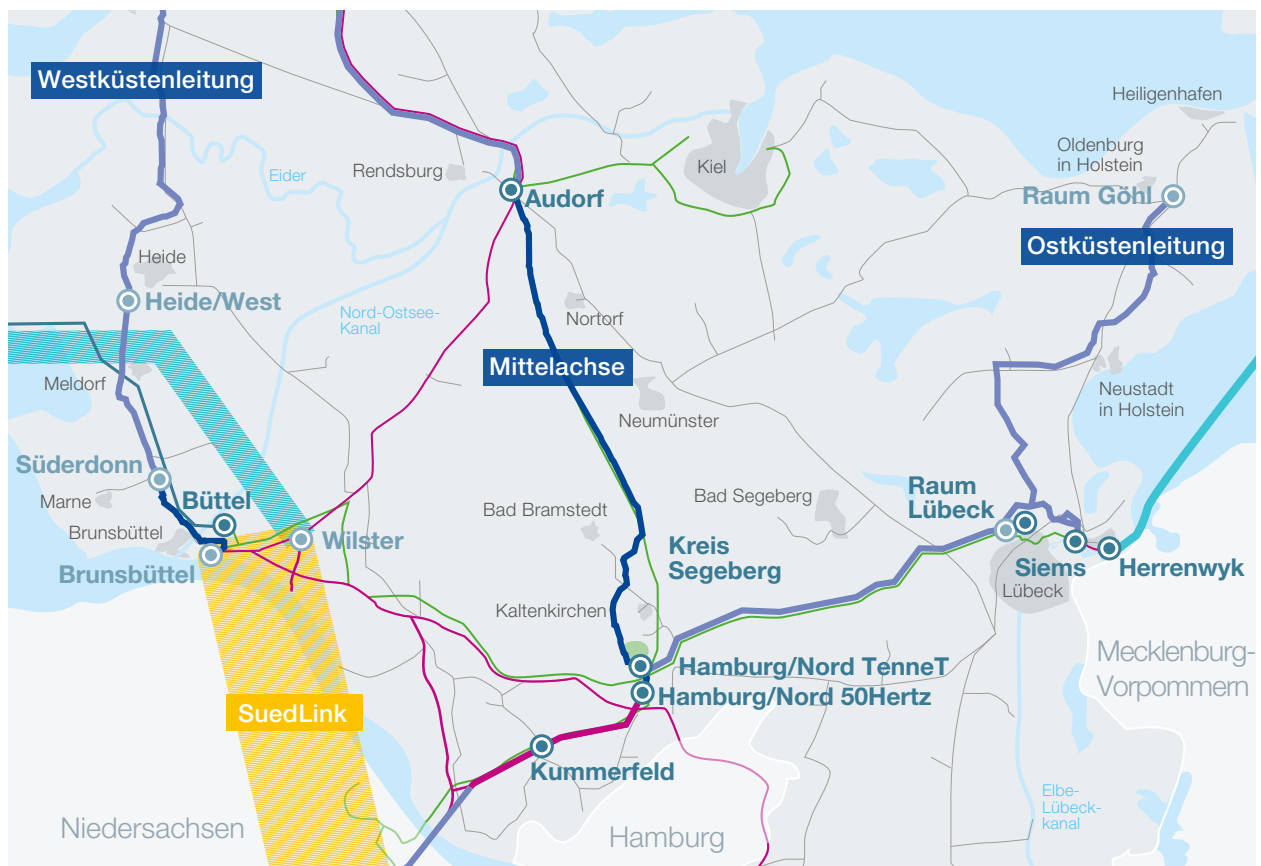
Um das Netz im Raum Wilster auszubauen und damit die Energiewende voranzutreiben, sind folgende Maßnahmen geplant:

### Maßnahmen im Umspannwerk Wilster West:

- Erneuerung der bestehenden 380-kV-Schaltanlage
- Anbindung der HGÜ-Konverter für NordLink und SuedLink
- Errichtung einer 110-kV-Schaltanlage als Ersatz für die zurückzubauende 220-kV-Schaltanlage Itzehoe-West

### Maßnahmen in der Region Wilster im Leitungsbereich:

- Anpassungen in der regionalen 110-kV-Infrastruktur
- Neubau einer Freileitung/Kabelverbindung zum Umspannwerk Itzehoe-West
- Verlegen der 380-kV-Leitungen aus Brunsbüttel, Audorf, Dollern und Brokdorf



# Netzausbau in Schleswig-Holstein

## Die Energiewende und das Bestandsnetz – Netzausbau mit Dreh- und Gleichstromprojekten

**Im Sommer 2011 wurde in Deutschland die Energiewende eingeleitet. Bis zum Jahr 2022 soll die Bundesrepublik vollständig aus der Kernenergienutzung aussteigen.**

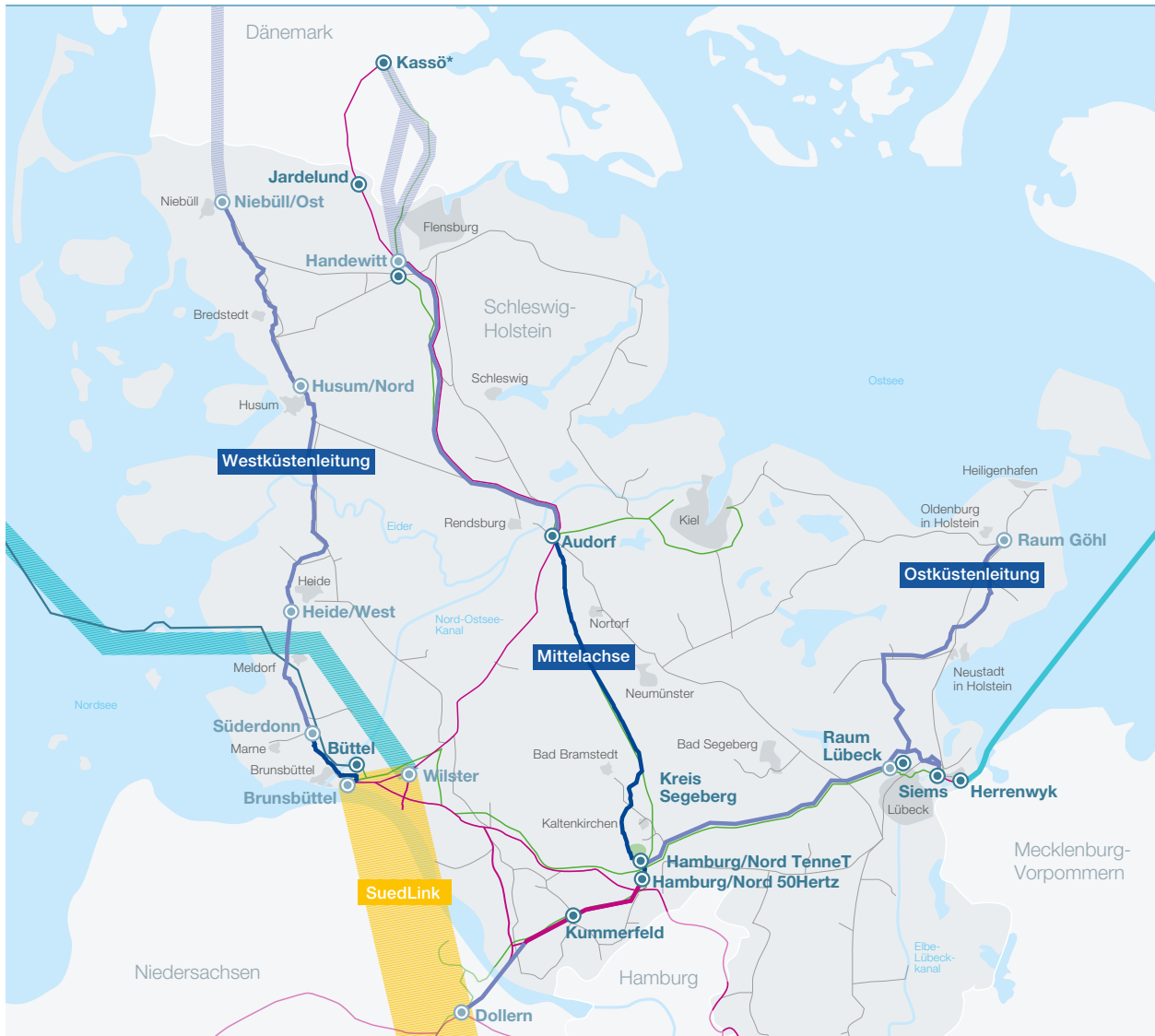
Schleswig-Holstein, das Land der erneuerbaren Energien, hat mit seinen windreichen Küstenregionen in Deutschland einen besonderen Stellenwert beim Umbau der Stromversorgung hin zu nachhaltigen Energiequellen. Auf Grundlage der Ausbauprognose von 9.000 Megawatt (MW) onshore und zusätzlichen 3.000 MW offshore im Rahmen der Netzentwicklungsinitiative Schleswig-Holstein wird das Land bis 2020 rund acht bis zehn Prozent des deutschen Strombedarfs decken. Um diese steigenden Leistungen aus erneuerbaren Energien in Zukunft abtransportieren zu können, ist ein Ausbau der vorhandenen Netzstruktur notwendig. So sollen laut Netzentwicklungsplan 2025 und Bundesbedarfsplan 2013 die geplanten HGÜ-Projekte NordLink und SuedLink an das Umspannwerk Wilster West angeschlossen werden. Doch auch die Drehstromleitungen müssen verstärkt werden.

Nahezu die Hälfte des in Schleswig-Holstein erzeugten Stroms aus Windkraftanlagen wird bereits heute wie auch in Zukunft entlang der Westküste produziert. Daher ist der Bau der 380-kV-Stromleitung von Brunsbüttel nach Niebüll – die sogenannte Westküstenleitung – eines der zentralen und dringend erforderlichen Infrastrukturprojekte in Schleswig-Holstein, um die Energiewende umsetzen zu können. Aber auch die Ostküste ist eine weitere Quelle erneuerbarer Energien. So werden dort in den nächsten Jahren etwa 1.000 MW Erzeugungsleistung, hauptsächlich aus Windenergie, hinzukommen.

Über die geplante 380-kV-Leitung entlang der Ostküste, d. h. aus Siems und dem Raum Göhl über den Raum Lübeck zum Kreis Segeberg, sollen diese zunehmenden Strommengen aus der Region aufgenommen und zu den Verbraucherzentren im Land abtransportiert werden.

Außerdem ist zur Bewältigung der generell ansteigenden Einspeiseleistungen sowie höherer Transitleistungen aus Dänemark auch ein Ausbau der Netzstruktur entlang der Mittelachse erforderlich, also von dem niedersächsischen Dollern bis zum dänischen Kassö.





## Leitungsausbau in Schleswig-Holstein

(Stand: Juni 2016)

**Westküstenleitung:** Gesamtlänge ca. 120 km

- 380-kV-Leitung im Bau:  
Abschnitt Brunsbüttel–Süderdonn
- 380-kV-Leitung im Genehmigungsverfahren:  
Abschnitt Süderdonn–Heide/West  
Abschnitt Heide/West–Husum/Nord  
Abschnitt Husum/Nord–Niebüll/Ost
- 380-kV-Leitung vor Genehmigungsverfahren:  
Abschnitt Niebüll/Ost–Landesgrenze Dänemark

**Mittelachse:** Gesamtlänge ca. 140 km

- 380-kV-Leitung im Bau:  
Abschnitt Hamburg/Nord–Audorf
- 380-kV-Leitung im Genehmigungsverfahren:**  
Abschnitt Audorf–Handewitt (Flensburg)
- Abschnitt Hamburg/Nord–Dollern
- 380-kV-Leitung vor Genehmigungsverfahren:  
Abschnitt Handewitt (Flensburg)–Kassö (Dänemark)

**Ostküstenleitung:** Gesamtlänge ca. 130 km

- 380-kV-Leitung im Genehmigungsverfahren:  
Abschnitt Kreis Segeberg–Raum Lübeck  
Abschnitt Raum Lübeck–Raum Göhl  
Abschnitt Raum Lübeck–Siems

**NordLink:** Gesamtlänge ca. 620 km

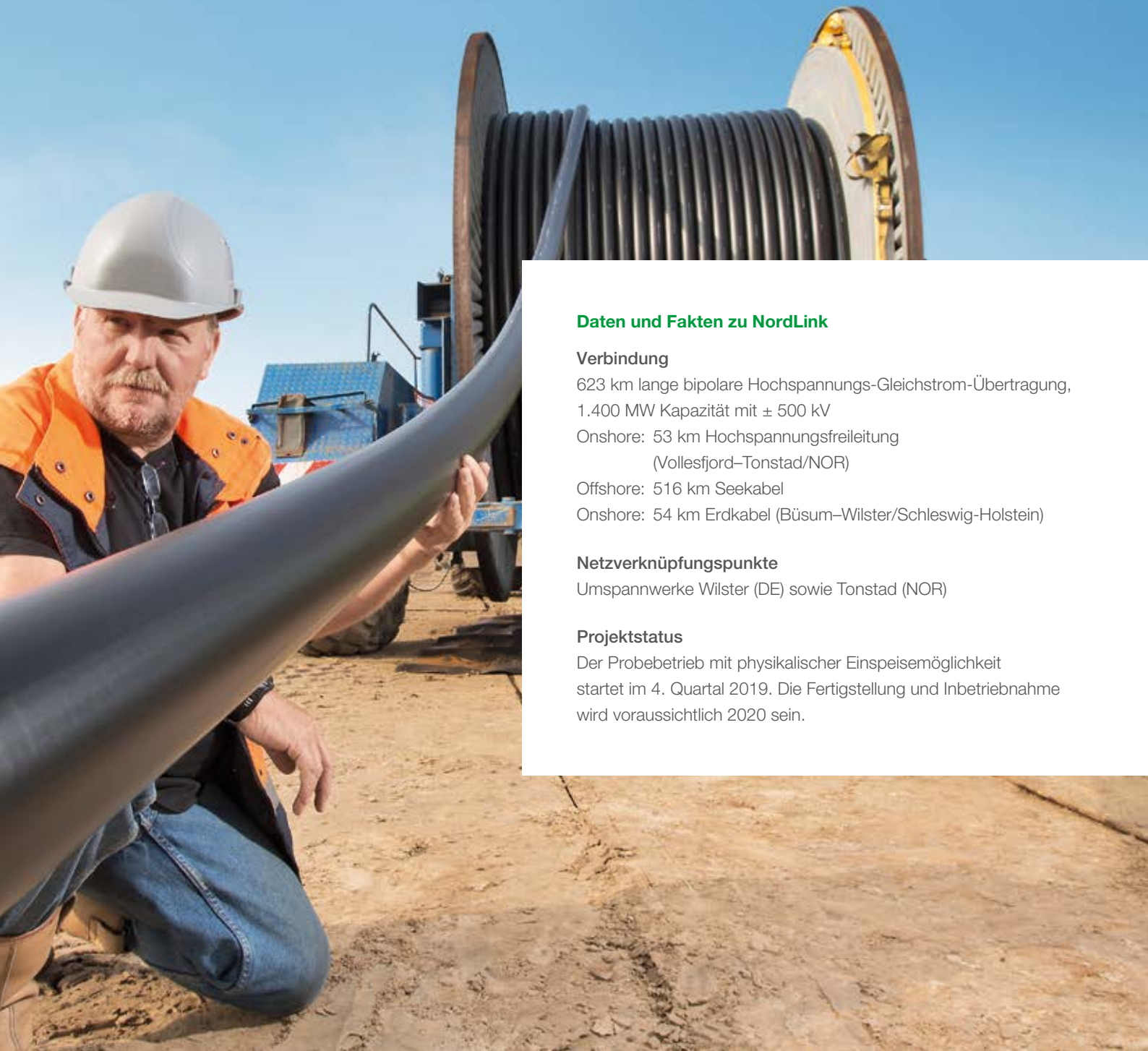
- Die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung zwischen Deutschland und Norwegen ist im Bundesbedarfsplangesetz enthalten. Mit dem Bau des Interkonnektors NordLink wurde in Norwegen bereits begonnen, auf der deutschen Seite finden bereits bauvorbereitende Maßnahmen statt.

**SuedLink:**

- Gleichstromverbindung vor Genehmigungsverfahren:  
Als länderübergreifendes Verfahren wird SuedLink im Rahmen einer Bundesfachplanung genehmigt. Die bisherige Planung wird aktuell überarbeitet. Planungsziel ist die Umsetzung der beiden SuedLink-Vorhaben auf einer Stammstrecke. Der konkrete Trassenverlauf ist noch nicht festgelegt.
- Offshore-Netzanbindung HelWin1, HelWin2 und SylWin1
- Seekabel (Baltic Cable) (zuständiger Netzbetreiber Baltic Cable AB)
- bestehende 380-kV-Leitung
- bestehende 220-kV-Leitung
- bestehende 110-kV-Leitung (zuständiger Netzbetreiber Schleswig-Holstein Netz AG)
- bestehendes Umspannwerk
- in Planung/Bau befindliches Umspannwerk

\*verantwortlich für den Leitungsausbau in Dänemark: **Energinet.dk**

# Das Netzausbauprojekt NordLink



## Daten und Fakten zu NordLink

### Verbindung

623 km lange bipolare Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung,  
1.400 MW Kapazität mit  $\pm 500$  kV

Onshore: 53 km Hochspannungsfreileitung  
(Vollesfjord–Tonstad/NOR)

Offshore: 516 km Seekabel

Onshore: 54 km Erdkabel (Büsum–Wilster/Schleswig-Holstein)

### Netzverknüpfungspunkte

Umspannwerke Wilster (DE) sowie Tonstad (NOR)

### Projektstatus

Der Probetrieb mit physikalischer Einspeisemöglichkeit  
startet im 4. Quartal 2019. Die Fertigstellung und Inbetriebnahme  
wird voraussichtlich 2020 sein.

---

## Warum Deutschland NordLink braucht

**NordLink gilt als eines der bedeutendsten Netzausbauprojekte zur Umsetzung der Energiewende. Bei diesem Projekt errichten der norwegische Übertragungsnetzbetreiber Statnett sowie TenneT und die KfW auf deutscher Seite gemeinsam eine Gleichstromverbindung zwischen dem Norden Deutschlands und Südnorwegen.**

Dadurch erhöht sich die Versorgungssicherheit des deutschen und norwegischen Stromnetzes. Die Kopplung beider Strommärkte ermöglicht zum einen den Transport überschüssiger Windenergie in verbrauchsarmen Zeiten von Deutschland nach Norwegen. Zum anderen kann durch die grenzüberschreitende Verbindung auch Strom aus norwegischen Wasserspeicherkraftwerken nach Deutschland fließen und damit Engpässen im deutschen Übertragungsnetz entgegenwirken. Die Notwendigkeit zur Umsetzung des Projekts ist bereits durch das Bundesbedarfsplangesetz gesetzlich verankert worden und im Netzentwicklungsplan 2025 begründet.

**Mit einer Kapazität von 1.400 MW kann NordLink mehr als 3,6 Millionen deutsche Haushalte mit Strom versorgen. Das entspricht in etwa der Einspeiseleistung von 466 Windkraftanlagen zu je drei MW, womit die Kapazität deutlich über der eines großen konventionellen Kraftwerks liegt.**

NordLink wird in Deutschland als Erdkabel und in Norwegen als Freileitung verlaufen. Für den effizienten Austausch erneuerbarer Energien zwischen Deutschland und Norwegen ist geplant, bis 2020 eine 623 Kilometer lange Stromleitung zu verlegen, wovon 516 Kilometer als Seekabel durch die Nordsee geführt werden sollen. Von der schleswig-holsteinischen Küste bei Büsum – hier kommt das Seekabel in Deutschland an Land – bis hin zum Umspannwerk Wilster West wird die Leitung auf einer Länge von 54 Kilometern als Erdkabel verlegt. Auf norwegischer Seite wird die Stromleitung von Vollesfjord in der Gegend von Fedafjord nach Tonstad als 53 Kilometer lange Freileitung realisiert.

In Norwegen gibt es bereits bauvorbereitende Maßnahmen für den Interkonnektor, am künftigen Konverterstandort Wilster und für die Onshore-Kabelroute in Deutschland haben bauvorbereitende Maßnahmen ebenfalls begonnen.



# Das Netzausbauprojekt SuedLink

## Daten und Fakten zu SuedLink

### Projektpartner

TenneT und TransnetBW

### Technologie

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung/Erdverkabelung

### Übertragungskapazität

4.000 MW

### Netzverknüpfungspunkte

Vorhaben Nr. 4 BBPIG: Wilster, Grafenheinfeld

Vorhaben Nr. 3 BBPIG: Brunsbüttel, Großgartach

### Projektstatus

Das Projekt befindet sich derzeit in der Neuplanung.

---

## Warum Deutschland SuedLink braucht

**SuedLink ist ein zentraler Baustein für das Gelingen der Energiewende in Deutschland. Die HGÜ-Leitung wird gebraucht, um dem stetig steigenden Anteil der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien Rechnung zu tragen.**

Als eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung wird SuedLink die Windenergie aus dem Norden der Bundesrepublik über mehrere hundert Kilometer dorthin transportieren, wo künftig nach und nach die Kernkraftwerke – aufgrund der Ausbauprognose – vom Netz gehen. Die Berechnungen des Netzentwicklungsplans 2025 machen deutlich, dass spätestens dann rund 12.000 MW Windenergie auf See und an Land in und vor Schleswig-Holstein installiert sein werden. Gleichzeitig werden Bundesländer wie Hessen, Baden-Württemberg und Bayern 30 Prozent ihres Energiebedarfs importieren müssen. SuedLink wird gebraucht, um dieses zunehmende Nord-Süd-Gefälle bei der Energieerzeugung auszugleichen. Dabei hat die bei SuedLink verwendete Gleichstromtechnologie den Vorteil, große Energiemengen über weite Distanzen deutlich verlustärmer zu transportieren, als das über herkömmliche Leitungen in Drehstromtechnologie möglich ist.

Innerhalb von SuedLink sind zwei Maßnahmen – zwischen Wilster und Grafenrheinfeld sowie zwischen Brunsbüttel und Großgartach – im Bundesbedarfsplan aufgenommen. Die erste Verbindung von Wilster in Schleswig-Holstein nach Grafenrheinfeld in Bayern ist als Vorhaben Nr. 4 im Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) gekennzeichnet. Die zweite Verbindung von Brunsbüttel in Schleswig-Holstein nach Großgartach in Baden-Württemberg ist als Vorhaben Nr. 3 gekennzeichnet. Beide Vorhaben werden von TenneT und TransnetBW in Projektpartnerschaft geplant und gebaut.

**Die bisherigen Planungen bei SuedLink wurden durch umfassende Information und Beteiligung der Öffentlichkeit begleitet. Daran werden TenneT und TransnetBW auch in Zukunft anknüpfen, wenn es darum geht, einen geeigneten Verlauf für SuedLink zu finden. Denn Dialog und Beteiligung können die Planungen verbessern und Handlungsspielräume beim dringend erforderlichen Netzausbau eröffnen.**

SuedLink wird als Erdkabel geplant: Das im Dezember 2015 verabschiedete Gesetz zur Änderung von Bestimmungen des Rechts des Energieleitungsbaus sieht einen Erdkabelvorrang bei Gleichstromverbindungen vor. Das bedeutet, dass geplante HGÜ-Verbindungen wie SuedLink grundsätzlich als Erdkabel verlegt werden und Freileitungsabschnitte nur in wenigen Ausnahmen möglich sind. Diese gesetzlichen Bestimmungen erfordern eine Neuplanung bei SuedLink.



# Das Umspannwerk

## Wilster West

### Was macht ein Umspannwerk?

#### Der Transformator, kurz Trafo

Der Transformator ist das Herz des Umspannwerks. Er leistet die eigentliche Arbeit des Umspannens von einer Spannungsebene auf die andere. Transformatoren im Hoch- und Höchstspannungsbereich sind von beeindruckender Größe – ihr metallischer, ölfüllter Kessel ist etwa elf Meter lang und circa fünf Meter hoch. Rechts und links des Kessels befinden sich Anlagen für die Ölkühlung. Ein ringförmiger Eisenkern im Innern des Kessels ist auf zwei Seiten von unterschiedlichen Wicklungen umgeben, der Primär- und der Sekundärspule. Der Strom, der durch die eine Spule fließt, erzeugt ein Magnetfeld im Eisenkern, das in der anderen Spule einen entsprechenden Stromfluss hervorruft. Je mehr Wicklungen eine Spule aufweist, umso höher ist die Spannung, die dort anliegt.

Alle Fragen rund um ein Umspannwerk werden in unserer Broschüre „Umspannwerke – Die Knotenpunkte der Stromversorgung“ ausführlich und anschaulich beantwortet. Sie ist auch online unter [www.tennet.eu](http://www.tennet.eu) verfügbar.

**Das Umspannwerk ist eine der zentralen Schaltstellen im Stromnetz. Strom, der aus herkömmlichen Kraftwerken oder regenerativen Quellen stammt, muss über das Netz zu den Verbrauchern transportiert werden.**

Dazu hat das Stromnetz unterschiedliche Spannungsebenen, von der Höchstspannungsebene mit 220 und 380 Kilovolt (kV) und der Hochspannungsebene mit 110 kV über die Mittelspannungsebene mit zehn bis 30 kV bis zur Niederspannungsebene mit 230 bis 400 Volt (V).

Die Verbindung zwischen diesen Spannungsebenen wird im Umspannwerk über den Trafo hergestellt. Er bringt den Strom auf das nächst niedrigere oder höhere Spannungsniveau, damit er weitertransportiert werden kann. Das Umspannwerk sammelt also den Strom von den Erzeugern ein, wandelt ihn auf niedrigere oder höhere Spannungsebenen um und verteilt ihn weiter.

#### Was gehört zu einem Umspannwerk?

Umspannwerke sind große Schaltanlagen, die Leitungen unterschiedlicher Spannungsebenen miteinander verbinden. Dazu benötigen sie als wichtigste Komponenten einen Transformator (quasi das Herz des Umspannwerks) und ein oder mehrere Schaltfelder. Sie erfüllen die beiden Grundaufgaben eines Umspannwerks – das Umspannen und das Verteilen des Stroms. Während der Trafo ein in sich abgeschlossenes Gerät ist, bestehen Schaltfelder aus mehreren Komponenten, der Sammelschiene, unterschiedlichen Schaltern sowie Strom- und Spannungswandlern. Die Sammelschienen sind einerseits mit dem Transformator verbunden, andererseits über die Portale mit den Leitungen, die von den Stromerzeugern kommen und zu den Verbrauchern oder anderen Umspannwerken führen. Alle Energieflüsse des Umspannwerks fließen über die Sammelschiene und werden von dort auf die Schaltfelder verteilt. Soll im Umspannwerk außerdem noch der Drehstrom in Gleichstrom gewandelt werden, ist zusätzlich ein Konverter in die Schaltanlage integriert.

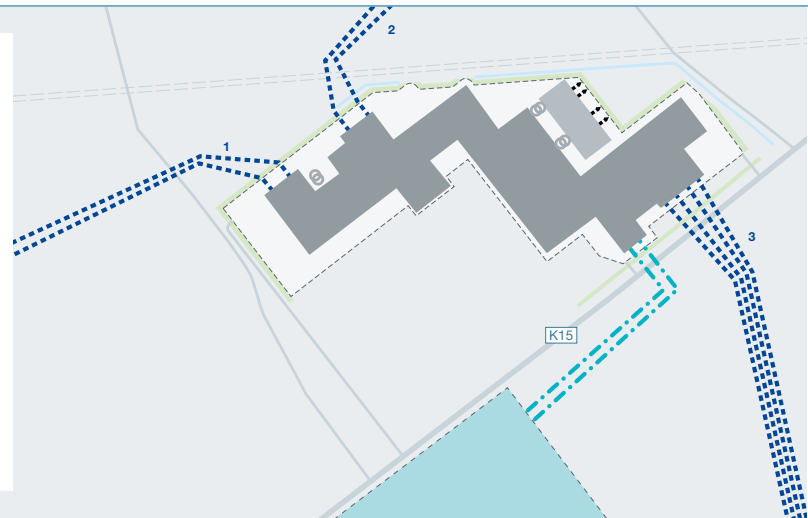
Unterschiedliche Schalter sorgen für den korrekten und kontrollierten Stromfluss durch die Schaltfelder. Darüber hinaus wird der Stromfluss (und damit letztlich das ganze Umspannwerk) gemessen und gesteuert – entweder automatisch oder von weit entfernten Steuerzentralen aus.



### Umspannwerk Wilster West – Planskizze

(Stand: Mai 2016)

- 380-kV-Schaltanlage
- 110-kV-Schaltanlage
- Transformator
- Grundstück Umspannwerk
- Pflanzstreifen (Breite ca. 7 m)
- geplante 380-kV-Leitungsanbindung:
  - 1** Brunsbüttel
  - 2** Audorf
  - 3** Brokdorf/Dollern
- NordLink: 380-kV-Kabelanbindung
- NordLink-Konverter
- geplante 110-kV-Leitungsanbindung
- neuer Graben
- Bahngleise



Das Umspannwerk Wilster West liegt circa ein Kilometer westlich von Wilster, nördlich der B5, in der Gemeinde Nortorf (Dwerfeld 9, 25554 Nortorf).

### Welchen Weg nimmt der Strom in einem Umspannwerk?

Aus den Freileitungen wird der Strom zunächst in das Portal geleitet, ein 18,5 Meter hohes Metallgerüst, an dem die einzelnen ankommenden Freileitungsseile aufgehängt sind. Von hier fließt der Strom über einen Verbund aus Trenn- und Erdungsschalter, der die Verbindung zu den einzelnen Schaltfeldern herstellt. In diesen wird der Strom an Spannungswandlern vorbeigeführt, die auch höchste Spannungen messen und kontrollieren können. Sie senden ihre Informationen an die Schaltzentrale. Wird der Leistungsschalter eingeschaltet, fließt der Strom durch ihn hindurch in das Schaltfeld, wo er verteilt und so geleitet wird, dass er an sein jeweiliges Ziel gelangt.

Die Schaltfelder sind über die Sammelschienen miteinander verbunden. An die Sammelschiene ist auch der Transformator angeschlossen, durch den der Strom auf das entsprechende andere Spannungsniveau umgespannt und von dort schließlich über entsprechende Ausgangsportale wieder in eine Freileitung eingespeist wird, die dann zum nächsten Umspannwerk oder Verbrauchern auf dieser Spannungsebene führt.

### Die Sammelschiene

Sämtliche Energieflüsse des Umspannwerks fließen über die Sammelschiene, üblicherweise ein langes Aluminiumrohr oder auch eine Kupferschiene. Sie verteilt den Strom und verbindet die unterschiedlichen Leitungen und Schaltfelder im Umspannwerk.

In größeren Umspannwerken gibt es nicht nur eine, sondern zwei oder drei parallele Sammelschienen, die über Quer- oder Längskupplungen miteinander verbunden sind. Die Sammelschienen sind nun einerseits mit dem oder den Transformatoren des Umspannwerks verbunden, andererseits mit den verschiedenen ein- und ausgehenden Leitungen, die von den Stromerzeugern, etwa den Windkraftanlagen, kommen bzw. zu den Verbrauchern oder anderen Umspannwerken führen.

### Daten und Fakten zum Umspannwerk Wilster West

|  |  |
|--|--|
| Einreichung der Genehmigungsunterlagen | Oktober 2015   |
| Baustart                               | Mai 2016   |
| Dauer der Bauzeiten                    | vorauss. bis Mitte 2020  |
| Anzahl der 380-kV-Schaltfelder         | 25 Stück   |
| Anzahl der 110-kV-Schaltfelder         | 10 Stück   |
| Anzahl der Transformatoren             | 2 x 380/110-kV-Transformatoren;<br>1 x 380/20-kV-Transformator für den Anschluss der Windparks |
| Höhe der Portale                       | max. 20 m  |

### Die Schalter

Damit die unterschiedlichen Komponenten eines Umspannwerks betriebsgerecht angesteuert und eingesetzt werden können, sind in die verschiedenen Leitungen unterschiedliche Schalter eingebaut. Es werden grundsätzlich drei Arten von Schaltern unterschieden: die Leistungsschalter, die Trennschalter und die Erdungsschalter.

Die wichtigste Art von Schaltern sind die Leistungsschalter. Leistungsschalter sind vergleichbar den Lichtschaltern in der Wohnung bzw. dem Sicherungsautomaten im Keller. Mit ihnen wird ein Betriebsstrom ein- oder ausgeschaltet und somit bestimmte Teile des Umspannwerks in Betrieb gesetzt oder aus dem Betrieb genommen. Damit sichergestellt ist, dass in einem bestimmten Bereich kein Strom fließt, wird die entsprechende Leitung und der damit verbundene Anlagenteil durch einen Trennschalter auch räumlich von den Strom führenden übrigen Teilen abgekoppelt. Im Haushalt entspräche das einem Herausziehen des Steckers aus der Steckdose.

Ein Erdungsschalter, auch Überspannungsableiter genannt, verhindert, dass solche abgeschalteten Anlagenteile sich wieder mit Spannung aufladen können und garantiert somit ein sicheres Arbeiten in diesen Bereichen.

### Welche Geräusche macht ein Umspannwerk und wie laut sind diese?

In einem Umspannwerk entstehen Geräusche in erster Linie durch den Transformator. Daneben gibt es mögliche Geräusche, die generell bei stromführenden Teilen im Hoch- und Höchstspannungsbereich durch die sogenannte Korona-Entladung entstehen können. Dieses als „Knistern“ wahrnehmbare Geräusch ist jedoch so gering, dass es bei den vorgeschriebenen Immissionsmessungen keine Rolle spielt und in der Regel ohnehin durch Naturgeräusche wie etwa Regen oder Wind überdeckt wird. Die Transformator-Geräusche werden als ein gleichmäßiges „Brummen“ wahrgenommen. Zudem verursachen die Kühlventilatoren des Transformators zeitweilig Geräusche. Dank verbesserter Konstruktion sind moderne Transformatoren aber deutlich leiser als frühere Modelle.

Generell ist der Geräuschpegel eines Umspannwerks sehr konstant, es treten also keine besonders lauten, unangenehmen oder häufig wechselnden Geräusche auf. Für die Schallimmissionen eines Umspannwerks gibt es verbindliche Grenzwerte, die TenneT natürlich einhält. Diese sind im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vorgeschrieben und werden nicht überschritten. Im Einzelnen gilt für Dorf- und Mischsiedlungsgebiete sowie Außenanlagen 60 Dezibel am Tag und 45 Dezibel in der Nacht, für allgemeine Wohngebiete sowie Kleinsiedlungsgebiete 55 Dezibel am Tag und 40 Dezibel in der Nacht. Zum Vergleich: 30 Dezibel entsprechen dem Ticken einer leisen Uhr, 40 Dezibel einem nahen Flüstern, 50 Dezibel einer Unterhaltung in normaler Lautstärke und 60 Dezibel dem Geräuschpegel in einem Büro. Für jedes neue Umspannwerk lässt TenneT ein schalltechnisches Gutachten erstellen, in dem nachgewiesen wird, dass die Grenzwerte eingehalten werden.

### Wie stark sind die elektrischen und magnetischen Felder, die von Umspannwerken ausgehen?

Immer wenn Drehstrom durch einen Leiter fließt, entstehen um diesen herum elektrische und magnetische Felder (EMF). Sie sind abhängig von der Höhe der Spannung und des Stroms und werden aufgrund der Netzfrequenz von 50 Hertz (Hz) als niederfrequente Felder bezeichnet. Niederfrequente Felder sind nur in unmittelbarer Nähe zu den stromführenden Leitern wirksam, mit zunehmender Entfernung nimmt ihre Stärke rasch ab. Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) gibt für diese Feldstärken eindeutige Grenzwerte vor. Sie betragen bei Daueraufenthalt im Feldbereich für eine Frequenz von 50 Hz für das elektrische Feld fünf Kilovolt pro Meter (kV/m) und für das magnetische Feld 100 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ).

Diese Grenzwerte werden in einem Umspannwerk – wenn überhaupt – dann nur direkt am Transformator sowie unterhalb von Sammelschienen und Leitungen erreicht, wo sich im Betrieb aber ohnehin niemand aufhalten darf. Im für die Öffentlichkeit zugänglichen Bereich außerhalb des Zauns eines Umspannwerks liegen die gemessenen Feldstärken deutlich unter den vorgeschriebenen Grenzwerten – etwa im Bereich von 20 bis 40  $\mu\text{T}$  oder bei 1 bis 2 kV/m.

### Wie oft ist das Umspannwerk nach Fertigstellung in Betrieb?

Das Umspannwerk ist nach Fertigstellung in der Regel immer in Betrieb. Sämtliche Schalthandlungen oder Messungen werden von der Schaltleitung aus der Ferne vorgenommen. Von dort wird die Anlage rund um die Uhr überwacht und gesteuert. Die Anlage selbst ist in der Regel unbesetzt. Natürlich schauen die Mitarbeiter regelmäßig nach dem Rechten und führen Instandhaltungsmaßnahmen durch. Dazu gehört die Wartung der Schaltanlage oder der Austausch von Betriebsmitteln ebenso wie das Rasenmähen in der Anlage.







### **Warum wird das Umspannwerk Wilster neu gebaut?**

Laut des Netzentwicklungsplans 2012 sowie des Bundesbedarfsplans aus dem Jahr 2013 sollen die geplanten HGÜ-Projekte NordLink und SuedLink an das Umspannwerk in Wilster angeschlossen werden. Aufgrund der für dieses Vorhaben notwendigen Anzahl an neuen Schaltfeldern sowie der zukünftig geforderten Kurzschlussfestigkeit ist ein Neubau der aktuellen 380-kV-Schaltanlage notwendig. Um die Versorgungssicherheit und einen stabilen Netzbetrieb zu gewährleisten, wird daher ein neues 380-kV-Umspannwerk am Standort des bestehenden Umspannwerks in Wilster gebaut.

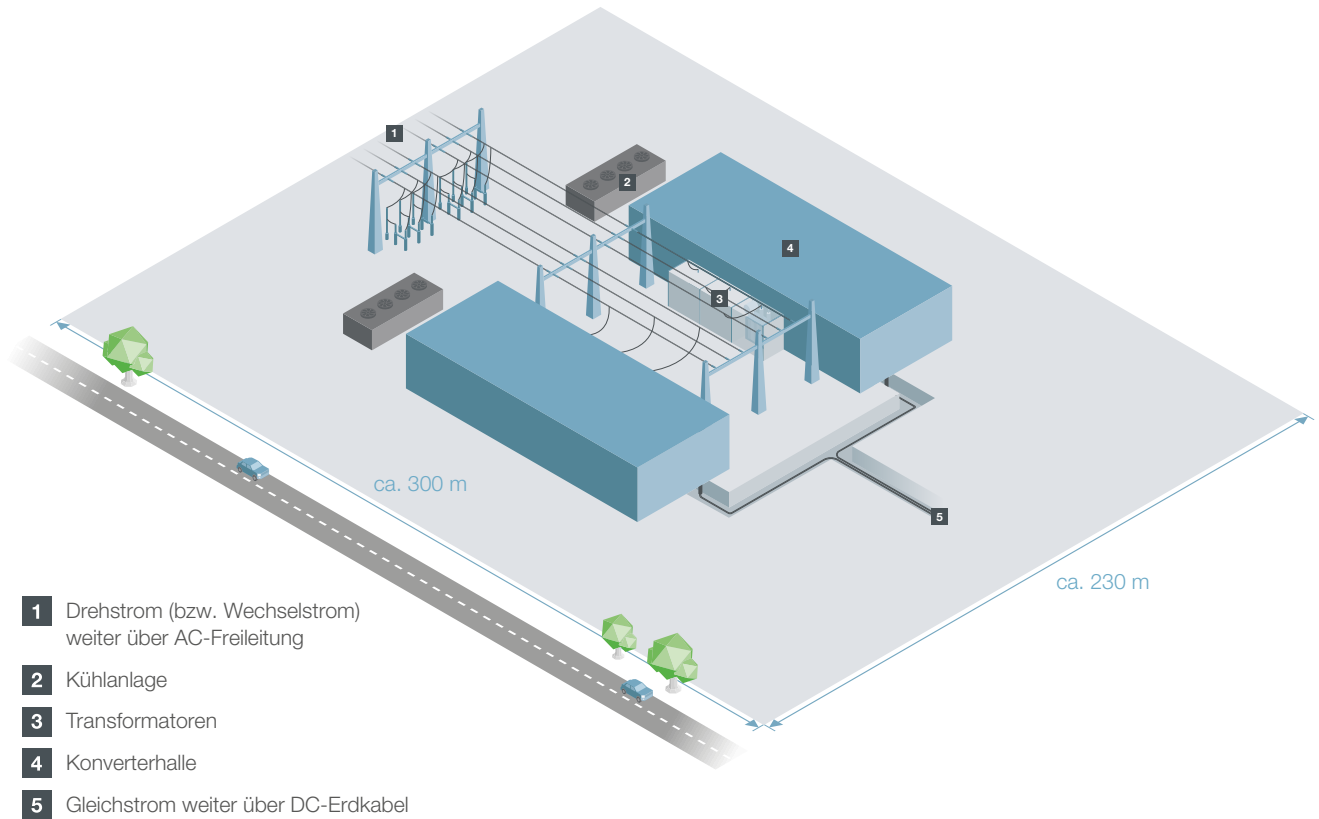


### **Wird TenneT das Bauwerk rundherum begrünen?**

Die Einbindung eines Umspannwerks in die Landschaft ist ein primäres Ziel unserer Landschaftsplanung. Für jedes neu geplante Umspannwerk oder auch für Erweiterungsmaßnahmen eines bestehenden Umspannwerks wird ein landschaftspflegerischer Begleitplan erstellt. Damit werden die Eingriffe in die Natur minimiert und es wird genau festgestellt, welche Ausgleichs- und Ersatzflächen für das zu bebauende Gebiet geschaffen werden müssen. Das heißt konkret: Wird zum Beispiel eine Hecke gerodet, wird sie an anderer Stelle wieder neu angepflanzt. Auch auf dem Gelände des Umspannwerks werden ausreichend Grünflächen angelegt und gepflegt.

### **Werden regionale Firmen am Bau beteiligt?**

Im Zusammenhang mit dem Umspannwerk Wilster West werden eine Reihe regelmäßiger Arbeiten anfallen. So werden für Instandhaltungsarbeiten, wie Rasenmähen in der Anlage, Wartungen der Schaltanlage oder der Austausch ganzer Betriebsmittel in der Regel regionale Betriebe herangezogen werden.



## Die Konverterstationen zu NordLink und SuedLink

### Es gibt zwei Arten von Strom: Drehstrom (im Hoch- und Höchstspannungsbereich auch Wechselstrom genannt) und Gleichstrom.

Beim Drehstrom wird die Richtung, in die der Strom fließt, 100 Mal in der Sekunde geändert (das entspricht einer Frequenz von 50 Hz). Beim Gleichstrom geschieht dies nicht. Er fließt stets in eine Richtung. Zur Übertragung in unseren Leitungsnetzen wird üblicherweise Drehstrom genutzt, weil er sich einfacher in vernetzten Leitungen verteilen und in unterschiedliche Spannungsebenen transformieren lässt. Bei NordLink und SuedLink geht es aber um die verlustarme Übertragung großer Energiemengen über sehr weite Strecken. Hier bietet die Gleichstrom-technologie große Vorteile.

Um die elektrische Energie als Gleichstrom zu transportieren, muss man den Drehstrom zunächst umwandeln, übertragen und den Gleichstrom anschließend wieder in Drehstrom umwandeln, bevor er an die Verbraucher verteilt wird. Dieser Umwandlungsprozess findet in Konvertern statt. Eine Konverterstation kann dabei in beiden Richtungen arbeiten: von Drehstrom zu Gleichstrom und umgekehrt von Gleichstrom zu Drehstrom. Sie besteht grundsätzlich aus den in einer Halle installierten Stromrichtern und im Außenbereich aus Transformatoren sowie Steuerungs- und Schaltanlagen. In den Transformatoren wird der ankommende und abgehende Drehstrom auf das richtige Spannungsniveau für das angeschlossene Netz transformiert. In und über die Schaltfelder wird der Strom dann so verteilt, dass er zu den nächsten Netzknotenpunkten bzw. zu den Verbrauchern geleitet wird. Derzeit werden für den Standort des SuedLink-Konverters mehrere Suchräume in der Region Wilster untersucht und geprüft.

# Offshore-Windenergie in Deutschland







## Die Offshore-Netzanschlüsse

Einen wesentlichen Teil der Energiewende stellt die Offshore-Windenergie dar. TenneT schafft die Infrastruktur für das Ziel der Bundesregierung, bis 2020 Offshore-Windenergieanlagen mit einer Kapazität von insgesamt 6,5 Gigawatt (GW) ans Netz zu bringen.

Seit 2015 hat TenneT mehr als 4,3 GW Offshore-Netzanbindungskapazität in Betrieb. Bis Ende 2019 werden insgesamt 7,1 GW an Übertragungskapazität durch TenneT fertiggestellt sein. TenneT erfüllt damit frühzeitig die Ausbauziele der Bundesregierung.

In Schleswig-Holstein ist Büttel der Netzverknüpfungspunkt für die Anbindungen der Offshore-Netzanbindungssysteme SylWin1, HelWin1 und HelWin2. Der von See kommende Gleichstrom wird dort in sogenannten Konvertern in Drehstrom umgewandelt, in das Übertragungsnetz eingespeist und in die verbrauchsintensiven Regionen weiterverteilt.

# Glossar

## **Bundesnetzagentur (BNetzA)**

Die „Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen“, die für Deutschland zuständige Regulierungsbehörde mit Sitz in Bonn, fördert in den regulierten Sektoren einen wirksamen Wettbewerb und gewährleistet einen diskriminierungsfreien Netzzugang. Sie schützt wichtige Verbraucherrechte und ist darüber hinaus zuständige Behörde nach dem Signaturgesetz. Die Bundesnetzagentur ist zudem für die Umsetzung des Netzausbaubeschleunigungsgesetzes verantwortlich.

## **Bundes-Immissionsschutzverordnungen (BImSchV)**

Bundes-Immissionsschutzverordnungen sind Rechtsverordnungen der Bundesrepublik Deutschland, die vor allem dem Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverschmutzung und Lärm dienen. Sie werden auf Grundlage des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit erlassen.

## **Drehstrom**

Bei Drehstrom (hier dreiphasiger Wechselstrom) handelt es sich um elektrischen Strom, der im Gegensatz zu Gleichstrom periodisch und in steter Wiederholung seine Richtung ändert. Dabei ergänzen (im europäischen Verbundsystem ist die Frequenz der Schwingung, d. h. die Zahl der Schwingungen pro Sekunden, 50 Hz) sich positive und negative Augenblickswerte so, dass der Strom im zeitlichen Mittel null ist. International wird Drehstrom häufig mit „Alternating Current“ bzw. dem Kürzel AC bezeichnet. TenneT spricht bei Hoch- und Höchstspannungsleitungen von Drehstrom.

## **Erneuerbare Energien**

Unter den Sammelbegriff der erneuerbaren Energien werden alle Energieträger und Energiequellen gefasst, die sich ständig erneuern oder nachwachsen. Zu den erneuerbaren Energien gehören somit Sonnenenergie, Biomasse, Wasserkraft, Windenergie, Erdwärme (Geothermie) und Gezeitenenergie. Um eine nachhaltige Nutzung der nachwachsenden Ressourcen zu gewährleisten, darf die Verbrauchsrate die Erzeugungsrate nicht übersteigen.

## **Freileitungen**

Eine Freileitung stellt die Gesamtheit der Anlage zur oberirdischen Leitung elektrischer Energie dar. Sie besteht aus Leiterseilen, Stromkreisen und Masten.

## **Gleichstrom**

Im Gegensatz zum Wechselstrom wechselt Gleichstrom seine Polarität nicht, solange auch die Richtung der Leistungsübertragung konstant bleibt. Gleichstrom hat daher eine Frequenz von null Hertz. International wird Gleichstrom auf Englisch mit „Direct Current“ bzw. mit dem Kürzel DC bezeichnet.

## **Höchstspannung**

Als Höchstspannung werden zumeist elektrische Spannungen ab 300.000 Volt bezeichnet. Möglichst hohe Spannungen werden gewählt, um die elektrischen Verluste bei der Übertragung von elektrischer Energie über große Distanzen zu minimieren.

## **Kurzschlussfestigkeit**

Die Kurzschlussfestigkeit gibt den maximalen Kurzschlussstrom an, dem die Komponenten oder Baugruppen der Schaltanlage widerstehen können.

## **Magnetisches Feld/Flussdichte**

Ein magnetisches Feld umgibt jede bewegte elektrische Ladung, also jeden stromdurchflossenen Leiter. Je mehr Strom fließt, desto größer ist das magnetische Feld. Gemessen wird die sogenannte magnetische Flussdichte in Tesla (T).

## **Netzentwicklungsplan**

Der Netzentwicklungsplan (NEP) ist Teil des dreistufigen Verfahrens, mithilfe dessen gemäß Energiewirtschaftsgesetz seit 2011 der Bedarf für den Netzausbau und -umbau in Deutschland ermittelt wird. Der Netzentwicklungsplan wird demnach jährlich von den vier bundesdeutschen Übertragungsnetzbetreibern erstellt, die darin den von ihnen ermittelten Bedarf für den Um- und Ausbau des Höchstspannungsnetzes darlegen. Der Netzentwicklungsplan wird sodann öffentlich beraten und von der Bundesnetzagentur bestätigt, bevor der Bundestag die bestätigten Vorhaben für den Netzausbau in den sogenannten Bundesbedarfsplan überträgt.

## **Offshore**

Das Adjektiv offshore (englisch für „der Küste vorgelagert“) beschreibt im Bereich der Windkraft die Gewinnung elektrischer Energie durch die Errichtung von Windrädern auf offener See. Im Bereich der Erdölförderung und Erdgasgewinnung wird damit die Erschließung von Erdölfeldern und Erdgaslagerstätten im Meer bezeichnet.

## **Onshore**

Das Adjektiv onshore (englisch für „an Land“ bzw. „auf dem Festland“) beschreibt im Hinblick auf die Windkraft die Gewinnung elektrischer Energie durch die Errichtung von Windrädern auf dem Festland. Hier wird es vor allem zur Abgrenzung zum Offshore-Bereich verwendet. Bei TenneT wird der Begriff zudem für den Netzausbau an Land verwendet.

## **Planfeststellungsverfahren (PFV)**

Das Planfeststellungsverfahren bildet den zweiten formellen Schritt eines Verfahrens zur Genehmigung eines Leitungsbauvorhabens. Je nach Leitungsbauvorhaben geht ihm entweder ein Raumordnungsverfahren oder – bei länderübergreifenden oder grenzüberschreitenden Vorhaben – eine Bundesfachplanung voraus. Auf Grundlage des im vorherigen Schritt bestimmten Trassenkorridors wird im Planfeststellungsverfahren der genaue Verlauf der Trasse festgelegt und detailliert bis auf die einzelnen Maststandorte geplant.

## **Schaltanlage**

Bei einer Schaltanlage handelt es sich um eine elektrische Einrichtung, mit deren Hilfe Stromkreise (z. B. Leitungen, Drosselspulen, Kondensatoren) verknüpft werden. Zum Schalten von Betriebs- und Fehlerströmen werden sogenannte Leistungsschalter verwendet, durch sogenannte Trennschalter kann durch die Schaffung von Trennstrecken sicheres Arbeiten in der Anlage ermöglicht werden.

## **Übertragungsnetzbetreiber**

Übertragungsnetzbetreiber sind Dienstleistungsunternehmen, die die Infrastruktur der überregionalen Stromnetze zur elektrischen Energieübertragung operativ betreiben, für die bedarfsgerechte Instandhaltung und Dimensionierung sorgen und Stromhändlern und Stromlieferanten diskriminierungsfrei Zugang zu diesen Netzen gewähren. Darüber hinaus haben sie die Aufgabe, bei Bedarf Regelleistung zu beschaffen und dem System zur Verfügung zu stellen, um Netzschwankungen – die sich aus einem Missverhältnis von Stromerzeugung und Strombedarf zu einem Zeitpunkt ergeben – möglichst gering zu halten.

## **Umspannwerk**

Umspannwerke dienen der Verbindung von Stromleitungen mit unterschiedlichen Spannungsebenen und bilden somit einen wichtigen Teil des elektrischen Versorgungsnetzes. Neben den Leistungstransformatoren bestehen Umspannwerke immer aus Schaltanlagen sowie aus Einrichtungen zur Mess- und Regeltechnik.

# Ansprechpartner

23

## Kommunikation



### Umspannwerk Wilster West

Peter Hilffert  
Referent für Bürgerbeteiligung  
Netzausbau onshore  
Schleswig-Holstein  
T +49 (0)431 78028154  
E peter.hilffert@tennet.eu



### SuedLink

Thomas Wagner  
Referent für Bürgerbeteiligung  
Netzausbau onshore  
SuedLink  
T +49 (0)921 507404093  
E thomas.wagner@tennet.eu



### Presseanfragen allgemein und NordLink

Mathias Fischer  
Pressesprecher  
T +49 (0)921 507404044  
E mathias.fischer@tennet.eu

## Projektverantwortliche



### Umspannwerk Wilster West

Dr. Bernd Brühöfner  
Overall Project Lead  
Large Projects Germany |  
Projectcluster Westküste  
E bernd.bruehoefner@tennet.eu



### SuedLink

Dr. Christoph Thiel  
Overall Project Lead  
Large Projects Germany | SuedLink  
E christoph.thiel@tennet.eu



### NordLink

Gunnar Spengel  
Overall Project Lead  
Large Projects Offshore | NordLink  
E gunnar.spengel@tennet.eu





TenneT ist einer der führenden Übertragungsnetzbetreiber in Europa. Mit rund 22.000 Kilometern Hoch- und Höchstspannungsleitungen in den Niederlanden und in Deutschland bieten wir 41 Millionen Endverbrauchern rund um die Uhr eine zuverlässige und sichere Stromversorgung. TenneT entwickelt mit etwa 3.000 Mitarbeitern als verantwortungsbewusster Vorreiter den nordwesteuropäischen Energiemarkt weiter und integriert im Rahmen der nachhaltigen Energieversorgung vermehrt erneuerbare Energien.

**Taking power further**

TenneT TSO GmbH  
Bernecker Straße 70  
95448 Bayreuth  
Deutschland

Telefon + 49 (0)921 50740-0  
Fax + 49 (0)921 50740-4095

E-Mail [info@tennet.eu](mailto:info@tennet.eu)  
Twitter [@TenneT\\_DE](https://twitter.com/TenneT_DE)  
[www.tennet.eu](http://www.tennet.eu)

**© TenneT TSO GmbH – August 2016**

Nichts aus dieser Ausgabe darf ohne ausdrückliche Zustimmung der TenneT TSO GmbH vervielfältigt oder auf irgendeine andere Weise veröffentlicht werden. Aus dem Inhalt des vorliegenden Dokuments können keine Rechte abgeleitet werden.