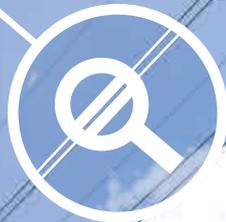


Freileitungs- monitoring

Witterungsabhängiger Freileitungsbetrieb



TenneT informiert



Die Energiewende stellt das Übertragungsnetz von TenneT vor zahlreiche Herausforderungen: Große Mengen an Windstrom müssen vom Norden Deutschlands in die Verbrauchszentren im Süden und Westen des Landes transportiert werden. Das Stromnetz muss daher an vielen Stellen verstärkt und ausgebaut werden.

Allerdings ist der Netzausbau nur eine von mehreren Möglichkeiten. Um dauerhaft höhere Übertragungsreserven zu realisieren, geht TenneT nach dem NOVA-Prinzip vor. NOVA bedeutet: Netzoptimierung vor Verstärkung vor Ausbau. Das Prinzip zielt darauf ab, das Bestandsnetz bestmöglich auszunutzen und eine sehr effektive Methode ist dabei der witterungsabhängige Betrieb der Freileitungen, das sogenannte Freileitungsmonitoring. Durch dessen Einsatz lassen sich insbesondere in den windreichen und kalten Jahreszeiten höhere Übertragungskapazitäten realisieren, womit auch der Betrieb des Bestandsnetzes einen zusätzlichen Beitrag zum Gelingen der Energiewende liefert.

Was ist Freileitungsmonitoring?

Mit dieser Broschüre möchten wir Ihnen den witterungsabhängigen Freileitungsbetrieb, das sogenannte Freileitungsmonitoring, näher erläutern. Freileitungsmonitoring bedeutet, dass Stromkreise von Freileitungen in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen einen Betriebsstrom führen können, der von der normierten Dauerstrombelastbarkeit abweichen kann.

TenneT war 2010 der erste Übertragungsnetzbetreiber, der den Betrieb von 220- und 380-Kilovolt- (kV) Freileitungen mit einem dynamischen Verfahren optimierte, um das Bestandsnetz höher auszulasten.

Nach anfänglich 900 Stromkreiskilometern werden bis Ende 2018 über 4.000 Freileitungskilometer und damit rund 40 Prozent des TenneT-Netzes in Deutschland mit diesem witterungsabhängigen Verfahren betrieben. Die Besonderheit der Methode: Im TenneT-Netzleitsystem wird in Echtzeit die maximal mögliche Auslastung von Freileitungen in Abhängigkeit vom aktuellen Wetter ermittelt.

Die so berechnete Strombelastbarkeit kann von den Normvorgaben abweichen, wobei die Sicherheitsbestimmungen wie die maximal zulässige Betriebstemperatur der Leiterseile und deren Mindestabstände zum Boden oder zu Objekten stets eingehalten werden.

Der Netzbetrieb wechselt also von einer statischen zu einer dynamischen Strombelastbarkeit. Dies hilft, Übertragungsengpässe zu lösen und Kosten, die durch Netzeingriffe entstehen, zu reduzieren.

NOVA-Prinzip:

Netzoptimierung

- Ertüchtigung vorhandener Stromkreise, z. B. durch Erhöhung der Auslegungstemperatur und Behebung von Engpässen
- Einsatz von witterungsabhängigem Freileitungsbetrieb (Freileitungsmonitoring)

Netzverstärkung

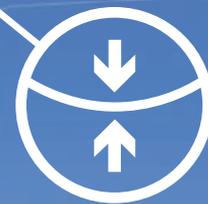
- Neubeseilung mit höherem Leiterquerschnitt bei Bestandsleitungen
- Einsatz innovativer Technologien, wie z. B. Hochtemperaturleiterseile
- Ersatzneubauten für ältere Leitungen

Netzausbau

- Leitungsneubau



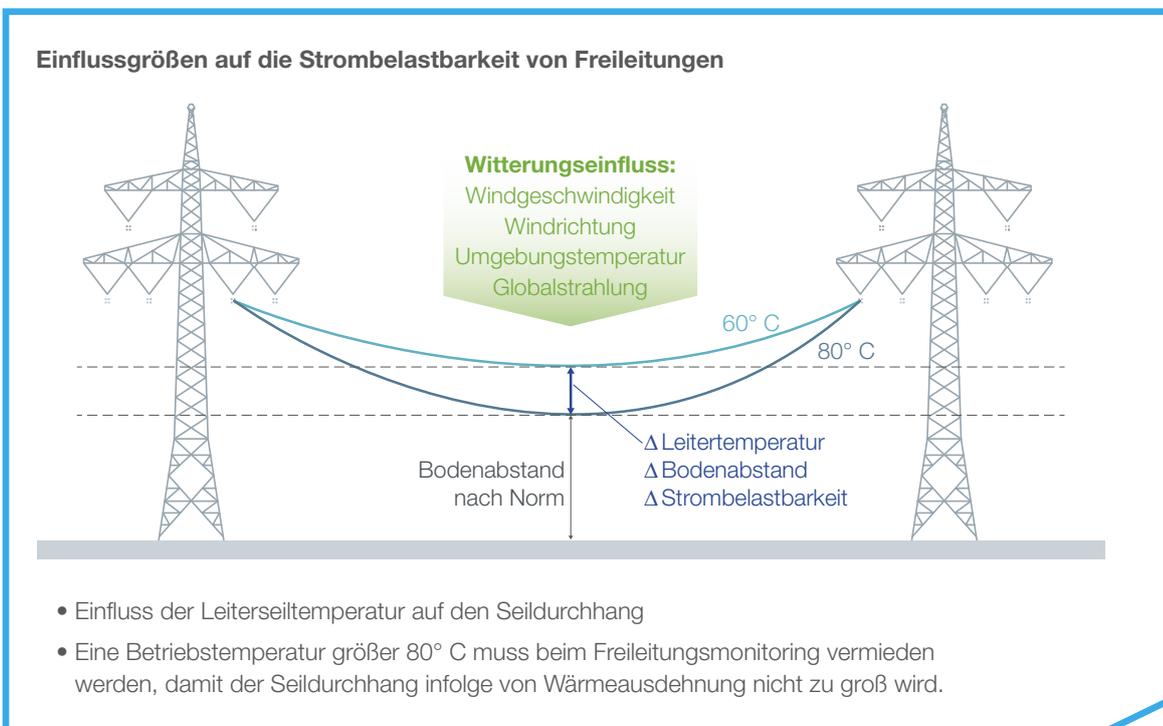
Einflussgrößen auf die Strombelastbarkeit von Freileitungen



Übertragungskapazität von Freileitungen

Bestimmend für die Berechnungen der jeweiligen Übertragungskapazität ist zunächst jenes Leitungselement, das den Engpass eines Stromkreises darstellt. Der Begriff Stromkreis beschreibt die elektrische, einsystemige Verbindung von zwei oder mehreren Umspannwerken. Die Strombelastbarkeit einer Freileitung wird zunächst durch die maximal zulässige Leitertemperatur begrenzt.

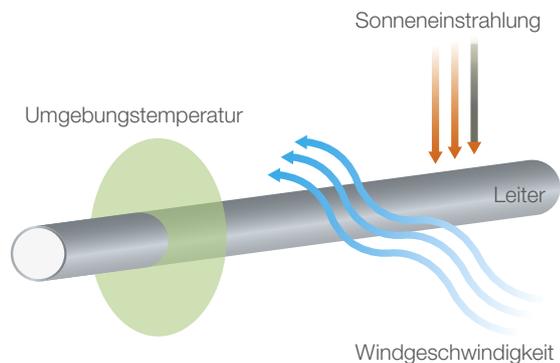
In der Regel liegt die Auslegungstemperatur von Aluminium/Stahl-Verbindung bei 80 °C. Das heißt, die einzelnen Leiterseile dürfen im Dauerbetrieb eine Temperatur von 80 °C nicht überschreiten. Durch die Einhaltung der jeweils maximal zulässigen Leitertemperatur werden auch die Mindestabstände der Leiterseile zum Boden oder zu Objekten im Leitungsbereich eingehalten.



Normative Hochsommerwetterlage

Die Norm definiert für Leiterseile hinsichtlich ihrer Dauerstrombelastbarkeit nach der sogenannten Hochsommerwetterlage folgende klimatische Randbedingungen:

- Umgebungstemperatur: 35 Grad Celsius (°C)
- Windgeschwindigkeit: 0,6 Meter pro Sekunde (m/s) senkrecht zum Leiter
- Sonneneinstrahlung: 900 Watt pro Quadratmeter (W/m²)



Einflussgrößen auf die Strombelastbarkeit von Freileitungen

Der statische Grenzwert der Übertragungskapazität bezieht sich also auf den Stand der Technik eines Stromkreises, die maximal zulässige Leitertemperatur und stets auf die Hochsommerwetterlage. Da die Hochsommerwetterlage, insbesondere die 35 °C Um-

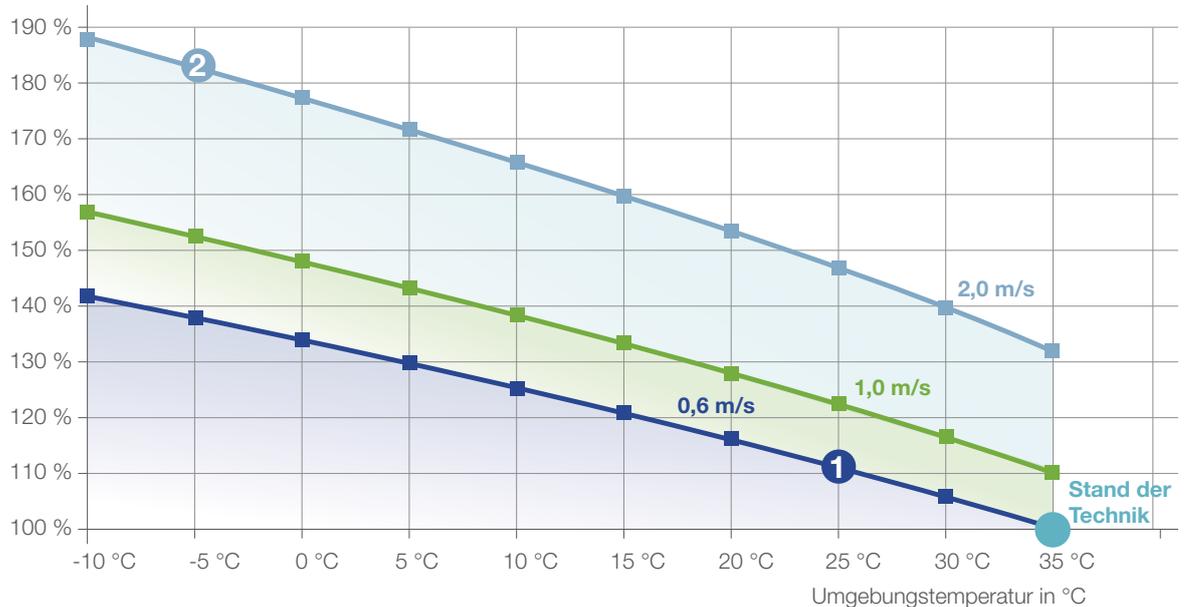
gebungstemperatur, aber nur an wenigen Tagen im Jahr vorkommt, kann unter Berücksichtigung der tatsächlichen Witterungsverhältnisse der statische zu einem dynamischen Grenzwert werden. Hieraus ergibt sich das Potenzial des Freileitungsmonitorings.

Potenzial des Freileitungsmonitorings

Verlauf der Strombelastbarkeit in Abhängigkeit von den Witterungsgrößen

Randbedingungen: Strahlung 900 W/m²; Wind senkrecht zum Leiter; 80-°C-Auslegung des Leiters

Strombelastbarkeit in Prozent des Nennstroms



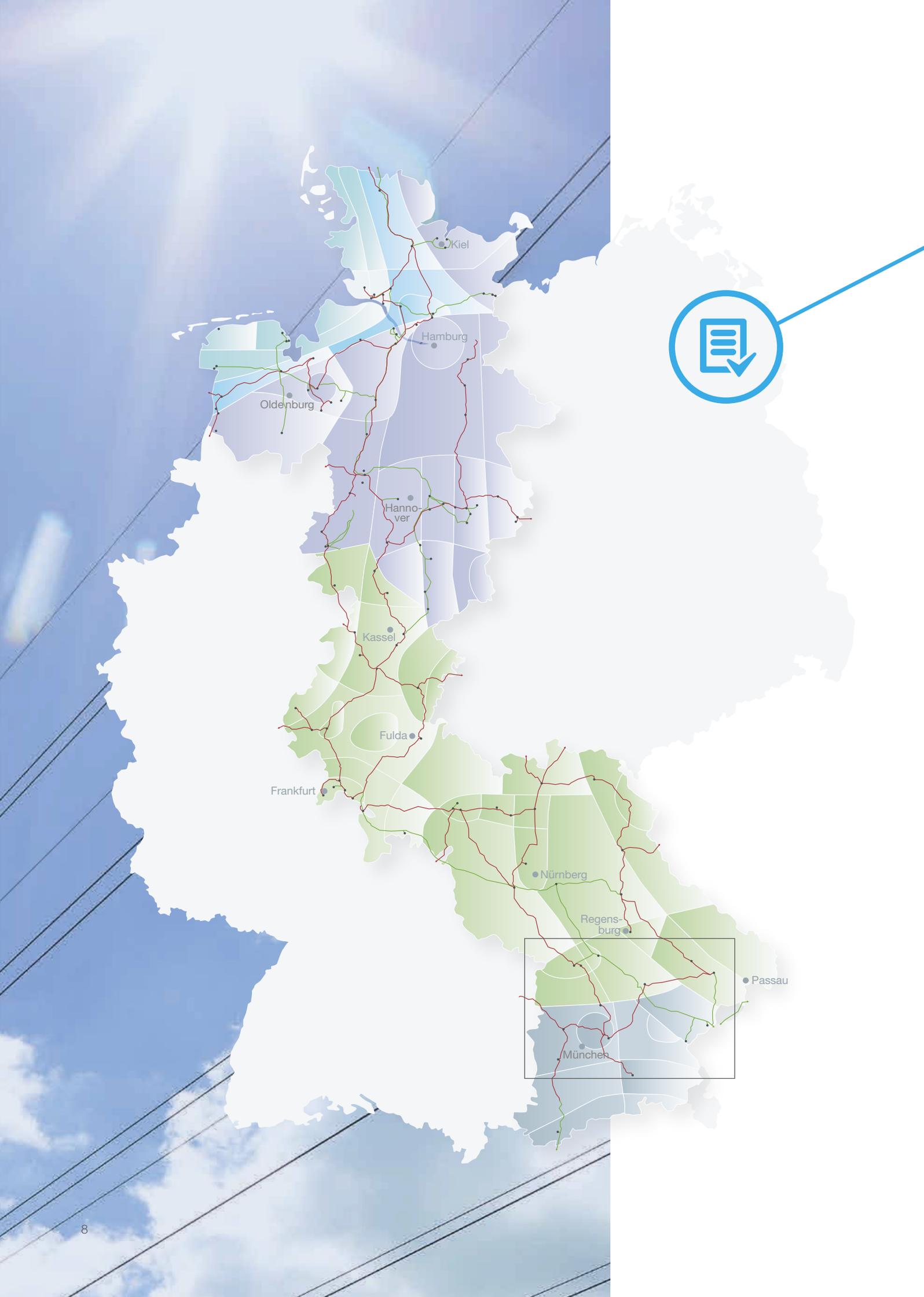
Beispiel 1:

Bei einer Umgebungstemperatur von 25° C und einer Windgeschwindigkeit von 0,6 m/s kann aus dem Potenzial des Freileitungsmonitorings eine rund 10 % höhere Belastbarkeit der Freileitung resultieren.

Beispiel 2:

Bei einer Umgebungstemperatur von -5° C und einer Windgeschwindigkeit von 2,0 m/s kann aus dem Potenzial des Freileitungsmonitorings eine rund 80 % höhere Belastbarkeit der Freileitung resultieren.





Erfassung der Klimadaten

Für einen sicheren, witterungsabhängigen Freileitungsbetrieb müssen naturgemäß die Klimabedingungen wie Temperatur und Windstärke entlang der Freileitungen bekannt sein.

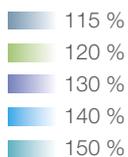
Um die aktuelle Transportkapazität der einzelnen Stromkreise im operativen Betrieb zu berechnen, hat TenneT im Rahmen eines meteorologischen Gutachtens sein Netzgebiet in Klima- und Unterklimazonen unterteilt. In diesen Zonen sind TenneT-eigene Haupt- und Ersatzwetterstationen installiert.

Für eine bessere Abdeckung werden zusätzlich auch Wetterdaten von Verteilnetzbetreibern bezogen. Außerdem werden die Daten auch anhand von Daten der Wetterdienste verifiziert, wodurch eine hohe Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit gewährleistet wird.

Freileitungsmonitoring Klimazonen

(Stand: Juli 2021)

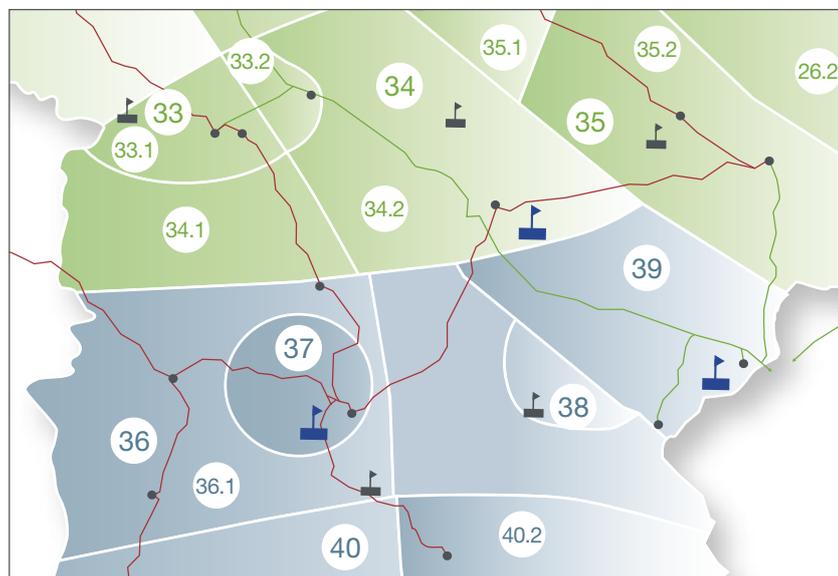
Theoretisches Potenzial im Windszenario



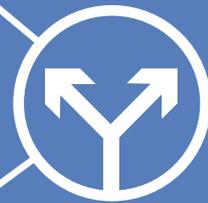
- Klimazonennummer
- Wetterstation TenneT
- Wetterstation Dritter

Bestandsleitung

- 380-kV-Freileitung
- 220-kV-Freileitung
- Umspannwerk



Stufen des Freileitungsmonitorings



Stufen des Freileitungsmonitorings:

TenneT verwendet insgesamt zwei Stufen des Freileitungsmonitorings:

Stufe 1

Dieses Verfahren wird bei Stromkreisen mit einer Auslegungstemperatur von kleiner als 80 °C genutzt.

Stufe 2

Die witterungsabhängige Strombelastbarkeit wird begrenzt auf den 1,8-fachen Wert der mit dem verwendeten Leiter möglichen Strombelastbarkeit bei der Hochsommerwetterlage und einer Leitertemperatur von 80 °C. Bis zu dieser Strombelastbarkeit kann der Stromkreis mit Freileitungsmonitoring betrieben werden.

Anwendung des Freileitungsmonitorings

Freileitungsmonitoring im Netzgebiet von TenneT

(Stand: Juli 2021)

Freileitungsmonitoring

Stufe 1: 1.642 km

Stufe 2: 2.279 km

Bestandsleitung

380-kV-Freileitung

220-kV-Freileitung

● Umspannwerk



Aktueller Stand

TenneT bereitet fortlaufend weitere Leitungen für den Einsatz des Freileitungsmonitorings vor. Bis Ende 2018 werden über 4.000 Kilometer Freileitungen und damit rund 40 Prozent des TenneT-Netzes in Deutschland mit Freileitungsmonitoring betrieben werden können. Mit diesem umfangreichen Einsatz erhöht TenneT die Betriebssicherheit und reduziert zusätzliche Kosten. Außerdem trägt der Einsatz des Freileitungsmonitorings dazu bei, den Netzausbau im Rahmen der Energiewende zu minimieren.

TenneT ist ein führender europäischer Netzbetreiber, der sich für eine sichere und zuverlässige Stromversorgung einsetzt – 24 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr. Wir gestalten die Energiewende für eine nachhaltige Energiezukunft. Als erster grenzüberschreitender Übertragungsnetzbetreiber planen, bauen und betreiben wir ein fast 24.000 km langes Hoch- und Höchstspannungsnetz in den Niederlanden und Deutschland und sind einer der größten Investoren in nationale und internationale Stromnetze, an Land und auf See. Jeden Tag geben unsere 5.700 Mitarbeiter ihr Bestes und sorgen mit Verantwortung, Mut und Vernetzung dafür, dass sich mehr als 42 Millionen Endverbraucher auf eine stabile Stromversorgung verlassen können.

Lighting the way ahead together.

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
Twitter@TenneT_DE
Instagram@tennet_de
www.tennet.eu

© TenneT TSO GmbH - Juli 2021

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.

