



P90

Blindleistungskompensationsanlagen TransnetBW

13.03.2026 Netzentwicklungsplan Strom 2037/2045, Version 2025, 2. Entwurf

Base data

TRÄNSNET BW

Zubaunetz Onshore AC

Project description

Die in diesem Projekt geplanten Anlagen dienen der Kompensation der Blindleistung zur Einhaltung der Spannungsgrenzen und Spannungsstabilität im Netzgebiet von TransnetBW. Ein vollständiges Bild der zu diesem Zweck benötigten Anlagen im Netzgebiet von TransnetBW ergibt sich in Kombination mit den schon im Startnetz befindlichen Anlagen, welche in TNG-P90 dargestellt werden.

Da es sich um eine untere Abschätzung der benötigten stationären und dynamischen Kompensationsleistung handelt, ist eine Identifikation von weiterem Kompensationsbedarf durch detaillierte Studien zu erwarten. Zudem kann die genaue Anzahl der Anlagen aufgrund der notwendigen Sicherstellung von ausreichender Blindleistung auch im Fall von Wartung oder Störung von Anlagen gegebenenfalls höher ausfallen. Bei der Bedarfsermittlung der MSCNDs wurde bereits die Planung der (n-1) Sicherheit der Anlagen berücksichtigt. Daher decken die ausgewiesenen Anlagen ein größeres Budget als der in den Analysen ermittelte Bedarf ab. Der Bedarf an STATCOM zur dynamischen Blindleistungskompensation kann auch durch Konverter von HGÜ-Verbindungen gedeckt werden. Der ausgewiesene Bedarf basiert auf der Annahme der rechtzeitigen Realisierung der im vorliegenden NEP enthaltenen Konverter der HGÜ-Verbindungen in die Regelzone der TransnetBW. Ein Entfall oder Verzögerung der Konverter führt folglich zu einem Mehrbedarf an STATCOM-Anlagen. Die genannten Standorte können sich aufgrund noch durchzuführender Detailuntersuchungen zu Einflussfaktoren wie optimaler Wirksamkeit, Rauminanspruchnahme und weiteren Faktoren noch ändern.

Neben der Spannungsstabilität muss auch die Frequenzstabilität aufrecht erhalten werden. Gerade im Fall einer Netzauftrennung ist die Bereitstellung von Momentanreserve von entscheidender Bedeutung. Die Momentanreserve muss neben den Anstrengungen zur marktgestützten Beschaffung

auch durch Blindleistungskompensationsanlagen erbracht werden, die um diese Fähigkeit erweitert werden. Dadurch lassen sich die Multi-Use-Fähigkeiten (Bereitstellung mehrere Systemdienstleistungen, wie Blindleistung und Momentanreserve, durch dieselbe Anlage) solcher Anlagen nutzen, um Synergien zu schaffen. Um dem Bedarf der Spannungs- und Frequenzstabilität gleichermaßen Rechnung zu tragen, werden für die regelbare Blindleistungskompensationseinheiten Kurzzeitspeicher (gemäß der Berechnungsmethodik, die im Begleitdokument Systemstabilität bzw. in den dort referenzierten Dokumenten der ÜNB angewandt wird) für die Momentanreserveverbringung berücksichtigt.

Erforderlichkeit in den Szenarien

Scenario	A 2037	A 2045	B 2037	B 2045	C 2037	C 2045
Measures						
M17g12	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M17g13	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M17h14	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M17h15	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M17h4	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M17h5	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M17h8	✓	✓	✓	✓	✓	✓
M17i15	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Measures of the planned project

8 Measures

M17g12 MSCDN Obermooweiler
🏠 Anlage

Übertragungsnetzbetreiber: TransnetBW

Bundesländer: Baden-Württemberg

Geplante Inbetriebnahme: 2037

Im letzten NEP bestätigt

M17g13 **MSCDN Wendlingen**

 Anlage

Übertragungsnetzbetreiber: TransnetBW

Bundesländer: Baden-Württemberg

Geplante Inbetriebnahme: 2037

Im letzten NEP bestätigt

M17h14 **STATCOM Suchraum Rotensohl**

 Anlage

Übertragungsnetzbetreiber: TransnetBW

Bundesländer: Bayern

Geplante Inbetriebnahme: 2037

M17h15 **STATCOM Obermooweiler**

 Anlage

Übertragungsnetzbetreiber: TransnetBW

Bundesländer: Bayern

Geplante Inbetriebnahme: 2037

M17h4 **STATCOM Höpfingen**

 Anlage

Übertragungsnetzbetreiber: TransnetBW

Bundesländer: Baden-Württemberg

Geplante Inbetriebnahme: 2037

M17h5 STATCOM Kühmoos

 Anlage

Übertragungsnetzbetreiber: TransnetBW

Bundesländer: Baden-Württemberg

Geplante Inbetriebnahme: 2037

M17h8 STATCOM Suchraum Mittlere Alb/Große Lauter

 Anlage

Übertragungsnetzbetreiber: TransnetBW

Bundesländer: Baden-Württemberg

Geplante Inbetriebnahme: 2037

M17i15 Spule Höpfingen

 Anlage

Übertragungsnetzbetreiber: TransnetBW

Bundesländer: Baden-Württemberg

Geplante Inbetriebnahme: 2037

Reasons for the planned project

Hintergrund des geplanten Projekts

Stationäre Blindleistungskompensation

Der Bedarf an stationärer Blindleistungskompensation ergibt sich durch über- oder unternatürliche Belastung der Leitungen. Eine übernatürliche Belastung entsteht bei hoher Auslastung der Leitungen, wie einem hohen Transport von Windenergie aus Norddeutschland oder hohem Export in den Alpenraum. In diesem Fall ist die Aufrechterhaltung der Spannung durch Kompensation der induktiven

Blindleistung mittels Kondensatoren (MSCDN) notwendig. Bei geringerer Auslastung des Netzes, wie einem Schwachlasttag mit hoher PV-Einspeisung, wird die kapazitive Blindleistung durch Spulen kompensiert. Der benötigte Kompensationsbedarf wird durch folgende Entwicklungen verstärkt:

- Fortschreitende Energiewende mit höherem Transportbedarf einerseits und geringerer Netzauslastung andererseits durch höhere Einspeisung aus unterlagerten Netzen
- Geringere Blindleistungsbereitstellung durch konventionelle Kraftwerke aufgrund deren Wegfalls
- Höherauslastung der Transportnetze durch witterungsabhängigen Freileitungsbetrieb

Im Gegensatz zur Wirkleistung kann Blindleistung nicht transportiert werden, sondern muss dort kompensiert werden, wo sie benötigt wird. Dies macht eine Verteilung der Anlagen in der Fläche notwendig, mit Schwerpunkten an hoch ausgelasteten Transportachsen bzw. Gebieten hoher unterlagerter Erzeugung. In Abhängigkeit ihrer Betriebsweise können HGÜ-Konverter ebenfalls zur Erbringung induktiver wie kapazitiver Blindleistung herangezogen werden.

Dynamische Blindleistungskompensation

Analog zur Wirkleistung muss auch für die Blindleistung die Bilanz von Erzeugung und Verbrauch zu jedem Zeitpunkt ausgeglichen sein. Im Unterschied zur Wirkleistung muss dies im Fall der Blindleistung lokal erfolgen. Da sich das Netz bei unterschiedlichen Betriebszuständen sowohl als Blindleistungserzeuger als auch als Blindleistungsverbraucher verhält, muss der Ausgleich der Bilanz durch Kompensationselemente ständig lokal dem Netzverhalten nachgeführt werden. Für langsame Änderungen des Blindleistungsbedarfs, wie z. B. dem normalen Tagesgang, kann die Anpassung durch Schalten von stationären Kompensationselementen erfolgen. Schnelle Änderungen des Blindleistungsbedarfs, die z. B. durch große Lastflussänderungen bei Stundenwechseln oder durch Ausfälle verursacht werden, müssen lokal, schnell und automatisch durch dynamische Kompensationselemente ausgeglichen werden. Erfolgt dies nicht lokal, so springt die Spannung sehr stark, wodurch weiter entfernte dynamische Kompensationselemente „angezapft“ werden. Dies bedeutet, dass die Spannung im Extremfall aus ihren zulässigen Grenzen springt. Im Fall von Sprüngen nach unten drohen kaskadierende Schutzauslösungen. Springt die Spannung nach oben, kann ein Versagen der Isolation von Betriebsmitteln die Folge sein. Außerdem wird der Spannungssprung prozentual fast vollständig auch an die Verbraucher im Niederspannungsnetz weitergegeben, was bei empfindlichen Verbrauchern zu Problemen führen kann.

Sind im Netz auch weiter entfernt nicht genügend dynamische Kompensationselemente vorhanden, so kann die Blindleistungsbilanz direkt nach der Störung nicht mehr ausgeglichen werden und das System wird schwarzfallen. Es ist also für die Systemstabilität entscheidend, eine ausreichende Durchdringung durch dynamische Kompensationsanlagen zu gewährleisten.

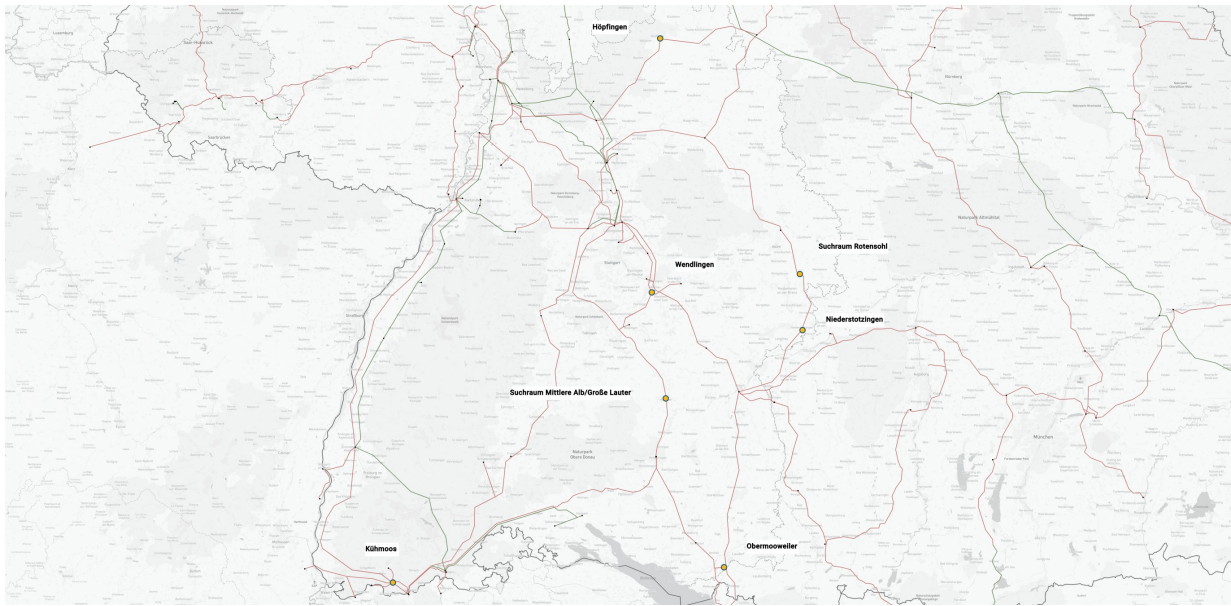
Momentanreserve

Die Bilanz aus Erzeugung und Verbrauch muss zu jedem Zeitpunkt ausgeglichen sein. Ungleichgewichte in dieser Wirkleistungsbilanz, ausgelöst beispielsweise durch Kraftwerksausfälle, bedingen Frequenzänderungen, welche mittels des Einsatz von Regelleistung kompensiert werden. Dabei ist die mittlere Änderungsrate der Netzfrequenz infolge eines Wirkleistungsungleichgewichts proportional zu diesem und der im Netz vorhandenen Momentanreserve. Damit leitet sich der Momentanreservebedarf nach der im Netz maximal akzeptablen Frequenzänderungsrate und dem noch zu beherrschenden Wirkleistungsbetrag des Störfalls ab. Ein Mangel an Momentanreserve kann zur Überschreitung der maximal tolerierbaren Frequenzänderungsraten und infolgedessen zu Erzeuger- bzw. Verbraucherabtrennungen führen. Zwar ist die Netzfrequenz stationär allerorts identisch, jedoch sind in Abhängigkeit der elektrischen Entfernung zu einem

Wirkleistungsungleichgewicht betragsmäßig unterschiedlich hohe Frequenzänderungsraten beobachtbar. Die Momentanreservebereitstellung muss daher gleichmäßig im Netz verteilt sein. Derzeit stellen überwiegend die Synchrongeneratoren der Kraftwerke Momentanreserve bereit. Die gegenwärtige Verdrängung von Kraftwerken mit Synchrongeneratoren vom Stromnetz durch stromrichterbasierte Anlagen, die keine oder nur unzureichend Momentanreserve bereitstellen, erhöht perspektivisch den Bedarf an Anlagen mit Momentanreservebereitstellung.

Für weiterführende Informationen zur Notwendigkeit von stationären und dynamischen Blindleistungskompensationsanlagen sei auch auf die entsprechenden Erklärungen zum Thema „Systemstabilität“ in diesem NEP sowie Kapitel 5 im NEP 2022 (2012) verwiesen.

Map for the project



Map view P90

Source: Transmission system operators/Map base © Mapbox | © OpenStreetMap