



**Technische Evaluierung des Projektes P21
Conneforde – Cloppenburg – Merzen gemäß
Netzentwicklungsplan (NEP Strom 2025, Version 2015, 1. Entwurf)**

**Sitzung des Ausschusses für Planung und Umwelt
Landkreis Cloppenburg, 18. Mai 2016**

C. Becker

Vorstellung

TUHH
Technische Universität Hamburg


INSTITUT **ieet**
FÜR ELEKTRISCHE ENERGIETECHNIK

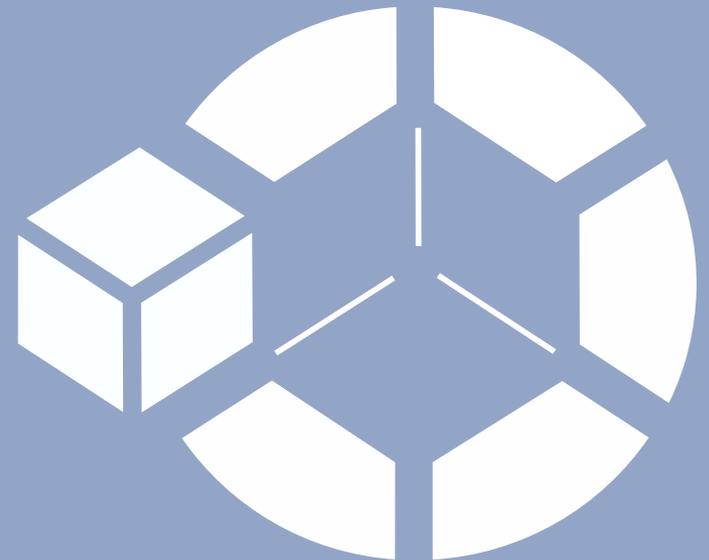
- ❖ Prof. Dr.-Ing. Christian Becker
- ❖ Schwerpunkte des Instituts (Auszug):
 - Systemintegration erneuerbarer Energien
 - Stabilität von Energieversorgungsnetzen
 - Stationäre Netzberechnung: Lastflussberechnungen
 - Untersuchung der Einflüsse leistungselektronischer Betriebsmittel, z.B. HGÜ, auf den Betrieb des Netzes
 - Wirtschaftlich–technische Untersuchungen der Energiewende



Ziel der Untersuchungen

- ❖ Technische Evaluierung des Bedarfs der Maßnahmen des Projektes P21 zur Erhöhung der Übertragungskapazität aus nordwestlichem Niedersachsen Richtung Süden:
 - **M51a: Netzverstärkung:**
Neubau in bestehender Trasse Conneforde – Cloppenburg/Ost
 - **M51b: Netzausbau:**
Neubau in neuer Trasse Cloppenburg/Ost-Merzen
- ❖ Prüfung und Bewertung der Berechnungen und Argumentationen der Bundesnetzagentur zur Bestätigung von P21
 - Beurteilung der durch die BNetzA durchgeführten Lastflussrechnungen: Plausibilitätsprüfung, Kontrollrechnungen

Grundlegendes zu elektrischen Energienetzen



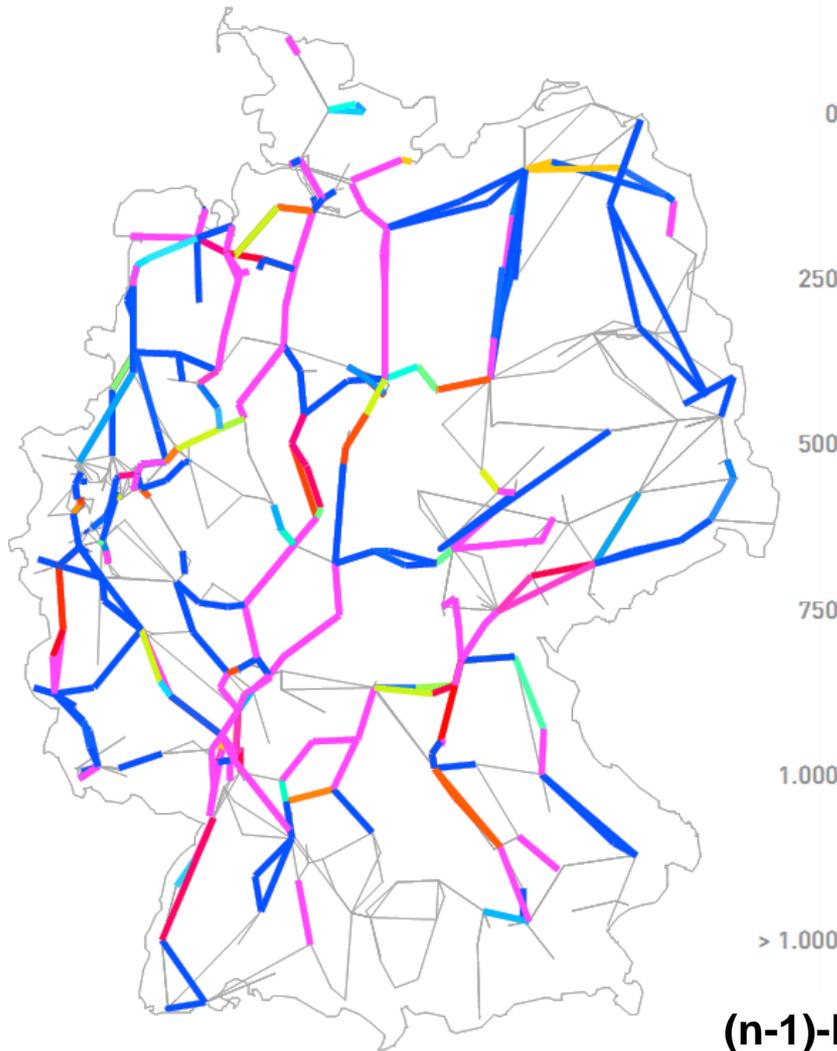
Deutsches Höchstspannungsnetz



- ❖ Vermaschtes Netz
 - ➔ **Lokale Veränderungen** können **Auswirkungen auf das Gesamtnetz** haben
- ❖ Energieaustausch mit anderen Ländern
- ❖ Transportnetz zur weiträumigen Verteilung elektrischer Energie
- ❖ Schaltanlagen/Umspannwerke mit Transformatoren und HGÜ-Konvertern zur Anbindung weiterer Netzebenen

Quelle: VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

Ausgangspunkt der Analysen: „Startnetz 2024“

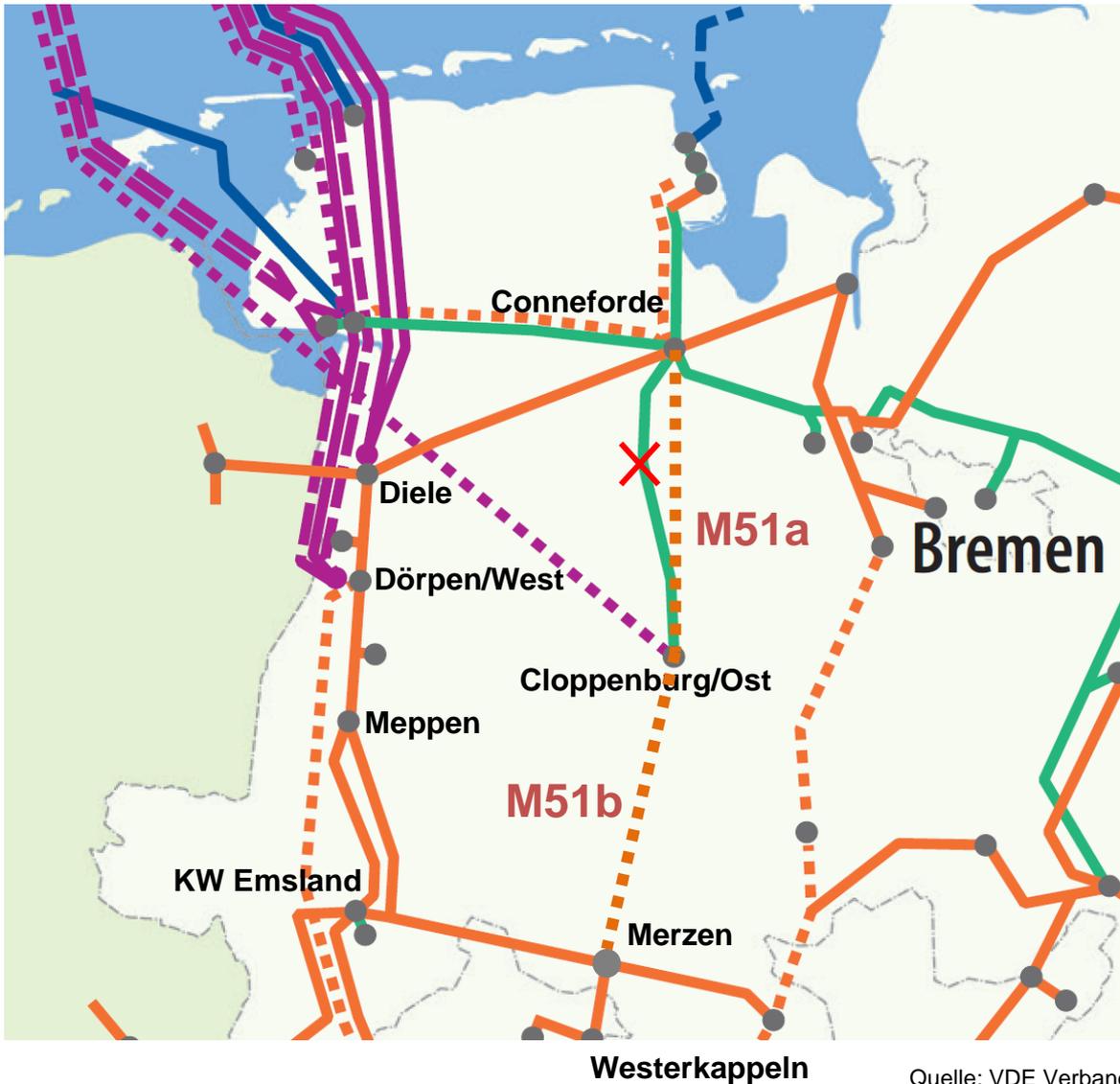


- Startnetz 2024: Netz heute + alle bis 2024 fertiggestellten Maßnahmen aus EnLAG
- Auswertung der unzulässig hohen Leitungsauslastungen bei Ausfall eines Netzelementes
- Prognose für das Zieljahr 2024

(Quelle: NEP 2014, 2. Entwurf)

(n-1)-Befundswahrscheinlichkeit in Stunden/Jahr

Relevanter Netzausschnitt

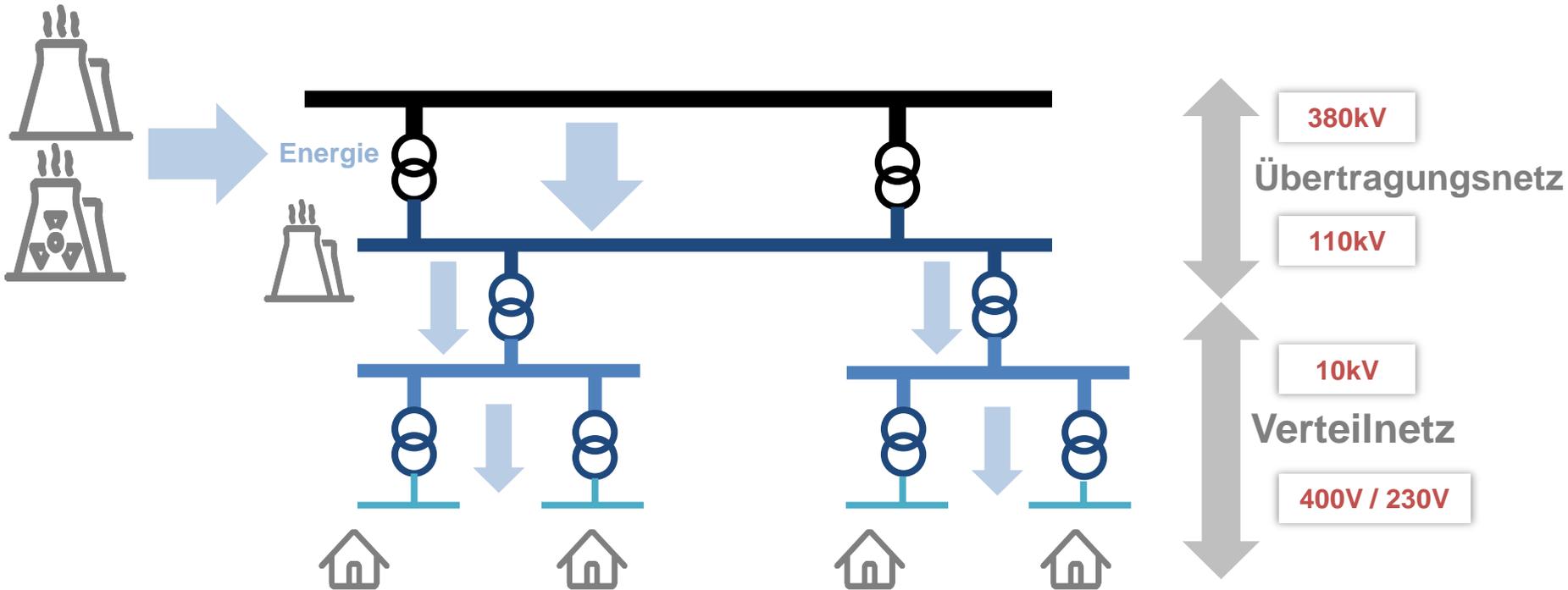


Legende:

- Netzknoten
(z.B. Umspannwerk)
- 380 kV / in Bau / in Planung
- 220 kV
- HGÜ-Leitung / in Bau / in Planung

Quelle: VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

Struktur des Stromnetzes



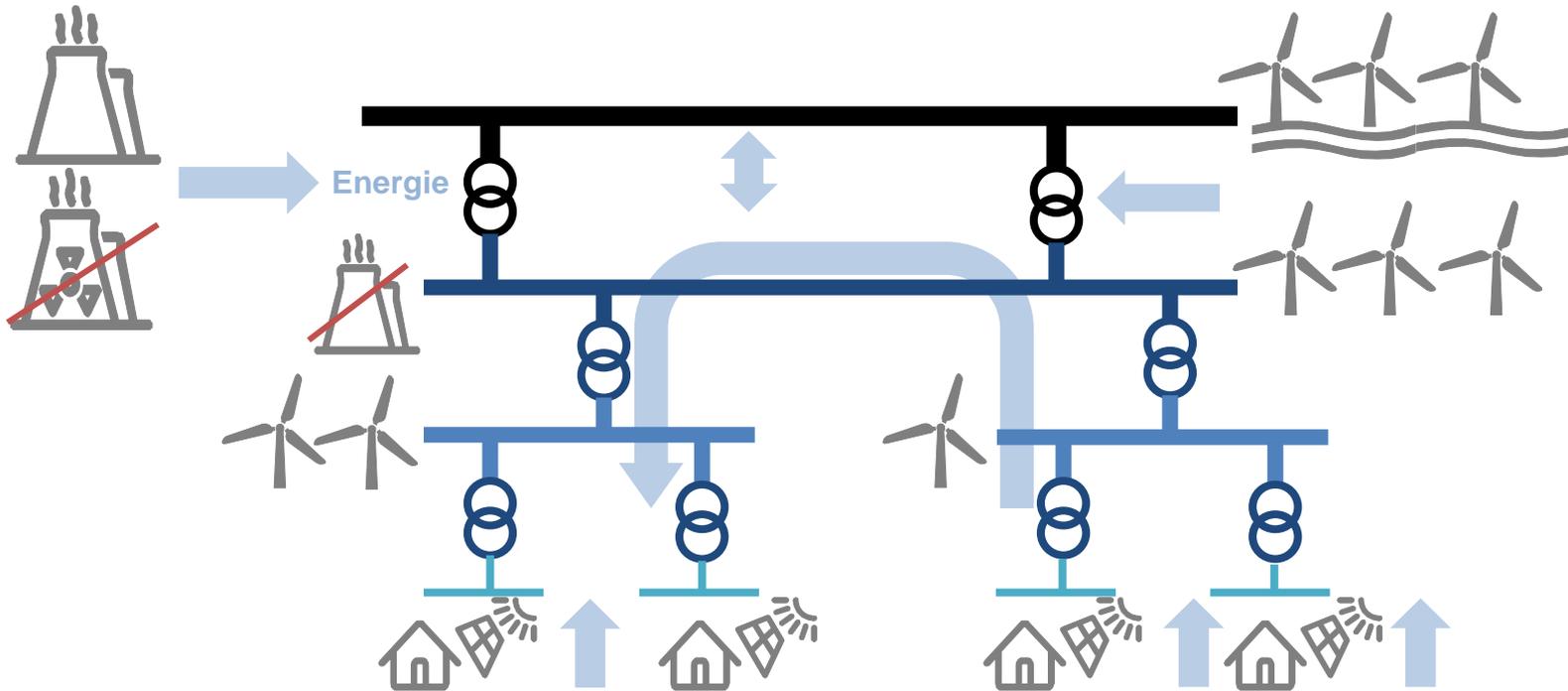
Erzeugung

- zentral
- planbar
- nach Verbrauch regelbar

Übertragung & Verteilung

- unidirektional

Energiewende beeinflusst den Netzbetrieb



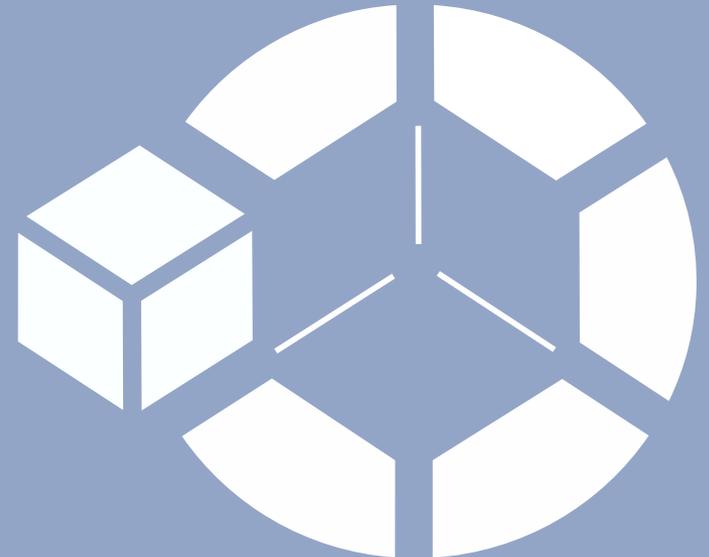
Erzeugung

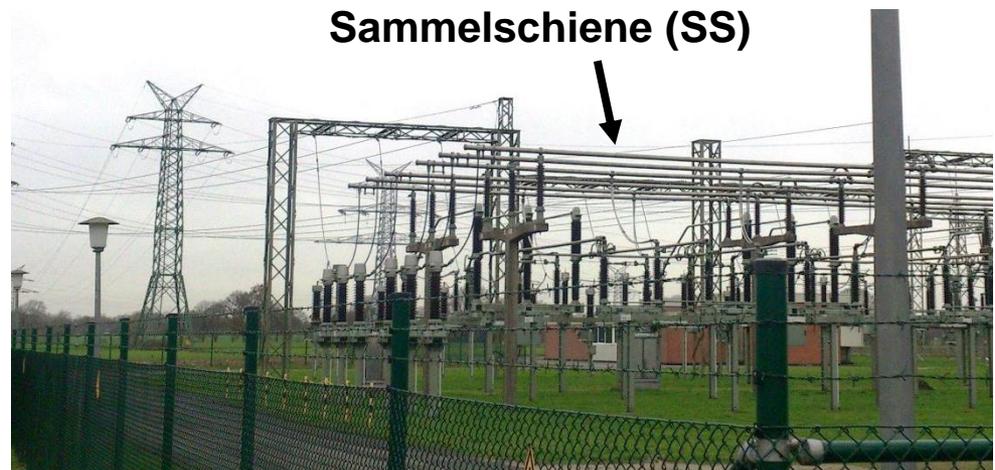
- dezentral, verteilt
- erneuerbare Energien
- fluktuierend

Übertragung & Verteilung

- bidirektional (Rückspeisung)
- Lastfluss: verändert, volatil
- Netzengpässe

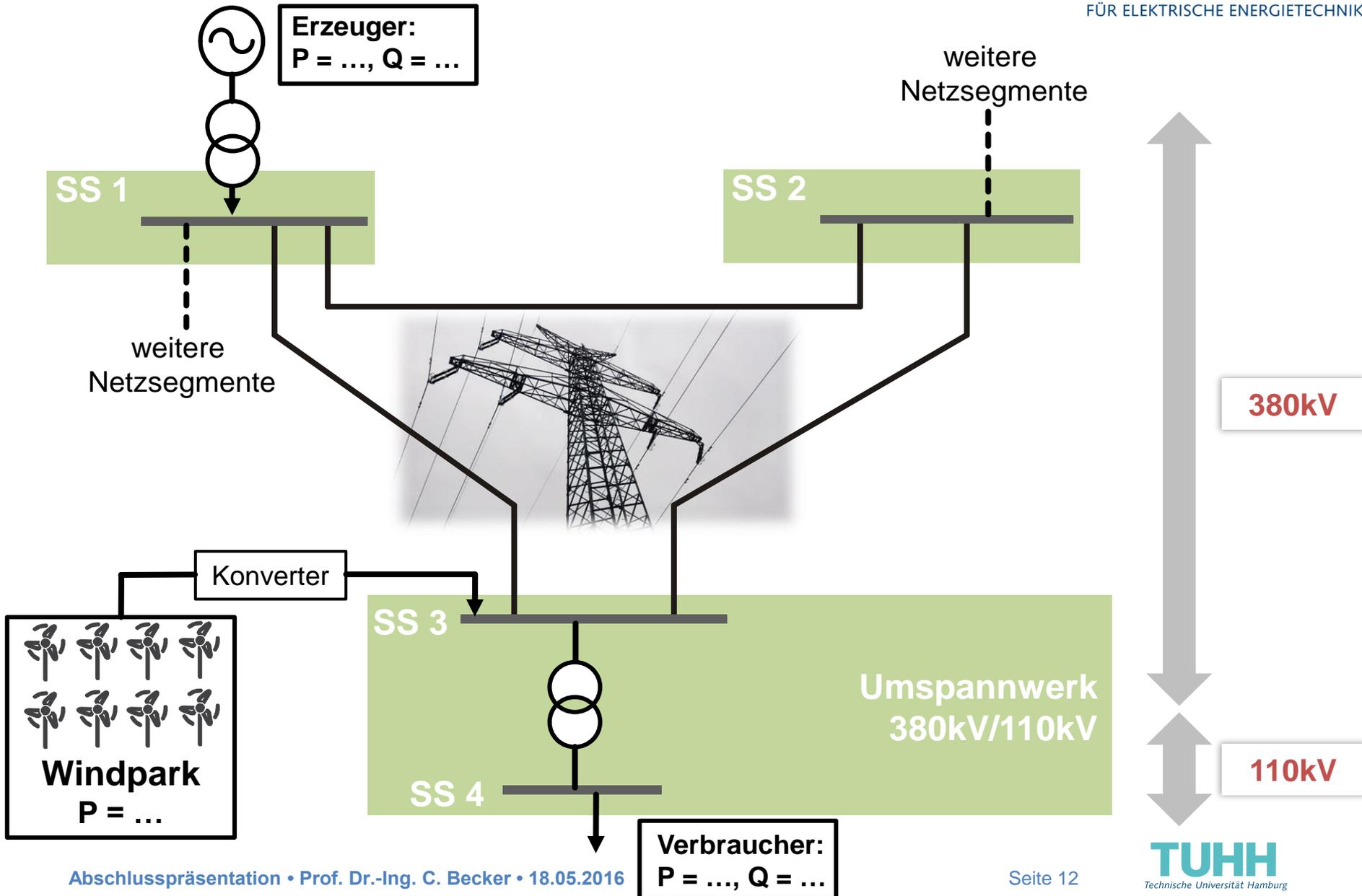
Grundlegendes zu Lastflussberechnungen



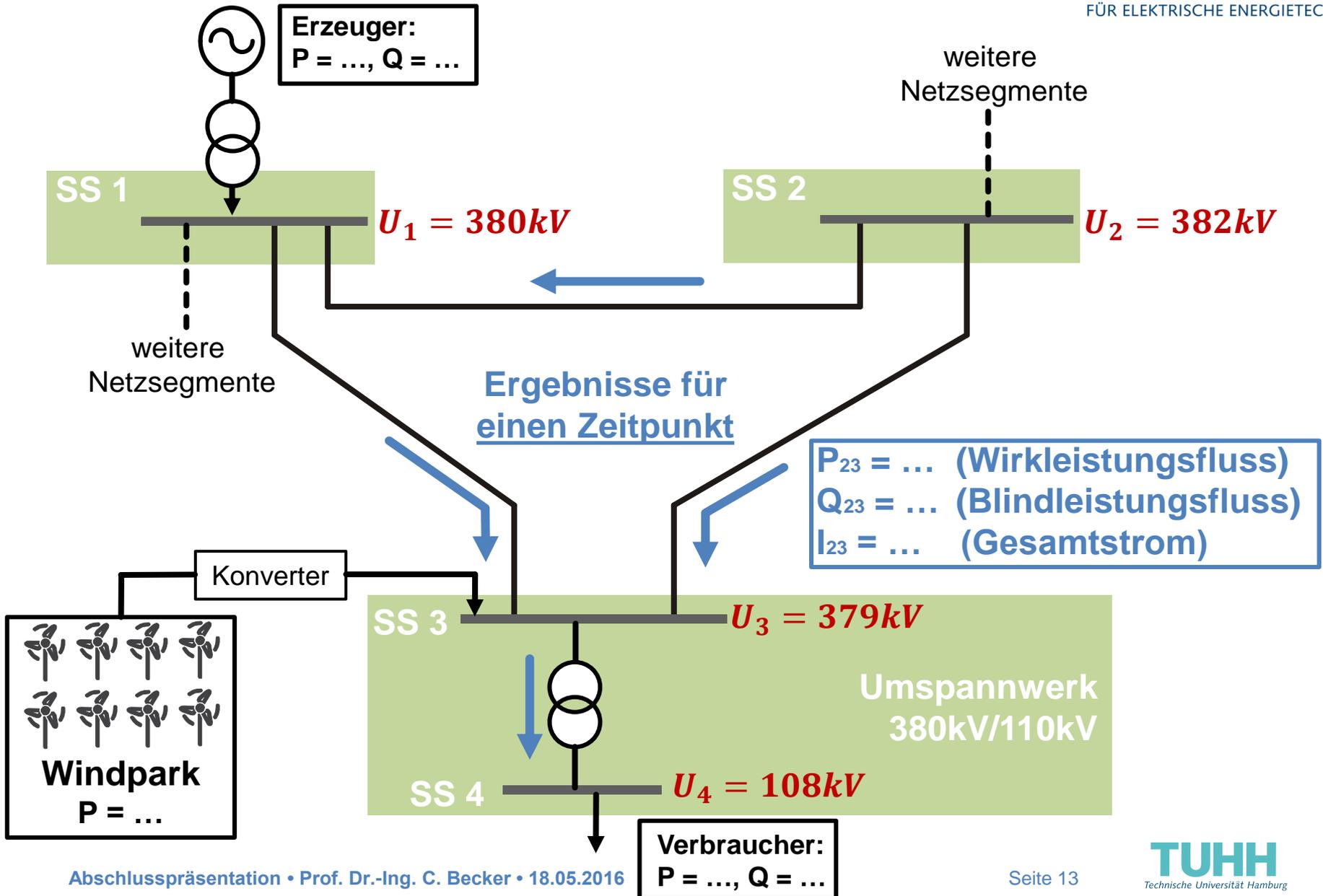


Bildquellen: C. Becker

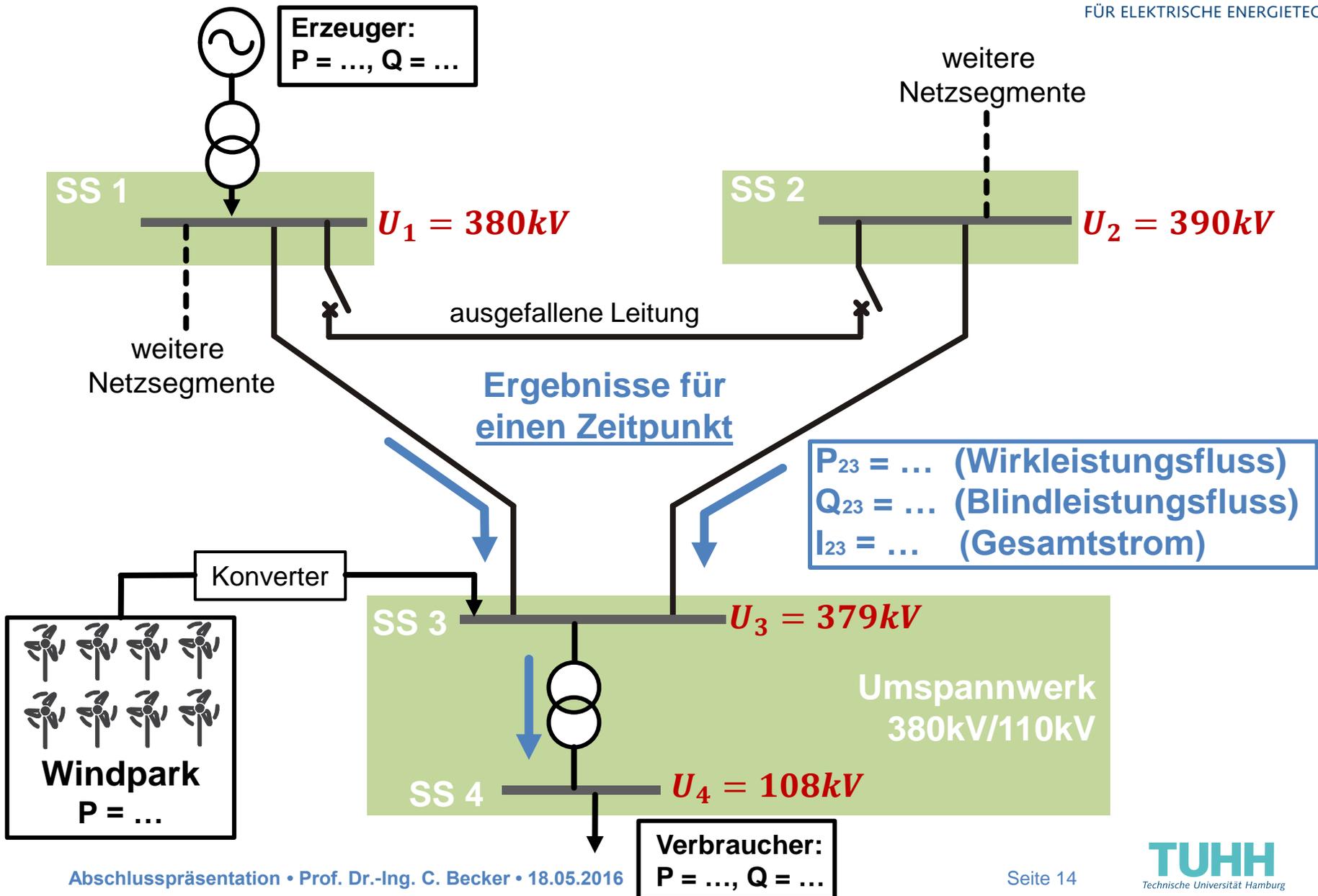
Lastflussrechnung (vereinfacht): Beispiel



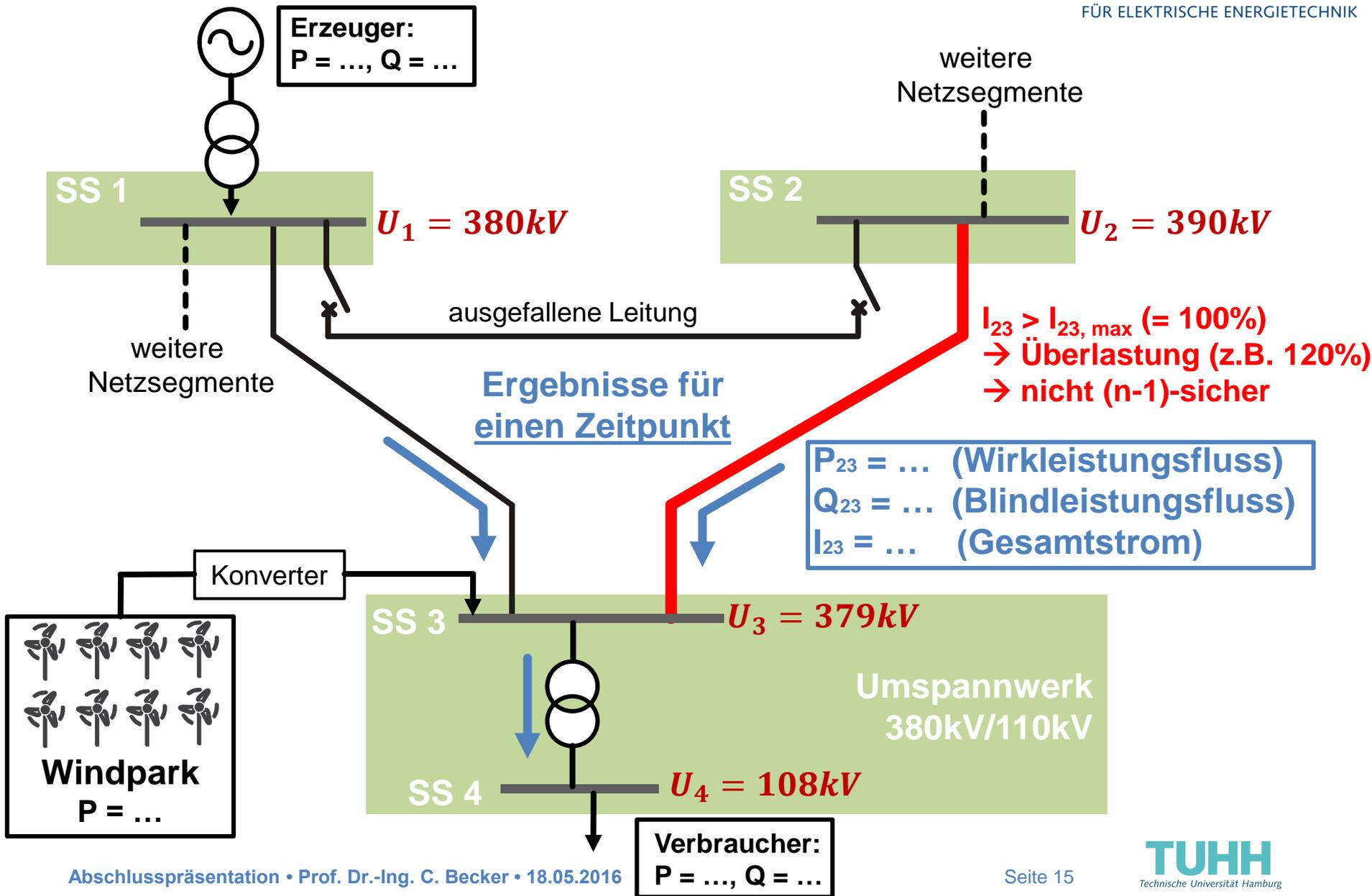
Lastflussrechnung (vereinfacht): Beispiel



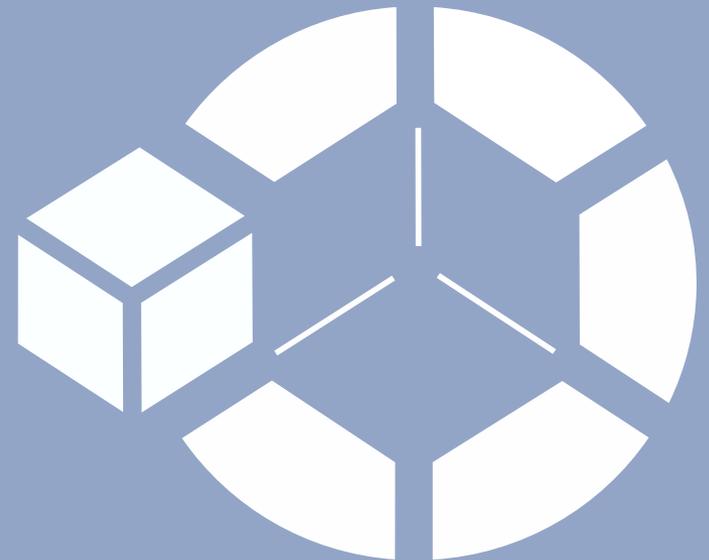
(n-1)-Simulation (vereinfacht): Beispiel



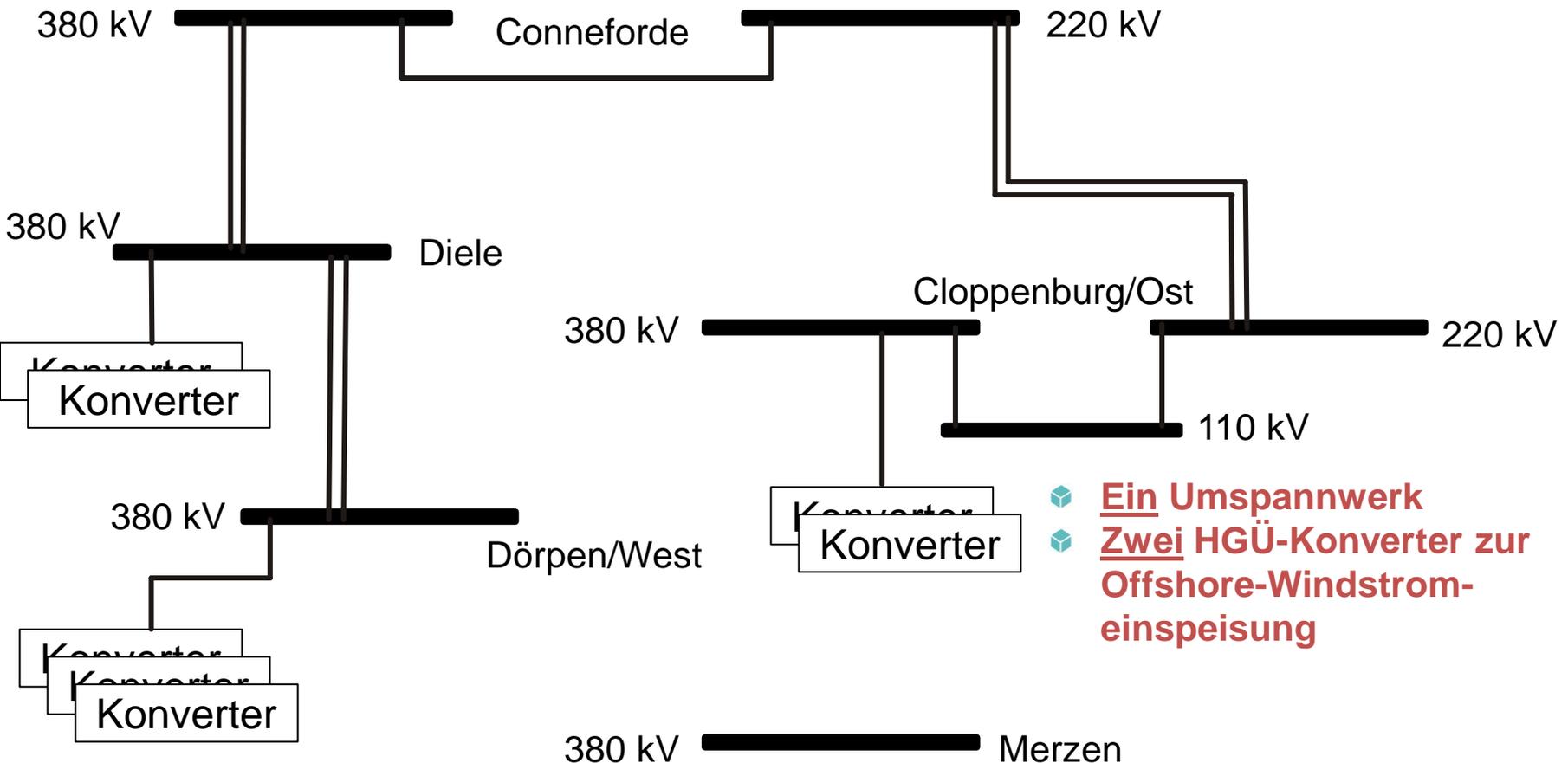
(n-1)-Simulation (vereinfacht): Beispiel



Technische Evaluierung der Maßnahmen M51a/b



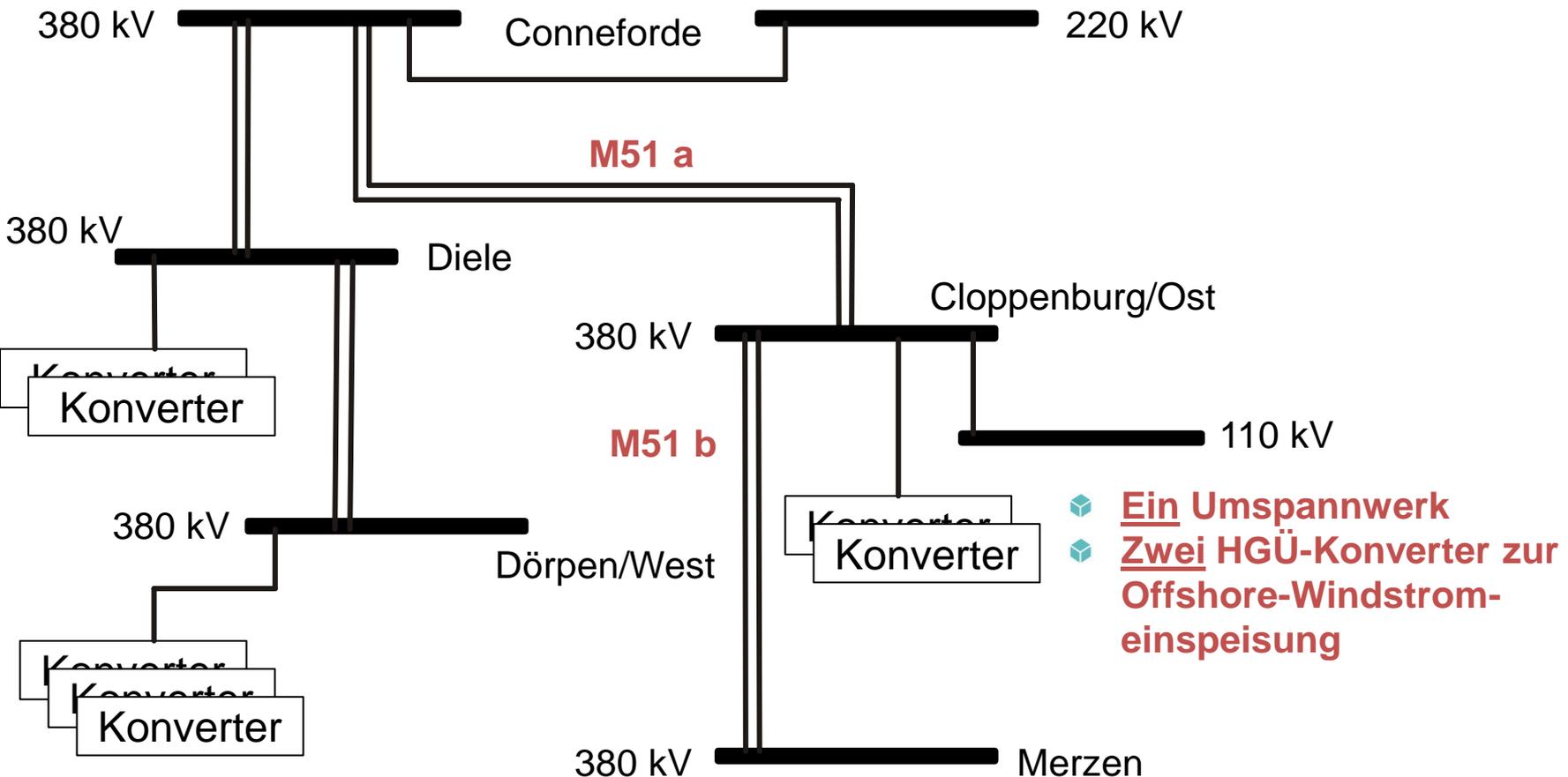
Lastfluss: betrachtetes Netzsegment **ohne** Maßnahmen **M51a/b**



- Ein Umspannwerk
- Zwei HGÜ-Konverter zur Offshore-Windstrom-einspeisung

Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Lastfluss: betrachtetes Netzsegment mit Maßnahmen M51a/b



Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

- ❖ Insgesamt 11 durch die BNetzA berechnete Lastfluss-Szenarien
- ❖ Basis: NEP Strom 2024, Version 2014, 2. Entwurf
- ❖ zwei Einspeise-Last-Szenarien:
 - **Szenario B24:**
 - Gegenüber heute:
Mehr erneuerbare Energien, weniger konventionelle Energieträger in 2024
 - **Szenario SensiO:**
 - Gegenüber Szenario B24 reduzierte Einspeisung erneuerbarer Energien
 - **Keine Offshore-Windstromeinspeisung in Cloppenburg**
 - Kappung von Einspeisespitzen
- ❖ Allgemein: Gezielte Untersuchung hoher Netzbelastungen
- ❖ Besonders kritischer Netznutzungsfall **laut BNetzA: Stunde 784 in 2024**

Lastfluss-Szenario 1: Grundlastfluss, B24, ohne M51a/b

- Querzeige
- △ Belastung
 - Netzspeisung
 - Ersatzquerzeig
 - ▽ Kompensationsdrossel
 - ▽ HÜ-Kopfstation-VSC

- Auslastung Leitung
- 25%-50%
 - 50%-70%
 - 70%-100%
 - >100%

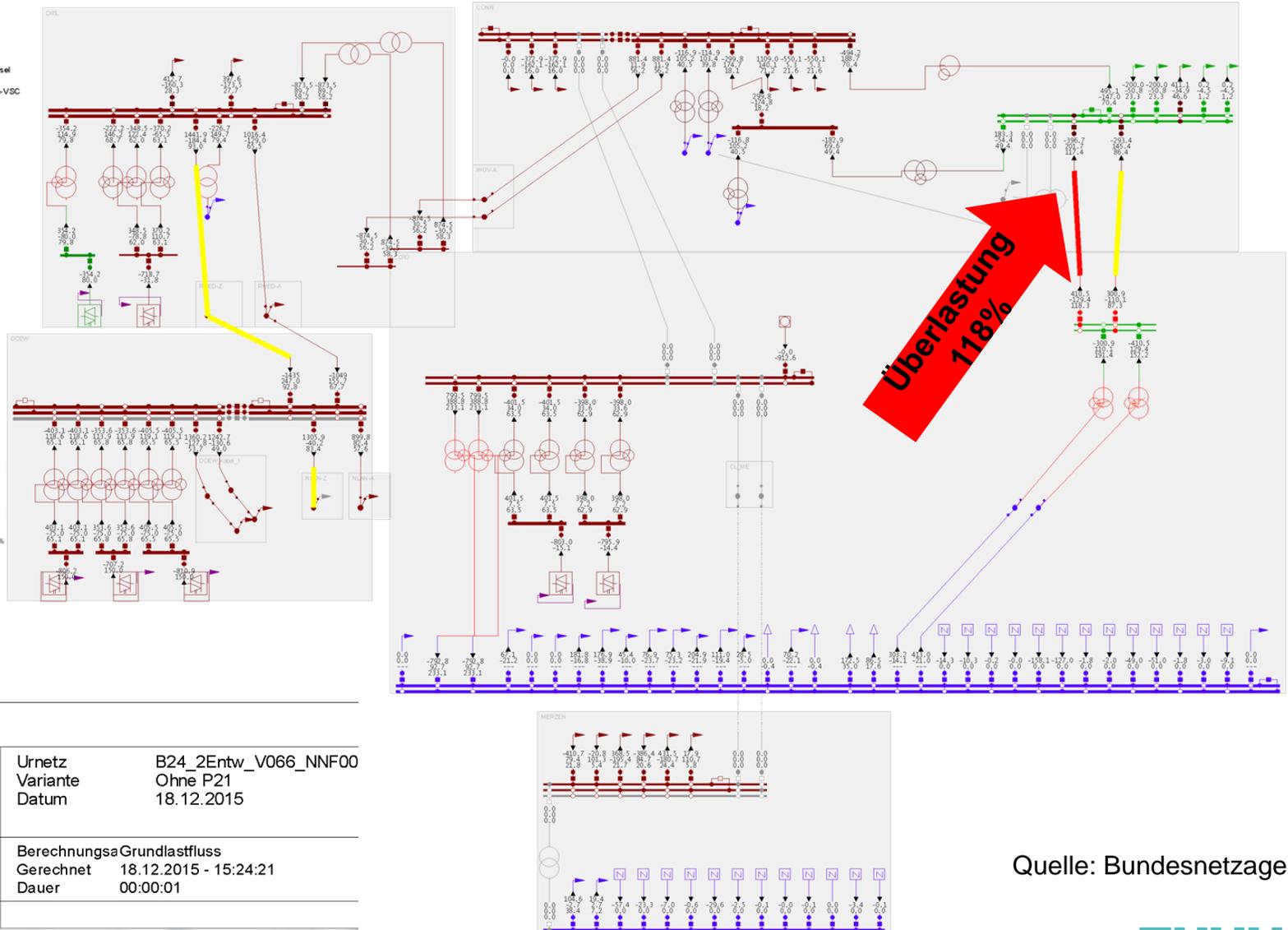
- Auslastung Trafo
- 25%-50%
 - 50%-75%
 - 75%-100%
 - >100%

- Auslastung Schaltfeld
- 25%-50%
 - 50%-75%
 - 75%-100%
 - >100%

- Nennspannungen
- 380 kV
 - 320 kV
 - 220 kV
 - 150 kV
 - 110 kV
 - 30 kV
 - 20 kV
 - 10 kV
 - 0,69 kV
 - Geerdetes Teilnetz

- Erg. Querzeige
- Richtungspfeil Wirkleistung
 - Wirkfluss in MW
 - Blindfluss in Mvar

- Erg. Längszeige
- Richtungspfeil Wirkleistung
 - Wirkfluss in MW
 - Blindfluss in Mvar
 - Auslastung Netzelement in %



CLPO



Urnetz B24_2Entw_V066_NNF00
Variante Ohne P21
Datum 18.12.2015

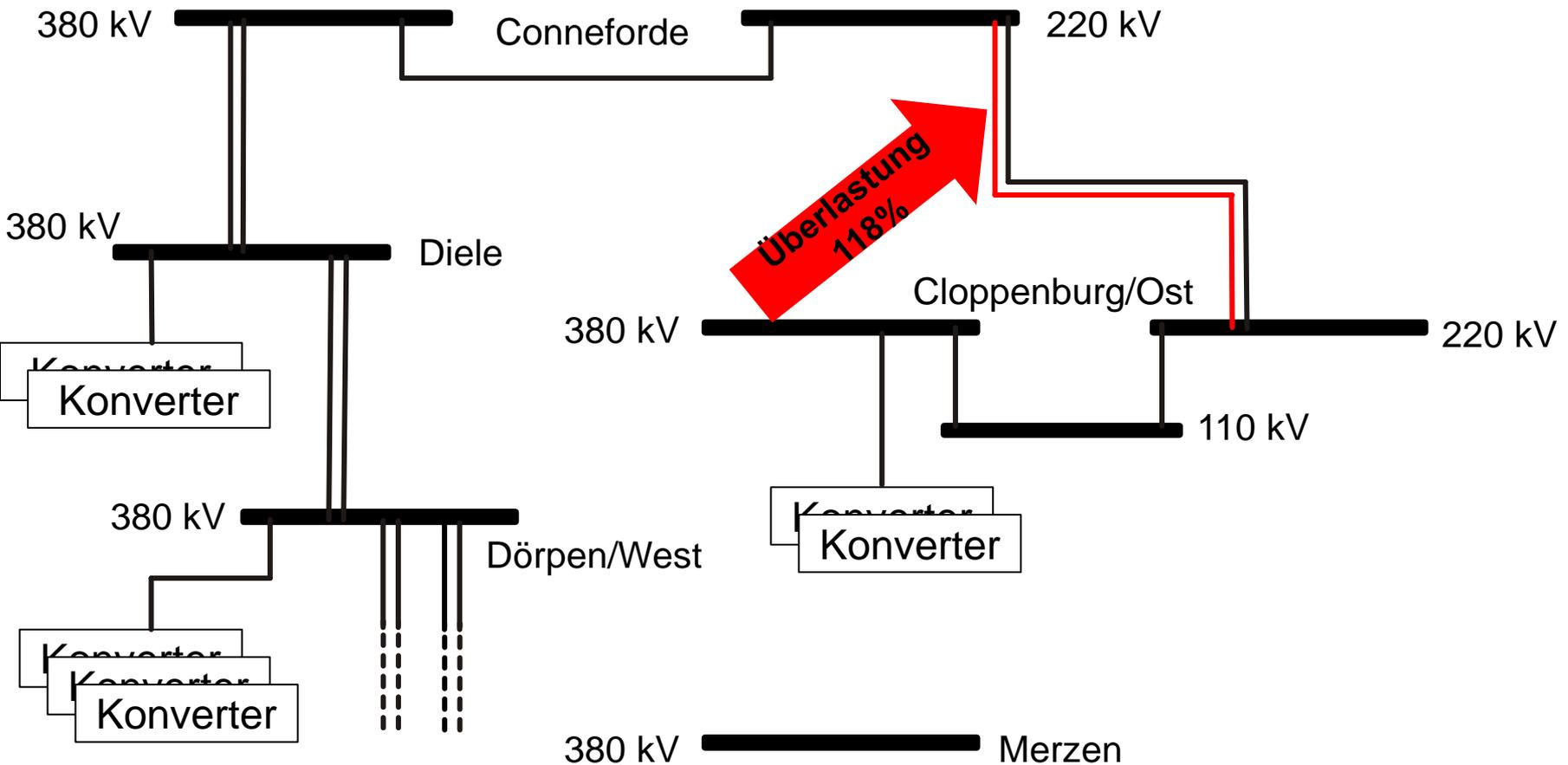
Ergebnis

BerechnungsGrundlastfluss
Gerechnet 18.12.2015 - 15:24:21
Dauer 00:00:01

Zuletzt Bearbeite

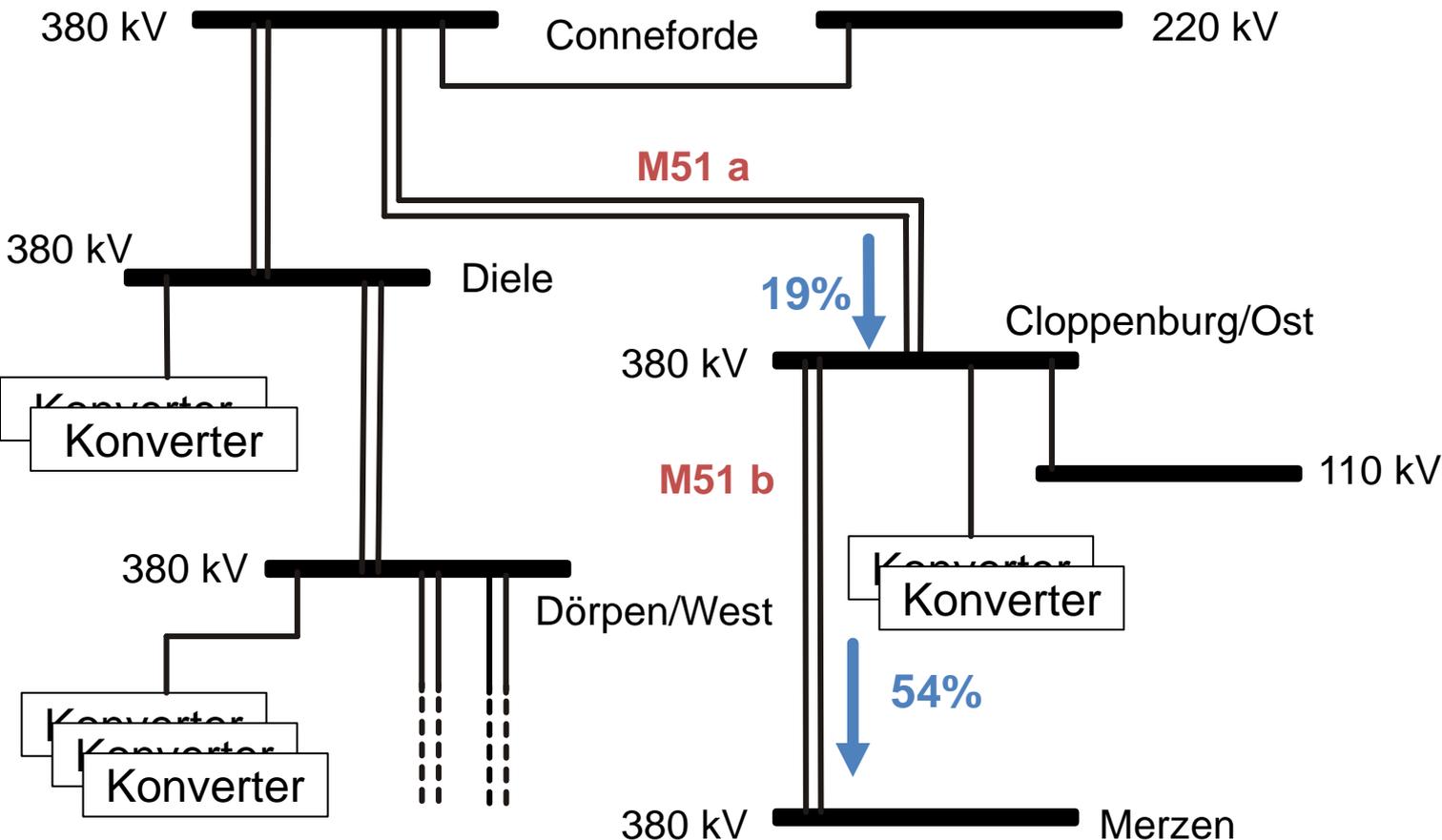
Quelle: Bundesnetzagentur

Lastfluss-Szenario 1: Grundlastfluss, B24, ohne M51a/b



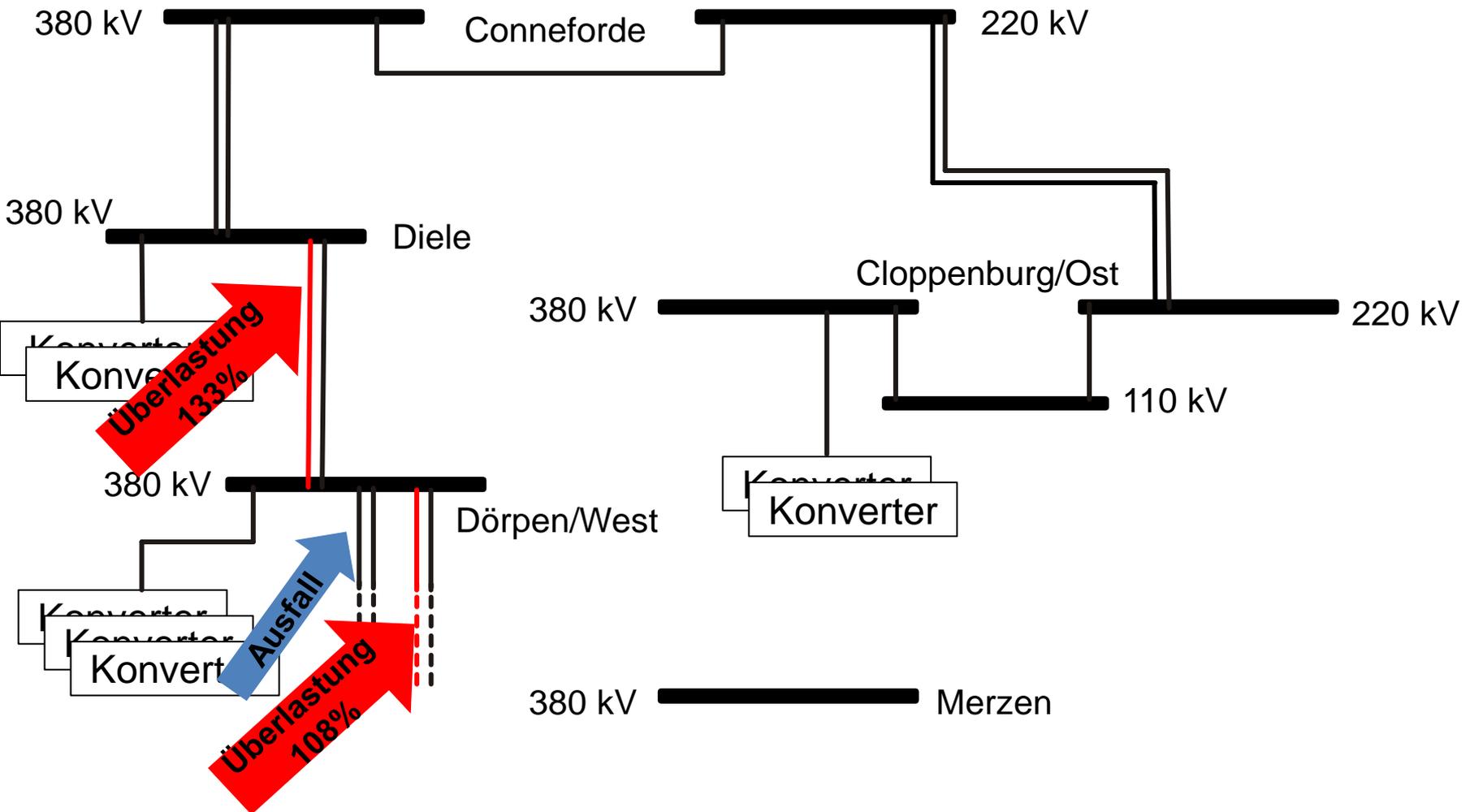
Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Lastfluss-Szenario 3: Grundlastfluss, B24, mit M51a/b



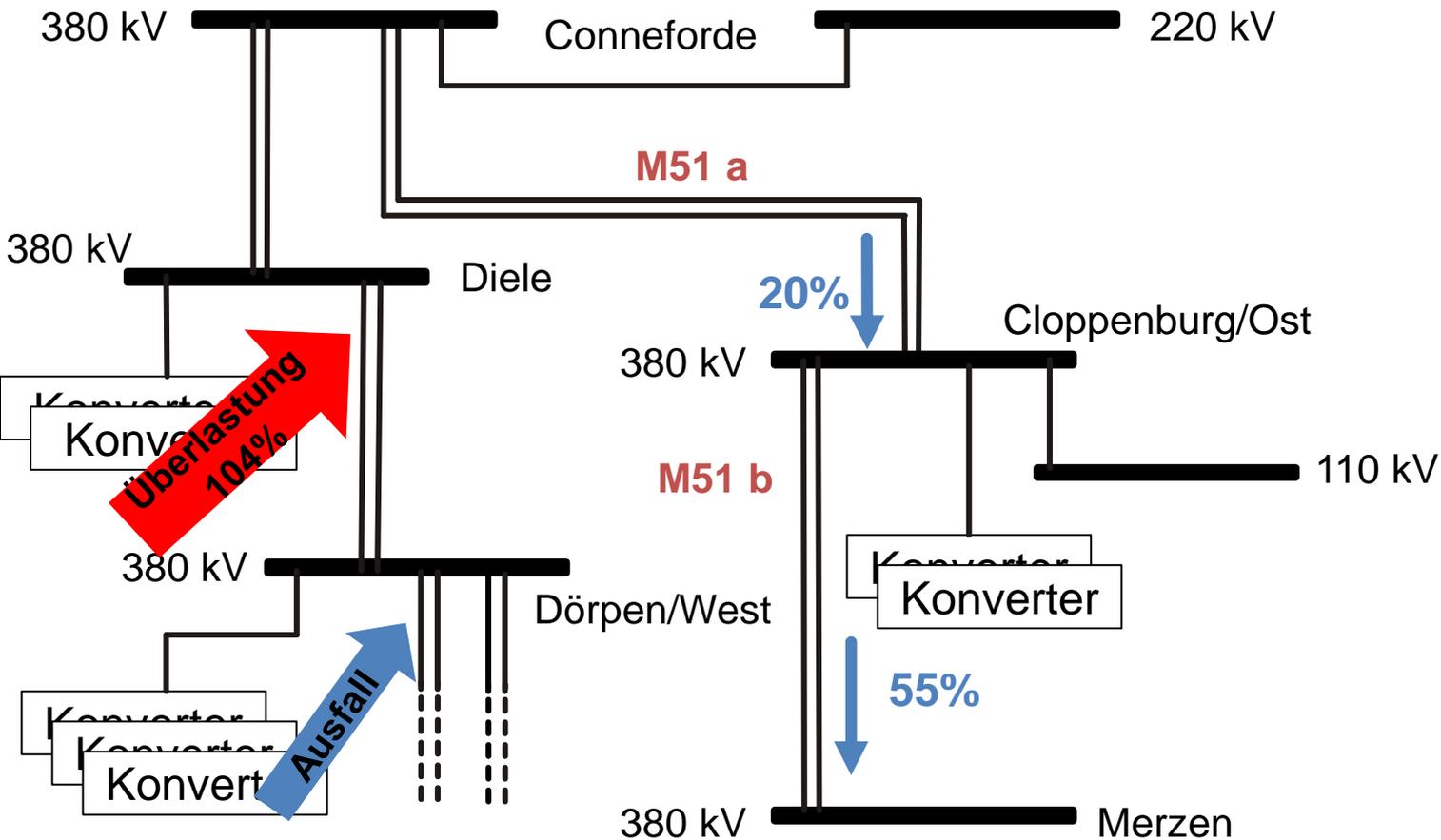
Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Lastfluss-Szenario 2: Leitungsausfall, B24, ohne M51a/b



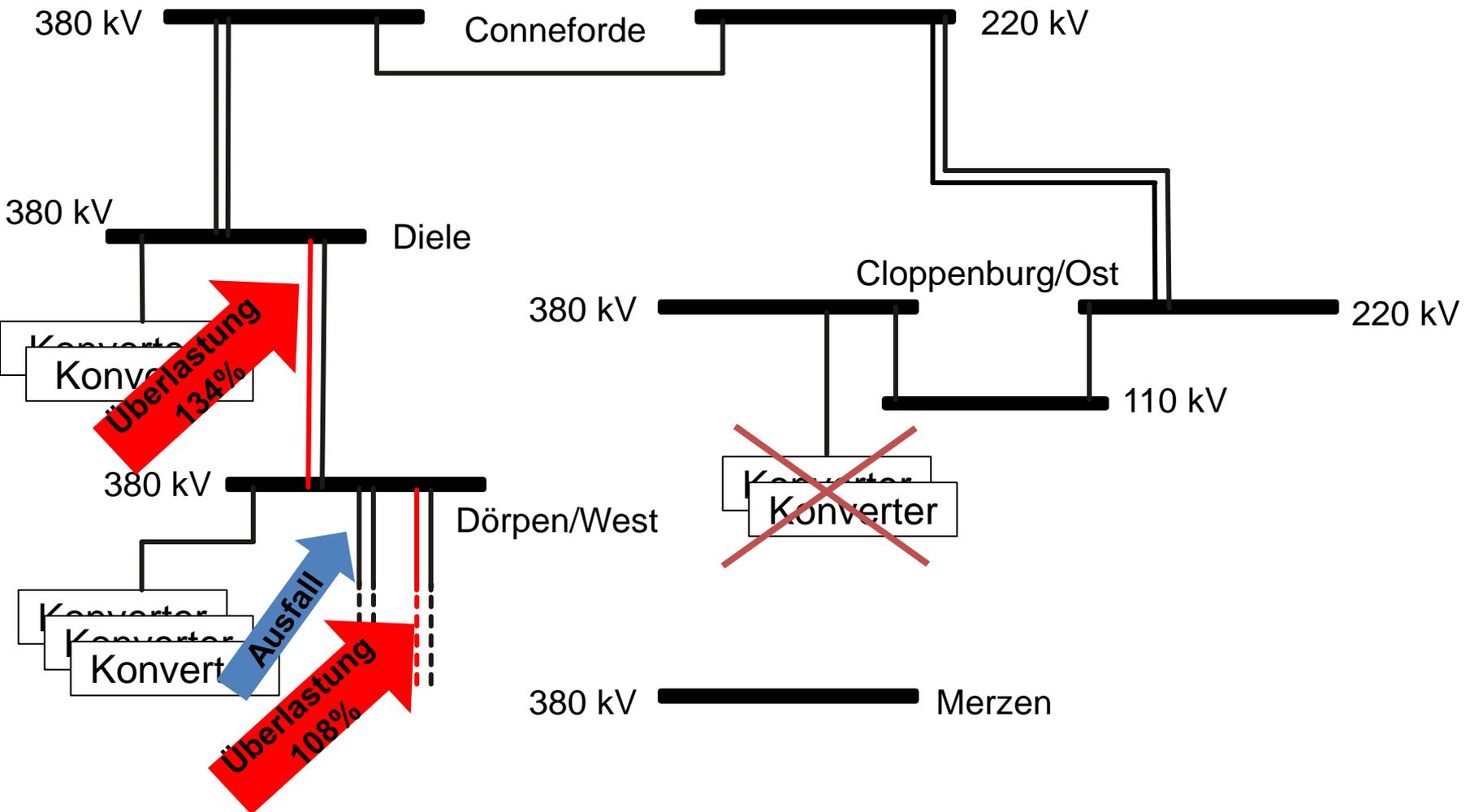
Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Lastfluss-Szenario 4: Leitungsausfall, B24, mit M51a/b



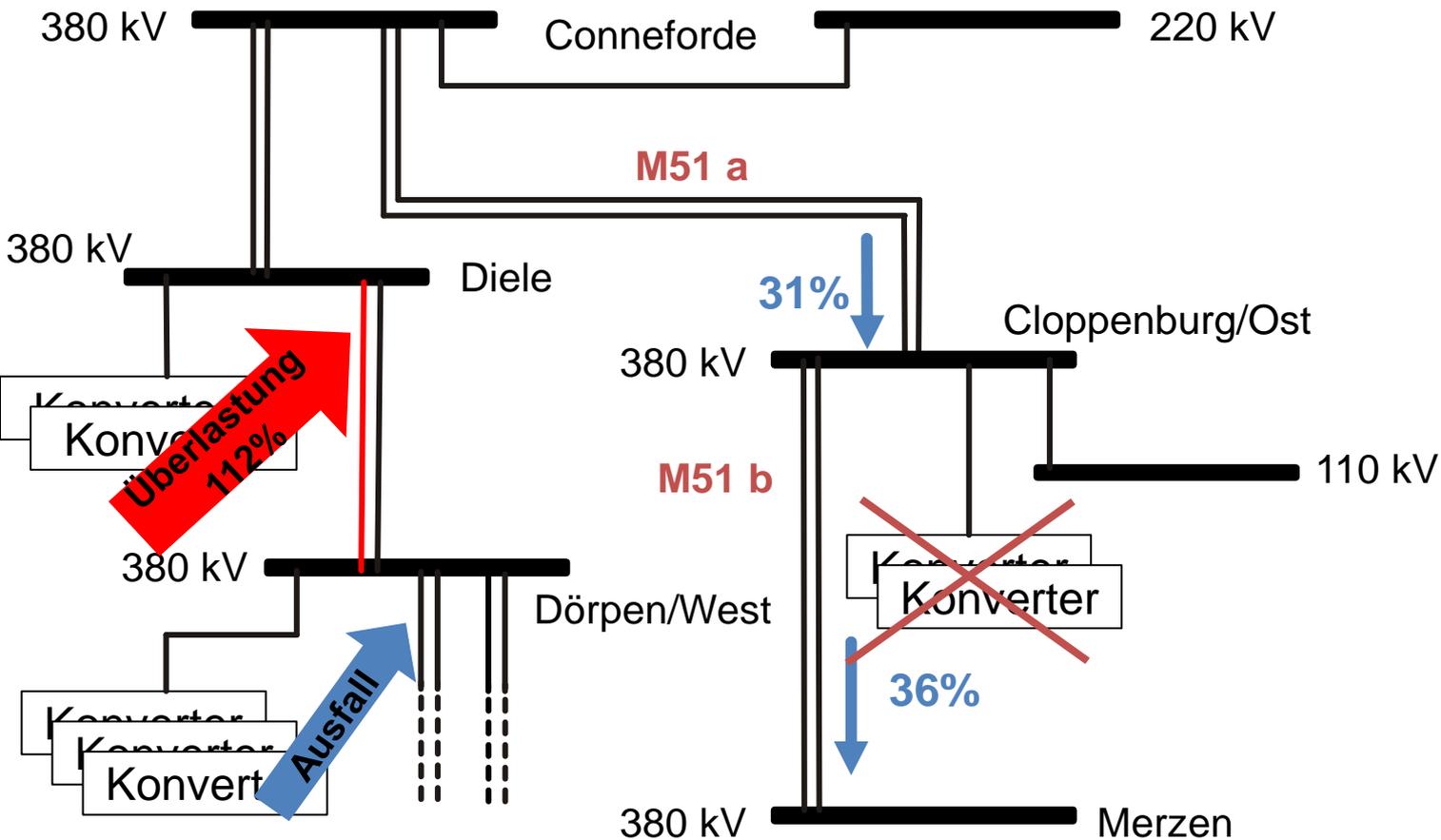
Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Lastfluss-Szenario 6: Leitungsausfall, SensiO, ohne M51a/b



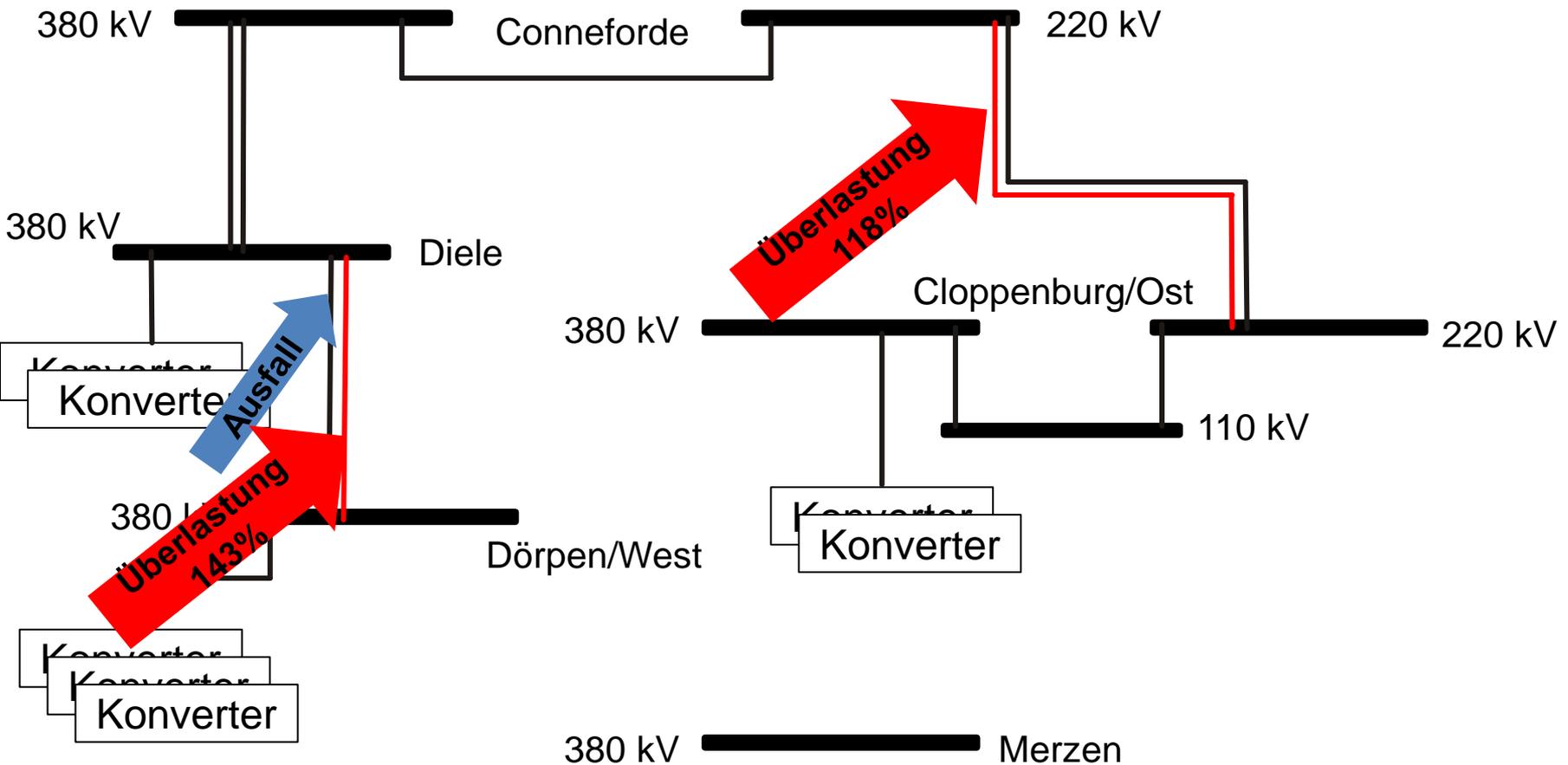
Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Lastfluss-Szenario 8: Leitungsausfall, SensiO, mit M51 a/b



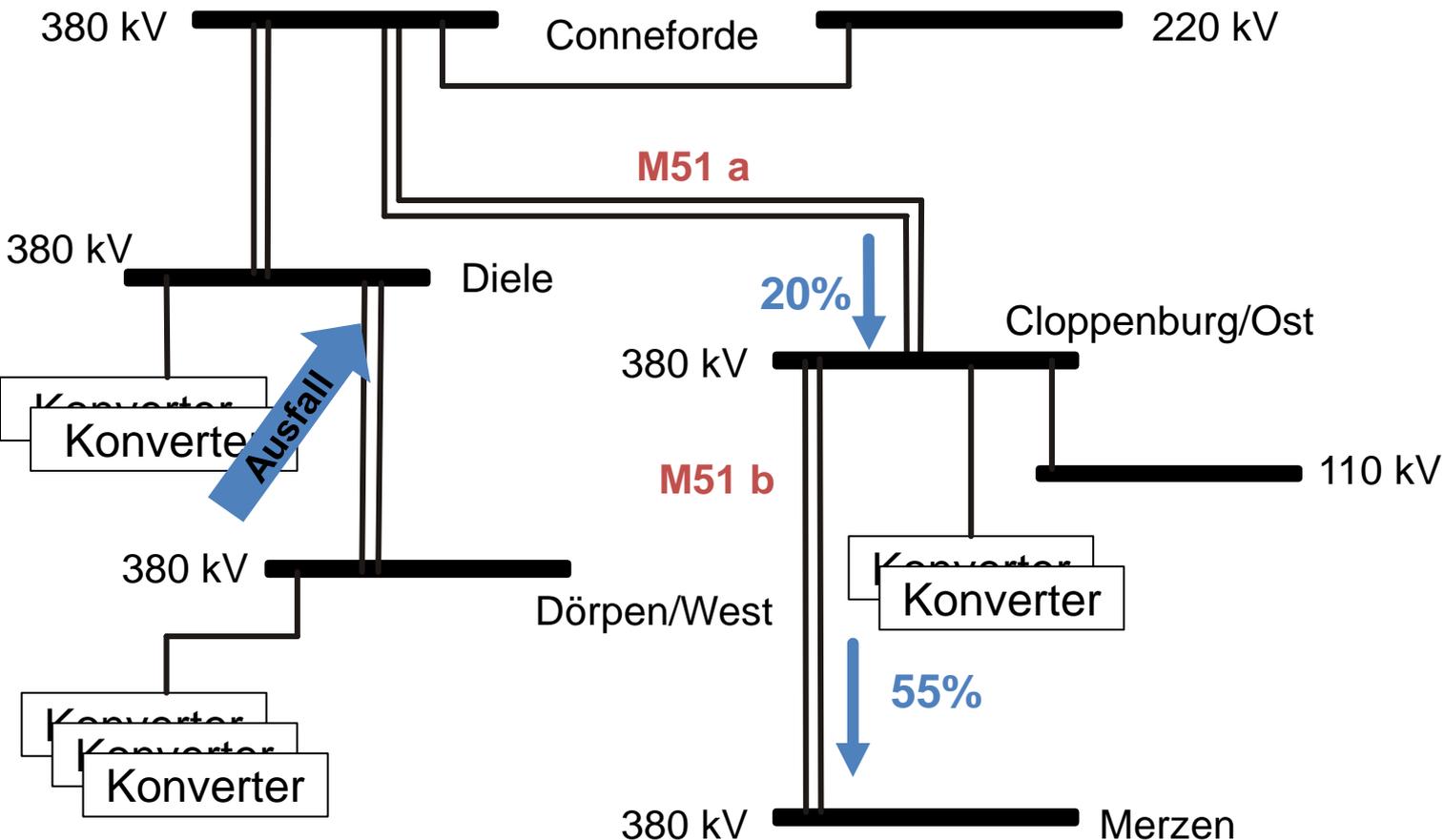
Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Lastfluss-Szenario 10: Leitungsausfall, B24, ohne M51a/b



Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Lastfluss-Szenario 11: Leitungsausfall, B24, mit M51 a/b



Vereinfachtes Schaubild: Transformatoren und Leistungsschalter werden nicht dargestellt

Netz-Optimierung vor Verstärkung vor Ausbau

- ❖ **Zuerst:** Optimierung des aktuellen Netzbetriebs
- ❖ **Dann:** Verstärkung vorhandener Leitungen
- ❖ **Ultimativ:** Ausbau des Netzes, Bau neuer Leitungen

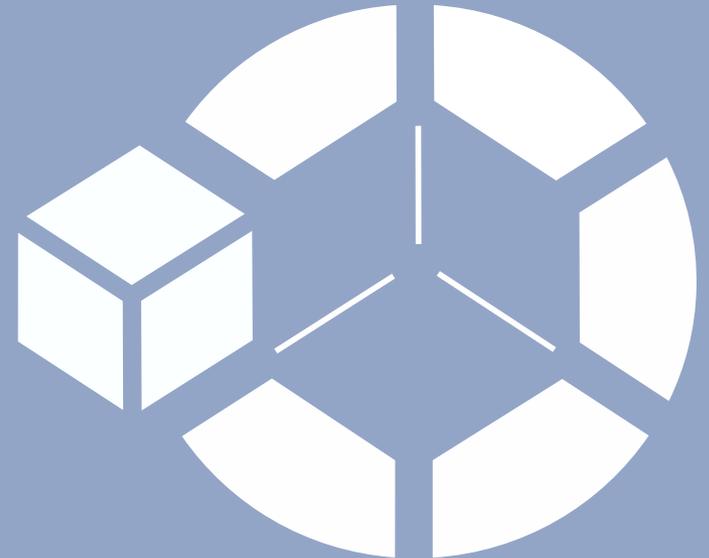
→ Neue Leitungen werden nur geplant und bestätigt, wenn die vorhandene Infrastruktur trotz Optimierung und Verstärkung die prognostizierte Last nicht tragen kann.

Weiterhin:

Abbau temporärer Überlastungen durch

- ❖ Schalthandlungen
- ❖ Kappung von Einspeisespitzen und Redispatch zulässig und in der Planung und Bestätigung berücksichtigt.

Zusammenfassung



Fazit

- ❖ Untersuchung **eines Maßnahmenpakets** durch die BNetzA
- ❖ Keine vollständige Prüfung aller zeitlichen Szenarien im Zieljahr 2024 möglich
- ❖ Besonders **kritischer Netznutzungsfall (NNF)** nach Aussagen der BnetzA:
Stunde 784 in 2024 → Basis der Untersuchungen
- ❖ **Keine Anhaltspunkte**, die **Auswahl des kritischen NNF anzuzweifeln**
- ❖ **Lastfluss-Szenarien** erscheinen vollständig und nachvollziehbar, liefern zufriedenstellende **Begründung der BNetzA**, dass **P21 zur Netzentlastung beitragen kann**
 - **mit und ohne Offshore-Windenergieeinspeisung in Cloppenburg**
 - resultierender Leistungsfluss in Nord-Süd-Richtung
- ❖ **Prüfungsergebnis der BNetzA (Bestätigung von P21) kann nachvollzogen werden**
- ❖ BNetzA hat **alternative Maßnahmen (z.B. NOVA-Prinzip) geprüft**, Schalthandlungen, Spitzenkappung zum Abbau von temporären Überlastungen zulässig

VIELEN DANK!



Fotos:

#34829700 Strommast einer Hochspannungsleitung und Windräder in der Abenddämmerung bei Brunsbüttel in Schleswig-Holstein. © Thorsten Schier / Fotolia.com

#31102928 Windkraftträder und Solarmodule in einem Rapsfeld © visdia / Fotolia.com

#55412401 Electric power substation © Sergey Bobok / Fotolia.com

#66431902 Hochspannungsmasten © helmutvogler / Fotolia.com

#20272790 © Rauhut / Fotolia.com

Umspannwerk Cloppenburg © C. Becker