



## Netzstresstest

Vorstellung der Studie  
„Netzausbau – wie geht es weiter nach 2030?“

Karsten Lüdorf | Frankfurt/M. | 22. Juni 2017

# Die Szenarien für den Netzstresstest im Überblick

## 5 extreme, aber nicht unmögliche Entwicklungen bis 2035

### Szenarien zur energiewirtschaftlichen Entwicklung

#### DE 100% kohlestromfrei

- Kompletter Ausstieg aus Kohlestrom bis 2035
- Substitution der Energie durch Wind-Onshore

#### DEzentral

- Installierte PV-Leistung: 150 GW in 2035
- Weniger Wind-Onshore
- Kombination mit Kleinspeichern und E-Mobility

#### Flexibilisierung der Nachfrage

- Zuschaltbare Lasten v. a. in Überschuss-Regionen durch Flexibilisierung von Industrieprozessen
- Power-to-Heat

#### Kombinationsszenario

Bewertung auf Basis einer quant. Abschätzung der Auswirkungen auf auslegungsrelevante Belastungsfälle

### Szenarien zur technologischen Entwicklung in Übertragungsnetzen

#### NOVA-Prinzip weiter gedacht

- Umbau Bestandsnetz auf 3600 A mit HTL-Seilen
- DC-Overlay-Netz mit Multi-Terminal Betrieb

#### Automatisierte Systemführung

- möglichst 100%ige Ausnutzung des Netzes
- Gewährleistung Netzsicherheit durch „Echtzeit“-Eingriffe und aktive Lastflusssteuerung

Bewertung auf Basis konkreter Netzberechnungen

## Methodischer Ansatz für Analysen

### Ermitteln von Ergebnisgrößen zum Vergleich mit dem NEP

- > Basis sind Daten/Informationen aus dem NEP2025 (für Zieljahre 2025/2035)
  - » Installierte Leistung je Energieträger sowie Lastbandbreite pro Bundesland
  - » Netztopologie des Startnetzes sowie Zeitreihen zu Erzeugung und Last für Szenario B2035
- > energiewirtschaftliche Szenarien mit quantitativen Abschätzungen:
  - » Auswerten der resultierenden Erzeugungs-/Verbrauchsschwerpunkte und des Transportbedarfs für auslegungsrelevante Netznutzungsfälle
  - » Ableiten der Auswirkungen auf den Transportbedarf im Vergleich zum NEP
- > technische Szenarien mit konkreten Netzberechnungen:
  - » Erzeugen von 8760 Netznutzungsfällen und Auswertung der Zeitreihen zur Ermittlung von Netznutzungsfällen mit sehr hohen Netzbelastungen
  - » Für die so ermittelten Netznutzungsfälle Analyse der Auswirkungen der Leitungsbelastungen und Ableitung der Konsequenzen für den Transportbedarf im Vergleich zum NEP

# Kombinationsszenario

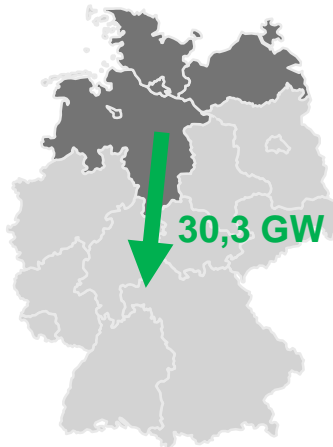
## Vorstellung des Szenarios

- > Kombinationsszenario:
  - » In 2035 keine Stromerzeugung aus Braun- und Steinkohlekraftwerken
  - » Die laut NEP erzeugten Kohlestrommengen werden in PV substituiert (nicht in Wind-onshore wie im Szenario „DE 100% Kohlestromfrei“!)
    - > Installierte Leistung der PV-Anlagen auf 150 GW beschränkt
    - > Aufteilung Süd/Nord: 80:20
  - » Annahmen zum Ausbau von PV- Dachanlagen zusammen mit Kleinspeicheranlagen und zur Nutzung von Speicherpotenzial aus E-Mobility gemäß Szenario „Dezentrale Erzeugung“
  - » Annahmen zum Potential für dynamische Lasterhöhung gemäß Szenario „Flexibilisierung der Nachfrage“
    - > Betrachtung aller Bundesländer
- > Betrachtete Netznutzungsfälle
  - » Starkwind/Starklast
  - » Stark-PV/Schwachwind/Starklast

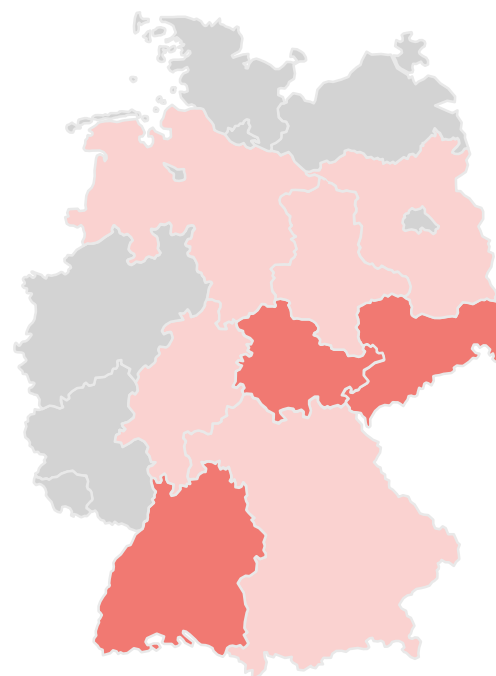
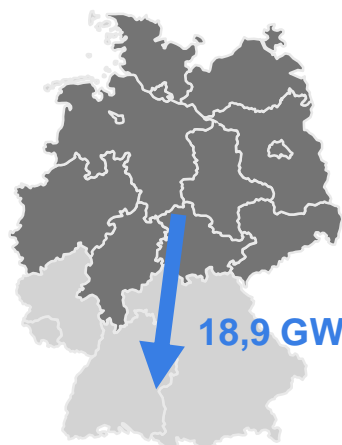
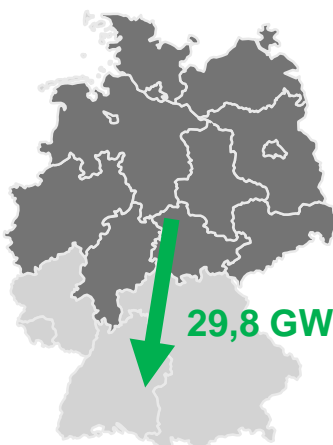
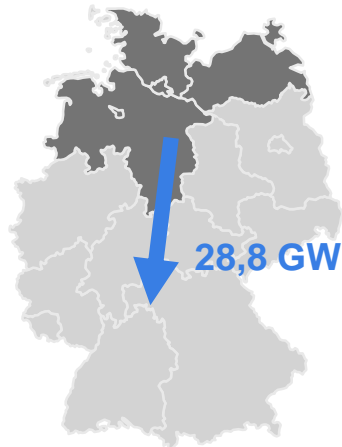
# Kombinationsszenario

## Starkwind/Starklast

NEP B1 2035



Kombination



> Trotz fehlender Erzeugung aus Kohle-KW und ohne (netzentlastende) PV-Einspeisung leichte Reduktion des Nord-Süd-Transportbedarfs

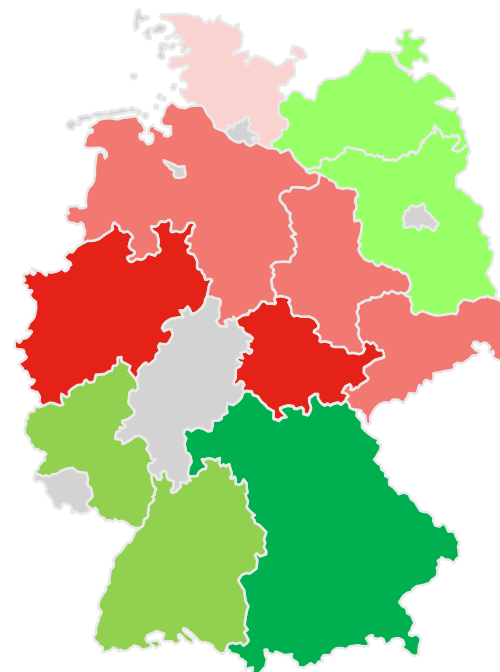
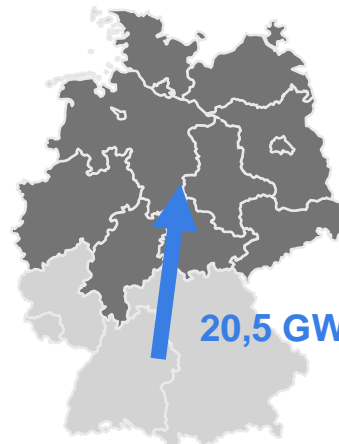
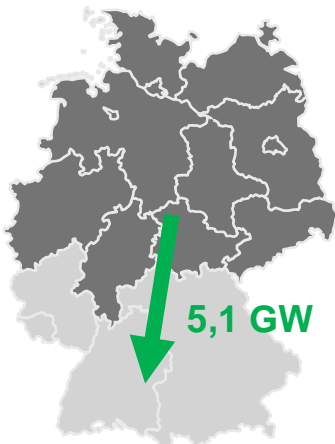
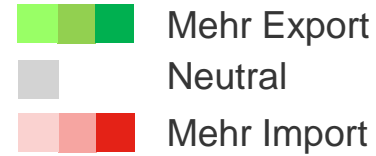
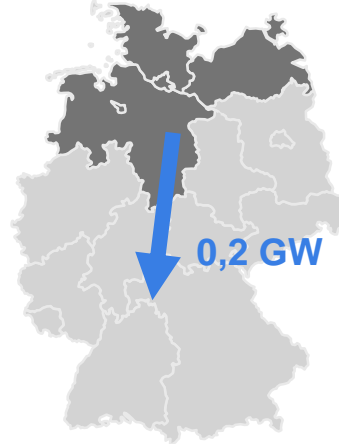
# Kombinationsszenario

## Stark-PV/Schwachwind/Starklast

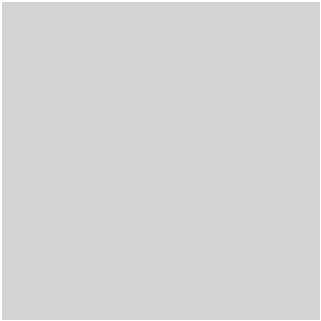
NEP B1 2035



Kombination



> Signifikante Änderung der Netzbelastung mit Umkehr der Nord-Süd-Transportrichtung über DE-Mitte



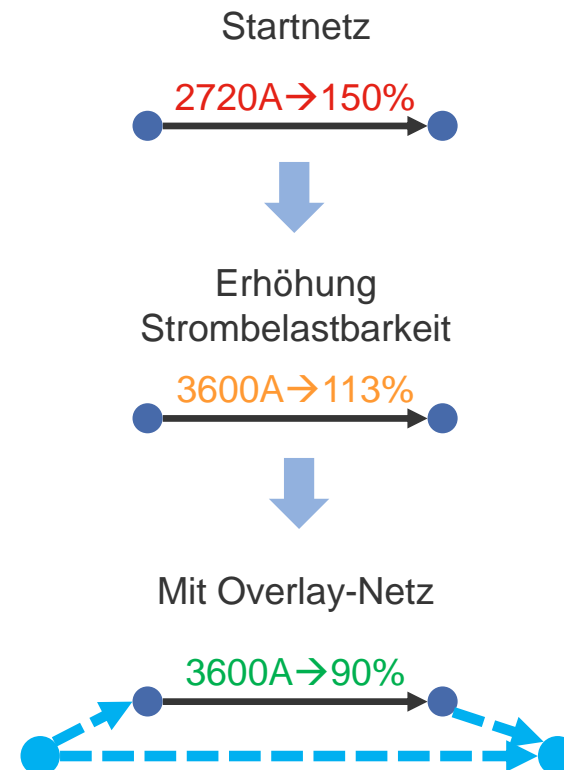
Szenario NOVA-Prinzip weiter gedacht

# Szenario NOVA-Prinzip weiter gedacht

## Vorstellung des Szenarios

- > Ziel: Verringerung der Leitungsbelastungen im AC-Netz
  - » Fokus auf 380-kV-Ebene
- > Betrachtung von 2 Entwicklungen
  - » Strombelastbarkeit aller Leitungen kann auf 3600 A erhöht werden  
*(heute: wg. Stabilität und genehmigungsrechtlichen Aspekten nur auf ausgewählten Leitungen möglich)*
  - » Existenz eines DC-Overlay-Netzes
  - » Betrachtete Netzregion: TenneT-Regelzone nördlich der Linie Aschaffenburg-Grafenrheinfeld-Würgau
- > Betrachtete Netznutzungsfälle
  - » Insgesamt 5 Stunden mit den höchsten Netzüberlastungen

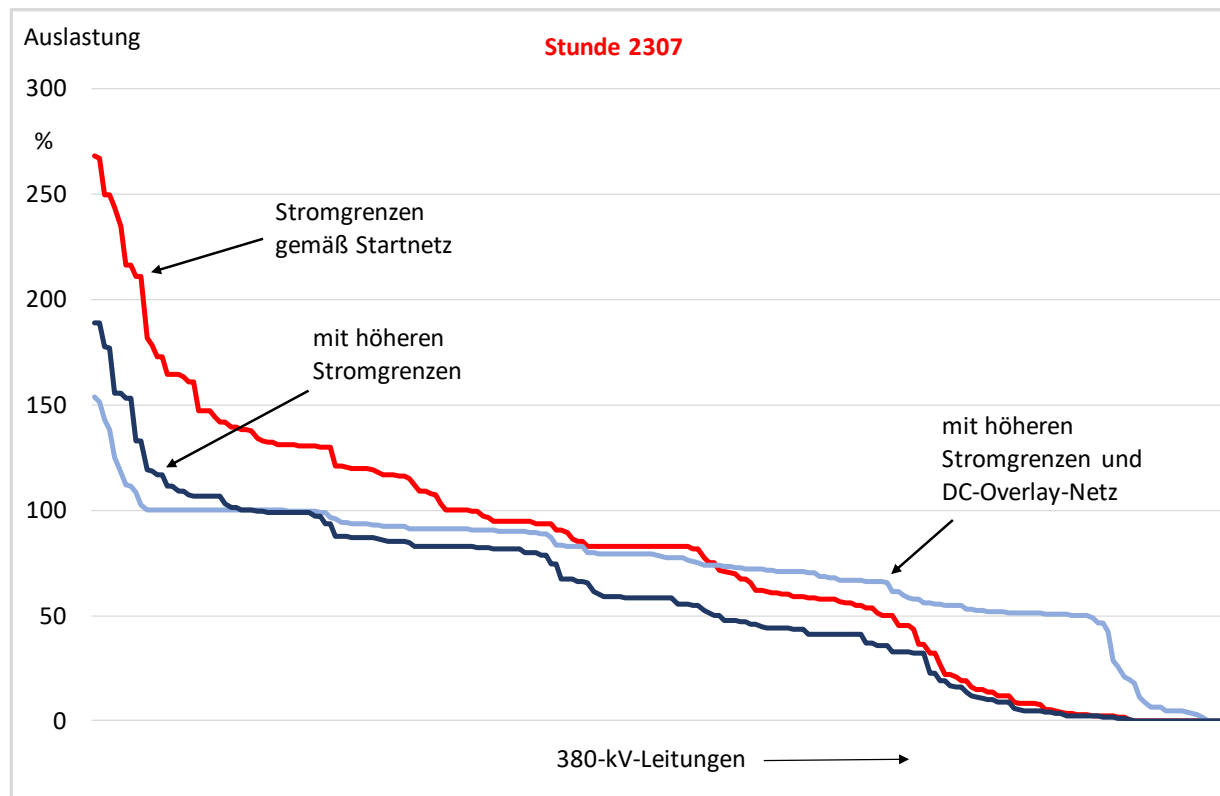
### Schematische Darstellung der prinzipiellen Effekte





# Szenario NOVA-Prinzip weiter gedacht

## Leitungsbelastungen im AC-Netz für exemplarischen Netznutzungsfall



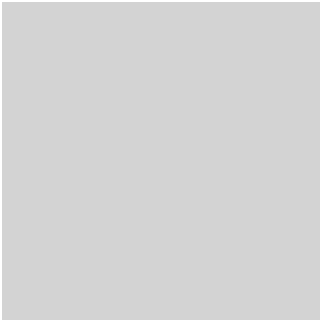
- > Durch höhere Strombelastbarkeiten sind nur noch 1/3 der zuvor überlasteten Leitungen zu mehr als 100% ausgelastet
- > Mit Overlay-Netz weitere deutliche Reduktion der Anzahl überlasteter Leitungen
- > Effekte auch in anderen Netznutzungsfällen deutlich erkennbar

## Szenario NOVA-Prinzip weiter gedacht

### Konsequenzen für den Netzausbaubedarf

- > Entlastender Effekt durch die heute noch nicht mögliche flächendeckende Erhöhung der Stromgrenzen führt zu einer deutlichen Reduktion der Leitungsbelastungen
  - » z.B. weisen etwa 2/3 der zuvor überlasteten Leitungen im Betrachtungsfall Auslastungen von unter 100% auf
  - » **Umsetzung erfordert allerdings immissionsschutzrechtliche Anpassungen**
- > Durch Annahme eines (zusätzlichen) Overlay-Netzes ergibt sich eine Vergleichmäßigung der Leitungsbelastungen und ein weiterer Rückgang der Anzahl überlasteter Leitungen
  - » Allerdings verursacht die Errichtung des Overlay-Netzes selbst erheblichen Ausbaubedarf (als Erdkabel)
  - » Die Auswirkungen eines europaweiten Overlay-Netzes wurden hier noch nicht betrachtet

- > Flächendeckend höhere Strombelastbarkeit der bestehenden Leitungen kann zu einer deutlichen Reduktion des zukünftigen Netzausbaubedarfs führen, ohne dass es zu einem strukturell vollständig anderem Netzausbau kommt
- > Bei Annahme eines Overlay-Netzes verschiebt sich der Ausbaubedarf vom bestehenden AC-Netz in das Overlay-Netz



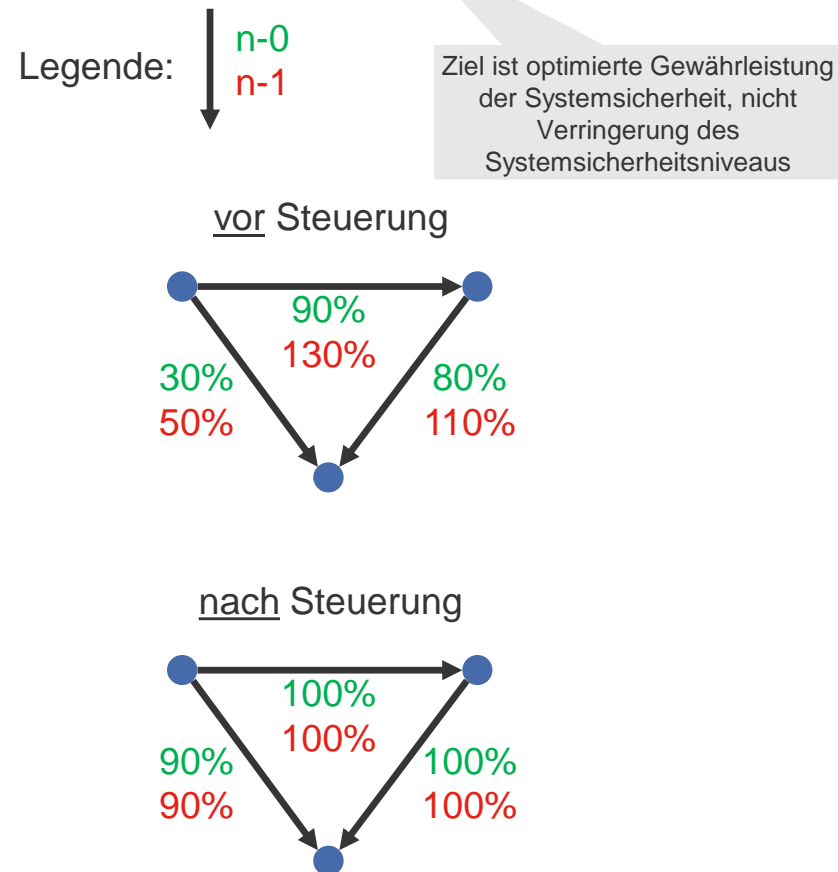
## Szenario Automatisierte Systemführung

# Szenario Automatisierte Systemführung

## Grundkonzept

### Vorstellung des Szenarios

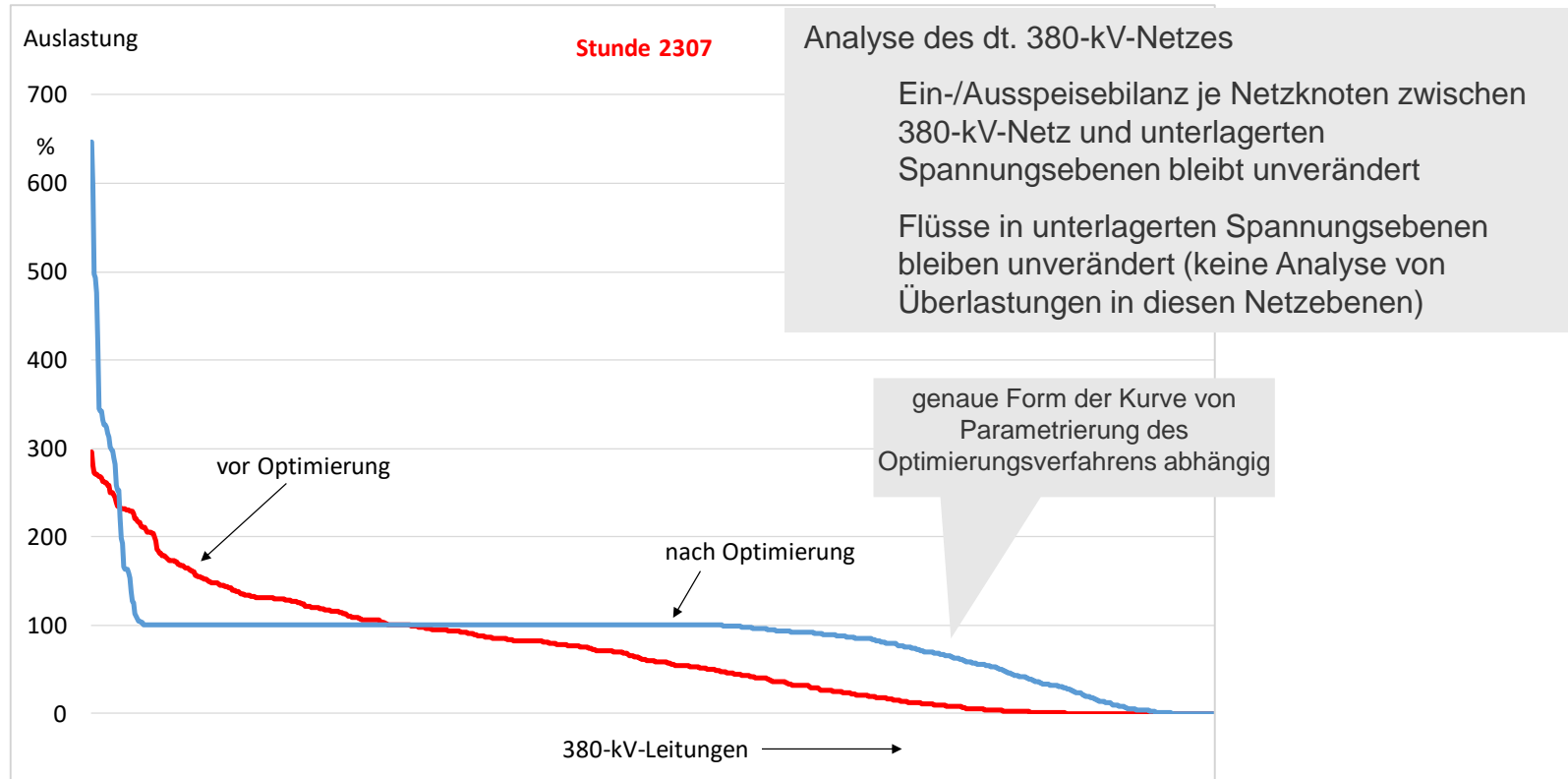
- > Ziel: Möglichst vollständige Ausnutzung der vorhandenen thermischen Übertragungskapazitäten
- > *Maßnahme 1*: Optimierte Gewährleistung (n-1)-Sicherheit
  - » 100% Auslastung im (n-0)-Fall zulässig (Abruf von Gegenmaßnahmen im Fehlerfall, Nutzung der thermischen Trägheit)
- > *Maßnahme 2*: Gezielte Steuerung von Flüssen zur gleichmäßigen Leistungsauslastung
  - » Technische Einrichtungen in den Netzstationen zur aktiven LF-Steuerung
- > Automatisierte Systemführung ist heute nicht Stand der Technik
  - » Umsetzung erscheint jedoch im 10-Jahres-Zeithorizont zumindest denkbar
  - » Stresstest prüft zunächst lediglich Potenzial
  - » In der Folge Forschungsarbeiten zu Randbedingungen und Möglichkeiten der Umsetzung notwendig



# Szenario Automatisierte Systemführung

## Potenzialabschätzung

### Leitungsbelastungen im AC-Netz für exemplarischen Netznutzungsfall



- > Unter den gegebenen Annahmen ist eine gleichzeitige Ausnutzung der maximalen Leitungskapazitäten auf vielen Leitungen möglich
- > Auf sehr wenigen Leitungen verbleiben (allerdings hohe) Überlastungen
- > Effekte auch in anderen Netznutzungsfällen deutlich erkennbar

# Szenario Automatisierte Systemführung

Potenzialabschätzung/Einordnung

## Grundsätzliche Konsequenzen für den Netzausbaubedarf

- > Bei Existenz der angenommenen Steuerungsmöglichkeiten kann die Nutzbarkeit der Übertragungskapazität bestehender Leitungen erheblich erhöht werden.
  - » z.B. weisen etwa 85% der zuvor überlasteten Leitungen im Betrachtungsfall Auslastungen von 100% oder weniger auf
  - » Es ergibt sich eine deutliche Vergleichmäßigung der Leitungsauslastungen
- > Verbleibende Überlastungen betreffen nur sehr wenige Leitungen (ca. 40 in den betrachteten Netznutzungsfällen)
  - » Diese entstehen teilweise durch die Modellannahmen und Parametrierung
    - > in Modellrechnung war Höhe verbleibender Überlastung irrelevant
    - > Alternative Optimierungsziele, z. B. Begrenzung verbleibender Überlastungen, denkbar
  - » Abwägung erforderlich, wie diesen (teilweise hohen) Überlastungen begegnet werden soll („punktueller“ Netzausbau, Netzverstärkung, Redispatch)

# Szenario Automatisierte Systemführung

## Herausforderungen für die Umsetzung

### Optimierte Gewährleistung (n-1)-Sicherheit

- > Informationstechnische Umsetzung
- > Potenzialanalyse
  - » Vermutlich (deutlich) mehr Abregelungsmöglichkeiten als Optionen
  - Erzeugungserhöhung/DSM für schnellen Bilanzausgleich vorhanden

### Gleichmäßige Netzauslastung

- > Genutzte Technologie zur Lastflusssteuerung, z. B.
  - » DC-Kurzkupplung
  - » UPFC (Wirkung ähnlich wie Querregeltransformator)
- > Regelung (kontinuierliche Anpassungen im Betrieb, Stabilisierung nach Fehler)
- > Zusammenspiel mit automatischem Redispatch (s.o.)

### Sinnvoller Einsatz, u. a. Kosten vs. Nutzen, VS-Effekte...

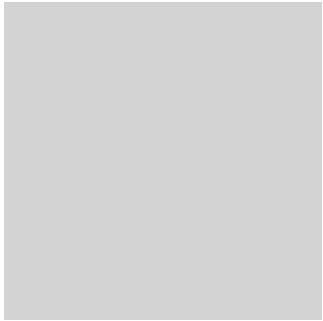
- > Auch 220 kV? Zusammenspiel mit HGÜ?
- > Robustheit ggü. Mehrfachfehlern
- > Punktuell vs. flächendeckend
- > Einbindung in Rechts- und Regelungsrahmen

## Szenario Automatisierte Systemführung

### Fazit

- > Innovationen in der Systemführung könnten den künftigen Netzausbaubedarf erheblich beeinflussen
  - » Reduzierung des künftigen Leitungsausbaus (AC und DC) auf ein Mindestmaß denkbar
  - » Hierzu sind Forschung und Investitionen in technische Lösungen zur Lastflusssteuerung und Aktivierung von Gegenmaßnahmen im Fehlerfall erforderlich
- > Es existieren Freiheitsgrade und Randbedingungen bei der konkreten Realisierung, die einen stufenweisen Einsatz der technischen Weiterentwicklung ermöglichen und auch nahelegen
- > Der vorgestellte Ansatz führt nicht zu einem Wegfall der künftigen Investitionen in das Übertragungsnetz, sondern zeigt auf, dass die Weiterentwicklung des Netzes künftig deutlich weniger vom Leitungszubau sondern mehr von Innovationen der Netztechnik in den Umspannwerken dominiert werden kann
  - » Im Hinblick auf die öffentliche Akzeptanz könnten dadurch die notwendigen Prozesse zum Erreichen der Ziele der Energiewende erleichtert werden





consentec

Consentec GmbH

Grüner Weg 1

52070 Aachen

Deutschland

Tel. +49. 241. 93836-0

Fax +49. 241. 93836-15

info@consentec.de

[www.consentec.de](http://www.consentec.de)