

IFHT Institut für
Hochspannungstechnik
RWTHAACHEN

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Armin Schnettler

RWTH Geb. Nr. 1090
Schnettlerstraße 2
Rejowski-Gebäude

Kappung von Erzeugungsspitzen bei der Netzausbauplanung

Modellierung und Anwendung im Transportnetz

Dipl.-Wirt.-Ing. Stephan Rath

Institut für Hochspannungstechnik, RWTH Aachen

raths@ifht.rwth-aachen.de

Agenda

- Einführung
- Rückblick: Einspeisemanagement im Netzentwicklungsplan Strom
- Das IFHT-Redispatchmodell
- Sensitivität 2 (Spitzenkappung) im NEP 2014
- Zusammenfassung und Ausblick

Einführung

Gesetzliche Rahmenbedingungen zum Einspeisemanagement*

*Analoges gilt für den konventionellen Redispatch
→ EnWG!

- Gesetzliche Ausbaupflichtung

§12 EEG: Erweiterung der Netzkapazität

Netzbetreiber müssen auf Verlangen der Einspeisewilligen unverzüglich ihre Netze entsprechend dem Stand der Technik optimieren, verstärken und ausbauen, um die Abnahme, Übertragung und Verteilung des Stroms aus erneuerbaren Energien oder Grubengas sicherzustellen.

- Ausnahmsweise Genehmigung in der Netzbetriebsführung

§14 EEG: Einspeisemanagement

(1) Netzbetreiber dürfen **unbeschadet ihrer Pflicht nach §12** ausnahmsweise an ihr Netz ... angeschlossene Anlagen ... regeln, soweit ... andernfalls im jeweiligen Netzbereich einschließlich des vorgelagerten Netzes ein **Netzengpass** entstünde...

➔ Bislang keine gesetzliche Grundlage zur Berücksichtigung bei Netzausbauforderungen

➔ Seitens ÜNB wird aktuell (gesetzeskonform) 100% EE-Integration angestrebt

Einführung

Technische Anforderungen an ein Einspeisemanagement

- Einhaltung der Leistungsbilanz im Netzgebiet
 - Abgeregelte EE-Leistung muss über konventionelle Kraftwerke ausgeglichen werden
- Sowohl Grundfall als auch (n-1)-Fall müssen überlastungsfrei sein
 - Detaillierte Netzabbildung (inkl. Ausfallabschätzung) erforderlich
- Keine Überschätzung des realen betrieblichen Regelpotentials in der Netzplanung (⚡ Perfect Foresight über 8760h ⚡)
- Geografische bzw. elektrische Nähe (entlastende Wirkung) auf den Engpass muss berücksichtigt werden (Knotenselektion)
- Auflösung eines Engpasses darf keine weiteren Engpässe hervorrufen oder andere bestehende Engpässe zusätzlich belasten
 - Gleichzeitige Betrachtung des gesamten Netzgebietes erforderlich

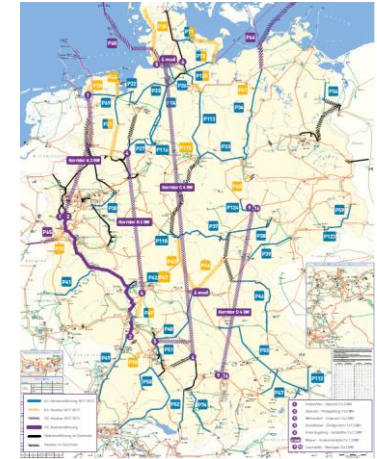
Agenda

- Einführung
- Rückblick: Einspeisemanagement im Netzentwicklungsplan Strom
- Das IFHT-Redispatchmodell
- Sensitivität 2 (Spitzenkappung) im NEP 2014
- Zusammenfassung und Ausblick

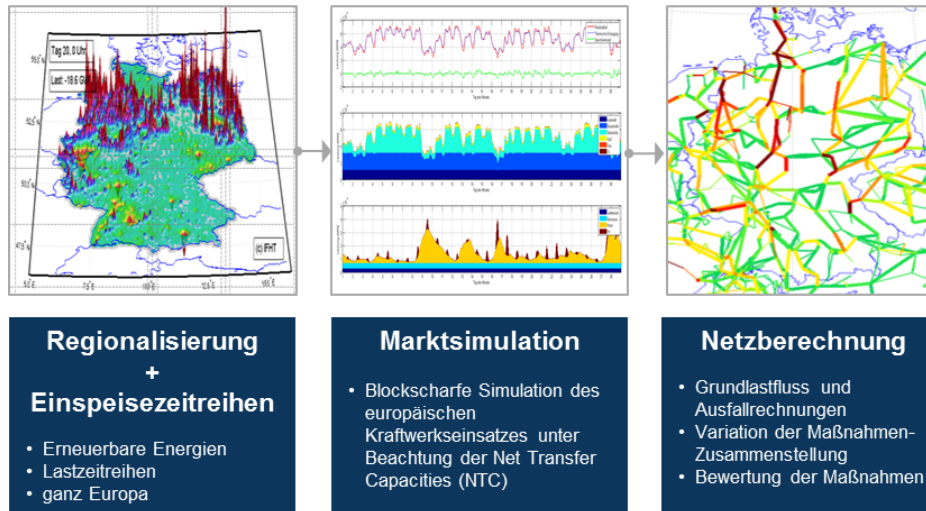
Rückblick: Einspeisemanagement im NEP Strom

NEP 2013: Sensitivität 2 (Spitzenkappung)

- Vorgehensweise der ÜNB:
 - Kappung bei Wind-Onshore, wenn Stundenwert im Bundesland größer als 80% der installierten Leistung des Bundeslandes
 - Exogene Berechnung der „gekappten“ Wind-Onshore Zeitreihe
 - Danach erneute Marktsimulation (Leistungsbilanz)



Quelle: ÜNB



■ Methodische Kritik:

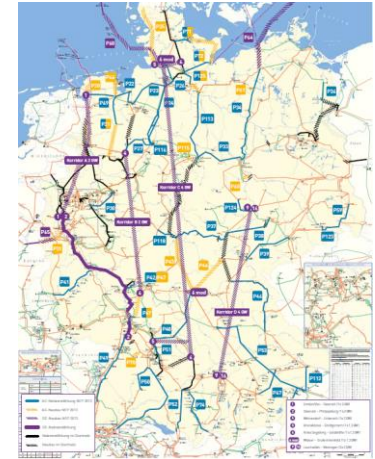
- Keine Berücksichtigung der aktuellen Netzsituation
- Keine Auswahl elektrisch sinnvoller Netzknoten für die Spitzenkappung

➤ Ziel:
Höhere Wirkung bei weniger Kappungsenergie durch ein selektives Einspeisemanagement

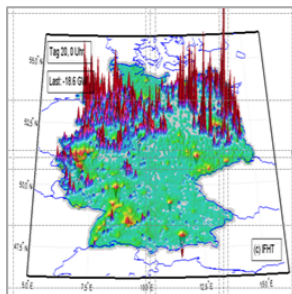
Rückblick: Einspeisemanagement im NEP Strom

NEP 2014: Sensitivität 2 (Spitzenkappung)

- Vorgehensweise der ÜNB mit IFHT:
 - Anwendung des IFHT-Redispatchmodells
 - Spezielle Parametrierung (kein negativer Redispatch bei Kraftwerken)
 - Abregelung nur bei Wind-Onshore und energetischer Ausgleich über konventionelle Kraftwerke

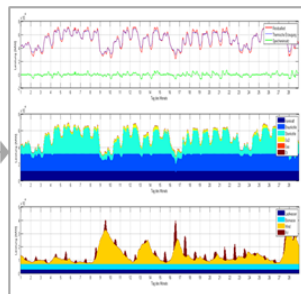


Quelle: ÜNB



**Regionalisierung
+
Einspeisezeitreihen**

- Erneuerbare Energien
- Lastzeitreihen
- ganz Europa



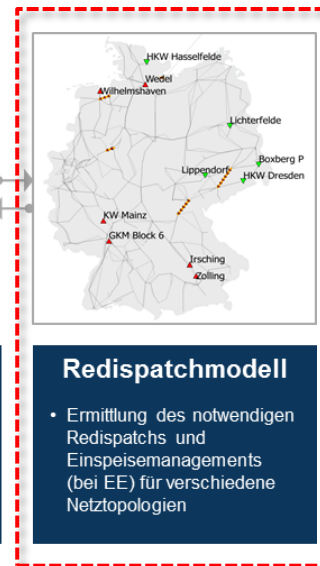
Marktsimulation

- Blockscharfe Simulation des europäischen Kraftwerkseinsatzes unter Beachtung der Net Transfer Capacities (NTC)



Netzberechnung

- Grundlastfluss und Ausfallrechnungen
- Variation der Maßnahmen-Zusammenstellung
- Bewertung der Maßnahmen



Redispatchmodell

- Ermittlung des notwendigen Redispatches und Einspeisemanagements (bei EE) für verschiedene Netztopologien

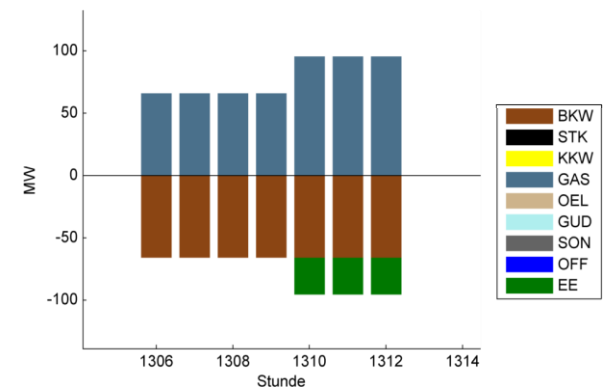
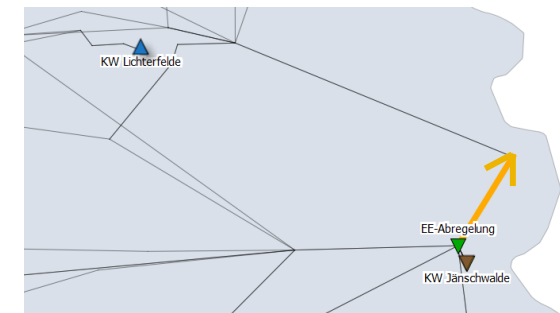
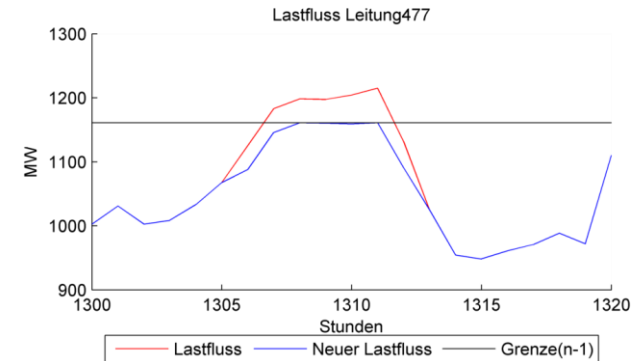
Agenda

- Einführung
- Rückblick: Einspeisemanagement im Netzentwicklungsplan Strom
- Das IFHT-Redispatchmodell
- Sensitivität 2 (Spitzenkappung) im NEP 2014
- Zusammenfassung und Ausblick

Das IFHT-Redispatchmodell

Allgemeine Features

- Ermittlung von Redispatch und Einspeisemanagement zur Aufhebung bestehender Engpässe
 - Basierend auf den Kraftwerks- und EE-Einspeisezeitreihen aus der Marktsimulation
- Gemischt-ganzzahliges lineares Optimierungsmodell
 - Unit Commitment Modell
- Netzabbildung für (n-1)-sichere Netzauslastung:
 - AC-Lastfluss zur Ermittlung der Netzauslastung vor Redispatch
 - Knotenscharfe PTDF-Matrix im Redispatchmodell
- Rollierendes Verfahren mit je 12 h Optimierungshorizont
- Freie Parametrierbarkeit der Einsatzreihenfolge für Kraftwerke und Erneuerbare Energien im Redispatch
- Cross-Border Redispatch als Ultima-Ratio



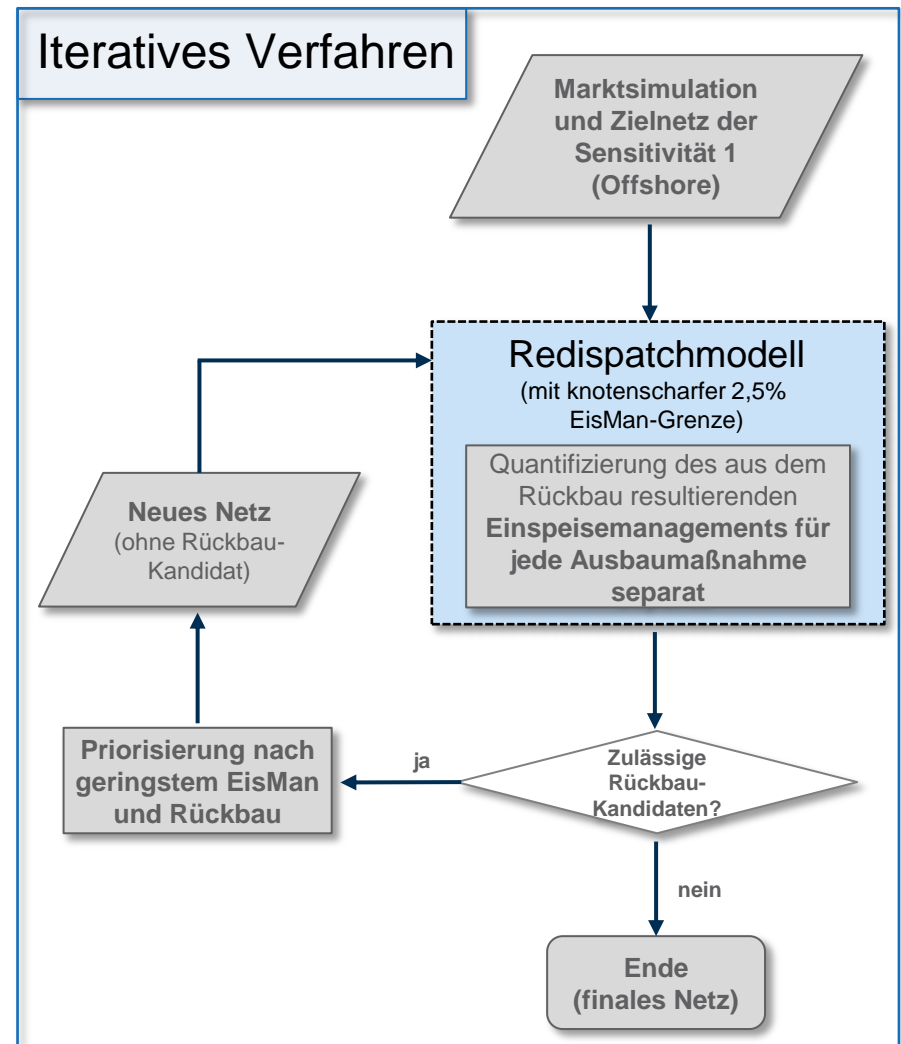
Agenda

- Einführung
- Rückblick: Einspeisemanagement im Netzentwicklungsplan Strom
- Das IFHT-Redispatchmodell
- Sensitivität 2 (Spitzenkappung) im NEP 2014
- Zusammenfassung und Ausblick

Sensitivität 2 (Spitzenkappung) im NEP 2014

Annahmen und Vorgehen

- Start mit Zielnetz und Marktergebnis der Sensitivität 1 (Offshore: 9,9 GW; -1,6 GW)
- Spitzenkappung nur bei Onshore-Wind mit Inbetriebnahme nach dem 01.01.2015
- Serieller Durchlauf im 12h Raster
- Max. 2,5% der Jahresenergie je Knoten
 - In Summe stehen in DE ca. 625 GWh zur Spitzenkappung zur Verfügung
 - Nach Erreichen der 2,5% Grenze an einem Knoten wird dieser in den folgenden Stunden nicht weiter beachtet
- (n-1)-Abbildung über 70% Kriterium
- Dann Rückbau solange wie möglich im Rahmen der knotenscharfen 2,5% Grenzen



Sensitivität 2 (Spitzenkappung) im NEP 2014

Ergebnisse im Überblick

- Insgesamt werden 287 GWh der zur Spitzenkappung zur Verfügung stehenden 625 GWh genutzt (→ 46%)
 - Viele Standorte (v.a. BY/BW) können keinen sinnvollen Beitrag zur Netzentlastung leisten
 - Zu vielen Zeitpunkten keine Kappung, da kein Engpass
 - Kapazitäten in Norddeutschland bleiben teilweise ungenutzt, weil Rückbau von Maßnahmen (HGÜ) mit 2,5% EisMan nicht möglich ist
- Gegenregeln erfolgt maßgeblich durch Erdgas (64%) und Steinkohle (35%)
 - Vor allem in Süddeutschland → Erzeugung von „Gegendruck“ im Süden
 - Freie Kapazitäten vor allem im Süden

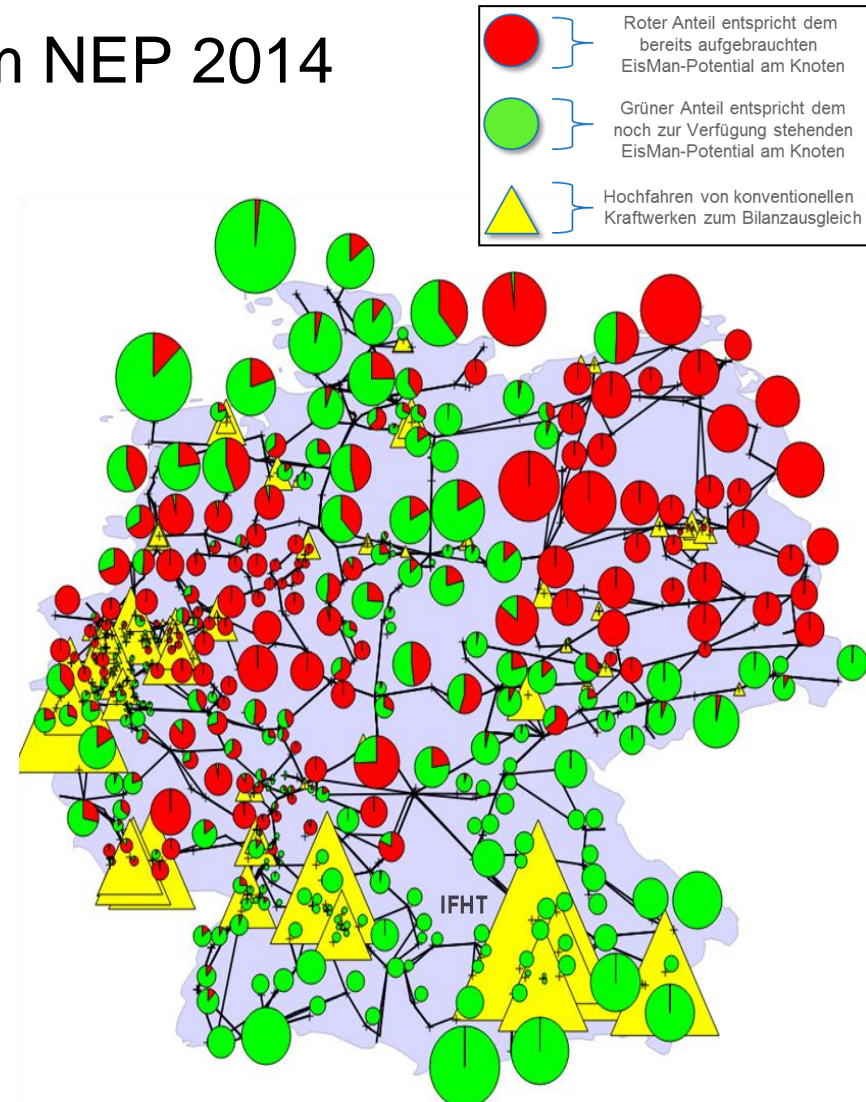


Bild: Genutztes und freibleibendes knotenscharfes EisMan-Potential nach 8760h und Rückbau von 15 Maßnahmen

Sensitivität 2 (Spitzenkappung) im NEP 2014

Ergebnisse im Überblick

- Alle Bundesbedarfsplan-Maßnahmen verbleiben im Ergebnisnetz (inkl. HGÜ Korridore)
- Bei den weiteren Maßnahmen (insgesamt 33) konnten bei nur 287 GWh Spitzenkappung 15 Maßnahmen durch das gezielte Einspeisemanagement eingespart werden
- Das pauschale Einspeisemanagement im NEP 13 hat bei 1,1 TWh Kappungsenergie zu Wegfall von nur 9 Maßnahmen geführt

Maßnahmennummer des NEP 2014	Maßnahme	unter der Randbedingung der Sensitivität 2 wurde die Maßnahme
M227	Krümmel	noch nicht identifiziert
M79	Elbkreuzung	noch nicht identifiziert
M406	Friedrichshain – Marzahn	noch nicht identifiziert
M407	Reuter – Teufelsbruch	noch nicht identifiziert
M25b	PSW Talsperre Schmalwasser – Mecklar	noch nicht identifiziert
M253	Borken – Gießen	noch nicht identifiziert
M206	Sottrum – Landesbergen	noch nicht identifiziert
M24b	Wolmirstedt – Wahle	noch nicht identifiziert
M254	Dollern – Punkt Sottrum	noch nicht identifiziert
M353	Borken – Twistetal	noch nicht identifiziert
M252	Lippe – Mengede	noch nicht identifiziert
M52	Landesbergen – Ohlensehlen - Wehrendorf	noch nicht identifiziert
M365	Raum Grafenrheinfeld – Kupferzell	noch nicht identifiziert
M352	Lauchstädt – Wolkramshausen – Vieselbach	noch nicht identifiziert
M351	Raum Göhl – Raum Lübeck	noch nicht identifiziert

Agenda

- Einführung
- Rückblick: Einspeisemanagement im Netzentwicklungsplan Strom
- Das IFHT-Redispatchmodell
- Sensitivität 2 (Spitzenkappung) im NEP 2014
- Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung:

- Redispatch und gezieltes Einspeisemanagement können helfen, den Netzausbaubedarf erheblich zu reduzieren oder zumindest zeitlich zu verlagern
- Die konkrete Ausgestaltung ist offen mit allen beteiligten Stakeholdern zu diskutieren
- Mit dem vorgestellten Redispatchmodell des IFHT können verschiedenste Regelsätze und Umsetzungsvarianten berechnet und bzgl. ihrer Wirkung untersucht werden

Ausblick:

- Erfahrungen zeigen, dass exakte $(n-1)$ -Abbildung erforderlich ist
- Umsetzung über LODF (Line Outage Distribution Factors) bereits erfolgt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Wirt.-Ing. Stephan Rath

Teamleiter „Stationäre Netzanalyse und Systembewertung“

Institut für Hochspannungstechnik, RWTH Aachen

Tel: 0241/80-94909

raths@ifht.rwth-aachen.de

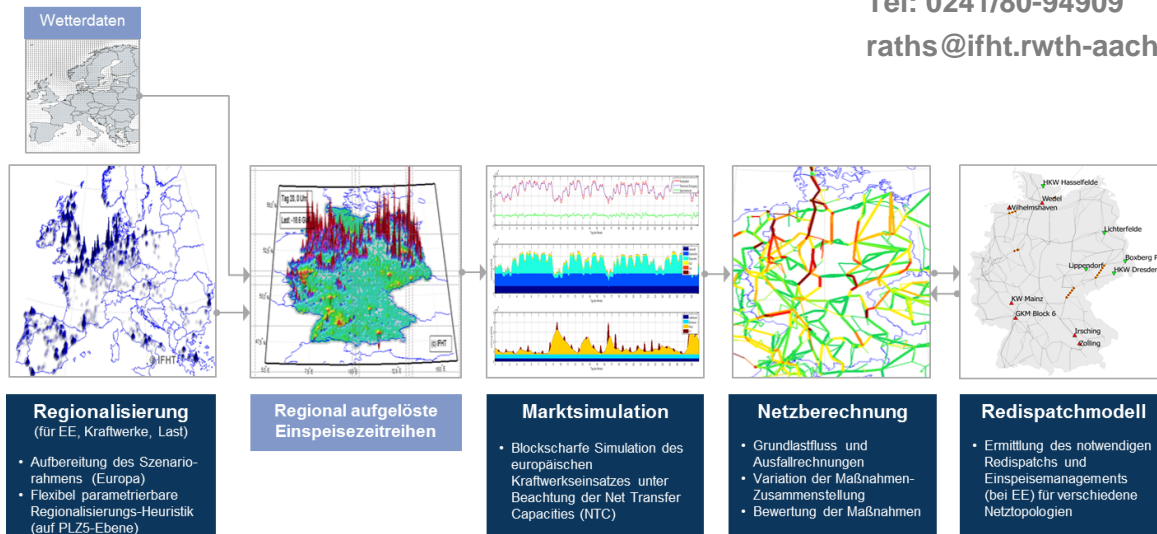


Bild: IFHT-Toolchain für die Netzentwicklungsplanung