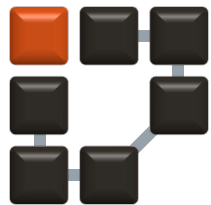


Gekoppeltes Energiesystemmodell für den Energieumstieg in Bayern

13. Symposium Energieinnovation
14.2.2014

Marco Pruckner, Gaby Seifert, Matthias Luther, Reinhard German



Informatik 7
Rechnernetze und
Kommunikationssysteme



FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG
TECHNISCHE FAKULTÄT



Lehrstuhl für
Elektrische Energiesysteme

Inhalt

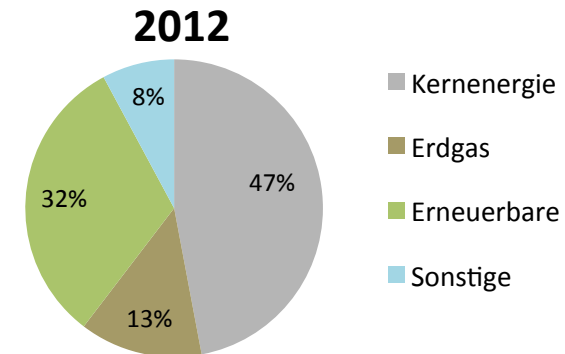


- Ausgangssituation
- Simulationsmodelle
- Ergebnisse
- Fazit

Ausgangslage

■ Ausstieg aus der Kernenergie

- Kernenergie hat einen Anteil von knapp 50 % an der bayerischen Stromerzeugung
- Bis 2023 sind ca. 5,3 GW an Kraftwerkskapazität zu ersetzen



Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung:
Bruttostromerzeugung in Bayern

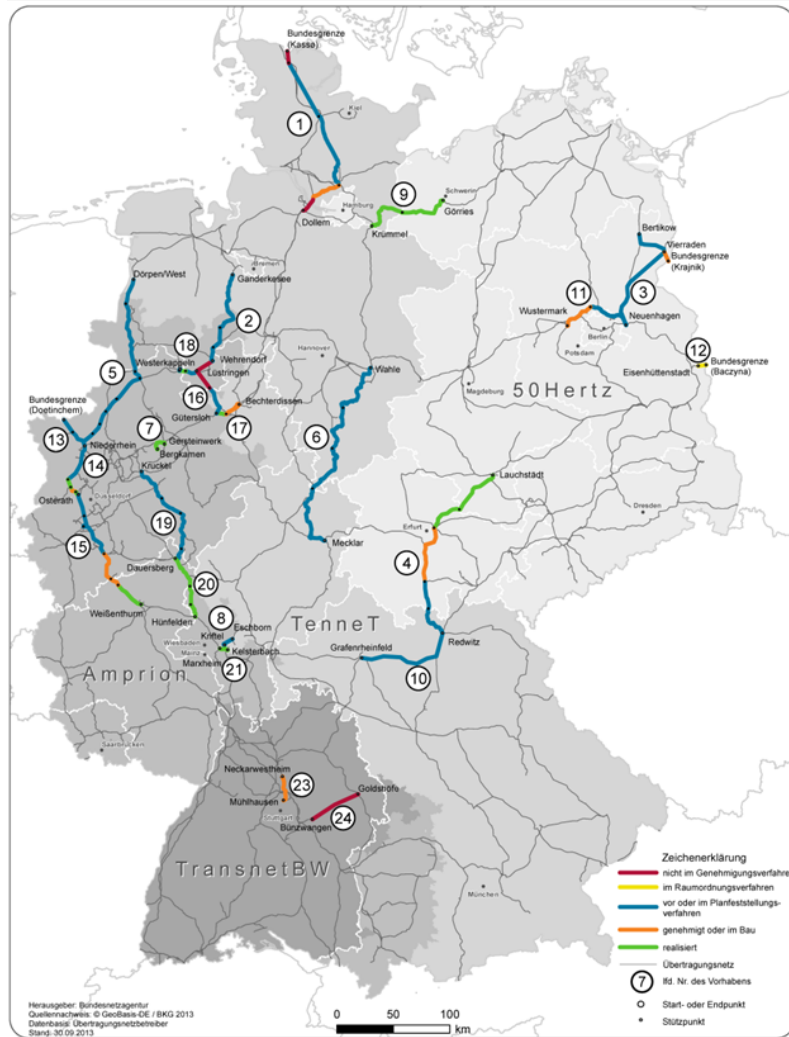
■ Bayerisches Energiekonzept „Energie Innovativ“ wurde im Mai 2011 verabschiedet

- Erneuerbare Energien deutlich schneller ausbauen
- Energienetze ausbauen
- Stromspeicher schaffen
- Bau neuer Gas-Kraftwerke
- Energieeffizienzmaßnahmen

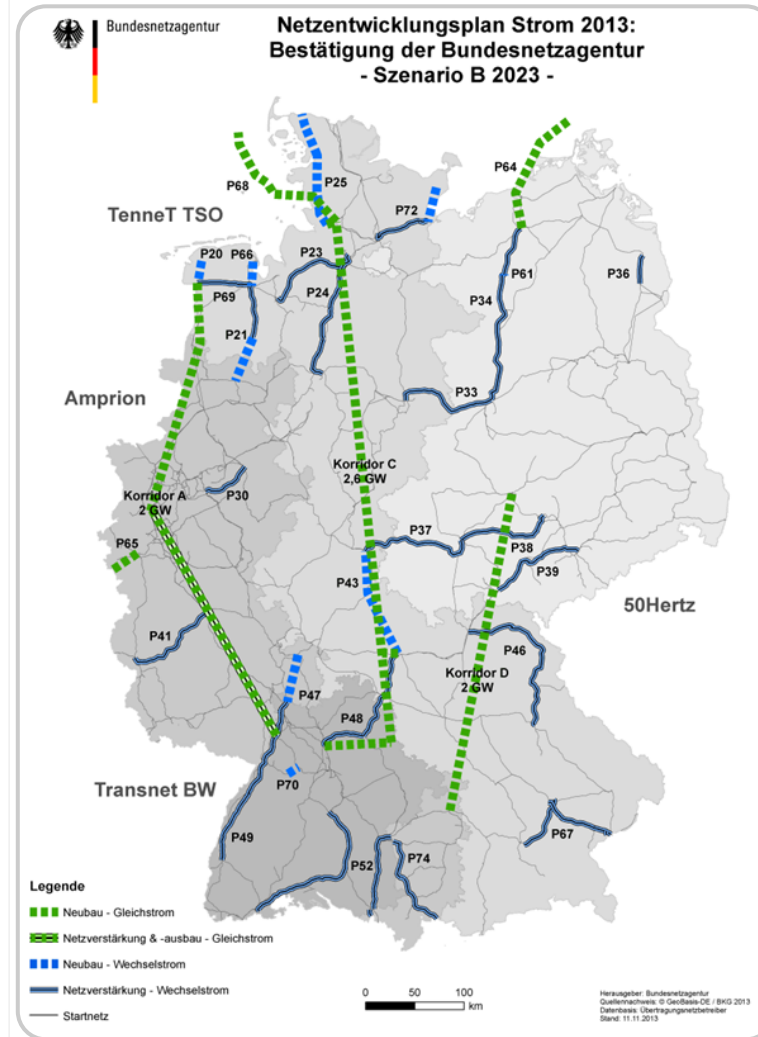
Geplanter Netzausbau in Deutschland



- EnLAG -



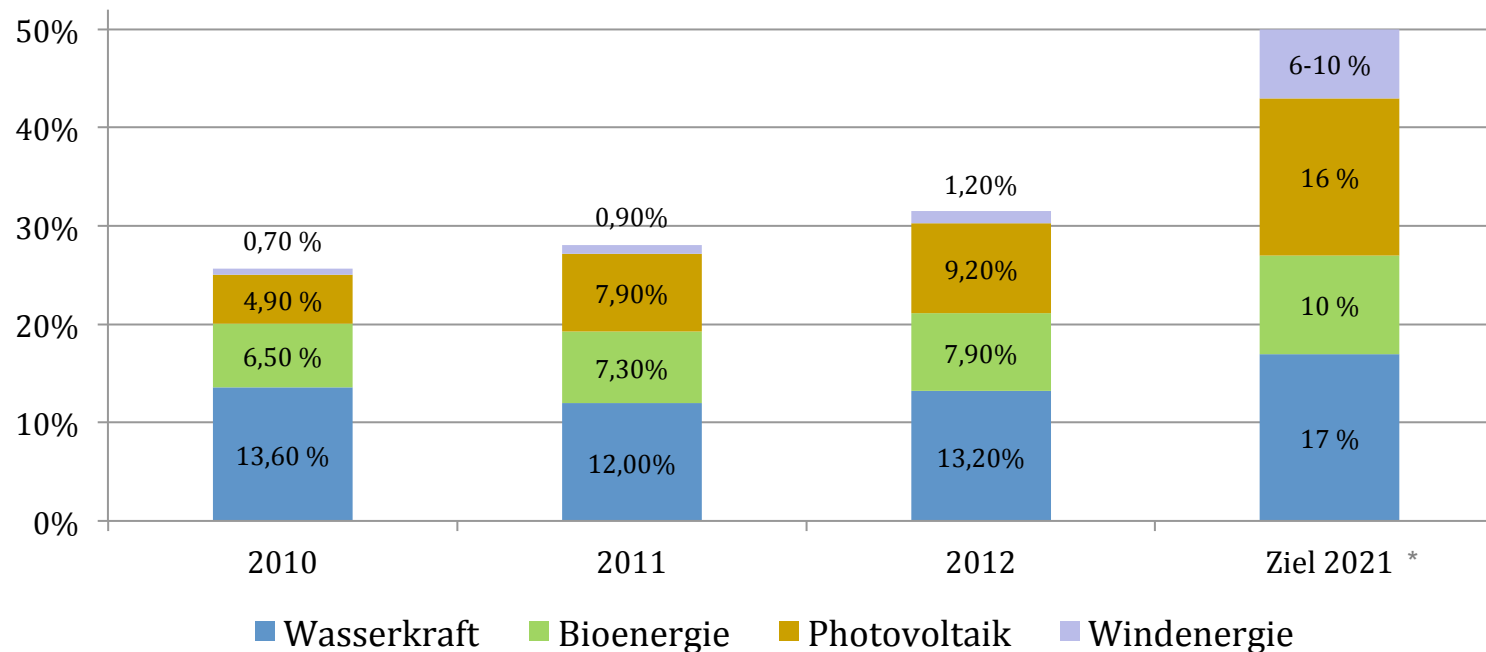
- NEP Strom -



Erneuerbare Energien deutlich schneller ausbauen



Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Bayern



* Anteil an der Bruttostromnachfrage

Projekt „Energiesystemanalyse Bayern“



Projektteam:



Partner – Politik:



Partner – Wirtschaft:



Presse:

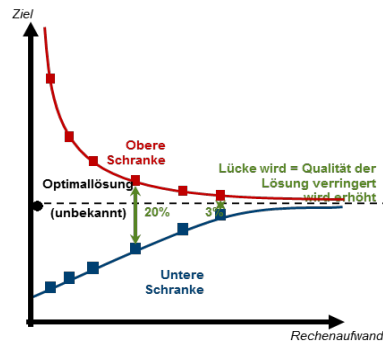
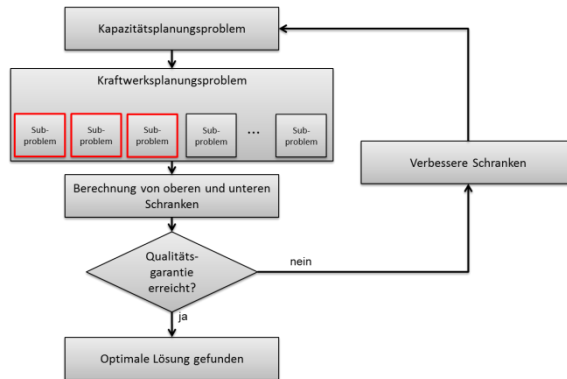


www.bayern-innovativ.de/cluster-energietechnik/systemanalyse_bayern

Projekt „Energiesystemanalyse Bayern“

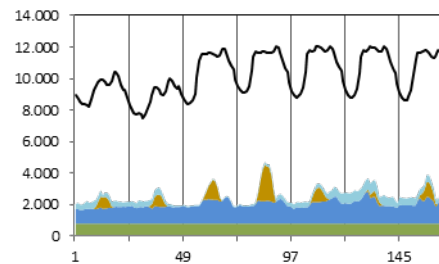
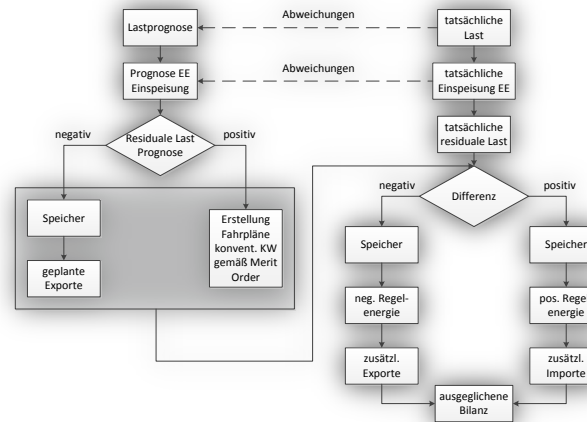


Optimierung



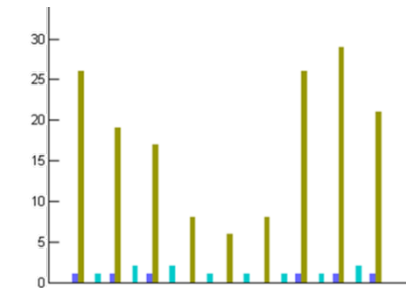
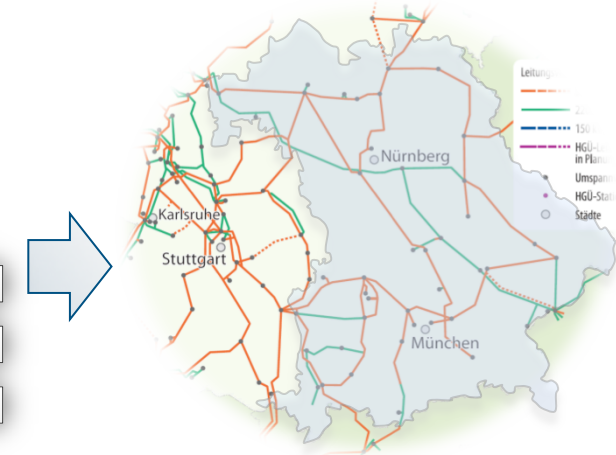
Lehrstuhl für
Wirtschaftsmathematik

Simulation



Lehrstuhl Informatik 7
(Rechnernetze
und Kommunikationssysteme)

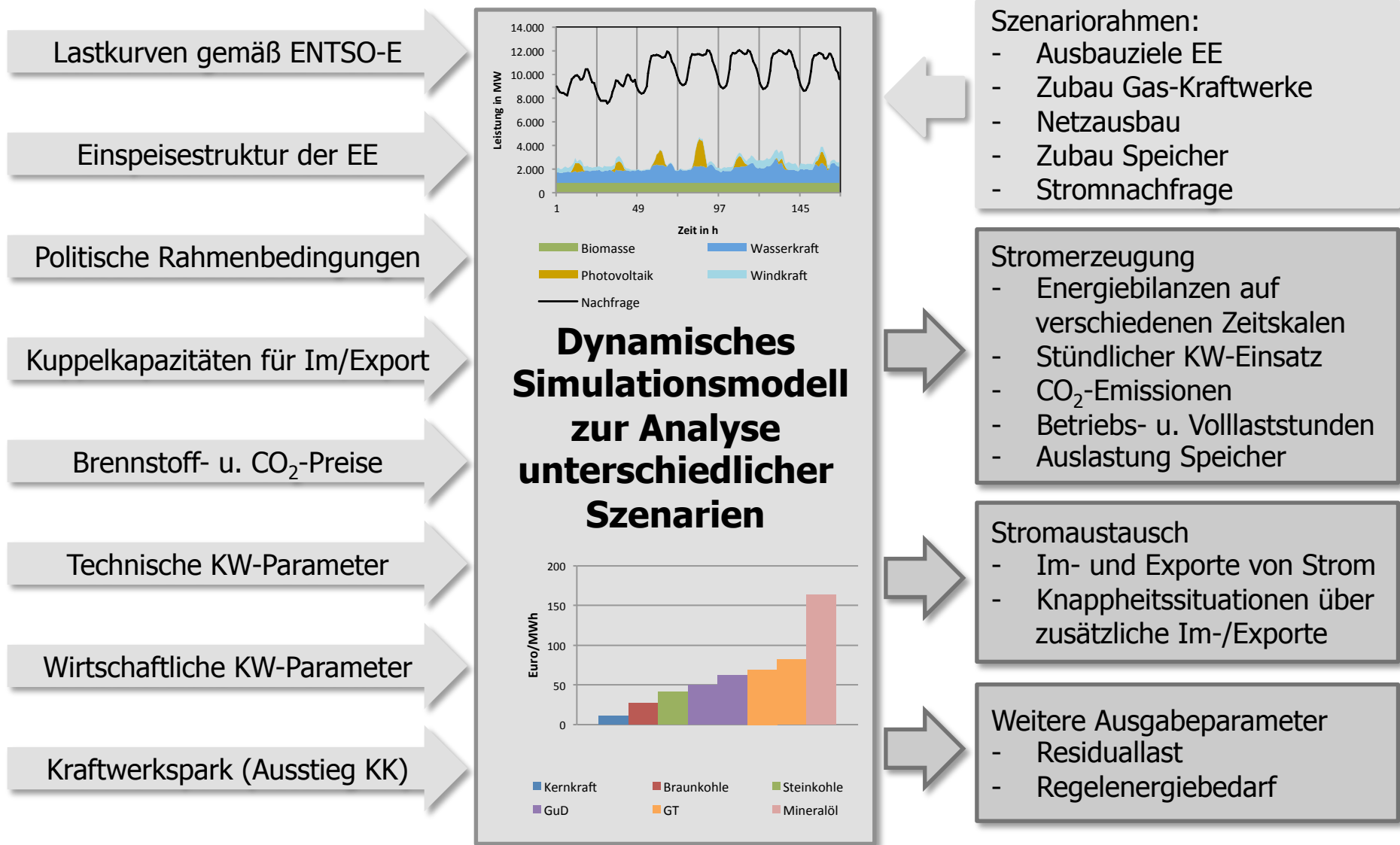
Netz



Lehrstuhl für Elektrische
Energiesysteme

Koordination: Dr. Hassmann, Cluster Energietechnik, Bayern Innovativ

Simulationsmodell



Kopplung der Modelle

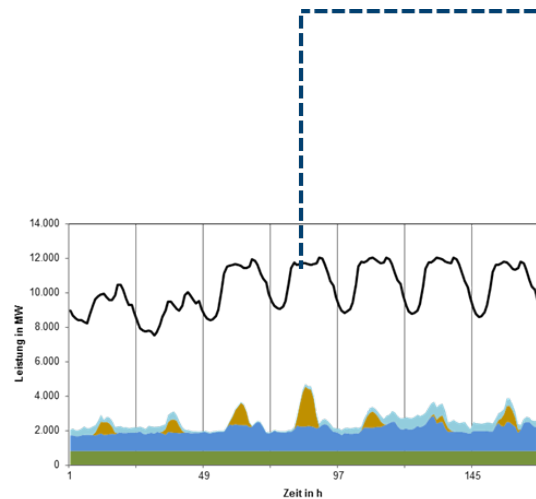
Simulation



Schnittstelle

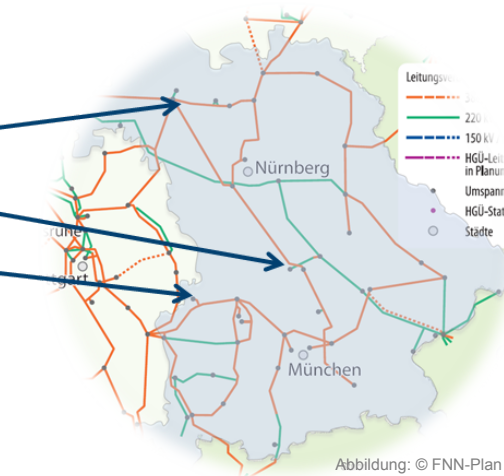


Netz



Quelle: Lehrstuhl Informatik 7, FAU

| Di 11.02.2014 | 10:00 |
|------------------|--------|
| Last | 11.518 |
| Konv.KW1 | 1.150 |
| Konv.KW2 | 0 |
| Konv.KW3 | 1.120 |
| PV | 3.280 |
| Wasserkraft | 1.367 |
| ... | ... |



Quelle: Lehrstuhl für Elektrische Energiesysteme, FAU

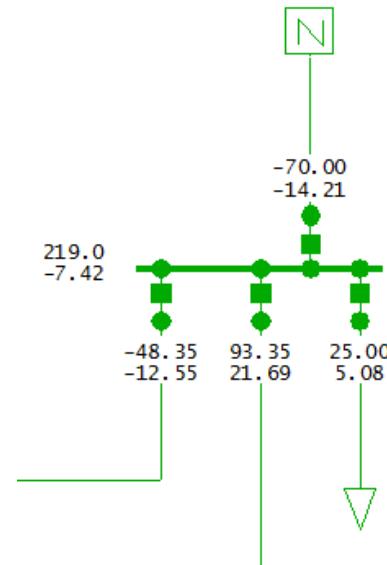
- 1) Stündliche Einsatzplanung von Kraftwerken zur Deckung der Nachfrage
- 2) Übergabe der Last, Einspeisung aus erneuerbaren Energiequellen und konventionellen Kraftwerken je Stunde an das Netzmodell
- 3) Regionale Zuordnung auf einzelne Netzknoten
- 4) Berechnung der Leistungsflüsse im elektrischen Netz

Elektrisches Netzmodell

Berechnungsverfahren:

AC-Lastfluss mit Iteration

nach Newton-Raphson



Prüfung folgender Kriterien:

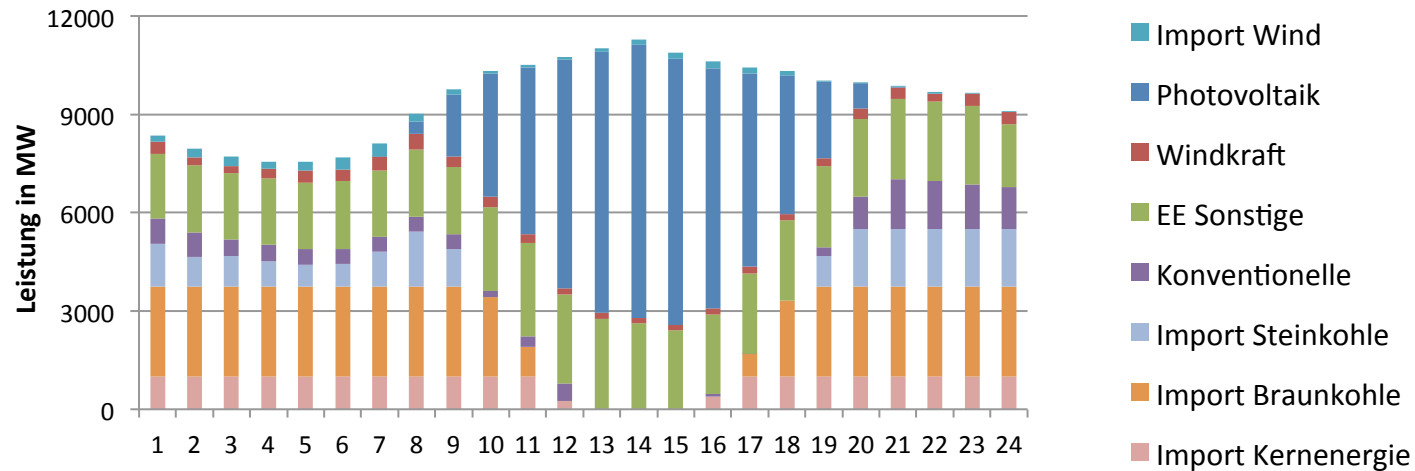
- Einhaltung der (n-1)-Sicherheit
- Einhaltung der zulässigen Grenzwerte der Betriebsmittel
- Einhaltung der zulässigen Spannungsbänder im ungestörten Betrieb
- Einhaltung der max. zulässigen Spannungsdifferenz

- Annahmen für das Jahr 2023
 - Ausbau der Erneuerbaren Energieträger gemäß bayerischem Energiekonzept (50 % EE an der Stromnachfrage)
 - Zubau von 2 GuD-Anlagen mit jeweils 800 MW; Zubau von dezentralen Gas-KW mit insgesamt 400 MW
 - Zubau des Pumpspeicherkraftwerks Riedl mit 300 MW Leistung und 5,6 GWh Kapazität
 - Fertigstellung der Thüringer Strombrücke
 - Konstanter Stromverbrauch von 85 TWh jährlich

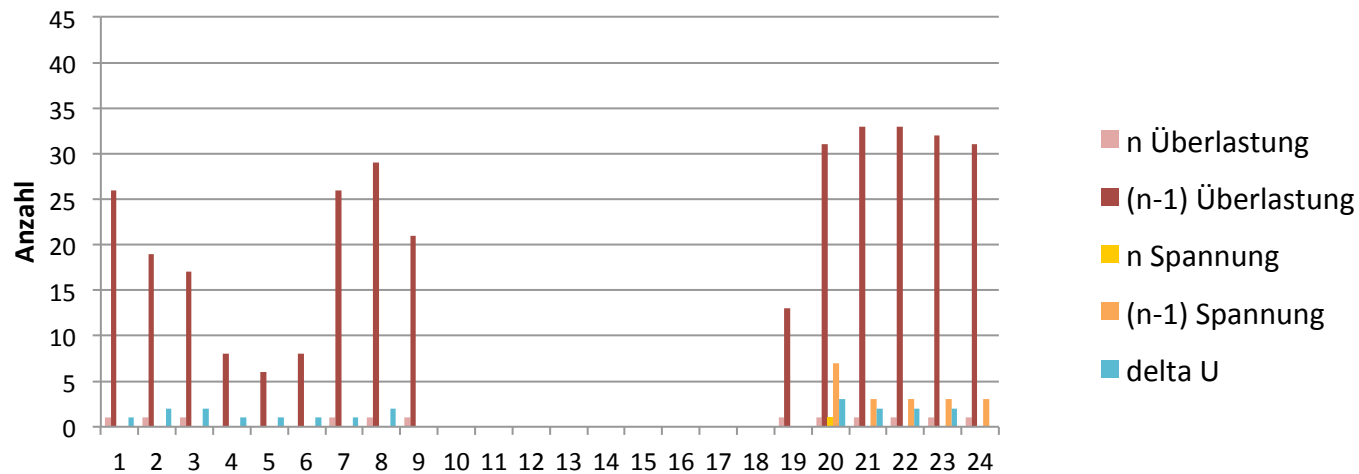
Exemplarische Untersuchungsergebnisse für einen Sommertag im Jahr 2023



Stromerzeugung



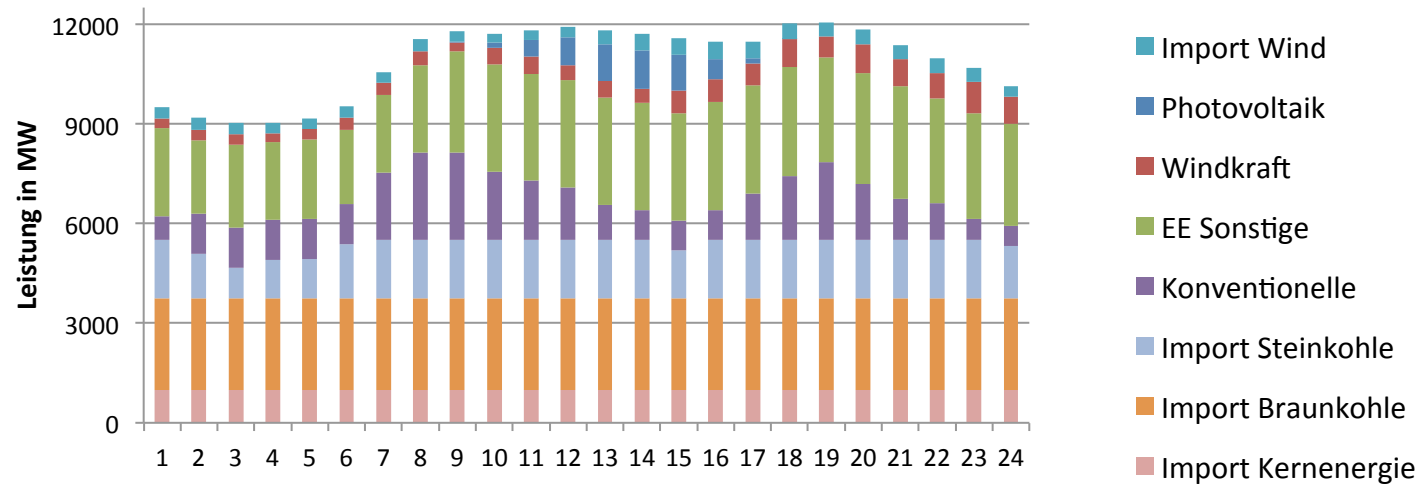
Grenzwertverletzungen im Netz



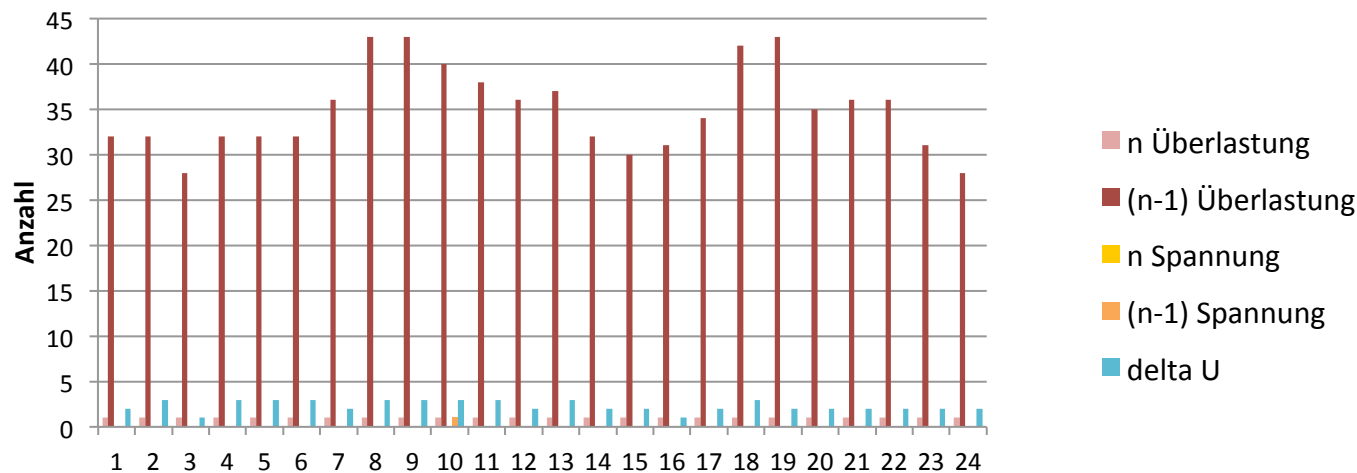
Exemplarische Untersuchungsergebnisse für einen Wintertag im Jahr 2023



Stromerzeugung



Grenzwertverletzungen im Netz



Fazit

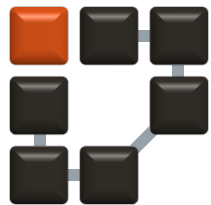


- Gekoppeltes Optimierungs-, Simulations- und elektrisches Netzmodell zur Bewertung und Untersuchung der Entwicklung der Energieversorgung in Bayern
- Im Simulationsmodell generierte zeitlich hochaufgelöste Einspeisezeitreihen können mit Hilfe des Netzmodells regional aufgelöst und analysiert werden
- Erste Berechnungen liefern plausible Ergebnisse und identifizieren bei verzögertem Netzausbau kritische Netzzustände für Zeiten mit hohen Leistungsimporten nach Bayern
- Die entwickelte Systematik kann auch auf andere Regionen bzw. Netzgebiete übertragen werden

Kontakt:

Marco Pruckner
Lehrstuhl für Rechnernetze
und Kommunikationssysteme
Martensstr. 3
91058 Erlangen
marco.pruckner@fau.de

Gaby Seifert
Lehrstuhl für Elektrische
Energiesysteme
Konrad-Zuse-Str. 3-5
91052 Erlangen
gaby.seifert@fau.de



Informatik 7
Rechnernetze und
Kommunikationssysteme



FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG
TECHNISCHE FAKULTÄT



Lehrstuhl für
Elektrische Energiesysteme