

# Verwendung adaptiver Zeitraster in Verfahren zur Bewertung von Versorgungssicherheit

## Inhalt

- Einleitung
- Methodik und verwendetes Softwareframework
- Exemplarische Untersuchungen
- Zusammenfassung und Ausblick

## Hintergrund und Motivation

- Ständige Verfügbarkeit von Elektrizität selbstverständlich
  - Öffentliches Interesse in sicherheitsrelevanten und ökonomisch bedeutsamen Prozessen gegeben
  - Erwähnung als Ziel in deutschem Energiewirtschaftsgesetz unterstreicht politische Relevanz in Deutschland
- Hohe gesellschaftliche Bedeutung motiviert Ziel, dass Nachfrage zu jedem Zeitpunkt gedeckt werden kann
- Erwartete Entwicklungen in kommenden Jahren
  - Integration von weiterer Erzeugung aus Anlagen auf Basis von Erneuerbaren Energien (EE)
  - Stilllegung thermischer Kraftwerke
  - Steigende Bedeutung von Speichern
  - Stärkere internationale Verflechtung und Zusammenarbeit
- Neue Anforderungen an Bewertung der Versorgungssicherheit (VS)
- Bewertung erfordert Abdeckung großer Anzahl an Situationen und hohe Zahl an Szenarien
- Zeitkoppelnde Nebenbedingungen durch steigende Relevanz von Speichern
- Weiterer systemischer Betrachtungsbereich durch höhere internationale Verflechtung
- Anzahl der zu simulierenden Szenarien sowie Modelldetailgrad stehen bei beschränkter Rechenleistung in direkter Konkurrenz



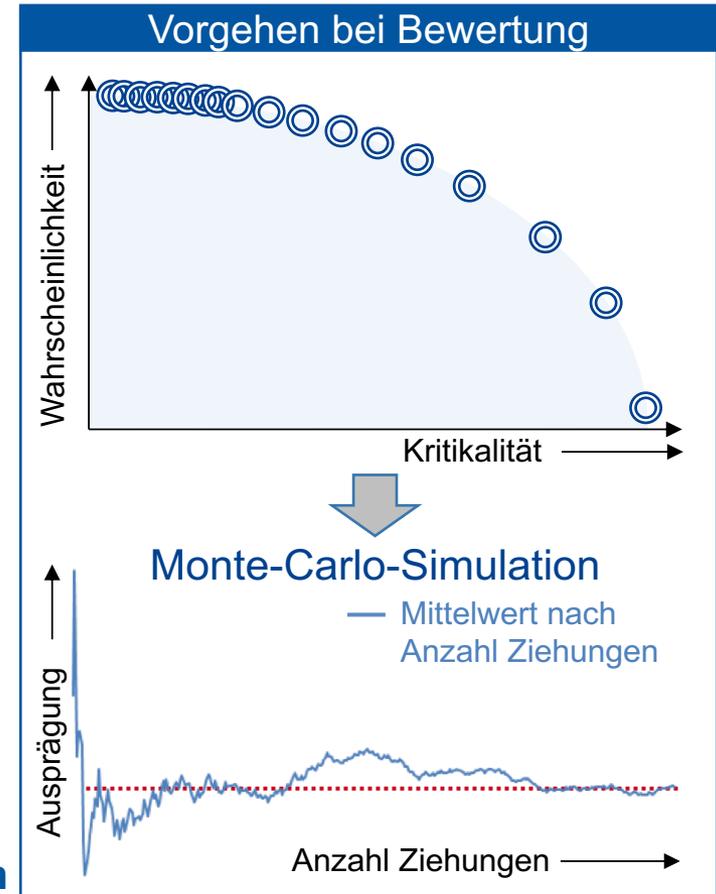
## Rahmen zur Bewertung von Versorgungssicherheit

- Winterpaket der europäischen Kommission mit Leitfaden für Ansätze zur Bewertung der VS
- Probabilistische Bewertung unter Verwendung entsprechender Indizes
  - „Loss of load expectation“ (LOLE) [h/a]
  - „Expected energy not-served“ (EENS) [MWh/a]

### → Bestimmung durch Monte-Carlo-Simulation

- Für Bewertung der VS vor allem Situationen mit hoher Residuallast und gleichzeitig hoher Nichtverfügbarkeit von Kraftwerksleistung bedeutsam
- *Idee*: Unkritische Situationen können vereinfacht und zusammengefasst betrachtet werden
- *Aber*: Intertemporale Abhängigkeiten (Speicher) schließen isolierte Betrachtung von Einzelsituationen aus

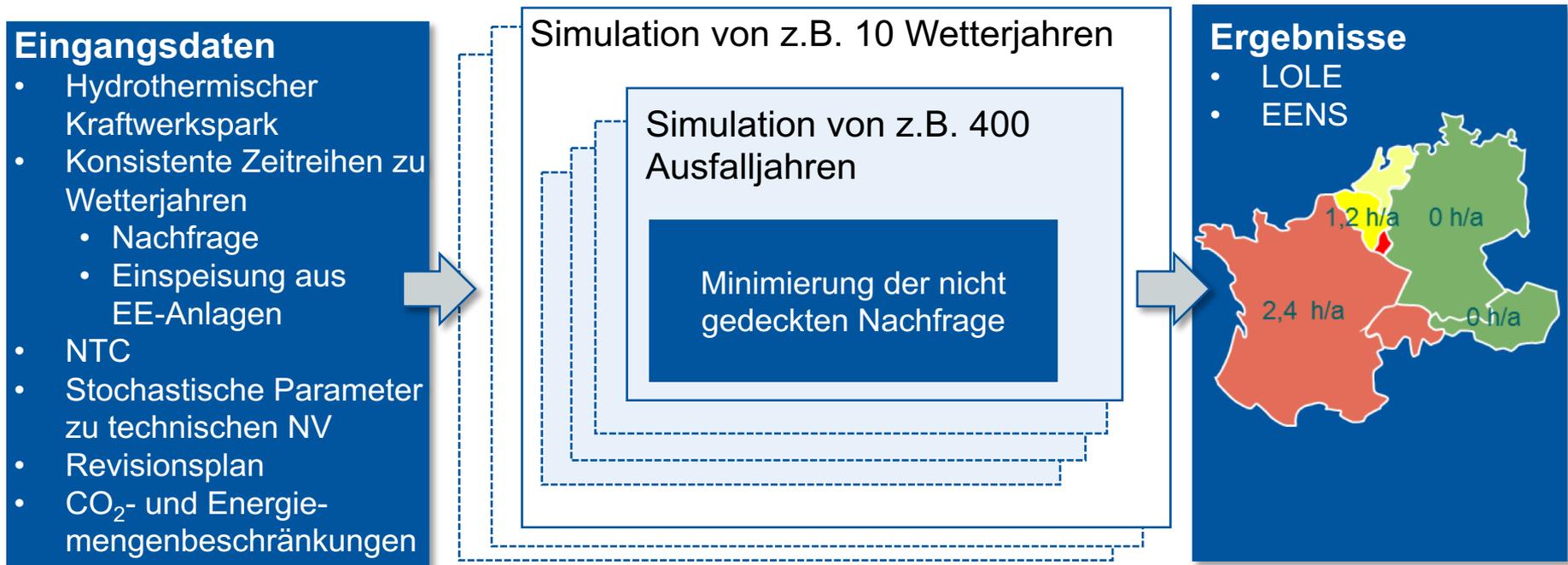
### → Erweiterung eines Softwareframeworks um adaptives Zeitraster zur Analyse der Auswirkungen



# Methodik und verwendetes Softwareframework

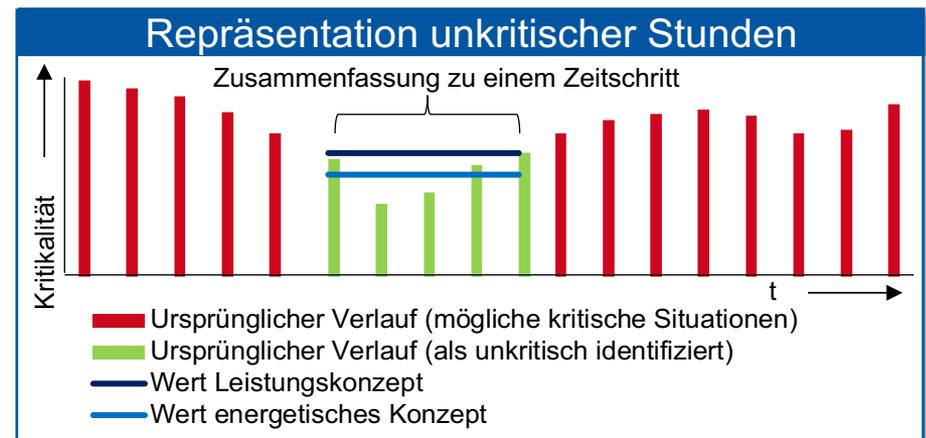
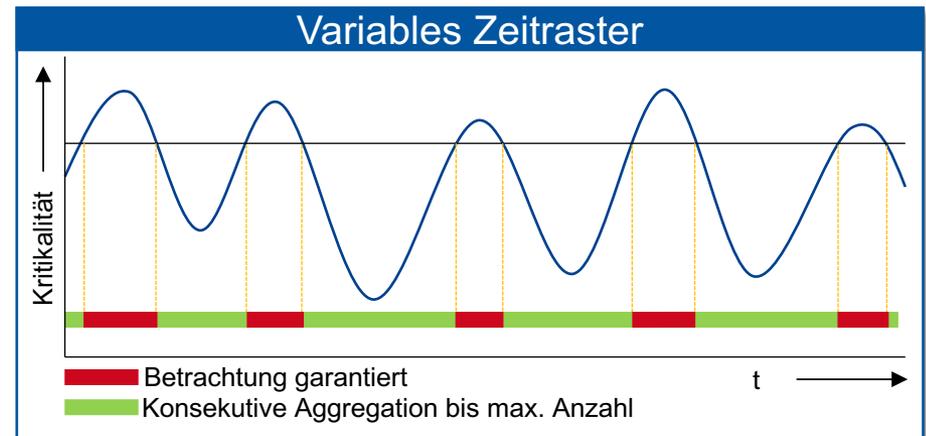
## Simulation zur Bewertung der Versorgungssicherheit

- Monte-Carlo-Simulation zur probabilistischen Bewertung von Versorgungssicherheit zur Zeit im Rahmen eines Dissertationsvorhabens in Entwicklung
    - Erstellung virtueller Jahre durch Kombination von Wetterjahren (Wind, Globalstrahlung, Zuflüsse, etc.)
    - Simulation von Ausfällen thermischer und hydraulischer Kraftwerke mittels Markov-Ketten
- **Zeitkoppelnde Minimierung der Nachfrageunterdeckung für 8760 konsekutive Stunden**



## Reduktion der zeitlichen Auflösung

- Vorzugebende Anzahl Zeitpunkte (ZP) wird garantiert untersucht
- Umliegende ZP werden zusammengefasst
- Aggregierte ZP dienen Aufrechterhaltung zeitkoppelter Nebenbedingungen
- Auswahl anhand Residuallasten und verfügbarer Erzeugungsleistung aus Kraftwerken
  - Summe über alle Marktgebiete
  - Fokusmarktgebiet
  - Je Marktgebiet
- Leistungsbilanz je Stunde
- Zwei Ansätze modelliert
  - Leistungskonzept (Worst-Case Abschätzung)
  - Energetisches Konzept (mittlere Abschätzung)
- Plausibilitätsprüfung
- Rechenzeitgewinn durch reduzierte Anzahl an Simulationsvariablen

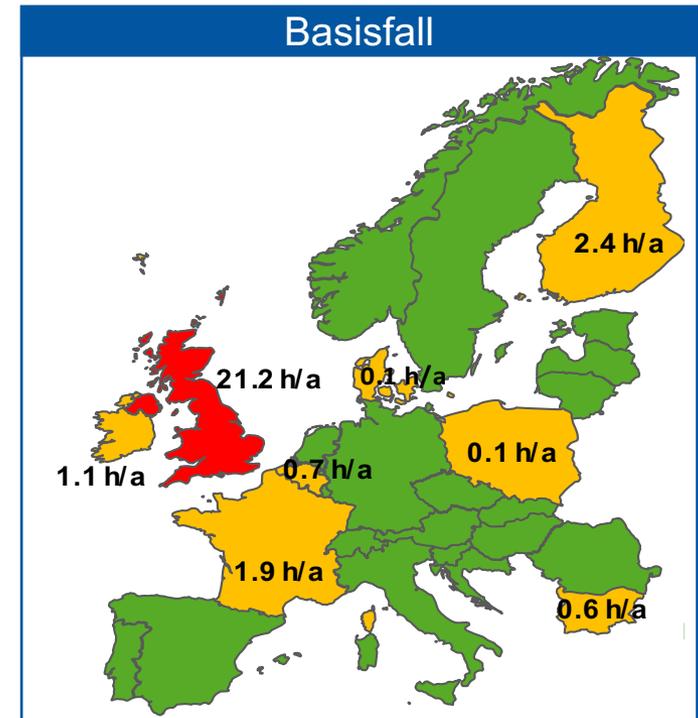


## Untersuchungsszenario

- Parametrierung eines Basisszenarios in Anlehnung an MAF 2016 für 2020
  - Nachfrage
  - Gebiete und Übertragungskapazitäten
  - Kraftwerksleistung
- Ausfallraten basierend auf VGB- und Transparenzdaten
- 10 Wetterjahre u.a. basierend auf EMHIRES-Datensatz

## Basisfall

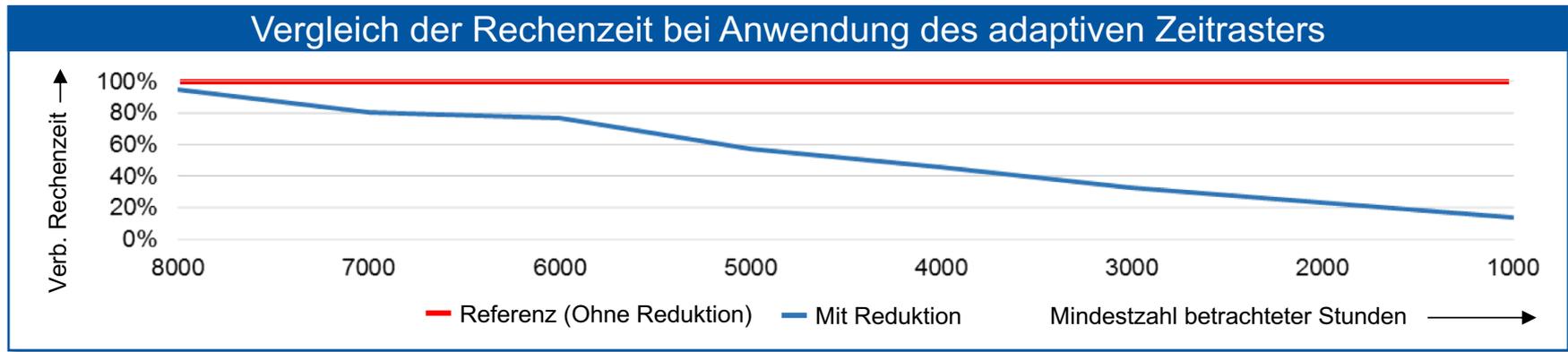
- Differenzen durch unterschiedliche Eingangsdaten zu erklären (insb. EE-Zeitreihen und Ausfallraten)
  - Hoher Wert in Großbritannien auf Annahmen des MAF zurückzuführen
    - Kein Kapazitätsmarkt unterstellt
    - Installierte Leistung in Realität höher erwartet
- Zu MAF vergleichbare Größenordnung
- VS im Szenario für das Jahr 2020 in den meisten Ländern weiterhin auf hohem Niveau



# Exemplarische Untersuchungen

## Einfluss des adaptiven Zeitrasters auf Rechenzeit

- Ziel der Arbeit: Komplexitätsreduktion aufgrund beschränkter Ressourcen hinsichtlich Rechenleistung und -kapazität
- Analyse für verschiedene Werte der Mindestanzahl betrachteter Stunden



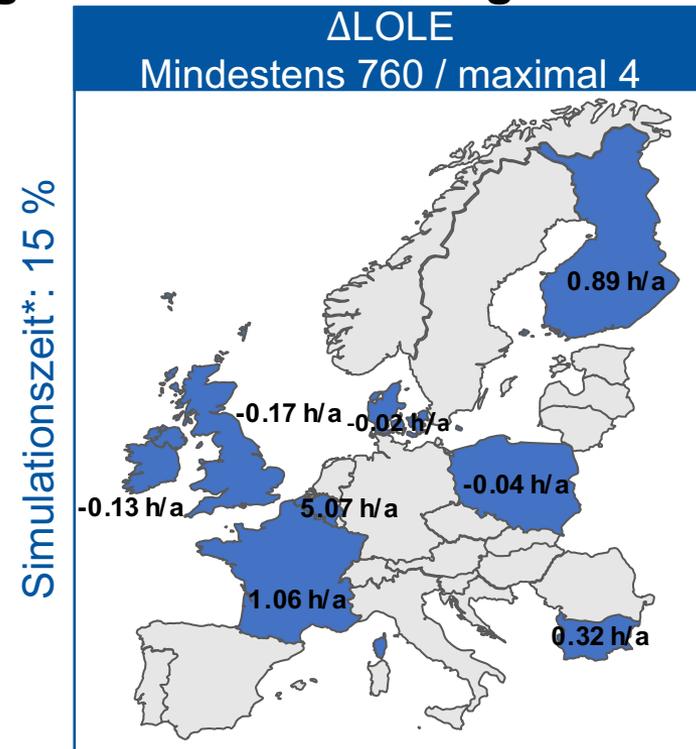
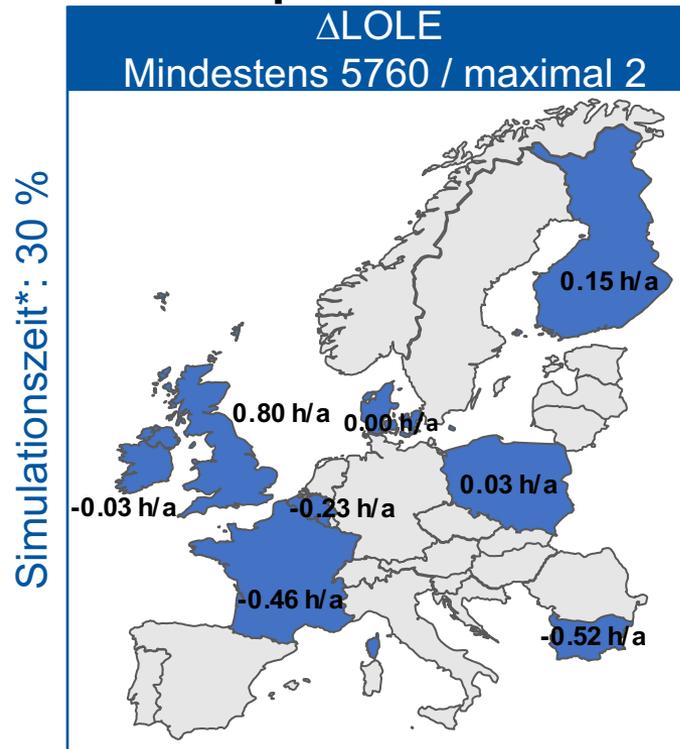
- Tatsächliche Anzahl betrachteter Stunden abhängig von Wetterjahr bzw. Residuallastverlauf
- Bei Verwendung des adaptiven Zeitrasters sind signifikante Rechenzeitvorteile erreichbar
- Verwendung zur
  - Beschleunigung
  - Berücksichtigung zusätzlicher Restriktionen (CO<sub>2</sub>-Cap, Flow-Based,...)

→ Analyse der Auswirkungen auf Kennzahlen, insb. LOLE

# Exemplarische Untersuchungen

Land ohne Unterdeckung  
Land mit Unterdeckung

## Einfluss des adaptiven Zeitrasters auf Ergebnisse: Abweichungen



- Keine zusätzliche Unterdeckung in Ländern ohne Nachfrageunterdeckung in Basisfall
- Kein Land ohne Nachfrageunterdeckung mit LOLE > 0 h/a in Basisfall

→ Einfluss auf LOLE bei bedachter/zielführender Anwendung vergleichsweise gering

# Zusammenfassung und Ausblick

---

## Zusammenfassung

- Klimapolitische Ziele rücken Fragestellungen zur Versorgungssicherheit in den Fokus energiewirtschaftlicher und -politischer Diskussionen
- Europäische Kommission hat Anforderungen bzgl. Verfahren und Indizes festgelegt
  - Anzahl zu simulierender Szenarien sowie Modelldetailgrad stehen bei beschränkter Rechenleistung in Konkurrenz
  - Reduktion der zeitlichen Granularität in diesem Kontext sinnvoll
- Entwickelte Methodik wählt mit großer Wahrscheinlichkeit vorgegebene Anzahl kritischster Situationen aus
- Verbleibende Situationen werden aggregiert betrachtet
- Intertemporale Kopplung von Speichern bleibt bestehen
  - Vorteile in Bezug auf die Rechenzeit
  - Einfluss auf Ergebnisgröße LOLE vergleichsweise gering

## Ausblick

- Erweiterung des Modells um vorgeschaltete Analyse je Marktgebiet
- Auswertung des Einflusses auf Kennzahl EENS ausstehend

# Fragen und Diskussion

## Kontaktdaten

Philipp Baumanns, M.Sc.

Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW),

RWTH Aachen University

Tel: +49 (0)241 80-97881

E-Mail: [philipp.baumanns@iaew.rwth-aachen.de](mailto:philipp.baumanns@iaew.rwth-aachen.de)

<http://www.iaew.rwth-aachen.de>

## Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser