

# MILES – Model of International Energy Systems

## Europäische Strommarkt- und Übertragungsnetzsimulationsumgebung

**Research Group: Energy System Design & Transmission Grids / Forschungsgruppe: Transportnetzplanung und Energiemärkte**  
Institut für Energiesysteme, Energieeffizienz und Energiewirtschaft (ie<sup>3</sup>) der Technischen Universität Dortmund (TU Dortmund)

### Aktuelle Funktionen der MILES-Werkzeugkette

**Energiesystemmodell**  
Quantitative Szenariogenerierung  
Szenarien (Bspw. NEP Szenariorahmen)  
Bestimmung des Anlagenportfolios (Welche Technologien?)

**Marktsimulationsumgebung**  
Regionalisierung dez. Anlagen  
Zeitreihen-generierung  
Strommarkt-simulation  
Ableitung der Versorgungsaufgabe (Wo wann welche Leistung?)

**Netzsimulationsumgebung**  
Übertragungs-netzsimulation  
Engpass-management  
Bestimmung des Ausbaubedarfs (Wo warum welcher Ausbau?)

### Anwendungsbeispiel (Praxis)

#### Infrastrukturplanung

Durchschnittliche Jahresauslastung (n-0) im Referenz- und Innovations-szenario

- Analyse von vollständigen Zielnetz-konfigurationen und/oder einzelnen Netzausbaumaßnahmen
- Bewertung und Priorisierung von Maßnahmen

### Ausgewählte Weiterentwicklungen zur Analyse eines integrierten Energiesystems

**Verkehrsnetz** → **Stromnetz** ↔ **Gasnetz**

Verkehr: Lade-station, V2G, G2V  
Strom: EE, Konv. KW, Strom-speicher, WP / PtH, KWK  
Gas: Gas-speicher, Gas-Boiler

Wärme: Wärmespeicher

Bedarf: Lokaler Ladebedarf, Lokaler Strombedarf, Lokaler Wärmebedarf

Die Markt- und Netzsimulationsumgebung MILES ermöglicht techno-ökonomische Analysen des europäischen elektrischen Energiesystems und deckt dabei den gesamten Prozess der strategischen Netzentwicklung ab. Somit bildet MILES am ie<sup>3</sup> die Grundlage für Untersuchungen zur ganzheitlichen Entwicklung und Bewertung von nachhaltigen Transportnetzstrukturen und Energiemarktdesigns.

Die Simulationsumgebung ist als modulare Werkzeugkette aufgebaut und umfasst als übergeordnete Prozessschritte die Regionalisierung sowie Generierung von Zeitreihen dezentraler Einspeiser und Lasten, die Ermittlung des resultierenden Kraftwerkseinsatzes, die Simulation realitätsnaher Betriebszustände des Übertragungsnetzes sowie die Bestimmung notwendiger Maßnahmen des Engpassmanagements.

### Weiterentwicklungen zur Modellierung der Verkehrswende (KonVeEn)

**Zielstellung:** Räumlich aufgelöste und zeitlich optimierte Stromnachfrage des Mobilitätssektors

**Unter der Berücksichtigung von:**

- Personen-, Güternah- und Schwerlastverkehr
- Individuelle Ankunfts- und Standzeiten sowie technische Parameter je Fahrzeugklasse
- Unterschiedlicher Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum z.B. an Autobahnen

Gesteuerte BEV Ladeprofile durch integrierte Strommarktsimulation

Verringerte Ladeleistung bei hoher Residuallast  
Erhöhte Ladeleistung bei geringer Residuallast  
V2G nicht erlaubt  
Maximaldauer ohne Ladeleistung durch minimale Standzeit begrenzt

### Europäische Strommarktsimulation

Handelssaldo / Nettoexport/import in [TWh/a]

### Europäische Übertragungsnetzsimulation

750 kV  
500 kV  
380 kV  
300 kV  
220 kV  
DC

### Anwendungsbeispiel (Forschung)

#### Monte-Carlo Simulationen zur Risikobewertung

Schleswig-Holstein

Norditalien (ITN1)

- Fahrpläne von konventionellen Kraftwerken und (Pump)Speichern
- Stromhandel zw. Marktgebieten
- Stromerzeugungskosten
- Nicht-verwertbare EE-Leistung
- Erwartete fehlende Energie / Lastunterdeckung

- Betriebsmittelauslastungen im Normalzustand und Fehlerfall
- Betriebspunkte von HGÜs und PSTs
- Betriebsmittelüberlastungen
- Engpassmanagement-Maßnahmen

→ Analyse der Robustheit der Netzplanung gegenüber fundamentalen Unsicherheiten

### Weiterentwicklungen zur Modellierung der Wärmewende (Forschungskolleg NEQ)

**Zielstellung:** Räumlich aufgelöste und zeitlich optimierte Stromnachfrage des Wärmesektors

**Unter der Berücksichtigung von:**

- Elektrifizierungsrate
- Wärmepumpen → Unmittelbare Kopplung
- Anschluss Wärmenetz
- Wechselwirkungen durch KWK, Groß-WP und Power-to-Heat (PtH)
- Sonstige Wärmezeugung

Regionale Verteilung: Anzahl EFH und MFH

Ableitung des zeitlichen Raumwärmebedarfs über thermische Gebäudesimulation

- Berücksichtigung des thermischen Verhaltens des Gebäudebestands (Speicherfähigkeit)
- Differenzgleichung als Nebenbedingung in Kraftwerkeinsatzoptimierung integrierbar
- Berücksichtigung zeitpunkt- und technologieabhängiger COP

Zulässiger Temperaturbereich

### Weiterentwicklungen zur Modellierung der Rohstoffwende (DYNAFLEX)

**Zielstellung:** Optimierte zeitlich und räumlich aufgelöste Stromnachfrage von Power-to-Gas (PtG)-Anlagen

**Unter der Berücksichtigung von:**

- Betriebskonzept der Elektrolyseure
- Einsatz im Strommarkt vs. Einsatz im Netzengpassmanagement durch ÜNB
- Standortidentifikation
- Politische Rahmenbedingungen
- Nationale Wasserstoffstrategie
- Strommarktdesign

Methodik zur Regionalisierung von Elektrolyseuren zur Produktion von grünem Wasserstoff

Absolute EE-Anteil, Einwohnerdichte, EE-Pot. Flächen, Relative EE-Anteil, Distanz Speicher, Distanz Gasnetze

Kombiniertes Modell der Strom- und Gas-Infrastruktur

Ableitung des zeitlichen Einsatzes über Strommarkt- und Engpassmanagement-simulation

- Berücksichtigung rein marktgetriebener PtG-Anlagen (ggf. mit Mindestzeugungsmengen), rein netzgetriebener PtG-Anlagen sowie Mischbetriebsformen umsetzbar