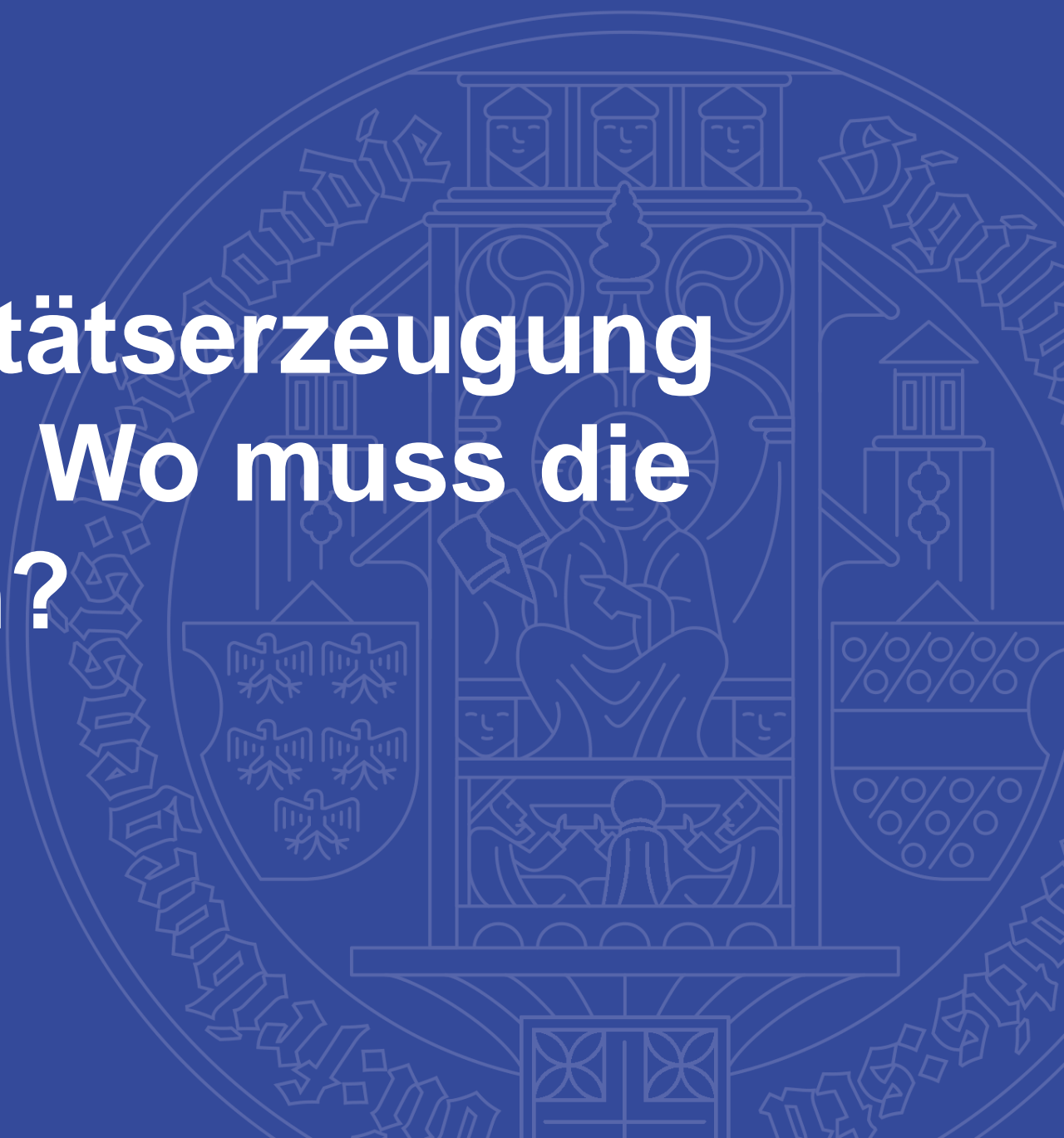


# Dezentrale Elektrizitätserzeugung & öffentliche Netze: Wo muss die Politik aktiv werden?

25 Jahre solares bauen

Freiburg  
Prof. Dr. Anke Weidlich

27. September 2024



# Das Institut für Nachhaltige Technische Systeme INATECH

## Universität Freiburg



**Prof. Dr. Dr. Oliver Ambacher**  
Leistungselektronik



**Prof. Dr.-Ing. Frank Balle**  
Leistungultraschall und  
Technische  
Funktionswerkstoffe



**Prof. Dr. Oana Cojocaru-Mirédin**  
Skalenübergreifende  
Materialcharakterisierung



**Prof. Dr. Sonia Dsoke**  
Elektrochemische  
Energieträger und  
Speichersysteme



**Prof. Dr. Stefan Glunz**  
Photovoltaische  
Energiekonversion



**Prof. Dr. Hans-Martin Henning**  
Solare Energiesysteme



**Prof. Dr. Stefan Hiermaier**  
Nachhaltige  
Ingenieursysteme



**Prof. Dr. Holger Neuhaus**  
Materialsysteme für die  
Solarenergienutzung



**Prof. Dr. Rüdiger Quay**  
Energieeffiziente  
Hochfrequenzelektronik



**Prof. Dr. Alexander Reiterer**  
Monitoring von  
Großstrukturen



**Prof. Dr.-Ing. Alexander Stolz**  
Resilienz Technischer  
Systeme

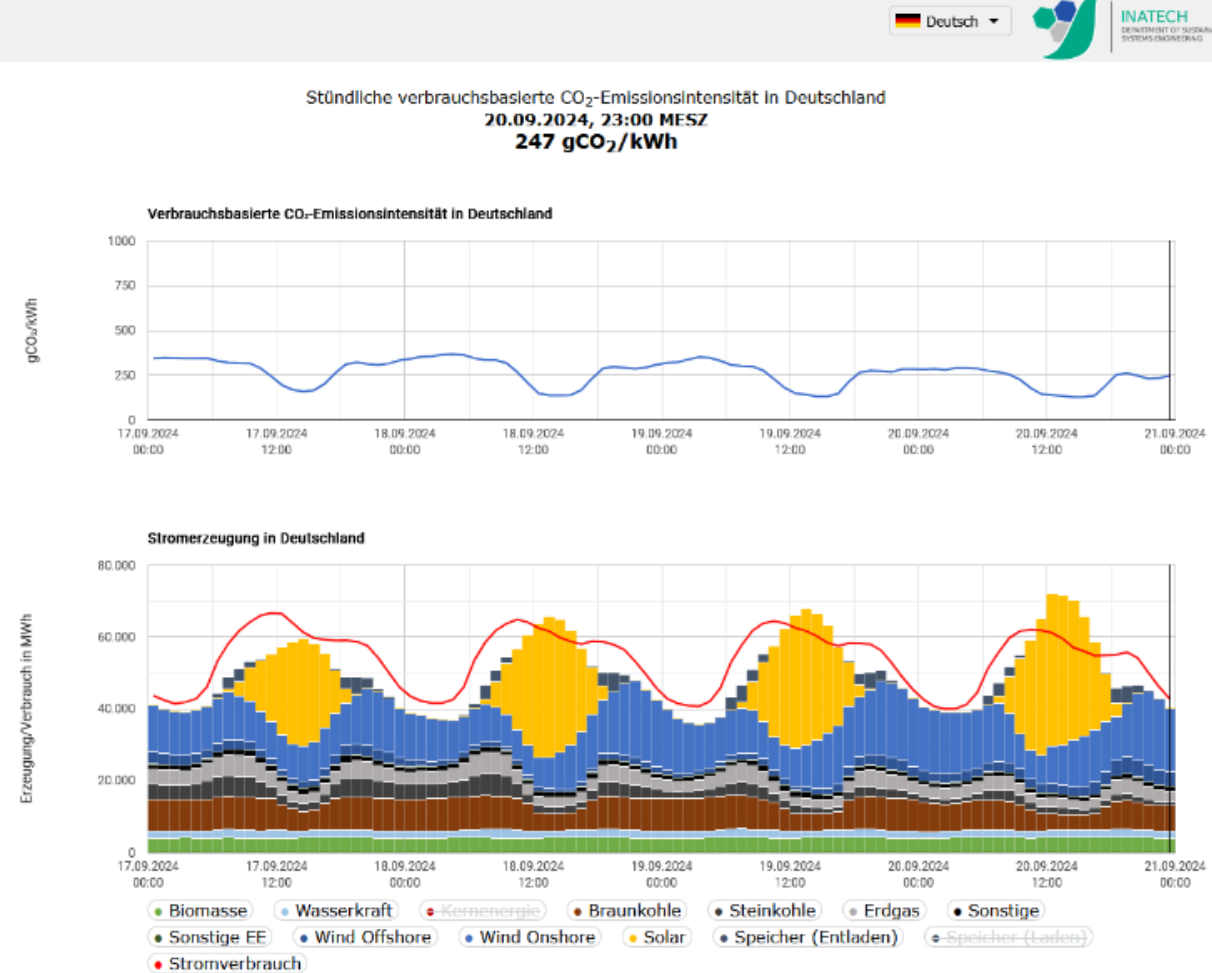
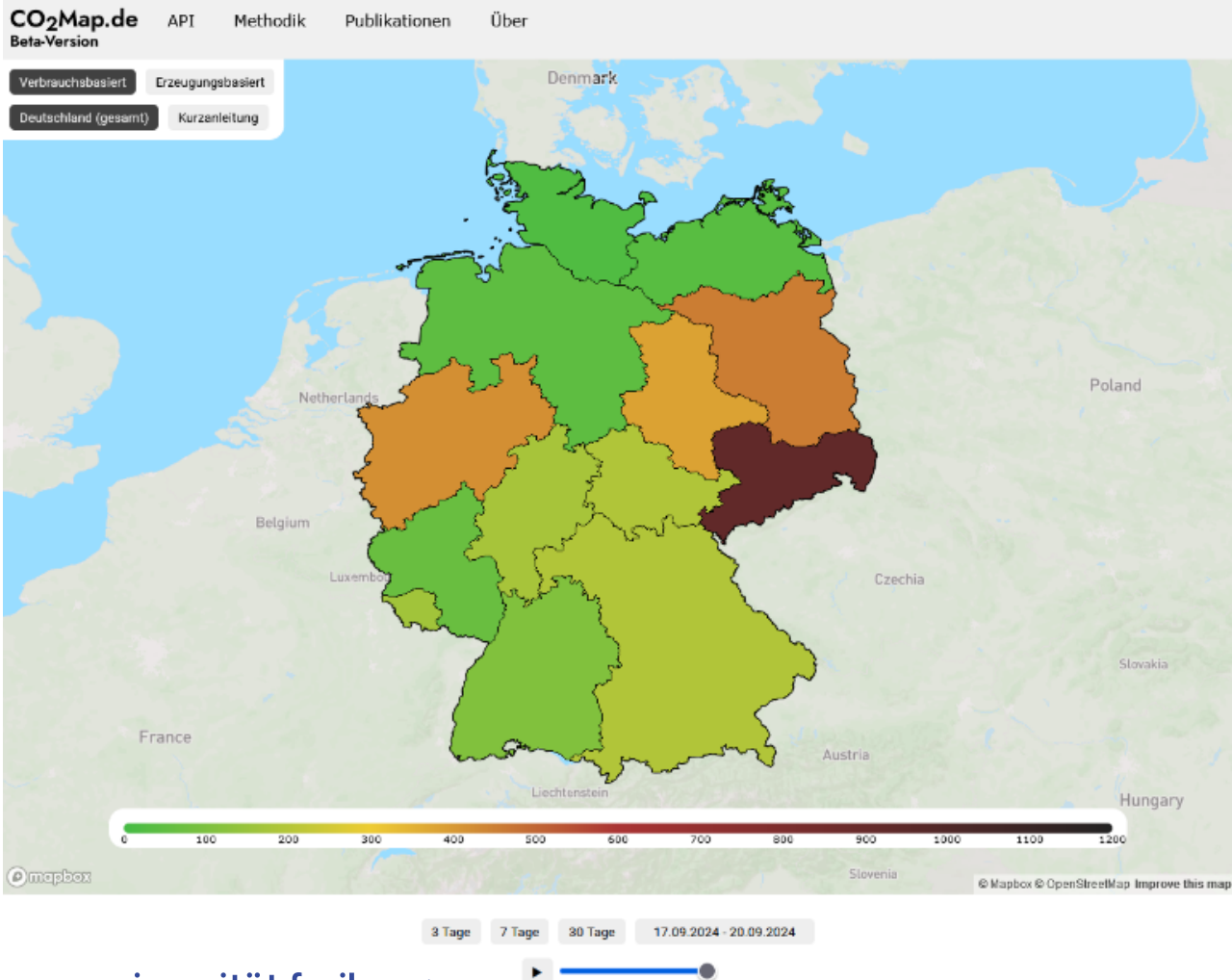


**Prof. Dr. Anke Weidlich**  
Technologien der  
Energieverteilung



**Prof. Dr. Daniel Carl**  
Produktionskontrolle

# Laufende Aktivität CO2Map



# Expertenkommission Energiewende-Monitoring

Expertenkommission zum Energiewende-Monitoring

## Monitoringbericht

Berlin · Bochum · Freiburg · Nürnberg, Juni 2024

Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender)

Prof. Dr. Veronika Grimm

Dr. Felix Matthes

Prof. Dr. Anke Weidlich

Dimension	Unterdimension	Indikator
Energieversorgung	Strom	Entwicklung der absoluten Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (Kapitel 3.2.1)
		Entwicklung der absoluten EE-Stromerzeugungskapazitäten (Kapitel 3.2)
		Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch (Kapitel 3.2.1)
	Stoffliche Energieträger	Grüner Wasserstoff (Kapitel 4.4)
Energiesektor im Überblick*	Entwicklung des Anteils der EE am Bruttoendenergieverbrauch (Kapitel 2.1)	
	Entwicklung des Endenergieverbrauchs (Kapitel 2.1)	
Versorgungssicherheit	Netze	Ausbau der Übertragungsnetze (Kapitel 3.4.2)
		Digitalisierung (Kapitel 3.5.3)
		Umfang der erforderlichen Engpassmanagementmaßnahmen (Kapitel 3.4.1)
	SAIDI Strom und SAIDI Gas (Kapitel 6.1.4 und 6.2)	
Steuerbare Kraftwerke	Steuerbare Kraftwerke (Kapitel 6.1)	
Energiesicherheit	Diversifikation	Batteriespeicher (Kapitel 3.5.1)
		Herfindahl Index für Erdgas (Kapitel 6.2)
	Zugang zu Rohstoffen	Nicht-energetische Ressourcen mit Relevanz für die Versorgung (Kapitel 6.3)
Preiswürdigkeit/Wirtschaftlichkeit	Energieeffizienz	Endenergieproduktivität (Kapitel 2.1)
		Wärmebedarf (Kapitel 5.1)
	Energiekosten	Endenergieeffizienz im privaten Gebäudebereich (Kapitel 5.1)
		Anteil der Letztverbraucher Ausgaben für Elektrizität am Bruttoinlandsprodukt (Kapitel 7.1)
Energiekosten	Energestückkosten der Industrie in Deutschland (Kapitel 7.1)	
	Durchschnittliche jährliche Energieausgaben privater Haushalte (Kapitel 7.1)	
	Durchschnittlicher Strompreis privater Haushalte (Kapitel 7.1)	

Expertenkommission zum  
Energiewende Monitoring

Prof. Dr. Andreas Löschel  
(Vorsitzender)  
Prof. Dr. Veronika Grimm  
Dr. Felix Matthes  
Prof. Dr. Anke Weidlich

Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“

## Stellungnahme zum Strommarktdesign und dessen Weiterentwicklungsmöglichkeiten

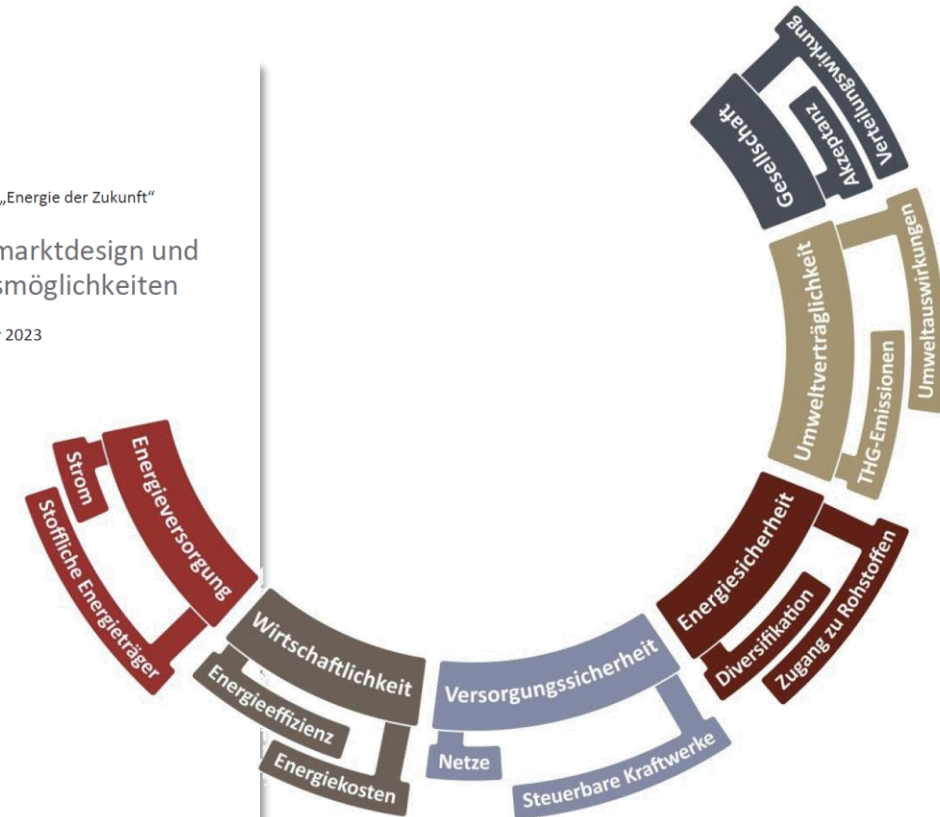
Berlin · Bochum · Freiburg · Nürnberg, Februar 2023

- Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender)
- Prof.in Dr. Veronika Grimm
- Dr. Felix Matthes
- Prof.in Dr. Anke Weidlich



ENERGIE DER ZUKUNFT  
Kommission zum Monitoring-Prozess

Prof. Dr. Andreas Löschel  
(Vorsitzender)  
Prof.in Dr. Veronika Grimm  
Dr. Felix Matthes  
Prof.in Dr. Anke Weidlich





# Herausforderungen Stromnetze

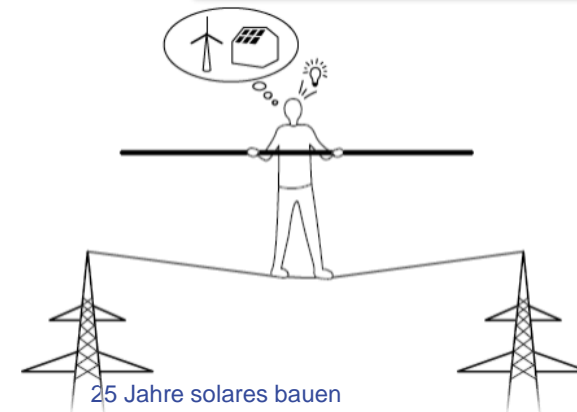
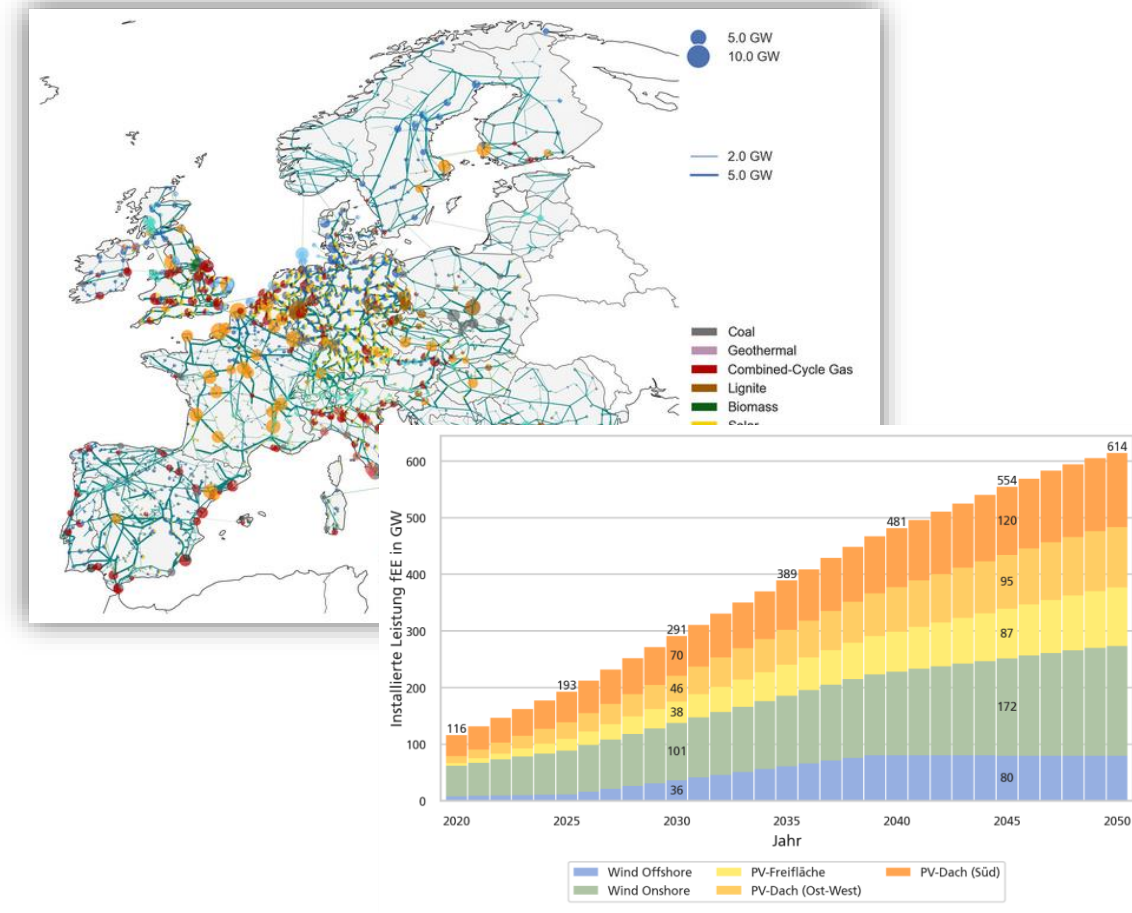
## Auf einen Blick

### Umfeld

- Zunehmende Mengen erneuerbarer Stromeinspeisung
- Neue Verbraucher durch Elektrifizierung (direkt, indirekt)
- Europäische Vernetzung

### Implikationen

- Zeitliche Ungleichgewichte
- Räumliche Ungleichgewichte
- Bedarf an Systemdienstleistungen
  - Momentanreserve zur Frequenzstützung
  - Bereitstellung von Blindleistung
  - Sicherheit, Resilienz: Kurzschlussleistung, Schwarzstartfähigkeit



# Fokus

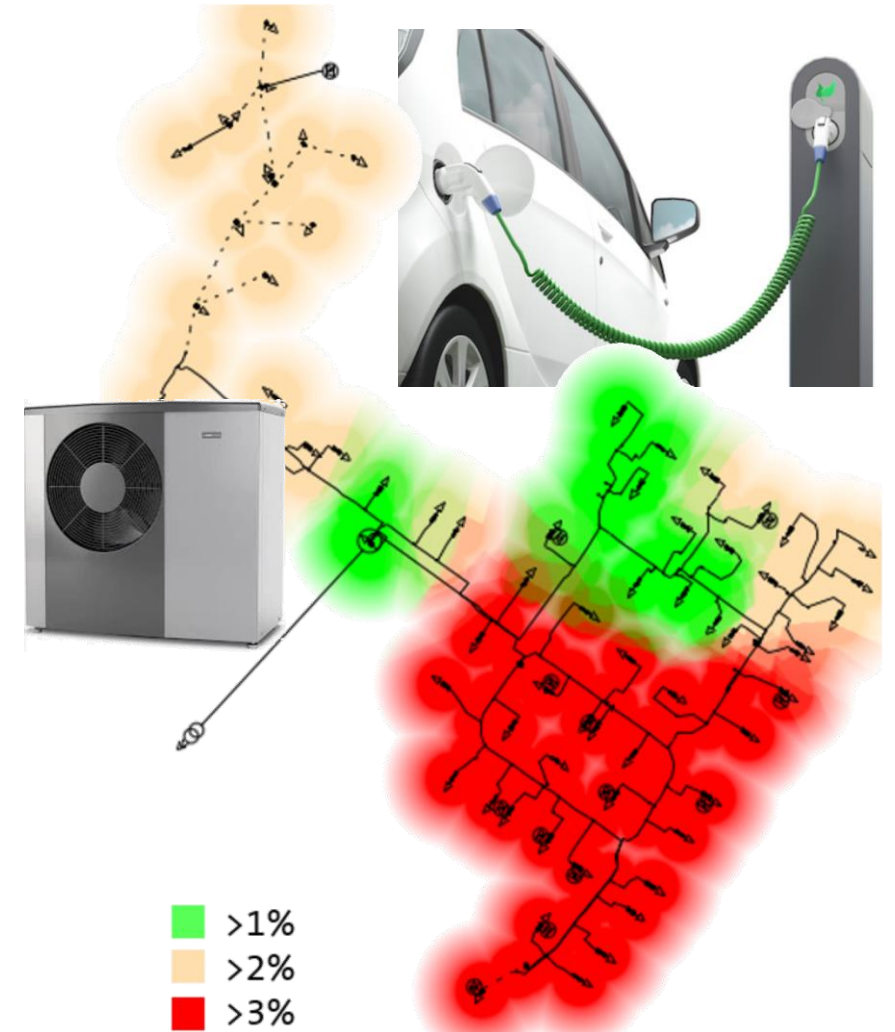
## Gleichzeitigkeitseffekte im Verteilnetz

### Neue Lasten durch Elektrifizierung

- Deutlich höhere Leistungen in der Niederspannung (Ladestationen, Wärmepumpen)
- Weitere Elektrifizierung in allen Teilen des Verteilnetzes
- Wenig Anreize für systemdienliches Verhalten
- Hoher Netzausbaubedarf
- Bisher immer noch wenig Digitalisierung
- Neue prinzipielle Steuermöglichkeiten (§ 14 a EnWG)

### Hohe Gleichzeitigkeit der Erzeugung bei Photovoltaik

- Ebenfalls beschränkte Anreize für Systemdienlichkeit

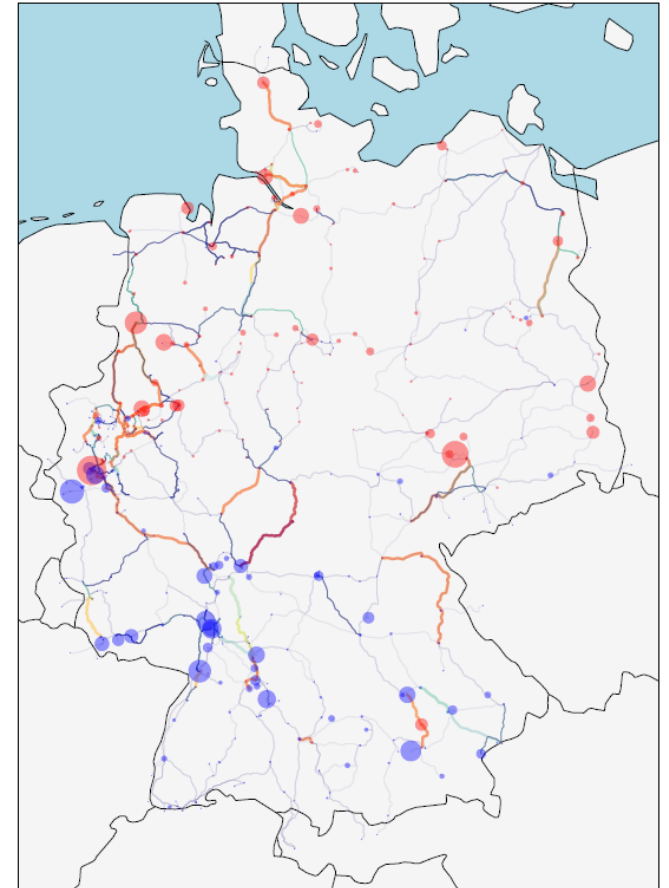


# Lösungsansätze

## Lokalisierungssignale

### Reformoptionen:

- **Nodalpreissystem** (theoretisch ideal, praktisch komplex, Marktmachtausübung, möglich, Verteilungswirkung; nur Übertragungsengpässe)
- **Gebotszonen-Split** (Lokalisierungssignale stark abhängig von Gebotszonen-zuschnitt; erfordert optimalen Zuschnitt und regelmäßige Anpassung)
- **Marktbasierter Redispatch** (Investitionsanreize einerseits, Risiken der Marktmachtausübung und Inc-Dec-Gaming andererseits)
- **Regionale G-Komponente Netzentgelt** (pro kW bzw. pro kWh; langfristige Setzung für Investitionssicherheit; optimale Entgelte schwierig zu bestimmen)
- **Regional differenzierte Förderung für EE-Anlagen**



# Lösungsansätze

## Koordinierte Anreize für Flexibilitätseinsatz

**Marktpreise sind wichtige Flexibilitätsanreize**

**Netzentgelte müssen Flexibilitätsanreize unterstützen**

### Aktuelle Hemmnisse

- Fokus auf Gleichmäßigkeit und Vermeidung individueller Peaks
- Leistungspreis (RLM-Kunden) reizt Flexibilitätseinsatz v.a. zur Vermeidung von Peaks an
- Fixer Arbeitspreis (SLP-Kunden) reizt Flexibilitätseinsatz v.a. zur Eigenstrommaximierung an

### Reformoption

- Dynamische Netzentgelte, um in Engpasssituationen Flex-Anreize zu geben, sonst Priorität auf Marktsignale

*Großhandelsmarkt*

*Übertragungsnetze*

*Verteilnetze*





# Schlussfolgerungen

- Stromsystem als „Drehscheibe“ der Energiewende  
→ vielfältige Koordinationsaufgaben
- Gleichheit von Erzeugung und Verbrauch jederzeit und auf unterschiedlichen Ebenen erforderlich
- Technische Lösungen der Systemintegration sind vorhanden
- Herkulesaufgabe: Übergreifende Koordination der Märkte, Instrumente und Systeme
- Effiziente Einbindung von Flexibilität wichtig für den Weg zur Klimaneutralität
- Digitalisierung ist zentraler Enabler

# Kontakt

Anke Weidlich

Institut für Nachhaltige Technische Systeme INATECH

Tel +49 761 203-54011

Mail [anke.weidlich@inatech.uni-freiburg.de](mailto:anke.weidlich@inatech.uni-freiburg.de)