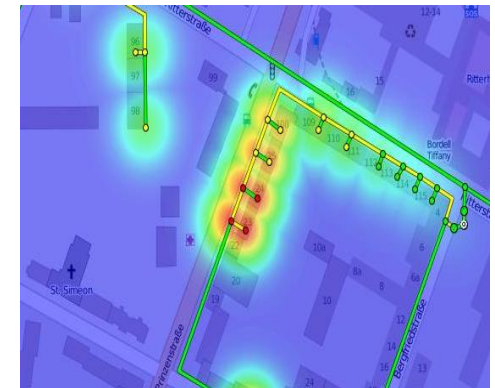
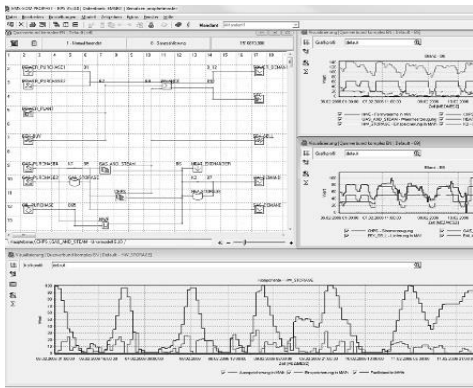


# Betriebsführung sektorenggekoppelter Energiesysteme



## Berliner Energietage:

### *Digitalisierung der Energiewelt – Herausforderungen und Lösungsansätze*

Berlin, 06. Mai 2017

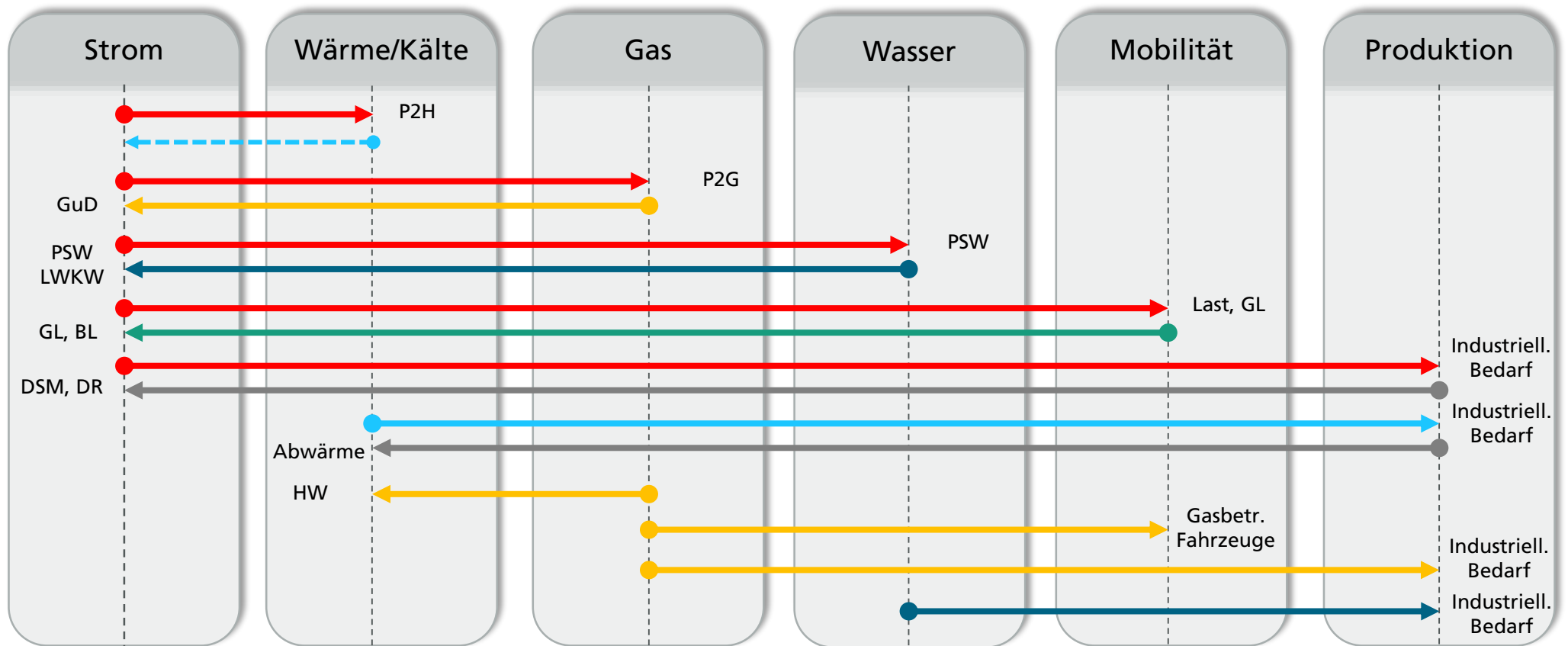
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Bretschneider

Fraunhofer IOSB-AST Ilmenau

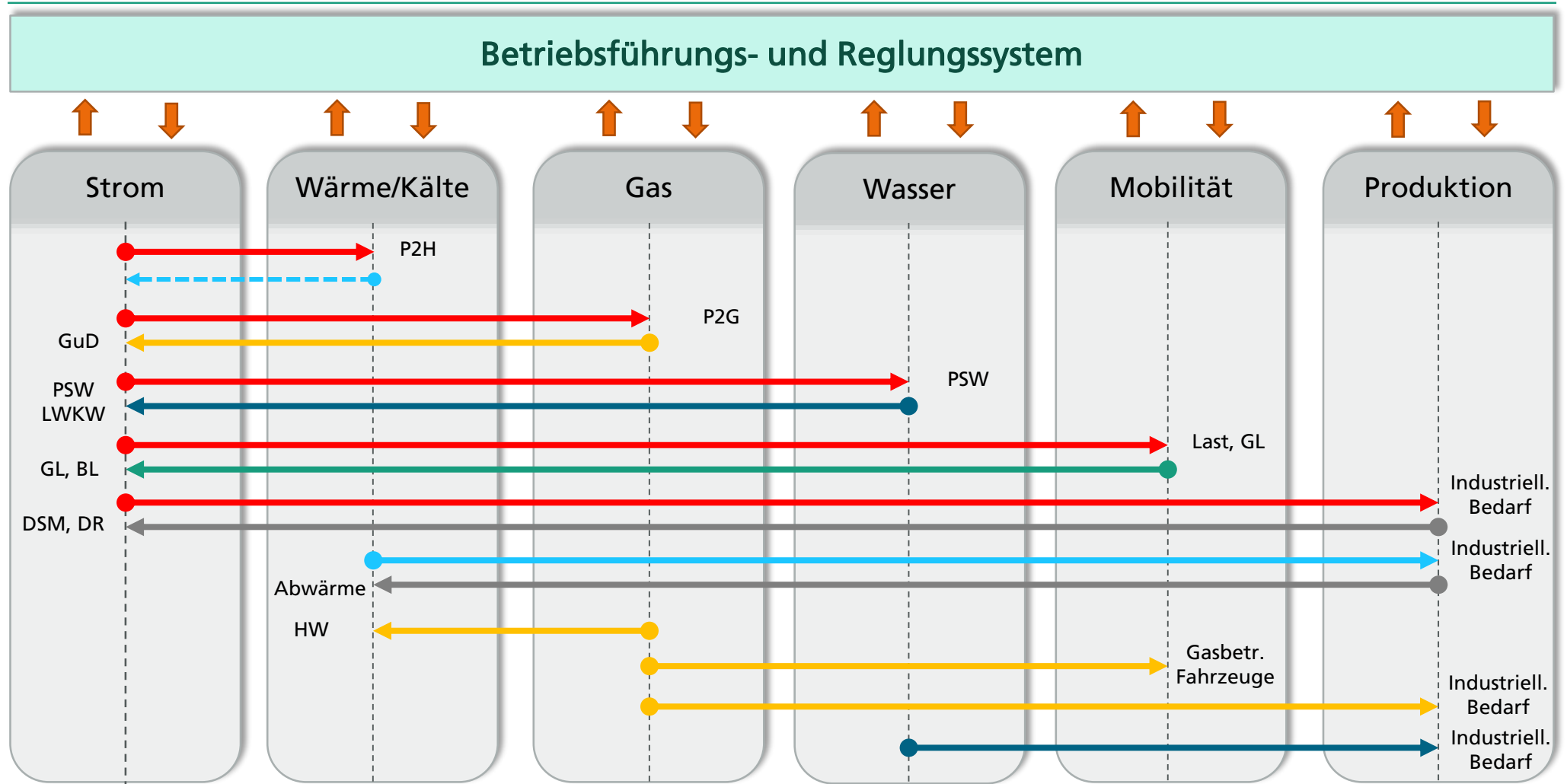
[peter.bretschneider@iosb-ast.fraunhofer.de](mailto:peter.bretschneider@iosb-ast.fraunhofer.de)

Tel. +49 (0)3677 461 - 102

# Allgemeine Aspekte zur Sektorenkopplung



# Sektorenübergreifende Betriebsführung



# Potentielle Anwendungsfälle für die Betriebsführung

## Liberalisierter Energiemarkt



### Energiemanagement

Last-  
Management

Virtuelles  
Kraftwerk

Handel

Kraftwerk

Energie-  
speicher

### Prozessleitsystem - Verteilnetzautomatisierung

#### Lastmanagement

- Ferngesteuertes Ab- / Zuschalten (Demand Side Management)
- Tarifooption (Demand Response)

#### Virtuelles Kraftwerk

- Leittechnische Verknüpfung dezentraler Einspeisungen
- Betrieb nach koordiniertem Fahrplan (Direktvermarktung)

#### Handel

- Bedarfsfolgende Beschaffung
- Erlösorientierter Verkauf
- Optimale Beschaffung mittels energiewirtschaftlicher Optimierung

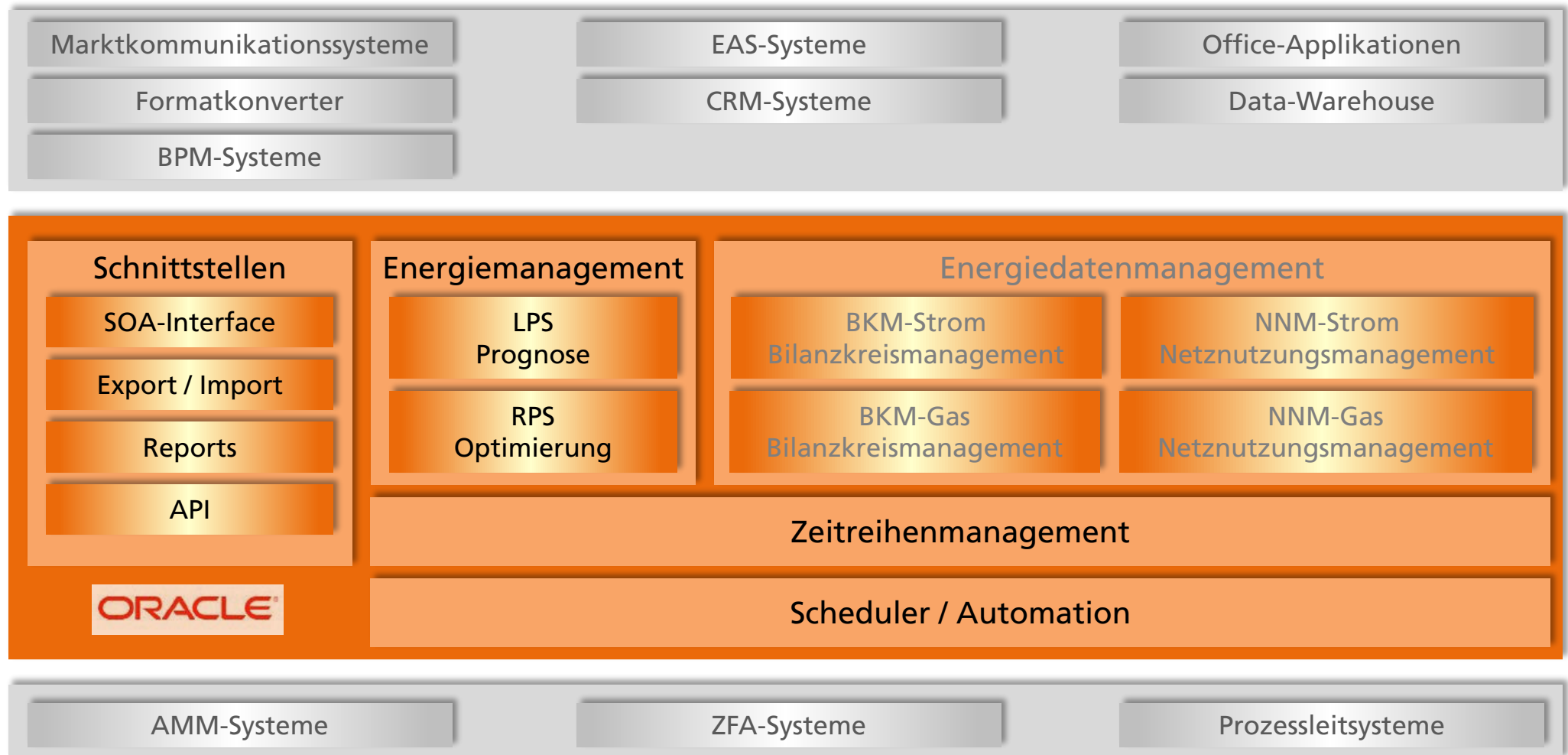
#### Kraftwerk

- Bedarfsfolgende Erzeugung
- Betrieb nach koordiniertem Fahrplan (optimale Betriebsführung mittels Einsatzplanung)

#### Energiespeicher

- Pufferung von fluktuierenden Einspeisungen / Entnahmen
- Einstellung eines optimalen Netzbetriebspunktes

# Energiemanagementsystem EMS-EDM PROPHET® für die sektorenübergreifende Betriebsführung



# Zeitreihenprognosesystem ZPS

## Zuverlässige Prognosen für Energiebedarf und dezentrale Einspeisungen:

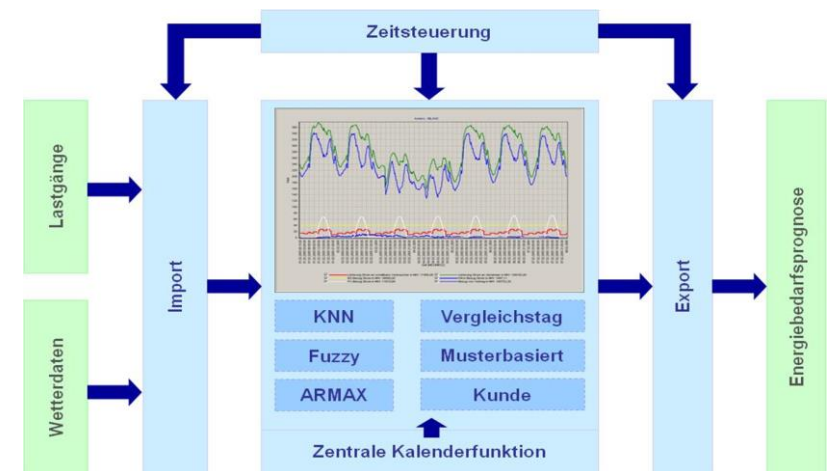
- Bedarfsprognose (Last) für Strom, Gas Wärme/Kälte und ggf. Wasser
- Prognose dezentraler fluktuierender Einspeisungen (Wind und PV)

## Prognoseerstellung

- Manuell per Mausklick oder automatisch über die Zeitsteuerung
- Parallele Ausführung mehrerer Prognosen
- Automatische Plausibilitätsprüfung und Ersatzwertkorrektur

## Methodenbibliothek

- Vergleichstagsprognose
- musterbasierte Vorhersage
- AR-, ARX- und ARMAX-Modelle,
- Künstlich Neuronale Netze (KNN)
- Fuzzy-Modelle



# Ressourcenplanungssystem RPS

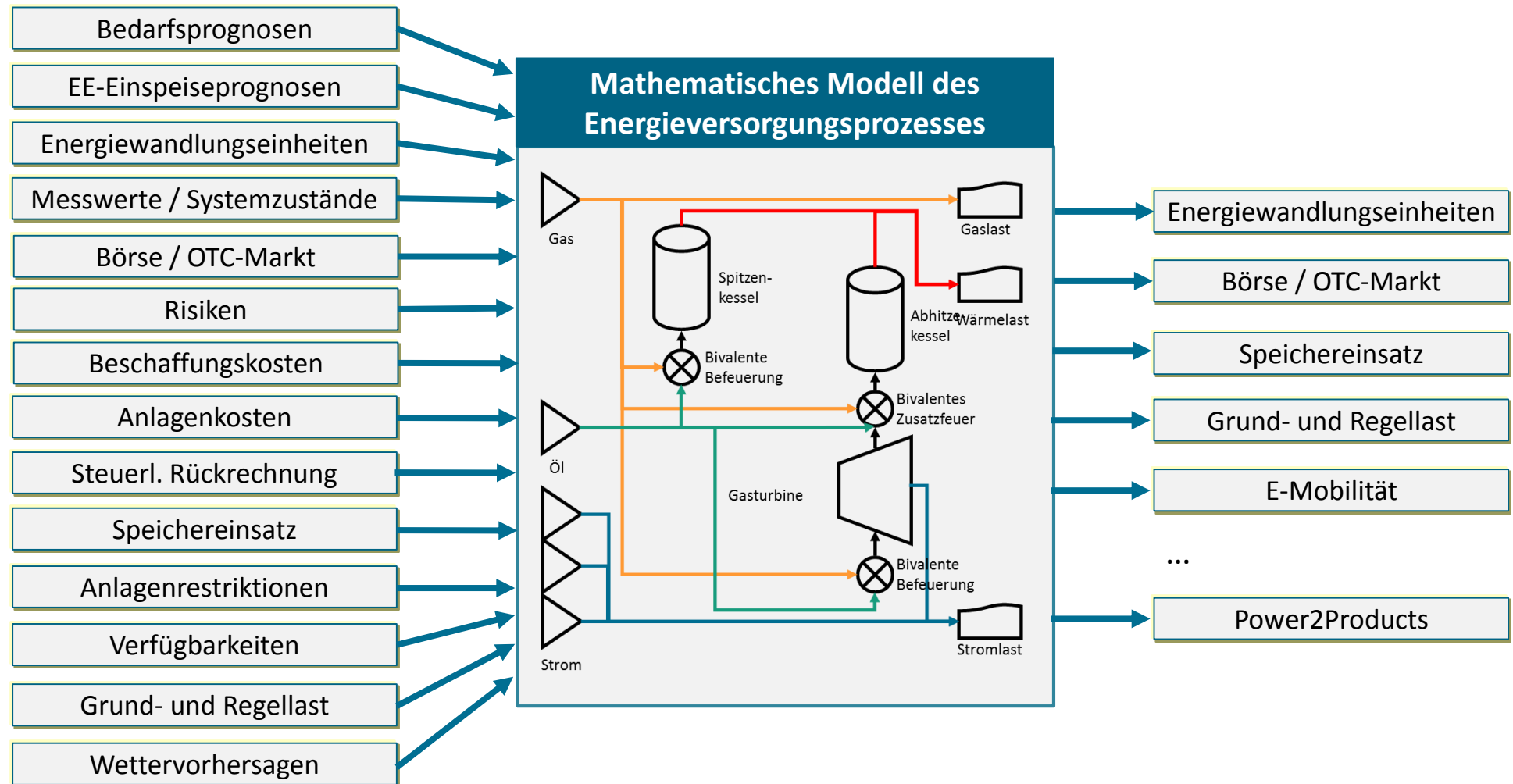
## Zielsetzung

- Optimale Betriebsführung des Energiesystems unter Beachtung der komplexen energiewirtschaftlichen und energietechnischen Randbedingungen
- Optimierung des Energie- und Ressourceneinsatzes
- Variantenrechnung zur Risikominimierung
- Verfahren zur Kostenminimierung oder zur Erlösmaximierung
- Berücksichtigung von lang-, mittel- und kurzfristigen Auswirkungen

## Unterstützte Verfahren

- Linear Programming (LP)
- Mixed-Integer Nonlinear Programming (MINLP)
- Mixed-Integer Programming (MIP)
- Mixed-Integer Quadratically Constrained Programming (MIQCP)
- Nonlinear Programming (NLP)
- Quadratically Constrained Programming (QCP)

# Ressourcenplanungssystem RPS: Einflussgrößen und Randbedingungen

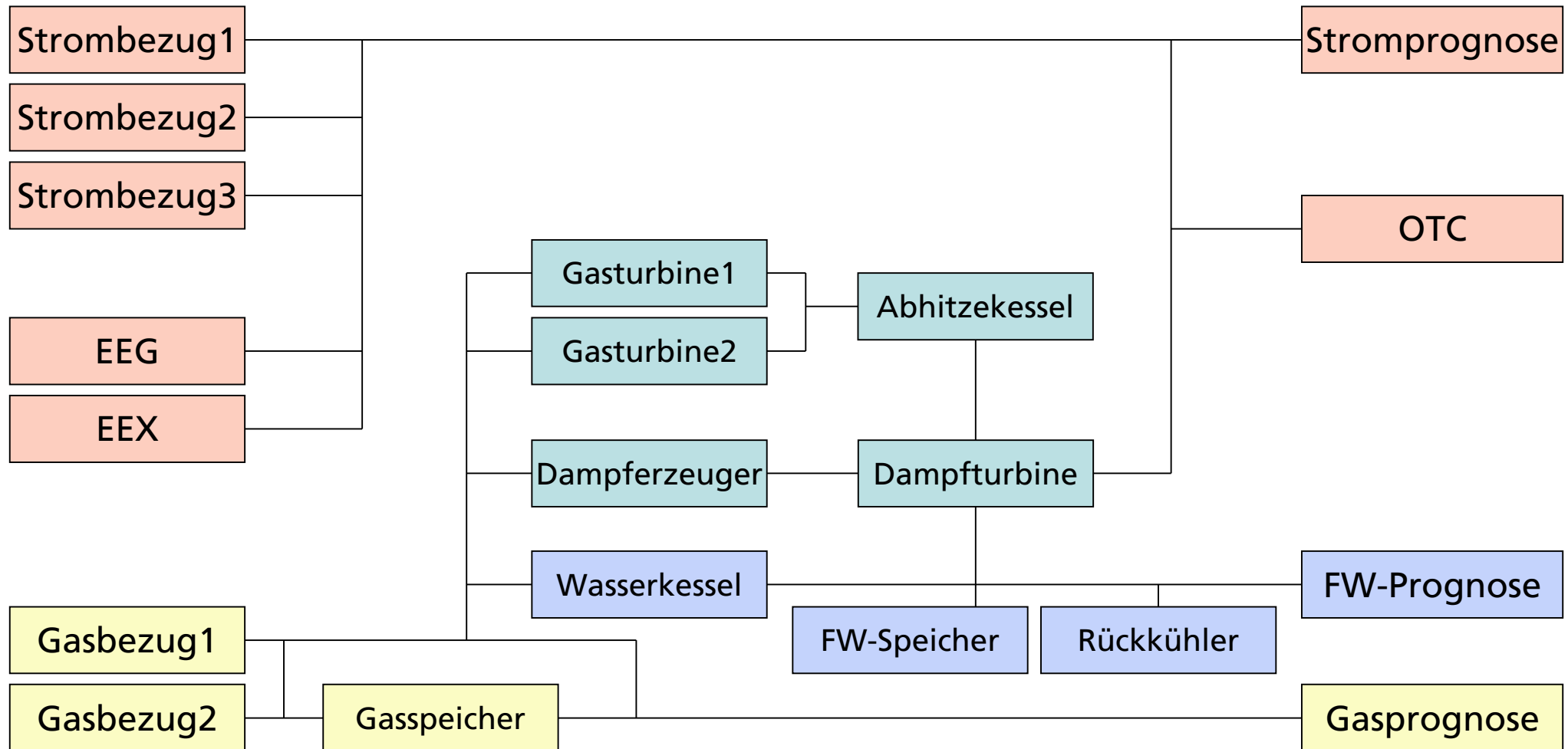




# Auszug aus der Referenzliste

| Kunden                           |                                                                                     | Optimierung                  |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Stadtwerke Bielefeld GmbH        |   | Kraftwerkseinsatzplanung     |
| Stadtwerke Frankfurt (Oder) GmbH |   | Kraftwerkseinsatzoptimierung |
| SWE Energie GmbH                 |   | Querverbundoptimierung       |
| Thüringer Energie AG             |  | Kraftwerkseinsatzoptimierung |

# Beispiel - Optimierung im Querververbund



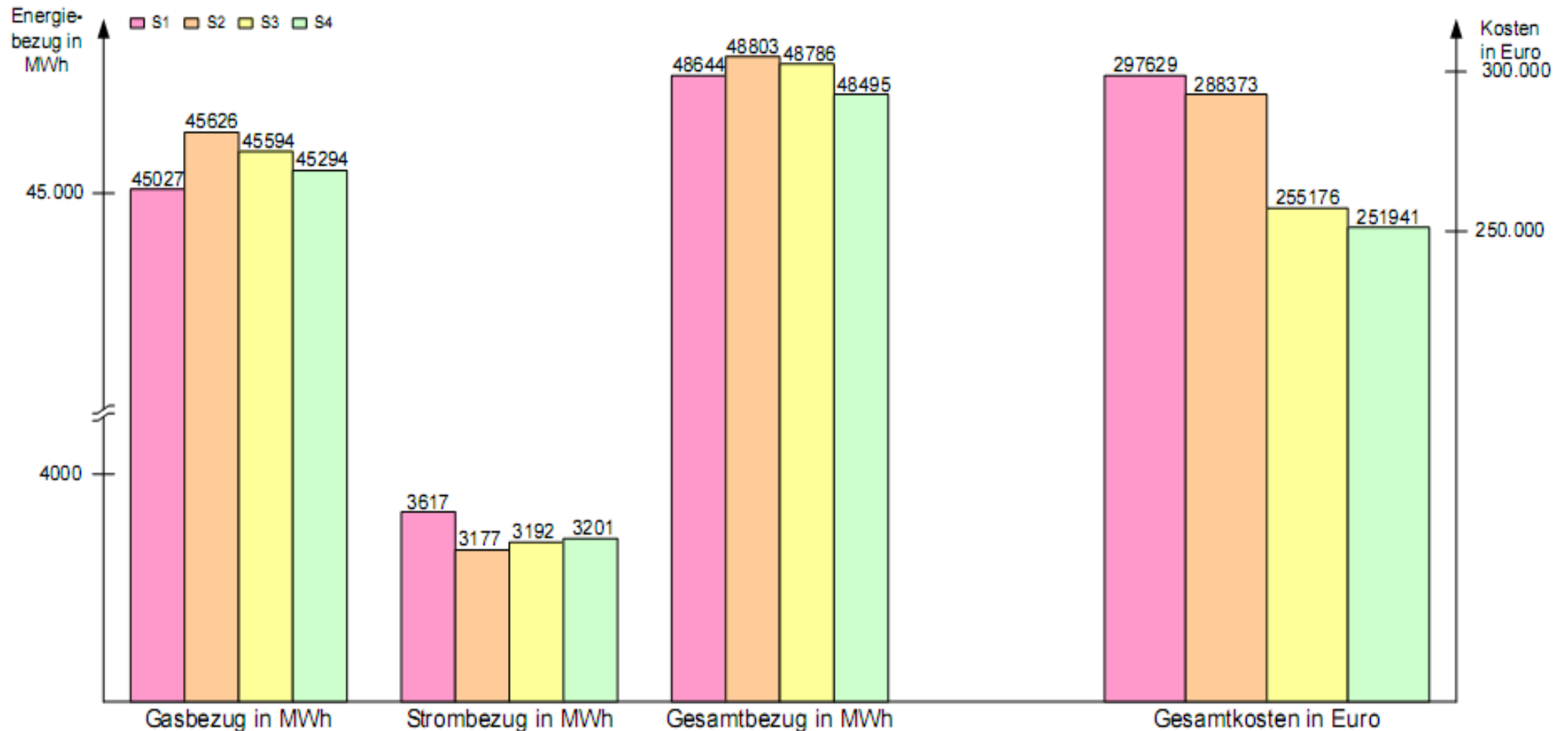
# Beispiel - Optimierung im Querverbund: Untersuchungsrahmen

- 4 untersuchte Modellausprägungen
  - Reiner Querverbund
  - Querverbund mit EEX-Börse
  - Querverbund mit EEX-Börse und Gasspeicher
  - Querverbund mit EEX-Börse, Gas- und Wärmespeicher
  
- Optimierungshorizont
  - Im dargestellten Beispiel 1 Woche
  - Im praktischen Einsatz meist 3 Tage bei Kurzfristoptimierung
  - Bei Langfristoptimierung auch größer 1 Woche
  - Reine Bezugsoptimierung im Gasbereich komplettes Gasjahr

# Beispiel - Optimierung im Querverbund: Grafische Modellierung im RPS



# Beispiel - Optimierung im Querverbund: Untersuchungsergebnisse



---

# Fazit

---

- Die Informations- und Kommunikationstechnologien sind Schlüssel für die erfolgreiche Umsetzung intelligenter Energiesysteme.
- Die Planungs- und Betriebsführungswerkzeuge werden zukünftig eine sektorenübergreifende Systemführung für die Erschließung zusätzlicher Speicher- und Flexibilitätspotenziale unterstützen.
- Die Anforderungen an die sektorenübergreifende Betriebsführung sind künftig beim Entwurf, Konzeption und Realisierung der Steuerungs- und Betriebsführungssysteme zu berücksichtigen.
- Im theoretischen Untersuchungsbeispiel konnte eine Einsparung durch die Erweiterung des Querverbunds um EXX und Speichernutzung von ca. 45 TEUR erreicht werden.
  - Die größten Effekte sind durch die Speicher erzielbar (Peak-Shaving).
  - Günstiger Börseneinkauf erspart Kosten in den Bezugsverträgen.

---

# Ansprechpartner

---

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Bretschneider

Stellv. Leiter Institutsteil Angewandte Systemtechnik, Leiter Abteilung Energie  
Fraunhofer IOSB, Institutsteil Angewandte Systemtechnik IOSB-AST

Professor für Energieeinsatzoptimierung  
Technische Universität Ilmenau

Stellv. Sprecher der Fraunhofer-Allianz Energie

Tel.: +49 (0)3677 461 – 102

E-Mail: [peter.bretschneider@iosb-ast.fraunhofer.de](mailto:peter.bretschneider@iosb-ast.fraunhofer.de)