
ABBILDUNG DER INTERAKTION ZWISCHEN STROM- UND WÄRMEMARKT IN DISPATCH UND CAPACITY EXPANSION MODELLEN

Diana Böttger (Fraunhofer IWES, Kassel)

Strommarkttreffen-TechTalk

„Modellierung von gekoppelter Strom- und Wärmeerzeugung“

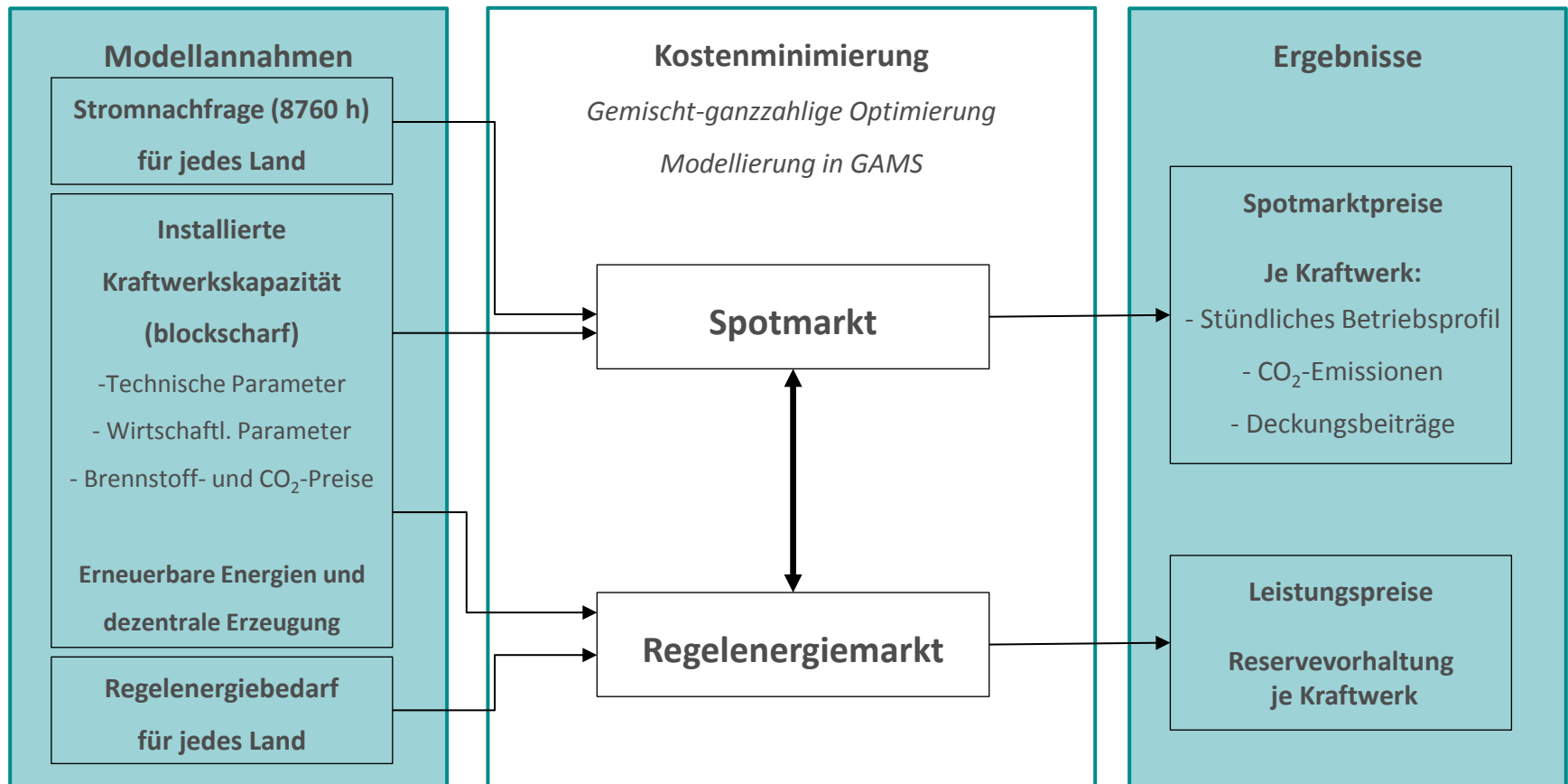
Berlin, 04.05.2017

AGENDA

- Dispatch Modell („MICOES-Europe“, Universität Leipzig)
- Capacity Expansion Modell („SCOPE“, Fraunhofer IWES)

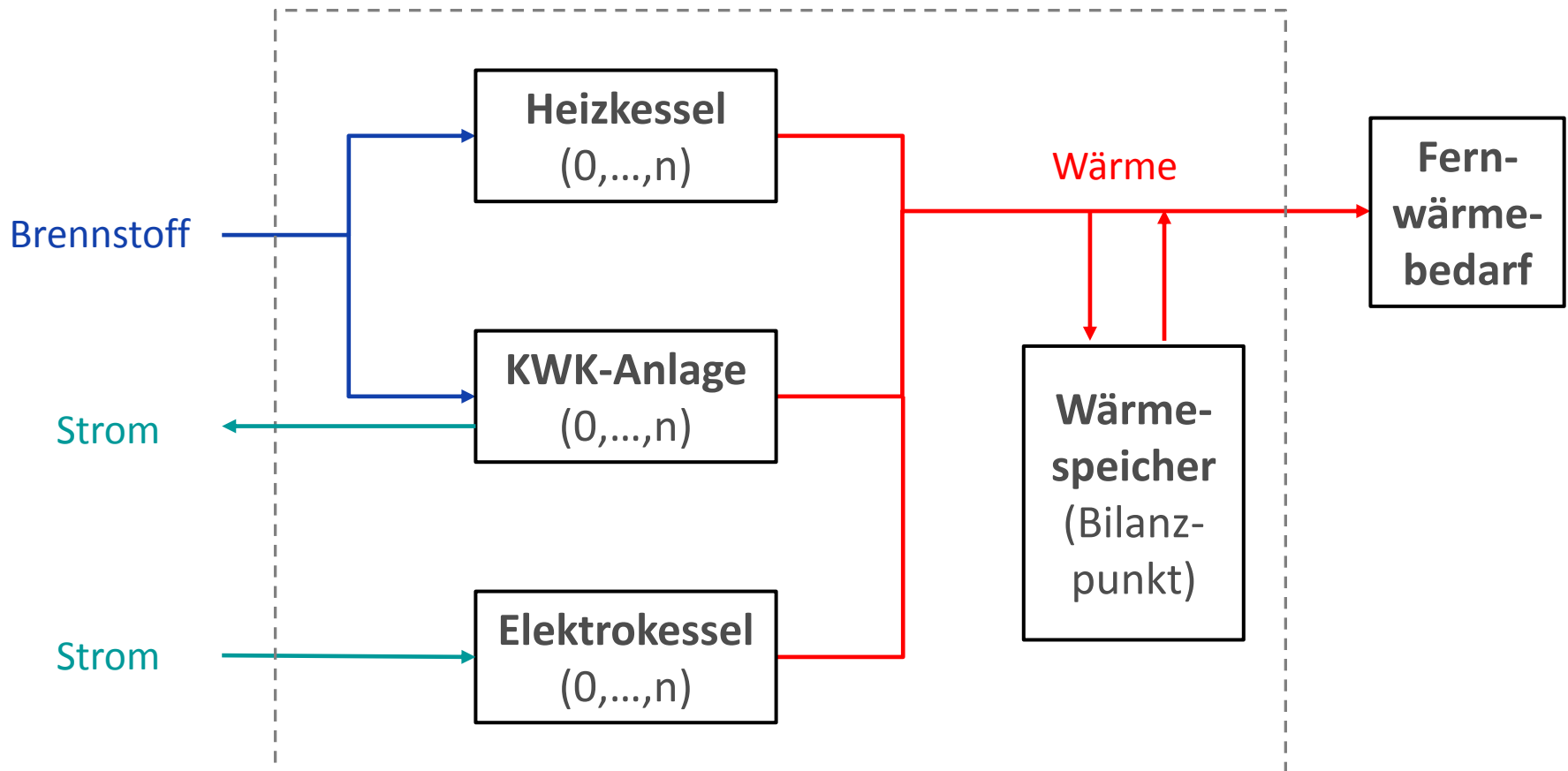
Strommarktmodell „MICOES Europe“

- ▶ MICOES = **M**ixed **I**nteger **C**ost **O**ptimization of **E**nergy **S**ystems
- ▶ MICOES **minimiert** deterministisch die **volkswirtschaftlichen Gesamtkosten**



Fernwärmeversorgung inkl. Elektrokessel

- Im Modell mit realen Systemen (40 größte Fernwärmenetze Deutschlands)



Modellierung

► Nachfrage:

- stündlich vorgegebener Bedarf ist zu decken (Zeitreihe berücksichtigt lokalen Temperaturverlauf des entsprechenden Wetterjahres)
- Keine hydraulischen Einschränkungen im Wärmenetz (analog zu „Kupferplatte“ im Stromnetz)

► Erzeugungsportfolio:

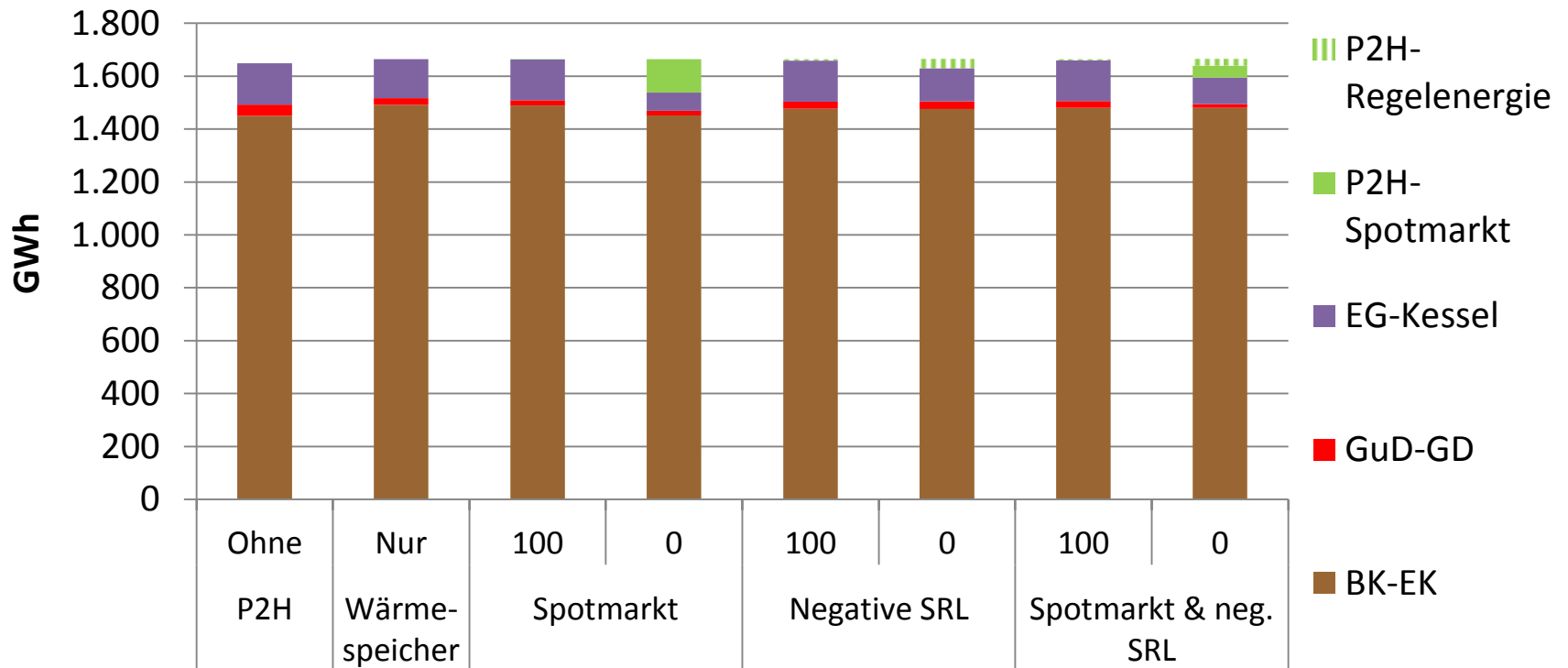
- **KWK-Anlagen:** Unterscheidung in Entnahme-Kondensation- und Gegendruck-Anlagen; Abbildung des P-Q-Kennfeldes in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur; teillastabhängiger Brennstoffbedarf; Startkosten in Abhängigkeit der Stillstandszeit; optional: Mindestbetriebs-/ Mindeststillstandszeiten
- **Gaskessel:** Flexibel zwischen 0 und 100 % (keine Einschränkungen im Betrieb), Kosten inkl. Brennstoffsteuern
- **Elektrokessel:** Flexibel zwischen 0 und 100 % (keine Einschränkungen im Betrieb), ggf. Abgaben für Strom
- **Wärmespeicher:** Grundsätzlich als Bilanzpunkt für Wärmeerzeugung und -bedarf; keine thermodynamische Modellierung; Beschränkung der Lade-/Entladeleistung
- Anlagenparametrisierung gemäß heutigen Systemen



Einsatz von Elektrokesseln in der Fernwärme

Beispiel für Leipzig, Szenariojahr 2025

- ▶ Elektrokessel verdrängt hier überwiegend Einsatz der Erdgaskessel
- ▶ Verdrängung von Braunkohle-KWK nur bei Spotmarkteinsatz ohne zusätzliche Strombezugskosten nennenswert



Quelle: Böttger (2017)



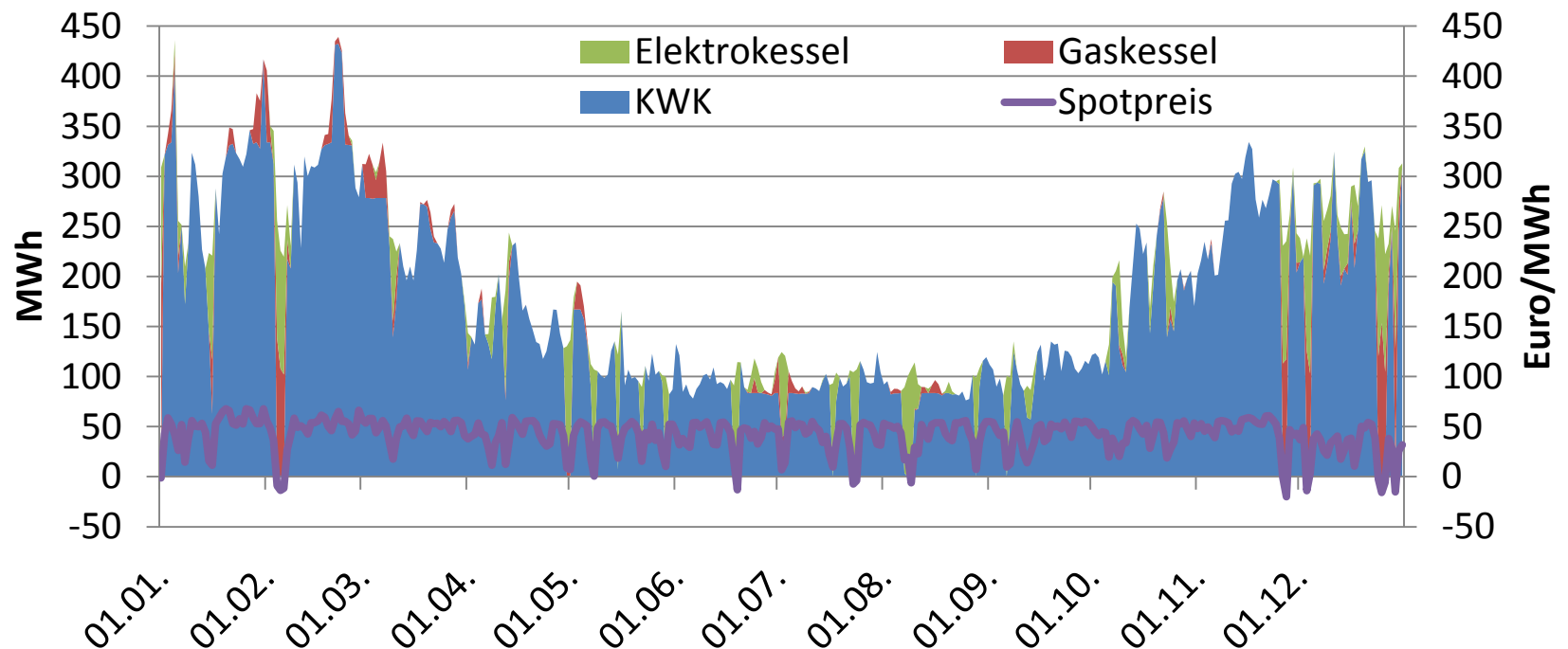
Einsatz von Elektrokesseln in der Fernwärme

Beispiel für Leipzig, Szenariojahr 2025

Szenario mit reinem Spotmarkteinsatz ohne Strombezugskosten

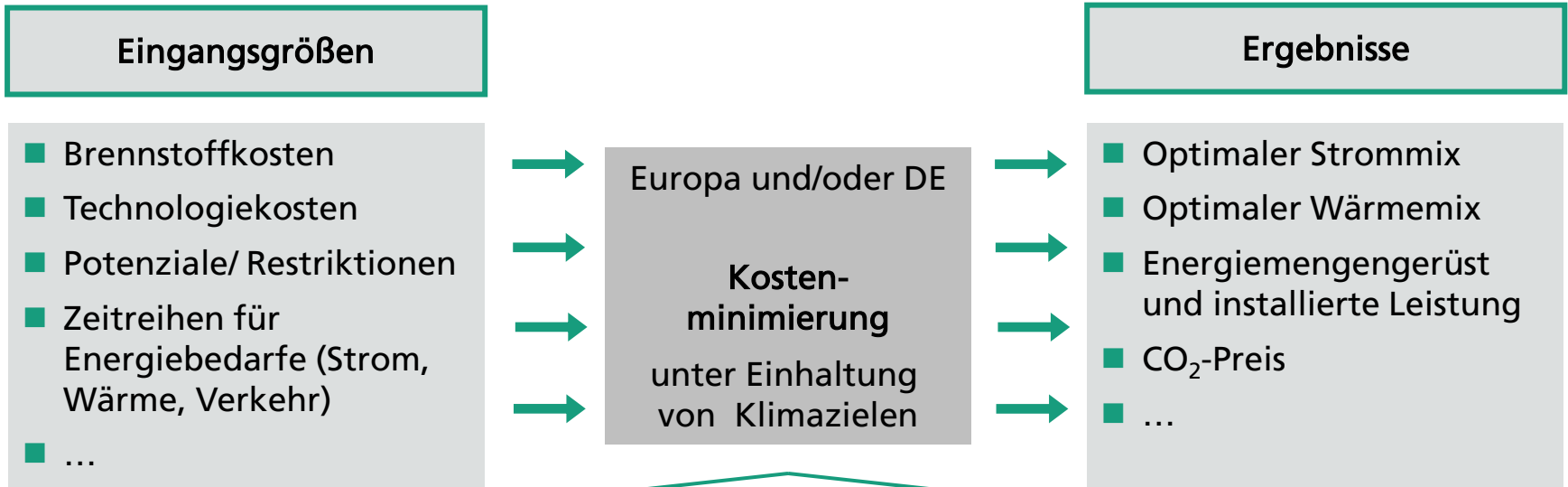
- ▶ Elektrokessel deckt Wärmebedarf in Zeiten hoher EE-Einspeisung

Tagesmittlere Wärmeerzeugung im Vergleich zum tagesmittleren Spotmarktpreis



Quelle: Böttger (2017)

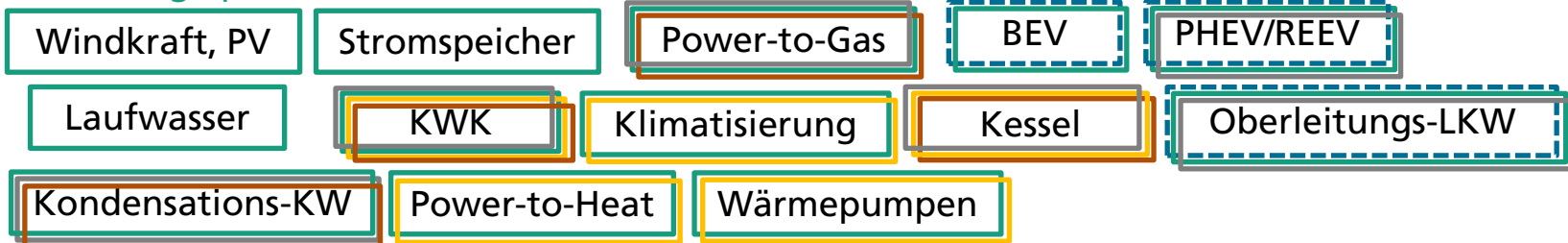
Sektorübergreifende Zubau- und Einsatzoptimierung „SCOPE“



-Märkte:



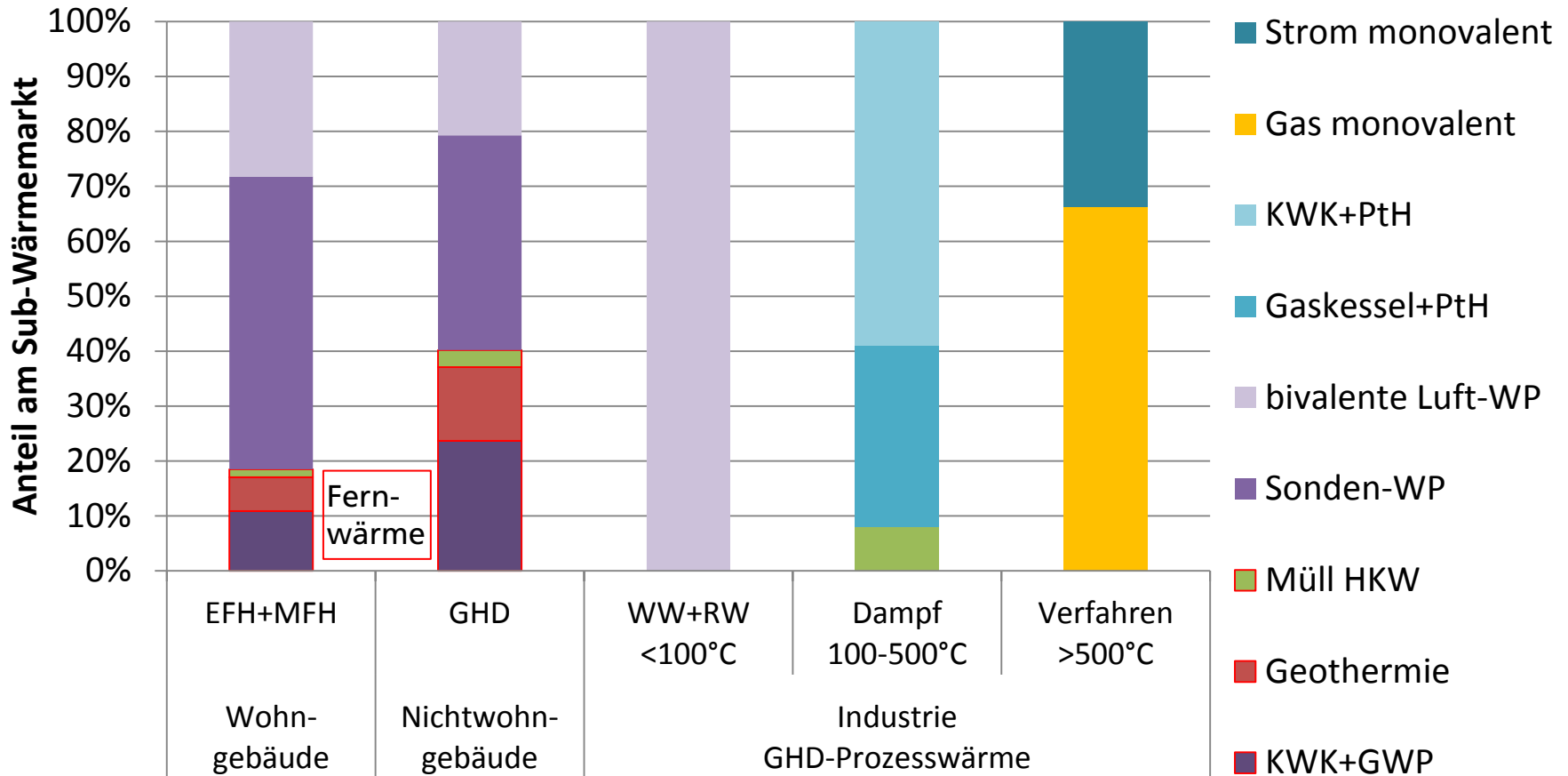
Technologieportfolio:



Modellierung der Wärmemärkte in SCOPE

- **Differenzierung der Wärmemärkte nach Sektoren:** Haushalte, GHD, Industrie sowie bei Prozesswärme noch nach Temperaturniveau
 - **Technologien mit vorgegebener Auslegung** zwischen Haupt- und Nebenaggregat
 - KWK-Systeme mit Gaskessel, Elektrokessel/Wärmepumpe, Wärmespeicher
 - Gaskessel mit Elektrokessel
 - Wärmepumpe mit Wärmespeicher
 - **Technologieparametrisierung gemäß des Wärmemarktsegmentes**, z.B. KWK-System wäre BHKW bei Haushalten und GuD im Fernwärmebereich
 - **Optimierung** sowohl **von Betrieb** der Anlagen als **auch des Wärmemarktanteils** (Anteile der einzelnen Technologien an den jeweiligen Wärmemärkten lassen sich in vorgegebenen Wertebereichen entsprechend der Potentiale optimieren)
-

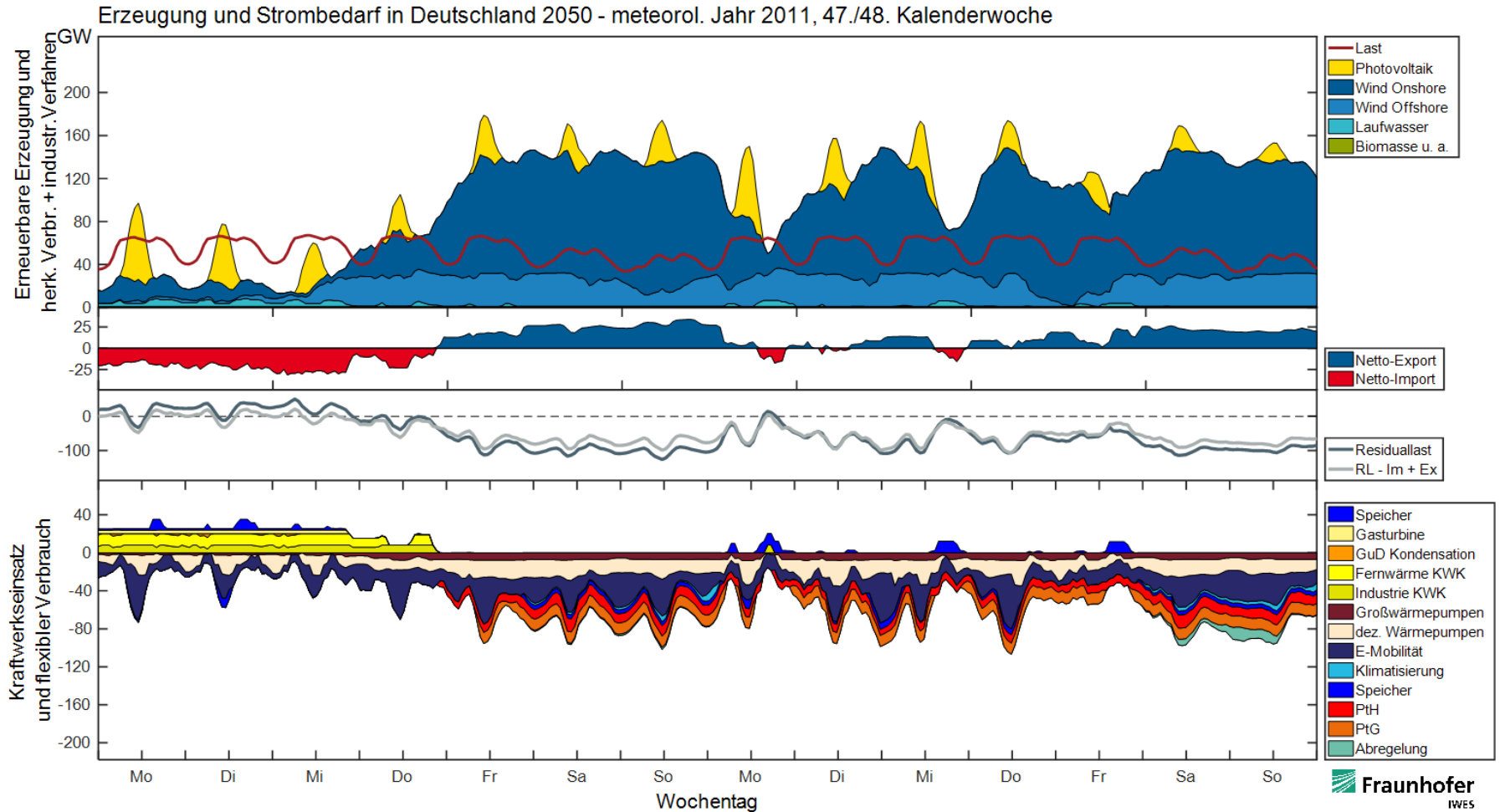
Beispielhafte Ergebnisse SCOPE für 2050: Anteile der Technologien an den Wärmemärkten



EFH = Einfamilienhaus, MFH = Mehrfamilienhaus, GHD = Gewerbe/Handel/Dienstleistung,
(G)WP = (Groß)Wärmepumpe, HKW = Heizkraftwerk, PtH = Power-to-Heat

Fraunhofer IWES (2017)

Beispielhafte Ergebnisse SCOPE für 2050: Stromerzeugung und Stromverbrauch



Fraunhofer IWES (2017)

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

Kontakt Daten:

Dipl.-Wirtsch.-Math. Diana Böttger

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)
Institutsteil Energiesystemtechnik

FuE-Bereich Energiewirtschaft und Systemanalyse

Goethestr. 27 | 34119 Kassel (Besucheradresse)

Königstor 59 | 34119 Kassel (Postadresse)

E-Mail: diana.boettger@iwes.fraunhofer.de

Telefon: 0561 / 7294 - 1738

<http://www.energiesystemtechnik.iwes.fraunhofer.de>

Quellen

- **Böttger (2017): Energiewirtschaftliche Auswirkungen der Power-to-Heat-Technologie in der Fernwärmeversorgung bei Vermarktung am Day-ahead Spotmarkt und am Regelleistungsmarkt, Universität Leipzig, eingereichte Dissertation**
- **Fraunhofer IWES (2017): Analyse eines europäischen -95%-Klimazielszenarios über mehrere Wetterjahre. Teilbericht im Rahmen des Projektes: KLIMAWIRKSAMKEIT ELEKTROMOBILITÄT - Entwicklungsoptionen des Straßenverkehrs unter Berücksichtigung der Rückkopplung des Energieversorgungssystems in Hinblick auf mittel- und langfristige Klimaziele. Kassel. Online verfügbar unter projekt-envelmo.iwes.fraunhofer.de/includes/reports/Auswertung_7Wetterjahre_95Prozent_FraunhoferIWES.pdf**