

MOTIVATION FÜR FORSCHUNGSVORHABEN

- Wechselwirkungen mit den für einen stabilen Netzbetrieb notwendigen Systemdienstleistungen (SDL) verursachen ca. 20% der CO₂-Emissionen
- Ziel: Planung eines CO₂- und kostenoptimalen sektorenübergreifenden Energiesystems mit Berücksichtigung der SDL

NÄCHSTE GENERATION ENERGIESYSTEMPLANUNG

- Sektorenübergreifendes Energiesystemmodell basierend auf Modellierungssprache GAMS
- Optimierung bzgl. CO₂ und Kosten → multikriterielle Zielfunktion

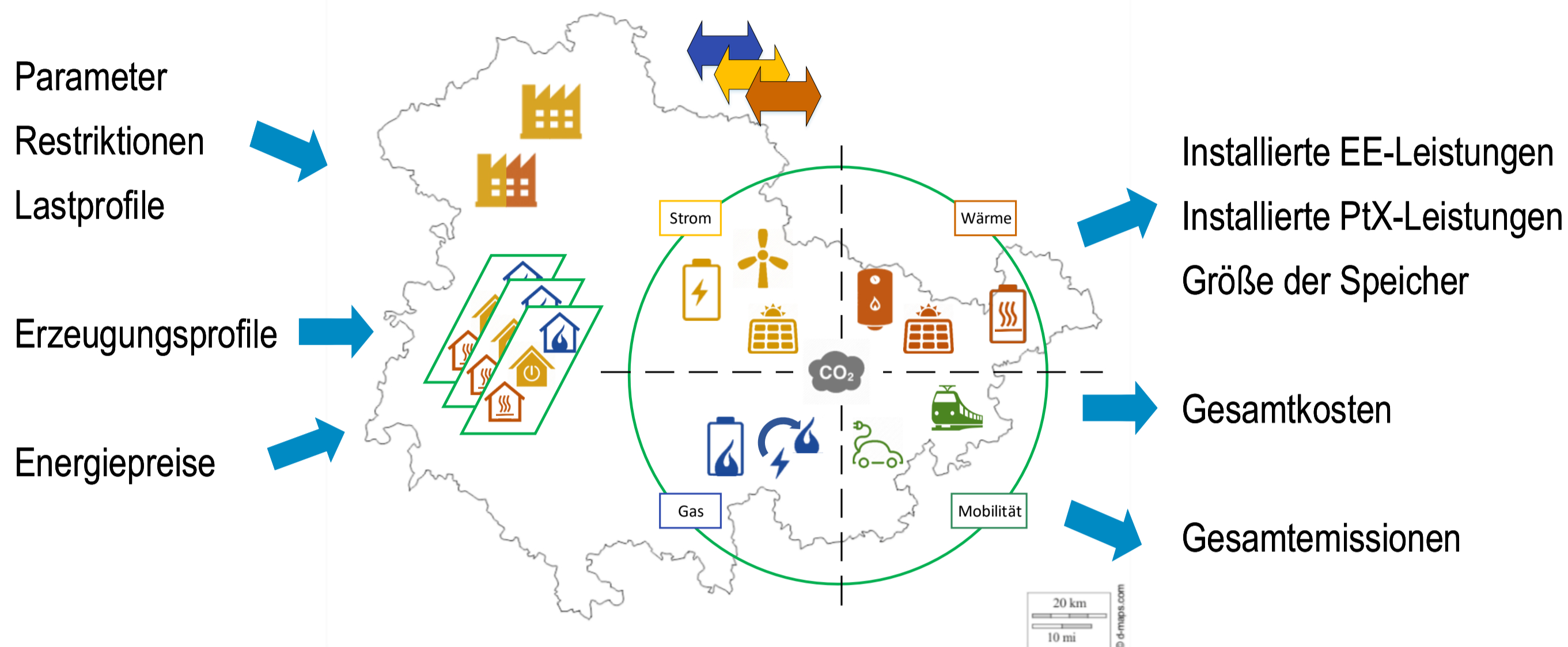


Abb. 1: Energiesystemmodell am Beispiel Thüringens

SEKTORENÜBERGREIFENDE SDL-ERBRINGUNG

- Prüfen der Stabilitätskriterien der Sektoren Strom, Gas, Wärme/Kälte und Mobilität
 - Sektor Strom: Leistungs-Frequenz-Regelung, Spannungshaltung, Betriebsführung, Netzwiederaufbau
 - Sektor Gas: Druckhaltung, Brennwertnachverfolgung
 - Sektor Wärme/Kälte: thermische Stabilität, hydraulische Stabilität
- Regionalisiertes Modell in Matlab/Simulink zur Abbildung der SDL
- Berücksichtigung der Energieverteilinfrastruktur generiert zusätzliche Nebenbedingungen für das Gesamtsystem
- Einschätzung der technologischen Eignung verschiedener Flexibilitätsoptionen berücksichtigt

Tab. 1: Berücksichtigte Technologien zur SDL-Bereitstellung

Strom	Strom-Gas	Gas-Strom und Wärme	Strom-Wärme
Pumpspeicher	Elektrolyseur	Brennstoffzellen	Erdwärmepumpen
Batteriespeicher		GuD-Kraftwerke	Luftwärmepumpen
		Gasturbinen	Elektrodenkessel
		BHKW	

RÜCKKOPPLUNG DER SDL AUF DIE ENERGIESYSTEMPLANUNG

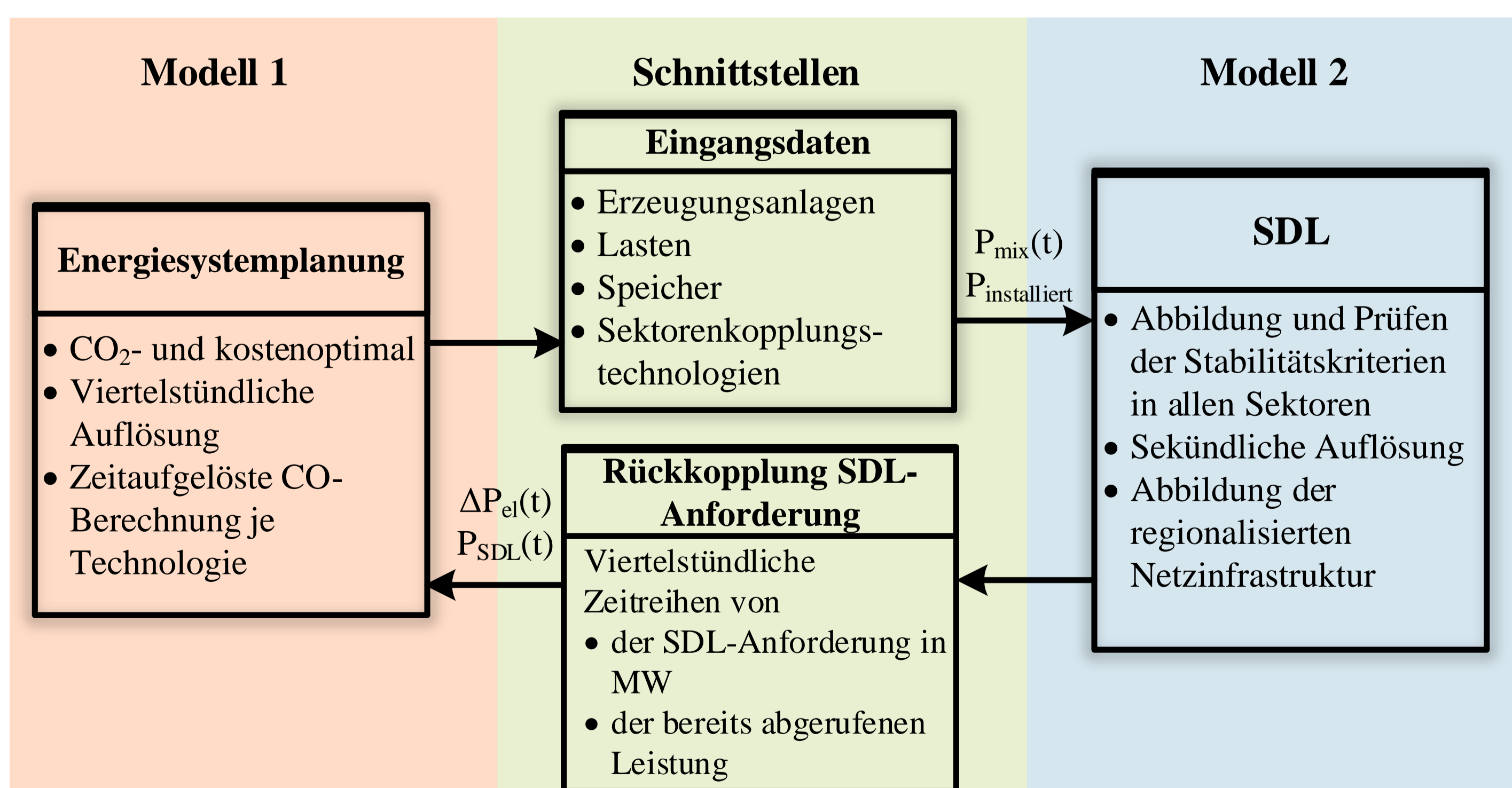


Abb. 2: Schnittstellen für iterative Simulation der Modelle

NUMERISCHE FALLSTUDIEN

- Szenario A: Basisszenario Thüringen ohne SDL
- Szenario B: Szenario mit SDL-Rückkopplung
 - B1: SDL-Erbringung auch mit PtX-Technologien
 - B2: SDL-Erbringung nur konventionell

Tab. 2: SDL-Anforderung

SDL (positiv)	SDL (negativ)
67,7 GWh	73,2 GWh

Tab. 3: Technologiemitmix ohne und mit SDL-Rückkopplung

Technologie	Installierte Leistung [MW]		
	Szenario A – ohne SDL Rückkopplung	Szenario B1 – SDL Erbringung mit PtX Technologien	Szenario B2 –SDL Erbringung rein konventionell
Pumpspeicher	1514	1514	1514
Batteriespeicher	5000	5000	5000
Elektrolyseur	1174	1174	1174
Brennstoffzellen	511	511	511
GuD-Kraftwerke	0	0	0
Gasturbinen	0	1	20
BHKW	0	0	0
Erdwärmepumpen	0	0	0
Luftwärmepumpen	0	0	0
Elektrodenkessel	0	29	0

→ SDL haben sogar ohne Betrachtung der Leistungsvorhaltung Einfluss auf die CO₂-minimale Energiesystemplanung

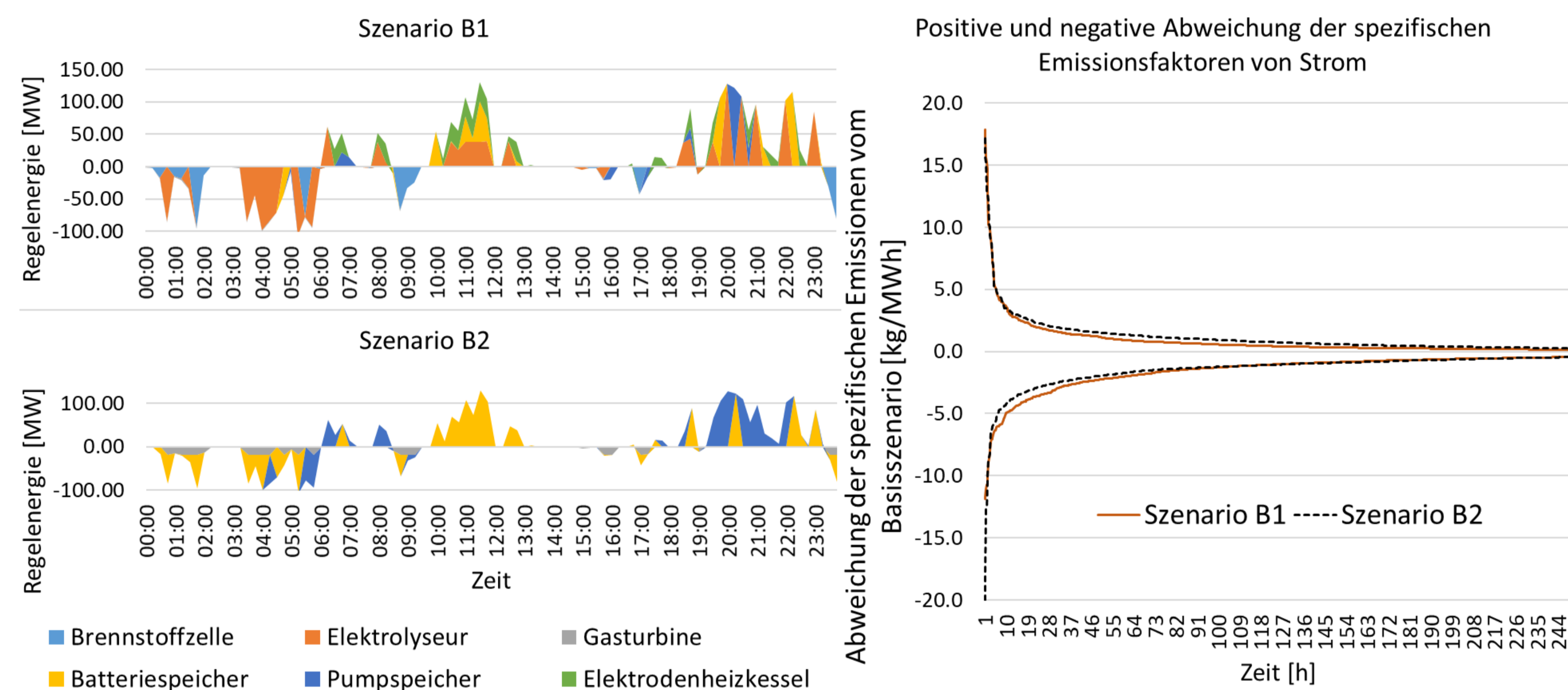


Abb. 3: Technologiemitmix mit SDL-Rückkopplung

Abb. 4: Abweichungen der spezifischen Emissionen vom Referenz-Szenario

→ Reduzierter Einsatz von Batteriespeicher, Pumpspeicher und Gasturbine durch Einsatz von Heizstab, Elektrolyse und Brennstoffzelle

FAZIT

- Sektorenkopplungs-Technologien führen dazu, dass die spezifischen CO₂-Emissionen im Vergleich zu Szenario A
 - bei positiver Abweichung: seltener und geringer steigen
 - bei negativer Abweichung: stärker reduzierte Emissionsfaktoren zur Folge haben
- Beachtung der SDL-Erbringung und die Vorhaltung von Kapazitäten zur SDL-Erbringung muss in der Energiesystemplanung beachtet werden

UMSETZUNG IM FELDTEST AB 2022

- Ziel: Konzept der sektorenübergreifenden Bereitstellung von CO₂-minimalen Flexibilitäten mit Unternehmen im Feldtest umsetzen
- Individuelle Ausweisung der Flex-Potentiale bisher mit hohem Aufwand verbunden
- Einfaches, sektorenübergreifendes, CO₂-emissionsminderndes Steuersignal
- Mehrstufige Integration von Unternehmen, um Skalierbarkeit und niedrigschwellige Zugang der Erschließung und Nutzbarmachung von Flexibilitäten für KMU zu erproben

KONTAKT

M. Sc. Elisabeth Feldhoff
Dipl.-Math. Steffi Naumann
Dipl.-Ing. Christoph Frenkel
Dipl.-Geogr. Jana Liebe
Dr.-Ing. Steffen Schlegel
Prof. Peter Bretschneider
Prof. Dirk Westermann

elisabeth.feldhoff@tu-ilmenau.de
steffi.naumann@iosb-ast.fraunhofer.de
christoph.frenkel@theen-ev.de
jana.liebe@theen-ev.de
steffen.schlegel@tu-ilmenau.de
peter.bretschneider@iosb-ast.fraunhofer.de
dirk.westermann@tu-ilmenau.de

