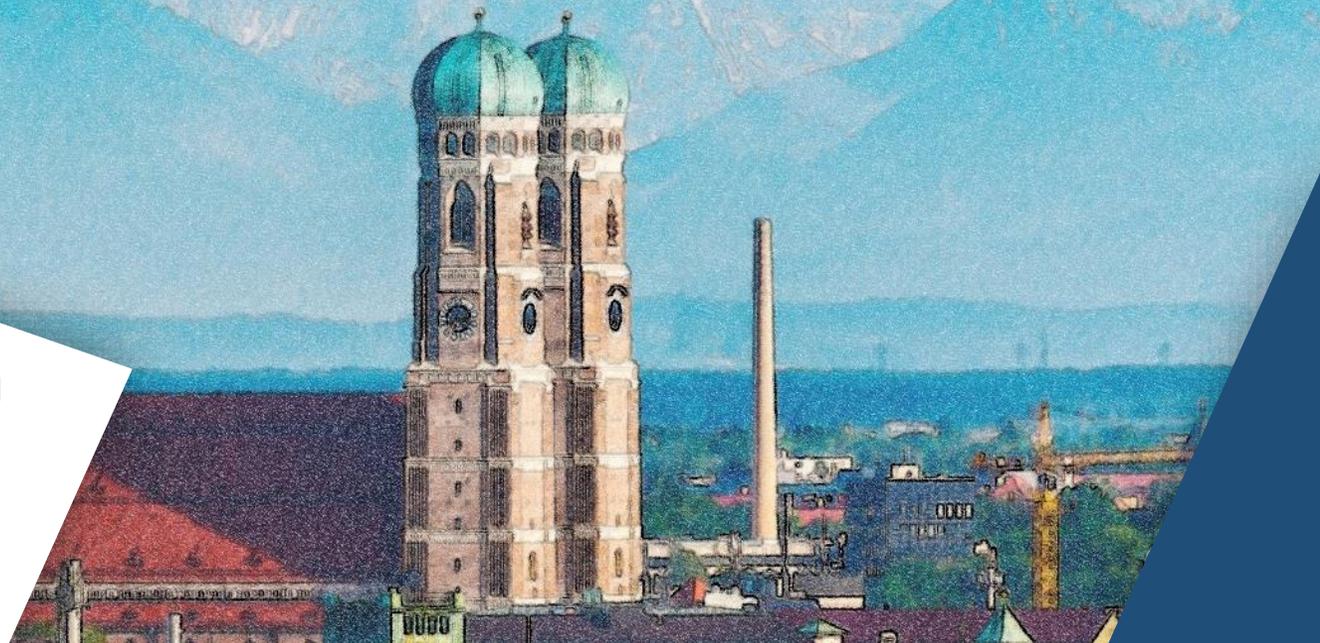




FFE

Auswirkungen von industriellen CO₂-Verminderungsmaßnahmen auf die Flexibilität von Prozessen und Technologien

Tobias Hübner, Konstantin Metzger, Frank Veitengruber, Serafin von Roon
18.02.2022



Agenda

1

Motivation

2

Zielsetzung

3

Methodik

4

Ergebnisse

5

Fazit

Hohes Klimaschutzambitionsniveau ändert die Flexibilität von industriellen Prozessen

Dekarbonisierung Industrie	Auswirkung von CO ₂ - Verminderungsmaßnahmen auf das Flexibilitätspotenzial	Veränderung Energiebedarf im Energiesystem
<ul style="list-style-type: none">• 23% der deutschen Emissionen an CO₂• Davon 70% an Grundstoffindustrie	<ul style="list-style-type: none">• Maßnahmen wirken sich auf Stromverbrauch und Leistung aus	<ul style="list-style-type: none">• Auslastung fluktuierender Energien steigt• Bei konstanter Leistung geht zurück

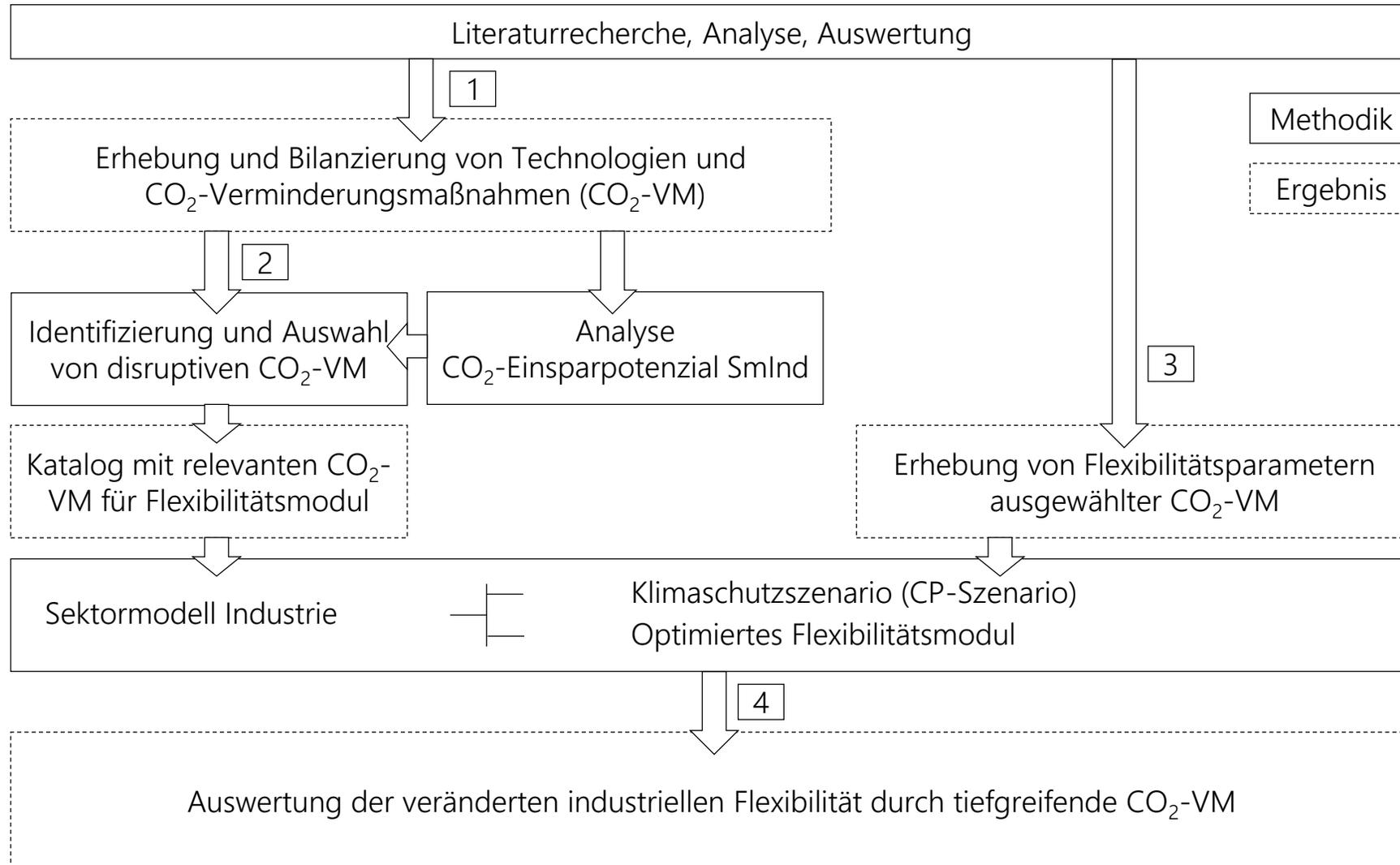
*AGORA 2020

Zielsetzung

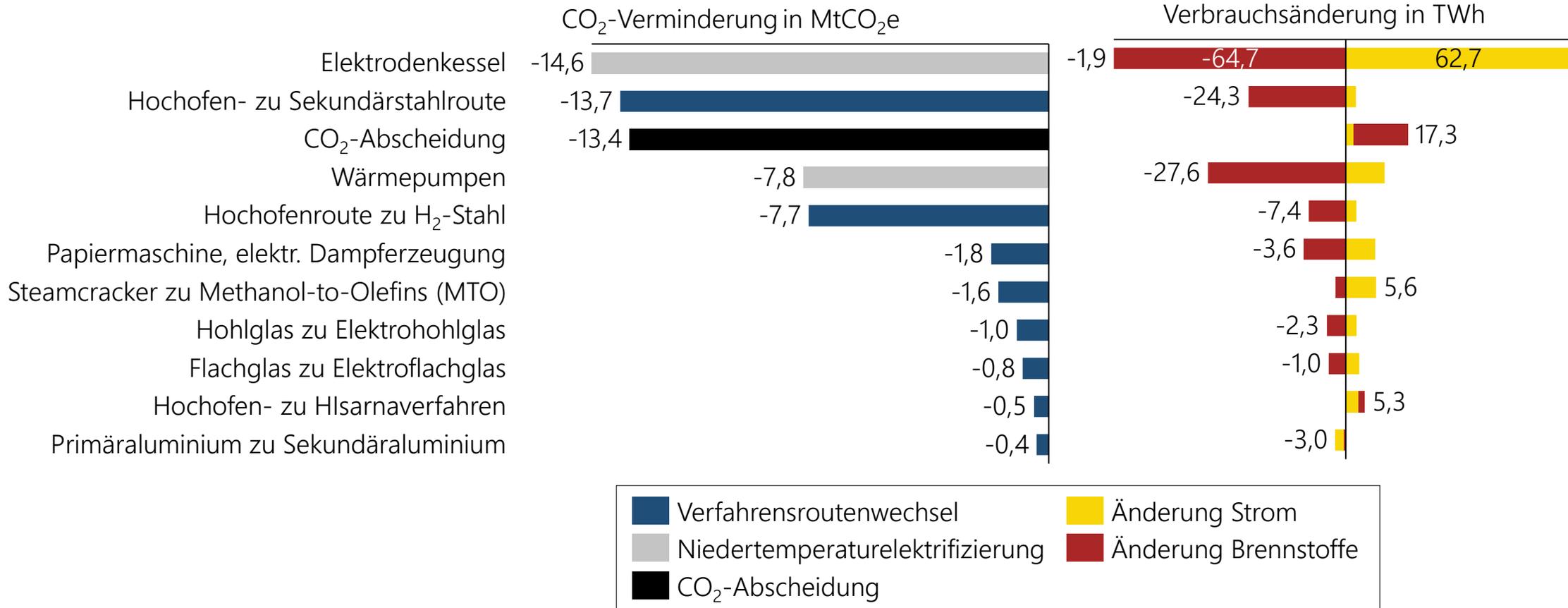
Ziel 1 | Konstruieren einer Methode, mit welcher die Entwicklung von Flexibilitätspotenzialen und weiteren flexibilitätsrelevanten Parametern von Prozessen und Technologien in einem Industriemodell abgeleitet werden kann

Ziel 2 | Erfassen von disruptiven CO₂-Verminderungsmaßnahmen, die sich auf die Flexibilitätspotenziale im Industriesektor auswirken

Ziel 3 | Erarbeiten, inwiefern sich die Umsetzung der identifizierten und ausgewählten CO₂-Verminderungsmaßnahmen auf das Flexibilitätspotenzial und die weiteren flexibilitätsrelevanten Parameter von Prozessen und Technologien in der Industrie auswirken



Ergebnisse: Relevante CO₂-Verminderungsmaßnahmen



Ergebnisse: Technologien für das Flexibilitätsmodul

Industrie	Prozess/Technologie	Flexibilitätspotenzial
Stahl	Hochofenroute	+
	Sekundärstahlroute (Elektrolichtbogenofen)	✓
	Direktreduktion und Elektrolichtbogenofen (DRI & EAF)	✓
	Hlsarna-Verfahren	+
Papier	Papiermaschine	+
	Papiermaschine, elektrische Dampferzeugung	✓
Chemie	Ethylenherstellung, Fossiler Steamcracker	+
	Ethylenherstellung, Methanol-to-Olefins	✓
Glas	Flachglasherstellung	✓
	Hohlglasherstellung	✓
	Elektroflachglasherstellung	+
	Elektrohohlglasherstellung	+
Sonstige Technologien	Wärmepumpe	✓
	Elektrodenkessel	✓
CO ₂ -Abscheidung	CO ₂ -Abscheidung Hochofen	+
	CO ₂ -Abscheidung Klinker	+
	CO ₂ -Abscheidung Kalk	+
	CO ₂ -Abscheidung Hlsarna	✓
Aluminium	Primäraluminium	✓
	Flex-Primäraluminium	✓
	Sekundäraluminiumroute	+

✓: verfügbar +: nicht verfügbar

Grundlegende Funktionalität des Flexibilitätsmoduls



1. Normierte synthetische Lastgänge je WZ-Ebene



- Strom Prozess
- Raumwärme und Warmwasser

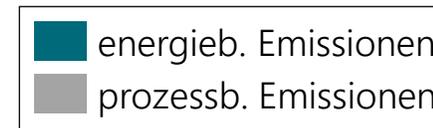
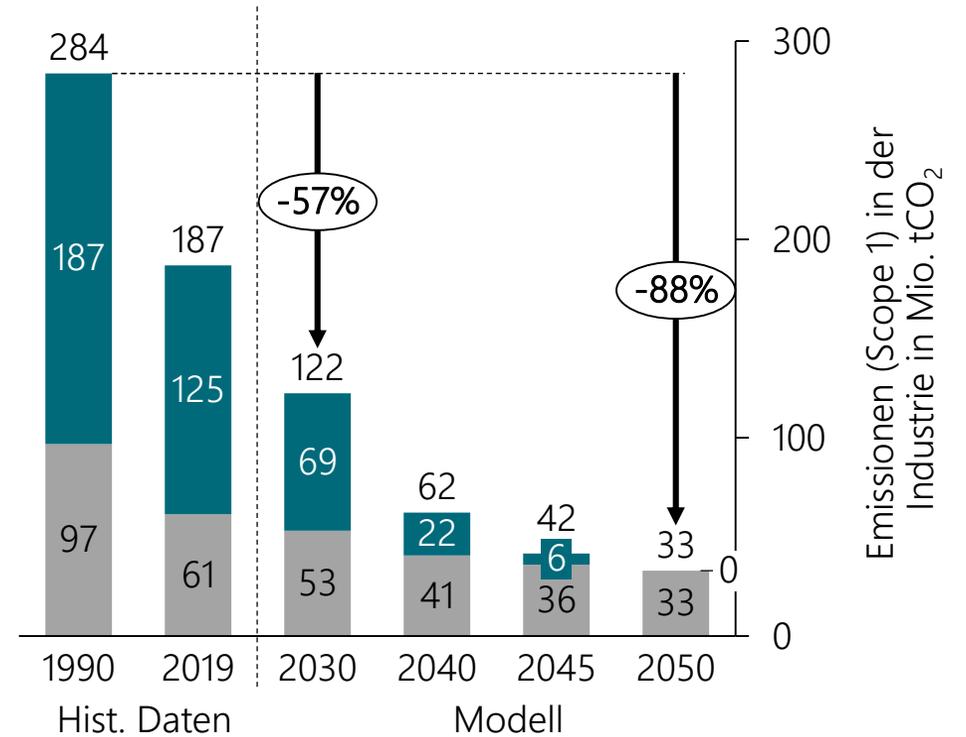
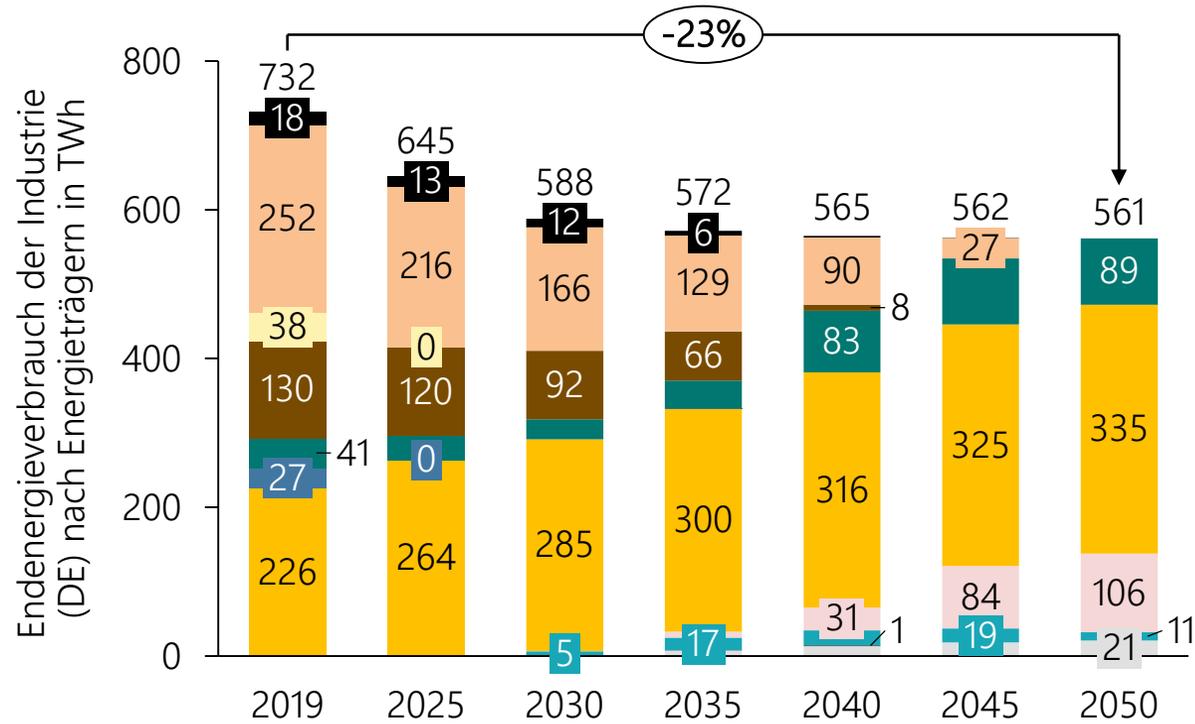
2. Aufbereitung der Lastgänge und Implementierung exogener Parameter



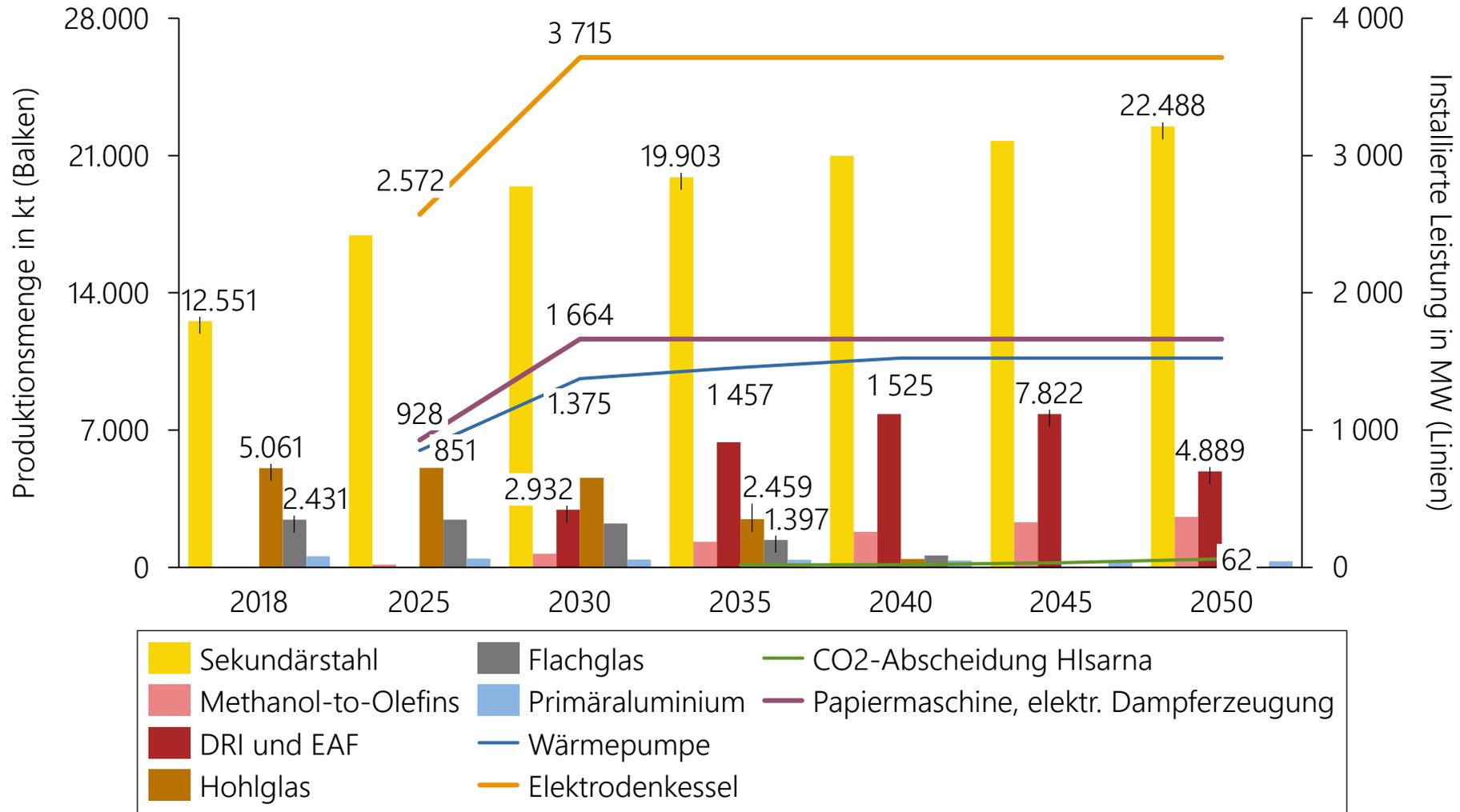
3. Gemischte- ganzzahlige Optimierung hinsichtlich eines Flexsignals (z.B. Strompreise)

- Flexibilisierter Lastgang und Differenzlastgang
- Abrufhäufigkeit pro Jahr
- Flexibilisierte Energie
- Abgerufene Leistungen nach Klassen

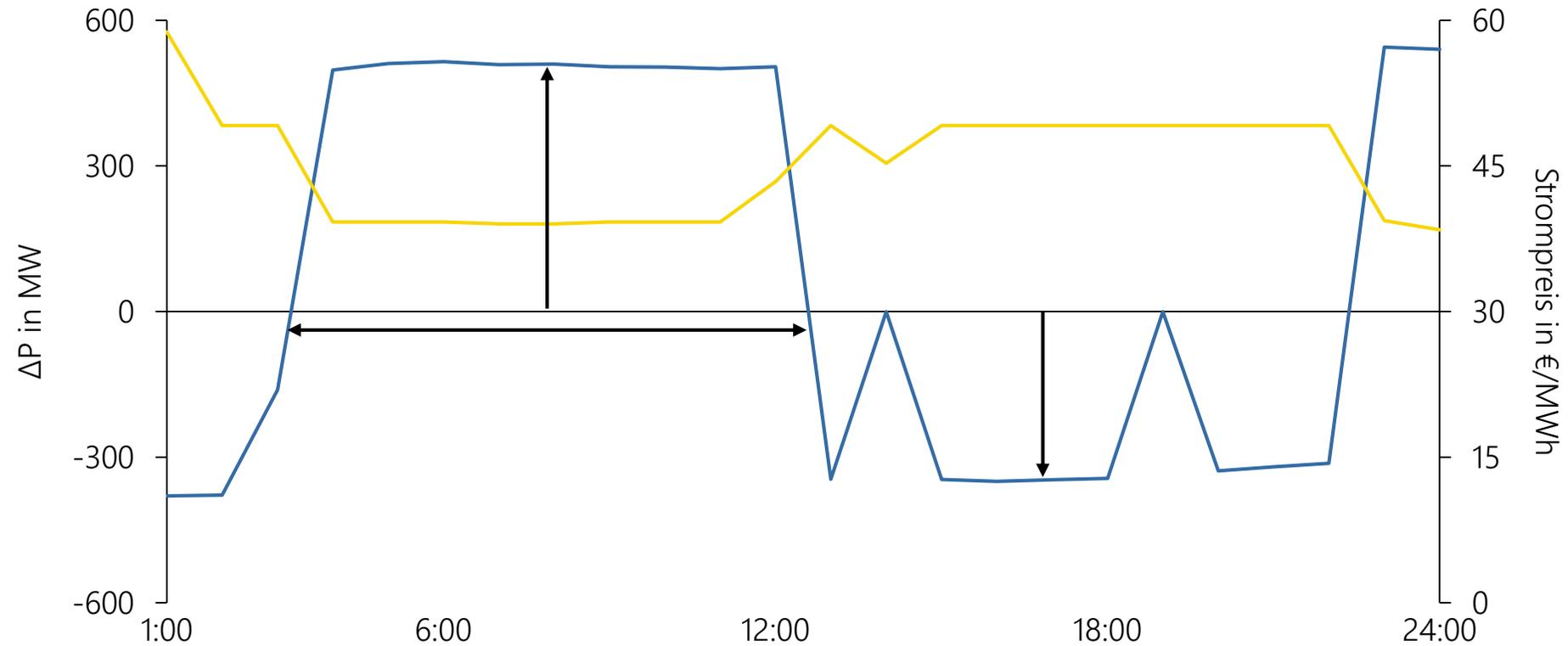
Die Ergebnisse basieren auf einem Klimaschutzzenario



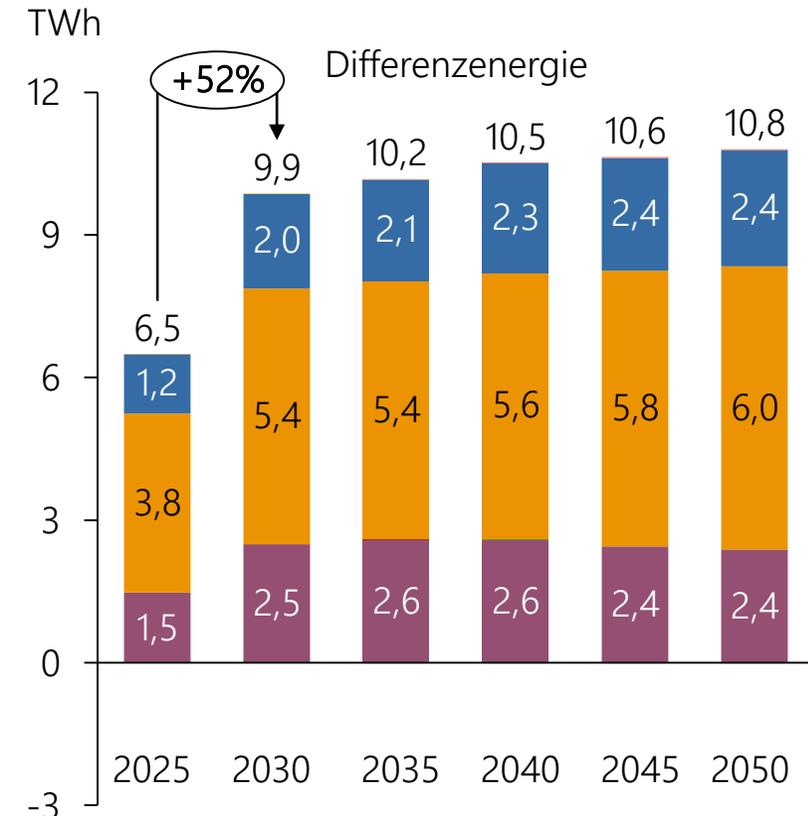
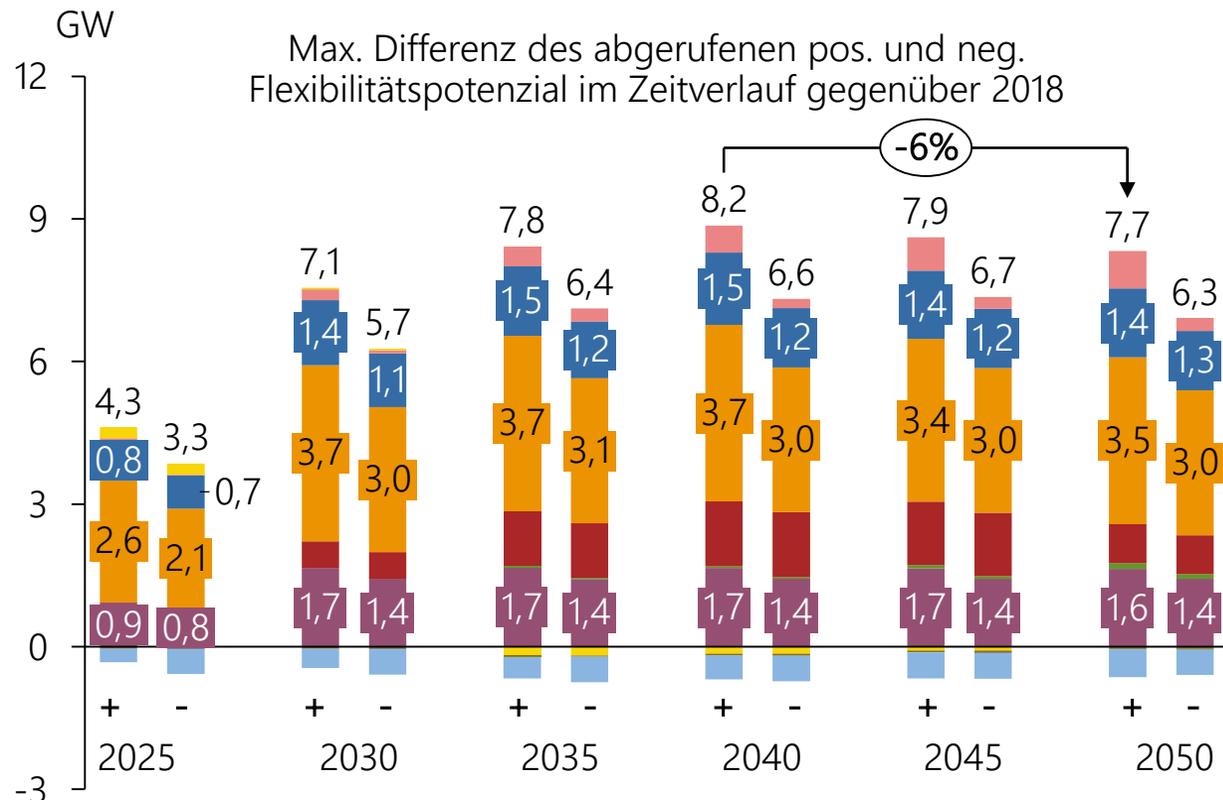
Entwicklung flexibilitätsrelevanter Prozesse und Technologien



Modellfunktionalität am Beispiel der Wärmepumpe

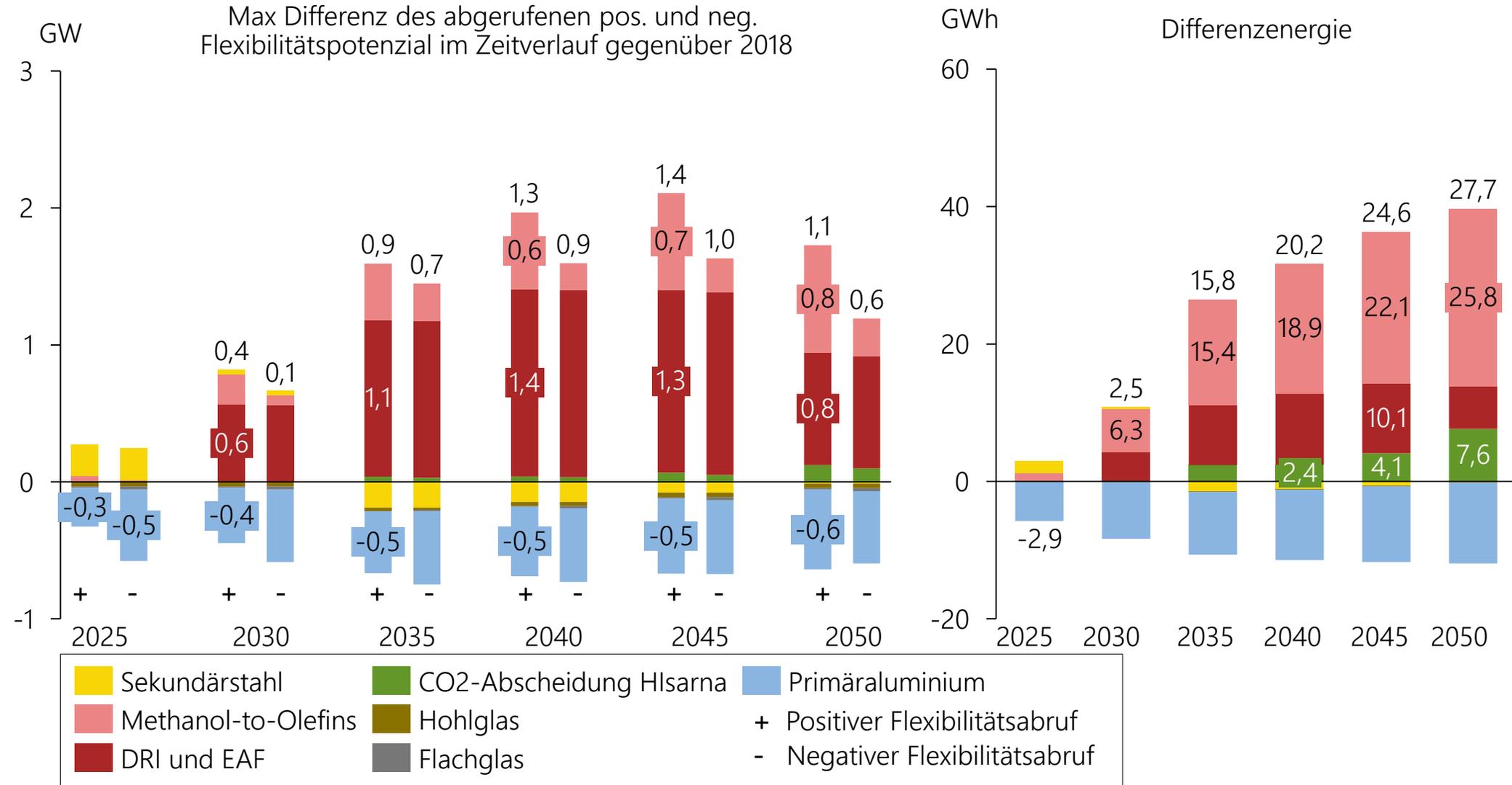


Maximales Differenzpotenzial und Differenzenergie der Prozesse und Technologien



Sekundärstahl	DRI und EAF	Flachglas
Methanol-to-Olefins	CO2-Abscheidung Hlsarna	Primäraluminium
Wärmepumpe	Papiermaschine, elektr. Dampferzeugung	+ Positiver Flexibilitätsabruf
Elektrodenkessel	Hohlglas	- Negativer Flexibilitätsabruf

Maximales Differenzpotenzial und Differenzenergie der Prozesse



Fazit

Durch die Dekarbonisierung des Industriesektors entsteht ein zusätzliches Flexibilitätspotenzial von 7,7 GW bzw. 6,3 GW in 2050 ggü. 2018

Bei hohem industriellen Klimaschutzambitionsniveau entstehen zusätzlich 10,8 TWh an Flexibilitätsenergie in 2050 ggü. 2018

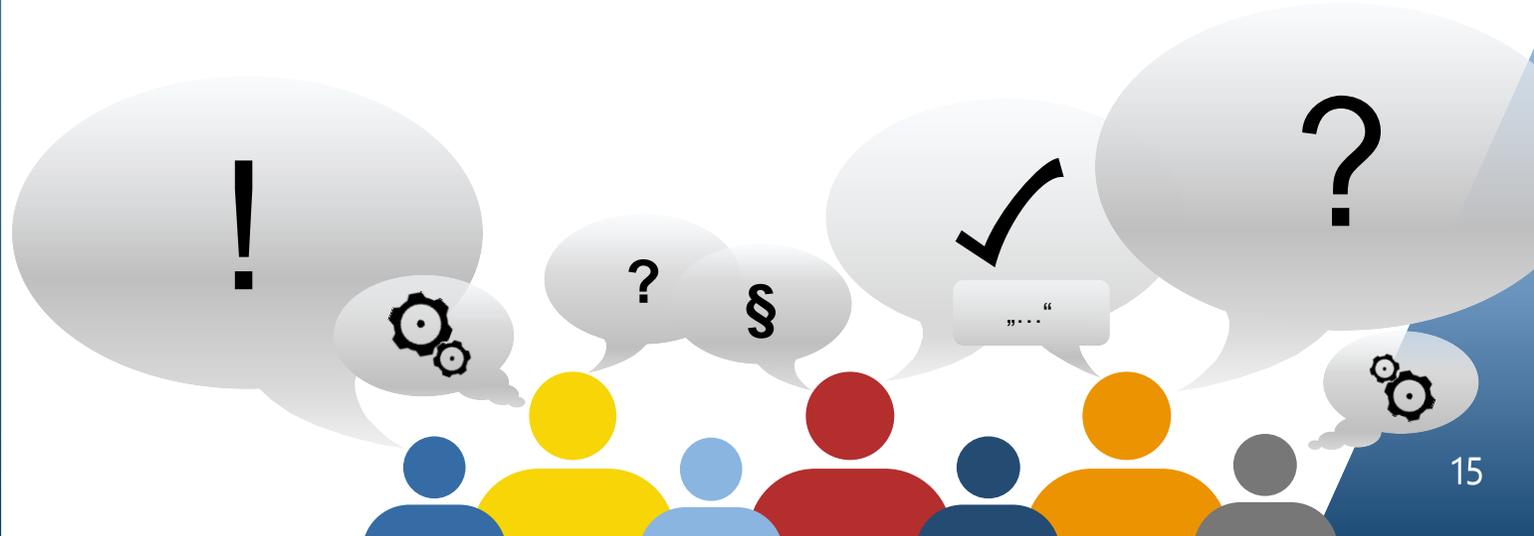
Reine Wärmeversorger eignen sich für die Überbrückung längerfristiger Zeiträume, wohingegen wertschöpfende Prozesse primär zum Ausgleich kurzzeitiger extremer Lastspitzen nützen

Diskussion, Anregungen und Fragen

Konstantin Metzger, M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter und
Projektingenieur

Forschungsgesellschaft für
Energiewirtschaft mbH
kmetzger@ffe.de





Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner

Wissenschaftlicher Leiter

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

Tel.: +49(0)89 15 81 21- 0

Email: uwagner@ffe.de



Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Mauch

Geschäftsführer

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

Tel.: +49(0)89 15 81 21- 0

Email: wmauch@ffe.de



Dr.-Ing. Serafin von Roon

Geschäftsführer

Forschungsgesellschaft für

Energiewirtschaft mbH

Tel.: +49(0)89 15 81 21- 51

Email: sroon@ffe.de



Forschungsstelle für Energiewirtschaft

Am Blütenanger 71 – 80995 München

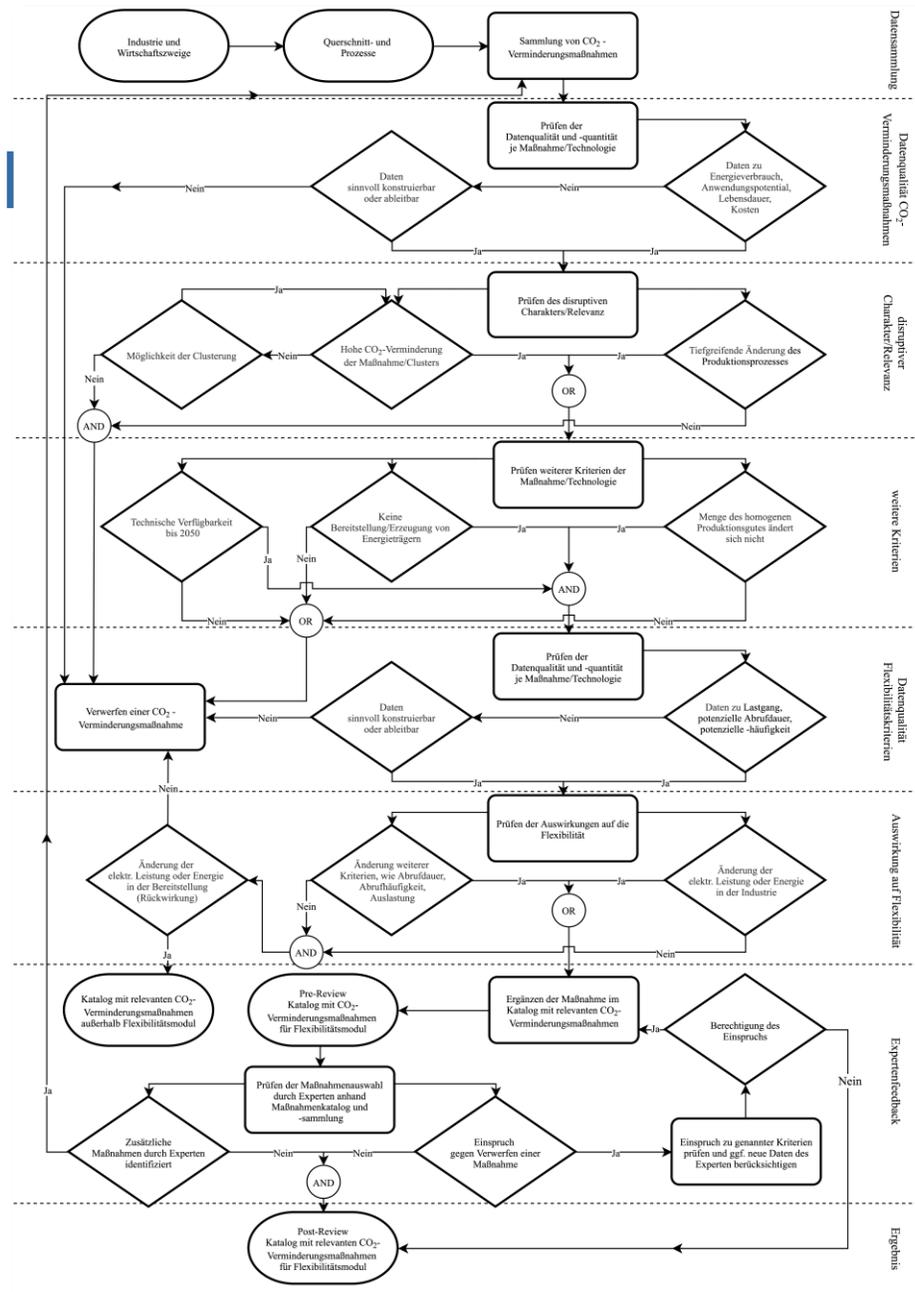
Tel.: +49(0)89 15 81 21 – 0

Email: info@ffe.de

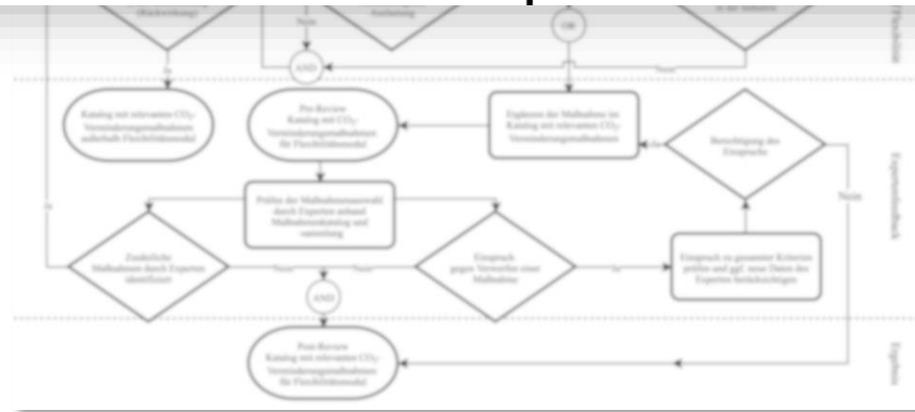
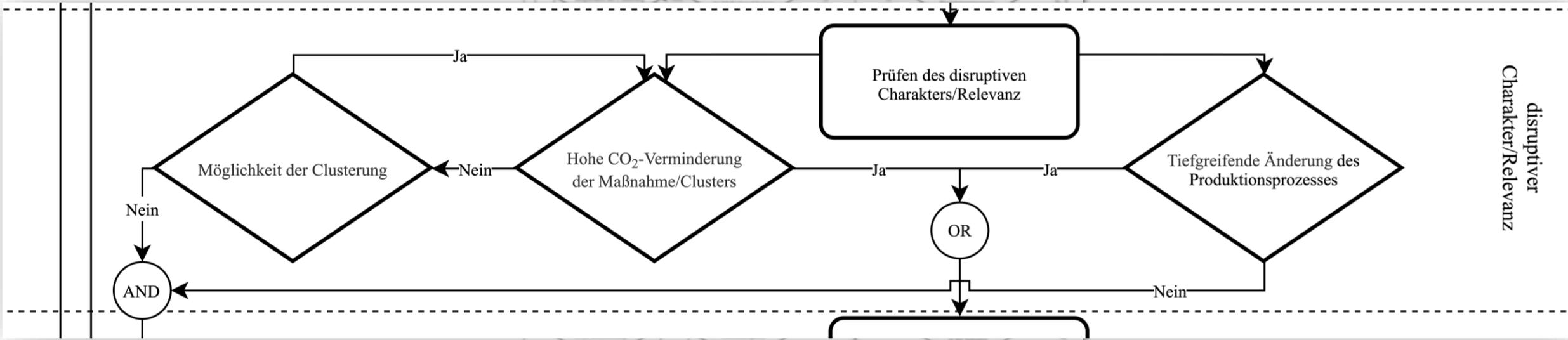
Internet: www.ffe.de

Twitter: @FfE_Muenchen

Methodik der Maßnahmenauswahl



Methodik der Maßnahmenauswahl



Charakter/Relevanz
disruptiver