
POWER-TO-HEAT - UND POWER-TO-GAS - KETTEN ZUM AUSGLEICH VON ERNEUERBAREM ÜBERSCHUSSSTROM

Dialogplattform Power to Heat
Goslar, 5. Mai 2015

Christine Brandstätt
in Zusammenarbeit mit Max Fette, Sabine Meyer und anderen

Ergebnisse des Forschungsprojekts “Multi-Grid-Storage”



ENERGIESPEICHER
Forschungsinitiative der Bundesregierung



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

- **Flexibilität durch P2H**
- **Modellierung in MuGriFlex**
- **Szenarien verschiedener Rahmenbedingungen**
- **Schlussfolgerungen**

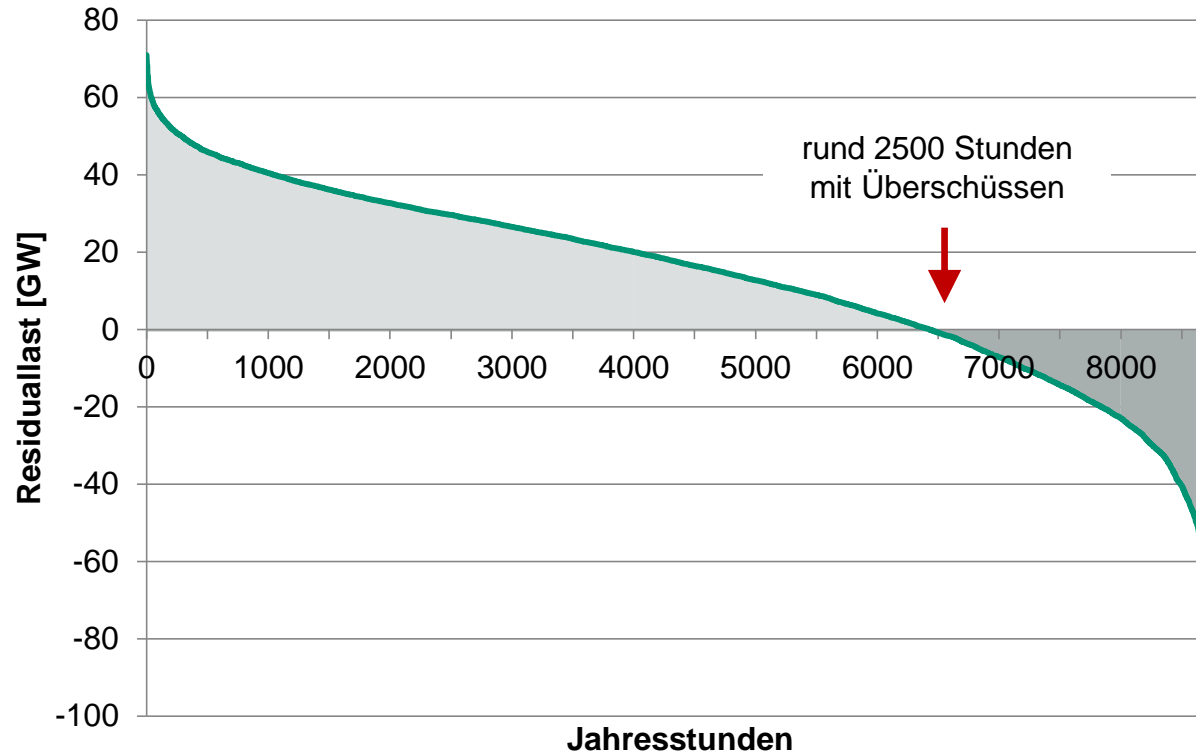


Bildquelle: faz.net

Ausgleichsbedarf in der Stromversorgung



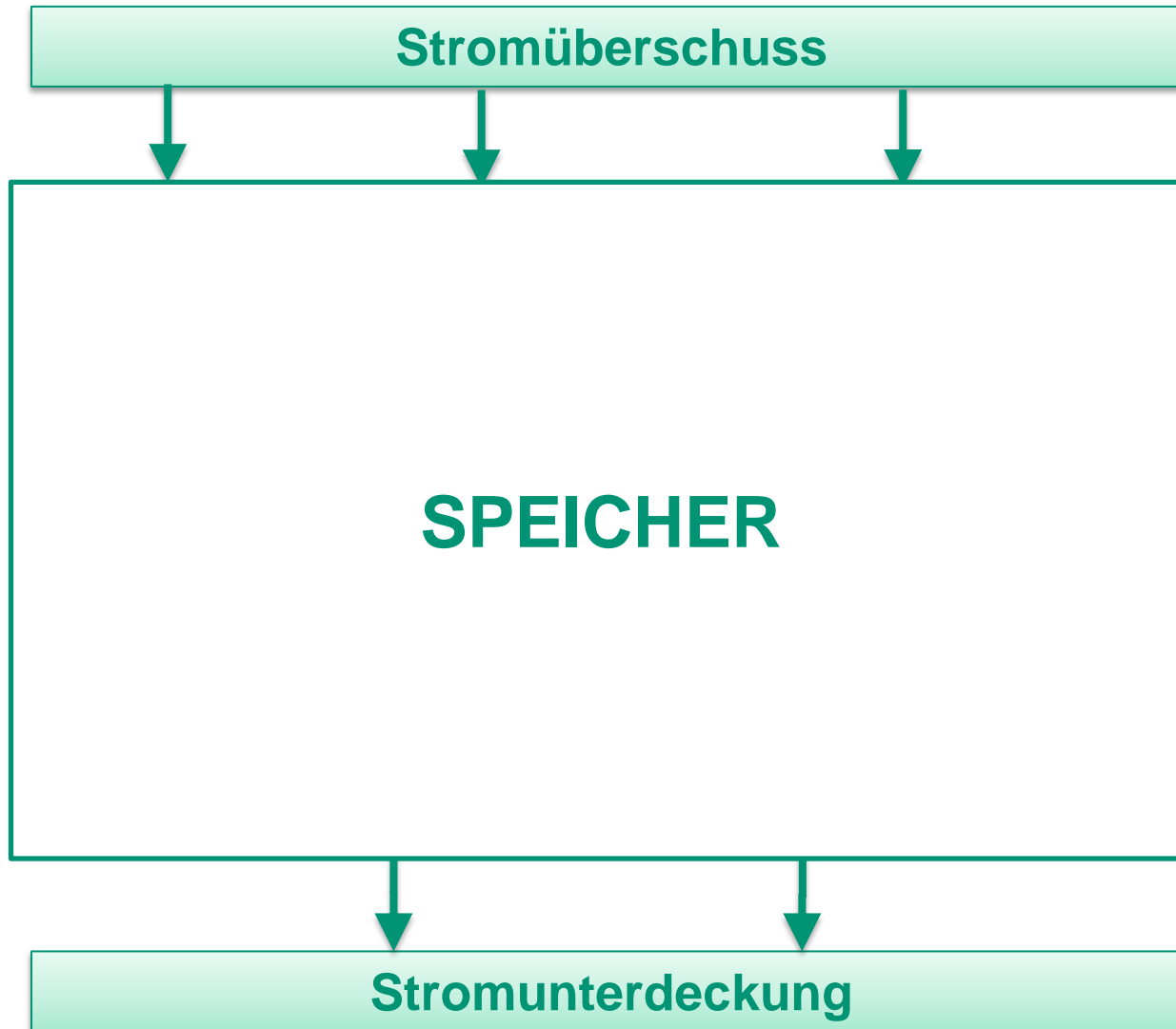
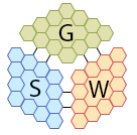
- geordnete Dauerlinie der Residuallast bei hohen EE-Anteilen



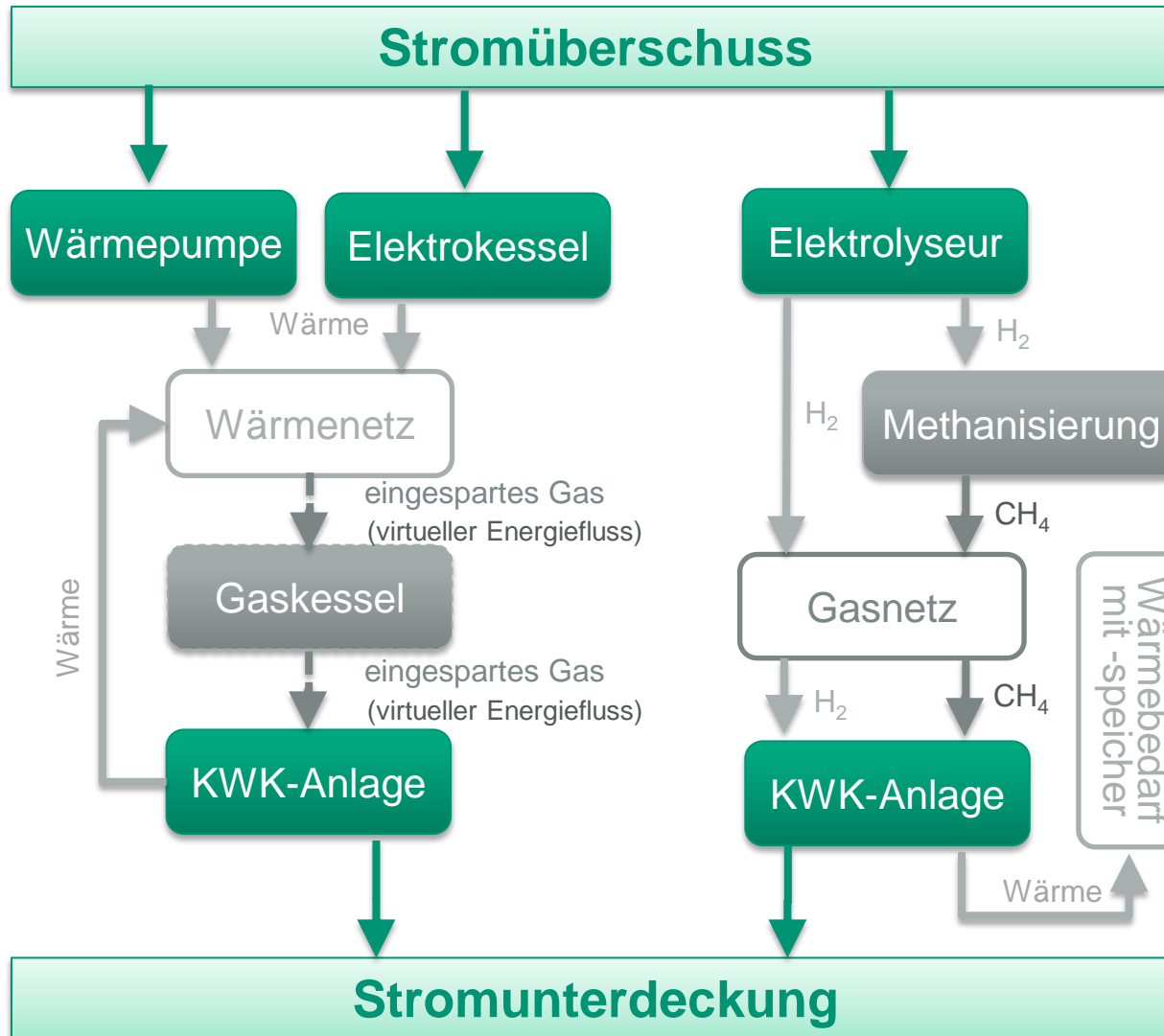
Quelle Daten: Krzikalla et al. 2013

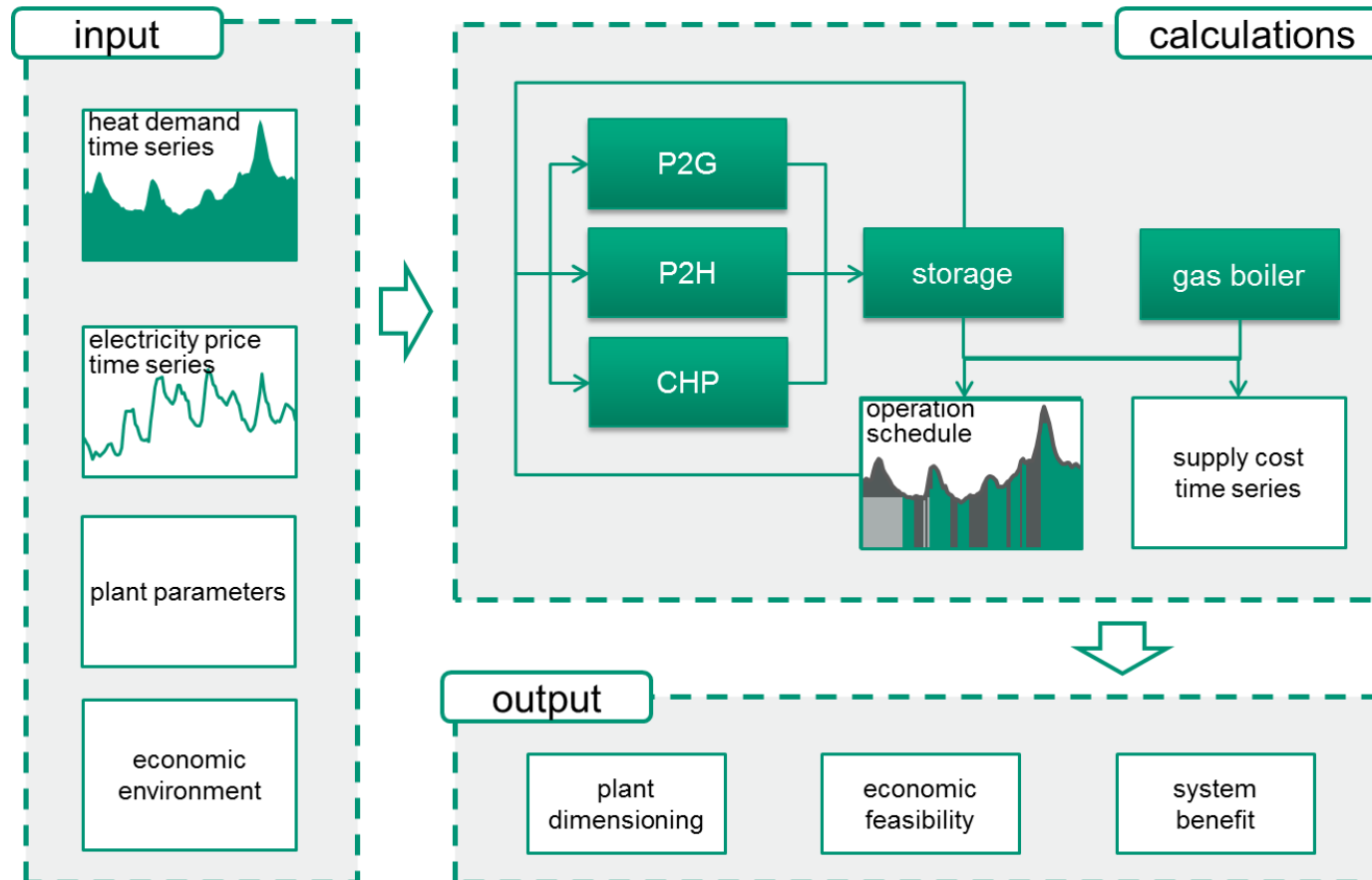
- immer häufiger Überschüsse, die ‚eingespeichert‘ werden müssen
- Zeiträume mit Unterdeckung, wenn ‚ausgespeichert‘ werden kann, dominieren

Analysierte Speicherketten



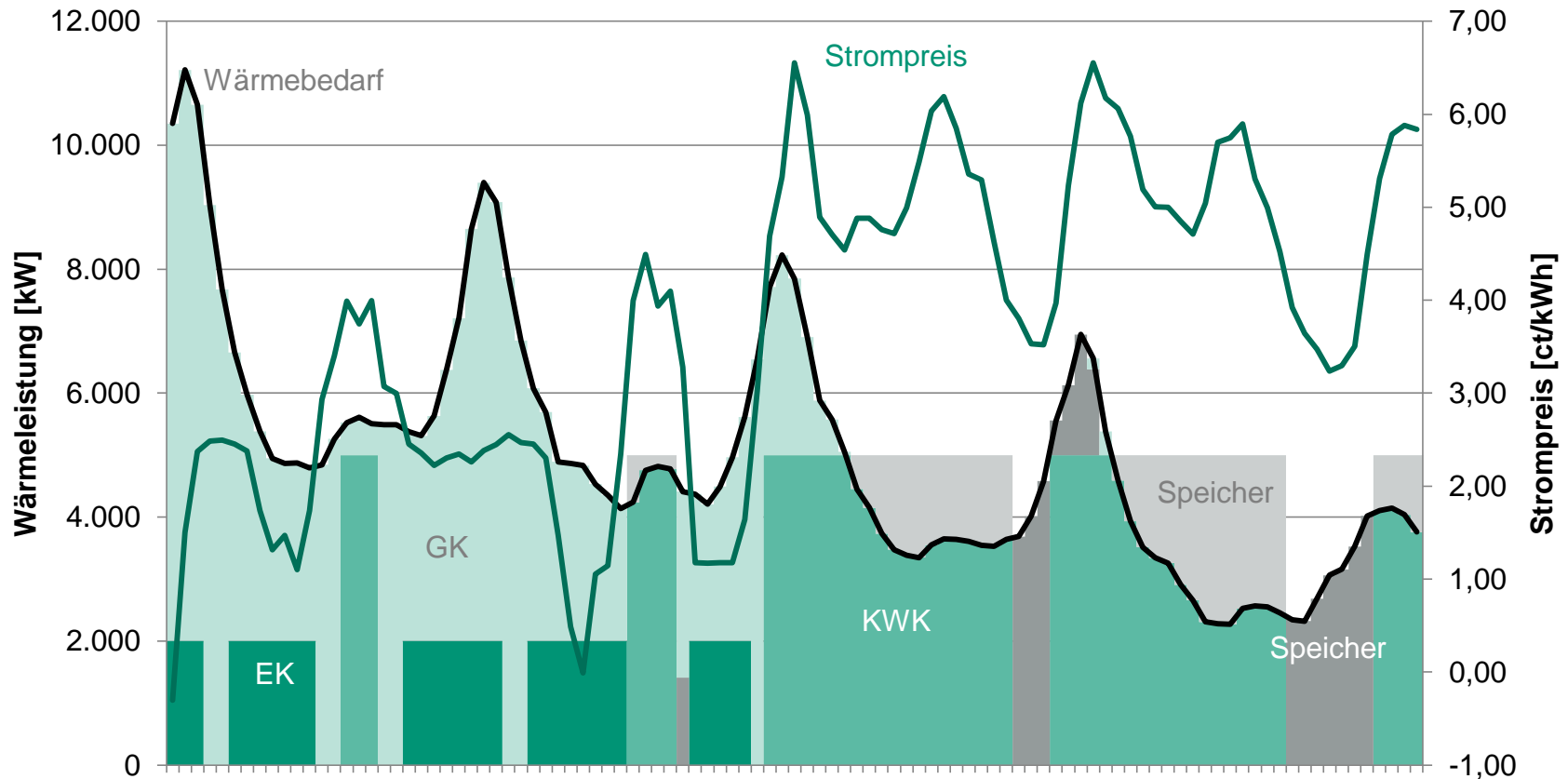
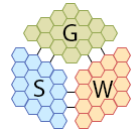
Analysierte Speicherketten





- stundengenaue Simulation der Speicherketten über ein Jahr anhand von variierenden Strompreisen und Wärmebedarf

Einsatzplanung in MuGriFlex



- Einsatz der günstigsten Wärmeversorgungsoption unter Berücksichtigung von Speicherkapazität und Ramping-Kosten

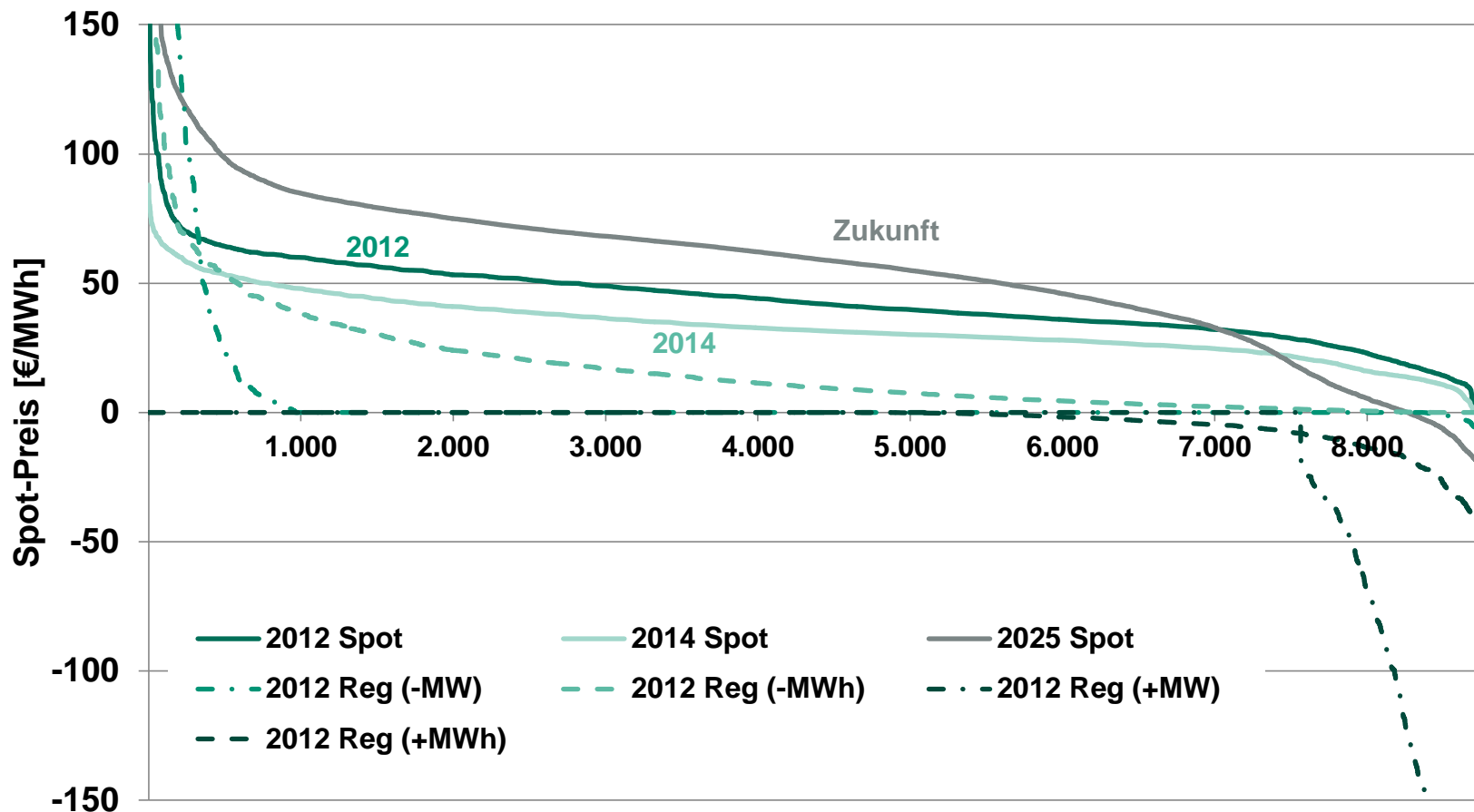
Anlagenparameter



Anlage	Parameter	Einheit	mittleres Wärmenetz
Elektrokessel	thermische Leistung	kW_{th}	2.000
	Arbeitszahl	kW_{th}	0,99
	Investitionskosten	1000 €	328
Wärmepumpe	thermische Leistung	kW_{th}	2.000
	Arbeitszahl	kW_{th}	2,8
	Investitionskosten	1000 €	1.500
KWK-Anlage	thermische Leistung	kW_{th}	5.000
	elektrische Leistung	kW_{el}	5.073
	Investitionskosten	1000 €	3.332
PEM Elektrolyser	thermische Leistung	kW_{th}	2.000
	Effizienz (heute / Zukunft)	%	54 / 70
AL Elektrolyser	thermische Leistung	kW_{th}	2.000
	Effizienz (heute / Zukunft)	%	67 / 70
SO Elektrolyser	thermische Leistung	kW_{th}	2.000
	Effizienz (heute / Zukunft)	%	77 / 77
Gaskessel	thermische Leistung	kW_{th}	20.000
Wärmespeicher	thermische Leistung	kWh_{th}	30.000
	Investitionskosten	1000 €	575
Wärmenetz	Wärmebedarf	$\text{MWh}_{\text{th}}/\text{a}$	46.175
	thermische Spitzenlast	kW_{th}	20.000

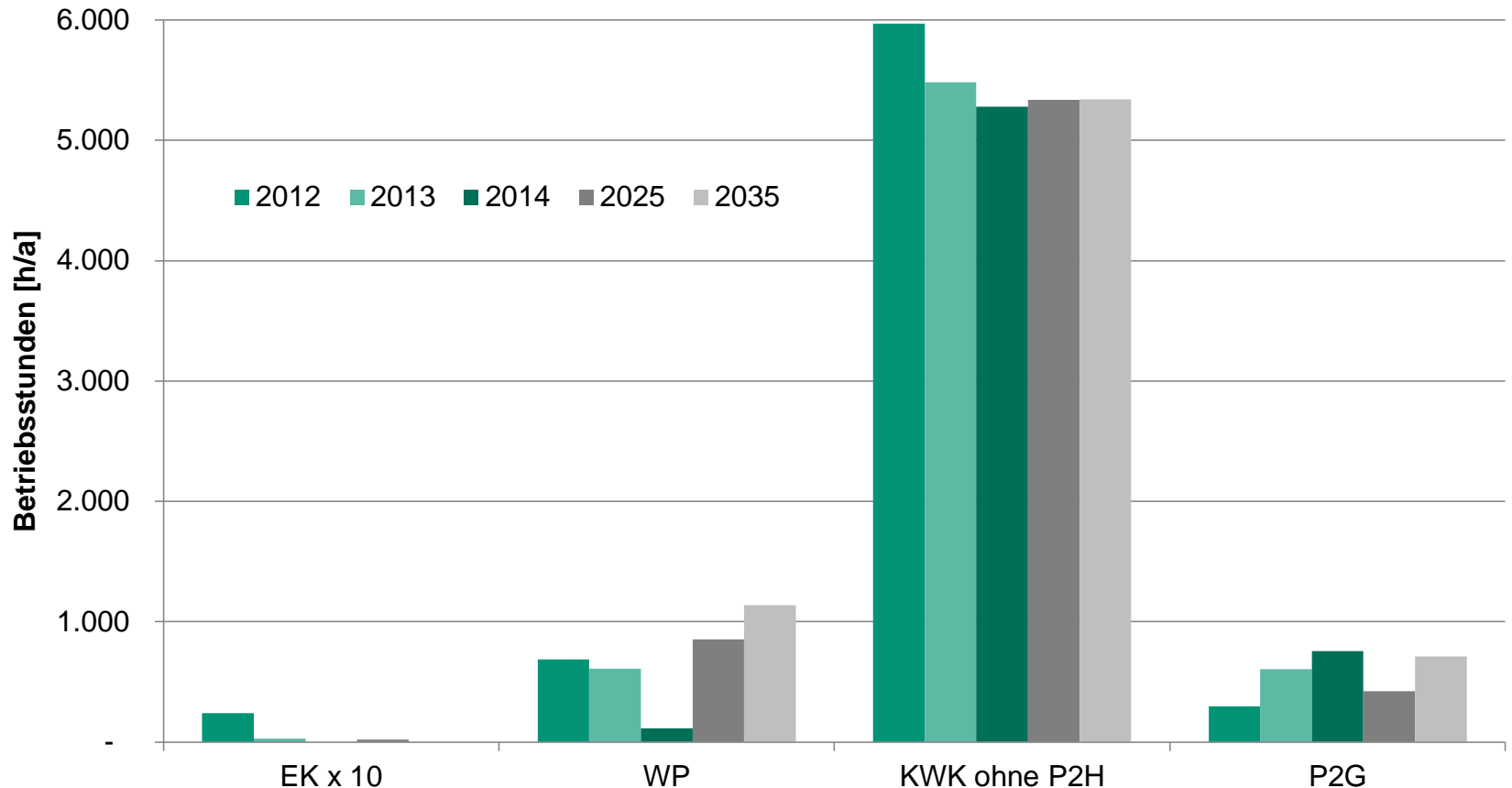
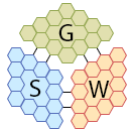
- mittleres Wärmenetz mit KWK-Anlage, Gaskessel und Speicher
- Kombination mit Elektrokessel, Wärmepumpe oder Elektrolyseur

Strompreis-Szenarien



- extremere Preise in den Zukunftsszenarien
- deutlichere Preisausschläge im Regelenergiemarkt

Basisberechnungen

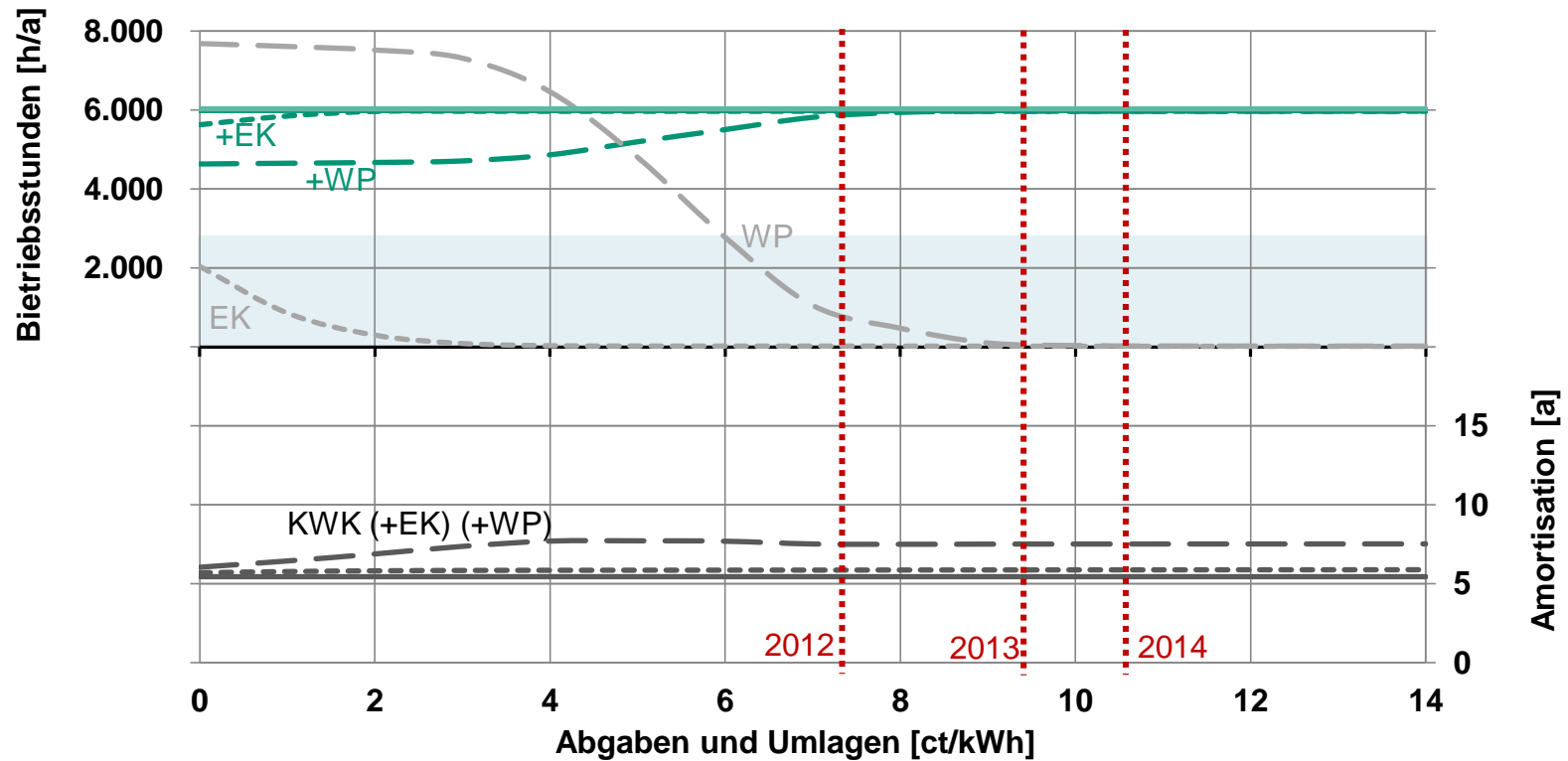


- wesentliche Einflussfaktoren: Strompreis, Abgaben / Förderung, Gaspreis
- minimaler EK-Einsatz (2012: 24h), maximal 1.100 h WP-Einsatz
- Einfluss von P2H auf KWK-Auslastung gering (max. minus 1,4%)

Variation der Stromabgaben I



Wärmeketten 2012: Day-Ahead Markt

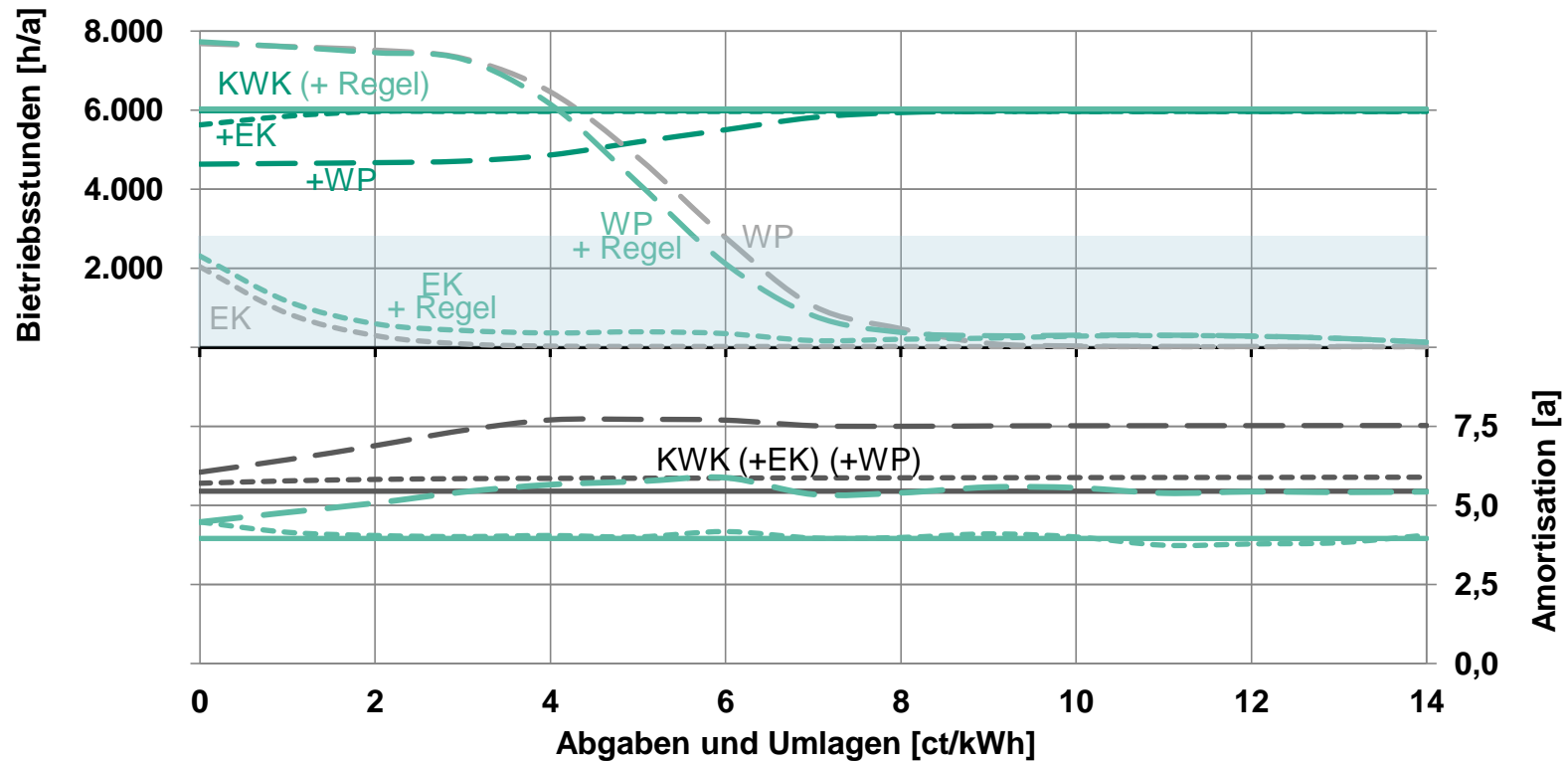


- Auslastung und Amortisation verschlechtern sich durch die Kombination mit Elektrokessel und Wärmepumpe

Variation der Stromabgaben II



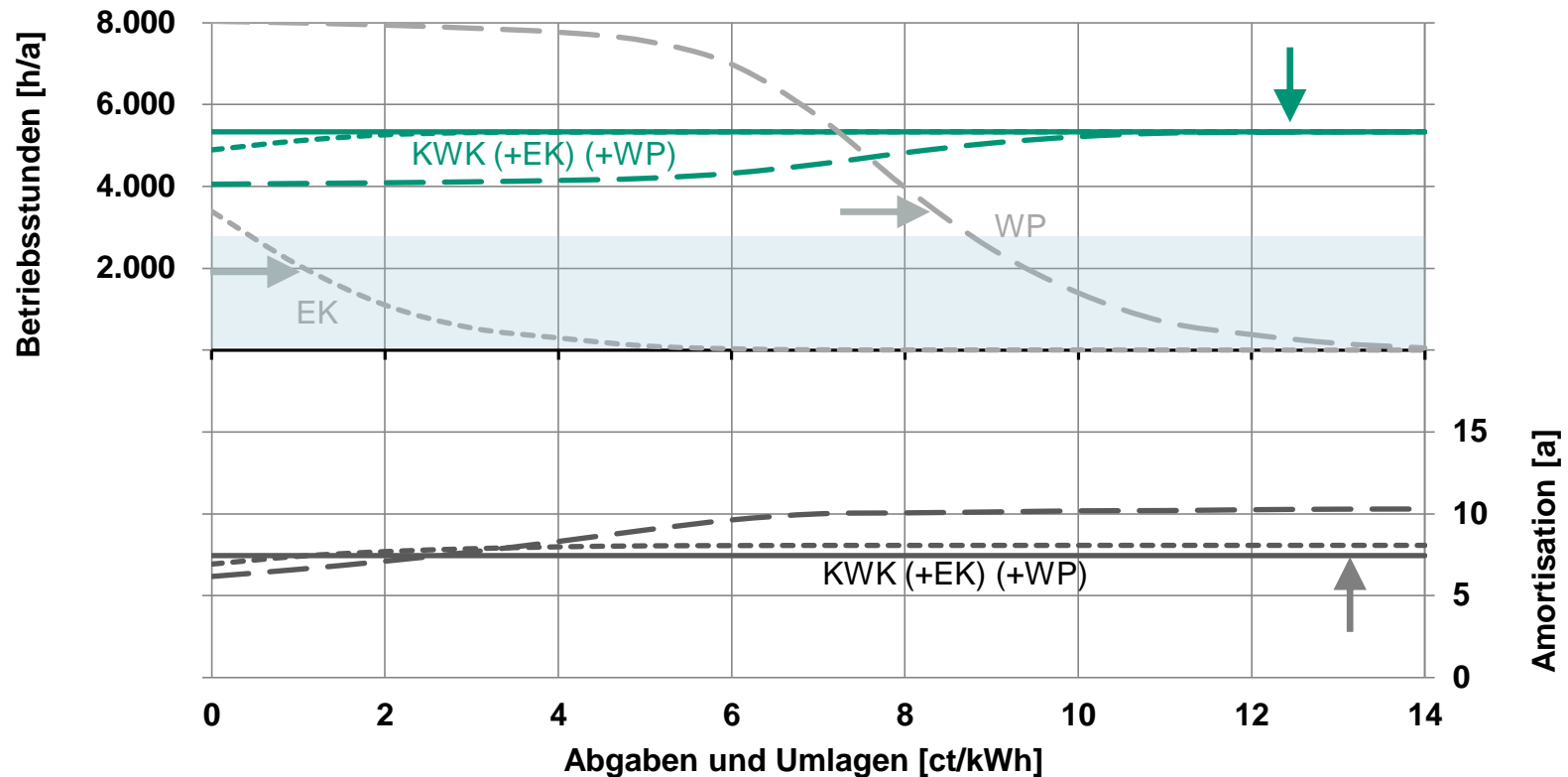
Wärmeketten 2012: Day-Ahead Markt + Minutenreserve



- Auslastung verändert sich kaum durch Regelenergie
- Amortisation verbessert sich nur geringfügig durch Regelenergie

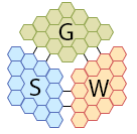


Wärmeketten in Zukunft

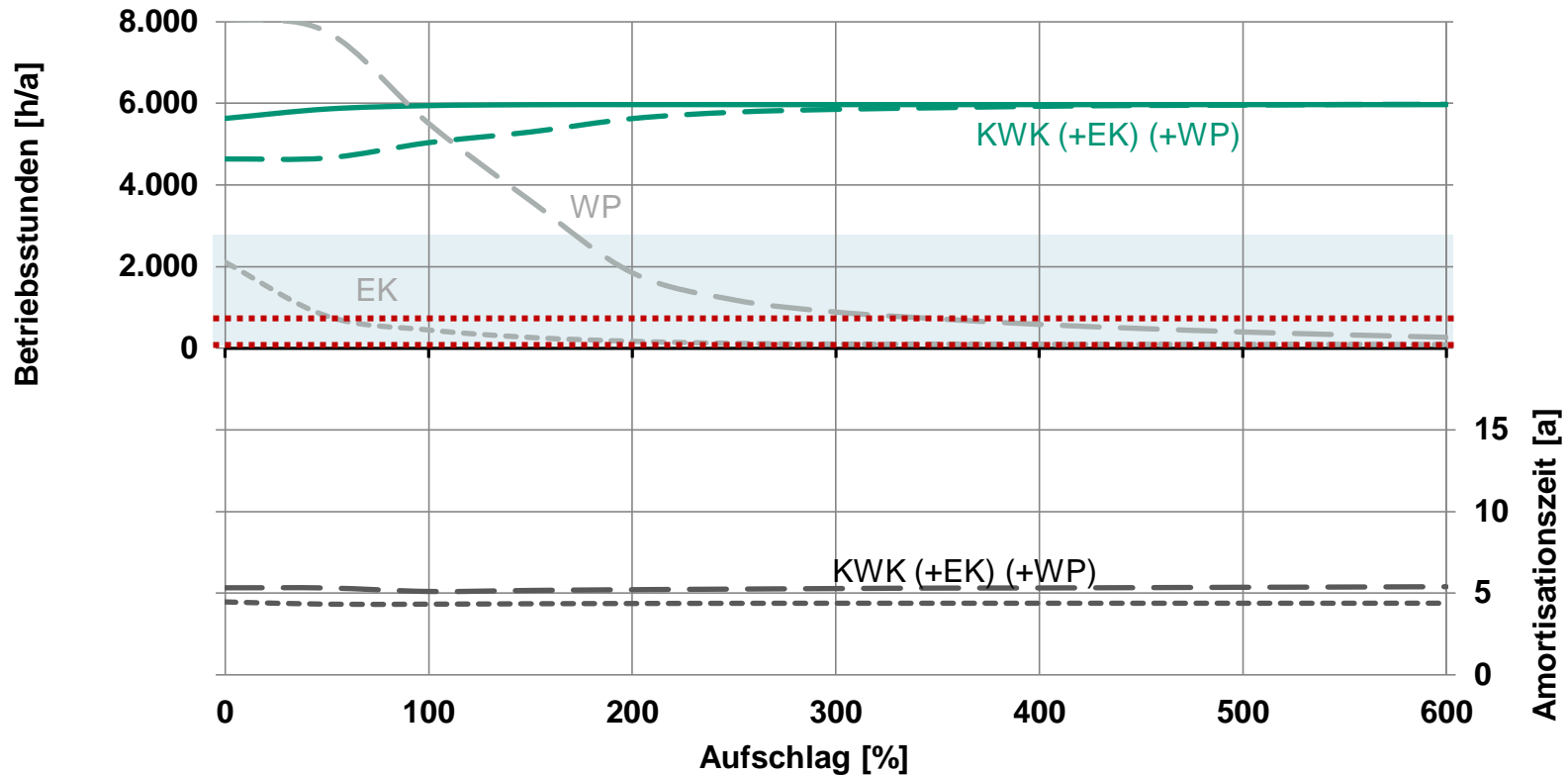


- höhere Betriebsstunden für Elektrokessel und Wärmepumpen
- Auslastung und Amortisation des KWK-Systems verschlechtert sich

Variation der Stromabgaben IV



Wärmeketten 2012: anteilige Abgaben

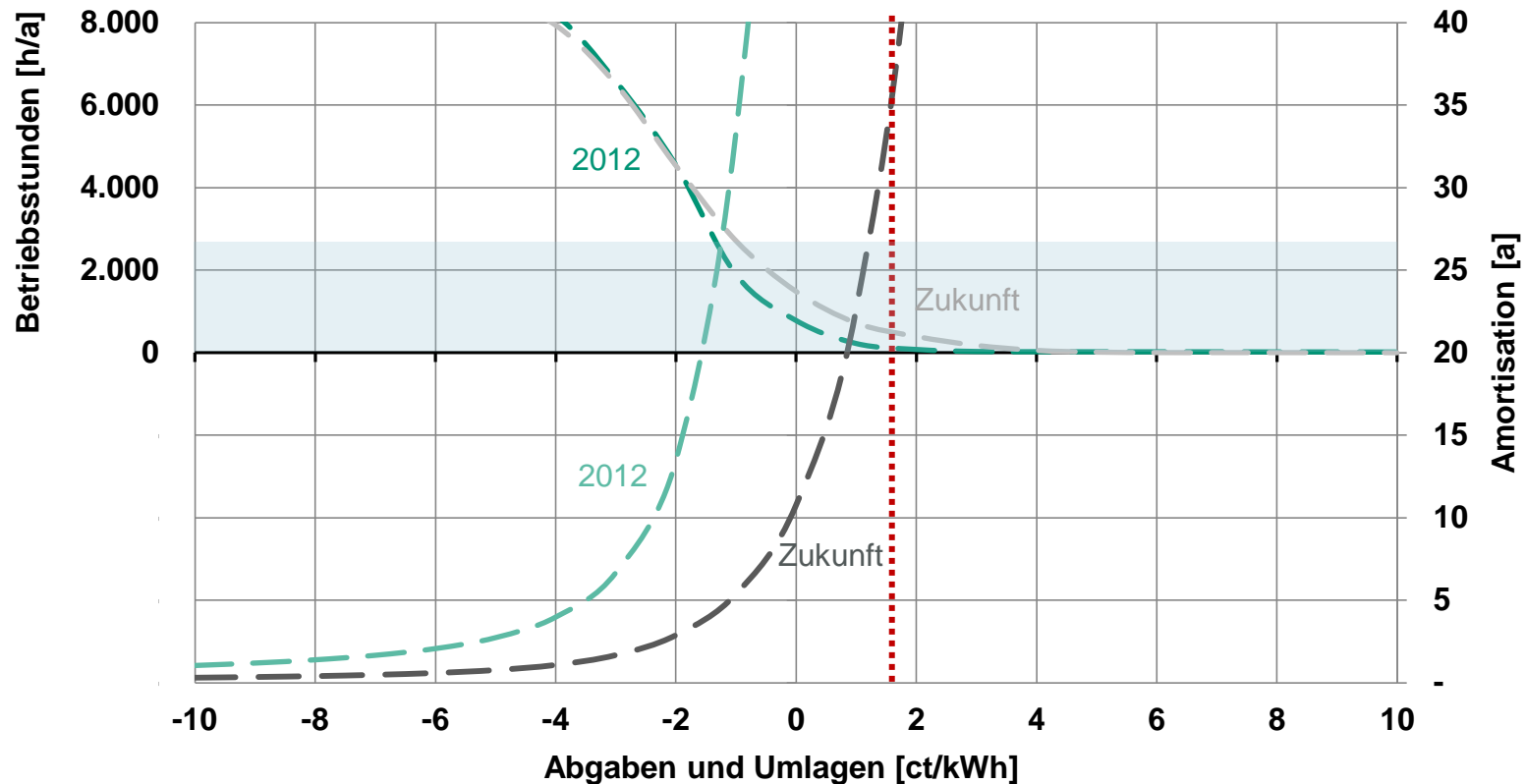


- höhere Betriebsstunden für Elektrokessel und Wärmepumpen
- Auslastung und Amortisation des KWK-Systems verschlechtert sich

Variation der Stromabgaben V



Gasketten (SO-Elektrolyse) 2012 und in Zukunft

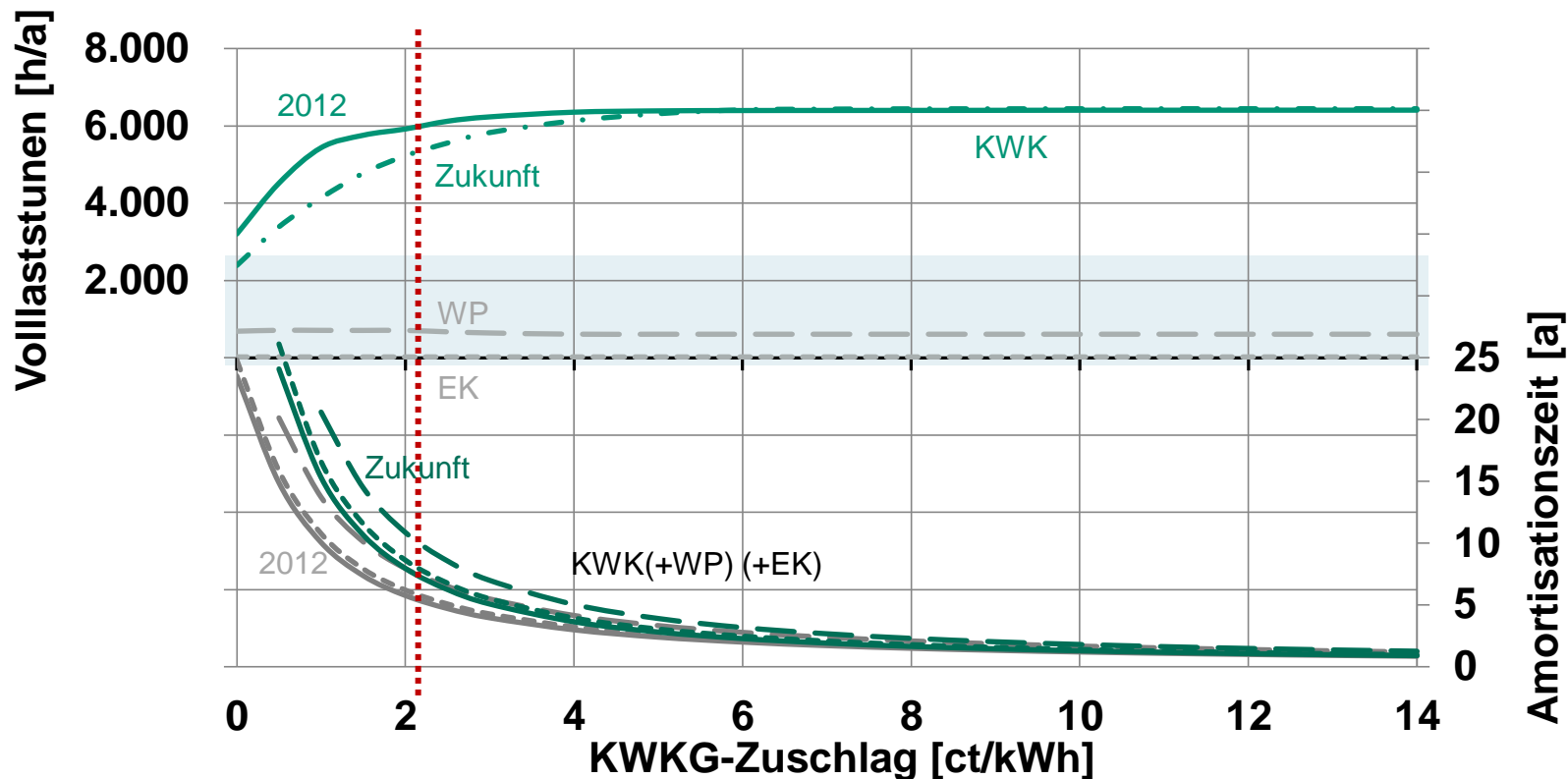


- Gasketten auch unter künftigen Bedingungen kaum wirtschaftlich
- bei Förderung wirtschaftlich, aber mit hohen Betriebsstunden

Variation des KWKG-Zuschlags



Wärmeketten 2012 und in Zukunft

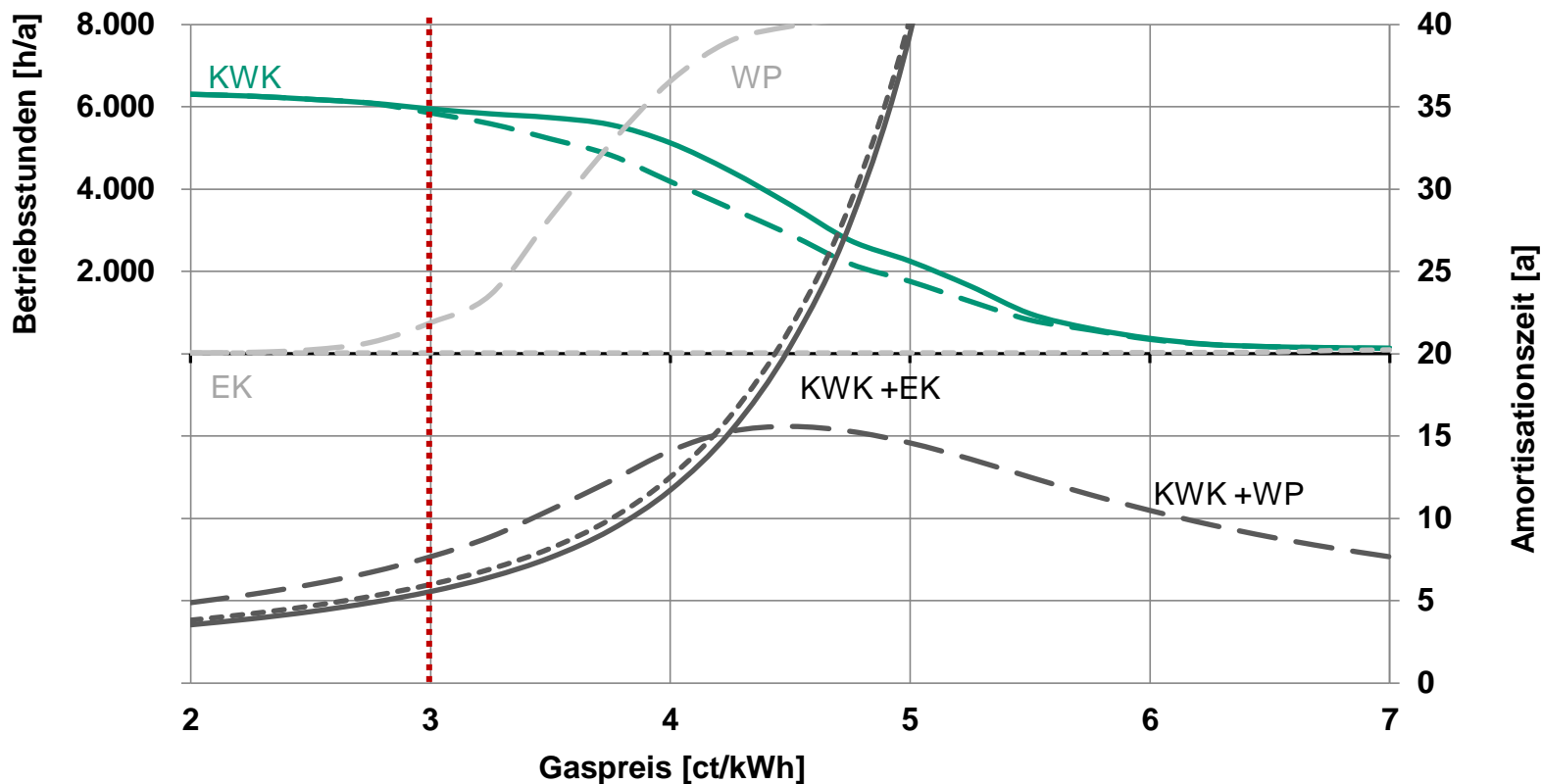


- Gesamtsystem (KWK+EK /+WP) bei gegenwärtigem KWKG-Zuschlag nur eingeschränkt wirtschaftlich – auch bei extremeren Strompreisen

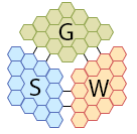
Variation des Gaspreises I



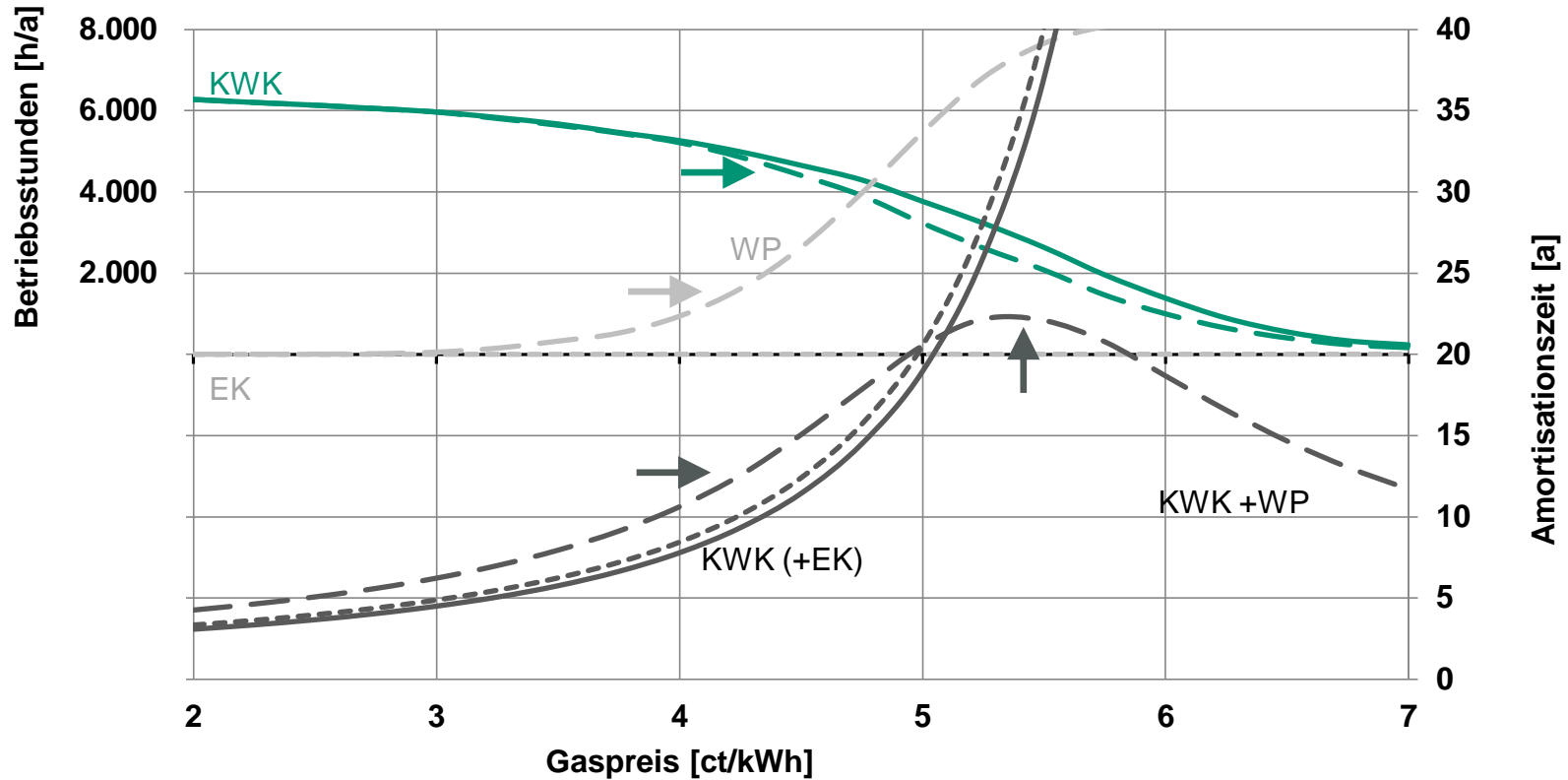
Wärmeketten 2012



- schlechtere Auslastung und Amortisation von Gaskessel und KWK
- Wärmepumpe wird bei hohen Gaspreisen wirtschaftlich



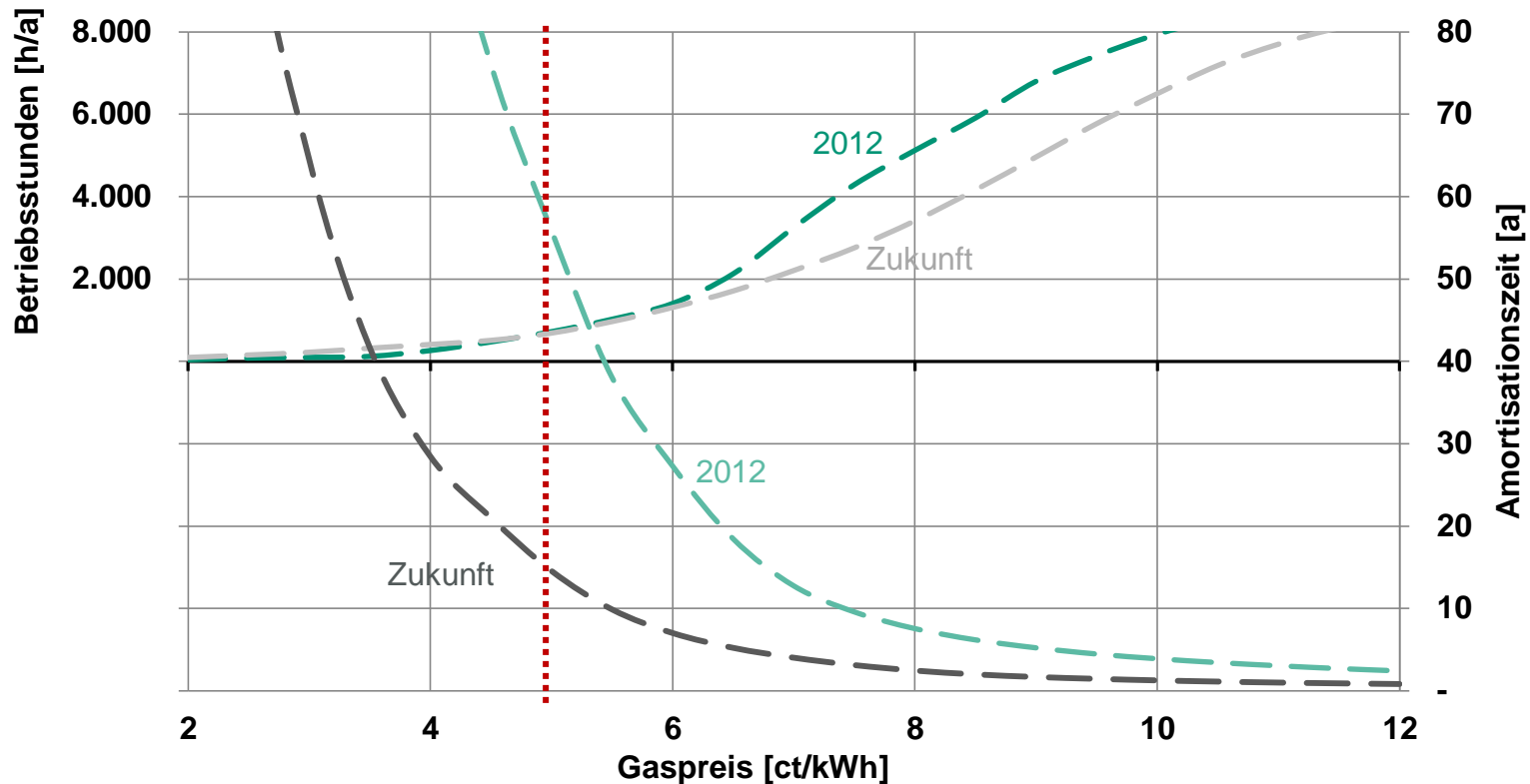
Wärmeketten in Zukunft



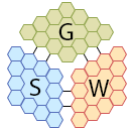
- ähnliche Auslastung und Amortisation
- bessere Wirtschaftlichkeit bei leicht höheren Gaspreisen



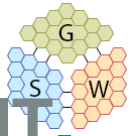
Gasketten (SO-Elektrolyse) 2012 und in Zukunft



- bessere Auslastung und Amortisation bei hohen Gaspreisen
- Wirtschaftlichkeit nur bei sehr hohen Gaspreisen erreicht



- nur wenige Speicherketten unter gegenwärtigen Bedingungen wirtschaftlich
- Systemdienlichkeit eher zufällig
- **angemessene Bedingungen müssen aktiv geschaffen werden**
(entwickeln sich nicht automatisch)
 - stärkerer Preisspread und niedrigere Investitionskosten reichen nicht
 - Abgaben, Förderung und Gaspreise haben einen starken Einfluss
- **Wechselwirkungen bei Anpassung der Bedingungen zu berücksichtigen**
 - höhere Auslastung von EK und WP zulasten der KWK-Anlage und der gesamten Amortisation
 - Systemdienlichkeit nur durch Betrieb der Anlagen “zur richtigen Zeit”
 - zeitabhängige Systeme, wie etwa Regelenergiemarkt oder anteilige Abgaben, vielversprechender als generelle Mechanismen



DANKE FÜR IHRE ZEIT UND AUFMERKSAMKEIT.

Stellen Sie gerne noch Fragen.



Christine Brandstätt M.Sc.

Fraunhofer IFAM

Energiesystemanalyse

christine.brandstaett@ifam.fraunhofer.de

+49 (0) 421 2246 – 7027