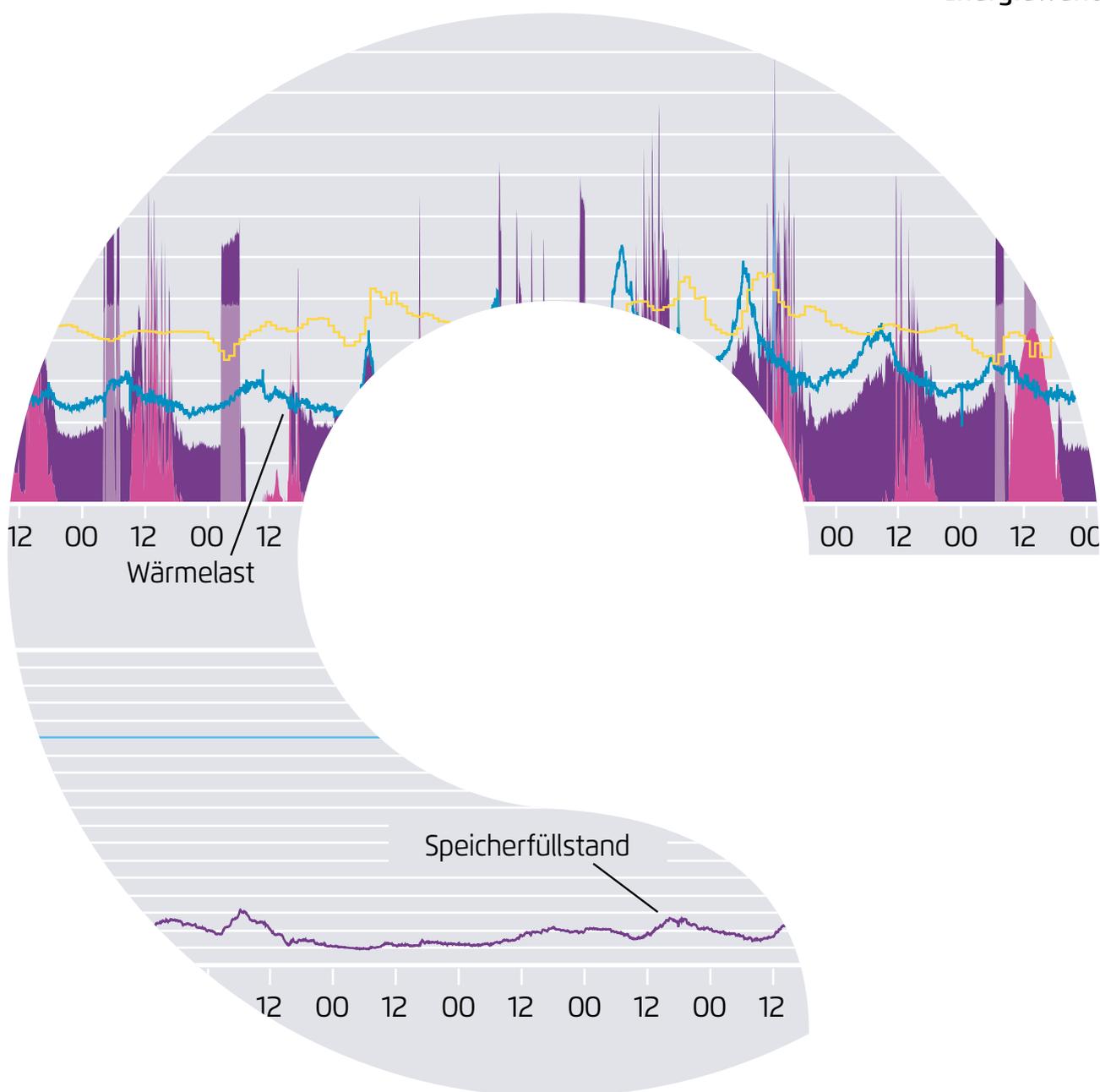


Power-to-Heat zur Integration von ansonsten abgeregelterm Strom aus Erneuerbaren Energien

Handlungsvorschläge basierend auf einer Analyse von
Potenzialen und energiewirtschaftlichen Effekten

ANHANG

Agora
Energiewende



Power-to-Heat zur Integration von ansonsten abgeregeltem Strom aus Erneuerbaren Energien

ANHANG

Die Studie zu diesem Anhang ist unter
www.agora-energiewende.de
verfügbar

Korrektorat: Infotext GbR, Berlin
Satz: UKEX GRAPHIC, Ettlingen
Titelbild: Eigene Darstellung

046/09-S-2014/DE

Veröffentlichung: Juni 2014

Anhang

PtH-Projekte in Deutschland

In Deutschland bestanden vor der Zeit der Liberalisierung bereits PtH-Anlagen, betrieben von den vier großen Energieversorgern, welche auch Kernkraftwerke betrieben haben. Dennoch sind die Zahlen zur installierten Leistung nicht öffentlich. Die Angaben zu neuen *Power-to-Heat*-Anlagen, welche in den letzten Jahren entstanden sind beziehungsweise projektiert wurden, basieren auf Branchenangaben.

Elektrokessel in Deutschland

Tabelle 0-1

Versorger	Ort	Kesselart	el. Leistung [MW]	Inbetriebnahme
Alte Bestandsanlagen*				
EnBW			ca. 160	
Vattenfall	Hamburg		?	
E.ON			?	
RWE			?	
Neue PtH-Projekte**				
Stadtwerke Tübingen	Tübingen	Elektrokessel	5	geplant
EEW Energy from Waste	Premnitz	EHK	20	ca. August 2014
Stadtwerke Nürnberg	Nürnberg	EHK	50	ca. August 2014
Infraserv Höchst	Frankfurt (Höchst)	EHK	40	April 2014
VV Saarbrücken	Saarbrücken	EHK	10	in Betrieb
Stadtwerke Schwerin	Schwerin	Elektrokessel	15	in Betrieb
E.ON Ruhrenergie (Shamrock)	Herne (NRW)	EHK	60	in Betrieb
Stadtwerke München	München (HKW Süd)	Elektrokessel	10	in Betrieb
Stadtwerke Lemgo	Lemgo	Elektrokessel	5	in Betrieb
Stadtwerke Flensburg	Flensburg	EHK	30	in Betrieb
SUMME - Anzahl 9			225	

*Diskussion im Rahmen der VDE ETG Task Force Strom im Wärmemarkt (unveröffentlicht)

**[enerstorage 2014]

PtH-Projekte in Dänemark

Elektrokessel in Dänemark

Tabelle 0-2

Versorger	el. Leistung [MW]	Spannungsebene [kV]	Inbetriebnahme
AffaldVarme Århus	80	150	2015
Brønderslev Forsyning	20	10	2012
Ribe Fjernvarme	10	15	2012
Brøndum A/S	0,1	0,4	2012
Karstensens Skibsværft	0,1	0,7	2012
Jerslev Kraftvarme	2,4	0,4	2012
Bravida Danmark A/S Tilst	0,1	0,4	2012
Christiansfeld Fjernvarme	3,0	0,4	2012
Nr. Broby Varmeværk	1,5	0,4	2012
Brørup	10,0	10,5	2012
Egtved Varmeværk	4,0	0,7	2012
Hjallerup Fjernvarme	6,0	10,5	2012
Smørum Kraftvarmeværk	10,0	10,5	2012
Strandby Varmeværk	10,0	10,5	2012
Augustenborg Fjernvarme	8,0	10,5	2011
Bredsten-Balle Kraftvarmeværk	2,9	0,7	2011
Brædstrup Fjernvarme	10,0	10,5	2011
E.ON Danmark, Præstø	4,4	0,7	2011
EON-Frederiksund	10,0	10,5	2011
Gartneriet Madsendø	10,0	10,5	2011
Hønstholt Varmeværk	10,0	10,5	2011
Nykøbing Mors	6,0	10,5	2011
Outrup Varmeværk	1,1	0,7	2011
Snedsted	6,0	10,5	2011
Videbæk Energiforsyning	10,0	10,5	2011
Vojens Fjernvarme	10,0	15	2011
Vorupør Kraftvarme	11,0	0,4	2011
Aulum Fjernvarme	10,0	10,5	2010
Brovst Fjernvarme	10,0	10,5	2010
Helsingør Fjernvarme	10,0	10,5	2010
Hvide Sande	10,0	10,5	2010
Nørre Snede	4,5	0,7	2010
Ringkøbing Fjernvarmeværk	12,0	10,5	2010
Sæby Varmeværk	12,0	10,5	2010
Vildbjerg Varmeværk	12,0	10,5	2010
Østervraa Varmeværk	3,0	0,7	2010
Hørnum Fjernvarme	1,0	0,4	2009
Struer Forsyning	0,9	0,4	2009
Danfoss Redan	0,2	0,4	2008
Grindsted El & Varmeforsyning	18,0	10,5	2008
Hindsholm Kraftvarmeværk	3,0	0,4	2008
Skagen Varmeværk	10,0	10,5	2008
Energi Fyn - Assens	16,0	10,5	2007
Energi Fyn - Kratholm	16,0	10,5	2006
SUMME - Anzahl 44	405,2		

Quelle: <http://smartvarme.dk>

Großwärmepumpen in Dänemark

Tabelle 0-3

Versorger	el. Leistung [MW]	th. Leistung [MW]	Inbetriebnahme
Rye Kraftvarmeværk	0,6	2,0	geplant
Præstø Fjernvarme	1,1	3,7	geplant
Løgumkloster	0,3	1,3	geplant
Horsens VandEnergi	1,7	6,0	geplant
Broager Fjernvarmeselskab	1,1	4,0	geplant
Ans Kraftvarmeværk	0,4	1,4	geplant
Vejen Varmeværk	0,2	1,0	2013
Knud Jepsen A/S, Hinnerup	0,6*	2,1	2012
Skjern Papirfabrik	0,8	3,9	2012
Marstal Fjernvarme	0,5	1,5	2012
Lading Fajstrup Varmefors.	0,0	0,1	2012
Hundested Varmeværk	0,2	0,8	2012
Brædstrup Fjernvarme	0,4	1,2	2012
Bjerringbro Varmeværk	0,8	3,7	2012
Vinderup Varmeværk	0,1	0,7	2011
Hanstholm Varmeværk	0,1	0,3	2011
Bjerringbro Varmeværk	0,1	0,5	2011
Brande Varmeværk	0,2	0,7	2010
Bjerringbro Varmeværk	0,2	0,8	2010
Frederikshavn Forsyning	0,3	1,0	2009
Vejen Varmeværk	0,2	0,7	2003
SUMME - Anzahl 21	9,7*	37,3	

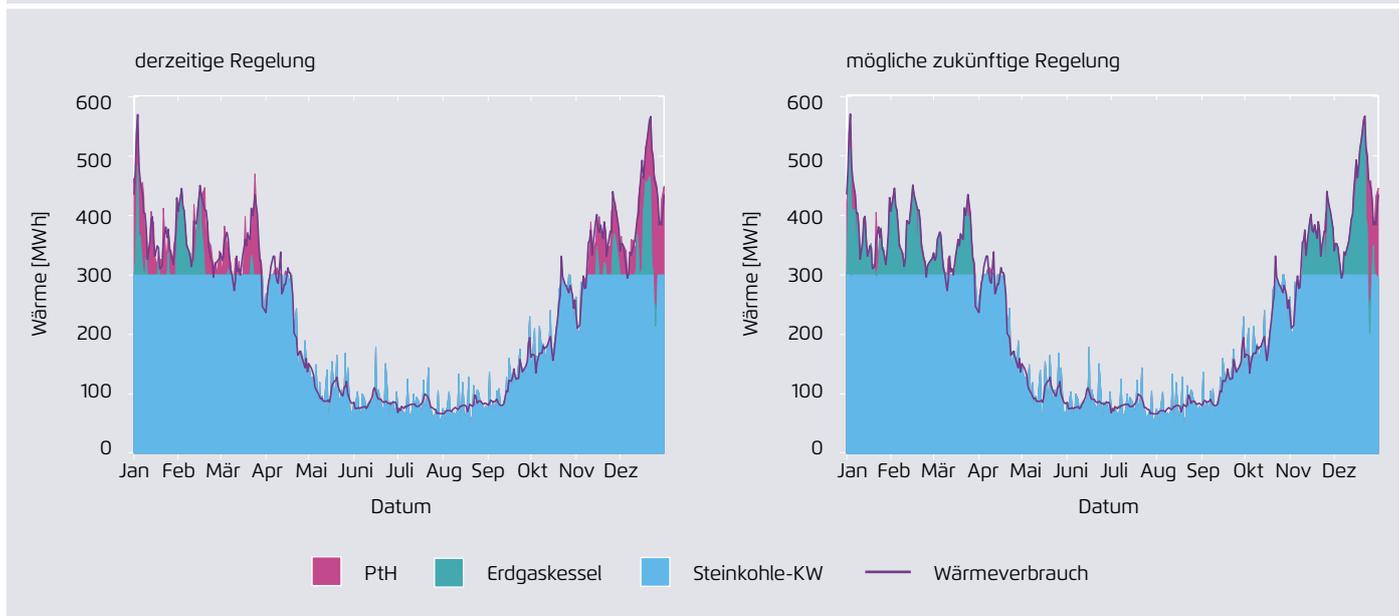
Quelle: <http://smartvarme.dk>

*nicht verfügbar

Fernwärme mit Steinkohle-Kraftwerk

Anlageneinsatz für das Fernwärmenetz mit Steinkohle-Heizkraftwerk in zeitlicher Auflösung – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des *Day-Ahead*-Marktes in 2012

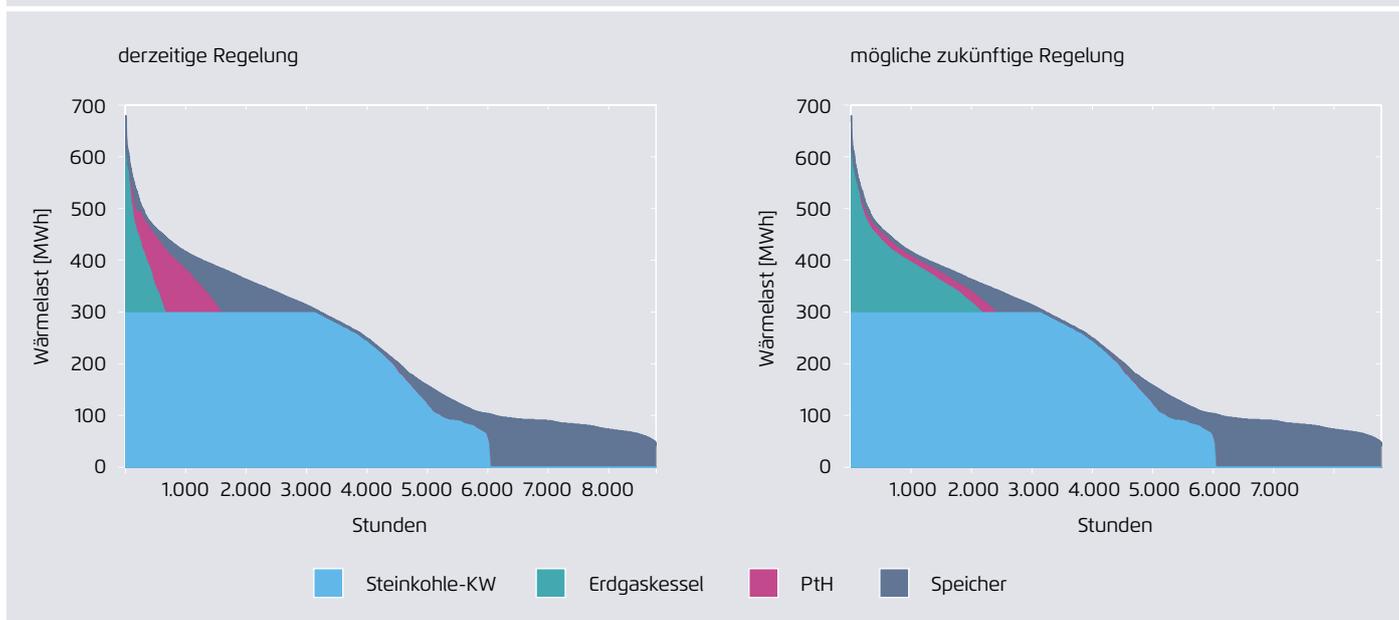
Abbildung 0-1



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Wärmelastdeckung (Jahresdauerlinien) für das Fernwärmenetz mit Steinkohleheizkraftwerk – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des Day-ahead-Marktes im Jahr 2012

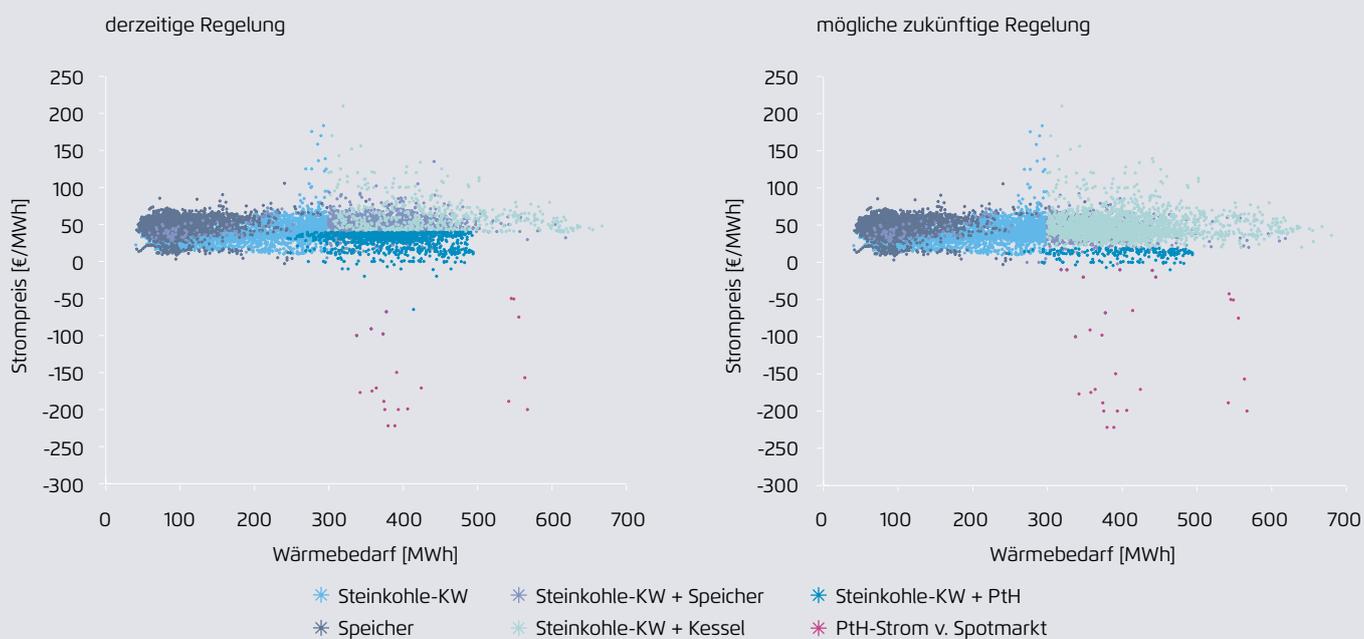
Abbildung 0-2



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Eingesetzte Optionen der Wärmeerzeugung mit Steinkohleheizkraftwerk in Abhängigkeit des Strommarktpreises und der Höhe des Wärmebedarfs – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des *Day-ahead*-Marktes im Jahr 2012

Abbildung 0-3



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Auswertung Kraftwerkseinsatz Steinkohleheizkraftwerk *Day-ahead*-Markt im Jahr 2012

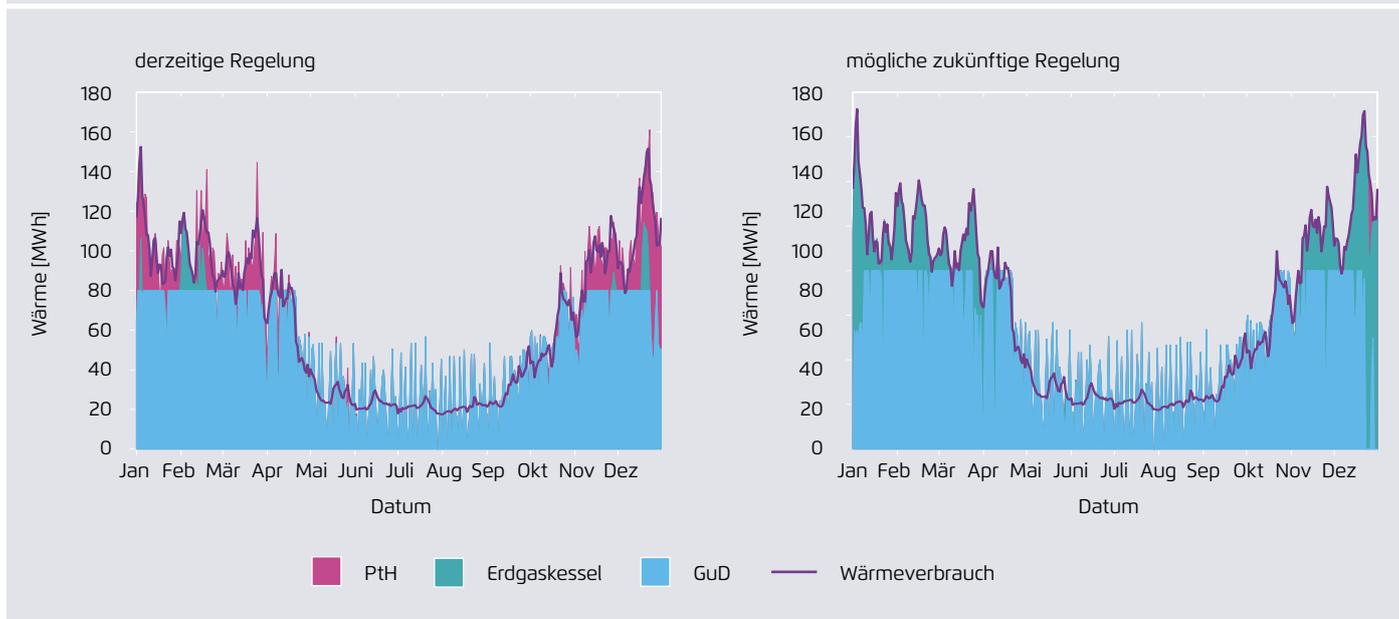
Tabelle 0-4

2012	Variante 1	Variante 2
	derzeitige Regelung	mögliche zukünftige Regelung
Wärme aus KWK [MWh]	1.752.291	1.752.026
Wärme aus PtH [MWh]	197.939	56.090
Wärme aus Gaskessel [MWh]	82.358	224.261
Brennstoffverbrauch [MWh]	5.040.292	5.038.579
Gasverbrauch Kessel [MWh]	91.509	249.179
PtH-Strom Eigenverbrauch (EV) [MWh]	198.235	52.462
PtH-Strom vom Markt [MWh]	3.744	4.772
Grenzpreis PtH-Strom vom Markt [€/MWh]	-50	-10
Mindestpreis EV-Strom an PtH [€/MWh]	-100	-100
Maximalpreis EV-Strom an PtH [€/MWh]	40	20

Fernwärme mit GuD-Heizkraftwerk

Anlageneinsatz für das Fernwärmenetz mit GuD-Heizkraftwerk in zeitlicher Auflösung – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des *Day-ahead*-Marktes im Jahr 2012

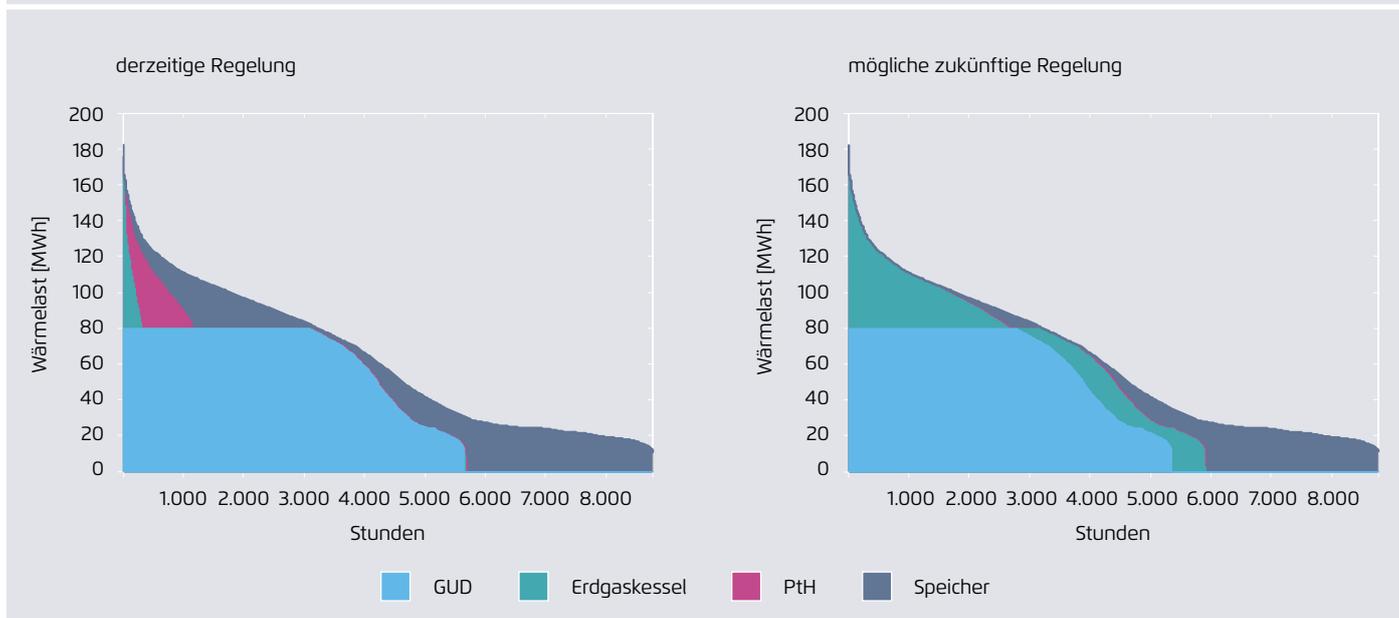
Abbildung 0-4



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Wärmelastdeckung (Jahresdauerlinien) für das Fernwärmenetz mit GuD-Heizkraftwerk – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des *Day-ahead*-Marktes im Jahr 2012

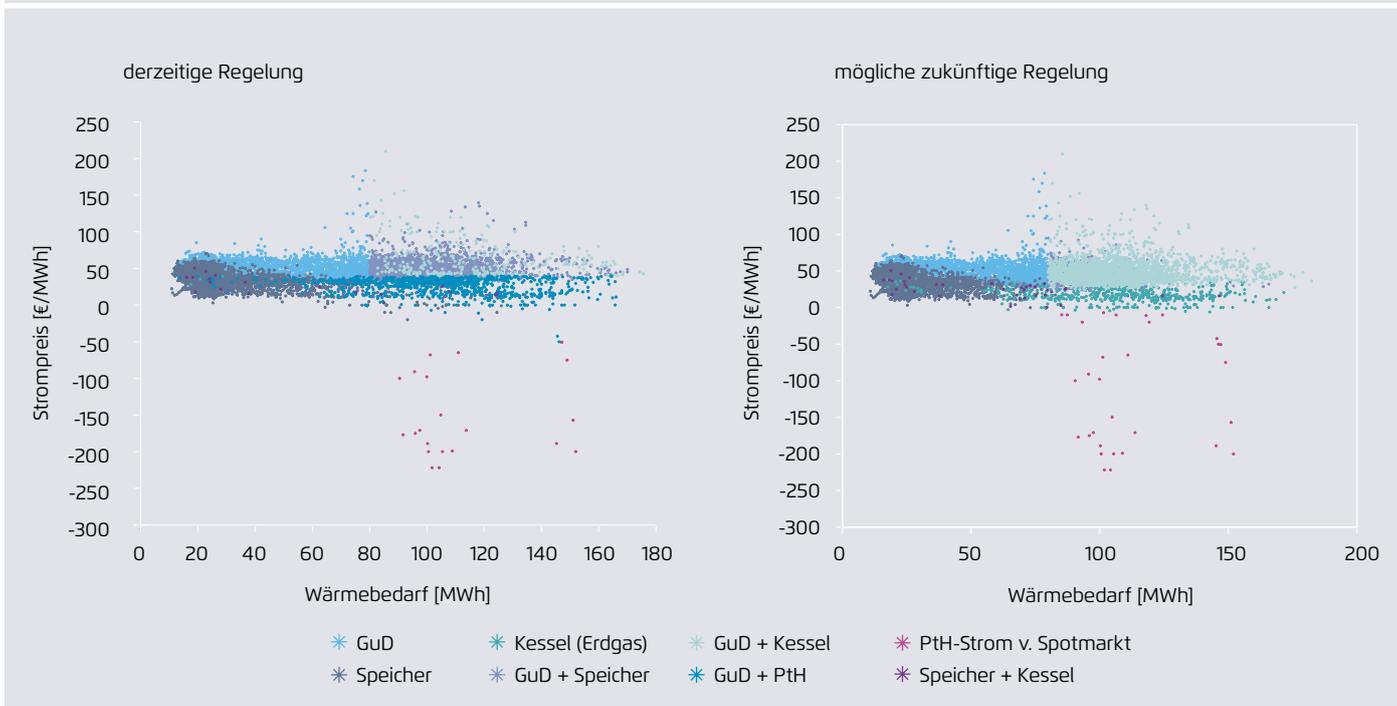
Abbildung 0-5



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Eingesetzte Optionen der Wärmeerzeugung mit GuD-Heizkraftwerk in Abhängigkeit des Strommarktpreises und der Höhe des Wärmebedarfs – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des *Day-ahead*-Marktes im Jahr 2012

Abbildung 0-6



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Auswertung Kraftwerkseinsatz GuD-Heizkraftwerk *Day-ahead*-Markt im Jahr 2012

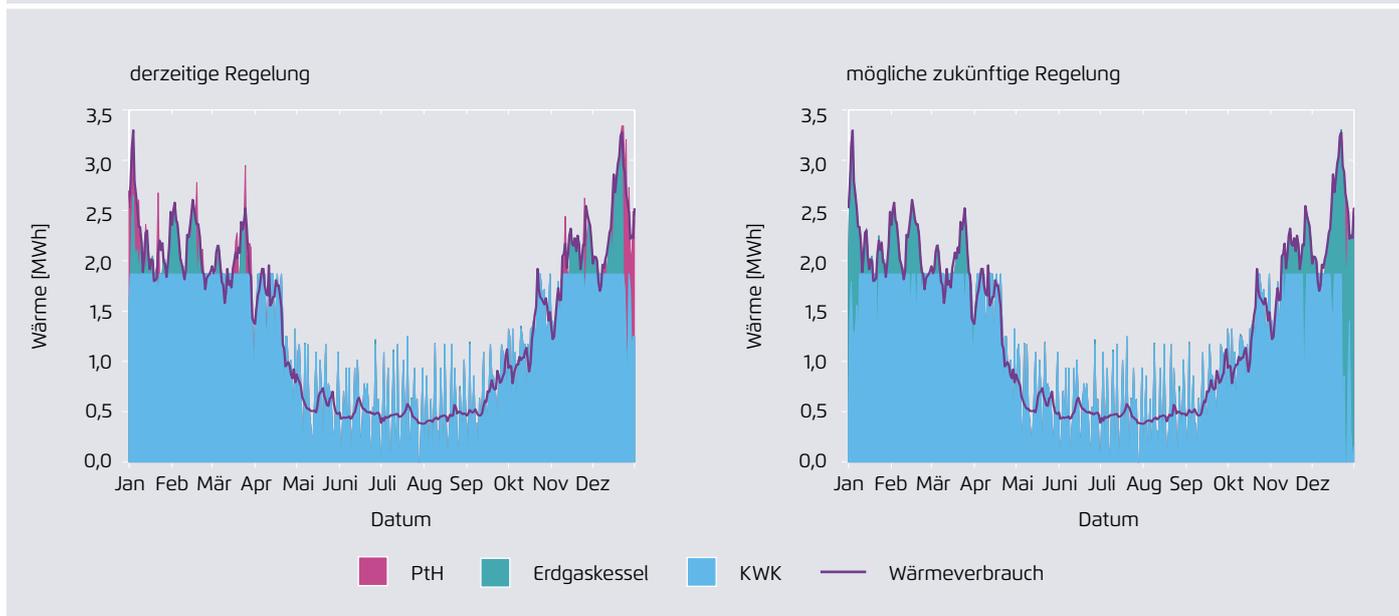
Tabelle 0-5

2012	Variante 1	Variante 2
	derzeitige Regelung	mögliche zukünftige Regelung
Wärme aus KWK [MWh]	450.986	426.431
Wärme aus PtH [MWh]	82.920	3.038
Wärme aus Gaskessel [MWh]	11.098	114.959
Brennstoffverbrauch [MWh]	1.073.669	1.015.368
Gasverbrauch Kessel [MWh]	12.331	127.732
PtH-Strom Eigenverbrauch (EV) [MWh]	82.635	0
PtH-Strom vom Markt [MWh]	1.977	3.100
Grenzpreis PtH-Strom vom Markt [€/MWh]	-51	-7
Mindestpreis EV-Strom an PtH [€/MWh]	-75	
Maximalpreis EV-Strom an PtH [€/MWh]	40	

Fernwärme mit Erdgas-BHKW

Anlageneinsatz für das Fernwärmenetz mit Erdgas-BHKW in zeitlicher Auflösung – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des Day-ahead-Marktes im Jahr 2012

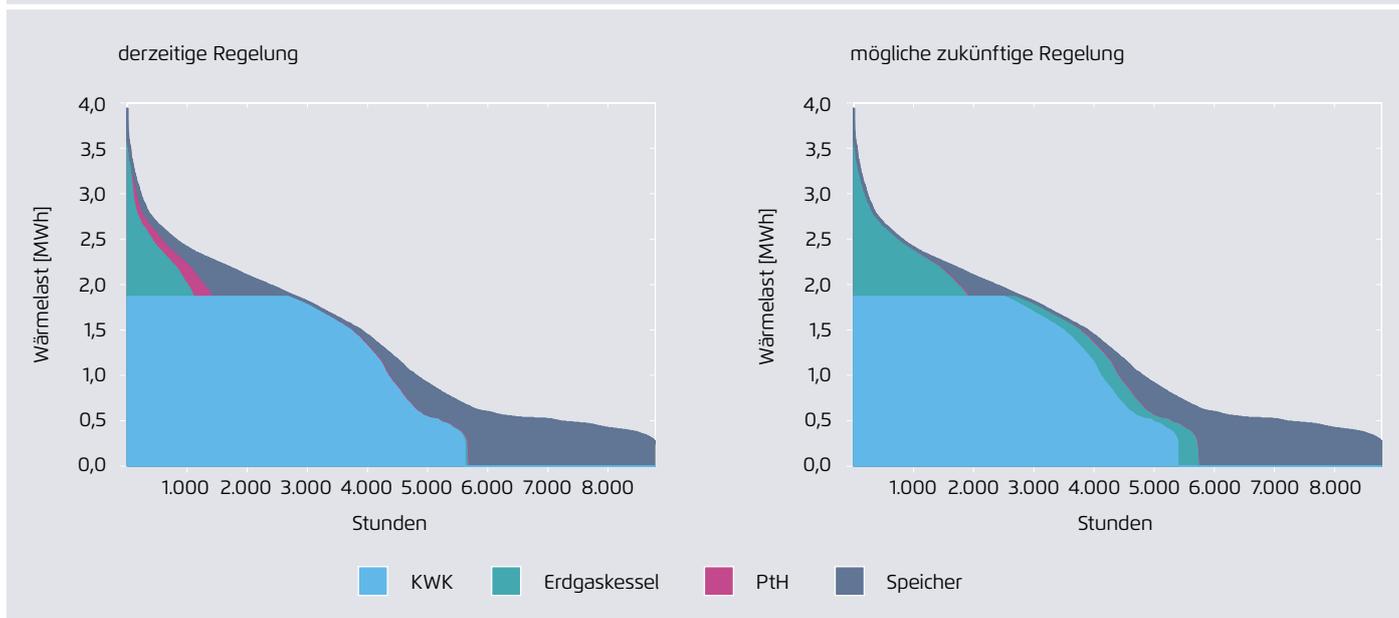
Abbildung 0-7



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Wärmelastdeckung (Jahresdauerlinien) für das Fernwärmenetz mit Erdgas-BHKW – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des Day-ahead-Marktes im Jahr 2012

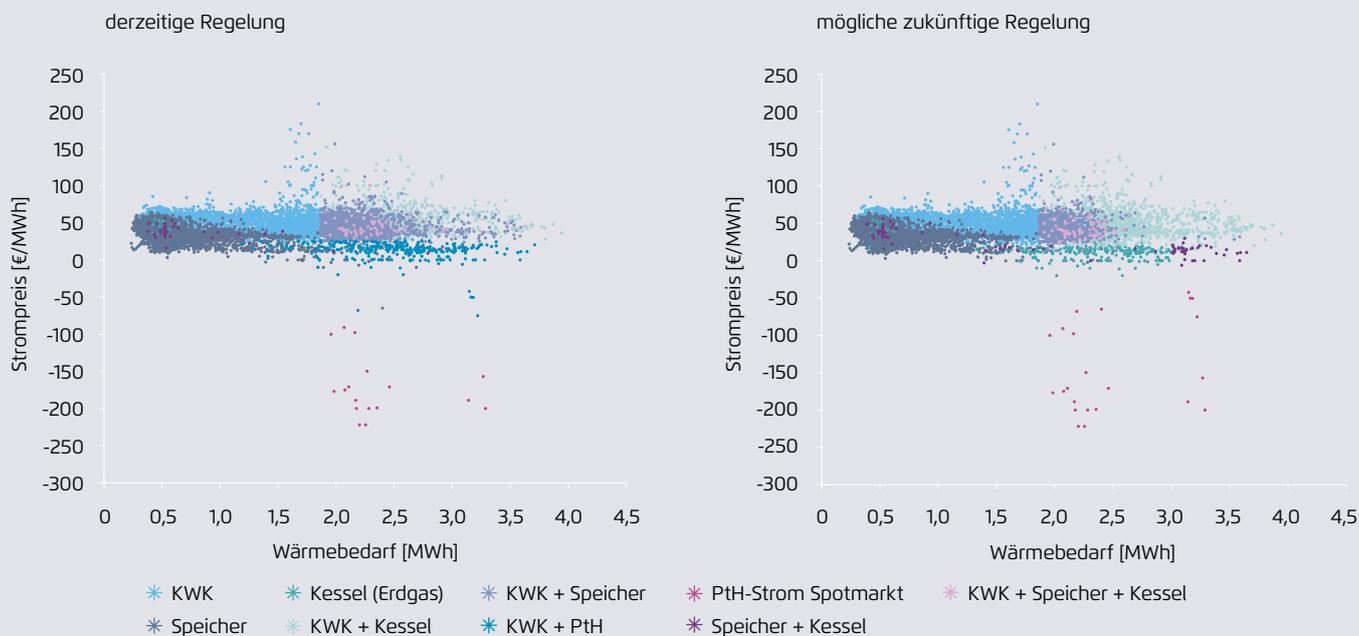
Abbildung 0-8



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Eingesetzte Optionen der Wärmeerzeugung mit Erdgas-BHKW in Abhängigkeit des Strommarktpreises und der Höhe des Wärmebedarfs – derzeitige Regelung (links) und mögliche zukünftige Regelung (rechts) auf Basis des *Day-ahead*-Markt im Jahr 2012

Abbildung 0-9



Eigene Darstellung des Fraunhofer IWES

Auswertung Krafwerkseinsatz Erdgas-BHKW *Day-ahead*-Markt im Jahr 2012

Tabelle 0-6

2012	Variante 1	Variante 2
	derzeitige Regelung	mögliche zukünftige Regelung
Wärme aus KWK [MWh]	10.086	10.086
Wärme aus PtH [MWh]	35	45
Wärme aus Gaskessel [MWh]	1.690	1.680
Brennstoffverbrauch [MWh]	24.527	24.527
Gasverbrauch Kessel [MWh]	1.878	1.867
PtH-Strom Eigenverbrauch (EV) [MWh]	0	0
PtH-Strom vom Markt [MWh]	36	46
Grenzpreis PtH-Strom vom Markt [€/MWh]	-75	-42
Mindestpreis EV-Strom an PtH [€/MWh]		
Maximalpreis EV-Strom an PtH [€/MWh]		

Versteigerung von EinsMan-Strom – Betriebswirtschaftliche Bewertung

Jährliche Erlösmöglichkeiten für PtH im EinsMan-Vermarktungsmodell in Abhängigkeit der wichtigsten Einflussfaktoren (hohe Finanzierungsanforderungen)

Tabelle 0-7

Jährliche Erlöse in Prozent der annuitätischen Kosten*

		Opportunitätskosten der Wärmezeugung (ct/kWh)			
		3,0	3,5	4,0	4,5
		(Betrieb in 350 Stunden – Situation vergleichbar mit heute) ¹			
zu zahlender Arbeitspreis (ct/kWh)	0,5	22 %	27 %	31 %	35 %
	1,0	18 %	22 %	27 %	31 %
	1,5	13 %	18 %	22 %	27 %
	2,0	9 %	13 %	18 %	22 %
	(Betrieb in 800 Stunden – möglich bei verzögertem Netzausbau)				
	0,5	51 %	61 %	71 %	81 %
	1,0	41 %	51 %	61 %	71 %
	1,5	30 %	41 %	51 %	61 %
2,0	20 %	30 %	41 %	51 %	

* Beispielanlage mit 10 MW, 150 €/kW Investition, Abschreibungsdauer 5 Jahre (10 % Zinsen)

Wie gelingt uns die Energiewende?

Welche konkreten Gesetze, Vorgaben und Maßnahmen sind notwendig, um die Energiewende zum Erfolg zu führen? Agora Energiewende will helfen, den Boden zu bereiten, damit Deutschland in den kommenden Jahren die Weichen richtig stellt. Wir verstehen uns als Denk- und Politiklabor, in dessen Mittelpunkt der Dialog mit den relevanten energiepolitischen Akteuren steht.



Agora Energiewende

Rosenstraße 2 | 10178 Berlin

T +49. (0)30. 284 49 01-00

F +49. (0)30. 284 49 01-29

www.agora-energiewende.de

info@agora-energiewende.de

