

EUROPEAN HEAT PUMP SUMMIT

POWERED BY CHILLVENTA

SYMPOSIUM + EXPO
NUREMBERG, 20-21.10.2015

Industrial | Commercial | Residential
Heating & Cooling | Components & Equipment

hp-summit.de

NÜRNBERG / MESSE



Perspektiven für Industriewärmepumpen im Kontext der Energiewende

M.Sc. Stefan Wolf

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)

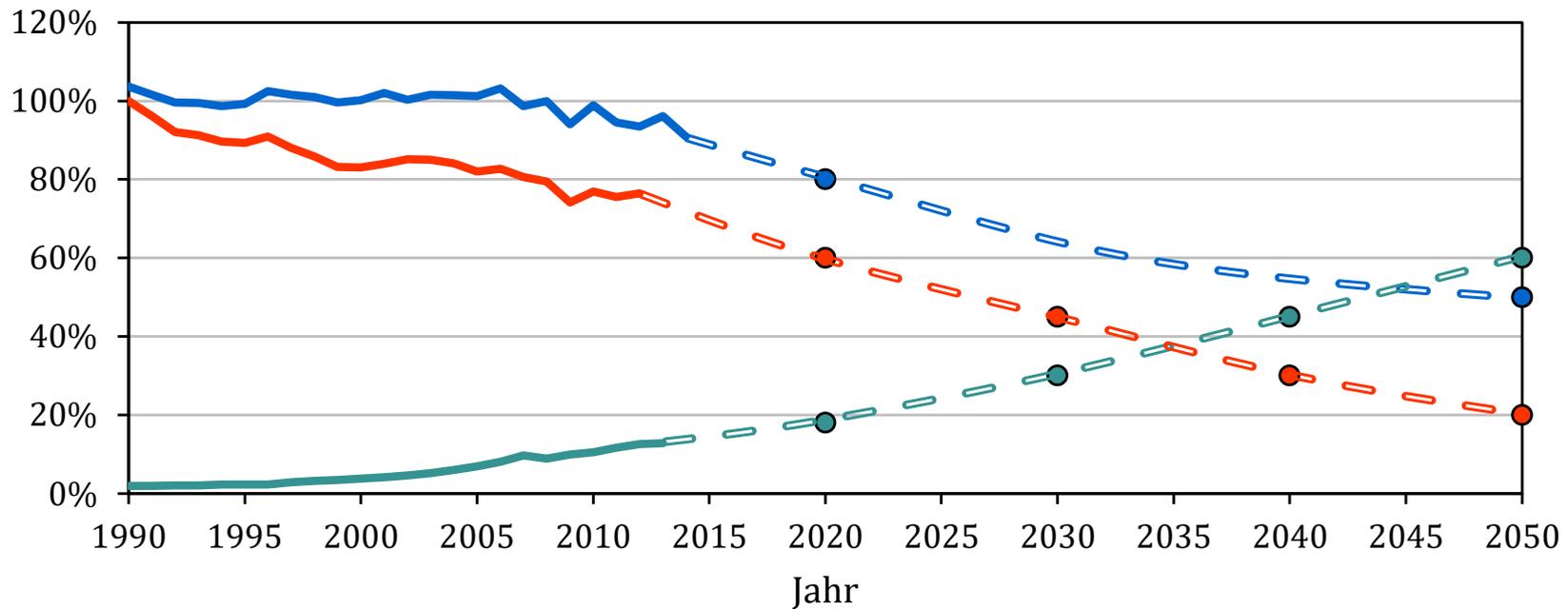
European Heat Pump Summit 2015

Workshop: Gewerbliche und industrielle Wärmepumpen-Anwendung

21. Oktober 2015, Nürnberg

Statusbericht zur Energiewende

- Primärenergieverbrauch gegenüber 2008
- THG Emissionen gegenüber 1990
- Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch



/BMWi 2015/ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Zahlen und Fakten: Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung. Berlin, 2015
 /BMWi 2010/: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (Hrsg.); Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.). Berlin, 2010



Rolle der Wärmepumpe in der Energiewende

Beitrag zu den Zielen der Energiewende (bis 2050):

/ Reduktion des Primärenergieverbrauchs (-50 %):

/ Reduktion des Treibhausgasausstoßes (-80 bis -95 %):

/ Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch (60 %):

/ Steigerung der Energieproduktivität (+2,1 % p.a.)

/ Kosteneffiziente Energieversorgung:

/ Senkung des Stromverbrauchs (-25 %):

/ Stabilisierung des Stromnetzes:

/ Reduktion der Importabhängigkeit:

Wärmepumpe:



Rolle der Wärmepumpe in der Energiewende

Beitrag zu den Zielen der Energiewende (bis 2050):

- / Reduktion des Primärenergieverbrauchs (-50 %):
 - / Reduktion des Treibhausgasausstoßes (-80 bis -95 %):
 - / Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch (60 %):
 - / Steigerung der Energieproduktivität (+2,1 % p.a.)
 - / Kosteneffiziente Energieversorgung:
 - / Senkung des Stromverbrauchs (-25 %):
-
- / Stabilisierung des Stromnetzes:
 - / Reduktion der Importabhängigkeit:

Wärmepumpe:

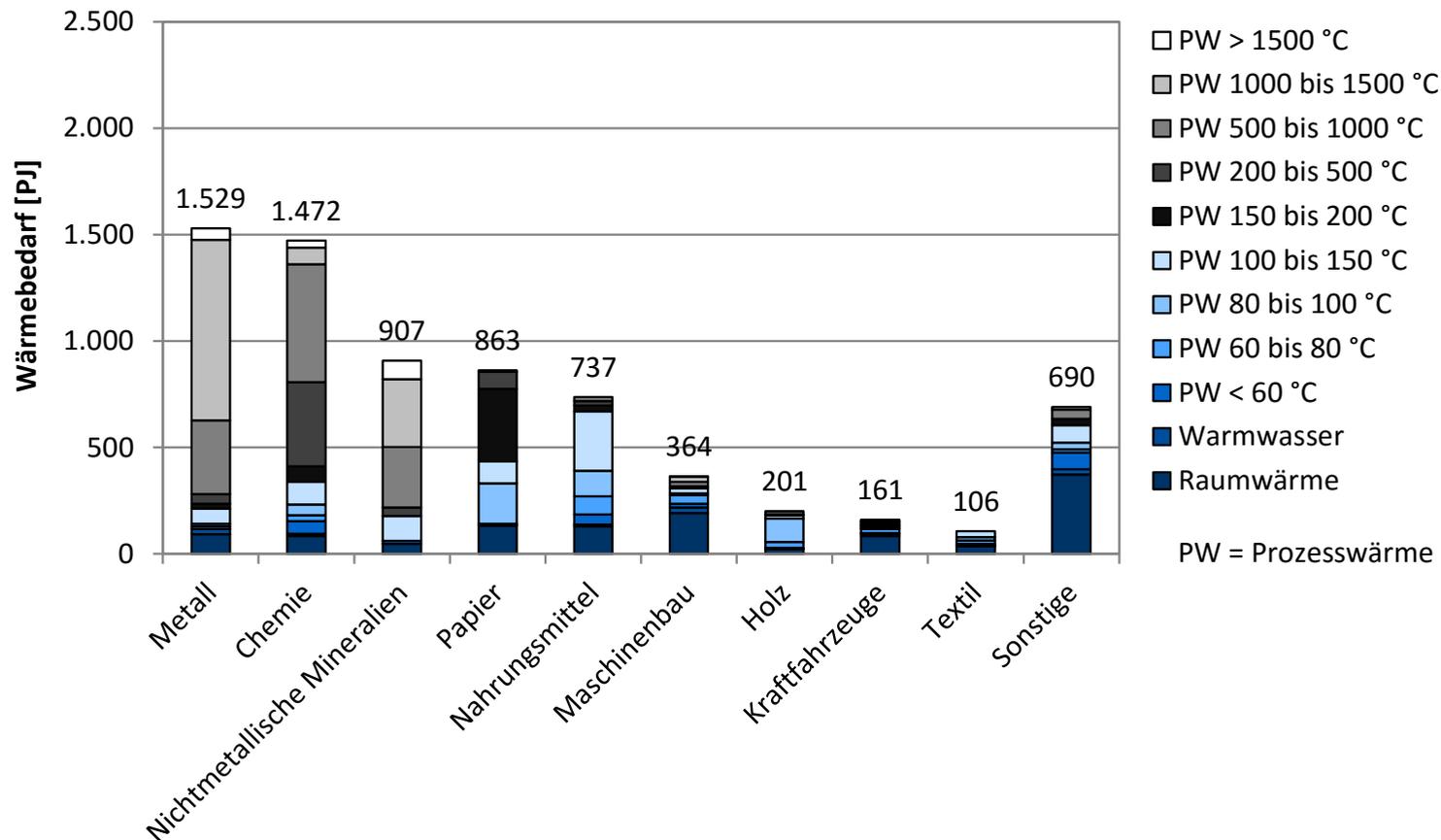
-
-
-
-
-
-
-

Positive Wechselwirkungen mit Zielen der Energiewende:

- / Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung (80 %):

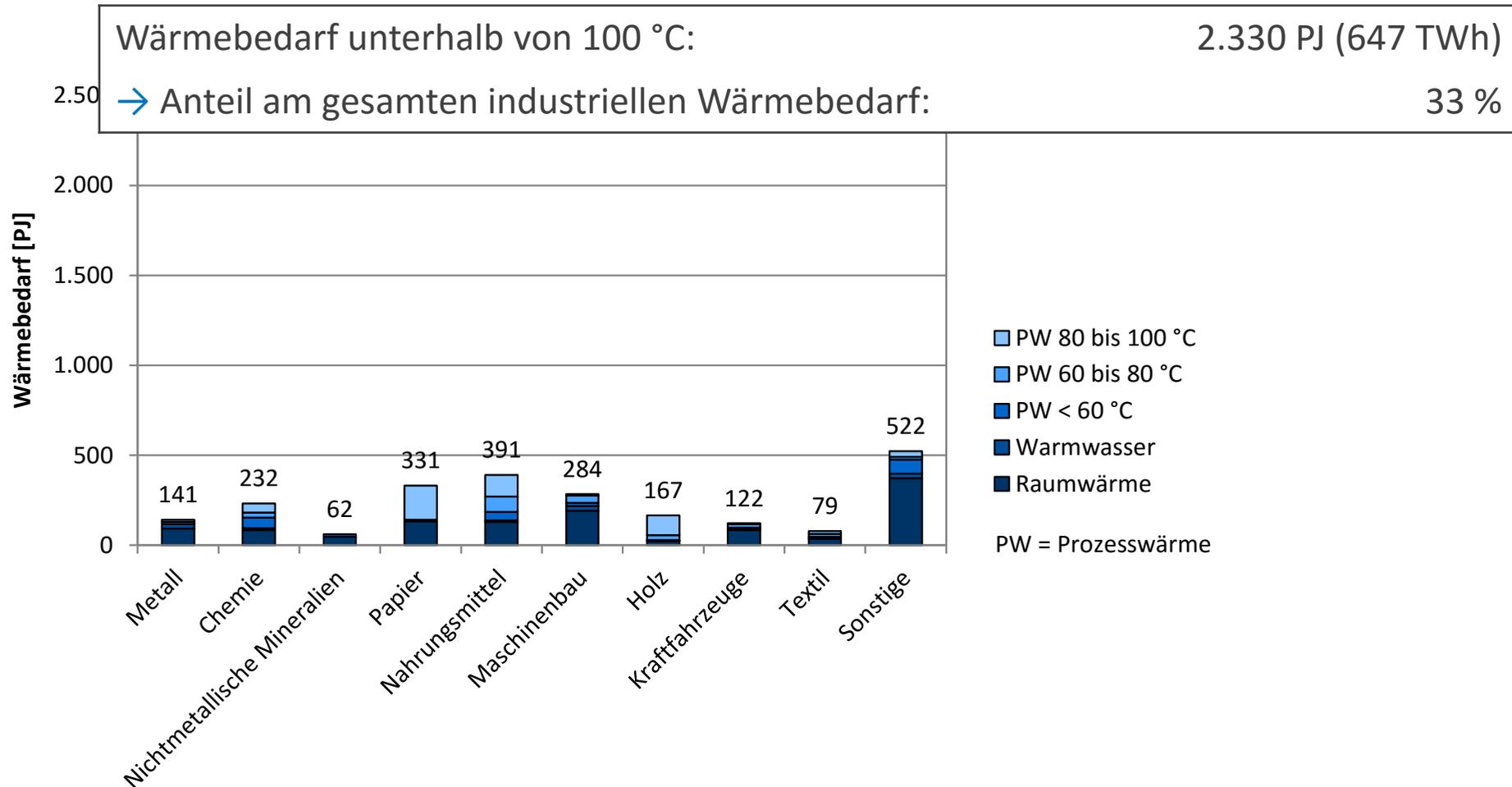


Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)



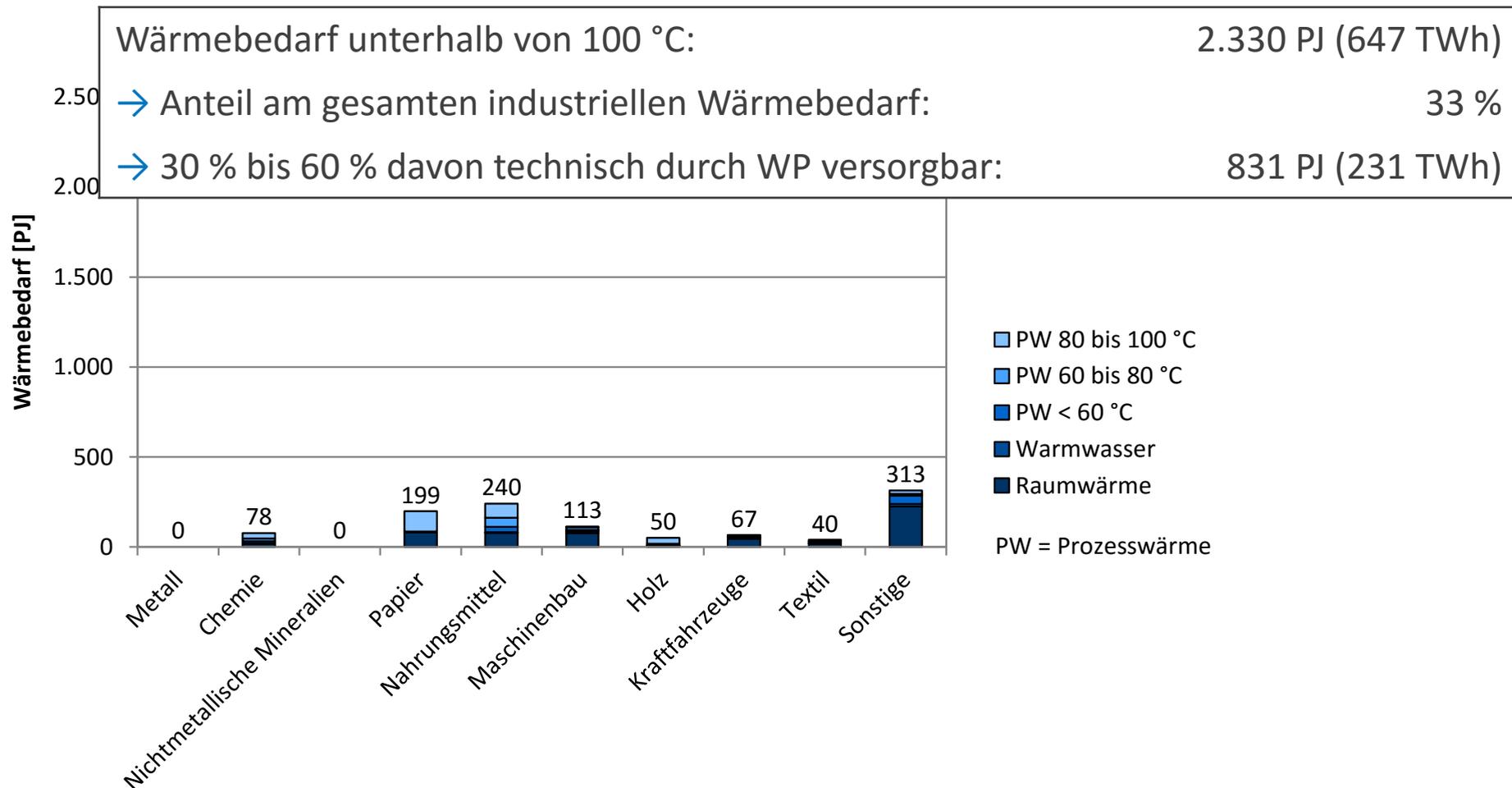
Eigene Berechnungen und Annahmen basierend auf u.a. /**AGEB 2013**/ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB): Erstellung von Anwendungsbilanzen für das Jahr 2012 für das verarbeitende Gewerbe mit Aktualisierungen für die Jahre 2009-2011. 2013 ; /**eurostat 2015a**/eurostat: Heizgradtage nach NUTS-2-Regionen: jährliche Daten (nrg_esdgr_a). Brüssel, 2015; /**eurostat 2015b**/ eurostat: Gas prices for industrial consumers: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_203. Brüssel (Belgien), 2015

Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)

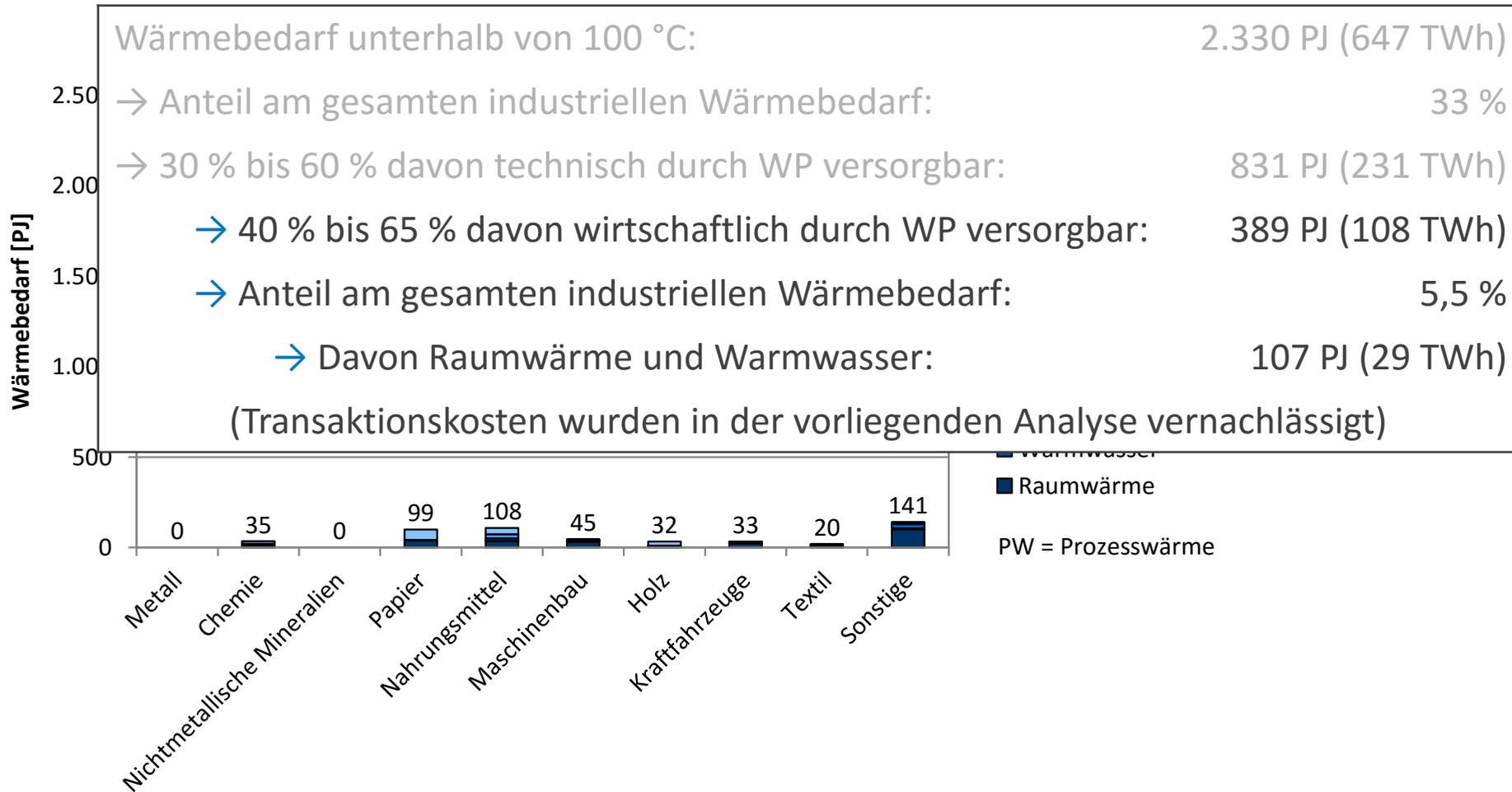


Eigene Berechnungen und Annahmen basierend auf u.a. /**AGEB 2013**/ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB): Erstellung von Anwendungsbilanzen für das Jahr 2012 für das verarbeitende Gewerbe mit Aktualisierungen für die Jahre 2009-2011. 2013; /**eurostat 2015a**/eurostat: Heizgradtage nach NUTS-2-Regionen: jährliche Daten (nrg_esdgr_a). Brüssel, 2015; /**eurostat 2015b**/ eurostat: Gas prices for industrial consumers: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_203. Brüssel (Belgien), 2015; /**Nellissen, Wolf 2015**/ Nellissen, P.; Wolf, S.: Wärmepumpen im Nichtwohnbereich: Potential für die Energiewende (DKV Tagung: Herausforderungen 2015 für Kälte-, Klima und Wärmepumpentechnik). Darmstadt, 10.02.2015

Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)



Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)



Wärmebedarf unterhalb von 100 °C: 2.330 PJ (647 TWh)

→ Anteil am gesamten industriellen Wärmebedarf: 33 %

→ 30 % bis 60 % davon technisch durch WP versorgbar: 831 PJ (231 TWh)

→ 40 % bis 65 % davon wirtschaftlich durch WP versorgbar: 389 PJ (108 TWh)

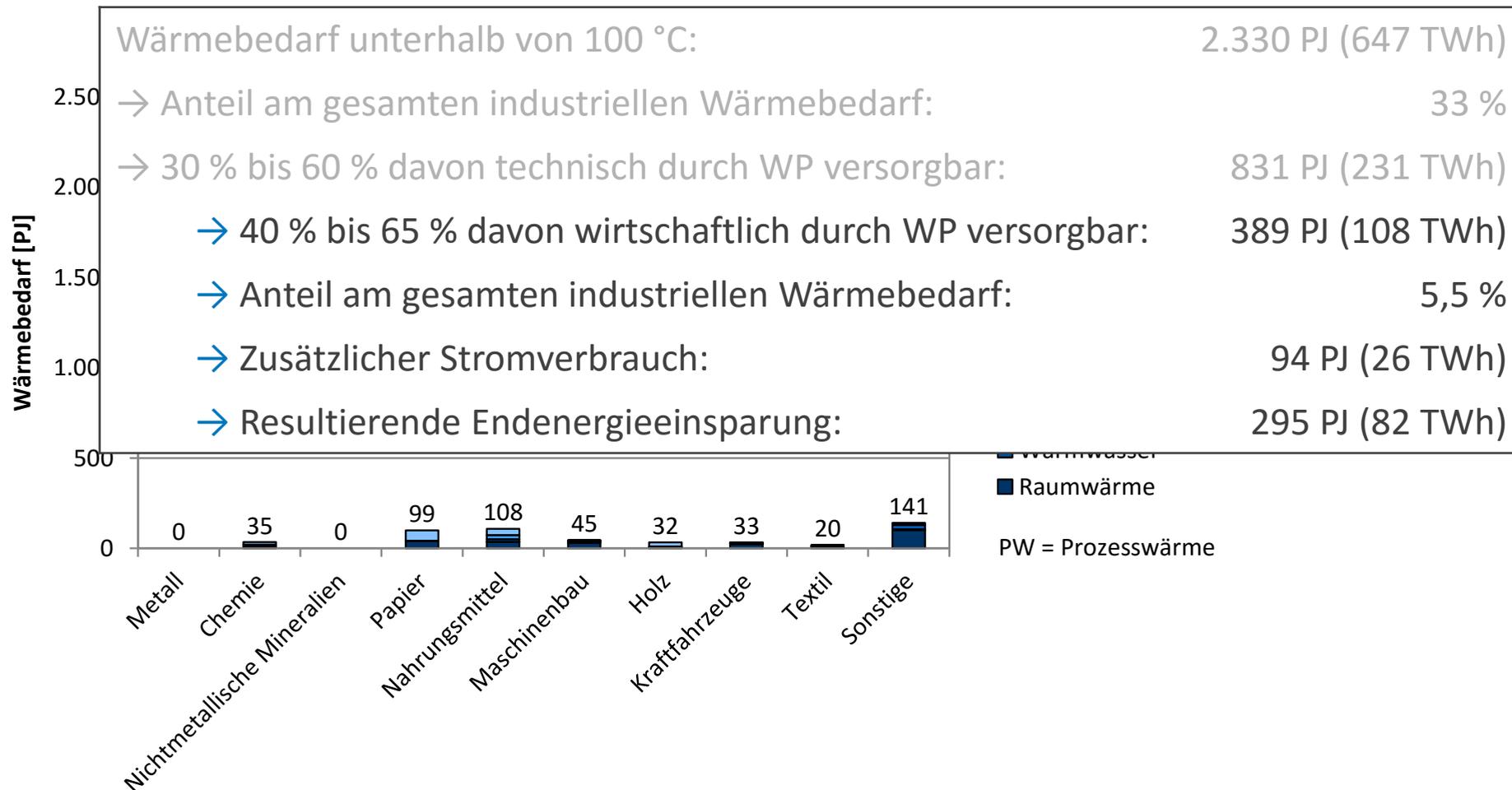
→ Anteil am gesamten industriellen Wärmebedarf: 5,5 %

→ Davon Raumwärme und Warmwasser: 107 PJ (29 TWh)

(Transaktionskosten wurden in der vorliegenden Analyse vernachlässigt)

Eigene Berechnungen und Annahmen basierend auf u.a. /**AGEB 2013**/ Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB): Erstellung von Anwendungsbilanzen für das Jahr 2012 für das verarbeitende Gewerbe mit Aktualisierungen für die Jahre 2009-2011. 2013; /**eurostat 2015a**/eurostat: Heizgradtage nach NUTS-2-Regionen: jährliche Daten (nrg_esdgr_a). Brüssel, 2015; /**eurostat 2015b**/ eurostat: Gas prices for industrial consumers: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_203. Brüssel (Belgien), 2015; /**Nellissen, Wolf 2015**/ Nellissen, P.; Wolf, S.: Wärmepumpen im Nichtwohnbereich: Potential für die Energiewende (DKV Tagung: Herausforderungen 2015 für Kälte-, Klima und Wärmepumpentechnik). Darmstadt, 10.02.2015

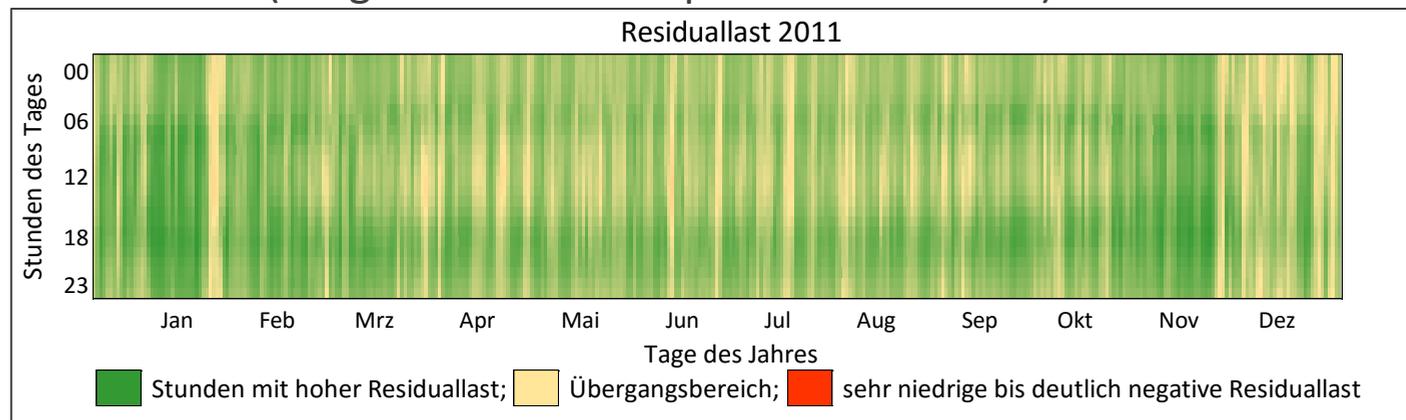
Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)





Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)

Wärmebedarf unterhalb von 100 °C:	2.330 PJ (647 TWh)
→ Anteil am gesamten industriellen Wärmebedarf:	33 %
→ 30 % bis 60 % davon technisch durch WP versorgbar:	831 PJ (231 TWh)
→ 40 % bis 65 % davon wirtschaftlich durch WP versorgbar:	389 PJ (108 TWh)
→ Anteil am gesamten industriellen Wärmebedarf:	5,5 %
→ Zusätzlicher Stromverbrauch:	94 PJ (26 TWh)
→ Resultierende Endenergieeinsparung:	295 PJ (82 TWh)
→ Bis zu 6,5 GW _{el} * einsetzbar als regelbare Last zur Stabilisierung des Stromnetzes (steigende Relevanz spätestens ab 2020).	



Eigene Berechnung
verarbeitende Gew
2015; /eurostat 20
Wolf, S.: Wärmep
10.02.2015

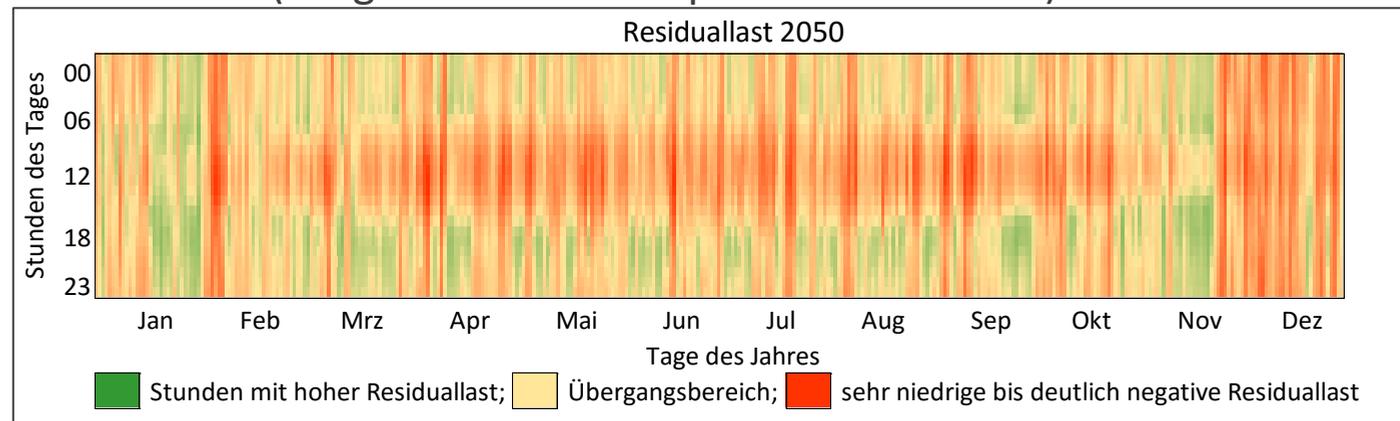
Quelle: IER - Steurer

*) Bei 4.000 Volllaststunden



Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)

Wärmebedarf unterhalb von 100 °C:	2.330 PJ (647 TWh)
→ Anteil am gesamten industriellen Wärmebedarf:	33 %
→ 30 % bis 60 % davon technisch durch WP versorgbar:	831 PJ (231 TWh)
→ 40 % bis 65 % davon wirtschaftlich durch WP versorgbar:	389 PJ (108 TWh)
→ Anteil am gesamten industriellen Wärmebedarf:	5,5 %
→ Zusätzlicher Stromverbrauch:	94 PJ (26 TWh)
→ Resultierende Endenergieeinsparung:	295 PJ (82 TWh)
→ Bis zu 6,5 GW _{el} * einsetzbar als regelbare Last zur Stabilisierung des Stromnetzes (steigende Relevanz spätestens ab 2020).	



Eigene Berechnung
verarbeitende Gew
2015; /eurostat 20
Wolf, S.: Wärmep
10.02.2015

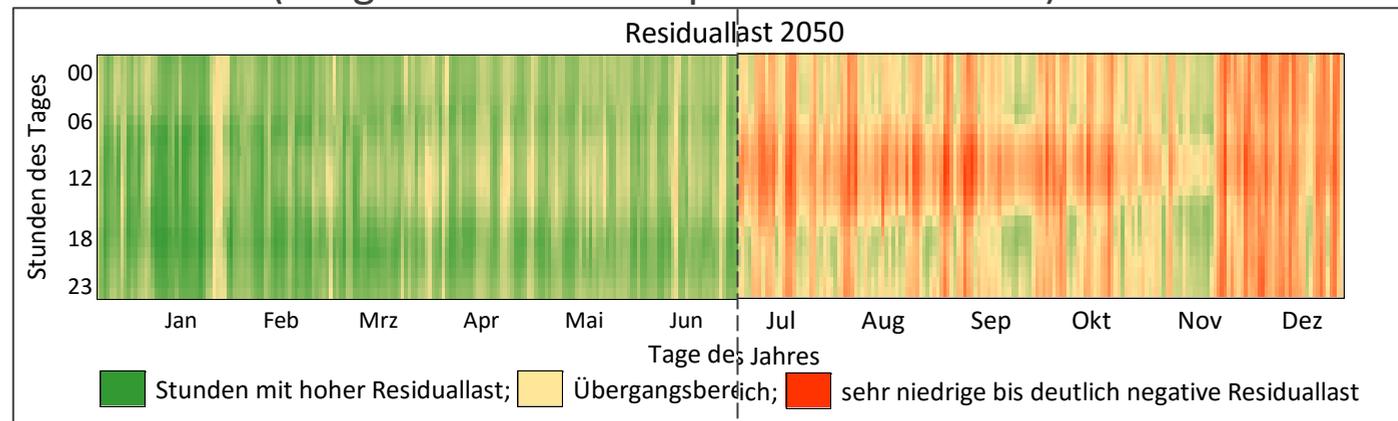
Quelle: IER - Steurer

*) Bei 4.000 Volllaststunden



Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)

Wärmebedarf unterhalb von 100 °C:	2.330 PJ (647 TWh)
→ Anteil am gesamten industriellen Wärmebedarf:	33 %
→ 30 % bis 60 % davon technisch durch WP versorgbar:	831 PJ (231 TWh)
→ 40 % bis 65 % davon wirtschaftlich durch WP versorgbar:	389 PJ (108 TWh)
→ Anteil am gesamten industriellen Wärmebedarf:	5,5 %
→ Zusätzlicher Stromverbrauch:	94 PJ (26 TWh)
→ Resultierende Endenergieeinsparung:	295 PJ (82 TWh)
→ Bis zu 6,5 GW _{el} * einsetzbar als regelbare Last zur Stabilisierung des Stromnetzes (steigende Relevanz spätestens ab 2020).	

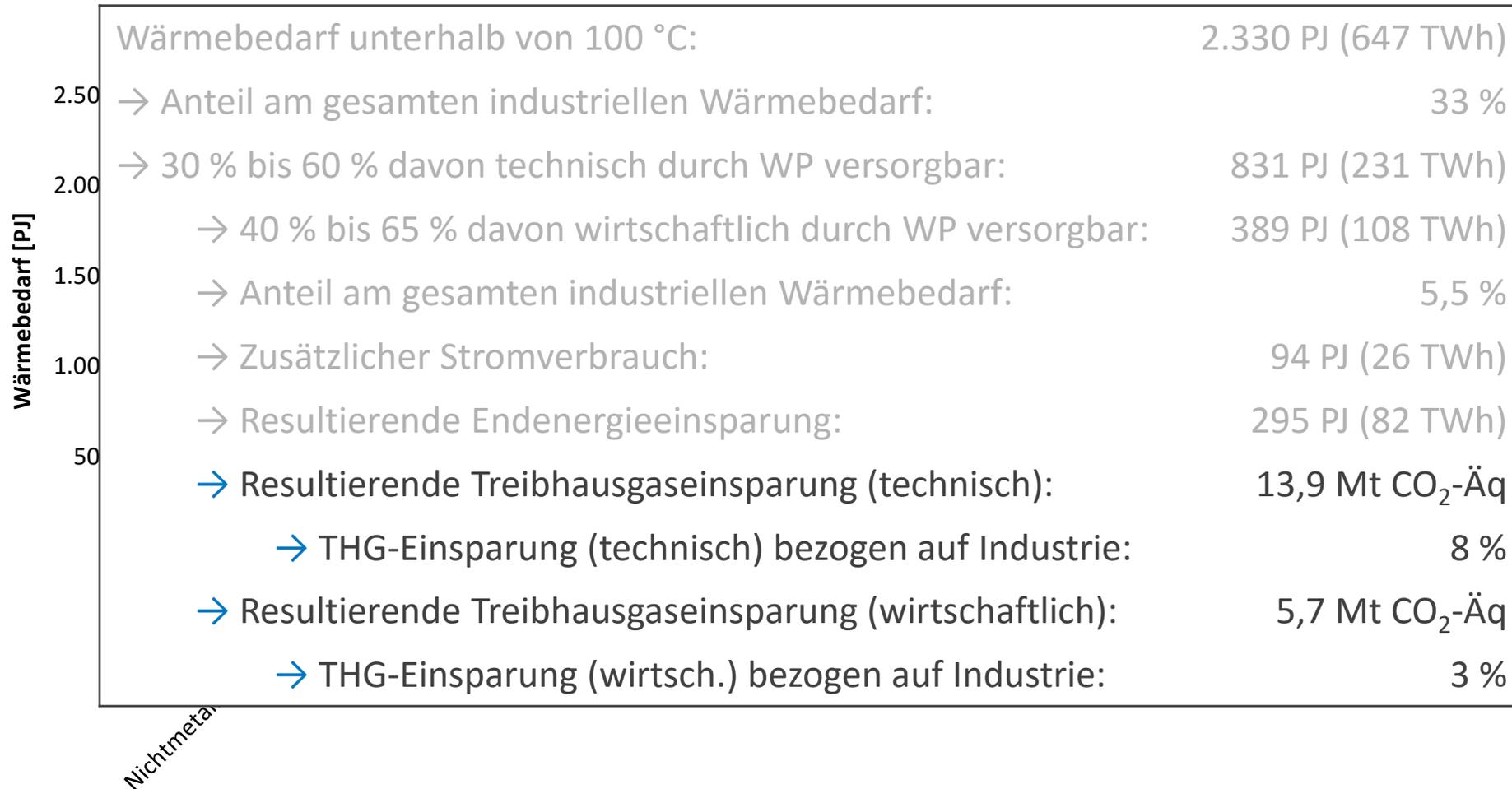


Eigene Berechnung
verarbeitende Gew
2015; /eurostat 20
Wolf, S.: Wärmep
10.02.2015

Quelle: IER - Steurer

*) Bei 4.000 Volllaststunden

Potenzial für die Anwendung von Wärmepumpen in den EU-28 (2012)



Rahmenbedingungen für Industriewärmepumpen in den EU-28 (2014)

Bewertung der ökonomischen Rahmenbedingungen anhand des Spark-Spreads:

$$\text{Spark-Spread} = \frac{K_{Strom}}{K_{Gas} \cdot \eta_{Wandlung}}$$

$$\eta_{Wandlung} = 0,9$$

$$K_{Strom} \hat{=} \text{Strombezugspreis (2 bis 20 GWh)*}$$

$$K_{Gas} \hat{=} \text{Gasbezugspreis (3 bis 28 GWh)*}$$

*) Preise ohne erstattungsfähige Steuern

/eurostat 2015a/eurostat: Electricity prices for industrial consumer: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_205. Brüssel (Belgien), 2015

/eurostat 2015b/eurostat: Gas prices for industrial consumers: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_203. Brüssel (Belgien), 2015

/eurostat 2015c/eurostat: Complete energy balances: annual data (nrg_110a). Brüssel (Belgien), 2015

Land	Endenergieverbrauch der Industrie in PJ	Spark-Spread	Indikator	Trend (3 Jahre)
Deutschland	2.543	2,98	●	↔
Frankreich	1.257	1,87	●	↔
Italien	1.130	4,15	●	↔
Vereinigtes Königreich	1.076	2,59	●	↓
Spanien	878	2,48	●	→
Polen	632	2,08	●	↑
Niederlande	568	2,08	●	↔
Schweden	480	0,96	●	→
Finland	452	1,82	●	↑
Belgien	438	2,99	●	→
Österreich	389	1,90	●	↑
Tschechien	315	2,28	●	→
Rumänien	264	1,75	●	↔
Portugal	192	2,07	●	↓
Slowakai	179	2,15	●	↔
Ungarn	147	2,36	●	→
Griechenland	119	2,05	●	→
Bulgarien	108	1,80	●	→
Dänemark	94	2,38	●	↓
Irland	91	2,46	●	→
Slovenien	50	1,22	●	↑
Kroatien	47	1,76	●	↔
Litauen	41	2,67	●	↓
Lettland	32	2,57	●	↓
Estland	27	2,08	●	→
Luxemburg	23	1,56	●	→
Zypern	8	4,40	●	↔
Malta	2	3,73	●	→
EU 28	11.582	2,89	●	→

Rahmenbedingungen für Industriewärmepumpen in den EU-28 (2014)

Bewertung der ökonomischen Rahmenbedingungen anhand des Spark-Spreads:

$$\text{Spark-Spread} = \frac{K_{Strom}}{K_{Gas} \cdot \eta_{Wandlung}}$$

$$\eta_{Wandlung} = 0,9$$

$$K_{Strom} \hat{=} \text{Strombezugspreis (2 bis 20 GWh)*}$$

$$K_{Gas} \hat{=} \text{Gasbezugspreis (3 bis 28 GWh)*}$$

*) Preise ohne erstattungsfähige Steuern

/eurostat 2015a/eurostat: Electricity prices for industrial consumer: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_205. Brüssel (Belgien), 2015

/eurostat 2015b/eurostat: Gas prices for industrial consumers: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_203. Brüssel (Belgien), 2015

/eurostat 2015c/eurostat: Complete energy balances: annual data (nrg_110a). Brüssel (Belgien), 2015

Land	Endenergieverbrauch der Industrie in PJ	Spark-Spread	Indikator	Trend (3 Jahre)
Deutschland	2.543	2,98	●	↘
Frankreich	1.257	1,87	●	↘
Italien	1.130	4,15	●	↘
Vereinigtes Königreich	1.076	2,59	●	↓
Spanien	878	2,48	●	→
Polen	632	2,08	●	↑
Niederlande	568	2,08	●	↗
Schweden	480	0,96	●	→
Finland	452	1,82	●	↑
Belgien	438	2,99	●	→
Österreich	389	1,90	●	↑
Tschechien	315	2,28	●	→
Rumänien	264	1,75	●	↘
Portugal	192	2,07	●	↓
Slowakai	179	2,15	●	↘
Ungarn	147	2,36	●	→
Griechenland	119	2,05	●	→
Bulgarien	108	1,80	●	→
Dänemark	94	2,38	●	↓
Irland	91	2,46	●	→
Slovenien	50	1,22	●	↑
Kroatien	47	1,76	●	↘
Litauen	41	2,67	●	↓
Lettland	32	2,57	●	↓
Estland	27	2,08	●	→
Luxemburg	23	1,56	●	→
Zypern	8	4,40	●	↗
Malta	2	3,73	●	→
EU 28	11.582	2,89	●	→

Rahmenbedingungen für Industriewärmepumpen in den EU-28 (2014)

Bewertung der ökonomischen Rahmenbedingungen anhand des Spark-Spreads:

$$\text{Spark-Spread} = \frac{K_{Strom}}{K_{Gas} \cdot \eta_{Wandlung}}$$

$$\eta_{Wandlung} = 0,9$$

$$K_{Strom} \hat{=} \text{Strombezugspreis (2 bis 20 GWh)*}$$

$$K_{Gas} \hat{=} \text{Gasbezugspreis (3 bis 28 GWh)*}$$

*) Preise ohne erstattungsfähige Steuern

/eurostat 2015a/eurostat: Electricity prices for industrial consumer: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_205. Brüssel (Belgien), 2015

/eurostat 2015b/eurostat: Gas prices for industrial consumers: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_203. Brüssel (Belgien), 2015

/eurostat 2015c/eurostat: Complete energy balances: annual data (nrg_110a). Brüssel (Belgien), 2015

Land	Endenergieverbrauch der Industrie in PJ	Spark-Spread	Indikator	Trend (3 Jahre)
Deutschland	2.543	2,98	●	↔
Frankreich	1.257	1,87	●	↔
Italien	1.130	4,15	●	↔
Vereinigtes Königreich	1.076	2,59	●	↓
Spanien	878	2,48	●	→
Polen	632	2,08	●	↑
Niederlande	568	2,08	●	↔
Schweden	480	0,96	●	→
Finland	452	1,82	●	↑
Belgien	438	2,99	●	→
Österreich	389	1,90	●	↑
Tschechien	315	2,28	●	→
Rumänien	264	1,75	●	↔
Portugal	192	2,07	●	↓
Slowakai	179	2,15	●	↔
Ungarn	147	2,36	●	→
Griechenland	119	2,05	●	→
Bulgarien	108	1,80	●	→
Dänemark	94	2,38	●	↓
Irland	91	2,46	●	→
Slovenien	50	1,22	●	↑
Kroatien	47	1,76	●	↔
Litauen	41	2,67	●	↓
Lettland	32	2,57	●	↓
Estland	27	2,08	●	→
Luxemburg	23	1,56	●	→
Zypern	8	4,40	●	↔
Malta	2	3,73	●	→
EU 28	11.582	2,89	●	→

Chancen für die Wärmepumpe in der Industrie in Deutschland

Chancen für die Umsetzung einer Wärmepumpenanlage:

- / Aufgeschlossene Partner
- / Substitution von hochpreisigen Energieträgern (Öl, Strom)
- / Geringer Temperaturhub (Prozesskälte → Raumwärme und Warmwasser; Trocknungs- und Destillationsprozesse)
- / Vermarktung von Regelleistung
- / Akzeptanz höherer Amortisationszeiten

Interne Verzinsung der Investition											
Amortisationszeit [a]	Anlagennutzungsdauer [a]										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
1	62%	84%	93%	97%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%
2	0%	23%	35%	41%	45%	47%	48%	49%	49%	50%	50%
3		0%	13%	20%	24%	27%	29%	30%	31%	33%	33%
4			0%	8%	13%	16%	19%	20%	21%	24%	25%
5				0%	5%	9%	12%	14%	15%	18%	19%
6					0%	4%	7%	9%	11%	14%	16%
7						0%	3%	5%	7%	11%	13%
8							0%	2%	4%	9%	11%

Fazit

Chancen der Wärmepumpentechnik:

- / Kongruenz mit den Zielen der Energiewende
- / Große Potenziale
- / Hohe Forschungsaktivität
- / Großes Angebot auf dem Markt

Risiken für die Wärmepumpentechnik:

- / Hohe Strom- und niedrige Brennstoffpreise in Deutschland
- / Imageprobleme

Neue Einsatzfelder für die Wärmepumpe:

- / Nichtwohngebäude mit Heiz- und Kühlbedarf
- / Industriebetriebe (Annex 35/13 follow up)
- / Nah- und Fernwärmenetze (Annex 47: 2015 bis 2017)
- / Wärmerückgewinnung aus Abwasser
- / etc.

EUROPEAN HEAT PUMP SUMMIT

POWERED BY CHILLVENTA

SYMPOSIUM + EXPO
NUREMBERG, 20–21.10.2015

Industrial | Commercial | Residential
Heating & Cooling | Components & Equipment

hp-summit.de

NÜRNBERG / MESSE