

Perspektiven für den Einsatz von Wärmepumpen in der Industrie in Deutschland

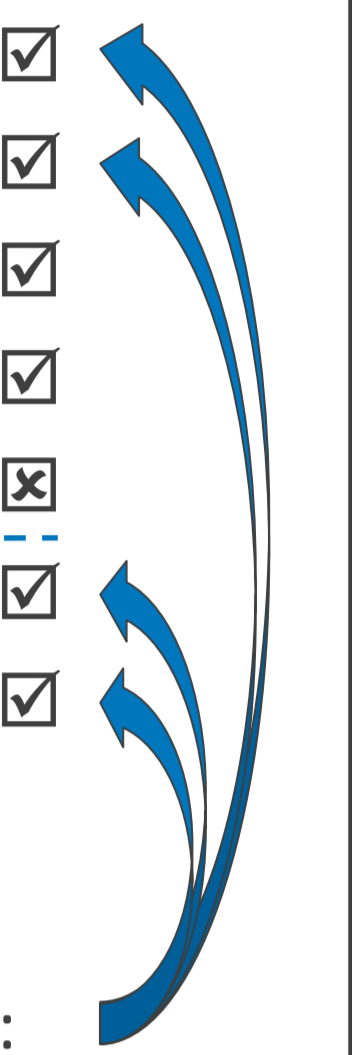
Einführung

Die Wärmepumpentechnik weist eine hohe Kongruenz mit den in der rechten Grafik gezeigten Zielen der Energiewende auf. Im Gebäudebereich ist sie bereits zur Standardanwendung geworden. Für den Einsatz von Wärmepumpen zur Nutzbarmachung industrieller Abwärmeströme fehlte bisher die nötige Technik. Innerhalb der letzten Jahre wuchs das Angebot an leistungsstarken Wärmepumpen, die zudem hohe Temperaturen jenseits der 100 °C liefern können. In der vorgestellten Studie wurde untersucht, inwiefern die Anwendung der Wärmepumpentechnik in der Industrie einen Beitrag zu den Zielen der Energiewende leisten kann.

Beitrag zu den Zielen der Energiewende (bis 2050):

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

Wärmepumpe:



Wechselwirkungen zwischen Zielen der Energiewende:

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

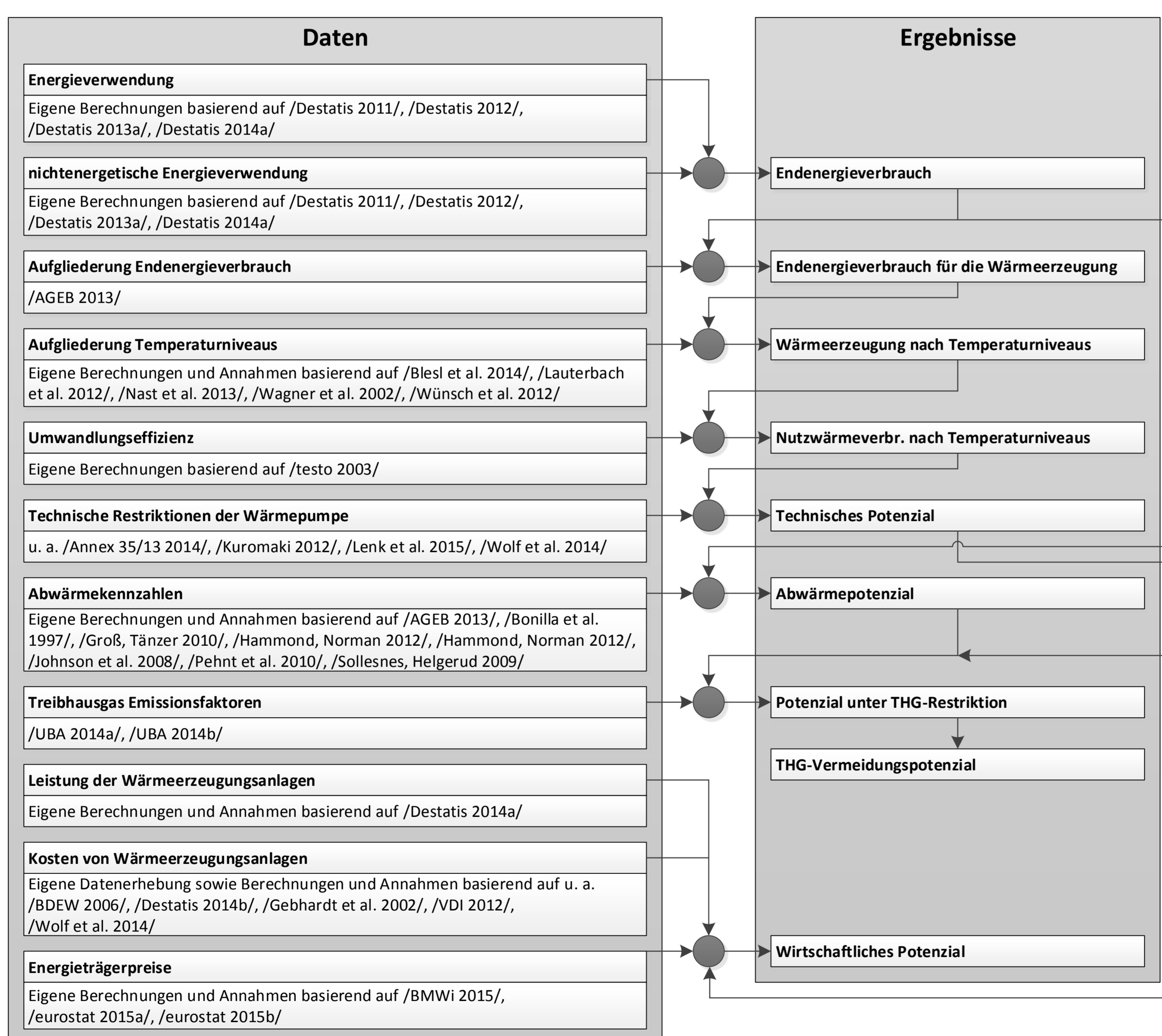
Methodik

Die Bewertung der Anwendbarkeit der Wärmepumpentechnik in der Industrie erfolgt mittels eines analytischen Top-Down Modells. Die diesem Modell zugrunde liegende Methodik ist in dem unten abgebildeten Strukturdiagramm dargestellt. Die unterschiedlichen Potenzialbegriffe sind wie folgt definiert:

Technisches Potenzial: Mit verfügbarer Wärmepumpentechnik lieferbare Wärmemenge.

THG-Restriktion: Der Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung verfügbarer Wärmequellen so versorgt werden kann, dass im Vergleich zur Bestandstechnologie THG-Emissionen eingespart werden können.

Wirtschaftliches Potenzial: Der Teil des technischen Potenzials, der verglichen mit der Bestandstechnologie kostengünstiger durch eine Wärmepumpe versorgt werden kann.

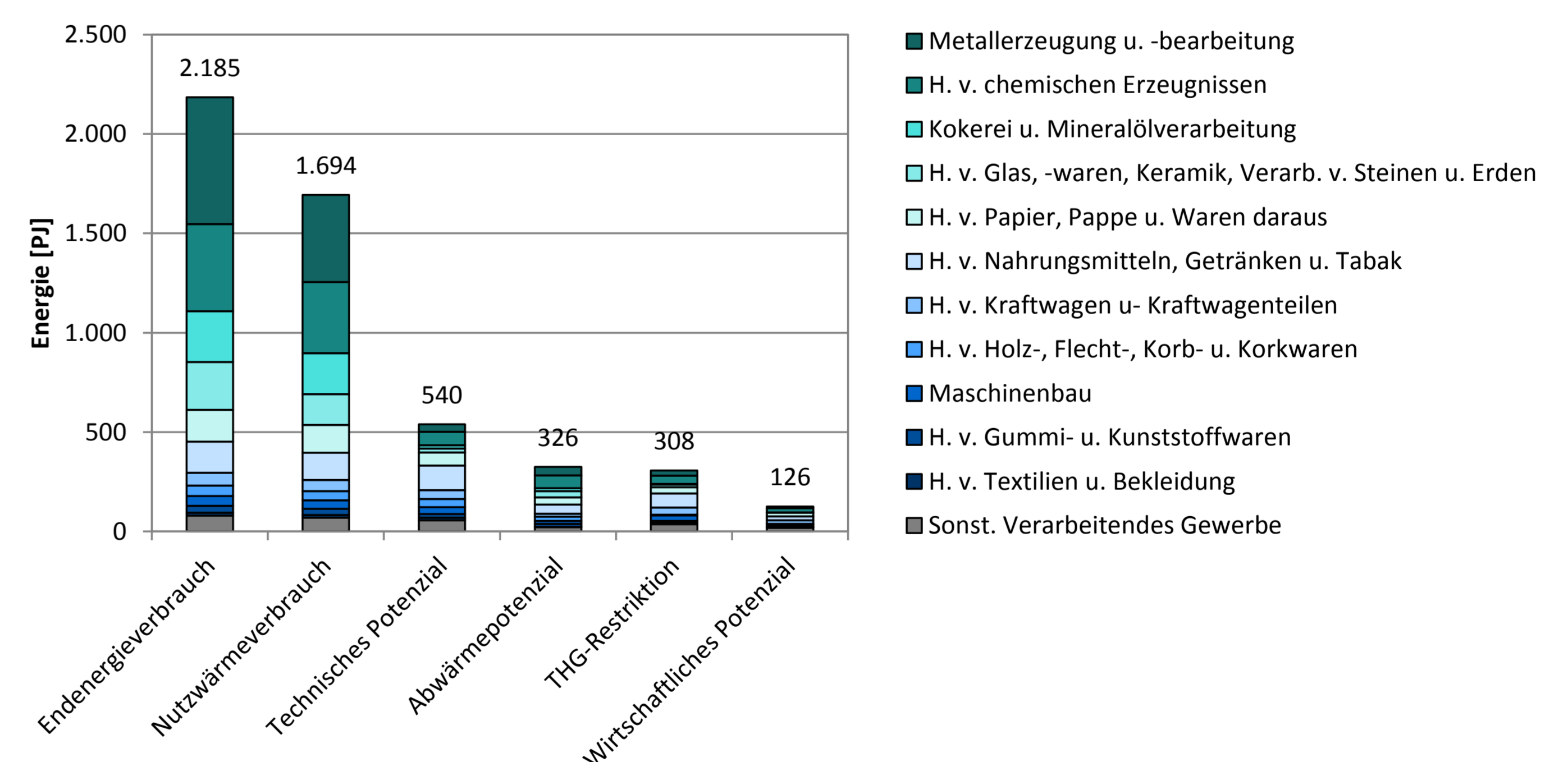


Ergebnisse

Aus dem gewählten Ansatz folgt ein technisches Potenzial für die Wärmepumpenanwendung von 540 PJ_{th}. Davon können 126 PJ_{th} wirtschaftlich gedeckt werden.

Die vollständige Erschließung des wirtschaftlichen Potenzials führt zu einem Stromverbrauch von 30 PJ_{el} und damit zu einer Endenergieeinsparung von 96 PJ. Bei angenommenen 4.000 Volllaststunden sowie verfügbaren Wärmespeichern ergäbe sich eine regelbare Last von 2,1 GW_{el}.

Das THG-Einsparpotenzial beträgt 13,9 Mt CO₂-Äquivalente (8 % der industriellen THG-Emissionen). Wirtschaftlich einsparbar sind davon 5,7 Mt CO₂-Äquivalente (3,3 % der ind. THG-Emissionen).



Schlussfolgerungen und Ausblick

Mit der angewendeten Methodik konnte gezeigt werden, dass die Wärmepumpentechnik auch in der industriellen Anwendung einen signifikanten Beitrag zu den Zielen der Energiewende liefern kann. Durch den steigenden Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung wird das THG-Einsparpotenzial zukünftig wachsen. Der resultierende Anstieg der Strompreise vermindert allerdings zugleich das wirtschaftliche Potenzial. Dieser Widerspruch, der ebenso für alle anderen strombetriebenen Energieeffizienztechnologien gilt, verdient eine verstärkte Thematisierung.

Literatur

/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. /Annex 35/13 2014/ Members of Annex 35/13: Application of Industrial Heat Pumps: IEA Industrial Energy-related Systems and Technologies Annex 13, IEA Heat Pump Programme Annex 35. Final Report. Hannover, 2014. /BDEW 2006/ Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) Kühlen und Klimatisieren mit Erdgas. Berlin, 2006. /Blesl et al. 2014/ Blesl, M.; Wolf, S.; Fah, U.: Large scale application of heat pumps (7th EHPA European Heat Pump Forum). Berlin, 20.05.2014. /Bonilla et al. 1997/ Bonilla, J. J.; Blanco, J. M.; López, L.; Sala J. M.: Technological Recovery Potential of Waste Heat in the Industry of the Basque Country. In: Applied Thermal Engineering (1997), Nr. 3, S. 283-288. /BMWi 2015/ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Zahlen und Fakten: Energiedaten. Nationale und Internationale Entwicklung. Berlin, 2015. /Destatis 2011/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden: Berichtszeitraum 2010. Wiesbaden, 2012. /Destatis 2012/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden: Berichtszeitraum 2011. Wiesbaden, 2013. /Destatis 2013/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Verarb. Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden: Berichtszeitraum 2012. Wiesbaden, 2014. /Destatis 2014b/ Statistisches Bundesamt (Destatis): Verbraucherpreisindex für Deutschland: Lange Reihen ab 1948. Wiesbaden, 2014. /Eurostat 2015a/ eurostat: Electricity prices for industrial consumer: bi-annual data (from 2007 onwards). nrg_pc_203. Brüssel (Belgien), 2015. /Gebhardt et al. 2002/ Gebhardt, M.; Kohl, H.; Steinrötter, T.: Preisatlas: Ableitung von Kostenfunktionen für Komponenten der rationalen Energieerzeugung. Duisburg, 2002. /Groß, Tänzer 2010/ Groß, B.; Tänzer, G.: Industrielle Abwärme: Eine Potenzialstudie für Deutschland. Saarbrücken, 2010. /Hammond, Norman 2012/ Hammond, G.; Norman, J.: Heat recovery opportunities in UK manufacturing. Bath, 2012. /Johnson et al. 2008/ Johnson, J.; Choate, W. T.; Davidson, A.; Marzsa, B.: Waste Heat Recovery: Technology and Opportunities in U.S. Industry. Washington D.C., 2008. /Lauterbach et al. 2012/ Lauterbach, C.; Schmitt, B.; Jordan, U.; Vajen, K.: The potential of solar heat for industrial processes in Germany. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (2012), Nr. 7, S. 5121-5132. /Naat, M.; Frisch, S.; Peht, M.; Otter, P.: Prozesswärme im MAP. Heidelberg, 2013. /Sollnes, Helgerud 2009/ Sollnes, G.; Helgerud, H. E.: Utnyttelse av spillvarme fra norsk industri. In: Potensialstudia. Trondheim, 2009. /Testo 2003/ testo AG: Praxis-Fibel: Heizungs-Messtechnik. Mit praktischen Hinweisen, Tipps und Tricks. Lenzkirch, 2003. /UBA 2014a/ Umweltbundesamt (UBA): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Stroms in den Jahren 1990 bis 2013. Dessau-Roßlau, 2014. /UBA 2014b/ Umweltbundesamt (UBA): Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas). Dessau-Roßlau, 2014. /VDI 2012/ Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI): VDI-Richtlinie 4650. Berechnung von Wärmepumpen Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresbeizahl von Wärmepumpenanlagen. 2012. /Wagner et al. 2002/ Wagner, H.-J.; Unger, H.; Kattenstein, T.; Drath, T.; Zöfel, A.: Validierung und kommunale Diagnostizierung des Expertensystems HERAKLES. Bochum, 2002. /Wolf et al. 2014/ Wolf, S.; Fah, U.; Blesl, M.; von, A.; Jacobs, R.: Analyse des Potenzials von Industriewärmepumpen in Deutschland: Forschungsbericht. FKZ 0327514A. Stuttgart, 2014. /Wünsch et al. 2012/ Wünsch, M.; Seefeldt, F.; Schlomann, B.; Fleiter, T.; Gerspacher, A.; Rohde, C.; Geiger, B.; Kleiberger, H.: Datenbasis zur Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen 2008 (Auswertung für das Jahr 2008). Berlin, 2012.

Autor

M.Sc. Stefan Wolf
Universität Stuttgart
University of Stuttgart
Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung
IER
Institute of Energy Economics and the Rational Use of Energy
Heßbrühlstraße 49a, 70565 Stuttgart
Telefon: +49 (0) 711 685 878 52
Mail: stefan.wolf@ier.uni-stuttgart.de
Internet: www.ier.uni-stuttgart.de