

ETR

Economic Trends Research
Analyse Ökonomischer Trends

RESULTS / ERGEBNISSE

Der Einfluss monovalenter Strom- Wärmepumpen auf den Bedarf an gesicherter Kraftwerksleistung

Michael Bräuninger

Nr. 5

Hamburg, August 2015

Der Einfluss monovalenter Strom- Wärmepumpen auf den Bedarf an gesicherter Kraftwerksleistung

Michael Bräuninger

Gutachten für das Institut für Wärme und Oeltechnik e. V. (IWO)

IMPRESSUM

Herausgeber

Prof. Dr. Michael Bräuninger

Economic Trends Research

Tel: 040 28475131

E-Mail: braeuninger@mb-etr.de

Alle Rechte vorbehalten. Hamburg 2015

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Michael Bräuninger

braeuninger@mb-etr.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Zielsetzung	3
2 Entwicklungen auf dem Strommarkt bis 2030	4
3 Szenarien für die Umstellung auf monovalente elektrische Heizsysteme	5
4 Ergebnisse	10

1 | Einleitung und Zielsetzung

Wenn es um Lösungen für die Energiewende im Wärmemarkt geht, werden häufig Strom-Wärmepumpen als das Mittel der Wahl gesehen. Welche Auswirkungen eine solche Änderung in der Beheizungsstruktur des Wärmemarktes auf den Strommarkt hat, soll in dieser Kurzstudie untersucht werden. Dazu werden Abschätzungen vorgenommen, die zeigen, inwieweit die Stromnachfrage von Strom-Wärmepumpenheizsystemen synchron zur allgemeinen Stromnachfrage verläuft. Dazu werden die wetterabhängigen Wärmelastprofile, die ebenso wetterabhängigen Stromerzeugungsprofile und die zeitlich variable Stromnachfrage verglichen. Für die Verbrauchs- und Erzeugungsprofile wird der Temperaturverlauf aus dem Jahr 2012 verwendet. So wird gezeigt, in welchem Umfang die Umstellung von einer Öl- oder Gasheizung auf eine monovalente Strom-Wärmepumpe die Stromnachfrage eines Haushalts beeinflusst.

Die aggregierte Stromnachfrage und die notwendigen Kraftwerkskapazitäten ergeben sich aus dem Verbrauchsprofil der Haushalte, der Effizienz der Stromheizungen und aus der Zahl der Haushalte, die auf Strom zur Wärmeerzeugung umstellen. Für die Erzeugungspotenziale der erneuerbaren Energien werden Hochrechnungen für das Jahr 2030 auf Basis der angestrebten Ausbaupotenziale vorgenommen. Für die Zahl der Haushalte, die ihre Heizungen von Öl/Gas auf Strom umstellen und für die verwendeten Technologien werden verschiedene Szenarien betrachtet. Da es sich bei den Betrachtungen um Bestandsgebäude handelt, wird in allen Szenarien von einer mittleren Arbeitszahl von drei ausgegangen. Im ersten Szenario wird angenommen, dass 1,9 Millionen und damit zehn Prozent der Öl- und Gasheizungen auf Strom-Wärmepumpen umgestellt werden. Im zweiten Szenario werden doppelt so viele Heizungen, nämlich 3,8 Millionen, auf Strom-Wärmepumpen umgestellt

Im Folgenden werden zunächst die Entwicklungen auf dem Strommarkt projiziert. Auf dieser Basis wird die Residuallast im Jahr 2030 prognostiziert. Dann werden verschiedene Szenarien für den Wärmemarkt entwickelt. Dabei wird die zusätzliche Stromnachfrage, die sich aus der Umstellung der Heizungen ergibt, abgeleitet und der Residuallast gegenübergestellt.

2 | Entwicklungen auf dem Strommarkt bis 2030

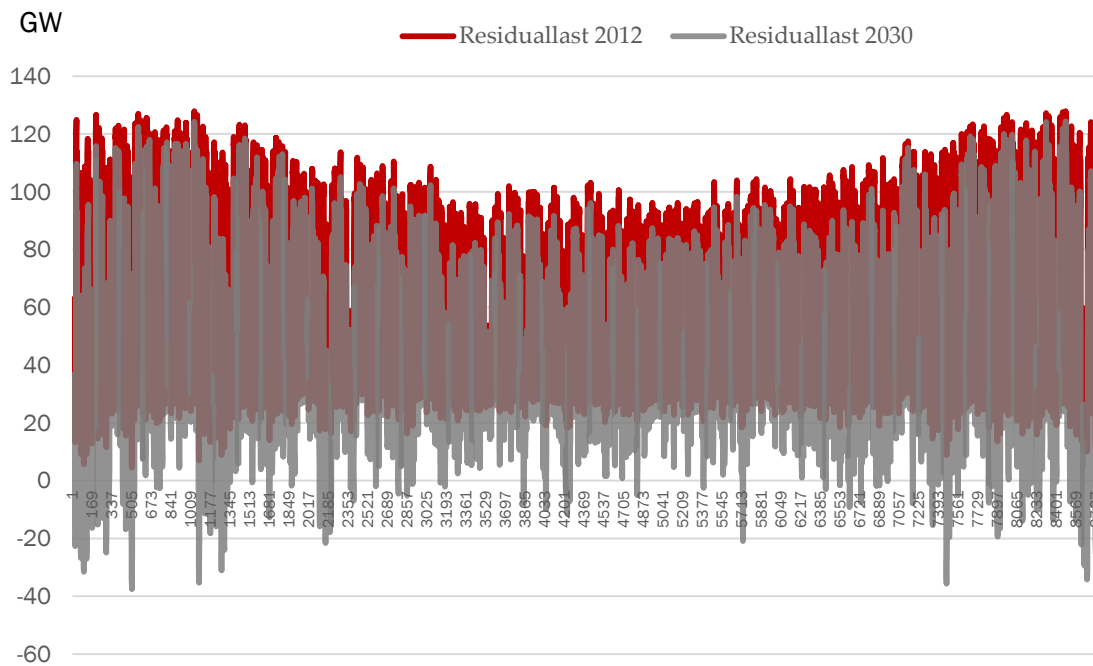
Um den Bedarf an konventionellen Kraftwerkskapazitäten im Jahr 2030 zu prognostizieren, muss zunächst eine Prognose für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erstellt werden. Diese wird dann mit einer Prognose der Stromnachfrage verbunden. Aus diesen beiden Prognosen ergibt sich dann die Residuallast, d.h. die durch konventionelle Kraftwerke bereitzustellende Strommenge.

Die in 2030 durch erneuerbare Energien erstellte Strommenge hängt zum einen von den Erzeugungskapazitäten und zum anderen von deren Auslastung ab. Für die Erzeugungskapazitäten werden die Ausbauziele des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) angenommen. Diese sehen für die Windkapazitäten onshore 75 GW, für die Windkapazitäten offshore 15 GW und für die Photovoltaik eine Kapazität von 52 GW vor. Die Erzeugungskapazitäten werden sowohl über das Jahr als auch im Tagesablauf in sehr unterschiedlichem Maß genutzt. Um hier die Schwankungen und das Potenzial abzuschätzen, wird die Stromproduktion des Jahres 2012 in Relation zu den Erzeugungskapazitäten in 2012 gesetzt. So ergibt sich für jede Stunde des Jahres und für jede erneuerbare Energie ein Auslastungsfaktor. Dieser wird im Zeitverlauf als konstant angesehen, sodass sich die Stromproduktion im Jahr 2030 aus diesem Auslastungsfaktor und den Erzeugungskapazitäten in 2030 ergibt. Es wird unterstellt, dass die zeitliche Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in 2030 das gleiche Muster aufweist wie in 2012.

Die zukünftige Verbrauchsentwicklung wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Einerseits führt das Wirtschaftswachstum und der vermehrte Einsatz von Strom in Bereichen, in denen bisher kaum Strom eingesetzt wurde (z.B. Elektromobilität), zu einer steigenden Stromnachfrage. Andererseits führen Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz zu einer sinkenden Stromnachfrage. Vor diesem Hintergrund wird hier eine mittlere Annahme getroffen und eine konstante Stromnachfrage unterstellt, wobei das zeitliche Verbrauchsmuster aus dem Jahr 2012 übernommen wird.

Abbildung 1 zeigt die Residuallast im Jahr 2012 und die Prognose für die Residuallast im Jahr 2030 für die einzelnen Stunden des Jahres. Es zeigt sich, dass die durchschnittliche Residuallast deutlich zurückgeht. Gleichzeitig nehmen die Schwankungen zu. In immer mehr Stunden im Jahr wird die Residuallast negativ, d.h. es könnte zu diesen Zeiten mehr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt werden, als jeweils von den Stromverbrauchern benötigt wird. Andererseits gibt es auch im Jahr 2030 noch viele Stunden mit einer hohen Residuallast. Für diese Stunden müssen konventionelle Kraftwerke vorgehalten werden, die nur wenige Stunden im Jahr Strom produzieren aber dennoch weiterhin in Bereitschaft gehalten werden müssen. Die Umstellung auf allein strombasierte Heizsysteme wäre besonders problematisch, wenn sie zu einer Zunahme des Strombedarfs in diesen Stunden führt.

Abbildung 1: Residuallast im Jahr 2012 und die Prognose der Residuallast 2030.



3 | Szenarien für die Umstellung auf monovalente elektrische Heizsysteme

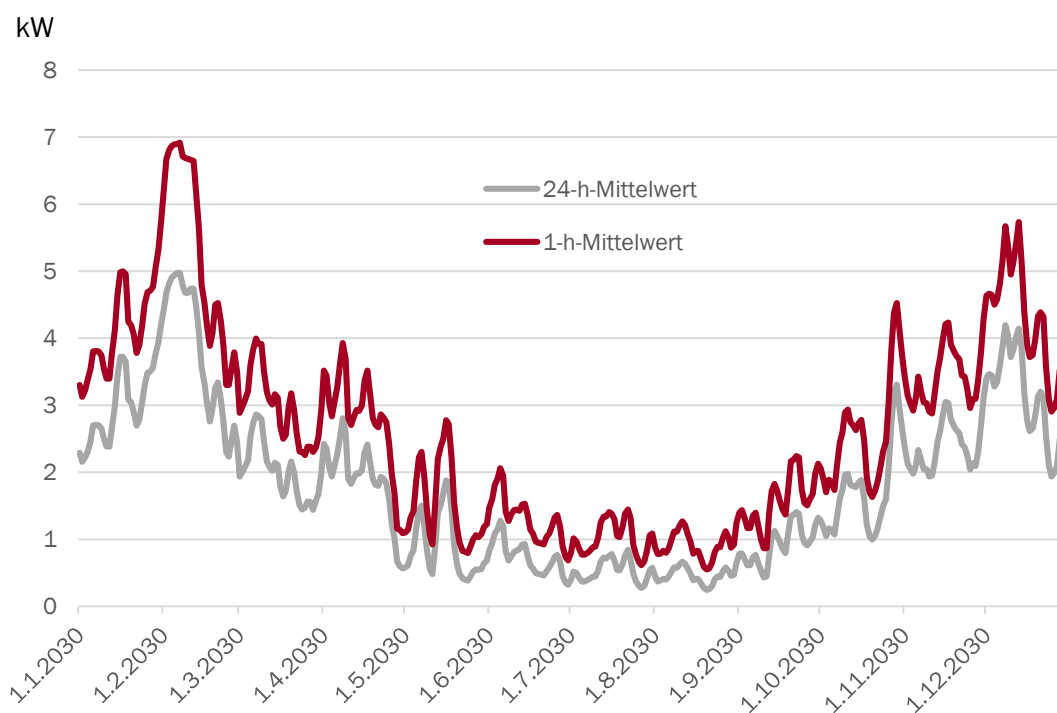
Im Folgenden wird untersucht, wie sich der Strommarkt verändert, wenn ein Teil der derzeitigen Öl- oder Gasheizungen bis zum Jahr 2030 auf Strom-Wärmepumpen umgestellt wird. Das Potenzial für die Umstellung ergibt sich aus dem Bestand von etwa 19 Millionen Öl- und Gasheizungen, die im Jahr 2012 rund 380 TWh an Raumwärme und Warmwasser erzeugt haben. Dabei unterscheiden sich die beheizten Wohnungen bezüglich Größe, der Qualität des baulichen Wärmeschutzes und der Qualität der Heizanlage. Für das Jahr 2012 wird von einem Einfamilienhaus mit einem Verbrauch von 21.350 kWh/Jahr ausgegangen. In den nächsten Jahren werden sich die Heiztechnik und der bauliche Wärmeschutz weiter verbessern, sodass für das Jahr 2030 ein Verbrauch von nur 15.556 kWh/Jahr angenommen wird. Damit sinkt der Energieverbrauch für Heizen um 27 Prozent auf 277 TWh/Jahr.

Für die in diesen Häusern eingesetzten Strom-Wärmepumpen wird Folgendes angenommen:

- Elektrische Leistung (Input): 3 kW
- Heizleistung (Output): 9 kW
- Arbeitszahl: 3,0

Der Wärmebedarf ist über das Jahr und auch über die Tagesstunden sehr unterschiedlich verteilt. In der Prognose für 2030 werden die Temperaturverläufe und die Wärmelastprofile des Jahres 2012 verwendet. Abbildung 2 zeigt für jeden Tag des Jahres 2030 die durchschnittliche Gebäudeheizlast (24-h-Mittelwert) sowie die Heizlast (1-h-Mittelwert) der Stunde mit dem höchsten Wärmebedarf des jeweiligen Tages.

Abbildung 2: Durchschnittliche (24-h-Mittelwert) und maximale Gebäudeheizlast (1-h-Mittelwert) an den Tagen des Jahres 2030.



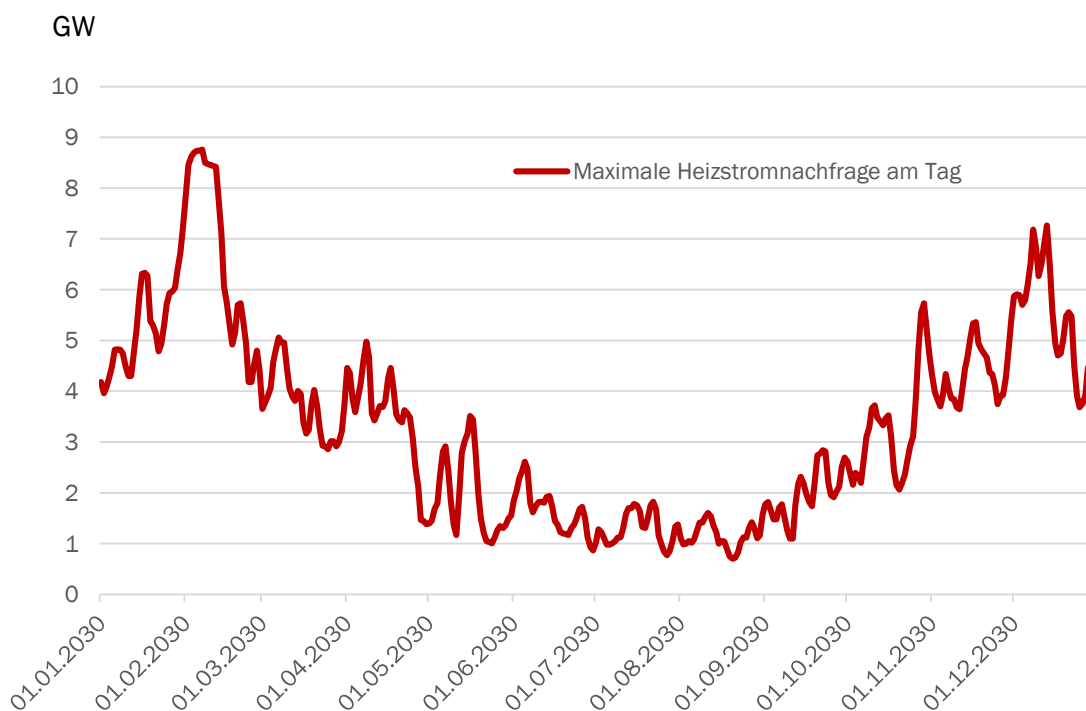
Betrachtet werden zwei Szenarien: Im ersten Szenario werden 10 Prozent der Öl- und Gasheizungen auf Strom-Wärmepumpen umgestellt. Dies entspricht einer jährlichen Energienachfrage von 27,7 TWh. Es wird eine durchschnittliche Arbeitszahl von 3 unterstellt, sodass die Stromnachfrage um 9,2 TWh/a steigt. Über das Jahr gerechnet, steigt die gesamte Stromnachfrage damit lediglich um 2,5 Prozent. Dies ist jedoch wenig aussagekräftig, da die

zusätzliche Wärmepumpenstromnachfrage sehr ungleich über das Jahr verteilt ist. Im zweiten Szenario werden deutlich mehr Heizungen, nämlich zwanzig Prozent der Öl- und Gasheizungen, auf elektrische Wärmepumpen umgestellt. Damit sind die Potenziale auch doppelt so groß.

Bei 1,9 Millionen Strom-Wärmepumpen werden im Jahr 2030 in einer durchschnittlichen Stunde 1,1 GW Strom zum Betrieb dieser Wärmepumpen benötigt. Um die Verteilung der Stromlast über das Jahr und innerhalb der Tage zu erhalten, wird die Stunde mit dem maximalen Wärmepumpenstromverbrauch betrachtet. Der Jahresdurchschnitt dieser tagesmaximalen Werte liegt bei 1,7 GW. Allerdings liegt der Bedarf in den Wintermonaten deutlich über diesem Durchschnitt, wobei im Februar mit einem durchschnittlichen Bedarf von 4,4 GW pro Stunde ein Maximum erreicht wird.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Wärmepumpenstromnachfrage für die tagesmaximale Stunde im Zeitverlauf des Jahres 2030 bei 3,8 Millionen Strom-Wärmepumpen. Hier ergibt sich als Durchschnitt über alle Tagesmaxima ein Bedarf von 3,3 GW. In den Wintermonaten aber ein Spitzenbedarf von 8,8 GW.

Abbildung 3: Verlauf der täglichen Maximalwerte der Heizstromnachfrage bei 3,8 Mio. Stromheizungen



Um die für die Wärmepumpenstromnachfrage erforderliche zusätzliche gesicherte Leistung abschätzen zu können, muss untersucht werden, ob die Heizstromnachfrage in Perioden mit einer ohnehin schon hohen Residuallast anfällt oder in Perioden mit einer bisher geringen Residuallast. Die Abbildungen 4 und 5 teilen die Residuallast in zwanzig Klassen gleicher Größe, wobei Abbildung 4 das Szenario mit 1,9 Millionen und Abbildung 5 das Szenario mit 3,8 Millionen Wärmepumpen darstellt. Jede der Klassen enthält 5 Prozent der Stunden des Jahres, was einer nicht zusammenhängenden Stundenzahl von etwa 18 Tagen entspricht. Die Balken in den Diagrammen stellen die durchschnittliche Residuallast in den Klassen dar. In der ersten Klasse ist diese negativ, in der zweiten Klasse bei 4,2 GW und in der zwanzigsten Klasse bei 105,2 GW. Eine Erhöhung der Stromnachfrage in den unteren Klassen hat eine eher stabilisierende Wirkung auf den Strommarkt. Hier werden Kapazitäten, die zur Deckung der Stromnachfrage in den oberen Klassen ohnehin notwendig wären, besser genutzt. Problematisch ist hingegen eine Erhöhung der Stromnachfrage in den oberen Klassen. Hier müssen für die Deckung der Heizstromnachfrage zusätzliche Kapazitäten geschaffen oder erhalten werden.

Die Heizstromnachfrage wird in jedem der beiden Diagramme durch zwei Linien beschrieben. Die obere Linie zeigt die maximale zusätzliche Nachfrage in dem jeweiligen Intervall, die untere Linie die durchschnittliche Wärmepumpenstromnachfrage. In allen Klassen der Residuallast gibt es Stunden mit einer großen Wärmepumpenstromnachfrage. In den unteren Klassen sind diese relativ unproblematisch. In den oberen Klassen macht die Zusatznachfrage aber zusätzliche Kapazitäten der Stromerzeugung erforderlich. Da die Stromnachfrage jederzeit befriedigt werden muss, sind die maximalen Werte relevant. Diese zeigen, dass bei 1,9 Millionen Wärmepumpen knapp 4 GW an zusätzlichen gesicherten Stromerzeugungskapazitäten erforderlich sind. Bei 3,8 Millionen Wärmepumpen sind zusätzlich etwa 8 GW erforderlich.

Die untere Linie im Diagramm zeigt die durchschnittliche Wärmepumpenstromnachfrage in dem jeweiligen Intervall. Sie bildet die durchschnittliche Nachfrage über etwa 18 nicht zusammenhängende Tage ab. Es zeigt sich, dass obwohl die Spitzenwerte in allen Klassen auftauchen, die Durchschnittswerte ansteigen und insbesondere in den Klassen mit einer hohen Residuallast höher sind, als in Klassen mit geringer Residuallast. Somit gibt es in Zeiten knapper Stromkapazitäten nicht nur einzelne Stunden mit hoher Wärmepumpenstromnachfrage, sondern regelmäßig einen hohen Bedarf.

Abbildung 4: Verteilung und Korrelation der Residuallast und der Heizstromnachfrage bei 1,9 Mio. Stromheizungen

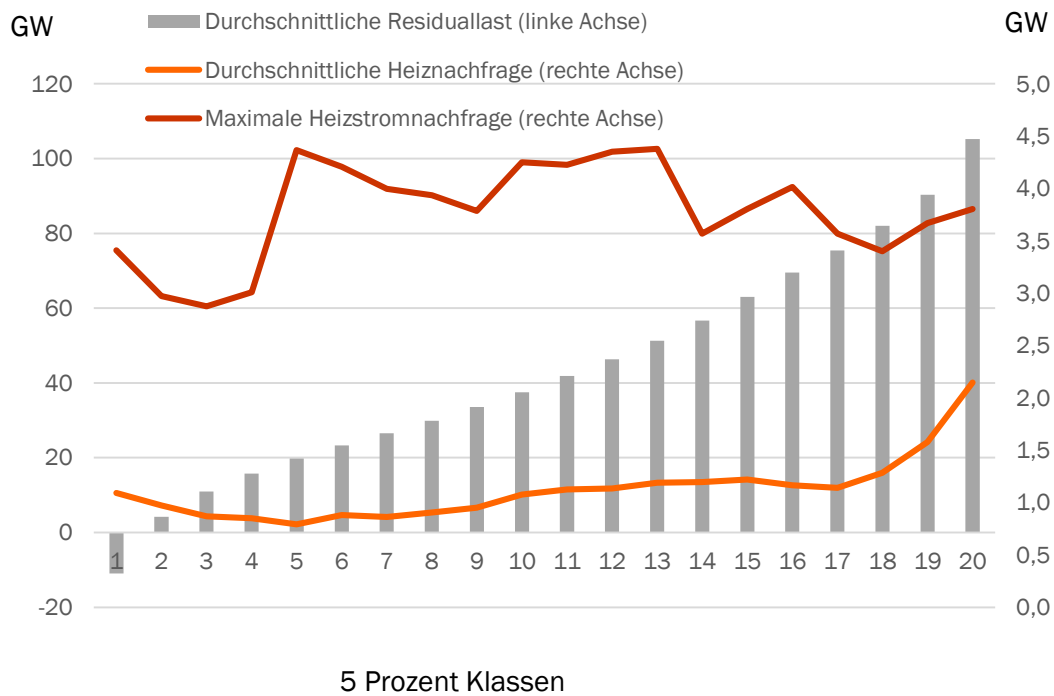
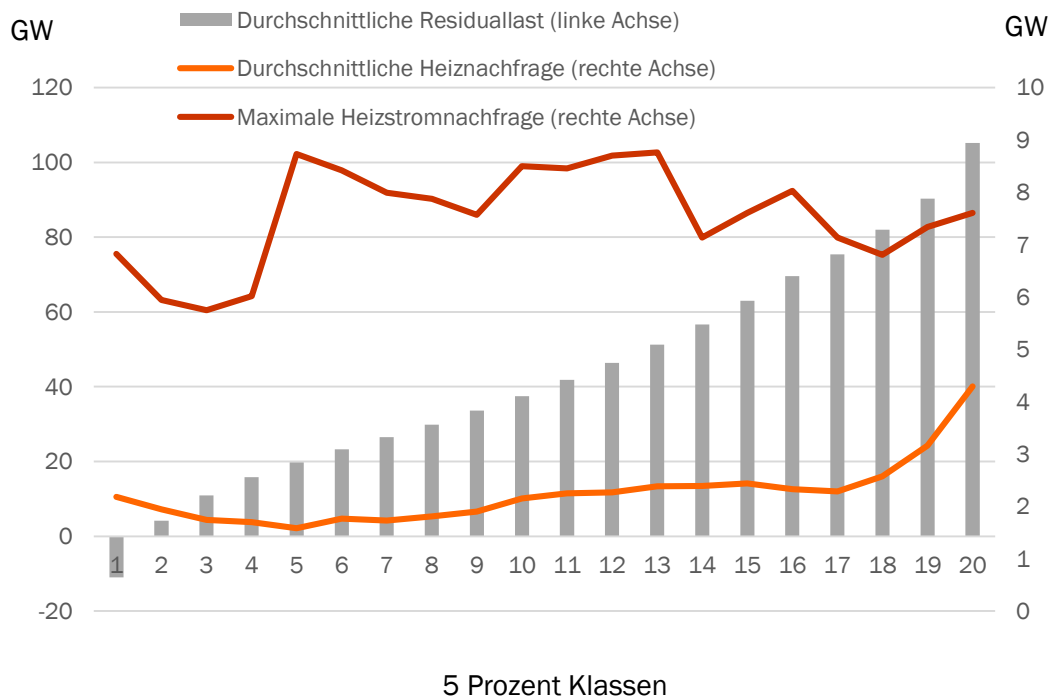


Abbildung 5: Verteilung und Korrelation der Residuallast und der Heizstromnachfrage bei 3,8 Mio. Stromheizungen



4 | Ergebnisse

Die Analyse hat gezeigt, dass die Umstellung auf Stromheizungen zu einer deutlichen Zunahme der notwendigen gesicherten Stromerzeugungskapazitäten führt. Sofern 20 Prozent der Haushalte, die derzeit mit Öl- oder Gas heizen, auf Strom-Wärmepumpen umstellen, ergibt sich ein zusätzlicher Bedarf an gesicherter Leistung von etwa 8 GW. Dieser zusätzliche Bedarf entspricht acht typischen Kohle-Kraftwerksblöcken und fällt auch in wind- und sonnenschwachen Zeiten mit einem nur geringen Angebot erneuerbarer Energien an. Die zusätzlich benötigten regelbaren Kraftwerke müssten unter hohen Kosten bereitgehalten werden, die auf alle Stromverbraucher umgelegt würden.

Economic Trends Research
Analyse Ökonomischer Trends
info@mb-etr.de