



Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden  
Forschung und Anwendung GmbH



Forschungsinstitut für  
Wärmeschutz e.V. München

# **Elektrische Anschlussleistung von Wärmepumpen – Beispielgebäude und Modellergebnisse für den forcierten Wärmepumpenzubau**

ITG Institut für Technische  
Gebäudeausrüstung Dresden  
Forschung und Anwendung GmbH  
Tiergartenstr. 54 in 01219 Dresden



Forschungsinstitut für  
Wärmeschutz e. V. München  
Lochhamer Schlag 4 in 82166  
Gräfelfing



Dresden, 12. Januar 2023



## Inhalt

|          |                                                                           |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführende Bemerkungen .....</b>                                      | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>Effekte des forcierten Zubaus von Wärmepumpen.....</b>                 | <b>5</b>  |
| 2.1      | Datenbasis .....                                                          | 5         |
| 2.2      | Berechnung der Anschlussleistung .....                                    | 6         |
| 2.3      | Ergebnisse .....                                                          | 6         |
| 2.3.1    | Anschlussleistung für elektrische Wärmepumpen.....                        | 6         |
| 2.3.2    | Resultierende elektrische Höchstlast .....                                | 8         |
| <b>3</b> | <b>Anschlussleistung für strombasierte Systeme - Beispielgebäude.....</b> | <b>10</b> |

## **1 Einführende Bemerkungen**

Im Folgenden wird zum einen die Entwicklung der erforderlichen elektrischen Anschlussleistung für die Wärmepumpen und die resultierende elektrische Höchstlast bei einem forcierten Zubau von Wärmepumpen anhand Modellergebnisse aufgezeigt. Zum anderen wird anhand ausgewählter Beispielgebäude die erforderliche Anschlussleistung für die Luft/Wasser-Wärmepumpe und Sole/Wasser-Wärmepumpe ausgewiesen und der erforderlichen Anschlussleistung beim Einsatz einer Elektrodirektheizung gegenübergestellt.

## 2 Effekte des forcierten Zubaus von Wärmepumpen

### 2.1 Datenbasis

Basis für die vorliegende Berechnung der elektrischen Anschlussleistung für Wärmepumpen sind die im Rahmen der Gebäudestrategie „Klimaneutralität 2045“ modellierten Szenarien zur Abschätzung der Wirkung des Instrumentenbündels „Rollout Wärmepumpe“. Die Modellierung erfolgt mit dem vom FIW München zusammen mit dem ITG Dresden für die „Gebäudestudie“ im Rahmen der „dena-Leitstudie Integrierte Energiewende“ entwickelten und in den Folgeuntersuchungen weiterentwickelten Gebäude- und Anlagenmodell „Deutschlandmodell“, welches den Gebäudebestand in Deutschland entsprechend seiner Flächen, baulichen Zustände, Energieträger und Anlagentechnik abbildet.

Gemäß der Referenzentwicklung (GSK-Studie) würde die Anzahl der mit Wärmepumpen beheizten Gebäude im Jahr 2045 ca. 6 Mio. betragen. Durch die zusätzliche Wärmepumpen-Offensive, die u.a. auf der 65%-EE-Vorgabe basiert, würde die Anzahl der mit Wärmepumpen beheizten Wohngebäude bis zum Jahr 2045 auf rund 15 Mio. ansteigen und damit dem Zielszenario der GSK-Studie entsprechen. Eine Gegenüberstellung der Entwicklung im Referenz- und Zielszenario ist in Abbildung 1 dargestellt. Ergänzend dazu wird in der darauffolgenden Abbildung die modellierte Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Wohngebäuden nach Wärmequelle im Zielszenario abgebildet.

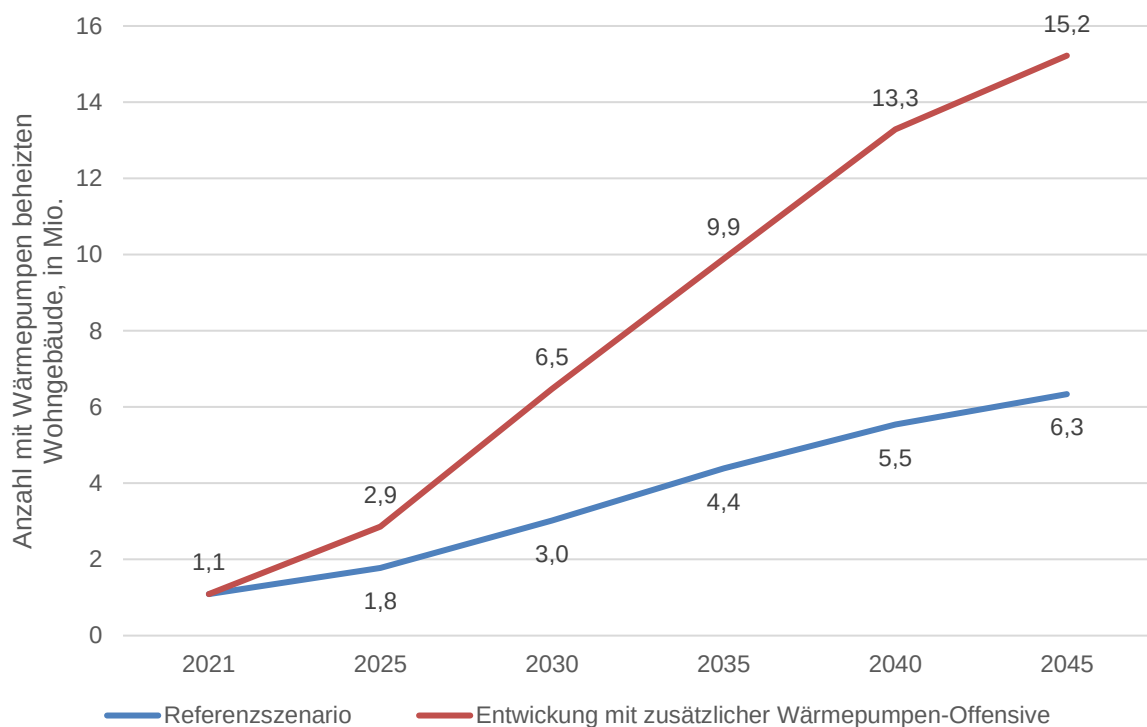


Abbildung 1: Entwicklung der Anzahl der Wärmepumpen in Wohngebäuden – Basis der Quantifizierung

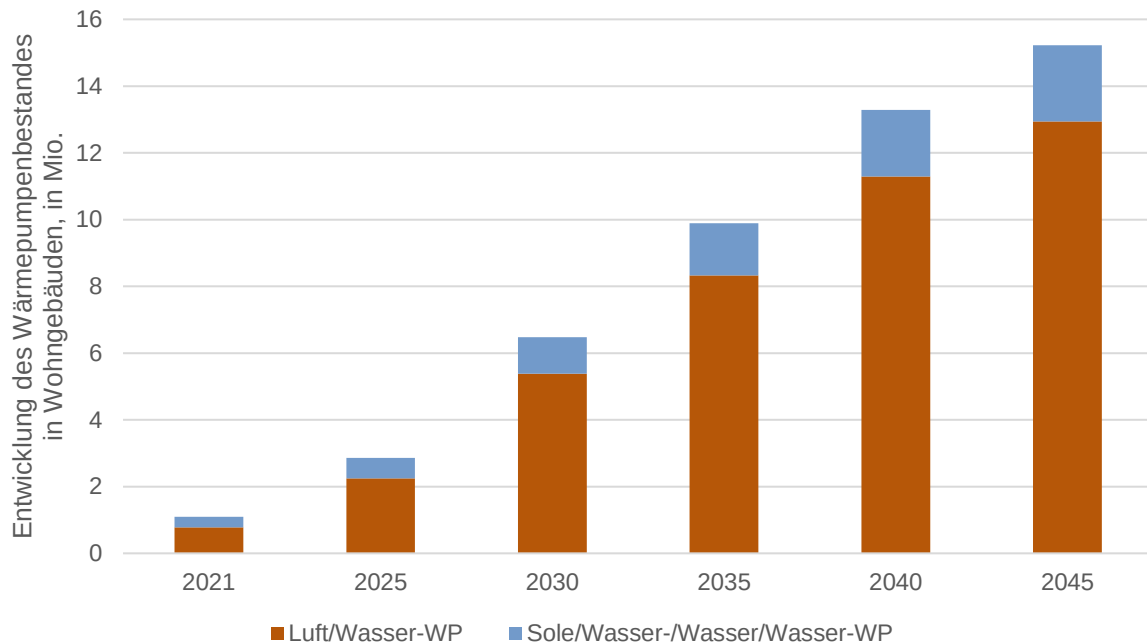


Abbildung 2: Entwicklung des Wärmepumpenbestandes in Wohngebäuden nach Wärmequelle mit zusätzlicher Wärmepumpen-Offensive

## 2.2 Berechnung der Anschlussleistung

Die Basis für die Berechnung der erforderlichen elektrischen Anschlussleistung für Wärmepumpen bildet die Heizlast der Wohngebäude, die mit elektrischen Wärmepumpen (monoenergetisch) beheizt werden.

Wärmepumpen, die Bestandteil von Gas- und Öl-Hybridheizungen sind, werden bei der Berechnung der erforderlichen Anschlussleistung nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass der Brennwertkessel bei niedrigen Außentemperaturen die Wärmebereitstellung vollständig übernimmt bzw. übernehmen kann, wenn keine ausreichende Strombereitstellung durch erneuerbare Quellen im Stromnetz erfolgt.

Die Berechnung der Anschlussleistung erfolgt unter Berücksichtigung eines Zuschlages für die Trinkwassererwärmung und unter Berücksichtigung von Sperrzeiten in Höhe von 2 x 2 Stunden pro Tag. Bei der Berechnung werden die COP in Abhängigkeit von der Wärmequelle (Erdreich, Luft) sowie Senktemperatur berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass die Anlagen netzdienlich betrieben werden.

## 2.3 Ergebnisse

### 2.3.1 Anschlussleistung für elektrische Wärmepumpen

Die in Abbildung 3 ausgewiesenen Zahlen entsprechen der gesamten erforderlichen Anschlussleistung der Wärmepumpen im Auslegungsfall, die im monoenergetischen Betrieb (ggf. incl. Heizstab) die Wohngebäude versorgen. Die erforderliche Anschlussleistung im Auslegungsfall würde im Zielszenario (mit verstärkten Wärmepumpen-Offensive) von 4,9 GW im Jahr 2020 auf rund 91 GW im Jahr 2045 ansteigen. Ggü. der für GSK modellierten Referenzentwicklung steigt die elektrische Anschlussleistung durch den noch forcierten Einbau von Wärmepumpen ab 2025 deutlich an. Die bis 2030 zusätzlich installierten rund 3,5 Mio. Wärmepumpen würden eine zusätzlich erforderliche Anschlussleistung von 20,1 GW bedeuten, was bezogen auf den modellierten Wert im Referenzszenario einer Steigerung von

über 100 % entspricht. Die ggü. dem Referenzszenario bis 2045 zusätzlich installierten rund 8,9 Mio. Wärmepumpen würden eine zusätzlich erforderliche Anschlussleistung von 49 GW bedeuten.

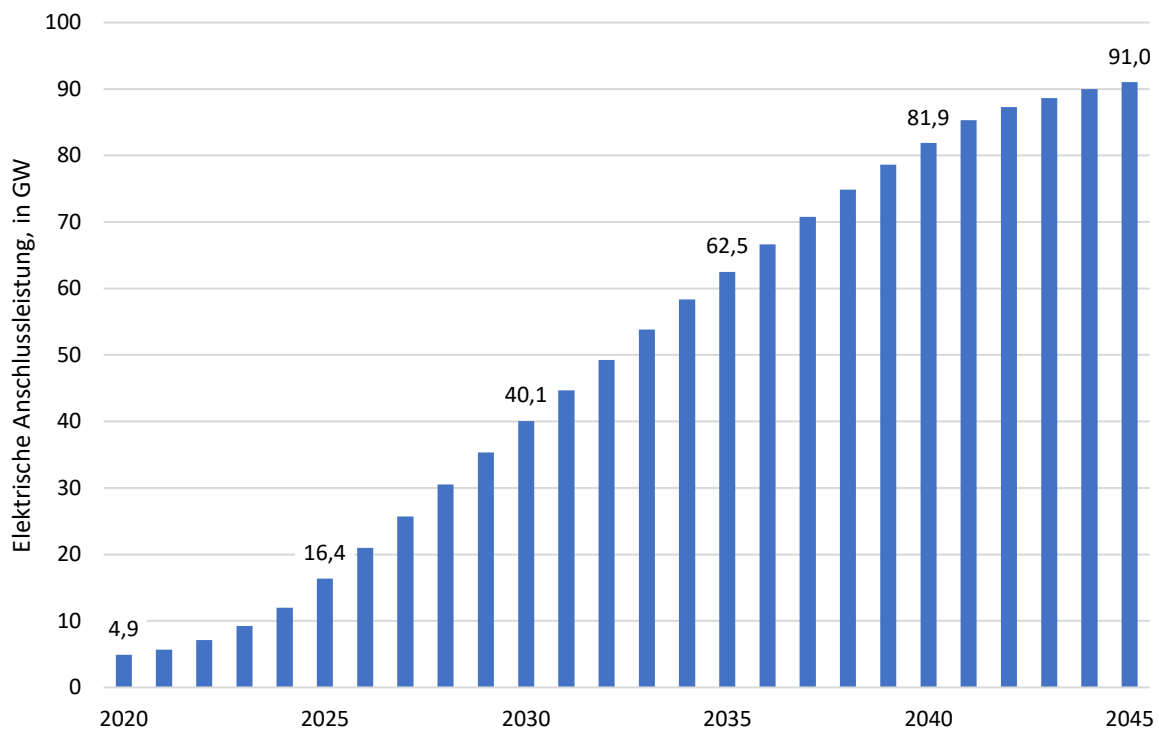


Abbildung 3: Entwicklung der elektrischen Anschlussleistung für Wärmepumpen unter Berücksichtigung einer verstärkten Wärmepumpen-Offensive (u.a. durch 65%-EE-Vorgabe)

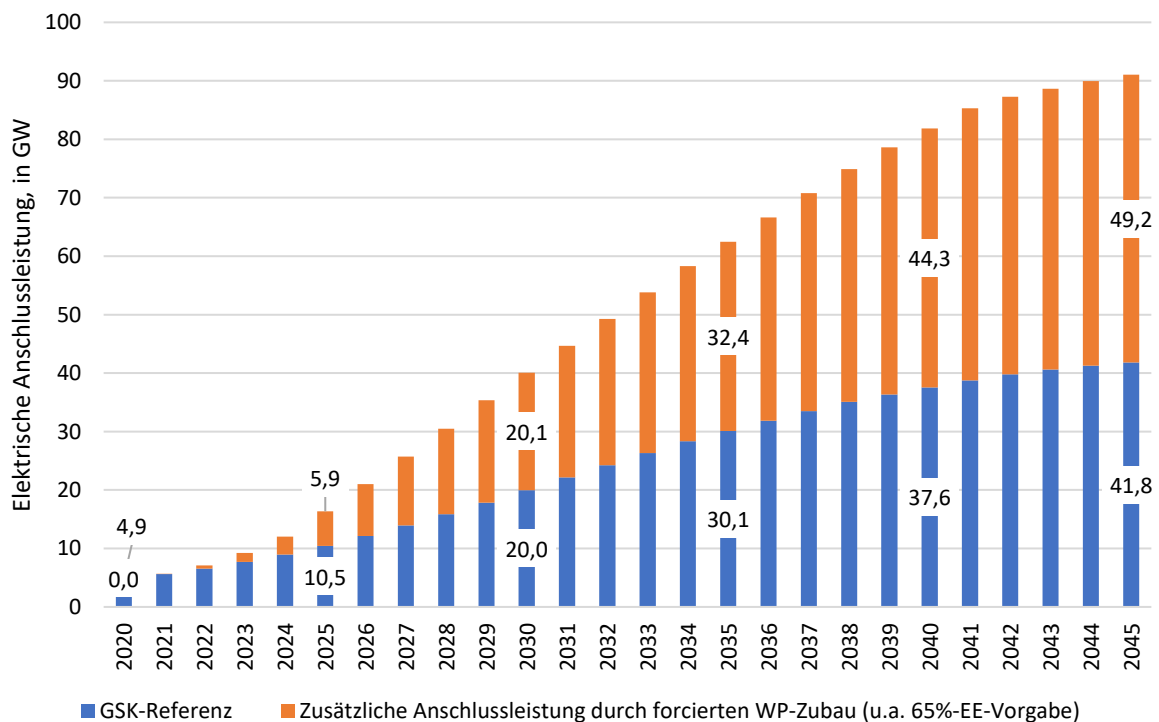


Abbildung 4: Entwicklung der elektrischen Anschlussleistung für Wärmepumpen unter Berücksichtigung einer verstärkten Wärmepumpen-Offensive (u.a. durch 65%-EE-Vorgabe) im Vergleich zu dem Referenzszenario nach GSK

### 2.3.2 Resultierende elektrische Höchstlast

Aus der berechneten erforderlichen Anschlussleistung für den Auslegungstag wird die resultierende elektrische Höchstlast aller Wärmepumpen in Wohngebäuden (ggf. incl. Heizstab) in Abhängigkeit der Gleichzeitigkeit und Regelung berechnet. Die mögliche Entwicklung der elektrischen Höchstlast bis 2045 stellt Abbildung 5 dar. Unter Berücksichtigung der Sperrzeiten (2 x 2 h/Tag) und eines Gleichzeitigkeitsfaktors von 100 %<sup>1</sup>, ergibt sich eine Höchstlast von 91 GW im Jahr 2045. Werden allerdings nur 80 % der Wärmeanforderungen gleichzeitig gedeckt, liegt die elektrische Höchstlast bei 72,8 GW. Bei einem durchgehenden Betrieb (Verzicht auf Sperrzeiten) würde die elektrische Höchstlast der mit Wärmepumpen versorgten Wohngebäude bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 80 % etwa 61 GW betragen. Die Differenz zum Referenzszenario der Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045 stellt Abbildung 6 dar.

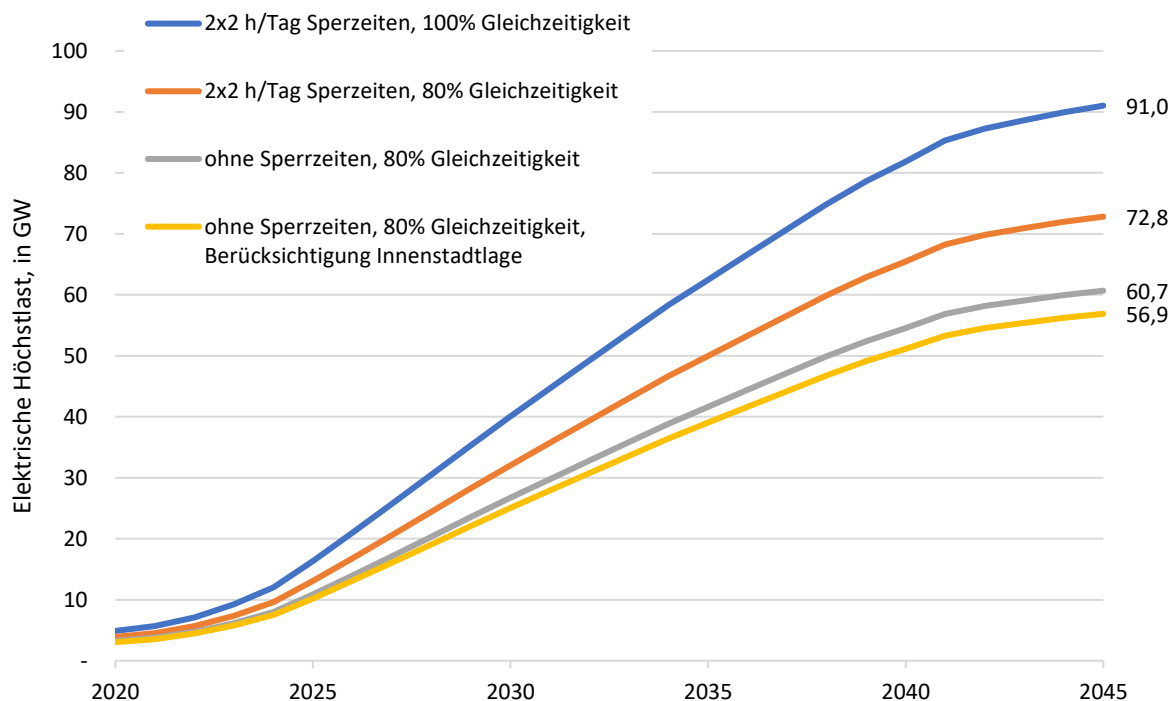


Abbildung 5: Resultierende elektrische Höchstlast in Abhängigkeit von Gleichzeitigkeit, Regelung und Auslegungsaußentemperatur unter Berücksichtigung der verstärkten Wärmepumpen-Offensive

<sup>1</sup> Gleichzeitigkeitsfaktor von 100% bedeutet, dass die gesamte Wärmeanforderung gleichzeitig gedeckt wird.



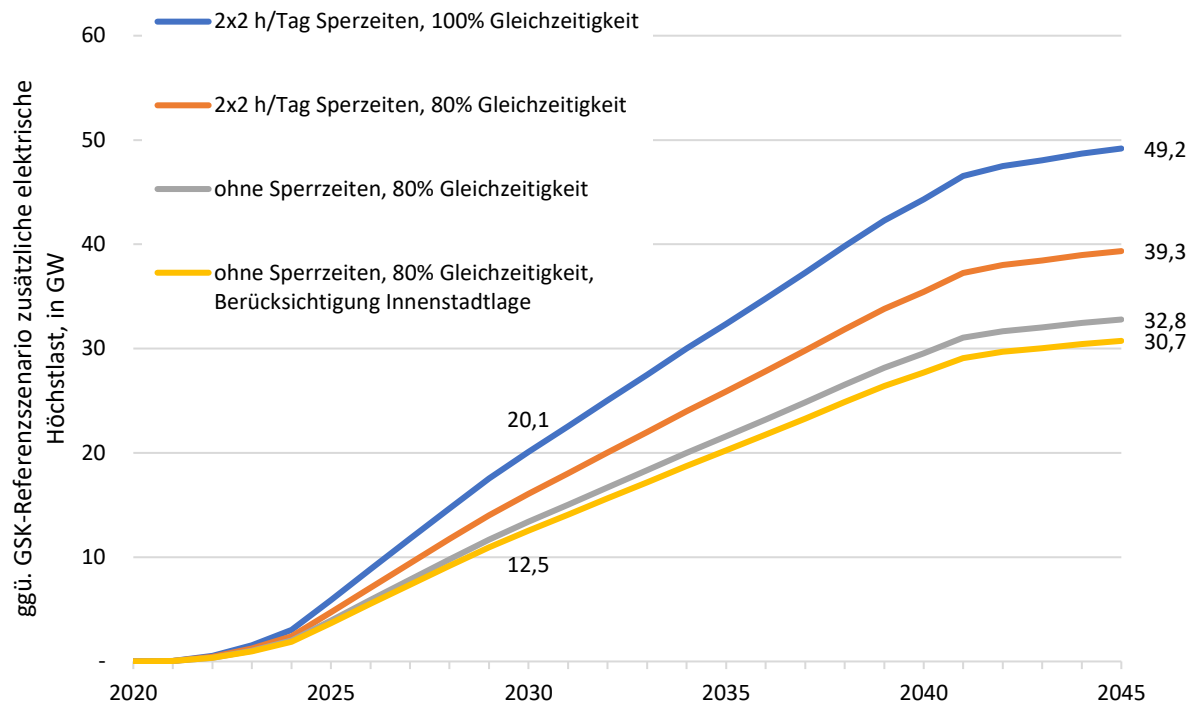


Abbildung 6: Entwicklung der ggü. GSK-Referenzszenario aus der verstärkten Wärmepumpen-Offensive resultierenden zusätzlichen elektrischen Höchstlast in Abhängigkeit von Gleichzeitigkeit, Regelung und Auslegungsaußentemperatur

### 3 Anschlussleistung für strombasierte Systeme - Beispielgebäude

Im Folgenden wird ergänzend zu den zuvor beschriebenen Gesamteffekten des forcierten Zubaus von Wärmepumpen auf die resultierende Höchstlast die erforderliche Anschlussleistung je Gebäude in Abhängigkeit des Gebäudetyps (EFH, MFH) und des Zustandes (unsaniert, (teil-)saniert, Neubau) für die Luft/Wasser-Wärmepumpe und Sole/Wasser-Wärmepumpe ausgewiesen und der erforderlichen Anschlussleistung beim Einsatz einer Elektrodirektheizung gegenübergestellt.

Es werden exemplarisch drei Gebäudetypen betrachtet:

- Einfamilienhaus mit ca. 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche
- kleines Mehrfamilienhaus mit 6 Wohneinheiten
- großes Mehrfamilienhaus mit 24 Wohneinheiten

Die Berechnung der Anschlussleistung für Wärmepumpen erfolgt unter Berücksichtigung eines Zuschlages für die Trinkwassererwärmung und unter Berücksichtigung von Sperrzeiten in Höhe von 2 x 2 Stunden pro Tag. Bei der Berechnung werden die COP in Abhängigkeit von der Wärmequelle (Erdreich, Luft) sowie Senktemperatur berücksichtigt.

Bei der Stromdirektheizung werden bei der Berechnung der erforderlichen Anschlussleistung am Auslegungstag keine Sperrzeiten berücksichtigt.

**Tabelle 1: Erforderliche elektrische Anschlussleistung in Abhängigkeit des Gebäudetyps und des Wärmeerzeugers**

| Gebäude           | Gebäude-<br>heizlast,<br>in kW | Erforderliche elektrische Anschlussleistung am Auslegungstag, in<br>kW |                            |                    |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|
|                   |                                | Luft/Wasser-<br>Wärmepumpe                                             | Sole/Wasser-<br>Wärmepumpe | Stromdirektheizung |
| EFH unsaniert     | 14,0                           | 12,3                                                                   | 9,2                        | 14,0               |
| EFH teilsaniert   | 10,8                           | 9,5                                                                    | 7,1                        | 10,8               |
| EFH Neubau        | 8,2                            | 4,7                                                                    | 3,1                        | 8,2                |
| 6-FH unsaniert    | 31,6                           | 27,8                                                                   | 20,9                       | 31,6               |
| 6-FH teilsaniert  | 24,3                           | 21,4                                                                   | 16,0                       | 24,3               |
| 6-FH Neubau       | 17,5                           | 10,0                                                                   | 6,6                        | 17,5               |
| 24-FH unsaniert   | 80,4                           | 70,8                                                                   | 53,1                       | 80,4               |
| 24-FH teilsaniert | 64,2                           | 56,5                                                                   | 42,4                       | 64,2               |
| 24-FH Neubau      | 59,7                           | 34,3                                                                   | 22,5                       | 59,7               |

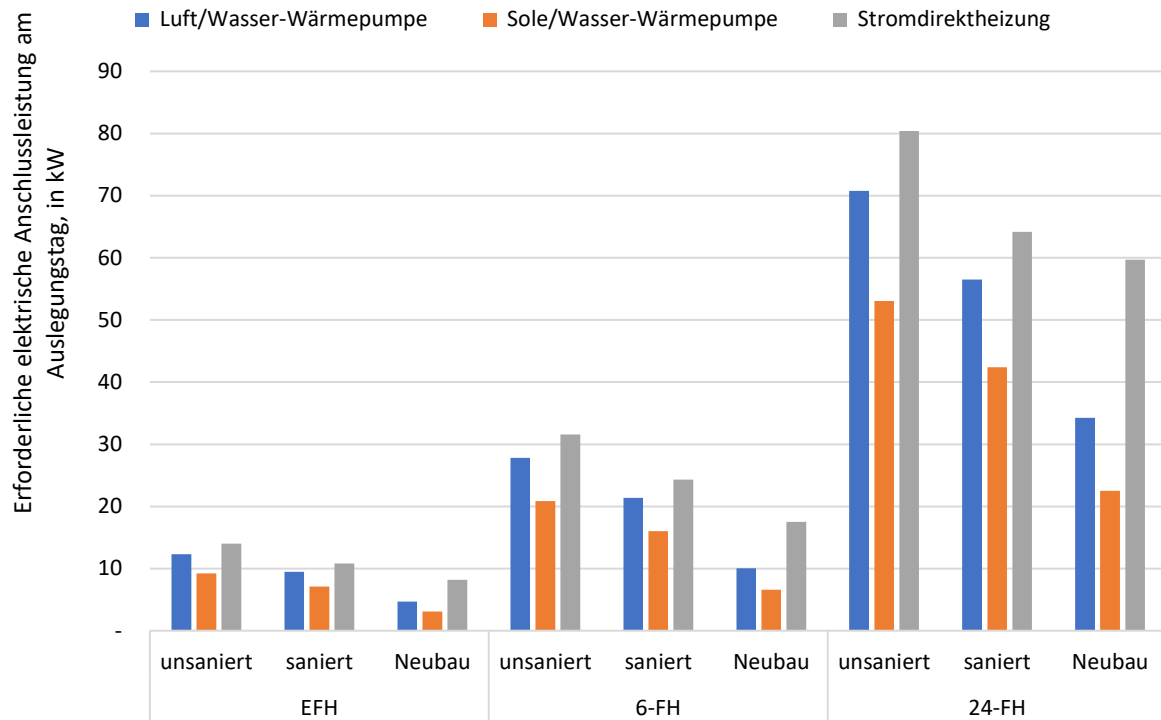


Abbildung 7: Erforderliche elektrische Anschlussleistung in Abhängigkeit des Gebäudetyps und des Wärmeerzeugers

Die angegebenen Leistungen sind als beispielhafte Werte für die betrachteten Gebäude bei normativer Nutzung anzusehen.

In der Realität werden sich für jedes Gebäude individuelle Leistungsbedarfe ergeben. Diese hängen von baulichen und anlagentechnischen Randbedingungen sowie von der Nutzung ab. Eine maßgebliche Rolle spielen

- Geräteeigenschaften der Wärmepumpe bei sehr niedrigen Außentemperaturen: z.B. untere Einsatzgrenze, Kältemittel/COP, Art der Wärmequelle
- Auslegung der Wärmepumpe: Bivalenzpunkt, mögliche Überdimensionierung, Systemtemperaturen der Heizungsanlage
- Eventuell vorhandene zusätzliche Wärmeerzeuger: Kaminöfen, elektrische Infrarotheizungen, Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- Konkrete Gebäudeeigenschaften: baulicher Wärmeschutz, Größe, Fensterflächen
- Nutzerverhalten: Warmwasserbedarf, Raumtemperaturen, Lüftungsverhalten
- Netzdienlichkeit des WP-Betriebes: ggf. Überdimensionierung, Nutzung Speicherkapazitäten in Anlagentechnik oder Gebäude
- Gebäudestandort bzw. das konkrete Wetter