

Heizlast optimieren:

Strategien zur Vermeidung von Überdimensionierung bei Wärmepumpen

Margot GRIM-SCHLINK⁽¹⁾, Anita PREISLER⁽¹⁾ Alina STIPSITS⁽¹⁾

(1)e7 energy innovation & engineering, (2) Stadt Wien, MA20 Energieplanung

Kurzfassung:

Um die Energiewende zu stemmen, werden Haustechnikkonzepte benötigt, die vorhandene erneuerbare Energieressourcen verwenden und diese bedarfsgerecht aufbringen. In der Realität wird die Gebäudetechnik jedoch viel zu oft viel zu groß dimensioniert, was die Investitionskosten erhöht und oft Probleme im Betrieb bereitet. Das macht moderne Technologien wie z.B. die Wärmepumpe unwirtschaftlich im Vergleich mit herkömmlichen Technologien.

In einer Studie für die Stadt Wien MA20 haben die Autorinnen untersucht welche Möglichkeiten es für AuftraggeberInnen und PlanerInnen gibt, eine für beide Seiten rechtsichere und bedarfsgerechte Anlagendimensionierung durchzuführen. Dies am Beispiel der Heizlast und der Wärmepumpentechnologie.

Keywords: Gebäudetechnik, Norm, Wärmepumpe, Überdimensionierung

1 Einleitung

1.1 Übliche Dimensionierung nach geltenden Normen

Für die Auslegung der Gebäudetechnik werden im Regelfall die geltenden Normen herangezogen, sind sie doch die öffentlich anerkannte gemeinsame Grundlage für die Planung und Errichtung. Die Verwendung der geltenden Normen ist auch in der Regel sehr wichtig, da sich so alle Beteiligten auf gemeinsame Standards festlegen und somit viele Schnittstellen untereinander klar festgeschrieben sind.

Ein Ziel der Norm ist es, Sicherheit für alle Beteiligten zu bieten. Insbesondere für die Ausführenden und NutzerInnen der unterschiedlichen Technologien gilt einerseits das oberste Sicherheitsprinzip und andererseits die Gewährleistung, dass der gewünschte Nutzen und Komfort auch bei ungünstigen Rahmenbedingungen eintreten.

Jedoch bieten viele der geltenden Normen zu wenig Flexibilität und Möglichkeiten, die Energietechnologien zur Gebäudekonditionierung dem tatsächlichen Bedarf anzupassen. Oder, vorhandene Flexibilitäten sind in den üblichen Berechnungsprogrammen nicht

¹ Walcherstraße 11, 1020 Wien, 0676 76 13 251, margot.grim@e-sieben.at, www.e-sieben.at

umgesetzt, sind PlanerInnen unbekannt oder erhöhen den Planungsaufwand, ohne abgegolten zu werden. Bei den gängigen Normberechnungen werden Parameter angesetzt, die entweder einem veralteten Baustandard entsprechen oder für so ungünstige Rahmenbedingungen ausgelegt sind, die in der Realität nicht oder nur äußerst selten eintreten. Das führt in der Regel zu einer nicht unwesentlichen Überdimensionierung der Anlagentechnik – nicht selten bis 5fach überdimensioniert.

Eine solche Überdimensionierung ist jedoch eine große Hürde für den Klimaschutz.

1.2 Überdimensionierung ist Mittel zur Rechtssicherheit

Wird die Anlagentechnik kleiner ausgelegt, als es die üblichen Berechnungen nach Norm vorsehen, so besteht die Gefahr, dass sich die Beteiligten aus dem rechtssicheren Raum bewegen. Die geltenden Normen werden in einem Streitfall vor Gericht als Basis für die Auslegung herangezogen. Entweder müssen die AuftraggeberInnen, die PlanerInnen aus ihrer Haftpflicht entlassen oder die PlanerInnen müssen das Risiko übernehmen.

Solche Risiken werden in der Regel von keinem übernommen, was wiederum zur Auslegung nach Norm und damit zu überdimensionierten Anlagen führt.

Diese Überdimensionierungen führen gewöhnlich nicht zu einem wesentlichen Mehrverbrauch an Energie, jedoch gibt es eine Reihe von anderen Auswirkungen, die für AuftraggeberInnen, NutzerInnen und auch für den Klima- und Umweltschutz negativ sind:

- Die Investitionskosten sind höher als notwendig für die Anlagen (inkl. Redundanz), Verteilnetz und bei Wärmepumpen mit Erdsonden auch für die Entzugsleitungen.
- Zum überwiegenden Teil findet der Betrieb in einem ineffizienten Teillastmodus statt.
- Insbesondere überdimensionierte Wärmepumpen haben einen zu schnellen Ein- und Ausschaltzyklus, der zu höheren Wartungs- und Instandsetzungskosten führt und auch die Lebensdauer der Anlagen verkürzt.
- Empfohlene Pufferspeicher zur Verhinderung von schnellen Ein- und Ausschaltzyklen werden oft aus Platz- und Kostengründen nicht realisiert oder sind hydraulisch so eingebunden, dass sie nur als hydraulische Weiche wirken.
- In Summe führt dies zu höheren Betriebs- und Folgekosten.
- Aus Sicht der Nachhaltigkeit sind zu groß dimensionierte und nicht benötigte Anlagen auch hinsichtlich des erhöhten Materialverbrauchs und der grauen Energie nicht zu empfehlen.

2 Methode

In einer Studie² hat das Ingenieurbüro e7 energy innovation & engineering im Auftrag der Stadt Wien, MA20 – Energieplanung am Beispiel Heizlast und Wärmepumpe untersucht, welche Möglichkeiten für AuftraggeberInnen und PlanerInnen bestehen, um bedarfsgerechtere und

² <https://www.wien.gv.at/kontakte/ma20/pdf/heizlast-studie.pdf>

ressourcenoptimiertere Gebäudetechnikkonzepte zu beauftragen und zu planen, ohne damit ihre Rechtssicherheit zu verlieren.

Die methodische Vorgangsweise bei der Studie war:

- Recherche über vorhandene Normen, Berechnungssysteme und deren Auswirkungen.
- Recherche über Best Practise Beispiele und auch Worst Practise Beispiele
- Interviews mit HaustechnikplanerInnen über die Möglichkeiten der Auslegung von Heizsystemen (insbesondere von Wärmepumpen) im Rahmen der geltenden Normen, sowie außerhalb dieser und deren Zugänge zum PlanerInnen-Risiko.
- Interviews mit AuftraggeberInnen und NutzerInnen über erfolgreiche Projekte, aber auch zu Problemen bei bestehenden, zu groß dimensionierten Wärmepumpen, sowie deren Umgang mit den rechtlichen Risiken im Zuge der Planung.

2.1 Schritt für Schritt bedarfsgerecht dimensionieren

Um die Anforderungen für eine bedarfsgerechte Dimensionierung untersuchen zu können, wurden die geltenden Normen genauer analysiert und daraufhin die Möglichkeit der Dimensionierung durch eine Simulation untersucht.

2.1.1 Dimensionierung auf Basis der geltenden Normen

So kann auch bei Einhaltung der Norm die Dimensionierung schon wesentlich bedarfsgerechter und damit kleiner ausgelegt werden. Folgende Schritte werden dabei von der Studie empfohlen:

- In der Norm sind Standardwerte für die Berechnung vorgegeben (z.B. interne und solare Gewinne, Wärmebrückenzuschläge, Luftdichtheit). Diese sind jedoch mit sehr viel Sicherheitsaufschlag versehen, sodass auch die thermisch schlechtesten Gebäude bei widrigsten Umständen beheizt werden können. Für die meisten Gebäude sind diese jedoch nicht mehr passend und sollten im Rahmen der Planung an das Bauvorhaben angepasst werden.
- Für die Dimensionierung der Verteilleitungen und des Wärmeerzeugungssystems sollten die Gleichzeitigkeitsfaktoren an ein realistisches Maß angepasst werden. Für die Abgabeflächen ist dies nicht erforderlich.
- Der Einsatz eines Lastausgleichsspeichers zur Verringerung der maximal erforderlichen Wärmeleistung des Wärmebereitstellungs-Systems lt. ÖNORM H5151-1 ist sinnvoll.
- Zusätzliche Wärmelieferanten (z.B. Lüftungsanlagen, Abwärmennutzung) sollten von der Dimensionierung abgezogen werden
- Eine Untersuchung des Teillastverhaltens durch die Berechnung der Jahresdauerlinie (sortierte Werte der erforderlichen Gebäude-Heizleistung) und darauf aufbauend die Definition von Betriebsfällen dient als Basis für eine gute Anlagenaufteilung. So kann die Heizlast auf mehrere kleinere Anlagen sowie Spitzenlastsysteme aufgeteilt werden, damit die Anlagen immer im optimaleren Bereich laufen.

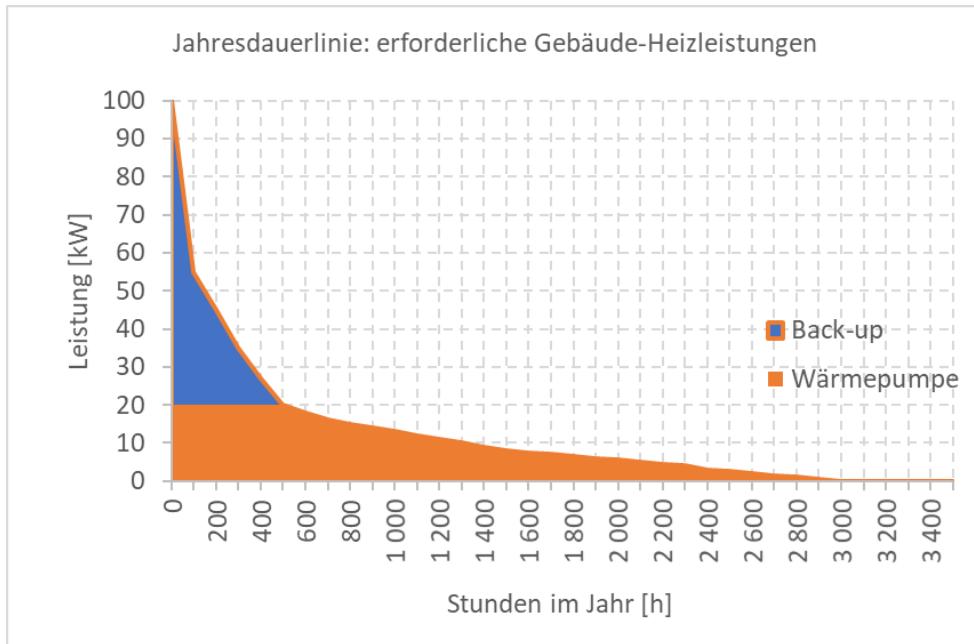


Abbildung 1: Jahresdauerlinie (Quelle: e7 energy innovation & engineering)

2.1.2 Dimensionierung mittels Simulation

Durch die genannten Maßnahmen können Wärmepumpen bereits wesentlich kleiner dimensioniert werden. Um aber das wahre Potenzial einer kleineren Dimensionierung zu eruieren, benötigt es eine dynamische Anlagensimulation. Zahlreiche Beispiele belegen, dass damit die Dimensionierung bis zu 80% kleiner möglich ist. Aber auch bei der Anlagensimulation gibt es einiges zu beachten um ein tragbares, und damit auch ein vor Gericht belastbares, Resultat zu bekommen. Wichtig für die AuftraggeberInnen ist dabei zu bedenken, dass in den PlanerInnen-Verträgen dann nicht mehr stehen darf, dass die Anlagen nach Norm ausgelegt werden müssen.

- Im ersten Schritt muss die Zielsetzung der Simulation geklärt werden. Übliche Simulationen dienen meistens der Optimierung des Komforts durch das Bauwerk. Das Ziel muss seine eine bedarfsoorientierte Anlagentechnik inkl. aller Wärmequellen.
- Wichtig ist das Abbilden eines möglichst realistischen Szenarios bei dem das Gebäudekonzept, die klimatischen Bedingungen, die geplante Betriebsführung und die Nutzungsbedingungen definiert sind. Diese Definition muss von allen Beteiligten (NutzerInnen, AuftraggeberInnen und PlanerInnen) getragen werden um bei späteren Problemen als Planungsvorgabe zu gelten.
- Die eigentliche Simulation wird in mehreren Schritten durchgeführt:
 1. Die thermisch-dynamische Gebäudesimulation um das Reaktionsverhaltens des Gebäudes zu bestimmen und eine grobe Auslegung der Systeme durchzuführen
 2. Proof of Concept Simulation: Annahme einer konkreten Heizleistung und Simulation inwieweit diese Heizleistung ausreicht.
 3. Simulation der Wärmequelle, da auch bei der Auslegung der Tiefenbohrungen, etc. üblicherweise ebenso großes Einsparpotenzial vorliegt.
 4. Sensitivitätsanalyse mittels möglichen Klima- und Nutzungsveränderungen

Natürlich sind wie bei der Normberechnung auch im Falle einer Auslegung mittels Simulation die Aspekte der Betrachtung des Teillastverhaltens, des Einsatzes eines Lastausgleichsspeichers und von Spitzenlastsystemen, etc. sinnvoll. Auch wird in der Studie empfohlen, dass sowohl eine Normberechnung als auch eine Simulation durchgeführt werden sollte. Erstens deshalb, da die Auslegung der Abgabeflächen auf Basis der Norm sinnvoll ist, aber auch um durch den Vergleich der zwei verschiedenen Berechnungen eine fundiertere Risikoabwägung für die tatsächliche Dimensionierung zu ermöglichen.

3 Ergebnisse

3.1 Mehraufwand für Planung rechnet sich

Durch diese detaillierte Planung gibt es natürlich einen wesentlichen Mehraufwand, welcher zusätzlich abgegolten werden muss, sich aber spätestens mit der Investition rechnet. In der Studie wurden unterschiedliche Szenarien verglichen. Verschiedene Anlagengrößen wurden einmal auf Basis der gängigen Normberechnung durchgeführt und einmal mittels einer sehr konservativen Annahme für eine Einsparung mittels Simulation. Weiters wurden die Kosten von unterschiedlichen Anlagensplittings mit Spitzenlastsystemen abgeschätzt. Tabelle 1 zeigt, dass je größer die Anlagendimensionierung ausfällt, desto größer ist das Einsparpotenzial. Aber auch schon bei kleineren Anlagen rechnet sich eine detaillierte Planung bereits mit der Investition.

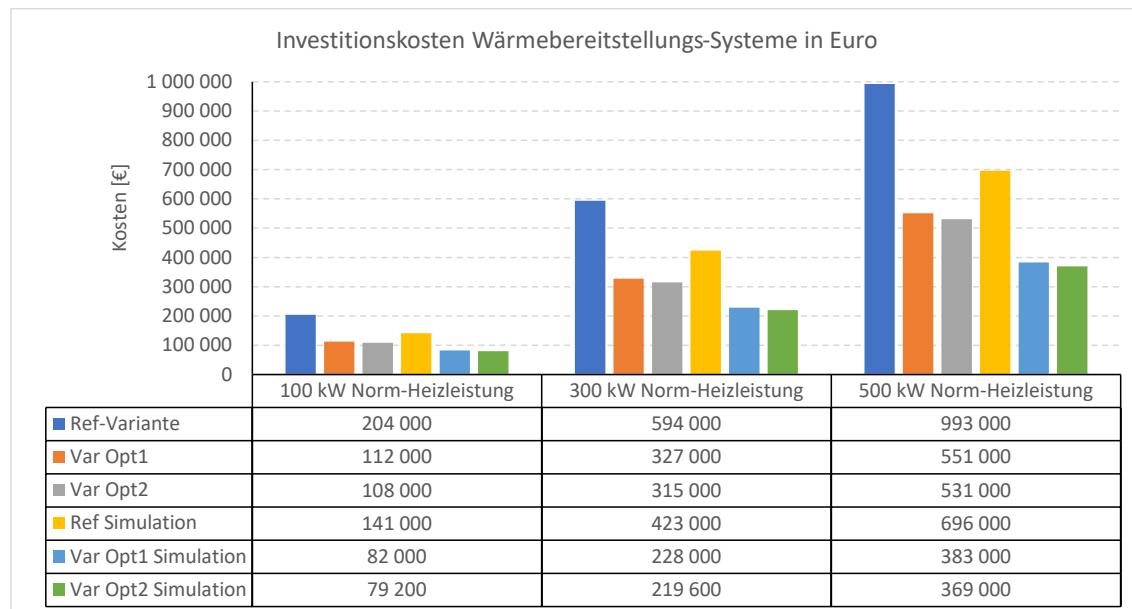


Tabelle 1: Investitionskosten abhängig von Auslegungsberechnung und Anlagensplitting (Quelle: e7 energy innovation & engineering).

Erläuterungen zu den einzelnen Varianten:

Variantenbezeichnung	Beschreibung
Referenzvariante	Diese Variante entspricht der derzeit üblichen Auslegung einer Wärmepumpenanlage mit Erdsonden auf 100% der Berechnungs-Heizleistung lt. ÖNORM H5151-1 (Austrian Standards Institute, 2010).

Variantenbezeichnung	Beschreibung
Variante Opt1	Hier wird ebenfalls 100% der Berechnungs-Heizleistung laut ÖNORM H5151-1 (Austrian Standards Institute, 2010) zur Auslegung des Wärmebereitstellungs-Systems herangezogen, jedoch zu 50% durch eine Wärmepumpenanlage und zu 50% durch Fernwärme abgedeckt, welche für die Abdeckung der Spitzenlast genutzt.
Variante Opt2	Auch hier wird 100% der Berechnungs-Heizleistung laut ÖNORM H5151-1 (Austrian Standards Institute, 2010) zur Auslegung des Wärmebereitstellungs-Systems herangezogen. In dieser Variante werden 50% durch eine Wärmepumpenanlage, 30% durch einen entsprechenden großen Lastausgleichsspeicher und 20% durch einen E-Heizstab für die Spitzenlast abgedeckt.
Referenzvariante mit Simulation	In dieser Variante wird angenommen, dass die dynamische Simulation eine Reduktion von 30% der erforderlichen Heizleistung im Vergleich zur Berechnungs-Heizleistung laut ÖNORM H5151-1 (Austrian Standards Institute, 2010) ergibt. Dies ist eine konservative Annahme. Die Best Practise Beispiele haben gezeigt, dass das Potenzial oft viel höher ist.
Variante Opt1 bzw. Opt2 mit Simulation	Diese Variante entspricht der Variante Opt1 bzw. Opt2, jedoch mit der erforderlichen Heizleistung laut dynamischer Simulation.

Tabelle 2: Beschreibung der untersuchten Varianten (Quelle: e7 energy innovation & engineering)

4 Schlussfolgerungen

Die Erkenntnisse der Studie zeigen, dass auch innerhalb der Heizlastberechnung nach Norm Möglichkeiten existieren die Anlagengröße bedarfsgerechter zu dimensionieren (Anpassung von Defaultwerten, Nutzung aller vorhandenen Normen, Auslegung der Anlagen nach Betriebsfällen, Abziehen von zusätzlichen Wärmelieferanten, Einsatz von Last- und Pufferspeichern, etc.), welche bis dato aber nur selten ausgenutzt werden. Beispiele zeigen jedoch auch, dass mittels einer Anlagensimulation Dimensionierungen von bis zu 80% kleiner ausfallen können – sowohl bei der Anlage als auch bei der Wärmequelle.

Die Studie zeigt unterschiedliche Möglichkeiten Schritt für Schritt – von der Vorbereitung bis zur Umsetzung der Planung – auf und gibt klare Empfehlungen, mit welchen Berechnungen und Simulationen bedarfsgerechter dimensioniert werden kann und dass diese in jedem Fall wirtschaftlich sind – spätestens mit der Investition der Anlage. Sie beleuchtet die unterschiedlichen Rollen der einzelnen Beteiligten und wie sich AuftraggeberInnen und PlanerInnen weiterhin im rechtssicheren Raum bewegen können.

Literatur

- [1] Austrian Standards Institute, 2010. ÖNORM H 5151-1 Planung von zentralen Warmwasser-Heizungsanlagen mit oder ohne Warmwasserbereitung, Teil 1: Gebäude mit einem spezifischen, Wien: Austrian Standards Institute.
- [2] Austrian Standards Institute, 2011. ÖNORM B 8110-1 Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1: Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- und Niedrigstenergiegebäuden — Heizwärmebedarf und Kühlbedarf, Wien: Austrian Standards Institute.
- [3] Austrian Standards Institute, 2014. ÖNORM EN 12828 Heizungsanlagen in Gebäuden — Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen, Wien: Austrian Standards Institute.
- [4] Austrian Standards Institute, 2014. ÖNORM H 7500-3 Heizungssysteme in Gebäuden, Teil 3: Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der Norm-, Wien: Austrian Standards Institute.
- [5] Austrian Standards Institute, 2015. ÖNORM H 7500-1 Heizungssysteme in Gebäuden, Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast für Gebäude mit einem mittleren U-Wert $\geq 0,5$ $W/(m^2 \cdot K)$, Wien: Austrian Standards Institute.
- [6] Austrian Standards International, 2018. ÖNORM EN 12831-1 Energetische Bewertung von Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast, Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3, Wien: Austrian Standards International.
- [7] Österreichisches Normungsinstitut, 2003. ÖNORM EN 12831 Heizungsanlagen in Gebäuden, Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast, Wien: Österreichisches Normungsinstitut.
- [8] Grim-Schlink, M., Preisler, A., Stipsits, A. (2020): Heizlast optimieren: Strategien zur Vermeidung von Überdimensionierung bei Wärmepumpen. (Wien);
- [9] Spielbauer, H. et al., 2020. BKI Baukosten 2020 Neubau, Statische Kostenkennwerte für Positionen. Stuttgart: BKI Baukosteninformationszentrum