

Empirische Analyse zur Akzeptanz von Wärmepumpen in Wohnhäusern

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (M. Sc.)“ im Studiengang
Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für
Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität
Hannover

vorgelegt von

Timo Schmidt



Prüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Hannover, den 21. Oktober 2020

Inhaltsverzeichnis

I	Abbildungsverzeichnis.....	<i>I</i>
II	Tabellenverzeichnis.....	<i>IV</i>
III	Abkürzungsverzeichnis	<i>V</i>
1	Einleitung.....	<i>1</i>
1.1	Motivation und Relevanz	<i>1</i>
1.2	Aufbau und Zielsetzung	<i>2</i>
2	Theoretische Grundlagen.....	<i>3</i>
2.1	Energiewirtschaft in Deutschland	<i>3</i>
2.2	Arten und Anteile der jeweiligen Heizungssysteme in Deutschland	<i>6</i>
3	Technologievorstellung Wärmepumpe.....	<i>12</i>
3.1	Funktionsweise der Wärmepumpe.....	<i>12</i>
3.2	Arten der Wärmepumpe und ihre Vor-/Nachteile	<i>14</i>
3.3	Betriebsweisen einer Wärmepumpe.....	<i>21</i>
3.4	Kennwerte der Wärmepumpe	<i>24</i>
3.5	Eignung der Wärmepumpe für Bestands- und Neubauten	<i>25</i>
3.6	Antriebsenergie Strom: Kombination mit einer Photovoltaik-Anlage	<i>27</i>
3.7	Politische und rechtliche Rahmenbedingungen	<i>30</i>
3.8	Emissions- und Kostenanalyse einer Wärmepumpe im Vergleich zu einer Gasheizung	<i>32</i>
4	Präsentation der Forschungsmethode.....	<i>36</i>
4.1	Quantitative Umfrage.....	<i>36</i>
4.2	Qualitative Umfrage (Experteninterview).....	<i>41</i>
4.3	Statistische Auswertung	<i>43</i>
5	Ergebnisse und Analyse der Umfrage.....	<i>47</i>
5.1	Ergebnisse der qualitativen Umfrage.....	<i>47</i>
5.2	Soziodemographische/-ökonomische und räumliche Strukturdaten	<i>49</i>

5.3	Analyse und Diskussion der Ergebnisse der quantitativen Umfrage.....	53
5.3.1	Deskriptive statistische Auswertung der Ergebnisse.....	53
5.3.2	Inferenzielle statistische Auswertung der Ergebnisse	65
6	Handlungsempfehlungen und Ausblick.....	84
7	Limitationen	86
8	Fazit.....	87
IV	Literaturverzeichnis	VI
V	Anhang.....	XIII
VI	Ehrenwörtliche Erklärung.....	XLVI

1 Einleitung

1.1 Motivation und Relevanz

Das Thema Heizen betrifft nahezu jeden Hausbesitzer und die, die es noch werden wollen. Es gibt knapp 20 Millionen Wohngebäude in Deutschland, bei denen die Eigentümer mit der Auswahl des geeignetsten Heizsystems konfrontiert werden (vgl. Bretkopf 2020). Das infolge des Klimawandels wachsende Umweltbewusstsein und die steigenden Energiepreise fordern in Zukunft sparsame und klimaschonende Heizsysteme. (vgl. Waldschmidt, 2010)

Die Europäische Union (EU) forciert als Maßnahme besonders die Senkung des Primärenergiebedarfs. Die größten Einsparpotenziale liegen laut der EU im Verkehrs- und Gebäudesektor. Bei der Energiewende setzt Deutschland neben dem Ausbau von Erneuerbarer Energie auch auf Energieeffizienz. (vgl. Beckmann 2020; Bauer et al. 2018)

Zu der Vielzahl von Heizsystemen gehört die Wärmepumpe. Sie bietet im Gebäudesektor die Möglichkeit, Kohle-, Erdöl- und Erdgasvorräte zu schonen, Umweltwärme zu nutzen und damit zum Klima- und Umweltschutz beizutragen. Allerdings konnte die Wärmepumpe in der Vergangenheit nicht gegen die konventionellen Heizsysteme konkurrieren. Zwar ist die Technologie schon seit den 30er Jahren auf dem Markt, doch nach dem Krieg verlor die Wärmepumpe unter anderem durch den einsetzenden Öl-Boom an Bedeutung. Infolge der Erdöl-Krise im Jahr 1973 erfuhr die Wärmepumpe eine Renaissance und begann sich fortan als alternatives Heizsystem zu etablieren. Besonders in Neubauten kommen Wärmepumpen, nicht zuletzt durch entsprechende politische Verordnungen, vermehrt zum Einsatz. (vgl. Crastan 2017; Beckmann 2020)

Aufgrund des enormen Potenzials dieser Technologie, gilt es zu eruieren, wie die Wärmepumpe von der Bevölkerung akzeptiert wird und an welche Faktoren dies geknüpft ist. Das Phänomen Akzeptanz wird in der Literatur als empirische Größe gesehen und kann auf nahezu jeden materiellen oder immateriellen Gegenstand bezogen werden, so auch auf Technologien wie die Wärmepumpe. In der Vergangenheit hat sich allerdings gezeigt, dass viele technische Innovationen von der Gesellschaft zum Teil kritisch gesehen werden. Formal betrachtet stellt die Akzeptanz die Chance dar, bei den Individuen für derartige Technologien eine ausdrückliche oder stillschweigende Zustimmung zu generieren. (vgl. Yedek 2002; Schröter et al. 2010) Auf die Entscheidung, ob eine Technologie o.Ä. akzeptiert wird, fließen eine Vielzahl von Parametern ein. Dies können zum einen objektbezogene Faktoren sein, wie die Kosten oder der Nutzen einer neuen Technologie. Auch Bedienfreundlichkeit oder Ästhetik zählen dazu. Zum anderen spielen subjektbezogene Faktoren, die das Individuum direkt betreffen, eine Rolle. Dazu gehören Einstellungen, Haltungen, persönliche Normen, Emotionen oder soziodemographische Faktoren wie Alter, Geschlecht oder soziale Klasse. (vgl. Schäfer /

Keppler 2013) Allein die Tatsache, dass 70 bis 90 % aller Entscheidungen der Menschen unterbewusst getroffen werden und auf Emotionen basieren, zeigt die Relevanz der in dieser Arbeit durchgeführten Akzeptanzanalyse im Bereich der empirischen Akzeptanzforschung (vgl. Rode 2019)

1.2 Aufbau und Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit geht es um die Akzeptanz von Wärmepumpen in Wohnhäusern. Dazu werden zunächst in Kapitel 2 die Grundlagen der Energiewirtschaft in Deutschland näher beleuchtet und der Einfluss der Heizsysteme auf den Endenergieverbrauch in deutschen Haushalten präsentiert. Es folgt eine detaillierte Darstellung der unterschiedlichen Arten und Anteile der einzelnen Heizsysteme. Im Bereich der Heizsysteme gehört die Wärmepumpe zur Untergruppe der mit Erneuerbaren Energien betriebenen Heizsystemen. Kapitel 3 stellt die Technologie der Wärmepumpe vor. Hier werden sowohl die Funktionsweise als auch die Arten einer Wärmepumpe näher beschrieben. Weiterhin werden leistungsbezogene Kennzahlen sowie die verschiedenen Betriebsweisen einer Wärmepumpe in Bezug auf die Eignung für Bestands- und Neubauten untersucht. Ein weiterer Bestandteil des dritten Kapitels sind Einfluss und Auswirkungen der benötigten Antriebsenergie einer Wärmepumpe und zugrundeliegende politische und rechtliche Rahmenbedingungen. Das Kapitel schließt mit einer Emissions- und Kostenanalyse der Wärmepumpe im Vergleich zu einer Gasheizung. In Kapitel 4 wird die Forschungsmethode präsentiert. Im Rahmen dieser Arbeit wird dafür sowohl eine quantitative als auch eine qualitative Umfrage in Form von Experteninterviews durchgeführt und anhand einer Statistik-Software wissenschaftlich ausgewertet. Bei dem verwendeten Tool handelt es sich um die Software SPSS von IBM. In Kapitel 5 folgt schließlich die Auswertung, indem die generierten Daten der quantitativen und qualitativen Umfragen statistisch analysiert und diskutiert werden. Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden anschließend Handlungsempfehlungen unter anderem für Politik, Gesellschaft und Versorgungsunternehmen formuliert.

Ziel dieser Arbeit ist es, mithilfe der erhobenen Daten der quantitativen Umfrage, die Haltung von Ein- und Zweifamilienhausbesitzern gegenüber der Wärmepumpentechnologie zu eruieren und die gesammelten Informationen mit den Erkenntnissen aus der qualitativen Umfrage der Experten abzugleichen. Des Weiteren soll überprüft werden, inwiefern einzelne unterschiedliche Merkmale und Faktoren die Akzeptanz gegenüber einer Wärmepumpe beeinflussen. Dementsprechend lautet die hier zugrunde liegende Forschungsfrage:

„Wie ist die Wärmepumpe bei Ein- und Zweifamilienhausbesitzern akzeptiert, und welche Merkmale sind für die Akzeptanz relevant?“

8 Fazit

Ziel dieser Arbeit war es, Erkenntnisse über die Akzeptanz der Wärmepumpe bei Ein- und Zweifamilienhausbesitzern zu gewinnen. Dafür wurde eine Umfrage erstellt und mithilfe statistischer Methoden detailliert analysiert und diskutiert.

Ein zentraler Aspekt der gegenwärtigen Energiewende ist die deutliche Reduktion des Primärenergiebedarfs und die effizientere Energienutzung in Kombination mit dem Ausbau Erneuerbarer Energien. Einen enormen Einfluss auf den Endenergieverbrauch in Deutschland hat der Gebäudesektor. In deutschen Privathaushalten beansprucht mit knapp 90 % die Wärmebereitstellung den größten Anteil des gesamten Energiebedarfs. Dies zeigt die Bedeutung der Heizsysteme, die sich in die drei Gruppen konventionelle Heizsysteme, Heizsysteme der Kraft-Wärme-Kopplung und Heizsysteme basierend auf Erneuerbarer Energien einteilen lassen. Zur letztgenannten Gruppe gehört die Wärmepumpentechnologie. Sie nutzt die gespeicherte Wärmeenergie der Umgebung, die im unerschöpflichen Maße zur Verfügung steht. Mithilfe von elektrischer Antriebsenergie wird aus den Elementen Luft, Erde und Wasser sowohl Heizwärme als auch Warmwasser für den Heizkreislauf des Hauses gewonnen. Die Funktionsweise der Wärmepumpe unterliegt einem Kreisprozess, bei dem ein zirkulierendes Kältemittel die Zustandsänderungen Verdampfung, Verdichtung, Verflüssigung und Entspannung erfährt. Grundsätzlich lässt sich die Wärmepumpe in drei Arten aufteilen. Es wird unterschieden zwischen Luft-, Sole- und Wasser-Wärmepumpen. Die Luft-Wärmepumpe ist die am meisten verkaufte Wärmepumpenart und überzeugt vor allem durch die im Vergleich zu den beiden anderen Varianten niedrigeren Anschaffungskosten. Jedoch weisen die teureren Sole- und Wasser-Wärmepumpen höhere Jahresarbeitszahlen auf und garantieren so einen effizienteren Betrieb. Trotz der insgesamt hohen Investitionskosten einer Wärmepumpe gegenüber konventionellen Heizsystemen überzeugt die Technologie durch den Verzicht auf fossile Energieträger und der damit verbundenen Schadstoffemissionsreduktion. Die Wärmepumpe eignet sich vor allem in gut gedämmten Neubauten zur Abdeckung des geringeren Energiebedarfs und harmoniert idealerweise mit einer Flächenheizung. Des Weiteren können ergänzend eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung oder eine Photovoltaikanlage zur eigenen Stromnutzung verwendet werden. In Alt- bzw. Bestandsbauten sind Wärmepumpen im Allgemeinen eher unwirtschaftlich. In Einzelfällen kann nach einer umfassenden Sanierung der Gebäudehülle und einer Zuhilfenahme eines zertifizierten Energieberaters die Eignung einer Wärmepumpe erneut geprüft werden. Auf politisch und rechtlicher Ebene ergeben sich zum einen für Betrieb und Errichtung einer Wärmepumpeneinheit eine Vielzahl von Genehmigungen und Richtlinien, die eingehalten und eingeholt werden müssen. Zum anderen versucht die Bundesregierung gezielt, mithilfe einer auferlegten Förderpolitik die Wärmepumpentechnologie zu protegieren. Zu den Maßnahmen

zählen sowohl ein vergünstigter Wärmepumpenstromtarif als auch Subventionen seitens des BAFA für die hohen Investitionskosten der Wärmepumpe.

Nicht nur infolge der vom Staat auferlegten Förderpolitik lässt sich eine überwiegende Akzeptanz gegenüber der Wärmepumpentechnologie feststellen. Zwar nutzt der Großteil der Befragten mit knapp 69 % eine konventionelle Gasheizung, jedoch wird bei differenzierter Betrachtung der Altersstruktur der Immobilien deutlich, dass die Wärmepumpe vorzugsweise im Neubau enormen Zuspruch erhält. Demnach besitzen über 56 % der Wärmepumpenbesitzer eine Immobilie, die jünger als 5 Jahre alt ist, wohingegen Eigentümer einer älteren Immobilie eher konventionelle Heizsysteme nutzen. Darauf aufbauend wurden die Wärmepumpen der Befragten überwiegend beim Bau bzw. Kauf der Immobilie integriert. Des Weiteren ergab die Studie, dass Wärmepumpenbesitzer die mit Abstand geringsten Betriebskosten im Verhältnis zur Wohnfläche angaben. Gestützt werden die Erkenntnisse durch die Aussagen der befragten Experten, wonach der Konsens besteht, dass die Wärmepumpe im Neubau nicht nur die am häufigsten genutzte Technologie, sondern, besonders aufgrund ihrer nachhaltigen und effizienten Betriebsweise, die empfehlenswerteste Lösung in diesem Segment darstellt. Die gegebene Akzeptanz wird durch die vollkommene Zufriedenheit der Wärmepumpenbesitzer bestätigt. Weiterhin weisen Befragte, die in ihrem Berufsbild mit dem Thema Heizsysteme konfrontiert werden, und Personen, die Kenntnis von der Wärmepumpentechnologie besitzen, eine merklich noch höhere Akzeptanz auf. Dennoch existieren auch gewisse Hindernisse, die eine flächenmäßige Nutzung der Wärmepumpe vereiteln. Dazu zählen für ein Drittel der Befragten die nicht vorhandenen Erfahrungswerte, die hohen Kosten und der zum Teil nicht wirtschaftliche Einsatz. Auch die Experten stehen der Technologie aufgrund der mangelnden Wirtschaftlichkeit in Sanierungsobjekten kritisch gegenüber. Weniger gehemmt zeigen sich Wärmepumpenbesitzer, bei denen durch eine Persönlichkeitsanalyse eine stärkere Ausprägung der Faktoren „Extraversion“ und „Offenheit“ und eine schwächere Ausprägung des Faktors „Gewissenhaftigkeit“ ermittelt wurde. Demnach zeichnen sie sich durch ihre unbekümmerte Verhaltensweise und Experimentierfreudigkeit, trotz beispielsweise höheren Kosten bei der Wärmepumpe aus und weisen ein erhöhtes Interesse an neuen Erfahrungen und Technologien auf.

Darauf aufbauend wird im Rahmen der inferenziellen Auswertung der Ergebnisse deutlich, dass für die Akzeptanz der Wärmepumpentechnologie viele Merkmale ausschlaggebend sind. Demnach lassen sich die Kriterien im Umfang dieser Arbeit in soziodemographische und immobilienbezogene Merkmale sowie in die Motivationsfaktoren Umweltbewusstsein, sozialer Druck und finanzielle Aspekte einteilen. Dabei wurde ersichtlich, dass sowohl das Geschlecht und das Alter der Befragten als auch der höchste Schulabschluss und das Haushaltseinkommen bei den soziodemographischen Faktoren einen wesentlichen Einfluss haben. Die höchste Haltung gegenüber der Wärmepumpe besitzen demzufolge männliche Befragte im mittleren

Alter mit tendenziell höherem Bildungsstand und höherem Einkommen, da diese Zielgruppe eine merklich höhere Affinität zu dieser Technologie aufweisen. Bei den immobilienbezogenen Merkmalen zeigen sich sowohl das Alter der Immobilie als auch die Haushaltsgröße als relevante Einflussgrößen. Die höhere Akzeptanz gegenüber einer Wärmepumpe bei Besitzern einer tendenziell jüngeren Immobilie ist auf die effiziente Betriebsweise einer Wärmepumpe im Neubau zurückzuführen. Infolge dessen können sich die laufenden Betriebskosten reduzieren, sodass sich die Investition besonders bei größeren Haushalten wirtschaftlich rentiert. Unter den Motivationsfaktoren sticht besonders das wachsende Umweltbewusstsein der Befragten als einflussreichstes Merkmal im Zusammenhang mit der Wärmepumpentechnologie hervor. Die finanziellen Aspekte sind ebenfalls von großer Bedeutung und unterstützen den starken Einfluss des Umweltbewusstseins. Demnach steigt die Bereitschaft der Befragten, einen höheren Preis für eine umweltfreundliche und effiziente Technologie zu zahlen.

Im Rahmen dieser Arbeit konnten sowohl die herrschende Meinung zur Wärmepumpentechnologie als auch die wesentlichen Einflussgrößen deutlich gemacht und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Durch die Notwendigkeit des vermehrten Einsatzes Erneuerbarer Energien, infolge des Klimawandels, steht die Wärmepumpe als vielversprechendes Heizsystem vor kontroversen Diskussionen und wird auch in Zukunft zu einer lebhaften Debatte beitragen.