

# Energieeffizientes Verhalten zur Reduktion von Wärmeverlusten in Wohngebäuden

## Bachelorarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Science  
(B.Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftsingenieur der Fakultät für  
Elektrotechnik und Informatik, der Fakultät für Maschinenbau und der  
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz

Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Hartje



Vorname: Lukas Philipp



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Betreuer: M. Sc. Sören Meyer

Hannover, den 01. September 2015

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	I
Tabellenverzeichnis .....	II
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis .....	III
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Technische Grundlagen .....</b>	<b>2</b>
2.1 Wärmeezeugung und-bereitstellung .....	2
2.2 Physikalische Prozesse und Wärmeverluste .....	8
2.3 Raumklima .....	15
2.4 Luftwechsel und Fensterlüftung .....	18
2.5 Das Niedrigenergiehaus .....	19
2.6 Analyseverfahren .....	21
2.6.1 Therakles .....	22
2.6.2 DIYOS-P .....	24
<b>3 Reduktion von Wärmeverlusten .....</b>	<b>30</b>
3.1 Energetische Analyse .....	30
3.2 Wirtschaftliche Analyse .....	40
3.2.1 Energiekostensparnis .....	40
3.2.2 Investitionsrechnung .....	41
3.3 Energieeffizientes Verhalten .....	43
3.3.1 Verhaltensmaßnahmen .....	43
3.3.2 Checklisten .....	44
<b>4 Limitationen .....</b>	<b>48</b>
<b>5 Zusammenfassung .....</b>	<b>49</b>
<b>6 Ausblick .....</b>	<b>51</b>
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>52</b>
<b>8 Anhang .....</b>	<b>56</b>

# 1 Einleitung

(Fast) jeder kennt diese Situation. Liegen die Verbrauchsabrechnungen im Briefkasten, entsteht eine gespannte Neugier oder sogar missmutige Anspannung. Muss schon wieder draufgezahlt werden oder hat sich der Anbieterwechsel diesmal gelohnt? Unabhängig vom Ergebnis stellt sich die Frage: Welcher Betrag stünde auf der Rechnung, hätte ich noch stärker auf den Verbrauch geachtet? In dieser Situation liegt die Motivation des Themas dieser Arbeit.

In Deutschland entfallen ca. 80% des Energiebedarfs in Haushalten auf die Heizung und Raumwärme [1]. Die Bedeutung der Wirkungskette, die mit ihr zusammenhängt, ist somit offensichtlich. Es gibt bereits viele, sowohl bautechnische, als auch verhaltenstechnische Ansätze, die das Wohnen in Bezug auf den Energiebedarf, nachhaltig und effizient zu gestalten versuchen. Zudem ist der Energieausweis, der über den zu erwartenden Wärmeenergiebedarf eines Gebäudes Auskunft gibt, mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) von 2014 zum Pflichtdokument geworden [2]. Dies führt zu der Frage, wo die größten Wärmeverluste im Haushalt zu finden sind und welche spezifischen Verhaltensweisen diese besonders beeinflussen und somit auch zu ihrer Reduktion beitragen können. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob der Verbraucher Möglichkeiten besitzt, eine selbstständige und qualitativ ausreichende Energieberatung durchzuführen, um in der Masse an Rechnungen und Energiesparmythen den Überblick zu behalten. Ziel dieser Arbeit ist es daher, die größten Wärmeverluste in Wohngebäuden zu identifizieren und Möglichkeiten der Selbstberatung zu finden. Auf Basis dieser Erkenntnisse, soll eine Anleitung gegeben werden, wie sich jeder Verbraucher energieeffizient verhalten und dies auch kontrollieren kann. Um diese konkreten Verhaltensmaßnahmen zu ermitteln, geht diese Arbeit für das Grundverständnis zunächst auf die Bereitstellung von Wärmeenergie und die dahinter stehenden Anlagen sowie die physikalischen Prozesse der Wärmeübertragung ein. Anschließend wird eine Analyse durchgeführt, die Wärmeverluste in Wohngebäuden qualitativ und quantitativ beschreibt. Die Ergebnisse der Analyse liefern zunächst quantitative Werte über den Energiebedarf und somit über den zu erwartenden Brennstoffverbrauch zur Wärmeerzeugung. Anschließend werden mit Hilfe der bekannten Methoden sparsame und verschwenderische Verbraucher verglichen. Daran schließt sich eine wirtschaftliche Analyse an, die einen monetären Bezug zu den Ergebnissen herstellt und darüber hinaus die Rentabilität von Investitionen im Bereich der Energieeffizienz untersucht. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse erstellt diese Arbeit schließlich einen Handlungskatalog und stellt diesen in Checklisten-Form dar, um einen kompakten Überblick über die Resultate zu geben. Daraufhin wird eine Diskussion der Ergebnisse über ihre Generalisierbarkeit und Anwendbarkeit durchgeführt, sowie einen Ausblick auf die Entwicklung des Sektors Nutzwärme in Wohngebäuden gegeben.

## 6 Ausblick

Die Vorräte an fossilen Brennstoffen der Erde sind in den letzten 150 Jahren zu einem großen Teil verbraucht worden, sodass der Preis für fossile Energieträger wie Öl und Gas langfristig immer weiter ansteigen wird. Ein nachhaltiges Wirtschaften mit diesen Ressourcen ist somit unumgänglich. In den letzten 25 Jahren sind daher neue Bausysteme wie das NEH oder Null-Energie-Haus entwickelt und in die Realität umgesetzt worden, die einen Wärmebedarf von weniger als 5% des Normalwertes von Gebäuden in den 70er-Jahren aufweisen [25]. Die Energieversorgung dieser Typen von Wohngebäuden stützt sich immer mehr auf die Nutzung von erneuerbaren Energien [25]. Solarkollektoren auf den Dächern sind daher in Zukunft in stark zunehmender Anzahl zu erwarten. Technologien wie die Lüftungsanlage mit WRG erhöhen den Nutzungsgrad der Wärmeenergie erheblich, sodass diese sich als zukünftige Standardausstattung hervortun wird. Auch die Gesetzgebung der Industrieländer wie Deutschland setzt immer stärker auf die Beschränkung des Energieverbrauchs, um weniger von Importen abhängig zu sein. Gerade für Deutschland, welches keine nennenswerten Ölvorkommen besitzt, ist dies ein guter Weg, aus seiner technologischen Fortschrittlichkeit Kapital zu schlagen und Nachhaltigkeit für zukünftige Generationen zu erzeugen und zu sichern. Beide, der Verbraucher und der Staat, werden von dem gesetzlichen Energieausweis und der EnEV langfristig profitieren und den Energieverbrauch weiter senken können. Gerade in Zeiten des globalen Klimawandels ist dieses Bewusstsein essenziell, um den weiteren CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu beschränken und die Umwelt zu schonen, denn die Erde ist nach jetzigem Wissensstand einzigartig. Daher ist unter allen Umständen ein nachhaltiger Umgang mit ihr unerlässlich. Die vorliegende Arbeit ist im Gesamtbild der Forschung ohne große Bedeutung, allerdings können die Ergebnisse für die Bewohner der Wohngebäude mit veralteten Wärmestandards ein Anhaltspunkt zur eigenständigen Energieberatung und energieeffizientem Verhalten sein. Am Ende dieser Arbeit stellt sich allerdings die Frage, ob der technologische Fortschritt in seiner jetzigen Form weiter bestehen bleiben wird, oder ob die Grenze der Energieeffizienz bald erreicht ist?