Alexander Liebram

Einfluss des Klimawandels auf das Gebäudeverhalten: Eine energetische und ökonomische Betrachtung

Masterarbeit

GRIN

BEI GRIN MACHT SICH IHR
WISSEN BEZAHLT

- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit,
  Bachelor- und Masterarbeit

- Ihr eigenes eBook und Buch -
  weltweit in allen wichtigen Shops

- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren

GRIN

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.dnb.de/ abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlages. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2012 GRIN Verlag
ISBN: 9783656219989

Dieses Buch bei GRIN:

https://www.grin.com/document/196032

Alexander Liebram

Einfluss des Klimawandels auf das Gebäudeverhalten: Eine energetische und ökonomische Betrachtung

GRIN Verlag

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

http://www.grin.com/

http://www.facebook.com/grincom

http://www.twitter.com/grin_com

Masterarbeit

Variation von Klimadaten bei der energetischen und ökonomischen Bewertung von Gebäudestandards

Alexander Liebram

Studiengang Regenerative Energie
& Energieeffizienz

Kassel, 31. März 2012

Vorwort

Für die Hilfe und Unterstützung bei der Erarbeitung der Thematik möchte ich mich bei dem Leiter des Fachgebiets Bauphysik, Herrn Prof. Dr.-Ing. Anton Maas sowie bei meinem Betreuer Herrn Dipl.-Ing. Stephan Schlitzberger bedanken.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, die es mir durch jahrelange Unterstützung ermöglicht haben auch in schwierigen Situationen mein Studium erfolgreich fortzuführen.

Abkürzungsverzeichnis

€	-	Euro
%	-	Prozent
°	-	Grad
Θ_e	-	Außentemperatur
θ_{op}	-	operative Temperatur
a	-	Jahr
ASCII	-	American Standard Code for Information Interchange (7-Bit-Zeichenkodierung)
bzgl.	-	bezüglich
bzw.	-	beziehungsweise
C	-	Celsius
CD	-	Compact Disc
CF	-	Cash Flow
cm	-	Zentimeter
d	-	Tag
dena	-	Deutsche Energieagentur
DIN	-	Deutsches Institut für Normung
DWD	-	Deutscher Wetterdienst
EEG	-	Erneuerbares Energien Gesetz
EnEV	-	Energieeinsparverordnung
etc.	-	et cetera
e.V.	-	eingetragener Verein
EVG	-	elektronisches Vorschaltgerät
F_C	-	Abminderungsfaktor Sonnenschutz
Gh_{26}	-	Übertemperaturgradstunden über 26 °C
h	-	Stunde
h^{-1}	-	Luftwechsel pro Stunde (Maß wie oft Luftvolumen ausgetauscht wird pro Stunde)

I_{Grenz}	-	Grenzbestrahlungsstärke
IPCC	-	Intergovernmental Panel in Climate Change
K	-	Kelvin
Kh	-	Produkt Kelvin und Stunden
KfW	-	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh	-	Kilowattstunde
kW_p	-	Kilowatt peak (Spitzenleistung)
m	-	Meter
m^2	-	Quadratmeter
p.a.	-	per annum
PVC	-	Polyvinylchlorid
Q_h	-	Heizwärmebedarf
t	-	Periode
t+1	-	nachfolgende Periode
TRY	-	Test Reference Year
VOFI	-	vollständiger Finanzplan
W	-	Watt

Inhalt

Vorwort ..... **II**

Abkürzungsverzeichnis ..... **III**

Inhalt ..... **V**

1. Aufgabenstellung ..... **- 1 -**

2. Einleitung ..... **- 3 -**

3. Bestandsaufnahme ..... **- 7 -**

3.1 Gebäudedaten ..... - 7 -

3.2 Baulicher Zustand ..... - 10 -

3.2.1 Außenwände ..... - 10 -

3.2.2 Kellerdecke ..... - 11 -

3.2.3 Dach ..... - 11 -

3.2.4 Fenster und Türen ..... - 12 -

3.2.5 Zusammenfassung baulicher Zustand ..... - 12 -

3.3 Anlagentechnischer Zustand ..... - 12 -

3.4 Energetische Bewertung ..... - 13 -

4. Sanierungsmaßnahmen ..... **- 17 -**

4.1 Dämmung Außenwände ..... - 17 -

4.2 Dämmung Dach ..... - 19 -

4.3 Dämmung Kellerdecke ..... - 21 -

4.4 Anlagentechnische Sanierung ..... - 22 -

4.5 Kombination der Maßnahmen ..... - 23 -

4.6 Weitere Anmerkungen und Empfehlungen ..... - 27 -

5. Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ..... **- 29 -**

5.1 Wirtschaftlichkeit Außenwandsanierung ..... - 34 -

5.2 Wirtschaftlichkeit Dachsanierung ..... - 35 -

5.3 Wirtschaftlichkeit Kellerdeckensanierung ..... - 35 -

5.4 Wirtschaftlichkeit Anlagentechnik ..... - 36 -

5.5 Wirtschaftlichkeit aller Sanierungsmaßnahmen ..... - 37 -

5.6 Wirtschaftlichkeit in Zukunft ..... - 39 -

6. Simulation des thermischen Gebäudeverhaltens ..... **- 42 -**

6.1 Modellierung in IDA ICE ..... - 42 -

6.2 Bearbeitung der Klimadatensätze ..... - 48 -

6.3 Entwicklung des Heizwärmebedarfs im Winterhalbjahr in der Zukunft ..... - 52 -

6.4 Entwicklung des thermischen Gebäudeverhaltens im Sommerhalbjahr ..... - 55 -

6.5 Parametervariation Nachtluftwechsel und F_C-Wert um Einfluss auf sommerliches Verhalten zu prüfen ..... - 65 -

6.6 Parametervariation Steuerung Sonnenschutz um Einfluss auf sommerliches Verhalten zu prüfen - 68 -

6.7 Parametervariation Gebäudestandort um Einfluss auf sommerliches Verhalten zu prüfen... - 69 -

7. Softwarevergleich EPASS Helena und IDA ICE.....- 72 -

8. Probleme mit der Simulationssoftware.....- 76 -

9. Fazit .....- 78 -

10. Selbständigkeitserklärung .....- 80 -

11. Literaturverzeichnis.....- 81 -

12. Tabellenverzeichnis.....- 83 -

13. Abbildungsverzeichnis.....- 84 -

14. Anhang .....- 87 -

14.1 Entwicklung Heizwärmebedarf 2035 in Bezug auf 2011..... - 88 -

14.2 Wirtschaftlichkeitskennwerte 2035 in Bezug auf 2011..... - 90 -

14.3 Wirtschaftlichkeit ..... - 92 -

14.4 Sommerliches Verhalten in den relevanten Räumen ..... - 102 -

14.5 Steuerungskonzept der Nachtlüftung ..... - 119 -

14.6 Softwarevergleich mit Bezug auf den Heizwärmebedarf..... - 120 -

1. Aufgabenstellung

Die Bewertung von Gebäuden hinsichtlich der baulichen und anlagentechnischen Ausführung sowie die Vorgabe entsprechender Anforderungswerte erfolgt derzeit in Deutschland für Neubauten und für zu sanierende Bestandsgebäude auf Grundlage der Energieeinsparverordnung 2009 (EnEV 2009). Eine Referenzbau- und -anlagentechnik definiert hierbei den EnEV-Gebäudestandard als Anforderungswert in Bezug auf die primärenergetische Gesamtbilanz. Hierbei wird für den öffentlich-rechtlichen Nachweis zur Einhaltung dieser Anforderungen vor dem Hintergrund einer Vergleichbarkeit für das gesamte Bundesgebiet ein einheitliches Referenzklima zugrunde gelegt und im Rahmen einer Monatsbilanz der Energiebedarf eines Gebäudes berechnet.

Die reale Variabilität der klimatologischen Verhältnisse in Abhängigkeit vom tatsächlichen Standort eines Gebäudes bleibt hierbei unberücksichtigt und Aussagen zur Abhängigkeit einzelner energetischer Bilanzgrößen vom zugrunde gelegten Klima und hieraus gegebenenfalls abgeleitete Bewertungen zur Wirtschaftlichkeit können dabei nicht getroffen bzw. abgeleitet werden.

Durch die im Frühjahr 2011 erfolgte Veröffentlichung von neuen Referenzklimadatensätzen durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) sind individuelle standortabhängige Bewertungen möglich, wobei neben einer Einteilung Deutschlands in 15 Klimaregionen erstmals auch ein städtischer Einfluss im Vergleich zum ländlichen Klima abbildbar ist. Neben Klimadatensätzen, die für jede Klimaregion aktuelle mittlere und extreme Verhältnisse beschreiben, werden auch Daten bereitgestellt, die ein sogenanntes Zukunftsklima beschreiben, welches die Klimaveränderung bis zum Jahr 2035 beschreiben soll.

Im Rahmen der Aufgabenstellung soll für unterschiedliche Gebäudestandards, zum einen den unsanierten Ausgangsfall und das nach den Anforderungen an die EnEV 2009 sanierte Objekt, der Einfluss der Verwendung unterschiedlicher Klimadaten auf einzelne Bilanzgrößen dargestellt werden. Hierzu sollen vergleichende Berechnungen in Form von dynamischen Simulationsrechnungen auf Stundenbasis angestellt und für ausgewählte Fälle den Ergebnissen einer jeweils entsprechenden Monatsbilanzierung gegenübergestellt werden. Die Gegenüberstellung soll hierbei prüfen, ob durch die Monatsbilanzen qualitativ und quantitativ vergleichbare Tendenzen und Abhängigkeiten abgebildet werden.

Im Einzelnen sollen folgende Teilbereiche bearbeitet werden:

- Berechnungen unter Verwendung des EnEV-Referenzklimas für vorgegebene Gebäudegeometrien

- Erstellung der Klimadatensätze für dynamische Simulationsrechnungen auf Stundenbasis und für statische Berechnungen einer Monatsbilanz
- Durchführung, Dokumentation und Auswertung der Berechnungen unter Verwendung der generierten Klimadatensätze im Vergleich zum EnEV-Referenzklima
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Sanierungsvarianten in Abhängigkeit von klimatologischen Berechnungsrandbedingungen für ein reales Beispielgebäude.
- Beschreibung des Verhaltens des Gebäudes für das Sommer-, wie auch das Winterhalbjahr.

2. Einleitung

Neben der Nutzung von regenerativ erzeugten Energien ist ein weiterer Aspekt zur Schonung der Ressourcen und Senkung des CO_2-Ausstosses die effiziente Nutzung der Energien. Energie wird zum einen dafür verwendet, industrielle Prozesse in Gang zu setzen um Produkte zu erstellen. Zum anderen ist aber die technische Gebäudeausrüstung in Immobilien ein großer Energieverbraucher, oder um in der Wortwahl korrekter zu bleiben, ein wichtiger Energiewandler. Denn Gebäude benötigen in der Regel Energie für die Beleuchtung, Raumheizung, Klimatisierung und Lüftung, sowie die Mess,- Steuer- und Regeltechnik. Um das Ziel der Bundesregierung, bis 2020 den CO_2-Ausstoss um 20% zu senken, erfüllen zu können, muss neben der Förderung der regenerativen Energien auch dafür gesorgt werden Neubauten so zu gestalten und Bestandsgebäude so zu modernisieren, dass möglichst wenig Energie zum Betrieb benötigt wird bzw. verloren geht.

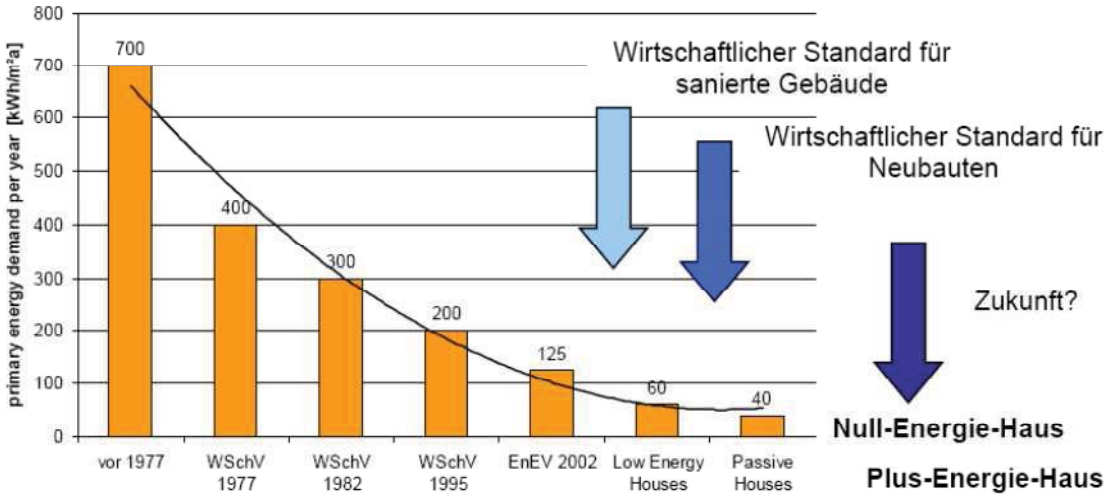

Abbildung 1: Entwicklung des maximal zulässigen Primärenergiebedarfs[1]

Um diese Zielstellung umzusetzen und rechtlich zu verankern wurde die Energieeinsparverordnung (EnEV) verabschiedet. Aktuell ist die EnEV 2009 die verbindliche gültige Fassung. Die Energieeinsparverordnung kann in zwei Teile unterschieden werden. Zum einen existiert die EnEV für Wohngebäude wie Einfamilienhäuser, Wohnheime und Altenheime, zum anderen gibt es eine Fassung für Nichtwohngebäude wie Büro- und Verwaltungsgebäude, Schulen, Theater und andere. Die Energieeinsparverordnung ist bei einem Neubau einzuhalten, sowie im Bestand wenn es zu einer Sanierung oder Erweiterung eines Gebäudes kommt, wobei die Erneuerung mehr als 10 % der Bauteilfläche ausmacht. Die EnEV stellt die Anforderung, dass

[1] Quelle stammt aus Vorlesungsunterlagen von Dipl.-Ing. Christina Sager für das Seminar „Energieeffizientes Planen und Bauen“ (Uni Kassel, 2010)