

Florian Arnold Mertens

Das ökonomische Potential von Passivhaus-Technologien bei der energetischen Sanierung des Wohnungsbestands

Eine szenariobasierte Lebenszyklus-Erfolgsanalyse mit
Monte-Carlo-Simulation

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.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 Verlanges. 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.

Copyright © 2007 Diplom.de
ISBN: 9783956362132

Florian Arnold Mertens

Das ökonomische Potential von Passivhaus-Technologien bei der energetischen Sanierung des Wohnungsbestands

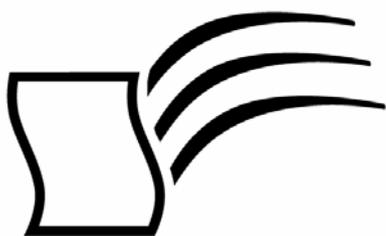
**Eine szenariobasierte Lebenszyklus-Erfolgsanalyse mit Monte-Carlo-
Simulation**

Florian Arnold Mertens

Das ökonomische Potential von Passivhaus-Technologien bei der energetischen Sanierung des Wohnungsbestands

*Eine szenariobasierte Lebenszyklus-Erfolgsanalyse mit
Monte-Carlo-Simulation*

**Diplomarbeit
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Institut für Technologie- und Innovationsmanagement
Februar 2007**



Diplom.de

Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

Florian Arnold Mertens

Das ökonomische Potential von Passivhaus-Technologien bei der energetischen Sanierung des Wohnungsbestands

Eine szenariobasierte Lebenszyklus-Erfolgsanalyse mit Monte-Carlo-Simulation

ISBN: 978-3-8366-0219-8

Druck Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2007

Zugl. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH), Aachen, Deutschland, Diplomarbeit, 2007

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

© Diplomica Verlag GmbH

<http://www.diplom.de>, Hamburg 2007

Printed in Germany

Der Autor

Persönliche Daten

Florian Arnold Mertens
geboren am 17. Juli 1979 in Aachen
ledig, ortsungebunden

☎ 0049 221 80 18 139
✉ florianmertens@tiscali.de

Universitätsausbildung

10/1999 – 09/2001

Studium der Architektur
an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen

Fächer: Baukonstruktion, Tragwerkelehre, Technischer Ausbau,
Bauphysik, Entwerfen, Bau- und Kunstgeschichte, Zeichnen, Plastik

Abschluss: Diplom-Vorprüfung Architektur

10/2001 – 08/2006

Studium der Betriebswirtschaftslehre
an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule in Aachen

Vertiefungsfächer: Internationales Management,
Technologie- und Innovationsmanagement

09/2006 – 02/2007

Diplomarbeit: "Das ökonomische Potential von Passivhaus-
Technologien bei der energetischen Sanierung des
Wohnungsbestands – Eine szenariobasierte Lebenszyklus-
Erfolgsanalyse mit Monte-Carlo-Simulation"

Abschluss: Diplom-Kaufmann

Weiterbildung

12/2001 – 06/2002

Staatlich geprüftes Fernstudium
an der Real Estate Akademie in Nürnberg

Fächer: Objektbewertung, Vermietungsmanagement, Finanzierung,
Mietrecht, Kaufvertragsrecht und Maklerrecht

Abschluss: Geprüfter Immobilienmakler – IMI

Praktische Tätigkeiten

01/2006 – 02/2006

Praktikum in Auckland, Neuseeland
Kitchener Group of Companies / Livin' Realty
Property developers and investors

Fähigkeiten und Kenntnisse

Fremdsprachen

Englisch, konversationssicher
Französisch, Grundkenntnisse

EDV-Kenntnisse

Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint)
Risikoanalyse-Tools (Palisade @risk, Crystal Ball)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
Symbolverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und aktueller Bezug.....	1
1.2 Zielsetzung und Hypothese	3
1.3 Methodik und Ablauf der Untersuchung	5
2 Grundlagen der Untersuchung	7
2.1 Grundlegende begriffliche Abgrenzungen	7
2.1.1 Passivhaus-Technologien	8
2.1.2 Der ökologische Mietspiegel	9
2.1.3 Investorengruppen	10
2.2 Methodische Grundlagen.....	10
2.2.1 Lebenszykluskosten-Analyse	10
2.2.2 Kapitalwertmethode.....	12
2.2.3 Risikoanalyse und Monte-Carlo-Methode.....	14
2.2.4 Szenario-Analyse.....	17
2.3 Prämissen.....	18
2.3.1 Bautypologie und Gebäudegeometrie	18
2.3.2 Sanierungsmaßnahmen und Nutzereinflüsse.....	19
2.3.3 Steuern, Finanzierung und öffentliche Förderung.....	19
2.3.4 Sonstige Prämissen	20
3 Entwicklung von Szenarien	21
3.1 Analyse der Ausgangssituation	22
3.1.1 Kritische Deskriptoren.....	22
3.1.2 Cross-Impact-Analyse	24
3.2 Prognose der Entwicklungen	26
3.3 Synthese - Szenarioformulierung	29
3.3.1 Szenario "Status Quo"	30
3.3.2 Szenario "Trend"	30
3.3.3 Szenario "Faktor 10"	30
3.4 Strategieentwicklung - Handlungsalternativen des Investors.....	31
3.4.1 Der Basisfall	31
3.4.2 Die Referenzvariante	32
3.4.3 Die Zielvariante	32
3.5 Szenarien-Alternativen-Matrix	33

4 Entwicklung des Simulationsmodells.....	35
4.1 Modellelemente	36
4.2 Modellstrukturen	38
4.2.1 Berechnungsansätze für ökonomische Größen.....	40
4.2.2 Berechnungsansätze für technische Größen.....	43
4.2.3 Berechnungsansätze für statistische Größen	43
4.3 Konzeption der szenariobasierten simulativen Lebenszyklus-Erfolgsanalyse... 44	
5 Datengewinnung und Datenstruktur	45
5.1 Daten zur Generierung der Gebäudestichprobe.....	45
5.2 Daten zur Lebenszykluserfolgs-Simulation	47
5.2.1 Deterministische Größen	47
5.2.2 Stochastische Größen	49
6 Ergebnisse und Implikationen.....	53
6.1 Allgemeine Simulationsergebnisse	54
6.1.1 Darstellung der Ergebnisse - Szenario "Status Quo".....	55
6.1.2 Darstellung der Ergebnisse - Szenario "Trend"	58
6.1.3 Darstellung der Ergebnisse - Szenario "Faktor 10"	61
6.2 Analyse und Interpretation	64
6.3 Schlussfolgerungen.....	67
7 Schlussbetrachtung.....	70
Anhang.....	XI
Literaturverzeichnis	XXXVI
Lebenslauf	XLIV

Abkürzungsverzeichnis

A	Fläche des Bauteils
a.	annum
Abb.	Abbildung
Af	Fensterfläche
AG	Aktiengesellschaft
AIBau	Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik
allg.	allgemein(e)
A_N	Gebäudenutzfläche
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGBL	Bundesgesetzblatt
BK_{disk}	diskontierte Betriebskosten
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern
BMRBS	Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
BTF	Bauteilfläche
BV	Berechnungsverordnung
BW	Brennwert
BWL	Betriebswirtschaftslehre
bzw.	beziehungsweise
C_0	Kapitalwert in Periode 0
ca.	circa
cm	Zentimeter
CO_2	Kohlendioxid
d.	der/des
DB	Deutsche Bank
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
d. h.	das heißt
Dipl.	Diplom
Diss.	Dissertation
Dr.	Doktor
Dreieck	Dreiecksverteilung
d. V.	der Verfasser/des Verfassers
EB	Energiebezugsfläche
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EG	Europäische Gemeinschaft
eingesp.	eingespart(e)
EnEV	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung)
EP_0	Energiepreis in Periode 0
E_t	Erträge in Periode t
et al.	et alii
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
evtl.	eventuell
EWI	Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln
f.	folgende
F^{DME}	durchsetzbare Mieterhöhung über den Betrag der eingesp. Energie hinaus
ff.	fortfolgende
F^{Korr}	Korrekturfaktor bei ausfallbedingten Ersatzinvestitionen
F_{Szen}	szenarioabhängiger Minderungsfaktor
f_x	bauteilabhängiger Abminderungsfaktor
g	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung
GdW	Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen
ggf.	gegebenenfalls
ggü.	gegenüber
GH	Gesamthochschule
Gleich	Gleichverteilung
h	Stunde

H	Hüllfläche
HK	Herstellungskosten
HK ₀	Herstellungskosten in Periode 0
HMULF	Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten
HMWVL	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung
H _{Raum}	lichte Höhe der Geschosse
Hrsg.	Herausgeber
H _t	spezifischer Transmissionswärmeverlust
H _v	spezifischer Lüftungswärmeverlust
i	Kalkulationszinsfuß
i.A.	im Allgemeinen
i.d.R.	in der Regel
IKARUS	Instrumente für Klimagas Reduktionsstrategien
inkl.	inklusive
INWO	Institut für Wohnungsrecht und Wohnungswirtschaft der Universität zu Köln
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
K	Kelvin
K ₀	Gesamtkosten in Periode 0
k.A.	keine Angaben
K _{disk} ^{INST}	diskontierte totale Instandhaltungskosten
KF	Kollektorfläche
Kfm.	Kaufmann
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KG	Kellergeschoss
kKh	Kilokalvin-Stunde
kont.	kontinuierlich(e)
K _t	Kosten in Periode t
K _t ^{INST}	bauteilbezogene Instandsetzungskosten in Periode t
k _{Szen}	szenarioabhängige Wachstumsrate des Energiepreises
KW	Kapitalwert
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt-Stunde
LB	Landesinstitut für Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen
LBS	Bundesgeschäftsstelle Landesbausparkassen
LD	Lebensdauer
LD ^x	Ganzzahlige Lebensdauer des Bauteils im x. Zyklus
LZ	Lebenszyklus
LZK	Lebenszykluskosten
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MAW _{Szen}	szenarioabhängige Reduktion des Mietausfallwagnis'
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Million(en)
mm	Millimeter
Mrd.	Milliarde(n)
MW	Mittelwert
N	Normalverteilung
Normal	Normalverteilung
Nr.	Nummer
o.a.	oben angeführt(e/en)
o.ä.	oder ähnlich(e/es)
OG	Obergeschoss
o.J.	ohne Jahresangabe
ÖMZ _{Szen}	szenarioabhängiger ökologischer Mietzuschlag
o.O.	ohne Ortsangabe
o.V.	ohne Verfasserangabe
p.a.	per annum
PC	Personalcomputer
PH	Passivhaus

Prof.	Professor
$Q^{Alternative}$	Jahresheizenergiebedarf der untersuchten Alternative
Q^{Basis}	Jahresenergiebedarf für Heizung und Warmwasser - Basisfall
Q_g	absoluter nutzbarer Wärmegewinn pro Heizperiode
Q_i	absoluter interner Gewinn pro Heizperiode
Q_l	absoluter Wärmeverlust pro Heizperiode
$Q^{Referenz}$	Jahresenergiebedarf für Heizung und Warmwasser - Referenzvariante
Q_s	absoluter solarer Gewinn pro Heizperiode
Q^{Ziel}	Jahresenergiebedarf für Heizung und Warmwasser – Zielvariante
RW_t	Restwert in Periode t
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
r_{XY}	Rangkorrelationskoeffizient (nach Spearman)
s.	siehe
S.	Seite
sog.	so genannt(e)
t	Periode t
Tab.	Tabelle
TH	Technische Hochschule
TU	Technische Universität
u. a.	und andere
überarb.	überarbeitete
Univ.-	Universitäts-
u. U.	unter Umständen
V	Volumen
VdZ	Vereinigung der deutschen Zentralheizungswirtschaft
V_e	beheiztes Gebäudevolumen
vgl.	vergleiche
VM_1	ortsübliche Vergleichsmiete pro Monat in Periode 1
vollst.	vollständig(e)
Volksw.	Volkswirt
VWL	Volkswirtschaftslehre
W	Watt
WDV	Wärmedämmverbund
WDVS	Wärmedämm-Verbundsystem
WE	Wohneinheit
WF	Wohnfläche
WF_{ges}	Gesamtwohnfläche des Gebäudes
WLG	Wärmeleitgruppe
WRG	Wärmerückgewinnung
WSV	Wärmeschutz-Verglasung
WWF	World Wide Fund For Nature
z. B.	zum Beispiel
ZME	rechtlich zulässige Erhöhung der Jahresmiete
Z_t	Zahlungssaldo in Periode t