

Thea Mehnert

**Analyse der Chancen und Risiken des gewerblichen
Passivhausbaues unter Fokussierung des
Nachhaltigkeitsaspektes am Beispiel des Passivhauses Timm**

eingereicht als

BACHELORARBEIT

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Maschinenbau/Feinwerktechnik

Immobilienmanagement und Facilities Management

Coswig, 02. 02. 2010

**Erstprüfer: Prof. Dr. Gerhard Gebhardt
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Jerzy Timm**

Bibliographische Beschreibung

Mehnert, Thea:

Analyse der Chancen und Risiken des gewerblichen Passivhausbaues unter Fokussierung des Nachhaltigkeitsaspektes am Beispiel des Passivhauses Timm. - 2010. – 47 Seiten.

Mittweida, Hochschule Mittweida (FH) – University of Applied Sciences, Fachbereich Maschinenbau/Feinwerktechnik, Bachelorarbeit, 2010

Referat

Ziel der Bachelorarbeit ist es, die Chancen und Schwierigkeiten gewerblicher Passivhäuser am Bsp. des Passivhauses Timm unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit herauszuarbeiten und zu untersuchen. Zunächst wird eine umfangreiche Einführung in die Problematik der Nachhaltigkeit, bezogen auf Immobilien gegeben. Um ein Verständnis für die Beschreibung des Forschungsobjektes zu schaffen, werden vorab einzelne technische und bauphysikalische Grundlagen vermittelt. Des Weiteren erfolgt eine Einleitung in die relevantesten Bewertungsmethoden der Nachhaltigkeit, deren Entwicklung die Aktualität der Analyse unterstreicht. Abschließend werden ökologische, soziale, wirtschaftliche, technische und prozessorientierte Wechselwirkungen erläutert und gleichzeitig der Projekterfolg reflektiert.

Momentan steigen die Anforderungen an Immobilien einerseits aus Gründen der Erfüllung gesetzlicher Vorgaben, wie der EnEV, und andererseits aus dem Bewusstsein der endlichen fossilen Ressourcen sowie der zu erwartenden Preisexplosion, der entgangen werden soll. Gebäude bleiben nach ihrer Entstehung, je nach Nutzungsart, unterschiedlich lange bestehen. Die wirtschaftliche Lebensdauer von Handelsimmobilien liegt für gewöhnlich zwischen 10 und 50 Jahren. Deswegen ist gerade beim Neubau darauf zu achten, dass technische Chancen genutzt und Probleme, welche die Nachhaltigkeit beeinträchtigen, frühzeitig erkannt werden. Diesbezüglich soll die vorliegende Bachelorarbeit Anregungen geben.

Vorwort

Der interdisziplinäre Studiengang Immobilienmanagement und Facilities Management lehrt den Studenten Gebäude aus den unterschiedlichsten Blickwinkeln zu betrachten. Es wird Wissen über wirtschaftliche Gesetzmäßigkeiten vermittelt. Aber auch die Fähigkeit technische Zusammenhänge zu erfassen und anzuwenden wird geschult. Die Erarbeitung der Bachelorarbeit erforderte einerseits Verständnis für Konzeptionsmöglichkeiten der Gebäudetechnik und andererseits Interesse an immobilienökonomischen Entwicklungen.

Während des Forschungsmodules im Baugeschäft Timm GmbH konnte ich einen Eindruck von der Funktionsweise eines gewerblichen Passivhauses gewinnen. Im Rahmen meiner Tätigkeit als Praktikantin hatte ich außerdem die Gelegenheit mich mit dem Thema Nachhaltigkeit vertraut zu machen. Gemeinsam mit dem Geschäftsführer des Baugeschäftes, Herr Jerzy Timm, entstand die Idee der Untersuchung des Passivhauses Timm im Bezug auf die Nachhaltigkeitsdimension.

Mein Dank gilt an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Gerhard Gebhardt als meinem Hochschulbetreuer, der sich dieser Aufgabe annahm sowie Herrn Dipl.-Ing. Jerzy Timm, welcher mich mit hilfreichen Anregungen unterstützte.

Inhaltsverzeichnis

Bibliographische Beschreibung.....	II
Referat.....	II
Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	IX
Symbolverzeichnis.....	XI
1 Anlass und Gang der Untersuchung	1
1.1 Relevanz der Thematik.....	1
1.2 Vorgehensweise bei der Diskussion.....	2
2 Der Begriff Nachhaltigkeit	4
2.1 Herkunft des Ausdruckes Nachhaltigkeit	4
2.2 Dimensionen der Nachhaltigkeit und ihre Bedeutung in Bezug auf die Immobilienbranche.....	5
2.2.1 Einordnung von Immobilien in die Nachhaltigkeitsproblematik	5
2.2.2 Die soziale Dimension.....	5
2.2.3 Die ökologische Dimension	6
2.2.3.1 Klima	6
2.2.3.2 Baustoffe	7
2.2.3.3 Gebäudeplanung.....	7
2.2.4 Die ökonomische Dimension.....	8
2.2.4.1 Kosten	8

2.2.4.2	Einnahmen	9
2.2.4.3	Wirtschaftliche Nachhaltigkeitskriterien.....	10
3	Anforderungen an ein Passivhaus und deren Umsetzungsmöglichkeiten.....	11
3.1	Erläuterung des Passivhausbegriffes	11
3.2	Bauphysikalische Grundlagen und Prüfverfahren.....	12
3.2.1	Qualitative Gebäudemerkmale	12
3.2.1.1	Behaglichkeit	12
3.2.1.2	Wärmebrücken.....	13
3.2.1.3	Luftdichtheit.....	13
3.2.2	Quantitative Gebäudeeigenschaften	14
3.2.2.1	Primärenergiebedarf	14
3.2.2.2	Heizwärmebedarf	15
3.2.2.3	Wärmedurchgangskoeffizient	16
3.2.3	Messverfahren qualitativer Gebäudemerkmale	17
3.2.3.1	Blower-Door-Verfahren.....	17
3.2.3.2	Thermographie.....	18
3.3	Gebäudetechnische Anlagen.....	19
3.3.1	Passives Heizen	19
3.3.1.1	Bauteilaktivierung als Flächenheizung.....	19
3.3.1.2	Kombination von Wärmepumpen und Sole-Erdsonden	20
3.3.2	Passives Kühlen	21
3.3.2.1	Nachtauskühlung.....	21
3.3.2.2	Bauteilaktivierung als Flächenkühlung.....	21
3.3.3	Lüftungsanlage	22
3.3.3.1	Bedeutung der Lüftungsanlage.....	22
3.3.3.2	Aufbau und Funktionsweise einer Lüftungsanlage.....	22
3.3.3.3	Anforderungen an effiziente Lüftungsanlagen.....	23

3.3.4	Der Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung und als Kühlmöglichkeit	24
3.3.5	Stromerzeugung und Geräteeffizienz	25
3.3.5.1	Aufbau und Funktionsweise von Photovoltaikanlagen	25
3.3.5.2	Auswahl der gebäudetechnischen Anlagen	26
4	Analysemethoden zur Einschätzung und Quantifizierung der Nachhaltigkeit	27
4.1	Die Vielfalt der Gebäudeanalysemöglichkeiten	27
4.2	Das Ratingverfahren	28
4.3	Verfahren zur Einschätzung der Nachhaltigkeit	29
4.3.1	Internationale Methode: Leadership in Energy and Environmental Design	29
4.3.2	Nationale Methode: Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen	30
5	Analyse der Chancen und Risiken des gewerblichen Passivhauses Timm auf seine Nachhaltigkeit	33
5.1	Verbale Beschreibung des Gebäudes	33
5.1.1	Objektbeschreibung	33
5.1.2	Bauphysik und Energiekennwerte	35
5.1.3	Gebäudetechnik	36
5.2	Chancen- und Risikenanalyse der Nachhaltigkeitsdimensionen	38
	in Anlehnung an die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen	38
5.2.1	Ökologische Qualität	38
5.2.2	Ökonomische Qualität	40
5.2.3	Soziokulturelle Qualität	42
5.2.4	Technische Qualität	43
5.2.5	Prozessqualität	44
6	Resümee	46
	Anlagenverzeichnis	XII
	Anhang	XIII

Quellenverzeichnis.....	XXIX
Tabellarischer Lebenslauf	XXXVIII
Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit.....	XL

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger	15
Abbildung 2:	Jahresheizwärmebedarf Q_h	16
Abbildung 3:	Blower-Door-Gebälse im Türrahmen	17
Abbildung 4:	Beispiel für ein Wärmebild.....	18
Abbildung 5:	Darstellung einer Zuluft-Abluft-Lüftungsanlage	22
Abbildung 6:	Bestandteile einer Photovoltaikanlage	25
Abbildung 7:	Übersicht und Gewichtung der Hauptkriterien.....	31
Abbildung 8:	Foto des Passivhauses Timm - Vorderansicht.....	33
Abbildung 9:	Foto des Passivhauses Timm – Hinteransicht mit Parkplatz	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Wärmetauschertypen	24
Tabelle 2:	Übersicht über die Schwerpunkte der Kriterienhauptgruppen	29
Tabelle 3:	U-Werte der massiven Bauteile des Passivhauses Timm.....	35
Tabelle 4:	Übersicht der am Bau des Passivhauses beteiligten Akteure	44

Abkürzungsverzeichnis

A	Fläche
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BF	Bewertungsfaktor
BG	Baugeschäft
BKA	Betonkernaktivierung
BKT	Betonkerntemperierung
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
bzgl.	bezüglich
DGNB	Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
DIN	Deutsche Industrie-Norm(en)
E	Ost
EG	Erdgeschoss
EN	Europäische Norm(en)
EnEV	Energieeinsparverordnung
etc.	et cetera
GBC	Green Building Council (deutsch: Versammlung/Vorstand für ökologisches Bauen)
IAS	International Accounting Standards (deutsch: internationale Grundsätze des Rechnungswesens)
idF v.	in der Fassung von
i. d. R.	in der Regel
IFRS	International Financial Reporting Standards (deutsch: internationale Grundsätze der Berichterstattung)
IR-Kamera	Infrarot-Kamera
ISO	International Organization for Standardization (deutsch: internationale Organisation für Normung)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design (deutsch: die Führung in energetischer und ökologischer Bauweise)
m	Meter
N	Nord
NGF	Nettogrundfläche
OG	Obergeschoss
o. V.	ohne Verfasser

PE	Polyethylen
RLT	Raumluftechnik
ROG	Raumordnungsgesetz
u. v. m.	und viele mehr
USGBC	U.S. Green Building Council (deutsch: Vorstand für ökologisches Bauen in den USA)
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
V	Volumen
Vgl.	Vergleiche
W	West
WBG	Wärmebereitstellungsgrad
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WertV	Wertermittlungsverordnung
WLG	Wärmeleitfähigkeitsgruppe
World-GBC	World- Green Building Council (deutsch: weltweiter Vorstand für ökologisches Bauen)
WRG	Wärmerückgewinnung

Symbolverzeichnis

°	Grad
>	größer als
≥	größer oder gleich
<	kleiner als
≤	kleiner oder gleich
§	Paragraph
%	Prozent
φ	relative Luftfeuchte in %
Σ	Summe
&	und
a	Jahr
C	Celsius
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
h	Stunde/n
H _T	Transmissionswärmeverluste
H _V	Lüftungswärmeverluste
Hz	Hertz
K	Kelvin
kWh	Kilowattstunden
kWp	Kilowattpeak
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
n	Luftwechselrate
p _{el}	elektrische Leistung
Pa	Pascal
Q _h	Heizwärmebedarf
Q _I	Interne Wärmegewinne
Q _P	Primärenergiebedarf
Q _S	Solare Wärmegewinne
t _{Li}	tatsächliche Raumlufttemperatur in °C
t _{Oi}	mittlere Oberflächentemperatur der raumumschließenden Bauteile in °C
V	Volt
Wh	Wattstunden

1 Anlass und Gang der Untersuchung

1.1 Relevanz der Thematik

In den letzten Jahren wurde der Begriff Nachhaltigkeit geradezu omnipräsent über immer mehr Informationskanäle transportiert. Im Zusammenhang mit der Bundestagswahl 2009 ist oft zu sog. nachhaltigem Handeln aufgerufen worden. Bildungssysteme, Verpackungen, der Kaffeeanbau u. v. m. sollen nachhaltigen Anforderungen genügen. Große Unternehmen sowie mittelständige Firmen veröffentlichen regelmäßig Nachhaltigkeitsberichte. Besonders beliebt ist der Ausdruck in der Baubranche und im Energiegeschäft. Bauweisen, Baustoffe und Gebäudekonzeptionen müssen nachhaltig sein.

Durch die Untersuchung der Bedeutung der Nachhaltigkeitsproblematik soll das an der Zukunft orientierte Prinzip des bedarfsgerechten Wirtschaftens im Bezug auf Immobilien untermauert werden. Vor allem der Zusammenhang zwischen der Energieproblematik und Gebäuden ist kritisch zu betrachten, denn die vorwiegende Nutzung fossiler Ressourcen ist im Hinblick auf deren Endlichkeit und die wachsenden Umweltprobleme keine nachhaltige.

Das als CO₂ bezeichnete Gas Kohlenstoffdioxid ist ein Treibhausgas und als solches eine Mitursache des Treibhauseffektes. Durch die jährliche CO₂-Emission, die zu einem Drittel durch die Beheizung, die Kühlung und die Beleuchtung von Gebäuden verschuldet ist¹, steigt die mittlere Temperatur der Erdoberfläche stetig an. Deswegen ist die Intension der folgenden Diskussionen die Sensibilisierung für alternative Strategien zur Bewirtschaftung bzw. Versorgung von Immobilien.

Momentan beginnt sich die allgemeine Auffassung des Immobilienwertes zu wandeln. Es drängen sich zunehmend ökologische und soziale Aspekte in das Blickfeld der Betrachtung und Beurteilung von Gebäuden. Die Fokussierung auf rein wirtschaftliche Gesichtspunkte wird ungenügend, bleibt jedoch entscheidend.²

Die vorliegende Bachelorarbeit beschäftigt sich mit den Grundlagen des umweltschonenden Bauens an einem konkreten Beispielprojekt. Es handelt sich um eine gewerblich genutzte Immobilie in der Bautzener Innenstadt. Errichtet wurde das Gebäude vom naheliegenden Baugeschäft Timm als sog. Passivhaus. Das Bauunternehmen zeichnet sich durch eine hohe Einsatzbereitschaft im energetischen Bereich aus. Im Mai 2008 wurde das Handelshaus fertig gestellt und beherbergt

¹ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 193.

² Vgl. Lorenz, Sustainability, 2008, S. 15.

seitdem ein Sportfachgeschäft. Neben dem Hauptanliegen, ein sich weitestgehend selbstversorgendes Gebäude zu bauen, gab es u. a. denkmalschutzrechtliche Bestimmungen die eingehalten werden mussten. Zudem waren auch geeignete technische Lösungen für ein gewerbliches „passives“ Haus zu finden.³

Inwieweit durch den Bau des im weiteren Verlauf genannten „Passivhauses Timm“ eine nachhaltige Immobilie entstanden ist, gilt es zu erforschen. Um bei der Analyse möglichst strukturiert vorzugehen, werden repräsentative Kriterien auf der Grundlage des „Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen“ ausgewählt.

1.2 Vorgehensweise bei der Diskussion

Es gibt mit Sicherheit viele Möglichkeiten bei der Untersuchung der Chancen und Risiken des Passivhauses Timm vorzugehen. Die gewählte Herangehensweise soll folgend mit einigen Sätzen skizziert werden.

Zu Beginn des **zweiten Kapitels** setzt sich der Autor mit dem Begriff der Nachhaltigkeit selbst auseinander. Neben der Betrachtung des Wortursprunges wird ebenfalls auf die gesellschaftliche Bedeutung der Immobilienbranche hingewiesen. Vertiefend wird weiterhin auf die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit (ökologische, ökonomische und soziale) im Zusammenhang mit Gebäuden eingegangen. Der Grundgedanke des zweiten Kapitels ist es, die Komplexität und Vielschichtigkeit von Immobilien zu erkennen und Ansatzpunkte für Diskussionen über deren Nachhaltigkeit zu finden.

Nach der Erklärung des Passivhausbegriffes und dessen Anforderungen werden unter **Drittens** zunächst sehr umfassend Grundlagen für das bauphysikalische und gebäudetechnische Verständnis geschaffen. Bereits an dieser Stelle werden erste Anhaltspunkte für die Beurteilung von Stärken und Schwächen eines Gebäudes gegeben. Die erläuterten Begrifflichkeiten werden in der Beschreibung der Untersuchungsimmobilie und deren Bewertung eine wichtige Rolle spielen.

Der **vierte Komplex** befasst sich mit Bewertungsmodellen, die speziell entwickelt worden sind, um die Erfüllung von Nachhaltigkeitskriterien einer Immobilie zu messen. Hauptsächlicher Makel der Immobiliennachhaltigkeitsanalysen ist ihr Umfang. Die vollständige Erläuterung der einzelnen Kriterien, Auswirkungen und deren Erfüllungsgrad am Beispiel ist neben den notwendigen Grundlagen aus Teil zwei und drei zu umfangreich.

³ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S. 13.

Innerhalb von **Teil fünf** werden die Lage, der geschichtliche Hintergrund, die Gebäudetechnik und Bauphysik des Passivhauses Timm beschrieben. Bevor die Nachhaltigkeit des Untersuchungsobjektes konkret untersucht wird, soll zunächst bewiesen werden, dass es sich tatsächlich um ein Passivhaus handelt. In der Praxis werden die sehr umfangreichen Nachhaltigkeitsanalysen von ausgebildeten Auditoren unter Zuhilfenahme speziell entwickelter Software durchgeführt. Die Auswahl der Kriterien für die Chancen- und Risikenbetrachtung orientiert sich an dem bereitgestellten Datenmaterial und den vorangegangenen Erläuterungen unter dem dritten Abschnitt.

Zum Abschluss wird im **sechsten Teil** eine Zusammenfassung der gewonnenen Erkenntnisse gegeben. Außerdem soll die aktuelle und zukünftige Bedeutung der Problematik thematisiert werden.

2 Der Begriff Nachhaltigkeit

2.1 Herkunft des Ausdruckes Nachhaltigkeit

Begonnen wird mit der Herkunft des Wortes, sowie den Eigenschaften, die ein Objekt oder ein Prozess besitzen muss, um überhaupt als nachhaltig im ursprünglichen Sinne zu gelten.

Hannaß Carl von Carlowitz verwendete den Ausdruck „Nachhaltigkeit“ nachweislich im Jahr 1713 im Zusammenhang mit der Forderung nach einem kontinuierlichen Anbau von Baumbeständen, damit die Abholzung zum Zweck der Bau- und Heizmaterialbeschaffung ausgeglichen werden kann. Die komplette Rodung der Wälder wollte er somit vermeiden, was den Baumbestand für nachfolgende Generationen und deren Bedürfnisse sichern sollte.⁴

Nachdem die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung 1983 tagte und ihren Bericht „our common future“⁵ veröffentlichte wurde der Begriff Nachhaltigkeit ein populärer politischer Diskussionsgegenstand. Damit begann die Einführung in den allgemeinen Sprachgebrauch. Die ideellen Forderungen des Berichtes beziehen sich auf die Bedürfnisbefriedigung heutiger und zukünftiger Generationen. Ziel ist die Überwindung gesellschaftlicher, demographischer, wirtschaftlicher und ökologischer Probleme.⁶

Ein Meilenstein, im Bezug auf die Konkretisierung des Nachhaltigkeitsbegriffes, ist in der Agenda 21 zu sehen. Im Jahr 1992 fand diese UN-Konferenz mit einer Teilnahme von über 170 Staaten statt. Ein inhaltlicher Schwerpunkt befasste sich mit der Entwicklung umweltbewusster Ideen, welche zugleich wirtschaftlich tragfähig und gesellschaftlich akzeptabel sein sollten.⁷ Die verbindlichen Festlegungen der Agenda 21 betrafen lokale, regionale sowie globale Handlungen, bezogen auf die Lebens- und Wirtschaftsweise der Staatengemeinschaft.⁸

⁴ Vgl. o. V., umgebungsgedanken, abgerufen am 16.05.2009.

⁵ Wird oft als Brundtland-Bericht bezeichnet.

⁶ Vgl. Gänsmantel, Sanierung und Facility Management, 2005, S. 60f.

⁷ Vgl. o. V., nachhaltigkeit.info, abgerufen am 16.05.2009.

Vgl. Pfeiffer, Energiesparhäuser in Text und Bild, 2005, S. 3.

⁸ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 190.

2.2 Dimensionen der Nachhaltigkeit und ihre Bedeutung in Bezug auf die Immobilienbranche

2.2.1 Einordnung von Immobilien in die Nachhaltigkeitsproblematik

Unter dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit wird bei Immobilien der komplette Lebenszyklus, von der Idee einer Bauprojektentwicklung bis zur Verwertung der Baurestmassen, verstanden.⁹

Diese ganzheitliche Betrachtungsweise bezieht u. a. die Einhaltung von Forderungen, wie bspw. die des ROG, des BauGB, der BauNVO, des Flächennutzungsplanes, aber auch notwendige Aufwendungen bzgl. der Unterhaltung des Gebäudes wie z. B. Wartungskosten, Auswirkungen von verschiedenen Baumaterialien, sowie Gesichtspunkte der Behaglichkeit mit ein.¹⁰

Eine umfassende Begutachtung ist für die Errichtung einer Immobilie sowie für die Beurteilung eines bestehenden Bauwerkes von entscheidender Bedeutung. Um ein Gebäude im Bezug auf seine Nachhaltigkeit einzuschätzen, bietet die Einteilung in die gleichwertigen Aspekte soziale Tragfähigkeit (soziale Dimension), Umweltfreundlichkeit (ökologische Dimension) und Wirtschaftlichkeit (ökonomische Dimension) eine Strukturierungshilfe. Eine eindeutige Abgrenzung der Dimensionen ist sehr schwierig, da manche Aspekte sehr eng miteinander verknüpft sind und sie sich gegenseitig beeinflussen.¹¹

2.2.2 Die soziale Dimension

Der Aspekt der sozialen Verträglichkeit ist ein wichtiger Teil der ganzheitlichen und nachhaltigen Betrachtungsweise einer Immobilie.

Die Kultivierung des Bodens, die Entwicklung von Städten und die Errichtung von Häusern prägen den Alltag, die Kultur und das Leben der Menschen maßgeblich.¹² Bauwerke nehmen in unserer Gesellschaft einen hohen Stellenwert ein. Gebäude erfüllen eine Schutzfunktion und bieten eine Zuflucht vor Wind und Wetter. Mittels baulicher Einrichtungen werden Immobilien mit Medien wie Elektrizität, Wasser, Gas, Telefonkabel usw. versorgt.

⁹ Vgl. Graubner, Nachhaltigkeit im Bauwesen, 2003, S. 1.

¹⁰ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 192.

¹¹ Vgl. Graubner, Nachhaltigkeit im Bauwesen, 2003, S. 1.

Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 49.

¹² Vgl. Gänsmantel, Sanierung und Facility Management, 2005, S. 72.

In unserem Kulturkreis verbringt ein Großteil der Bevölkerung bis zu 90 % seiner Zeit innerhalb von Gebäuden.¹³ Dieser prozentuale Wert entspricht täglich etwa 21,5 Stunden. Aus den eben dargestellten funktionalen und zeitlichen Gründen lassen sich weitere Kriterien zur sozialen und nachhaltigen Gestaltung von Immobilien ableiten. Dazu gehört die Bereitstellung bedarfsgerechten Wohnraumes nach Alter, Haushaltgröße und Familienaufbau sowie die Schaffung eines strukturierten und „gesunden“ Arbeits-, Wohn- und Freizeitumfeldes. Des Weiteren bietet die Immobilien- und Bauwirtschaft zahlreiche Tätigkeitsfelder, die Arbeitsplätze schaffen.¹⁴

2.2.3 Die ökologische Dimension

2.2.3.1 Klima

Ein wichtiger Bestandteil des ökologischen Nachhaltigkeitsaspektes ist die Betrachtung des Klimas. In der Baubranche versteht man darunter zum einen die Beachtung des geographischen Klimas an dem Standort des bestehenden oder zu errichtenden Gebäudes. Zum anderen rücken aber auch die Bedeutung eines gesunden und konstanten immobilieninternen Klimas, sowie dessen Beeinflussbarkeit durch eine gute Planung der Bauphysik und gebäudetechnische Anlagen zunehmend in den Vordergrund.

Der Planet Erde kann klimatisch in vier Zonen eingeteilt werden. Differenziert werden die kalte, gemäßigte, tropische und subtropische Klimazone.¹⁵ Gebäude müssen, je nachdem in welchem Gebiet sie errichtet werden oder worden sind, verschiedenen äußeren Einflüssen standhalten. Sie können z. B. sehr hohen, sehr niedrigen, aber auch extrem schwankenden Temperaturen ausgesetzt sein. Weitere Parameter der klimatischen Charakteristika sind die jährliche Niederschlagsmenge, die durchschnittliche Luftfeuchte sowie die übliche Windstärke.¹⁶ In der Anlage 1 wurde für das Jahr 2007 exemplarisch eine Stadt für jede Klimazone, bezogen auf die monatlichen Durchschnittstemperaturen, abgebildet.

¹³ Vgl. Graubner, Nachhaltigkeit im Bauwesen, 2003, S. 7.

¹⁴ Ebenda, S. 9.

¹⁵ Vgl. Knies, Alexander, 2003.

¹⁶ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S.192 f.

2.2.3.2 Baustoffe

Zerlegt man eine Immobilie in ihre Bestandteile wird deutlich, dass ein umfassendes Sortiment an Bauteilen und Baustoffen zur Errichtung verarbeitet wurde. Diese beeinflussen durch ihre individuellen Merkmale den Energiebedarf des Gebäudes. Elemente für den Fußboden, die Innen- und Außenwände sowie die Decken müssen, je nach Gebäudetyp, gesetzlich vorgeschriebene Brandschutzeigenschaften besitzen. Des Weiteren sind der Feuchte-, Wärme- und Schallschutz qualitative Kennzeichen einer Immobilie. Zur Beurteilung der verschiedenen Baustoffe sind Kennwerte wie bspw. der U-Wert eingeführt worden.

Zur ökologischen Nachhaltigkeit von Gebäuden gehört die Verwendung von Baustoffen, welche die Umwelt nicht belasten. Die Güte der Baumaterialien, bspw. bezogen auf die Dämmeigenschaften der Gebäudehülle, bestimmen die Höhe des Energieverbrauches sowie der Energiekosten während der Nutzungsphase entscheidend. Kommt es zum Rückbau der Immobilie sind die Baurestmassen zu entsorgen ohne die Umwelt unnötig zu belasten. In Deutschland beträgt der Volumenanteil der Baurestmassen am Gesamtabfallaufkommen ca. 80 %.¹⁷

2.2.3.3 Gebäudeplanung

Die konstruktive und technische Gebäudeplanung wirkt sich auf die Langlebigkeit, den Energiebedarf und somit auch auf die Nachhaltigkeit eines Bauwerkes aus. Aufgrund dessen ist eine vorausschauende und sorgfältige Planung von immenser Bedeutung. Dieser Abschnitt soll einen Überblick über gestalterische Möglichkeiten zur Erhöhung der Gebäudeeffizienz geben.

Zu den zu berücksichtigenden Konstruktionskriterien zählen u. a.:

- die Beachtung der Lage des Gebäudes bezogen auf die Ausrichtung des Grundstückes nach den Himmelsrichtungen,
- eine einfache Geometrie des Gebäudes (Verzicht unnötiger Gebäudeecken durch bspw. Vor- und Rücksprünge) für ein günstiges A/V-Verhältnis,
- eine sorgfältige Planung zur Vermeidung von Wärmebrücken in den Außenbauteilen,¹⁸
- die Minimierung der Flächeninanspruchnahme um die Versiegelung des Bodens zu senken¹⁹ sowie
- die optische Gestaltung der Außenhülle, damit sich die Immobilie gut in ihre Umgebung einfügt.

¹⁷ Vgl. Graubner, Nachhaltigkeit im Bauwesen, 2003, S. 6.

¹⁸ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 192 f.

¹⁹ Vgl. Graubner, Nachhaltigkeit im Bauwesen, 2003, S. 9.

Zu den technischen Gebäudeplanungsanforderungen gehört die:

- Senkung des Heizwärmebedarfes (Abschnitt 3.2.2.2),
- Nutzung eines energieeffizienten Heizsystems,
- Unterstützung der Warmwasserversorgung und ggf. auch Heizung durch die Verwendung von Erdwärme oder einer Solaranlage und
- Verwendung von Anlagen (z. B. Licht-, Aufzugs- und Kommunikationstechnik)²⁰ mit einem geringen Stromverbrauch sowie der Einsatz einer effektiven Gebäudekühlung und einer Lüftungsanlage mit WRG.

2.2.4 Die ökonomische Dimension

2.2.4.1 Kosten

Die Baukosten

Unter Zuhilfenahme der DIN 276-1 „Kosten im Hochbau“ können die Baukosten eines Projektes geplant und kontrolliert werden. Die DIN 276-1 ist ein hierarchisch strukturiertes Regelwerk, welches die möglichen Gesamtausgaben einer Hochbaumaßnahme verschiedenen Kostengruppen zuordnet.²¹ „Hierbei ist die Kostengruppe eine Zusammenfassung einzelner, nach den Kriterien der Planung oder des Projektablaufs zusammengehörender Kosten.“²²

Gegliedert ist die DIN 276-1 in drei Ebenen. Die sieben Kostengruppen der ersten Ebene lauten 100 Grundstück, 200 Herrichten und Erschließen, 300 Bauwerk – Baukonstruktionen, 400 Bauwerk – Technische Anlagen, 500 Außenanlagen, 600 Ausstattung und Kunstwerke und 700 Baunebenkosten. Exemplarisch wird in der Anlage 2 die Systematik der zweiten und dritten Ebene für die Kostengruppe 300 dargestellt.²³

Die Transaktionskosten

Das Grundstück sowie das sich darauf befindliche Gebäude sind bedeutende Anlagegüter. Der Erwerb beinhaltet hohe Transaktionskosten zu denen in jedem Fall der Preis des Bodens und ggf. des Gebäudes als auch Grundbuch- und Notargebühren zählen. Wenn bei der Suche einer geeigneten Immobilie ein Makler hinzugezogen wird, ist eine zusätzliche Provision zu entrichten. In besonderen Fällen werden Beurteilungen, wie z. B. Bodengutachten oder die Bewertung der Güte der

²⁰ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 192 f.

²¹ Vgl. Greiner, Baubetriebslehre/ Projektmanagement, 2000, S. 58 f.

²² Greiner, Baubetriebslehre/ Projektmanagement, 2000, S. 70.

²³ Vgl. DIN 276 Teil 1, (idF v. 11/2006).

Bausubstanz, gewünscht. Die fällige Vergütung des Gutachters kommt dann ebenfalls zu den Transaktionskosten hinzu.²⁴

Die Bewirtschaftungskosten

Mit Hilfe der Wertermittlungsverordnung (WertV) ist es möglich, Gebäude unterschiedlicher Nutzung unter Verwendung verschiedener Verfahren, zu bewerten. Bei der Anwendung des Ertragswertverfahrens sind die möglichen Einnahmen sowie die zu erwartenden Ausgaben im Zusammenhang mit dem Besitz und der Nutzung des Grundstückes zu ermitteln. Zur Vereinheitlichung des Bewertungsverfahrens wurde im § 18 der WertV festgelegt, welche laufenden Aufwendungen eines bestimmungsgemäßen Gebrauches zu den Bewirtschaftungskosten gehören.

Zu den Bewirtschaftungskosten nach WertV gehören die:

- Abschreibung,
- Verwaltungskosten,
- Betriebskosten (nicht umlegbar),
- Instandhaltungskosten und
- das Mietausfallwagnis.²⁵

2.2.4.2 Einnahmen

Die Vermietung

Die Vermietung von Immobilien (oder Verpachtung wenn es sich um ein Grundstück handelt) ist eine übliche Methode, einen langfristigen monetären Nutzen aus dem Anlagegut zu ziehen. Gewöhnlich wird hierbei ein Mietvertrag als Dauerschuldverhältnis zwischen Vermieter und Mieter geschlossen. Der Mieter ist für einen begrenzten Zeitraum und gegen die Abgabe eines Entgeltes der Besitzer der Mietsache (Haus, Wohnung, Geschäft, o. ä.).²⁶ Die Konditionen für Mietverhältnisse unterscheiden sich stark nach der Nutzungsart der Immobilie. Das Wohnraummietrecht ist wesentlich stärker bzgl. der Mietdauer-, zahlung-, zinshöhe sowie Kündigungsmöglichkeiten oder der Behandlung der Bewirtschaftungskosten reglementiert als das Mietrecht für Gewerbeflächen.

²⁴ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2005, S. 20 f.

²⁵ Vgl. WertV (idF v. 06.12.1988) § 18 Abs. 1 Satz 1.

²⁶ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2005, S. 762.

Der Verkauf

Bei der Veräußerung von Immobilien, einschließlich des Grund und Bodens, wird eine einmalige Einnahme eines verhältnismäßig hohen Geldbetrages erwirtschaftet. Der Preis der Immobilie orientiert sich dabei an unterschiedlichen Faktoren, wie z. B. der Nutzung, technischen Ausstattung, Lage, Größe, zu erzielenden Miete und natürlich der Nachfrage am Markt. Abgeschlossen wird die Eigentumsübertragung nach § 857 (1) BGB durch Einigung und Eintragung. Das Gesetz sieht somit vor, dass zur „Übertragung des Eigentums an einem Grundstück, [...] die Einigung des Berechtigten und des anderen Teils über den Eintritt der Rechtsänderung und die Eintragung der Rechtsänderung in das Grundbuch erforderlich [...]“²⁷ wird.

2.2.4.3 Wirtschaftliche Nachhaltigkeitskriterien

Bei Überlegungen in Bezug auf die Nachhaltigkeit wird oft viel Eifer darauf verwendet, die Umweltverträglichkeit von Immobilienprojekten zu betonen. Energetisch effiziente und emissionsarme Gebäude werden allerdings nur entwickelt und finanziert, wenn sie auch gesamtwirtschaftlich tragfähig sind.

Als Beurteilungsfaktoren der Wirtschaftlichkeit von Immobilien gelten die:

- Lebenszykluskosten,
- notwendigen Reparaturkosten im Verhältnis zu den Erstellungskosten,
- Modernisierungskosten im Verhältnis zu den Erstellungskosten²⁸ und
- „Optimierung der Zeitpunkte für Investitionen, Erneuerungs- und Wartungszyklen unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten“.²⁹

²⁷ BGB (idF v. 02.01.2002) § 873 Abs. 1.

²⁸ Vgl. Graubner, Nachhaltigkeit im Bauwesen, 2003, S. 6.

²⁹ Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 48 f.

3 Anforderungen an ein Passivhaus und deren Umsetzungsmöglichkeiten

3.1 Erläuterung des Passivhausbegriffes

Vor der Erörterung der Bestandteile, Baustoffe und Technik des Passivhauskonzeptes am Beispiel des „Passivhauses Timm“ (Komplex 5) sollen zunächst einige Tatsachen zum Begriff und der Entstehung selbst angeführt werden.

Erst einmal ist festzustellen, dass das Passivhaus keinen eigenen oder neuen Bautyp darstellt, sondern in erster Linie einen technischen Standard zur Erhöhung der Behaglichkeit (Abschnitt 3.2.1.1) beschreibt.³⁰ Es handelt sich also um ein Konzept zur Verbesserung des Klimas innerhalb der Immobilie, wie in der folgenden Definition formuliert wird.³¹

"Ein Passivhaus ist ein Gebäude, in welchem die **thermische Behaglichkeit** (ISO 7730) allein durch **Nachheizen oder Nachkühlen des Frischluftvolumenstroms**, der für **ausreichende Luftqualität** (DIN 1946) erforderlich ist, gewährleistet werden kann - ohne dazu zusätzlich Umluft zu verwenden."³²

Die Passivität, die zur Namensgebung beigetragen hat, bezieht sich darauf, dass die jeweiligen Gebäude auf ein herkömmliches Heizsystem verzichten können. Der sehr geringe Restheizwärmebedarf und die Energie für die stetige Bereitstellung von warmem Wasser, kann über umweltfreundliche Heizsysteme, wie eine Holzpelletheizung oder eine Wärmepumpe, bereitgestellt werden. Den Hauptanteil an der benötigten Wärmeenergie liefern solare und interne Wärmegewinne (näheres unter Punkt 3.2.2.2).³³ Des Weiteren ist innerhalb von Passivhauskonzepten von Klimaanlage als aktive Kühlsysteme abzusehen. Bei der Verwendung sog. passiver Techniken (Abschnitt 3.3.1, 3.3.2) wird eine RLT-Anlage mit WRG erforderlich, wie in der Definition verankert ist.³⁴

Ein wichtiger Kernpunkt zum Verständnis von Passivhäusern ist der Hinweis, dass nicht nur die Beheizung, sondern auch die Kühlung eine wichtige Komponente für die Behaglichkeit sein kann. Wenn die verschiedenen Klimazonen der Erde (Anlage 1)

³⁰ Vgl. Schulze Darup, Kalksandstein, 2006, S. 4.

³¹ Vgl. Feist, passivhaustagung Definition, abgerufen am 07.10.2009.

³² Feist, passivhaustagung Definition, abgerufen am 07.10.2009.

³³ Vgl. o. V., ig-passivhaus.de, abgerufen am 10.12.2009.

³⁴ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S. 9.

betrachtet werden, wird deutlich, dass die Gebäude, je nach Standort, vorwiegend oder ausschließlich Heiz- bzw. Kühlleistungen zu erbringen haben. Es sind zugleich technische Lösungen für ein kaltes und warmes Außenklima zu finden, um innerhalb der Immobilien eine angenehme Atmosphäre zu schaffen und aufrecht zu erhalten.

Um die Güte der Gebäude zu beurteilen und diese letztendlich als Passivhaus zu identifizieren, wurden Grenzwerte festgelegt. Zu diesen gehört u. a. ein Primärenergiebedarf von maximal 120 kWh/m²a³⁵, ein Heizwärmebedarf kleiner 15 kWh/m²a und ein U-Wert der massiven Außenbauteile unter 0,15 W/m²K sowie eine nachweisliche Luftdichtheit von $n_{50} < 0,6 \text{ (m}^3\text{/h)/m}^3$.³⁶

3.2 Bauphysikalische Grundlagen und Prüfverfahren

3.2.1 Qualitative Gebäudemerkmale

3.2.1.1 Behaglichkeit

Die thermische Behaglichkeit beschreibt das Raumklima, bei dem sich Personen am wohlsten fühlen. Dabei sind die Anforderungen und Einflussfaktoren der Zimmeratmosphäre u. a. von der Jahreszeit abhängig. An dieser Stelle ist festzuhalten, dass Behaglichkeit nicht gleichbedeutend mit einem hygienischen Raumklima ist. Zur physischen und psychischen Gesundheit, der sich in der Immobilie befindlichen Personen, sollten jedoch stets beide Kriterien sichergestellt werden.³⁷ Das Empfinden von Behaglichkeit ist sehr subjektiv und kann von Person zu Person unterschiedlich sein. Die Wahrnehmung von der Raumlufttemperatur kann z. B. vom Geschlecht, Alter und Gesundheitszustand, der Bekleidung oder der körperlichen Tätigkeit abhängen.³⁸

Wesentliche Einflussfaktoren der Behaglichkeit stellen die:

- tatsächliche Raumlufttemperatur (t_{L_i} in °C),
- relative Luftfeuchte (φ in %),
- mittlere Oberflächentemperatur (t_{O_i} in °C) der raumumschließenden Bauteile und
- eventuelle Zugerscheinungen dar.³⁹

³⁵ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

³⁶ Vgl. o. V., passiv, abgerufen am 22.01.2010.

³⁷ Vgl. Cammerer, Wärme- und Kälteschutz, 1995, S. 247.

³⁸ Vgl. Liersch, Bauphysik kompakt, 2008, S. 25 ff.

³⁹ Vgl. Lohmeyer, Praktische Bauphysik, 2008, S. 59.

3.2.1.2 Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Schwachstellen in der Dämmung der Gebäudehülle. An diesen ist der Wärmedurchgang größer als am restlichen Bauteil. Die Ursachen für Wärmebrücken sind sehr vielfältig. Mittels einer sorgfältigen Planung lassen sie sich jedoch vermeiden.⁴⁰

Um Wärmebrücken weitestgehend auszuschließen, sollte unbedingt auf einige Bauausführungsmerkmale, wie z. B. eine durchgängige Dämmung der Außenbauteile besonderes Augenmerk gelegt werden. Des Weiteren ist darauf zu achten, das Dämmmaterial nicht zu beschädigen bzw. zu durchstoßen.⁴¹

Während der Heizperiode, wenn die Gebäudeinnentemperatur deutlich über der Außenlufttemperatur liegt, können mit Hilfe einer IR-Kamera⁴² Wärmebrücken in den entsprechenden Bauteilen aufgespürt werden (Abschnitt 3.2.3.2).⁴³

3.2.1.3 Luftdichtheit

Die Lüftung von Gebäuden erfolgt über drei Möglichkeiten. Über das Öffnen der Fenster oder auch Türen kann es zum Luftaustausch kommen. In immer mehr Immobilien gibt es zusätzlich eine Lüftungsanlage, welche für einen hygienischen Luftwechsel sorgt. Die dritte Alternative ist die Transmission der Luft durch die Außenbauteile. Genau diese letzte Möglichkeit wird betrachtet, wenn von Luftdichtheit gesprochen wird.⁴⁴ Dabei ist die Luftdichtheit bei Immobilien ein Qualitätsmerkmal des Wärmeschutzes. Eine Gebäudehülle mit Leckagen führt während der Heizperiode zu Wärme- und damit zu Energieverlusten. Wenn durch bspw. undichte Fenster Wärmeenergie verloren geht, muss, um ein behagliches Klima aufrecht zu erhalten, mehr geheizt werden. Dieser zusätzliche Heizbedarf erhöht wiederum den Primärenergiebedarf des Gebäudes sowie die Heizkosten.⁴⁵ Um die Güte der Luftdichtheit zu überprüfen, kann das „Blower-Door-Verfahren“ (Abschnitt 3.2.3.1) angewendet werden. Mit Hilfe dieser Methode ist es möglich, dieses qualitative Gebäudemerkmal quantifizierbar und somit auch vergleichbar zu machen.

Gründe für die Entstehung von undichten Stellen am Gebäude sind u. a. Überlappungen und Stöße durch das Aufeinandertreffen verschiedener Bauteile und

⁴⁰ Vgl. Cammerer, Wärme- und Kälteschutz, 1995, S. 36.

⁴¹ Vgl. Pfeiffer, Energiesparhäuser in Text und Bild, 2005, S. 6.

⁴² Wird auch als Wärmebildkamera bezeichnet.

⁴³ Vgl. Liersch, Bauphysik kompakt, 2008, S. 73.

⁴⁴ Ebenda, S. 127.

⁴⁵ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 40.

Baustoffe.⁴⁶ Eine weitere mögliche Ursache für Leckagen sind durchlässige Anschlussfugen von Türen und Fenstern.⁴⁷

Der Energieverlust ist allerdings nicht das einzige wichtige Argument für eine dichte Gebäudehülle. Auch die Möglichkeit der Kondensatbildung und die damit verbundenen Bauschäden sollen vermieden werden. Ein Feuchteintrag bietet zudem den Nährboden für Schimmel in der Gebäudehülle.⁴⁸

3.2.2 Quantitative Gebäudeeigenschaften

3.2.2.1 Primärenergiebedarf

Während der Bewirtschaftung von Gebäuden wird Energie verbraucht. Die Bereitstellung erfolgt über einen Prozess, welcher in mehrere Abschnitte untergliedert ist (Anlage 3). Der Primärenergiebedarf berücksichtigt nicht allein das erforderliche Maß an sog. Endenergien, um ein Gebäude zu beheizen, mit warmen Wasser zu versorgen und die Bereitschaft der technischen Geräte zu gewährleisten. Er bezieht auch Verluste mit ein, welche bei der Energiegewinnung, der Umwandlung und dem Transport bis zum Gebäude entstehen.⁴⁹ Der Primärenergiebedarf wird als Q_P bezeichnet und in kWh angegeben. Wird das Jahr als Bezugsgröße benutzt, handelt es sich um den sog. Jahresprimärenergiebedarf mit der Einheit kWh/a.

Gewonnen wird die Primärenergie aus **fossilen Brennstoffen**, wie Stein- oder Braunkohle, Erdöl, Erdgas, aber auch aus **Kernbrennstoffen**⁵⁰ und **regenerativen Energiequellen**⁵¹ wie z. B. Biomasse, Erdwärme oder Solarenergie.

Um den Primärenergiebedarf eines Gebäudes zu berechnen, wird der ermittelte Endenergiebedarf mit dem Primärenergiefaktor (Abbildung 1) multipliziert. Erhält man die Energie aus einer regenerativen Quelle, ist der Multiplikator kleiner als bei herkömmlichen fossilen Energieträgern.⁵²

⁴⁶ Vgl. Weglage, Energieausweis, 2007, S. 171.

⁴⁷ Vgl. Liersch, Bauphysik kompakt, 2008, S. 90.

⁴⁸ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 124.

⁴⁹ Vgl. o. V., immobilie-energiepass, abgerufen am 21.10.2009.

⁵⁰ Vgl. Lohmeyer, Praktische Bauphysik, 2008, S. 87.

⁵¹ Vgl. Weglage, Energieausweis, 2007, S. 123.

⁵² Vgl. o. V., bautipps, abgerufen am 21.10.2009.

Vgl. o. V., baunetzwissen-QP, abgerufen am 21.10.2009.

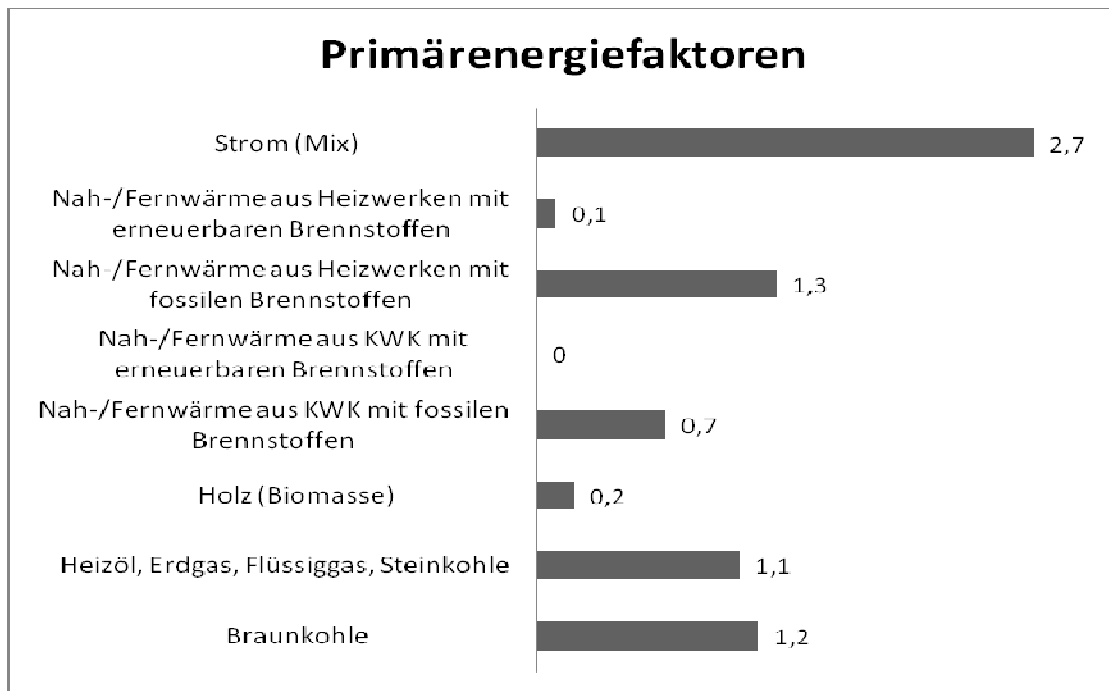


Abbildung 1: Primärenergiefaktoren verschiedener Energieträger⁵³

Aufgrund des Primärenergiefaktors können Häuser nicht einheitlich nach ihrem Endenergieverbrauch beurteilt werden. Es gilt darauf zu achten, welche Energiequellen das Gebäude versorgen. Die CO₂-Emmission kann ebenfalls über den Multiplikator abgeleitet werden. Je größer der Faktor, umso höher ist der CO₂-Ausstoß zu beurteilen.⁵⁴

3.2.2.2 Heizwärmebedarf

Unter dem Heizwärmebedarf Q_h eines Gebäudes wird diejenige Menge an Wärmeenergie verstanden, die benötigt wird, um innerhalb eines Raumes, mit Hilfe einer Wärmeübertragungseinrichtung wie bspw. einem Heizkörper, eine bestimmte Temperatur zu erreichen.⁵⁵ Der Q_h wird i. d. R. auf ein Jahr bezogen und als Jahresheizwärmebedarf (kWh/m²a) bezeichnet. Bei der Berechnung werden sowohl thermische Gewinne als auch Wärmeverluste berücksichtigt.⁵⁶ In der Anlage 4 wird dargestellt, wie das Heizsystem die Verlustmenge ausgleicht, die durch anderweitige Gewinne nicht abgedeckt werden können.

Schlussfolgernd wird festgehalten, dass bei der Realisierung einer sehr dichten Gebäudehülle, wie es beim Passivhausbau der Fall ist, minimale Transmissionswärmeverluste entstehen, was zu einer Verringerung des Q_h führt. Somit besteht die

⁵³ Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an o. V., thema-energie, abgerufen am 22.01.2010.

⁵⁴ Vgl. o. V., baunetzwissen-QP, abgerufen am 21.10.2009.

⁵⁵ Vgl. Lohmeyer, Praktische Bauphysik, 2008, S. 86.

⁵⁶ Vgl. Theiß, baunetzwissen_Heizwaermebedarf, abgerufen am 12.11.2009.

Chance, auf ein herkömmliches Heizsystem mit Heizkörpern zu verzichten und passive Heizmöglichkeiten zu verwenden.

Auf Grundlage der nachstehenden Formel (Abbildung 2) kann der Q_h ermittelt werden:

$$\text{Jahresheizwärmebedarf } Q_h = 66(H_T - H_V) - 0,95 \times (Q_S + Q_I)$$

Abbildung 2: Jahresheizwärmebedarf Q_h ⁵⁷

- Solare Wärmegewinne (Q_S): - Sonnenstrahlung über Fenster
- Interne Wärmegewinne (Q_I): - Abwärme von Geräten
- Körperwärme der im Raum befindlichen Personen
- Transmissionswärmeverluste (H_T): - Wärmedurchgang durch z. B. Wände und Fenster
- Lüftungswärmeverluste (H_V): - über das Öffnen von Fenstern und Türen⁵⁸

3.2.2.3 Wärmedurchgangskoeffizient

Der Wärmedurchgangskoeffizient wird in der aktuellen Literatur und im Datenblatt von Bauteilen als sog. U-Wert⁵⁹ mit dem Einheitszeichen $W/(m^2K)$ angegeben. Besonders bedeutend ist der U-Wert von der Gebäudehülle, denn diese trennt die Raumlufttemperatur von der Außenlufttemperatur. Laut der Definition ist der Wärmedurchgangskoeffizient der „Wärmestrom, der bei einer Temperaturdifferenz von 1 K durch eine Bauteilfläche von $1m^2$ fließt.“⁶⁰ Beeinflusst wird der U-Wert von den Eigenschaften der verwendeten Materialien und deren Schichtdicke. Er ist ein qualitatives Merkmal eines Bauteiles, denn je kleiner der Wärmedurchgangskoeffizient ist, umso weniger Wärme geht verloren.⁶¹

⁵⁷ Quelle: Glücklich, Ökologisches Bauen, 2005, S. 75.

⁵⁸ Ebenda, S. 75.

⁵⁹ Die veraltete Bezeichnung lautet „k-Wert“.

⁶⁰ Liersch, Bauphysik kompakt, 2008, S. 51.

⁶¹ Vgl. Glücklich, Ökologisches Bauen, 2005, S. 44.

3.2.3 Messverfahren qualitativer Gebäudemerkmale

3.2.3.1 Blower-Door-Verfahren

Für die Prüfung der Dichtheit der Gebäudehülle wurde eine Norm mit der Bezeichnung „DIN EN 13 829: Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren“ verfasst. Ziel der Messung ist die Berechnung der Luftwechselrate n für ausgewählte Räume oder ein gesamtes Gebäude. Für das Verfahren wird ein Gebläse in eine Gebäudeöffnung (Fenster, Tür) luftdicht eingesetzt (siehe Abbildung 3). Mit Hilfe dieses Gebläses wird im Gebäude eine Druckdifferenz von 50 Pa zur Außenluft erzeugt. Über den Volumenstrom, der zur einstündigen Aufrechterhaltung der 50 Pa notwendig ist, kann eine Aussage im Bezug auf die Luftdurchlässigkeit $n_{50}(h^{-1})$ getroffen werden.⁶²

Bei Neubauten wird die Durchführung eines Blower-Door-Tests nach Fertigstellung der Luftdichtigkeitsschichten empfohlen, da die Nachbesserung in dieser Phase noch unkompliziert und mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand verbunden ist.

Es gibt kritische Stellen innerhalb der Bauwerkshülle, die häufig Schwachstellen der Dichtheit darstellen. Einige davon werden in der kommenden Aufzählung genannt:

- Beim Massivhausbau ist darauf zu achten, dass die Innenflächen lückenlos verputzt sind (z. B. auch hinter Rohrleitungen).
- Alle Öffnungen in der Fassade sollten mit großer Sorgfalt herausgearbeitet und angeschlossen werden.
- Sowohl Leerrohre als auch Elektro Dosen, die durch den Innenputz an die Außenseite des Gebäudes geführt werden, sind gut abzudichten.⁶³



Abbildung 3: Blower-Door-Gebläse im Türrahmen⁶⁴

⁶² Vgl. Liersch, Bauphysik kompakt, 2008, S. 91.

Vgl. o. V., passiv, abgerufen am 22.01.2010.

⁶³ Vgl. Pfeiffer, Energiesparhäuser in Text und Bild, 2005, S. 6.

⁶⁴ Quelle: Handwerkskammer Düsseldorf, umweltmarkt, abgerufen am 18.11.2009.

3.2.3.2 Thermographie

Jeder Gegenstand hat eine Temperatur und strahlt somit eine bestimmte Menge von Energie aus. Um die gesendete Oberflächentemperaturstrahlung zu messen, wurden IR-Kameras entwickelt, welche die Energie erfassen, sie in ein elektrisches Signal wandeln und diese dann letztendlich zu einem Wärmebild transformieren können. Diese Technik wird u. a. zur Prüfung der Qualität einer Gebäudehülle verwendet. Durch die Thermographie können thermische Schadstellen wie z. B. Wärmebrücken (Abschnitt 3.2.1.2) identifiziert werden.⁶⁵

Um ein aussagefähiges Wärmebild (Abbildung 4) zu erhalten, sind verschiedene Bedingungen zu erfüllen:

- die Temperaturen innerhalb des Gebäudes sollte mindestens 10 °C über der Außentemperatur liegen (Messungen zwischen Oktober bis April werden empfohlen),
- Fenster und Außentüren sind geschlossen zu halten,
- der Blick auf das Gebäude hat frei zu sein,
- nur bei einer trockenen Witterung thermographieren und
- um starke Fremdstrahlungen, durch bspw. die Sonne, zu vermeiden, werden die Daten i. d. R. in den frühen Morgenstunden aufgenommen.⁶⁶

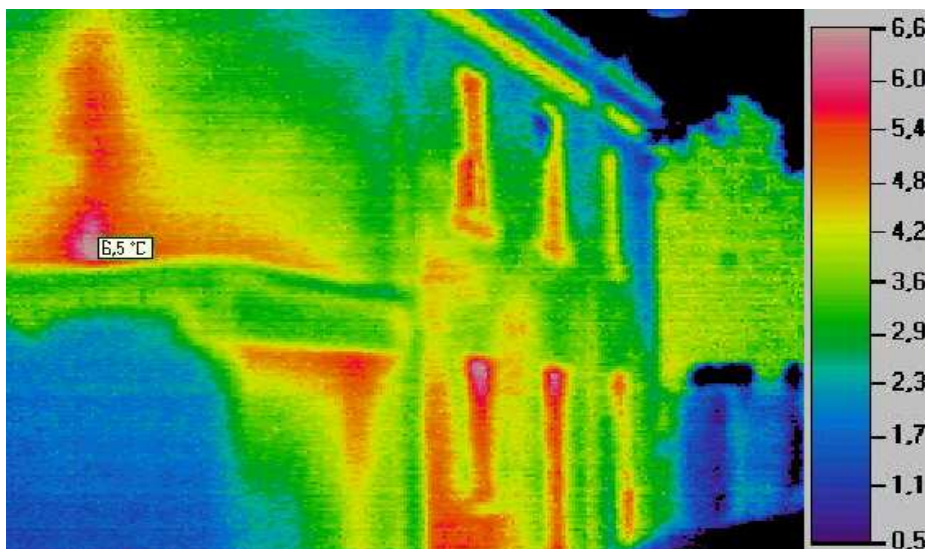


Abbildung 4: Beispiel für ein Wärmebild⁶⁷

⁶⁵ Vgl. Weglage, Energieausweis, 2007, S. 186 f.

⁶⁶ Vgl. Pfeiffer, Energetische Gebäudemodernisierung, 2008, S. 80 f.

⁶⁷ Quelle: o. V., thermographie, abgerufen am: 22.01.2010.

3.3 Gebäudetechnische Anlagen

3.3.1 Passives Heizen

3.3.1.1 Bauteilaktivierung als Flächenheizung

Im Allgemeinen können Zimmer über zwei Formen von Heizflächen auf die gewünschte Temperatur erwärmt werden. Es gibt die sog. „freien“ Raumheizflächen, zu denen z. B. Heizkörper gehören. Bei umweltfreundlichen Konzepten und energiesparenden Bauweisen wird diese Technik jedoch außer Acht gelassen. Relevanter für den Passivhausbau sind die „integrierten“ Raumheizsysteme, die Fußböden, Decken oder Wände als Heizfläche benutzen.⁶⁸

Diese Arbeit beschäftigt sich mit Passivhäusern und ein Merkmal dieser ist, dass sie auf herkömmliche Heizsysteme und damit auch auf Heizkörper verzichten können.⁶⁹ Im Wohnungsbau ist die Beheizung der Räume über den Wärmetauscher oftmals ausreichend. Dies trifft jedoch nicht auf Gewerbeobjekte zu. Diese benötigen gewöhnlich ein zusätzliches Heizsystem, üblicherweise in Form einer Bauteilaktivierung, die höhere Baukosten mit sich zieht.⁷⁰ In der Literatur gibt es mehrere Bezeichnungen für diese Technik. Dazu zählen u. a. die BKA und Bauteiltemperierung.

Bei der Realisierung der BKA in einem Neubau, wird das benötigte Rohrsystem in den Rohbetondecken eingegossen, wie in Anlage 5 und Anlage 6 abgebildet. Da Etagendecken auf der oberen Seite mit Trittschalldämmung ausgelegt werden, besteht die Möglichkeit die Unterseite für die BKA als sog. Heiz- und Kühldecke zu verwenden.⁷¹ Soll die Temperierung in beide Richtungen (nach oben und unten) erfolgen, ist auf die Dämmung zu verzichten.

Bevor jedoch eine Bauteiltemperierung in einem bestehenden oder geplanten Gebäude realisiert wird, sind von einem Bauphysiker verschiedene Parameter zu überprüfen, wie z. B.:

- Temperatur- und Wärmestromverhalten des für die Temperierung vorgesehenen Bauteils,
- Berechnung der kritischen Außenlufttemperatur,
- Berechnung der notwendigen Heizleistung und
- Überprüfung der Wirtschaftlichkeit der technischen Maßnahme.⁷²

⁶⁸ Vgl. Fitzner, Raumklimatechnik, 2008, S. 20.

⁶⁹ Vgl. Schulze Darup, Kalksandstein, 2006, S. 4.

⁷⁰ Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

⁷¹ Vgl. Bollin, Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden, 2009, S. 147.

⁷² Vgl. Venzmer, Der Gebäudeenergieberater, 2007, S.14.

Vorzüge einer Flächenheizung:

- Steigerung der Behaglichkeit
- wirkt Kältezonen entgegen
- eine niedrige Vorlauftemperatur macht den Einsatz von regenerativen Energien möglich
- innerhalb der Räume wird kein Platz mehr für Heizkörper benötigt⁷³

3.3.1.2 Kombination von Wärmepumpen und Sole-Erdsonden

Wärmepumpen können die thermische Energie des Erdreiches, der Luft oder des Wassers nutzen, wobei im Folgenden ausschließlich auf die Verwendung des Bodens eingegangen wird.⁷⁴ Das Wärmepumpensystem besteht, wie in Anlage 7 dargestellt, insgesamt aus drei geschlossenen Kreisläufen. Der Sole-Kreislauf selbst entzieht dem Erdreich die Wärme. Ein Verdampfer (Wärmetauscher) verbindet diesen mit dem Kältemittelkreislauf innerhalb des Wärmepumpengerätes. Beim Übergang der Wärmeenergie geht das Kältemittel vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über und wird mittels eines Kompressors „auf ein höheres Druck- und Temperaturniveau verdichtet“⁷⁵ als für die Heizung und die Warmwasserbereitung notwendig ist. Der Kreislauf des Wärmepumpensystems (Kältemittels) wird durch einen Verflüssiger, ebenfalls ein Wärmetauscher, mit dem dritten System, dem Heizkreislauf, verbunden. Ein Expansionsventil, als letzte entscheidende Komponente des Wärmepumpensystems, verhilft dem Kältekreislauf zu seinem Ausgangsdruck.⁷⁶

Die Erdwärmesonden selbst werden durch vertikale Bohrlöcher in den Erdboden eingebracht. Üblicherweise liegen sie in einer Tiefe zwischen 10 m und 200 m, wobei Bohrungen > 100 m vom Bergbauamt genehmigt werden müssen. Ein Abstand von mindestens 2 m zum bestehenden Gebäude und wenigstens 5 m zur nächsten Sonde sollte gewährleistet werden. Vier Kunststoffrohre aus bspw. PE bilden die Sonde. Die Rohre werden am sog. Sondenfuß verbunden wodurch zwei U-Verbindungen entstehen. Nach dem Einsetzen ins Erdreich verbleibt ein leerer Raum zwischen den Rohren und dem Bohrlochringraum. Dieser wird vollständig mit einer Bentonit-Zement-Wasser-Suspension aufgefüllt. Das Gemisch leitet Wärme sehr gut und erhöht somit den Wirkungsgrad der Anlage.⁷⁷

⁷³ Vgl. REHAU, Niedertemperatur-Heiz- und Kühlsysteme, 19.05.2009.

⁷⁴ Vgl. Glücklich, Ökologisches Bauen, 2005, S. 68.

⁷⁵ Steffl, ihks-fachjournal/Waermepumpen, abgerufen am 07.01.2010.

⁷⁶ Ebenda.

⁷⁷ Vgl. Bollin, Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden, 2009, S. 62.

3.3.2 Passives Kühlen

3.3.2.1 Nachtauskühlung

Die Nachtauskühlung ist eine passive Methode des Temperatenausgleichs, wenn in einem Raum tagsüber viel Wärme entsteht und gespeichert wird.⁷⁸

Hierbei werden die Klimabedingungen der gemäßigten Zone ausgenutzt. In den Sommermonaten gibt es von Tag zu Nacht ausreichend große Temperaturschwankungen von ca. 12 K. Durch nächtliche Fensterlüftung oder mittels Ventilatoren werden die Raumluft und die Speichermassen innerhalb des Gebäudes gekühlt.⁷⁹ Eine weitere Voraussetzung für das Funktionieren der Nachtauskühlung ist ein Luftwechsel zwischen 2 und 4 h⁻¹.⁸⁰

3.3.2.2 Bauteilaktivierung als Flächenkühlung

Analog zu den integrierten Heizflächen (Abschnitt 3.3.1.1) gibt es ebenso „integrierte“ Kühlflächen in der Decke, dem Fußboden oder der Wand. Mittels Konvektion kann Wärme abgeführt werden, während die kühlere Deckentemperatur in den Raum strahlt.⁸¹

In die Betongeschossdecken (speicherfähige Bauteile) werden Rohre eingegossen. Diese werden zu einem Wasserkreislauf zusammengeschlossen, der über eine oder mehrere Pumpen die überschüssige Wärme ins Erdreich ableitet. Wird in dieses System eine Wärmepumpe integriert, ist es möglich, in den Wintermonaten über dieselben Rohrleitungen in umgekehrter Funktion ein Gebäude zu beheizen.⁸²

Die BKT kann, für sehr dichte Gebäude wie Passivhäuser, die Hauptkomponente eines effektiven sommerlichen Kühlkonzeptes darstellen. Die Temperatur des, das Rohrsystem, durchströmenden Wassers richtet sich nach der Außentemperatur und Außenfeuchte sowie der anliegenden Temperatur an der Zimmerdecke.⁸³ Eine zu niedrige Temperatur des zirkulierenden Wassers in der BKT ist aufgrund von möglichen Kondensatproblemen nicht zu empfehlen.⁸⁴

⁷⁸ Vgl. Hennings, Thermisch optimierte Büro- und Verwaltungsgebäude, 2006, S.15.

⁷⁹ Vgl. Fitzner, Raumklimatechnik, 2008, S. 742.

⁸⁰ Vgl. Glücklich, Ökologisches Bauen, 2005, S. 50.

⁸¹ Vgl. Fitzner, Raumklimatechnik, 2008, S. 25.

⁸² Vgl. Hennings, Thermisch optimierte Büro- und Verwaltungsgebäude, 2006, S.15.

⁸³ Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

⁸⁴ Vgl. Schulze Darup, Kalksandstein, 2006, S.34.

3.3.3 Lüftungsanlage

3.3.3.1 Bedeutung der Lüftungsanlage

Ursprünglich fand über das kontrollierte Öffnen der Fenster eines Gebäudes ein Luftaustausch zwischen der verbrauchten Innenraumlufth und der frischen Außenluft statt. Unangenehme Gerüche, ein hoher CO₂-Gehalt sowie ein Überschuss an Luftfeuchtigkeit werden über den Frischlufteintrag ausgeglichen. Vereinfacht ausgedrückt, nimmt der Mensch über seine Atmung Sauerstoff auf und wandelt diesen zu einem bestimmten Prozentsatz in CO₂ und in Wasserdampf um. Je mehr Personen sich in einem Raum befinden, desto schneller erhöht sich die CO₂-Konzentration und umso mehr frische Luft wird zum Ausgleich benötigt. Der sog. Lüftungsbedarf eines Gebäudes ist so zu bemessen, dass die Nutzer sich wohl und nicht beeinträchtigt fühlen. Um konstant gute und hygienische Luft zu gewährleisten, reicht vor allem im Nicht-Wohnbereich die gewöhnliche Fensterlüftung nicht mehr aus. Bei Bürogebäuden werden üblicherweise 25m³/h Frischluft je Person angesetzt.⁸⁵ Eine besonders große Bedeutung kommt effizienten Lüftungsanlagen im Passivhausbau zu, weil diese Gebäude sehr dicht sind und kaum Transmissionsvorgänge stattfinden.

3.3.3.2 Aufbau und Funktionsweise einer Lüftungsanlage

Vor allem bei energiesparenden Bauweisen werden Zu- und Abluftanlagen (Abbildung 5) mit bspw. einem Luft-Luft-Wärmetauscher oder Erdreichwärmetauscher eingesetzt. Zum besseren Verständnis soll die untere Darstellung die Erläuterung der Funktionsweise untermauern.

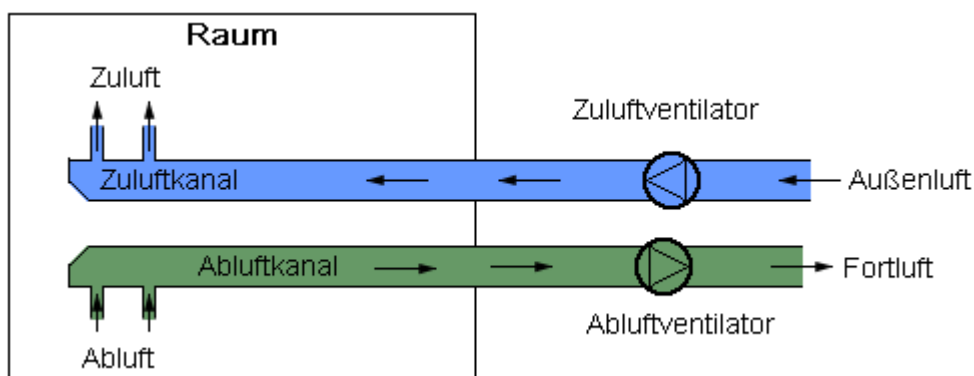


Abbildung 5: Darstellung einer Zuluft-Abluft-Lüftungsanlage ⁸⁶

⁸⁵ Vgl. Hennings, Thermisch optimierte Büro- und Verwaltungsgebäude, 2006, S. 19.

⁸⁶ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an o. V., stromvergleich, abgerufen am 24.01.2010.

Außenluft	=	Luft außerhalb des Gebäudes
Zuluft	=	durch ein Lüftungsgerät aufbereitete Luft, die Bereichen innerhalb der Immobilie zugeführt wird
Abluft	=	die verbrauchte Luft innerhalb des Gebäudes
Fortluft	=	aus dem Gebäude abgesaugte Luft, die dem Außenbereich zugeführt wird ⁸⁷

Zu Beginn wird festgehalten, dass Lüftungsanlagen rohrgeführte Systeme sind. Mit Hilfe eines Ventilators wird Außenluft angesaugt. Um die Außenluft von eventuellen Schadstoffen zu reinigen, wird sie zuerst durch einen Filter in der Lüftungsanlage gesäubert und durch den Wärmetauscher (Abschnitt 3.3.4) angewärmt oder gekühlt. Anschließend wird sie als Zuluft in die gewünschten Räume des Gebäudes transportiert.⁸⁸ Die Zuluft selbst sollte an einer günstigen Stelle in das Gebäude geleitet werden. Das bedeutet, trotz der Filter sollte sich die Öffnung an der straßenabgewandten Seite befinden und wenn die Anlage im Sommer zur Kühlung des Gebäudes beitragen soll, dann ist das Lüftungsloch an einer Stelle zu installieren, die sich abseits von mit Wärme aufgeladenen Bauteilen befindet.⁸⁹

Parallel zum Zuluftkanal verläuft das Abluftrohrsystem. Dadurch, dass sich die neu zugeführte Luft innerhalb der Räume verbraucht, wird diese nach einer Weile, ebenfalls durch einen Ventilator, wieder abgesaugt. Diese abgesogene Luft wird als Abluft bezeichnet und durch den Wärmetauscher, das Bindeglied beider Rohrsysteme, geführt. Tritt die Luft wieder an die Außenseite des Gebäudes wird sie als Fortluft bezeichnet.⁹⁰

3.3.3.3 Anforderungen an effiziente Lüftungsanlagen

Des Weiteren werden, um den Heizwärmebedarf zu senken und Energie zu sparen, bei diesem Baustandard Anlagen mit WRG eingesetzt.

Geeignete Lüftungsanlagen erfüllen außerdem die folgenden technischen Voraussetzungen:

- einen Wärmebereitstellungsgrad von $\eta_{\text{WBG}} \geq 75 \%$,
- eine Stromeffizienz von $p_{\text{el}} \leq 0,45 \text{ Wh/m}^3$,
- eine einfache Bedienung,
- das Gerät selbst sollte gut gedämmt sein,
- der Wärmetauscher ist vor Frost zu schützen,

⁸⁷ Vgl. Weglage, Energieausweis, 2007, S. 148.

⁸⁸ Ebenda, S. 151.

⁸⁹ Vgl. Hennings, Thermisch optimierte Büro- und Verwaltungsgebäude, 2006, S. 21.

⁹⁰ Vgl. Weglage, Energieausweis, 2007, S. 151.

- die Installation innerhalb der thermischen Hülle (wird empfohlen) und
- die Leitungsführung sollte kurz und geradlinig sein.⁹¹

Um die Effektivität der Anlage dauerhaft zu gewährleisten sind neben den üblichen Wartungsmaßnahmen auch regelmäßige Filterwechsel durchzuführen.⁹²

3.3.4 Der Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung und als Kühlmöglichkeit

Der Wärmetauscher ist ein Element, welches in die RLT-Anlage (Abschnitt 3.3.3.2) eines Gebäudes integriert werden kann. Er verbindet den Zu-, und den Abluftschacht. Die Wärme der Abluft aus den Räumen wird innerhalb des Wärmetauschers genutzt um die kühlere Temperatur der Zuluft zu erhöhen. Gute Anlagen haben einen Wirkungsgrad > 90 %. Da die in den Raum nachströmende Luft kaum kühler als die entzogene ist, muss sehr wenig nachgeheizt werden.⁹³

Die Effizienz der einzelnen Wärmetauscher ist Abhängig von der Länge und Breite sowie dem Strömungsprofil. Die folgende Tabelle 1 fasst die einzelnen Wärmetauschertypen zusammen.



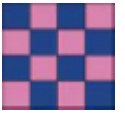
Prinzipien der Wärmetauschkonzepte	Kreuzstrom-wärmetauscher	Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauscher	Gegenstrom-Wärmetauscher
Wärmetauscherfläche [m ²]	4 - 10	6 - 14	17 – 60
Strömungsprofil			
Wirkungsgrad [%]	50 - 70	70 - 80	85 - 99

Tabelle 1: Wärmetauschertypen⁹⁴

⁹¹ Vgl. Pfeiffer, Energiesparhäuser in Text und Bild, 2005, S.14.

⁹² Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

⁹³ Vgl. Weglage, Energieausweis, 2007, S. 151.

⁹⁴ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: Paul, effizienz_von_wlg, abgerufen am 24.01.2010.

3.3.5 Stromerzeugung und Geräteeffizienz

3.3.5.1 Aufbau und Funktionsweise von Photovoltaikanlagen

Der Einsatz von Photovoltaikanlagen als regenerative Energie birgt zahlreiche Vorteile. Dazu gehört u. a. die Umsetzung nachhaltiger Ziele, wie die Schonung der Umwelt durch das Ausbleiben von CO₂ bei der Stromproduktion. Ein zentrales Argument für eine Photovoltaikanlage ist in diesem Kontext auch die Einspeisung ins öffentliche Netz, womit gesellschaftliche Verantwortung übernommen und der Primärenergiefaktor gesenkt wird. Wirtschaftliche Attraktivität erlangen diese Systeme durch Fördermaßnahmen und die Einspeisevergütung. In diesem Abschnitt soll mit Hilfe der Abbildung 6 kurz und knapp das Prinzip der Erzeugung und Verwertung von elektrischem Strom durch die Sonne erläutert werden.

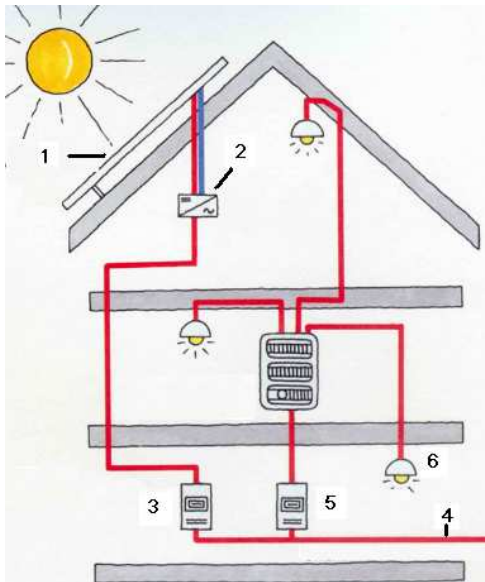


Abbildung 6: Bestandteile einer Photovoltaikanlage⁹⁵

Jede Solarzelle wird mit einem elektrischen Anschluss ausgestattet und von Glas oder Kunststoff umschlossen. Eine bestimmte Anzahl von Zellen werden hintereinander geschaltet und so zu einem **Modul (1)** zusammengefasst. Diese werden auf Dächern oder an Fassaden angebracht. Erst durch Lichteinwirkung werden Ladungsträger frei und elektrische Energie, in Form von Gleichstrom, erzeugt.⁹⁶ Mit Hilfe des **Wechselrichters (2)** kann dieser in Wechselstrom transformiert werden. Nach der Umwandlung wird die erzeugte Energie über einen **Zähler (3)** geleitet, der die Einspeisung der kWh in das **öffentliche Stromnetz (4)** erfasst. Der für die **hausinternen Verbraucher (6)** benötigte Strom wird i. d. R. von einem Stromanbieter

⁹⁵ Quelle: in Anlehnung an o. V., photovoltaik-anlage, abgerufen am 31.01.2010.

⁹⁶ Vgl. o. V., photovoltaik/funktion, abgerufen am 18.11.2009.

zum gewählten Tarif bezogen und durch den **Verbraucherzähler (5)** aufgezeichnet. Anreiz der Einspeisung ins öffentliche Netz ist für Anlagenbetreiber die Vergütung. Im Jahr 2008 betrug diese nach Anlagenart maximal 51,75 Cent pro kWh.⁹⁷

3.3.5.2 Auswahl der gebäudetechnischen Anlagen

Bei der Ausstattung von Gewerbeimmobilien (speziell Kaufhäusern) wird eine Vielzahl von elektrischen Geräten verwendet. Dazu kann u. a. ein Heizsystem, eine Lüftungsanlage, möglicherweise ein Kühlsystem, die Beleuchtung, eine Aufzugsanlage, die Computer und Kassen sowie eine Sicherheitsanlage (Kameras, Brandmelder) gehören.

Manche Anlagen können gut nach ihren Verbrauchseigenschaften ausgewählt werden. Andere sind für den Erfolg des Verkaufskonzeptes wichtig und können nicht primär nach ihrer Effizienz verwendet werden.

Anzumerken ist ebenfalls die Tatsache, dass jedes elektrische Gerät nur einen bestimmten Wirkungsgrad < 1 inne hat und somit wird beim Betrieb stets zugleich Wärme erzeugt. Diese thermische Energie gehört zu den internen Gewinnen, sollte jedoch nicht als zusätzliche Heizquelle angesehen werden. Die eben beschriebene Art der Wärmeerzeugung ist nicht steuerbar, ineffizient und teuer. Außerdem bleibt die Energiequelle im Sommer weiterbestehen, was unter Umständen Ursache für die Verwendung einer Klimaanlage sein kann.⁹⁸

⁹⁷ Vgl. Hartmann, photovoltaik-einspeiseverguetung, abgerufen am 25.01.2010.

⁹⁸ Vgl. Hennings, Thermisch optimierte Büro- und Verwaltungsgebäude, 2006, S.24.

4 Analysemethoden zur Einschätzung und Quantifizierung der Nachhaltigkeit

4.1 Die Vielfalt der Gebäudeanalysemöglichkeiten

Der Wissenschaftszweig der Immobilienökonomie ist im Vergleich zu den meisten anderen Wirtschaftswissenschaften ein recht junger. In vielen Fällen wurden keine neuen Untersuchungsmethoden und –modelle entwickelt, sondern vorhandene insofern modifiziert, dass sie immobilien-spezifischen Anforderungen entsprechen.

Im Allgemeinen wird zwischen **Basisanalysen**, zu denen die Standort-, Markt-, Gebäude- und Mietanalyse gehört, sowie **Spezialanalysen**, welche die Bewertungs-, Investitions-, Finanzierungsanalyse und Machbarkeitsstudie einschließen, unterschieden. Die Basisanalysen dienen, wie bereits ihr Name verdeutlicht, als Grundlage der Spezialanalysen. Aus den einzelnen Ergebnissen können inhaltlich völlig unterschiedliche Schlüsse gezogen werden. Deswegen ist oft eine umfangreiche Begutachtung mehrerer Merkmale notwendig, um einen umfassenden Eindruck von der Immobilie zu erhalten. Die Basisanalysen zielen allein auf die Untersuchung des ausgewählten Gebäudes ab. Besondere Beachtung finden dabei die Eigenheiten, Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten der Liegenschaft. Die Ergebnisse der Spezialanalysen leiten oft wichtige Entscheidungen, wie bspw. den Kauf, die Umnutzung oder den Abriss eines Objektes ein.⁹⁹

Bei der Untersuchung der Nachhaltigkeit spielt die Gebäudeanalyse eine wesentliche Rolle. Durch sie werden u. a. die technische Ausstattung, Qualitätsmerkmale, Bewirtschaftungseffizienz und die Nutzungsflexibilität beurteilt, Mietflächen quantifiziert, aber auch Schäden identifiziert. Die Bewertungsanalysen sind auf die Bestimmung des Verkehrswertes nach dem Vergleichs-, Ertrags-, oder Sachwertverfahren ausgerichtet.¹⁰⁰ Letztlich nehmen die eben genannten Wertermittlungsmethoden jedoch keine Rücksicht auf die Umsetzung der Nachhaltigkeitsdimensionen selbst und sind daher für die unter Punkt 5.2 kommenden Untersuchungen eher ungeeignet.

Aufgrund der Nachfrage an Möglichkeiten, die Nachhaltigkeit von Gebäuden zu bestimmen und vor allem öffentlichkeitswirksam nachzuweisen, wurden weltweit unter der Führung des World-GBC, verschiedene Bewertungsverfahren und Zertifikate entworfen (siehe Anlage 8), von denen unter Punkt 4.3 die zwei bedeutendsten vorgestellt werden.

⁹⁹ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2005, S. 393.

¹⁰⁰ Vgl. Schulte, Immobilienökonomie, 2005, S. 395 f.

4.2 Das Ratingverfahren

Aus dem englischsprachigen Raum kommend, wird der Begriff „Rating“ hierzulande mit den Ausdrücken: „Einschätzung“ oder „Bewertung“ gleichgesetzt. Bei den sog. Ratingverfahren handelt es sich global ausgedrückt um Vorgehensweisen zur Beurteilung von Risiken.¹⁰¹ Es können sowohl Immobilienprojekte als auch Bestandsimmobilien Gegenstand eines Rating-Verfahrens sein, wobei unter Bestand diejenigen Gebäude zählen, die ertragsbringend oder wenigstens in einem guten, nutzbaren Zustand sind.¹⁰²

Der Basler Ausschuss für Bankenaufsicht schreibt vor, dass für risikoreiche Immobilienanlagen mehr Kapital als Sicherheit hinterlegt werden soll als für risikoarme. Um die Kreditvergabe transparent abzubilden, wurden bankeneigene Ratingverfahren entwickelt. Bei den entsprechenden Ratings findet nicht nur der Kreditnehmer, sondern auch die Immobilie selbst Beachtung. Das Ergebnis soll letztlich Aufschluss über die Ausfallwahrscheinlichkeit des Darlehens geben und zugleich wichtige Konditionen, wie den Zinssatz, bestimmen. Für die objektive Bewertung von Immobilien gibt es neben der Kreditanalyse im Rahmen der Immobiliendarlehensgewährung noch weitere Einsatzmöglichkeiten, z. B. im Zuge von Portfolioanalysen, bei Investitionsüberlegungen oder der Ermittlung des Marktwertes nach IAS/IFRS.¹⁰³

„Das Markt- und Objektrating ist ein standardisiertes Verfahren, um die nachhaltige Qualität einer Immobilie in ihrem relevanten Markt darzustellen. Maßstab der Qualität ist die mittelfristige Verkäuflichkeit der Immobilie zu einem dann angemessenen Preis zwischen Experten, denen alle Markt- und Objektinformationen zur Verfügung stehen.“¹⁰⁴

Für den Ratingvorgang erfolgt eine Einteilung in Kriterienhauptgruppen welche zueinander gewichtet werden und aufsummiert 100 % ergeben. Ratingagenturen und Banken sind sich weitestgehend einig, dass bei Bestandsimmobilien die Kriterien: Markt, Standort, Objekt und Cash-Flow¹⁰⁵ entscheidend sind. Wird das Rating an einer Immobilienprojektentwicklung durchgeführt, kommt eine weitere Hauptgruppe, das Entwicklungspotential, hinzu.¹⁰⁶ Die Kriterienhauptgruppen fassen die einzelnen zu untersuchenden und bewertenden Kriterien zusammen. Die Bewertung erfolgt durch die Vergabe von Zahlenwerten zwischen 1 und 10, wobei die 1 für eine exzellente und

¹⁰¹ Vgl. Nagl, mlr-leasing/Basel, abgerufen am 08.12.2009.

¹⁰² Vgl. BDO Deutsche Warentreuhand AG, Real Estate Management, 2005, S. 301.

¹⁰³ Vgl. o. V., immobilienrating, abgerufen am 06.12.2009.

¹⁰⁴ BDO Deutsche Warentreuhand AG, Real Estate Management, 2005, S. 301.

¹⁰⁵ Anderer Ausdruck für Mieteinnahmen.

¹⁰⁶ Vgl. o. V., immobilienrating, abgerufen am 06.12.2009.

kaum zu übertreffende Erfüllung des Kriteriums steht während die 10 eine völlig mangelhafte Ausführung bedeutet. Neben der numerischen Bewertungsskala haben die Ratingagenturen, wie in Anlage 9 abgebildet, unterschiedliche Benotungscodes, die jedoch mit der Anzahl und Bedeutung der Numerischen annähernd identisch sind.¹⁰⁷

Die eingeführten Merkmale decken sowohl Informationen zum nationalen Marktverhalten als auch zu regionalen Besonderheiten ab. Außerdem wird das Gebäude selbst aus unterschiedlichen Perspektiven heraus beurteilt und die Mieteinnahmen werden hinterfragt. Bei den Unterkriterien, wie sie in der Tabelle 2 dargestellt werden, handelt es sich um Kriterien die noch weiter aufgeschlüsselt werden können. Erst wenn ein Merkmal konkret bewertet werden kann handelt es sich um ein direktes Kriterium, was i. d. R. mit anderen zu einem Übergeordneten zusammengefasst werden kann. Ratingsysteme erlauben dem Anwender die Umwandlung qualitativer Objektmerkmale in vergleichbare Zahlenwerte.

Unterkriterien Markt	Unterkriterien Standort	Unterkriterien Objekt	Unterkriterien Cash-Flow
Wirtschaftliche Entwicklung	Verkehrsanbindung	Architektur	Höhe Mietzins
Soziodemographische Faktoren	Nahversorgung	Bauweise	Nutzstruktur (Mietermix)
Höhere Gewalt	Image des Quartiers	Ausstattung	Relation Vermietung zu Leerstand
Entwicklung des Miet-Preisniveaus	Betrachtung der Region	Zustand	Art der Mietverträge (z. B. Staffelmiete)
Marktphase	Untersuchung der unmittelbaren Umgebung	10 % rein ökologische Faktoren	

Tabelle 2: Übersicht über die Schwerpunkte der Kriterienhauptgruppen¹⁰⁸

4.3 Verfahren zur Einschätzung der Nachhaltigkeit

4.3.1 Internationale Methode: Leadership in Energy and Environmental Design

Entwickelt wurde das LEED-Verfahren durch das USGBC zur freiwilligen Bewertung von Gebäuden bezüglich ihres (nachhaltigen) Ressourceneinsatzes und –verbrauches. Zu den grundsätzlichen Zielen des LEED-Systems gehört die Definition von Nachhaltigkeitskriterien, die im Zuge einer Bewertung untersucht werden. Des Weiteren sollen ganzheitliche Entwurfsmethoden bekannt gemacht und die Bedeutung der Bauindustrie im Bezug auf ihren Umwelteinfluss unterstrichen werden. Auch die Absicht, Konkurrenz zwischen den einzelnen Immobilienprojektentwicklungen unter

¹⁰⁷ Vgl. BDO Deutsche Warentreuhand AG, Real Estate Management, 2005, S. 303.

¹⁰⁸ Vgl. o. V., immobilienrating, abgerufen am 06.12.2009.

Fokussierung der Nachhaltigkeitsaspekte anzufachen, gehört zum Zielsystem des USGBC mittels des LEED-Verfahrens.¹⁰⁹ Am 27. April 2009 wurde die aktuelle Version des LEED-Verfahrens veröffentlicht.¹¹⁰

Um sich individuell auf verschiedenste Projekttypen einzustellen, bieten die USGBC mehrere Ausprägungen der LEED-Bewertung an. So wird u. a. zwischen den Nutzungsarten: Eigenheim (LEED-Homes), Einkaufszentren (LEED-Retail) und Schulen (LEED-Schools) unterschieden. Aufgrund der verschiedenen Anforderungen wurden für jeden Typ eigene Verfahrensanweisungen und Richtlinien entwickelt.¹¹¹

Die übergeordneten Gutachtenkategorien: Sustainable Sites (Nachhaltige Baustellen), Water Efficiency (Wassersparnis), Energy & Atmosphere (Energie und Atmosphäre), Materials & Resources (Materialien und Ressourcen), Indoor Environmental Quality (Raumqualität) und Innovation & Design Process (Innovation und Planungsverlauf) werden in zahlreiche Unterkriterien gegliedert was - wie in Anlage 10 abgebildet - eine äußerst differenzierte Beurteilung ermöglicht und im Grunde ein Rating-System darstellt.¹¹² Für die einzelnen Kriterien werden Punkte vergeben, welche zum Schluss addiert werden. Nach der Summierung der Punkte lässt sich eine Aussage zur Güte des Bewertungsobjektes treffen. Den niedrigsten LEED-Status erhält ein Gebäude beim Erreichen von 40 Punkten und ist somit „certified“ (zertifiziert). Die Bewertung „silver“ (Silber) wird mit 50 und der Status „gold“ (Gold) mit 60 Punkten vergeben. Höchste Qualität wird ab 80 Punkten mit „platin“ (Platin) ausgezeichnet.¹¹³

4.3.2 Nationale Methode: Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen

Gegründet wurde die DGNB im Juni 2007 und seit dem Februar des Folgejahres ist sie Mitglied der World-GBC.¹¹⁴ Somit handelt es sich bei der DGNB um das German Sustainable Building Council. Bereits im Dezember 2009 war die Mitgliederzahl auf über 750 Personen, Verbände und Unternehmen angewachsen.¹¹⁵ Knapp die Hälfte des Verbandes besteht aus Architekten und Ingenieuren. Aber auch Bauprodukt-hersteller, Mitarbeiter von Prüfinstituten, Bauunternehmen, Projektsteuerer, Bauherren u. v. m. gehören zur DGNB.¹¹⁶ Eben diese Vielfalt der Mitglieder verdeutlicht die Anerkennung der Organisation und des gemeinsam entwickelten Gütesiegels, welches

¹⁰⁹ Vgl. Braune, potenzielle_nachhaltiges_bauen, abgerufen am 04.12.2009.

¹¹⁰ Vgl. o. V., usgbc, abgerufen am 06.12.2009.

¹¹¹ Vgl. o. V., alpha-ee_zertifizierung_nach_leed, abgerufen am 10.12.2009.

¹¹² Ebenda.

¹¹³ Vgl. o. V., ecobauconsulting, abgerufen am 11.12.2009.

¹¹⁴ Vgl. o. V., bsnb/Vortraege, abgerufen am 17.12.2009.

¹¹⁵ Vgl. o. V., www.dgnb.de, abgerufen am 18.12.2009.

¹¹⁶ Vgl. o. V., DGNB_Praesentation, abgerufen am 17.12.2009.

an Qualität zunimmt, je besser auf die unterschiedlichen Perspektiven der Mitglieder eingegangen werden kann.

Das Gütesiegel selbst wird jedoch nicht allein durch die DGNB vergeben, sondern auch durch das BMVBS. Qualifiziert sich eine Projektentwicklung, besteht die Möglichkeit der Auszeichnung mit einem sog. Vorzertifikat. Sowohl bei der vorläufigen, als auch bei der endgültigen Beurteilung von Gebäuden, kann die Auszeichnung in Bronze, Silber und Gold verliehen werden.¹¹⁷ Bei der endgültigen Vergabe des Zertifikates, nach Bauabschluss und Prüfung der Kriterien wird eine Urkunde und eine Plakette in der entsprechenden Ausprägung (Bronze, Silber, Gold) überreicht.¹¹⁸

Als Hauptkriterien der Nachhaltigkeitsanalyse werden die ökologische, ökonomische, soziokulturelle, technische und prozessorientierte Güte benannt. Diese werden so zueinander gewichtet, dass die Summe der Prozente 100 ergibt. Darüber hinaus werden die Hauptkriterien in Unterkriterien aufgeschlüsselt, die im Einzelnen bewertet werden. Die soeben kurz skizzierte Vorgehensweise zeigt auf, dass es sich bei dem Deutschen Gütesiegel Nachhaltiges Bauen ebenfalls um ein Ratingsystem handelt. Ausgenommen von der Gesamtbewertung, aber trotzdem berücksichtigt, ist die jeweilige Standortqualität einer Immobilie als sechstes Hauptmerkmal.¹¹⁹ Eine Übersicht der Systematik und Gewichtung der Hauptkriterien stellt die Abbildung 7 dar.

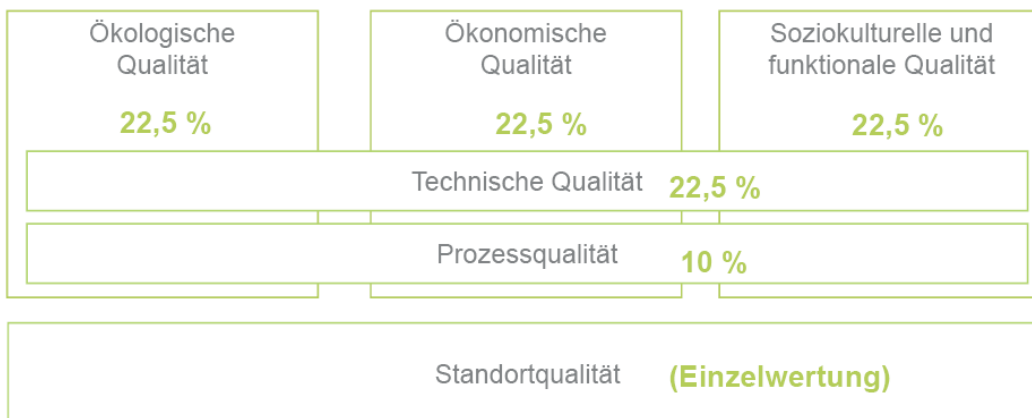


Abbildung 7: Übersicht und Gewichtung der Hauptkriterien¹²⁰

Das Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen soll zukünftig das nationale Werkzeug der Nachhaltigkeitsbeurteilung von Gebäuden sein. Die Entwicklung eines „eigenen“ deutschen Analyseinstrumentes bringt viele Vorteile mit sich.

¹¹⁷ Vgl. Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V., Gütesiegel, 2009. S, 4 ff.

¹¹⁸ Ebenda, S. 7.

¹¹⁹ Ebenda, S. 9.

¹²⁰ Quelle: o. V., DGNB_Praesentation, abgerufen am 17.12.2009.

Es werden bspw.:

- die nationalen Normen und Regelwerke berücksichtigt,
- Aspekte, die den gesamten Lebenszyklus betreffen, geprüft und nicht allein niedrige Baukosten,
- nicht ausschließlich ökologische Merkmale betrachtet, sondern auch wirtschaftliche, soziokulturelle und funktionale Perspektiven mit der gleichen Gewichtung,
- imagefördernde Effekte (Verwendung in Immobilienwerbung) nutzbar.

Doch um auch die Vorzüge einer Vorzertifizierung nutzen zu können, ist zunächst der in Anlage 11 dargestellte „Weg zum Zertifikat“ zu absolvieren. Zuerst wird dazu das Immobilienprojekt bei der DGNB erfasst. Die Registrierung erfolgt online mittels eines von der DGNB ausgebildeten Auditors. Im Anschluss wird für das Objekt ein Pflichtenheft erstellt. Zu dessen Inhalt gehört die genaue Erläuterung von Leistungszielen, im Bezug auf alle Unterkriterien des Gütesiegels, die erreicht werden sollen. Der Bauherr oder Eigentümer gibt mit dem Heft eine verbindliche Leistungserklärung ab, auf deren Grundlage das Projekt bewertet und ggf. vorerst ausgezeichnet wird. Im Anschluss daran werden die Ausführungsplanung und der Baufortschritt vom Auditor, nach den Vorgaben der Dokumentationsrichtlinien der DGNB, festgehalten. Ist das Bauwerk fertig gestellt, überprüft die DGNB über Gutachter die Übereinstimmung der Leistungsziele mit dem Ergebnis. Wird abschließend festgestellt, dass der Prozess des Verfahrens ordnungsgemäß abgelaufen ist und die Anforderungen des Antrages bzw. Vorzertifikates erfüllt wurden, wird das Gütesiegel in der entsprechenden Ausprägung vergeben.¹²¹

Begleitet wird die Zertifizierung, wie bereits erwähnt, von geschulten Auditoren. Diese erbringen in erster Linie Beratungs- und Dokumentationsleistungen. Des Weiteren koordinieren sie die Kommunikation zwischen den am Bau Beteiligten und stellen so die integrale Planung sicher. Zudem unterstützen die Auditoren die Bauherren bei dem Entwurf ihrer Gebäude in Bezug auf die einzelnen Kriterien.¹²²

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass mit Hilfe des Zertifizierungssystems tatsächlich nachhaltige Gebäude geplant und identifiziert werden können.¹²³ Außerdem ist anzumerken, dass die günstigen Auswirkungen des Siegels, vor allem als Kommunikationsinstrument, auch während der Planungs- und Bauphase durch eine vorläufige Auszeichnung genutzt werden können.

¹²¹ Vgl. Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V, Gütesiegel, 2009. S. 6f.

¹²² Vgl. o. V., DGNB_Praesentation, abgerufen am 17.12.2009.

¹²³ Vgl. Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V, Gütesiegel, 2009. S. 5.

5 Analyse der Chancen und Risiken des gewerblichen Passivhauses Timm auf seine Nachhaltigkeit

5.1 Verbale Beschreibung des Gebäudes

5.1.1 Objektbeschreibung



Abbildung 8: Foto des Passivhauses Timm - Vorderansicht¹²⁴

Das Gebäude, das in diesem Kapitel beschrieben und analysiert wird, befindet sich nahe des Zentrums von Bautzen auf der Gochwitzstraße 2 (Anlage 12). Es löst ein historisch bekanntes Gebäude, das Ballhaus „Zum Ross“, welches durch seine verwitterte Bausubstanz fast komplett zurückgebaut worden ist, ab. Davon erhalten geblieben ist lediglich ein Teil des Kellers. Die Lage unweit der historischen Altstadt und die Tatsache, dass ein altes, bekanntes Haus zu ersetzen ist, sind Ursachen für verschiedene denkmalschutzrechtliche Auflagen.¹²⁵ Der Grundstein für den Bau des Gebäudes wurde am 20.07.2007 gelegt und seit dem 27.05.2008 beherbergt der fertig gestellte Neubau als gewerblich genutzte Immobilie das moderne Kaufhaus „INTERSPORT TIMM“.¹²⁶

¹²⁴ Quelle: REHAU, Werkfotos, 14.07.2008.

¹²⁵ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

¹²⁶ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

Das erworbene Grundstück hat eine Gesamtgröße von rund 1210 m², wovon ca. 600 m² als Parkplatz, mit insgesamt 15 Parkmöglichkeiten, dienen (siehe Abbildung 9).¹²⁷ Damit sich der Neubau gut in die Umgebungsbebauung einfügt, wurde die Fassade geeignet gestaltet. Vor allem im Anschlussbereich zum Nachbargebäude nimmt das Passivhaus ein ortstypisches Aussehen an, wie sich auf der Abbildung 8 gut erkennen lässt. Das Dach wurde optisch zweigeteilt. Nach dem Übergang von der Nachbarbebauung wurde es als Satteldach mit einer Schleppgaube und drei Dachfenstern ausgeführt. Die übrige Dachfläche durfte als Flachdach realisiert werden. Das Gebäude befindet sich auf einem Grundstück an einer Straßenkreuzung und besitzt als besonderen optischen Anziehungspunkt einen vorstehende Baukörper über dem Haupteingang an der Blockecke (Abbildung 8). Für den Bau wurden zertifizierte Passivhauselemente verwendet.¹²⁸ Der Neubau des Passivhauses Timm besteht aus insgesamt drei Vollgeschossen.¹²⁹ Im EG und ersten OG befinden sich, mit insgesamt 1220 m², hauptsächlich Verkaufs- aber auch als Büroflächen. Das 2. OG wird gegenwärtig nach Bedarf für Schulungen oder Ausstellungen zur Verfügung gestellt.¹³⁰ Zur sog. thermischen Hülle gehört der Teil des Gebäudes, der im Passivhausstandart umbaut worden ist. Die Nutzflächen des EG, 1. OG und 2. OG liegen innerhalb der thermischen Hülle und betragen insgesamt 1820 m².¹³¹ Der Keller, mit einer Größe von 250 m², bietet eine zusätzliche Nutzfläche als Lagerraum, jedoch ohne die Kriterien eines Passivhauses zu erfüllen.¹³²



Abbildung 9: Foto des Passivhauses Timm – Hinteransicht mit Parkplatz¹³³

¹²⁷ Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

¹²⁸ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

¹²⁹ Vgl. AIB, Projekt: Intersport Timm Berechnungsunterlagen, 16.10.2008.

¹³⁰ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹³¹ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

¹³² Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹³³ Quelle: REHAU, Werkfotos, 14.07.2008.

5.1.2 Bauphysik und Energiekennwerte

Eine Anforderung, die an ein Passivhaus gestellt wird, ist, wie in Abschnitt 3.1 erläutert wurde, die Fähigkeit ein behagliches Klima herzustellen, ohne ein separates Heizsystem zu benötigen. Dafür ist eine ausgezeichnete Dämmung der thermischen Hülle die Voraussetzung. Das Passivhausinstitut verlangt für massive Bauteile deshalb einen maximalen U-Wert von $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$.¹³⁴ Für die wesentlichen Bauteile des Passivhauses Timm wurden die U-Werte in der nachstehenden Tabelle 3 zusammengefasst.

Bauteil	Dämmung/ Material	U-Wert
Massive Bauteile		
Bodenplatte	Stahlbeton und darauf ausgelegte Dämmplatten aus Styropor mit der WLG 035 (24 cm)	0,136 W/m²K
Tragende Außenwände	Kalksandsteinmauerwerk (24 cm) in Verbindung mit einem WDVS aus Styropor der WLG 032 (22 cm)	0,135 W/m²K
Flachdach	Dämmung aus Styropor mit der WLG 035 (32,8 cm)	0,104 W/m²K
Steildach	Zellulose-Einblasdämmung (32,5 cm)	0,12 W/m²K
Gebäudeöffnungen		
Fenster-, Glaselemente	3-fach Verglasung mit Argonfüllung	0,8 W/m²K
Fensterrahmen	Hersteller: REHAU, Profil: Klima-Design	0,71 W/m²K
Außentüren	Hersteller REHAU Produkt: Brillant-Design	0,77 W/m²K

Tabelle 3: U-Werte der massiven Bauteile des Passivhauses Timm¹³⁵

Die qualitativ hochwertige Dämmung in Kombination mit einer professionellen Verarbeitung bewirkt eine sehr dichte Gebäudehülle. Nachweislich beträgt die Luftwechselrate laut Blower-Door-Test $0,12$ bei 50 Pa Druckdifferenz.¹³⁶ Damit liegt die Luftdichtheit des Passivhauses Timm deutlich unter der Forderung von $n_{50} < 0,6 \text{ (m}^3\text{/h)/m}^3$.¹³⁷

Weitere Anforderungen des Passivhausinstitutes betreffen den Primärenergiebedarf von maximal $120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ und den Heizwärmebedarf von höchstens $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Die Werte der Untersuchungsimmobilie halten die genannten Vorgaben nicht nur ein, sondern übertreffen diese mit $Q_p = 109 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ ¹³⁸ und $Q_h = 1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.¹³⁹

¹³⁴ Vgl. o. V., passiv, abgerufen am 22.01.2010.

¹³⁵ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

Vgl. AIB und BG Timm, Bewerbungsunterlagen Green Building, Aufstellung von 03/2009.

Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹³⁶ Vgl. AIB und BG Timm, Bewerbungsunterlagen Green Building, Aufstellung von 03/2009.

¹³⁷ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.9.

¹³⁸ Ebenda, S.9.

¹³⁹ Vgl. Kupke, PHPP2007julNachweisblatt, ausgestellt Juli 2009.

5.1.3 Gebäudetechnik

Heizung

Vorab ist nochmals darauf hinzuweisen, dass der Heizwärmebedarf des Gebäudes als extrem niedrig einzustufen ist. Des weiteren ergeben sich durch Verkäufer, Kunden, technische Geräte und Leuchtmittel zahlreiche interne Wärmequellen. Hinzu kommen solare thermische Gewinne durch den 20 prozentigen Anteil an Glasflächen in der Fassade.

Der verbleibende Restheizwärmebedarf wird mit Hilfe einer Wärmepumpe, in Verbindung mit zehn Sole-Erdsonden in 100 m Tiefe, gedeckt. Die Abgabe der Wärme an die zu beheizenden Räume kann auf zwei unterschiedliche Weisen erfolgen. Durch einen Wärmetauscher kann die erzeugte Wärme, über das Lüftungssystem, an die Raumluft abgegeben werden. Sollte diese Art der Beheizung jedoch nicht ausreichen kann man, nach Bedarf, die in den Decken und Fußböden integrierte BKA nutzen. Die Verkaufsräume wurden in der Wintersaison 2008/2009 nur vier Tage und der Bürobereich ca. eine Stunde pro Woche beheizt, was die hervorragende Dichtheit der Gebäudehülle nochmals verdeutlicht.¹⁴⁰

Kühlung

Aufgrund der thermischen Gewinne innerhalb des Gebäudes und der Sonneneinstrahlung ist die Kühlung der Räume einen Großteil des Jahres erforderlich. Das Kühlkonzept sieht neben dem Einsatz der Lüftungsanlage mit Wärmetauscher noch andere Möglichkeiten der Wärmeableitung vor.

Über die BKA kann den einzelnen Räumen ein großer Teil der Wärme entzogen werden. Das in den PE-Rohren der BKA zirkulierende Medium nimmt die Wärme der anliegenden Luft auf, weil es selbst kälter ist. Im Anschluss daran wird, mittels einer elektronisch gesteuerten Pumpe, das Wasser durch ein in den Kellerwänden integriertes Rohrsystem geleitet und dient dort als Heizung. Letztlich wird die verbleibende thermische Energie in die bereits erwähnten Sole-Erdsonden geleitet.¹⁴¹ Die hohe Effizienz dieses Systems wird durch die Tatsache unterstrichen, dass eine kWh, die der Pumpe zugeführt wird, dem Gebäude 30 kWh Wärme entziehen.¹⁴²

In den Sommermonaten wird die Kühlung zusätzlich durch den Einsatz einer automatischen Nachtauskühlung unterstützt.¹⁴³

¹⁴⁰ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹⁴¹ Ebenda.

¹⁴² Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

¹⁴³ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

Lüftung

Zur Gebäudetechnik gehört „eine elektronisch gesteuerte Zu- und Abluftanlage mit einem WRG von über 90 %.¹⁴⁴ Diese hält die Lüftungswärmeverluste sehr gering. Ein zusätzlicher Wärmetauscher steuert das Feuchtigkeitsniveau der Zuluft.¹⁴⁵ Als Luftwechselrate wurden $0,5 \text{ h}^{-1}$ angesetzt. Berücksichtigt wurde der voraussichtliche Kundenstrom, die Ausdünstungen der neuen Textilien und Geräte (z. B. Bälle etc.), die Raumhöhe und die Tatsache, dass die Lüftungsanlage nur indirekt über den Luftwärmetauscher der Kühlung des Passivhauses dient.¹⁴⁶ Der jährliche Energiebedarf für den Betrieb der RLT-Anlage beträgt $4,31 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.¹⁴⁷

Beleuchtung

Die Beleuchtung hat vor allem in den Verkaufsräumen (Anlage 13) des Sportfachgeschäftes eine große Bedeutung. Der Zweck der Lichttechnik liegt z. B. darin für den Kunden ein angenehmes Umfeld zu erzeugen, damit er sich gern im Gebäude aufhält.¹⁴⁸ Des Weiteren sind die Produkte, mit Hilfe der Lampen, so auszustellen, dass die Farbbrillanz der Verpackungen und Stoffe richtig zur Geltung kommen.¹⁴⁹ Für das Beleuchtungskonzept wurde deswegen die Firma RUCO-Licht herangezogen. Um das, durch hochwertige Technik, erzeugte Licht optimal auszunutzen sind die Decken in den Ausstellungsflächen weiß und die Fußböden hell gehalten worden.¹⁵⁰ Die Ausbeute, für den Einsatz von einem Watt, beträgt bei der Beleuchtung einen Lichtstrom von 90 Lumen, was eine exzellente Farbwiedergabe bewirkt.¹⁵¹

Regenerative Energien

Auf dem Dach des Passivhauses Timm wurde eine Photovoltaikanlage installiert (Anlage 14). Die mögliche Spitzenleistung der Anlage beträgt $19,1 \text{ kWp}$.¹⁵² Somit wird bei Sonnenschein 66 % mehr Energie erzeugt, als die Heizungs-, Kühl- und Lüftungsanlage verbrauchen kann.¹⁵³

¹⁴⁴ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

¹⁴⁵ Ebenda, S.13.

¹⁴⁶ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹⁴⁷ Vgl. AIB und BG Timm, Bewerbungsunterlagen Green Building, Aufstellung von 03/2009.

¹⁴⁸ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

¹⁴⁹ Vgl. AIB und BG Timm, Bewerbungsunterlagen Green Building, Aufstellung von 03/2009.

¹⁵⁰ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹⁵¹ Vgl. AIB und BG Timm, Bewerbungsunterlagen Green Building, Aufstellung von 03/2009.

¹⁵² Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

¹⁵³ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

5.2 Chancen- und Risikanalyse der Nachhaltigkeitsdimensionen in Anlehnung an die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

5.2.1 Ökologische Qualität

Die ökologischen Kriterien des DGNB sollen zum einen die Wirkung eines Gebäudes auf die globale und lokale Umwelt abschätzen. Andererseits wird die Ressourceninanspruchnahme bewertet (siehe Tabelle Anlage 15).¹⁵⁴

Die CO₂-Problematik

Zunächst ist für die globale Ökologie der CO₂-Ausstoß des Passivhauses Timm zu thematisieren. Dieser war bei der Planung der Gewerbeimmobilie von großer Bedeutung gewesen, denn er sollte während der Bewirtschaftung so gering wie möglich gehalten werden. Für die Nachhaltigkeit des Passivhauses ist es durchaus als Chance zu bemessen, von Anfang an Einfluss auf diesen Kennwert nehmen zu können. Die folgenden Erläuterungen sollen zunächst den engen Zusammenhang zwischen der verwendeten Gebäudetechnik und dem CO₂-Aufkommen verdeutlichen.

Die auffallend dichten Außenbauteile des Untersuchungsobjekts bewirken den sehr niedrigen Heizwärmebedarf (1kWh/m²a), der den Einsatz von Heizsystemen mit geringer Vorlauftemperatur ermöglicht.¹⁵⁵ Das Passivhaus Timm selbst verwendet eine hochwertige Wärmepumpe zur Beheizung. Wie bereits unter Abschnitt 3.2.2.1 ausgeführt wurde, kann aus einem niedrigen Primärenergiefaktor ein geringer CO₂-Ausstoß abgeleitet werden. Der Faktor der Wärmepumpe variiert durch die Herkunft des Stromes, von der sie angetrieben wird. Beim Beispielobjekt wird die benötigte Energie von der Photovoltaikanlage auf dem Dach erzeugt. Deswegen ist der Primärenergiefaktor dieser Wärmepumpe mit 0 anzugeben.¹⁵⁶

Gerade bei gewerblich genutzten Immobilien ist die Bedeutung der Lichtqualität sehr groß und die Anzahl der benötigten Leuchtmittel besonders hoch. Die erforderliche Energie für den Betrieb der Beleuchtungsanlagen macht, für das Passivhaus Timm, eine externe Stromversorgung unumgänglich. Eben dieser Umstand wirkte sich bis zum 31.10.2009 noch negativ auf den CO₂-Ausstoß des Objektes aus. Doch das Intersportgeschäft hat seinen Stromanbieter gewechselt. Die Energie wird seit November 2009 nicht mehr aus dem herkömmlichen Strommix bezogen, sondern allein aus Wasserkraft. Für das zu untersuchende Passivhaus bedeutet der Versorger-

¹⁵⁴ Vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V., Gütesiegel, 2009, S. 14 ff.

¹⁵⁵ Vgl. Glücklich, Ökologisches Bauen, 2005, S. 68.

¹⁵⁶ Vgl. o. V., waermepumpen_kennzahlen, abgerufen am 19.01.2010.

wechsel die CO₂-Neutralität und die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern, was sich sehr positiv auf die ökologische Nachhaltigkeit auswirkt.¹⁵⁷

Der Umgang mit Wärmeüberschüssen

Als nächstes sollen die vielfach angesprochen internen Wärmegewinne kritisch betrachtet werden. Diese sind, hauptsächlich wegen der umfangreichen Lichttechnik, sehr groß und machen die Kühlung der Räume einen Großteil des Jahres (250 – 270 Tage) erforderlich.¹⁵⁸ Wie in Abschnitt 5.1.3 unter dem Stichwort Kühlung beschrieben worden ist, wird die thermische Belastung in erster Linie ins Erdreich abgeführt. Eine Messung hat ergeben, dass die durchschnittliche Temperatur in 100 m Tiefe normalerweise ca. 10,6 °C beträgt. Im Zeitraum zwischen Juni und November 2008 hat sich, wegen der beständigen Wärmezuführung, die Temperatur an der Sole auf etwa 16,4 °C erhöht.¹⁵⁹

Die pausenlose Nutzung des Bodens zur Kühlung des Gebäudes würde zu einem weiteren Temperaturanstieg führen. In Folge dessen könnte die Temperierungsmaßnahme selbst, wegen Ineffizienz aufgrund einer zu hohen Eigenwärme des Bodens, scheitern, was ein entscheidendes Risiko gewerblicher Passivhäuser darstellt.

Gegenmaßnahmen sind für das Untersuchungsobjekt jedoch bereits ergriffen worden. Als Alternative zur Ableitung der Wärme ins Erdreich wurden, in den Beton des, an das Passivhaus angrenzenden, Parkplatzes Heizschlaufen eingebracht. Diese sollen während der Wintermonate für einen eisfreien Parkplatz sorgen. Bis zu einer Außenlufttemperaturabsenkung von -5 °C funktioniert diese Technik ohne den Einsatz weiterer Maßnahmen zur Enteisung.¹⁶⁰ In dieser Zeit kann sich auch der Boden an den Sonden wieder von der thermischen Belastung erholen. Als optimale Lösung kann diese Technik jedoch nicht betrachtet werden, da bei niedrigeren Temperaturen wiederum alternative Maßnahmen zur Schnee- und Eisfreihaltung getroffen werden müssen. Außerdem sind die Dauer und Intensität von Niederschlägen und Minustemperaturen jährlichen Schwankungen unterworfen, sodass in manchen Jahren kaum Schmelzbedarf entstehen könnte.

¹⁵⁷ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹⁵⁸ Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

¹⁵⁹ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹⁶⁰ Ebenda.

5.2.2 Ökonomische Qualität

Bislang haben sich Einsparungen im Bezug auf Gebäude i. d. R. auf die Planungs- und Baukosten beschränkt. Langfristige ökonomische Vorteile stellen sich jedoch bei einer detaillierten vorausschauenden technischen Konzeption und der Verwendung von hochwertigen Baumaterialien ein. Die wirtschaftlichen Nachhaltigkeitskriterien der DGNB nehmen demzufolge Bezug auf die Lebenszykluskosten einer Immobilie. Es wird der Barwert¹⁶¹ (€/m²NGF) der Erstellungskosten, Folgekosten und Rückbau-, Entsorgungskosten berechnet. Je kleiner der Barwert ist, desto günstiger fällt die Bewertung dieses Merkmals aus.¹⁶²

Erstellungskosten

Das Passivhaus Timm wurde durch die finanziellen Mittel des Investors errichtet. Die Baukostensumme beläuft sich auf 1.300.000,00 €¹⁶³, wobei eine Förderung von 109.641,00 € durch den "Innovations- und Praxisverbund Passivhaus" aus Mitteln des Freistaates Sachsen und des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung bewilligt worden ist.¹⁶⁴

Die Möglichkeit durch Institutionen der einzelnen Länder oder des Bundes eine Förderung zu erhalten ist durchaus als positiv zu beurteilen. Bei der Beispielimmobilie macht die Förderung einen Prozentsatz von insgesamt 8,43 aus.

Wird ein Gebäudes nach den Anforderungen an ein Passivhaus erstellt, ist jedoch damit zu rechnen, dass die m²-Kosten bis zu 12½ % höher sein können, als bei einer Immobilie die dem EnEV-Standard entspricht.¹⁶⁵ Geschätzt wurde eine Energieeinsparung von 90 % im Vergleich zu herkömmlichen Gebäuden nach EnEV. Diese Reduzierung der laufenden Kosten führt zu einer sehr kurzen Amortisationszeit (ca. 5 Jahre) der Mehraufwendungen ohne die Förderung mit einzubeziehen.¹⁶⁶

Folgekosten

Eine große Rolle spielt in der Zeit zwischen der Erstellung und dem Abriss auch die Wertstabilität. Diese wird von der DGNB als separates Kriterium angesehen, wobei der Nutzungsflexibilität (nähere Informationen bzgl. des Passivhauses unter 5.2.3, Abschnitt „Nutzungsflexibilität“) besondere Aufmerksamkeit zukommt. Um das sog. Leerstandsrisiko zu minimieren wird von einem Gebäude (Grundriss, Gebäudetechnik)

¹⁶¹ Auch Gegenwartswert genannt, er bezieht sich am Bsp. auf alle anfallenden Kosten für die Erstellung, Bewirtschaftung und den Rückbau.

¹⁶² Vgl. Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V., Gütesiegel, 2009, S. 21.

¹⁶³ Vgl. o. V., aib-bautzen_Projekte, abgerufen am 04.11.2009.

¹⁶⁴ Vgl. o. V., Eeffizienz-Referenzen, abgerufen am 07.11.2009.

¹⁶⁵ Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

¹⁶⁶ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

erwartet, dass es insofern wandelbar ist um sich an die Ansprüche anderer Mietinteressenten oder potentieller Käufer anzupassen. Die Weichen ob bei einem Mieter- oder Eigentümerwechsel ein Gebäude individuell verändert oder sogar einer anderen Nutzung zugeführt werden kann werden wiederum in der Planung gestellt.

Zu den Folgekosten gehören u. a. die Aufwendungen zur Bewirtschaftung des Gebäudes. Diskutiert werden in den folgenden Untersuchungen allein die den Betriebskosten untergeordneten Energiekosten. Für die Heizung, Kühlung und Lüftung im EG, 1. und 2. OG sind monatlich zwischen 1,44 € und 1,80 € pro m²/Jahr zu entrichten. Für eine Gewerbeimmobilie ist die eben angeführte Betragsspanne nur ein Bruchteil der üblichen Kosten. Für die Versorgung der Lichttechnik, der PC's, Kassen usw. werden im Jahr zusätzlich durchschnittlich 90.000 kWh¹⁶⁷ verbraucht. Die Tatsache, dass die Energiekosten in den kommenden Jahren ansteigen, wird dazu führen, dass die Nachfrage an Immobilien dieser Art und am Passivhaus Timm selbst zunimmt, was wiederum dessen Leerstandsrisiko senkt. Die sog. zweite Miete wird mehr und mehr die Stellschraube der künftigen Vermietung werden, wobei im Energieausweis von Gebäuden nur ein Anfang zu sehen ist.

Rückbau- und Entsorgungskosten

Ein großer Kostenfaktor, über den in der Öffentlichkeit verhältnismäßig wenig kommuniziert wird, betrifft den Abbruch von Gebäuden nach ihrer Nutzung. Dem Planungsteam des Passivhauses war es ein Anliegen bei der Erstellung Materialien zu verwenden, die eine hohe Haltbarkeit besitzen und dem Stoffkreislauf wieder zugeführt werden können. Um mit dem Gewerbeobjekt eine größere gesellschaftliche Akzeptanz zu erhalten, wurden außerdem Baustoffe aus der Region, wie der verarbeitete Kalksandstein verwendet.¹⁶⁸

Die Lebenszykluskosten stellen eine gute Möglichkeit dar, die Nachhaltigkeit einer Immobilie wirtschaftlich attraktiv zu gestalten. Investoren sollten sich darüber im klaren sein, dass die Folgekosten den größten aufzubringenden Betrag darstellen. Diese können am einfachsten während der Planungsphase beeinflusst werden.

¹⁶⁷ der Verbrauch entsteht aufgrund der Nutzungsart hauptsächlich im EG und 1. OG.

¹⁶⁸ Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

5.2.3 Soziokulturelle Qualität

Die soziale Dimension besitzt, wie in Anlage 15 zu erkennen ist, die meisten Kriterien. Zu den risikobehafteten Merkmalen des Untersuchungsobjektes gehören u. a. der thermische Komfort im Winter und Sommer. Denn die Voraussetzung für diesen ist das einwandfreie Funktionieren der technischen Anlagen zur Klimatisierung und deren angemessene Steuerung. Bei Störungen oder Ausfällen kann die Behaglichkeit innerhalb der Räume nicht gewährleistet werden. Die eben geschilderte Problematik ist eng mit dem Gliederungspunkt 5.2.4 verknüpft und wird dort näher ausgeführt.

Die Dachgestaltung

Als Erfolg der Beispielimmobilie kann die Dachgestaltung, besonders die Nutzung als solaraktive Fläche, beurteilt werden. Das Aussehen wurde durch gesellschaftliche Belange beeinflusst. Um einen optimalen Bezug zur Nachbarbebauung und zum historischen Stadtkern zu erhalten, gab es denkmalschutzrechtliche Auflagen zu erfüllen, zu denen auch die partielle Ausführung als Steildach gehört. Grundsätzlich stellten die unterschiedlichen Anforderungen an die Optik und Funktion des Daches eine Herausforderung und ein Risiko dar. Schließlich soll es den Passivhausstandard erfüllen, eine Fläche für eine Photovoltaikanlage bieten, die Auflagen des Denkmalschutzes umsetzen und ein modernes Kaufhaus widerspiegeln.

Nutzungsflexibilität

Bei der Planung des Passivhauses Timm konzentrierte man sich auf die Nutzung als Gewerbeimmobilie, denn der spätere Mieter war bereits während dieser Leistungsphase bekannt. Die Umnutzungsfähigkeit eines Gebäudes unterliegt immer Grenzen, aber bei der Untersuchungsimmobilie wurde darauf geachtet, dass auch grundlegend andere Raumkonzepte umgesetzt werden können. Zu den getroffenen Vorkehrungen zählt der Einsatz von Leichtbauwänden innerhalb des Gebäudes, wodurch die Entwicklung eines neuen Grundrisses erheblich erleichtert wird. Damit auch der Umbauaufwand beim Versatz von Sanitärräumen kein unverhältnismäßig großes Hindernis darstellt wurden an verschiedenen Stellen Wasserentnahme und – einleitmöglichkeiten vorgesehen.¹⁶⁹

¹⁶⁹ Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

5.2.4 Technische Qualität

Der Brandschutz

Die DGNB prüft im Rahmen der technischen Güte u. a. die Brandschutzmaßnahmen. Ein Feuer beeinträchtigt die Nachhaltigkeit eines Gebäudes nach dem Ausmaß in dem es sich ausbreiten kann. Zu den Maßnahmen, die beim Passivhaus Timm ergriffen wurden, zählen eine flächendeckende Brandmeldeanlage, eine Rauchabzugsanlage und Schutzklappen in der Lüftungsanlage. Weiterhin sind ausgewählte Türen in einer Feuerwiderstandsklasse ausgeführt worden, die die gesetzlichen Vorgaben übertreffen. Außerdem ist die Gebäudetechnik incl. Brandmeldeanlage mit einer Zentrale verbunden, welche das Haus stets überwacht und im Fall eines Brandausbruches die Feuerwehr informiert.¹⁷⁰

Die Gebäudehülle (thermische Hülle)

Ein wichtiges Qualitätskriterium, dessen Potential effektiv ausgenutzt wurde, ist die Ausführung der Gebäudehülle. Zu den Anforderungen gehört die Senkung des Energiebedarfs zur Temperierung der Räume, die Herstellung thermischer Behaglichkeit sowie die Vermeidung von Bauschäden. Zahlenmäßig kann die Gütekontrolle über die Begutachtung der Wärmedurchgangskoeffizienten und die gemessene Luftwechselrate erfolgen. Die quantitativen Werte des Passivhauses Timm (siehe Tabelle 3) weisen auf eine sehr hochwertig ausgeführte Außenhülle hin. Um Wärmebrücken, als Mangel an der Bauausführung, gänzlich auszuschließen wurde eine Thermographie durchgeführt. Die Auswertung der im März 2009 entstandenen Wärmebilder hat ergeben, dass keinerlei Auffälligkeiten in den Außenbauteilen bestehen.¹⁷¹ Eine Schwachstelle kann jedoch in den Außentüren gesehen werden. Durch den Einlass der Kunden strömt gleichzeitig unkontrolliert Außenluft mit ins Gebäude. Somit kann die Luftdichtheit nicht ständig gewährleistet werden. Die Preisentwicklung für das Heizen, Lüften und Kühlen (12 bis 15 Cent m²/ Monat) spricht jedoch dafür, dass dieses Manko zu keiner wesentlichen Beeinträchtigung des Projekterfolges führt.

Die Steuer- und Regeltechnik

Ein zusätzliches Kriterium, welches ohne den Hintergrund der DGNB aufgeführt werden soll, ist die Einstellung der Steuer- und Regeltechnik. Die Beispielimmobilie verwendet eine auf das Haus zugeschnittene, intelligente Steuerungsanlage, die die Kühlung, Heizung und Lüftung separat überwacht und regelt. Diese trägt einen

¹⁷⁰ Quelle: Timm, Interview_2, 27.01.2010.

¹⁷¹ Quelle: Timm, Interview, 15.01.2010.

wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienz des Gebäudes bei.¹⁷² Die Gesamtheit der Anlagentechnik und speziell die eben beschriebene Steuerungsanlage bedürfen der Wartung und Pflege. Hinzu kommen mögliche Störungen die schnell behoben werden müssen. Diese Tätigkeiten bedürfen Spezialisten, die mit der Anlage und dem Gebäude vertraut sind. Es kommt zu einer Abhängigkeit, die als Risikofaktor interpretiert wird.

5.2.5 Prozessqualität

Die integrale Planung

Die Erstellung eines Gebäudes, das aufgrund seiner effizienten Technik und hochwertigen qualitativen Bauteile sowie deren Verarbeitung wirtschaftlich nicht nur wettbewerbsfähig sondern führend ist, war das übergeordnete Ziel der Immobilienprojektentwicklung. Für ein optimales Prozessmanagement ist die Klarheit der Projektziele und die zeitige Integration aller Beteiligten, die in Tabelle 4 aufgeführt sind, von größter Wichtigkeit.

<u>Gewerke</u>	<u>Beteiligte</u>	<u>Firmensitz</u>
Bauherr/ Besitzer	Herr Jerzy Timm	
Bauunternehmen	Baugeschäft Timm GmbH	Bautzen
Gebäudeplaner	AIB Architekten- und Ingenieurgesellschaft mbH	Bautzen
Entwurf Technik-Konzept	AIB Architekten- und Ingenieurgesellschaft mbH	Bautzen
Ausführungsplaner der Haustechnik	Ingenieurbüro Hoffmann	Dresden ¹⁷³
Statiker	Bauplanung Bautzen GmbH	Bautzen
Beleuchtungstechnik	RUCO LICHT GmbH	Augsburg ¹⁷⁴
Planer der Sicherheitstechnik (Schwachstromanlagen)	Ingenieurbüro Weidenbach	Roßhaupten
Inneneinrichtungsplaner	Nette und Hartmann	Hamburg

Tabelle 4: Übersicht der am Bau des Passivhauses beteiligten Akteure¹⁷⁵

Der Bauherr setzte sich für die integrale Planung der Architektur, Statik, Gebäude- und Beleuchtungstechnik bereits während der Entwurfsphase ein. Die Organisation der Sicherheitstechnik und das Inneneinrichtungskonzept kamen in der frühen Planungsphase hinzu. Mit Hilfe der wechselseitigen Diskussionen innerhalb eines

¹⁷² Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹⁷³ Vgl. IBEU Dresden e. V., Handbuch Energie/ Bau, 2009, S.13.

¹⁷⁴ Vgl. Timm, Energiemanagement Award, 2009.

¹⁷⁵ Quelle: Timm, Interview_2, 27.01.2010.

zeitigen Stadiums der Projektentwicklung soll ein möglichst optimales Zusammenspiel der einzelnen Gewerke erreicht werden. Somit wird die Chance eines besonders effizienten Gebäudes erhöht und das Risiko von Planungsfehlern, die zur Baukostenerhöhung und –zeitverlängerung führen, gesenkt.

6 Resümee

In den vergangenen Jahren stieg die Akzeptanz von Passivhäusern vor allem im Wohnungsbau. Gegenwärtig entstehen immer mehr Schulen und Kindergärten nach Konzepten die passive Techniken integrieren. Im gewerblichen Bereich finden sich jedoch noch sehr wenig Gebäude, vor allem bei der Nutzung als Kaufhaus.

Zur Feststellung, inwieweit bei der betrachteten Immobilie die einzelnen Nachhaltigkeitsdimensionen erfolgreich umgesetzt worden sind, werden diese noch einmal zusammengefasst.

- Die frühe wechselseitige Kommunikation zwischen den beteiligten Personen und Unternehmen ist wesentlich für den Erfolg des Immobilienprojektes und –konzeptes. Deshalb wurde dieses Merkmal während der Untersuchung kritisch begutachtet, wobei die Erfüllung als erfolgreich zu bewerten ist. Die gute Organisation und die integrale Planung sind die Hauptgründe für die beachtlichen ökologischen und technischen Eigenschaften, den gesellschaftlichen Erfolg, die wirtschaftlichen Vorteile sowie die kurze Bauzeit und pünktliche Fertigstellung des Passivhauses Timm.
- Der ökologische Aspekt wird durch die verwendeten regenerativen Energien positiv beeinflusst. Die Photovoltaikanlage auf dem Dach des Gebäudes liefert durchschnittlich 66% mehr Energie als für den Betrieb der Wärmepumpe und Lüftungsanlage benötigt wird. Die Heiz- und Kühlleistungen werden vom Erdreich erbracht, was im Hinblick auf die steigenden Preise fossiler Energieträger eine äußerst attraktive Lösung darstellt. Aufgrund der externen Stromversorgung aus Wasserkraft werden im Gebäude ausschließlich erneuerbare Energien genutzt, was die CO₂-Emmison auf Null vermindert und sich sehr positiv auf die umweltbezogene Nachhaltigkeit auswirkt.

Die in der Untersuchung des Passivhauses angesprochenen Wärmeüberschüsse bieten zwar eine salzlose Möglichkeit den Parkplatz im Winter eisfrei zu halten, werden jedoch trotzdem nicht als optimal bewertet.

- In Verbindung mit der technischen Qualität der Immobilie wird noch einmal die hervorragende Güte der Gebäudehülle zum Ausdruck gebracht. Diese beeinflusst sowohl den ökologischen Aspekt, u. a. dahingehend ob Heizsysteme mit einer geringen Vorlauftemperatur, wie Wärmepumpen, verwendet werden können, als auch die wirtschaftliche Perspektive durch die Energiekosten. Somit kommt der thermischen Hülle für die Funktion des Passivhauses eine entscheidende Rolle zu. Deshalb wurden ausgewählte Materialien (zertifizierte Passivhauselemente)

verwendet, die bei jedem massiven Außenbauteil sowie bei Fenstern und Türen einen besseren U-Wert bewirken, als vom Passivhausinstitut Darmstadt gefordert. Den Beweis, dass die einzelnen Materialien und Elemente des Untersuchungsobjektes mit größter Sorgfalt verarbeitet worden sind, erbringt der Blower-Door-Test mit dem hervorragenden Wert von $n_{50} < 0,12$. Die Beeinflussung der Dichtheit aufgrund des regelmäßigen Öffnens der Außentüren durch die Kunden ist durchaus risikobehaftet und sollte separat untersucht werden.

Ein nicht zu vernachlässigendes Risiko stellen die technischen Anlagen und ihre anspruchsvolle Bedienung dar. Die Abhängigkeit von Fachpersonal und dessen Kompetenz kann bei Ausfällen zu Problemen des Tagesgeschäftes (momentaner Mieter: INTERSPORT TIMM) führen.

- Um für den aktuellen Mieter als auch für Interessenten über einen langen Zeitraum ansprechend zu sein, ist bei Immobilien auf Wertstabilität durch Flexibilität zu achten. Doch die entscheidende Chance des Passivhauses Timm liegt im Erreichen eines monetären Wettbewerbsvorteils. Das erarbeitete Konzept bietet stabile Nebenkosten und wird somit zukünftig immer interessanter für potentielle Mieter/ Käufer.
- Auch bei der Betrachtung der soziokulturellen Qualität hebt sich das Gebäude positiv hervor. Anforderungen an Flächenstrukturen und Techniken sind einem ständigen Wandel unterzogen. Die vorausschauende Verwendung von Leichtbauwänden und die Installation von mehreren Wassereinlass- und entnahmestellen ermöglichen einen Umbau des Gebäudes mit einem verhältnismäßig geringem zeitlichen, akustischen und finanziellen Aufwand. Im Bezug auf die Gestaltung des Passivhauses wurde während den Untersuchungen hauptsächlich auf die Dachgestaltung eingegangen. Die Entwicklung einer nach heutigen Gesichtspunkten für ein Kaufhaus ansprechenden Dachkonstruktion in Verbindung mit den denkmalschutzrechtlichen Auflagen und dem Wunsch der Realisierung einer Photovoltaikanlage war für die Planer eine Herausforderung der sie jedoch gerecht geworden sind.

Durch die vorangegangene Betrachtungen der Chancen und Risiken lässt sich abschließend feststellen, dass mit dem Bau des Passivhauses Timm eine nachhaltige Immobilie entstanden ist. Da das Gebäude von Grund auf neu und mit viel Fachwissen geplant werden konnten, wurden vor allem technische Potentiale besonders gut nutzbar. Die erfolgreiche Umsetzung des Passivhauses soll ein Beispiel für weitere Projekte sein, weshalb sich der Investor auch für eine breite Öffentlichkeitswirkung einsetzt.

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Jahrestemperaturverlauf der einzelnen Klimazonen	XIII
Anlage 2:	Zweite und Dritte Ebene der Kostengruppe 300.....	XVII
Anlage 3:	Schematische Darstellung des Energieflusses von der Primärenergie zur Nutzenergie.....	XVIII
Anlage 4:	Ausgleich der Wärmeverluste durch Heizsystem	XIX
Anlage 5:	Verlegung der Rohrsysteme für eine Betonkernaktivierung 1 .	XIX
Anlage 6:	Verlegung der Rohrsysteme für eine Betonkernaktivierung 2..	XX
Anlage 7:	Darstellung eines Wärmepumpensystems	XX
Anlage 8:	Übersicht der wichtigsten Bewertungssysteme anderer Länder.	XXI
Anlage 9:	Skalen verschiedener Ratingagenturen.....	XXI
Anlage 10:	LEED-Bewertungsbogen.....	XXII
Anlage 11:	Der Weg zum DGNB-Zertifikat für Immobilienprojekte	XXIV
Anlage 12:	Lage des Passivhauses Timm	XXIV
Anlage 13:	Foto des Passivhauses Timm – 1. Obergeschoss	XXV
Anlage 14:	Foto des Passivhauses Timm – Photovoltaikanlage auf dem Dach.....	XXV
Anlage 15:	Kriterienübersicht des DGNB	XXVI
Anlage 16:	Fragebögen zu den geführten Interviews	XXVIII

Anhang

Anlage 1: Jahrestemperaturverlauf der einzelnen Klimazonen

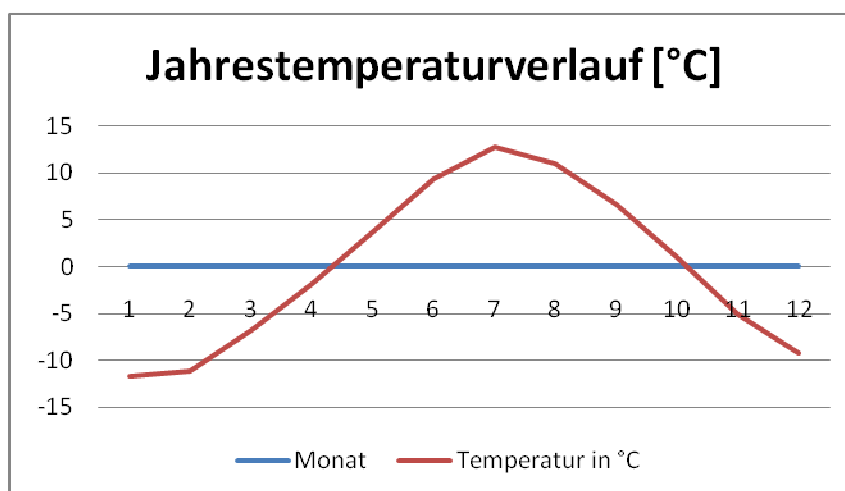
Temperaturverlauf Kalte Zone¹⁷⁶

Kalte Zone Referenzstation: Murmansk in Russland (Europa)

Höhe:46 m

Geographische Koordinaten: 68°58'N 33°03'E

Monat	Temperatur [°C]
1 Januar	-11,7
2 Februar	-11,2
3 März	-6,8
4 April	-1,9
5 Mai	3,8
6 Juni	9,4
7 Juli	12,8
8 August	11
9 September	6,7
10 Oktober	1
11 November	-5,1
12 Dezember	-9,3
Jahresdurchschnitts- temperatur	-0,11



¹⁷⁶ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Mühr, Europa/murmansk, abgerufen am 02.09.2009. o. V., Europa/russland, abgerufen am 02.09.2009.

Temperaturverlauf Gemäßigte Zone¹⁷⁷

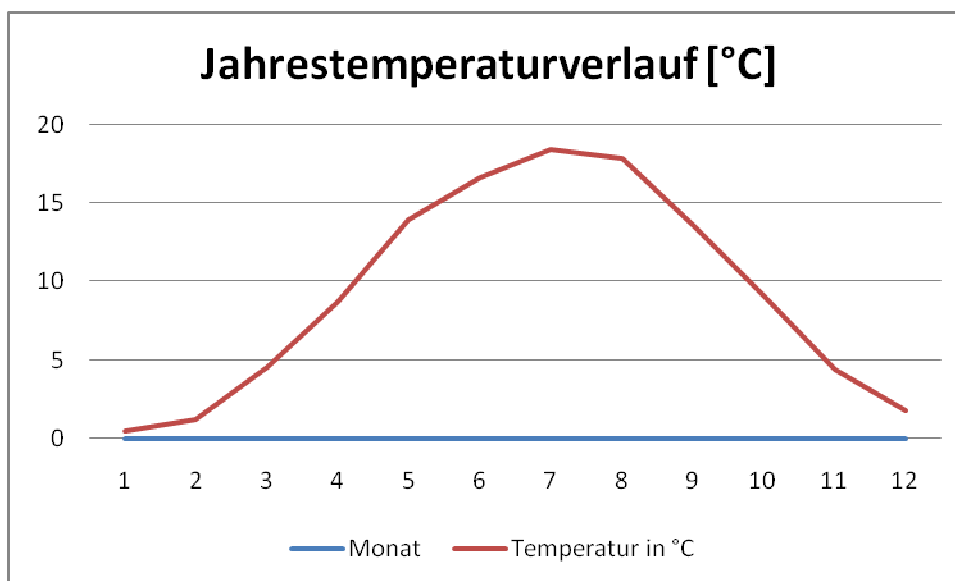
Gemäßigte Zone Referenzort: Berlin-Dahlem in Deutschland (Europa)

Höhe 51 m

Geographische Koordinaten: 52°28'N 13°18'E

„Mittelwerte“ der der Jahresreihe von 1971 – 2000

Monat	Temperatur [°C]
1 Januar	0,5
2 Februar	1,2
3 März	4,6
4 April	8,7
5 Mai	13,9
6 Juni	16,6
7 Juli	18,4
8 August	17,8
9 September	13,6
10 Oktober	9,1
11 November	4,4
12 Dezember	1,8
Jahresdurchschnitts-temperatur	9,22



¹⁷⁷ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Mühr, Deutschland/berlin2, abgerufen am 02.09.2009. o. V. Deutschland/deutschland2, abgerufen am: 02.09.2009.

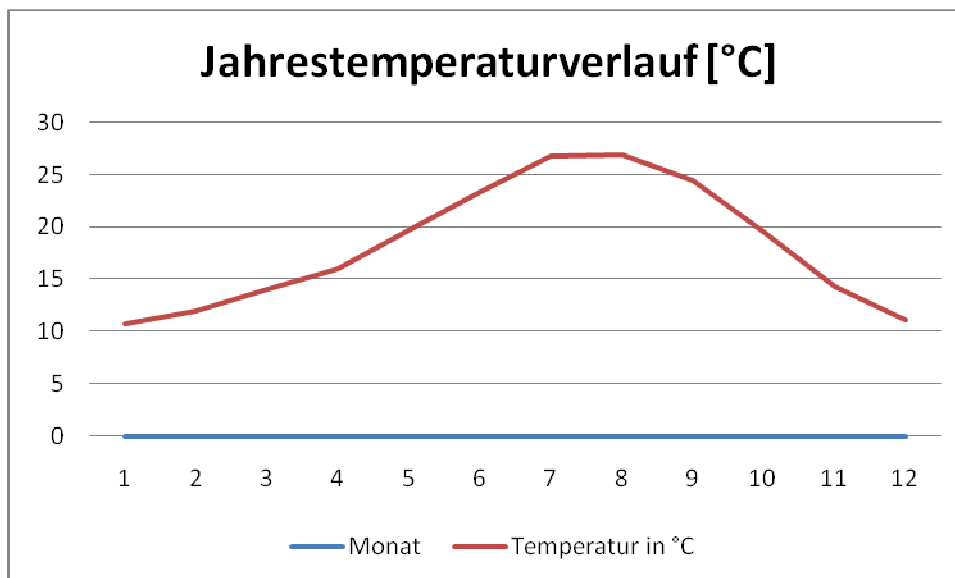
Temperaturverlauf Subtropische Zone¹⁷⁸

Subtropische Zone Referenzort: Sevilla in Spanien (Europa)

Höhe: 590 m

Geographische Koordinaten: 37°25'N 5°54'W

Monat	Temperatur [°C]
1 Januar	10,7
2 Februar	11,9
3 März	14
4 April	16
5 Mai	19,6
6 Juni	23,4
7 Juli	26,8
8 August	26,9
9 September	24,4
10 Oktober	19,5
11 November	14,3
12 Dezember	11,1
Jahresdurchschnitts-temperatur	18,22



¹⁷⁸ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Mühr, Europa/sevilla, abgerufen am 02.09.2009. o. V., Europa/spanien, abgerufen am 02.09.2009.

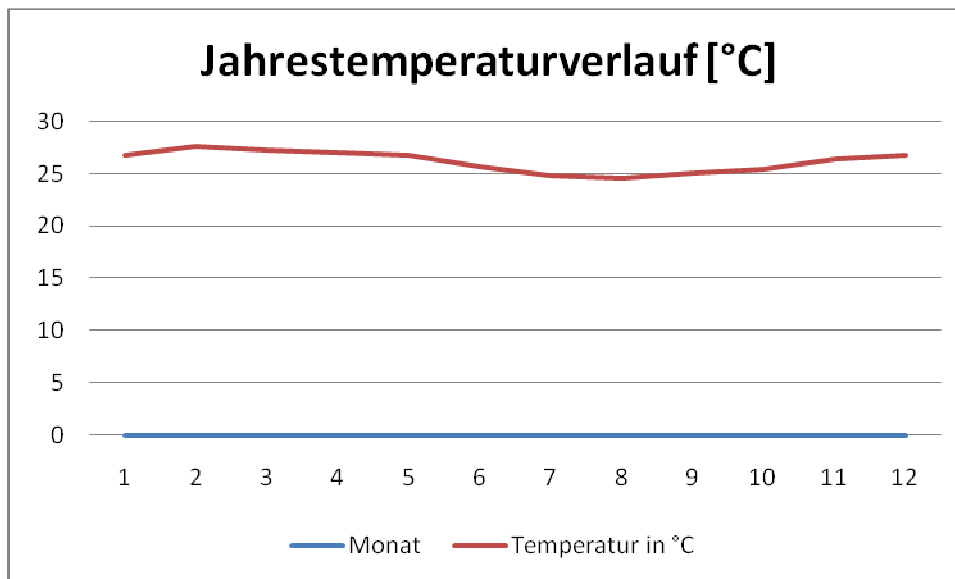
Temperaturverlauf Tropische Zone¹⁷⁹

Tropische Zone Referenzort: Douala in Kamerun (Afrika)

Höhe 13 m

Geographische Koordinaten: 4°00'N 9°44'E

Monat		Temperatur [°C]
1	Januar	26,8
2	Februar	27,6
3	März	27,2
4	April	27
5	Mai	26,8
6	Juni	25,7
7	Juli	24,8
8	August	24,6
9	September	25,1
10	Oktober	25,5
11	November	26,4
12	Dezember	26,8
Jahresdurchschnitts-temperatur		26,19



¹⁷⁹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Mühr, Afrika/douala, abgerufen am 02.09.2009. o. V., Afrika/kamerun, abgerufen am 02.09.2009.

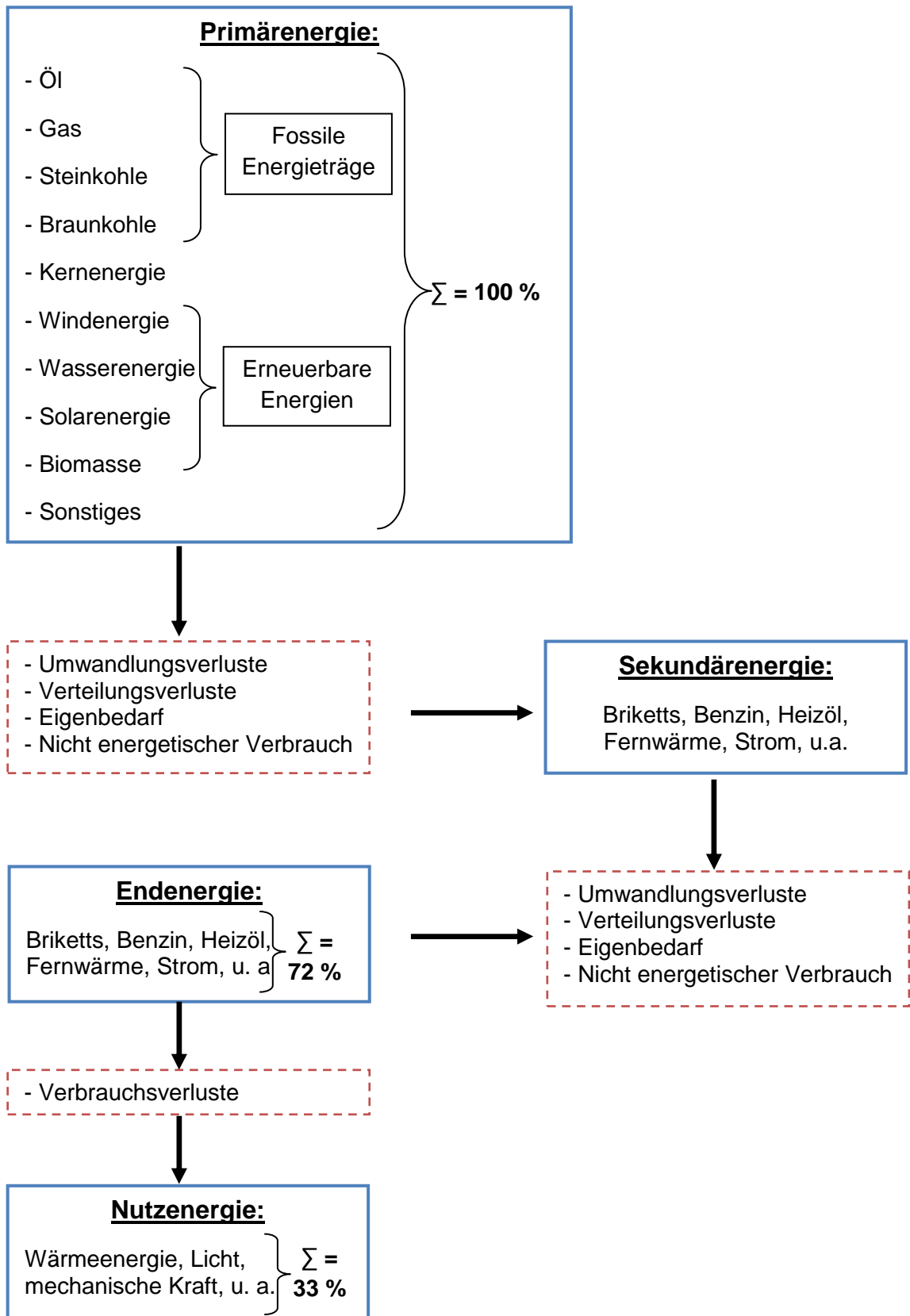
Anlage 2: Zweite und Dritte Ebene der Kostengruppe 300¹⁸⁰

Grobelemente	
Kostengruppe 300	
Bauwerk - Baukonstruktion	
310	Baugrube
320	Gründung
330	Außenwände
340	Innenwände
350	Decken
360	Dächer
370	Baukonstruktive Einbauten
390	Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen

Gebäudeelemente	
Kostengruppe 350	
Decken	
351	Deckenkonstruktionen
352	Deckenbeläge
353	Deckenbekleidungen
359	Decken, sonstiges

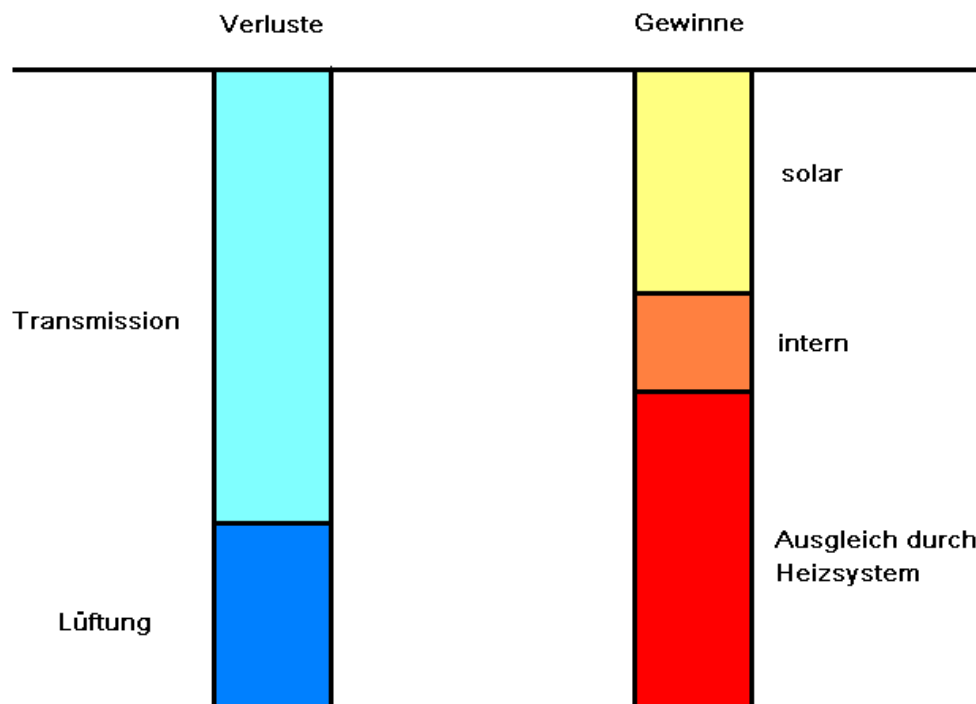
¹⁸⁰ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Greiner, Baubetriebslehre/ Projektmanagement, 2000, S.59.

Anlage 3: Schematische Darstellung des Energieflusses von der Primärenergie zur Nutzenergie¹⁸¹



¹⁸¹ Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Weglage, Energieausweis, 2007, S. 122.

Anlage 4: Ausgleich der Wärmeverluste durch Heizsystem¹⁸²



Anlage 5: Verlegung der Rohrsysteme für eine Betonkernaktivierung¹⁸³



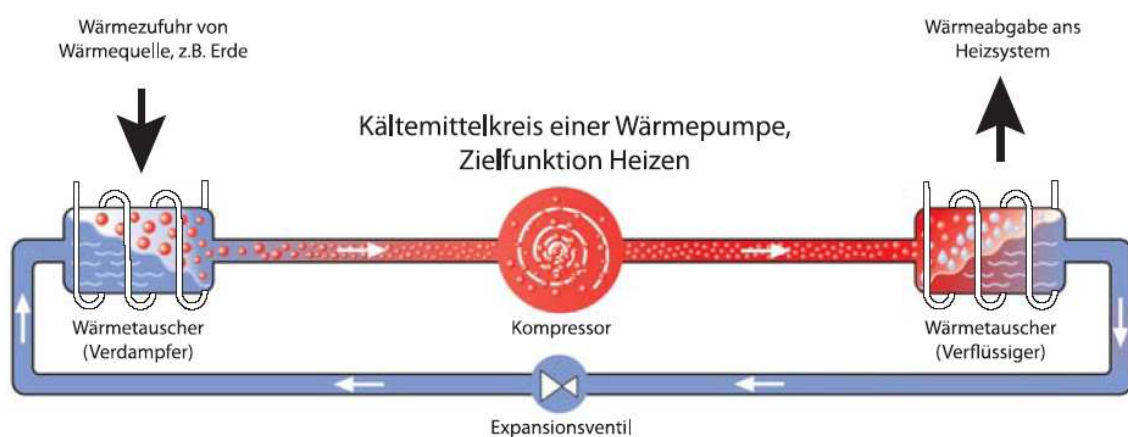
¹⁸² Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Glücklich, Ökologisches Bauen, 2005, S. 74.

¹⁸³ Quelle: REHAU, Niedertemperatur-Heiz- und Kühlsysteme, 19.05.2009.

Anlage 6: Verlegung der Rohrsysteme für eine Betonkernaktivierung 2¹⁸⁴



Anlage 7: Darstellung eines Wärmepumpensystems¹⁸⁵



¹⁸⁴ Quelle: REHAU, Niedertemperatur-Heiz- und Kühlsysteme, 19.05.2009.

¹⁸⁵ Quelle: Steffl, ihs-fachjournal/Waermepumpen, abgerufen am 07.01.2010.

Anlage 8: Übersicht der wichtigsten Bewertungssysteme anderer Länder¹⁸⁶

Land	Bewertungssystem	Kurzform
England	Building Research Establishment Assessment Method	BREEAM
Japan	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency	CASBEE
Frankreich	Haute Qualité Environnementale	HQE
USA	Leadership in Energy & Environmental Design	LEED
Kanada	Leadership in Energy & Environmental Design Canada	LEED Canada
Australien	Green Star	
Neuseeland	Green Star New Zealand	Green Star NZ
Indien	The Green Building Rating System The Energy and Resources Institute	TGBRS TERI'S

Anlage 9: Skalen verschiedener Ratingagenturen¹⁸⁷

<u>Moody's</u>	<u>S&P's</u>	<u>Bank</u>	<u>Markt- und Objektrating</u>
<u>Aaa</u>	<u>AAA</u>	<u>excellent</u>	<u>exzellent</u>
<u>Aa1 Aa2</u>	<u>AA+ AA</u>	<u>very good</u>	<u>sehr gut</u>
<u>Aa3 A1</u>	<u>AA- A+</u>	<u>good</u>	<u>gut</u>
<u>A2 A3</u>	<u>A A-</u>	<u>above average</u>	<u>leicht überdurchschnittlich</u>
<u>Baa1 to Baa3</u>	<u>BBB+ to BBB-</u>	<u>average</u>	<u>durchschnittlich</u>
<u>Ba1 to Ba3</u>	<u>BB+ to BB-</u>	<u>below average</u>	<u>leicht unterdurchschnittlich</u>
<u>B1 to B3</u>	<u>B+ to B-</u>	<u>poor</u>	<u>mäßig</u>
<u>Caa1 to Ca</u>	<u>CCC CC</u>	<u>very poor</u>	<u>schlecht</u>
<u>C</u>	<u>SD/D</u>	<u>doubtful</u>	<u>sehr schlecht</u>
		<u>loss</u>	<u>katastrophal</u>

¹⁸⁶ Vgl. Braune, *potentiale_nachhaltiges_bauen*, abgerufen am 04.12.2009.

¹⁸⁷ Quelle: TEGoVA (2003). *Europäisches Markt- und Objektrating: Ein Leitfaden für Gutachter*, entnommen aus o. V., *immobilienrating*, abgerufen am 06.12.2009.

Anlage 10: LEED-Bewertungsbogen¹⁸⁸

Sustainable Sites Possible Points: 26

Y	N	?			
Y			Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention	
			Credit 1	Site Selection	1
			Credit 2	Development Density and Community Connectivity	5
			Credit 3	Brownfield Redevelopment	1
			Credit 4.1	Alternative Transportation—Public Transportation Access	6
			Credit 4.2	Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms	1
			Credit 4.3	Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicle	3
			Credit 4.4	Alternative Transportation—Parking Capacity	2
			Credit 5.1	Site Development—Protect or Restore Habitat	1
			Credit 5.2	Site Development—Maximize Open Space	1
			Credit 6.1	Stormwater Design—Quantity Control	1
			Credit 6.2	Stormwater Design—Quality Control	1
			Credit 7.1	Heat Island Effect—Non-roof	1
			Credit 7.2	Heat Island Effect—Roof	1
			Credit 8	Light Pollution Reduction	1

Water Efficiency Possible Points: 10

Y			Prereq 1	Water Use Reduction—20% Reduction	
			Credit 1	Water Efficient Landscaping	2 to 4
			Credit 2	Innovative Wastewater Technologies	2
			Credit 3	Water Use Reduction	2 to 4

Energy and Atmosphere Possible Points: 35

Y			Prereq 1	Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	
Y			Prereq 2	Minimum Energy Performance	
Y			Prereq 3	Fundamental Refrigerant Management	
			Credit 1	Optimize Energy Performance	1 to 19
			Credit 2	On-Site Renewable Energy	1 to 7
			Credit 3	Enhanced Commissioning	2
			Credit 4	Enhanced Refrigerant Management	2
			Credit 5	Measurement and Verification	3
			Credit 6	Green Power	2

Materials and Resources Possible Points: 14

Y			Prereq 1	Storage and Collection of Recyclables	
			Credit 1.1	Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 3
			Credit 1.2	Building Reuse—Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements	1
			Credit 2	Construction Waste Management	1 to 2
			Credit 3	Materials Reuse	1 to 2

¹⁸⁸ Quelle: o. V., usgbc_ Checklist, abgerufen am 06.12.2009.

Materials and Resources, Continued

Y	N	?			
			Credit 4	Recycled Content	1 to 2
			Credit 5	Regional Materials	1 to 2
			Credit 6	Rapidly Renewable Materials	1
			Credit 7	Certified Wood	1

Indoor Environmental Quality Possible Points: 15

Y	N	?			
Y			Prereq 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	
Y			Prereq 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	
			Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1
			Credit 2	Increased Ventilation	1
			Credit 3.1	Construction IAQ Management Plan—During Construction	1
			Credit 3.2	Construction IAQ Management Plan—Before Occupancy	1
			Credit 4.1	Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1
			Credit 4.2	Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1
			Credit 4.3	Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1
			Credit 4.4	Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products	1
			Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
			Credit 6.1	Controllability of Systems—Lighting	1
			Credit 6.2	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1
			Credit 7.1	Thermal Comfort—Design	1
			Credit 7.2	Thermal Comfort—Verification	1
			Credit 8.1	Daylight and Views—Daylight	1
			Credit 8.2	Daylight and Views—Views	1

Innovation and Design Process Possible Points: 6

			Credit 1.1	Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 1.2	Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 1.3	Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 1.4	Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 1.5	Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 2	LEED Accredited Professional	1

Regional Priority Credits Possible Points: 4

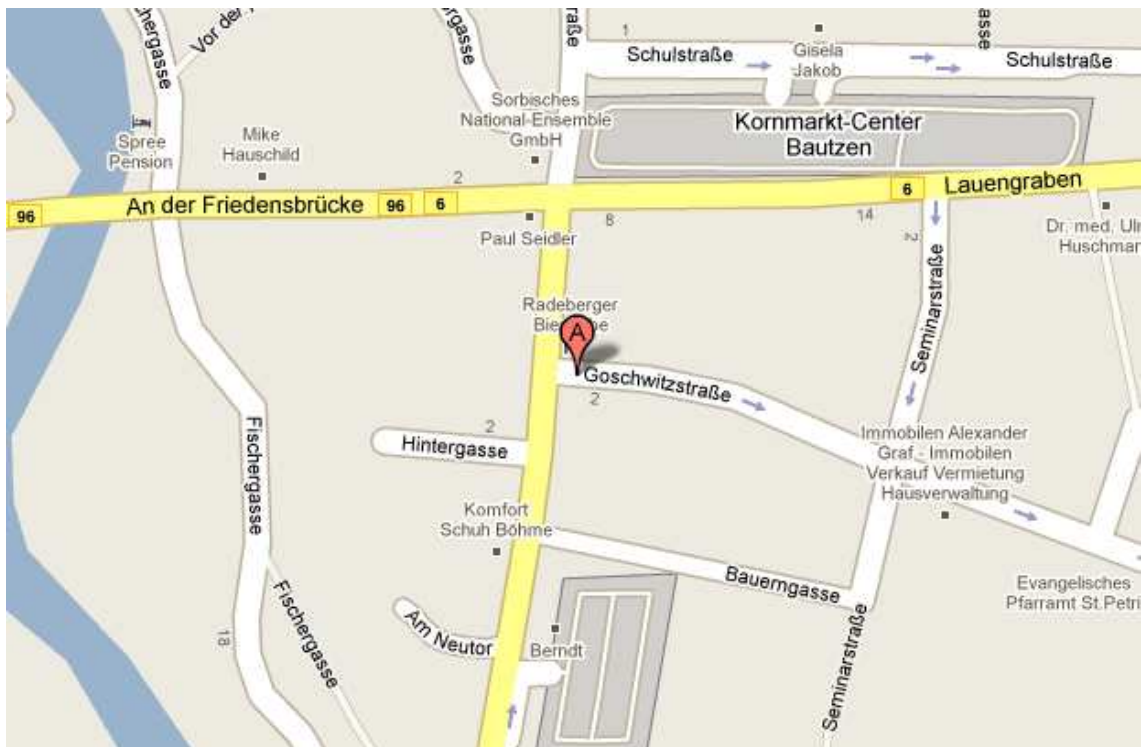
			Credit 1.1	Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 1.2	Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 1.3	Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 1.4	Regional Priority: Specific Credit	1

Total Possible Points: 110

Anlage 11: Der Weg zum DGNB-Zertifikat für Immobilienprojekte¹⁸⁹



Anlage 12: Lage des Passivhauses Timm¹⁹⁰



¹⁸⁹ Quelle: o. V., DGNB_Praesentation, abgerufen am 17.12.2009.

¹⁹⁰ Quelle: o. V., maps, abgerufen am 20.01.2010.

Anlage 13: Foto des Passivhauses Timm – 1. Obergeschoss¹⁹¹



Anlage 14: Foto des Passivhauses Timm – Photovoltaikanlage auf dem Dach¹⁹²



¹⁹¹ Quelle: REHAU, Werkfotos, 14.07.2008.

¹⁹² Quelle: Baugeschäft Timm, firmeninterne Fotografie, 10.10.2008.

Anlage 15: Kriterienübersicht des DGNB¹⁹³

Hauptkriterien- gruppe	Kriterien- gruppe	Nr.	Kriterium	BF Typ 1
Ökologische Qualität	Wirkungen auf globale und lokale Umwelt	1	Treibhauspotential	3
		2	Ozonschichtzerstörun- gspotential	1
		3	Ozonbildungspotential	1
		4	Versauerungspotential	1
		5	Überdüngungspotential	1
		6	Risiken für lokale Umwelt (Risiko Grundwasser, Oberflächenwasser und Boden, Risiko für die Luft)	3
		8	Nachhaltige Ressourcenverwendung/ Holz	1
		9	Mikroklima (Wärmeinseleffekt)	0,5
		Ressourcen- Inanspruch- nahme	10	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, (PE _{ne})
	11		Primärenergiebedarf erneuerbar, (PE _e)	3
	12			
	13		Abfall nach Abfallkategorien	
	14		Frischwasserverbrauch Nutzungsphase	2
	15		Flächeninanspruchnahme	3
	Ökonomische Qualität		16	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus
Lebenszyklus- kosten		17	Wertstabilität	2
Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzer- zufriedenheit	18	Thermischer Komfort im Winter	2
		19	Thermischer Komfort im Sommer	3
		20	Innenraumluftqualität	3
		21	Akustischer Komfort (zurückgestellt)	0
		22	Visueller Komfort	3
		23	Einflussnahme des Nutzers	1
		24	Gebäudebezogene Außenraumqualität	2
		25	Sicherheit und Störfallrisiken	2
		26	Barrierefreiheit	2
		26 _2	Familienfreundlichkeit	1
	Funktionalität	27	Flächeneffizienz	1
		28	Umnutzungsfähigkeit	2
		29	Öffentliche Zugänglichkeit	2
		30	Fahrradkomfort	1
31		Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität	3	

¹⁹³ Vgl. Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V., Kriterienvergleich, email vom 26.11.2009.

			im Wettbewerb	
	Gestalterische Qualität	32	Kunst am Bau	1
Technische Qualität	Qualität der technischen Ausrüstung	33	Brandschutz	2
		34	Schallschutz (entfällt)	0
		67	Lärmschutz	2
		35	Thermische und feuchte-schutztechnische Qualität der Gebäudehülle	2
		40	Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit des Baukörpers	3
		42	Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	3
Prozessqualität	Qualität der Planung	43	Qualität der Projektvorbereitung	3
		44	Integrale Planung	3
		45	Nachweis der Optimierung und Komplexität der Herangehensweise in der Planung	3
		46	Sicherung der Nachhaltigkeitsaspekte in Ausschreibung und Vergabe	2
		47	Schaffung von Voraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung	2
		48	Baustelle/ Bauprozess	2
	Qualität der Bauausführung	49	Qualität der ausführenden Firmen/ Präqualifikation	2
		50	Qualität der Bauausführung/ Messungen zur Qualitätskontrolle	3
51		Geordnete Inbetriebnahme	3	
Standortqualität	Standortqualität	56	Risiken am Mikrostandort	2
		57	Verhältnisse am Mikrostandort	2
		58	Image und Zustand von Standort und Quartier	2
		59	Verkehrsanbindung	3
		60	Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen	2
		61	Anliegende Medien/ Erschließung	2

Anlage 16: Fragebögen zu den geführten Interviews

Die Interviews wurden im Rahmen der Bachelorarbeit:

„Analyse der Chancen und Risiken des gewerblichen Passivhausbaues unter Fokussierung des Nachhaltigkeitsaspektes am Beispiel des Passivhauses Timm“ geführt.

Gesprächspartner: Herr Jerzy Timm

Geschäftsführer Baugeschäft Timm GmbH

Interviewfragen vom 15.01.2010.

- Wodurch lassen sich Kondensatprobleme an der BKA aufgrund zu geringer Wassertemperaturen vermeiden?
- Wie groß ist die Grundstücksfläche? Wie viele m² gehören davon zum Parkplatz? Wie viele Parkmöglichkeiten sind entstanden?
- Wodurch kennzeichnet sich die Effektivität der Wärmepumpe aus?
- Welchen Anteil hat die Nutzung der Kühlung bezogen auf ein Kalenderjahr?
- Wie hoch sind die Mehrkosten für einen Passivhausbau Ihrer Erfahrung nach?
- Worauf wurde bei der Auswahl der verwendeten Materialien geachtet?
- Welche Maßnahmen wurden ergriffen, um das Gebäude flexibel umgestalten zu können?
- Wurde das Gebäude thermographiert? Gab es Schwachstellen die identifiziert werden konnten?

Interviewfragen vom 27.01.2010

- Welche Maßnahmen wurden für den Brandschutz umgesetzt?
- Wer waren die Hauptbeteiligten am Entstehungsprozess der Projektentwicklung?

Quellenverzeichnis

A Bücher – Zeitschriften – Broschüren – elektronische Medien

BDO Deutsche Warentreuhand AG (Hrsg.) [*Real Estate Management, 2005*]:
Praxishandbuch Real Estate Management – Kompendium der Immobilienwirtschaft,
Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2005.

Bollin, Elmar (Hrsg.) [*Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden, 2009*]:
Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden –
Komponenten, Systeme, Anlagenbeispiele,
Wiesbaden: Vieweg + Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2009.

Braune, Anna; Prof. Dr.-Ing. Sedlbauer, Klaus; Kittelberger, Siegrun; Kreissig, Johannes
[*potentiale_nachhaltiges_bauen, 04.12.2009*]:
http://www.dgnb.de/fileadmin/downloads/potenziale_nachhaltiges_bauen_in_deutschland.pdf,
Erstellungsdatum: 03/2007, Abrufdatum: 04.12.2009.

Cammerer, Walter [*Wärme- und Kälteschutz, 1995*]:
Wärme- und Kälteschutz im Bauwesen und in der Industrie,
- 5., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage - Berlin: Springer-Verlag, 1995.

Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V. (Hrsg.) [*Gütesiegel, 2009*]:
Das Deutsche Gütesiegel nachhaltiges Bauen – Aufbau – Anwendung – Kriterien,
ohne Ort, ohne Verlag, 2. Auflage, 03/2009.* am 26.11. 2009 übermittelt vom betrieblichen Betreuer

Feist, Wolfgang [*passivhaustagung Definition, 07.10.2009*]:
http://www.passivhaustagung.de/Passivhaus_D/Passivhaus_Definition.html,
aktualisiert am: 16.09.2005, Abrufdatum: 07.10.2009.

Fitzner, Klaus (Hrsg.) [*Raumklimatechnik, 2008*]:
Raumklimatechnik - Band 2: Raumluft- und Raumkühltechnik,
- 16., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage – Berlin: Springer-Verlag, 2008.

Gänsmantel, Jürgen; Geburtig, Gerd; Schau, Astrid
[*Sanierung und Facility Management, 2005*]:
Sanierung und Facility Management – Nachhaltiges Bauinstandhalten und
Bauinstandsetzen,
Wiesbaden: Teubner Verlag, 2005.

Glücklich, Detlef (Hrsg.) [*Ökologisches Bauen, 2005*]:
Ökologisches Bauen – Von Grundlagen zu Gesamtkonzepten,
München: Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, 2005.

Graubner, Carl-Alexander; Hüske, Katja [*Nachhaltigkeit im Bauwesen, 2003*]:
Nachhaltigkeit im Bauwesen - Grundlagen – Instrumente – Beispiele,
Berlin: Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH &
Co. KG, 2003.

Greiner, Peter; Mayer, Peter; Stark, Karl Hans
[*Baubetriebslehre/ Projektmanagement, 2000*]:
Baubetriebslehre/ Projektmanagement,
Wiesbaden: Vieweg, 2000.

Handwerkskammer Düsseldorf (Zentrum für Umwelt und Energie) (Hrsg.)
[*umweltmarkt, 18.11.2009*]:
<http://www.umweltmarkt.org/cms/images/stories/download/uci/09Blower.pdf>,
Erstellungsdatum: Januar 2004, Abrufdatum: 18.11.2009.

Hartmann, Axel [*photovoltaik-einspeiservergütung, 25.01.2010*]:
http://www.focus.de/immobilien/energiesparen/tid-13445/photovoltaik-einspeiservergütung-mit-garantierten-preisen_aid_373251.html,
Erstellungsdatum: 21.02.2009, Abrufdatum: 25.01.2010.

Hennings, Detlef; Eicke-Hennig, Werner
[*Thermisch optimierte Büro- und Verwaltungsgebäude, 2006*]:
Kalksandstein Bauseminar 2006 – Kalksandstein. Thermisch optimierte Büro- und
Verwaltungsgebäude,
Düsseldorf: Verlag Bau und Technik GmbH, Düsseldorf, 2006.

IBEU Dresden e. V. Informations- und Beratungsinstitut für Energieeinsparung und
Umweltschutz (Hrsg.) [*Handbuch Energie/ Bau, 2009*]:
Handbuch Energie/ Bau – Rationelle und umweltgerechte Energieerzeugung und –
verwendung, Energiesparendes und umweltgerechtes Bauen, Erneuerbare Energien,
Nachwachsende Rohstoffe, Innovative Energietechnologien,
15. Auflage, Radebeul: Lösnitz-Druck GmbH, 2009.

Knies, Brigitte; Knies, Wolfgang; Koch, Markus; „...“ [*Alexander, 2003*]:
Alexander Schulatlas,
3. Auflage, Gotha: Justus Perthes Verlag Gotha GmbH, 2003.

Liersch, Klaus; Dr.-Ing. Langner, Normen [*Bauphysik kompakt, 2008*]:
Bauphysik kompakt - Wärme – Feuchte – Schall,
- 3. Auflage – Berlin: Bauwerk Verlag GmbH, 2008.

Lohmeyer, Gottfried; Post, Matthias; Bergmann, Heinz [*Praktische Bauphysik, 2008*]:
Praktische Bauphysik - Eine Einführung mit Berechnungsbeispielen,
– 6. Auflage – Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2008.

Lorenz, David [*Sustainability, 2008*]:
Sustainability – Nachhaltigkeit: Von der diffusen Phrase zur bewertbaren Qualität, in:
Immobilienwirtschaft Das Fachmagazin für Management, Recht und Praxis,
Freiburg: Rudolf Haufe Verlag GmbH & Co. KG, Jahrgang 2008, Heft 4, S. 15.

Mühr, Bernhard [*Afrika/douala, 02.09.2009*]:
<http://www.klimadiagramme.de/Afrika/douala.html>,
Erstellungsdatum: 29.05.2007, Abrufdatum: 02.09.2009.

Mühr, Bernhard [*Deutschland/berlin2, 02.09.2009*]:
<http://www.klimadiagramme.de/Deutschland/berlin2.html>,
Erstellungsdatum: 01.06.2007, Abrufdatum: 02.09.2009.

Mühr, Bernhard [*Europa/murmansk, 02.09.2009*]:
<http://www.klimadiagramme.de/Europa/murmansk.html>,
Erstellungsdatum: 29.05.2007, Abrufdatum: 02.09.2009.

Mühr, Bernhard [*Europa/sevilla, 02.09.2009*]:
<http://www.klimadiagramme.de/Europa/sevilla.html>,
Erstellungsdatum: 29.05.2007, Abrufdatum: 02.09.2009.

Nagl, Anna [*mlr-leasing/Basel, 08.12.2009*]:
<http://www.mlr-leasing.de/fileadmin/pdf/Basel.pdf>,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 08.12.2009.

o. V. [*nachhaltigkeit .info, 16.05.2009*]:
http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/aalborg_chartalokale_agenda_21_651.htm,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 16.05.2009.

o. V. [*umgebungsgedanken, 16. 05. 2009*]:
<http://umgebungsgedanken.momocat.de/nachhaltigkeit/>,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 16.05.2009.

o. V. [*Afrika/kamerun, 02.09.2009*]:

<http://www.klimadiagramme.de/Afrika/kamerun.html>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 02.09.2009.

o. V. [*Deutschland/deutschland2, 02.09.2009*]:

<http://www.klimadiagramme.de/Deutschland/deutschland2.html>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 02.09.2009.

o. V. [*Europa/russland, 02.09.2009*]:

<http://www.klimadiagramme.de/Europa/russland.html>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 02.09.2009.

o. V. [*Europa/spanien, 02.09.2009*]:

<http://www.klimadiagramme.de/Europa/spanien.html>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 02.09.2009.

o. V. [*baunetzwissen-QP, 21.10.2009*]:

http://www.baunetzwissen.de/glossar-begriffe/Nachhaltig-Bauen-Primaerenergiebedarf-QP_664168.html?layout=popup,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 21.10.2009.

o. V. [*bautipps, 21.10.2009*]:

http://www.bautipps.de/infothek/baulexikon_Primaerenergiebedarf.php,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 21.10.2009.

o. V. [*immobilie-energiepass.de, 21.10.2009*]:

<http://www.immobilie-energiepass.de/primaerenergiebedarf.html>,

aktualisiert am: 02.12.2009, Abrufdatum: 21.10.2009.

o. V. [*stadtwerke-primärenergiefaktor, 22.10.2009*]:

<http://www.stadtwerke-muenster.de/privatkunden/fernwaerme/hausanschluss/primaerenergiefaktor.html>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 22.10.2009.

o. V. [*aib-bautzen_Projekte, 04.11.2009*]:

http://www.aib-bautzen.de/Seite_Projekte/projekte031.html,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 04.11.2009.

o. V. [*Eeffizienz-Referenzen, 07.11.2009*]:

http://passivhaus.saena.de/Saena-Themen/Steigerung-Energieeffizienz/SdE_Bauen_und_Sanieren/Eeffizienz-Referenzen/eefrefID6.html?refID=6,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum 07.11.2009.

- o. V. [*photovoltaik/funktion*, 18.11.2009]:
<http://knightsathome.de/photovoltaik/html/funktion.html>,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 18.11.2009.
- o. V. [*immobilienrating*, 06.12.2009]:
http://www.ecology.at/immorate/download/immobilienrating_in_der_praxis.pdf,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 06.12.2009.
- o. V. [*usgbc*, 06.12.2009]:
<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=220>,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 06.12.2009.
- o. V. [*usgbc_ Checklist*, 06.12.2009]:
<http://www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=220>,
Download XLS: LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Checklist
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 06.12.2009.
- o. V. [*alpha-ee_zertifizierung_nach_leed*, 10.12.2009]:
http://www.alpha-ee.de/deutsch/beratungsleistungen/green_building_zertifizierung_nach_leed?gclid=CNv68fq-y54CFQe7ZwodaidUhQ,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 10.12.2009.
- o. V. [*ig-passivhaus.de*, 10.12.2009]:
http://www.ig-passivhaus.de/index.php?page_id=81&level1_id=78,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 10.12.2009.
- o. V. [*ecobauconsulting*, 11.12.2009]:
http://www.ecobauconsulting.de/pageID_5454308.html,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 11.12.2009.
- o. V. [*bsnb/Votraege*, 17.12.2009]:
<http://www.bsnb.de/Votraege/Vortrag%20Bremen%2008-01-Rudolphi.pdf>,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 17.12.2009.
- o. V. [*DGNB_Praesentation*, 17.12.2009]:
http://www.dgnb.de/fileadmin/downloads/DGNB_Praesentation_20091021.pdf,
Stand: 21.10.2009, Abrufdatum: 17.12.2009.
- o. V. [*www.dgnb.de*, 18.12.2009]:
<http://www.dgnb.de>,
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 18.12.2009.

o. V. [*waermepumpen_kennzahlen, 19.01.2010*]:

http://www.waermepumpen-portal.de/waermepumpe_kennzahlen.html,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 19.01.2010.

o. V. [*maps, 20.01.2010*]:

<http://maps.google.de/maps?hl=de&tab=wl>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 20.01.2010.

o. V. [*passiv, 22.01.2010*]:

<http://www.passiv.de/>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 22.01.2010.

o. V. [*thema-energie, 22.01.2010*]:

<http://www.thema-energie.de/bauen-modernisieren/vorschriften/ primaerenergiebedarf-in-der-energieeinsparverordnung.html>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 22.01.2010.

o. V. [*thermographie, 22.01.2010*]:

<http://www.radio101.de/thermographie/>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 22.01.2010.

o. V. [*stromvergleich, 24.01.2010*]:

http://www.stromvergleich-anbieter-und-passivhaus.de/lueftung_lueftungsanlage_heizung_passivhaus.php,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 24.01.2010.

o. V. [*photovoltaik-anlage, 31.01.2010*]:

<http://www.stadtwerke-karlsruhe.de/swka/img/service/Interaktiv/photovoltaik-anlage.jpg>,

Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 31.01.2010.

Paul, Eberhard: [*effizienz_von_wlg, 24.01.2010*]:

http://www.paul-lueftung.net/downloads/effizienz_von_wlg_090518.pdf,

Stand: 18.05.2009, Abrufdatum: 24.01.2010.

Pfeiffer, Martin; May, J.; Schurr, J. [*Energiesparhäuser in Text und Bild, 2005*]:

Energiesparhäuser in Text und Bild – Planungsvorlagen, Detailzeichnungen, Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Fördermittel – Teil 4 Passivhäuser, Forum, 2005.

Pfeiffer, Martin [*Energetische Gebäudemodernisierung, 2008*]:

Energetische Gebäudemodernisierung,
Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008.

Schulte, Karl-Werner (Hrsg.) [*Immobilienökonomie, 2005*]:
Immobilienökonomie – Band I Betriebswirtschaftliche Grundlagen,
– 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage – München: Oldenbourg
Wissenschaftsverlag GmbH, 2005.

Schulze Darup, Burkhard [*Kalksandstein, 2006*]:
Kalksandstein. Das Passivhaus,
Düsseldorf: Verlag Bau und Technik GmbH, 2006.

Steffl, Jochen; Heller, Wolfgang [*ihks-fachjournal/Waermepumpen, 07.01.2010*]:
[http://www.ihks-fachjournal.de/files/FJ_PDF/2006_2007/Waermepumpen
_die_sparsame_und_oekologische_Heizungsalternative.pdf](http://www.ihks-fachjournal.de/files/FJ_PDF/2006_2007/Waermepumpen_die_sparsame_und_oekologische_Heizungsalternative.pdf),
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 07.01.2010.

Theiß, Eric; Schlicht, Richard; Kavermann, Yvonne
[*baunetzwissen_Heizwaermebedarf, 12.11.2009*]:
[http://www.baunetzwissen.de/glossar begriffe/Haustechnik_Heizwaermebedarf_49275.
html?Bid=39599&index=H](http://www.baunetzwissen.de/glossar begriffe/Haustechnik_Heizwaermebedarf_49275.html?Bid=39599&index=H),
Erstellungsdatum: ohne Datum, Abrufdatum: 12.11.2009.

Venzmer, Rico (Hrsg.) [*Der Gebäudeenergieberater, 2007*]:
Der Gebäudeenergieberater Jahrbuch 2008,
Verlag Bauwesen, 2007.

Weglage, Andreas (Hrsg.) [*Energieausweis, 2007*]:
Energieausweis – Das große Kompendium, Grundlagen – Erstellung – Haftung,
Wiesbaden: Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, 2007.

B Gesetze und Normen

WertV (idF v. 06.12.1988) §18.

BGB (idF v. 02.01.2002) § 873 Abs. 1.

DIN 276 Teil 1. (idF v. 11/2006) Kosten im Bauwesen, Hochbau.

C Interviews – Firmenschriften – ausgehändigte Informationen

AIB – Architekten- und Ingenieurgesellschaft mbH Bautzen

[*Projekt: Intersport Timm Berechnungsunterlagen, 16.10.2008*]:

Projekt: Intersport Timm (Passivhaus), Goschwitzstraße 2, 02625 Bautzen

DIN 18599 Berechnungsunterlagen,

Erstellt am: 16.10.2008.

AIB - Architekten- und Ingenieurgesellschaft mbH Bautzen und Baugeschäft (BG) Timm

GmbH, Bautzen [*Bewerbungsunterlagen Green Building, Aufstellung von 03/2009*]:

Bewerbungsunterlagen für die Aufnahme als GreenBuilding Partner in das

EU Programm GreenBuilding,

Aufstellung der Bewerbungsunterlagen 03/2009.

Baugeschäft Timm [*firmeninterne Fotografie, 10.10.2008*]:

Fotographie zur firmeninternen Baudokumentation,

Aufgenommen: 10.10.2008.

Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e. V. (Hrsg.) [*Kriterienvergleich, 2009*]:

Systemvariante Handelsbauten, In: 091106_Kriterienvergleich_NHA_NBV.pdf,

ohne Ort, ohne Verlag, 2. Auflage, 2009.* am 26.11. 2009 übermittelt vom betrieblichen Betreuer

Kupke (AIB - Architekten- und Ingenieurgesellschaft mbH Bautzen)

[*PHPP2007julNachweisblatt, ausgestellt: Juli 2009*]

PHPP2007julNachweisblatt – Passivhaus Nachweis

Ausgestellt: Juli 2009

REHAU Unlimited Polymer Solutions [*Werkfotos, 14.07.2008*]:

Werkfotos REHAU,

Aufgenommen: 14.07.2008.

REHAU Unlimited Polymer Solutions

[*Niedertemperatur-Heiz- und Kühlsysteme, 19.05.2009*]:

Energie effizient verteilen: Niedertemperatur-Heiz- und Kühlsysteme, aus der Vortragsreihe:

Energieeffiziente Sanierung von Schulen, Kindergärten und öffentlichen Gebäuden,

Zuschüsse jetzt nutzen, Energiekosten nachhaltig senken,

Unterlagen aus dem Vortrag vom 19.05.2009.

Timm, Jerzy [*Interview, 15.01.2010*]:

Geschäftsführer Baugeschäft Timm GmbH,

Interview geführt am: 15.01.2010 (telefonisch).

Timm, Jerzy [*Interview_2, 27.01.2010*]:
Geschäftsführer Baugeschäft Timm GmbH,
Interview 2 geführt am: 27.01.2010 (telefonisch).

Timm, Margita [*Energiemanagement Award, 2009*]:
Energiemanagement Award 2009,
Informationsbroschüre über das Passivhaus Timm
Erstellt: 2009.

Tabellarischer Lebenslauf

Angaben zur Person

Thea Mehnert

Brockwitzer Straße 4

01640 Coswig

Mobil: 0152/26396041

E-Mail: thea.mehnert@web.de

geboren am: 21.04.1987 in Meißen

Staatsangehörigkeit: BRD



Praktika / Bachelorarbeit

- 23.05. – dato: Vorbereitung des erfolgreichen Studienabschlusses durch die Bachelorarbeit „Analyse der Chancen und Risiken des gewerblichen Passivhausbaues unter Fokussierung des Nachhaltigkeitsaspektes am Beispiel des Passivhauses Timm“
- 02.03.2009 – 22.05.2009: Praktikum beim Baugeschäft Timm GmbH, Bautzen - im Bereich Sekretariat und PR
- 21.07.2008 – 05.09.2008: Praktikum bei der PROFAMA Facility Management GmbH; Dresden – im Bereich Immobilienverwaltung / Objektmanagement

Akademische Ausbildung

- 09.2006 - dato: Immobilienmanagement und Facilities Management an der Hochschule Mittweida (FH) - University of Applied Sciences mit voraussichtlichem Abschluss im März 2010

Freiwilliges Soziales Jahr

- 08.2005 - 08.2006: Kindertagesstätte der Volkssolidarität

Schulbildung

08. 2003 – 07.2005 Fachoberschule mit Abschluss: Fachhochschulreife (2,4)
Ausrichtung: Sozial

Weitere Fähigkeiten und Kompetenzen

Sprachkenntnisse: Deutsch (Muttersprache)
 Englisch
 Spanisch (Grundkenntnisse)

EDV/IT-Kenntnisse: MS Office, pit-CAD, PC-HausVerwalter (Sykosch),
 CAFM-Software FAMOS von Keßler Solutions,
 DOMUS 4000

Interessen und Hobbys: Lesen, Sport

Coswig, den 02.02.2010

Thea Mehnert

Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Coswig, 02.02.2020

Thea Meier

Bearbeitungsort, Datum

Unterschrift