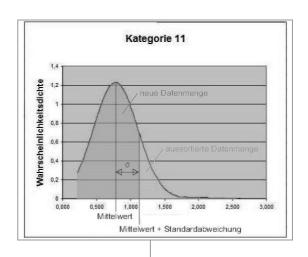
Kurzbericht



Vereinfachung der Raumheizlastberechnung durch Abschätzungen der Gebäudeumschließungsflächen

Vereinfachtes Geometrieaufmaß

Der Bericht wurde erstellt von / Das Projekt wurde bearbeitet von:

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Verfassern.

Dr.-Ing. Kati Jagnow B. Eng. Martin Schmidt Hochschule Magdeburg/Stendal

1 Inhalt

1	Inhalt	2
2	Aufgabe	3
2.1	Ziel und Lösungsweg	
2.2	Beispielgebäude für Testrechnungen	
3	Normberechnung	4
4	Rohdaten und Auswertung	5
4.1	Datenbasis und Grundrechenschritte	5
4.2	Bildung von Raumkategorien	
4.3	Statistische Analyse der Flächenverhältnisse	
4.4	Ansätze für Innenwände	9
5	Anwendung und Auswertung	10
5.1	Programmierung	10
5.2	Ergebnisse für das Mehrfamilienhaus	
5.3	Einfamilienhaus	12
6	Zusammenfassung und Fazit	13
7	Anhang	14
7.1	Quellenverzeichnis	14
7.2	Bestandsdaten	
7.2.1	Einfamilienhaus	
7.2.2	Vierfamilienhaus	18

2 Aufgabe

Der nachfolgende Abschnitt beschreibt zunächst das Problem, welches diesem Projekt zugrunde liegt. Neben der Zielstellung wird der eingeschlagene Lösungsweg für eine vereinfachte Heizlastberechnung erklärt. Darüber hinaus werden zwei Beispielgebäude vorgestellt, anhand derer die neu gefundenen Ansätze getestet werden.

2.1 Ziel und Lösungsweg

Das Ziel der Arbeit ist es, den Aufwand der Raumheizlastberechnung zu minimieren. Dabei soll vor allem die Ermittlung der Transmissionswärmeverluste vereinfacht werden, indem die geometrische Erfassung der Räume verkürzt wird. Hierzu wird ein Zusammenhang zwischen der Grundfläche des Raumes und den umhüllenden Bauteilen abgeleitet. Die Auswertung von geometrischen Daten bestehender Gebäude liefert Faktoren, die diese vereinfachte Berechnung ermöglichen.

Es wird dabei auf die geometrischen Daten von Räumen in 65 Ein- und Mehrfamilienhäuser zurückgegriffen, welche in einem früheren Projekt detailliert erfasst wurden. Zunächst werden die vorhandenen geometrischen Daten der Gebäude sortiert, gebündelt und tabellarisch zusammengefasst. Anschließend werden mit einer statistischen Auswertung aus den Verhältnissen der Außenwandfläche zur Fußbodenfläche sowie der Fensterfläche zur Fußbodenfläche Faktoren abgeleitet. Es wird dabei in die unterschiedlichen Raumnutzungen unterschieden.

Auf Grundlage der gewonnenen Faktoren werden für zwei Testgebäude die Raumheizlasten neu ermittelt und denen nach der DIN EN 12831 gegenüber gestellt.

2.2 Beispielgebäude für Testrechnungen

Als Testgebäude werden ein Ein- und ein Mehrfamilienhaus verwendet. Die Pläne dieser Objekte, denen die genauen geometrischen Daten entnommen werden können, sind in Anhang 7.2 hinterlegt. Gleiches gilt für die U-Werte, die in allen Rechenvarianten gleich sind, da das Projekt auf eine vereinfachte Ermittlung der geometrischen Daten abzielt.





Bild 1 Testgebäude EFH





Bild 2 Testgebäude MFH

3 Normberechnung

Dieser Abschnitt gibt die Randdaten der Heizlastberechnung nach EN 12831 wieder und stellt die ermittelten Ergebnisse tabellarisch zusammen.

Zur Ermittlung der Norm-Heizlast werden die Norm-Wärmeverlustleistungen des beheizten Raumes bestimmt. Diese bestehen aus zwei Anteilen, den Norm-Transmissionswärmeverlusten und den Norm-Lüftungswärmeverlusten.

Norm-Transmissionswärmeverluste entstehen durch Wärmeleitung der umschließenden Fläche des Raumes, zum einen nach außen und zum anderen zwischen angrenzenden Räumen mit unterschiedlicher Norm-Innentemperatur. Dabei entstehen Wärmeverluste an Räume mit niedrigerer Norm-Innentemperatur, sowie Wärmegewinne von Räumen mit höherer Norm-Innentemperatur. Norm-Lüftungswärmeverluste entstehen durch Lüftung und Infiltration nach außen und durch Lüftung zwischen den Räumen innerhalb des Gebäudes.

Die Heizlastberechnung erfolgt mit einer Excel-Software unter folgenden Annahmen:

- Norm-Innentemperaturen der beheizten B\u00e4der: 24\u00a0C
- Norm-Innentemperaturen der restlichen normal beheizten Räume: 20°C
- Norm-Außentemperatur -14°C
- die Temperatur im Keller: wird berücksichtigt mit einem Korrekturfaktor b_u = 0,5
- Wände und Türen zum innenliegenden Treppenhaus beim Mehrfamilienhaus: Bewertung mit dem Temperaturkorrekturfaktor nach Norm b_u = 0,45 ... 0,30 (je nach Geschoss)
- die Temperatur im Erdreich beim Einfamilienhaus: Korrekturfaktor b_u = 0,4
- die Temperatur im Dach beim Mehrfamilienhaus: Korrekturfaktor b_u = 0,6
- Wärmebrückenzuschlag (ΔU_{WB} = 0,05 W/m²K)
- kein unterbrochener Heizbetrieb, keine Zuschläge für Wiederaufheizung
- Luftwechsel: 0,50 h⁻¹ in allen Räumen

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Heizlastberechnung nach EN 12831. Beim Mehrfamilienwohnhaus ist je Geschoss nur eine der baugleichen Wohnungen abgebildet.

EG	Heizlast, in W	OG	Heizlast, in W
Wohnzimmer	2482	Zimmer 1	792
Büro 1	700	Abstellraum	387
Flur	629	Zimmer 2	1513
WC	169	Flur	326
HAR	108	Zimmer 3	792
Büro 2	728	Bad	323
		Heizraum	127

Tabelle 1 Heizlastberechnung nach EN 12831 für das EFH

EG Wohnung	Heizlast, in W	OG Wohnung	Heizlast, in W
Schlafen	918	Schlafen	981
Wohnen	1518	Wohnen	1598
Küche	1297	Küche	1359
Flur	307	Flur	314
Bad	356	Bad	375
Kind	737	Kind	721

Tabelle 2 Heizlastberechnung nach EN 12831 für das MFH

4 Rohdaten und Auswertung

Der nachfolgende Abschnitt erläutert die Auswertung der Rohdaten mit dem Ziel, geometrische Kennwerte für das Verhältnis von Wand- zu Bodenfläche sowie Fenster- zu Bodenfläche zu bestimmen. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung werden incl. deren Sicherheiten tabellarisch angegeben.

4.1 Datenbasis und Grundrechenschritte

Es wird auf die geometrischen Daten von Räumen in 65 Ein- und Mehrfamilienhäuser zurückgegriffen, welche in einem früheren Projekt [Optimus] detailliert erfasst wurden. Es handelt sich um Daten der lichten Innenflächen (Fußboden, Wand, Fenster, Innenwände Dach usw.), welche vor Ort von Handwerksunternehmen und Studenten gemessen wurden. Sie lagen zu Projektbeginn in 65 einzelnen Exceldateien vor.

Zunächst wurden die Daten aller Räume der einzelnen Projekte in einer Tabelle zusammengeführt, um die Auswertung möglich zu machen. In dieser Tabelle ist die Nutzung jedes Raumes sowie dessen Fußboden-, Außenwand- und Fensterfläche aufgeführt. Hieraus werden die Verhältnisse der Bruttoaußenwandfläche (incl. Fenster) zur Fußbodenfläche und der Fensterfläche zur Fußbodenfläche berechnet.

4.2 Bildung von Raumkategorien

Aus allen Projekten ergeben sich insgesamt ca. 1150 Räume. Da sich diese nach Anzahl der Außenwände und der Nutzung unterscheiden, wurden sie in Kategorien unterteilt. Diese ergeben sich aus zwei Teilen, die in einer 2-stelligen Ziffer codiert wird.

- 1. Ziffer: Raumnutzung,
- 2. Ziffer: Anzahl der Außenwandflächen.

Somit ergeben sich für die Nutzung als Wohn-/ Schlaf-/ Arbeitsraum; Küche; Bad/ WC; und als sonstigen Raum wie Flur oder Abstellraum die Zahlen 1 bis 4 und für die Anzahl der Außenwandflächen ebenfalls die Zahlen 1 bis 4. Zusammen ergibt sich daraus die Kategorisierung der Räume nach Tabelle 3:

Code	Beschreibung
11	Wohn-/Schlafräume mit einer AW
12	Wohn-/Schlafräume mit zwei AW
13+14	Wohn-/Schlafräume mit drei-vier AW
21	Küchen mit einer AW
22	Küchen mit zwei AW
31	Bäder/WC mit einer AW
32	Bäder/WC mit zwei AW
41	sonstige Räume mit einer AW
42	sonstige Räume mit zwei AW
43+44	sonstige Räume mit drei-vier AW

Tabelle 3 Raumkategorien für Außenwände

Küchen und Bäder mit mehr als zwei Außenwandflächen kamen unter allen Räumen der Stichprobe nicht vor, die Kategorien 23, 24, 33 und 34 fehlen daher in der Aufstellung. Die Kategorien 13 und 14 bzw. 43 und 44 wurden zu jeweils einer Kategorie zusammen gefasst, da Räume mit mehr als drei Außenwandflächen unter den gegebenen Projekten zwar vorkamen, jedoch so selten, dass sie als eigene Kategorie keine sinnvollen Ergebnisse geliefert hätten.

Insgesamt ergeben sich also zehn unterschiedliche Raumkategorien, welchen nun die Verhältnisse Bruttoaußenwandfläche zur Fußbodenfläche zugeordnet wurden.

Für die Verhältnisse Fensterfläche zur Fußbodenfläche wurden gesonderte Kategorien gebildet, in denen nur nach der Nutzung des Raumes unterschieden wird, siehe Tabelle 4.

Code	Beschreibung
1	Wohn-/Schlafräume
2	Küchen
3	Bäder/WC
4	sonstige Räume

Tabelle 4 Raumkategorien für Fenster

4.3 Statistische Analyse der Flächenverhältnisse

Nach der Zuordnung der Räume zu den Raumkategorien ergaben sich für jede Raumkategorie verschieden große Datensätze, die statistisch ausgewertet werden konnten. Dazu wurden die Werte kategorieweise in eine neue Tabelle extrahiert und die Standardabweichung und der Mittelwert der einzelnen Datenreihen berechnet. Zur Veranschaulichung wurde zudem die Gaußsche Glockenkurve für jede Kategorie berechnet und dargestellt, siehe Bild 3.

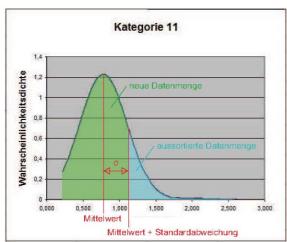


Bild 3 Ermittlung der Faktoren am Bsp. der Kategorie 11

Die Stichprobe wurde im Rahmen der Voruntersuchungen auf verschiedene Art und Weise gefiltert. Ziel war jeweils, Faktoren abzuleiten, die das Flächenverhältnis mehr oder weniger sicher repräsentieren. Die angestrebten Sicherheitsstufen werden mit "sicher", "moderat" und "knapp" bezeichnet.

Bildung von Sicherheitsgruppen mit Hilfe von Mittelwert und Standardabweichung

Der Faktor "sicher" ergibt sich aus der Summe der Standardabweichung und dem Mittelwert einer Datenreihe.

Für den Faktor "moderat" wurden zunächst die Werte aussortiert, die um mehr als den Betrag der Standardabweichung vom Mittelwert abweichen (siehe Bild 3). Von dem sich daraus ergebenen, neuen Datensatz wurden erneut Standardabweichung und Mittelwert berechnet, deren Summe den Faktor "moderat" bildet. Da die Werte des neuen Datensatzes nun weniger stark voneinander abweichen ist die Standardabweichung entsprechend kleiner und damit auch der sich daraus ergebene Faktor. Demzufolge ist auch die mit diesem Faktor ermittelte Außenwand- bzw. Fensterfläche kleiner, was zu geringeren Transmissionswärmeverlusten führt.

Der Faktor "knapp" wurde auf der gleichen Weise ermittelt, nur wurden hier all die Werte aussortiert, die um den doppelten Betrag der Standardabweichung vom Mittelwert abweichen.

		sicher		moderat		knapp	
Voto	norio	x		x ((x-μ)-σ <=0)		x ((x-μ)-2σ <=0)	
Kateg	gorie	[m ² AW/m ² FB]	% ^(*)	[m ² AW/m ² FB]	% ^(*)	[m ² AW/m ² FB]	% ^(*)
		F=μ+σ	70' /	F=μ+σ	70′ ′	F=μ+σ	70' /
Wohnen	1 AW	1,077	85%	0,926	77%	0,857	72%
	2 AW	1,515	90%	1,389	87%	1,315	77%
	3&4 AW	1,718	83%	1,718	83%	1,523	75%
Küche	1 AW	1,083	95%	0,993	86%	0,967	85%
	2 AW	1,911	88%	1,911	88%	1,854	75%
Bäder	1 AW	1,347	88%	1,240	78%	1,182	76%
	2 AW	2,989	67%	2,989	67%	1,316	67%
Sonstige	1 AW	2,247	88%	1,745	88%	1,142	77%
	2 AW	1,114	75%	1,114	75%	0,802	50%
	3&4 AW	0,835	100%	0,835	100%	0,835	100%

^(*) Prozentzahl der Räume, bei denen der Faktor zu mindestens der real vorhandenen Fläche führt

Tabelle 5 Kennwerte für Bruttoaußenwandflächen, statistische Sicherheitsklassen

	sicher		moderat		knapp	
Vatagaria	x	x			x((x-μ)-2σ <=0)	
Kategorie	[m ² FE/m ² FB]	% ^(*)	[m²FE/m²FB]	% ^(*)	[m²FE/m²FB]	% ^(*)
	F=μ+σ	701	F=μ+σ	70(/	F=μ+σ	
Wohnen	0,331	87%	0,301	79%	0,278	69%
Küchen	0,344	84%	0,310	80%	0,281	67%
Bäder	0,427	90%	0,386	78%	0,365	73%
Sonstige	0,353	87%	0,288	87%	0,253	61%

^(*) Prozentzahl der Räume, bei denen der Faktor zu mindestens der real vorhandenen Fläche führt

Tabelle 6 Kennwerte für Fensterflächen, statistische Sicherheitsklassen

Das Problem an dieser Vorgehensweise ist, dass die erreichbare Sicherheit der Faktoren sich je nach Umfang und Gestaltung der Stichprobe unterscheidet, je nachdem wie stark die Werte streuen, wie hoch Mittelwert und Standardabweichung sind.

Beispiel: Die Anwendung des "moderaten" Faktors für ein Wohnzimmer mit einer Außenwand ergibt für 77 % der Stichprobe mindestens die korrekte Fläche. Bei einer Küche mit einer Außenwand liegt die Sicherheit bei 86 %.

Aus oben genannten Gründen wird dieser Ansatz als Zwischenstufe angesehen.

Bildung von Sicherheitsgruppen durch feste Vorgaben

Eine für den Anwender verständlichere Angabe von Sicherheitsklassen ergibt sich unter Verwendung fester Vorgabewerte für die zu erreichende Sicherheit. Der Prozentanteil der Stichprobe, welcher sicher vom Faktor abgedeckt werden soll, wird fest vorgegeben. Gewählt wurden in Anlehnung an die Sicherheitsklassen nach Tabelle 5: 95 % (sicher), 85 % (moderat) und 75 % (knapp) für die Bruttoaußenwandflächen incl. Fensterflächen sowie 80 % (sicher), 65 % (moderat) und 50 % (sicher) für die Fensterflächen.

Der "moderate Werte" einer Sicherheit von 85 % ergibt sich beispielsweise, indem die größten 15 % aller Flächenverhältnisse einer Stichprobe aussortiert werden. Der größte Einzelwert der Stichprobe, der dann noch übrig ist, führt für 85 % aller Gebäude zu einer Schätzfläche, die gleich oder größer ist als die real vorhandene.

Voto	aorio	95%	85%	75%
Nate	gorie	[m ² AW/m ² FB]	[m ² AW/m ² FB]	[m ² AW/m ² FB]
Wohnen	1 AW	1,424	1,055	0,823
	2 AW	1,543	1,361	1,261
	3&4 AW	2,011	2,011	1,516
Küche	1 AW	1,179	0,969	0,926
	2 AW	1,949	1,903	1,682
Bäder	1 AW	1,732	1,291	1,167
	2 AW	3,154	3,154	1,315
Sonstige	1 AW	3,305	1,674	1,071
•	2 AW	1,262	1,262	1,071
	3&4 AW	0,835	0,835	0,835

Tabelle 7 Kennwerte für Bruttoaußenwandflächen, feste Sicherheitsklassen, EFH & MFH

Kategorie	80% [m²FE/m²FB]	65% [m²FE/m²FB]	50% [m²FE/m²FB]
Wohnen	0,301	0,261	0,218
Küchen	0,305	0,269	0,235
Bäder	0,416	0,325	0,257
Sonstige	0,263	0,254	0,192

Tabelle 8 Kennwerte für Fensterflächen, feste Sicherheitsklassen, EFH & MFH

Mit den Kennzahlen in Tabelle 7 und Tabelle 8 können prinzipiell alle Gebäude berechnet werden. Die Grunddaten enthalten Ein- und Mehrfamilienhausdatensätze.

In Erweiterung dazu wurden nach gleichem Schema zusätzlich nur alle Mehrfamilienhäuser separat ausgewertet, siehe Tabelle 9 und Tabelle 10. Für die Einfamilienhäuser konnte dies nicht erfolgen, weil es zu wenige Grunddaten gab.

Voto	aorio	95%	85%	75%
Kale	gorie	[m ² AW/m ² FB]	[m ² AW/m ² FB]	[m ² AW/m ² FB]
Wohnen	1 AW	1,465	1,094	0,857
	2 AW	1,549	1,379	1,288
	3&4 AW	2,011	1,516	1,286
Küche	1 AW	1,473	1,004	0,909
	2 AW	1,949	1,705	1,666
Bäder	1 AW	1,965	1,660	1,291
	2 AW	3,154	3,067	1,812
Sonstige	1 AW	1,988	1,341	1,040
	2 AW	1,728	1,519	1,040
	3&4 AW	1,757	1,757	1,468

Tabelle 9 Kennwerte für Bruttoaußenwandflächen, feste Sicherheitsklassen, nur MFH

Kategorie	80%	65%	50%
Kategorie	[m²FE/m²FB]	[m²FE/m²FB]	[m ² FE/m ² FB]
Wohnen	0,343	0,302	0,253
Küchen	0,404	0,316	0,282
Bäder	0,458	0,420	0,340
Sonstige	0,510	0,374	0,263

Tabelle 10 Kennwerte für Bruttoaußenwandflächen, feste Sicherheitsklassen, nur MFH

4.4 Ansätze für Innenwände

Die Auswertung von Testgebäuden wurde schnell klar, dass sich große Fehler ergeben, wenn wärmeübertragende Innenwände (z.B. an ein innen liegendes Treppenhaus) gänzlich vernachlässigt werden. Daher wurden Schätzformeln für die Innenwände gemäß Tabelle 11 ergänzt.

Nr.	Anzahl IW	Anzahl AW	Raum	Lage IW	Berechnung der Innenwandfläche
2+5	1	1	rechteckig	AW	$A_{IW} = A_{AW}$
2+6	1	4	rechteckig	J- AW	$A_{\scriptscriptstyle IW} = \frac{A_{\scriptscriptstyle FB}}{A_{\scriptscriptstyle AW} / h_{\scriptscriptstyle Raum}} \cdot h_{\scriptscriptstyle Raum}$
2+7	1	2	rechteckig	lange AW	$A_{\scriptscriptstyle TW} = 1.3 \cdot \sqrt{A_{\scriptscriptstyle FB}} \cdot h_{\scriptscriptstyle Raum}$
2+8	1	2	rechteckig	kurze AW	$A_{TW} = 0.7 \cdot \sqrt{A_{FE}} \cdot h_{Raum}$
2+9	1	0	rechteckig	lange Seite	$A_{BW} = 1.3 \cdot \sqrt{A_{FB}} \cdot h_{Raum}$
2+10	1	0	rechteckig	kurze Seite	$A_{\mathit{IW}} = 0.7 \cdot \sqrt{A_{\mathit{FB}}} \cdot h_{\mathit{Raum}}$
2+4	1	egal	quadr.	egal	$A_{IW} = \sqrt{A_{FB}} \cdot h_{Raum}$
3	2	1	rechteckig		$A_{TW} = \frac{A_{FB}}{A_{AW} / h_{Raum}} \cdot h_{Raum} + A_{AW}$
3	2	2	rechteckig	-	$A_{iW} = A_{AW}$
3+4	2	egal	quadr.	-	$A_{\mathit{IW}} = 2 \cdot \sqrt{A_{\mathit{FB}}} \cdot h_{\mathit{Raum}}$

Tabelle 11 Schätzformeln für Innenwände

Die Innenwandflächen ergeben sich auf Basis der Grundfläche und der bereits vorher geschätzten Außenwandflächen. Es werden verschiedene Fallunterscheidungen notwendig, die in Tabelle 11 mit einer Nummer ("2" bis "10") gekennzeichnet sind. Erläuterung der Fälle:

- es gibt eine Innenwand (Nr 2)
 - o Raum quadratisch (Nr 4)
 - o eine AW vorhanden
 - eine Innenwand parallel zur AW (Nr 5)
 - eine Innenwand senkrecht zur AW (Nr 6)
 - o zwei oder drei AW vorhanden
 - eine Innenwand parallel zur langen AW (Nr 7)
 - eine Innenwand parallel zur kurzen AW (Nr 8)
 - keine AW vorhanden
 - eine lange Seite (Nr 9)
 - eine kurze Seite (Nr 10)
- es gibt zwei Innenwände (Nr 3)
 - o Raum quadratisch (Nr 4)
 - o Raum nicht quadratisch

Zur Vereinfachung wurden zwei Formfaktoren für lange und kurze Seiten eingefügt (1,3 und 0,7). Es gilt der Zusammenhang: lange Seite verhält sich zu kurzer Seite wie 1,3 zu 0,7.

5 Anwendung und Auswertung

Der nachfolgende Abschnitt erläutert die Anwendung der gefundenen Faktoren in einer Programmierung. Es werden die Ergebnisse für die Testgebäude mit den Normwerten verglichen.

5.1 Programmierung

Die Transmissionswärmeverluste werden wie üblich mit der Formel $\Phi_T = U_C \cdot A \cdot F_X \cdot \Delta \vartheta$ berechnet, die Lüftungsverluste mit $\Phi_V = V \cdot n \cdot \rho c_P \cdot \Delta \vartheta$. Es gelten folgende, vereinfachte Annahmen:

- Norm-Innentemperaturen aller beheizten Räume: 21°C
- Norm-Außentemperatur -14°C
- die Temperatur im Keller: 5°C
- die Temperatur im unbeheizte Treppenhaus: 8°C
- die Temperatur im Erdreich: 8°C
- die Temperatur im Dach: 3°C
- Wärmebrückenzuschlag (ΔU_{WB} = 0,05 W/m²K)
- kein unterbrochener Heizbetrieb, keine Zuschläge für Wiederaufheizung
- Luftwechsel: 0,50 h⁻¹ in allen Räumen
- Raumhöhe: 2,75 m pauschal

Hinsichtlich der U-Werte incl. Wärmebrückenzuschläge sowie des Luftwechsels besteht absolute Gleichheit der Annahmen verglichen mit DIN EN 12831. Die Temperaturen und Temperaturkorrekturen werden abweichend von der Norm einmalig für ein Gebäude festgelegt. Sie liegen in der Nähe der Normannahmen. Flächen und Volumina werden vereinfacht ermittelt.

Auf dieser Basis wurde ein Excel-Programm entwickelt, welches durch wenige Angaben zu den Räumen die Raumheizlast berechnet. Es besteht die Möglichkeit, einen festen Sicherheitsgrad zu wählen (95/85/70% für Außenwände, 80/65/50% für Fenster) oder eine eigene Vorgabe zu tätigen.

5.2 Ergebnisse für das Mehrfamilienhaus

Die Anwendung der "moderaten" Sicherheit führt in dem Mehrfamilienhaus zu akzeptabel geschätzten Heizlasten. Im Schnitt wird die Heizlast 8 % überschätzt. Die Streuung ist erfreulich gering.

		Heizlast in W				Abweichung		
		EN 12831	knapp (70/50%)	moderat (85/65%)	sicher (95/80%)	knapp (70/50%)	moderat (85/65%)	sicher (95/80%)
45	Schlafen	918	955	1115	1369	104%	122%	149%
EG	Wohnen	1518	1492	1593	1761	98%	105%	116%
.⊑	Küche	1297	1395	1544	1596	108%	119%	123%
	Flur	307	324	324	324	105%	105%	105%
l E	Bad	356	311	340	431	87%	96%	121%
Wohnung	Kind	737	695	742	842	94%	101%	114%
		=				100%	108%	122%
	Schlafen	981	1000	1159	1414	102%	118%	144%
90	Wohnen	1598	1546	1647	1815	97%	103%	114%
<u>=</u>	Küche	1359	1436	1586	1637	106%	117%	120%
	Flur	314	346	346	346	110%	110%	110%
٦	Bad	375	323	352	443	86%	94%	118%
Wohnung	Kind	721	719	766	866	100%	106%	120%
				•	•	100%	108%	121%

Tabelle 12 Vergleich der Heizlasten für das MFH, Innenwände berücksichtigt

Werden die Innenwände nicht mit berücksichtigt, ergeben sich für Flur und Kinderzimmer andere Heizlasten. In beiden Geschossen werden die Heizlasten deutlich unterschätzt. Es wird empfohlen, die Innenwände mit zu berücksichtigen. Jedoch nur solche, die zu unbeheizten Räumen führen.

		Heizlast in W				Abweichung		
		EN 12831	knapp (70/50%)	moderat (85/65%)	sicher (95/80%)	knapp (70/50%)	moderat (85/65%)	sicher (95/80%)
	Schlafen	918	955	1115	1369	104%	122%	149%
EG	Wohnen	1518	1492	1593	1761	98%	105%	116%
.⊑	Küche	1297	1395	1544	1596	108%	119%	123%
	Flur	307	223	223	223	72%	72%	72%
n <u>u</u>	Bad	356	311	340	431	87%	96%	121%
Wohnung	Kind	737	516	602	739	70%	82%	100%
					•	90%	99%	114%
	Schlafen	981	1000	1159	1414	102%	118%	144%
90	Wohnen	1598	1546	1647	1815	97%	103%	114%
Ë	Küche	1359	1436	1586	1637	106%	117%	120%
	Flur	314	245	245	245	78%	78%	78%
٦	Bad	375	323	352	443	86%	94%	118%
Wohnung	Kind	721	540	626	763	75%	87%	106%
					•	91%	99%	113%

Tabelle 13 Vergleich der Heizlasten für das MFH, Innenwände nicht berücksichtigt

5.3 Einfamilienhaus

Für das Einfamilienhaus ergibt die Flächenschätzung eine größere Streuung der Ergebnisse. Die individuelleren Grundrisse lassen sich schwieriger pauschal einschätzen. Außerdem werden Dachschrägen nicht korrekt erfasst.

Die Anwendung der "moderaten" Sicherheit führt in dem EFH zu akzeptabel geschätzten – teilweise überschätzten Heizlasten. Die Überschätzung ist besonders im Dachgeschoss groß. Im Schnitt wird die Heizlast 15 % überschätzt. Jedoch in dieser Sicherheitsstufe in keinem Raum stark unterschätzt – im schlimmsten Fall ca. 10 %.

			Heizlas	st in W		Abweichung		
		EN 12831	knapp (70/50%)	moderat (85/65%)	sicher (95/80%)	knapp (70/50%)	moderat (85/65%)	sicher (95/80%)
	Wohnzimmer	2482	2287	2622	3329	92%	106%	134%
	Büro 1	700	649	704	797	93%	101%	114%
EG	WC	169	149	189	228	88%	112%	135%
	HAR	108	78	97	135	72%	89%	126%
	Büro 2	728	649	704	797	89%	97%	110%
EG/OG	Flur	955	855	990	1285	89%	104%	135%
	Zimmer 1	792	721	781	883	91%	99%	111%
	Abstellraum	387	447	549	766	115%	142%	198%
OG	Zimmer 2	1513	1352	1545	1954	89%	102%	129%
OG	Zimmer 3	792	658	713	805	83%	90%	102%
	Bad	323	424	535	644	131%	166%	199%
	Heizraum	127	184	227	316	145%	178%	249%
		•	•			98%	115%	145%

Tabelle 14 Vergleich der Heizlasten für das EFH, Innenwände berücksichtigt

Werden die Innenwände nicht mit berücksichtigt, ergeben sich keine nennenswerten Änderungen. Nur der Flur mit seinen Innenberührungsflächen an den Keller ist betroffen.

			Heizla	st in W			Abweichung	
		EN 12831	knapp (70/50%)	moderat (85/65%)	sicher (95/80%)	knapp (70/50%)	moderat (85/65%)	sicher (95/80%)
	Wohnzimmer	2482	2287	2622	3329	92%	106%	134%
	Büro 1	700	649	704	797	93%	101%	114%
EG	WC	169	149	189	228	88%	112%	135%
	HAR	108	78	97	135	72%	89%	126%
	Büro 2	728	649	704	797	89%	97%	110%
EG/OG	Flur	955	749	873	1135	78%	91%	119%
	Zimmer 1	792	721	781	883	91%	99%	111%
	Abstellraum	387	447	549	766	115%	142%	198%
OG	Zimmer 2	1513	1352	1545	1954	89%	102%	129%
OG	Zimmer 3	792	658	713	805	83%	90%	102%
	Bad	323	424	535	644	131%	166%	199%
	Heizraum	127	184	227	316	145%	178%	249%
						97%	114%	144%

Tabelle 15 Vergleich der Heizlasten für das EFH, Innenwände nicht berücksichtigt

Wird das Einfamilienhaus allein betrachtet, müsste die Empfehlung gegeben werden, die Innenflächen zu vernachlässigen. Aus Sicht der Mehrfamilienhäuser sollte die Betrachtung dennoch erhalten bleiben.

6 Zusammenfassung und Fazit

Die Ableitung von geometrischen Vereinfachungen zur Heizlastberechnung hat sich – insbesondere bei Anwendung auf MFH – als Erfolg versprechend erwiesen. Schätzfaktoren für Bruttoaußenwandflächen, die eine größere Stichprobe mit 85 % Sicherheit abdecken, d.h. in 85 % der Fälle zu einer Schätzfläche größer oder gleich der realen Fläche führen, zeigen Tabelle 16. Für die Fensterflächen, welche Abzugsflächen der Bruttoaußenflächen sind, zeigt Tabelle 17 die empfohlenen Faktoren. Sie führen mit 65 % Wahrscheinlichkeit zu Flächen, die größer sind als die real vorhandene.

Kate	norio	alle Gebäude	nur MFH
Nate	gorie	[m ² AW/m ² FB]	[m ² AW/m ² FB]
Wohnen	1 AW	1,094	1,055
	2 AW	1,379	1,361
	3&4 AW	1,516	2,011
Küche	1 AW	1,004	0,969
	2 AW	1,705	1,903
Bäder	1 AW	1,660	1,291
	2 AW	3,067	3,154
Sonstige	1 AW	1,341	1,674
	2 AW	1,519	1,262
	3&4 AW	1,757	0,835

Tabelle 16 Kennwerte für Bruttoaußenwandflächen, 85 % Sicherheit

Votogorio	alle Gebäude	nur MFH
Kategorie	[m ² FE/m ² FB]	[m²FE/m²FB]
Wohnen	0,302	0,317
Küchen	0,316	0,344
Bäder	0,420	0,420
Sonstige	0,374	0,279

Tabelle 17 Kennwerte für Fensterflächen, 65 % Sicherheit

Es wird darüber hinaus empfohlen, die senkrechten Innenflächen zu unbeheizten Räumen (Treppenräume, Garagen, Keller) bei der Berechnung mit zu berücksichtigen. Ansätze zur Innenflächenschätzung sind in Tabelle 11 in diesem Bericht angegeben.

Für zwei Testgebäude führten die Flächenschätzungen mit o. g. Faktoren zu akzeptabel genauen Heizlasten.

Für die weitere Untersuchung der Problematik bleibt offen, zu klären, wie groß die Fehler in der Heizlastberechnung durch geschätzte U- Werte verglichen mit den Fehlern durch die überschlägige Ermittlung der Raumgeometrien sind. Hierzu werden weitere Vergleiche angestrebt, welche Klarheit darüber schaffen.

7 Anhang

7.1 Quellenverzeichnis

[Schmidt] Schmidt, Martin; Vereinfachung der Raumheizlastberechnung anhand von

typischen Raumgeometrie; Bachelorarbeit an der Hochschule Magdeburg-

Stendal; unveröffentlicht; Magdeburg, 2011.

[EN 12831] DIN EN 12831: Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berech-

nung der Norm-Heizlast; Beuth Verlag; Berlin, Jan. 2002.

[EN 12831 Beiblatt] DIN EN 12831: Beiblatt 1; Beuth Verlag; Berlin, Juli 2008.

[Optimus] Wolff, D. und Jagnow, K.; Optimus; Abschlussbericht zum DBU Projekt -

Technischer Teil; Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel; Wolfenbüt-

tel; 2005.

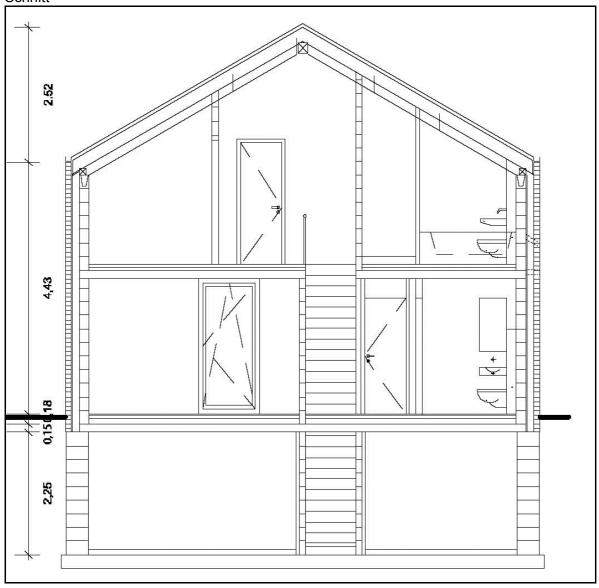
7.2 Bestandsdaten

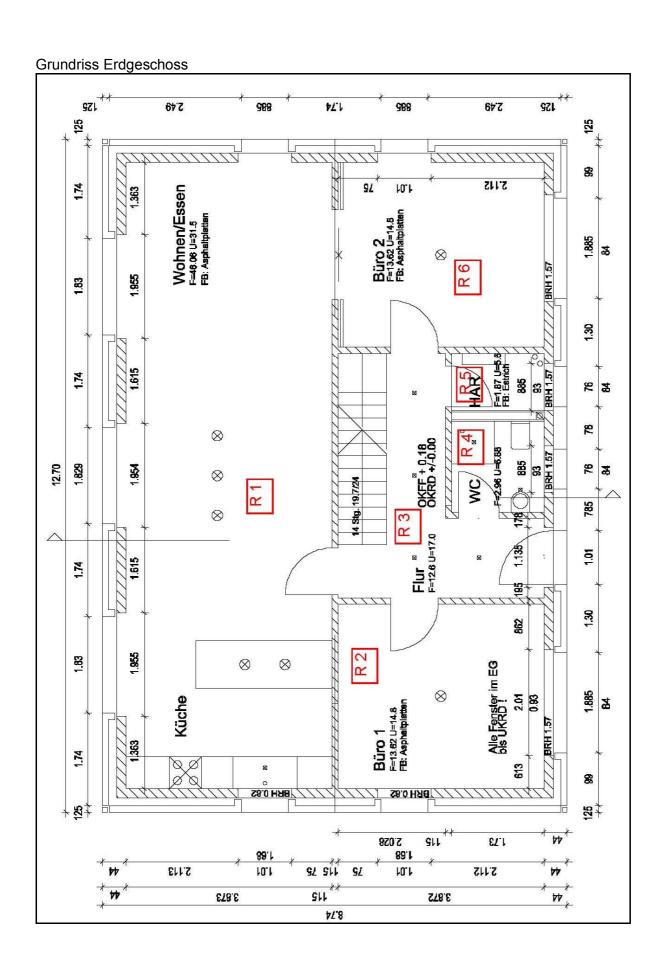
7.2.1 Einfamilienhaus

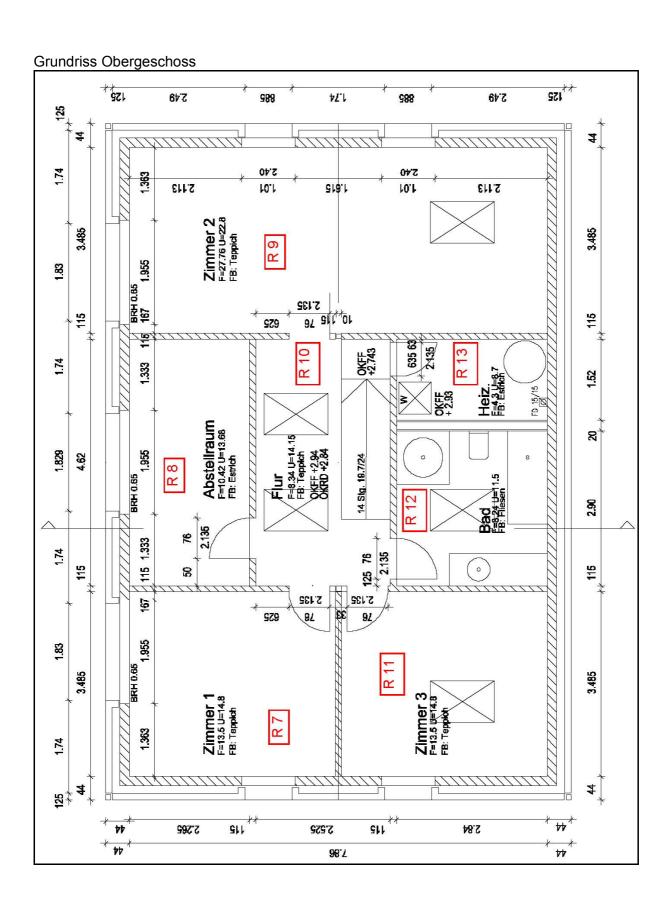
U-Werte

Nr.	Bauteil	U-Wert	
1.	Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung:	U _{AW}	= 0,22 W/(m ² K)
	Wärmedämmstoff, d = 14 cm, λ = 0,040 W/(m · K)		
2.	Geneigtes Dach:	U_D	= 0,16 W/(m ² K)
	Wärmedämmstoff, d = 26 cm, λ = 0,040 W/(m · K)		
3.	Kellerinnenwand:	U _{IW}	= 0,40 W/(m ² K)
	Wärmedämmstoff, d = 06 cm, λ = 0,040 W/(m · K)		
4.	Kellerdecke:	U_{KD}	= 0,34 W/(m ² K)
	Wärmedämmstoff, d = 10 cm, λ = 0,040 W/(m · K)		
5.	Sohlplatte:	U _G	= 0,58 W/(m ² K)
	Wärmedämmstoff, d = 06 cm, λ = 0,040 W/(m · K)		
6.	Dachflächenfenster:	U_{DFF}	= 1,6 W/(m ² K)
7.	Fenster	U _{w1}	= 1,6 W/(m ² K)

Schnitt







7.2.2 Vierfamilienhaus

U-Werte

Bauteil	Beschreibung	U-Wert, in W/(m ² K)
Fenster	Kunststofffenster, 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung	1,7
Innenwände zum niedrig beheizten Flur	Bims- bzw. Schwemmsteine, 25 cm, mit Putz beidseitig	0,99
Wohnungstüren zum niedrig beheizten Flur	Holztüren, Sperrholzplatten 1 bis 4 cm Dicke, teilweise mit Glasanteilen	2,3
oberste Geschossdecke	Holzbalkendecke, Lehmschlag mit Sand, Rohrgewebe mit Putz, 26 cm Dicke	0,83
Kellerdecke	Massivdecke mit Dielung oben, Steineisendecke mit Hohlsteinen	0,78

