

Wärmesimulationsrechnung Grundschule Klein Ilsede

Matthias Förster
beratender Ingenieur
Moldenhauerweg 40
64293 Darmstadt

Zur Ermittlung der Wirkung von Energieeinsparmassnahmen bezüglich der Grundschule Klein-Ilsede wurde eine Wärmesimulationsrechnung durchgeführt, die folgende Schritte umfasste:

1 Rechnerprogramm

Erstellung eines Rechnerprogrammes, das auf der Basis von stündlichen Temperaturwerten (Basis: Messwertaufzeichnungen des Deutschen Wetterdienstes bezüglich des Standortes Braunschweig) die Abkühlung des Gebäudes sowie die Energie um Aufheizen auf Solltemperatur berechnet. Nachtabsenkung, Wochendabsenkung und Ferienausschaltzeiten kann das Programm optional berücksichtigen. Das Programm berücksichtigt direkt nur die Transmissionswärmeenergien, nicht jedoch solaren Gewinn und Lüftungsverluste. Jedoch werden diese indirekt über die Anpassung der Transmissionswärmeparameter berücksichtigt (Abschnitt 2.4)

2 Ermittlung der Gebäudetransmissionswerte (Wärmedurchgangswerte)

2.1 Aufteilung des Gebäudes in 8 Heizbereiche

- 1 Westflügel: Wärmeabgabe über Decken und Wände an Umgebung
- 2 Westflügel: Bodenwärmeabgabe
- 3 Südtrakt: Wärmeabgabe über Decken und Wände an Umgebung
- 4 Südtrakt: Wärmeabgabe an Keller und Boden
- 5 Ostflügel I: Wärmeabgabe über Decken und Wände an Umgebung
- 6 Ostflügel I: Wärmeabgabe an Keller und Boden
- 7 Ostflügel II: Wärmeabgabe über Decken und Wände an Umgebung
- 8 Ostflügel II: Bodenwärmeabgabe

2.2 Ermittlung der GesamtWärmeleitwerte (in W/K)

für die einzelnen Gebäudeteile Basis dafür sind zunächst überschlägige Erfahrungswerte, da die Eigenschaften der verwendeten Baustoffe bezüglich des Wärmedurchganges teilweise nicht bekannt sind. So ist z. B. der Durchgangswert für die Fenster des Ostflügels II mit $k=1.1$ bekannt, der der übrigen Gebäudeteile kann auf Grund des Herstelldatums (3. Quartal 86) zwischen 1.2 und 2.5 liegen. Angesetzt werden 1.6.

2.3 Berechnung der Energiemenge

Berechnung der Energiemenge für den Zeitraum 02/2008 bis 03/2009 für die angenommenen Gebäudewärmedurchgangswerte mit Hilfe des Simulationsprogrammes. Dabei wurden die Temperaturmesswerte des Deutschen Wetterdienstes für Braunschweig, die für jede Stunde vorlagen, für den betrachteten Zeitraum herangezogen. Weiter wurden bei der Simulationsrechnung berücksichtigt:

- Raumtemperatur 20 Grad
- Nachtabsenkung von 13 Uhr bis 6 Uhr des Folgetages
- Wochendendabsenkung ab Freitag Mittag
- Ferientermine für 2008

- Mindesttemperatur 2,5 Grad
- Heizgrenze 15 Grad

2.4 Sukzessive Anpassung der Gebäudedurchgangswerte

in mehreren Schritten, bis die Ergebnisse der Simulation mit dem tatsächlichen bekannten Verbrauch des Zeitraumes gut übereinstimmen.

3 Simulationsrechnung für weitere Jahre

Für die Jahre 2005 bis 2007 standen nur die im Energieausweis eingetragenen Verbräuche zur Verfügung, für 2008 und 2009 wurden die abgelesenen Verbräuche mitgeteilt. Ergebnisse (alle Verbräuche in kWh):

Zeitraum	Verbrauch	Simulation	Abweichung	Jahresmitteltemperatur
2005	122845	149987	22,09%	9,84
2006	98471	133623	35,70%	10,38
2007	92821	128461	38,40%	10,67
02/2008-02/2009	139573	142768	2,29%	9,82
02/2009-02/2010	144472	143851	-0,43%	9,80

Es fällt auf, dass die Werte des Energieausweises in keiner Weise zu den abgerechneten Werte der Jahre 2008 und 2009 plausibel sind.

Korrigiert man die Werte aus dem Energieausweis um den geschätzten Heizungswirkungsgrad von 85%, dann ergibt sich folgendes Bild:

Zeitraum	Verbrauch	Simulation	Abweichung	Mitteltemperatur
2005	122845	127489	3,78%	9,84
2006	98471	113579	15,34%	10,38
2007	92821	109192	17,64%	10,67
02/2008-02/2009	118635	121353	2,29%	9,82
02/2009-02/2010	122801	122273	-0,43%	9,80

Berechnet man den durchschnittlichen Gesamtwärmedurchgangskoeffizient für das gesamte Gebäude aus den simultiv ermittelten Verbrauchswerten und der Temperaturdifferenz zwischen Jahresdurchschnittstemperatur und Raumheiztemperatur, dann ergibt sich:

$$KW_GEBÄUDE = \text{Verbrauch(in Wh)} / 365\text{Tage} / 24\text{STD} / (20 - \text{Mitteltemperatur})$$

$$KW_GEBÄUDE = 1610 \text{ W/K (Durchschnittswerte über die 5 Jahre)}$$

Die Abweichung zum Durchschnittswert beträgt max. 4,6 %

4 Simulationsrechnung für das Gebäude bei Wohnanwendung

Dafür wurden Wochenend- und Ferienabsenkung nicht berücksichtigt und die Tagesabsenkung setzt erst um 20 Uhr ein. Ergebnis (Gebäudefläche 916 m²):

Zeitraum	Simulation(kWh)	Klimafaktor	Kennwert(kWh/m2a)
2005	212488	1,11	257,5
2006	199392	1,15	250,3
2007	192774	1,21	254,7
02/2008-02/2009	210138	1,09	250,1
02/2009-02/2010	210520	1,09	250,5

Würde man dies beim Klimaausweis zugrunde legen, käme man auf einen Durchschnittswert von 252 kWh/m2a. Das ist fast der doppelte Werte des Energieausweises.

4.1 Ermittlung der Verbräuche bei Anwendung von Energieeinsparmassnahmen

Bei Umgestaltung des Westflügels zum Wohnraum und auch weiterhin sind folgende Energieeinsparmassnahmen mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand zweckmässig:

- Ersatz des vorhandenen Heizkessels durch ein Brennwertgerät
- Isolierung der Betondecken des Westflügels sowie des Südtraktes und des Ostflügels I auf einen Durchgangswert unter 0,3.
- Ersatz der Fenster des Westflügels durch solche mit der aktuell erzielbaren Isolationsfähigkeit ($k=0,7$)

Ergebnis der Simulationsrechnung:

Zeitraum	Simulation(kWh)	Klimafaktor	Kennwert(kWh/m2a)
2005	100950	1,11	122,3
2006	94134	1,15	118,2
2007	92294	1,21	121,9
02/2008-02/2009	99508	1,09	118,4
02/2009-02/2010	99610	1,09	118,5

5 Plausibilitätsüberlegungen im Vergleich mit WSWO-Rechnung für Ostflügel II

Zum Zeitpunkt der Simulationsrechnungen lag die Wärmeschutzberechnung für den Ostflügel II nicht vor. Nachträglich wurden diese Berechnungen mit den Werten der Simulationsrechnung (siehe Abschnitt 4) verglichen. Es wurden die Simulationswerte verwendet, aus denen der Kesselwirkungsgrad herausgenommen ist:

Zeitraum	Simulation(kWh) * Klimafaktor	WSVO-Rechnung	Abweichung (%)
2005	$11884 * 1,11 = 13191$	10908	17
2006	$11182 * 1,15 = 12859$	10908	15
2007	$10736 * 1,21 = 12990$	10908	16
02/2008-02/2009	$11870 * 1,09 = 12938$	10908	16
02/2009-02/2010	$11797 * 1,09 = 12858$	10908	15

Die Simulation kommt von der Grössenordnung auf vergleichbare Ergebnisse mit einer fast konstanten Abweichung von 16 %. Dafür gibt es 2 Ursachen:

- die Wärmedurchgangswerte des Ostflügels II wurden etwas zu hoch angenommen (Wände 0,4 W/m2K statt 0,315, Decke 0,5 statt 0,21)
- die WSWO-Rechnung enthält einen Fehler: 4 grosse Fenster wurden (vermutlich fehlerhaft) nicht berücksichtigt. Das hat aber vermutlich auf den Gesamtdurchlasskoeffizienten kaum Einfluss, da der Wärmekoeffizient einschliesslich solarem Gewinn mit dem der Wände vergleichbar ist.

6 Schlussergebnis

Auf Grund energieoptimierter Nutzung des Gebäudes spiegelt der Energieausweis die Qualität der Wärmedämmung des Gebäudes in keiner Weise wieder und suggeriert mit einem für das Alter des Gebäudes erstaunlich günstigen Heizenergiekennwert eine recht ordentliche Wärmedämmung. Wie die Simulationsrechnung zeigt, sind die Werte des Energieausweise überhaupt nicht auf andere Nutzungen übertragbar. Die Wärmedämmung entspricht der eines ordentlich gedämmten Wohnhauses aus den 70iger Jahren wobei die kompakte Bauweise einiges dazu beiträgt.

Jedoch ist es mit überschaubarem Aufwand möglich, Energieeinsparmaßnahmen einzubringen und so fast die Verbrauchsforderung der WSVO 95 (100 kWh/m²a) zu erreichen und möglicherweise sogar zu unterschreiten, wenn Toiletten und Flure (ca. 25% der Gesamtfläche) nur bis auf Kellertemperaturniveau geheizt werden, da man sich dort nicht bewegungslos aufhält.