

Ableitung von Algorithmen zur Klimabereinigung von Heizenergiekennwerten

-Kurzbericht-

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert

(Aktenzeichen: Z 6 – 10.07.03-04.15 / II 13 – 80 01 04-15)

Umfang: 5 Seiten

1 Ziel der Forschungsaufgabe

In der vorliegenden Arbeit zum Forschungsvorhaben „Ableitung von Algorithmen zur Klimabereinigung von Heizenergiekennwerten“ wird ein Näherungsansatz erarbeitet, der neben der Bereinigung des Heizenergieverbrauchs in Bezug auf Temperaturdaten, wie sie nach VDI 3807 Blatt 1 beschrieben ist, auch eine Bereinigung unter Einbeziehung abweichender Solarstrahlung berücksichtigt.

Bisher gebräuchlich ist das in VDI 3807 beschriebene Verfahren zur Klimabereinigung von Energiekenngrößen, das für Gebäude mit vergleichsweise niedrigem Wärmedämmniveau entwickelt wurde und bei der Anwendung auf heute gängige Gebäudeausführungen mit deutlich geringeren Wärmeverlusten im Vergleich zu früher entsprechend große Abweichungen ergibt. Bei Gebäuden mit hohen Wärmeverlusten ist der wesentliche klimatische Faktor für den Heizwärmebedarf die Außenlufttemperatur. Das Verfahren beruht auf der Ermittlung der Heizgradtage als klimatische Vergleichsgröße, die einzig von der Außenlufttemperatur abhängig ist. Für die Klimabereinigung der Energiekenngrößen älterer Gebäude mit mäßigem Wärmeschutz liefert das Verfahren nach VDI 3807 durchaus gute Ergebnisse.

Die Notwendigkeit der Energieeinsparung führte im Gebäudebereich zu einem Wandel im Bauen. Durch eine Verbesserung des Dämmstandards, eine höhere Luftdichtheit der Gebäudehülle und zunehmenden Einsatz kontrollierter Lüftung ist der Wärmeverlust heutiger Gebäude wesentlich geringer als früher. Diese Faktoren führen dazu, dass der Berechnungsansatz nach VDI 3807 für heutige Gebäude keine realistischen Ergebnisse mehr liefert. Die Berechnung der Heizgradtage erfolgt für die Heizgrenztemperatur von 15 °C. Diese entspricht nicht mehr der Heizgrenztemperatur heutiger Gebäude. Beim Berechnungsansatz nach VDI 3807 wird der Strahlungseinfluss nur indirekt berücksichtigt. Die Einbeziehung der solaren Wärmegewinne ist zur Erhöhung der Genauigkeit notwendig.

2 Durchführung der Forschungsaufgabe

2.1 Untersuchungsmethodik

Für die Herleitung eines Berechnungsansatzes zur Klimabereinigung von Heizenergiekenngrößen werden zunächst Simulationsrechnungen durchgeführt, mit denen der Heizwärmebedarf unterschiedlicher Gebäudetypen in Abhängigkeit von Außenlufttemperatur und Solarstrahlung ermittelt wird. Eingangsgrößen für die Simulationsrechnungen sind die Gebäude- und Bauteildaten, das Nutzungsprofil und die Meteorologie.

Bei den betrachteten Gebäuden handelt es sich zum einen um vier Ein-Raum- bzw. Ein-Zonen-Module und um vier Mehrzonen-Module. Diese sind nachfolgend aufgeführt:

Ein-Zonen-Module

- Zentralraum
- Eckraum
- Eckraum im Dachgeschoss
- Ein-Zonen-Haus

Mehr-Zonen-Module

- Einfamilienhaus
- Reihenmittelhaus
- Reihenendhaus
- Zentralgeschoss eines Mehrfamilienhauses

Für die Ein-Raum-Module werden Berechnungen mit variierendem Fensterflächenanteil durchgeführt. Beim Einfamilienhaus (Mehr-Zonen-Modul) wird neben dem Ausgangszustand ebenfalls ein erhöhter Fensterflächenanteil betrachtet.

Es werden zwei unterschiedliche Dämmniveaus untersucht. Dies ist zum einen der Standard, der die Einhaltung der Energie-Einspar-Verordnung (EnEV) berücksichtigt, und zum anderen ein Dämmstandard, der bei so genannten Passivhäusern vorliegt. In Anlehnung an diese Standards variiert die Nutzung. Die internen Wärmequellen werden über pauschale Werte berücksichtigt, wobei für die Module zwischen der Nutzung für übliche Wohngebäude und einer erhöhten Nutzung unterschieden wird. Bei den Mehrzonen-Gebäuden werden die internen Wärmequellen jeweils mit den Faktor 0,5 und 1,5 multipliziert.

Als meteorologische Daten werden die Testreferenzjahre des Deutschen Wetterdienstes für die Simulationen verwendet. Hierbei stellt der Standort Würzburg den Referenzort dar. Für die temperaturabhängige Bereinigung des Heizwärmebedarfs werden die Temperaturdaten von Freiburg und Hof hinzugezogen. Die Auswirkung der Solarstrahlung auf den Heizwärmebedarf wird untersucht, indem die Solarstrahlung der Würzburger TRY zusätzlich um die Strahlungsfaktoren 0,5; 0,8; 1,3; 1,5 und 2,0 variiert. Eine Betrachtung der Kombination von veränderten Strahlungs- und Temperaturdaten erfolgt anhand gemessener Klimadaten für den Standort Kassel.

2.2 Berechnung und Auswertung

Mit den oben genannten Parametern werden Simulationsberechnungen durchgeführt, aus denen der Heizwärmebedarf für die unterschiedlichen Fälle hervorgeht. Die Werte mit den abweichenden Klimadaten werden dem jeweiligen Referenzwert von Würzburg gegenübergestellt.

Anhand der Simulationsergebnisse werden zunächst getrennt für den Heizwärmebedarf mit veränderten Temperaturdaten und mit variierenden Strahlungsfaktoren Ansätze zur Bereinigung untersucht. Ein Verfahren zur Bereinigung von Heizkennwerten in Bezug auf Temperatur und Strahlung wird anhand der Kasseler Klimadaten entwickelt.

Der temperaturbezogene Bereinigungsansatz wird in Anlehnung an das Verfahren der VDI 3807 Blatt 1 hergeleitet. Hierbei stellt jedoch die Gradtagzahl die Bezugsgröße für die Bereinigung statt der Heizgradtage dar.

Zur Bereinigung des Heizwärmebedarfs bezogen auf die Solarstrahlung werden drei unterschiedliche Ansätze untersucht. Der erste Ansatz betrachtet, in Anlehnung an die rein temperaturbezogene Bereinigung, die Näherung aus Produkt von Strahlungsfak-

tor und Heizwärmebedarf. Der zweite Näherungsansatz, ebenfalls empirisch entwickelt, bezieht den Strahlungsfaktor auf den Anteil der solaren Gewinnen an den Gesamtwärmeverlusten. Um eine bessere Angleichung an die Referenzwerte zu erzielen, wird ein dritter Bereinigungsansatz analytisch entwickelt.

Für die Klimabereinigung in Bezug auf Strahlung und Temperatur wird dieser rechnerische Ansatz erweitert, indem die Gradtagzahl-Bereinigung Berücksichtigung findet. Der daraus folgende Ansatz, der zunächst die Klimabereinigung des Heizwärmebedarfs beschreibt, wird anhand eines Beispiels dargestellt und erläutert. Dieser Bereinigungsansatz wird auf die reine Betrachtung der Solarstrahlung vereinfacht und für die Anwendung auf den Heizenergieverbrauch umgeformt.

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Anhand umfangreicher Simulationsrechnungen werden von Temperatur- und Solarstrahlungseinfluss auf den Heizwärmebedarf untersucht.

Bei der Auswertung der Klimadaten stellt sich heraus, dass die höchste Strahlungssumme (Standort Stötten) die Würzburger Daten um 8,8%. Die geringste Strahlungssumme liegt in Hannover vor. Sie ist 17,1% niedriger als für Würzburg. Die Abweichung der Temperaturdaten von den Würzburger Werten wird anhand des Gradtagzahlfaktors $f_{Gt20/20}$ beschrieben. Er beträgt für Hof, als Standort mit der niedrigsten mittleren jährlichen Außenlufttemperatur 0,80. Für Freiburg liegt die mittlere jährliche Außenlufttemperatur am höchsten, der Gradtagzahlfaktor beträgt 1,13.

Die Untersuchung der verschiedenen Ansätze zur Bereinigung von Heizenergiekenngrößen ergibt, dass der rein Gradtagzahl-bezogene Ansatz sowie die beiden empirischen Ansätze zur Strahlungsbereinigung nur unzureichende Verfahren zur Klimabereinigung darstellen. Der analytisch entwickelte Ansatz zur Bereinigung in Bezug auf Solarstrahlung und Temperatur berücksichtigt zusätzlich die internen Wärmequellen und deren Schwankungen und liefert sehr gute Ergebnisse.

Dieser Ansatz lautet:

$$E_{V,ber} = f_{s,Gt} \cdot E_{V,g} \quad (1)$$

mit

$E_{V,ber}$ [kWh/(m²a)] bereinigter Energieverbrauch

$f_{s,Gt}$ [-] Faktor zur Bereinigung des Heizwärmebedarfs in Bezug auf Solarstrahlung und Temperatur nach Gleichung (2)

$E_{V,g}$ [kWh/a] gemessener Energieverbrauch

und

$$f_{s,Gt} = f_{Gt} + \frac{(f_{Gt} \cdot \eta - \eta_{ref}) \cdot (Q_{i,ref} + Q_{s,ref}) + f_{Gt} \cdot \eta \cdot (\Delta Q_i + \Delta Q_s)}{Q_h} \quad (2)$$

mit

f_{Gt} [-] Gradtagzahl-Faktor, Verhältnis der Gradtagzahl des Referenzfalls zur Gradtagzahl des betrachteten Falls

η [-] Nutzungsgrad der Wärmegewinne für den betrachteten Fall

η_{ref} [-] Nutzungsgrad der Wärmegewinne für den Referenzfall

Q_i	[kWh/a]	interne Wärmequellen für den betrachteten Fall
Q_s	[kWh/a]	solare Wärmegewinne für den betrachteten Fall
ΔQ_i	[kWh/a]	Differenz der internen Wärmegewinne
ΔQ_s	[kWh/a]	Differenz der solaren Wärmegewinne
Q_h	[kWh/a]	Heizwärmebedarf für Referenzklima

Angewendet auf die Kasseler Klimadaten ergeben sich für die bereinigten Heizwärmebedarfswerte Standardabweichungen von 0,03 für Mehrzonen-Gebäude mit EnEV-Niveau und von 0,2 für den Passivhaus-Standard.

Der Ansatz bietet somit die Möglichkeit klimabedingte, das heißt temperatur- und strahlungsbezogene Abweichungen von Energieverbrauchsdaten zu bereinigen.

Da dieser Ansatz in seiner Anwendung recht komplex ist, wird er auf die reine Betrachtung variierender Solarstrahlung vereinfacht. Gleichung (3) stellt den vereinfachten Ansatz dar:

$$Q_{H,ber} = Q_H \cdot \left[1 - c \cdot \frac{Q_{s,ref}}{A_N} \cdot (1 - f_{str}) \right] \quad (3)$$

$Q_{H,ber}$	[kWh/a]	bereinigter Jahres-Heizenergiebedarf
Q_H	[kWh/a]	betrachteter Jahres-Heizenergiebedarf
c	[-]	Koeffizient in Abhängigkeit von Gebäudetyp, Fensterflächenanteil und Dämmstandard
$Q_{s,ref}$	[kWh]	solare Wärmegewinne für den Referenzfall
A_N	[m ²]	Nettogrundfläche des beheizten Raumes
f_{str}	[-]	Strahlungsfaktor, Verhältnis der Strahlung des betrachteten Falls zum Referenzfall