

Vorschläge zur Umsetzung der EU-Richtlinie: Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden **E–A–V: Energieanalyse aus dem Verbrauch**

Einführung: Energiepässe

Spätestens mit dem Inkrafttreten der "Europäischen Gebäuderichtlinie" sind an breiter Front Energiepässe für Gebäude auszustellen. Die derzeitige Diskussion behandelt die Frage, für welche Gebäude und in welcher Detailtiefe diese Pässe zu erstellen sind. In Frage kommen:

- Gebäude- und Anlagentypologien,
- Verbrauchsmessungen und -kennwerten
- Theoretischen Bedarfsrechnungen

Die Autoren halten folgenden Weg für gangbar: Bedarfsenergiepässe werden generell für Neubauten erstellt. Hier wird der ganzheitlichen Bilanzierungsansatz für Gebäude, Anlagentechnik, Nutzung und Qualität in Planung und Ausführung der DIN 18599 verfolgt.

Im Falle der Bewertung von Bestandsbauten, die nicht (im Zuge der Energiepasserstellung) modernisiert werden, schlagen die Autoren das Ausstellen eines verbrauchsorientierten Energiepasses vor. Werden bestehende Gebäude modernisiert und die Berechnungen zum Energiepass dienen auch zur Prognose von Energieeinsparungen oder sind Grundlagen für Wirtschaftlichkeitsberechnungen, sollte unbedingt ein Abgleich zwischen Verbrauchswerten vor der Modernisierung und voraussichtlichen Bedarfswerten nach der Modernisierung erfolgen. Die Aussage der vermutlichen Energieeinsparung muss sich am jetzigen Verbrauch bzw. den zugehörigen Randbedingungen orientieren und diese entsprechend berücksichtigen!

Der vorliegende Artikel zeigt Ansätze zur Ermittlung von energetischen Kenngrößen für Gebäude, Anlagentechnik, Nutzung und Qualitätssicherung aus Verbrauchsdatenmessungen bei unterschiedlichen Belastungen. Der Schwerpunkt liegt bei der Bewertung von Wohngebäuden bzw. des Heizenergieverbrauchs von Gebäuden. Die Ansätze können also Grundlage für die verbrauchsorientierten Energiepässe als auch den beschriebenen Verbrauchs-/Bedarfsabgleich sein.

Schwerpunkt in diesem Heft ist die Bewertung der Gewinne und Verluste des beheizten Bereichs eines Gebäudes sowie die Abschätzung von Verteilverlusten im unbeheizten Bereich von Gebäuden. Der Aufsatz wird thematisch im nächsten Heft mit dem Thema Wärmeerzeuger (Schwerpunkt: Brennwertkessel) fortgesetzt. Dabei werden die Ergebnisse einer kürzlich abgeschlossenen, von der DBU geförderte Studie [2] vorgestellt. Diese zeigt, soviel sei hier vorweggenommen, dass sich aus der Korrelation von Nutz- (Output-) und Endenergie- (Input-) Mengen der Wärmeerzeuger bei verschiedenen Belastungen ebenfalls alle wichtigen Kennwerte fossil beheizter Wärmeerzeuger aus Messungen ableiten.

Verbrauch und Bedarf

Mehrere von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte Projekte [13] [2] [14] sowie die vertiefte Bearbeitung des Themas u. a. in der Dissertation der Mitautorin [12] zeigen die Vorteile einer verbrauchsorientierten energetischen Analyse von Wohngebäuden. Insbesondere als Datenbasis für Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Energieeinsparmaßnahmen liefern Verbrauchswerte sehr vertrauenswürdige Informationen.

Ein Beispiel aus der Praxis: real gemessene Verbrauchskennwerte von bestehenden Gebäuden liegen im Vergleich zu Neubauten häufig in der gleichen Größenordnung, obwohl Bedarfsrechnungen wegen der unterschiedlichen Dämm- und Anlagenstandards sehr große Energiebedarfsunterschiede prognostizieren. Ein älteres Reihenhaus Baujahr 1965 weist beispielsweise einen geringeren auf die Wohnfläche bezogenen Energieverbrauch für die Raumheizung auf als ein etwa gleichgroßes neues Einfamilienhaus, z.B. weil Teilbeheizung auftritt, weil die Bewohnerdichte geringer ist und die Nutzer mit geringeren Raumtemperaturen und Luftwechseln zufrieden sind. Bedarfsrechnungen mit Standardrandbedingungen ergeben jedoch Bedarfsunterschiede um den Faktor 2.

Würden auf Basis der Bedarfsrechnungen für das Bestandsgebäude "vor der Modernisierung" und "nach der Modernisierung" Energieeinsparungen berechnet, würde das Einsparpotential vermutlich weit überschätzt.

Nur eine detaillierte Verbrauchsanalyse, möglichst mit Auswertung von monatlichen Verbrauchswerten in Korrelation zu den zugehörigen Außentemperaturen erlaubt eine Aussage über die Gründe dieses überraschenden Ergebnisses. Weiterhin sind übergreifende Kenntnisse von Zusammenhängen und Wechselwirkungen erforderlich: zwischen baulichen, anlagentechnischen, Nutzerbedingten und die Qualität in Planung und Ausführung bestimmenden Einflüssen.

Informationen aus Jahres- und Monatsverbrauchswerten

Jahresverbrauchswerte aus Heizkostenabrechnungen ergeben eine erste Gesamtbewertung von Bestandsgebäuden. Sehr viel detailliertere Informationen über Gebäude, Anlagentechnik, Nutzung und Qualitätssicherung erhält man aus der Analyse von Verbrauchswerten, die sich aus Messungen der Nutzwärmeabgabe von Wärmeerzeugern in kürzeren Zeiträumen als ein Jahr – z.B. monatsweise ergeben. Die Verbrauchswerte sind dabei in Korrelation mit der zugehörigen Belastung (Außentemperatur, mittlere Kesselbelastung) zu bringen.

Die praktischen Messergebnisse und parallele theoretische Untersuchungen zeigen, dass bisherige, rein bedarfsorientierte Ansätze mit einer starren, vom Dämmstandard abhängigen Heizgrenztemperatur wie bei der EnEV [9] und zugehöriger Normen DIN V 4108-6 [5], DIN V 4701-10 [6] für neue Gebäude oder bei dem z.Z. in der Erprobung befindlichen Energiepassverfahren [8] [7] [15] für Bestandsgebäude in eine vergleichende Diskussion mit Kennwerten aus Verbrauchsmessungen zu stellen sind.

Typische gemessene Werte der Heizgrenztemperatur liegen sowohl für neue als auch für Bestandsgebäude – praktisch unabhängig vom Dämmstandard – zwischen 10 ... 19°C. Die Bedarfsberechnungen klassifizieren in der Regel starr (EnEV Normen: 10 °C, Energiepassverfahren: 15 °C). Sehr viel praxisnäher sind die von Loga [18] abgeleiteten Zusammenhänge der Heizgrenztemperatur. Sie hängt dabei von der auch im Dena-Verfahren [8] eingeführten Größe "nutzflächen- und temperaturbezogener Wärmeverlust h " ab.

$$h = \frac{H_T + H_V}{A_{EB}}$$

- h : nutzflächen- und temperaturbezogener Wärmeverlust, in [W/(m²K)]
- H_T : bezogener Transmissionswärmeverlust, in [W/K]
- H_V : bezogener Lüftungswärmeverlust, in [W/K]
- A_{EB} : Energiebezugsfläche, in [m²]

Zur Ermittlung dieser Größe für Bestandsgebäude sind jedoch kostenintensive und zeitaufwendige Aufnahmen der Gebäudegeometrie sowie Abschätzungen des Gebäudetyps nach

Alter, ihrer Dämmstandards sowie Zuordnungen der Fensterqualitäten, Größe, Ausrichtung, Verschattung etc. erforderlich.

Im Gegensatz zu einem bedarfsorientierten Energiepass kann mit einer Energieanalyse aus Verbrauchsmessungen auf diese kostenintensive Erfassung der Gebäudegeometrie (Wärmeübertragende Umfassungsfläche, Volumina) und auf eine Zuordnung zu Gebäude- und Anlagenstandards (Typologie) verzichtet werden. Die oben beschriebene Größe h kann direkt aus Messungen ermittelt werden! Eine umfassende Gebäudeaufnahme mit entsprechenden Fehlerquellen wird hierdurch überflüssig.

Verfahren der Energieanalyse aus dem Verbrauch

Die energetische Gesamtbilanz eines Gebäudes – unabhängig, ob bedarfs- und/oder verbrauchsorientiert – unterscheidet sinnvoll in:

- | | | |
|--|---|---|
| Gewinne und Verluste, die im unbeheizten Bereich auftreten (mit den Verlusten von Wärmeerzeugern beschäftigt sich schwerpunktmäßig der Folgebeitrag) | ⇔ | Gewinne und Verluste, die im beheizten Bereich des Gebäudes auftreten |
| Gewinne und Verluste, die abhängig von der Belastung nach der Außentemperatur bzw. von der jeweiligen Wärmeerzeugerbelastung sind | ⇔ | Gewinne und Verluste, die unabhängig von der Belastung nach der Außentemperatur bzw. von der jeweiligen Wärmeerzeugerbelastung sind |

Durch einen (zusätzlichen) Einbau von Wärmemengenzählern zur Erfassung der Nutzwärmeabgabe der Wärmeerzeugung für Raumheizung und wenn möglich auch für die Trinkwarmwasserbereitung (Bild 1) lassen sich zusätzliche Informationen über das Gebäude, die Anlagentechnik, die Nutzung und die Qualität von Planung und Ausführung gewinnen.

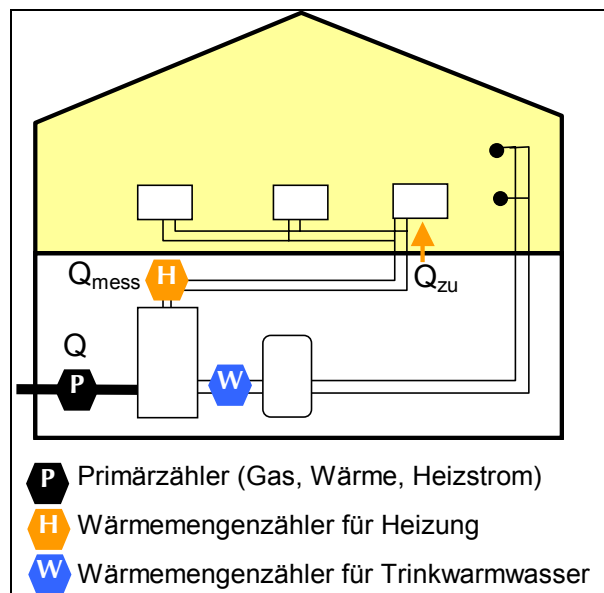


Bild 1 Anordnung der Wärmemengenzähler

So ergibt sich ein typisches Bild für die Auswertung monatlicher Verbrauchswerte bzw. daraus ermittelter mittlerer Wärmeleistungen für die Raumheizung in Abhängigkeit von den zugehörigen Außentemperaturen (Bild 2); die Heizverteilverluste im unbeheizten Bereich seien hier vorher berücksichtigt und von den direkt hinter einem Wärmeerzeuger gemessenen Wärmeverbrauchswerten abgezogen worden.

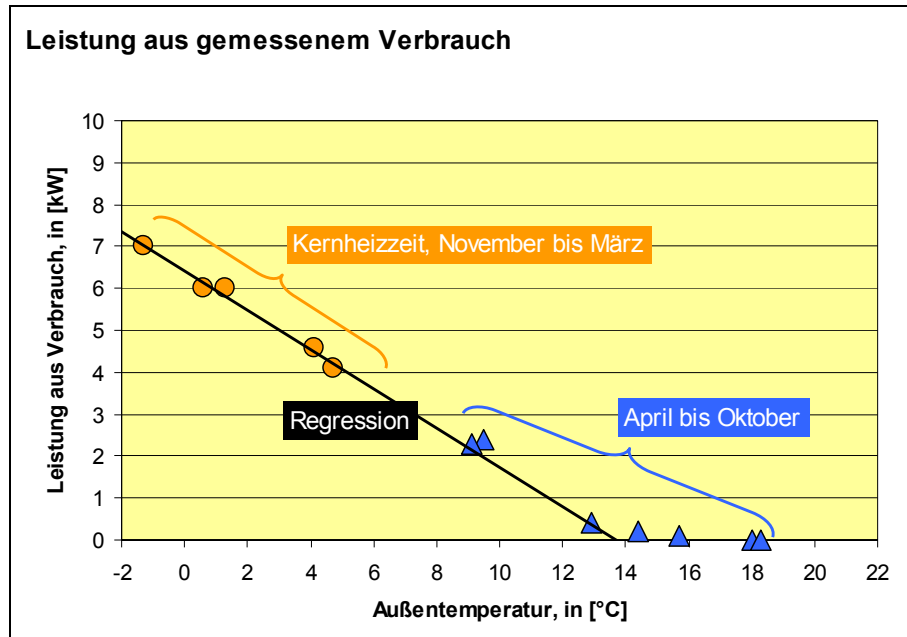


Bild 2 Auftragung der Messwerte mit Regressionsgerade

- Die mittlere Leistung in kW ergibt sich einfach aus der gemessenen Energiemenge (in kWh/Messzeitraum) durch die Länge des Messzeitraums (in h/Messzeitraum). Dabei ist die exakte monatliche Datenerfassung z.B. mit einem Speicherwärmemengenzähler sinnvoll, da Wetterdaten i.d.R. für gesamte Monate ausgewertet verfügbar sind.
- Die notwendigen Wetterdaten erhält man am kostengünstigsten im Internet. Hierbei sei besonders auf die Internetseite des IWU, Darmstadt hingewiesen (www.iwu.de), die hierfür einen kostenlosen Service anbieten!

In das Diagramm nach dem in Bild 2 gezeigten Schema werden alle Messpunkte eingetragen. Für die Messpunkte in den sogenannten Kernheizmonaten November bis März (bei denen die mittlere Außentemperatur meist unter 6 ... 8°C liegt) streuen die Datenpunkte meist nur wenig um eine einfach zu ermittelnde Regressionsgerade.

Die anderen Messpunkte der Monate April bis Oktober sind zunächst als zusätzliche Messpunkte zu verstehen, die nicht unbedingt für das Vorhaben "Erstellung eines verbrauchsorientierten Energiepasses" benötigt werden.

Praktische Ermittlung der bezogenen Heizlast bzw. bezogenen Wärmeverluste H

Vorab die wichtigste Erkenntnis: Die theoretischen Werte für den bezogenen Wärmeverlust H aus Transmission H_T und Lüftung H_V lassen sich praktisch ermitteln.

Seit Jahrzehnten, wenn nicht seit einem Jahrhundert werden in ähnlicher Form der Endenergiebedarf bzw. bei Fernwärme der Nutzenergiebedarf in Abhängigkeit der Außentemperatur ausgewertet. Hieraus werden dann Rückschlüsse auf die notwendige Anschlussleistung bei der minimalen Auslegungsaußentemperatur und auf eine praktische Heizgrenztemperatur gezogen.

Nach Ansicht der Autoren ist jedoch weder in Kreisen der Bautechnik noch der Heizungs- und Versorgungstechnik bekannt oder bewusst realisiert, dass die Steigung der Leistungsgeraden aufgetragen über der Außentemperatur nach Bild 2 der wichtigen und in allen neuen Normen verwendeten bezogenen Wärmeverlustleistung H (in W/K) entspricht. Diese aus Messdaten ermittelte Größe H ist exakt vergleichbar mit der im Dena-Verfahren zur Erstellung von Energiepässen [8] verwendeten Größe H .

Bild 3, eine andere Darstellung der Verbrauchsdaten zeigt, dass diese in den Kernheizmonaten weitgehend konstant ist. Für diese Auftragung wurden die mittleren Leistungen nach Bild 2 zusätzlich durch die Temperaturdifferenz "Heizgrenztemperatur – Außentemperatur" geteilt.

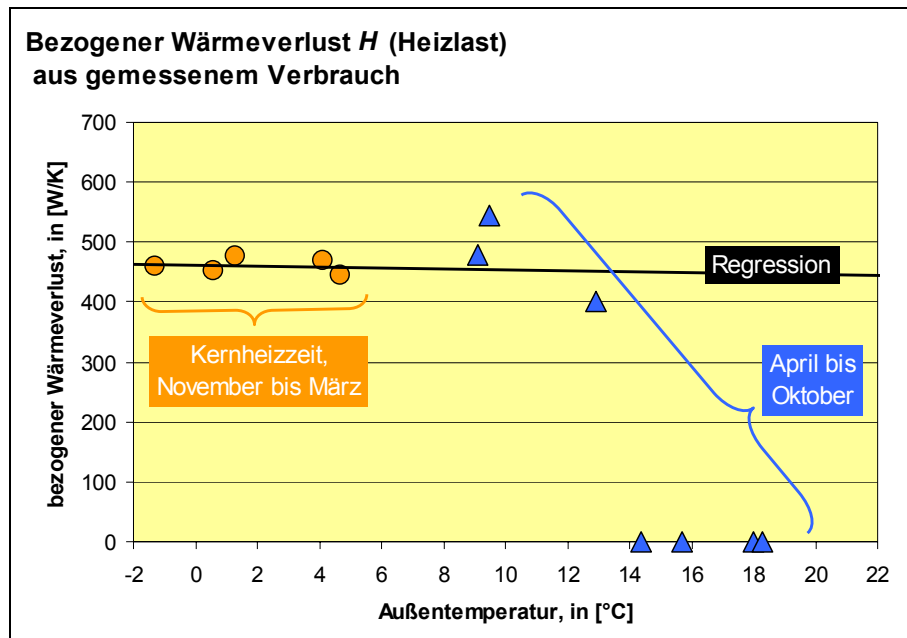


Bild 3 Bezogener Wärmeverlust

Interpretation und Erläuterungen zum Messdatenverlauf

Der Laie fragt sich bei der Betrachtung der Verbrauchsdatenauswertung nach Bild 2 (Leistung über Außentemperatur) zunächst: warum geht die Regressionsgerade nicht durch die Raumtemperatur von z. B. 20°C? Da die Verluste eines Gebäudes durch Transmission und Lüftung proportional der Innen-/Außentemperaturdifferenz sind, müsste theoretisch bis zur Raumtemperatur geheizt werden (Bild 4a).

Dies wäre richtig bei einem nicht bewohnten, fast dichten Gebäude mit dauernd geschlossenen Fensterläden, ohne jegliche innere Wärmequellen und bei Vernachlässigung solarer Gewinne über die nicht transparenten Außenwände. Es würde der Zusammenhang gelten:

$$Q_{T+V} = (U_m \cdot A + n \cdot V \cdot 0,34 \frac{Wh}{m^3K}) \cdot (t_i - t_a) \cdot z$$

- Q_{T+V} : Transmissions- und Lüftungswärmeverluste, in [kWh/a]
- U_m : mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient der Hüllfläche, in [W/(m²K)]
- A : Begrenzungsflächen des beheizten Bereichs (Hüllfläche), in [m²]
- n : Luftwechsel durch Infiltration, in [h⁻¹]
- V : beheiztes Volumen, in [m³]
- t_i : Innentemperatur, in [°C]
- t_a : Außentemperatur, in [°C]
- z : Heizzeit, in [h/a]

Bei Wohnnutzung des Gebäudes treten jedoch Fremdwärmequellen und zusätzliche Lüftungswärmeverluste auf:

- innere Wärmegewinne durch Personen und elektrische Geräte sowie durch die Wärmeabgabe von Trinkwarmwasser- und Heizwasserleitungen
- äußere Wärmegewinne durch solare Einstrahlung über die transparenten Fensterflächen.

In der Kernheizzeit November bis Februar/März sind diese Wärmegewinnleistungen näherungsweise konstant und führen damit zu einer Parallelverschiebung der Heizleistungskurve in Abhängigkeit von der Außentemperatur (Bild 4b). Die Steigung, die der mittleren bezogenen Wärmeverluste (der bezogenen Heizlast) entspricht, ändert sich also nicht!

Die Steigung entspricht dem bezogenen Wärmeverlust (bzw. synonym verwendbar: der bezogenen Heizlast oder bezogenen Heizleistung):

$$H = H_T + H_V = U_m \cdot A + n \cdot V \cdot 0,34 \frac{Wh}{m^3K}$$

- H : bezogener Wärmeverlust, in [W/K]
- H_T : bezogener Transmissionswärmeverlust, in [W/K]
- H_V : bezogener Lüftungswärmeverlust, in [W/K]

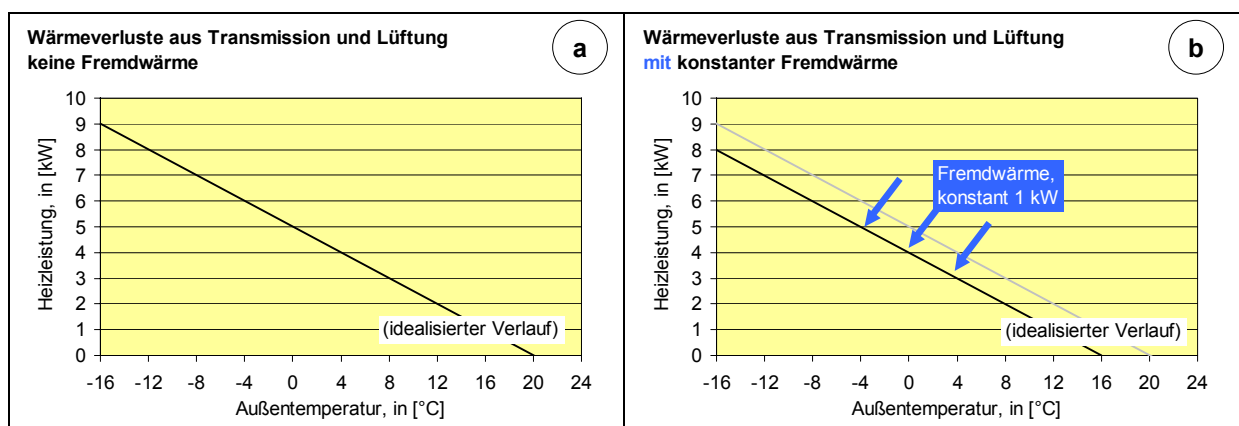


Bild 4 Verlauf der Heizleistung
(a) idealisierte Verluste aus Transmission und Lüftung ohne Fremdwärme
(b) idealisierte Verluste aus Transmission und Lüftung mit konstanter Fremdwärme

Je schlechter die Dämmqualität oder die U-Werte der eingesetzten Fenster und je höher der mittlere Luftwechsel n , desto höher die Steilheit der Geraden. Wichtig für weitergehende Überlegungen ist die Tatsache, dass die Steigung der Regressionsgeraden von einer mittleren Raumtemperatur unabhängig ist. Lediglich der von der Nutzung und gegebenenfalls von einer Lüftungsanlage (mit/ohne Wärmerückgewinnung) abhängige mittlere Luftwechsel beeinflusst die Steigung der Geraden - Thema Wohnungsleerstand; bei unsanierten Bestandsgebäude weniger, bei Passivhäusern sehr viel mehr.

Wird die Größe H (in W/K) zusätzlich auf die beheizte Wohnfläche bzw. die Energiebezugsfläche A_{EB} bezogen, ergibt sich hieraus ein Kennwert, der sowohl die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste als auch den Kompaktheitsgrad des Gebäudes bewerten (vgl. oben beschriebenes Verfahren von Loga [18]).

Für den Schnittpunkt der Regressionsgerade mit der Außentemperatur-Achse (X-Achse) ergibt sich eine theoretische Heizgrenztemperatur, bei der die Gewinne gleich den Verlusten sind und folglich die Heizleistung null wird. Diese Heizgrenztemperatur ist wesentlich abhängig von den inneren und solaren Fremdwärmegewinnen und von der mittleren Gebäudetemperatur, somit auch von der Nutzung (wiederum: Thema Wohnungsleerstand).

In der Übergangszeit sind die Verbrauchswerte sehr viel stärker dem Einfluss des Nutzerverhaltens unterworfen. Sie liegen i.d.R. nicht mehr so eindeutig auf der "Kernheizzeit-

Regressionsgeraden", sondern streuen mehr – siehe auch Bild 2 oben. Es gibt zwei Tendenzen:

1. In den Übergangszeiten Frühjahr und Herbst entsteht durch die höheren Solareinstrahlungen eine erhöhte mittlere Fremdwärmeleistung, die theoretisch sogar zu einer niedrigeren Heizgrenztemperatur führen müsste. Die Verbrauchswerte liegen tendenziell unter der "Kernheizzeit-Regression" (Bild 5a).
2. Da in den Übergangszeiten aus den verschiedensten Gründen aber häufig viel stärker gelüftet wird, kann jedoch auch der gegenteilige Effekt auftreten, die Heizgrenztemperatur verschiebt sich zu höheren Werten. Die Verbrauchswerte liegen tendenziell über der "Kernheizzeit-Regression" (Bild 5b).

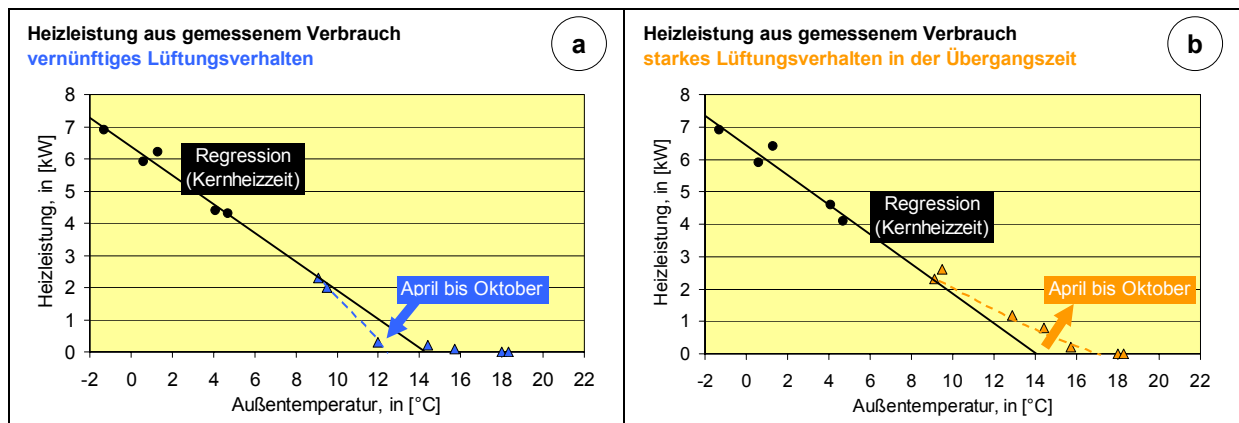


Bild 5 Verlauf der Heizleistung
(a) Verlauf der Heizleistung mit vernünftigem Lüftungsverhalten in der Übergangszeit
(b) Verlauf der Heizleistung bei zu starkem Lüftungen in der Übergangszeit

Anmerkung zum Thema Lüftung: Auch wenn die Verbrauchswerte in den Übergangs- und Sommermonaten etwa auf der Regressionsgeraden der Kernheizzeit liegen, bedeutet dies nicht, dass in diesem Zeitraum der gleiche geringe Luftwechsel wie im Kernwinter vorliegt. Da in den Übergangs- und Sommermonaten eine deutlich höhere Fremdwärmeleistung auftritt, kann bei gleicher Heizleistung (Restwärmeabgabe der Heizflächen) auch mehr gelüftet werden. Ein vernünftiges Lüftungsverhalten zur Abfuhr der Feuchte usw. kann also auch erreicht werden, wenn die Verbrauchswerte auf oder unterhalb der Kernheizzeit-Regression liegen, (ausführliche Ableitung siehe [12]).

Einfache Gesamtwärme- und Gesamtenergiebilanz

Im Normalfall kann also die aus Messwerten der Kernheizzeit extrapolierte Heizgrenztemperatur als für das Gebäude und für die Nutzung typischer Kennwert herangezogen werden bzw. auf einen standardisierten Wert (10, 12, 15, 17°C) gerundet werden.

Aus dieser Heizgrenztemperatur ergeben sich dann aus statistischen Wetterdaten [4] [20] die für den Standort und das Gebäude typische Standardheizperiodendauer und die zugehörige mittlere Außentemperatur in dieser Heizperiode. Dem Gebäude können aus Messwerten abgeleitete mittlere Heizgradtage G in der Heizzeit zugeordnet werden (Bild 6).

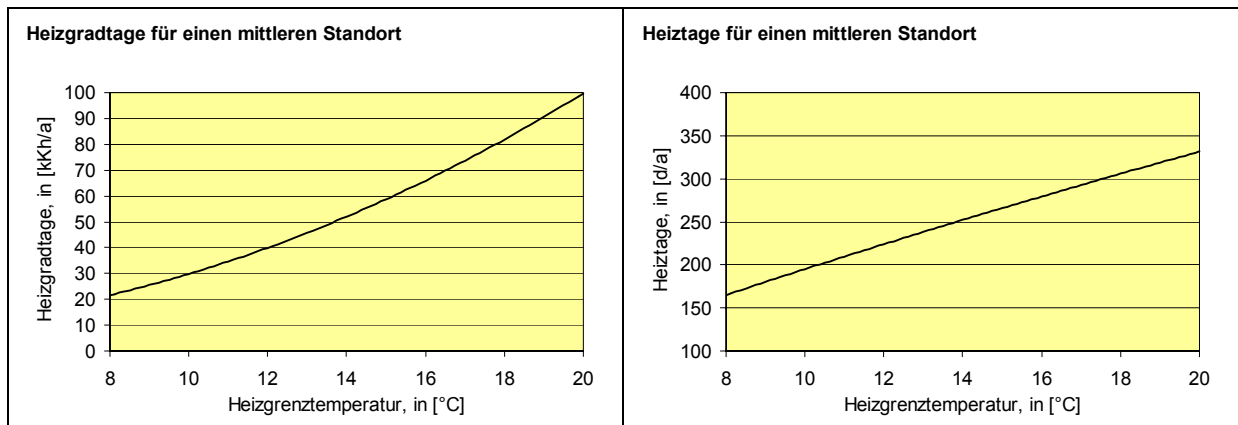


Bild 6 Typische Heizgradtage und Heiztage

Der normierte Heizwärmeverbrauch im beheizten Bereich des Gebäudes (der etwa vergleichbar mit dem Heizwärmebedarf ist), kann somit aus den Messwerten abgeleitet werden:

$$Q_h = H \cdot G$$

- Q_h : normierter Heizwärmeverbrauch, in [kWh/a]
- H : aus Messdaten abgeleiteter bezogener Wärmeverlust (Steigung der Regressionsgeraden aus Monatsmessungen), in [W/K]
- G : normierte Heizgradtage mit einer aus Messdaten abgeleiteten Heizgrenztemperatur (standardisiert nach [18] [8]), in [kKt/a]

Der Heizenergieverbrauch des Gebäudes als Summe der Wärmezufuhr in den beheizten Bereich und der technischen Verluste im unbeheizten Bereich lässt sich ebenso auf eine einfache Beziehung zurückführen.

$$Q = H \cdot G + Q_t$$

$$= H \cdot G + (Q_d + Q_s + Q_g)$$

- Q_t : anlagentechnische Verluste außerhalb der wärmeübertragenden Umfassungsfläche bzw. des beheizten Bereichs (Verteil-, Speicher- und Wärmeerzeugerverluste), in [kWh/a]
- Q_d : mit Hilfe von Messwerten standardisierte Verteilverluste, in [kWh/a]
- Q_s : mit Hilfe von Messwerten standardisierte Speicherverluste, in [kWh/a]
- Q_g : mit Hilfe von Messwerten standardisierte Erzeugerverluste, in [kWh/a]

Die Ableitung normierter Erzeugerverluste soll hier nicht weiter besprochen werden. Hier wird auf die folgende Veröffentlichung im TGA-Fachplaner zur Thematik: „Kennwerte von Wärmeerzeugern“ sowie die Literatur [11] [16] verwiesen. Hier können beispielsweise abgeleitete Kennwerten aus einer Schornsteinfegermessung/Wartungsmessung der Abgaswerte eines Wärmeerzeugers einfließen.

Verteilverluste im unbeheizten Bereich

Zur Ermittlung von standardisierten, aus Verbrauchswerten abgeleiteten Verteilverlusten kann der folgende Zusammenhang verwendet werden.

$$Q_d = L_{Rohr} \cdot U_{Rohr} \cdot (t_{i,Rohr} - t_{unbeheizter\ Raum}) \cdot Z$$

- Q_d : standardisierte Verteilverluste, in [kWh/a]
- L_{Rohr} : Heizleitungslängen im unbeheizten Bereich des Gebäudes, in [m]

- U_{Rohr} : mittlerer längenbezogener Wärmeverlust der Leitungen, beispielweise nach Bild 7a, in [W/(mK)]
- $t_{i,Rohr}$: mittlere Temperatur in den Rohren, näherungsweise mit Hilfe von Bild 7b bestimmt, in [°C]
- $t_{unbeheizter\ Raum}$: Temperatur im unbeheizten Raum, beispielsweise aus Messung abgeschätzt, in [°C]
- z : Standardlänge der Heizperiode mit der aus Messdaten abgeleiteten Heizgrenztemperatur (standardisiert nach [18] [8]), in [h/a]

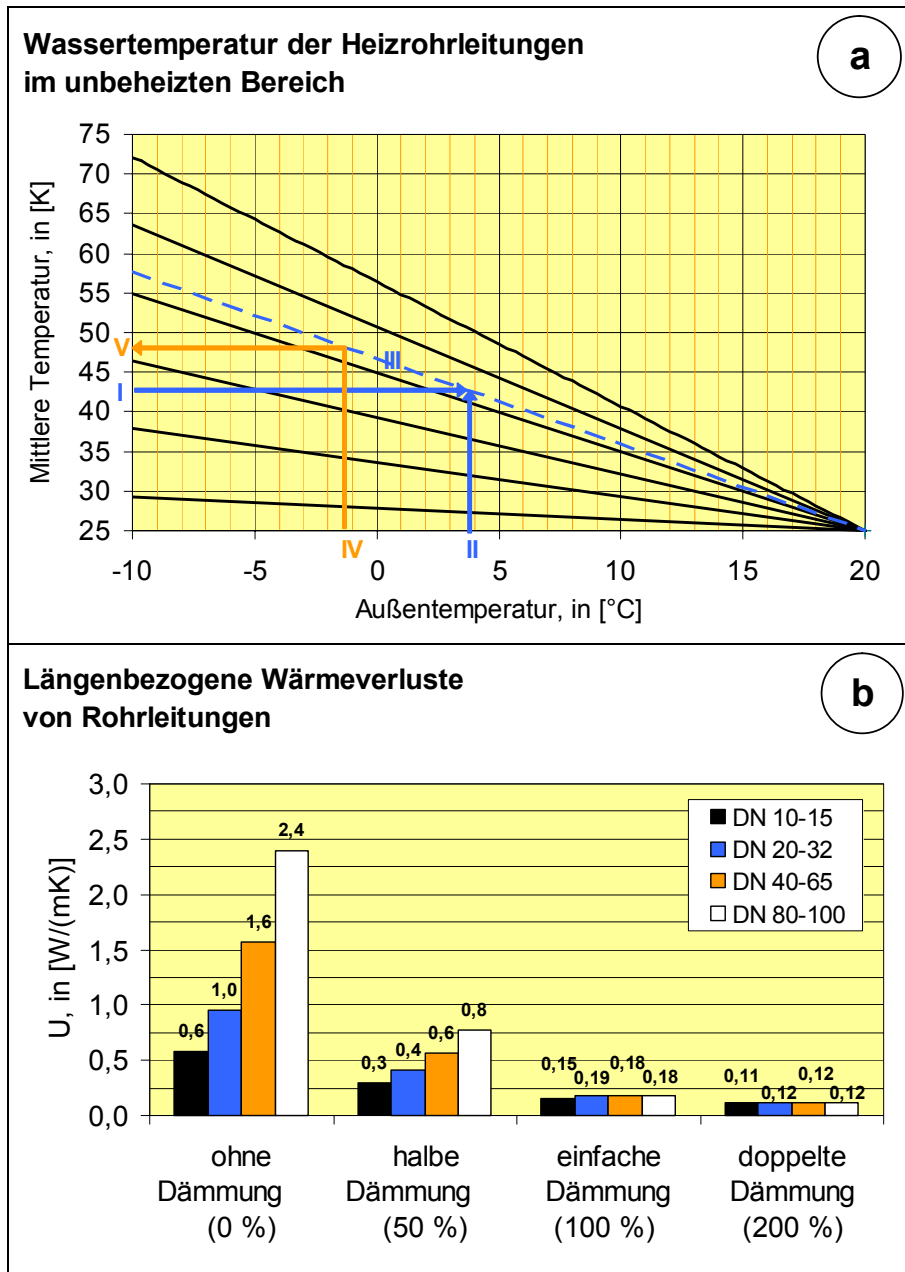


Bild 7 Abschätzung von Verteilverlusten
 (a) Heizwassertemperatur
 (b) Längenbezogener Wärmeverlust der Leitungen

Die standardisierten Verteilverluste im unbeheizten Bereich müssen mit Hilfe von Kennwerten, aber auch unter Verwendung von realen Anlagengrößen abgeschätzt werden. Eine Messung ist hier praktisch nicht möglich, da (wenn überhaupt) nur ein Wärmemengenzähler

hinter dem Erzeuger installiert wird. Dieser misst sowohl die Verteilverluste als auch die Menge, die dem beheizten Bereich zugeführt wird.

Die Leitungslängen im unbeheizten Bereich müssen bei einer Gebäudebegehung aufgenommen werden. Dabei wird auch der typische Dämmstandard für die Leitungen erfasst. Bild 7b kann zur Ermittlung des mittleren Längenbezogenen Wärmeverlustes für die Rohre herangezogen werden.

Bei der Gebäudebegehung werden nun noch 4 Temperaturen erfasst: die Vorlauftemperatur der Heizleitungen, die mittlere Rücklauftemperatur der Heizleitungen, die Außentemperatur und die typische Kellertemperatur. Der Einsatz einer witterungsgeführten Vorlauftemperaturregelung wird hierbei vorausgesetzt.

Mit Bild 7a wird aus dem Mittelwert der Vor- und Rücklauftemperatur des Heiznetzes (I) und der gemessenen Außentemperatur (II) der typische Heizwassertemperaturverlauf (III) konstruiert. Vereinfacht liegen alle Heiznetztemperaturen über den Verlauf des Jahres auf dieser Linie (III). Nun kann beispielsweise mit der normierten mittleren Außentemperatur aus den statistischen Wetterdaten (IV) auch die mittlere Heizwassertemperatur (V) bestimmt werden.

Mit der typischen gemessenen Kellertemperatur und der normierten Heizperiodenlänge, die sich ebenfalls aus den statistischen Wetterdaten ergibt, kann der Mittelwert für die Verteilverluste im unbeheizten Bereich bestimmt werden.

Die beschriebene Vorgehensweise kann auch für die Abschätzung monatsweiser Verteilverluste verwendet werden! Dann wird aus Bild 7a die mittlere Heizwassertemperatur anhand der mittleren Monatstemperatur abgelesen und in die Gleichung zur Bestimmung der Verteilverluste wird die Zeitdauer eines Monats eingesetzt.

Kompatibilität der Verfahren

Dieser einfache Vorschlag zur Energiebilanz aus Verbrauchsmessungen ist voll kompatibel mit den bisher bekannten Bilanzansätzen und hat den Vorteil, dass alle bestimmenden Größen durch Verbrauchsmessungen bei verschiedenen Außentemperaturen, z. B. in den Monaten der Kernheizzeit ermittelt werden können. Gleichzeitig wird der Heizenergiebedarf bzw. -verbrauch in einen lastabhängigen (nur von der Außentemperatur abhängigen) und einen lastunabhängigen Anteil aufgeteilt – dieses Thema wird im folgenden Aufsatz zum Thema "Wärmeerzeuger" noch vertieft. Einzeleinflüsse des Gebäudes, der Anlagentechnik, der Nutzung und der Qualitätssicherung lassen sich dabei in einer Feinanalyse ebenfalls weitgehend diesen Anteilen zuordnen.

Gebäude und Nutzungsstandards und zukünftig auch Qualitätssicherungsstandards der Planung und Ausführung von Gebäude bzw. Anlagentechnik lassen sich ebenfalls mit diesen Größen festlegen. Hierzu sollte der bezogene Wärmeverlust H und bei Bedarfsrechnungen ggf. nur der bezogene Transmissionswärmeverlust H_T zusätzlich auf eine sinnvoll gewählte Fläche, z. B. bei Wohngebäuden auf die beheizte Wohnfläche bezogen werden, wie dies auch in Vorschlägen des IWU zur Energiepass-Diskussion [18] aufgenommen wurde.

Bild 8 zeigt noch einmal zusammenfassend die Schritte, die zu einem aus Verbrauchswerten abgeleiteten Kennwert für den Jahresheizenergiebedarf führen.

Zähler installieren
Monatliche Messwerte Q_{mess} erfassen (Kernheizzeit)
Technische Verluste im unbeheizten Bereich abschätzen
Monatliche Werte für Q_{zu} bestimmen
Monatliche Außentemperatur ermitteln
Diagramm „Leistung-Außentemperatur“ erstellen
Heizgrenztemperatur, Steigung der Regressions- geraden H (spezifischer Wärmeverlust) ablesen
Standardwert für die Heizgradtage ermitteln
Standardwerte für technische Verluste bestimmen
Standardenergieverbrauch Q berechnen

Bild 8 Schritte der Verbrauchsdatenauswertung

Aus den monatlichen Messwerten eines Wärmemengenzählers Q_{mess} in der Kernheizzeit wird die Energiemenge Q_{zu} bestimmt, die in den beheizten Bereich des Gebäudes geliefert wird. Die Differenz zwischen beiden sind die abgeschätzten Verteilverluste des unbeheizten Bereichs.

Zusammen mit den monatlichen Außentemperaturdaten wird das Diagramm "Leistung über Außentemperatur" erstellt, der Wert für H sowie die Heizgrenztemperatur abgelesen. Für diese Heizgrenztemperatur werden alle Standardwetterdaten aus der Statistik entnommen (Heizzeit, mittlere Außentemperatur, Heizgradtage)

Die standardisierten Energiekennwerte (Heizwärmeverbrauch Q_h , Verteil- und Wärmeerzeugerverluste) und der standardisierte Energieverbrauch Q werden bestimmt.

Fazit: Randbedingungen von Nachweisverfahren neu definieren

In der derzeitigen Diskussion zum Energiepass wird der rein Bedarfsorientierte Energiepass von vielen Seiten favorisiert [8] [7]. Verbraucherverbände und Wohnungswirtschaft weisen jedoch zu Recht darauf hin, dass mit der gesetzlich vorgeschriebenen Heizkostenabrechnung für Gebäude mit mehr als 3 Wohneinheiten die Verbrauchskennwerte für ein Gebäude vorliegen und damit für einen Energieausweis in einfachster Weise herangezogen werden könnten. Dies gilt sicherlich für alle Bestandsgebäude, die in absehbarer Zeit nicht für eine Sanierung oder für eine Modernisierung vorgesehen sind. Es ist lediglich eine Witterungskorrektur, z. B. gemäß VDI 3807 [19] unter Berücksichtigung der Anteile für die Trinkwarmwasserbereitung durchzuführen. Die Erstellung eines Energiepasses könnte für diese Fälle als Dienstleistung von Heizkostenabrechnungsfirmen angeboten werden.

Mit heute verfügbaren Wärmemengenzählern, welche die Datenspeicherung von Monatsverbrauchswerten ohne Zusatzaufwand ermöglichen, ließen sich jedoch die oben beschriebenen, weiteren Informationen zum Gebäude und zur Anlagentechnik, sowie zur Nutzung für eine bevorstehende Sanierung bzw. Modernisierung gewinnen.

Es erscheint den Verfassern deshalb durchaus angemessen, die Installation von zusätzlichen Messeinrichtungen (Ölmengenmesser, Wärmemengenzähler), finanziert durch Zuschüsse, als sinnvolle Maßnahme zur Erstellung eines Energiepasses für Gebäude mit ho-

hen Verbrauchswerten und/oder mit kurz-, mittel- oder langfristig vorgesehener Modernisierung der Fassade, der Fenster und der Anlagentechnik zu fordern.

Hieraus wird der Wunsch an die Fördermittelstellen, z.B. BAFA [1] abgeleitet, zukünftig nicht nur die unabhängige Energieberatung nach einem bedarfsorientierten Verfahren sondern auch die Investition in Messeinrichtungen für eine detaillierte Verbrauchsanalyse finanziell zu fördern. Dies gilt v. a. für Ein- und Zweifamilienhäuser, für die keine Heizkostenerfassung vorgeschrieben ist.

Durch diese Maßnahmen könnte gleichzeitig das Bewusstsein der Bevölkerung für den Kosten- und Umweltanteil ihrer Heizung wesentlich steigen. Gleichzeitig erhält man realistische Energiekennwerte ohne die Gefahr, dass auf Basis reiner Bedarfsrechnungen mit teilweise unrealistisch festgelegten (verhandelten) und von Brancheninteressen geprägten Randbedingungen falsche Hoffnungen auf nicht erreichbare Einsparungen bei einer Modernisierung entstehen.

Hierbei interessant sind die unabhängig voneinander veröffentlichten Aussagen zweier Referenten auf einem kürzlich von der GdW veranstalteten Workshop [10], dass bei Bedarfsrechnungen für den EnEV-Nachweis, also für Neubauten, die errechneten Werte meist niedriger liegen als die sich später in der Realität einstellenden Verbrauchswerte [11], dass sich jedoch nach den ersten Dena-Bedarfsrechnungen für den Gebäudebestand die Tendenz genau umgekehrt ergibt [3]: die Verbrauchswerte liegen häufig unter den Bedarfswerten; und dies nicht begründet durch Wohnungsleerstände, sondern durch unrealistische Randbedingungen für die Bedarfsrechnungen.

Hoffentlich wird man nicht erst dann auf dieses Ergebnis aufmerksam, wenn sich aus den reinen Bedarfsrechnungen für eine Modernisierung (vorher – nachher) Einsparungen ergeben, die höher als 100 % sind.

Quellen

[1]	Bafa; Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle; Förderung z.B. von Vor-Ort-Energieberatungen für Gebäude; im Internet unter: http://www.bafa.de
[2]	Brennwertkessel im Feld; von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU gefördertes Projekt zur Untersuchung des Betriebsverhaltens von Brennwertkesseln im Feld; durchgeführt von der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel; Abschlussbericht im Internet unter http://enev.tww.de
[3]	Christian Sperber; Der verbrauchskennwert-basierte Energieausweis auf Grundlage der Heizkostenverordnung; Vortragsmanuskript/Folien für die GdW-Konferenz am 13. Juli 2004
[4]	DIN 4710; Statistiken meteorologischer Daten zur Berechnung des Energiebedarfs von heiz- und raumluftechnischen Anlagen in Deutschland; Beuth-Verlag; Berlin; 2003
[5]	DIN V 4108 Teil 6; Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden; Vornorm - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und Jahresheizenergiebedarfes; Beuth-Verlag; Berlin; 2000 und 2003
[6]	DIN V 4701 Teil 10; Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen; Vornorm - Teil 10: Heizung, Trinkwarmwasser, Lüftung; Beuth-Verlag, Berlin, 2001 und 2003
[7]	DIN V 4701-12 Blatt 1; Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand; Teil 12: Heizung, Trinkwarmwasserbereitung, Lüftung; Blatt 1 – Wärmeerzeuger und Trinkwarmwassererwärmung; Beuth; Berlin; 2003.
[8]	Energetische Bewertung von Bestandsgebäuden; Arbeitshilfe für die Ausstellung von Energiepässen; Deutsche Energieagentur; Berlin; 2004
[9]	EnEV; Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV); 2001 und 2004
[10]	GdW Bundesverband deutscher Wohnungsunternehmen; GdW-Konferenz "Energieausweise"; Berlin; 13. Juli 2004
[11]	Kati Jagnow, Stefan Horschler und Dieter Wolff; Die neue Energieeinsparverordnung 2002; Fachbuch zur Energieeinsparverordnung und alternativen Bilanzverfahren; Verlag Deutscher Wirtschaftsdienst; Köln; 2002

[12]	Kati Jagnow; Verfahren zur energetischen und wirtschaftlichen Bewertung von Qualitätssicherungsmaßnahmen in der Heizungsanlagentechnik; Dissertation; Fakultät Bauwesen der Universität Dortmund; 2004
[13]	Kronsberg; von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU gefördertes Projekt zur Entwicklung und Durchführung von Qualifizierungsmaßnahmen im Bereich des ökologischen Bauens am Beispiel des Stadtteils Hannover Kronsberg
[14]	Optimus; von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU gefördertes Projekt zur Optimierung von Heizungsanlagen zusammen mit dem ausführenden Handwerk, Berufsbildenden Schulen, Berufsschullehrererausbildung und Wissenschaftlicher Begleitung; beteiligt u.a. Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel; im Internet unter http://www.optimus-online.de
[15]	PAS 1027; Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen im Bestand; Ergänzung zur DIN 4701-12 Blatt 1; 2004.
[16]	Peter Deutscher und Lothar Rouvel; Energetische Bewertung haustechnischer Anlagen; 2 Teile; HLH; Nr. 7 und 8/2003; VDI; Düsseldorf; 2003.
[17]	Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Gebäuderichtlinie); 16. Dezember 2002
[18]	Tobias Loga; Heizgrenztemperaturen für Gebäude unterschiedlicher energetischer Standards; Bauphysik Nr. 25; 2003 sowie Energiebilanztoolbox; IWU; Darmstadt; 2001.
[19]	VDI 3807; Energieverbrauchskennwerte für Gebäude; Blatt 1: Grundlagen, Blatt 2: Heizenergie- und Stromverbrauchskennwerte, Blatt 3: Wasserverbrauchskennwerte für Gebäude und Grundstücke; 1994, 1998 und VDI; 2000
[20]	Wetterdatenzusammenstellung des IWU (http://iwu-darmstadt.bei.t-online.de/datei/) auf Basis der Daten des Deutschen Wetterdienstes (http://www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS/daten/online/nat/index.htm)