Martin Zerwas
Hans-Jürgen Krause
Michael Zens
Tobias Frey

DOI: 10.1002/bapi.200810025

Energieausweis nach DIN V 18599 und mittels Gebäudesimulation – ein Projektbericht

Mit der verbindlichen Einführung der EnEV 2007 zum 01. 10. 2007 wurde die Berechnung des Wärmeschutznachweises bei Nichtwohngebäuden vollständig umgestellt. Konnten z. B. Bürogebäude oder beheizte Hallen bislang nach DIN 4701-10 relativ einfach berechnet werden, so sind nun aufwändige Berechnungen nach DIN V 18599 anzustellen. Gleichzeitig entwickelt sich der Wärmeschutznachweis – beginnend in den 70er Jahren – vom „passiven" Rechennachweis immer stärker zu einem „aktiven" und gewichtigen Planungspart im Entstehungsprozess eines Projektes. Dies ist richtig und auch erforderlich, will man ein energieoptimiertes Gebäudekonzept aufstellen. An Hand eines Projektes wurden die Praxistauglichkeit und der Nutzen für den Bauherren einer Berechnung nach DIN V 18599 mit einer thermischen Gebäudesimulation verglichen. Dabei ergaben sich Fragen der Umsetzung, die in dem Aufsatz behandelt werden. Die EnEV 2007 stellt sicherlich einen weiteren Meilenstein dar, da die Konsequenzen sowohl für den Planungsprozess als auch für den Gebäudeentwurf weitreichend sind. Weitere Fragen wurden aufgeworfen und sind in Zukunft zu beantworten.

Energy performance assessment based on DIN V 18599 vs. building simulation – a project report. *The new German Energy Conservation Ordinance (EnEV 2007), which came into force on 1st October 2007, stipulates a new approach to energy perform-ance assessment for non-domestic buildings. In the past the calculations based on DIN 4701-10 for office buildings and heated halls, for example, were relatively simple. DIN V 18599, in contrast, now specifies a rather time-consuming procedure. In parallel, since the 1970s the approach to energy performance assessment increasingly developed from „passive" calculations to an „active" and key component of the design and formation process for a project, and this is indeed how it should be if the aim is to create an energy-optimised building design. Based on a specific project the suitability for practical application and the benefit for the client of the calculation procedure according to DIN V 18599 were compared with a thermal building simulation. The resulting implementation issues are discussed in this paper. The Energy Conservation Ordinance 2007 no doubt represents a further milestone with far-reaching consequences for the planning process and for building design and raises new issues that will have to be addressed in future.*

1 Anlass

Offiziell ist die neue Energieeinsparverordnung (EnEV 2007) seit Oktober 2007 eingeführt. Bereits mit Erscheinen des ersten Referentenentwurfs im Jahr 2006 war klar, dass mit ihr erhebliche Änderungen einhergehen werden, die weit über redaktionelle Anpassungen hinausgehen. Dies betrifft vor allem die Richtlinien für alle Nichtwohngebäude, weshalb sich dieser Beitrag nur auf diese Gebäudetypologie bezieht.

Für alle Nichtwohngebäude ist nun nicht mehr DIN 4701-10 [1] das (rechnerische) Maß aller Dinge, sondern die neue Norm DIN V 18599 [2]. Rechtliches Ziel und Anlass für die neue EnEV war eine sogenannte 1 : 1-Umsetzung der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden aus dem Jahr 2002 – interessanterweise das Jahr der Einführung der ersten EnEV. Dabei sollte die neue EnEV nach Aussage der zuständigen Bundesministerien nicht zu einer Verschärfung der Richtlinien führen. Mit der neuen EnEV werden auch Energieausweise (früher besser bekannt als Energiepass) für Bestandsgebäude Zug um Zug verpflichtend eingeführt.

Grundlegende Neuerungen der EnEV 2007

Zwei Hauptunterschiede hält die EnEV 2007 im Gegensatz zur alten Fassung für die Planer bereit. Die wichtigste und grundlegendste Änderung der EnEV, die sich auch in der DIN V 18599 widerspiegelt, ist die Berücksichtigung von Klimatisierung/Kühlung (neu), Beleuchtung (neu), Lüftung, Brauch-Warmwasser (neu bei Nichtwohngebäuden) und Heizung bei der Berechnung des Primärenergiebedarfs eines Gebäudes. Die zweite Neuerung ist die Unterteilung in Gebäudezonen (unterschiedliche Nutzung und/oder Gebäudetechnik). Neu ist auch, dass die EnEV keine zulässigen Grenzen für Primärenergiebedarf und Wärmeverlust über die Gebäudehülle (neue Bezeichnung: Transmissionswärmetransferkoeffizient) in Abhängigkeit des A/V_e-Verhältnisses (Verhältnis zwischen der „Gebäudeoberfläche" und dem beheizten Volumen) vorgibt. Vielmehr sind diese Grenzwerte rechnerisch zu ermitteln. Während der zulässige Transmissionswärmetransferkoeffizient mit einer einfachen empirisch hergeleiteten Formel bestimmt wird, ergibt sich der zulässige Primärenergiebedarf aus einer separaten Gebäudeberechnung unter Verwendung der in Anlage 2 zur EnEV genannten Referenzanlagentechnik (Bild 1).

Die Formel zur Berechnung des spezifischen (= zulässigen) Transmissionswärmetransferkoeffizienten für Gebäude ist abhängig vom Fensterflächenanteil wie folgt:

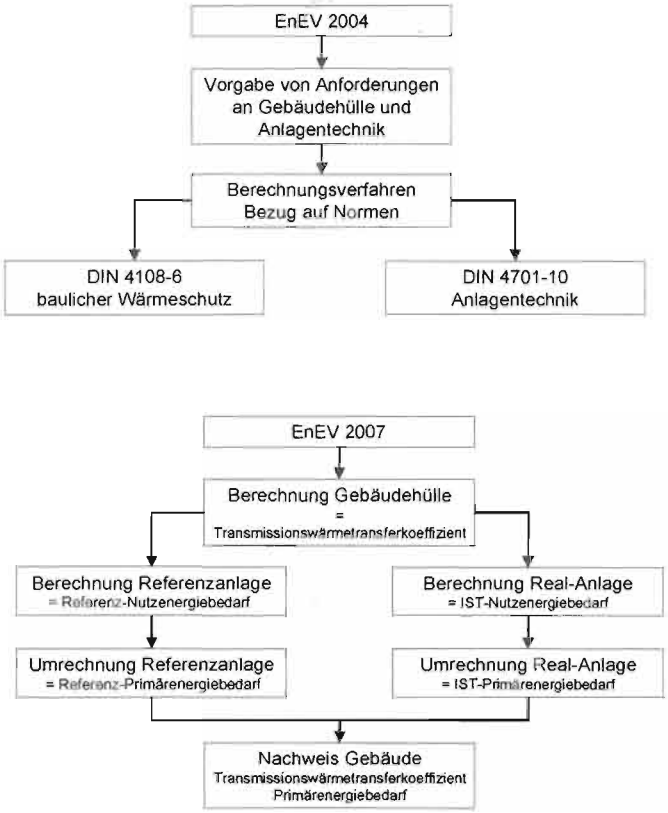

Bild 1. Unterschiedliche Verfahrensweisen bei der Ermittlung des Energiebedarfs nach EnEV 2004 (oben) und DIN V 18599 (unten)
Fig. 1. Different approaches for determining the energy demand according to EnEV 2004 (top) and DIN V 18599 (bottom)

a) ≥ 19 °C und mit einem Fensterflächenanteil ≤ 30 %

$$H'_T\left[\frac{W}{m^2K}\right] = 0{,}23\left[\frac{W}{m^2K}\right] + \frac{0{,}12\left[\frac{W}{m^3K}\right]}{A/V_e}$$

b) ≥ 19 °C und einem Fensterflächenanteil > 30 %

$$H'_T\left[\frac{W}{m^2K}\right] = 0{,}27\left[\frac{W}{m^2K}\right] + \frac{0{,}18\left[\frac{W}{m^3K}\right]}{A/V_e}$$

c) ≥ 12 °C und < 19 °C

$$H'_T\left[\frac{W}{m^2K}\right] = 0{,}53\left[\frac{W}{m^2K}\right] + \frac{0{,}10\left[\frac{W}{m^3K}\right]}{A/V_e}$$

2 Konsequenzen aus der EnEV 2007 für die Planung

Allein aus den oben genannten grundlegenden Veränderungen wurde schnell klar, dass sowohl der Einarbeitungsaufwand als auch der Bearbeitungsaufwand gegenüber der EnEV 2004 erheblich größer sein würde. Kleinere und mittlere Ingenieurbüros, die bislang den baurechtlichen Wärmeschutznachweis „nebenbei" gemacht haben – vorzugsweise Tragwerksplaner – werden diese Investition in der Mehrzahl nicht leisten können und auf diesen Planungspart verzichten. Diese Tendenz scheint sich inzwischen zu bestätigen. Aus dem erheblichen Mehraufwand für die Erstellung der Nachweise ergibt sich zwangsläufig auch ein höheres erforderliches Planungshonorar. Die Schätzungen des Mehraufwandes liegen beim zwei- bis dreifachen gegenüber der EnEV 2004. Auch diese Prognose wurde inzwischen durch das neue AHO-Heft Nr. 23 [1] bestätigt (Tabelle 1).

Tabelle 1. Planerischer Mehraufwand für die Erstellung der Nachweise nach EnEV 2007 (Quelle: HOAI und AHO-Arbeitskreis EnEV)
Table 1. Additional costs associated with the design calculations according to EnEV 2007 (source: Fee Structure for Architects and Engineers (HOAI) and AHO EnEV task group)

Anrechenbare Kosten [€]	HOAI	AHO		HOAI	AHO	
	Zone III					
	von		Faktor	bis		Faktor
255.646	736	3.378	4,6	900	4.374	4,9
500.000	1.010	4.293	4,3	1.271	5.720	4,5
2.500.000	2.594	9.702	3,7	3.193	12.645	4,0
5.000.000	3.909	13.995	3,6	4.815	18.202	3,8
25.000.000	14.881	47.195	3,2	17.516	63.058	3,6
25.564.594	15.190	51.646	3,4	17.875	64.350	3,6

Überlegungen

Welchen Nutzen aber zieht der Bauherr aus diesem aufwändigeren Verfahren? Zwar lassen sich die Jahres- und Monatsverbrauchswerte nach DIN V 18599 berechnen, jedoch ist es z. B. nicht möglich, für einzelne Gebäudezonen den Verlauf der Innenraumtemperatur zu ermitteln oder eine belastbare Aussage zur erforderlichen Heizleistung abzuleiten. Zudem war fragwürdig, ob die so berechneten Ergebnisse einen größeren Realitätsbezug aufweisen als nach EnEV 2004. Denn ohne reellen Mehrwert wird es sehr schwer, das erforderliche Honorar gegenüber dem Bauherrn inhaltlich zu rechtfertigen.

Wenn der Berechnungsaufwand in diesem Maße steigt, stellt sich weiterhin die Frage, wie groß der Unterschied zu einer thermischen Gebäudesimulation dann noch ist. Ergeben sich außerdem mit einer Gebäudesimulation nicht wesentlich mehr Informationen (z. B. Innenraumtemperaturen, gefühlte Temperaturen etc.) als „nur" der baurechtliche Nachweis nach DIN V 18599? Ist es eventuell sogar möglich, eine Simulation „im Sinne der EnEV 2007" durchzuführen?

Es lag auf der Hand, die weiteren Schritte zur Beantwortung dieser Fragen mit Hilfe ausgewählter Projekte zu testen und für diese Energieausweise und Gebäudesimulationen zu erstellen. Eine intensive Einarbeitung in DIN V 18599 war ohnehin notwendig. Der vorliegende Projektbericht beschreibt zwar nur ein Objekt, jedoch können die abgeleiteten Erkenntnisse durchaus verallgemeinert werden.

3 Projektbeispiel

Projektdaten
Netto-Grundfläche 1.642 m^2,
Netto-Volumen 6.804 m^3,
U-Werte [W/(m^{2}K)] der Bauteile:

- Keller-Bodenplatte 0,24
- Keller-Außenwand 0,32
- Außenwand 0,27
- Dachdecke 0,24
- Tür 2,00
- Fenster 1,43.

Besonderheiten

Das Gebäude weist sowohl bezüglich seiner Lage als auch in seiner Nutzung und haustechnischen Ausstattung einige Besonderheiten auf, die im Zuge der Berechnung zu berücksichtigen waren. So führt seine Lage in der Innenstadt und der damit verbundenen dichten Bebauung zu einer sehr geringen „Oberfläche". Auch wurde als Schaufensterverglasung – wie bei derartigen Gebäuden üblich – Einscheibenverglasung seitens der Bauherren und Mieter bindend vorgegeben. Grund hierfür ist die geringe Reflexion und Farbverfälschung. Eine wärmedämmende Zweischeibenverglasung kostet nicht nur das acht- bis zwölffache, sondern hat auch eine lange Lieferzeit, was bei einer Beschädigung der Verglasung zu erheblichen Beeinträchtigungen führen würde.

Eine weitere Besonderheit ergibt sich aus der Nutzung als Store eines bekannten Modelabels. Nach EnEV 2007 sind bei der Berechnung des Gebäudes die in DIN V 18599-10 genannten Nutzungszonen zu verwenden. Diese geben u. a. die Beleuchtungsstärke von 300 lx vor. Tatsächlich liegt bei einer Storenutzung die vorhandene Shopbeleuchtung mit ca. 60 bis 80 W/m² weit über diesem Wert. Dieser Mehrverbrauch ist jedoch nicht zu berücksichtigen (ebensowenig wie z. B. die Schaufensterbeleuchtung).

4 Berechnung nach DIN V 18599

Die „öffentlich-rechtliche" Berechnung des Gebäudes nach DIN V 18599 wurde mit dem Programm „Dämmwerk Bauphysik-Software" (Version 2008-02) durchgeführt. Um die Ergebnisse verifizieren zu können, wurde das Gebäude zusätzlich im Rahmen einer Diplomarbeit (von *René Jansen* bei Prof. Dipl.-Ing. *Michael Schuchardt*; Fachhochschule Koblenz, Fachbereich Bauphysik, Fassadenbau) mit dem Programm „IBP:18599" berechnet.

4.1 Zonierung

Der erste Schritt bei einer Berechnung ist die Festlegung der Gebäudezonen nach DIN V 18599-10. Die einzelnen Zonen können sich hinsichtlich ihrer Nutzung oder der haustechnischen Durchbildung unterscheiden. Für das verwendete Programm „Dämmwerk" erfolgt diese Zonierung und die damit verbundene Flächen- und Volumenermittlung am besten über so genannte „Faltmodelle" (Bild 3).

4.2 Referenzgebäude

Zunächst wird, wie oben erwähnt, das Referenzgebäude berechnet, d. h. es werden die zulässigen Werte für Primärenergiebedarf und der Transmissionswärmetransferkoeffizient (= Wärmeverlust über die Gebäudehülle) ermittelt. Mit der vorgenommenen Zonierung wird der (zulässige) spezifische Transmissionswärmetransferkoeffizient errechnet. Im Beispiel beträgt er H'_T = 1,67 W/(m²K), gebildet aus jeder Gebäudezone.

Anschließend erfolgen die Eingabe der Anlagenkennwerte und die Berechnung der jeweiligen Endenergien unter Verwendung der Vorgaben der EnEV 2007, Anlage 2 (Tabelle 2).

Berechnet man mit den Vorgaben aus Tabelle 2 den (zulässigen) spezifischen Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes, erhält man die Werte gemäß Bild 4.

Durch das sehr günstige A/V-Verhältnis liegt der zulässige Primärenergiebedarf für Heizung (unrealistisch)

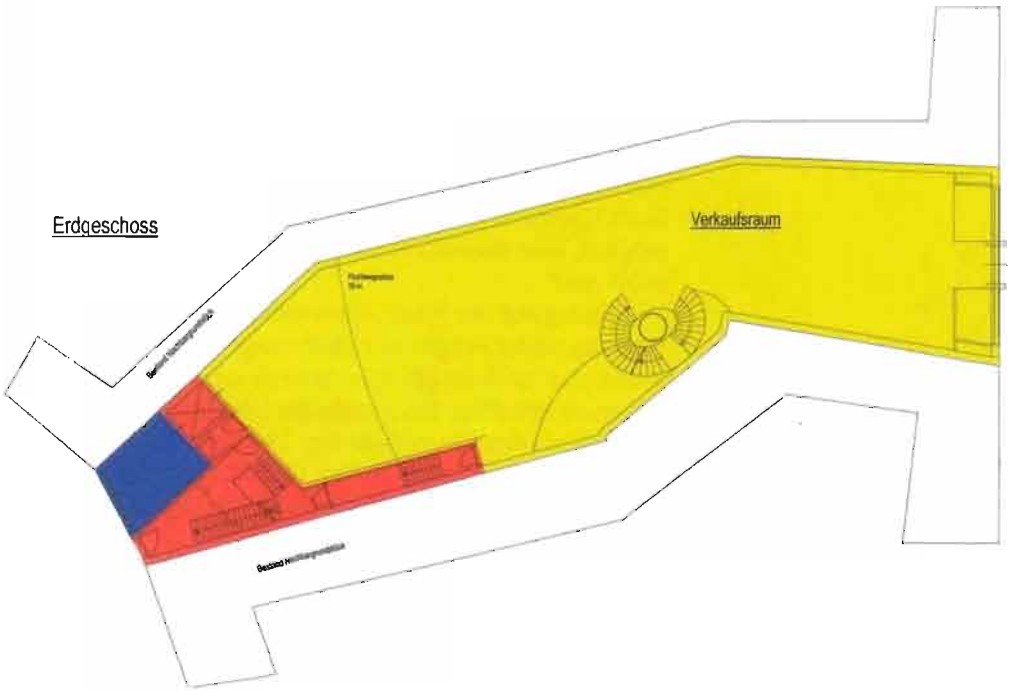

Bild 2. Zonierung Erdgeschoss
Fig. 2. Ground floor zoning

Grundriss 1: 1.UG Verkauf

Bild 3. Faltmodell UG
Fig. 3. Folding model' for basement

Tabelle 2. Referenztechnik
Table 2. Reference equipment

Rechengröße/System		Referenzwert
Gesamtenergiedurchlassgrad $g_{\perp}$	transparente Bauteile	0,65
Lichttransmissionsgrad der Verglasung τ_{D65}	transparente Bauteile	0,78
Einstufung der Gebäudedichtheit n_{50}		1,00 h^{-1}
Tageslichtversorgungsfaktor	kein Sonnenschutz	0,70
	Blendschutz	0,15
Sonnenschutzvorrichtung		für das Referenzgebäude ist die tatsächliche Sonnenschutzvorrichtung des zu errichtenden Gebäudes anzusetzen
Beleuchtungsart		direkte Beleuchtung mit verlustarmem Vorschaltgerät und stabförmiger Leuchtstofflampe
Regelung der Beleuchtung	Präsenzkontrolle	manuelle Steuerung
Heizung		Wärmeerzeuger: NT-Kessel, Gebläsebrenner, außerhalb der thermischen Hülle ..
Warmwasser	dezentral	elektrischer Durchlauferhitzer
Raumlufttechnik		Zu- und Abluftanlage mit geregelter Luftkonditionierung
Kühlbedarf der Gebäudezonen		der Primärenergiebedarf für das Kühlsystem und die Kühlfunktion der raumlufttechnischen Anlage ist bei den Nutzungen Nr. 1 bis 3, 8, 10, 16 bis 20, 31 bis 33 gleich Null zu setzen
Raumkühlung		Kältesystem: Kaltwasser Fan-Coil 14/18 °C Kaltwassertemperatur; Brüstungsgerät ..
Kälteerzeugung		Kolben/Scrollverdichter mehrstufig schaltbar, R134a, luftgekühlt, Kaltwassertemperatur 6/12 °C .

hoch. Um diesen Effekt, der vor allem bei umfangreicher Nachbarbebauung auftritt, auszublenden und realistischere Ergebnisse zu erzielen, wurde in einem zweiten Schritt ein Referenzgebäude mit der geplanten Gebäudehülle berechnet. Diese Werte sind in Bild 5 dargestellt.

4.3 Geplantes Gebäude

Während beim Referenzgebäude der Transmissionswärmetransferkoeffizient mit einer einzigen Formel je Gebäudezone ermittelt wird, berechnet er sich nun aus den Faltmodellen – oder muss manuell für jede Zone zusammengestellt werden. Die Berechnungsmethodik hat sich gegenüber der EnEV 2004 und DIN 4701-10 nicht verändert. Durch die Vielzahl der Gebäudezonen vergrößert sich nun auch die Anzahl der Bauteilflächen. Bedingt durch die an die Längsseiten des Gebäudes angrenzenden Nachbargebäude errechnet sich ein vorhandener Transmissionswärmetransferkoeffizient von $H'_{T,vorh} = 0{,}40$ W/(m²K).

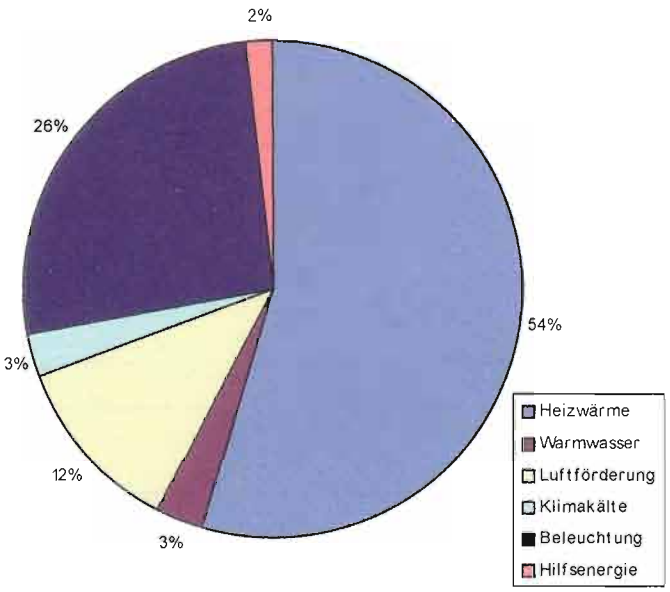

Bild 4. Primärenergiebedarf Referenzgebäude
Fig. 4. Primary energy demand for reference building

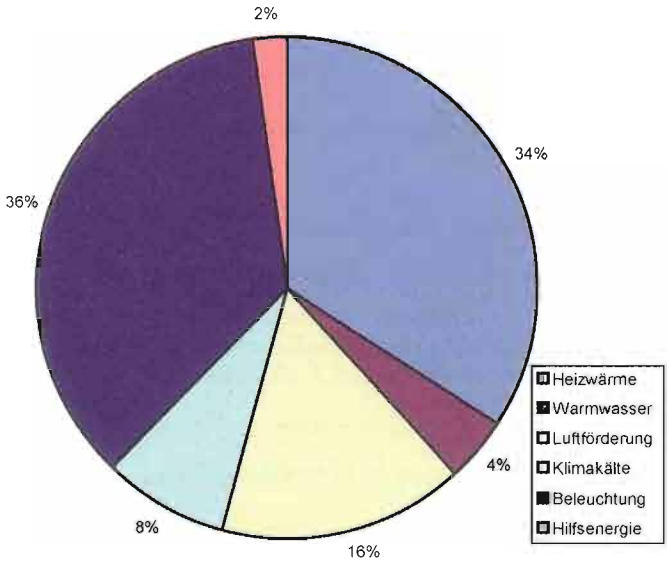

Bild 5. Primärenergiebedarf Referenzgebäude mit den Bauteilen der Gebäudehülle gemäß Planung
Fig. 5. Primary energy demand for reference building with building envelope components as designed

Die Abstimmung der erforderlichen Angaben nach DIN V 18599 mit dem Haustechnikplaner gestaltet sich umfangreicher als nach EnEV 2004 und DIN 4701-10. Reichte in der Vergangenheit für Nichtwohngebäude ein Fragebogen mit drei Seiten aus, so sind es jetzt – je nach Umfang der haustechnischen Durchbildung – mindestens acht bis zwölf Seiten. Hier sind lediglich die wesentlichen Planungsparameter dargestellt:

1. Das Objekt erhält einen Brennwertkessel, der mit Erdgas befeuert wird. Die Nennwertleistung beträgt nach aktuellem Kenntnisstand 150 kW. Der Brennwertkessel wird im Heizraum im UG installiert. Die Wärmeverteilung erfolgt innerhalb der Gebäudehülle. Die längste Heizungsleitung beträgt 46 m, die Rohrleitungen werden zu 100 % gedämmt. Für die Wärmeverteilung werden zwei Umwälzpumpen mit Dämmschale eingebaut. Die elektrische Wärmeleistung je Pumpe liegt bei ca. 300 W. Die Pumpen werden elektrisch über den Differenzdruck geregelt.
2. Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral über Kleindurchlauferhitzer.
3. Die Beheizung der Büro- und Sozialräume erfolgt über Plattenheizkörper. Die Beheizung der Verkaufs- und Lagerräume erfolgt über eine zentrale Lüftungsanlage.
4. Das zentrale Lüftungsgerät hat einen Volumenstrom von ca. 27.000 m³/h. Das Lüftungsgerät wird mit einer Wärmerückgewinnung im Kreislaufverbundsystem, Rückgewinnungsrate 60 % im Heizfall, ausgestattet.
5. Die Kühlung erfolgt mit Kaltwasser, das über einen Kompaktkaltwassersatz erzeugt wird.

Weitere Anmerkungen

- zur Beheizung:
  Raumtemperatur zwischen 9 und 20 Uhr (Mo bis Sa): min 20 °C, max 26 °C (bei 32 °C außen), Nachtabsenkung im Winter auf 17 °C.
- zur Lüftung:
  Lagerbereich Luftwechsel 2/h, der Rest der 27.720 m³/h geht in die Verkaufsräume; Frischluftanteil 6 m³/(m²h) (bezogen auf Verkaufsfläche), Rest im Umluftbetrieb (Frischluft 100 % nur wenn Temperatur außen günstiger als Temperatur innen).
- Annahme innere Lasten:
  Licht 65 W/m² (für Nachweis nicht relevant).
- zur Kühlung:
  Kältemaschine mit Scroll-Verdichter, Kaltwasservorlauftemperatur 6 °C.

Berechnet man mit diesen Vorgaben das geplante Gebäude, erhält man die Werte gemäß Bild 6.

Der zentrale Wert ist der durch die Nutzung (= große interne Lasten) bedingte sehr große Konstantvolumenstrom der Lüftung von 27.000 m³/h, da die Anlage für den wärmsten Tag mit der größten Kühllast ausgelegt ist.

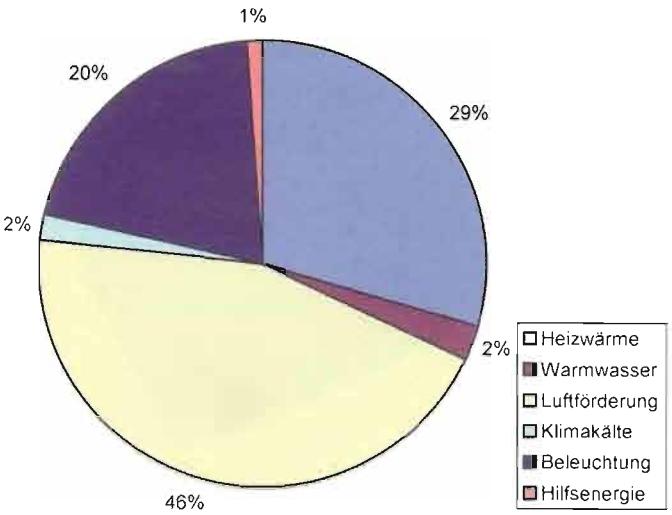

Bild 6. Primärenergiebedarf geplantes Gebäude
Fig. 6. Primary energy demand for proposed building

4.4 Auswertung und Kommentar

Bedingt durch diesen sehr großen Luftwechsel, steigt der Primärenergiebedarf für Lüftung extrem an und führt dazu, dass der Nachweis – sowohl mit dem günstigen H_T-Wert als auch mit dem realistischeren Wärmebedarf – deutlich misslingt. Die Frage, die sich hier unmittelbar stellt, ist, ob die aus einem realen Prozess (hier: Beleuchtung) resultierende haustechnische Planung (hier: Luftvolumenstrom) für den Nachweis zu verwenden ist. Denn die internen Lasten in Form von Leuchtenabwärme sind nach DIN V 18599 nicht zu berücksichtigen. „Logisch" wäre es demzufolge, auch die daraus resultierende Lüftungsanlage nicht in Ansatz zu bringen, sondern eine sich gemäß Nutzungsprofil theoretisch notwendige Lüftung. In diesem Fall hätte jedoch der „Wärmeschutznachweis" nicht mehr viel mit der gebauten Realität gemein – der Fachunternehmer muss schließlich auch die EnEV-konforme Umsetzung schriftlich bestätigen. Ein Paradoxon, denn geht man den anderen Weg und setzt die tatsächliche Lüftungsanlage an, gelingt der Nachweis nicht, es sei denn, man passt das Nutzungsprofil auch für den Referenzfall an. Doch wo liegen hier die Grenzen und die Nachvollziehbarkeit? Bild 7 zeigt die diskutierten Varianten.

5 Thermische Gebäudesimulation

Für die rechnerischen Analysen dieser Untersuchung wurde das dynamische Gebäude- und Anlagensimulationsprogramm TAS (Thermal Analysis Software) der Fa. EDSL Ltd. aus England verwendet. Das Ende der 1980er Jahre entwickelte Programmpaket TAS wird heute weltweit in vielen Institutionen und Ingenieurbüros zur thermischen und energetischen Analyse von Liegenschaften aller Art eingesetzt.

Mit dem Programm kann das thermische Verhalten von Gebäuden unter Berücksichtigung des Baukörpers (Geometrie, Speichermassen etc.), der äußeren Einflüsse (stündliche Wetterdaten, Umgebungsbebauung) und der inneren Wärmelasten (Nutzungsprofile für Personen, Beleuchtung, Geräte) detailliert in nahezu beliebig vielen Zonen berechnet werden. Es können für den jeweiligen Untersuchungszeitraum für jede Stunde u. a. der Heiz- oder Kühlenergiebedarf, die solare Einstrahlung oder auch die auftretenden Temperaturen der Raumluft und der raumumschließenden Oberflächen ermittelt werden.

Der Zusammenhang aller Energieströme innerhalb eines Gebäudes bzw. eines Gebäudebereiches (Zone) wird für jeden Zeitschritt über ein numerisches Gittermodell

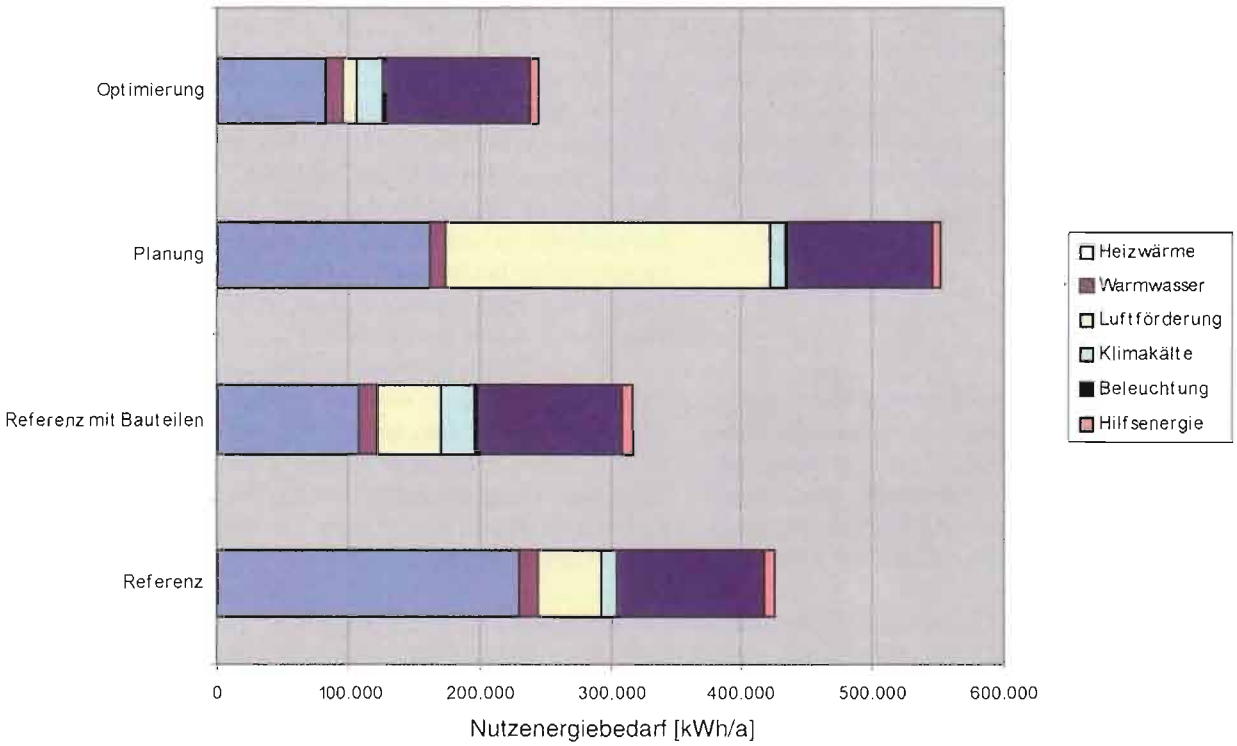

Bild 7. Vergleich der nach DIN V 18599 ermittelten Primärenergiebedarfswerte für die Varianten
Fig. 7. Comparison of primary energy demand values determined according to DIN V 18599 for different scenarios

hergestellt. Jedes Bauteil der einzelnen Räume sowie der gesamte Luftraum repräsentieren dabei einen einzelnen Berechnungspunkt in diesem Gitter. Zu jedem dieser Berechnungspunkte gehört ein eigenes Gleichungssystem aller zu- bzw. abfließenden Wärmeströme sowie aller Wärmequellen bzw. -senken. Durch diese Vorgehensweise können die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Zonen und Bauteilen sehr genau bestimmt werden.

Die berechneten Lastanforderungen jeder einzelnen Zone werden anschließend in der Anlagensimulation mit dem Modell der technischen Gebäudeausstattung verknüpft. Dieses Modell enthält den strukturellen Aufbau der entsprechenden Anlagen sowie das Teillastverhalten und die Wirkungsgrade der einzelnen Komponenten. Darüber hinaus wird auch die Sensorik abgebildet, sodass ein vollständiges Abbild der Regelungsstrategie erstellt werden kann.

Die Genauigkeit der Berechnungen des Programmpakets TAS und die Anwendbarkeit für Fragen der thermischen Gebäudeanalyse sind im Rahmen der VDI-Richtlinie 6020 [5] zusammen mit sechs weiteren Programmen untersucht und bestätigt worden.

5.1 Randbedingungen und Vorgehensweise

Zur Erstellung des Simulationsmodells wurde die vollständige Geometrie des Projektgebäudes mit allen relevanten bauphysikalischen Gebäudedaten in das Gebäudesimulationsprogramm eingegeben. Die Geometrieeingabe erfolgte auf der Basis der vorliegenden Pläne in einem grafischen Eingabemodul. Das Gebäude wurde dabei in 9 Zonen unterteilt, um die unterschiedlichen Nutzungen und Ausrichtungen der Räume nach den Anforderungen in DIN V 18599 berücksichtigen zu können. Zur genauen Bestimmung der solaren Einstrahlung wurde zudem die Umgebungsbebauung mit Abstand und Höhe berücksichtigt (Bild 8).

Die Aufbauten der Bauteile wurden aus den minimalen Anforderungen der ENEV 2007 (Anlage 3, Tabelle 1) generiert. Jedes Bauteil ist für die Gebäudesimulation mit den physikalischen Eigenschaften der einzelnen Schichten berücksichtigt worden. Zu diesen Eigenschaften gehören:
- Wärmeleitfähigkeit,
- Wärmespeicherfähigkeit,
- Wasserdampfdurchlässigkeit,
- Dichte,
- Strahlungseigenschaften.

Die Nutzungsprofile der einzelnen Zonen wurden analog zu DIN V 18599-10 ermittelt. Für die Verkaufsbereiche wurde beispielsweise das Nutzerprofil Nr. 6 gewählt. Aus diesen Profilen wurden stündliche Werte für die inneren Wärmelasten für Personen, Geräte und Beleuchtung abgeleitet. Dabei wurden bei mehreren möglichen Laststufen

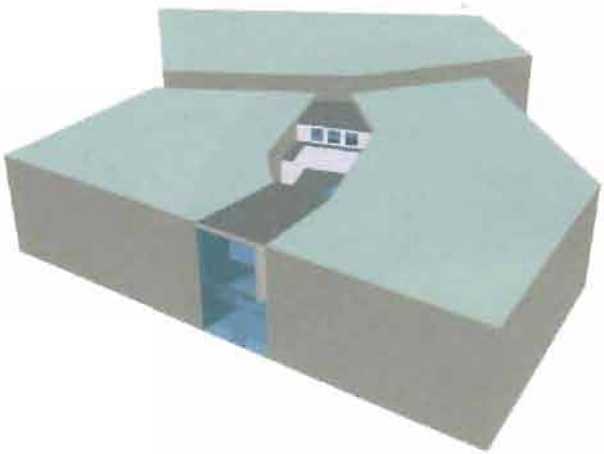

Bild 8. Modell für die thermische Gebäudesimulation
Fig. 8. Model for thermal building simulation

(gering, mittel, hoch) immer die mittleren Werte ausgewählt. Die einzuhaltenden Raumkonditionen wurden ebenfalls nach der genannten Norm beschrieben.

Die Gebäudesimulation wurde auf der Basis von stündlichen Wetterdaten durchgeführt. Dabei wurde das alte Testreferenzjahr TRY05 für den Standort Würzburg ausgewählt. Dieses Testreferenzjahr entspricht bei einem Vergleich der Monatsmittelwerte der Außenlufttemperatur dem Referenzwetter für Deutschland nach DIN V 18599-10, wie Tabelle 3 zeigt.

Folgende Parameter der Wetterdaten werden bei der Gebäudesimulation berücksichtigt:
- Gesamtstrahlung bzw. Globalstrahlung,
- diffuse Strahlung,
- Bewölkungsgrad,
- Windgeschwindigkeit,
- Lufttemperatur,
- Windrichtung,
- relative Luftfeuchte.

Mit diesen angegebenen Randbedingungen sind der Wärme- und Kältebedarf des Gebäudes, die jeweils erforderlichen Leistungen sowie der Strombedarf für die Luftförderung für den Referenzfall bestimmt worden. Für die Beleuchtung als innere Wärmelast wurde in diesem Fall lediglich die Grundbeleuchtung nach den genannten Nutzungsprofilen berücksichtigt. Die Effektbeleuchtung wurde analog der oben beschriebenen Festlegung als Prozessenergie betrachtet und zunächst nicht berücksichtigt.

Die weiteren Größen zu Bestimmung des gesamten Primärenergiebedarfs wurden separat in einem Tabellenkalkulationsprogramm gemäß den Rechenvorschriften der DIN V 18599 bestimmt. Hierzu gehören u. a. die restlichen Hilfsenergien (Pumpen etc.), der Warmwasserbedarf und die verschiedenen Verluste der Wärme- und Kälteversorgungseinrichtungen.

Tabelle 3. Vergleich der Monatsmittelwerte für die Außenlufttemperatur gemäß TRY02 Würzburg bzw. nach DIN V 18599
Table 3. Comparison of monthly average ambient temperature values according to TRY02 Würzburg and DIN V 18599

	JAN	FEB	MRZ	APL	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	Jahr
18599-10	–1,3	0,6	4,1	9,5	12,9	15,7	18,0	18,3	14,4	9,1	4,7	1,3	8,9
TRY 05	–1,2	0,6	4,0	9,5	12,8	15,7	17,9	18,3	14,4	9,0	4,6	1,3	8,9

Die getrennte Bestimmung dieser Größen in einer Tabellenkalkulation war erforderlich, weil die spezifischen Anforderungen aus DIN V 18599 nicht oder nur unzureichend in dem Simulationsmodell abgebildet werden können und die gängigen Berechnungsprogramme zu DIN V 18599 keinen „Quereinstieg", also keine Eingabe von getrennt berechneten Teilergebnissen, wie z. B. den Wärme- und Kältebedarf, erlauben.

5.2 Ergebnisse

Analog zum Referenzgebäude wurde auch der Primärenergiebedarf des Planungsstands des Gebäudes mit der thermischen Gebäudesimulation und der nachgeschalteten Tabellenkalkulation berechnet. Beide Ergebnisse sind in Tabelle 4 aufgeführt. Nach diesen Ergebnissen wird die Anforderung der EnEV für den Planungsstand *nicht* eingehalten.

Die wesentliche Ursache für den höheren Primärenergiebedarf des Planungsstands ist in der Luftförderung zu suchen. Durch die hohen inneren Wärmelasten der Effektbeleuchtung ist nach der Haustechnikplanung im Kühlfall ein maximaler Volumenstrom für den Verkauf von 27.000 m^3/h erforderlich. Die entsprechende Lüftungsanlage ist mit einem konstanten Volumenstrom und einer temperaturgeregelten Mischkammer geplant. Darüber hinaus ist für den minimalen Frischluftanteil von 6 $m^3/(m^2h)$ nach Verkaufsstättenverordnung eine Wärmerückgewinnung mit einem Temperaturwirkungsgrad von 60 % vorgesehen.

Die Größe der Anlage ist jedoch nur für den Extremfall im Sommer notwendig. Bei sinkender Kühllast (z. B. in der Übergangszeit) sinkt hier die Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Zuluft, der Anteil der Luftförderung bleibt jedoch konstant hoch.

Die verwendete Anlagenkonzeption erklärt zudem den deutlich sinkenden Wärmebedarf gegenüber dem Referenzfall. Im Heizfall wird ein wesentlicher Umluftanteil gefahren und ein Teil des erforderlichen Wärmebedarfs für die Luftaufbereitung wird durch die Verlustwärme der Ventilatoren gedeckt. Es wird sozusagen elektrisch zugeheizt, was zu einer Verschiebung zwischen Heizwärmebedarf und Strombedarf der Ventilatoren führt. Die verbesserte Wärmerückgewinnung gegenüber dem Referenzgebäude ist nur für einen kleineren Teil des sinkenden Wärmebedarfs verantwortlich.

Der sinkende Kältebedarf wird im Wesentlichen durch die unterschiedlichen Raumtemperaturanforderungen (26 °C in der Planung und 24 °C im Referenzgebäude) verursacht. Darüber hinaus wird im Referenzfall die Zuluft auf konstant 18 °C gekühlt und damit wird die Möglichkeit einer Kühlung mit Außenluft (auch bei etwa 20 °C außen noch vorhanden) nicht vollständig ausgenutzt. Bei den geringen inneren Wärmelasten in diesem Nachweis spielt dieser Effekt eine wesentliche Rolle.

Vor diesem Hintergrund ist eine weitere Variante definiert und berechnet worden. Dabei wurde ein variabler Volumenstrom über Frequenzumformer für die Ventilatoren vorgesehen. Die Anlage fördert in dieser Variante lediglich den erforderlichen Frischluftanteil und erhöht den Volumenstrom erst, wenn die Lastsituation im Winter oder im Sommer dies erforderlich macht.

Mit dieser Variante wird ein Primärenergiebedarf von insgesamt 246.260 kWh/a erreicht, sodass die Anforderungen der EnEV eingehalten werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in Bild 9 für alle drei Fälle der Nutzenergiebedarf für Wärme, Kälte und Luftförderung aufgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem variablen Volumenstrom der Wärmebedarf wieder ansteigt, bei gleichzeitig deutlich sinkendem Strombedarf für die Luftförderung. Dieser Strombedarf sinkt sogar unter den Wert des Referenzgebäudes, da die Anlage für einen großen Volumenstrom ausgelegt ist, aber im Wesentlichen im Teillastbetrieb und damit bei sehr geringen Druckverlusten betrieben werden kann. Der Kältebedarf bleibt bei dieser Variante auf einem niedrigen Niveau nahezu unverändert.

Tabelle 4. Primärenergiebedarf für das Referenzgebäude und für das geplante Gebäude mithilfe der thermischen Gebäudesimulation im Vergleich
Table 4. Comparison of primary energy demand for the reference building and the proposed building, determined based on thermal building simulation

Bereich		Referenzgebäude	Planungsstand
Wärmeerzeugung[1]	[kWh/a]	104.204	25.781
Kälteerzeugung[2]	[kWh/a]	11.102	4.325
Beleuchtung	[kWh/a]	117.228	117.228
Warmwasser	[kWh/a]	9.582	9.582
Hilfsenergie[3]	[kWh/a]	68.980	277.711
Summe	[kWh/a]	311.156	434.688

[1] statische Heizung + Wärmebedarf der raumlufttechnischen Anlagen
[2] Raumkühlung + Kältebedarf der raumlufttechnischen Anlagen
[3] inklusive Luftförderung

5.3 Bewertung des Einsatzes der Simulation für das Nachweisverfahren

Ein Grundgedanke des EnEV-Nachweises ist es, einen Gebäudeentwurf mit dem gleichen Gebäude und definierten Mindeststandards (Referenzgebäude) zu vergleichen. Daraus lässt sich ableiten, dass es vorrangig ist, den Vergleich mit dem Referenzgebäude mit einem geeigneten Werkzeug durchzuführen und nicht ein identisches Werkzeug für alle Nachweise einsetzen zu müssen. Dass ein Berechnungsverfahren dabei Mindeststandards genügen muss und mit definierten Randbedingungen durchzuführen ist, steht außer Frage. Wichtig erscheint es jedoch, zunächst eine durchgängige Vergleichbarkeit innerhalb eines Projektes zu gewährleisten.

Durch die Tatsache, dass die thermische Gebäudesimulation für alle betrachteten Fälle nicht nur das gleiche Berechnungsverfahren, sondern sogar das gleiche Berechnungsmodell in der jeweils parametrisierten Form verwendet, ist ein Vergleich und eine Bewertung der eingesetzten Techniken mit der Simulation nicht nur möglich, sondern sogar besonders aussagekräftig. Die detailliertere Auswertung und Analyse der Teilergebnisse der Simulation erlaubt zudem eine zielgerichtete Entwicklung von Verbesserungsvorschlägen, wie hier in der untersuchten Variante geschehen.

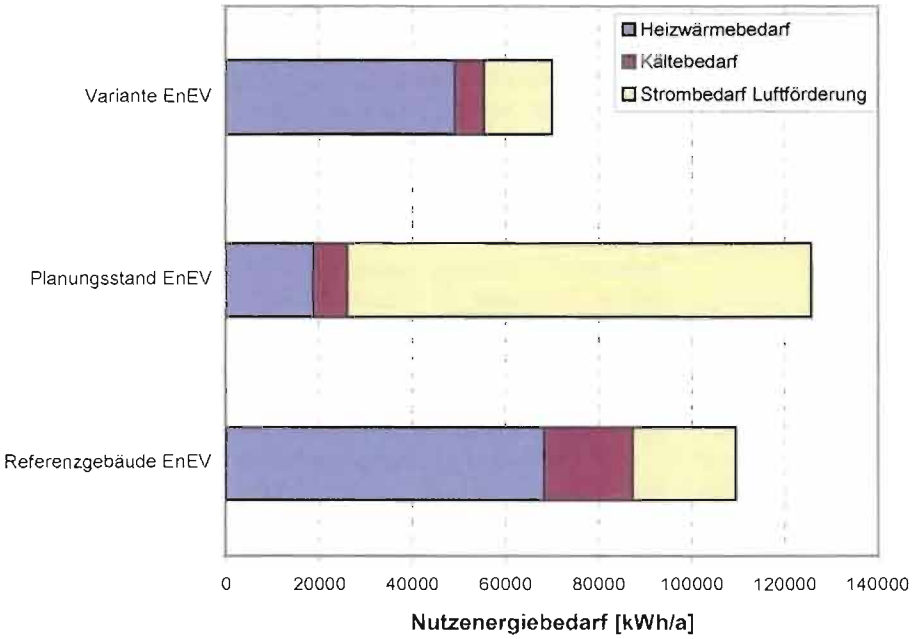

Bild 9. Vergleich der mithilfe der thermischen Gebäudesimulation ermittelten Primärenergiebedarfswerte für die Varianten
Fig. 9. Comparison of primary energy demand values determined by thermal building simulation for different scenarios

Schwierigkeiten und Kommentar

Die thermische Gebäudesimulation ist ein Verfahren, das in den Grundsätzen bereits in den 1970er Jahren für die Planungsunterstützung und zur Bewertung neuer Technologien oder komplexer Baukörper entwickelt wurde. Dabei kam es in der Vergangenheit zunächst darauf an, insbesondere für die Bereiche Wärme- und Kältebedarf, die auftretenden Temperaturen sowie die Lüftungs- und Klimatechnik eine möglichst hohe Genauigkeit zu erreichen. Besonders die detaillierte Betrachtung des sommerlichen Wärmeschutzes erfordert dabei eine dynamische Betrachtung in Stundenschritten.

Die Schwierigkeiten in diesem Projekt beim Einsatz der thermischen Gebäudesimulation für den EnEV-Nachweis bestanden darin, diese detaillierte Betrachtungsweise im Sinne der EnEV zu „reduzieren", im Gegenzug aber den gesamten Bereich der Hilfsenergien zu berücksichtigen.

So ist es aus Sicht eines simulationserfahrenen Energieberaters wenig einsichtig, warum die Verteilverluste der Versorgungssysteme innerhalb des Gebäudes mit dieser Genauigkeit bestimmt werden, die Temperaturunterschiede und daraus resultierenden Wärmeströme zwischen benachbarten Zonen (z. B. Lager und Verkauf) jedoch nahezu unberücksichtigt bleiben (erst bei Abweichungen größer 4 K). Gerade bei Gebäuden mit einer Sondernutzung, wie in diesem konkreten Fall, lässt sich diese Liste der diskussionswürdigen Annahmen nahezu beliebig fortsetzen.

Die stündlichen Ergebnisse und Auswertungen zu Monatswerten zusammenzufassen, um auf dieser Basis die Hilfsenergien und Verteilverluste zu bestimmen, ist hingegen lediglich ein geringer Zusatzaufwand, aber kein strukturelles Problem.

5.4 Vergleich von DIN V 18599 und Simulation

Zeitlicher Aufwand

Der Bearbeitungsaufwand für einen Nachweis nach EnEV 2007 mit einem Berechnungsprogramm nach DIN V 18599 steigt gegenüber einem Nachweis nach EnEV 2004 deutlich an. Dabei steigt nicht nur der Eingabeaufwand für die Berechnungen, sondern auch der Anteil der Beratung des Bauherrn und der Abstimmungsaufwand mit anderen Planern. Gegenüber dieser Steigerung fällt der Zusatzaufwand einer thermischen Gebäudesimulation mit etwa 20 % recht gering aus (Bild 10).

Da das Simulationsprogramm TAS über ein grafisches Eingabemodul zur Geometrieerfassung verfügt, welches zudem vorhandene CAD-Dateien einlesen kann, erfordert dieser Teil des EnEV-Nachweises mit der Simulation sicherlich weniger Bearbeitungsaufwand als nach DIN V 18599. Auch bei der Zonierung hat die grafische Zuordnung nicht nur Geschwindigkeitsvorteile, sondern sie ist auch weniger fehleranfällig – insbesondere bei nachträglichen Umzonierungen.

Bei der Definition der Randbedingungen und Parameter wird ein gut ausgereiftes EDV-Programm zu DIN V 18599 in der Regel schneller zu bedienen sein, da insgesamt deutlich weniger Parameter definiert werden müssen.

Ein wesentlicher Unterschied beim Zeitaufwand für die Bearbeitung liegt sicherlich auch in der Auswertung der Ergebnisse. Hier sind in den EDV-Programmen zu DIN V 18599 vorgefertigte Berichte vorhanden, sodass die eigentliche Bearbeitung mit der Prüfung der Ergebnisse quasi beendet ist.

In dem hier aufgezeigten Weg für den Einsatz der thermischen Gebäudesimulation sind nach der Berechnung der Ergebnisse ein Datentransfer in ein zweites Werkzeug (Tabellenkalkulation) und eine bisher noch nicht automatisierte Nachbearbeitung der Ergebnisse erforderlich. Zudem sind entsprechende Auswertereports und Berichtsvorlagen für den EnEV-Nachweis zu erstellen, da diese sicher noch nicht für die gängigen Simulationsprogramme erhältlich sein dürften.

Bei geometrisch und technisch einfachen Gebäuden liegt der zeitliche Vorteil eindeutig bei der Berechnung

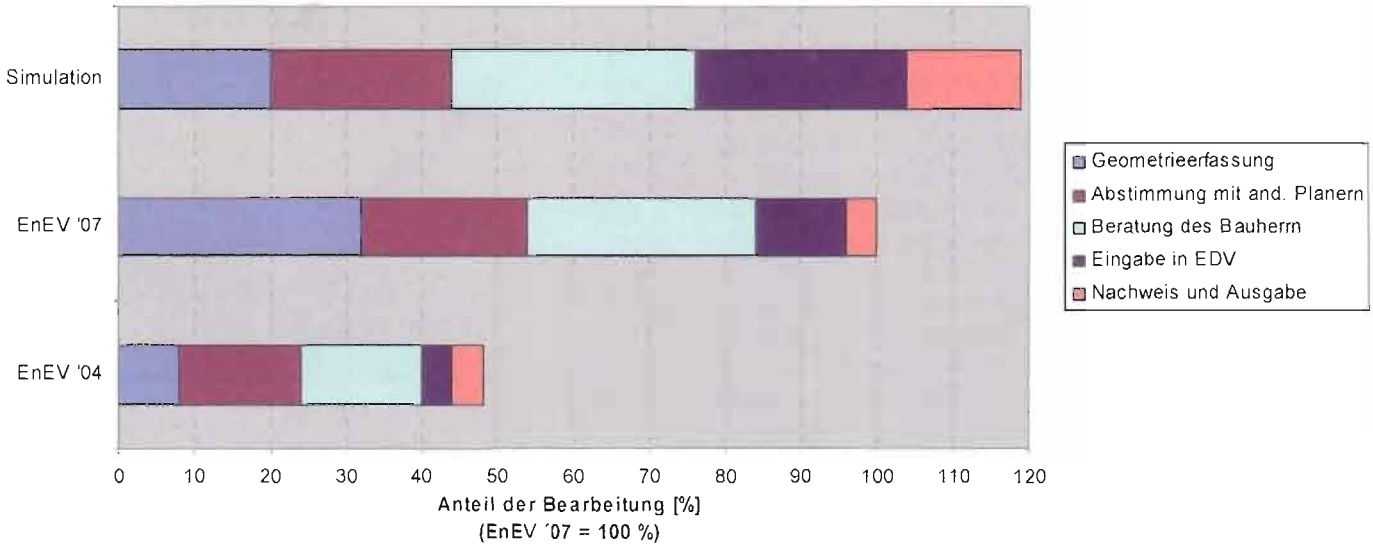

Bild 10. Vergleich des Bearbeitungsaufwandes
Fig. 10. Comparison of effort for different approaches

nach DIN V 18599. Dieser Vorteil schwindet jedoch stark mit zunehmender Gebäudekomplexität.

5.5 Wo liegen die Unterschiede bei den Ergebnissen

Die Liste der Unterschiede in den Berechnungsverfahren ist sehr lang und erfordert sicherlich eine weitergehende Beschäftigung mit dem Thema. Auch die Frage nach den wichtigsten Unterschieden ist je nach Anwendungsfall unterschiedlich zu beantworten, sodass die nachfolgende Aufzählung weder vollständig noch abschließend sein kann.

Auswahl der wichtigsten Unterschiede der Berechnungsverfahren für den konkreten Anwendungsfall:

- Nach DIN V 18599 erfolgt die Ermittlung der Nettogrundrissfläche aus dem Bruttovolumen und einer anzugebenden mittleren Höhe je Zone. Für die Simulation wird ein konkretes 3D-Modell des Baukörpers erstellt, sodass auch Zonen mit ungewöhnlicher Kubatur sauber erfasst werden. Im konkreten Fall haben sich hier Unterschiede bei der Nettogrundrissfläche durch einen offenen und verschachtelten Luftraum über mehrere Etagen zwischen 5 und 10 % ergeben.
- Wie bereits erwähnt, wird der Wärmeaustausch zwischen aneinander angrenzende Zonen nach DIN V 18599 (im Sinne einer „einfacheren" Berechnung) vernachlässigt, wenn die Temperaturdifferenz kleiner 4 K ist. Andernfalls sind nach EnEV separate Nachweise erforderlich. In der Simulation wird der Wärmeaustausch über gemeinsame Bauteile ebenso wie der Luftaustausch zwischen Zonen berücksichtigt, selbst wenn die Temperaturdifferenz nachts < 4 K und tagsüber > 4 K ist (Treppenhäuser, Lagerbereiche etc.).
- Bei der Nachtabsenkung kann nach DIN V 18599 lediglich zwischen zwei Schwereklassen je Zone gewählt werden, um die Temperaturabklingkurve der Zone zu definieren. Bei der Simulation werden die Speichermassen je Zone konkret berechnet, sodass sich auch hier Unterschiede beim Heizwärmebedarf ergeben. Im konkreten Fall hat dieser Effekt jedoch eine untergeordnete Rolle gespielt.
- Bei Lüftungsanlagen mit einem hohen Umluftanteil hat die Ventilatorabwärme einen wesentlichen Einfluss auf den Heizwärmebedarf. Da im Planungsstand des Gebäudes neben der Mischkammer zudem eine Wärmerückgewinnung für den Frischluftanteil vorgesehen ist, liegt die erforderliche Temperaturerhöhung der Mischluft auf Zulufttemperatur selbst an kalten Tagen bei lediglich 3 bis 5 K. Hiervon deckt der Ventilator bereits etwa 1,5 K ab. Diese Ventilatorabwärme wird nach DIN V 18599 scheinbar nicht berücksichtigt, wie der hohe Wärmebedarf für den Planungsstand belegt. In der Simulation wird dieser Anteil jedoch für jede Stunde berechnet und für den Heizwärmebedarf berücksichtigt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich mit dem genaueren Berechnungsverfahren der thermischen Gebäudesimulation eine andere Bewertung des Planungsstands ergeben kann, als dies mit einer Berechnung nach DIN V 18599 der Fall ist. Im konkreten Projektbeispiel haben sich zwar deutliche Unterschiede insbesondere für den Planungsstand ergeben, die Bewertung der Planung sowie des Verbesserungsvorschlages im Sinne der EnEV erfolgt jedoch mit dem qualitativ gleichen Resultat.

5.6 Wie realistisch sind die Ergebnisse

Das Rechenverfahren nach DIN V 18599 liefert teilweise gute Ergebnisse, die sich auch mit der Simulation decken. Es suggeriert jedoch eine große durchgängige Genauigkeit und einen hohen Realitätsbezug, der bereits bei mittlerer technischer und geometrischer Gebäudekomplexität von den Simulationsergebnissen teilweise stark abweicht. Als „einfaches" Rechenverfahren für „einfache" Gebäude ist die DIN V 18599 unserer Meinung nach gut geeignet, zu einem energetisch guten Bauwerken zu gelangen. Steigt die Komplexität jedoch an, liefert die Berechnung unter Umständen stark abweichende Ergebnisse.

Ein wesentlicher Vorteil der Simulation wird neben der Genauigkeit der Betrachtung in der Flexibilität der Variantendefinition gesehen. So war neben dem EnEV-Nachweis auch in diesem Projekt die Planungsunterstützung

eine wesentliche Aufgabe. Hierzu mussten die Funktionstüchtigkeit des Gebäudes und die Verbesserungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung aller wesentlichen Einflussfaktoren bewertet werden, da auch die geplante Lüftungsanlage zur Abfuhr der Kühllasten für die hohe Beleuchtungswärme (einschl. Effektbeleuchtung) ausgelegt wurde.

Das heißt, dass auch die Effektbeleuchtung und damit die Prozesse in ein Modell eingepflegt werden müssen, denn ohne die Berücksichtigung der Prozesse haben die Ergebnisse wenig mit der Realität zu tun, sondern dienen lediglich einem erforderlichen Nachweisverfahren zur Sicherung von Mindeststandards für das Gebäude.

Der im Nachweisverfahren erarbeitete Verbesserungsvorschlag suggeriert mit der geringen Beleuchtungswärme eine wesentliche Verbesserung durch den Einsatz variabler Volumenströme in der Lüftungstechnik. Diese Verbesserung fällt unter Berücksichtigung der Effektbeleuchtung jedoch sehr viel geringer aus, wie Bild 11 zeigt. Dabei ist jeweils wieder aus Gründen einer besseren Verständlichkeit nur die Nutzenergie aufgelistet.

Wie groß der Einfluss der Effektbeleuchtung auf den Energiehaushalt des Gebäudes ist, zeigt Bild 12 mit den zu erwartenden Heiz- und Kühlleistungen für die Zone UG des Verkaufsbereiches.

So ergibt sich beim Planungsstand ohne die Effektbeleuchtung (Planung EnEV) eine Heizgrenztemperatur von etwa 15 °C sowie eine Kühlgrenztemperatur von etwa 25 °C. Unter Berücksichtigung der Effektbeleuchtung ist der Zusammenhang bei weitem nicht so einfach zu beschreiben. So ist es bei Außentemperaturen um 5 °C durchaus möglich, dass aus inneren und äußeren Lasten eine Kühlanforderung resultiert. Ebenso kann je nach Ladezustand der Speichermassen bei gleicher Außenlufttemperatur ein Wärmebedarf bestehen. Zudem ist klar zu erkennen, dass die höheren inneren Wärmelasten durch die Effektbeleuchtung eine sehr deutliche Verschiebung zu höherem Kühlenergiebedarf bewirken.

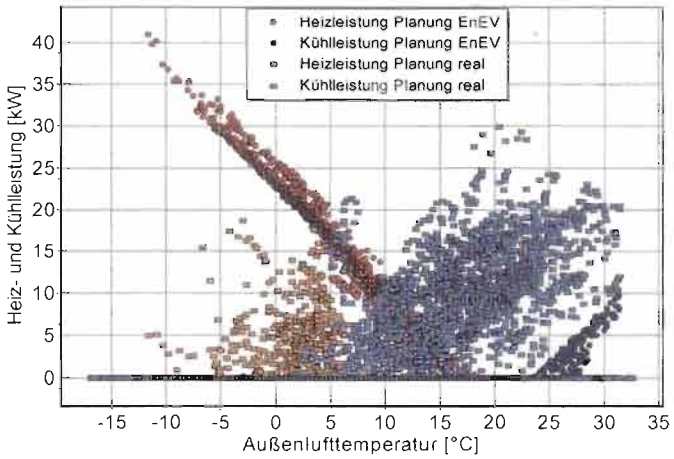

Bild 12. Heiz- und Kühlleistungen für die optimierte Planung, ermittelt mithilfe der thermischen Gebäudesimulation
Fig. 12. Heating and cooling demand for the optimised design, determined based on thermal building simulation

Festzuhalten bleibt, dass der Verbesserungsvorschlag nicht nur nach beiden Berechnungsverfahren zur Einhaltung der EnEV-Anforderungen führt, sondern dass es sich auch um eine wirtschaftlich sinnvolle Verbesserung handelt. Die Investition für die Frequenzumformer amortisiert sich durch die Einsparungen in der Luftförderung in weniger als 2 Jahren.

Darüber hinaus konnten mit der Simulation jedoch weitere Verbesserungsansätze bzw. Problemstellungen aufgezeigt werden. So war in der Planung vorgesehen, einen Teil des Zuluftvolumenstroms in den Verkauf für das innenliegende Lager abzuzweigen, um dieses Lager ohne eigene Anlage zu belüften. Bild 13 zeigt jedoch, dass die niedrigen Zulufttemperaturen, die im Verkaufsbereich u. a. wegen der hohen Beleuchtungswärme erforderlich werden, sehr niedrige Raumtemperaturen im Lager zur Folge haben. Hier sollte über eine weitere Drosselung des abge-

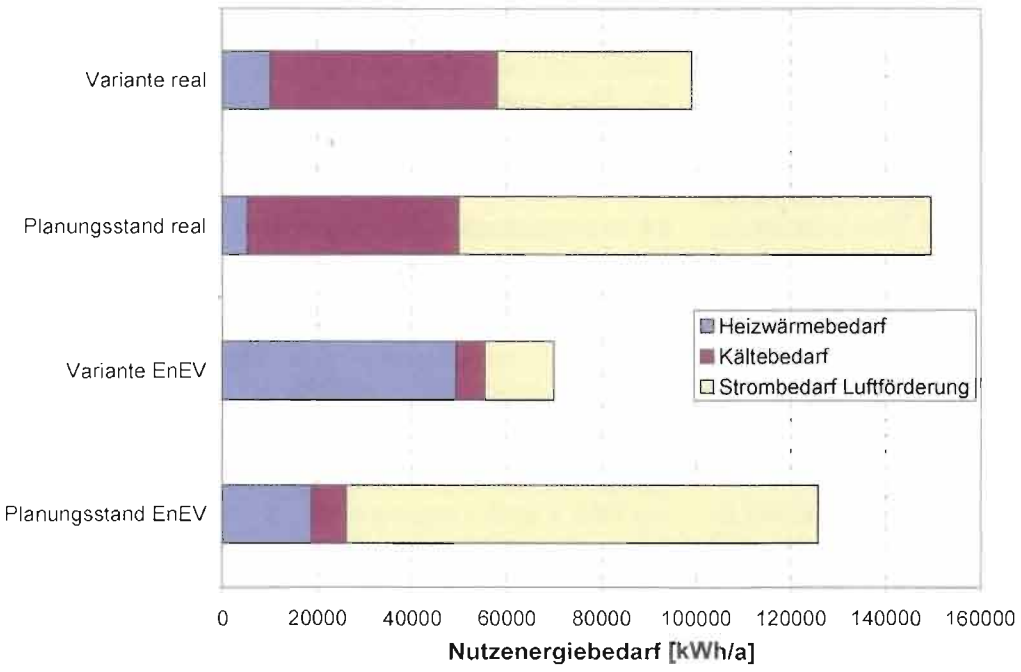

Bild 11. Nutzenergiebedarf für die optimierte Planung, ermittelt mithilfe der thermischen Gebäudesimulation
Fig. 11. End-user energy demand for the optimised design, determined based on thermal building simulation

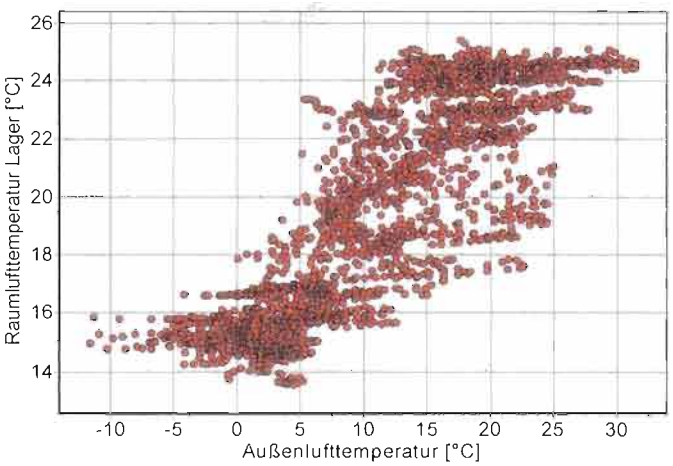

Bild 13. Innenraumtemperatur Lager für die optimierte Planung, ermittelt mithilfe der thermischen Gebäudesimulation
Fig. 13. Storeroom temperatures for the optimised design, determined based on thermal building simulation

zweigten Volumenstroms nachgedacht werden oder eine separate Lüftungsanlage für das Lager installiert werden, um potenziellen Beschwerden des Nutzers vorzubeugen.

6 Konsequenzen für den Planungsprozess

Unabhängig davon, welche Berechnungsmethode angewendet wird und ob diese die Realität besser oder schlechter abbildet, ergeben sich einige wichtige Konsequenzen für den Planungsprozess. So ergeben sich im Vergleich zur alten EnEV 2004 nun zahlreiche Wechselwirkungen zwischen Nachweisführendem und Haustechnikplaner. Dies kann, wie das Beispiel zeigt, dazu führen, dass ein ursprünglich geplantes haustechnisches Konzept nicht mehr nachweisbar ist und optimiert werden muss. Damit diese Anpassung jedoch rechtzeitig im Planungsfortschritt erfolgen kann, muss diese „Energieplanung" standardmäßig sehr früh ansetzen. Je besser und detaillierter die Informationen und Festlegungen sind, umso genauer kann diese Planung erfolgen. Anderenfalls führt die planerische Unsicherheit zwangsläufig zu einer „Unschärfe" im Nachweis (= Konzept) und somit auch zu einer Kostenunsicherheit.

Wertet man den Ablauf vieler Projekte aus, so wird man feststellen, dass nicht selten bereits auf Basis eines vertieften Entwurfs ausgeschrieben wird – der baurechtliche Wärmeschutznachweis war in der Vergangenheit zu diesem frühen Zeitpunkt noch nicht geführt, geschweige denn lagen die nach heutigem Gesetzesstand erforderlichen Informationen vor.

Die übliche Trennung zwischen haustechnischen Komponenten, die durch den Bauherren gestellt werden („veredelter Rohbau") und solchen, die erst durch den Mieter/Nutzer geplant und eingebaut werden, bereitet Schwierigkeiten. Will man ein energieoptimiertes Gebäude errichten, so muss die Planung durchgehend sein. Das bedeutet, dass der Bauherr entweder bindende technische Vorgaben machen muss, oder dass die komplette Installation fertiggestellt dem Mieter übergeben wird. Es sei denn, man will eine bestimmte und schwer abschätzbare planerische „Unschärfe" in Kauf nehmen.

Eine weitere Frage ergibt sich, wenn der „Energieplaner" Einfluss auf die Planung des Haustechnikers ausübt. Wer haftet im Fall von vermuteten Planungsmängeln? Diese Schnittstelle ist ebenso neu wie brisant, denn die Akzeptanz dürfte auf Seiten der Haustechniker zunächst eher gering sein. Erst recht, wenn der Realitätsbezug des Rechenverfahrens und der Randbedingungen (DIN V 18599) fragwürdig ist. Eine thermische Gebäudesimulation unter realen Bedingungen dürfte da nicht nur zu einer größeren Akzeptanz, sondern im Idealfall auch zu erheblichen Synergieeffekten führen.

Das ökologische Ziel ist wichtig und richtig! Jedoch besteht die Gefahr, dass durch eine unsichere und in manchen Fällen auch unrealistische Berechnungsmethode die Chance auf eine durchgängige Energieplanung nicht genutzt werden (kann). Es wird immer mehr deutlich, dass hier nur eine integrale Planung von Anfang an Abhilfe schaffen kann. Mittelfristiges Ziel sollte es daher sein, das Leistungsbild eines Energiefachplaners klar zu definieren.

Rechtliche Aspekte

Die rechtliche Basis des „Wärmeschutznachweises" ist die EnEV 2007. Diese verweist bei der Berechnung direkt auf die DIN V 18599 unter Verwendung des Anhangs 2 der EnEV. Eine thermische Gebäudesimulation ist als zulässiges Alternativverfahren zur Zeit nicht vorgesehen. Die einzige Möglichkeit, die Gebäudesimulation alternativ anwenden zu dürfen, besteht derzeit in der Beantragung einer Ausnahme nach § 24, Absatz 2, in dem es heißt, dass eine Ausnahme auf Antrag möglich ist, wenn „die Ziele dieser Verordnung durch andere als in dieser Verordnung vorgesehenen Maßnahmen im gleichen Umfang erreicht werden."

Wünschenswert und sinnvoll wäre es jedoch, dass die thermische Gebäudesimulation als Alternativberechnung in der EnEV verankert ist. Hierzu wäre es erforderlich, die anzuwendenden Randbedingungen im Sinne einer „Referenzsimulation" – wie z. B. Klimadaten, Mindestbauteile, Referenztechnik etc. – in einer separaten Anlage zur EnEV zu regeln, damit die Vergleichbarkeit weiterhin gewährleistet bliebe. Einen solchen Katalog zusammenzustellen ist möglich, wie das vorliegende Beispiel zeigt.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Sowohl die Lage als auch die Nutzung (und somit die Gebäudetechnik) des Beispielobjektes sind sicherlich nicht typisch. Doch lassen sich aus den erhaltenen Ergebnissen einige allgemeine Erkenntnisse gewinnen.

1. Die Berechnung des spezifischen Transmissionswärmetransferkoeffizienten (und aller damit verbundenen Größen wie z. B. Heizlast) mit den in Abschnitt 1 genannten Formeln ist nach Ansicht der Autoren zu günstig angenommen. Stattdessen sollten Mindestwerte der Bauteile bzw. ein mittlerer U-Wert vorgegeben werden.
2. Das Rechenverfahren nach DIN V 18599 liefert nur teilweise gute Ergebnisse, suggeriert jedoch eine oft nicht vorhandene Genauigkeit und hohen Realitätsbezug, von dem bereits bei mittlerer technischer und geometrischer Gebäudekomplexität keine Rede mehr sein kann. Die DIN V 18599 scheint nur für „einfache" Gebäude gut geeignet. Steigt die Komplexität jedoch an, liefert die Berechnung unter Umständen stark abweichende Ergebnisse.

3. Eine Optimierung der Haustechnik ist mit DIN V 18599 nur beschränkt möglich. Zudem sind spezielle Komponenten (z. B. Nutzen von Prozessabwärme) nicht abbildbar. Im vorliegenden Beispiel konnten mit Hilfe der Simulation die Lüftungsanlage optimiert und arbeitsrechtliche Probleme (geringe Temperatur im Lagerbereich) aufgezeigt und im Vorfeld behoben werden.
4. Die Berücksichtigung bzw. Nicht-Berücksichtigung von Prozessabwärme ist nicht eindeutig und logisch geregelt und führt unter Umständen (siehe oben) zu unrealistischen Rechenannahmen und Ergebnissen, die nicht immer auf der sicheren Seite liegen.
5. Die Simulation unter Verwendung von „Referenzwerten" als alternatives Verfahren sollte in die EnEV eingebunden werden. So ist auch bei komplexen Bauvorhaben eine durchgängige und ökologisch sinnvolle Energieplanung möglich.
6. Um eine optimale Planung zu gewährleisten, muss der Planungsprozess auf die neue EnEV 2007 reagieren und die Energieplanung weit früher einbeziehen. Um die bei ernsthafter Energieplanung zwangsläufig auftretenden Konflikte mit den Haustechnikplanern zu entschärfen, sollte ein klar umrissenes Leistungsbild eines Energieplaners mit klaren Kompetenzen und Honoraren definiert werden.

Viele Fragen konnten geklärt werden, viele Fragen sind neu entstanden. Der Weg, den die EnEV einschlägt, ist dennoch unzweifelhaft der richtige.

Literatur

[1] DIN V 4701-10:2003-08 mit A1:2006-12 Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen – Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung. Berlin: Beuth-Verlag, 2003.
[2] DIN V 18599 (Normenreihe) Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. Berlin: Beuth-Verlag.
[3] DIN V 18599-10:2007-02 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten. Berlin: Beuth-Verlag, 2007.
[4] AHO-Heft Nr. 23 Leistungen nach der EnEV 2007 (Leistungsbild und Honorierung). Berlin, 2007.
[5] VDI 6020 Blatt 1 2001-05 Anforderungen an Rechenverfahren zur Gebäude- und Anlagensimulation – Gebäudesimulation. Berlin: Beuth-Verlag, 2001.

Autoren dieses Beitrages:
Dipl.-Ing. Martin Zerwas, Leiter Fachbereich Bauphysik; Staatlich anerkannter Sachverständiger für den Schall- und Wärmeschutz
Dr.-Ing. Hans-Jürgen Krause, Geschäftsführender Gesellschafter; Staatlich anerkannter Sachverständiger für den Schall- und Wärmeschutz
Beide: Kempen Krause Ingenieurgesellschaft bR, Ritterstraße 20, 52072 Aachen
Dipl.-Ing. Michael Zens, Geschäftsführender Gesellschafter; seit 1993 selbständig als Energieberater unter Anwendung verschiedener Simulationswerkzeuge
Dipl.-Ing. (FH) Tobias Frey, Projektingenieur; seit 1998 Anwender verschiedener Simulationswerkzeuge zur Energieberatung
Beide: perpendo Energie- und Verfahrenstechnik GmbH, Dennewartstraße 27, 52068 Aachen

Aktuell

Neuer Fernlehrgang zu DIN V 18599 des Öko-Zentrums NRW

Der Fernlehrgang energieplaner24 vermittelt Architekten und Ingenieuren im Bauwesen sowie Energieberatern in fünf Monaten Fachwissen, um Energiebedarfsausweise für Büro- und Gewerbeimmobilien, aber zum Beispiel auch für Schulen und Krankenhäuser gemäß DIN V 18599 ausstellen zu können.

Entsprechend der EnEV 2007 müssen diese energetischen Nachweise seit dem 1. Oktober 2007 neben dem Energiebedarf für Heizung und Warmwasser auch denjenigen für Kühlung, Lüftung und Beleuchtung einbeziehen. Energieausweise auf dieser Basis müssen für bestehende Büro- und Gewerbeimmobilien spätestens ab dem 1. Juli 2009 vorliegen. Für Neubauten sind sie schon heute Pflicht. Bisher gibt es jedoch nur wenige Fachleute, die diese Berechnungen erstellen können und dürfen. Architekten, Ingenieure sowie Hochschulabsolventen anderer naturwissenschaftlicher Studiengänge, die nicht aufgrund ihres Studienschwerpunkts oder ihrer Berufserfahrung zur Ausstellung von Energieausweisen berechtigt sind, können sich diese Qualifikation über eine Fortbildung gemäß Anlage 11 der EnEV erarbeiten. Der energieplaner24 erfüllt diese Anforderungen für Nichtwohngebäude.

Nicht nur die Ausstellung von Energieausweisen, sondern auch die energetisch optimierte Planung und Beratung sind Ziel des Lehrgangs.

Inhaltlich vermittelt der Lehrgang den Teilnehmern die Systematik und Grundlagen von DIN V 18599 sowie die Einbindung regenerativer Energien. Das erlernte Wissen wird dann mit Hilfe der entsprechenden Software am praktischen Beispiel umgesetzt.

Weitere Informationen:
Öko-Zentrum NRW
Sachsenweg 8
59073 Hamm
Tel. +49(0)2381/302200
Fax +49(0)2381/3022066
www.energieplaner24.de
www.oekozentrum-nrw.de