

Maßnahme/ Paragraf	Einzuhalten/nachzuweisen	Nachweis – nur im Neubau, nicht für öffentliche Gebäude	Auszustellen von, zu übergeben von	Vor- zule- gen?	Auf- zube- wahren [Jahre]
Einsparung § 7 Nr. 2 § 10 (1), (3) Anlage Nr. VII	15 % Unterschreitung der Anforderung der EnEV – Wärmeschutz und Primärenergiebedarf. Zusätzlich bei öff. Gebäuden: 30 % Unterschreitung der Wärmeschutzanforderung im Neubau 20 % Unterschreitung der Wärmeschutzanforderung im Bestand (Neubau + 40 %-20 %)	Energiebedarfsausweis nach EnEV § 18	• (Ausstellungsberechtigter = Sachkundiger)	Ja	5
Fernwärme oder -kälte § 7 Nr. 3 § 10 (1), (3) Anlage Nr. VIII	Wesentlicher Anteil aus erneuerbaren Energien oder mindestens 50 % aus Abwärme, KWK, erneuerbare Energien mit jeweils obigen Qualitätsanforderungen.	Bescheinigung	• Wärme- oder Kältenetzbetreiber	Ja	5

Übersicht über Ausnahmen nach EEWärmeG

Die Erfüllung der Pflicht oder die Ersatzmaßnahmen ...	Nachweis	Auszustellen von...	Verfahren
... widersprechen anderen öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen. (§ 9 [1] Nr. 1a; § 10 [4])	–	–	Anzeige spätestens 3 Monate nach Inbetriebnahme
... sind im Einzelfall technisch unmöglich (§ 9 [1] Nr. 1b; § 10 [4]).	Bescheinigung	• Sachkundiger	Inbetriebnahme
... führen im Einzelfall wegen besonderer Umstände durch einen unangemessenen Aufwand oder in sonstiger Weise zu einer unbilligen Härte. (§ 9 [1] Nr. 2).	–	–	Antrag
Zusätzliche Ausnahmen nach EEWärmeG im Bestand für öffentliche Gebäude			
Die Erfüllung der Pflicht oder die Ersatzmaßnahmen ...			
... widersprechen anderen öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen oder dem Denkmalschutz (§ 9 [2] Nr. 1a)			
... steht eine (drohende) Überschuldung der Gemeinde entgegen (§ 9 [2a]).			
... stehen im Einzelfall überwiegende Gründe am „Belegenheitsort“ (Ausland) entgegen. (§ 9 [3]).			

Berechnung

Simulation – der Schritt in Richtung Realität

Dipl.-Ing. Architekt Gerd Burkert, der-energie-coach.net, Ludwigsburg
M.A. Architecture Simon Prunu, DELZER Kybernetik GmbH, Lörrach

Energieberater betreiben mit den öffentlich-rechtlichen Nachweisverfahren, vor allem mit der DIN V 18599 im Bereich von Nichtwohngebäuden, einen enormen Eingabeaufwand. Die geforderten Eingaben entsprechen in ihrer Detaillierung bereits annähernd den Eingaben, welche für die dynamische Gebäudesimulation benötigt werden. Darum fallen bei der Simulation auch nur unwesentlich höhere Kosten an.

Trotz erhöhter Eingabegenauigkeit in der DIN V 18599 hat sich aber bisher keine erhöhte Ergebnisgenauigkeit

eingestellt. Im Gegenteil, wir liegen noch weiter entfernt vom realen Verbrauch als nach dem bisherigen Ver-

fahren, das im Wohnungsbau noch als „alternatives Berechnungsverfahren“ weiterhin zugelassen wird. Die

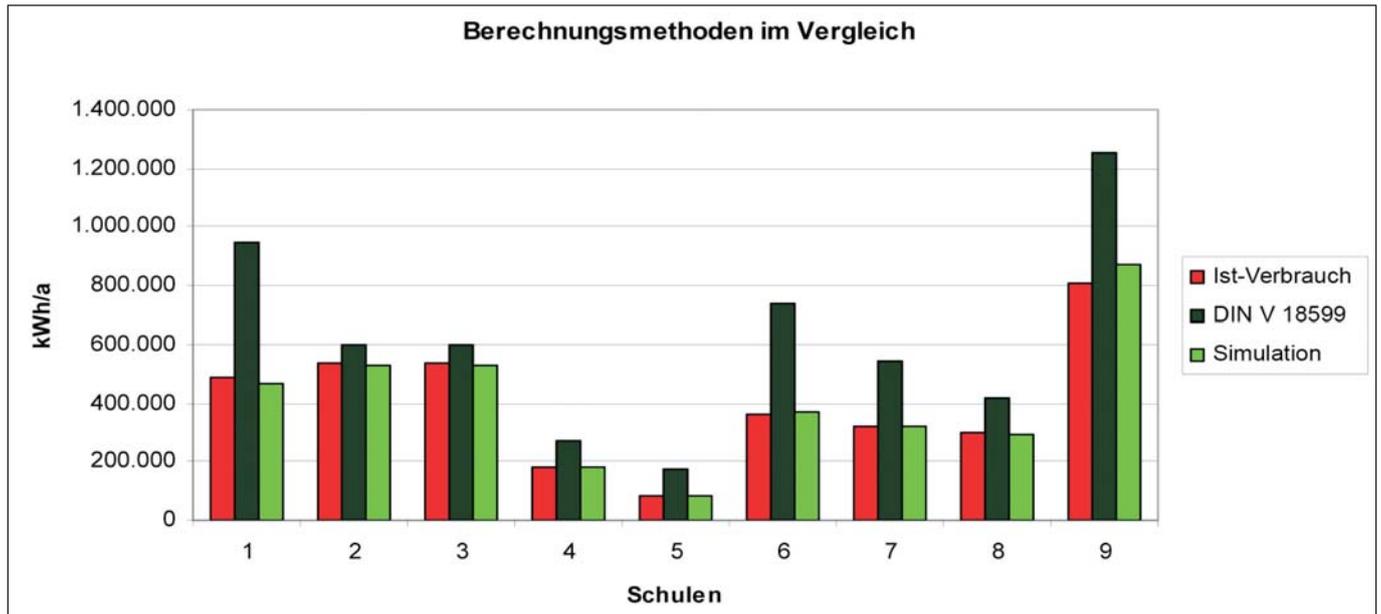


Abb. 1: Vergleich der Berechnungsergebnisse nach DIN V 18599 bzw. dynamischer Simulation mit dem Verbrauch von neun Schulen (Quelle: DELZER Kybernetik).

Entscheidung der KfW, die DIN V 18599 im Bereich Wohnungsbau bis auf Weiteres auszusetzen, macht das Dilemma der Energieberater deutlich. An öffentlich-rechtliche Berechnungsmethoden und Randbedingungen gebunden, die eigentlich dazu dienen

sollen, die Gebäudesubstanz untereinander vergleichbar zu machen, werden diese für Wirtschaftlichkeitsberechnungen nun zweckentfremdet. Auf der Basis ungenauer Bedarfsergebnisse, die in keinsten Weise den zu erwartenden Verbrauch widerspiegeln,

kann aber keine sinnvolle Beratung und auch keine seriöse Wirtschaftlichkeitsanalyse betrieben werden. Dabei stehen bereits über Jahre hinweg bewährte Simulationsverfahren zur Verfügung, die mit ihren Ergebnissen nicht nur näher am realen Verbrauch

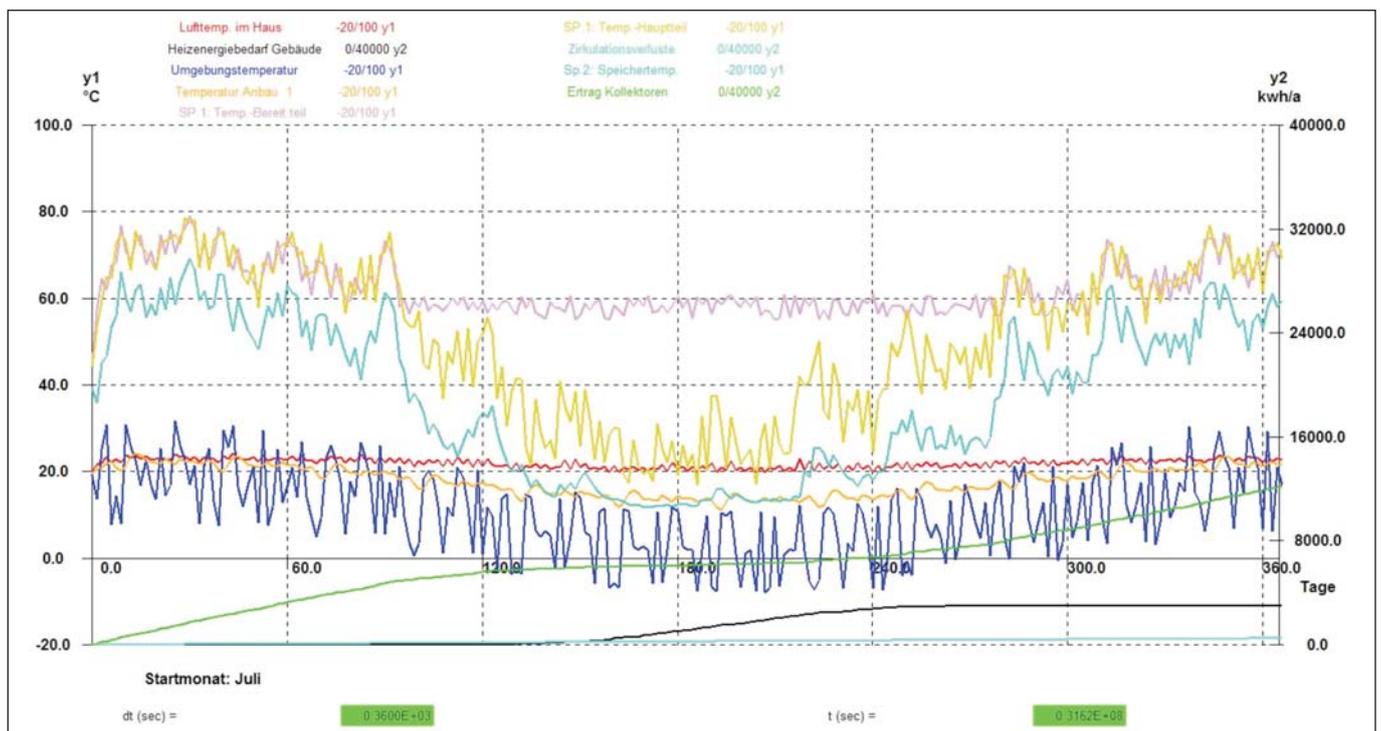


Abb. 2: Ansicht von Simulationsergebnissen mit ausgewählten Zustandsgrößen (Temperatur, Luftfeuchte, Feuchte in Bauteilen, Energie für Licht/Wärme/Kühlung/Brauchwasser) und dem Energiebedarf über das Jahr verteilt (Quelle: DELZER Kybernetik).

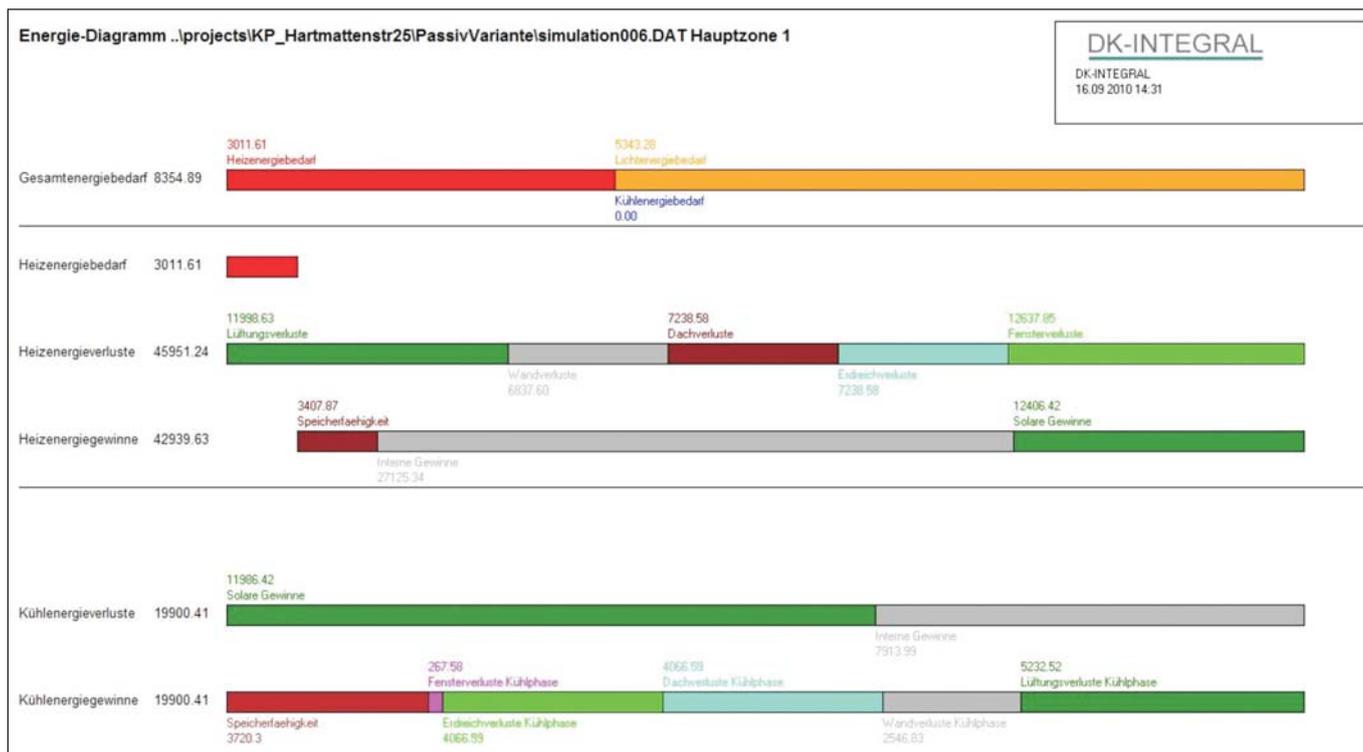


Abb. 3: Ergebnisse einer Simulation als Gesamtenergiebilanz für Heizen, Kühlen und Beleuchtung (Quelle: DELZER Kybernetik).

liegen, sondern auch exaktere Aussagen über das Gebäudeverhalten (Temperatur, Feuchte, etc.) treffen. Im Gegensatz zu den Monatsbilanzverfahren können die dynamischen Ergebnisse in Stundenschritten ausgegeben werden. Das gibt Energieberatern die Möglichkeit, dem Kunden und der Bank gegenüber realistische Aussagen zu treffen, bei annähernd gleichem Eingabeaufwand.

Mit dynamischen Gebäudesimulationen lassen sich innovative Anlagentechniken überhaupt erst abbilden und sinnvoll in die Berechnung integrieren. Denn nach Energieeinsparverordnung sollen bei Anlagen, für deren energetische Bewertung keine anerkannten Regeln der Technik oder gesicherte Erfahrungswerte vorliegen, Komponenten angesetzt werden, die „ähnliche energetische Eigenschaften“ aufweisen. Da stellt sich die Frage, welche Technik in der Norm als „ähnlich“ auszuwählen ist, wenn man die energetischen Eigenschaften

noch gar nicht abschätzen kann. Diese Lücken werden durch die dynamische Gebäudesimulation geschlossen und Aussagen zu vielen neuen Technologien möglich. Darunter die Latente Energiespeicherung (PCM – Phase Change Material) oder Lüftung durch Hypokausten. Ebenso kann der gekoppelte Wärme- und Feuchtetransport in Bauteilen (hygrothermische Simulation) berücksichtigt werden. Neben Optimierungsstrategien für Thermische Solaranlagen, Geothermie, Blockheizkraftwerke und Kraftwärmekopplung wird auch ein dynamisches Speichermanagement nach Angebot und Bedarf möglich. Dabei ist die dynamische Gebäudesimulation gar nicht so schwer zu erlernen, vor allem ändert sich die Physik nicht so häufig wie die Normen oder Verordnungen.

Ebenfalls für Architekten interessant ist der Sommerliche Wärmeschutz, der mit einer dynamischen Gebäudesimulation zu realistischeren Ergeb-

nissen führt. So werden raumweise Höchsttemperaturen und die Dauer von Überschreitungen sehr früh sichtbar. Hier wird der Nachweis mit Hilfe „genauerer, ingenieurmäßiger Berechnungsverfahren“, also der Simulation, unter Beachtung der Randbedingungen der DIN 4108-2 bereits zugelassen. Es wäre zu empfehlen, diese Möglichkeit auch auf den öffentlich-rechtlichen Nachweis nach Energieeinsparverordnung auszudehnen und hierfür Randbedingungen zu definieren. Aber viel wichtiger für den Bauherren sind die Fördermöglichkeiten, die in der Kompetenz der KfW liegen. Diese akzeptiert bereits ein weiteres Nachweisverfahren zur Erlangung von öffentlichen Fördergeldern – nämlich das Passivhaus-Projektierungs-Paket (PHPP) – welches überhaupt nicht in der Energieeinsparverordnung erwähnt wird und somit auch auf keiner gesetzlichen Grundlage basiert. Da wäre es mehr als angebracht, die über viele Jahre hinweg ebenfalls

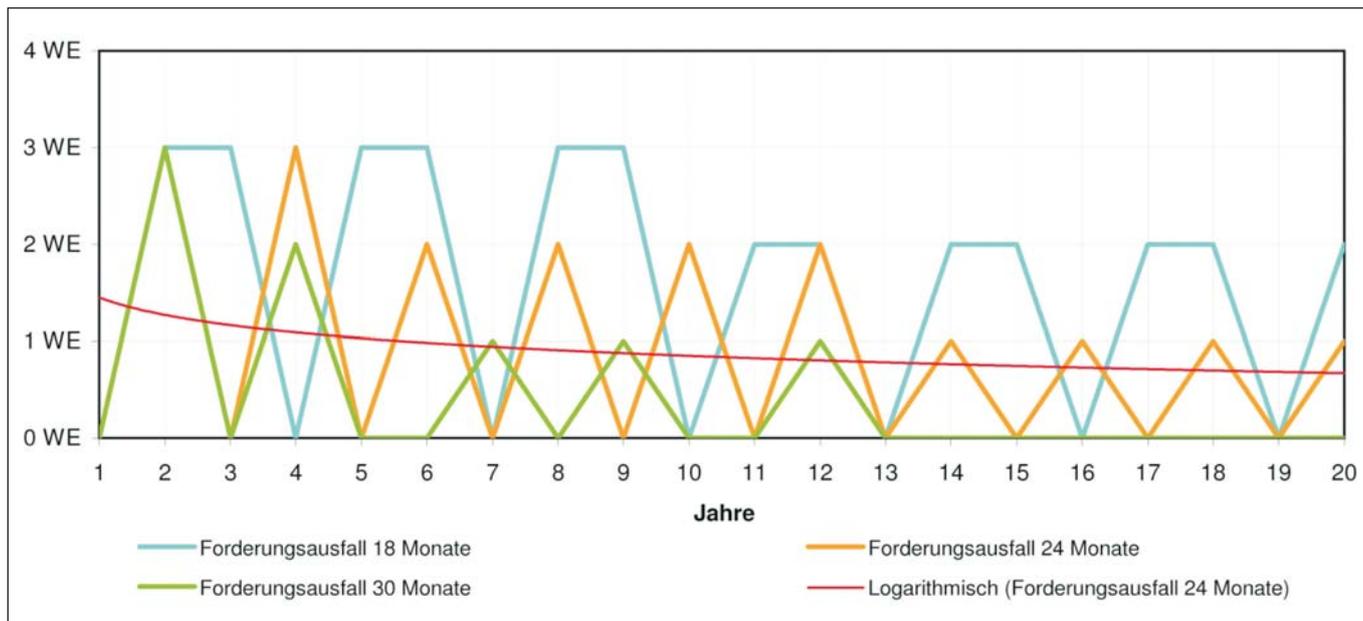


Abb. 4: Liquiditätsszenario „real case“ bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung einer WEG-Finanzierung (Quelle: AGEBA-AG Arbeitsgruppe-Energie & Betriebswirtschaft).

etablierten Simulationsverfahren für den KfW-Nachweis zuzulassen. Denn schließlich sollen die Fördergelder dazu verwendet werden, Modernisierungsmaßnahmen zu finanzieren, die eine realistisch prognostizierte Einsparung ermöglichen. Und die Entscheidung, eine Maßnahme zu fördern, sollte auch auf Grundlage realistischer Berechnungen erfolgen. Eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit anhand der ungenauen Ergebnisse aus der DIN V 18599 ist rechtlich sehr bedenklich. Das Ziel sollte daher die reale Energieeinsparung sein und nicht die Erlangung eines KfW-Kredites mit ungenauen Ergebnissen aus der DIN V 18599.

Durch dynamische Gebäudesimulationen werden energetisch aussagekräftige Berechnungen im frühen Planungsstadium möglich, die das integrale Bauen fördern und zu energetisch sinnvollen und praxistauglichen Lösungen führen.

Bei der Gebäudeoptimierung können eine Vielzahl unterschiedlicher Varianten zu einer komplexen energeti-

schen Betrachtung führen. Dahinter verbirgt sich immer die Frage nach der wirtschaftlichsten Optimierung, die bei der Freisetzung der Investitionsmittel für die Entscheidungsträger ausschlaggebend ist; denn der Auftraggeber ist eher kaufmännisch als bauphysikalisch orientiert.

Oft wird die Wirtschaftlichkeit aber nur statisch betrachtet oder die Annuitätenmethode nach VDI 2067 verwendet, die von einer gleichbleibenden Tilgungsrate ausgeht und somit nicht zum jeweils angebotenen Zinsmodell der Bank passt. Die unterschiedlichen Förderungen haben auch unterschiedliche finanzwirtschaftliche Auswirkungen. Je nach erreichtem energetischem Niveau ändert sich der Zinssatz oder auch der Tilgungszuschuss. Wenn man dabei das Verhältnis von Zuschuss zu Investition betrachtet, können oft geringere Investitionen zu wirtschaftlicheren Ergebnissen führen.

Diese Grenzkostenbetrachtung befriedigt das Informationsbedürfnis der Investoren und trägt zur Reduktion

der kognitiven Entscheidungsprozesse bei.

Auch wenn sich der Energieberater in die komplexen Zusammenhänge der Wirtschaftlichkeit einarbeiten will, so ist er bei aussagefähigen Informationen gezwungen, sich betriebs- und finanzwirtschaftlich umfangreiches Wissen anzueignen. Dem Wunsch nach Spezialisierung kann damit aber nicht Rechnung getragen werden. Wie die Erfahrung am Bau gezeigt hat, sind die entscheidenden Disziplinen zu trennen, d.h. Spezialisten in jedem Gewerk. Der Energieberater soll dabei mittels seines fundierten Basiswissens Gewerke übergreifende Zusammenhänge erkennen und Spezialdisziplinen auch an Spezialdienstleister übertragen. Im Falle der wirtschaftlichen Auseinandersetzung einer Baumaßnahme, auf der letztlich ja die Investitionsentscheidung zu treffen ist, darf sich der Energieberater sehr schnell auch die Frage der Haftung stellen. Hier könnte der Energieberater mehr Zeit auf seine eigentliche Kernkompetenz verwenden und sich bei Dienstleistern, wie z.B. der Arbeitsgruppe

Energie & Betriebswirtschaft, Unterstützung einholen. Dann werden mit realistischen Berechnungen aus der dynamischen Gebäudesimulation zur Energieeinsparung auch realistische Ergebnisse in der Wirtschaftlichkeit erzielt.

Kybernetisches Denken und interdisziplinäres Arbeiten ermöglichen eine Optimierung des „Systems Gebäude“. Kybernetik wird bekanntlich auch als „die Kunst des Steuerns“ bezeichnet. Der Planer als Steuermann verknüpft alle nötigen naturwissenschaftlichen

Disziplinen, um für den Bauherren das bestmögliche Ergebnis zu erzielen. Und nur daran, an der Realität, wird er gemessen.

Aber auch nach der Realisierung der Baumaßnahmen kann das bei der Eingabe der Daten erstellte Gebäudemodell weiterverwendet werden, um den laufenden Betrieb des Gebäudes und die Gebäudetechnik immer wieder an den Benutzer anzupassen und zu optimieren. Im Facility Management steckt demnach viel zu oft vernachlässigtes Potenzial.

Innovative Softwareanbieter können bereits über Datalogger Gebäudewerte wie Feuchte, Raumtemperaturen, etc. aufnehmen und wieder in das bestehende Simulationsmodell einlesen. Veränderungen, die ein Gebäude während seines Lebenszyklus durchläuft, können so durch vorhergehende Simulationen überprüft und kontrolliert werden. Viele Investitionen können auf diese Weise mit einem Bruchteil der Finanzen geprüft und anhand der aussagekräftigen Ergebnisse völlig neu bewertet werden.

Nutzen der detaillierten Wärmebrückenberechnung

Markus Muthig, ArchiNea GmbH Ingolstadt

Mit steigenden Wärmeschutzanforderungen nimmt die Bedeutung von detaillierten Wärmebrückennachweisen zu. Beste Energiestandards, z.B. KfW 55, lassen sich bereits heute mit Wärmebrückenpauschalen praktisch nicht mehr nachweisen.

■ Zu berücksichtigende Wärmebrücken

Für den wärmetechnischen Nachweis sind entweder die pauschalen Werte nach DIN 4108-6, bzw. DIN V 18599 Teil 2 zu verwenden, oder es ist nach dem genaueren, detaillierten Berechnungsverfahren zu rechnen. Dabei müssen nach der Periodenbilanzierung folgende Wärmebrücken berücksichtigt werden:

- Gebäudekanten
- Bei Fenster und Türen: Laibungen (umlaufend)
- Decken- und Wandeinbindungen
- Deckenaufleger
- Wärmetechnisch entkoppelte Balkonplatten

■ Pauschalen

Bei Ansatz von pauschalen Zuschlägen sind diese wie folgt:

- $U_{WB} = 0,15 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, bei mehr als 50 % Innendämmung und einbindender Massivdecke
- $U_{WB} = 0,10 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, bei Ansatz ohne weitere Nachweise
- $U_{WB} = 0,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, (halbierter WB-Zuschlag) bei erbrachtem Gleichwertigkeitsnachweis mit DIN 4108, Bbl. 2.

Werden wärmetechnisch vergleichbare Konstruktionen nach DIN 4108 Beiblatt 2 ausgeführt, kann der pauschale spezifische Wärmebrückenzuschlag U_{WB} (0,10) halbiert werden (auf U_{WB} 0,05). Hier ist zu beachten, dass die

Konstruktionen dem Beiblatt 2 entsprechen müssen oder als gleichwertig nachgewiesen werden müssen.

■ Auswirkung auf die Nachweise

Bei Gebäuden mit hohem Wärmeschutz können die Wärmeverluste über Wärmebrücken im Vergleich zu den gesamten Wärmeverlusten relativ groß werden.

Hier empfiehlt sich, nicht die pauschalen Ansätze zu verwenden, sondern die Verluste über die Wärmebrücken detailliert nach DIN EN ISO 10211-2 zu berechnen. Dabei ist zu beachten, dass die Ψ -Werte je nach verwendeten Maßen (Außen- oder Innenmaße der Längen zweidimensionaler Wär-