

Neue Normen füllen Lücken

Praxisgerecht überarbeitete und ganz neue Heizungs-Normen und ihr technisches Anwendungsumfeld standen im Fokus des 10. Kermi TGA-Kongresses Mitte Oktober in Plattling: Wasserqualität, Thermische Behaglichkeit, Energetische Bewertung nach DIN V 18 599 sowie Energieeinsparung mit Heizkörpern.

Das Stöhnen über neue Normen und Richtlinien in der Branche ist allgemein hoch. Doch die auf dem 10. Kermi-TGA-Kongress vor über 100 TGA-Planen, Anlagenbauern und Betreibern bieten der Branche gute Möglichkeiten, ihr Haftungsrisiko zu verringern und neue Geschäftsfelder zu entwickeln.

VDI 2035-1 „Steinbildung“ altbekannt und doch neu

Was hat erhöhter Wärmeschutz mit Wasserqualität zu tun? Viel, weiß Dr.-Ing. Karin Rühling, die schon etliche Schadenfälle bearbeitet hat und an der neuen VDI-Richtlinie 2035-1¹⁾ mitarbeitet. Zwar hat sich die Wasserchemie nicht geändert, ein nahezu unverändertes Anlagenvolumen trotz verringerter Heizleistung sowie höhere Wandtemperaturen und kleinere Heizflächen in den Wärmeerzeugern führen aber heute zu Problemen, die früher kaum aufgetreten sind. Dazu komme, so Rühling, dass die bisher geltende VDI 2035 zwar fachlich richtig, aber wegen der „Chemielastigkeit“ nicht praxistauglich ist. Experten sprechen von Umsetzungsgraden im einstelligen Prozentbereich.

So ist es zu erklären, dass trotz SI-System und heftigem Widerstand der Chemiker die neue VDI 2035-1 wieder (parallel) den Härtegrad °d verwendet. Auch wurde die Anzahl der Parameter verändert. Vereinfachend wird für die Härtebildung nur noch die Summe der Erdalkalien (Gesamthärte) beurteilt. Durch die Verwendung des theoretischen Maximalwerts ist der Anwender damit zusätzlich auf der sicheren Seite, denn das Steinbildungsrisiko nimmt zu:

¹⁾ VDI 2035-1 Vermeidung von Schäden in Warmwasserheizanlagen – Steinbildung in Wassererwärmungs- und Warmwasserheizanlagen, April 1996 und VDI 2035-1 (Entwurf) Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen – Steinbildung in Trinkwassererwärmungs- und Warmwasser-Heizungsanlagen, November 2004

- Bei erhöhtem Wärmeschutz ist das auf die Heizleistung bezogene Anlagenvolumen größer und damit auch die Menge an Calcium und Hydrogencarbonat-Ionen pro kW Heizleistung höher.
- Die Wärmeübertragungsflächen der Wärmeerzeuger pro kW Heizleistung werden immer kleiner.
- Der Trend zur Mehrkesselanlagen (Kaskadenanlagen) setzt sich fort, wobei die Inbetriebnahme oft nur mit einem Wärmeerzeuger vorgenommen wird.
- Durch die Verschärfung der Regeln zur Vermeidung des Legionellenrisikos werden für die Trinkwassererwärmung höhere Temperaturen gefahren.

Nur noch eine Tabelle

Besonders einfach erschließt sich die neue VDI 2035-1 auf der Heizungsseite für den Anwender durch eine einzige Richtwerttabelle. Nur für sehr spezielle Wässer und als Optimierungsmöglichkeit (Verzicht auf eine Enthärtungsanlage) ist die Berechnung als Option angegeben. Die Richtwerttabelle (Tabelle 1) berücksichtigt jetzt alles, was vorher unverständlich in Textform verklausuliert war. Neu sind niedrigere Leistungsgrenzen und eine konsequente Orientierung an der Schadenstatistik. Die höchsten Anforderungen stellten dabei aufgrund der kleinen Querschnitte die Thermostatventile.



Foto: GV
Karin Rühling: „Erhöhter Wärmeschutz erfordert mehr Aufmerksamkeit bei der Heizungswasserqualität. Mit einer Richtwerttabelle ist die neue VDI 2035-1 einfach anwendbar.“

Stellt die bisherige VDI 2035-1 unter 100 kW Heizleistung Anforderungen nur bei spezifischen Anlagenvolumen ab 20 l/kW, ist diese Grenze im Neuentwurf auf 50 kW halbiert. Rühling: Nachrechnungen haben ergeben, dass aufgrund der heute verwendeten Heizsysteme und der niedrigen Auslegungstemperaturen das spezifische Anlagenvolumen von 20 l/kW schon bei geringeren Heizleistungen regelmäßig überschritten wird.

Enthärtung sieht die Neufassung der VDI 2035-1 als bevorzugte Maßnahme vor, wenn die Summe der Erdalkalien des Füll- und Ergänzungswassers über dem Richtwert nach der Richtwerttabelle (Tabelle 1) liegt oder/und höhere Füll- und Ergänzungswassermengen zu erwarten sind oder/und das spezifische Anlagenvolumen mehr als 20 l/kW Heizleistung beträgt (wobei bei Mehrkesselanlagen die kleinste Einzel-Heizleistung anzusetzen ist).

Rühling ist sich sicher, dass TGA-Planer und Heizungsbauer mit der Neufassung der VDI 2035-1 mit nur noch einem handhabbaren Parameter als Beurteilungskriterium

Gesamtheizleistung** in kW	Summe Erdalkalien in mol/m ³	Gesamthärte in °d
≤ 50	keine Anforderungen ^{*)}	keine Anforderungen ^{*)}
> 50 bis ≤ 200	≤ 2,0	≤ 11,2
> 200 bis ≤ 600	≤ 1,5	≤ 8,4
> 600	≤ 0,02	≤ 0,11

^{*)} Bei Anlagen mit Umlaufwasserheizern und für Systeme mit elektrischen Heizelementen beträgt der Richtwert für die Summe der Erdalkalien ≤ 3,0 mol/m³, entsprechend 16,8 °d
^{**)} Nennheizleistung, bei Mehrkesselanlagen die Nennheizleistung des kleinsten Wärmeerzeugers
Quelle: Dr.-Ing. Karin Rühling, Referat auf dem Kermi TGA-Kongress am 17./18. Oktober 2005

Tabelle 1 So könnte die Richtwerttabelle in der neuen VDI 2035-1 aussehen

Endlich:

Die intelligente Fachzeitschrift von Energieberatern
für Energieberater.

Aktuell, fundiert und mit allem was Sie brauchen.



Karte weg? Macht nix!

Einfach im Internet unter www.geb-info.de
das Kennenlern-Angebot mit allen interessanten
Einführungsvorteilen anfordern
oder 0 180 5 436 863 anrufen.

eine wirklich praxisgerechte Richtlinie erhalten. Denn das meiste sei nicht neu, sondern nur in eine lesbare Form gebracht worden. Da die bisherige VDI 2035-1 über DIN 18 380 (VOB/C) zu den anerkannten Regeln der Technik gehört und zwingender Ausführungsbestandteil ist, sollte sich der TGA-Planer oder Heizungsbauer unbedingt schriftlich aus der Haftung entlassen, wenn der Kunde die notwendige (Enthärtungs-)Anlage nicht bezahlen will.

Die neue Farbenlehre der Thermischen Behaglichkeit

Thermische Behaglichkeit führt nach wie vor in der gebäudetechnischen Planung ein Schattendasein. Zwar taucht der Begriff an jeder Ecke auf, fast alle neueren Normen weisen mindestens auf die Bedeutung hin oder verdonnern den Planer sogar dazu, die Thermische Behaglichkeit während der Planung zu beachten und ggf. dem Auftraggeber diese rechnerisch nachzuweisen – doch wer macht dies schon? Solange nicht außergewöhnliche Bauanforderungen bestehen, werden heiz- und raumluftechnische Anlagen bezüglich der Thermischen Behaglichkeit vielmehr nach den Prinzipien Erfahrung und Hoffnung gewählt und ausgelegt.

Es fehlen schlichtweg geeignete Werkzeuge zur Einschätzung der Thermischen Behaglichkeit während der Planungsphase, sagt Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Richter. Ausdruck dessen sei alleine die noch nicht beendete Diskussion in der Fachwelt, ob bei zunehmendem Dämmstandard die Thermische Behaglichkeit erhöht oder verringert wird. Besonders maßgeblich ist dabei, auf welche Art der Außenluftwechsel vorgenommen wird.

Normen nicht anwendbar

Zwar sind die grundlegenden Berechnungsgleichungen von Fanger schon seit längerem in DIN EN ISO 7730¹⁾ eingeflossen, anwendbar ist die Norm in der täglichen Praxis aber nicht. Denn die globalen Kriterien PMV (Predicted Mean Vote, voraussagbare mittlere Klimabeurteilung) und PPD (Predicted Percentage of Dis-

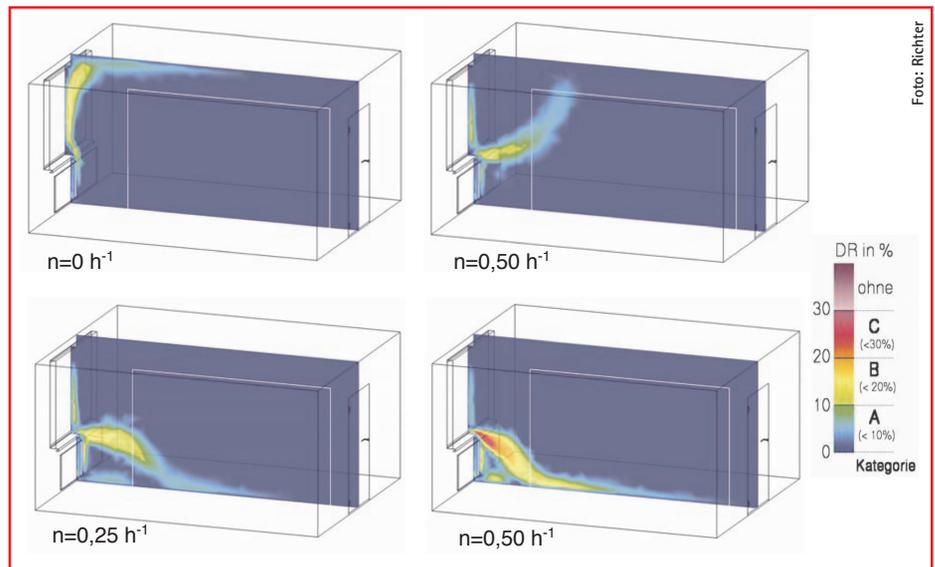


Bild 1 Einfluss des Luftwechsels auf das Zugluftrisiko (DR). Randbedingungen: Niedrigenergiehaus, Lüftung mittels breitem, schlitzförmigem Außenluftdurchlass unterhalb des Fensters

tified, voraussagbarer Prozentsatz von Unzufriedenen) sind zwar notwendig aber nicht hinreichend. Weiterhin sind lokale Kriterien wie Lufttemperaturverteilung über der Höhe, Strahlungsasymmetrie, Zugluftrisiko und Oberflächentemperaturen zu bewerten. Damit beschränkt sich die Einschätzung der Thermischen Behaglichkeit im Planungsstadium auf wenige (wissenschaftliche) Institutionen.

Das soll sich bald grundlegend ändern, hofft Richter. Er arbeitet momentan an der VDI-Richtlinie 6018, Arbeitstitel „Thermische und lufthygienische Anforderungen an Räume“. Blatt 1 soll alles das abbilden „was nicht in DIN EN ISO 7730 steht“. Blatt 2 wird beschreiben, wie Thermische Behaglichkeit gemessen wird. Blatt 3 und folgende sollen „der Branche Thermische Behaglichkeit auf grafischem Wege unterjubeln“. Plakative (Schnitt-)Bilder

¹⁾ DIN EN ISO 7730 Gemäßigtes Umgebungs-klima – Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung der Bedingungen für thermische Behaglichkeit, September 1995 und DIN EN ISO 7730 (Entwurf) Ergonomie des Umgebungs-klimas – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und der lokalen thermischen Behaglichkeit, Oktober 2003

durch Modellräume werden dazu auch die „summativ Thermische Behaglichkeit“ unter Berücksichtigung aller notwendigen Kriterien darstellen. Zur ISH 2007, hofft Richter, wird das erste Blatt mit etwa 40 Fällen für freie Raumheizflächen zur Verfügung stehen.

Noch wird gerechnet

Die Farben für die Bilder stammen aus aufwendigen Computersimulationen. Hatte man in der Vergangenheit überwiegend versucht, messtechnisch praxisnahe Ergebnisse zu erreichen, existiert heute auch die Alternative der rechnerischen Simulation mit integrierter Luftströmung. Sie kann den gesamten Raum betrachten, eine Vielzahl von Varianten berücksichtigen und arbeitet mit konstanten Randbedingungen. Geeignete validierte Algorithmen stehen dazu mittlerweile zur Verfügung, doch die rechnerische Simulation erfordert umfangreiche (mehrjährige) Erfahrung.

So entstehen zurzeit nach und nach für alle relevanten Fälle vertikale und horizontale Schnitte durch (leere) Modellräume. Auf einer prägnanten Farbskala kann dann auf einen Blick festgestellt werden, ob und wie gut in der Schnittebene eine in vier Kategorien (Vertragsgrundlage) differenzierte Thermische Behaglichkeit eingehalten wird (Bild 1).

Abgebildet werden Einflüsse wie das Wärmeschutzniveau, der Fensterflächenanteil, der Luftwechsel, die Art des Außenluftdurchlasses, das Lüftungssystem, die Heizkörpertemperatur bzw. -fläche und die Heizkörperanordnung. Bei Kühldecken werden zusätzlich die Einflüsse bei der sommerlichen Kühlung mit weiteren Parametern, wie Wärmequellen, Jalousie, Verschattung, Uhrzeit und Orientierung

Anzeige

AVA

Kostenplanung

Projektmanagement

Kostenlose Testversion Tel. 08031 - 40688-0
 Fax 08031 - 40688-11

e-mail: info@orca-software.com · www.orca-software.com



abgebildet. Angaben zum Energiebedarf sollen aber nicht in die Richtlinie integriert werden.



Wolfgang Richter:
„Mit der VDI 6018 kann der Planer dem Bauherren plakativ zeigen, welche Thermische Behaglichkeit sich aus einer bestimmten Planung ergeben wird.“

DIN V 18 599 gehört in TGA-Planer-Hand

Zehn Teile und rund 1000 Seiten umfasst die Normenreihe DIN V 18 599²⁾ (Bild 2). „Bitte unterdrücken Sie als TGA-Planer den Reflex ‚wieder so viele neue Normen‘. DIN V 18 599 zur energetischen Bewertung von Gebäuden ist ein Regelwerk für Ihre Zukunft“, riet Prof. Dr.-Ing. Rainer Hirschberg den Kongress-Teilnehmern. Seine Botschaft zur Beruhigung: Sobald ein Softwarewerkzeug zur Verfügung steht, reicht für den TGA-Planer Querlesen aus.

Rund 70% der Vornorm behandeln die Anlagentechnik, nur 30% die Gebäudehülle. Wesentliche Neuerung ist das Mehrzonenmodell, weil das A/V-Verhältnis für Nutzgebäude nicht relevant ist. Um die gegenseitige Beeinflussung der Energieströme zu berücksichtigen, sieht DIN V 18 599 ein iteratives Verfahren vor:

²⁾ DIN V 18 599 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

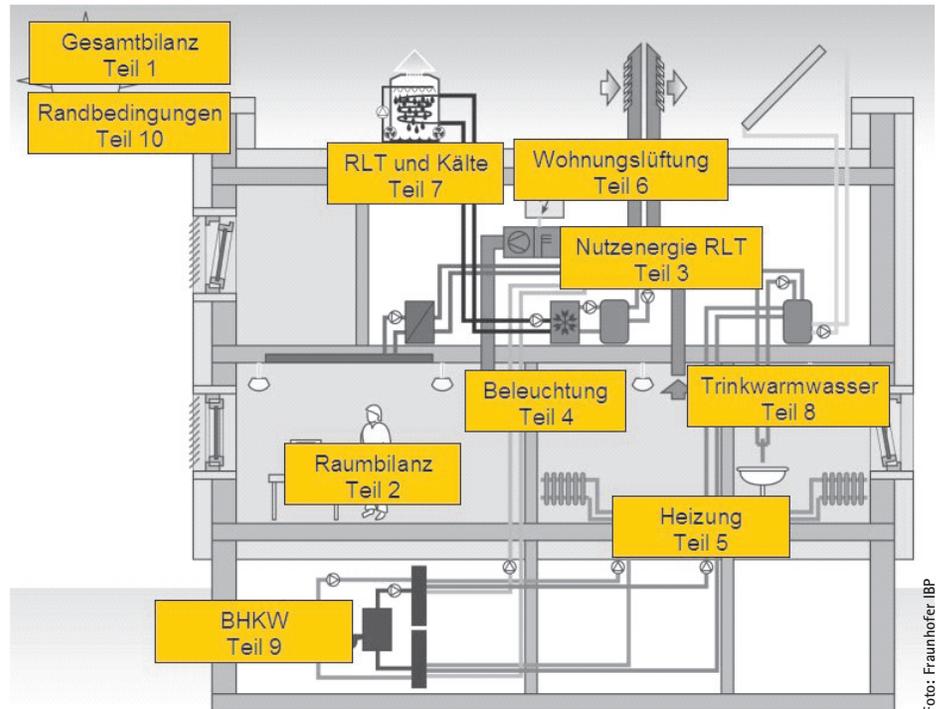


Bild 2 Übersicht über die Teile der DIN V 18 599

1. Feststellung der Nutzung (Zonierung), Zusammenstellen der Flächen sowie der bauphysikalischen und anlagentechnischen Kennwerte
2. Ermittlung von Nutz- und Endenergiebedarf sowie Wärmequellen der Beleuchtung
3. Erste überschlägige Bilanzierung Nutzwärme/-kälte der Zonen (ohne Berücksichtigung der Wärme-/Kälteeinträge der Anlagentechnik)
4. Aufteilung der Nutzenergie auf Lüftung, Heizung, RLT
5. Berechnung der Heizung, Kühlung und Trinkwassererwärmung anhand des überschlägigen Nutzwärmebedarfs
6. Wiederholung der Berechnungsschritte 3., 4. und 5. (endgültige Bewertung)
7. Berechnung des Primärenergiebedarfs

Berechnungsbeispiele haben gezeigt, dass die erste Iteration nur eine sehr grobe Näherung ist. Bezogen auf den zweiten Schritt (gegenwärtig ist der Abbruch nach dem 2. Schritt vorgesehen) sind Abweichungen von weit über 30% vor allem beim Heizwärmebedarf und bei den Wärmeverlusten der Heizung zu erwarten.

Wenngleich Hirschberg an der Norm bemängelte, dass zu viele Ausdrücke von Bedenkträgern und Bewahrern physikalisch falsch durchgedrückt wurden und die Wohnungs Lüftung und Lüftung aufgrund einer starken Herstellerlobby technisch unbegründet in unterschiedlichen Teilen behandelt werden, hält er die DIN V 18 599 für gut anwendbar. Allerdings sei sie keine Simulation und kein „Allheilmittel“ und

Ohne Schnickschnack.

RAPIDO® 
Cleverer Wärme.

Mehr Heizung braucht kein Mensch: Rapido Öl- und Gaskessel sind von Haus aus vorverdrahtet, steckerfertig, wartungsarm, montagesicher, zuverlässig und extrem günstig. Das ist clevere Wärme.

RAPIDO Wärmetechnik GmbH, Rahserfeld 12, 41748 Viersen
E-mail: information@rapido.de, im Internet: www.rapido.de

lediglich für den öffentlich-rechtlichen Nachweis zur Qualitätsbewertung von Immobilien untereinander geeignet. Ein Abgleich zwischen Energiebedarf und Energieverbrauch, wie im Anwendungsbereich der Vornorm angegeben, ist nach Hirschbergs Meinung nicht erfüllbar und würde einem „Hinrechnen“ entsprechen.

Wärmeübergabe

Speziell ging Hirschberg auf die Berechnung des Energieaufwands für die Wärmeübergabe für Heizungsanlagen ein. Drei Faktoren und drei Teilnutzungsgrade (Aufwandszahlen) beeinflussen hier den Energieaufwand der Wärmeübergabe. Der Faktor f_{Radiant} korrigiert den Strahlungseinfluss bei Hallenheizungen mit mehr als 4 m Höhe. Intermittierenden Heizbetrieb berücksichtigt der Faktor f_{int} . Der Hydraulische Abgleich wird über f_{hydr} bewertet, ist allerdings zunächst mit 1,0 unwirksam. Die Teilnutzungsgrade η_l (vertikales Luftprofil), η_c (Raumtemperaturregelung) und η_b (spezifische Verluste der Außenbauteile) sind Tabellen zu entnehmen. Im Ergebnis ergeben sich im Bereich der Wärmeübergabe gegenüber DIN V 4701-10, die nur einen konstanten Wert von $3,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ausweist, deutlich höhere und vom Nutzenergiebedarf abhängige Werte.

Kritisch ist an den Tabellenwerten, so Hirschberg, dass die Werte für die Raumtemperaturregelung auf dem Verhandlungswege und nicht durch Simulationen oder Messungen abgesichert in die Norm gekommen sind. Gerade die Differenz zwischen P- und PI-Reglern sei viel zu klein. Für die Gebäude- und Hausautomation sei dies ein Hemmnis. Auch suggeriere die Tabelle, dass die Einflüsse voneinander unabhängig sind, was nicht der Realität entspricht. Im Sinne des Verfahrens müssten solche Vereinfachungen zwar akzeptiert werden, „Einsparberechnungen“ durch die Variation eines Parameters seien so aber unrealistisch.

Für die Wärmeabgabe über Rohrleitungen stellt Teil 5 ein Verfahren zur Ermittlung der Leitungslängen zur Verfügung. Eingangsdaten sind die geometrischen Ge-

bäude-/Zonendaten. Laut Hirschberg können die Näherungsgleichungen auch zur Kostenschätzung benutzt werden.

Für den Stromaufwand der Wärmeverteilung macht DIN V 18599 einen neuen Ansatz. In die Berechnung gehen Faktoren für die hydraulische Schaltung f_{Sch} und den Hydraulischen Abgleich f_{Abgl} ein. Um die maximale Leitungslänge eines Heizkreises zur Berechnung der hydraulischen Leistung zu berechnen, steht eine Näherungsgleichung auf Basis der Gebäudeabmessungen zur Verfügung. Die Aufwandszahl $e_{\text{h,d,aux}}$ kennzeichnet das Betriebsverhalten der Pumpe. Sie wird aus tabellierten Konstanten für die Pumpenregelungsart, bei unbekanntem Pumpen aus einem zusätzlichen Überdimensionierungsfaktor und der mittleren Belastung des Heizkreises berechnet.

Verzögerung als Chance

Seit der Bundestagsneuwahl ist der 4. Januar als Umsetzungstermin für die EU-Gebäuderichtlinie in Deutschland nicht mehr realistisch. Für die TGA-Planer, die bisher „nicht gesetzt“ sind, ergibt sich daraus eine (letzte) Chance. Hirschberg: „Energieausweise sind unser Thema, nicht das der Bauleute oder Tragwerksplaner. Im VDI-TGA machen wir zwar verstärkt Lobbyarbeit, aber auch die TGA-Planer müssen sich jetzt unbedingt stärker artikulieren. Wer an den Trog will, muss auch dafür kämpfen. Wer auf Verbände wie den VBI oder Ingenieurkammern hofft, wird eine Enttäuschung erleiden, denn die sind von den Tragwerksplanern dominiert.“

Auch langfristig wird es wohl für die TGA-Planungsbranche keine riesigen Planungsaufträge mehr geben. Deswegen ist die energetische Bewertung von Gebäuden das Betätigungsfeld der Zukunft und eine einmalige Chance, die nie wieder kommt. Nur wenn der TGA-Planer „sich selbst mit auf die Liste setzt“, könne er davon partizipieren und nicht wie bei der EnEV außen vor bleiben, so Hirschberg. „Später wird es an der Verordnung nur noch Reparaturen und Anpassungen geben. ‚Neue Fachleute‘ werden mit Sicherheit nicht nachträglich zugelassen.“

Kritik übte Hirschberg in diesem Zusammenhang an dem „Clausnitzer-Gutachten³⁾“ im Auftrag des Wirtschaftsministeriums. Hier habe man mit den Architekten eine Gruppe für den Energiepass rekrutiert, die in der Masse nur rechnerisch zur Verfügung steht und gleichzeitig die TGA-Planer, die als einzige aufgrund ihrer Ausbildung nahezu alle Qualifikationen mitbringen, einen Qualifikationsnachweis untergeschoben. Hirschberg: „Das stellt die Physik der Vorbildung auf den Kopf.“

Energieausweis-Software

Schlüsselthema für die Umsetzung der energetischen Gebäudebewertung nach DIN V 18599 ist eine gute Software. Allerdings sind die TGA-Softwarehäuser zurzeit noch sehr zurückhaltend, weil die Zielgruppenfrage offen sei. Hirschberg forderte deswegen die TGA-Planer auf, gegenüber ihren Softwarelieferanten den Bedarf und die Bereitschaft einer Softwareinvestition zu signalisieren.

Foto: GV



Rainer Hirschberg: „Wenn die TGA-Branche in den nächsten Wochen nicht aktiv wird und kämpft, überlässt sie den Bauleuten den Zukunftsmarkt ‚Energetische Bewertung‘.“

Neuer Heizkörper spart Energie und steigert die Behaglichkeit

Die Einhaltung der Thermischen Behaglichkeit wird über viele einschlägige Normen und Richtlinien gefordert. Allerdings werden auch Anlagen, die nach allen Regeln der Technik geplant und ausgeführt werden, dem selten gerecht.

Ursächlich ist der deutliche Unterschied zwischen Auslegungsfall und tatsächlichem Betrieb. So ist bei einem nach VDI 6030⁴⁾ ausgelegtem Heizkörper und

Anzeige

Wärmepumpenheizungen richtig planen

Software mit Wirtschaftlichkeitsvergleich für Luft, Erde, Wasser bzw. Direktverdampfung; 400 Wärmepumpen mono-, bivalente und monoenergetische Betriebsweise, verschiedene Speicherkonzepte und Wärmeverteilssysteme

350.- € netto

www.WP-OPT.de

WPsoft GbR

Tel. 0351/4246712

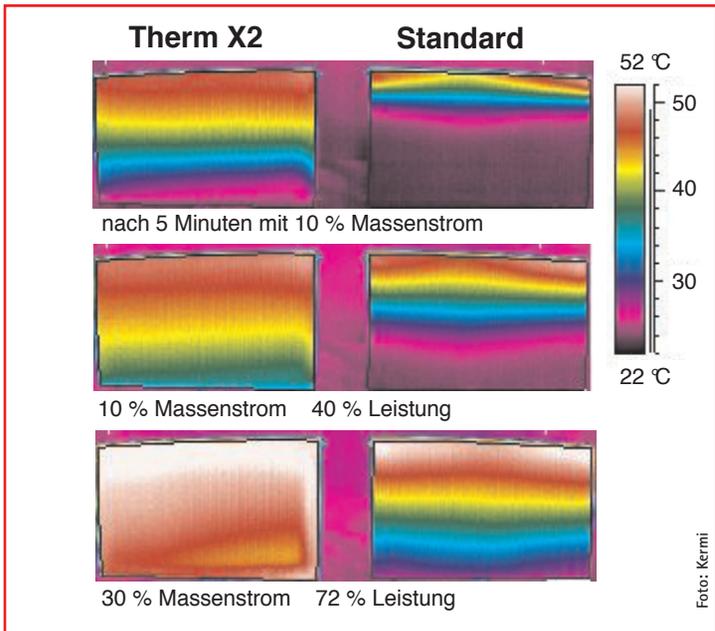


Bild 3 Thermografische Aufnahmen von einem Standard- und einem Therm-X2-Heizkörper bei unterschiedlichen Betriebszuständen. Die Oberflächentemperatur und damit der Strahlungsanteil ist beim Therm X2 deutlich höher

inneren Wärmequellen der Strahlungsausgleich der unverändert kalten Bauteilflächen nur noch bedingt möglich, weil die mittlere Oberflächentemperatur der Heizfläche deutlich sinkt. Ein zusätzlicher Aufheizzuschlag verschärft die Situation. Der Nutzer wird also tendenziell den Sollwert am Thermostatventil erhöhen, bis eine Kompensation eintritt. Dann steigt der Energieverbrauch.



Siegfried Stannek:
„Weil beim Kermi Therm X2 zuerst die vordere Platte durchströmt wird, steigt die Thermische Behaglichkeit und der Energieverbrauch sinkt.“

Dieser Problematik wirkt der neue Kermi Therm X2 entgegen, so Dipl.-Ing. (FH) Siegfried Stannek. Bei den mehrlagigen Typen wird nämlich zuerst die vordere Platte durchströmt und erst danach die hinteren. Die hydraulische Serienschaltung erhöht so die Temperatur auf der für die Wärmestrahlung maßgeblichen Rauminnenseite im Vollast- und im Teillastbetrieb. Durch den höheren Strahlungsanteil steigt die Thermische Behaglichkeit. Außerdem verringert sich die Aufheizzeit. Die kühlere hintere Platte wirkt dann sogar noch zusätzlich als Strahlungsschutzschirm und verringert zusammen mit der niedrigeren Rücklauftemperatur den Energieverbrauch. JV ←

³⁾ Clausnitzer, Klaus-Dieter; Dittrich Joachim: Potenzial an Fachleuten zur Umsetzung der Gebäuderichtlinie. bremer energie institut und Institut Technik und Bildung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, 2005. Download unter: www.bremer-energie-institut.de, dort unter: <Veröffentlichungen>. Siehe auch: TGA 8-2005 „Bremsmanöver auf der Zielgeraden“

⁴⁾ VDI 6030-1 Auslegung von freien Raumheizflächen – Grundlagen – Auslegung von Raumheizkörpern, Juli 2002



Einen Schritt voraus

Der neue Heizkostenverteiler doprimo® III steht für die intelligente Heizkostenverteilung der Zukunft.

- 2-Fühler-Technik für breites Einsatzspektrum
- Hohe Abrechnungssicherheit und -qualität durch elektronische Auslesung
- Wirtschaftlich durch 10+2-Jahre-Langzeitbatterie
- Großer Speicher für 12 Monatsendwerte sowie Stichtagswerte des Vorjahres und Vorvorjahres
- Elegant dezentes Design

ista Deutschland GmbH
Grugaplatz 4 · 45131 Essen
Tel. 0201 45902
info@ista.de

www.ista.de