

Energieeffizienz und Raumklima – Teil 1

Symbiose oder Widerspruch?

Prof. Dr. Klaus Sedlbauer, Hans Erhorn und Dr.-Ing. Andreas Holm

ENERGIEEFFIZIENZSTEIGERUNG STELLT FÜR DEUTSCHLAND und Europa in der nächsten Dekade eine nachhaltige Herausforderung für Umwelt und Volkswirtschaft dar. Mit Einführung der Energieeinsparverordnung 2002 wurden die Anforderungen an den Energiebedarf und die Luftdichtheit von Gebäuden nochmals verschärft. Die EnEV ist die rechtsverbindliche Grundlage für die Festlegungen an den „energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende (Heiz-)Anlagentechnik“ für neue und bestehende Gebäude in Deutschland. Sie führte die Wärmeschutzverordnung und die Heizungsanlagen-Verordnung zusammen und verfolgt das Ziel, den Primärenergiebedarf in Gebäuden weiter zu senken.

! Info

Energieeffizientes Bauen erhöht Behaglichkeit

Das Wohlbefinden von Bewohnern in Räumen hängt von verschiedensten Einflussfaktoren ab. Neben Temperaturniveau, Temperaturdifferenzen innerhalb eines Raumes sowie der Strömungssituation in Räumen sind wesentliche Einflussgrößen ferner die Feuchte sowie Akustik, Emissionen oder Gerüche. Während letztgenannte Einflussgrößen in aller Regel nicht von der Energieeffizienz des Gebäudes abhängen, wurden diese zur Klärung der eingangs gestellten Frage „Energieeffizienz und Raumklima – Widerspruch oder Symbiose?“ nicht berücksichtigt. Die anderen Einflussgrößen hingegen lassen die gestellte Frage mit einer eindeutigen Aussage beantworten. Energieeffizientes Bauen erhöht die Behaglichkeit in Räumen profund!

In der EnEV bisher unberücksichtigt ist allerdings der Energiebedarf für Beleuchtung und Klimatisierung. Aufgrund einer 2002 erlassenen europäischen Richtlinie zur Energieeffizienz von Gebäuden muss die energetische Bewertung von Gebäuden auch diese Gebäudetechniken mit berücksichtigen. Die sich daraus ergebenden neuen energetischen Anforderungen an Gebäude können zu einer Veränderung des Innenraumklimas führen. Nun stellt sich natürlich die Frage, wie sich dies in Abhängigkeit von der Bauweise und der verwendeten Materialien im Bezug auf die Behaglichkeit und die Wohnluftqualität auswirkt.

Bei energieeffizienten Gebäuden ist im Allgemeinen davon auszugehen, dass im Winter die Behaglichkeitsanforderungen leicht zu erfüllen sind. Gründe hierfür sind der gute Wärmeschutz von Außenwänden und Fenstern und den dadurch gegebenen geringen Temperaturunterschieden im Raum. Hingegen stellen größere interne (PCs, Beleuchtung, hohe Belegungsdichte) und

vor allem externe Wärmequellen (Sonne ohne ausreichenden außenliegenden Sonnenschutz in den Übergangsjahreszeiten und im Sommer) eine gewisse Herausforderung für energieeffiziente Gebäude dar. Aber auch eine Reduzierung des Luftaustausches, wie er sich z. B. durch die Realisierung von luftdichteren Gebäudehüllen in Gebäuden einstellen kann, kann zu einem Anstieg der Raumluftfeuchte und somit zu einem veränderten Raumklima führen.

Energieeffizienz

Die Steigerung der Energieeffizienz ist wesentlicher Bestandteil der politischen Strategien und Maßnahmen der EU-Mitgliedsländer, die zur Erfüllung der im Rahmen des Kyoto-Protokolls eingegangenen Verpflichtungen erforderlich sind. Die Maßnahmen zur Verbesserung der Gesamteffizienz sollten dabei den klimatischen und lokalen Bedingungen sowie dem Innenraumklima und der Kostenwirksamkeit Rechnung tragen. In der vom Europäischen Parlament und Rat 2002 erlassenen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden wird von den Mitgliedsländern gefordert, eine Bewertungsmethode zu entwickeln, die regional differenziert werden kann und bei der zusätzlich zur Wärmedämmung auch andere Faktoren von wachsender Bedeutung einbezogen werden können, wie z. B. Heizungssysteme und Klimaanlage, Beleuchtung, Nutzung erneuerbarer Energien und Konstruktionsart der Gebäude. Der derzeitige EnEV-Ansatz konzentriert sich auf die Minderung des Heizenergiebedarfs. Dies soll sich mit der Umsetzung der EU-Richtlinie in einer novellierten EnEV ab 2006 grundlegend ändern. Der Energiebedarf für Heizung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung wird gleichberechtigt integral bewertet. Sommerlicher Wärmeschutz und Tageslicht können als Energieeffizienzmaßnahmen künftig genau so quantifiziert werden, wie Nutzungsgrade von Heizkesseln oder winterliche Wärmeschutzmaßnahmen. Bild 1 zeigt die Primärenergiebedarfsbilanz eines Bürogebäudes, das mit innovativen Technologien ausgestattet ist im Vergleich zu einem konventionell errichteten.

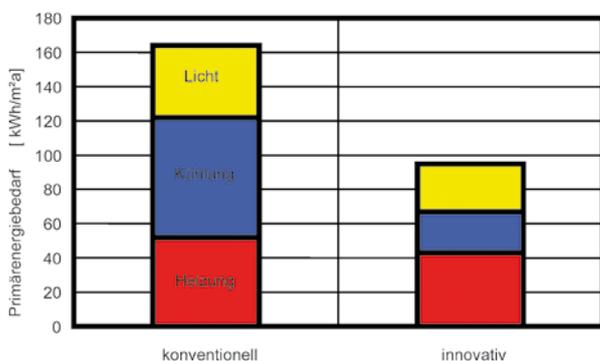


Bild 1: Primärenergiebedarf eines exemplarischen Bürogebäudes mit und ohne innovativer Bau- und Systemtechnik

Bild 2: Westansicht des VERU-Versuchsgebäude am Fraunhofer-Institut für Bauphysik Holzkirchen



Die DIN 18599

Die Normenreihe DIN V 18599 wurde zur Erfüllung dieser Aufgabe in einem gemeinsamen Arbeitsausschuss der DIN Normenausschüsse Bauwesen (NABau), Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS) und Lichttechnik (FNL) erarbeitet. Sie stellt eine Methode zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung, wie sie nach Artikel 3 der Richtlinie 2002/91/EG der Europäischen Union (EU) gefordert ist. Um diese ganzheitliche Bewertung überhaupt zu ermöglichen – bisher war dies nur den hochwertigen Simulationstools vorbehalten – wurde in den letzten zwei Jahren intensiv an dieser Bewertungsnorm gearbeitet. Hinter der Norm verbirgt sich eine monatliche Bilanzierungsmethode, mittels der der Nutzenergiebedarf (Heizung, Kühlung, Beleuchtung) für konditionierte Gebäudebereiche ermittelt und so Architektur und Baustoffe bewertbar gemacht werden. Darauf aufbauend kann für alle Gebäudeservicesysteme (Heizung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung) deren Effizienz bewertet sowie deren Einfluss untereinander berücksichtigt werden. So kann der Energiebedarf für alle Servicesysteme und mittels energieträgergebundener Primärenergiefaktoren der Gesamt-Primärenergiebedarf für das Gebäude als Einzahlangabe für den künftigen

Bild 3: Büroähnlich ausgestatteter Versuchsraum mit hochverglaster Westfassade, innenliegendem Sonnenschutz und abgependelter künstlicher Beleuchtung



europaweit obligatorisch geforderten Energiepass ermittelt werden. Neben der Berechnungsmethode werden mit der neuen Norm auch nutzungsbezogene Randbedingungen für eine neutrale Bewertung zur Ermittlung des Energiebedarfs angegeben (unabhängig von individuellem Nutzerverhalten und lokalen Klimadaten). Die Normreihe ist geeignet, den langfristigen Energiebedarf für Gebäude oder auch Gebäudeteile zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien für Gebäude abzuschätzen. Die normativ dokumentierten Algorithmen sind gleichermaßen anwendbar für die energetische Bilanzierung von Wohn- und Nichtwohnbauten wie auch für Neu- und Bestandsbauten. Das mit der Norm zur Verfügung gestellte Planungswerkzeug sucht in Europa seines Gleichen. Es stellt einen Innovationssprung für die Planer, Bauherren und Investoren gleichermaßen dar, da es Planungsentscheidungen auf quantitativ belastbare Zahlenwerte zu verdichten erlaubt.

Versuchseinrichtung

Ein modernes Bürogebäude ist architektonisch ansprechend, vermittelt Transparenz, Offenheit; die Nutzer fühlen sich rundum wohl; das Raumklima ist weder zu kalt noch zu warm; in keinem Bildschirm spiegelt sich von der Fassade her kommend Sonnenlicht. Darüber hinaus sind die laufenden Unterhaltskosten für den Energieverbrauch äußerst gering, das Gebäude ist nachhaltig und umweltschonend. Damit solche Objekte auch tatsächlich in der Praxis entstehen können, ist von Anfang an ein integraler Planungsansatz aller am Bau beteiligter Architekten und Fachplaner mit intelligenten aufeinander abgestimmten Detaillösungen erforderlich.

Um das rechnerisch bewertete komplexe Zusammenwirken von Fassadenkonzepten und anlagentechnischer Gebäudeausstattung auf Raumbehaglichkeit und Energieverbrauch von Verwaltungsgebäuden wissenschaftlich fundiert abzusichern, wurde auf dem Freigelände des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (IBP) in Holzkirchen ein mehrgeschossiges Versuchsgebäude errichtet, das mit einer Vielzahl hochmoderner Messsensoren ausgestattet ist (Bild 2). Hauptaspekt der Untersuchungen an diesem VERU-Versuchsgebäude (Versuchseinrichtung für Energetische und Raumklimatische Untersuchungen) sollen nicht ausschließlich Fassadenelemente, sondern die komplexe Wechselwirkung von Fassadentechnologie mit den Systemen für Heizung, Lüftung und Klimatisierung sowie künstlicher Beleuchtung sein.

Für die einzelnen Testbürozellen des Versuchsgebäudes wurden drei unterschiedliche Fassadenkonzepte realisiert. Neben Räumen mit klassischer Lochfassade, teils monolithisch, teils mit Wärmedämmverbundsystemen versehen, befindet sich eine Pfosten-Riegel-Fassade mit opaken Paneelen im Brüstungsbereich sowie ein Versuchsfeld, das eine nahezu vollständig verglaste Fassadenfläche und in einem Versuchsraum eine Glasdoppelfassade besitzt. Die Verglasungen, vor denen sich verschiedene Sonnen-/Blendschutzsysteme, teils außen und innen montiert, teilweise nur innenseitig, befinden, sind je nach Untersuchungsvariante als Wärmedämmglas oder als Sonnenschutzverglasung ausgeführt. Unterschiedliche Beleuchtungssysteme, stufenlos regelbar, tageslichtabhängig oder manuell geschaltet, unterstützen das von der Fassade kommende Tageslichtangebot. Leichtbauwände trennen die einzelnen Versuchszellen voneinander ab und abgehängte

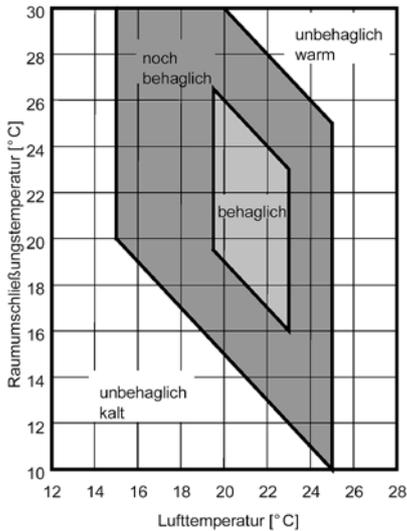


Bild 4: Zusammenhang von Raumluft- und Umschließungsflächen-temperatur bei der thermischen Behaglichkeit

Decken tragen zur Verbesserung der Raumakustik bei. Einzelne Räume werden bei Bedarf über eine integrierte Kühldecke gekühlt, andere besitzen eine zentrale, luftgeführte Klimaanlage und wieder andere werden über dezentrale Lüftungsgeräte, die ihre Außenluft unmittelbar an der Fassade ansaugen, gekühlt und beheizt. Erhöhte Nachtlüftungskonzepte zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind ebenso Gegenstand der Untersuchungen wie Büroräume, die vollkommen ohne aktive Kühlung auskommen sollen.

In diesen insgesamt zwölf unterschiedlich ausgestatteten Versuchsräumen des Gebäudes werden mit Hilfe einer Vielzahl von Messsensoren Energiemengen, Wärmeströme, Temperaturverläufe, Beleuchtungsstärken sowie Leuchtdichten an der Fassade erfasst. Diese Messdaten erlauben einerseits Aussagen hinsichtlich der einzelnen Energiebilanzanteile, ermöglichen aber auch Rückschlüsse zur thermischen und visuellen Behaglichkeit in den Musterbüroräumen. Bild 3 zeigt die fotografische Aufnahme eines Versuchssaumes.

Die aus diesem Vorhaben heraus erarbeiteten Erkenntnisse werden zur Evaluierung und ersten Praxiserprobung der ab Januar 2006 gültigen neuen Energieeinsparverordnung (Energieeffizienzrichtlinie, DIN V 18599) beispielhaft für Verwaltungsgebäude dienen. Randbedingungen, Kenndaten von Systemen und Anlagenkomponenten werden hieraus verifiziert und ggf. in der neuen Norm angepasst. Darüber hinaus soll das Vorhaben am Beispiel der unterschiedlich ausgeführten Konzepte die Fachöffentlichkeit auf das komplexe interaktive Zusammenwirken der einzelnen Systeme, Fassade, Klimatechniken und Beleuchtung sensibilisieren, Lösungsansätze aufzeigen und damit letztendlich zu mehr Planungssicherheit bei der Konzeption von modernen Bürogebäuden führen.

wird fortgesetzt



! Autor

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Klaus Sedlbauer ist seit November 2003 Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (IBP) in Stuttgart und Holzkirchen und Professor an der Universität Stuttgart.