



Baukultur versus Technik? Wege zu energieeffizienten Gebäuden

Baukultur versus Technik?
Wege zu energieeffizienten Gebäuden

Herausgeber der „Blauen Reihe“ der Initiative StadtBauKultur NRW
Europäisches Haus der Stadtkultur e.V.
Leithestraße 33
D-45886 Gelsenkirchen
www.stadtbaukultur.nrw.de

Im Auftrag für das
Ministerium für Bauen und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen
Elisabethstr. 5-11
D-40217 Düsseldorf
www.mbv.nrw.de

Beratung
Jürgen Hardkop
Ulrich Kniel

Redaktion
Elke Frauns, büro frauns, kommunikation + planung + marketing, Münster
Alexander Meyer, Dr. Kai Pagenkopf, D. Lischewski Ö/K/O/M KG, Münster
Lektorat
Karin Bandow
Europäisches Haus der Stadtkultur e.V.
Gestaltung
ChristianKnaak.com, Dortmund
Titelfoto: Fotoag Deimel + Willmar, Düsseldorf
Druck
color-offset-wälder GmbH & Co. KG, Dortmund

1. Auflage, Dezember 2005
© Europäisches Haus der Stadtkultur e.V., 2005

StadtBauKultur ist eine Initiative der Landesregierung Nordrhein-Westfalen in Kooperation mit der Architektenkammer, der Ingenieurkammer-Bau, der Arbeitsgemeinschaft der Kommunalen Spitzenverbände, der Vereinigung der Industrie- und Handelskammern, den Verbänden der Bau- und Wohnungswirtschaft und den Künstlerverbänden in Nordrhein-Westfalen.

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Nordrhein-Westfalen herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Broschüre kann bei den Gemeinnützigen Werkstätten Neuss GmbH bestellt werden. Bitte senden Sie Ihre Bestellung unter Angabe der Veröffentlichungsnummer SB 165 (per Fax, E-Mail oder Postkarte) an die

GWN GmbH – Schriftenversand
Am Henselsgraben 3
D-41470 Neuss
Fax: 0 21 37 / 10 94 29
mbv@gwn-neuss.de

Telefonische Bestellung über
C@ll NRW: 0180/3100110

ISBN 3-9809564-6-6



Baukultur versus Technik?

Wege zu energieeffizienten Gebäuden

Inhaltsverzeichnis

Einleitung Minister Oliver Wittke	5
1 Prof. Ludwig Rongen:	
Hohe Gestaltqualität – Passivhaus – Ein Widerspruch? –	7
2 Hans-Dieter Hegner: EU-Richtlinie für Gesamtenergieeffizienz	15
3 Prof. Manfred Hegger: Energieeffizientes Entwerfen	21
4 Prof. Lothar Rouvel:	
Neue Bewertungsmethode für die Gesamtenergieeffizienz	25
5 Manfred Rettig: Chancen aus Betreibersicht	31
6 Herbert Vorwerk: Energieprognosen bei Wettbewerben	37
7 Dr. Jörg Vogelsang: 3-Liter-Haus und mehr	43
8 Informationsquellen zum Thema	49
Bildnachweis	50

Einleitung

Der Architekturkritiker Hanno Rauterberg schrieb einmal, dass Architektur wenig in der Öffentlichkeit wahrgenommen wird, obwohl sie die öffentlichste aller Künste ist. Nach seiner Ansicht verharren die Bauleute in aller Regel „hinterm Bauzaun“.

Bessere Qualität und mehr Baukultur erfordern ein neues baukulturelles Selbstbewusstsein bei den Baufachleuten. Auch die fachübergreifende Diskussion zwischen Architekten, Ingenieuren und den Nutzern muss gefördert werden. Erst durch den offenen Austausch unterschiedlicher Einsichten kann ein neues, erweitertes Selbstverständnis entstehen, das vielleicht mehr bewirkt als ein politisches Bauprogramm.

Die Ästhetik des öffentlichen und privaten Bauens ist Ausdruck der sozialen und kulturellen Leistung einer Gesellschaft. Das Bauen ist ein wichtiger Beitrag zur Umwelt- und Lebensqualität. Ästhetisch gestaltete Gebäude setzen positive Zeichen und werden als Bereicherung der Städte empfunden. Allerdings zeigt sich dabei: Baukultur darf nicht auf die Kunst der ästhetischen Optimierung reduziert werden, sie muss „anfassbar“ und konkret sein. Sie wird letztendlich nur dann wirksam, wenn sie vor Ort – in den Planungsabteilungen, auf den Baustellen und in den Gebäuden – die Bauherren und die nutzenden Personen überzeugt.

Zum Schutz der Menschen und der Umwelt sollten Gebäude natürlich belichtet und belüftet werden, möglichst ohne aufwändige Technik. Notwendige Techniken müssen verständlich und einfach zu bedienen sein. Intelligente Gebäude sollen die Nutzung erleichtern, ohne die Bewohner zu verwirren. Bauherren

und Mieter fordern Planungen mit geringen Investitions- und Folgekosten, mit geringem Energie- und Wasserverbrauch – und dies nicht erst in Zeiten knapper Budgets.

Werden die wesentlichen Aspekte der integralen Planung berücksichtigt, stehen Gebäude, Technik und Nutzung im energetischen Einklang. Der ganzheitliche Ansatz beim Planen und Bauen, Betreiben und Unterhalten bis hin zum Rückbau führt zu einer möglichst geringen Belastung des Naturhaushalts.

Welches bauliche und technische Erbe überlassen wir den folgenden Generationen?

Gut ein Drittel der CO₂-Emissionen werden dem Energieverbrauch im Gebäudebereich zugerechnet. Die Energieeinsparverordnung ist auf Grund dieses enormen Einsparpotentials ein Kernstück des nationalen Klimaschutzprogramms. Dies gilt auch für die neue EU-Richtlinie für Gesamtenergieeffizienz, die wichtige Impulse für Neubauten und den Gebäudebestand bringen wird.

Nahezu jedes Gebäude ist ein Unikat, aber es wird nicht in Einzelleistung errichtet. Die Baupraxis ist als schwierige technische „Mannschaftssportart“ zu verstehen. Architekten, Ingenieure der technischen Gebäudeausrüstung, Bauingenieure, Sonderfachleute und Nutzer müssen möglichst perfekt zusammenwirken. Unter dem Strich entscheidet stets die Mannschaftsleistung darüber, ob eine hohe ästhetische, funktionelle und technische Bauqualität erreicht wurde.



Bauen ist nicht Selbstzweck. Gebaut wird für Generationen, deren Bedürfnisse langfristig und nachhaltig gesichert werden müssen. Durch die gemeinsame Verantwortung stehen Architektur und Technik dabei nicht im Gegensatz zueinander, sondern stellen einander ergänzende Elemente des Bauens dar.

Effizientes Bauen ist ein zentrales Element der Zukunftsvorsorge. Bei Investitionsentscheidungen sind neben den Kosten die sozialen Auswirkungen zu berücksichtigen. Werden die Planungsgrundsätze frühzeitig beachtet, lassen sich auch die Lebenszykluskosten eines Gebäudes deutlich senken.

Neben politischen Zielen und effizienten öffentlich-rechtlichen Vorschriften brauchen Architekten und Ingenieure Beispiele für ästhetisch gelungene und integral geplante Gebäude, die einfach und zuverlässig funktionieren, möglichst niedrige Investitions- und Betriebskosten verursachen und nachhaltig nutzbar sind.

Die Dokumentation stellt Grundelemente und Beispiele qualitätvoller, nutzungsgerechter und energieeffizienter Gebäude dar. Diese Art von Baukultur soll sich weiter entwickeln.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Oliver Wittke'.

Oliver Wittke
Minister für Bauen und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen

1 Hohe Gestaltqualität – Passivhaus – Ein Widerspruch? –

Prof. Dipl.-Ing. Ludwig Rongen, Architekt BDA
RONGEN ARCHITEKTEN, Wassenberg

Nicht nur die immer knapper werdenden Energieressourcen und die damit ins uferlose steigenden Energiepreise (Angebot und Nachfrage regeln den Preis!), sondern insbesondere die in der letzten Zeit immer häufiger auftretenden gewaltigen Naturkatastrophen zwingen inzwischen sogar die USA, die sich um Umweltschutz und damit untrennbar verbundene notwendige Energieeinsparung bisher kaum gekümmert haben, zwischenzeitlich zum Umdenken.

In China ist man sich dieses Problems mittlerweile schon sehr bewusst. Wir planen zurzeit ein Multifunktionsgebäude mit Hallen- und Freibad, Mehrzweckräumen, Restaurant, diversen Shops usw., dass in Leshan (eine völlig neue Stadt in der VR China) als erstes Passivhaus in China realisiert werden soll.

So werden immer schärfer werdende gesetzliche Forderungen nach CO₂-Reduzierung neben dem Interesse der Energieverbraucher, die die Kosten für den wachsenden Energieverbrauch zu tragen haben, unweigerlich dazu führen, dass immer mehr neue Gebäude so energieeffizient wie möglich errichtet werden.

Dies hat dazu geführt, dass seit dem 01.02.2002 in Deutschland für Wohnungsneubauten der Niedrigenergiehaus-Standard gesetzlich vorgeschrieben ist. Es ist davon auszugehen, dass sich die Anforderungen weiter verschärfen und in wenigen Jahren der Passivhausstandard die Regel sein wird. Schließlich spart das Passivhaus gegenüber dem Niedrigenergiehaus nochmals ca. 80 % Heizenergie. Darüber hinaus bietet das Passivhaus durch seine kontrollierte Lüftungsanlage mit vorgeschalteten

Filtern allerhöchste Lufthygiene und damit verbunden einen bisher nicht gekannten Wohnkomfort.

ABER: Dem Passivhaus eilt immer noch – und dies häufig sogar bei Architekten – der Ruf voraus, dass bei diesem Baustandard auf Grund der enormen Wärmedämmstärken der Außenhüllen (Wände und Dach) nur unförmige Baukörper entstehen können. Noch immer glauben neben den Laien auch allzu viele Architekten, dass im Passivhausstandard eine gut gegliederte, leichte entmaterialisierte Architektur, wie sie dem heutigen Zeitgeist entspricht, kaum möglich ist.

Mit den nachfolgenden Beispielen wollen wir das Gegenteil beweisen. Bei diesen Beispielen sind unterschiedlichste Baukörper und variantenreiche Fassaden entstanden. Und alle sind im Passivhausstandard realisiert worden!

Wir zeigen auch Beispiele, die beweisen, dass es ohne Weiteres möglich ist, sogar alte Bausubstanz in Passivhausstandard zu versetzen und gleichzeitig die Gestaltqualität der entsprechenden Gebäude erheblich zu verbessern.



Häusergruppe aus 6 Doppelhaushälften im Passivhausstandard, Wassenberg. Die Häuser sehen mit Satteldach und Verklammerung aus wie ganz normale Wohnhäuser.



Einfamilienwohnhaus mit Einliegerwohnung im Passivhausstandard, Wassenberg. Die Fassadengestaltung ist eine Kombination aus roter Putzfassade und grauer Lärche-Holzverschalung.



Einfamilienwohnhaus mit Einliegerwohnung im Passivhausstandard, Wassenberg.



Blick entlang des dreigeschossigen Hauptbaukörpers

**Best practice Passivhaus-Architektur:
Altenpflegezentrum Caritas-Haus Neuwerk.
Erstes Altenpflegezentrum im Passivhausstandard
in Europa**

Im Sommer 1998 beauftragte uns der Caritas-Verband der Region Mönchengladbach-Rheydt e.V. mit der Planung eines Altenpflegezentrums in Mönchengladbach.

Auf Wunsch des Bauherren haben wir seinerzeit bereits bei der Grundstückssuche mitgewirkt. Die Entscheidung fiel letztendlich für ein Grundstück in Mönchengladbachs Stadtteil Neuwerk, einem Stadtteil, der über eine hervorragende Infrastruktur verfügt. In unmittelbarer Nachbarschaft des Grundstücks befinden sich die Kirche, die Pfarrbibliothek und ein Kloster. Dem Altenpflegezentrum gegenüber liegt auf der anderen Straßenseite der Friedhof. Das Gebäude selbst liegt fast versteckt hinter altem Baumbestand in einer parkähnlichen Umgebung.

Seit dem 27.07.2003 ist das Caritas-Haus Neuwerk nun schon bewohnt. Es ist das erste Altenpflegezentrum, das in Europa im Passivhausstandard gebaut worden ist.

Ein modernes Wohngruppenkonzept wird hier mit fortschrittlicher Umwelttechnik verbunden. Das Passivhaus braucht nicht nur äußerst wenig aktive Heizenergie, sondern verfügt über eine weit über dem Durchschnitt liegende Raumluft- und Wohnqualität.

Hohe Wohnqualität mit moderner Umwelttechnik

Es sollte ein Haus entstehen, das zukunftsweisend ist und sich damit vom Althergebrachten in Sachen „Altenpflegeheim“ absetzt. Gegenüber bisherigen Altenheimen sollte sich eine deutliche Qualitätssteigerung ergeben.

Von Seiten des Bauherren war hierbei mehr an ein innovatives Pflegekonzept als an ein außergewöhnlich technisches bzw. bauliches Konzept gedacht. Das neue Haus sollte nämlich insbesondere an Demenz Erkrankten ein auf ihre Krankheit ausgerichtetes, würdiges Wohnen ermöglichen. Das neue Haus sollte den künftigen Bewohnern ein neues Zuhause bieten, bei dem alle positiven Erfahrungen aus den besichtigten Einrichtungen einfließen sollten. Aber auch aus Fehlern wollten wir lernen.

Das angestrebte Ziel war sinngemäß ein Haus, das durch Schlüsselbegriffe wie Geborgenheit, Wertschätzung, Selbstbestimmung, Freiheit, Nähe und häusliche Atmosphäre gekennzeichnet sein sollte.

Das neue Caritas-Altenpflegezentrum in Mönchengladbach-Neuwerk ist mit seinen insgesamt 80 Plätzen in acht Wohngruppen mit je zehn Bewohnern unterteilt.

Diese Wohnungsstruktur ermöglicht für die jeweils zehnköpfige Bewohnergruppe einen familienähnlichen Lebenszusammenhang herzustellen. Alle wesentlichen Aktivitäten der Tagesstruktur werden im geschützten Rahmen dieser stabilen Bezugsgruppe durchgeführt. So können die Bewohner in dieser „neuen Familie“ leben und Aktivitäten, wie zum Beispiel das alltägliche Kochen und Essen, in der Gemeinschaft erfahren.



Blick entlang des dreigeschossigen Hauptbaukörpers

Bei Bedarf kann sich jeder Bewohner selbstverständlich auch in seine eigenen „vier Wände“ zurückziehen. Jeweils zwei bzw. drei dieser zehnköpfigen Pflegegruppen sind unmittelbar einem Pflegebereich angeschlossen, der Pflegearbeitsraum, Dienstraum, Pflegebad und weitere unterstützende Räume enthält.

Die überschaubare Gruppengröße kommt dem therapeutischen Konzept entgegen: die Bewohner und das Pflegepersonal kennen sich untereinander. Die Bereitschaft der Bewohner, eine gewisse Mitverantwortung für die Tagesgestaltung und die alltäglich anfallenden Arbeiten zu übernehmen, steigt. Die Häufigkeit der Kontakte und Bewegungen innerhalb einer Wohngruppe bleibt durch die begrenzte Anzahl der Bewohner in einem überschaubaren, familienähnlichen Rahmen. Dies ist besonders für die überwiegend demenzkranken Bewohner sehr wichtig.

Aufgrund des hohen Standards der sanitären Einrichtungen – es gibt ausschließlich Einzelzimmer mit jeweils eigenem Duschbad – wird das Stationsbad mit Hubbadeanne im üblichen Tagesablauf nur gering frequentiert. Seine Hauptaufgabe ist – dem Pflegekonzept folgend – die Nutzung als wohltuendes Pflege- und Erlebnisbad. Insbesondere für die wachsende Zahl gerontopsychiatrisch veränderter Menschen stellt ein solches Angebot einen deutlichen Zugewinn an Lebensqualität dar.

Die Einzelzimmer sind so ausgeführt, dass sich zwei Zimmer auch für eine Doppelbelegung zusammenlegen lassen. Zwischen zwei Einzelzimmer ist jeweils ein schallgeschützter Schrank als „Wohnungstrennelement“ eingebaut. Dieser kann im Falle einer Zusammenlegung der Zimmer einfach ausgebaut werden. So ist es möglich, dass beispielsweise ein Ehepaar zwei Räume (Wohnen und Schlafen) zusammen nutzt. Durch die Zusammenlegung entsteht eine kleine, autarke Wohnung für zwei Bewohner. Jederzeit könnte ohne größere Umbaumaßnahmen wieder die Umwandlung in zwei separate Zimmer erfolgen. Dadurch ist gewährleistet, dass der eventuell durch den Tod des Partners allein



Giebelndetail: Holzverschalung, Klinkerfassade und Dach mit Aluminiumverkleidung

verbleibende Bewohner weiter in „seiner Familie“, das heißt in seiner Wohngruppe, leben kann. Er kann in seinem gewohnten Bereich verbleiben. Der Umzug in ein Einzelzimmer an anderer, für ihn völlig anonymer Stelle innerhalb des Hauses, kann so vermieden werden.

Die administrativen Bereiche des Hauses sind im Erdgeschoss untergebracht. Der Andachts- und Meditationsraum – ebenfalls im Erdgeschoss angeordnet – bietet sowohl die Möglichkeit zum gemeinsamen Gebet als auch zur Kommunikation. Der Speisesaal – in unmittelbarer Nachbarschaft zum Haupteingang und zum Andachts- und Meditationsraum – öffnet sich zum Gebäudezugang. Dorthin, wo es für die Bewohner viel zu beobachten gibt.

Das Zusammenspiel der für die Außenfassaden gewählten Materialien aus rotem Klinker, lasierten Holztafeln und farbigen Fensterflügeln in Verbindung mit den Sonnenschutzrollen sorgt nach außen hin für einen lebendigen Baukörper. Die auskragenden Pultdächer vermitteln dem Baukörper eine gewisse Leichtigkeit, die bei Passivhäusern bislang häufig vermisst wird.



Pettenkofergrenze – CO₂-Konzentration in Wohnräumen mit und ohne Lüftungsanlage

Der Gesamtbaukörper ist trotz der Ausführung im Passivhausstandard stark gegliedert und dadurch in seinen Massenhältnissen leicht zu erfassen und zu begreifen und damit keine anonyme „Wohnmaschine“.

Die Gestaltung der Freiflächen lädt zu Aufenthalt im Freien ein. Es werden sowohl Orte der Ruhe als auch Orte für den aktiven Aufenthalt angeboten.

Warum Realisierung als Passivhaus?

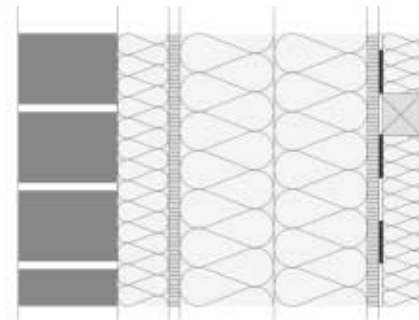
Für den Bauherrn und insbesondere auch für die Bewohner, die letztendlich auch die Betriebskosten zu tragen haben, sind die sehr geringen Heizkosten aber nicht das allein entscheidende Argument für die Ausführung einer solchen Einrichtung im Passivhausstandard.

Vielmehr noch spricht die besonders hohe Wohnqualität für eine solche Entscheidung. Gerade für ältere Menschen, die auch von drinnen aus noch am Leben draußen teilhaben möchten und sich deshalb besonders gerne in der Nähe des Fensters aufhalten, ist es ein großer Gewinn, wenn dort keine Zugerscheinungen (Thermik) mehr auftreten.

Dauerhaft hohe Luftqualität mit einer äußerst niedrigen CO₂-Konzentration kommt der Gesundheit der Bewohner natürlich auch zu Gute.

Als ein in Altenheimen regelmäßig auftretendes und bisher nicht gelöstes Problem wurde uns immer wieder – auch schon früh vor unserer allerersten Entwurfsskizze – der für solche Einrichtungen typische Uringeruch genannt. Die „Komfortlüftung“ (kontrollierte Dauerlüftung) konnte dieses Problem endlich ausräumen.

Wandaufbau Erdgeschoss und Giebelseiten
Klinkervorsatzschale



$$U = 0,133 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Klinkervorsatzschale	11,5 cm
Kerndämmung Mineralfaser kaschiert	6,0 cm
Holzfaserplatte DWD	1,3 cm
Holzständerkonstruktion	
Mineralfaserdämmung	22,0 cm
Flachpressplatte OSB	1,3 cm
Dampfsperre	
Unterkonstruktion Holz	
Mineralfaserdämmung	5,0 cm
Gipskartonplatten	1,25 cm

Wandaufbau Erdgeschoss und Giebelseiten. Klinkervorsatzschale

Technik

Passivhäuser sind „supergedämmt“: eine geschlossene, luftdichte Gebäudehülle umgibt das Haus. Passivhäuser haben besonders gut dämmende Fenster mit wärmegeprägten Rahmen, Dreifachverglasung und einer Edelgasfüllung in den Scheibenzwischenräumen. Auf ein aktives Heizsystem kann weitestgehend verzichtet werden. Die benötigte Restenergie zur Erwärmung eines Passivhauses ist minimal.

Bei dem Caritas-Haus Neuwerk wird die Restenergie über Erdgas zugeführt. Durch sehr gut gedämmte Bauteile und eine besonders luftdichte Bauweise (n_{50} -Wert = $0,4 \text{ h}^{-1}$) konnte der berechnete Heizenergiebedarf auf $5,1 \text{ kWh/qma}$ reduziert werden. Dies entspricht einer Kesselleistung von unter 60 kW für das gesamte Gebäude. Für die Heizung wurde ein Wandheizkessel installiert und weitere zwei zur Warmwasserbereitung.



Fassadenausschnitt: Zusammenspiel aus Edelstahl-Ansaugstutzen der Lüftungsanlage, Lärche-Holztafeln, Klinker und Fensterelementen.



Schönheit eines Technik-Elements: der Edelstahl-Ansaugstutzen für die Lüftungsanlage sichtbar vor der Fassade aus Lärche-Holzverschalung.

1 Hohe Gestaltqualität – Passivhaus – Ein Widerspruch? –

In den Bewohnerzimmern konnten Heizkörper vollständig entfallen. Kleine Luftheizregister in den Bädern der Bewohnerzimmer sichern die individuell regelbare Rest-Nachheizung.

Wenn das Haus aber so gut wärmedämmte ist und so dicht ist, wie kommt dann in ausreichender Menge frische Luft in das Haus? Ein Passivhaus ist in der Regel mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Beim Caritas-Haus Neuwerk gelangt die frische Luft durch einen Erdwärmetauscher ins Gebäudeinnere. Die angesaugte Außenluft wird so im Winter vorgewärmt, im Sommer dagegen gekühlt. Durch Filter werden Staub und Pollen und zum Teil auch Bakterien zurückgehalten. Die vorgewärmte und gefilterte Zuluft strömt schließlich durch einen Kreuzwärmetauscher und erwärmt über Frischluftöffnungen die einzelnen Räume. Die verbrauchte Luft wird in den Bädern und in der Küche abgesaugt und dann ebenfalls durch den

Kreuzwärmetauscher geführt. Circa 90 % der benötigten Wärme wird aus der Abluft zurückgewonnen, wobei die Frischluft natürlich nicht mit der Abluft vermischt wird.

Auf diese Art und Weise ist beim Caritas-Haus Neuwerk für eine kontinuierliche Frischluftzufuhr bei permanenter Absaugung der WC/Bad- und Küchengerüche gesorgt. Eine dauerhaft komfortable Raumluftqualität mit einer äußerst geringen Konzentration an Kohlendioxid (CO₂) ist garantiert.

Erfahrungen seit dem Umzug

Fensterlüftung – Theorie und Praxis: In den ersten Wochen haben die Bewohner ihre Zimmer noch überwiegend über die Fenster belüftet. Auch in den Fluren, wo die Bewohner sich gerne treffen, waren trotz ständiger Hinweise des Pflegepersonals anfangs die Fenster sehr häufig geöffnet. Inzwischen hat dies stark nachgelassen; die Bewohner der „Regelgruppen“ (die nicht an Demenz

erkrankten Bewohner) hatten sich nach gut drei Monaten an die neue Situation gewöhnt und gehen jetzt i.d.R. richtig mit der Lüftungsanlage, die für jedes Zimmer eine individuelle Regelung ermöglicht, um.

Lediglich die Wohngruppe der an Demenz erkrankten Bewohner konnte sich bis heute nicht daran gewöhnen, dass sie zum Lüften keine Fenster mehr öffnen muss.

Auf Grund der besonders guten (sehr niedrigen) Energiekennzahl des Gebäudes, die von uns mit 5,1 berechnet worden war, sah der Träger bisher keinerlei Handlungsbedarf. Schließlich sollen die Bewohner sich in erster Linie wohl und nicht gegängelt fühlen.

Der dann tatsächlich gemessene Energieverbrauch lag in den ersten beiden Heizperioden im Durchschnitt 15,2% höher als ursprünglich errechnet, was ausschließlich im falschen Lüftungsverhalten der an Demenz erkrankten Wohngruppe begründet lag.

Dadurch ergab sich aus dem errechneten 0,51-Liter-Haus ein gemessenes 0,59-Liter-Haus, was den Träger verständlicherweise bis heute zu keinerlei Konsequenz veranlasst hat.

Wohlbefinden der Bewohner und des Personals

Zu Beginn der Heizperiode (nach Umstellung der Lüftungsanlage auf Winterbetrieb) klagten die Bewohner und das Personal hin und wieder über zu trockene Luft. In jedem Haus ist erfahrungsgemäß in der Heizperiode die Luft trockener. Da sowohl in den Individual- wie auch in den Gemeinschaftsbereichen kaum Pflanzen aufgestellt waren, haben wir empfohlen, dies nachzuholen und außerdem die Luftzufuhr während der Heizperiode etwas zu reduzieren.

Diese Maßnahmen haben dann unmittelbar zu einer erheblichen Verbesserung der Situation geführt, so dass die „Probleme“ komplett ausgeräumt werden konnten. Heute sind Bewohner und auch das Pflegepersonal von der Luftqualität geradezu begeistert!

Wie wird die Luftqualität empfunden? Gibt es noch den in Altenheimen typischen Uringeruch?

Die Luftqualität wird inzwischen überwiegend von allen Bewohnern und auch von dem Pflegepersonal als sehr gut empfunden. Kochgeruch – selbst nach der Zubereitung von

Unberücksichtigt bleiben bei dieser Rechnung

Ersparnis durch ein sehr gutes Blower Door Test-Ergebnis (n_{50} -Wert von 0,4h ⁻¹)	11,9 %
Steigerung der Energiekosten von November 2001 (0,33 EUR/l Heizöl) bis August 2005 (0,61 EUR/l Heizöl)	85 %
Zinsen der KfW-Darlehen liegen heute (August 2005) bei 3,17 % effektiv	
8.420 EUR/Jahr (Stand November 2001)	
n_{50} -Wert = 0,4h ⁻¹ > 11,9 % Ersparnis	9.422 EUR/Jahr
Energiekostensteigerung November 2001 bis August 2005 > 85 % Steigerung	17.431 EUR/Jahr
Tatsächliche Einsparung nach heutigem Stand (August 2005)	17.431 EUR/Jahr

Wirtschaftlichkeitsberechnungen zum Caritas-Haus Neuwerk.

Fischgerichten – verschwindet erstaunlich schnell. Der in Altenheimen typische Uringeruch ist tatsächlich ausgeblieben. Dem Pflegepersonal ist sehr positiv aufgefallen, dass auch der durch nachträgliche durchgeführte Malerarbeiten eingetragene Farbgeruch nur so lange wahrnehmbar war, wie auch die Malerarbeiten selbst angedauert haben; es gab keinerlei Nachwirkungen.

Wie ist das Temperaturempfinden?

Am Anfang gab es hin und wieder Klagen wegen zu hoher Temperaturen im Haus. Nachdem sich inzwischen insbesondere auch die Bewohner mit der neuen Technik vertraut gemacht haben, wird nicht nur die Luftqualität sondern auch die Raumtemperatur als sehr angenehm empfunden.

Alles Veränderungsbedürftige ist inzwischen verändert worden. Nach Auskunft des Personals äußern sich die Bewohner sehr

häufig dazu, dass sie sich im neuen Haus sehr viel wohler fühlen als im alten „Haus Monika“, von dem sechzig Bewohner hierhin gezogen sind.

Ein Pfleger äußerte sich wörtlich: „Ich hoffe, dass ich in 35 Jahren hier meinen Lebensabend verbringen darf.“

Wirtschaftlichkeit

Im November 2001 – während der Planungsphase – hatten wir errechnet, dass die Ausführung des Caritas-Hauses im Passivhausstandard gegenüber einer Ausführung im Niedrigenergiehausstandard vom allerersten Tag an 8.430 EUR jährlich einspart. Hierin eingerechnet sind auch die Kapitalkosten für die Mehrinvestitionen gegenüber einer Standardausführung.

Nach der ersten Heizperiode lagen die tatsächlich im ersten Jahr eingesparten Kosten gegenüber Niedrigenergiehausstandard

Die Ausführung in Passivhausstandard spart vom ersten Tag an gegenüber einer Ausführung im Niedrigenergiehausstandard

Investive Mehrkosten gegenüber Niedrigenergiehausstandard	ca. 229.000 EUR
Zuschussförderung (Hüllflächenzuschuss des Landesinstituts für Bauwesen NRW)	128.000 EUR
Die Differenz aus Mehrkosten und Zuschuss hätte über KfW-Darlehen finanziert werden können (je Wohneinheit wären 50.000 EUR gewährt worden, was aber insgesamt eine Überfinanzierung bedeutet hätte)	47.000 EUR
Jährlicher Kapitalbedarf für KfW-Darlehen (47.000 EUR x (4,49 % + 1 % Tilgung))	2.580 EUR/Jahr
Jährliche Heizkostenersparnis gegenüber Niedrigenergiehausstandard	ca. 11.000 EUR/Jahr

Vom allerersten Tag an spart die Ausführung in Passivhausstandard somit (Stand November 2001) 8.420 EUR/Jahr

Gegenüberstellung Ausführung in Passivhausstandard und Niedrigenergiehausstandard

schon über dem errechneten Wert. Der Grund hierfür waren die zwischenzeitlich gestiegenen Energiekosten. Die weiter dramatisch ansteigenden Ölpreise haben uns dazu gebracht, eine neue Berechnung für den heutigen Stand aufzustellen. Im Vergleich zum November 2001 sind die Heizölkosten bis zum August 2005 um 85 % (!!!) gestiegen. In die neue Aufstellung ist außerdem der tatsächlich erzielte, sehr gute Wert des Blower-Door-Tests für das Caritas-Haus Neuwerk mit eingeflossen (gefordert für ein Passivhaus ist ein n_{50} -Wert von $0,6 \text{ h}^{-1}$ – erzielt wurde ein n_{50} -Wert von $0,4 \text{ h}^{-1}$). Die neue Berechnung hat ergeben, dass das Caritas-Haus Neuwerk als Passivhaus heute tatsächlich 17.431 EUR pro Jahr an laufenden Kosten gegenüber einer Ausführung im Niedrigenergiehausstandard einspart. Die Kosteneinsparung liegt demnach nun bei einem Wert, der mehr als doppelt so groß ist, wie der ursprünglich im September 2001 berechnete.

Nach der heutigen Entwicklung zu urteilen, können wir auch weiterhin von steigenden Energiekosten ausgehen. Je höher die Energiepreise steigen, um so größer ist die durch Passivhaus-Bauweise zu erzielende Kostenersparnis.

Schlussfolgerung

Gerade Altenpflegeheime eignen sich wegen ihrer Kompaktheit und hohen Belegungsdichte besonders gut zur Realisierung als Passivhaus.

Nicht nur die Wirtschaftlichkeit sondern insbesondere auch der hohe Wohnkomfort und die besonders gute Luftqualität sollten den Passivhausstandard für Altenheime zur Regel machen.

Für denselben Träger planen wir gerade ein weiteres Altenpflegezentrum, diesmal in Modulbauweise, aber wieder in Passivhausstandard. Hierbei wollen wir weitestgehend – zumindest

in den Fluren und Treppenhäusern – auf die kostenintensive Dreifach-Verglasung für Passivhäuser verzichten und den Dämmstandard in bestimmten Bereichen auch reduzieren. Schließlich bietet ein Heizwärmebedarf von $5,9 \text{ kWh/qma}$ – auch bei falschem Lüftungsverhalten der an Demenz erkrankten Bewohner – noch ausreichend Reserven bis 15 kWh/qma , die bei Passivhäusern nicht überschritten werden dürfen.

2 Umsetzung der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Baudirektor Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Einführung

Die EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ist bis zum Januar 2006 in nationales Recht umzusetzen. Dazu will die Bundesregierung das Energieeinsparrecht (Energieeinspargesetz, Energieeinsparverordnung) umfassend novellieren. Der folgende Beitrag stellt den Stand der Überlegungen auf Arbeitsebene, insbesondere zu den technischen Möglichkeiten der Erstellung von Energieausweisen dar. Ein Referentenentwurf zu einer neuen weiterentwickelten Energieeinsparverordnung (EnEV 2006) wurde noch nicht vorgelegt.

Weiterentwicklung der EnEV zur Umsetzung der Richtlinie

Die EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden verfolgt nahezu die gleichen Ziele wie die Energieeinsparverordnung (EnEV). Dabei geht es insbesondere um

- die ganzheitliche Beurteilung der energetischen Effizienz von Gebäuden,
- die verbesserte energetische Modernisierung im Gebäudebestand,
- transparente Informationen für den Verbraucher,
- Informationen und Anforderungen an die energetische Verbesserung der technischen Gebäudeausrüstung.

Die Bundesrepublik Deutschland hat mit Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung im Jahre 2002 zu vielen Schwerpunktfragen bereits Vorlauf geschaffen. Forderungen der

Richtlinie nach nationalen Standards für die energetische Effizienz von Gebäuden im Neubau wie im Bestand werden mit der EnEV bereits gesetzt. Darüber hinaus hat die EnEV die Umsetzung der ganzheitlichen Methode (gemeinsame Bewertung von Gebäudehülle und Anlagentechnik) zur Pflicht gemacht. Auch die Forderung nach regelmäßigen Inspektionen von Heizkesseln wird in Deutschland generell durch die Kontrollpflicht der ersten BlmSchV, die Dimensionierungsvorschriften der bisherigen HeizAnV, die Anforderung zur Außerbetriebnahme alter Anlagen nach EnEV und viele Fördermaßnahmen bereits umgesetzt.

In mehreren Punkten geht die Richtlinie doch über das nationale Recht hinaus. Deshalb muss das nationale Energieeinsparrecht an einigen Stellen angepasst werden. Dies betrifft insbesondere:

- die Einbeziehung des Energiebedarfs von Beleuchtung und Klimaanlagen im Nicht-Wohnbereich,
- die obligatorische Einführung von Energieausweisen für den Gebäudebestand (bei Verkauf und Vermietung),
- das Aushängen von „Energieplaketten“ für öffentliche, stark frequentierte Gebäude und
- die regelmäßige Inspektion von Klimaanlagen.

Der sachliche Änderungsbedarf soll in der EnEV umgesetzt werden. Soweit auf Grund der Vorgaben der Richtlinie und der Umsetzungskonzeption nötig, muss auch das Energieeinspargesetz geändert werden (insbesondere wegen Energieausweisen im Bestand, Berücksichtigung von Beleuchtung und Klimaanlagen).

Für Wohngebäude ändert sich nur wenig. Die im Jahre 2002 eingeführten Anforderungen und die Methodik sollen unangetastet bleiben. Im Gegensatz dazu muss die Kategorie der Nicht-Wohngebäude in der EnEV 2006 mit einem neuen speziellen Verfahren bedacht werden. Die EnEV-Methodik 2002/2004 reicht für diese Gebäudekategorie nicht aus. Zur Berücksichtigung der eingebauten Beleuchtung und von Klimaanlagen müssen neue technische Regeln in Bezug genommen werden. Zur Integration der Energiebedarfsanteile Beleuchtung und Klimaanlagen in die Gesamtenergieeffizienzberechnung musste das erforderliche technische Regelwerk umfangreich neu bearbeitet und angepasst werden. Dabei wurde in vielen Bereichen Neuland beschritten (einheitliches Monatsbilanzverfahren für die Bau- und Anlagentechnik, Bewertung des sommerlichen Verhaltens von Gebäuden, der Tageslichtnutzung u.a.). Um dem Anliegen der Gesamtbetrachtung entgegen zu kommen, wurde diese Arbeit in einem interdisziplinären Arbeitsausschuss des DIN (Bau-, Anlagen- und Lichttechnik) durchgeführt und in der Norm DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ zusammengefasst. Die Norm hat im Gegensatz zu den geplanten Europäischen Normen den Vorteil, dass sie druckfertig im DIN vorliegt (Veröffentlichung bis Juli 2005), in allen Teilen aufeinander abgestimmt ist und im Umfang erheblich geringer ausfällt als die 31 vorgesehenen Europäischen Normen, die voraussichtlich erst ab 2007 zur Verfügung stehen. Die neuen Ansätze dieser Norm sollen mit der EnEV 2006 im Neubau und Bestandsbereich der Nicht-Wohngebäude gelten.

Mit der EnEV 2006 sollen Energieausweise auch schrittweise im Bestand eingeführt werden. Ein Ausstellungserfordernis besteht

nach der Richtlinie bei Errichtung eines Gebäudes, beim Verkauf und der Neuvermietung. Darüber hinaus besteht bei Gebäuden, in denen

- öffentliche Dienstleistungen realisiert werden,
 - Publikumsverkehr herrscht und
 - die eine Nettogrundfläche größer 1000 qm haben
- die Pflicht zum Aushang von Energieausweisen an gut sichtbarer Stelle. Diese Pflicht besteht unabhängig vom Verkauf oder Neuvermietung und ist insofern eine deutliche Auflage an „öffentliche Einrichtungen“, mit gutem Beispiel voran zu gehen.

Die Gesamtenergieeffizienz soll für den Ausweis ermittelt und dargestellt werden. Hier ist auf die Kriterien im Anhang der Richtlinie zu verweisen, die sehr umfassend das Gebäude und seine Anlagentechnik beschreiben. Will man diese Effizienz in einer einzigen Kennzahl bündeln, so muss dies mit Endenergie oder Primärenergie realisiert werden.

Die Richtlinie sieht vor, dass die Darstellung von Energieeffizienz in der Regel für das Gebäude erfolgen soll. Darüber hinaus ermöglicht sie die Angabe der Energieeffizienz für Teile des Gebäudes, Gebäudekomplexe bzw. sogar einzelne Wohnungen. Da die wärmetauschende Hüllfläche von Gebäuden und auch die Auslegung der heizungs- und raumluftheiztechnischen Anlagen in Deutschland nicht pro Wohnung sondern je Gebäude erfolgt, sollen in Deutschland Energieausweise prinzipiell für das Gebäude ausgestellt werden.

Neue Anforderungsmethodik bei Nicht-Wohngebäuden

Nicht-Wohngebäude haben sehr unterschiedliche Nutzungsanforderungen zu erfüllen. Deshalb ist eine primärenergetische Anforderung allein als Funktion des A/V-Verhältnisses nicht zielführend und sachgerecht. Vielmehr muss die zukünftige Anforderung eines Nicht-Wohngebäudes in Abhängigkeit von seinen

Nutzungskriterien entstehen. Eine Schwimmhalle benötigt für ihren Betrieb erhebliche Energie für die Warmwasserbereitung und den Lüftungsdurchsatz. Im Gegensatz dazu können Bürogebäude ohne Warmwasser und maschinelle Lüftung errichtet werden. Deshalb wurde für den Bereich der Nicht-Wohngebäude die Einführung eines „Referenzgebäude-Verfahrens“ vorgeschlagen. Die Anforderung für ein konkretes Gebäude ergibt sich demnach nicht mehr aus einer A/V-abhängigen Kurve, sondern aus einer konkreten Berechnung für die exakten geometrischen Abmessung des Gebäudes.

Die Hauptanforderungsgröße ist weiterhin der Jahres-Primärenergiebedarf, der sich aus folgender Gleichung ergibt:

$$Q = Q_{P,max} + Q_{P,Heiz,max} + Q_{P,Lüft,max} + Q_{P,WW,max} + Q_{P,Licht,max} + Q_{P,Kühl,max}$$

Der Wert ist bei der gleichen Geometrie und Nutzungsmischung wie das zukünftige Ist-Gebäude zonenweise zu ermitteln und dann zu kumulieren. Für die Einbeziehung eines Bilanzanteils nach der o.g. Gleichung gelten Grenzen, die „Bagatell-Konditionierungen“ unberücksichtigt lassen.

Zur Berechnung der Soll- und Ist-Werte müssen Randbedingungen für das Klima und die Nutzung verwendet werden. Dazu werden die Profile der DIN V 18599-10 genutzt; sie sind die „Standardprofile“ (z.B. monatliche Außentemperaturen, Einstrahlung, Warmwasserbedarf, Soll-Innentemperatur, Nutzungszeit z.B. Benutzung der Büros etc.). So soll ausgeschlossen werden, dass durch Manipulation der Randbedingungen Gebäude „gut gerechnet“ werden (z.B. durch Reduzierung der Nutzungszeit oder der Innentemperatur). Es stehen über 30 Profile zur Auswahl. Ist eine Nutzung mit den Profilen nicht abbildbar, soll die

Erstellung eines eignen Profils auf der Grundlage des Standes der Technik (Untersuchungen etc.) oder die Heranziehung eines ähnlichen „Standardprofils“ möglich sein. Entsprechend der Nutzung können in einzelnen Nutzungszonen unterschiedliche Energieanteile wirksam werden. Das Gebäude muss deshalb für die Berechnung in Nutzungszonen eingeteilt werden (z.B. Büronutzung, Versammlungsräume, Kantine, Verkehrsflächen). Dabei dürfen Zonen mit einem Flächenanteil von nicht mehr 3 vom Hundert der gesamten Bezugsfläche des Gebäudes einer anderen Zone zugerechnet werden, die hinsichtlich der anzusetzenden Randbedingungen am wenigsten von der betreffenden Zone abweicht. Für die einzelnen Zonen wird dann an Hand der konkreten baulichen und anlagentechnischen Bedingungen der jeweilige Energiebedarf ermittelt. In den Zonen können dabei sehr unterschiedliche Nutzungsanforderungen und reale Bedingungen vorliegen. Anschließend wird über alle Zonen summiert.

Für die Ermittlung der Soll-Werte der einzelnen Energieanteile wird die EnEV 2006 unter Berücksichtigung der Nutzungen in den entsprechenden Gebäudekategorien Anforderungsrandbedingungen vorgeben (z.B. HT-Wert, Anlagenkonfigurationen etc.). Der Ist-Wert wird dann anhand der konkreten Ausführungsplanung ermittelt und mit dem Soll-Wert verglichen:

$$Q_{P,max} \geq Q_{P,IST}$$

Der neue Schwerpunkt der EnEV 2006: Energieausweise

Die Europäische Richtlinie 2002/91/EG vom 16.12.2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden verlangt in Artikel 7 zwingend, bei der Errichtung eines Gebäudes, dem Kauf oder der Neuvermietung einer Immobilie ein Energieausweis zugänglich zu machen. Hinzu kommt die Aushangpflicht für öffentliche Gebäude.

Nach der Richtlinie ist dabei ein Kennwert anzugeben, der die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes repräsentiert. Zur besseren Verbrauchfreundlichkeit und Transparenz sind gleichzeitig Angaben zu Referenzwerten bereitzustellen. Ziel des Rates und des Parlaments der Europäischen Union bei der Formulierung der Richtlinie war es, das Verbraucherbewusstsein für die energetische Effizienz von Gebäuden zu erhöhen und die Motivation von Energiesparmaßnahmen zu stärken. Dazu gehört, dass bei steigenden Energiekosten der Mieter oder Käufer eines Gebäudes besser über die bevorstehenden Betriebskosten informiert werden soll. Dies schafft auf der anderen Seite auch Investitionsanreize, um mit Immobilien mit hoher Energieeffizienz am Markt zu operieren. Modernisierungsmaßnahmen erfolgen oft zu schleppend und nicht ausreichend. Die Richtlinie fordert deshalb, Empfehlungen für kostengünstige Verbesserung der Energieeffizienz des Gebäudes dem Energieausweise beizufügen, wenn dies aus wirtschaftlicher Sicht geboten ist. Diese Forderung der Richtlinie ist zwingend.

Nach der Richtlinie ist es prinzipiell möglich, Energieausweise auf der Grundlage von Bedarfsrechnungen oder auf der Basis von Verbrauchsmessungen zu erstellen. Das kann man aus Artikel 2 der Richtlinie herleiten, die angibt, dass die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden die Energiemenge ist, die tatsächlich verbraucht oder veranschlagt wird. Eine Bedarfsberechnung wird unter normativen Annahmen für das Klima und die Nutzung erstellt. Man könnte auch von einem „rechnerischen Verbrauch“ reden. Der große Vorteil dieser Methode ist, dass eine sehr neutrale Bewertung von Gebäuden abgegeben wird. Unterschiedliche Nutzer spielen keine Rolle. Gebäude lassen sich so in ihrer Qualität nicht nur beurteilen, sondern auch gut vergleichen. Gleichzeitig ist die Berechnung des Gebäudes auch eine Gebäudediagnose. Etwaige Schwachstellen werden erkannt und beschrieben.

Die Verbrauchsmessung bildet neben der tatsächlichen energetischen Qualität des Gebäudes insbesondere das individuelle Nutzerverhalten und die Klimaeinflüsse ab. Diese Einflüsse können die wirkliche energetische Qualität eines Gebäudes völlig überdecken. Im Zweifelsfalle hätte das leer stehende Haus die höchste Energieeffizienz. Die Diskussionen um richtiges Nutzerverhalten (z.B. richtige Überprüfung und Einstellen der Anlagentechnik) sind zwar interessant und notwendig, können aber die Feststellung der energetischen Qualität – wie von der Richtlinie gefordert – nicht ersetzen. Eine Klimaneutralisierung ist für vergleichende Untersuchungen in jedem Fall notwendig. Eine Gebäudediagnose und Vorschläge für die Modernisierung sind mit Verbrauchskennwerten nicht möglich.

Die Aushangpflicht für öffentliche Gebäude, aber auch die Ausstellung von Energieausweisen für Nichtwohngebäude wegen Neuvermietung (z.B. neuer Laden in einem Einkaufszentrum) wird viele Eigentümer und insbesondere die öffentliche Hand vor große Probleme bei der schnellen Ausstellung der Ausweise stellen. Die Notwendigkeit einer schnellen Erstellung von Energieausweisen ist zu entzerren und es sind Lösungen anzubieten, die den Aufwand so gering wie möglich halten.

Welche Möglichkeiten zur sachgerechten Informationsübermittlung stehen zur Verfügung?

Energieausweise auf der Basis von Bedarfsberechnungen

Die bereits vorliegenden Berechnungsregeln für den Wohnungsbau können sowohl für die Bedarfsermittlung von Neubauten als auch für die Bewertung von Bestandsgebäuden angewandt werden. Für die Datenaufnahme im Gebäudebestand ist die Vorgabe von vereinfachten, pauschalierten Kennwerten vorgesehen.

Bei Neubauten und größeren Modernisierungsmaßnahmen muss wie schon bisher ein Bedarfsausweis ausgestellt werden. Verbrauchsausweise für Wohngebäude sollen unter bestimmten Bedingungen angeboten werden (Im Gespräch waren zum Zeitpunkt der Manuskripterstellung Wohngebäude ab 8 WE). Den Energieausweisen sind Empfehlungen für erfahrungsgemäß kostengünstige, also wirtschaftlich rentable Maßnahmen zur Modernisierung des jeweiligen Gebäudes beizufügen. In der Regel können sie bei Überschreiten des eines Grenzwertes gegeben werden (z.B. beim 140 %-Wert nach EnEV). Ggf. führt dann der Verbrauchsausweis zu einer Bedarfsanalyse. Bei modernisierten Wohngebäuden ist ggf. durch den Energieberater auf dem Ausweisformular zu erklären, dass Modernisierungshinweise nicht gegeben werden können.

Auch für Nichtwohngebäude sollen wahlweise Bedarfs- oder Verbrauchsausweise ausgestellt werden können. Nach Fertigstellung der technischen Regeln für den Nicht-Wohnungsbau mit der DIN 18599 (Veröffentlichung als Juli-Ausgabe beim Beuth-Verlag) können hier Energieausweise nach dieser Norm erstellt werden.

Die zugrunde gelegten Parameter für die Gesamtenergieeffizienz sollen im Wesentlichen der Primär- und Endenergiebedarf als auch der Wärmedurchgang der wärmetauschenden Hülle sein. Der Primärenergiebedarf wird zwar als gute und mit der bisherigen EnEV eingeführte Charakteristik angesehen, er führt aber bei alleiniger Betrachtung oft zu falschen Schlüssen. Zum Beispiel führt die Verwendung von Pelletheizkesseln zwar zu einem günstigen Primärenergiewert, es bleibt trotzdem ein ggf. hoher Endenergiebedarf, den der Nutzer mit hohen Betriebskosten präsentiert bekommt. Der Einsatz primärenergetisch günstiger Systeme darf die zu erwartenden Betriebskosten nicht verdecken. An prominenter Stelle müssen sowohl der Primärenergiebedarf (als Umweltindikator) und der Endenergiebedarf sichtbar gemacht werden. Darüber hinaus müssen die Werte erklärt werden. Insbesondere muss erläutert

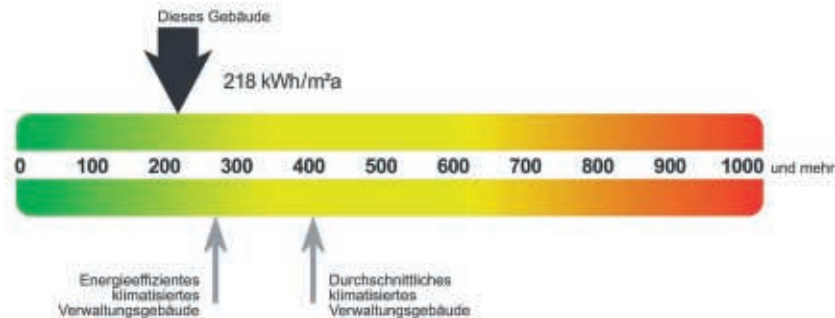


ENERGIEPASS

Projektbezeichnung EU-Kommissions-Gebäude
Berlaymont

Erstellt am 16. Dezember 2004

Gesamtbewertung Primärenergiebedarf



Gebäudetyp / Nutzungsart	klimatisiertes Verwaltungsgebäude
Adresse	Rue de la Loi, B-1040 Brüssel
Nutzer	Europäische Union
Baujahr Gebäude	1967 / 2004
Baujahr Anlagentechnik	2004
Nettogrundfläche	170.721 m²
Energiepass erstellt mit	DIN V 18599



Nutzer

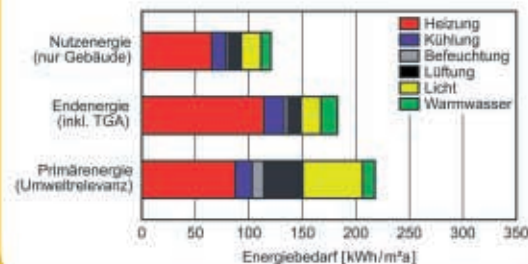
Europäische Union
Rue de la Loi
B-1049 Brüssel

Aussteller

Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Nobelstraße 12
D-70569 Stuttgart



Detailanalyse



Energieausweis des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik für das Berlaymont-Gebäude in Brüssel

werden, dass der Bedarf normierte Randbedingungen unterstellt und mit dem Wert nicht die Energielieferung für das nächste Jahr bestellt werden kann, sondern lediglich ein Vergleich von Gebäuden ermöglicht wird. Der Bedarf sollte ggf. als Normverbrauch (ähnlich wie beim Auto) deklariert werden.

Sowohl Primär- als Endenergiebedarf sind gut sichtbar darzustellen. Darüber hinaus können mit der Bedarfsberechnung konkrete Vorschläge für die Modernisierung gemacht werden. Die Darstellung der Energieanteile am Bedarf bei Nichtwohngebäuden zeigt, wo Investitionen angebracht sind. Es ist vorgesehen, dass der Energieausweis mit einheitlichen Formularen nach EnEV geregelt wird. Der Vorschlag dazu wird mit dem Referentenentwurf zur EnEV 2006 veröffentlicht. Ein erster Test wurde in einem europäischen Gemeinschaftsvorhaben durchgeführt. Dabei wurden die Berechnungsregeln verschiedener EU-Mitgliedsstaaten am Projekt des Sitzes der Europäischen Kommission in Brüssel angewandt und Energieausweise ausgestellt.

Energieausweise auf der Basis von Verbrauchskennwerten

Für die Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten bei Wohngebäuden sind Energieverbrauchsdaten zu verwenden, die im Rahmen der Abrechnung von Heizkosten nach der Heizkostenverordnung für ein gesamtes Gebäude ermittelt wurden. Die Ermittlung erfolgt für den konkreten Abrechnungszeitraum, der auch für die Witterungsbereinigung zugrunde gelegt wird. Der Strom (z.B. für Hilfsenergien) soll unberücksichtigt bleiben.

Die Darstellung der Gesamtenergieeffizienz von Nichtwohngebäuden verlangt, dass bei der Verbrauchserfassung sowohl die Energien für Heizung und Warmwasserbereitung als auch für Beleuchtung, raumluftechnische Anlagen und Hilfsenergien (z.B. Energie für Pumpen) zu berücksichtigen sind. Das bedeutet, dass sowohl der Heizenergieverbrauch als auch der Stromverbrauch analysiert werden müssen.

2 Umsetzung der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Für die Ermittlung von Wärmeverbrauchsdaten sind Verbrauchsdaten zu verwenden, die im Rahmen der Erfassung des Wärmeverbrauchs oder im Rahmen der Abrechnung von Heizkosten nach der Heizkostenverordnung für ein gesamtes Gebäude für ein Jahr ermittelt wurden. Die Ermittlung erfolgt für den konkreten Abrechnungszeitraum, der auch für die Witterungsreinigung zugrunde gelegt wird. Die Daten müssen klimabereinigt werden. Falls im Wärmeverbrauch des Gebäudes witterungsabhängige Anteile (z.B. Warmwasserbereitung oder andere witterungsunabhängige Wärmeverbraucher) enthalten sind, ist der errechnete Wärmeverbrauch vor der Witterungsbereinigung in den witterungsabhängigen Anteil (Heizenergie) und den witterungsunabhängigen Anteil (z.B. Warmwasserbereitung) aufzuteilen. Die Witterungsbereinigung für den Heizenergieanteil des Wärmeverbrauchs erfolgt für ein bundesdeutsches Mittel nach folgender Gleichung:

$$E_{V,H,Bund} = f_{Klima} \times E_{V,H}$$

Dabei sind $E_{V,H,Bund}$ witterungsbereinigter Anteil des Wärmeverbrauchs (Heizenergie) für ein Gebäude in kWh/a, $E_{V,H}$ witterungsabhängiger Anteil des Wärmeverbrauchs (Heizenergie) für ein Gebäude in kWh/a und f_{Klima} Klimafaktor (Berechnung in Anlehnung an VDI 3807-1).

Dieser Wert wird auf die Wohn- oder Nutzfläche bezogen und kann dann im Energieausweis angegeben werden. Als Vergleich können Verbrauchsdaten von Gebäuden aus der gleichen Gebäudekategorie bezogen werden. Bei Wohngebäuden ist auch der Vergleich mit 140 %-Werten aus Modellberechnungen möglich.

Vergleichswerte für Nichtwohngebäude können z.B. aus Erhebungen des Bundes und der Länder (z.B. über AMEV) hergeleitet werden. Die Typisierung der Nichtwohngebäude soll nach Gebäudegruppen bzw. -arten nach der Systematik des Bauwerkszuordnungskataloges (BWZK) der ARGEBAU erfolgen.

Für die Ermittlung von Energieverbrauchsdaten für den Strom bei Nichtwohngebäuden sind Energieverbrauchsdaten zu verwenden, die im Rahmen der Abrechnung von Stromkosten bzw. Erfassung des Stromverbrauchs für ein gesamtes Gebäude für ein Jahr ermittelt wurden. Der Abrechnungszeitraum sollte dem der Wärmeverbrauchsermittlung entsprechen. Doch gerade hier zeigen sich die Unzulänglichkeiten der Verbrauchserfassung. Der ermittelte Stromverbrauch beinhaltet in vielen Fällen deutlich mehr als die Anteile für Beleuchtung, raumluftechnische Anlagen und Hilfsenergien. Prozessenergien für Fertigungen, Rechenzentren, Fahrstühle, Sondernutzungen etc. verfälschen den gebäudebezogenen Stromverbrauch. Es muss deshalb nach Lösungen gesucht werden, die ermittelten Daten zu objektivieren (ggf. zu bereinigen) bzw. zu erläutern. Darüber hinaus sind auch hier Referenzwerte aus der Statistik für entsprechende Gebäudekategorien darzustellen.

Da aus Verbrauchswerten keine Angaben für die Modernisierung hergeleitet werden können, ist nach Wegen zu suchen, wie dieses Erfordernis der Richtlinie umgesetzt werden kann. Eine Möglichkeit ist die Festlegung einer Anforderung, dass bei einer deutlichen Überschreitung des Referenzwertes die Berechnung nach der DIN V 18599 durchzuführen ist, um die Potenziale für die energetische Verbesserung anzugeben. Entsprechende Regelungen sind noch abzustimmen.

Ausblick

Die Anpassung und Änderung des Energieeinsparrechts zur Umsetzung der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden hat mit der Annahme des Zweiten Gesetzes zur Änderung des Energieeinspargesetzes von Bundestag und Bundesrat begonnen. Der Referentenentwurf für die EnEV 2006 wird voraussichtlich von einer nach der Wahl zu bildenden Bundesregierung veröffentlicht werden.

Generell sind Übergangsregelungen zu schaffen. Sie sollen Folgendes einschließen:

- die Fortgeltung alter gleichwertiger Energieausweise,
- generelles Einsetzen der Pflicht zur Vorlage der Ausweise nach einer festzulegenden Frist nach Inkrafttreten der Verordnung,
- ggf. späteres Einsetzen der Pflicht zur Vorlage der Ausweise für Gebäude, die nach der WärmeschutzV 1978/1982 errichtet worden sind.

3 Energieeffizientes Entwerfen

Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ Manfred Hegger
Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Architektur

Einleitung

Städtebau und Architektur waren immer im Wesentlichen von lokalen Klima- und Energiefragen bestimmt. Erst die intensive Nutzung fossiler Energieträger hat das Bauen nur für kurze Zeit scheinbar von diesen Rahmenbedingungen befreit. Die Architektur hat sich dadurch sehr stark verändert, weil Vieles möglich wurde, was zuvor nicht zu realisieren war. In Zukunft müssen die Bezüge zwischen Gebäude und Umgebungsbedingungen wieder enger geknüpft werden – nicht zuletzt aus energetischen Gründen.

Auseinandersetzungen um Energievorräte sind vorherzusehen, und die Energiekosten werden auch unabhängig davon in Zukunft weiter steigen. Im Bauen liegen noch erhebliche Potenziale zur Einsparung und zur Nutzung regenerativer Energiequellen – mit der Folge merklicher Entlastungen für die Umwelt. Der Energieverbrauch wird allen Erwartungen zu Folge in den nächsten Jahrzehnten exponentiell steigen und die verbliebenen Kapazitäten der konventionellen Energieträger früher oder später übersteigen.

Architektur und Städtebau müssen sich schon heute diesen Herausforderungen stellen, die Planungen von morgen müssen schon den energetischen Anforderungen von übermorgen genügen. Das energetische Umdenken ist aber nicht nur eine Frage der Energie, es ist auch eine Frage der Betriebskosten. Für einige Gebäudearten, wie z.B. Krankenhäuser, Hallenbäder und Produktionsgebäude, übersteigen die laufenden Kosten die Baukosten bereits nach wenigen Jahren. Daher ist bei den stetig steigenden Kosten fossiler Energien allein aus wirtschaftlichen Aspekten eine energieeffiziente Baukultur sinnvoll und notwendig.

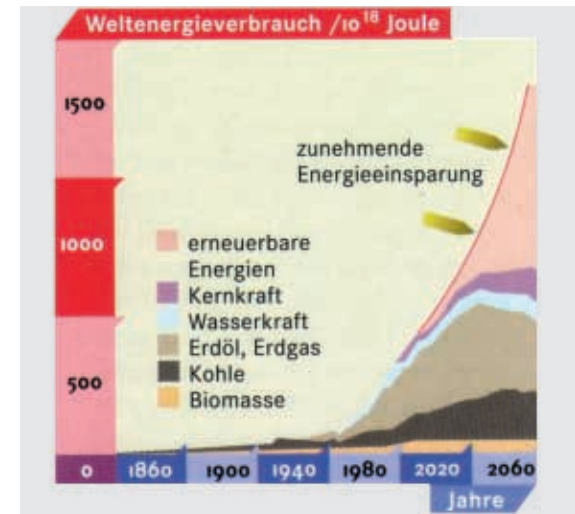
Energie bewahren

Über lange Zeit lag seit der Industrialisierung der mittlere Heizwärmebedarf zwischen 250 und 300 kWh pro Jahr. Der Energiebedarf von Gebäuden lässt sich aber vergleichsweise einfach verringern, indem die Energie bewahrt wird, die einmal im Haus ist. Das sind einfache Maßnahmen wie kompakte Gebäudeform, geschickte Ausrichtung, gute Dämmung und Dichtheit der Hülle, Speichermassen, Vermeidung von Wärmebrücken und eine geeignete Anlagentechnik.

In entsprechenden Passivhäusern kann man somit ohne großen Aufwand den Heizwärmebedarf auf 15 kWh pro Jahr reduzieren, dies gilt auch für Altbauwohnungen. Energie zu bewahren, rechnet sich, im Neubau wie im Bestand.

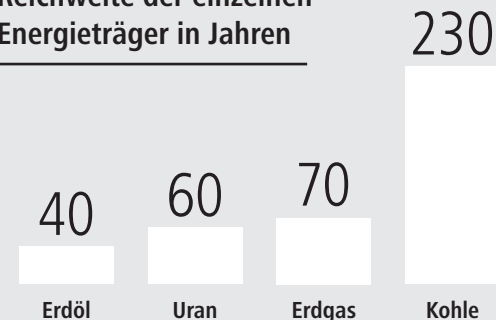
Das Entscheidende für Bauherren und Investoren sind klare Informationen über Kosten und wirtschaftlichen Nutzen von Energiesparmaßnahmen, und zwar vom ersten bis zum zwanzigsten Jahr und auch darüber hinaus gerechnet. Bei Berücksichtigung aller passiven und auch aktiven Maßnahmen (z.B. Energiegewinnung durch Sonne) lässt sich schnell feststellen, dass bei derzeitiger Bezuschussung bereits nach 15 Jahren die finanziellen Einsparungen durch die Energiesparmaßnahmen die Investitionskosten übertreffen.

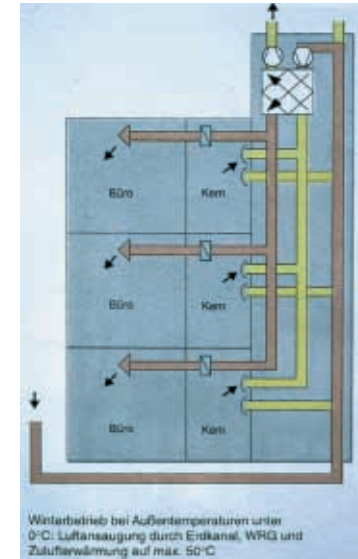
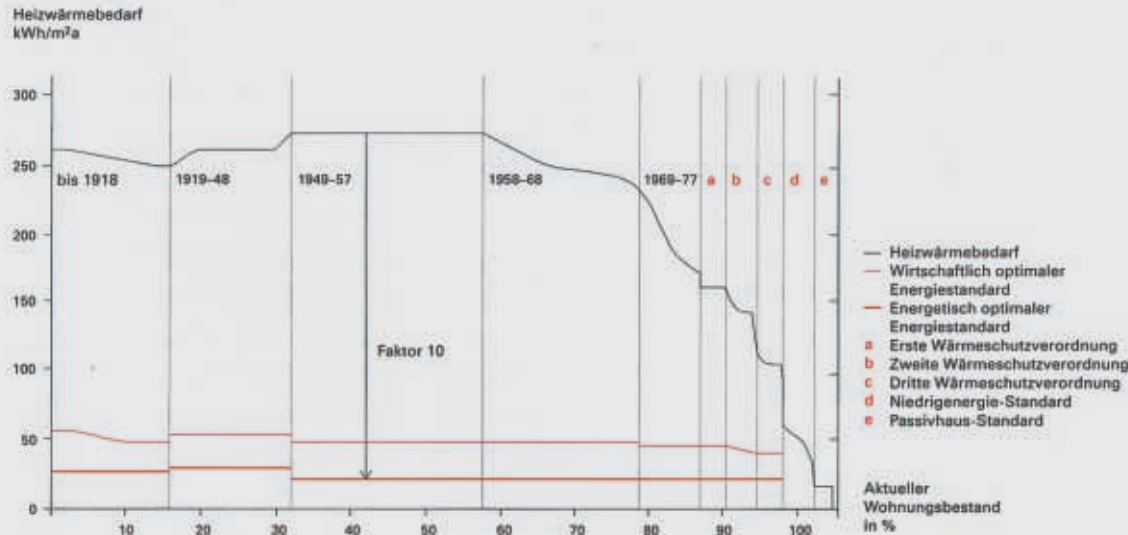
Für eine effektive Planung ist es sehr hilfreich, mit Hilfe moderner Software die erforderlichen Maßnahmen zu simulieren. Diese Systeme bieten dem Architekten nicht nur die nackten Zahlen, sondern auch ganz wesentliche Unterstützung in der Vermeidung von Wärmebrücken, in der Planung der Akustik und in vielen anderen Zusammenhängen, ja sogar in der Kostenplanung. So lassen sich neben der Berechnung der



Zunehmender Weltenergieverbrauch bis 2060.

Reichweite der einzelnen Energieträger in Jahren





Energiebedarfswerte von Gebäuden auch Konflikte zwischen den Wünschen nach viel Tageslicht und der Gefahr der Überwärmung bearbeiten.

Passiv Energie gewinnen

Neben reinen Energiesparmaßnahmen zum Bewahren der vorhandenen Energie lässt sich auch relativ einfach in Gebäuden durch die geschickte Nutzung von Sonne bzw. Tageslicht passiv Energie gewinnen. Wenn man zudem die inneren Wärmeproduzenten der Gebäude, wie z.B. die Menschen selbst, die Beleuchtung und die elektrischen Geräte nutzt, lässt sich der zusätzliche Energiebedarf der Gebäude weiter reduzieren. Dies verändert unsere Architektur wesentlich. Beachtet werden muss jedoch die Gefahr der Überhitzung im Sommer.

Konkret können solche Konzepte wie folgt umgesetzt werden:

- große offene Süd-West-Fassade mit dreifach-Verglasung (U-Wert 0,4)
- Sonnenschutz von der Fassade entfernt anbringen, damit eine Hinterlüftung gewährleistet ist und eine Erwärmung der Scheiben verhindert wird.
- Große Speichermassen im Gebäude, um die Differenzen zwischen Tag und Nacht, aber auch zwischen den Tagen auszugleichen. Um dies zu erreichen, sollten keine Teppiche auf den Böden ausgelegt werden, die Steinböden sollten nicht gegen die Massivdecke isoliert werden und Decken nicht abgehängt werden.

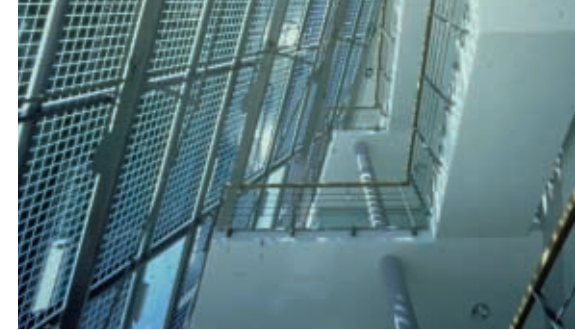
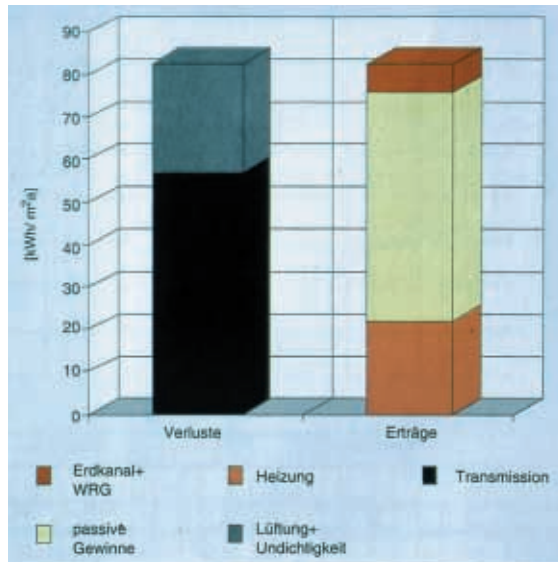
Anstatt einer konventionellen Heizung kann eine Lüftungsanlage integriert werden. Über die Lüftung wird in einem solchen System bei Bedarf Wärme zugegeben, was aber relativ selten der Fall ist. Selbst im Winter heizt sich das Gebäude bei entsprechender Nutzung (z.B. Bürogebäude) tagsüber durch die Menschen, Beleuchtung, elektrische Geräte und die äußeren solaren Gewinne selber auf.

Aktiv thermische Energie gewinnen

Solarthermische Anlagen sind in der Architektur bislang vernachlässigt worden, da sie aus ästhetischer Sicht nur schwer in Gebäude integriert werden konnten. Die Anlagen sind inzwischen sehr zuverlässig und stellen die effizienteste aktive Form der Energiegewinnung dar. Sie sind zudem zur Heizung und Kühlung von Gebäuden einsetzbar. Die Kühlsysteme, die mit thermischer Solarenergie heizen, kommen allmählich zur Produktreife. Die Integration dieser Anlagen in die Architektur muss nicht nachteilig sein, sie kann das Bild von Gebäuden auch bereichern.

Elektrische Energie gewinnen

Photovoltaische Anlagen sind als die Architektur prägendes Element inzwischen akzeptiert und müssen sich bei richtiger Anwendung nicht verstecken. Integriert in Dächer und Fassaden werden sie synergetisch wirksam, dienen zugleich als Dacheindeckung und zur Energiegewinnung. Sie können aber auch intelligent als Sonnenschutz und Lichtlenkelemente verwendet werden. So können beispielsweise drehbare Glaselemente mit Hologram-



men und Solarzellen über großen Glasfassaden (z.B. Wintergärten) zur Regulierung des Innenraumklimas und gleichzeitig zur Energiegewinnung genutzt werden. Bei normaler Strahlung stehen die Elemente parallel zur Sonnenstrahlung und der dahinter liegende Raum wird aufgeheizt. Wird es zu warm, drehen sie sich senkrecht zur Sonne und der Raum wird entsprechend beschattet. Das Sonnenlicht wird mit Hilfe der holografisch photovoltaischen Elemente konzentriert und zur Stromgewinnung genutzt, das diffuse Licht kann jedoch in den Raum eindringen und verhindert eine zu starke Beschattung.

Ganze Häuserfassaden auf der Südseite von Gebäuden mit einer Photovoltaik-Anlage verkleidet lassen sich gut in die Architektur integrieren und sorgen unter Umständen für eine ausgeglichene Energiebilanz des Gebäudes.

Energienetzwerke

Die Vielfalt verfügbarer regenerativer Energiequellen für die Versorgung von Gebäuden ist riesig. Neben der Sonne stehen auch Wind, Erdwärme, Grundwasser und Flusswasser kostenlos

zur Verfügung. Es ist daher sinnvoll, nicht nur einzelne Energieformen, sondern verschiedene Quellen zu nutzen und miteinander in einen Verbund treten zu lassen, ja, regelrechte Netzwerke zu entwickeln. So können Häuser und Quartiere über Energienetze ihre Energieverluste und -gewinne untereinander austauschen.

Ein Beispiel hierfür ist die Fortbildungs-Akademie Mont Cenis in Herne. Hier wurde ein Gebäudekomplex entworfen, der unter einer gläsernen Hülle nicht mehr den äußeren Witterungsbedingungen ausgesetzt ist und ein ausgeglichenes Klima aufweisen sollte. Während der Planung wurden hier eine Reihe von Tests wie Luft-, Strömungs- und Temperatursimulationen durchgeführt, um die mikroklimatischen Bedingungen im Vorfeld genau zu untersuchen. Um eine Überhitzung unter dem 10.000 qm großem Glasdach zu vermeiden, wurden wiederum Photovoltaik-Elemente in das Dach integriert.

Diese Lösung war kostengünstiger, als ein aufwendiges Beschattungssystem und bringt zudem die volle Einspeisungs-

vergütung. Außerdem konnte für diesen Gebäudekomplex Grubengas aus einer ehemaligen Zeche für ein Grubengasblockheizkraftwerk genutzt werden, das den nahe liegenden Stadtteil mit versorgt. Durch diesen Verbund unterschiedlicher Energiequellen produziert der Gebäudekomplex weit mehr Energie, als er selber verbraucht, und die Investitionen waren in wenigen Jahren durch die Einnahmen aus der produzierten Energie ausgeglichen.

Zusammenfassung

Die gebaute Umwelt steckt voller Möglichkeiten zur Energieeinsparung und -gewinnung. Man muss sie nur aufgreifen. Sie zu nutzen, bereichert unsere Lebensqualität und prägt ein neues, zeitgemäßes Bild unserer Häuser und Städte.

Die Themen Baukultur und Technik sind sicherlich keine Gegensätze. Die wesentlichen treibenden Elemente, die wir in der Architektur in Zukunft haben, werden die Energie und die Technik sein, die uns helfen, Energie effizient einzusetzen.

4 Neue Bewertungsmethoden für die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Prof. Dr.-Ing. habil. Lothar Rouvel
Technische Universität München

Die DIN V 18599 und ihre Unterteilung

Die EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ steckt den Rahmen für die energetische Bewertung von Gebäuden ab. Sie enthält jedoch keine Ausführungsbestimmungen. Dies regelt in der Bundesrepublik Deutschland eine zukünftige Energieeinsparverordnung (ENEV). Als Berechnungsgrundlage (Bewertungsgrundlage) hierfür ist die DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Beheizung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung“ erstellt worden.

Sie ist eine Zusammenfassung der bisheriger Normen (DIN EN 832, EN ISO 13790, DIN V 4108-6 und DIN 4701-10) mit Ergänzungen bezüglich der Raumluftechnik (RLT), der Beleuchtung, der Kälte und der Luftförderung.

Im Gegensatz zu den bisherigen Regelwerken beschränkt sich die DIN V 18599 nicht auf den Wohnungsbau oder wohnungsbau-ähnliche Nutzungen, sondern bezieht den Nichtwohnungsbau mit der dabei sehr vielfältigen Nutzung ein. Aus diesen Gründen ist es erforderlich geworden, die Norm in zehn Teile thematisch aufzusplitten.

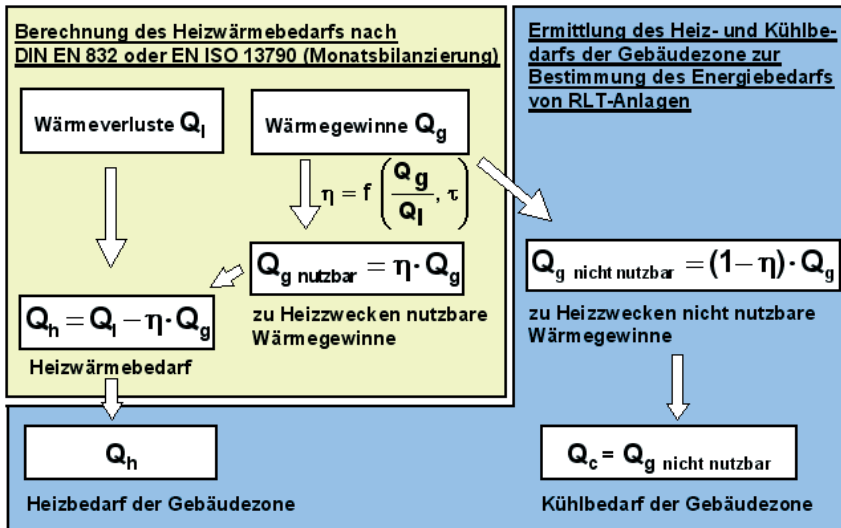
DIN V 18599: Konsistentes Bewertungsverfahren für den Heiz- und den Kühlbedarf

Bisher gab es in den Normen DIN EN 832 und EN ISO 13790 im Monatsbilanzierungsverfahren zwei Kennwerte zur Bewertung des baulichen Wärmeschutzes, zum einen die Wärmeverluste, zum anderen die Wärmegewinne. In diesen beiden Normen

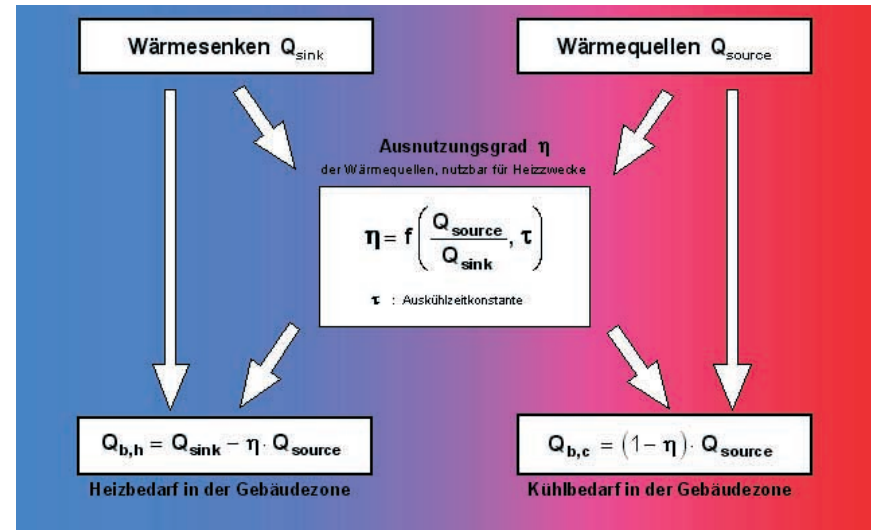
DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

Teil 1:	Allg. Bilanzierungsverfahren, Begriff, Zonierung, Bewertung
Teil 2:	Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
Teil 3:	Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
Teil 4:	Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
Teil 5:	Endenergiebedarf von Heizungsanlagen
Teil 6:	Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen
Teil 7:	Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen
Teil 8:	Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
Teil 9:	End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
Teil 10:	Nutzungsrandbedingungen Klimadaten
Beiblatt:	Beispiele

DIN V 18599 – Energetische Bewertung von Gebäuden.



Bewertungsverfahren für den Heiz- und für den Kühlbedarf nach DIN V 18599.



Bewertungsverfahren für den Heiz- und für den Kühlbedarf nach DIN V 18599.

ermitteln sich die Wärmeverluste aus den Transmissions- und Lüftungsverlusten nach Außen sowie den Warmegewinnen aus der solaren Einstrahlung und inneren Wärmequellen. Wärmeverluste und Warmegewinne werden mit Hilfe des Ausnutzungsgrades der Warmegewinne für Heizzwecke miteinander bilanziert. Die Differenz aus den Wärmeverlusten und den für Heizzwecke nutzbaren Warmegewinnen ergibt den Heizwärmebedarf in der Gebäudezone. Die für Heizzwecke nicht nutzbaren Wärmequellen (Warmegewinne) werden im Verfahren für nur beheizte Gebäude nach DIN EN 832 bzw. EN ISO 13790 nicht weiter berücksichtigt. In nicht klimatisierten Gebäuden bewirken sie eine erhöhte Raumtemperatur, oder sie werden durch eine verstärkte Fensterlüftung aus dem Raum abgeführt. Im Falle der Klimatisierung stellen sie die Wärme dar, die durch die Kühlung abgeführt werden muss, also den Kühlbedarf. Die Grundzüge der Bilanzierung von Wärmeverlusten und Warmegewinnen sind somit schon festgelegt. Zur Anwendung des neuen Verfahrens zur Gesamtenergieeffizienz bedarf es aber

noch einiger Erweiterungen gegenüber der bisherigen Heizwärmebedarfsberechnung:

Nach DIN EN 832 bzw. EN ISO 13790 setzen sich die Wärmeverluste – wie bereits erwähnt – aus Transmissions- und Lüftungsverlusten nach außen zusammen, die Warmegewinne aus der solaren Einstrahlung und den inneren Wärmequellen. Bei Gebäuden mit RLT-Anlagen muss zusätzlich die durch die Zuluft eingetragene Kälte oder Wärme in der Raumbilanz berücksichtigt werden. RLT-Anlagen garantieren i.d.R. den Mindestluftwechsel in der Gebäudezone. Der Bereich für die Zulufttemperatur ist abhängig von der Art der RLT-Anlage und ist durch Behaglichkeitskriterien begrenzt. Die Grundlüftung ist daher in aller Regel unabhängig von den aktuell vorherrschenden Wärme- und Kühllasten in der Gebäudezone und geht somit als konstanter monatlicher Wert in die Bilanzierung ein (Grundluftmenge).

Die Zulufttemperatur liegt in der Regel unterhalb der Raumtemperatur, sie ist in diesem Fall somit als „Wärmesenke“ in der Bilanzierung zu werten. Liegt die Zulufttemperatur (z.B. in den Wintermonaten) oberhalb der Raumtemperatur, ist sie eine „Wärmequelle“.

Durch den Einbezug der Sommermonate in die Bilanzierung kann sich bei der Transmission und der Lüftung das Vorzeichen der Wärmeflüsse umkehren. Zumindest in Südeuropa gibt es einzelne Sommermonate, in denen die mittlere Außentemperatur höher liegt als die mittlere Sollinnentemperatur der Gebäudezone.

Dies führt zu einer erweiterten Definition von Warmegewinnen („Wärmequellen“) und Wärmeverlusten („Wärmesenken“). Die einzelnen Wärmeströme werden in der neuen DIN V 18599 demnach (unabhängig von ihrer bisherigen Definition nach DIN EN 832 bzw. EN ISO 13790) entsprechend ihrem jeweiligen Temperaturniveau den „Wärmequellen“ oder den „Wärmesenken“ zugeordnet. Dies hat den Vorteil, dass für die Warmegewinne zu

Heizzwecken keine negativen Gewinn/Verlust-Verhältnisse auftreten können und der Ausnutzungsgrad in einem definierten Bereich bleibt. Die beiden Bilanzgleichungen für den Heiz- und Kühlbedarf werden daher auf die eindeutige und in sich verständliche Definition erweitert:

$$Q_h = Q_{\text{sink}} - \eta Q_{\text{source}} \quad Q_c = (1 - \eta) Q_{\text{source}}$$

h sink source c source

mit:

- Q_h monatlicher Heizwärmebedarf in der Gebäudezone
- Q_c monatlicher Kühlbedarf in der Gebäudezone
- Q_{sink} monatlicher Wert der Wärmesenken in der Gebäudezone (heat sink)
- Q_{source} monatlicher Wert der Wärmequellen in der Gebäudezone (heat source)
- η monatlicher Ausnutzungsgrad der Wärmequellen in der Gebäudezone (für Heizzwecke)

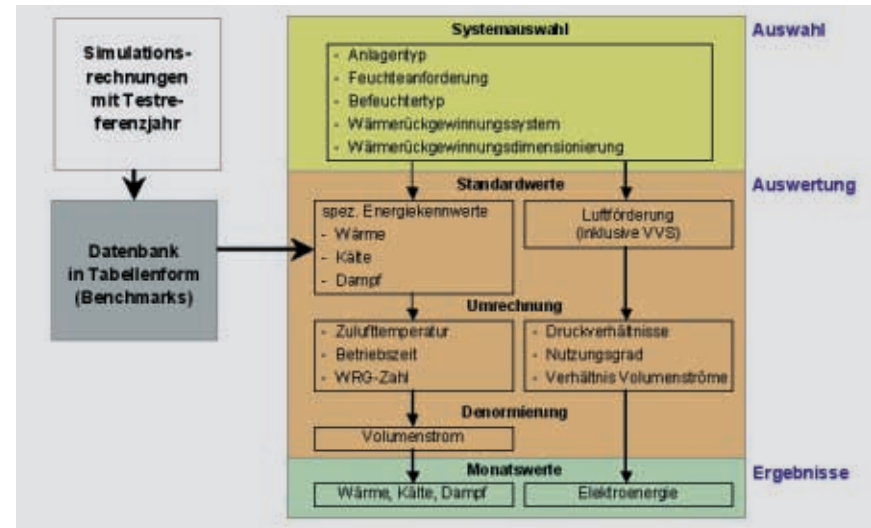
Der Ausnutzungsgrad η der Wärmegewinne berücksichtigt das zeitlich unterschiedliche Auftreten von Wärmesenken und Wärmequellen in der Gebäudezone. Der Ausnutzungsgrad η nach DIN EN 832 und EN ISO 13790 ist abhängig vom Verhältnis Wärmegewinne Q_g zu Wärmeverlusten Q_l und ist gleichbedeutend mit dem Verhältnis $Q_{\text{source}} / Q_{\text{sink}}$. Weiterhin geht in den Ausnutzungsgrad η die Zeitkonstante der Gebäudezone ein.

Der formelmäßige Zusammenhang für die Bestimmung des Ausnutzungsgrades η ist, unter Berücksichtigung der Zeitgänge der einzelnen Wärmequellen und Wärmesenken, aus vielen Simulationsrechnungen hergeleitet worden. Grundsätzlich muss man zwischen dem Ausnutzungsgrad der Wärmequellen (für Heizzwecke) und dem Ausnutzungsgrad der Wärmesenken (für

Kühlzwecke) unterscheiden. Beide Ausnutzungsgrade lassen sich aber ineinander überführen und sind damit gleichwertig. Eine Unterscheidung in Ausnutzungsgrad für „Wärmequellen“ und „Wärmesenken“ ist daher nicht erforderlich.

Was kann aus der bisherigen Methode der Bilanzierung für Gebäude mit Heizung nach DIN EN 832 bzw. EN ISO 13790 übernommen werden?

Grundsätzlich kann das bisherige Verfahren der Monatsbilanzierung nach DIN EN 832 bzw. EN ISO 13790 übernommen werden, jedoch muss das Verfahren um die Raumlufttechnik und den Kühlbedarf ergänzt werden. Die bei klimatisierten Gebäuden unumgängliche funktionale Zonierung eines Gebäudes ist vom Grundsatz her in den derzeitigen Verfahren bereits enthalten. Auch eine Aufteilung in Betriebszeiten und Restzeiten (Wochenende, Ferienzeiten) ist nach EN ISO 13790 prinzipiell bereits möglich. Ebenso kann die prinzipielle Vorgehensweise bei der



Benchmark-System zur Ermittlung des Energiebedarfes zur Luftaufbereitung für 46 typische Anlagenschaltungen

Bewertung der Übergabe-, Verteilungs- und Umwandlungsverluste nach DIN 4701-10 beibehalten werden. Es sind jedoch – wie bereits erwähnt – Ergänzungen bei der Raumlufttechnik und der Kühlung notwendig. Auch können die Verteilverluste der haustechnischen Anlagen nicht mehr pauschal berücksichtigt werden, sondern sind in der monatlichen Gebäudezonenbilanz jeweils mit dem Ausnutzungsgrad η zu berücksichtigen.

Was ändert sich bzw. ist zusätzlich erforderlich gegenüber der Methode der monatlichen Bilanzierung für Gebäude mit Heizung nach DIN EN 832 bzw. EN ISO 13790?

Zunächst einmal muss für den Fall eines klimatisierten Gebäudes von geänderten Randbedingungen gegenüber rein beheizten Gebäuden ausgegangen werden: Die Raumtemperatur ist für klimatisierte Gebäude höher anzunehmen als für rein beheizte Gebäude (in der Regel 22° C anstatt 20° C). Eventuell ist bei der Raumtemperatur für den Heizfall

Energiebedarf für künstliche Beleuchtung

Kunstlichtbeleuchtung	tageslichtabhängige Kunstlichtregelung bzw. -steuerung	Tageslichtnutzung/ Tageslichtbeleuchtung
Parameter: • Lichtquelle • Vorschaltgerät • Leuchte • Beleuchtungsart	Parameter: • Kontrollstrategie • Funktionsumfang • Kalibrierung • Schalten	Parameter: • Gebäude • Raumkennwerte • Fenster und Tageslichtsystem • Wartung von Verglasung, Lichtleitsystemen und Verschattung • Arbeitszeit • Beleuchtungsniveau durch Tageslicht

Bewertungsverfahren zur Berechnung des Energiebedarfs für die Beleuchtung einer Gebäudezone

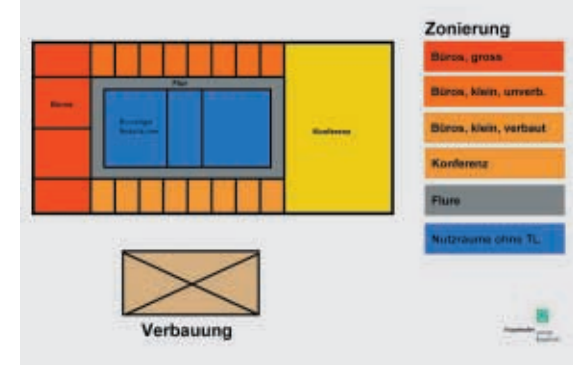
(z.B. 22° C) und den Kühlfall (z.B. 24° C) zu differenzieren. Die Innenlasten sind in der Regel höher und über das Jahr variabel (z.B. Beleuchtung, Ferienzeiten). Innenlasten durch Beleuchtung müssen getrennt ausgewiesen und an die Erfordernisse über das Jahr angepasst werden. Ein beweglicher Sonnenschutz an den Fenstern muss einbezogen werden. Der Kälteeintrag durch den Grundluftvolumenstrom der RLT-Anlage (Wärmesenke) ist in der Gebäudezonenbilanzierung zu berücksichtigen.

Für die Bewertung der Luftaufbereitung ist ein zusätzlicher Verfahrensbaustein erforderlich (Benchmark-Verfahren). Vorgegebene Standardwerte und verschiedene Verfahrensbe-

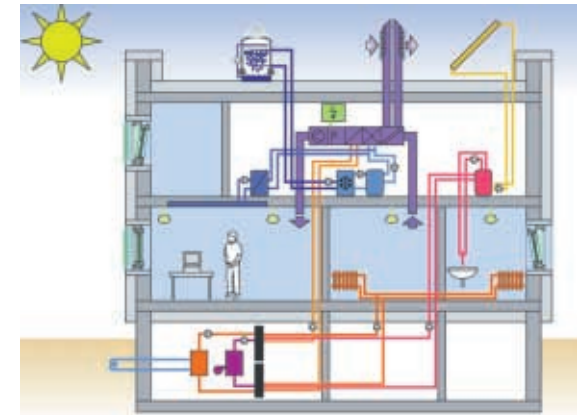
standteile der vorhandenen Normen müssen für die sommerlichen Bedingungen erweitert werden (z.B. Verschattung oder Wintergartenberechnung).

Die vereinfachte Ermittlung der wirksamen Wärmespeicherkapazität des Raumes über die 10 cm-Regel ist nicht in allen Fällen ausreichend genau, hier sollte eine genauere Ermittlung auf Basis von DIN EN ISO 13786 erfolgen.

Eine Trennung in Nutzungszeit und Restzeit (Ferien- oder Wochenendbetrieb) ist für eine ausreichende Genauigkeit erforderlich. Folglich müssen auch die Randbedingungen der Nutzungs- und Nichtnutzungszeiten getrennt ausgewiesen werden. Eine klare Zonierung des Gebäudes nach Nutzungsanforderungen ist erforderlich. In jedem Fall muss eine Zonierung nach unterschiedlichen RLT-Anlagen erfolgen.



Beleuchtungszonen innerhalb eines Gebäudes.



Bewertung der Anlagentechnik

Eine Begrenzung der Bilanzierungsberechnung auf die Heizperiode ist nicht mehr möglich.

Bei der Ermittlung der Übergabe-, Verteilungs- und Umwandlungsverlusten muss auf Grund der verschiedenen Anlagenkomponenten der Raumluftechnik eine Vielzahl weiterer Parameter mit einbezogen werden. Hier besteht das Hauptproblem darin, dass geeignete Vereinfachungen vorzunehmen sind, ohne eine Verschiebung der Ergebnisrelationen für unterschiedliche Anlagensysteme zu erhalten. Insbesondere bei RLT-Anlagen mit variablem Volumenstrom (VVS-Anlagen) muss der Ventilatorstrombedarf differenziert ermittelt werden.

Benchmark-Verfahren zur Ermittlung des Energiebedarfs der Zuluftaufbereitung

Neben der Bilanzierung der Gebäudezone muss der Energiebedarf für die Aufbereitung der Zuluft durch die RLT-Anlage (zentrales Klimagerät) ermittelt werden. Wärme- und Kältebedarf fällt für die Temperierung und für die Be- und Entfeuchtung der Zuluft auf einen vorgegebenen Zuluftzustand an. Der Bedarf zur Raumtemperierung, d.h. die Nacherwärmung oder -kühlung der Zuluft zur Einhaltung der gewünschten Raumtemperatur, ist durch den bilanzierten Heiz- und Kühlbedarf der Gebäudezone bereits berücksichtigt.

In der neuen DIN V 18599 wird zur Bestimmung des Energiebedarfs der Luftaufbereitung ein einfach zu handhabendes Benchmark-Verfahren auf der Grundlage statistischer Auswertungen von detaillierten Testreferenzjahr-Simulationsrechnungen mit einer großen Anzahl von Kombinationen anlagentechnischer Parameter verwendet.

Das so geschaffene Benchmark-System ermittelt für 46 typische Anlagenschaltungen den Energiebedarf zur Luftaufbereitung (Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten, Wärmerückgewinnung, Luftförderung) bei typischen Randbedingungen bezüglich Zulufttemperatur, Betriebszeit und Wärmerückgewinnungsgraden bezogen auf einen Luftvolumenstrom von 1cbm/h.

Darauf aufbauend kann mit diesem Verfahren in einem zweiten Schritt eine Umrechnung der Kennwerte bei abweichenden Randbedingungen vorgenommen werden.

Diese frei wählbaren Parameter sind

- die Zulufttemperatur,
- der Zuluftvolumenstrom,
- die täglichen Betriebsstunden / die jährlichen Betriebstage,
- der mittlere Ventilatorwirkungsgrad und die Gesamtdruckverluste.

Endenergiebedarf für die Beleuchtung einer Gebäudezone nach DIN V 18599

Für die Beleuchtung gibt es in den bisherigen Normen noch keine Bewertungsmöglichkeiten. Daher muss ein entsprechendes Bewertungsverfahren eingeführt werden, an das divergierende Anforderungen zu stellen sind. Es muss zum einen einfach in der Handhabung sein, zum anderen muss es unterschiedliche Nutzerprofile (Büroräume, Kaufhaus, Werkstatt etc.) berücksichtigen. Da sowohl Kunst- als auch Tageslicht zu berücksichtigen sind und die Differenzierung zwischen unterschiedlichen Lichteinfallswinkeln ebenso möglich sein soll wie die Unterscheidung zwischen Innen- und Außenräumen, muss es sich um ein Mehrzonenmodell handeln.

Zusätzlich sollen Kontrollsysteme, also die Möglichkeiten der Beleuchtungsregulierung durch z.B. automatische Schaltanlagen und beweglichen oder feststehenden Sonnenschutz in die Betrachtung eingehen.

Es ist eine Einteilung in drei Parameterfelder vorgenommen worden, nämlich Kunstlicht, Tageslicht und tageslichtabhängige Kunstlichtregelung oder -steuerung.

Zonierung der Beleuchtung (Beispiel)

Schon bei einem recht einfachen, kubusförmigen Gebäude ergeben sich aus der Lage der Räume im Gebäude und den unterschiedlichen Nutzungen sechs verschiedene Beleuchtungszonen. So unterscheiden sich die beiden Bereiche mit Einzelbüros durch vorhandene bzw. fehlende Verschattung durch umliegende Bebauung, während die Großraumbüros wiederum andere Anforderungen stellen, da die Menschen auch in tieferen Raumzonen sitzen. Konferenzraum, Flur und innen liegende Räume ohne Tageslicht sind gleichfalls getrennt zu bewerten.

Bewertung der Anlagentechnik in der neuen DIN V 18599

Die Bewertung der Anlagentechnik wird nicht mehr pauschal mit fester Auslastung und mit ausschließlichen Bezug auf die Heizperiode durchgeführt. Vielmehr wird die Auslastung in jedem Monat des Jahres herangezogen. Nachfolgende Grafik soll diesen Themenkomplex exemplarisch verdeutlichen.

Die blau hinterlegten Bereiche kennzeichnen die bilanzierten Gebäudezonen. Die Nutzenergiebilanz der bilanzierten Gebäudezonen wird beeinflusst von den unterschiedlichen Wärmequellen und Wärmesenken, wie Transmission und Lüftung nach außen, Sonneneinstrahlung unter Berücksichtigung des veränderlichen Sonnenschutzes, aber auch durch den Luftvolumenstrom der Zu- bzw. Abluftanlage und durch die ungeregelten Einträge der Verteilungen. Die Anlagentechnik – gegliedert in Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung, Kälteerzeugung und Kälteverteilung, sowie Luftaufbereitung und Luftverteilung – wird jeweils monatlich unter Berücksichtigung der Auslastung bewertet.

Ablaufschema der Vorgehensweise der DIN V 18599

Abschließend sei ein Blick auf das Ablaufschema der Vorgehensweise geworfen, wobei hier nur ein grundsätzlicher Überblick gegeben werden kann.

- Zonierung des Gebäudes nach Nutzungsarten, Bauphysik, Anlagentechnik inkl. Beleuchtung,
- Bestimmung der nutzungsbedingten Randbedingungen für die Zonen,
- Zusammenstellung der notwendigen Eingangsdaten für die Bilanzierung der Gebäudezonen,
- Ermittlung der Wärmequellen/-senken einer Zone (Beleuchtung, Personen, Geräte, Anlagentechnik usw.),
- Überschlägige Bilanzierung des Nutzwärme/-kältebedarfs der Zone,
- Ermittlung der Wärmequellen/-senken durch die Heizung bzw. Kühlung in der Zone an Hand des überschlägigen Nutzwärme/-kältebedarfs,
- Endgültige Bilanzierung des Nutzwärme/-kältebedarfs der Zone,
- Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für die Luftaufbereitung und gegebenenfalls Saldierung des Nutzkühlbedarfs bei VVS-Anlagen,
- Aufteilung des Nutzwärme/-kältebedarfs auf die unterschiedlichen Übergabesysteme,
- Ermittlung der Verluste für Übergabe, Verteilung und Speicherung für die Trinkwarmwasserbereitung, die luftführenden Systeme, die Wärmeversorgung einer RLT-Anlage, die Heizung und die Kälteversorgung,
- Aufteilung der notwendigen Wärme- und Kälteabgabe aller Erzeuger auf die unterschiedlichen Erzeugungssysteme,
- Ermittlung der Verluste für die Wärme- und Kälteerzeugung und des Aufwands für die Dampferzeugung,
- Ermittlung des Nutzenergiebedarfs und Endenergiebedarfs für die Beleuchtung,

- Ermittlung der Hilfsenergien,
- Zusammenstellung der Endenergien nach Energieträgern,
- Primärenergetische Bewertung.

Vereinfachtes Ablaufschema der DIN V 18599 bei einem Wohngebäude:

Viele der vorgenannten Schritte können bei Wohngebäuden entfallen. In diesen „einfachen“ Fällen können die innere Wärmequellen pauschalisiert abgehandelt und die Betrachtung auf die Heizperiode beschränkt werden. RLT-Anlagen sind in der Regel nicht vorhanden, mit Ausnahme von Anlagen zur Wohnungslüftung. Aus diesem Grunde ändert sich für Wohngebäude wenig gegenüber dem „alten“ Verfahren:

- Zusammenstellung der notwendigen Eingangsdaten für die Bilanzierung,
- Überschlägige Bilanzierung des Nutzwärmebedarfs,
- Ermittlung der Wärmequellen durch die Heizung anhand des überschlägigen Nutzwärmebedarfs,
- Endgültige Bilanzierung des Nutzwärmebedarfs,
- Aufteilung des Nutzwärmebedarfs auf die unterschiedlichen Übergabesysteme,
- Ermittlung der Verluste für Übergabe, Verteilung und Speicherung für die Trinkwarmwasserbereitung und die Heizung,
- Aufteilung der notwendigen Wärmeabgabe aller Erzeuger auf die unterschiedlichen Erzeugungssysteme,
- Ermittlung der Verluste für die Wärmeerzeugung,
- Zusammenstellung der Endenergien nach Energieträgern.
- Primärenergetische Bewertung.

5 Chancen aus Betreibersicht

Dipl.-Ing. Manfred Rettig
Bundesbaugesellschaft Berlin mbH

Aufgaben der Bundesbaugesellschaft Berlin mbH

Die Bundesbaugesellschaft Berlin mbH wurde Ende 1993 von Bundestag und Bundesregierung für die Organisation und Koordination der Planung und Durchführung der zentralen Bauvorhaben der obersten Verfassungsorgane im Spreebogen in Berlin gegründet. In den bislang nur zehn Jahren ihres Bestehens hat die privatorganisierte Gesellschaft im Auftrag des Bundes ein Bauvolumen von 1,9 Mrd. Euro mit ca. 2,1 Mio. cbm umbautem Raum und insgesamt 442.000 qm Bruttogeschossfläche von der Planung bis zur Baufertigstellung und kompletten Einrichtung realisiert. Das entspricht von der Fläche her etwa 3.500 Einfamilienhäusern.

Die prominentesten Bauvorhaben waren der Umbau des Reichstagsgebäudes zum Plenarbereich des Deutschen Bundestages von Sir Norman Foster und der Neubau des Bundeskanzleramtes durch Architekt Axel Schultes.

Vom Umfang jedoch noch größer sind die Neubauten für die Fraktionen, die Abgeordneten und die Ausschüsse des Deutschen Bundestages, das Jakob-Kaiser- und das Paul-Löbe-Haus, sowie das Marie-Elisabeth-Lüders-Haus für den wissenschaftlichen Dienst, den Anhörungssaal und die Bibliothek samt Magazinen.

Hinzu kommen ein Erschließungstunnel unter der Spree hindurch, der alle Bundestagsgebäude über eine zentrale Einfahrtskontrollstation anbindet, und die Betriebskindertagesstätte für die Angehörigen der Verwaltung des Bundestages.

Der Auftrag der Bundesbaugesellschaft erstreckte sich nicht nur auf die bauliche Herstellung der Gebäude einschließlich des voll-



Das von Sir Norman Foster zum Plenarbereich des Deutschen Bundestages umgebaute Reichstagsgebäude



Das neue Parlaments- und Regierungsviertel im Spreebogen nördlich des Brandenburger Tores

ständigen Innenausbaus. Die Gesellschaft übernahm auch die Organisation und Koordination der Büroeinrichtungen samt Beleuchtung und Möblierung, der kompletten Konferenztechnik in den Sälen, der gebäudeübergreifenden Energieleittechnik, der Sicherheitsüberwachungssysteme sowie der Telekommunikationssysteme und der LAN-Plattform in sämtlichen Gebäuden.

Technische Herausforderungen bei den Parlaments- und Regierungsbauten

Eines der wesentlichen Planungsziele für die Parlaments- und Regierungsbauten im Spreebogen in Berlin stellte auf ausdrücklichen Wunsch des Ältestenrates des Deutschen Bundestages die Entwicklung einer ganzheitlich energieeffizienten Gebäudekonzeption und technischen Ausrüstung dar. Zur Unterstützung der Umsetzung dieser Planungsziele stand den Architekten und Fachplanern ein von der Bundesregierung eingesetzter Energiebeauftragter zur Seite, der die architektonische Gebäudeplanung ebenso wie die Planung und Ausführung der technischen Gebäudeausrüstung begleitete.

Beim Bau der einzelnen Gebäude sollte weitgehend auf Vollklimatisierung verzichtet werden. Ziel war, die Anfang der 90er



Das Leitungsgebäude von Axel Schultes neuem Bundeskanzleramt

Jahre geltende Wärmeschutzverordnung um 30 % zu unterschreiten. Diese Vorgabe richtete sich schon auf die Energieeinsparverordnung hin, die zu dem Zeitpunkt, als die Baumaßnahmen starteten, noch gar nicht gültig war.

Baukultur und Energieeffizienz

Allzu oft hört man von Architektenseite, dass innovative gestalterische Ideen und energieeffizientes Bauen Gegensätze darstellten. Denn selbstverständlich können technische Ansprüche an die Energieeffizienz eines Gebäudes den Gestaltungsspielraum des Architekten einschränken. Plastisch durchgestaltete Fassaden mit vielen Vor- und Rücksprüngen, großzügige Fensterflächen und avantgardistische Dachformen, um nur ein paar Beispiele zu nennen, können gestalterische Akzente setzen, verschlechtern aber oft die Energiebilanz eines Gebäudes, was durch geeignete Maßnahmen erst wieder aufwändig kompensiert werden muss. Es gibt aber gerade bei den Parlamentsbauten auch das erklärte Gegenbeispiel einer sinnvollen Verbindung von architektonischer Gestaltung und wirtschaftlicher Gebäudetechnik: Architekt Sir Norman Foster bezieht beim umgebauten Reichstagsgebäude die moderne Kuppel, das neue Wahrzeichen der Bundeshauptstadt



Das Jakob-Kaiser-Haus beidseitig der Dorotheenstraße für die Fraktionen und 2/3 der Abgeordneten des Deutschen Bundestages



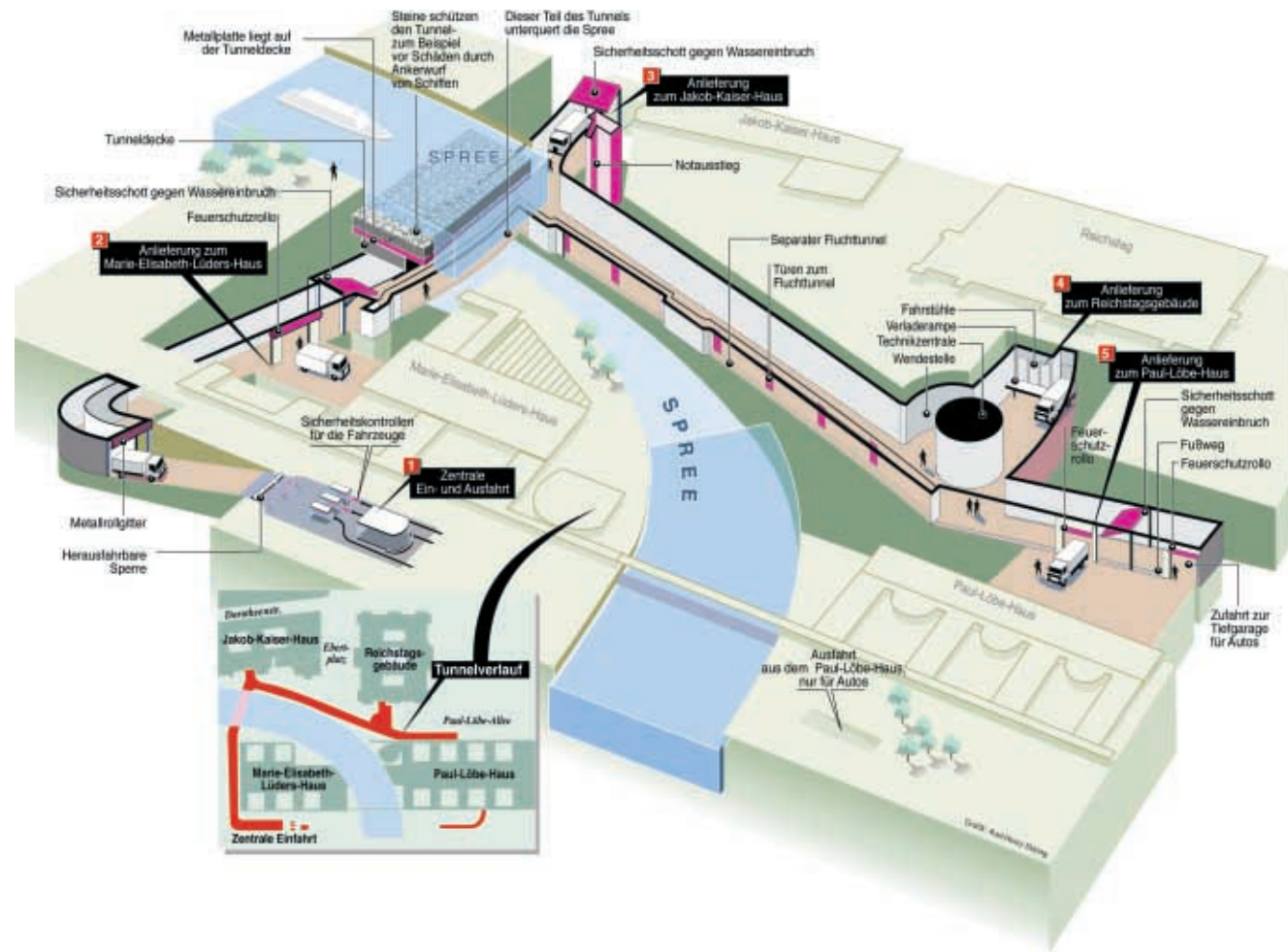
Die Halle im Paul-Löbe-Haus, dem Sitz der Bundestagsausschüsse und 1/3 der Abgeordneten

Berlin, wie selbstverständlich nebenbei als Abluftkanal für den Plenarsaal in das Klimakonzept für das Gebäude ein.

Baukultur erschöpft sich also nicht nur im Gestaltungsaufwand für die architektonische Formfindung. In einem ganzheitlichen Sinn muss Kultur beim Bauen auch die Baukonstruktion und ihre Materialien, den Denkmalschutz, ökologische Aspekte, Energieeffizienz, vor allen Dingen aber die Benutzerfreundlichkeit im Auge haben. Gerade bei der Benutzerfreundlichkeit anspruchsvoller moderner Architektur gibt es jedoch häufig Defizite. Dabei müssen Baukultur und Technik keine Antipoden sein.

Baukultur heißt in diesem Sinne auch Planungskultur und erfüllt ihre eigenen Ansprüche, wenn der spätere Nutzer und Betreiber frühzeitig in die Planungsprozesse einbezogen wird. Dies beginnt schon in der Wettbewerbsphase, in die bereits energetische Anforderungen eingearbeitet werden sollten, denn ein niedriger Energieverbrauch liegt auch im Interesse des Betreibers. Dabei ist für den Nutzer von entscheidender Bedeutung, dass die Betriebskosten eines Gebäudes, über seine gesamte Nutzungsdauer gerechnet, ein Vielfaches seiner Herstellungskosten ausmachen. Aber zu diesen Kosten zählt nicht nur der Verbrauch an Energie. Die Wartung der technischen Anlagen wie Aufzüge, Raumlufttechnik, Sicherheitssysteme schlagen hier ebenso deutlich zu Buche wie die ganz profanen Reinigungskosten, die entscheidend davon abhängen, mit welchem Aufwand z.B. Fenster- und Dachflächen erreichbar sind. Wenn schon für das Reinigen von Fenstern in schwer zugänglichen Bereichen jedes Mal ein Hubsteiger bezahlt werden muss, wird das Problem vielleicht deutlich.

Deshalb stehen hier nicht nur die technischen Anlagen im Fokus, vielmehr muss das Architekturkonzept umfassend unter Kostengesichtspunkten bewertet werden. Und ein guter Architekt wird sein planerisches Können und seine gestalterischen Ansprüche gerade dann wirklich unter Beweis stellen, wenn er



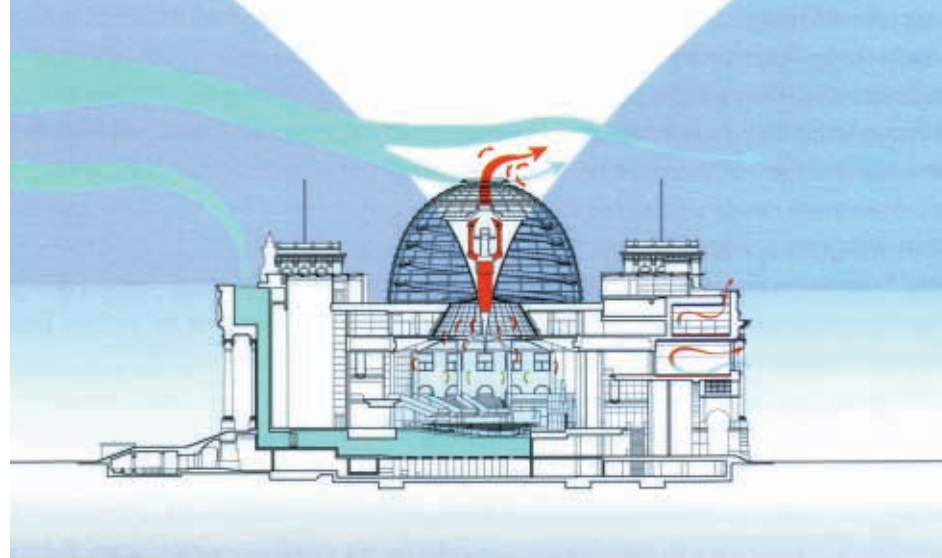
Das unterirdische Erschließungssystem der Parlamentsbauten



„Stadtfrage“ im Jakob-Kaiser-Haus: Dachflächenfenster für Tageslicht in den Treppenhäusern bis ins Untergeschoss



Komplett eingerichtete Büros für die Bundestagsabgeordneten im Paul-Löbe-Haus



Lüftungsschema Reichstagsgebäude: Abfuhr der verbrauchten Luft aus dem Plenarsaal über die neue Kuppel

ein architektonisch genauso wie gebäudetechnisch stimmiges und obendrein wirtschaftliches Gebäude plant.

Bei den großen Neubauvorhaben für den Bundestag gelang in bestimmten baulichen Bereichen die Verbindung von besonderem architektonischem Gestaltungsanspruch und grundlegender Nutzerfreundlichkeit weniger gut. Dies betrifft z.B. die sogenannten „Stadtfragen“, tagesbelichtete Treppenhaus- und Flurbereiche, die die Gebäudemasse stadträumlich strukturieren sollten. Dabei rückt insbesondere der sommerliche Wärmeschutz in den Vordergrund der Betrachtung, der nach meiner Auffassung viel stärker im Planerbewusstsein verankert sein müsste, als dies bislang der Fall ist.

Unter verglasten Dachflächen erschließen in den Stadtfragen Treppenläufe in Form von „Himmelsleitern“ die gesamte Gebäudehöhe vom Untergeschoss bis unter die Dachebene. Die zu Innenhöfen ausgerichteten Büroräume werden mit umlaufenden offenen Galerien erschlossen. Das Tageslicht fällt so bis in das Untergeschoss – aber im Sommer führt natürlich das einfallende Sonnenlicht auch zu einer erheblichen Erwärmung der Treppenhäuser und Flure.

Die ursprünglich vorgesehenen Verschattungsvorrichtungen über den verglasten Dachflächen wurden im weiteren Planungs-

prozess durch Photovoltaikelemente ersetzt, die deren Verschattungsfunktion mit übernehmen sollten. Sie verhinderten aber gleichzeitig die Anordnung von Dachflächenfenstern für die Entlüftung. Und der Verschattungsgrad der Photovoltaikelemente war zudem wesentlich geringer als eine herkömmliche Sonnenschutzmarkise. Denn die einzelnen PV-Elemente deckten die Trägergläser nicht zu 100 %, sondern nur zu 80 % ab, in den Zwickelbereichen fehlten sie ganz, was im Ergebnis zu einer wesentlich höheren sommerlichen Wärmeeinstrahlung und Hitzebelastung in den Fluren und Treppenhäusern führte als von den Planern angenommen.

Durch eine aufwändige Beklebung der Glasdachflächen mit Sonnenschutzfolien und weiteren begleitenden Maßnahmen musste schließlich behelfsmäßig die Temperatur in den Fluren und Treppenhäusern nachträglich abgemindert werden.

Ich führe dieses Beispiel an, weil das Publikum heute moderne Architektur oft mit der Anordnung großer Glasflächen assoziiert oder sogar gleichsetzt. Abgesehen davon, dass eine solche eindimensionale Kohärenz weder architekturgeschichtlich noch bauästhetisch in irgend einer Weise nachzuvollziehen ist, können sich viele Architekten diesen Publikumsvorstellungen gleichwohl



Glasfassade nach Südwesten vor der verglasten Bibliotheksrotunde des Marie-Elisabeth-Lüders-Hauses (Aufnahme von 2004)



Gebäudetechnik im Bundestagsneubau Paul-Löbe-Haus

schwer entziehen. Sie sollten dann aber mit einer ebensolchen Planerleidenschaft den im Sommer dort arbeitenden oder wohnenden Menschen im Blick behalten.

Baukultur und Technik gehen aber gerade auch bei technisch modernen Bauten mit einem hohen energieeffizienten Anspruch und ressourcensparenden Energieerzeugungsanlagen eine – sagen wir mal – „schwierige Ehe“ ein. Denn der heute im Sinne einer nachhaltigen und ökologisch ausgerichteten Gebäudetechnik oft gern vermiedene Einsatz traditioneller Klimatisierung und Kältetechnik führt dazu, dass im Sommer erträgliche Innentemperaturen nur mit einer um so ausgeklügelteren Gebäudeleittechnik erreicht werden können.

Da steuern Temperaturwächter die automatisch je nach Sonnenstand herauf- und herunterfahrenden Fensterjalousien. Da öffnen automatische Steuerungen abends alle Fenster zur Nachtauskühlung des Gebäudes. Da verhindern Regen- und Windwächter diese automatische Öffnung, wenn es die Witterung eben nicht zulässt. Da dosieren CO₂-Wächter die Frischluftzuführung in den Sitzungssälen, je nach Frequenz der Saalbelegung.

Nicht dass diese technischen Helferlein falsch am Platz wären. Aber ihr Einbau setzt eine Perfektion am Bau voraus, die es hier längst nicht gibt und auch nicht geben kann, und ihre Kalibrierung und zentrale Steuerung bedient sich moderner Soft- und Hardware, die es entweder zum Planungszeitpunkt noch nicht oder zum Zeitpunkt ihrer Inbetriebnahme oft schon nicht mehr gibt. Sie ist – wie das bei Computersystemen leider oft der Fall ist – in gewisser Hinsicht störanfällig, was bei dem Betrieb von Gebäuden höchst ärgerliche Folgen haben kann. Und die Technik selbst, aber auch ihr Betrieb und ihre Wartung sind sehr kostenintensiv, um nicht zu sagen teuer.

Eine im oben beschriebenen Sinn umfassende moderne Baukultur kann heute nicht auf die Steuerungsmöglichkeiten der Computertechnik verzichten, will sie ihrem hohen Anspruch nach „atmenden“ oder „intelligenten“ Gebäuden selbst gerecht werden. Aber auch hier gilt der Ausspruch von Mies van der Rohe „Weniger ist mehr.“ Der Nutzer eines Gebäudes muss als Mensch und als Individuum im Mittelpunkt stehen. Ihm muss die Technik und die Baukultur dienen – und nicht umgekehrt.

6 Energieprognosen bei Wettbewerben

Regierungsbaudirektor Dipl.-Ing. Herbert Vorwerk
Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW Niederlassung Bielefeld

Rechenverfahren zum Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude

Vor allem die öffentlichen Bauherren werden künftig zunehmend vor der Aufgabe stehen, die energetische Qualität geplanter Neubauten möglichst frühzeitig zu bewerten. Die Prognose der zu erwartenden Energiekosten für "Heizen/Kühlen" eines geplanten Gebäudes, zum Beispiel bei Architektenwettbewerben, ist über verschiedene anerkannte Berechnungsmodelle möglich. Ein Blick auf den Vergleich der Modelle zeigt die unterschiedlichen Ziele, Parameter und Ergebnisse.

Der Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes NRW verwendet als Grundlage für die energetische Bewertung der an einem Wettbewerbsverfahren beteiligten Gebäude die Energiesparverordnung, die DIN V 18599 "Energetische Bewertung von Gebäuden", den Runderlass "Umweltschonendes Bauen des Landes" sowie die Grundsätze und Richtlinien für Wettbewerbe (GRW). Die Energieeinsparverordnung hat die Senkung des Energiebedarfs neu zu errichtender Gebäude auf NEH-Standard zum Ziel.

Hierbei kommt im Land Nordrhein-Westfalen eine marktgängige Berechnungssoftware zum Einsatz. Die Grundlagen des Umweltschonenden Bauens in NRW werden durch den Rund-erlass vom 21.12.1998 sowie durch die Baupolitischen Ziele vom 19.10.2002 geregelt. Grundsätze und Richtlinien für Wettbewerbe (GRW 1995 i.d. Fassung v. 22.12.2003; RAW NRW) betreffen die Investitions- und Folgekosten, die Wirtschaftlichkeit, ökologische und energetische Anforderungen sowie die Umweltverträglichkeit.

Energiebilanz eines Gebäudes

Brauchbare Energieprognosen sind mit der Berechnungsmethode nach VDI 2067 Blatt 10 und 11 zu erzielen – "Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude". Ziel dieser Richtlinie ist die Berechnung des Energiebedarfs von Gebäuden sowie heizungs- und raumluftechnischer Anlagen.

Dabei wird zwischen Bedarfswerten des Gebäudes infolge seiner individuellen Nutzung, der Anlagen und der Energieversorgung differenziert. Zur Feststellung des Gebäudeenergiebedarfs werden nur die Energieströme für Heizen und Kühlen berücksichtigt, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden müssen, um die geforderten Raumlufzustände einzuhalten.

Die Energieströme werden im Stundenintervall unter Berücksichtigung der Wetterdaten des deutschen Wetterdienstes (TRY-Daten) ermittelt und zum Jahresenergiebedarf aufsummiert. Die Berechnungen werden für einheitlich definierte Nutzungsbedingungen – dem Grundnutzen – durchgeführt. Der Grundnutzen ist für eine konstante Raumlufthtemperatur und ohne Ansatz innerer Gebäudebelastung definiert und führt daher zu vergleichbaren Energiebedarfswerten.

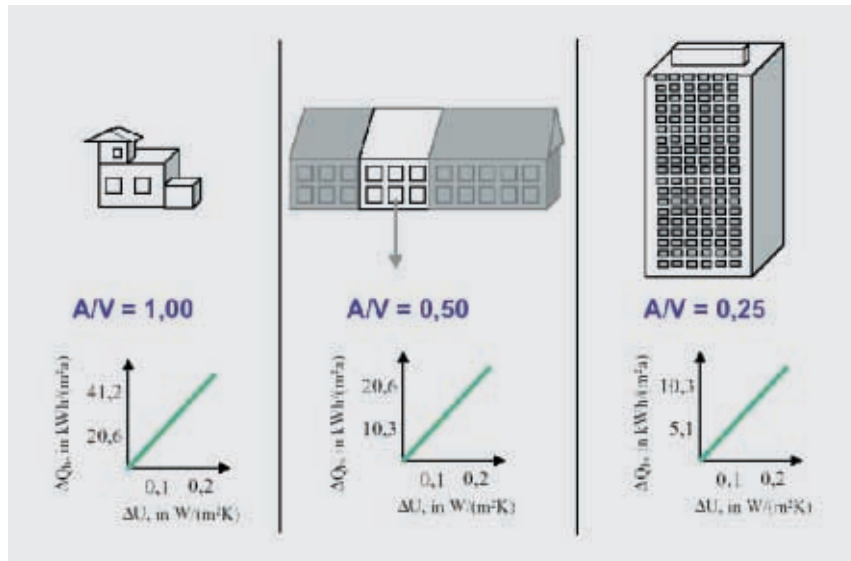
Die gebäudespezifischen Daten umfassen Abmessungen und Orientierung des Gebäudes sowie bauphysikalische Daten der Baukonstruktion. Es werden für gleiche Bauteile gleiche Wärmedurchgangskoeffizienten angenommen (Niedrigenergiehausstandard). Ein wesentlicher Einflussfaktor ist das Verhältnis der Außenwandflächen zum beheizten Volumen. So hat ein deutlich

	VDI 2078	VDI 2067, Bl. 10 u. 11
Ziel der Berechnung	Kühlenergiebedarf eines Tages (des Auslegungstages)	Kühl- und Heizenergiebedarf aller 365 Tage des Jahres
Nutzung des Gebäudes	maximale Belastung, Tagesprofil	typische ("reale") Nutzungsprofile, Jahres- und Wochenprofile
Klimatyp	maximale Belastung eines Tages nach VDI 2078 bzw. DIN 4710	typisches Wetter einer Region, Testreferenzjahr TRY
Klimadaten	24 Stunden des Auslegungstages	alle Stunden des Jahres (8760 Stunden)
Art und Ergebnis der Berechnung	quasistationär, Iteration bis zum eingeschwungenen Zustand des Tages	dynamisch, alle 8760 Stunden des Jahres
Modell der Berechnung, Analysis	Responsefaktormethode nach VDI 2078	
Bauphysik	Das Speichervermögen des Bauwerkes wird berücksichtigt. Die Klassifizierung erfolgt über Typräume.	

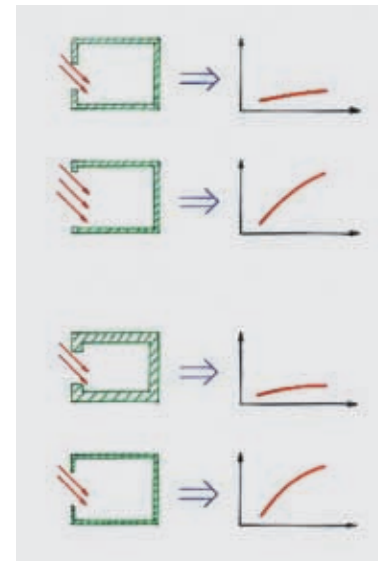
Berechnungsmodelle

Berechnung	Berechnungsziel	Berechnungsart	Speichervermögen des Bauwerkes
Wärmebedarf DIN 4701, Heizlast	Heizenergiebedarf (Auslegung)	stationär	bleibt unberücksichtigt
Önorm M75 00	Kühlenergiebedarf (Auslegung)	quasistationär	wird berücksichtigt
Kühllast VDI 2078 Jahresenergiebedarf VDI 2067	Berechnung des jährlichen Heiz- und Kühlenergiebedarfes	dynamisch mit TRY	wird berücksichtigt

Vergleich der Berechnungsmodelle



Verhältnis von wärmeübertragender Außenwandfläche zum eingeschlossenen Volumen in Abhängigkeit von der Kompaktheit des Gebäudes



Abhängigkeit der Raumtemperatur von Fenstergröße und Speichermasse

strukturiertes Gebäude ein Verhältnis von wärmeübertragender Außenwandfläche zum eingeschlossenen Volumen von 1,0. Ein Reihennittelhaus erreicht nur noch einen Verhältniswert von 0,5, während ein sehr kompaktes Gebäude auf 0,25 kommt. Beträchtliche Wärmeverluste entstehen darüber hinaus über die Lüftung.

Neben der Kompaktheit und Dichtheit eines Gebäudes sind die Größe der Fensterflächen sowie das Vorhandensein von Speichermasse wesentliche Faktoren des künftigen Energiebedarfs. Bei gleicher Raumlage und Konstruktion steigt die Temperatur eines Zimmers bei Einstrahlung mit der Größe der Fensterfläche an. Bei zwei Räumen mit gleicher Fensterfläche ist der Temperaturanstieg des Raumes geringer, der über eine größere Speichermasse verfügt.

Durch transparente Gebäudeteile, wie z.B. Fenster, erfolgt eine Sonneneinstrahlung, die je nach Exposition unterschiedliche Auswirkungen hat. Sie kann so stark sein, dass selbst im Winter, also während der Heizperiode, ein Energiegewinn erzielt werden kann.

Dies gilt insbesondere für die Südseite, während auf der Gebäudenordseite die diffuse Einstrahlung den Wärmebedarf nicht deckt. Dies gilt ebenso für Dach, Keller und Decken. Im Sommer entsteht hauptsächlich ein Energiebedarf für die Kühlung. Durch den als Glashausseneffekt bekannten Prozess tritt kurzwellige Infrarotstrahlung in das Gebäude durch die transparenten Bauteile ein, die sich an der Materie in langwellige Wärmestrahlung umwandelt und somit den Raum aufheizt.

Hüllflächen-Element ändern

Bauteil-Code:

Himmelsrichtung:

Anzahl:

Breite: m

Länge/Höhe: m

Fläche brutto: m²

Abzug: ☐

Bauteil-Typ gemäß DIN 4108/6 Tab. 3:

Neigung: °

Glasanteil: %

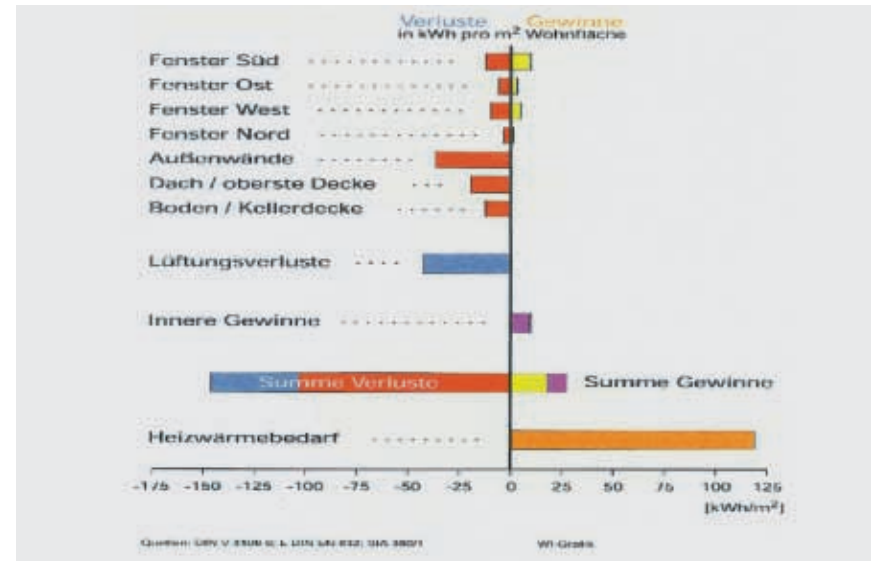
Energiedurchlassfaktor Glas: m²K/W

Screenshot des Erfassungsmodus

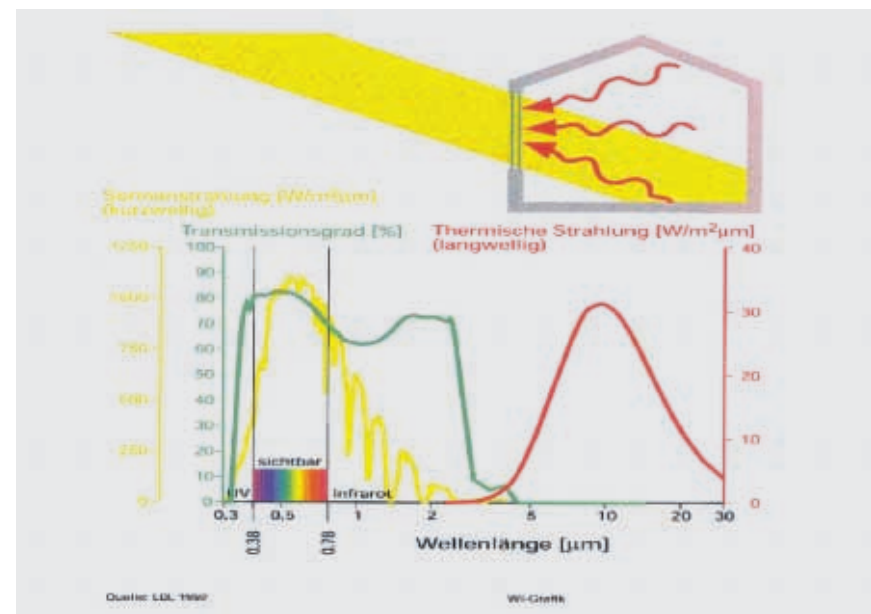
Datenerhebung und Auswertung

Die Datenerhebung steht am Beginn des Bewertungsprozesses, wobei das Hauptaugenmerk auf eine möglichst einfach zu handhabende Methode gelegt wird. Es müssen die Gebäudegeometrie (AV und Exposition) und die Bauteile (Aufbau und Abmessungen) erfasst werden. Die Daten werden mittels eines DV-Moduls aufgenommen und in ein Rechenprogramm eingegeben. Das Erfassungsmodul steht im Internet zur Verfügung, kann aber wahlweise auch auf CD-Rom bezogen werden. Die Daten werden vom Entwurfsverfasser ermittelt.

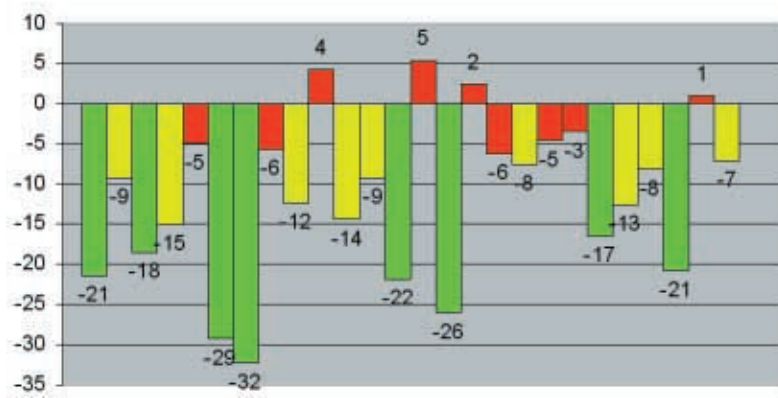
Nach Eingabe und Kontrolle der Parameter ist die Berechnung der energieeffizienten Werte einfach. Bei der Prognose der Energetik eines Gebäudes kommen verschiedene Rechenmethoden zum Einsatz. Die Heizlast wird nach EN 12831 über die Hüllfläche des Gebäudes ermittelt. Es werden Transmissionswärme, Lüftungswärme, Normwärmebedarf, Heizlast und die spezifische Heizlast berechnet.



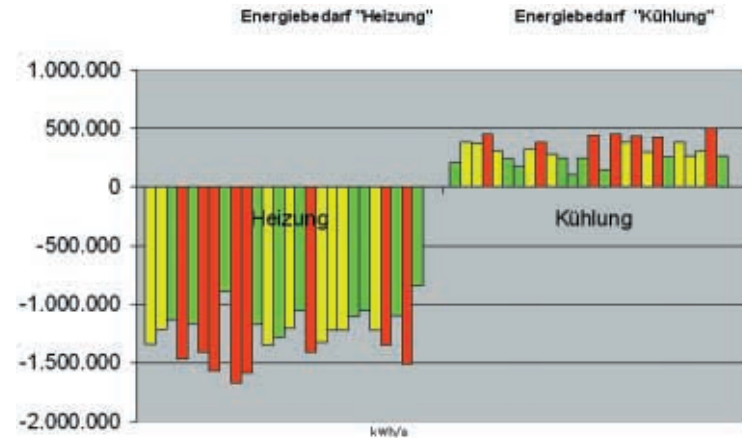
Ursachen von Wärmeverlusten und Wärmegewinnen an Gebäuden



Der Glashauseffekt



Grafische Darstellung der Abweichungen in % von den Anforderungen der Energiesparverordnung. Entsprechend dem Bündnis für Klimaschutz sollte der Energiebedarf (Niedrigenergiehausstandard) 10 % unter den Anforderungen der Energieeinsparverordnung liegen.



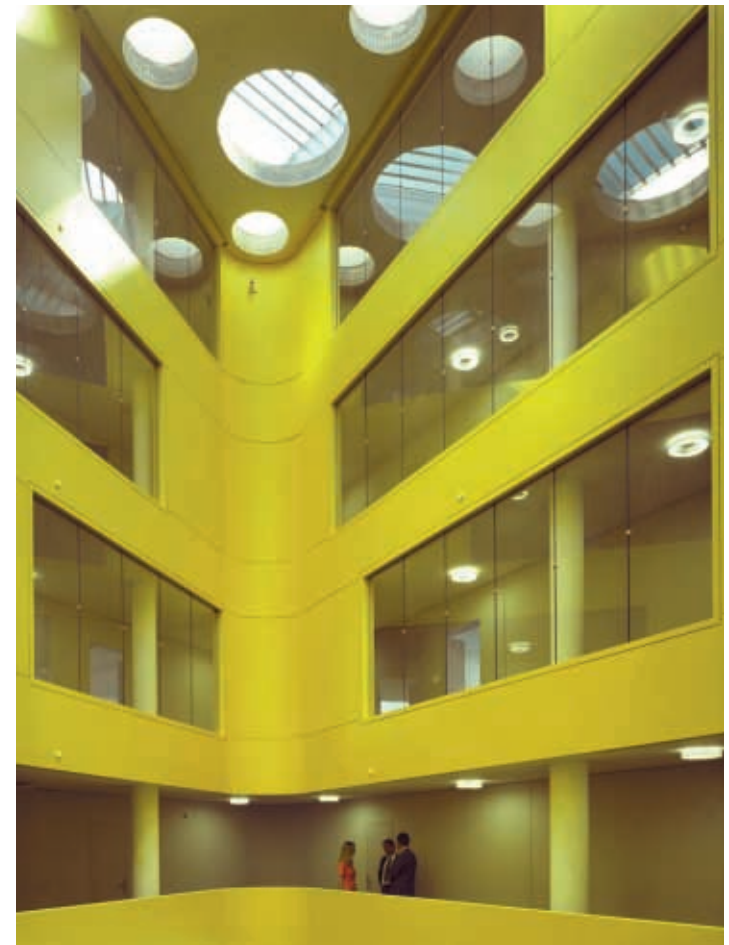
Prognostizierte Energiekosten, dargestellt in Ampelfarben

Die Kühllastberechnung wird nach VDI 2078 berechnet. Des Weiteren wird auf EnEV-Nachweis und den Energiebedarfsausweis zurück gegriffen und der Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude nach VDI 2067, Blatt 10 und 11, ermittelt. Der Übersichtlichkeit halber werden die Abweichungen von den Vorgaben der Wärmeschutzverordnung grafisch dargestellt.

Mit Hilfe der DV-Auswertung ist es auch möglich, die prognostizierten Energiekosten über die Nutzungsdauer des Gebäudes zu berechnen. Der BLB rechnet mit einer Nutzungszeit von 25 Jahren, jedoch ist es durchaus sinnvoll, für die energetische Betrachtung einen längeren Zeitraum zu wählen. Auch die Emissionen der Gebäude können berechnet werden. Zur Verdeutlichung der Ergebnisse werden für das Preisgericht die ermittelten Kennzahlen in den Ampelfarben grün, gelb und rot dargestellt.

Die Auswertung der Betriebskosten nach der "Barwert-Methode" mit beliebig einsetzbarer Nutzungsdauer und ansetzbaren variablen Kapitalsummen gibt Aufschluss über die Betriebskosten der Gebäude. Diese Betriebskosten betragen ein Mehrfaches der Investitionskosten.

Im Vergleich der Entwürfe untereinander ist festzustellen, dass erhebliche Unterschiede bei den Investitionen, insbesondere aber bei den kapitalisierten Investitions- und Betriebskosten zu verzeichnen sind. Eine Überprüfung der Entwürfe im Planungsstadium ist daher aus wirtschaftlichen und auch unter Berücksichtigung des Umwelterlasses nicht nur in Nordrhein-Westfalen geboten.



Neubau der Kreispolizeibehörde Mettmann

7 3-Liter-Haus und mehr ...

Dr.-Ing. Jörg Vogelsang

LUWOG – Das Wohnungsunternehmen der BASF

Einführung

Die LUWOG im rheinland-pfälzischen Ludwigshafen ist das Wohnungsunternehmen der BASF mit einem Wohnungsbestand von etwa 8.000 Wohneinheiten (WE), die schwerpunktmäßig an Mitarbeiter von BASF vermietet werden. Von den ehemals 10.000 Wohnungen sind 2.000 privatisiert worden. Der Erlös fließt in die Modernisierung des Bestandes. Weitere Geschäftsfelder der LUWOG sind nachhaltige Stadtentwicklungsprojekte, Innovationen im Bereich Bauen und Wohnen sowie die Unterhaltung von Studien- und Gästehäusern der BASF.

Die Revitalisierung des Bruckviertels

Im Wohngebiet Bruckviertel, einer Werksiedlung mit 850 WE aus den 30er Jahren in unmittelbarer Nähe zum Werksgelände der BASF in Ludwigshafen, bestand hoher Sanierungsbedarf. Für dieses Wohngebiet sollte nicht nur ein der heutigen Zeit angepasster Wohnungsstandard geschaffen, sondern es sollten auch Signale für eine hocheffiziente, energetische Modernisierung gesetzt werden.

Das Projekt Bruckviertel ist derzeit die größte städtebauliche Modernisierungsmaßnahme in Rheinland-Pfalz. Hier sollen bewusst neue Wege gegangen werden, die nicht den Erhalt und die Modernisierung eins zu eins des Wohngebietes zum Ziel haben, sondern eine Synthese von Rekonstruktion und Modernisierung eines Teiles der älteren Geschossbauten sowie die Schaffung eines neuen, attraktiven Wohnungsangebotes durch Abriss und Neubau herstellen.

Die groß angelegte Revitalisierung des Bruckviertels ist ein wohnungswirtschaftliches Kooperationsprojekt der LUWOG,

Facheinheiten der BASF AG, der Stadt Ludwigshafen, dem Land Rheinland-Pfalz sowie zahlreichen Systempartnern. Der Gesamtaufwand des Projektes, das im Jahre 2006 abgeschlossen sein wird, beläuft sich auf über 50 Mio. Euro.

Das Projektmanagement für Planung und Durchführung wird durch verschiedene Arbeitskreise und einen Lenkungskreis gesteuert, wobei das Kümmerer-Prinzip eine zentrale Bedeutung besitzt. Im Koordinierungs- und Lenkungskreis sind die Partner des Projektes vertreten. Die einzelnen Arbeitskreise umfassen:

- Städtebau, Planung und Infrastruktur,
- Bau, Sanierung, Umfeld und Energie,
- Wohnungswirtschaft, Finanzierung,
- Bauen und Wohnen mit BASF-Werkstoffen,
- Sonderprojekte (schichtarbeiter- bzw. altengerechtes Wohnen),
- Öffentlichkeitsarbeit.

Umfangreiche Voruntersuchungen wie eine Strukturanalyse mit Ist- und Soll-Erfassung, Schall- und Verkehrsgutachten, Planung der Neubauten über Architektenwettbewerbe und schließlich die Mieterbeteiligung an Grundrissentwicklungen mit Fokusgruppen für altengerechtes Wohnen und Schichtarbeiterwohnen unterstreichen den ganzheitlichen Ansatz.

Die Kernelemente dieses Projektes sind neben Bedarfsorientierung auch Nachhaltigkeit, Zukunftsfähigkeit und partnerschaftliche Kooperation sowie die Bündelung von BASF-Know-how zu innovativen Problemlösungen für den Markt „Altbausanierung“.

Neben den harten Faktoren, wie Wirtschaftlichkeit und technische Ausstattung, spielen auch die so genannten weichen



Stadtzeilenhaus nach dem 1-Liter-Standard



Energetisches Konzept Brunckviertel



Anbringen des Dämmstoffs

Faktoren, die von Emotionen der Bewohner geprägt sind, wie Wohlfühlen, Sicherheit und gute nachbarschaftliche Beziehungen, eine wichtige Rolle, gemäß dem Motto „Wohnen und Wohlfühlen im neuen Brunckviertel“.

Bei den modernisierten Altbauwohnungen spielt die Dämmung mit einem neuen BASF-Dämmstoff Neopor® eine zentrale Rolle. Das 7-Liter-Haus im Bestand wird damit zum Standard und stellt auch ein wirtschaftliches Optimum dar. Für das gesamte Wohngebiet Brunckviertel reduziert sich durch die Kombination von Altbau modernisierung und Neubau der Energieverbrauch und die CO₂-Emission um über 70 %. Maßnahmen zur passiven Solar-nutzung sowie der punktuellen Einbau von Solar- und Photo-voltaik-Systemen sind ebenso Bestandteil des Energiekonzeptes.

Die Energie- und Ökoeffizienz war ein besonderes Anliegen. Als Standard wurde ein Heizwärmebedarf von sieben Liter/qm und Jahr definiert, was dem EnEV-Standard für Neubau entspricht. Die nach diesem Standard renovierten Häuser sind auf der Grafik gelb dargestellt.

Die Neubauten wurden nach dem 5-Liter-Standard erstellt (rot), der durch eine Verbesserung der Dämmung und durch Einsatz von Be- und Entlüftungsanlagen erreicht wurde. Zu nennen sind hier der Schallschutzriegel und das Dienstleistungs- und Service-Center an der Brunckstrasse, die das Werksgelände der BASF begrenzt.

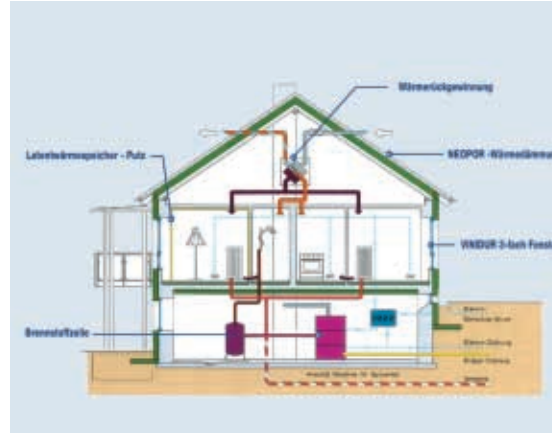
Als Modellprojekt wurde das erste 3-Liter-Haus (blau) in der Altbau modernisierung bereits 1999 konzipiert, in der Zwischenzeit ist es als Leuchtturmprojekt über die Grenzen von Deutschland hinaus anerkannt.

Zentrales Element in der Modernisierung des Brunckviertels ist der Neubau von 46 Stadtreihenhäusern im 1-Liter-Haus-Standard in einer Wohnstraße mit einem parkähnlichen Umfeld für junge Familien mit Kindern.

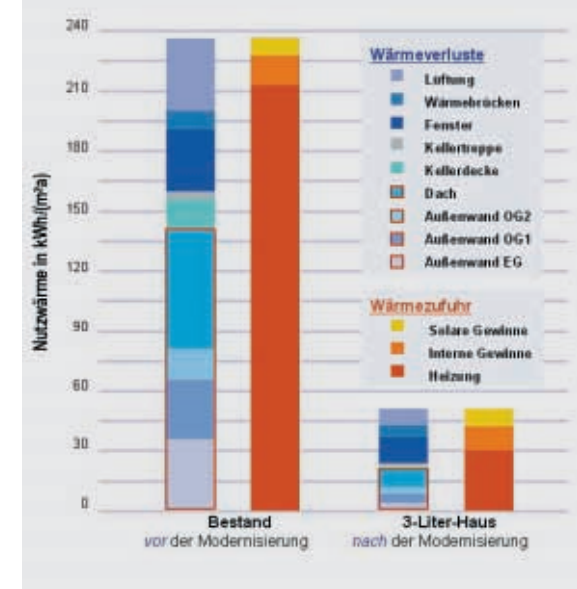
Die Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Brunckviertel führt zu einem voraussichtlichen Durchschnittsverbrauch von fünf Litern/qm und Jahr. Das bedeutet eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 70 bis 80 %!



Das fertig gestellte 3-Liter-Haus



Systemschnitt durch das 3-Liter-Haus



Wärmeverluste und Wärmezufuhr vor und nach der Modernisierung

Das 3-Liter-Haus in der Altbaumodernisierung als energetisches Highlight

Im Rahmen der Altbaumodernisierung entstand im Brunckviertel ein innovativer Technologieträger, das so genannte 3-Liter-Haus. Der hier erreichte Heizwärmebedarf von 3 Litern/qm und Jahr bedeutet gegenüber einem nicht sanierten Altbau eine Reduzierung des Energieverbrauches und damit der Heizkosten sowie der CO₂-Emissionen um das 7-fache.

Das energetische Konzept der Systemlösung umfasst:

- Optimale Wärmedämmung der gesamten Gebäudehülle
- dreifachverglaste-Fenster (Passivhausfenster) mit einem U-Wert $< 0,8 \text{ W/(qmK)}$,
- Passive Solarnutzung durch Vergrößerung der Fenster,
- Wärmebrückenfreie Ausbildung aller Details und hohe Wind- und Luftdichtigkeit des Gebäudes ($n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$),
- Kontrollierte Wohnungsbe- und entlüftung mit 85 % Wärmerückgewinnung,
- Behagliches Raumklima durch mikroverkapselten Latentwärmespeicherputz,

- Einsatz einer Brennstoffzelle (Sulzer-Hexis, SOFC) zu Testzwecken,
- Wissenschaftliches Messprogramm über drei Jahre.

Neben den energetischen Bausteinen enthält das 3-Liter-Haus weitere innovative Komponenten, z.B.:

- Vorwandsysteme im Sanitärbereich,
- Multimedia- und Telekommunikationssysteme,
- Vereinbarung einer Brutto-Warmmiete mit dem Mieter ohne zusätzliche Heizkostenabrechnung.

Zahlreiche Maßnahmen zur energetischen Optimierung der Gebäudehülle waren nötig, um das ehrgeizige Ziel eines 3-Liter-Hauses zu erreichen. Das Dach hat eine 20 cm starke Aufsparrendämmung sowie eine 14 cm starke Zwischensparrendämmung erhalten. Die Fassade wurde mit einem Wärmedämmverbundsystem versehen, bei dem erstmalig 20 cm Neopor® eingesetzt wurden. Die Kellerdecke wurde von unten mit 10 cm gedämmt. Neopor® ist eine Weiterentwicklung des BASF-Produktes Styropor®, das ein um 20 % verbessertes Wärmedämmvermögen besitzt. Der Dämmung der Gebäudehülle kommt besondere

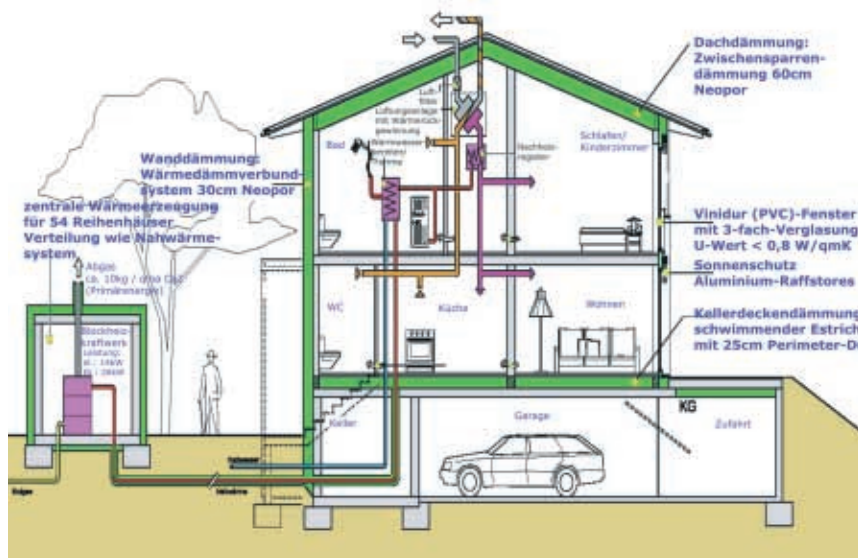
Bedeutung zu, da hier bis zu 60 % des Wärmeverlustes entstehen.

Es kamen dreifach verglaste Passivhausfenster zum Einsatz, und erheblicher Aufwand wurde bei der Ermittlung und Vermeidung von Wärmebrücken betrieben.

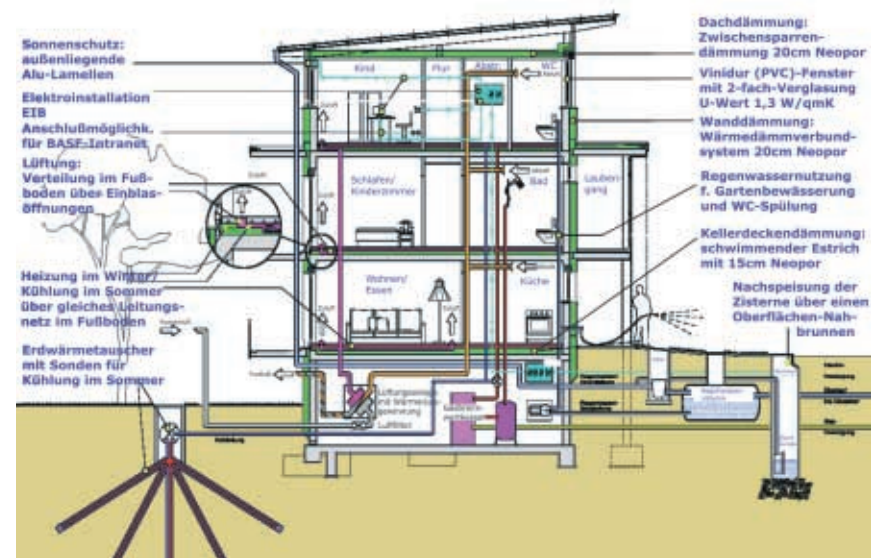
Erstmalig wurde ein Latentwärmespeicherputz der BASF (Micro-nal® PCM) eingesetzt, in den mikroverkapselte Paraffine eingemischt sind. Sie schmelzen bei einer bestimmten Temperatur und entziehen dem Raum Wärme, so dass im Sommer Spitzentemperaturen vermieden werden können.

Das Haus ist mit einer zentralen Be- und Entlüftungsanlage mit 85 % Wärmerückgewinnung ausgerüstet.

Das 3-Liter-Haus hatte bis 2005 drei Heizperioden hinter sich. Im ersten Jahr wurden 2,4 Liter verbraucht, im zweiten 2,1 und im dritten 3,0. Die Mieter im Haus fühlen sich wohl und kommen mit der neuen Technik im modernisierten Altbau sehr gut zurecht.



Systemschnitt durch das 1-Liter-Haus



Systemschnitt durch das Penthouse



Stadtreihenhaus nach dem 1-Liter-Standard



Gehobenes Wohnen im Penthousestil

Neubau Stadtreihenhäuser Eschenbachstraße, 1-Liter-Häuser

Es wurden 46 zweigeschossige Reihenhäuser mit flachgeneigtem Walmdach von je ca. 115 qm Wohnfläche neu gebaut, wobei auf eine parkähnliche Umfeldgestaltung mit Mietergärten und Regenwassernutzung für die Bewässerung Wert gelegt wurde.

Energetisch sind die Häuser auf den 1-Liter-Standard ausgelegt. Um den Passivhausstandard zu erreichen, kam in der Außendämmung 30 cm starkes Neopor® zum Einsatz, für die Dämmung der Kellerdecke wurde 25 cm verwendet, für die des Daches sogar 60 cm. Es wurden Passivhausfenster und -türen mit dreifach Wärmeschutzverglasung verwendet. Alle Stadtreihenhäuser besitzen eine dezentrale Be- und Entlüftungsanlage mit einer Wärmerückgewinnung von 85 %. Die Nahwärmeversorgung erfolgt durch ein umweltschonendes Blockheizkraftwerk.

Gehobenes Wohnen im Penthousestil

Gleichfalls neu entstanden zwölf Wohnungen in einem Gebäude im Penthousestil mit insgesamt 1.400 qm Wohnfläche. Es handelt sich um attraktive 2- bis 4-Zimmer-Wohnungen (69 bis 136 qm Wohnfläche) mit Küche, Bad/WC und großem Balkon, die gehobenen Wohnansprüchen Rechnung tragen.

Die energetische Konzeption folgt dem 5-Liter-Standard. Die Gebäudehülle erhielt ein Wärmedämmverbundsystem mit 20 cm Dämmung, die Kunststoffenster und -türen weisen eine zweifache Wärmeschutzverglasung auf. Die Wohnräume werden kontrolliert be- und entlüftet. Die Heizung bzw. Kühlung sowie Lüftung der Räume erfolgt über ein Leitungsnetz im Fußboden, die Kältegewinnung zur Kühlung im Sommer erfolgt über Erdsonden.



Südansicht des Dienstleistungs- und Service-Centers



Das Verlegen der PCM-Kühldecke

7 3-Liter-Haus und mehr ...

Bürogebäude Dienstleistungs- und Service-Center

Das hochmoderne Bürogebäude beherbergt die Fortisnova, die Krankenkasse der BASF und das Wohnungsunternehmen der BASF, die LUWOG. Das Gebäude ist als Schallschutzriegel für die dahinter liegenden Stadtreihenhäuser konzipiert, gleichzeitig wurde jedoch auf eine transparente Baugestaltung Wert gelegt.

Auf eine konventionelle Klimaanlage wurde verzichtet. Über einen begehbaren Erdkanal wird die Zuluft für das Gebäude je nach Jahreszeit temperiert. In die Geschossdecken ist eine aktive Bauteilkühlung integrierte, die von einem Rückkühlwerk versorgt wird. dreifach-verglaste Fensterfronten halten den Energiebedarf im Sommer wie im Winter niedrig. Der erhöhte Wärmeschutz der Fassade sorgt für eine Verringerung des Heizwärmebedarfs um etwa 20 %.

In einem Sitzungssaal ist erstmalig auf eine massive Betondecke zugunsten einer aktiven PCM-Kühldecke verzichtet worden. Die PCM-Kühldecke besitzt die gleiche Wärmespeicherkapazität wie eine herkömmliche Betondecke. Sie wird von Wasser durchflossen, das in Kapillarrohrmatten geführt wird und zum Heizen oder Kühlen verwendet werden kann.

8 Informationsquellen zum Thema

Internetseiten

Bekanntmachung der baupolitischen Ziele des Landes Nordrhein-Westfalen
www.mswks.nrw.de/Ministerium/bauen/baufaufgabenBaupolitischeZiele

Hinweise für das energiesparende Betreiben und Nutzen von Gebäuden des Landes NRW –
Energiespar-Hinweise NRW –
www.mswks.nrw.de/Ministerium/bauen/baufaufgabenBaupolitischeZiele/Energiespar-Hinweise_NRW

Hinweise für umweltschonendes Bauen in Liegenschaften des Landes Nordrhein-Westfalen –
Umweltcheck NRW –
www.mswks.nrw.de/Ministerium/bauen/baufaufgabenBaupolitischeZiele/pdfBaupolitischeZiele

Empfehlungen für das Planen, Bauen und Betreiben von Anlagen der Techn. Gebäudeausrüstung (TGA)
in Liegenschaften des Landes Nordrhein-Westfalen – TGA-Empfehlungen NRW –
www.mswks.nrw.de/Ministerium/bauen/baufaufgabenBaupolitischeZiele/TGA_Empfehlungen

Planungswettbewerbe für Hochbauaufgaben des Landes Nordrhein-Westfalen
www.mswks.nrw.de/Ministerium/bauen/baufaufgabenBaupolitischeZiele/architektenwettbewerbe

Energiebericht für Landesbauten Nordrhein-Westfalen
www.ils-shop.nrw.de

Planungshilfe Energiesparendes Bauen des Ausschusses für staatlichen Hochbau der
Bauministerkonferenz der Länder
www.ils-shop.nrw.de

Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
www.bbr.bund.de/index.html?bauwesen/nachhaltigbauen/leitfaden

www.passiv.de

www.passivhausprojekte.de

www.ig-passivhaus.de

www.energie-projekte.de

www.bundesbaugesellschaft.de

Literaturhinweise

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen:
Passivhäuser in NRW: Auswertung-Projektschau-Wohnerfahrung.

Passivhaus Institut (2005): Tagungsband 9. Internationale Passivhaustagung 2005,
29./30.04.2005 Ludwigshafen. Darmstadt.

Hegner, H.-D.; Vogler, I.: Energieeinsparverordnung EnEV – für die Praxis kommentiert,
Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH und Co. KG, Berlin, 2002.

Hegner, H.-D.; Loga, T.: Erste Schritte zur Einführung von Energieausweisen im Bestand,
Beratende Ingenieure Zeitschrift des internationalen Consulting, 34. Jahrgang (2004), S. 30,
Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG Düsseldorf, Mai 2004.

Energiepass für Gebäude – Pflichtenheft für den Feldversuch 2003-2004;
Deutsche Energie-Agentur Berlin, Sept. 2003.

DIN – Mitteilungen 9/2005: Vornormenreihe DIN V 18599:
Energetische Bewertung von Gebäuden, S.16-22, Beuth-Verlag, Berlin 2005.

Richtlinie 2002 / EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die
Gesamtenergieeffizienz
von Gebäuden 8094/2/02 REV 2.

H. Schiller: Vereinfachtes Verfahren zur Bewertung des Nutzenergiebedarfs der thermischen
Luftaufbereitung und der Luftförderung, Forschungsvorhaben SANIREV 2 „Energetische Bewertung
von Gebäuden mit raumluftechnischen Anlagen“, Abschlußbericht, Hamburg 2005.

R. David, L. Rouvel, M. Wenning: Entwicklung eines Bewertungssystems für den Nutzenergiebedarf
für klimatisierte Gebäude, Forschungsvorhaben SANIREV 2 „Energetische Bewertung von raumluf-
technischen Anlagen“, Endbericht, München 2005.

Demokratie als Bauherr. Die Bauten des Bundes in Berlin 1991 bis 2000,
Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Hamburg (Junius Verlag) 2000.

Baur, H. & H. Bossenmayer (1984): Wärmeschutz im Hochbau. Stuttgart.

Fox-Kämper, R., Geisler, M., Grewe, E. u.a. (2003): Planungshilfe Energiesparendes Bauen.
Aachen. (LB-Fachbuch 10).

Gösele, K., Schüle, W. & H. Künzel (1997): Schall, Wärme, Feuchte: Grundlagen, Erfahrungen
und praktische Hinweise für den Hochbau. 10. Auflage. Berlin, Wiesbaden

Bildnachweis

Umschlag: Fotoag Deimel + Willmar, Düsseldorf

S. 7 – 11: Rongen Architekten, Wassenberg

*S. 41: ARCHITEKTUR . STADTPLANUNG,
Prof. Dr. Schneider + Co. GmbH, Berlin
Fotoag Deimel + Willmar, Düsseldorf*

*Die Abbildungen in dieser Broschüre sind von den Autoren gestellt worden.
Nicht in allen Fällen war es möglich die Rechteinhaber der Abbildungen
ausfindig zu machen. Berechtigte Ansprüche werden im Rahmen der üblichen
Vereinbarungen abgegolten.*



ISBN: 3-9809564-6-6



9 783980 956468