

VL 02

Elemente des Niedrigenergiestandards in Wohngebäuden

Arbeitshilfen zur Vorlesung

Technischer Ausbau

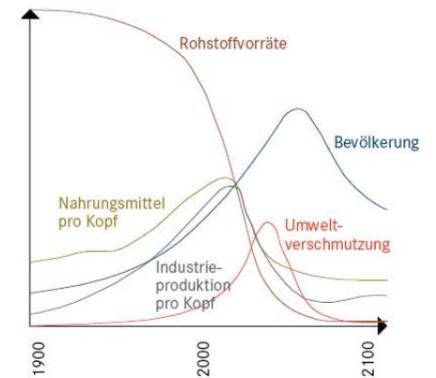
Elemente des Niedrigenergiestandards in Wohngebäuden

Situation bei Wohngebäuden

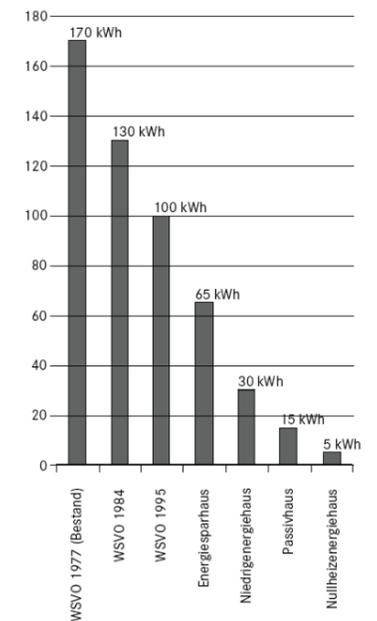
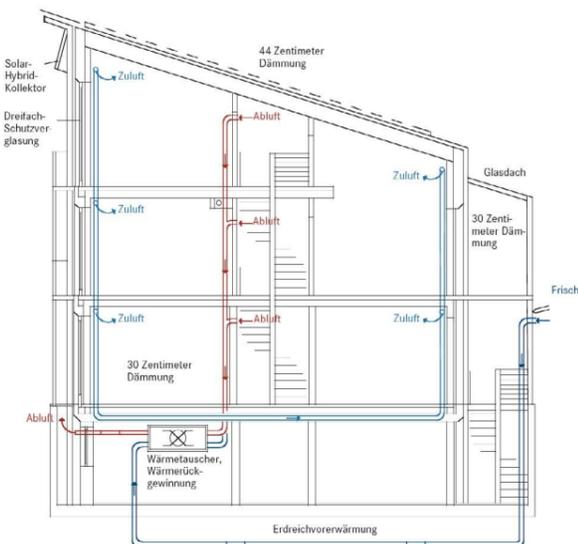
Wir Architekten tragen mit unseren Bauten Verantwortung sowohl für den Menschen als auch für Natur und Umwelt. Behausungen des Menschen hatten immer den Zweck, ihn vor einer unbehaglichen Umwelt zu schützen. Ihre Entwicklung begann in einer Höhle mit offenem Feuer. Später hielt die Hülle eines Zeltes, einer Hütte oder eines Hauses Kälte, Hitze und Unwetter ab. Erst die Erfindung des gemauerten Ofens im 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung löste das offene Feuer ohne Schornstein ab, bei einfachen Leuten aber erst Jahrhunderte später. Die Folgen für die Umwelt blieben nicht aus: Nehmen wir z.B. den Londoner Smog, der die Bevölkerung bis in die sechziger Jahre unseres Jahrhunderts gesundheitlich belastete.

Durch die industrielle Revolution eröffneten sich der Architektur ganz neue Möglichkeiten: Zentrale Heizungsanlagen ersetzen Einzelöfen, sanitäre Anlagen liefern fließendes Wasser und trugen wesentlich zur Verbesserung der Hygiene bei, elektrisches Licht erlaubte die Konzeption tiefer Grundrisse und Aufzugsanlagen machten Hochhäuser möglich. Brennstoffe schienen unerschöpflich und so wurde hoher Komfort mit hohem Energieverbrauch erkauft.

Heute wissen wir längst, dass die Erde, unser Planet und Lebensraum, keine unerschöpfliche Schatzgrube ist. Es ergibt sich die Notwendigkeit eines nachhaltigen Wirtschaftens, wie sie schon seit Jahrhunderten, beispielsweise in der Forstwirtschaft praktiziert wird. Gemeint ist ein Handeln, das über Generationen hinaus vorsorglich ist, das keine schnellen Profite zu Lasten späterer Generationen zulässt. In der Architektur bedeutet Nachhaltigkeit die Minimierung des Ressourcen- und Energieverbrauchs ohne Behaglichkeitsverluste. Seit der ersten Ölkrise im Jahr 1973 wird das Einsparen von Energie im Bauwesen auch durch den Gesetzgeber gefordert. Mit dem Inkrafttreten der letzten Novellierung der EnEV (Energie-



Standardlauf des Weltmodells



Heizenergieverbrauch in kWh pro m2 in Bezug auf die jeweiligen Verordnungen und Standards

Das Passivhaus ist einer der wichtigsten Standards für Niedrigenergiehäuser in Deutschland und wird vom Passivhaus-Institut der Uni Darmstadt herausgegeben. Ein Passivhaus hat kein aktives Heizungssystem, sondern erzeugt die Behaglichkeit im Inneren ausschließlich durch das Nachheizen der Frischluft aus der Abluft über ein geeignetes Lüftungssystem mit Wärmetauscher. Der so benötigte Jahresheizwärmebedarf ist geringer als 15 kWh/m2a.

Impressum

TU Berlin
FG Gebäudetechnik und Entwerfen
Straße des 17. Juni 152
D-10623

www.blog.gte.tu-berlin.de

Texte: Prof. Claus Steffan

© bei den Autoren/ gte 2010

Nur für Lehrzwecke: Kein Verkauf Keine Vervielfältigung Keine Verwertung

Der Primärenergiebedarf berücksichtigt neben dem eigentlichen Energieverbrauch auch die Energieverluste bei der Erzeugung, Umwandlung und dem Transport dieser Energie. So ist es z.B. in der EnEV möglich, eine niedrigere Dämmung durch ein effizienteres Heizungssystem auszugleichen.

einsparverordnung) im Oktober 2009 wurde der erlaubte Primärenergiebedarf von Gebäuden um rund 30% gesenkt. Eine weitere Verschärfung des Gesetzes ist für das Jahr 2012 geplant. Darüber hinaus haben sich prestigeträchtige Gütesiegel für energiesparende Gebäude, die die gesetzlichen Mindestanforderungen übertreffen etabliert. Dazu zählen bspw. das Passivhaus und das Nullenergiehaus.

Die Gebäudetechnik hatte bisher die Funktion, Mängel der Gebäudestruktur und -hülle auszugleichen. Durch besser geplante Gebäudehüllen und -strukturen können wir die Gebäudetechnik und damit auch den Energieverbrauch minimieren. Bei der Auswahl des Bautyps sind die vielfältigsten Faktoren bezüglich Nutzungszeit, Nutzungsdichte, Klimazone, Lüftungsart, Belichtung usw. zu beachten. Ein Nebeneinander hoch entwickelter spezialisierter Fachkenntnisse wird dem allein nicht gerecht. Es erfordert von Beginn an ein komplexes Durchdringen aller Einflussfaktoren. Minimal-Energie-Architektur versucht nicht nur den Heizenergieverbrauch, sondern auch den Warmwasser- und Stromverbrauch weitgehend zu senken. Die Überlegungen zum Energiesparen müssen bereits auf der städtebaulichen und strukturellen Ebene beginnen.

Reduzierung des Energieverbrauchs

Vordringlich ist die Verringerung des Energieverbrauchs durch passive bauliche Maßnahmen. Passive Maßnahmen sind, einmal installiert, dauerhaft und stellen keine gesteigerten Anforderungen an den Nutzer wie Bedienung oder Wartung. Zudem sind sie meist nicht teurer als ihre baulichen Alternativen, sondern stellen an den Architekten lediglich die Anforderung einer sinnvollen Planung. Bauliche Umsetzungen passiver Niedrigenergie-Konzepte sind u.a.:

- Reduktion der Wärmeverluste durch die Gebäudehülle:
- Kompakte Bauweise / optimales A:V – Verhältnis (A = Hüllfläche, V = Volumen)
 - Erhöhte Wärmedämmung, bspw. Außenwand: d = mind. 18 cm, Dach d = 22 cm als Vollsparrendämmung
 - Spezial-Wärmeisolierverglasung der Fenster mit einem U-Wert von 1,1 - 0,7 W/m²K
 - Vermeidung von Wärmebrücken

Maßnahme		Minderverbrauch
Kompakte Gebäudeform	Verringerung des A/V-Verhältnisses um 0,1/m	8-15 kWh/qma
Verbesserter Wärmeschutz	Reduktion des mittleren u-wertes um 0,1 W/(qmK)	11-19 kWh/qma
Mechanische Lüfterneuerung	mit Wärmerückgewinnung	3-10 kWh/qma
Größere Fensterfläche	Fensterfläche um 10% vergrößert	0-12 kWh/qma
Bessere Verglasung	u-Wert: 0,8 W/(qmK); g-Wert: 0,4	5-15 kWh/qma
Optimale Südorientierung	alle Fenster zur Südseite	6-15 kWh/qma
Interne Gewinne	Heizraum im beheizten Volumen	4-7 kWh/qma
Energiesparende Geräte	Stromverbrauch halbiert	4-5 kWh/qma Mehrverbrauch
Nutzerverhalten	Raumtemperatur um 1K höher	7-10 kWh/qma Mehrverbrauch
Nutzerverhalten	Luftwechsel um 0,1/h erhöht	8-11 kWh/qma Mehrverbrauch

Auswirkungen einzelner Maßnahmen auf den Energieverbrauch eines Gebäudes

- Luftdichtigkeit der Hüllkonstruktion
- Extensive Dachbegrünung verbessert den Wärmeschutz von Dächern
- Passive Sonnennutzung durch:
 - Südausrichtung der Fenster zur passiven Sonnenenergienutzung in Kombination mit einfachen Sonnenschutzmaßnahmen gegen sommerliche Überhitzung.
 - Fassadenbegrünung als Sonnenschutz für den Sommer mit Laubabwurf im Herbst an Ost-, West- und Südfassaden, an der Nordfassade als immergrüner „Winterpelz“.

Optimale Gebäudeorganisation:

- Pufferzonen
- Speicherfähige Bauteile im Innenbereich

Unterstützt werden passive bauliche Maßnahmen durch die aktive Anwendung von Technologie. Schließlich senkt die rationelle Verwendung erneuerbarer Energieträger den Verbrauch fossiler Brennstoffe. Beide Wege sind geboten um der fortschreitenden Zerstörung der Erdatmosphäre entgegenzuwirken. Zu den aktiven Maßnahmen zählen:

Aktive Solarnutzung zur Erwärmung des Brauchwassers durch Sonnenkollektoren

Benutzung geeigneter Heizungssysteme, bspw. einer Niedertemperaturheizung

Eine kontrollierte Be- und Entlüftung

Wärmerückgewinnung aus der Abluft

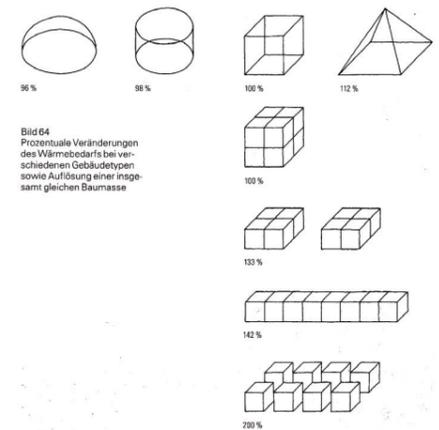
Der tatsächliche Heizenergieverbrauch ist sehr stark vom Nutzerverhalten abhängig. Deshalb werden Informationsveranstaltungen über sinnvolles Nutzerverhalten im und am Gebäude vorgeschlagen. Auch kann die Anbringung von entsprechenden Zählern zum Erfassen des individuellen Heizenergieverbrauchs –ähnlich wie bei Wasseruhren- zu einem sparsamen Nutzerverhalten führen.

Kompakte und flächensparende Bauweisen

In sinnvoller städtebaulicher Verdichtung ermöglichen kompakte Bauweisen geringere Heizwärmeverluste, geringeren Materialverbrauch und sparsame Erschließungsformen. Auch in städtebaulicher Verdichtung sind private und öffentliche Freiflächen von hoher Qualität möglich. Infrastruktureinrichtungen und Geschäfte des täglichen Bedarfs liegen hier näher an der Wohnung und können fußläufig erreicht werden. Einfache, klare Baukörperausformungen haben geringere Wärmeverluste als Baukörper mit starken Gliederungen, die einem „Kühlrippeneffekt“ gleichkommen.

Gebäudeheizung

Für Gebäudeheizung und Warmwasseraufbereitung, aber auch für Gebäudekühlung werden in unserer Gesellschaft etwa 40% der fossilen Brennstoffe verbraucht. Dieser Verbrauch muss und kann in absehbarer Zeit auf einen Bruchteil gesenkt werden. Die Abwärme bei der Elektrizitätserzeugung kann als Heizenergie genutzt werden. Es ist möglich, in



Energieverlust durch die Gebäudehülle in Bezug auf die Gebäudeform

Bauteil	Dicke	U-Wert (W/qmK)
Ungedämmte Außenwand aus Beton	25cm	3,3
Außenwand aus Ziegeln	24cm	1,5
Außenwand aus Mauerziegeln (17,5 cm) mit Wärmedämmverbundsystem	30cm	0,3
Außenwand im Holzrahmenbau	25cm	0,15 - 0,2
Einfachverglasung	4mm	5,9
Isolierverglasung	2,4cm	3
Fenster im Passivhausstandard	9,3cm	0,6 - 0,8

U-Werte einzelner Bauteile im Vergleich

jeder Stadt und Gemeinde, den Energieverbrauch durch eine solche Kraft-Wärme-Kopplung stark zu reduzieren. Grundsätzlich sollte Restwärme aus anderen Prozessen, besonders in dicht bebauten Gebieten, nutzbar gemacht werden.

Vermeidung von Transmissionswärmeverlusten

Gebäude mit Wohnnutzungen haben einen hohen Heizenergiebedarf, weil gerade in der Winternacht die Wärmeverluste am größten sind. Wohngebäude können energetisch dann effizient werden, wenn sie sowohl hohe Wärmeeigenschaften in der Gebäudehülle und eine ausreichende Speichereigenschaft im Gebäudeinneren haben und gleichzeitig passive Gewinne z.B. durch einen hohen Verglasungsanteil der Südfassade mit Wärmeschutzgläsern nutzen können. Eine außen liegende Wärmedämmung hat den Vorteil der innen liegenden Speichermasse, während sich Innendämmung für Gebäude mit denkmalgeschützten Fassaden oder Gebäude, die sich schnell aufheizen lassen sollen, wie z.B. Ferienhäuser, eignet. Der U-Wert moderner Verglasungen beträgt inzwischen nur noch ein Bruchteil der einer Einfachverglasung. Die Vermeidung von Wärmebrücken senkt die Transmissionswärmeverluste weiter, steigert die Behaglichkeit und beugt Tauwasser vor.

Luftdichtigkeit und Lüftungswärmerückgewinnung

Früher ging viel Wärme durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle verloren. Moderne Gebäude verhindern dies durch dichtere Fenster, Türen und Fassaden. Im Winter verlieren wir dennoch durch unkontrolliertes Fensteröffnen viel Wärmeenergie, die wir wieder ersetzen müssen. Auch bei richtigem Stoßlüften über die Fenster verlieren wir noch einen wesentlichen Teil der Wärme. Dem kann durch eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung entgegengewirkt werden. Gerade bei einem Niedrigenergiehaus kann dadurch der Energieverbrauch noch einmal um wichtige 20 kWh/m²a gesenkt werden.

Passive Nutzung der Sonnenenergie

Man muss sich klarmachen, dass eine Glasscheibe einerseits Wärme in Form von Sonnenstrahlen in ein Gebäude hineinlässt, andererseits einen schlechteren Wärme-Dämmwert hat als eine gedämmte Fassade, und im Winter besonders in der Nacht durch Wärme-Konduktion als Verlustfläche zu betrachten ist. Eine positive Bilanz (bezüglich des Wärmeeintrages im Winter) bietet in unserem Klimabereich, auf den ich mich hier beschränken werde, nur eine Süd- (eingeschränkt auch Süd-Ost bis Süd-West) orientierte Fassade mit einer Spezial-Wärmeschutz-Verglasung (U-Wert = 1,1 W/m²K oder besser). Die Süd-Orientierung spielt also im Wohnungsbau eine wichtigere Rolle als bei Gebäuden mit Tagesnutzung, da diese nicht so viel Wärme für die Nacht benötigen und speichern müssen.

Aktive Nutzung der Sonnenenergie

Durch Sonnenkollektoren können bei Wohnhäusern 60 % des Energiebedarfs an Brauchwasser eingespart werden. Die Integration der Sonnenkollektoren in das Gebäudekonzept ist eine architektonische Aufgabe und eine gestalterische Herausforderung.

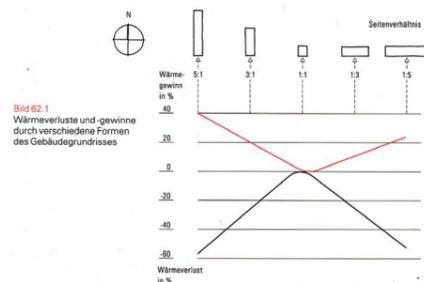
Energetische Optimierung

Die entsprechenden Entwürfe und ihre Bauteile können energetisch, ökologisch und hinsichtlich ihrer Kosten mit Hilfe einer Computersimulation des Gebäudes, beispielsweise mit Programmen wie Ecotect oder Design-builder, optimiert werden. Hierbei sind folgende Faktoren zu untersuchen und in ihrer Effizienz zu vergleichen:

- A:V - Verhältnis
- Befensterungs-Anteil
- Art der Verglasung
- Stärke der Wärmedämmung
- Art des Sonnenschutzes
- Art der Ausbau- und Oberflächenmaterialien
- Art und Anordnung des Heiz- und Lüftungssystems

Transparente Wärmedämmung TWD

TWD sind lichtdurchlässige Dämmplatten. Sie können Verwendung finden in Mehrscheibengläsern als Sonnenkollektorabdeckungen oder auch auf Massivwänden, die so als passive Kollektoren wirken. Hauptproblem ist das Abwenden einer sommerlichen Überhitzung. Diese kann vermieden werden durch den Einbau automatisch gesteuerter Sonnenschutz-Rollos hinter der Glasscheibe.



Solare Gewinne und Verluste in Abhängigkeit von Gebäudeform und -orientierung

Literatur

Hausladen, Gerhard (Hrsg.): KlimaDesign, München 2005

Hegger, Manfred; Fuchs, Matthias; Stark, Thomas; Zeumer, Martin: Energie Atlas, Basel 2008

Schittich, Christian (Hrsg.): Solares Bauen, Basel 2003

Simon, Günther: Das Energieoptimierte Haus, Berlin 2004