

	Seite
Geleit – Chancen für mehr Lebensqualität	4
Vorwort – Energieeinsparung im Gebäudebestand	5
1 Einleitung	9
1.1 Energieverbrauch und Umwelt	9
1.2 Daseinsvorsorge	10
1.3 Zusätzliche Effekte bei baulichen Heizenergieeinsparmaßnahmen	12
1.4 Zusätzliche Effekte bei anlagentechnischen Heizenergieeinsparmaßnahmen	14
1.5 Fazit	14
2 Wohngebäudebestand in Deutschland	15
2.1 Struktur des Wohngebäudebestands	15
2.2 Beispiele ausgeführter Sanierungsmaßnahmen	22
3 Gesetzliche Anforderungen	25
3.1 EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“	25
3.2 Energieeinsparungsgesetz (EnEG)	25
3.3 Energieeinsparverordnung (EnEV)	25
3.3.1 Neue Regelungen nach EnEV 2009 und Anforderungen an neue Wohngebäude	26
3.3.2 Anforderungen der EnEV 2009 an den Wohngebäudebestand	29
3.3.3 Stärkung des Vollzugs	33
3.3.4 Außerbetriebnahme elektrischer Speicherheizsysteme	33
3.3.5 Energieausweise nach EnEV 2009	34
3.4 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)	38
4 Maßnahmen zur Heizenergieeinsparung	39
4.1 Bauliche Maßnahmen	39
4.1.1 Steildach	40
4.1.2 Abseitenwand	44
4.1.3 Oberste Geschossdecke	44
4.1.4 Flachdach	46
4.1.5 Außenwand	49
4.1.6 Kellerdecke	54
4.1.7 Fenster	57
4.1.8 Rollläden	59
4.1.9 Türen	60
4.1.10 Luftdichtheit	61
4.2 Haustechnische Maßnahmen	64
4.2.1 Heizung	64
4.2.2 Warmwasser	69
4.2.3 Lüftung	75
4.2.4 Elektroinstallation und Beleuchtung	79
4.3 Nutzerverhalten und Haushaltsstrombedarf	79
5 Berechnung der Energiebilanz und der Einsparpotentiale von Gebäuden	81
5.1 Gesamtenergiebilanz von Gebäuden	81
5.2 Grobe Quantifizierung der Auswirkungen von bau- und anlagentechnischen Maßnahmen	82
6 Literatur	93

Chancen für mehr Lebensqualität

Große Herausforderungen kennzeichnen den Aufbruch in das dritte Jahrtausend: Der Klimaschutz fordert weltweit kollektive Anstrengungen, die fossilen Energieresourcen unserer Erde stehen nur noch in begrenztem Umfang zur Verfügung. Zu sorglos sind wir damit bisher umgegangen. Treibhauseffekt, Verschiebung der Klimazonen und eine dramatische Häufung von Naturkatastrophen sind die Folge. Dem diametral gegenüber steht die rapide Zunahme der Weltbevölkerung und ein wachsendes Anspruchsdenken der Menschen, das weltweit seinen Ausdruck findet in zunehmendem Energieverbrauch in praktisch allen Lebensbereichen.

Die Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V. hat es sich zur Aufgabe gemacht, Möglichkeiten des effizienteren und damit sorgsameren Umgangs mit Energie in jenem Bereich aufzuzeigen, der in Deutschland mehr als ein Viertel des gesamten Energieverbrauchs für sich in Anspruch nimmt, dem Wohnen mit allen primären und sekundären Wunschvorstellungen, die Menschen unserer zivilisierten Welt heutzutage haben: Ein möglichst angenehmes Wohnklima, das 6 oder 7 Monate unwirtlicher Herbst- und Wintermonate überbrücken hilft, die ständige Verfügbarkeit warmen Wassers und vieles mehr, was das Leben auf der nördlichen Halbkugel unseres Planeten erleichtert, ja - zum Teil erst ermöglicht.

Das alles ist für die meisten Menschen quasi eine Selbstverständlichkeit: Wir können in unseren vier Wänden den Winter zum Sommer machen, uns klimatische Bedingungen schaffen, von denen unsere Vorfahren nur träumen konnten. Dies alles aber kostet riesige Mengen an Energie, und der Vorrat an so genannten Primärenergien - also Öl, Erdgas und Kohle - ist endlich.

Die technischen Möglichkeiten, den Energieverbrauch von Gebäuden drastisch zu senken, sind seit langem verfügbar und in der Praxis bewährt. Im Neubaubereich ist das Niedrigenergiehaus schon jetzt Standard. Schon in wenigen Jahren wird der Primärenergiebedarf neuer Gebäude für Heizung und Warmwasserbereitung nahe Null liegen. Sogar Plusenergiehäuser, Gebäude also, die weniger Energie benötigen als sie durch z.B. durch Photovoltaikanlagen auf dem Dach produzieren, sind bereits realisierbar und werden zukünftig zunehmend Marktanteile gewinnen.

Auch im Gebäudebestand lassen sich Niedrigenergiehäuser, in Einzelfällen sogar zukunftsweisende Neubausstandards verwirklichen und dies verbunden mit erheblichem Gewinn an Komfort und Lebensqualität.

Wie dies beim Bauen und insbesondere beim Wohnen in schon bestehenden Gebäuden geschehen kann, macht diese Broschüre der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung deutlich. In der „GRE“ arbeiten Verbände und Unternehmen aus allen wichtigen Bereichen der Bau- und Anlagentechnik Branchen übergreifend unter Führung von Wissenschaftlern mit dem gemeinsamen Ziel zusammen, den Umgang mit Energie effizienter zu gestalten.

Wegweisend waren die Bemühungen der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung GRE, die als erste in Deutschland einen Energiepass entwickelt und herausgegeben und dazu beigetragen hat, dieses System europaweit zu etablieren. Ein solcher Energiepass oder Energieausweis für Gebäude wird nun endlich für die meisten Gebäude zur Pflicht. Für Neubauten ist er bereits seit 2002 über die Energieeinsparverordnung eingeführt. Mit der Novelle der Energieeinsparverordnung 2007 wurde er gemäß der europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden auch für die meisten Gebäude des Bestands obligatorisch. Hiermit wird eine wichtige Initialzündung für die Realisierung von baulichen und anlagentechnischen Energieeinsparmaßnahmen ausgelöst.

Durch die allgemeinverbindliche Einführung dieses Energieausweises für Gebäude ergeben sich enorme Chancen:

Das Energiebewusstsein breiter Bevölkerungsschichten wird stärker auf den für die Umwelt und die Volkswirtschaft extrem wichtigen Gebäudesektor gelenkt. Umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen, die neben Energieeinsparereffekten in zahlreichen Fällen eine spürbare Verbesserung des Komforts mit sich bringen, werden die Folge sein. Die Beschäftigungslage der Bauwirtschaft wird sowohl hinsichtlich der herstellenden Industrie als auch des ausführenden Handwerks spürbar verbessert.

Die Vorschläge für Energieeinsparmaßnahmen, die Sie in dieser Broschüre vorfinden, sind zum einen „Stand der Technik“, zum andern - je nach Ausgangssituation - gut realisierbar. Mit jeder Entscheidung für eine oder für eine Kombination von Maßnahmen stiften Sie vielfachen Nutzen: Nutzen für die drastische Reduzierung von klimaschädlichen Treibhausgasen, Nutzen für die möglichst lange Verfügbarkeit der zu Ende gehenden fossilen Energieträger und nicht zuletzt Nutzen für Ihren höchstpersönlichen Wohnkomfort, für mehr Energieunabhängigkeit und für die Verminderung Ihrer Heizkosten.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Vorsitzender der
Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V.

Energieeinsparung im Gebäudebestand

- **Energieeinsparung verbindet Ökologie und Ökonomie**
- **Energieeinsparung ist ökologisch sinnvoll**

Energieeinsparung im Gebäudebereich heißt Minderung des Heizenergieverbrauchs und effizientere Nutzung der eingesetzten Energie. Die Raumheizung und Warmwasserbereitung ist in Deutschland mit ca. 1/3 Anteil am Endenergieverbrauch der größte Energienutzungsbereich. Energieeinsparung dient der Emissionsreduzierung von Kohlendioxid (CO₂). Energieeinsparung ist daher Klimaschutz.

Energieeinsparung trägt zur Reduzierung von Schwefeldioxid (SO₂) und Stickoxiden (NO₂) in der Luft sowie zur Vermeidung von Schäden an Natur und Bauwerken bei. Energieeinsparung ist daher Umweltschutz.

Energieeinsparung ermöglicht die Reduzierung des Einsatzes fossiler Energieträger (Ressourcenschonung). Energieeinsparung trägt zur sicheren Energieversorgung in der Zukunft bei.

Energieeinsparung ist ein Einstieg in das umfassende Konzept einer ökologisch-nachhaltigen Wirtschaft.

- **Energieeinsparung ist wirtschaftlich vernünftig**

Ein großer Teil der technischen Potentiale für Energieeinsparung ist entgegen der landläufigen Meinung bereits heute wirtschaftlich, wenn energetische Modernisierungsmaßnahmen an ohnehin anstehende Instandsetzungsmaßnahmen und/oder Modernisierungsmaßnahmen gekoppelt werden.

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme ist die Differenz der Gesamtkosten zu den ohnehin fälligen Kosten entscheidend, also der reine Mehrbedarf für die energetische Modernisierung.

Volkswirtschaftlich wirken sich energetische Modernisierungen in einer Erhöhung des Bruttoinlandsproduktes aus.

Außerdem werden Energieimporte durch Güter und Dienstleistungen zur Effizienzverbesserung abgelöst, die fast ausschließlich im Inland entstehen.

Fiskalisch wirken sich die Mehrinvestitionen für energetische Modernisierung durch erhöhte Steuereinnahmen aus.

- **Energieeinsparung hat positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt.**

Große positive Effekte haben Maßnahmen zur Energieeinsparung darüber hinaus auf den Arbeitsmarkt. Die Beschäftigung nimmt zu, weil die notwendige Arbeitsleistung zur Herstellung von energiesparenden Dienstleistungen meistens größer ist als diejenige zur Herstellung und Verteilung von Energie. Nach einer Studie des Forschungszentrums Jülich lassen sich durch Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung bundesweit dauerhaft etwa 300.000 Arbeitsplätze sichern.

- **Energieeinsparung ist politisch geboten**

Die Schonung der Reserven fossiler Energieträger durch die Industrienationen ist eine zentrale Forderung der Klimakonferenzen sowie erklärtes Ziel von Parlament und Bundesregierung.

Die Einsparung kann den Entwicklungsländern jedenfalls zum Teil zugute kommen, um Defizite in der dringend notwendigen Industrialisierung aufzuholen.

- **Energieeinsparung im Gebäudebereich ist technisch machbar.**

Altbau

Die wirklich großen Energieeinsparpotentiale liegen im Altbau, also im Gebäudebestand.

Für jeden Gebäudetyp lassen sich unter Berücksichtigung der jeweiligen baukonstruktiven, bauphysikalischen, heizungstechnischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen die Einsparmöglichkeiten ermitteln, die durch marktgängige technische Maßnahmen erreichbar sind.

Neubau

Auch im Neubau gibt es noch ungenutzte Potenziale zur Energieeinsparung.

Die Energieeinsparverordnung ist ein wesentliches Instrument zur Erschließung verdeckter Reserven und zur Weiterentwicklung des energieeffizienten Bauens.

- **Energieeinsparung muss ein gesamtgesellschaftliches Anliegen sein**

Klimaschutz, Umweltschutz, Energiesicherung sind durch Energieeinsparung im Gebäudebereich durch die Realisierung des großen Einsparpotentials bei der Heizwär-

mebereitstellung erreichbar. Energieeinsparung soll nicht durch Verzicht auf Komfort, sondern durch Steigerung der Energieeffizienz, d. h. durch optimale Ausnutzung der aufgewendeten Energie, erreicht werden.

Allein dadurch, dass 2 % des Altbaubestandes (ca. 500.000 Wohnungen) jährlich energetisch modernisiert, d. h. durch Wärmeschutz und Heizungsanlagenerneuerung energetisch verbessert werden, können die CO₂-Emissionen Deutschlands in 10 Jahren um bis zu 30 % gesenkt werden. Dafür ist staatliche Politik, aber vor allem die Aktivierung der Privatinitiative erforderlich.

Die Privatinitiative für Energieeinsparung ist vor allem abhängig von der Information, Aufklärung und Transparenz hinsichtlich der bau- und heizungstechnischen Möglichkeiten und der Wirtschaftlichkeit, z.B. in Form einer qualifizierten Energieberatung (Energieausweis).

Ergänzend zur Aufklärung und Beratung sind staatliche finanzielle Anreize notwendig. Diese sind als Förderprogramme oder steuerliche Erleichterungen denkbar.

Um das Ziel der Energieeinsparung zu erreichen, wird das gemeinsame Vorgehen aller am Bau Beteiligten notwendig sein, da bau- und heizungstechnisch hohe Anforderungen bei Herstellung und Ausführung erfüllt werden müssen. Dies gelingt nur, wenn die Industrie auf der einen Seite die entsprechend hochwertigen Produkte bereitstellt und auf der anderen Seite die Anwender dieser Produkte, also Planer und Verarbeiter, Kreativität sowie handwerkliches Können aufbringen und das Produktangebot der Industrie nutzen.

Die Bauproduktindustrie einschließlich der Heizungsindustrie, Planer und Verarbeiter müssen an einen Tisch, um die Umsetzung dieses hochgesteckten Zieles gemeinsam zu beraten, damit auf den verschiedenen Ebenen der Herstellung, der Planung, der Verarbeitung und der Ausbildung ein grundlegender Konsens, aber auch ein gegenseitiger Erfahrungsaustausch vollzogen werden kann. Durch gezielte Information ist auch der Nutzer des Gebäudes mit einzubeziehen.

- **Grundsätze der energieeffizienten Gebäudeplanung und Gebäudenutzung**

Als kompakten Leitfaden für die energetische Verbesserung in der Gebäudeplanung und Gebäudesanierung hat die GRE 10 Gebote als Grundsätze des energieeffizienten Bauens zusammengestellt:

Die 10 Gebote zur energetischen Optimierung von Wohngebäuden

1. Gebot

Integrale Planung und Qualitätssicherung vor Ort

Schon im Stadium der Planung neuer Gebäude und von Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand wird das Fundament für einen geringen Energieverbrauch in der Nutzungsphase gelegt. Insbesondere sollte die vorgesehene Wärmeversorgung auf den baulichen Wärmeschutz sorgfältig abgestimmt werden. Eine einseitige Betrachtung führt fast immer zu unnötig hohem Energieverbrauch. Ebenfalls bedeutsam ist die Qualitätssicherung der Umsetzung geplanter Maßnahmen vor Ort. Neben der üblichen Bauüberwachung ist der mittlerweile häufig vorgenommenen Gebäudedichtheitsprüfung (Blower-Door-Test) und der sorgfältigen Einstellung der Anlagentechnik (z.B. hydraulischer Abgleich des Heizungssystems) ein großer Stellenwert beizumessen.

2. Gebot

Energieeinsparung hat Vorrang gegenüber dem Einsatz Erneuerbarer Energien

Als Reaktion auf steigende Energiepreise wird oft vorrangig in Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger investiert, indem ganz oder teilweise auf den Energieträger Holz umgestellt wird und solarthermische Anlagen eingebunden werden. Dabei werden Einsparmöglichkeiten durch diese Maßnahmen häufig überschätzt, während die meist deutlich größeren Potentiale durch eine Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes oft ungenutzt bleiben.

3. Gebot

Kompakte Bauweise und günstige Orientierung

Bei der Planung neuer Gebäude kann schon durch die Positionierung des Gebäudes auf dem Grundstück ein erheblicher Beitrag zur Energieeinsparung geleistet werden. Es sollte eine möglichst kompakte Bauweise bevorzugt, das heißt auf unnötige Vergrößerungen der Außenhaut des Gebäudes verzichtet werden. Auch eine geringe Verschattung des Gebäudes sowie eine günstige Orientierung können den Energieverbrauch für Heizung, aber auch für künstliche Beleuchtung absenken.

4. Gebot

Bestmöglicher baulicher Wärmeschutz

Einen wesentlichen Beitrag für geringen Energieverbrauch liefert ein guter baulicher Wärmeschutz. Hier gilt aus ökonomischen wie aus ökologischen Gründen – zumindest für außen liegende Dämmungen – der Grundsatz: so viel Dämmung wie möglich! Wenn ohne großen

technischen Mehraufwand machbar, sind Dämmstoffdicken von 20 bis 30 Zentimetern anzustreben. Positiver Nebeneffekt einer guten Dämmung ist die Anhebung der inneren Oberflächentemperaturen während der Heizperiode in Verbindung mit einer Verbesserung des Komforts. Auch im Sommer wird die Behaglichkeit erhöht. Wenn eine Außendämmung nicht möglich ist, ist fast immer eine Innendämmung sinnvoll. Sie sollte allerdings nie ohne fachkundige Begleitung ausgeführt werden.

5. Gebot

Minimierung der Wärmebrücken und Maximierung der Luftdichtheit

Ähnlich wichtig wie der gute Wärmeschutz ist die sorgfältige Vermeidung oder zumindest Verminderung von Wärmebrücken, nicht nur um die Wärmeverluste zu senken, sondern vor allem auch aus hygienischen Gründen. Denn Wärmebrücken können das Wachstum von Schimmelpilz begünstigen. Eine gute Wärmedämmung in Verbindung mit optimierten Wärmebrücken reduziert dagegen hygienische Risiken. Das gilt auch für eine sorgfältige Abdichtung der Gebäudehülle. Leckagen in der Gebäudehülle führen nämlich nicht nur zu unkontrollierter Luftaustausch und erhöhtem Heizenergieverbrauch, sondern sind oft auch Ursache von Schimmelpilzbildung und Durchfeuchtungsschäden.

6. Gebot

Passive Nutzung der Solarenergie durch transparente Fensterflächen

Oft unterschätzt wird der Beitrag, der durch die passive Nutzung der Sonnenenergie über die transparenten Fensterflächen erreicht wird. Dabei ist der „Wirkungsgrad“ guter Fenster bezogen auf den Heizwärmebedarf deutlich größer als der von Solaranlagen. Bei günstiger, möglichst verschattungsfreier Ausrichtung (am besten nach Süden) können Fenster mit hohem Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) den Heizwärmeverbrauch erheblich reduzieren. Vorrangig sollte aber auch bei Fenstern auf geringe Wärmeverluste (niedrige U-Werte) geachtet werden, wobei auf die Qualität der Rahmenkonstruktion, einschließlich des Randverbundes („warme Kante“) und auf die Montage besonderer Wert gelegt werden sollte. Dichte Rollläden oder Fensterläden können insbesondere nachts den Wärmeverlust zusätzlich verringern.

7. Gebot

Vermeidung von Kühlenergiebedarf

Wohngebäude können in Deutschland fast immer so geplant werden, dass kein sommerlicher Kühlbedarf besteht und behagliche Verhältnisse entstehen. Da eine

aktive Kühlung intensiv den teuren Energieträger Strom in Anspruch nimmt, sollte Kühlenergiebedarf von vornherein vermieden werden. Kühlenergiebedarf wird vor allem durch überdimensionierte Glasflächen mit hohem Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) ohne entsprechende Sonnenschutzmaßnahmen hervorgerufen. Dabei sind südwestliche bis westliche Orientierungen am kritischsten. Bei großen Fensterflächen müssen (möglichst außen liegende) Verschattungsmöglichkeiten vorgesehen werden. Ggf. sollte der g-Wert der Verglasung gesenkt werden. Darüber hinaus sollten die Fenster so geplant werden, dass eine intensive nächtliche Querlüftung sommerliche Wärme abführen kann. Ein guter Wärmeschutz der Gebäudehülle sowie eine hohe Speicherfähigkeit des Hauses verbessern das sommerliche Raumklima. Bei hohen internen Lasten oder hohen Komfortansprüchen ist der Einsatz von thermisch aktivierten Bauteilen in Verbindung mit Erdwärmetauschern sinnvoll.

8. Gebot

Intelligente Auslegung der Anlagenperipherie

Erhebliche Einsparpotentiale lassen sich durch eine intelligente, am Bedarf orientierte Planung der Anlagenperipherie erschließen. Dazu gehört die Vermeidung langer Leitungen, die möglichst innerhalb des beheizten Gebäudevolumens verlaufen sollten und in jedem Falle sehr gut gedämmt werden müssen. Speicher für Trinkwarmwasser sind ebenfalls mit einer guten Dämmung auszustatten und sollten nach Möglichkeit innerhalb des beheizten Gebäudevolumens stehen. Das reduziert die Wärmeverluste, hilft aber auch den Pumpenstrom für die Zirkulation zu verringern. Bei kurzen Leitungswegen ist eine Zirkulation ggf. sogar ganz verzichtbar, zumindest sollte sie über eine Zeitschaltuhr oder eine Fernbedienung abgeschaltet werden, wenn kein Warmwasserbedarf besteht. Der Einsatz von Hocheffizienzpumpen für Zirkulation und Heizungsumwälzung (Effizienzklasse A) gehört zu den wirtschaftlich günstigen Effizienzinvestitionen. Mehrkosten für eine möglichst präzise Regelung der Raumtemperatur lohnen sich ebenfalls. Großzügige Heizflächen (insbesondere als Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung) erhöhen nicht nur die Behaglichkeit bei abgesenkter Raumtemperatur, sie steigern darüber hinaus spürbar den Wirkungsgrad von Brennwert- oder Wärmepumpenheizungen.

9. Gebot

Einsatz von Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen, deren Einsatz bei ausreichender Luftdichtheit auch in bestehenden Gebäuden sinnvoll möglich ist, können nicht nur die Raumlufthygiene und die Behaglichkeit für die Bewohner erheblich verbessern. Sie

bieten bei Nutzung von Wärmerückgewinnungsanlagen darüber hinaus beträchtliche Möglichkeiten Heizenergie einzusparen.

10. Gebot

Einsatz von Erneuerbaren Energien

Nur in einem hinsichtlich der Energieeinsparung optimierten Gebäude können Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen ihr volles Potential für den Klimaschutz und die Verringerung der Heizkosten entfalten. Der Gesetzgeber schreibt für neue Gebäude inzwischen sogar die anteilige Nutzung Erneuerbarer Energieträger für die Wärmeversorgung von Gebäuden vor. Aber auch im Gebäudebestand sollte verstärkt versucht werden, z.B. Wärmepumpen oder Pelletanlagen zur Wärmeversorgung zu installieren. Dabei können Solaranlagen die Trinkwarmwasserbereitung oder sogar die Heizwärmeversorgung nicht unerheblich unterstützen. Ein Anschluss an bestehende Fern- oder Nahwärmenetze ist eine sinnvolle Alternative, insbesondere, wenn die Wärme aus Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) stammt, die gleichzeitig Wärme und Strom erzeugen. Bei größeren Gebäuden können kleine KWK-Anlagen auch direkt ins Heizungssystem eingebunden werden.