

## 4.3 Potenziale und Optionen

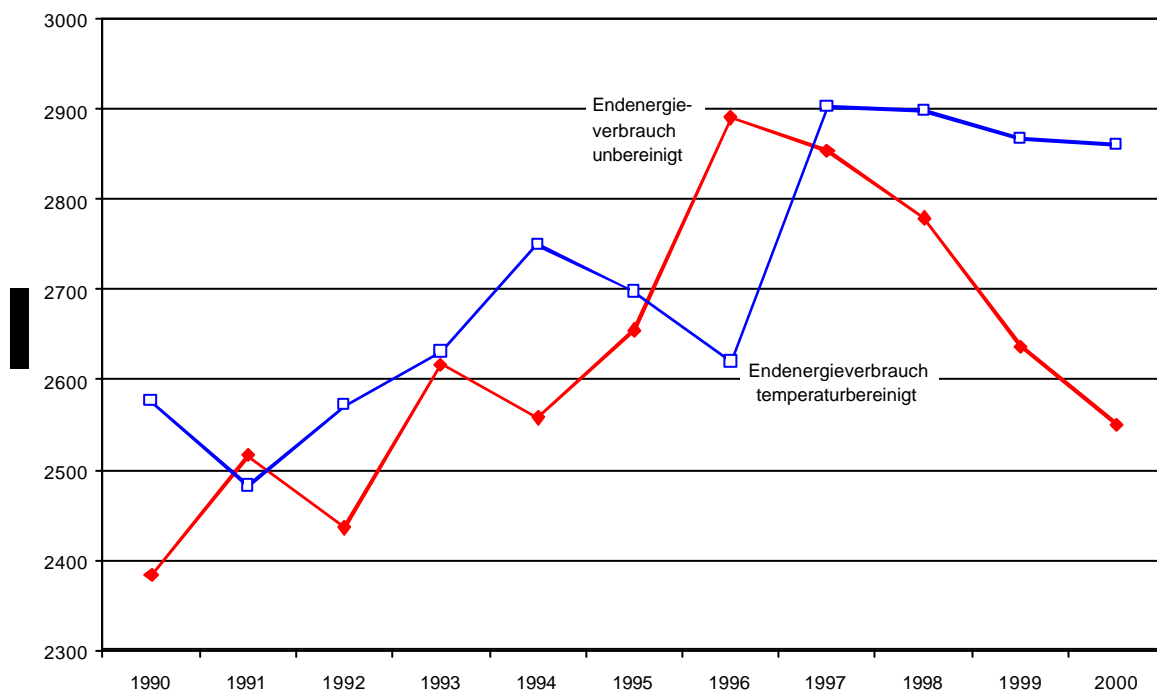
### 4.3.1 Potenziale und Optionen im Sektor private Haushalte

#### 4.3.1.1 Merkmale des Sektors und künftige Tendenzen

(513) Der Energieverbrauch im Sektor der privaten Haushalte, von dem in der Energiebilanz nur der stationäre, nicht aber der mobile (verkehrsbezogene) Verbrauch berücksichtigt wird, hat sich in den neunziger Jahren wechselhaft entwickelt: Zunächst kam es von 1990 bis 1996 zu einem ausgeprägten Verbrauchszuwachs von rund einem Fünftel, danach aber zu einem deutlichen Rückgang um knapp 12 %. Insgesamt war der Energieverbrauch im Jahre 2000 um rund 7 % höher als 1990.

(514) Anders stellt sich jedoch die Entwicklung der temperaturbereinigten Werte dar, die weitaus ausgeglichener als diejenige der unbereinigten Daten ausfiel. Danach war der Energieverbrauch der privaten Haushalte im Jahre 2000 gegenüber 1996 um 9 % und im Vergleich zu 1990 um 11 % höher (Abbildung 4–7).

Abbildung 4–7: Endenergieverbrauch der privaten Haushalte in Deutschland von 1990 bis 2000



Quellen: AG Energiebilanzen, Deutscher Wetterdienst, DIW.

(515) Gegenwärtig (2000) sind die privaten Haushalte mit 2550 PJ oder fast 28 % am gesamten Endenergieverbrauch in Deutschland beteiligt; 1990 waren es mit knapp 2 400 PJ erst rund 25 %. Insgesamt rangierte der Sektor im Jahre 2000 an zweiter Stelle hinter dem Verkehr (rund 30 %), aber noch vor der Industrie (26,5 %).

(516) Die Energieträgerstruktur ist geprägt vom Einsatz der Gase (Erdgas) mit einem Anteil von 38 % (2000), vor den Mineralölprodukten (leichtes Heizöl) mit knapp 30 % (Tabelle 4–19). Deutlich dahinter folgen die elektrische Energie mit einem Anteil von 18,5 %, die Kohlen mit rund 8 % und die Fernwärme mit etwas mehr als 6 %. In den neunziger Jahren hat sich die Energieträgerstruktur erheblich gewandelt, wobei die Entwicklung im Wesentlichen zu Gunsten der Gase und der elektrischen Energie verlief, während vor allem die Kohlen, aber auch das Heizöl an Bedeutung verloren. Der Anteil der Fernwärme blieb im Großen und Ganzen unverändert.

**Tabelle: 4–19: Merkmale des Sektors private Haushalte bezogen auf den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen: Ist-Entwicklung und Tendenzen unter Bedingungen des Referenzszenarios**

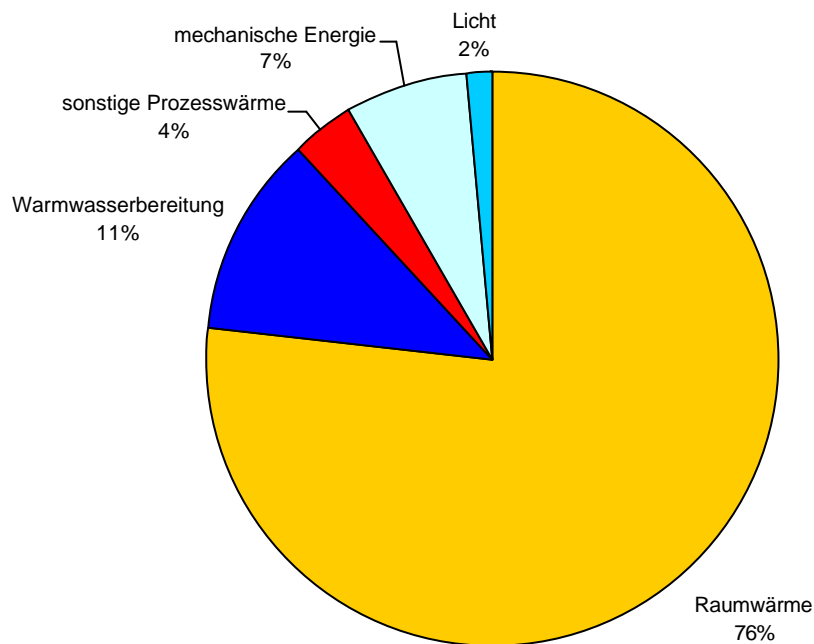
	Einheit	1990	1995	2000	Zukünftige Tendenzen	
					2000/2020	2020/2050
Energieverbrauch	PJ	2383	2655	2550	↗	↘
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	%	25,1	28,5	27,7	↗	↘
Energieträgerstruktur						
Kohlen	%	18	7,6	7,9	↘	↘
Mineralölprodukte	%	31	34	29,4	↘	↘
Gase	%	26,6	34,8	38	↗	↗
Strom	%	17,6	17,2	18,5	↘	↘
Fernwärme	%	6,8	6,4	6,2	↘	→
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Mio. t	128,4	129	113,7	↘	↘
Anteil an den energiebedingten CO <sub>2</sub> -Emissionen insgesamt	%	13	14,7	13,7	↘	↘

(517) Nach Anwendungszwecken strukturiert (Abbildung 4–8) dominiert mit großem Abstand der Energieeinsatz für die Raumheizung mit rund 76 % (2000), gefolgt von der Warmwasserbereitung (11 %), der mechanischen Energie (7 %), der sonstigen Prozesswärme (4 %) und der Beleuchtung (2 %). Damit sind mehr als drei Viertel des Energieverbrauchs der privaten Haushalte von den Außentemperaturen abhängig. Teilweise erklärt dies auch die starken Verbrauchsschwankungen innerhalb der neunziger Jahre, vor allem ist der starke Ausschlag nach oben im Jahre 1996 nicht zuletzt eine Folge der damals im Jahresdurchschnitt besonders kalten Witterung.

(518) Anders als der sektorale Endenergieverbrauch waren die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei den privaten Haushalten im Jahre 2000 niedriger als 1990. Dies ist vor allem auf die

Veränderungen der Energieträgerstruktur in Richtung auf emissionsärmere Energieträger (vor allem Erdgas) sowie zu Gunsten der im Endenergiebereich emissionsfreien Energieträger (vor allem elektrische Energie) zurückzuführen. Im Jahre 2000 dürften die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen knapp 114 Mio. t betragen haben; das waren etwa 15 Mio. t oder 11,5 % weniger als 1990; von 1990 bis 1996 waren die Emissionen dagegen noch um fast 11 % gestiegen. Gemessen an den gesamten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen belief sich der Anteil der privaten Haushalte im Jahre 2000 auf gut 13 %; 1990 waren es knapp 13 %, 1996 aber rund 15,5 %. Temperaturbereinigt waren die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber 1990 im Jahr 1996 um rund 7 % und im Jahr 2000 um knapp 8 % niedriger. In den Jahren von 1996 bis 2000 ist es demnach temperaturbereinigt nur noch zu einem geringfügigen Rückgang von unter einem Prozent gekommen.

Abbildung 4–8: Endenergieverbrauch im Sektor private Haushalte nach Anwendungszwecken im Jahre 2000



(519) Nach den Ergebnissen des Referenzszenarios (vgl. Kapitel 4.1 und 4.2) dürfte der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte wie dessen Anteil am gesamten Endenergieverbrauch bis 2020 zunächst noch spürbar steigen, dann aber mit der rückläufigen Bevölkerung bis 2050 deutlich sinken. Kohlen werden dann gar keine Rolle mehr spielen. Einen besonders starken Rückgang gibt es bei den Mineralölprodukten, aber auch bei der elektrischen Energie, während der Einsatz von Erdgas auch noch im Jahre 2050 höher ist als 2000. Erneuerbare Energiequellen spielen unter den Bedingungen des Referenzszenarios auch langfristig in diesem Sektor keine wesentliche Rolle (Anteil am

gesamten sektoralen Endenergieverbrauch im Jahre 2050 knapp 10 % gegenüber 6,5 % im Jahre 2000).

(520) Entsprechend der Entwicklung des Energieverbrauchs dürften die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 wieder deutlich zunehmen, und zwar um rund 17 %, dann aber kräftig zurückgehen. Im Jahre 2050 könnten sie gegenüber 2000 um etwa 15 % und im Vergleich zu 1990 um rund 22 % niedriger sein. Der Anteil der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der privaten Haushalte an den gesamten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen dürfte bis Mitte des Jahrhunderts geringfügig auf gut 13 % sinken.

#### **4.3.1.2 Die Einsparpotenziale bei Wohngebäuden der Bundesrepublik Deutschland durch Verbesserung des Wärmeschutzes**

(521) Da die Raumwärme mit rund drei Vierteln des Energieverbrauchs der Haushalte dominiert, ist die Ausschöpfung der Energieeinsparpotenziale in diesem Bereich besonders dringend. Dabei muss zwischen den Potenzialen im Gebäudebestand und denen im Neubau unterschieden werden. Zusätzliche Neubauten tragen immer zu einer Vergrößerung der CO<sub>2</sub>-Emission bei, sofern es sich nicht um Nullenergiehäuser handelt. Eine Einsparung kann nur dann entstehen, wenn durch Neubauten schlecht gedämmte Gebäude ersetzt werden. Im Altbaubestand bedeutet die Sanierung immer eine Einsparung gegenüber dem vorherigen Energieverbrauchswert.

(522) Zur Einschätzung der Energiesparpotenziale durch Verbesserung des Wärmeschutzes ist eine Einordnung des Gebäudebestandes unter dem Gesichtspunkt des Heizenergiebedarfs notwendig.

##### ***4.3.1.2.1 Der Gebäudebestand in der Bundesrepublik Deutschland***

(523) Umfassende Daten zum Gebäudebestand in der Bundesrepublik Deutschland nach der Wiedervereinigung wurden erstmals 1993 durch eine Stichprobenerhebung an einem Prozent des Gebäude- und Wohnungsbestandes erhoben. Neuere Daten lieferte eine mit dem Mikrozensus im Jahre 1998 durchgeführte wohnungsstatistische Zusatzerhebung.

(524) Schon in der allgemeinen Betrachtung wird ein deutlicher Unterschied der Wohnverhältnisse in der früheren Bundesrepublik Deutschland und den neuen Bundesländern erkennbar (Tabelle 4–20). Nicht nur die durchschnittliche Größe der Wohnungen – und damit einhergehend die Wohnfläche pro Kopf – sondern auch die Altersstruktur im Gebäudebestand ist stark unterschiedlich. So ist die pro Kopf verfügbare Wohnfläche in der früheren Bundesrepublik Deutschland (40,8 m<sup>2</sup>) um 8 m<sup>2</sup>, die

durchschnittliche Wohnungsgröße mit 89,7 m<sup>2</sup> um etwa 16 m<sup>2</sup> höher als in den neuen Bundesländern.

**Tabelle 4–20: Durchschnittliche Wohnfläche pro Person und Wohnungsgröße in der Bundesrepublik Deutschland**

Gebiet	Durchschnittliche Wohnfläche je	
	Person	Wohnung
	m <sup>2</sup>	
Alte Bundesländer	40,8	89,7
Neue Bundesländer	32,8	73,5
Deutschland gesamt	39,3	86,7

Quelle: Statistisches Bundesamt (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit WZB und ZUMA<sup>1</sup>

(525) In der Altersstruktur der Gebäude (Tabelle 4–21) machen die vor 1948 errichteten Wohnungen in den neuen Bundesländern einen Anteil von ca. 46 % aus; der gesamtdeutsche Anteil liegt bei rund 29 %. Von den insgesamt etwa 36,5 Mio. Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland entfallen etwa 78 % auf Gebäude, die bis 1978 errichtet wurden.<sup>2</sup>

**Tabelle 4–21: Anzahl der Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland und Zeitraum der Erbauung**

Gebiet	Wohnungen insgesamt	Errichtet in der Zeit					
		bis 1948		1949-1978		1979 und später	
		1.000 Stk.	1.000 Stk.	1.000 Stk.	1.000 Stk.	1.000 Stk.	1.000 Stk.
Alte Bundesländer	29.257,40	7.394,10	25,3	15.702,40	53,7	6.160,80	21,1
Neue Bundesländer	7.290,50	3.339,00	45,8	2.017,20	27,7	1.934,20	26,5
Deutschland gesamt	36.547,80	10.733,10	29,4	17.719,60	48,5	8.095,00	22,1

Quelle: Statistisches Bundesamt (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit WZB und ZUMA<sup>3</sup>

(526) Die Betrachtung der Entwicklung des Heizenergiebedarfs im Gebäudebestand der Bundesrepublik Deutschland zeigt, dass die vor 1978 errichteten Wohnbauten unter dem Gesichtspunkt des Wärmeschutzes als besonders problematisch anzusehen sind (Abbildung

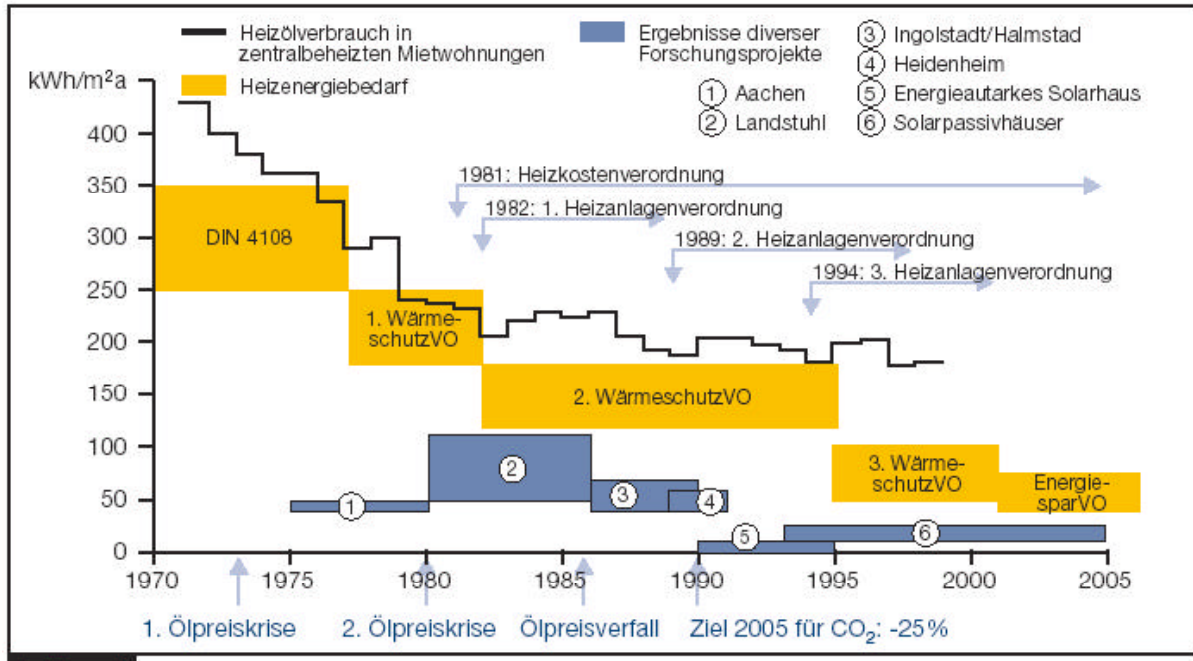
<sup>1</sup> Statistisches Bundesamt u.a. (2000).

<sup>2</sup> Statistisches Bundesamt u.a. (2000).

<sup>3</sup> Statistisches Bundesamt u.a. (2000).

4–9). Im Falle der neu errichteten Gebäude im Bereich der neuen Bundesländer trifft diese Aussage auch für die in der Folgezeit errichteten Wohnbauten zu.

Abbildung 4–9: Vergleich der Entwicklung des Heizenergiebedarfs zu den gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz und den Ergebnissen von Modellversuchen



Quelle: Quelle: BINE Informationsdienst: basisEnergie Nr. 9, [www.bine.info](http://www.bine.info).

(527) Aus den Daten des Endenergieverbrauches für Raumheizung im Jahr 1998 und der Gesamtfläche aller bewohnten Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland ergibt sich der spezifische Heizenergiebedarf des Gebäudebestandes zu ca. 195 kWh pro Quadratmeter und Jahr (Tabelle 4–22). Zum Vergleich: 1977 lag dieser Wert noch bei etwa 300 kWh pro Quadratmeter und Jahr.<sup>1</sup> Die Vereinigung der Deutschen Zentralheizungswirtschaft e.V. (VdZ) nennt für das Jahr 1989 eine Spanne von 220-270 kWh pro Quadratmeter und Jahr für den deutschen Wohngebäudebestand.

(528) Berücksichtigt man, dass der Anteil der Wohnungen in Gebäuden, die vor 1979 errichtet wurden, im Jahr 1998 noch gut 78 % ausmachte, so zeigt sich der enorme Fortschritt im Bereich des Wärmeschutzes bei Neubauten.

<sup>1</sup> Heinloth (1997).

**Tabelle 4–22: Heizwärmebedarf im deutschen Wohngebäudebestand und nach verschiedenen Wärmeschutzstandards**

Gebäudetyp	Heizwärmebedarf in kWh/m <sup>2</sup> xa	
	von	bis
Deutscher Wohngebäudebestand 1989	220	270
Deutscher Wohngebäudebestand 1998*	195	
Wohnhaus nach WSV 1982	130	180
Wohnhaus nach WSV 1995	54	100
Wohnhaus nach EnEV 2002		
Niedrigenergiehaus	30	70
Passivhaus	0	15
*Zahlen nach NOWA-Studie der VdZ und eigene Berechnung		
WSV = Wärmeschutz VO		
EnEV = Energiespar VO		

Quellen: Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach, Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen im Wohngebäudebestand

#### 4.3.1.2.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmebilanz an Altbauten

##### Wärmedämmung

(529) Bis zum dramatischen Anstieg der Energiepreise 1974 wurde Wärmedämmung kaum berücksichtigt. Die in der Folgezeit errichteten Gebäude erfüllen – bis auf wenige Ausnahmen – nur den gesetzlich geforderten Wärmeschutz der Wärmeschutzverordnung. Durch die Außenwände gehen, abhängig vom Gebäudetyp, bis zu 40 % des jährlichen Heizenergieverbrauchs verloren.

(530) Je nach Bauart und Zustand eines Gebäudes kommen verschiedene Arten der Wärmedämmung in Betracht:

- **Innendämmung von Außenwänden:** Diese Art der Dämmung weist niedrige Herstellungskosten auf und ist auch „Stück für Stück“ durchführbar. Nachteil: Verlust an Wohnfläche durch die innenseitige Aufbringung der Dämm-Materialien nicht unerheblicher Dicke und oft bauphysikalische Probleme.
- **Außendämmung der Gebäudehülle (Thermohaut):** Sowohl für Neubauten als auch für den größten Teil des Gebäudebestandes geeignet. Deutliche Verringerung vorhandener Wärmebrücken (z.B. von Betonstützen über Fenstern, in der Außenwand aufliegende Betondecken, etc.). Gut mit ohnehin anstehenden Instandsetzungsmaßnahmen der

Fassade (Putzerneuerung, Betonsanierung, Riss-Sanierung an der Fassade) kombinierbar.

- **Transparente Wärmedämmung:** Durch strahlungsdurchlässige Dämm-Materialien kann der Beitrag der Solarstrahlung zur Raumbeheizung, gerade bei besonders strahlungsexponierten Gebäuden erhöht werden. Heute verfügbare Systeme sind etwa acht- bis zehnmal teurer als eine Thermohaut und werden deshalb bisher nur in geringem Umfang eingesetzt.
- **Heizkörpernischen:** Gerade bei Altbauten treten bis zu 4 % der Wärmeverluste einer Wohnung an den Heizkörpernischen auf.<sup>1</sup> Für die Dämmung dieser Bereiche geeignete Dämmstoffe / -systeme sind am Markt erhältlich und können in der Regel problemlos in Eigenleistung angebracht werden.
- **Decken in Obergeschosswohnungen:** Das Anbringen der Wärmedämmung auf der Oberseite der obersten Geschossdecke führt zu besten Ergebnissen. Sowohl feste Dämmstoffe (z.B. Mineralwolle, Hartschaum, Kork, etc.) als auch Schüttdämmungen (z.B. Perlite oder Zelluloseflocken) sind geeignet.
- **Fußböden in Parterrewohnungen :** Am besten ist die Dämmung von unten her, also im Bereich des Kellers.

## Fenster

(531) Neben der Isolierung der Gebäudehülle können auch die Fenster erheblichen Einfluss auf den Heizenergieverbrauch eines Gebäudes haben. Hierbei spielt nicht nur die Verglasung,<sup>2</sup> sondern auch das Material und die Konstruktion des Fensterrahmens eine wichtige Rolle.<sup>3</sup>

(532) Der Ersatz von Fenstern und Türen mit unzureichendem Wärmeschutz durch energiesparende Verglasungssysteme bietet ein erhebliches Potenzial zur Einsparung von Heizenergie.

---

<sup>1</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (2001b).

<sup>2</sup> Viele Gebäude haben lt. einer Untersuchung hessischer Wohngebäude noch Einfachverglasung.

<sup>3</sup> Oft weisen auch Fensterrahmen undichte Fugen auf, die zu Wärmeverlusten führen. Im Bereich der Außentüren sind noch zahlreiche Gebäude mit nur unzureichend wärmedämmenden Systemen ausgestattet (Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, 2001a).



(533) Wärmegewinne durch Verglasung (Abbildung 4–10): Durch die einfallende Solarstrahlung werden durch Fenster auch Wärmegewinne erzielt, die zur Beheizung der Räume beitragen. Die Fortschritte der Isolierglas- und Beschichtungstechnik können inzwischen bei den besten Fenstern ( $k < 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) sogar auf der Nordseite eines Gebäudes zu Solarstrahlungsgewinnen führen. Für die Energieeinsparung ist aber, neben der Fläche der Südfenster, auch der Wärmeschutzstandard des gesamten Gebäudes und die Qualität der Verglasung entscheidend. Größere Südfensterflächen mit gewöhnlichem Zweischeiben-Isolierglas können zu einem Energiemehrverbrauch führen. Erst der Einsatz des Wärmeschutz-Isolierglases bringt einen „Wärmegewinn“, wenn die Randbedingungen stimmen.<sup>1</sup>

Abbildung 4–10: Wärmegewinnung durch Verglasungen

**Beispiel:**  
Einfamilienhaus, Kassel,  $25\text{m}^2$  Südfensterfläche

Isolierglas U-Wert: $2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	Wärmeschutzglas U-Wert: $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
4150 kWh	Gewinne	3350 kWh
-5580 kWh	Verluste	-3100 kWh
-1430 kWh	Bilanz	+250 kWh

Quelle: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (2001a)

<sup>1</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (2001a).

(534) Bei mehr als 40 – 60 % Fensterflächenanteil an der Südfassade kann der zusätzliche solare Wärmeeintrag nicht mehr genutzt werden. Gleichzeitig steigt die Gefahr der Raumüberhitzung, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen werden (z.B. Verschattung, Klimatisierung).

(535) Fensterrahmen: 15 – 35 % der Fensteröffnung entfallen auf den Rahmen. In Bezug auf die Dämmwirkung schneiden Holz und Kunststoffe (Marktanteil: 80 %) am besten ab; einzelne Hersteller bieten auch Aluminium-Rahmen mit gleichwertiger Dämmwirkung.

(536) Roll- und Klappläden bringen bei Wärmeschutzverglasung nur geringen zusätzlichen Nutzen, gleichzeitig besteht die Gefahr hoher Wärmeverluste aufgrund schlecht gedämmter Rollladenkästen.

### **Heizungssysteme**

(537) Neben dem Wärmeschutz eines Gebäudes spielt beim Energieverbrauch vor allem die Heizungstechnik eine entscheidende Rolle. Veraltete Heizkessel mit niedrigem Wirkungsgrad verbrauchen für die Bereitstellung einer bestimmten Wärmemenge mehr Brennstoff als moderne Heizungsanlagen mit höherem Wirkungsgrad. Im Jahr 2000 war nahezu jede fünfte bzw. rd. 2,8 Mio. Heizungsanlagen 20 Jahre und älter.<sup>1</sup> Der durchschnittliche Wirkungsgrad (bezogen auf den unteren Heizwert) dieser Heizungen liegt bei rd. 79 % für Öl- und 81 % für Gasheizungen.<sup>2</sup> Moderne Brennwertgeräte dagegen erreichen Normnutzungsgrade von 102 bzw. 109 %.<sup>3</sup> Allein durch den Austausch dieser Altgeräte, der für Mehrfamilienhäuser lt. EnEV bis Ende 2006 vorgeschrieben ist, können rd. 20 bis 25 % Heizenergie eingespart werden. Da viele bestehende Heizungsanlagen zudem erheblich überdimensioniert sind, werden in der Praxis beim Heizungsaustausch häufig Energieeinsparungen von rd. 50 % oder mehr erreicht.

(538) Noch günstigere Wirkungsgrade bzw. Emissionen werden künftig von mit Erdgas betriebenen Wärmepumpen bzw. Brennstoffzellenheizgeräten (vgl. Kapitel 4.3.5) erreicht werden. Beide Techniken sind für den Einsatz in der Wohnungsbeheizung bereits in Prototypen verfügbar und werden in den kommenden Jahren zur Serienreife entwickelt werden.

---

<sup>1</sup> [www.schornsteinfeger.de](http://www.schornsteinfeger.de).

<sup>2</sup> Pfitzner, Schäfer (1994).

<sup>3</sup> Sbz (2001) und Test (2002).

(539) Auch der Energieträger ist aus ökologischer Sicht entscheidend: So verursacht z.B. Gas mit rd. 200 g/kWh geringere direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen als Öl mit rund 270 g/kWh. Werden auch die indirekten Emissionen sowie die Emissionen der übrigen Treibhausgase einbezogen, dann ergeben sich nach Gemis 3.0 für Erdgas rd. 238 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent/kWh und für leichtes Heizöl 303 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent/kWh.<sup>1</sup> Noch günstigere Emissionen ergeben sich bei einer Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung aus kleinen BHKW bzw. Nahwärmenetzen sowie durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger wie z.B. Holzhackschnitzel oder Holz-Pellets in Heiz- oder Heizkraftwerken bzw. in Einzelfeuerungen. Eine weitere Reduktion der Emissionen ist durch die Kombination mit einer Solaranlage erzielbar.

(540) Solaranlagen: Bei einer ohnehin anstehenden Erneuerung der Heizungsanlage sollte auch der Einbau einer thermischen Solaranlage in Betracht gezogen werden. Mit einer heutigen Standard-Solaranlage, die auf die Haushaltsgröße angepasst ist, werden im Jahresmittel etwa 60 % des Wärmebedarfs für Warmwasser gedeckt. Auch die Unterstützung der Raumheizung ist durch eine Solaranlage möglich. Bei „normaler“ Auslegung können im Altbau mit Einzelhausanlagen 15 % des Heizenergiebedarfs aus der Solarstrahlung gewonnen werden. Vielfach werden bereits kombinierte Geräte angeboten, bei denen die Heizung in einen Solarspeicher integriert ist.

(541) Neben der Wahl einer optimalen Heiztechnik ist vor allem auch die richtige Steuerung, Regelung und Auslegung der Heizung sowie des Wärmeverteilsystems (i.d.R. Heizkörper) entscheidend für den tatsächlichen Energieverbrauch. Trotz dieser großen Bedeutung sind heute etwa 80 – 85 % der Heizungsanlagen des Gebäudebestandes nicht hydraulisch einreguliert. Das bedeutet, zu große Wasservolumenströme fließen unkontrolliert (nicht abgeglichen) in den Haupt- und Verteilsträngen der einzelnen Anlagen. Die Folgen sind ein zu hoher Energieaufwand für die Warmwasserumwälzung und zusätzliche vermeidbare Wärmeverluste. Allein durch einen entsprechenden hydraulischen Abgleich und optimierte Einstellungen lassen sich rd. 5 bis 15 % Heizenergie und rd. 30 bis 40 % Strom für den Betrieb von Heizungsumwälzpumpen einsparen.<sup>2</sup> Durch den Einsatz der neuesten Generation von Heizungspumpen (Permanentmagnetmotorpumpen) können zusätzlich rd. 60 – 80 % Strom eingespart werden.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Kristof u.a. (1998).

<sup>2</sup> WI/Öko-Institut (2000).

<sup>3</sup> Nipkow, Meyer (1999).

## **Bepflanzung**

(542) Die Bepflanzung im Umfeld eines Gebäudes kann als „natürlicher Regulator“ der in das Gebäude einfallenden Solarstrahlung genutzt werden. Bäume und Büsche können als Windschutz dienen und im Sommer als Schattenspender der Raumüberhitzung entgegenwirken. Auch die Art der Bepflanzung spielt eine Rolle (laubabwerfend/immergrün). Fassaden- und Dachbegrünungen erhöhen die Wärmespeicherfähigkeit von Gebäuden. Sie schützen außerdem vor Temperaturschwankungen und wirken sich somit positiv auf die Lebensdauer der Bauteile aus.<sup>1</sup>

## **Thermische Zonierung**

(543) Thermische Zonierung bedeutet die Aufteilung der Räume im Haus nach der Art ihrer Nutzung und mithin Aufteilung anhand ihrer Heiztemperaturniveaus. Sinnvoll ist eine Aufteilung, bei der Räume mit durchschnittlich höherer Raumtemperatur in den Südteil des Gebäudes gelegt werden, um einen möglichst hohen Anteil an solarem Wärmeeintrag zu erzielen. Nicht oder nur mäßig zu beheizende Räume sollten sich im nördlichen Teil des Gebäudes befinden, um die Wärmeverluste zu minimieren.

(544) Durch einen südorientierten Wintergarten kann bei entsprechender Nutzung eine zusätzliche thermische Pufferzone für das Gebäude geschaffen werden. Die anfallenden Wärmegewinne können in Form von vorgewärmter Zuluft zur Minderung des Heizenergiebedarfs beitragen.

### ***4.3.1.2.3 Einsparpotenziale im Gebäudebestand***

(545) Der Heizwärmebedarf in Neubauten wurde durch gesetzliche Vorgaben stetig reduziert. War in der Wärmeschutzverordnung 1984 (WSVO 84) noch ein spezifischer Heizwärmebedarf von 12 bis 140 kWh/m<sup>2</sup>a zulässig, so beschränkt die WSVO 95 diesen Wert auf 50 bis 100 kWh/m<sup>2</sup>a. Die wärmetechnische Qualität der nach Einführung der WSVO 1995 errichteten Gebäude bedeutet zwar einen erheblichen Fortschritt, kann jedoch mit wirtschaftlichen Maßnahmen noch verbessert werden. Der schwedische und dänische Wohnungsbau, sowie die große Anzahl der in der Bundesrepublik Deutschland inzwischen errichteten Niedrigenergiehäuser (NEH) liefern seit Jahren den Beweis dafür, dass ein spezifischer Jahresheizenergiebedarf im Bereich von 30–70 kWh/m<sup>2</sup>a weder zu einer deutlichen Kostensteigerung führt, noch unkonventioneller Baumethoden bedarf. Die Enquete-Kommission hält eine Reduzierung des spezifischen Heizenergiebedarfs um die

---

<sup>1</sup> DIfU (1997).

Hälfte – bei angepasster Bauweise – mit gleichen Baukosten für möglich.<sup>1</sup> Dem trägt die Energieeinsparverordnung 2002 Rechnung; sie führt beim Wärmeschutzstandard von Neubauten zu einer Annäherung an die Werte von Niedrigenergiehäusern.

(546) In Anbetracht des hohen Anteils an Altbauten im Gebäudebestand der Bundesrepublik Deutschland – der auch über Jahrzehnte hinweg noch dominant bleiben wird – liegen die Einsparpotenziale stärker im Altbau- als im Neubaubereich.

(547) Zu den im Bestand erschließbaren Einsparpotenzialen gibt es eine Vielzahl wissenschaftlicher Untersuchungen. Unter anderem beschäftigte sich das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) in Darmstadt im Auftrag der Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ mit dieser Frage. Es kam zu dem Ergebnis, dass mit den am Markt verfügbaren Techniken zum verbesserten Wärmeschutz ein technisches Einsparpotenzial im Wohngebäudebestand von etwa 70 %<sup>2</sup> bzw. 77 % in den neuen und 71 % in den alten Bundesländern<sup>3</sup> erschließbar ist. Auch Ebel beschreibt ein technisches Einsparpotenzial an Heizenergie in Wohngebäuden von über 70 %.<sup>4</sup>

---

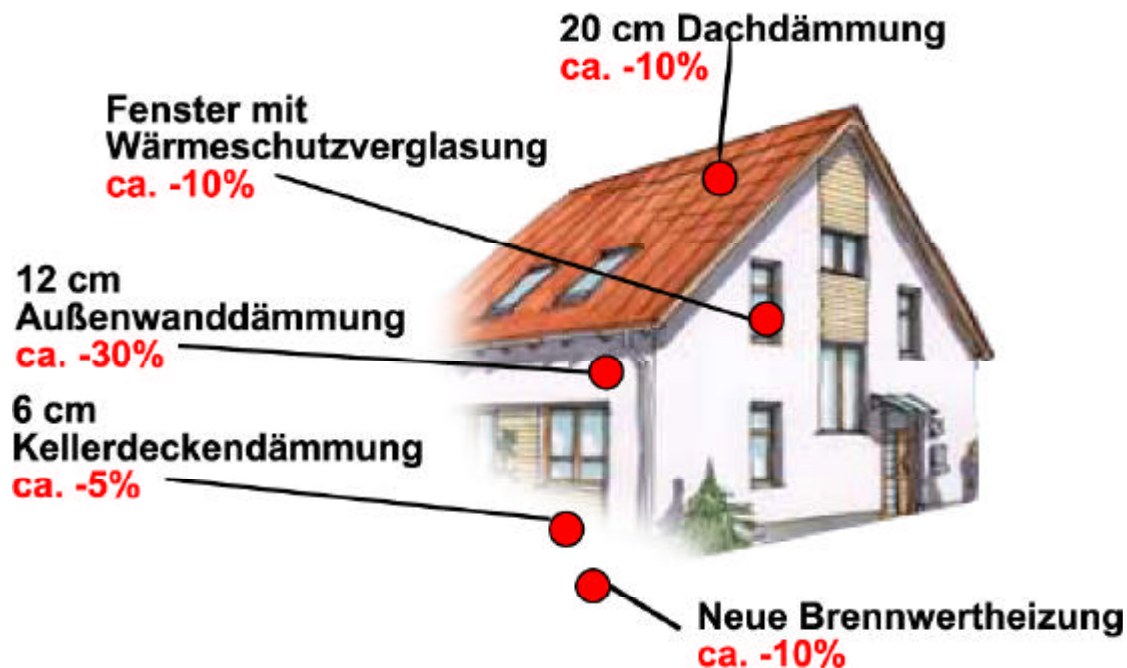
<sup>1</sup> Enquete (1990).

<sup>2</sup> IWU (1989).

<sup>3</sup> Ebel u.a. (1995).

<sup>4</sup> Ebel u.a. (1996)

Abbildung 4–11: Energieeinspareffekte verschiedener baulicher Sanierungsmaßnahmen



Anmerkung: Die Werte sind als Richtwerte zu verstehen.

Quelle: BINE Informationsdienst: basisEnergie Nr. 9, [www.bine.info](http://www.bine.info).

(548) Das Institut Wohnen und Umwelt<sup>I</sup> hat auch die Einsparpotenziale verschiedener Maßnahmen untersucht. Beispielhaft ergeben sich (Abbildung 4–11):

- Durch sorgfältige nachträgliche Außenwanddämmung im Gebäudebestand können die Energieverluste durch die Wände um bis zu 75 % reduziert, durch einen hohen Dämmstandard beim Neubau mindestens halbiert werden.
- Wärmeschutzglas bietet einen um 50 – 60 % besseren Wärmeschutz als die herkömmliche Isolierverglasung.
- Die Verluste durch die Geschossdecken können je nach Dämm-Maßnahme und vorhandener Konstruktion um bis zu 90 % reduziert werden.
- Die Heizenergieverluste durch die Fußböden können um 40 % vermindert werden.
- Die Heizenergieverluste können um bis zu 10 % verringert werden, wenn die Thermostatventile während der Abwesenheit geschlossen werden.

<sup>I</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (2001a,b).

- Durch gut gedämmte Verteilungen können bis zu 10 % der jährlich benötigten Heizenergie eingespart werden.

(549) In einer Studie für diese Enquete-Kommission ermittelte die STE-Gruppe des Forschungszentrums Jülich<sup>1</sup> das Endenergie-Einsparpotenzial durch Sanierung der Gebäudehülle im Wohnbereich und durch Abrisse von 1999 bis 2020 und von 1999 bis 2050. Legt man einen mittleren Gesamtnutzungsgrad für den Bestand von 1999 von 78 % (inkl. Kessel und Heizungsverteilung) zugrunde, dann ergeben sich die in Tabelle 4-23 dargestellten Endenergie-Einsparungen. Da der Nutzungsgrad nicht verändert wird, beziehen sich die ermittelten Einsparungen nur auf die Gebäudehülle.

**Tabelle 4-23: Gesamtes Endenergie-Einsparpotenzial bis 2020 und bis 2050**

	2020	2020	2020	2050	2050	2050
	Sanierungs- potenzial	Einsparung durch Abriss	Gesamt- einsparung	Sanierungs- potenzial	Einsparung durch Abriss	Gesamt- einsparung
	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ	PJ
EFH	182	94	276	404	267	671
RDH	62	24	86	145	72	218
KMH	72	44	116	166	106	272
GMH	74	20	95	181	77	258
<b>Summen</b>	<b>390</b>	<b>183</b>	<b>573</b>	<b>897</b>	<b>523</b>	<b>1.419</b>
EFH = Einfamilienhaus						
RDH = Reihendoppelhaus						
KMH = Kleines Mehrfamilienhaus						
GMH = Großes Mehrfamilienhaus						

(550) Bezogen auf den Verbrauch der Haushalte für Raumwärme im Jahre 1999 in Höhe von 2 082 PJ entspricht die gesamte Einsparung im Jahre 2020 von 573 PJ einer Einsparrate von rund 28 %. Bis 2050 werden mit 1 419 PJ rund 68 % erreicht. Die Voraussetzungen für dieses Ergebnis sind: ein gehobener Sanierungsstandard (NEH ab 2005 und NEH+ ab 2020), eine hundertprozentige Sanierungseffizienz, eine Abrissrate von 25 % bis 2050 und ein (energetisch) nicht sanierbarer, denkmalgeschützter Gebäudeanteil von 15 %. Diese aktuellen Ergebnisse weichen von den bereits dargestellten Einsparpotenzialen nicht ab.

(551) Es gibt bereits zahlreiche Beispiele dafür, dass die in bisherigen Studien ermittelten Einsparpotenziale im Bereich von 70 % keine theoretischen Werte darstellen, die in der Praxis kaum oder nur schwer zu erreichen sind. Vielmehr zeigt sich, dass auch der NEH-Standard durch nachträgliche Wärmeschutzmaßnahmen an Altbauten zu erreichen ist (Tabelle 4–24). Beispiele aus dem Projekt „50 Solarsiedlungen“ des Landes Nordrhein-

Westfalen zeigen, dass bei einer Sanierung auf Siedlungsebene unter Einbeziehung solarer Komponenten Niedrigenergie-Standards zu marktkonformen Preisen erreicht werden können (vgl. Kasten 4–1 und als weiteres Beispiel auch Kasten 4–2).

**Tabelle 4–24: Beispiele für die energetische Sanierung von Altbauten**

Gebäudetyp, Baujahr	Wohnfläche m <sup>2</sup>	Standort	Spez. Heizenergiebedarf vor Sanierung kWh/m <sup>2</sup> xa	Spez. Heizenergiebedarf nach Sanierung kWh/m <sup>2</sup> xa	Einsparung %
MFH, Punkthaus in Betonskelett- Bauweise, 1965	1926	Karlsruhe- Waldstadt	187	52	72
MFH, Reihenhaus mit 25 cm Bimssteinmauer- werk, 1939		Ludwigshafen	187	57	70
MFH Doppelblock, 1967	884	Hamelnd-Afferde	154	44	71
großes MFH	1968	Hildesheim- Sarstedt	160	55	66
MFH-Zeile, 1909	3200	Köln	275	55	80

Quelle: WWF (2001)

Kasten 4–1: Altbausanierung Köln-Bilderstöckchen

Im Wohnungsbestand liegen im Vergleich zu Neubauvorhaben zweifellos die größeren Potenziale zur Energieeinsparung. Aus diesem Grund ist die Umsetzung von Solarsiedlungen im Bestand wie in Köln-Bilderstöckchen von besonderer Bedeutung. Das Projekt soll die Möglichkeiten der Solarenergienutzung für die Wärme- und Stromversorgung von Gebäuden auf Siedlungsebene nicht nur demonstrieren, sondern dem solaren Bauen auch einen weiteren Impuls verleihen und somit die breite Markteinführung unterstützen.

Das Projekt Köln-Bilderstöckchen, ein Projekt im Rahmen des Leitprojektes der Landesinitiative Zukunftsenergien Nordrhein-Westfalen, wird von

- dem Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport,
- dem Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr und
- dem Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung

des Landes Nordrhein-Westfalen getragen.

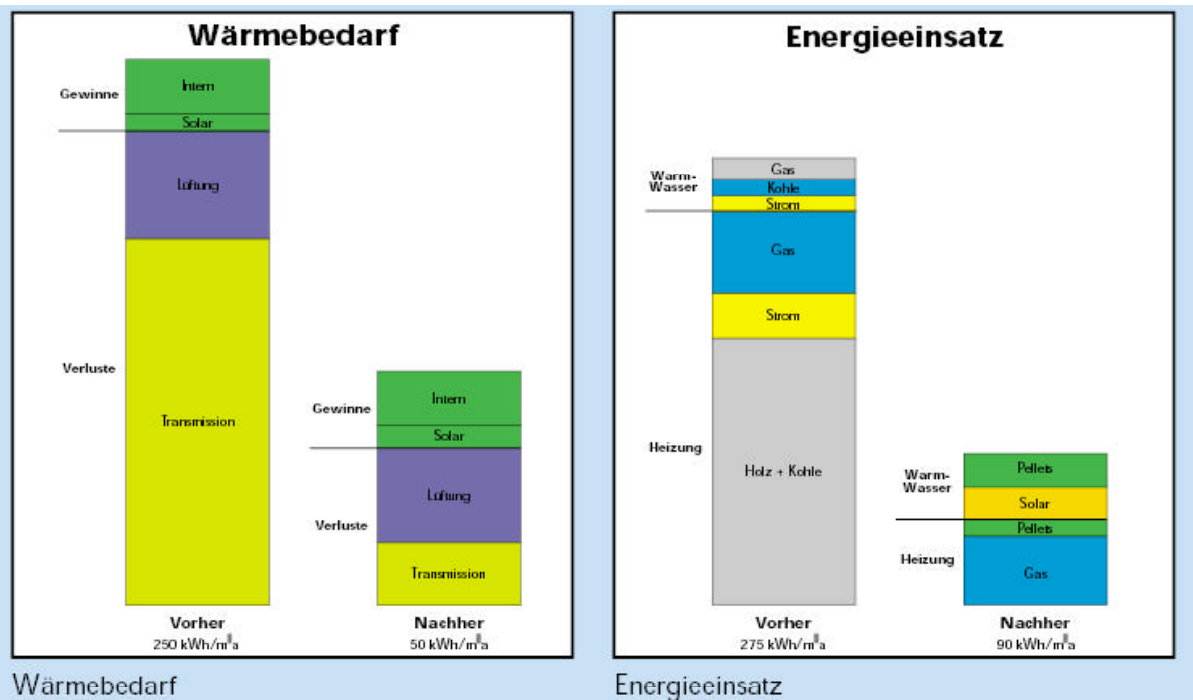
<sup>1</sup> Kleemann u.a. (2002).





Der Wohnwert der zukünftig 78 Wohnungen wird durch die erstmalige Schaffung moderner Badezimmer, Erweiterung des Wohnraums durch Balkonbauten, Erneuerung sämtlicher sanitärer Ver- und Entsorgungsleitungen sowie durch neue, zeitgemäße Elektroanlagen verbessert.

Die Kaltmiete für die derzeitigen Bewohner der Bestandswohnungen konnte auf 5 €/m<sup>2</sup> (9,80 DM/m<sup>2</sup>)<sup>1</sup> nach der Sanierung festgeschrieben werden. Darüber hinaus werden die Heizkosten 26 ct./m<sup>2</sup> (50 Pf/m<sup>2</sup>) pro Monat nicht überschreiten.



Ziel ist es, den Heizenergieverbrauch gegenüber der alten Bebauung um 80 % (Faktor 5) zu verringern. Neue hochgedämmte Fenster, 16 cm Wärmedämmung der Außenwände, weitere hochwertige Wärmedämmungen zum Keller und im Dach werden durch eine extreme Luftdichtigkeit ergänzt. Im Zusammenspiel mit einem

<sup>1</sup> 1 Euro = 1,95583 DM.

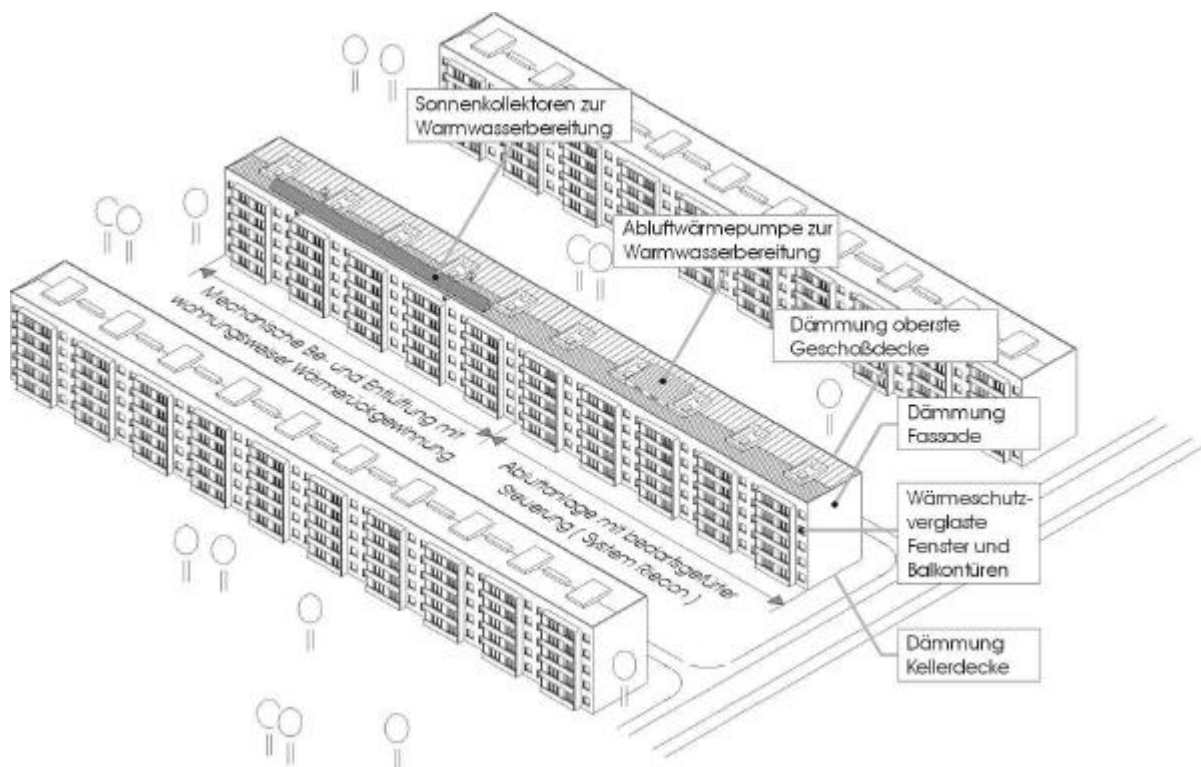
kontrollierten Wohnungsbelüftungssystem kann so der spezifische Raumwärmebedarf drastisch verringert werden.

Der Warmwasserbedarf wird durch eine 192 m<sup>2</sup> große Solarkollektoranlage und eine Holzpellettheizung zu 100 % aus erneuerbaren Energien gedeckt. Neben der Biomasseheizung aus Holzpellets wird eine Gaszentralheizung die Wohnräume an den kalten Tagen mit Wärme versorgen.

#### Kasten 4–2: Siedlungsbau Ost, Berlin-Köpenick

Im Südosten von Berlin verwaltet die KÖWOGE Köpenicker Wohnungsgesellschaft mbH einen Wohnungsbestand von ca. 15 000 Wohnungen. Dazu gehört auch das Albert-Schweitzer-Viertel mit insgesamt 950 Wohnungen.

Im Jahre 2000 hat die KÖWOGE im Rahmen des Förderprogramms „Energiegerechte Sanierung EnSan“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) für die P2-Blöcke der Albert-Schweitzer-Straße 31-40 ein Modellbauvorhaben in Angriff genommen. Ziel des Vorhabens ist eine nachhaltige Reduzierung des Heizenergiebedarfes bei gleichzeitiger Erhöhung des Lüftungskomforts. Der zu erwartende Energiemehrverbrauch durch die Lüftungsanlagen soll durch innovative Konzepte zur Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung begrenzt und der gesamte Heizenergieverbrauch um 60 % gegenüber dem Zustand vor der Modernisierung reduziert werden. Die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung von 1995 werden damit deutlich unterschritten. Die bisherigen Heizenergieverbräuche in den beiden P2-Bauten aus dem Jahre 1965 lagen bei durchschnittlich 180 kWh/m<sup>2</sup>a. Besonders hohe Verbräuche wurden in den Erdgeschosswohnungen mit ca. 270 kWh/m<sup>2</sup>a festgestellt.



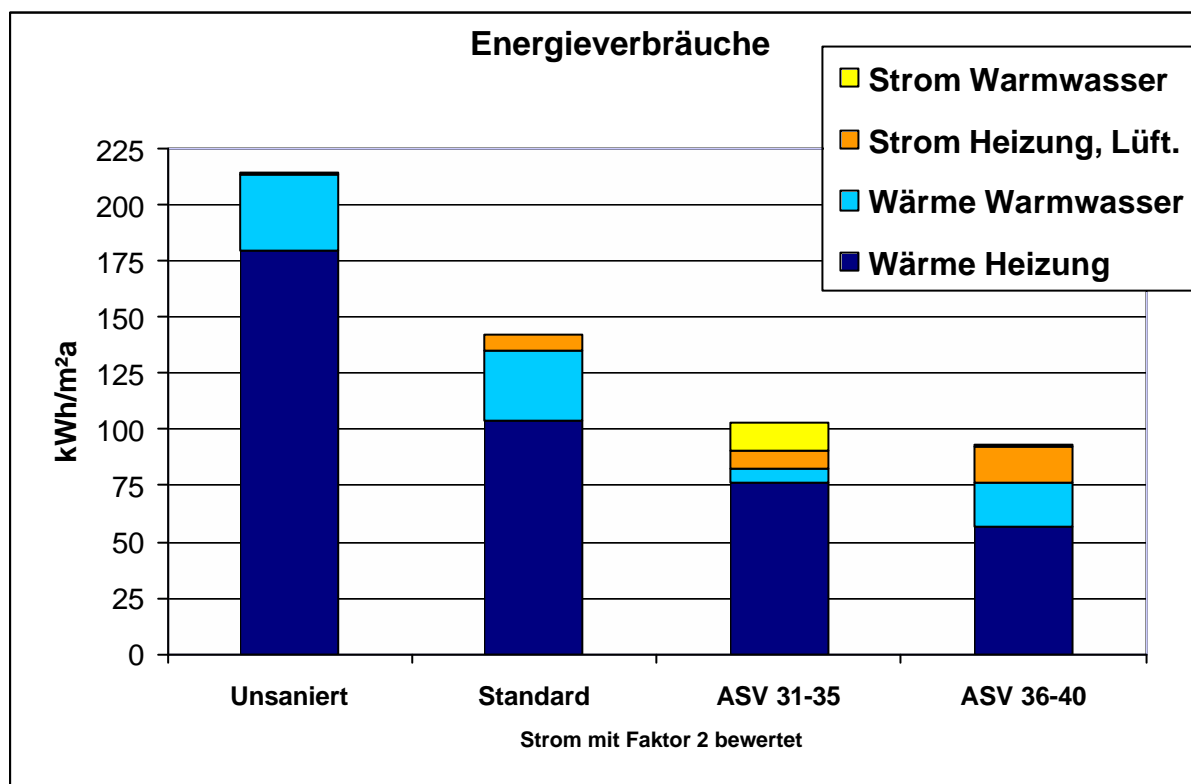
Am Gesamtgebäude wurden im Jahre 2001 ein intelligenter Mix verschiedener energiesparender bzw. klimaschonender Technologien und baulicher Maßnahmen ausgeführt.

Gegenüber den beiden Forschungsgebäuden dienen zwei Blöcke mit insgesamt 200 Wohnungen als Referenzgebäude, die nach dem bei der KÖWOG üblichen Standard modernisiert und mit einer Abluftanlage versehen wurden.

Für die Mieter wurden die umfangreiche Anlagentechnik und ihre Handhabung nach Kräften transparent gemacht. Um eine große Akzeptanz für das Vorhaben zu erlangen, wurden sie bereits zu einem frühen Stadium in das Projekt mit einbezogen.

Die Baumaßnahmen am Gebäude sind inzwischen abgeschlossen. Die Datenerfassung zu Forschungszwecken wird in den nächsten Jahren noch fortgesetzt. Für die Zukunft wird eine Reduzierung im Heizenergiebezug um zwei Drittel erwartet.

Die CO<sub>2</sub>-Einsparung pro Jahr durch das Projekt beträgt 134.705 kg.



Erläuterung zur Grafik: ASV 31-35 ist obigen Bild der rechte, ASV 36-40 der linke Teil des Gebäudes.

(552) Auf der Basis der 1989 von der Enquete-Kommission vorgegebenen oberen Preisszenarien beträgt das wirtschaftliche Potenzial etwa 52 %.<sup>1</sup> Aktualisierte Studien aus den Jahren 1995 bzw. 1997 geben das wirtschaftlich erreichbare Einsparpotenzial in Abhängigkeit von der Energiepreisentwicklung an (vgl. Tabelle 4–25).<sup>2</sup> Nach der STE-Studie sind im Falle einer Wirtschaftlichkeitsrechnung mit einer günstigen Verzinsung von 4 % (real)

<sup>1</sup> IWU (1989).

<sup>2</sup> Ebel (1995).

und einer Abschreibungsdauer, die der technischen Lebensdauer entspricht, die Energiekosteneinsparungen durch geringeren Energieverbrauch fast über den ganzen Kostenbereich höher als die Jahreskosten aus der Investition. Bei volkswirtschaftlicher Berechnung lohnen sich die Sanierungsmaßnahmen auf jeden Fall. Wesentlich ungünstiger sieht die Kalkulation auf einzelwirtschaftlicher Basis aus. Wird mit marktüblichen Zinssätzen von 8 % und üblichen Abschreibungsdauern von 12 Jahren gerechnet, dann liegen nur die kostengünstigsten Maßnahmen gerade noch an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit.<sup>1</sup>

**Tabelle 4–25: Wirtschaftliches Einsparpotenzial bei unterschiedlichen Energiepreisen**

	Alte Bundesländer	Neue Bundesländer
Zahl der Wohnungen	26 Mio.	6,6 Mio.
Heutiger Heizwärmebedarf	340 TWh	74 TWh
Technisches Einsparpotenzial	71%	77%
Wirtschaftliches Einsparpotenzial bei einem mittleren zukünftigen Wärmepreis von:		
3,1 ct./kWh	38%	53%
4,1 ct./kWh	43%	62%
6,6 ct./kWh	53%	63%

(553) In allen Fällen wird eine Kopplung der Wärmeschutzmaßnahmen an ohnehin durchzuführende Instandsetzungs- oder Modernisierungsmaßnahmen vorausgesetzt. Aufgrund der zum Teil mehrere Jahrzehnte dauernden Instandsetzungszyklen ist für die Ausschöpfung des gesamten wirtschaftlichen Potenzials im Gebäudebestand ein entsprechend langer Zeitraum erforderlich – wenn nicht politische Maßnahmen zu einer Verkürzung der Instandsetzungszyklen führen.

#### **4.3.1.3 Die Einsparpotenziale bei Neubauten in der Bundesrepublik Deutschland**

(554) Neubauten ersetzen den durch Abriss entstandenen Wohnraumverlust und decken den zusätzlich entstehenden Wohnungsbedarf ab. Dieser zusätzliche Bedarf resultiert aus steigenden Haushaltszahlen und einem steigenden Wohnflächenbedarf pro Kopf. Neubauten führen grundsätzlich zu zusätzlichen Emissionen, sofern es sich nicht um Nullenergiehäuser handelt. Ein Teil dieser zusätzlichen Emissionen wird durch den Abriss der alten Wohngebäude kompensiert.

---

<sup>1</sup> Kleemann (2002).

#### *4.3.1.3.1 Solare Architektur*

(555) Heizen durch passive Nutzung von Sonnenenergie funktioniert nach dem Prinzip, daß Strahlungsenergie, die von außen auf das Gebäude fällt, gesammelt, gespeichert und in kontrollierter Weise genutzt wird. Als Sammler (Kollektor) dienen die Oberfläche des Gebäudes und die Innenflächen. Die Wände des Gebäudes und die Bauteile im Inneren dienen als Speichermasse, welche die Energie aufnimmt und langsam wieder abgibt. Damit das richtig funktioniert, muss das Gebäude den Klimaverhältnissen angepasst sein. Vordächer, Pflanzen und andere Schattenspender halten die Sonne während der Sommermonate vom Gebäudeinneren fern und verhindern eine Überhitzung.

(556) Dieses Prinzip der passiven Solarenergienutzung ist schon seit Sokrates Zeiten bekannt und wird leider immer noch viel zu selten bei der Planung von Gebäuden angewendet – hier existiert noch ein großer Weiterbildungsbedarf bei Architekten und Ingenieuren. Passive Nutzung von Sonnenenergie ist im Grunde nichts anderes als eine den regionalen Klimabedingungen angepasste Bauweise. Entwurfsprinzipien dieser Bauweise sind:

- möglichst geringer Wärmeverlust durch die Gebäudehülle dank eines möglichst günstigen Verhältnisses von Oberfläche zu Volumen, guter Wärmedämmung und Winddichtigkeit;
- temporärer Wärmeschutz vor den Fenstern;
- optimierte Lüftung (auch Kühlung) evtl. in Verbindung mit Wärmerückgewinnungssystemen;
- Optimierung des Gebäudes nach Stärke und Richtung der Sonneneinstrahlung und anderen Faktoren des Kleinklimas am Standort, insbesondere auch der Windverhältnisse;
- tendenziell Ausrichtung und Konzentration der Fensterflächen nach Südosten bis Südwesten;
- Unterteilung des Gebäudeinneren nach Nutzungszonen und den dort jeweils gewünschten Temperaturen (Zwiebelschalenprinzip). Räume, in denen die Temperaturen niedrig sein sollen, liegen außen und Richtung Norden, warme Räume liegen in der Mitte und Richtung Süden; in warmen Regionen wird dieses Prinzip umgekehrt angewandt;
- Einplanen von Speichermassen im Gebäudeinneren;

- Wintergärten, Atrien und andere Pufferzonen;
- Nutzung interner Wärmequellen, d.h. Austausch von Wärme innerhalb des Gebäudes;
- Austausch der Wärme möglichst durch natürliche Konvektion;
- Schattenspender, die sich jahreszeitlich unterschiedlich einstellen lassen (oder dies selbst tun wie z.B. Pflanzen);
- intelligente Verknüpfung all dieser Möglichkeiten durch einen integralen Planungsprozess.

(557) Sonnengerechtes Bauen, d.h. die direkte oder indirekte Nutzung der Sonnenstrahlung zur Reduktion der Heizungs- und Lüftungsenergie, ist im Neubau am leichtesten realisierbar. Entsprechendes Fachwissen und den gemeinsamen Wunsch von Bauherren, Architekten und Planern vorausgesetzt (Integrales Planen) müsste sonnengerechte Architektur in Deutschland längst Standard sein.<sup>1</sup> Zwar gibt es entsprechende computergestützte Planungsinstrumente; diese werden allerdings oft erst ab einer gewissen Größe des Gebäudes eingesetzt. Die Realisierung von „Niedrigenergiehäusern“ mit einem Heizbedarf von weniger als 40 kWh/m<sup>2</sup> und Jahr ist aber heute für praktisch alle Gebäudetypen ohne übermäßigen zusätzlichen Aufwand an Investitionsmitteln erreichbar (vgl. auch Abbildung 4–11).

(558) Schaut man sich den Energieverbrauch von Gebäuden an, die nach den Prinzipien der passiven Solarenergienutzung gestaltet worden sind, und vergleicht ihn mit dem konventioneller Bauten, dann wird das enorme Potenzial sichtbar, das in dieser „Energiequelle“ steckt. Wie groß der Anteil des Energiebedarfs ist, der mit der Sonne gedeckt werden kann, hängt nicht nur von der Qualität des architektonischen Entwurfs ab, sondern auch von Haustyp und regionalem Klima.

(559) Im Rahmen des Monitor-Projektes der Europäischen Gemeinschaft sind unterschiedliche Haustypen in Europa untersucht worden. Nach dieser Studie deckt die Sonne bereits heute in den bestehenden Häusern 10 bis 15,5 % des Energiebedarfs. Der EG-Studie lässt sich entnehmen, dass Mehrfamilienhäuser im Durchschnitt weitere 30 % ihres Energiebedarfs durch passive Nutzung der Sonnenenergie decken können; in südlichen Breiten Europas können auch Werte um 70 % erreicht werden, und in nördlichen Breiten sind Lösungen untersucht worden, die 40 % Energiegewinn bringen. Bei

---

<sup>1</sup> Michael, K. (1997); Weiblen, R.-D. (1997); Voss, K. (1997).

Einzelgebäuden ermittelte die Studie einen möglichen Sonnenenergiebeitrag von im Durchschnitt mehr als 35 %, in südlichen Gebieten bis zu 60 %.

(560) Einige bemerkenswerte Aspekte fallen bei Betrachtung der verschiedenen realisierten Solarbauten auf:

- Der Prozentsatz, zu dem der Energiebedarf durch die Sonnenenergie gedeckt werden kann, hängt nicht von der geographischen Lage ab,
- die erreichten Deckungsgrade streuen auch bei Neubauten sehr stark und
- selbst der Energieverbrauch gleicher Gebäude an einem Ort kann sehr unterschiedlich sein.

(561) Berücksichtigt man die Tatsache, dass es inzwischen in verschiedenen Ländern mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen einige „Nullenergie-“ oder „Plusenergiehäuser“ gibt, so drängt sich der Schluss auf, dass der Beitrag, den die Sonne zur Deckung des Energiebedarfs in heute gebauten oder sanierten Gebäuden leisten kann, im Wesentlichen von vier Parametern abhängt: von der Qualität und Konsequenz der Umsetzung der Prinzipien solarer Architektur, vom Verhalten der Bewohner, vom Standort der Häuser (Stadt/Land) und erst an letzter Stelle von den Kosten.

(562) Nach dem heutigen Stand der Technik kann eine Reihe von Gebäuden vollständig mit Solarenergie versorgt werden. Durch die Kombination von wärmetechnischen Maßnahmen und passiv-solaren Entwurfsprinzipien kann der Energiebedarf so weit gesenkt werden, dass Anlagen zur aktiven Nutzung der Sonnenenergie wie Sonnenkollektoren und Biomasse-befeuerte Heizwerke, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen oder Wärmepumpen die energetische Lücke schließen können. Bei ungünstigen Standorten muss mittels einer guten Isolierung die durch aktive Anlagen benötigte Wärmemenge minimiert werden. In verschiedenen Regionen Europas, insbesondere in den südlichen Ländern aber auch weiter nördlich, kann in vielen Fällen auf eine aktive Energieversorgung (fast) ganz verzichtet werden.

(563) Das Projekt des Landes Nordrhein-Westfalen „50 Solarsiedlungen“ zeigt, dass solche „Solarsiedlungen“ auch zu vernünftigen Preisen erstellbar sind, denn hier werden zu Marktpreisen im Neubau Siedlungen geschaffen, die sich durch eine integrale Planung nach Prinzipien solarer Architektur, den Einsatz effizienter Energietechnologien und erneuerbarer Energie-Techniken auszeichnen und sich wegen des stark reduzierten Energiebedarfs in hohem Maße aus erneuerbaren Energiequellen selbst versorgen können.

## Kasten 4–3: Solarsiedlung Gelsenkirchen-Bismarck

Die von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen getragene Landesinitiative Zukunftsenergien NRW unterstützt die Umsetzung innovativer Projekte in den Bereichen Energiesparen, rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen. Dabei sollen die Möglichkeiten der Solarenergienutzung für die Wärme- und Stromversorgung von Gebäuden auf Siedlungsebene nicht nur demonstriert, sondern dem solaren Bauen weitere Impulse verliehen und somit die breite Markteinführung unterstützt werden.

Im Sinne eines ganzheitlichen Konzeptes bedeutet dies daher nicht nur die energetische Optimierung der Einzelgebäude, sondern auch eine Optimierung auf städtebaulicher Ebene unter energetischen sowie unter sozialen und ökologischen Gesichtspunkten.



Quelle: Landesinitiative Zukunftsenergien NRW

In Gelsenkirchen-Bismarck ist an der Bramkampstraße die erste Solarsiedlung des Ruhrgebietes entstanden. Auf einer Fläche von ca. vier Hektar haben zwei Bauträger 72 Reihenhäuser in Randlage der ehemaligen Steinkohlenzeche Consolidation errichtet:

- Im nördlichen Bereich entstanden 29 unterkellerte Massivhäuser mit giebelständigen Satteldächern und
- im südlichen Bereich 43 massive Pultdachhäuser – überwiegend nicht unterkellert -, davon 16 in Massivbauweise und 22 in Holzrahmenbauweise.

Die gute Wärmedämmung der Gebäude senkt den Heizwärmebedarf unter den NEH-Standard.

Merkmale der Siedlung:

- Wohnfläche der Häuser: 110 – 140 m<sup>2</sup>, 2 1/2 Geschosse, Grundstücksgrößen im Mittel 200 m<sup>2</sup>,
- GRZ: 0,4 (+ max. 50 %), GFZ: 0,8,
- A/V-Verhältnis: 0,5 (1/m),

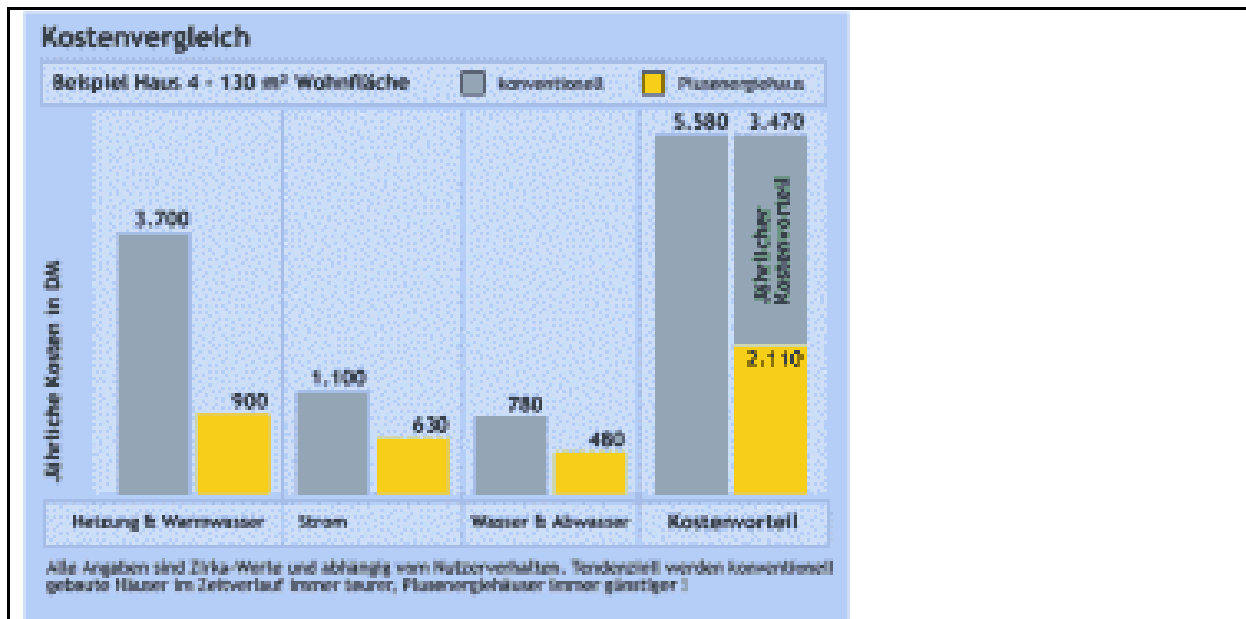


- Berechneter Jahresheizwärmebedarf: 30 – 45 kWh/m<sup>2</sup>a,
- 60 – 65 % solare Deckung des Warmwasserbedarfes (470 m<sup>2</sup> Kollektorfläche),
- 40 % Deckung des Strombedarfes über Photovoltaik (installierte Leistung: 80 kWp),
- Kontrollierte Wohnraumlüftung mit und ohne Wärmerückgewinnung,
- Nachweis der Gebäudedichtigkeit über Blower-Door-Tests,
- Dezentrale und hausgruppenweise Energieversorgung,
- Wärmedämmstandard 40 – 60 % unter WSchVO '95 (NEH und passiv-solare Bauweise):
- k-Werte der Gebäudehülle (W/m<sup>2</sup>xK):
  - Wand: 0,20 – 0,23
  - Fenster: 1,1 – 1,4
  - Dach: 0,13 – 0,18
  - Boden: 0,19 – 0,26
- Installation eines Kochgasnetzes,
- Häuser z.T. mit Gründächern,
- Regenwasserversickerung über offene Mulden.

Die Solarsiedlung wurde Ende des Jahres 2001 fertiggestellt.

Einen Überblick sowie Messergebnisse und Auswertungen findet man unter [www.Solarsiedlungen-TUV.de](http://www.Solarsiedlungen-TUV.de).

Kasten 4–4: Graphik: Kostenvergleich am Beispiel Solarsiedlung Freiburg



#### Kostenvorteile durch ökologisches Bauen

Ambitionierte Architekten und Projektentwickler entwickeln inzwischen eine Generation von Solarhäusern, die mit Hilfe der Sonne mehr Energie erzeugen, als die Bewohner der Häuser verbrauchen. Kompakte Bauweise, außergewöhnlich guter Wärmeschutz und eine aktive Lüftung mit Wärmerückgewinnung reduzieren den Energiebedarf auf ein Minimum. „Plusenergiehäuser“ müssen nur wenige Wochen im Jahr geheizt werden. Sie benötigen nur ein Zehntel des Heizenergiebedarfs eines konventionellen Hauses und machen die Bewohner unabhängig von Öl- und Gaspreisentwicklungen. Die Wirtschaftlichkeit solcher Projekte ist mittlerweile sehr gut.

#### 4.3.1.3.2 Potenzial der Energieeinsparungen im Neubaubereich

(564) Nach den Untersuchungen der STE für die Enquete-Kommission werden die Einsparpotenziale als die Unterschreitung der Energieverbräuche mit zukünftigen Neubauten gegenüber einer geltenden Referenz-Verordnung definiert. Für die folgenden Abschätzungen wird die Energieeinsparverordnung (EnEV) von heute bis zum Jahre 2050 als Referenz zugrundegelegt.

(565) In den letzten 30 Jahren sind die Bestimmungen für den Wärmeschutz im Gebäudebereich viermal (vgl. Abbildung 4-9), d.h. durchschnittlich alle sieben Jahre, verschärft worden. Dabei hat sich der mittlere zulässige Heizwärmeverbrauch etwa um den Faktor 5 verringert. Obwohl der Spielraum für zusätzliche Einsparungen inzwischen klein geworden ist, existieren noch weitere Möglichkeiten. Weitere Stufen zur Verringerung des zulässigen Wärmebedarfs wären das Niedrigenergiehaus (NEH), das Passivhaus, das Nullenergiehaus, die konsequente Nutzung der solaren Anteile und der Übergang einer

Betrachtung vom Einzelgebäude zu einem solaren Siedlungskonzept (Tabelle 4-26 und Kasten 4–4).

(566) In der Schätzung der STE-Gruppe zu der Entwicklung im Neubaubereich wird eine stufenweise Weiterentwicklung der Wärmeschutzverordnung für den Neubaubereich bis auf das Passivhausniveau in folgenden Schritten unterstellt (Abbildung 4–12):

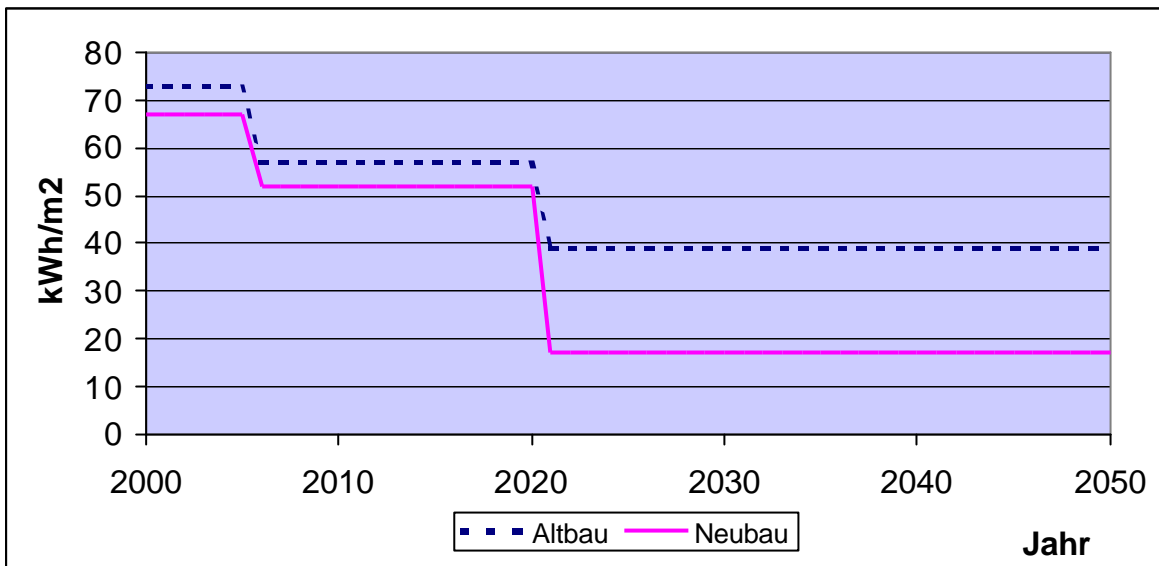
- Bis 2005 gilt die Energieeinsparverordnung EnEV.
- Von 2005 bis 2020 gilt ein gegenüber der EnEV um 22 % verschärfter NEH-Standard für den zulässigen Heizwärmeverbrauch.
- Von 2020 bis 2050 soll der Passivhausstandard zur Anwendung kommen. Dieser Standard bedeutet gegenüber der EnEV eine Verringerung des mittleren Heizenergieverbrauchs um rund 75 %.

**Tabelle 4–26: Fiktives Heizwärme-Einsparpotenzial und Netto-Mehrverbrauch durch verstärkte Einführung der Passivhausbauweise 2050**

		2020	2050
Neubaufäche insgesamt*	Mio. t	588	1240
Gesamtverbrauch des Neubaus nach EnEV	PJ	149	315
Einsparpotenzial durch Verschärfung der EnEV	PJ	-24,5	-148
Netto-Mehrverbrauch durch Neubau	PJ	125	167
*Das zukünftige Neubaulniveau wird entsprechend der Langfrist-Studie von Kleemann u.a. 2000 - „Die Entwicklung des Wärmemarktes für den Gebäudesektor bis 2050“ festgelegt.			

(567) Würden alle Neubauten bis 2050 nur nach der EnEV gedämmt, dann würde der Verbrauch an Heizwärme bis 2020 (2050) um 149 PJ (315 PJ) ansteigen. Bis 2020 führt die 2005 beginnende Verschärfung der EnEV um 22 % zu Einsparungen von 24,5 PJ. Die Einführung der Passivhausbauweise für alle Neubauten ab 2020 lässt die Einsparungen bis 2050 auf 148 PJ anwachsen. Entscheidend ist schließlich der verbleibende Netto-Mehrverbrauch, der sich 2020 (2050) auf 125 PJ (167 PJ) beläuft. Dieser lässt sich nur vermeiden, wenn entsprechend z.B. solare Wärmeversorgung zum Zuge kommt.

Abbildung 4–12: Unterstellte Entwicklung des zulässigen Heizenergieverbrauchs im Wohngebäudebereich.



#### 4.3.1.4 Die Einsparpotenziale bei der Verwendung elektrischer Energie im privaten Wohnsektor

(568) Gerade im Bereich der elektrischen Verbraucher sind bereits seit langem technische Lösungen und Optionen mit hohem Einsparpotenzial bekannt, erprobt und in Gebrauch.

(569) Die Energieeinsparung durch die Markteinführung energiesparender Geräte (bisher überwiegend nur bei Kühl- und Gefriergeräten sowie Spül- und Waschmaschinen) wurde durch den Zuwachs im Ausstattungsstandard (vor allem Spülmaschinen, Gefriergeräte, Computer, TV, Videogeräte etc.) und Komforterhöhungen (z.B. Stand-by-Funktion) bei elektrischen Geräten praktisch kompensiert.

(570) Im Jahr 1999 verbrauchten die bundesdeutschen Haushalte etwa 468 PJ Strom. Der größte, einer spezifischen Verwendung zuzuordnende Anteil am Verbrauch liegt bei den Kühl- und Gefriergeräten (17,8 %). Als weitere große Verbraucher in den Haushalten folgen Elektroheizung (14,6 %) und die Erwärmung von Wasser mit 11,6 % (Tabelle 4–27).

**Tabelle 4–27: Haushaltsstromverbrauch nach Anwendung, 1999.**

Verwendung	Verbrauch PJ	Anteil %
Elektroheizung	68,1	14,6
Beleuchtung	33,1	7,1
Kühlen/Gefrieren	83	17,8
Elektroherd	35,5	7,6
Waschen, Spülen, Trocknen	40,6	8,7
Warmwasser	54,1	11,6
Radio/Fernsehen	27,5	5,9
Kleinheizgeräte	7,5	1,6
Sonst. Geräte	94,2	20,2
Übriger Verbrauch*	23,3	5
Summen		100,1

\* Gemeinschaftsanlagen (z.B. Treppenhausbeleuchtung), Aufzüge, Klimaanlage, Heizungspumpen

Quellen: VDEW 1998, HEA 1999<sup>I</sup>

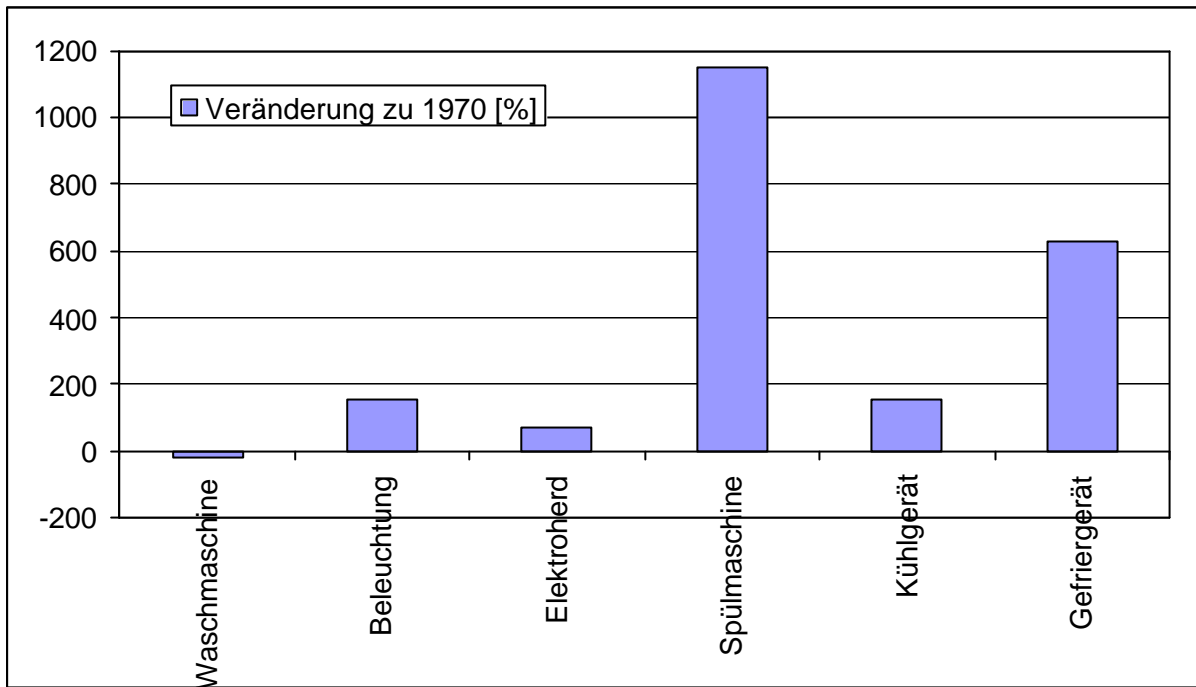
(571) Eine Betrachtung der Entwicklung des Stromverbrauchs pro Haushalt zeigt einen starken Anstieg des Bedarfs bis zum Beginn der Achtzigerjahre (Anstieg: 1.936 kWh/a in 1970 auf 2.753 kWh/a in 1980). Im Anschluss daran fand nur noch eine geringe weitere Steigerung statt, die gegen Mitte der Neunzigerjahre in einen rückläufigen Strombedarf mündete. Im Jahr 2000 lag der mittlere Verbrauch der Haushalte – mit 2.800 kWh/a – nicht wesentlich über dem Wert von 1980.

(572) Eine Aufschlüsselung des Wachstums nach Geräteklassen zeigt einen Verlauf, welcher der Entwicklung der Geräteausstattung der Haushalte folgt (Abbildung 4–13). Den deutlichsten Zuwachs verzeichnen hier Spülmaschinen (+1.152 % gegenüber 1970) und Gefriergeräte (+626 %). Auffällig ist der Verbrauchsrückgang bei den Waschmaschinen, der aus der bereits im Jahr 1970 hohen Marksättigung und der höheren Energieeffizienz der Neugeräte resultiert.

---

<sup>I</sup> VDEW (1998); HEA, Haushaltsstromverbrauch nach Anwendungsarten; <http://www.hea.de/> .

Abbildung 4–13: Entwicklung des Stromverbrauchs im Haushalt nach Gerätegruppen 1970-2000.

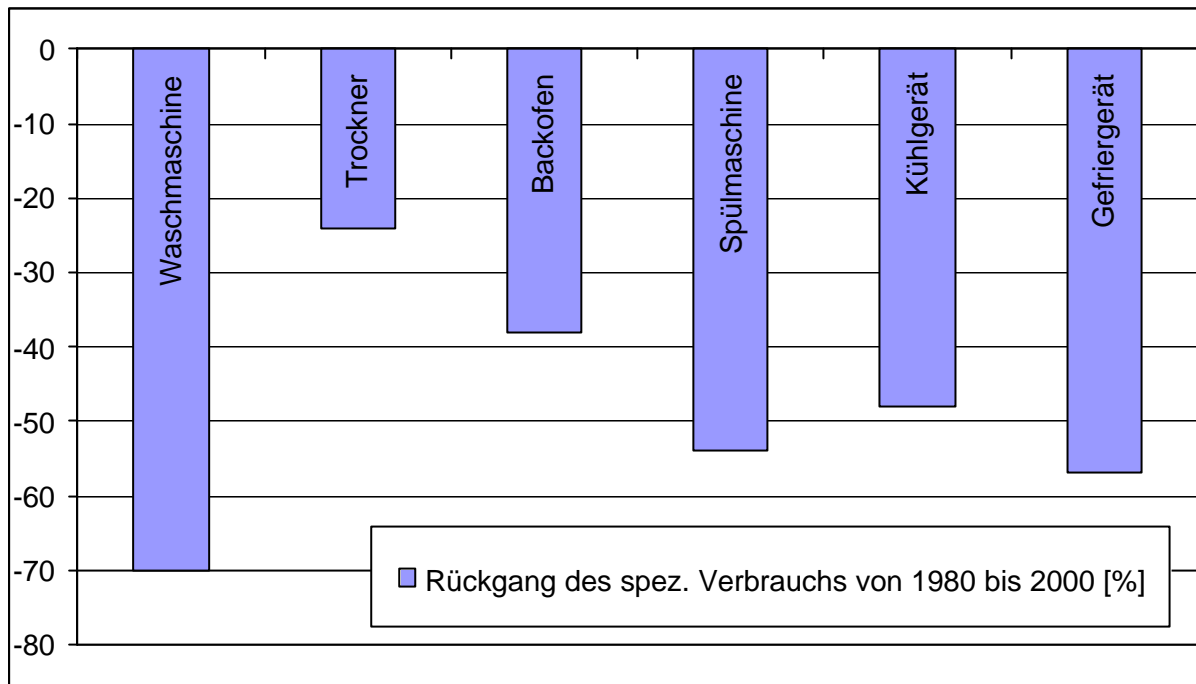


Index: 1970 = 100 %

Quelle: VDEW-Marktforschung: Haushaltsprognosemodell für die Jahre 1970 und 2000.

(573) Wird der Entwicklung des Verbrauchs der Gesamtheit der Geräte die Entwicklung des spezifischen Geräteverbrauchs gegenübergestellt, so wird der starke Zuwachs der Haushaltsausstattung mit Spülmaschinen und Gefriergeräten deutlich. Obwohl der spezifische Verbrauch in beiden Geräteklassen innerhalb der letzten 20 Jahre um mehr als die Hälfte zurückging, stieg der Stromverbrauch in diesen Gerätegruppen drastisch an (Abbildung 4–14).

Abbildung 4–14: Rückgang des spezifischen Stromverbrauchs neuer Einzelgeräte (1980-2000).



Index: 1980 = 100 %

Quelle: Vortrag Dr. Sailer, Applied Engineering Conference, domotechnica; 03/2001, Köln.

(574) In einer Untersuchung im Auftrag des Umweltamtes Bamberg wurden die Stromsparerpotenziale beispielhaft für einen 2-Personen-Haushalt ermittelt (Tabelle 4–28). Die größten Einsparpotenziale ergaben sich bei den Gefriergeräten, mit einer möglichen Einsparung von 379 kWh/a bei Ersatz eines alten Gerätes durch ein besonders sparsames Gerät. Auch bei Kühlschränken und Spülmaschinen existiert ein erhebliches Potenzial zur Verbrauchsminderung. Obwohl die prozentual höchsten Einsparung im Bereich der Beleuchtung vorhanden sind, fällt die eingesparte Strommenge – aufgrund des geringeren Anteils der Beleuchtung am Gesamtstromverbrauch – mit 189 kWh/a deutlich niedriger aus.

**Tabelle 4–28: Einsparpotenziale am Beispiel eines typischen 2-Personen-Haushaltes**

Gerät	Altgerät	Neugerät	Einsparung %	Bestgerät kWh	Einsparung gegenüber Altgerät	Einsparung gegenüber Neugerät
	kWh	kWh			%	%
Kühlschrank	370	240	35,1	122	67	49,2
Gefriergerät	550	390	29,1	171	68,9	56,2
E-Herd	440	400	9,1	300	31,8	25
Spülmaschine	440	300	31,8	238	45,9	20,7
Waschmaschine	220	180	18,2	112	49,1	37,8
Fernseher	170	104	38,8	104	38,8	0
Beleuchtung	270	220	18,5	81	70	63,2
Heizungspumpe	290	230	20,7	125	56,9	45,7
Kleingeräte	150	120	20	90	40	25
Summen:	2900	2184	24,7	1343	53,7	38,5

Quelle: Umweltamt Bamberg

(575) In der Gesamtheit betrachtet zeigt das Einsparpotenzial eine Bandbreite von ca. 39 bis 54 %, abhängig von der Energieeffizienz der angeschafften Neugeräte.

(576) Auch das Institut für Wohnen und Umwelt untersuchte das Stromminderungspotenzial im Bereich der Haushalte.<sup>1</sup> Der Vergleich von Alt- und Neugeräten für die vier stärksten Verbraucher im privaten Haushalt<sup>2</sup> ergab für die betrachteten Gerätegruppen eine mögliche Einsparung von etwa 61 % (Tabelle 4–29). Der größte Anteil wurde in dieser Untersuchung für Waschmaschinen ermittelt.<sup>3</sup>

**Tabelle 4–29: Einsparpotenzial der verbrauchsstärksten Gerätegruppen im Haushalt**

Gerätegruppe	Altgerät kWh/a	sparsames Neugerät kWh/a	Verbrauchsminderung kWh/a	Einsparpotenzial %
Kühl- / Gefriergerät	347	128	219	63,1
Spülmaschine	520	290	230	44,2
Waschmaschine (180 Waschvorgänge, 4-Personen-Haushalt)	540	198	342	63,3
Beleuchtung (Glüh-/ Energiesparlampe)	340	62,3	277,7	81,7
Summen	1747	678,3	1068,7	61,2

Quelle: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (2001b).

(577) Elektroheizungen und elektrische Wassererwärmung sind mit gut 26 % am Stromverbrauch der privaten Haushalte beteiligt. Bei dieser Umwandlung von Strom in Wärme auf der Endverbraucherseite gilt es zu beachten, dass bereits zwei Drittel der Primärenergie bei der Stromerzeugung verloren gehen.<sup>4</sup> Im Vergleich dazu kann bei modernen Zentral- oder Etagenheizungen mit einem Wirkungsgrad von >85 % gerechnet werden. Bei einer kompletten Substitution von Elektroheizung und elektrischer Wassererwärmung ergibt sich, bezogen auf den Brennstoffeinsatz, ein Einsparpotenzial von gut 61 %. Durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) von 2001 wird im Laufe der Zeit der

<sup>1</sup> Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (2001b).

<sup>2</sup> Die hier betrachteten Gerätegruppen machen etwa 1/3 des gesamten Stromverbrauch der Haushalte aus.

<sup>3</sup> Die Untersuchung legt den Durchschnitt aller Haushalte zugrunde, wobei die Werte für Waschmaschinen auf einen 4-Personen-Haushalt bezogen sind. Hierdurch kommt es zu einer Übergewichtung dieses Anteils.

<sup>4</sup> Bezogen auf einen Wirkungsgrad von 33 % bei der Stromerzeugung, inkl. Netzverluste.



Einbau von Elektroheizungen wesentlich erschwert, wodurch ein Teil dieses Einsparpotenzials erschlossen werden könnte.

### **Der wirtschaftliche Aspekt der Umsetzung der Einsparpotenziale am Beispiel eines Musterhaushaltes:**

(578) Durch die Darstellung eines Musterhaushaltes soll gezeigt werden, wie im Erneuerungszeitpunkt durch energiesparende Bestgeräte und Lampen der Stromverbrauch gegenüber herkömmlichen Neugeräten reduziert werden kann. Der Erneuerungszeitpunkt ist der Zeitpunkt, an dem ohnehin die Entscheidung über eine Neuanschaffung (Ersatz des Altgerätes) ansteht (Tabelle 4–29).

(579) In der Ausgangssituation hat der aus zwei Personen bestehende Musterhaushalt einen jährlichen Stromverbrauch von 2.900 kWh. Bei einem Strompreis von 13,3 Ct. pro Kilowattstunde fallen jährlich ca. 384 € für die Stromkosten an.

(580) Im Zuge einer Neuanschaffung bietet es sich an, ein besonders energieeffizientes Gerät zu wählen. Im Durchschnitt werden Haushaltsgeräte alle 10–13 Jahre ausgetauscht. Durch den geringeren Stromverbrauch und die somit auch geringeren Stromkosten ist die zusätzliche Investition in ein Bestgerät häufig sehr wirtschaftlich. Unter wirtschaftlich wird hier verstanden, dass die eingesparte Kilowattstunde Strom weniger kostet als der Bezug einer Kilowattstunde. Die folgende Tabelle 4–30 zeigt die einzelnen Stromverbräuche und die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung.

**Tabelle 4–30: Einsparungen im Stromverbrauch am Beispiel eines Musterhaushaltes**

Gerät	Altgerät	Einsparung Altgerät/ Neugerät	Einsparung Altgerät/ Bestgerät	Mehrkosten zu Neugerät	ct./kWh
	kWh	kWh	%	€	
Kühlschrank	370	130	248	77	6,51
Gerfriergerät	550	160	379	82	3,74
E-Herd	440	40	140	153	15,36
Spülmaschine	440	140	202	77	12,39
Waschmaschine	220	40	108	82	12,05
Fernseher	170	66	66	0	0
Beleuchtung	270	50	189	64	4,61
Heizungspumpe	290	60	165	102	9,75
Kleingeräte	150	30	60	51	17,07
Summen:	2900	716	1557	688	8,19
Berechnungsannahmen: Zins 4%, Lebensdauer 13 Jahre					

Quelle: Umweltamt Bamberg

(581) Je nach Anfangsausstattung des Haushaltes und den finanziellen Möglichkeiten differieren die Maßnahmen mit der größten Energieeinsparung. Das größte

Minderungspotenzial liegt generell im Ersatz von Altgeräten durch Bestgeräte. Die größte Einsparung erreichen die Gefriergeräte mit 379 kWh pro Jahr (13 % des ursprünglichen Stromverbrauchs), gefolgt von Kühlschränken (8,6 %), Spülmaschinen (7 %) und der Beleuchtung (6,5 %). Alleine durch den Ersatz dieser vier Gerätegruppen durch Bestgeräte ließen sich gut 35 % des Stromverbrauchs einsparen. Bei Ersatz aller Altgeräte durch Bestgeräte beläuft sich die Einsparung auf 1.557 kWh pro Jahr (ca. 54 %).

(582) Besteht die Geräteausstattung anfänglich bereits durchweg aus Neugeräten, so liegt auch hier das bedeutendste Einsparpotenzial bei den Gefriergeräten (219 kWh/a, 10 % des anfänglichen Stromverbrauchs). Das zweitgrößte Potenzial findet sich bei dieser Ausgangslage im Bereich der Beleuchtung, mit 139 kWh/a (6,4 %), gefolgt von Kühlschränken und Heizungspumpen.

(583) Bei eingeschränkten finanziellen Möglichkeiten – d.h. hier, dass der Kauf eines Bestgerätes nicht finanzierbar ist – sollte auch zuerst der Ersatz eines alten Gefriergerätes durch ein Neugerät in Betracht gezogen werden. Die mögliche Einsparung beträgt 160 kWh/a, dies entspricht etwa 5,5 % des ursprünglichen Stromverbrauchs. Weitere große Einsparungen sind durch den Ersatz von Spülmaschinen, Kühlschränken und Fernsehgeräten möglich.

(584) Unabhängig von der Ausgangssituation zeigen sich die größten Einsparpotenziale bei den Gefriergeräten, bei denen Einsparungen von 5,5–ca.13 % des gesamten Stromverbrauchs erreichbar sind. Über weitere Maßnahmen ist im Einzelfall, abhängig von der Ausgangslage und den verfügbaren finanziellen Mitteln, zu entscheiden.

(585) Es zeigt sich, dass vielfach die Anschaffung eines „Bestgerätes“ auch wirtschaftlich lohnend ist. Warum dann die Kaufentscheidung oft genug anders ausfällt, wird weiter unten im Abschnitt „Hemmnisse“ beleuchtet.

### **Stand-by-Schaltung**

(586) Einen unnötigen Stromverbrauch stellt vielfach der durch Stand-by-Schaltungen verursachte Verbrauch dar. Die Mehrzahl moderner Elektrogeräte (Fernseher, Videorecorder, Hi-Fi-Anlagen, Radiowecker, Faxgeräte, Halogenlampen, schnurlose Telefone, Anrufbeantworter, Homecomputer, Drucker etc.) hat sogenannte Stand-by- oder Bereitschaftsfunktionen. Viele dieser „modernen“ Geräte besitzen keine echten Aus-Schalter mehr. Letztendlich führen Stand-by-Schaltungen oft dazu, dass der Stromverbrauch von Geräten aus dem Wahrnehmungsfeld der Benutzer rückt und so die Tendenz zur Netzfreeschaltung der Geräte deutlich reduziert, im Falle von Geräten ohne echten Aus-Schalter sogar fast unmöglich wird (Tabelle 4-31).

(587) Betrachtet man den Stromverbrauch verschiedener Geräte der Unterhaltungselektronik, so fällt der hohe Anteil des Stand-by-Verbrauchs auf, der bei Videorecordern und Hi-Fi-Anlagen sogar den deutlich überwiegenden Anteil ausmacht (Tabelle 4–31).

**Tabelle 4–31: Betriebs- / Stand-by-Stromverbrauch von Geräten der Unterhaltungselektronik**

Gerät	Leistung W	Betriebs- stunden h/Tag	Jahresstrom- verbrauch kWh/a	Anteil des Stand-by- Verbrauchs %
Fernsehgerät Betrieb	60	5	110	
Stand-by	12	19	83	43
Videorecorder Betrieb	50	1	18	
Stand-by	15	23	126	87,5
Hifi-Anlage Betrieb	40	2	29	
Stand-by	12	22	96	76,8

Quelle: "Das Lehrbuch gegen den Leerlauf", ASEW, Köln, 04/1998

(588) Die Gemeinschaft Energielabel Deutschland beziffert den jährlichen Stromverbrauch von Geräten im Stand-by-Modus in Deutschland mit 73,8 PJ/a (inklusive Gewerbe). Dies sind etwa 4,3 % des gesamten bundesdeutschen Stromverbrauchs des Jahres 2000. Zum Vergleich: der Verbrauch einer Großstadt wie Berlin beträgt etwa 50 PJ/a.<sup>1</sup> Eine weitere Quelle gibt den Stand-by-Verbrauch im Haushaltssektor mit 50 PJ/a an, was ca. 3 % des deutschen Stromverbrauchs ausmacht.<sup>2</sup>

(589) Ursache für die hohen Verluste sind oft ineffiziente Netzgeräte oder Schalterkonstruktionen, die das Gerät im Schein-Auszustand lediglich auf der Niederspannungsseite des Trafos schalten. Bei Videogeräten, die meist dauerhaft „eingeschaltet“ sind, kann der Stand-by-Verbrauch das 19fache des Betriebsverbrauchs ausmachen.<sup>3</sup>

(590) Zur Verringerung der Stand-by-Verbräuche bestehen etliche, sowohl technische als auch verhaltensorientierte Optionen.

<sup>1</sup> Gemeinschaft Energielabel Deutschland, <http://www.energielabel.de> (2002).

<sup>2</sup> Rath u.a. (1997); OECD/IEA (2001b).

<sup>3</sup> Rosen u.a. (2000).

(591) Es gibt viele Möglichkeiten den Stand-by-Verbrauch der Geräte abzusenken. Beispiele hierfür sind die Verwendung von getakteten Netzteilen (Switch-Mode-Netzteile), effizientere Transformatoren, Wiedereinführung von echten Aus-Schaltern (d.h. Einbau von Netzschaltern an der Netzspannungsseite) oder das Abschalten nicht benötigter Gerätekomponenten. Schließlich kann bei vorhandenen Geräten ein verändertes Verhalten der Verbraucher (z.B. Stecker ziehen oder Verwendung von schaltbaren Netzsteckerleisten etwa für Bürogeräte) einen großen Teil der Energie einsparen. Insbesondere in Haushalten lassen sich auf diese Weise leicht über 80 % des Stand-by-Verbrauchs vermeiden. Auch für Bürogeräte und andere Geräte der IuK-Technologien existieren erprobte Techniken zur Minderung des Bereitschaftsverbrauchs. Die Integration von Solarzellen in die Geräte (wie bereits in Uhren, Taschenrechnern und -lampen etc.) zur Deckung verbleibender minimierter Stand-by-Verbräuche könnte ebenfalls eine interessante Option darstellen.

### **Weitere Möglichkeiten und Aussichten**

#### **Beleuchtung: Tageslichtnutzung, effiziente Leuchtmittel, LED**

(592) Weitere Potenziale können durch die verstärkte Nutzung von Tageslicht (siehe Solararchitektur) in Kombination mit Regelungstechnik, effizienteren Leuchtmitteln und weiterentwickelten Leuchtdioden gehoben werden. Eine Zusammenfassung der technischen und wirtschaftlichen Einsparpotenziale geht aus Tabelle 4–32 hervor.

**Tabelle 4–32: Endenergieverbrauch und technische Einsparpotenziale bei der Beleuchtung**

Lampentyp	Glühlampen	Leuchtstofflampen	Kompaktleuchtstofflampen	Metalldampf- u. Halogen-Lampen	Summe für alle Lampentypen
Verbrauch Endenergie 1998	39,6 PJ	76,3 PJ	11,2 PJ	61,0 PJ	188,1 PJ
Einsparpotenzial durch technische Verbesserung der einzelnen Technologien	-	15,3 PJ	0,6 PJ	6,1 PJ	22,0 PJ
durch technische Verbesserung reduzierter Verbrauch	39,6 PJ	61 PJ	10,6 PJ	54,9 PJ	166,1 PJ
Einsparpotenzial durch Substitution der Glühlampen durch Kompaktleuchtstofflampen und von 50 % der Halogenlampen durch Leuchtdiodenlampen	33,3 PJ	-	-	14,4 PJ	47,7 PJ
durch Substitution reduzierter Verbrauch					118,4 PJ
Einsparpotenzial durch Tageslichtnutzung					23,7 PJ
Einsparpotenzial durch Steuerung und Regelung					47,4 PJ
weiteres Einsparpotenzial durch manuelles Schalten					4,8 PJ
Verbrauch unter Einbeziehung aller technischen Maßnahmen und Verhaltensmaßnahmen					43,0 PJ

(593) Das Paul-Drude-Institut in Berlin forscht als einziges deutsches Institut (zum Vgl.: Japan verfügt über plus 26 %, die USA über plus 40 % der Forschungsmittel!) an „weißen Dioden“, die bei gleicher Helligkeit nur noch einen Bruchteil der bisher benötigten Energie bei wesentlich höherer Lebensdauer der Lampen verbrauchen. Die Einführung dieser „weißen Dioden“ würde im Beleuchtungssektor einen echten weiteren Effizienzsprung bedeuten. Bis zur Marktreife ist jedoch noch Forschung nötig. Erste Prototypen werden allerdings bereits in der Praxis getestet.

### **Steuer- und Regelungselemente**

(594) Der Einsatz von Steuer- und Regelungselementen bietet sich für Beleuchtungsanlagen im Kleinverbrauchssektor und in der Industrie an. Durch die Verwendung von Präsenzmeldern und Helligkeitssensoren sowie automatischen Steuerungselementen kann das bereitgestellte Licht an Tageslichtverhältnisse und den tatsächlichen Bedarf angepasst werden. Das Einsparpotenzial wird mit ca. 50 %

angegeben.<sup>1</sup> Für Optimierungen in Hinblick auf Installation, Bedienerfreundlichkeit und Kosten besteht noch einiger Spielraum. Neben dem Strombedarf für Beleuchtung selbst, sinkt durch eine integrierte Steuerung als Sekundäreffekt auch der Energiebedarf für Klimatisierung. Der Einsatz von Energiemanagementsystemen auch im Haushaltsbereich wird in ersten Pilotprojekten untersucht und verspricht erhebliche Einsparungen vor allem beim Wärmebedarf (vgl. Köpenicker Wohnungsbaugesellschaft, Berlin, 2002 und Kasten 4–2).

### **Hemmnisse**

(595) Der vollständigen Substitution des Bestandes durch energieeffizientere Technologien und Geräte stehen eine Reihe von Hemmnissen entgegen. Trotz vielfältiger, anerkannt wirtschaftlicher Potenziale treffen die angebotenen technologischen Lösungen nicht auf die nötige Nachfrage durch den Verbraucher. Dabei scheinen – neben dem oft als unerheblich eingeschätzten spezifischen Energieverbrauch einzelner Anwendungsfälle und der Uninformiertheit des Verbrauchers bei Geräten ohne Energieverbrauchskennzeichnung – vor allem ästhetische Gesichtspunkte der entscheidende Faktor zu sein. Dies wird durch die enorme Heterogenität der Nachfrageseite noch verschärft. Im gewerblichen Bereich treten darüber hinaus Faktoren wie das Investor-Nutzer-Dilemma hinzu, das eine effiziente aber kostenintensivere Grundausstattung – u.a. mit Steuerungssystemen – insbesondere im Gebäudebestand behindert. Bemerkbar macht sich hier auch die fehlende Kooperation und Koordination zwischen Herstellern einzelner Komponenten (z.B. Lampen versus Leuchten) sowie zwischen Bauplanern, Architekten und Innenausstattern.

(596) In vielen Bereichen ist der Energiebedarf kein kaufentscheidendes Kriterium, wobei die meist noch fehlende Kennzeichnung des Energieverbrauchs vor dem Hintergrund der positiven Erfahrungen z.B. bei Kühl- und Gefriergeräten dem Kunden ein energiebewusstes Handeln zusätzlich erschwert. Für viele Haushalte stellt die Anschaffung eines Bestgerätes einen finanziellen Aufwand dar, der trotz der langfristigen Wirtschaftlichkeit nur zu bewältigen ist, wenn ein billiges Gerät gewählt wird.

### **Beleuchtung**

(597) Die Tatsache, dass sich die vorhandenen Optionen im Bereich Beleuchtung bisher nicht allgemein durchsetzen konnten, deutet auf das Vorliegen einer Reihe von Hemmnissen hin. Besonders deutlich werden diese im Fall von Kompaktleuchtstofflampen. Aufgrund des noch höheren Anschaffungspreises von Energiesparlampen entsteht zum Zeitpunkt des

---

<sup>1</sup> WI/Öko-Institut (2000).

Kaufentscheidungs oftmals ein aus der Preisdifferenz gewonnener Eindruck der Unwirtschaftlichkeit. Angesichts der Anfangsinvestition verblasst der langfristige finanzielle Gewinn im Bewusstsein der Käufer. Außer schlechten Erfahrungen mit Energiesparlampen minderer Qualität bzw. deren geringer Lebensdauer halten oft auch ästhetische und praktische Gründe vom Kauf ab: Die weit verbreitete Fehlannahme vom „kalten Licht“ schreckt ab und oft fehlt ein ansprechendes oder in der Größe passendes Design.

(598) Trotz zahlreicher Kampagnen und Anreizprogramme konnten diese Bedenken bei der Mehrzahl der Verbraucher bisher noch nicht ausreichend überwunden werden, woraus sich weiterer Entwicklungs- und Informationsbedarf ableiten lässt.

(599) Die Hemmnisstrukturen für Effizienzsteigerungen im Beleuchtungsbereich können als beispielhaft für viele Technologien der Energienachfrageseite gelten.

### **Stand-by**

(600) Als ein Hemmnis muss gelten, dass die bei Endgeräten im Einzelfall geringen Einsparungen nicht zu Neuanschaffungen unabhängig vom Investitionszyklus motivieren. Sie lösen auch keine gezielte Nachfrage bei Händlern oder Herstellern aus, die daher in der Regel bisher keinen Anreiz hatten, auf die Effizienz der Gerätekomponenten zu achten oder sie sogar zu kennzeichnen. Der Kunde kann folglich in den wenigsten Fällen differenzieren. Öffentliche Informationskampagnen und Labels könnten jedoch dazu beitragen (s. auch die Stand-by-Kampagne der Energiestiftung Schleswig-Holstein), einen sukzessiven Wandel des Marktes zu erreichen. Der Stand-by-Verbrauch des großen Altgerätebestandes kann schließlich, wenn überhaupt, nur durch entsprechend verändertes Anwenderverhalten verringert werden. Dem stehen häufig individuelle Kosten-Nutzen-Abwägungen entgegen.