

**IZT**

**Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung**  
Institute for Futures Studies and Technology Assessment

**Zukunft**  
**des Bauens und Wohnens**

**Dr. Michael Scharp**

**Werkstattbericht Nr. 115**



**Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung**

Gefördert wurde das Vorhaben  
vom BMBF,  
im Rahmen der Forschungsprämie 2:  
FKZ 03FPZL0064.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser  
Veröffentlichung liegt bei den Autor(inn)en.

Berlin, Juni 2011

**ISBN 978-3-941374-15-7**

© 2011 IZT

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

(WerkstattBerichte / IZT, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung; Nr. 115)

**ISBN 978-3-941374-15-7**

Autor:

Dr. Michael Scharp / IZT

Schopenhauerstraße 26

14129 Berlin

Tel. 030-803088-14

Fax 030-803088-88

E-Mail [m.scharp@izt.de](mailto:m.scharp@izt.de)

Unter Mitarbeit von:

Katrin Wagner

Markus Kolletzky

Matthias Wywias

© 2011 **IZT** by Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin  
Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie  
Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch  
Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des  
Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet,  
vervielfältigt oder verbreitet werden.

Printed in Germany

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>Kurzfassung.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Trends beim Bauen und Wohnen.....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Trends und Entwicklungen in der Soziodemographie .....</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>Technikeinstellungen .....</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>Intelligentes Wohnen .....</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Gebäudeenergiechnik .....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Anhang 1: Technikeinstellungen .....</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>Anhang 2: Intelligentes Wohnen - Beispiele .....</b>	<b>68</b>
<b>10</b>	<b>Anhang 3: Gebäudeenergiechnik .....</b>	<b>74</b>
<b>11</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>83</b>
<b>12</b>	<b>Weitere Literatur zum „intelligenten Wohnen“ .....</b>	<b>89</b>

**Berlin, 27.06.2011**

## **1 Kurzfassung**

Wie sieht die Zukunft des Bauens und Wohnens aus? Der vorliegende Bericht versucht auf diese Frage einige Antworten zu geben, auch wenn es gewiss nicht möglich ist, diese Frage umfassend zu beantworten. Im Rahmen dieser Studie wurden allgemeine Trends, die auf die Zukunft des Bauens und Wohnens einwirken können, durch eine Internet- und Literaturrecherche sowie durch die Auswertung von Forschungsprojekten des IZT identifiziert. Hierbei wurden die folgenden Schwerpunkte gelegt: Bauen und Wohnen für den Wohnungsbereich, sozio-demographische Entwicklungen, intelligentes Wohnen, Technikeinstellungen sowie Gebäudeenergie-technik. Anschließend wurden die identifizierten Trends im Rahmen von Interviews bewertet und auf einem Workshop diskutiert. Insgesamt wurden 32 Trends ermittelt, die sich von der Entwicklung des Wohnungsneubaus über die Bedarfe der älter werdenden Generationen und dem Einsatz intelligenter Wohntechnologie bis hin zum Einsatz von effizienten Heizungssystemen erstrecken. Der vorliegende Bericht wurde ermöglicht durch die Forschungsprämie 2 des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

## 2 Zusammenfassung

Das Vorhaben „Zukunft des Bauens und Wohnens“ – gefördert vom BMBF im Rahmen der Forschungsprämie 2 unter dem Förderkennzeichen 03FPZL0064- schließt an verschiedene Projekte des IZT über die Wohnungswirtschaft an. Beispielhaft zu erwähnen sind hierbei die Projekte „Roadmap Brandschutz 2020+“ (2007-2009 für die Hekatron Vertriebs-GmbH), „BewareE – Energiesparen durch Verhaltensänderungen“ (2007-2010, IEE Intelligent Energy Europe), „Nachhaltige Wohnungswirtschaft“ (2008, Eigenprojekt), „Benchmarking für die Wohnungswirtschaft“ sowie „Service Engineering in der Wohnungswirtschaft“ (2002-2006, BMBF). Im Rahmen dieser Projekte wurde immer der Status Quo sowie Entwicklungen im Bereich Bauen und Wohnen erfasst. In diesem FP2-Projekt sollten die Ergebnisse verschiedener Studien zu einer „Trendstudie“ für das Bauen und das Wohnen im Wohnungsbereich zusammengefasst werden.

Trendstudie ist hierbei in einem allgemeinen Sinne zu sehen, in dem Trends identifiziert wurden, die auf das Bauen und Wohnen wirken. Da die Anzahl der möglichen Trends sehr groß ist, wurde eine selektive Auswahl der Forschungsfelder getroffen, indem Schwerpunkte auf die Entwicklung des Wohnungsbaus und sozio-demographische Entwicklungen mit Bezug zum Bauen und Wohnen untersucht wurden. Weiterhin wurden drei Fallstudien zu den Themen „Gebäudeenergie-technik“, „intelligentes Wohnen“ und „Technikeinstellungen der Bevölkerung“ in das Projekt integriert. Den Verfassern ist bewusst, dass aufgrund der Vielzahl der möglichen Trends es nur eingeschränkt möglich ist, präzise Aussagen darüber zu treffen, wie sich unsere Art des Bauens und Wohnens entwickeln wird. Dies lässt sich an dem folgenden Beispiel darstellen.

Ein besonders wichtiges Handlungsfeld beim Bauen und Wohnen ist die Minderung des Energieverbrauchs durch das Wohnen. In den letzten beiden Dekaden hat es zahlreiche Innovationen in der Heiztechnik für Gebäude gegeben wie Erdwärmeheizungen, Pelletbrenner oder Mini-Blockheizkraftwerke, die entweder erneuerbare Energieträger nutzen oder hocheffizient sind. Es ist bekannt, dass die Erneuerung der Heizungstechnik der rentabelste Weg ist, Energie zu sparen und nur Vorteile hat. Ebenso hat sich das Umweltbewusstsein der Bevölkerung deutlich geändert, da sie ihr Konsumverhalten und ihren persönlichen Energieverbrauch als (Teil-)Ursache für den Klimawandel ansieht. Dennoch erfolgt die Wärmeversorgung vor allem durch die Nutzung der fossilen Ressourcen Erdöl und Erdgas mit sehr ineffizienten Niedertemperatursystemen. Weder eine deutliche Steigerung der Energiepreise noch die absehbare Erschöpfung der fossilen Energieträger in 20 bis 30 Jahren oder die Präsenz des Klimawandels in den Medien hat dazu geführt, dass die modernen Heizungsanlagen sich in der Breite durchgesetzt haben. Die Perspektive steigender Energiepreise führte hingegen zur vermehrten Exploration nach sogenanntem unkonventionellem Erdgas in Gestein oder Kohleflözen und der Entwicklung neuer Fördertechnologien (Fracking), um noch mehr Gas anbieten zu können, wenn die großen Gasfelder erschöpft sind. Dieses Beispiel zeigt, dass unterschiedliche Trends wie steigende Energiepreise, erwartete Knappheiten, ein verändertes Bewusstsein für die Umwelt und neue Technologien nicht zwangsläufig dazu führen, dass weniger Ressourcen verbraucht werden. Vor dem Hintergrund einer Vielzahl von Trends, die in die gleiche Richtung gehen oder gegeneinander wirken, ist es sehr schwierig, valide Aussagen über die Entwicklung der Wärmeversorgung zu treffen.

Im Rahmen dieser Studie wurden deshalb zunächst allgemeine Trends, die auf das Bauen und Wohnen einwirken, durch eine Literaturlauswertung identifiziert. Hierbei wurden die folgenden Schwerpunkte gelegt: Bauen und Wohnen für den Wohnungsbereich, sozio-demographische Entwicklungen, intelligentes Wohnen, Technikeinstellungen sowie Gebäudeenergie-technik. Anschließend wurden die

identifizierten Trends im Rahmen von 25 institutsinternen Interviews bewertet und auf einem gemeinsamen Workshop diskutiert. Dieses Vorgehen war deshalb möglich, da die Mitarbeiter des IZT seit vielen Jahren in unterschiedlichen Forschungsbereichen tätig sind und zahlreiche Zukunftsstudien für nationale Ministerien, die Europäische Union sowie nationale und internationale Verbände durchgeführt haben. Aufgrund dieser Basis wurden Trends aussortiert, neu hinzugefügt oder abgeändert. Die folgende Tabelle gibt die Übersicht über die identifizierten Trends:

**Tabelle 1: Identifizierte Trends.**

Bauen und Wohnen für den Wohnungsbereich	<p>Trend 01: Der Wohnungsneubau wird kontinuierlich, aber regional differenziert zurückgehen bzw. auf niedrigem Niveau verharren.</p> <p>Trend 02: Der Neubau erfolgt vor allem in Form von Eigenheimen.</p> <p>Trend 03: Die Eigentümerquote wird nur sehr langsam steigen.</p> <p>Trend 04: Die Pro-Kopf-Wohnfläche wird nur noch langsam steigen.</p> <p>Trend 05: Die Modernisierung wird immer wichtiger als der Neubau.</p> <p>Trend 06: Energieeffizientes Modernisieren ist der wesentliche Bautrend der Zukunft.</p> <p>Trend 07: Es wird immer mehr Zweit- und Ferienwohnungen geben.</p> <p>Trend 08: Die Bauformen werden sich kaum ändern.</p> <p>Trend 09: Die Wohngebäude und der Wohnraum müssen flexibel nutzbar sein.</p> <p>Trend 10: Es wird eine weitere Minimierung der Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen und Bauteilen der Außenhülle geben.</p> <p>Trend 11: Durch die Funktionalisierung von Oberflächen wird es neue Ausbaumaterialien geben.</p> <p>Trend 12: Die erneuerbaren Baumaterialien haben ihren Platz gefunden, neue Baumaterialien sind nicht abzusehen.</p>
Soziodemographischer Wandel	<p>Trend 13: Die Anzahl der Haushalte wird ab 2025 sinken und es wird weniger Wohnraum nachgefragt werden.</p> <p>Trend 14: Regional differenziert wird es Wachstum und Schrumpfen der Bevölkerung geben.</p> <p>Trend 15: Eine älter werdende Bevölkerung wird immer weniger Wohnraum nachfragen.</p> <p>Trend 16: Die Bedarfe für altengerechten Wohnraum werden zunehmen, die vor allem durch eine Modernisierung des Bestandes gedeckt werden.</p> <p>Trend 17: Die Altersgruppe der 35 bis 45jährigen (Bauherren-Altersgruppe) wird abnehmen und es wird weniger Wohneigentum nachgefragt werden.</p> <p>Trend 18: Es wird eine verstärkte Ausdifferenzierung der Bedarfe für unterschiedliche Wohnungstypen geben.</p> <p>Trend 19: Eine Ausdifferenzierung der Lebensstile erfordert eine breite Palette von Wohnungsangeboten.</p>
Technikeinstellung	<p>Trend 20: Neue Gebäudetechnologien werden nicht auf Ablehnung stoßen, sofern sie von den Nutzern kontrolliert werden und nicht den Nutzer kontrollieren</p>

<b>Intelligentes Wohnen</b>	<p>Trend 21: Intelligente Steuerungstechnologien werden zukünftig helfen Energie effizienter einzusparen.</p> <p>Trend 22: Intelligente Assistenztechnologien werden es insbesondere älteren Menschen ermöglichen, ein möglichst langes selbstbestimmtes Leben in der eigenen Wohnung zu leben.</p> <p>Trend 23: Haustechnische Geräte, Haushaltselektrogeräte sowie Informations- und Kommunikationsgeräte werden zunehmend netzfähig konzipiert werden, so dass sie entweder automatisiert oder durch einen Nutzer von beliebigen Orten aus gesteuert werden können.</p>
<b>Gebäudeenergiechnik</b>	<p>Trend 24: Die energetische Modernisierung bewirkt einen deutlichen Rückgang der Energiebedarfe des Wohnungssektors, hat aber noch nicht das ganze Potential erschlossen.</p> <p>Trend 25: Der Energieverbrauch durch Informations- und Kommunikationstechnologien nimmt einen immer größeren Anteil an den Energiebedarfen eines Haushalts ein.</p> <p>Trend 26: Die Energiekosten werden auch zukünftig einen erheblichen Anteil an den Konsumausgaben stellen. Es ist nicht ersichtlich, dass dieser Kostenanteil wieder deutlich sinken wird.</p> <p>Trend 27: Erneuerbare Energieträger werden zunehmend bedeutender in der Wärmeversorgung von Wohnungen.</p> <p>Trend 28: Gesetzliche Initiativen und die Förderung der Modernisierung der Heizungssysteme sowie die Förderung der Umstellung haben bisher nicht dazu geführt, dass modernste und effizienteste Technik sich weit verbreitet hat.</p> <p>Trend 29: Effiziente Heizungssysteme und Systeme zur Nutzung erneuerbarer Energieträger werden vor allem im Neubau eingesetzt.</p> <p>Trend 30: Die Ölheizung wird vermutlich immer mehr gegen Pellet-Heizungen oder gegen BHKWs ausgetauscht werden.</p> <p>Trend 31: Die Einführung neuer Mikro-BHKW mit Gas-Verbrennungsmotor und integriertem Spitzenlastkessel wird die Energieeffizienz im Eigenheimbereich deutlich verbessern und die Modernisierung von Heizungsanlagen beschleunigen.</p> <p>Trend 32: Haushalte werden durch PV-Anlagen und durch Mikro-BHKW immer mehr zu Stromerzeugern, die den Eigenbedarf des Haushaltes decken können.</p>

Auf Basis der Trendanalyse lässt sich die folgende Zusammenfassung für das Bauen und Wohnen geben.

1. Der Neubau von Wohnraum wird kontinuierlich zurückgehen, auch wenn es zu regionalen Differenzierungen kommen wird. Weder auf Basis des demographischen Wandels, noch auf Basis der Entwicklung der Haushaltszahlen ist absehbar, dass es größere Impulse für den Neubau geben wird. Der größte Anteil des Wohnungsneubaus wird auf den Eigenheimbereich entfallen. In zahlreichen Städten werden auch zukünftig erhebliche Bedarfe für Mietwohnungsneubau bestehen. Die Städte könnten auch von dem demographischen Wandel profitieren. Während es seit 1990 eine Bewegung von der Stadt in das Umland gab, könnte es zu einer Rückwanderung kommen, da die Infrastrukturen in der Stadt deutlich besser als in den ländlichen Regionen sein werden.
2. Zukünftige Wohnbedarfe werden in vielen Regionen vor allem aus dem Bestand heraus gedeckt werden können. Modernisierung und Wohnungsumbau werden das wesentliche Betätigungsfeld

der Bauwirtschaft sein. Hierbei werden drei Schwerpunkte bestehen: die energieeffiziente Modernisierung, der Umbau der Bestandsimmobilien zur Anpassung an die Bedarfe der Nutzer bzw. Eigentümer sowie der Umbau zu altengerechtem Wohnraum.

3. Die Regionalisierung der Wohnungsnachfrage wird auch dazu führen, dass in vielen Regionen der Immobilienbestand entwertet wird. Hierdurch tut sich ein Markt für Zweit- und Ferienwohnungen auf, da mit Senkung der Verkaufspreise auch das Potential der Erwerber größer wird.
4. In absehbarer Zeit werden sich Bauformen, Bauprinzipien und Baumaterialien nicht ändern. Es ist schwierig zu sagen, wer von den zahlreichen „Bauakteuren“ (Bauträger, Baustofflieferanten, Architekten und Ingenieure, Städte und Gemeinden) welchen Beitrag für die immer gleichen Bauformen und –weisen leistet. Es gibt jedoch einige mögliche Trends. Beim Neubau von Mietwohnungen wird es die Flexibilisierung der Räume sein, um möglichst breit die unterschiedlichen Bedarfe potentieller Nutzer abdecken zu können. Weiterhin wird das energieeffiziente Bauen noch mehr an Bedeutung gewinnen sowohl im Bereich des Mietwohnungs- als auch im Eigentumsbereich. Weiterhin werden vermutlich verstärkt neue funktionalere Baumaterialien eingesetzt werden, die bessere Oberflächeneigenschaften und somit eine längere Lebensdauer haben.
5. Die demographische Entwicklung zeigt klar und deutlich trotz regionaler Differenzierungen auf eine zunehmend älter werdende Bevölkerung, einem Ansteigen der kleinen Haushaltsgrößen sowie einem Schrumpfen der Bevölkerung. Verschiedene Regionen in Deutschland werden in Zukunft sehr dünn besiedelt sein. Der Anteil der Bürger im Erwerbsalter wird stetig sinken. Dies bedeutet auch eine abnehmende Anzahl derjenigen Personengruppen, die Immobilien erwerben. Die Veränderungen bewirken nicht nur ein Nachlassen der Wohnungsnachfrage, sie bietet auch die Chance für die Akteure der Wohnungswirtschaft u.a. mit der altengerechten Anpassung des Bestandes an die veränderte Nachfrage.
6. Die Diversifizierung der Lebensstile macht es zunehmend schwieriger, Zielgruppen für Wohnangebote zu finden. Diese Diversifizierung führt auch zu diversifizierten Bedarfen. Flexibilität des Wohnungsangebotes ist vermutlich das wesentliche Merkmal von guten Immobilien.
7. Neue Gebäudetechnologien wie sie im „intelligenten Haus“ angeboten werden, werden nicht auf Widerstände stoßen, sofern sie von den Nutzern kontrolliert werden und nicht die Nutzer kontrollieren: Bezüglich neuer Gebäudetechnologien wird kein Akzeptanzwiderstand zu erwarten sein, da diese Technik nicht – wie oben genannte großtechnische Systeme – als risikobehaftet gilt. Dennoch zählt sie auch nicht zu den Alltagstechniken, da ihre Einbindung in die Strukturen alltagsweltlichen Handelns nur als peripher angesehen werden kann und zumeist im Hintergrund automatisiert als Haustechnik wirkt. Da neue Technologien erst im Bestand integriert werden müssen, sind hier Hemmnisse zu erwarten. Eine Veränderung der Nachfrage könnte durch eine plausible Vermittlung der Vorteile erfolgen, indem aufgezeigt wird, dass neue oder intelligente Haustechnik Ressourcen spart sowie das Leben sicherer und komfortabler macht.
8. Das „intelligente Haus“ wird in näherer Zukunft nicht das typische Wohnhaus sein. Aber es wird verbesserte technische Angebote für das Wohnen mit Technik geben, die nachträglich in den Bestand eingebaut werden können. Es wird vermutlich zwei Schwerpunkte für intelligente Technik geben. Der eine ist die Steuerungstechnik für den Energieverbrauch, der andere ist die technische Unterstützung von älteren Menschen damit diese so lang es geht selbstbestimmt in der eigenen Wohnung leben können.



9. Intelligente Technik wird aber das Haus mehr und mehr durchdringen. Die Informations- und Kommunikationstechnologien sind hierbei sehr weit fortgeschritten, andere Bereiche wie Unterstützungssysteme für ältere Menschen sind in der Erprobungsphase. Wesentlich ist jedoch, dass diese innovative Gebäudetechnik im Bestand einsetzbar sein muss und nicht nur für neue bauliche Lösungen konzipiert sein darf. Zudem gibt es große Bedarfe für „intelligente Endgeräte“, da bisher nur wenige Geräte der braunen und weißen Ware netzfähig – und damit z.B. über das Internet steuerbar – sind.
10. In der Gebäude- und Bautechnik gibt es den Megatrend „Minderung des Energieverbrauchs“. Dieser ist sowohl für den Bestand als auch für den Neubau von größter Bedeutung angesichts auch zukünftig weiterhin steigender Energiepreise. Dieser Trend führt zu baulichen (Wärmedämmung, Fenster mit geringen U-Werten) und technischen Maßnahmen (neue Heizungssysteme). Eine Vielzahl von effizienten Energieumwandlungstechnologien (Biomasseheizungen, Mikro-BHKW, Solarthermie, Wärmerückgewinnung) bzw. Technologien die erneuerbare Energieträger nutzen sind heute verfügbar. Sie werden vor allem im Neubau eingebaut und bei Modernisierungen. Die Ölheizung wird vermutlich zukünftig immer seltener eingesetzt werden, an ihrer Stelle werden die Biomasse-Heizung und Mini- bzw. Mikro-BHKW treten. Es ist jedoch nicht sicher, welche Technologie sich in der Breite durchsetzen wird. Gesetzliche Initiativen sollten jedoch möglichst rasch ergriffen werden, um alte Heizungstechnik auszusondern.
11. Gebäude werden in Zukunft immer mehr zu Stromerzeugern anstelle von Stromverbrauchern. Die Kosten für PV-Anlagen werden sinken und zunehmend genutzt werden, wenn erst die Netzparität erreicht sein wird. Die neuen Mikro-BHKW für Eigenheime werden aufgrund der weit verbreiteten Gasanschlüsse vermutlich auch schnell Verbreitung finden. Dieser Trend ist insofern von Bedeutung, da zum einen die Umweltauswirkungen der Stromerzeugung stärker ins Gewicht fallen als von Ressourcen, die für das Heizen genutzt werden. Energieeinsparungen beim Heizen wurden bisher teilweise durch erhöhten Stromverbrauch deutlich gemindert. Zum anderen wird eine zunehmende Technisierung der Gebäude auch zu einem höheren Stromverbrauch führen, der nur bedingt durch effizientere Technik kompensiert werden kann.

### 3 Trends beim Bauen und Wohnen

#### 3.1 Wohnungsneubau

In Deutschland gab es im Jahr 2000 ca. 38,4 Mio. Wohnungen im Jahre 2009 ca. 40,2 Millionen Wohnungen. In 9 Jahren wuchs der Bestand somit um ca. 1,8 Millionen Wohnungen. Die Wohnraumversorgung stieg somit von 467 Wohnungen auf 491 Wohnungen je tausend Einwohner (GdW 2010:97).

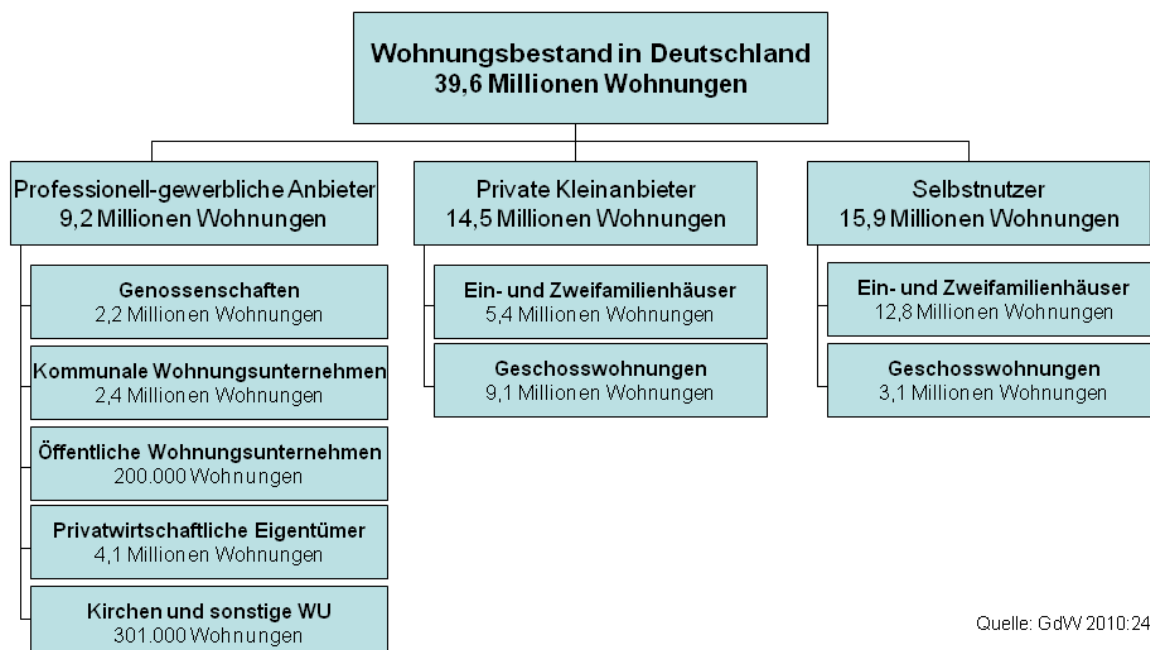
**Tabelle 2: Entwicklung des Wohnungsbestandes und wichtiger Bevölkerungsdaten.**

	1990	1995	2000	2005	2009
Wohnbevölkerung (Mio.)	79,4	81,7	82,2	82,5	81,8
Anzahl der Haushalte (Mio.)	34,9	36,9	38,1	39,2	40,4
Wohnungsbestand (Mio.)	33,9	36,0	38,4	39,6	40,2
Wohnfläche (Mio. m <sup>2</sup> )	2.774	3.005	3.245	3.395	3.494

Quelle: BMWi 2011:1.

Die Mehrzahl der Wohnungen in 2009 sind Einfamilienhäuser (11,4 Mio. bzw. 29 %) und Doppelhäuser (7,2 Mio. bzw. 18 %). Somit entfielen auf die Mehrfamilienhäuser ca. 20,8 Mio. Wohnungen bzw. 53 % der Bestandswohnungen (GdW 2010:98). Insgesamt ist die Anzahl der Wohnungen in Mehrfamilienhäusern seit 2000 nur um ca. 430.000 WE gewachsen, die der Einfamilienhäuser und Doppelhäuser hingegen um 1,3 Millionen.

**Abbildung 1: Besitzverhältnisse für den deutschen Wohnungsbestand 2006.**



Quelle: GdW 2010:24

Quelle: Eigene Darstellung nach GdW 2010.

2006 waren 24,8 Mio. Wohnungen bzw. 61 % aller Wohnungen Mietwohnungen. 15,9 Mio. Wohnungen bzw. knapp 40 % aller Wohnungen wurden von den Eigentümern selbst genutzt (GdW 2008). Hiervon entfallen ca. 80 % der Wohnungen auf Einfamilien- und Doppelhäuser. Von den 40,06 Mio. Wohnungen werden ca. 23 % von professionell-gewerblichen Vermietern – Wohnungsunternehmen – gehalten und bewirtschaftet. Ca. 36 % aller Mietwohnungen werden von privaten Kleinanbietern vermietet.

Die Wohnbautätigkeit in Deutschland unterliegt starken Schwankungen. Ihren Höhepunkt hatte sie 1973 mit ca. 810.000 fertiggestellten Wohneinheiten. Nach einem drastischen Einbruch bis Anfang der neunziger Jahre mit ca. 318.000 Wohneinheiten entwickelte sie sich aufgrund der deutschen Einheit auf einen erneuerten Höchststand von ca. 600.000 Wohneinheiten in 1998. Seitdem ist sie kontinuierlich rückläufig bis zum Jahre 2009 mit ca. 158.000 Wohneinheiten, wobei der Neubau von Einfamilien- und Doppelhäusern dominiert mit ca. 84.000 WE und ca. 51.000 WE in Mehrfamilienhäusern ab 3 Wohneinheiten (GdW 2010: 96). Im Jahre 2010 wurden knapp 160.000 Wohneinheiten fertiggestellt, davon ca. 85.400 Einfamilien- und Doppelhäuser und nur 53.000 Mehrfamilienhäuser (Destatis 2011)

Diese Entwicklung spiegelt sich auch in den Wohnbauinvestitionen wieder. Im Jahre 2000 entfielen ca. 42 % der Investitionen auf den Neubau und hierbei 32 % für Eigenheime. In 2008 entfielen 22 % der Investitionen auf den Neubau und hiervon 17 % auf Eigenheime. Allerdings wird der Neubau regionspezifisch sehr unterschiedlich ausfallen. In den Ballungsräumen München, Köln, Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg oder Berlin wird im Umland der Städte auch zukünftig von einer hohen Nachfrage auszugehen sein, da in diesen Städten entweder Mietwohnungsknappheit und/oder hohe Mietwohnungspreise vorhanden sind. Der Neubau im Umland ist somit für potentielle Baufamilien attraktiv.

***Trend 01: Wohnungsneubau geht kontinuierlich zurück bzw. wird auf einem sehr geringen Niveau verharren:*** Der Neubau von Wohngebäuden geht seit 1998 kontinuierlich zurück und wird zukünftig – aber regional sehr differenziert – nur verhalten wieder wachsen.

***Trend 02: Neubau erfolgt vor allem in Form von Eigenheimen:*** Der größte Anteil des Wohnungsbaus wird auf den Eigenheimbereich entfallen. Ab dem Zeitraum 2015-2020 wird der Neubau vermutlich aufgrund des demographischen Wandels noch mehr schrumpfen, da die meisten Bedarfe aus dem Bestand heraus gedeckt werden können.

### 3.2 Eigentümerquote

Die Eigentümerquote in Deutschland hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich erhöht, auch wenn sie noch deutlich niedriger als in anderen Europäischen Ländern ist. 1993 lag sie bei 38,8 %, in 1998 bei 40,9 % und in 2002 bei 42,2 % (Statistisches Bundesamt 2007). Bis Ende 2010 hat sie sich nur marginal auf 43 % erhöht (Bundesregierung 2010). Die letzte länderspezifische Erhebung für das Jahr 2004 zeigte eine Wohneigentumsquote von 43,4 % in den Alten und 32,9 % in den neuen Bundesländern (Statistisches Bundesamt 2007). Hierbei ist charakteristisch, dass die Quote bei den unter vierzigjährigen am geringsten ist (ABL: 22 %, NBL: 23,5 %).

***Trend 03: Eigentümerquote wird nur langsam steigen:*** Die Eigentümerquote stagniert seit vielen Jahren. Einerseits besteht somit angesichts der niedrigen Zahl noch ein hohes Potential. Dies würde mehr Wohnbauinvestitionen bedeuten, da Eigentümer grundsätzlich in ihr Eigentum besser investieren können wohingegen Mieter nur im sehr beschränkten Umfange – und in verschiedenen Bereichen wie der Energieversorgung gar nicht – bauliche und technische Modernisierungsmaßnahmen veranlassen können. Andererseits ist nicht abschätzbar, wie diese Quote gesteigert werden sollte

*nachdem z.B. Zulagen zum Eigentumserwerb gestrichen worden sind. Trotz historischer Tiefstände der Hypothekenzinsen haben diese nicht zu einem Bauboom geführt.*

Im Jahr 2002 betrug die Wohnfläche pro Kopf in den alten Bundesländern durchschnittlich 42,8 m<sup>2</sup>, in den neuen Bundesländern 36,2 m<sup>2</sup>. In 2006 betrug die durchschnittliche Wohnfläche in den alten Bundesländern (ohne Berlin) 44 qm, in den neuen Bundesländern 38,6 qm. Durch den kontinuierlichen Neubau stieg die durchschnittliche Wohnfläche in Deutschland insgesamt von 39,5 in 2000 auf 42,5 qm in 2009 anstieg (GdW 2010:97).

Die durchschnittliche Wohnungsgröße betrug in 2006 in den alten Bundesländern 93,9 qm und in den neuen Bundesländern 76,5 qm (Destatis 2011). Aufgrund steigender Wohnbedarfe kann in den nächsten Jahren mit einem weiteren Anstieg der Wohnfläche pro Kopf gerechnet werden. Eine Prognose von Empirica kommt zu dem Ergebnis, dass es bis 2015 einen relativ starken Anstieg der Nachfrage auf 48 m<sup>2</sup> pro Kopf sowie bis zum Jahr 2030 einen nochmaligen Anstieg auf 52 m<sup>2</sup> geben wird (vgl. Schrader-Stiftung o.J.).

***Trend 04: Pro-Kopf-Wohnflächennutzung wird noch langsam ansteigen:*** *Es ist davon auszugehen, dass die Wohnflächennutzung noch weiter ansteigen wird. Zum einen ist die Pro-Kopf-Wohnfläche in den neuen Bundesländern noch deutlich unter der der alten Bundesländer. Weiterhin gibt es einen Remanenzeffekt, d.h. bei sich verändernden Haushaltssituationen (Auszug der Kinder oder Tod eines Ehepartners) verbleiben Familienmitglieder in der genutzten Wohnung. Entgegen diesem Trend spricht jedoch, dass eine größere Wohnung mit höheren Kosten verbunden ist, insbesondere bei den Betriebskosten. Somit gibt es gegenläufige Faktoren bei diesem Trend und die Pro-Kopf-Wohnfläche wird nicht beliebig ansteigen.*

### **3.3 Modernisierung versus Neubau**

Die Investitionen in den Wohnungsbestand beliefen sich in 2008 auf 123 Mrd. Euro (baulinks 2009a). Seit einigen Jahren haben die Investitionen in den Bestand, d.h. Renovierung und Sanierung, einen immer größeren Anteil am gesamten Bauvolumen als der Neubau (BBR 2004). In 2007 lagen sie bei ca. 70 % des Wohnungsbauvolumens, 10 Jahre zuvor haben sie nur bei 50 % gelegen (Jokl 2008). Nach dem DIW lagen die die Investitionen für Modernisierung und Instandhaltung in 2008 bei 78 %, die Neubauinvestitionen bei 22 % (DIW zitiert nach GdW 2010:29). Im Neubau verteilten sich die Investitionen zu 17 % auf den Eigenheimbau und nur zu 5 % auf den Geschosswohnungsbau (ebd.). Die Notwendigkeit der Bestandsinvestitionen ergibt sich durch das Alter des Bestandes, da mehr als 30 % der Wohnungen älter als 60 Jahre sind. Nach Jokl sind allein von den vor 1948 errichteten Gebäuden 8 Millionen sanierungsbedürftig (ebd.). Aber auch im Eigenheimbereich besteht zumindest Renovierungsbedarf: Jedes Dritte Eigenheim soll nach Jokel diese Bedarfe haben. In den alten Bundesländern bilden Modernisierung und Instandsetzung einen Sockel für die Bauwirtschaft, der seit vielen Jahren einen stetigen Zuwachs aufweist, wohingegen in den neuen Bundesländern und den Ballungsräumen nach wie vor Neubaubedarfe vorliegen. Die Bestandsinvestitionen wirken somit als Stabilisator gegenüber dem Neubau, der konjunkturellen Schwankungen unterliegt und im Trend seit Jahren rückläufig ist (vgl. auch Bartholomai 2002).

***Trend 05: Modernisierung wird immer wichtiger als Neubau:*** *Seit nunmehr fast 10 Jahren ist zu beobachten, dass die Bestandsinvestitionen immer mehr zunehmen, die Neubauinvestitionen für den Wohnungsbau hingegen abnehmen. Dieser Trend wird sich auch in Zukunft fortsetzen, da die demographischen Daten nicht dafür sprechen, dass der Bestand die Wohnbedarfe nicht decken kann.*

### 3.4 Energieeffizientes Bauen und Modernisieren

Aufgrund der Bedeutung der Energiekosten und der Verschärfung der Energiekennwerte von Gebäuden müssen Neubauten heute als energieeffiziente Gebäude errichtet werden. Die Wärmeschutzverordnung von 1977 sah einen maximalen Heizwärmeverbrauch von weniger als 250 kWh/m<sup>2</sup>a vor, die Wärmeschutzverordnung von 1995 hingegen sah nur maximal 100 kWh/m<sup>2</sup>a vor. Der derzeitige Stand der energetischen Anforderungen ist die EnEV, die einen maximalen Heizwärmebedarf von 70 kWh/m<sup>2</sup>a als Standard für Neubauten fest schreibt. Heutzutage versteht man deshalb unter Niedrigenergiehäusern Gebäude, die unter 70 kWh/m<sup>2</sup>a Heizenergie liegen, aber noch oberhalb des Passivhausstandards. Passivhäuser haben wiederum Jahresheizwärmebedarf von weniger als 15 kWh/m<sup>2</sup>a.

Das energieeffiziente Planen und Bauen unterscheidet sich vom konventionellen Planen und Bauen insofern, dass das Gebäude als ein einheitliches Konzept geplant und sorgfältig ausgeführt werden muss. Im Unterschied zur alten Bauweise muss hierbei die solare Wärmeenergiegewinnung optimiert werden. Dies kann nur erreicht werden, wenn das Gebäude auf einem Grundstück aus solarer Perspektive optimal orientiert ist unter Berücksichtigung der Topographie/Windrichtung und der Verschattung. Bei der Siedlungsplanung mit vielen Gebäuden ist zudem die Orientierung der Gebäude zu den anderen Gebäuden zu berücksichtigen. Weitere Aspekte zur Optimierung der energetischen Bilanz sind die Gebäudeform (möglichst kompakt), die Südorientierung der Fensterflächen, sowie die Gebäudezonierung mit warmen und kalten Räumen. Auf der Baustoff- und Bauteilebene ergeben sich die Herausforderung eines minimalen Transmissionsverlustes (hohe Dämmung, keine Wärmebrücken, einer optimierten Lüftung bei gleichzeitiger Luftdichtheit des Gebäudes) sowie die Nutzung erneuerbarer Energien bei der Energieversorgung. Aufgrund der Vielzahl der Erfordernisse ist ersichtlich, dass das energieeffiziente Planen und Bauen wesentlich höhere Anforderungen als das konventionelle hat.

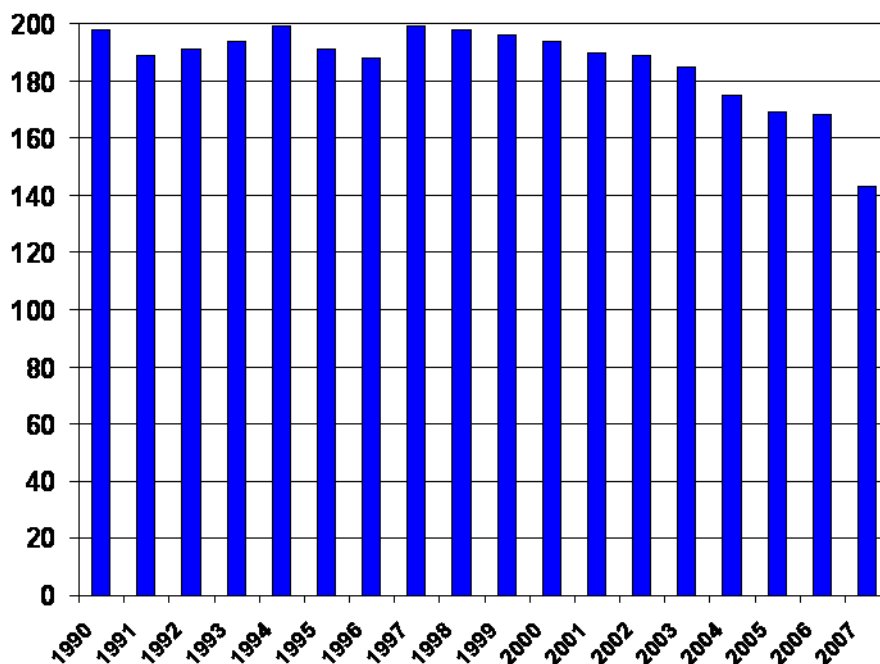
Die niedrigen Werte bei Passivhäusern werden dadurch erreicht, indem die Transmissions- und Lüftungsverluste auf ein Minimum gebracht werden, die solaren Gewinne optimiert werden und alle „energetischen“ Tätigkeiten als Wärmequelle genutzt werden. Hierunter fallen die Wärmeenergie der Bewohner, die Beleuchtung und elektrische Geräte. Der Passivhausstandard ist im Gegensatz zum Niedrigenergiehausstandard nicht so leicht zu erreichen, obwohl die Baumaterialien hierfür alle verfügbar sind. Dieser Standard setzt hohe Anforderungen an die Konstruktion sowie die technische und bauliche Umsetzung. Ein zusätzliches Problem des Passivhauses ist die Gefahr der Überhitzung, so dass i.A. auch ein Kühlkonzept für den Sommer berücksichtigt werden muss. Noch weitergehend ist die Erstellung von Null-Energiehäusern, die die gesamte Heizungsenergie durch solare Gewinne und die „Abwärme“ der Bewohner und der Technik erzeugen. Das Plusenergiehaus ist vollkommen autark in der Energieversorgung. Dies wird erreicht durch den Nullenergiehaus-Standard sowie der Energiegewinnung für warmes Wasser durch Solarthermie und von elektrischer Energie durch Fotovoltaik.

Die größte Herausforderung für den Gebäudebestand ist jedoch unzweifelhaft die energetische Modernisierung des Bestandes. Ein wesentlicher Treiber für diese notwendige Modernisierung ist das Alter des Wohnungsbestandes. In den neuen Bundesländern sind ca. 40 % der Wohnungen (ca. 9 Mio.) vor 1949 errichtet. In den alten Bundesländern sind zwar nur 25 %, aber zusammen mit den Nachkriegsbauten sind ca. 75 % aller Wohnungen vor 1978 in den ABL gebaut worden. Das Wohnen ist heute verantwortlich für ca. 29 % des Energieverbrauchs im Jahre 2009 (BMW 2011:Tabelle 5). Angesichts steigender Energiepreise und der absehbaren Knappheit der fossilen Energieträger Heizöl und Erdgas sowie einer kontinuierlichen Verschärfung der energetischen Anforderungen im Neubau und der Modernisierung kommt der energetischen Modernisierung eine sehr hohe Bedeutung zu.

Die wesentlichen Prinzipien der energetischen Modernisierung sind jedoch recht einfach: Die Dämmung des Daches, ein Austausch von alten Fenstern, die Isolation der Außenwände bis hinunter zu den Kellerwänden, die Isolierung der Kellerdecke und ggf. der obersten Geschossdecke, die Erneuerung der Heiztechnik sowie ggf. die Nutzung von Solarthermie für die Warmwasserbereitung oder erneuerbare Energieträger für die Heizung. Weitergehende Maßnahmen wären der Einbau einer Lüftungsanlage sowie die Nutzung von Solarthermie zur Heizungsunterstützung. Sowohl die Bauverfahren als auch die Baumaterialien bzw. Bauteile hierfür sind hinreichend bekannt und am Markt verfügbar.

Der Anteil der Investitionen für die energetische Modernisierung an den gesamten Modernisierungsinvestitionen ist jedoch nur schwer konkret zu ermitteln, da Modernisierungsmaßnahmen immer aus einer Vielzahl von Maßnahmen bestehen. Beispielsweise ist es inzwischen weit verbreitet Fassaden erst dann zu dämmen, wenn eine Fassadensanierung ohnehin ansteht. Nach Auskunft des GdW sind bei den Mitgliedsunternehmen des Wohnungsverbandes von 1990 bis 2009 in den alten Bundesländern ca. 20 % aller Wohnungen energetisch vollständig modernisiert worden, in den neuen Bundesländern ca. 51 % (gesamt 32,5 %, GdW 2010: 34ff. und 122). Während im Neubau heutzutage Heizenergiebedarfe von 70 kWh/qm\*a realisiert werden müssen, ist der bundesweite Durchschnitt im Bestand von ca. 200 kWh/qm\*a in 1990 auf 156 kWh/qm\*a in 2008 gesunken (GdW 2010:35). Der GdW geht davon aus, dass in seinen Mitgliedsunternehmen – die vor allem Geschosswohnungsraum bereitstellen – der durchschnittliche Energieverbrauch von ca. 195 kWh/qm\*a in 1990 durch energetische Sanierung auf ca. 140 kWh/qm\*a in 2007 gesenkt wurde (ebd.).

**Abbildung 2: Energieverbrauch für Raumwärme je m<sup>2</sup> Wohnfläche in kWh.**



Quelle: BMWi 2009:Tabelle 8b

**Trend 06: Energieeffizientes Modernisieren ist der Bautrend der Zukunft:** Insgesamt zeigen die Kennziffern zur energetischen Modernisierung und bestätigen auch Experten, dass die energetische Modernisierung der wesentliche Bautrend des 21. Jahrhunderts werden wird. Allerdings zeigen die Daten auch, dass die Modernisierungsquoten noch unterhalb von 2 % pro Jahr sind. Dies bedeutet, dass es weit mehr als 50 Jahre dauern wird, bis der Bestand auch komplett modernisiert wird.

### 3.5 Zweit- und Ferienwohnungen

Seit einigen Jahren gibt es einen Trend zu Zweitwohnungen. Nach einer Untersuchung von empirica und der Landesbausparkassen LBS stieg die Anzahl der Zweitwohnungen in dem Zeitraum 2004 bis 2008 um 30 % auf insgesamt 1,1 Mio. Wohnungen. Somit waren ca. 3 % des Wohnungsbestandes Zweitwohnungen (empirica zitiert nach baulinks 2009b). Die Anzahl der Ferienwohnungen legte im gleichen Zeitraum um 20 % zu auf ca. 950.000 Wohneinheiten (ebd.). Berücksichtigt man die Anzahl der Haushalte, so haben 2,8 % aller Haushalte eine Zweitwohnung und 2,4 % eine Ferienwohnung. Die Zweitwohnungen werden vor allem aus Berufs- und Ausbildungsgründen angemietet oder erworben. Zweitwohnungen sind zu 80 % angemietet, Ferienwohnungen hingegen sind fast immer Wohneigentum.

***Trend 07: Es wird immer mehr Zweit- und Ferienwohnungen geben:** Es ist nicht ganz sicher einzuschätzen, wie sich die Anzahl der Zweit- und Ferienwohnungen entwickeln werden. Zweitwohnungen werden vor allem aus beruflichen Gründen gewählt und hierbei im größeren Umfange von Studenten. Der demographische Wandel führt zu einem Rückgang der Studentenzahlen. Andererseits gibt es eine zunehmende Mobilität von Arbeitnehmerern. Weiterhin führt der demographische Wandel dazu, dass in vielen – landschaftlich schönen – Regionen die Immobilienpreise drastisch sinken werden. Immobilien als Ferienwohnungen werden zunehmend erschwinglicher. Insgesamt wird die Prognose gewagt, dass es einen weiterhin steigenden Trend zu Zweit- und Ferienwohnungen gibt. Wesentlich ist hierbei, dass Ferienwohnungen längere Zeiten unbeaufsichtigt sind und auch Zweitwohnungen zumindest teilweise unbeaufsichtigt sind. Hierbei könnten sich Einsatzmöglichkeiten für innovative Technologien zur Wohnungsüberwachung ergeben.*

### 3.6 Bauweisen und Baukonstruktionen

Die Entwicklung der baulichen Substanz wurde schon immer maßgeblich von Architekten geprägt, indem sie neue Bauformen zunächst experimentell umsetzten für innovationsfreudige Bauherren und diese Bauformen sich dann verbreiteten. Dabei wird von der Architektur nicht nur Wert auf Funktion und Einfachheit gelegt, sondern auch die Anpassung der Bauherrenwünsche an Form, Design und Aussehen. Vor dem Hintergrund vielfältiger Trends in der Gesellschaft müssen innovative Konzepte entwickelt werden, die gemäß dem Leitsatz „form follows function“ wirken. Hierbei müssen die Bedarfe und die Wunschvorstellungen der Bewohner im Mittelpunkt stehen und die Architektur für diese Lösungen entwickeln, die nicht standardisiert sind, sondern auch der Pluralität und Komplexität einer sich verändernden Gesellschaft entsprechen. Dabei kommt der Architektur nicht nur die Rolle der reinen Bauausführungen zuteil, sie muss vielmehr zukünftige Entwicklungen vorwegnehmen, um den Bauherren auch Sicherheiten für die größte Investition ihres Lebens zu geben.

Architekten verstehen sich häufig als Künstler, denen es zwar nicht am Publikum, wohl aber an experimentierfreudigen Bauherren mangelt. „Große Architektur“ spielt vor allem im gewerblichen Bau eine Rolle, da beeindruckende Bauwerke wie die Petronas Towers Kuala Lumpur, La Grande Arche de la Defense in Paris oder auch die (zukünftige) Elbphilharmonie in Hamburg zu Markenzeichen einer Stadt werden können. Im Wohnungsbau gibt es jedoch zwei Besonderheiten, die hinsichtlich von Untersuchungsperspektiven mit einer kurz- oder mittelfristigen Perspektive zu beachten sind:

- Zum einen sind Immobilien sehr dauerhaft, d.h. der Bestand vom Jahre 2030 ist zu mehr als 90 % heute schon realisiert.

- Zum anderen ist das Bauen im Wohnungsbau sehr konservativ, d.h. heutzutage „moderne Häuser“ basieren zumeist auf den Grundlagen, die Architekten schon in den 20iger oder 30iger Jahren des letzten Jahrhunderts gelegt haben. Dies betrifft sowohl die kubische zweigeschossige Bauweise, das klassische Satteldachhaus als auch Zeilenrandbebauungen in den Städten.

Dieser „Konservatismus“ im Eigenheimbau lässt sich deutlich in den Speckgürteln um die Ballungsräume herum ersehen. Beispielsweise wurden in Kleinmachnow – einem stetig wachsenden Vorort von Berlin – von der Gemeinde große Flächen an einen niederländischen Baukonzern vergeben. Der Investor realisierte vor allem zwei Haustypen: eine kubischen Bau mit Pyramidendach sowie eine Satteldachvariante mit 2,5 Geschossen. Beide Haustypen wurden in der Gemeinde schon in den dreißiger Jahren intensiv gebaut. Der Bauträger bot auf dem Markt eine Vielzahl weiterer Haustypen wie z.B. ein Grachtenhaus an, die jedoch alle nicht am Markt gefragt wurden obwohl sie architektonisch deutlich interessanter waren in den stereotypen Siedlungen. Genauso wie in Kleinmachnow sind rund um Berlin große Wohnsiedlungen von einfach standardisierten Formaten entstanden.

Zwischen den realisierten und den gewünschten Objekten klafft jedoch eine große Lücke. Eine Umfrage von „Schöner Wohnen“ im Jahre 2005 zeigte, dass der Wunschtraum eines Hauses eine klare Architektur mit großen Fenstern bzw. Glasfassaden haben sollte (vgl. innovations report 2005). Wesentliche Charakteristika dieses Hauses sollen seine Energieeffizienz sowie seine Umbaumöglichkeiten, d.h. die Flexibilität der Anpassung der Räumlichkeiten an veränderte Lebensumstände sein. Hierbei ist zweierlei anzumerken. Zum einen gibt es den favorisierten Bautyp schon mehr als zwanzig Jahre am Markt in Deutschland, allerdings wird er nur im geringeren Umfang realisiert. Zum anderen ist das Eigenheim angesichts der veränderten Verhältnisse am Arbeitsmarkt nicht mehr die „Burg“ für ein dauerhaftes Leben, sondern ein Objekt welches immer schneller umgeschlagen wird.

Der Hintergrund für eine konventionelle Bauweise ist möglicherweise nur partiell bei den Bauherren zu suchen, sondern vor allem in der Art, wie Gebäude geplant werden bzw. finanziert werden. Heutzutage werden Gebäude vor allem durch Bauträger gebaut, die standardisierte Pläne vielfach umsetzen. Hierdurch entstehen Kostenvorteile, da die Planungskosten deutlich reduziert werden. Auch die Finanzierung lässt sich einfacher planen, da nicht mit Ausschreibungen gearbeitet wird sondern mit „Schlüsselfertig-Angeboten“, die auch für die kreditgebenden Banken besser überschaubar sind. Architekten werden somit immer mehr in Nischen gedrängt und somit entstehen im Wohnungsbau nur im geringen Umfang neue Baukonzepte. Die Architektur hat jedoch auch andere Themen aufgegriffen wie z.B. das Mehrgenerationenhaus oder das Passivhaus. Nur mit Architekten lassen sich derart innovative Konzepte umsetzen. Ungeachtet spezifischer Merkmale muss man jedoch festhalten, dass auch Objekte nach diesen Konzepten sich nicht grundlegend in der Baustruktur unterscheiden, sondern eher in den Raumzuschnitten oder der (reduzierten) Versorgung der Gebäude mit Energie.

***Trend 08: Die Bauformen werden sich kaum ändern:*** *Neue Bauformen verbreiten sich nur ganz langsam. Betrachtet man die bauliche Entwicklung in den neuen Bundesländern rund um die großen Städte, so dominieren konservative Bauformen. Diese sind das Ergebnis von Bauträger-Angeboten nach dem Prinzip der Schlüsselfertigkeit und einem konservativen Planungsrecht, die den Bauherren nur selten wirkliche Freiheiten für die Umsetzung ihrer Ideen geben.*

Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels gibt es jedoch ein weiteres spezifisches Thema im Wohnungsbau. Was wird aus den Gebäuden, die jetzt schon gebaut worden sind? Hierbei ist anzumerken, dass jedes Objekt auch immer unter den spezifischen Bedürfnissen des Erwerbers errichtet (oder gekauft) wird. Die Bedürfnisse ändern sich jedoch. Die kleine Küche mit einer großen Essecke, das kleine Kinderzimmer und das große Wohnzimmer sowie die kleinen Bäder sind Konzepte der sechziger oder siebziger Jahre, die heute nicht mehr unbedingt marktgängig sind.



Angesichts des zukünftig zu erwartenden größeren Umschlages von Immobilien durch Erbschaften oder durch eine steigende (erzwungene) Flexibilisierung am Arbeitsmarkt werden zukünftig Altimmobilen verstärkt umgebaut. Hierbei werden sicher neue Raumaufteilungen, Aus- und Erweiterungsmaßnahmen stattfinden, aber diese werden sich kaum in einer generellen Neuorientierung von Architektur und Design niederschlagen.

Dennoch ist im gewissen Umfange davon auszugehen, dass sich der Wohnungsmarkt und damit auch der Anspruch dessen an die Architektur in den kommenden Jahren ändern werden. Der Anteil an 1-2-Personenhaushalte wird weiterhin steigen, während das klassische Mehrfamilienwohnen mit klarer Zuordnung von Raum und Funktion unter einem Dach immer seltener wird. Das Statistische Bundesamt prognostiziert für 2025 eine Steigerung der 1-Personen-Haushalte um etwa 10 % (GdW 2008), wobei jedoch festzustellen ist, dass diese auch grössere Wohnungen nachfragen. Ebenso wird es vermutlich im Rahmen des demographischen Wandels zu einer Renaissance des Lebens in der Stadt kommen, da nur hier die Infrastrukturen für die Bedarfe einer überalterten Gesellschaft im ausreichenden Maße vorhanden sind.

Der Wunsch nach Freiheit und freier Zeiteinteilung im Berufsleben hat natürlich auch Einfluss auf die Innenarchitektur und Raumaufteilung. Die klassischen Gemeinschaftsräume wie Wohnzimmer oder Küche werden zusammengelegt zu Lofts mit offenen Grundrissen und fließenden Übergängen, reine Wohnungsbauten werden zu mischgenutzten Einheiten. Zukünftige Wohnformen verschmelzen diese vormals getrennten Zonen und bilden Cluster wie

- Erholung für Schlafen, Fernsehen, Relaxen,
- Arbeit für Home Office,
- Hauswirtschaft zum Kochen und Waschen,
- Kommunikation zur Geselligkeit und Repräsentanz,
- Wellness zur Körperpflege, Training und Hygiene oder
- Rückzugsorte.

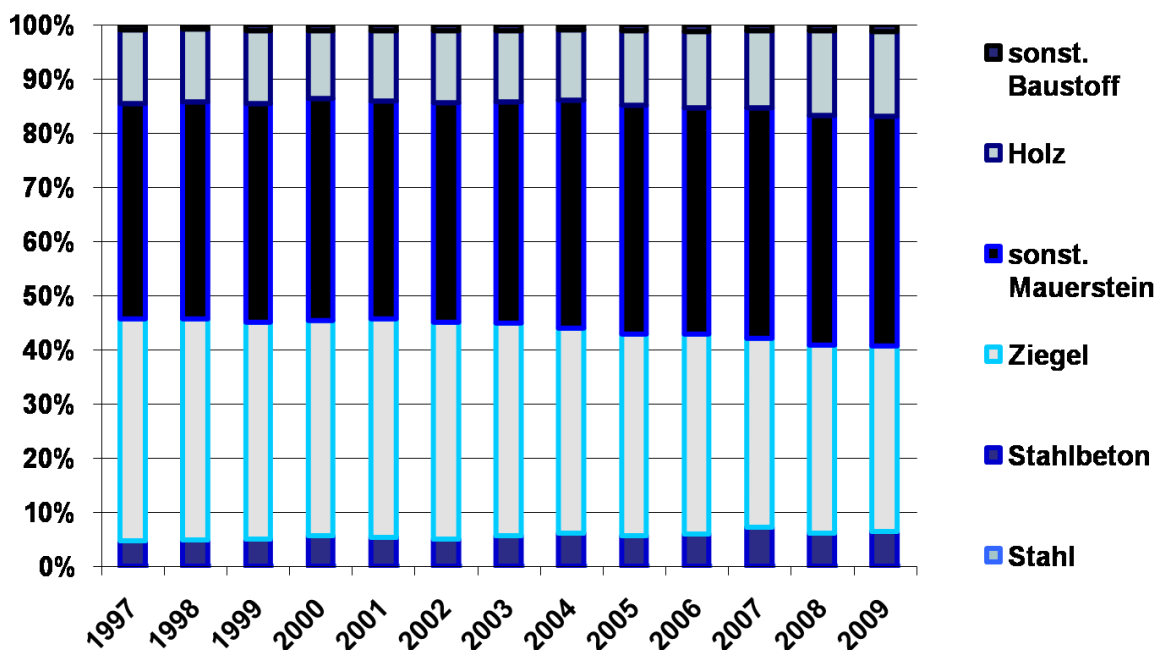
Ein Raum kann hierbei auch die Funktion mehrerer Cluster übernehmen oder sich über mehrere Räume erstrecken. (GdW 2008). Wesentlich ist hierbei im Rahmen der gesellschaftlichen Entwicklungen ein Trend zur Individualisierung (GdW 2008). Die klassische Familie der sechziger und siebziger Jahre mit Alleinverdiener, Mutter und zwei Kindern ist nur eine kleine Minderheit. Vielfältige Lebensmodelle sind heutzutage die Regel und haben auch vielfältige Wohnbedarfe. Dennoch bleiben zentrale Anforderungen an den Wohnraum bestehen. Zum einen soll die Wohnung als Rückzugsort dienen, in dem die Privatsphäre im Vordergrund steht, zum anderen werden die eigenen vier Wände zum Repräsentationsobjekt und Erlebnisraum als Treffpunkt für Freunde und Verwandte gesehen (GdW 2008).

***Trend 09: Wohngebäude und Wohnraum müssen flexibel nutzbar sein:*** Bei der Entwicklung von Wohnraum treffen zwei widersprüchliche Dimensionen aufeinander. Zum einen ist Wohnraum immobil und nur sehr aufwändig veränderbar. Zum anderen wandeln sich Bedürfnisse und Lebenslagen, weshalb Wohnraum heute zum reinen Wohnen geeignet sein sollte, morgen für das Wohnen und Arbeiten und in der Zukunft als Altersruhesitz mit Pflegeangeboten. Im Ergebnis sollte der Wohnraum möglichst flexibel gestaltet und baulich leicht veränderbar sein.

### 3.7 Baustoffe

Gebäude werden in Deutschland nach wie vor überwiegend in Massivbauweise aus nichtbrennbaren Baustoffen hergestellt (z.B. Lochziegel, Kalksandstein, Blähton, Porenbeton). Andere Baustoffe wie Verbundwerkstoffe, Stahl oder Holz als Konstruktionswerkstoffe werden deutlich seltener eingesetzt. Im Dachbereich dominiert der Dachstuhl aus Holz mit einer Ziegelauflage. Auch wenn vor einiger Zeit Fertigdächer aus Leichtbeton auf den Markt gekommen sind, so haben sie kaum Marktanteil gewinnen können. Fenster werden vor allem aus Holz, PVC oder Aluminium hergestellt. Insgesamt handelt es sich um die gleichen Materialien, die schon vor 20, 30 oder 50 Jahren verwendet wurden.

**Abbildung 3: Verwendete überwiegende Baustoffe bei der Errichtung neuer Wohngebäude.**



Quelle und Anmerkung: Destatis 2009:Tabelle 1.1. Zwischen 2001 und 2009 wurden nur zwischen 1 und 8, in den Jahren 1997 bis 2000 insgesamt 226 Gebäude aus Stahl errichtet. In der obigen Graphik ist der Anteil der Stahlbauten deshalb nicht ersichtlich.

Seitens der baustoffherstellenden Unternehmen wird auf vielfältiger Weise an der Fortentwicklung der Baustoffangebote gearbeitet, wobei jedoch die Materialien sich kaum ändern. Generell geht es zumeist um die Verbesserung der Baustoffeigenschaften hinsichtlich der Verarbeitbarkeit (z.B. mit spezifischen Zuschlagsstoffen beim Zement), die schnellere Verarbeitung der Baustoffe (z.B. durch großformatige Bausteine), der spezifischen technischen Merkmale (z.T. Bruchverhalten von Leichtbauplatten) oder der energetischen Kennwerte der Baustoffe (z.B. Veränderung des Luftanteils in Leichtbaustoffen).

Neue Baustoffe sind jedoch äußerst selten und es ist schwer abzuschätzen, ob sich im Baustoffbereich wirkliche Innovationen abzeichnen. Eines von wenigen Beispielen könnte beispielsweise der lichtdurchlässige Beton sein, der inzwischen serienmäßig angeboten wird (Beton o.J.). In dem Beton sind Glasfasern eingebunden, wobei aus einem großen Betonblock einzelne „Scheiben“ geschnitten und geschliffen werden. Das Licht wird dann über die angeschnittenen Glasfasern durch die Betonscheibe geleitet, die so transparent wirkt. Auf die Festigkeit des Betons sollen die Glasfasern keinen Einfluss haben, da der Anteil lichtleitender Fasern nur gering ist. Das Material wird vor allem im

Designbereich eingesetzt, ist aber wegen der aufwendigen Herstellung noch sehr teuer. Seit 2006 wurde das Herstellungsverfahren weiter vereinfacht, so dass sich die Kosten für den Endverbraucher bei einer vollautomatisierten Serienproduktion stark verringern werden (vgl. KWH Preis UG o.J.).

Bei den Außenwand-Baustoffen wird vor allem an den energetischen Kennwerten der Baustoffe gearbeitet. Beispiele hierfür sind die Erhöhung der Anzahl der „Lufthohlräume“ in Bausteinen oder der Schliff bzw. Schnitt der Plansteine, um die häufig wärmeleitende Fuge zu minimieren. Seit einiger Zeit sind auch Wärmedämmziegel mit Dämmfüllung auf dem Markt (vgl. Schlagmann o.J.).

Bei den Wärmedämmstoffen werden heutzutage auch häufiger Zellulose (aus Altpapier oder Gras) oder Schafwolle als Alternative zur Polystyrol- oder Mineralwolle verwendet. Diese Materialien werden vor allem mit Borverbindungen (Borsäure und/oder Borax, ca. 3-18% bei Altpapier und 3-6% bei Gras) gegen Schädlingsbefall und zur Sicherstellung des Brandschutzes versehen. Beim Abriss handelt es sich bei den borhaltigen Dämmstoffen um Sondermüll. Vorteilhafter ist deshalb die Schafwolle, die keine lungengängigen Stäube bildet sowie schwer brennbar ist mit guten flammhemmenden Eigenschaften aufgrund des hohen Stickstoffanteils (vgl. IEMB 2007:47 sowie Kompetenzzentrum Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen o.J.). Ein weiteres ökologisches Dämmmaterial stellen neben Zellulose die Holzfaserplatten dar. Sie werden aus dem Restholz heimischer Hölzer hergestellt, haben einen guten Diffusionskoeffizienten und entsprechen ebenfalls der Brandschutzverordnung.

Weitere Entwicklungen im Bereich der Dämmmaterialien sind die transluzente Wärmedämmungen und die Vakuumdämmung (IEMB 2007:49). Beide Materialien haben hohe Anteile an anorganischen Stoffen und sind zumeist nicht brennbar. Bei der transluzenten Dämmung handelt es sich um einen lichtdurchlässigen Dämmstoff zur Erhöhung der passiven Wärmegewinne. Dieser Dämmstoff hat Hohlräume, in denen eine Umwandlung der UV-Strahlung in Wärmestrahlung erfolgt. Die Materialkosten dieses Dämmstoffs sind sehr hoch mit ca. 200 €/m<sup>2</sup>, zudem können sie im Sommer das Gebäude überhitzen so dass auch eine Verschattung mit berücksichtigt werden muss. Vakuumdämmungen werden vereinzelt in Bauprojekten verwendet. Sie zeichnen sich durch sehr hohe Isolationseigenschaften bei relativ geringer Dicke aus. Eine Vakuumdämmpaneel mit 2 cm Dicke entspricht einer Wärmedämmung von 20 cm Mineralfasern (vgl. VACU-ISOTEC KG 2009) Sie könnten zukünftig in vielen Bereichen eingesetzt werden, wenn die Kosten deutlich reduziert und die Verarbeitbarkeit auf der Baustelle gesichert wird. Ihr Vorteil ist der Platzgewinn bei Passiv- und Niedrigenergiehäusern als auch die Möglichkeit für die Sanierung von Altbauten, bei denen die Grenzbebauung nur eine geringe Dämmstärke erlaubt (vgl. BINE Informationsdienst 2001). Die Paneele können bisher nicht vor Ort zugeschnitten und angepasst werden, sie werden nur industriell vorgefertigt. Ein Beispiel für die Verwendung ist das historische Gerichtsgebäude aus dem 17. Jahrhundert in Schaffhausen, bei dem die Bodenplatte mit 10mm starken Vakuumpneelen isoliert wurde (vgl. Erbenich, Klein 2003).

Weitere neue Baustoffe sind sogenannte Latentwärmespeicher in Baustoffen, die in Form von Wänden errichtet werden. Hierbei werden z.B. Salzhydrate, Fettsäuren oder Paraffine in die Baustoffe eingebracht und verkapselt. Diese Stoffe schmelzen oder geben das Hydratwasser ab, wenn sie Wärme aufnehmen. Hierdurch bewirken sie eine Kühlung. Bei der Abkühlung der Raumtemperatur wechseln sie den Zustand und geben die Wärme wieder ab (vgl. IEMB 2007:45). Derartige Stoffe werden jedoch vor allem in Modellprojekten eingesetzt. In 2010 wurde ein Plusenergiehaus beim Solar Dacathlon 2010 vorgestellt, bei dem ein PCM-Speicher erfolgreich integriert ist (vgl. EMCO 2010). Es gibt jedoch inzwischen Deckenplatten, Leichtbauwände und Fassadenelemente mit eingearbeiteten

PCM, aber auch separate Kälte- und Wärmespeicher, die sowohl für Neubau als auch für Sanierungen geeignet sind (BINE 2002 sowie BASF o.J.).

Seit ein paar Jahren werden auch Calcium-Silikatplatten für den Innenausbau bzw. die Innenwandwärmedämmung (vgl. Calsitherm o.J.). Derartige Platten werden seit längerer Zeit in Industriebauten eingesetzt, da sie leicht zu verarbeiten sind, mineralfaserfrei, nicht brennbar und feuerhemmend sind. Hierbei handelt es sich um Calciumsilikatwerkstoffe, die auch nicht schimmeln (Badausbau) und wärmedämmend sind (d.h. sie ermöglichen auch eine energetische Zonierung im Gebäude). Im Seebad Heiligen Damm wurden bei Renovierungs- und Sanierungsarbeiten im Jahr 2000 ca. 2.5000 m<sup>2</sup> Calsitherm Klimaplaten verbaut (vgl. Calsitherm o.J.) Noch nicht breit eingesetzt – obwohl seit langer Zeit an dem Markt – sind Dämmstoffe auf Schaumglas-Basis aus Sand, Dolomit und Kalk (vgl. Foamglas o.J.) oder auch aus Altglas. Als Platten zeichnen sie sich durch eine sehr hohe Druckfestigkeit und gute Wärmeisolierung aus. Sie können beispielsweise zur Dämmung der Bodenplatten unter derselben eingesetzt werden. Mögliche Anwendungen sind auch Schaumblähglasgranulate oder Zuschlagstoffe für Leichtputze zur verbesserten Wärmdämmung. Das Flachdach ist ein bedeutendes Anwendungsgebiet dieses Dämmstoffes (vgl. Foamglas o.J.).

Auch für den zukünftig zunehmenden Bedarf an Kühlung in Gebäuden gibt es eine umweltverträgliche Alternative zu konventionellen Kompressionsklimaanlagen: sogenannte thermoaktive Bauelemente (TABS). In Decken, Fußboden und Wänden werden beim Bau Rohrregister oder dünne Kunststoffschläuche in die Betonteile integriert, durch die Wasser fließt. Auf diese Weise kann die Raumtemperatur über Strahlungswärme bzw. –kälte reguliert werden. Dieses Verfahren wird vor allem in Bürogebäude, aber noch nicht im Wohnungsbau verwendet (Bine 2002). TABS benötigen aufgrund der großen Austauschfläche für Wärme und Kälte nur einen geringen Temperaturunterschied um effizient Räume zu heizen oder zu kühlen. Wärmesenken im Erdreich, im Grundwasser oder der Nachtluft reichen hierzu aus. Der Test von TABS in drei Neubauten hat einen um den Faktor zwei bis drei geringeren Primärenergieverbrauch als bei Standard-Büro-Neubauten ergeben (ebd.). Da die Wärmeübertragung über Strahlung und Konvektion relativ träge abläuft, können TABS jedoch nicht für den Ausgleich von Lastspitzen genutzt werden.

Im Bereich des Fensterbaus hat sich in den vergangenen Jahren einiges getan. Mit U-Werten<sup>1</sup> von 0,5 W/m<sup>2</sup>K in Passivhäusern und 1,0 W/m<sup>2</sup>K bei zweifachverglastem Wärmedämmglas stellen in vielen ungedämmten Wohngebäuden nicht länger die Fensterfronten, sondern vielmehr die Wände die Kältebrücken dar. Heutige Isolierverglasung verhindert das Austreten von Wärme aus dem Wohnraum, als auch eine Überhitzung durch zu starke Sonneneinstrahlung und entspricht den oberen Anforderungen des Schallschutzes. Integrierte Aluminiumlamellen in den Scheibenzwischenräumen werden stufenlos elektrisch bedient und können einfallendes Licht reflektieren bzw. tief in den Raum hinein lenken.<sup>2</sup>

***Trend 10: Minimierung der Wärmeleitung von Baustoffen und Bauteilen der Außenhülle: Die Minimierung der wärmeleitenden Eigenschaften von Baustoffen und Bauteilen der Außenhülle eines Gebäudes ist ein wesentlicher Trend. Bei einigen Bauteilen wie Fenstern ist diese Minimierung der U-Werte von Fenstern und Rahmen inzwischen so weit, dass durch ein Fenster mehr Energie durch***

<sup>1</sup> Die Energieeinsparverordnung (EnEV) gibt vor wie viel Wärme von innen nach außen durch ein Fenster austreten darf. Für Passivhäuser gilt ein U-Wert von 0,8 W/m<sup>2</sup>K und für EnEV-Standard Häuser 1,3 W/m<sup>2</sup>K.

<sup>2</sup> Interessant ist jedoch ein biologischer Effekt. Nach Hammer verbringen „Menschen der Postindustriellen Gesellschaft mittlerweile 90 Prozent ihrer Lebenszeit in geschlossenen Räumen“ (zitiert nach Traxler 2010). Ein Vergleich unterschiedlicher Glasscheiben (einfach bis Zweischeiben-Sonnenschutz-Verglasung) zeigt, dass alle Gläser zwar Strahlungen aus dem sichtbaren Bereich durchlassen, aber UV-Strahlung nicht passieren lassen. Dadurch wird die Vitamin-D-Produktion der Haut gehemmt, was durch Mangelerscheinungen medizinisch bestätigt werden konnte (ebd.).

*Sonnenlichteinstrahlung gewonnen wird als durch Wärmeabstrahlung verloren geht. Aber auch einige Massivbaustoffe haben äußerst geringe Wärmeleitwerte erreicht, so dass keine weitere Außendämmung mit Dämmstoffen mehr notwendig ist. Schwierig ist immer nur die gleichzeitige Erfüllung verschiedener Baustoffeigenschaften wie Wärmespeicherung, Schallisolierung und Festigkeit, so dass es vermutlich nicht den „wärmisolierenden Baustoff“ geben wird, sondern für die Außenhülle immer Verbundmaterialien oder –konstruktionen gewählt werden.*

Intensiv wird auch an Materialien mit einem Selbstreinigungseffekt geforscht, damit Glasfenster, Fein- (Fliesen) und Grobkeramik (Dachziegel), Fassaden und Dächer unempfindlicher gegen Verschmutzung sind (vgl. IEMB 2007:51ff). Ein möglicher Weg ist die Verwendung des – photokatalytisch aktiven – Titanminerals Anatas, welches unter UV-Strahlung Hydroxyl- und Sauerstoffradikale bildet. Hierdurch wird zum einen ein Algenfilm (Zersetzung von organischen Stoffen) vermieden und es kann sich leichter ein sehr dünner Wasserfilm anlagern, so dass bei Regen Verschmutzungen abgewaschen werden. Auch bei Innenputzen wird Anatas verwendet um organische Luftschadstoffe zur Verbesserung des Raumklimas zu zersetzen. Mit silizium-organischen oder fluorhaltigen Substanzen kann gleichfalls eine Hydrophobierung der Oberfläche erreicht werden, so dass auch hier Verschmutzungen leichter abgewaschen werden. Ein dritter Weg ist die Beschaffenheit der Oberfläche, da vom Lotus her bekannt ist, dass die kleinsten „Lotus-Ambosse“ den Ablauf von Wasser begünstigen. Selbstreinigende Dachziegel sind seit ein paar Jahren bereits auf dem Markt erhältlich, ebenso wie Wandfarben und Lackierungen. Die Anwendung unter Nutzung der Selbstreinigung macht vor allem im Außenbereich Sinn, da zum Selbstreinigungseffekt Wasser benötigt bzw. bei photokatalytischen Mineralien wie Anatas UV-Strahlung, also Sonnenlicht notwendig ist. Allerdings sind die Kosten für derartige Baustoffe bzw. die notwendigen Zusatzmaßnahmen (z.B. Verwendung von Edelstahl zur Armierung) teilweise noch hoch. Am Markt sind zudem Kunststoffe aus speziell behandeltem Plexiglas oder Polyurethan, die gleichfalls wasserabweisend sind.

Im Innenbereich wird seit einiger Zeit auch vermehrt Lehmputz insbesondere in ökologisch konzipierten Häusern verwendet. Lehmputze zeichnen sich die Verbesserung des Raumklimas aus, da sie den Feuchtegehalt regeln und gleichzeitig aufgrund der anorganischen Mineralien flüchtige organische Stoffe (VOC z.B. Formaldehyd oder Tabakrauch) abbauen. Zur Vermeidung von Algenbefall an Dämmschichtsystemen oder Dämmputzen werden seit einiger Zeit auch spezielle Farbsysteme untersucht, die Infrarot reflektierende Pigmente nutzen oder mikrostrukturiert sind mit dem Lotos-Effekt (IEMB 2007:57).

Auch die Nanotechnologie beginnt Einzug in die Baustoffe zu halten. Hierbei stehen vor allem Applikationen in der Oberflächenbeschichtung im Vordergrund um z.B. die Kratzfestigkeit von Bodenbelägen zu erhöhen (VDI 2006). Andere Einsatzfelder sind photokatalytische Beschichtungen für Gebäudefassaden, Selbstreinigung der Fassaden oder Schmutzabweisung, organische Leuchtdioden (OLED) für innovative Beleuchtungstechniken, Fassadenkomponenten mit nanostrukturierten Wärmedämmstoffen, Nanobeschichtungen für Architektur- und Solargläser, Nanotechnologie-Zuschläge für Betonwerkstoffe (ultraleichter Beton) und Mörtel, Nanokomposit-Bindemittel für Fassadenfarben sowie Farbstoffsolarzellen für die Gebäudetechnik.

Nanotechnologie könnte auch an einigen Stellen den Brandschutz verbessern. Gläser sind anfällig gegen mechanische Belastungen (z.B. bei Verpuffungen oder umstürzende Bauteile), so dass im Brandfalle Feuer und Rauch sich ungehemmt ausbreiten können. Bisherige Systeme mit einer Wasserglasfüllung sind nicht alterungsbeständig und deutlich schwerer, weshalb sie bei Türen nicht verwendet werden. Es wurden deshalb Forschungsanstrengungen unternommen, um die Brandschutzwirkung von Gläsern durch Nanopartikel zu verbessern (VDI 2006:87). Das System beruht auf

refraktären Nanopartikeln, die unter Hitzeeinwirkung eine schaumartige Schicht bilden. Hierbei werden die Nanopartikel in die Füllschicht eingebettet. Durch ihre Kleinheit und Lichtstreuung beeinflussen sie die Transparenz der Scheiben nicht. Die Brandschutzverglasung kann eine Feuerwiderstandsklassifizierung von EI 30 oder EW 120 haben. Mit Nanopartikeln lassen sich auch Brandschutzverkapselungen z.B. für Sicherheitskabel oder Sicherungskästen herstellen (ebd. 96). Im Prinzip handelt es sich um Schaustoffe aus Polyurethan, die unterschiedlich harte Schichten haben und die Nanopartikel enthalten.

Ein weiteres Untersuchungsfeld sind Nanokomposite. Hierbei werden anorganische Bindemittel mit Nanopartikel hergestellt, mit denen andere Stoffe in eine Bauteilform gebracht werden können. Beispiele hierfür sind Naturfaserkomposite aus Stroh oder Hanf aber auch Mikroholglaskugeln, die zu hochtemperaturstabilen Formkörpern verarbeitet werden können. Mit den Naturfaserkompositen wäre es möglich, den Anteil an erneuerbaren Materialien bei den Baumaterialien zu erhöhen. Diese Komposite können z.B. als Dämmplatten in Türen oder im Dachstuhl eingesetzt werden. Im Unterschied zu Rigips-Platten haben sie eine geringere Wärmeleitfähigkeit.

***Trend 11: Funktionalisierung von Oberflächen führt zu neuen Ausbaumaterialien:*** Die Funktionalisierung von Oberflächen wird mit großer Wahrscheinlichkeit ein besonders wichtiger Trend für Baustoffe und Einrichtungselemente sein. Oberflächen, die nicht oder nur noch selten gereinigt werden müssen und wenn doch, einfach mit einem nassen Tuch abgewischt werden können, würden auf eine breite Zustimmung sowohl im gewerblichen Bau als auch im Privatbereich treffen. Weitere Funktionalitäten, die derzeit intensiv erforscht werden, sind kratz feste und keimfreie Oberflächen (z.B. Fliesen für Krankenhäuser und Kucheneinrichtungen).

Vor dem Hintergrund der hohen mineralischen Ressourcenbedarfe für das Bauen wird auch seit Jahrzehnten über den vermehrten Einsatz von ökologischen biologischen Baumaterialien diskutiert. Beispiele für die Wärmedämmung (Papier, Wolle) oder den Innenausbau (Lehmwände) wurden zuvor schon benannt. Der wesentliche erneuerbare Rohstoff im Bauwerk ist jedoch Holz. Mit Holzständerkonstruktionen lassen sich heutzutage viele wichtige Anforderungen an modernes und kostengünstiges Bauen erfüllen wie z.B. eine sehr schnelle Bauzeit und hohe energetische Standards. Der Holzbau hat seit 1997 immer einen Anteil von 14 bis 16% (2009) im Einfamilien- und Doppelhausbau entwickelt (Heinze zitiert nach Holzabsatzfond 2009 sowie Destatis 2009: Tabelle 1.1.). In Zahlen bedeutet dies, dass zwischen 14.500 (2009) und 24.500 (1997) Wohnhäuser aus Holz gebaut wurden. Holzhäuser werden fast ausschließlich als Fertighäuser<sup>3</sup> hergestellt, ihr Anteil an den Fertighäusern liegt zwischen 80 und 85% (Destatis 2009 und Statistisches Bundesamt 2005). Die Errichtung von Holzhäusern unterliegt jedoch deutlichen regionalen Unterschieden.<sup>4</sup>

Die Vorteile des Holzbaus im Wohnungsbau liegen in der hohen Vorfertigung der Bauteile (komplette Wände und Decken mit allen Aussparungen), der geringen Montagezeit, der „ökologischen Atmosphäre des Baus sowie der sehr guten energetischen Eigenschaften. Hierbei sind zwei Bauweisen möglich: Der Holzmassivbau mit „Vollholz-Bauteilen“ und der Holzleichtbau mit Holzrahmengerüst und innenliegender Dämmung. Insbesondere wenn die Wärmeschutzvorschriften noch weiter verschärft werden, könnte diese Holzbauweise einen stärkeren Marktanteil erhalten.

<sup>3</sup> Fertighäuser werden vor allem aufgrund des Trends zum energiesparenden Bauen sowie der kurzen Bauzeiten gemäß des Verbandes der deutschen Hersteller von Fertighäusern erworben. Der Marktanteil von Fertighäusern an allen Baugenehmigungen für Ein- und Zweifamilienhäuser liegt bei ca. 12% bis 13% zwischen 2002 und 2005 und stieg bis 2009 auf ca. 17% vor allem aufgrund der Zunahme des Holzbaus in den letzten beiden Jahren.

<sup>4</sup> Sachsen-Anhalt hat einen Holzbauanteil von 7,5% und Baden-Württemberg von 20,7% in 2004. (Heinze 2006).

In den letzten Jahren wurden auch zahlreiche Modellprojekte für den mehrgeschossigen Holzbau durchgeführt (Informationsdienst Holz 2006) bzw. es wurden vermehrt Aufstockungen auf bestehenden Gebäuden in Holzbauweise durchgeführt. Hierbei mussten insbesondere Fragen des Brandschutzes neu geklärt werden (Architektur Online 2006). So ist beispielsweise in Bestandsgebäuden, die derzeit häufig nur über einen Rettungsweg verfügen, ein zweiter Rettungsweg sicher zu stellen. Ist dies nicht möglich, besteht die Möglichkeit, den vorhandenen Treppenraum mittels Anlagentechnik zu einem sicher benutzbaren Treppenraum zu ertüchtigen (Sicherheitstreppenraum). Unter Berücksichtigung der konstruktiven Mindestanforderungen, die an das Gebälk gestellt werden (z.B. Überdimensionierung), und durch Verkleidungen des Gebälk (z.B. doppelwandige Rigips-Verkleidung im Dach) ließen sich jedoch auch die höheren Brandschutzanforderungen erfüllen. Gemäß der MBO sind deshalb bis zu fünfgeschossige Gebäude in Holzbauweise zulässig, wenn die Bauteile eine allseitige Brandschutzverkleidung aus nicht brennbaren Baustoffen erhalten und nur nicht brennbare Dämmstoffe (z.B. Mineralfaserdämmstoffe) enthalten.<sup>5</sup> Es ist jedoch nicht anzunehmen, dass der Holzbau im mehrgeschossigen Wohnungsbau verstärkt genutzt wird aufgrund der kostentreibenden Auflagen zum Brandschutz, der geringen Erfahrung der Unternehmen beim mehrgeschossigen Holzbau sowie der insgesamt geringen Bautätigkeit im Bereich des mehrgeschossigen Wohnungsbaus. Pro Jahr wurden seit 1997 im Mehrfamilienhausbau nur 200 bis 350 Wohnungen in Mehrfamilienhäusern (ab 3 WE) aus Holz errichtet (Destatis 2009).

Holz ist jedoch unter dem Aspekt der Ressourcenschonung von großer Bedeutung, da das Bauwesen den größten Anteil des Abfallaufkommens verursacht. Selbst wenn die mineralischen Baustoffe im Straßenbau wiederverwendet werden, sind die Umweltauswirkungen des Holzbaus deutlich geringer. Studien zeigen, dass der derzeit ungenutzte Zuwachs bei Holz in Deutschland ausreicht, um jährlich zusätzlich 250.000 Holzhäuser zu bauen (Isartaler Holzhaus o.J.). Somit könnte der gesamte Bedarf an Einfamilien- und Doppelhäusern aus dem nachwachsenden Rohstoff Holz gedeckt werden und den Abbau von Millionen Tonnen von Steine und Erden vermieden helfen. Holz hat somit im Prinzip eine zukunftsfähige Entwicklung, da es sich als nachwachsender Rohstoff als ein ökologisch sinnvolles Baumaterial eignet. Moderne Holzarchitektur kann jede gewünschte Form, Ästhetik und Qualität liefern (Arbeitskreis Gesundes Bauen o.J.). Neben der vielfältigen Gestaltungsmöglichkeit besitzt das Baumaterial Holz auch eine sehr gute Ökobilanz, so dass man damit der Klimaproblematik entgegen treten kann. Weiterhin ist der Energiebedarf von modernen Holzbauten besonders niedrig, so dass das Bauen mit Holz sowohl architektonisch als auch ökologisch nachhaltig ist (muenchenarchitektur.com 2010).

***Trend 12: Erneuerbare Baumaterialien haben ihren Platz gefunden, neue Baumaterialien sind nicht ersichtlich:*** *Trotz der offensichtlichen Vorteile von Holz als nachhaltigem Baumaterial ist nicht ersichtlich, dass es einen Trend hin zu erneuerbaren, ökologischen oder biologischen Baumaterialien geben wird. Holz wird ein wichtiger Baustoff für Gebäude sein (insbesondere im Dachbereich) und ebenso werden viele Bauelemente wie Türen, Fenster, Treppen und Bodenbeläge bevorzugt aus Holz hergestellt werden. Erneuerbare Baumaterialien stehen jedoch in Konkurrenz zu einer Vielzahl von Baustoffen, deren Funktionalitäten über die Jahrzehnte hinweg optimiert wurden.*

---

<sup>5</sup> Vgl. hierzu auch die Muster-Holzbaurichtlinie des Landes Hessen vom Oktober 2005.

## 4 Trends und Entwicklungen in der Soziodemographie

### 4.1 Bevölkerungsentwicklung

Zum Jahresende 2009 zählte die Wohnbevölkerung in Deutschland rund 81,8 Mio. Einwohner (destatis 2011). Seit 2006 ist die Wohnbevölkerung somit um eine halbe Million geschrumpft. Die mittelfristigen Prognosen bis 2020 lagen in 2003 bei 81,5 Mio., in 2006 bei 82,0 und in 2009 bei 81,0 Mio. (BBR nach Deutsche Bank Research 2011: 3) Die langfristige Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2050 kennzeichnet das Statistische Bundesamt als gleichzeitigen Schrumpfungs- und Alterungsprozess. Für den Zeitraum von 2005 bis 2050 wird ein Rückgang der Bevölkerung um ca. 10 % auf dann etwa 74 Mio. Einwohner prognostiziert.<sup>6</sup> Dieser komme durch eine anhaltend – in ganz Europa zu verzeichnende – niedrige Geburtenhäufigkeit und eine weitere Zunahme der Lebenserwartung zu Stande. Die kontinuierliche Schrumpfung der Bevölkerung Deutschlands (Basistrend) werde auch nicht durch die angenommenen Nettozuwanderungen von jährlich zwischen 100.000 bis 300.000 ausländischen Personen gebrochen (vgl. auch BBR 2004).

Die Entwicklung der Bevölkerung und die der Haushalte überlagern sich. Die Anzahl der Haushalte wird in näherer Zukunft noch wachsen. Im Zeitraum von 1991 bis 2002 hat die Zahl der Privathaushalte in Deutschland von 35,26 Mio. auf 38,72 Mio. zugenommen, bis 2010 ist sie auf ca. 40 Mio. gewachsen. Grund dafür ist v.a. der Anstieg der 1- und 2-Personen Haushalte. In der Haushaltsprognose von 2002 ging die BBR von einem weiteren Sinken der durchschnittlichen Haushaltsgröße aus (Waltersbacher 2003). Danach sollte die Zahl der 1-Personen-Haushalte zwischen 2001 und 2020 noch um knapp 5 % und die der 2-Personen-Haushalte um 10 % zunehmen. Die größeren Haushalte ab drei Personen werden im gleichen Zeitraum um 9 % abnehmen. Nach dem Statistischen Bundesamt werden die Haushaltszahlen jedoch bis 2025 noch zunehmen und dann abnehmen. Zu diesem Zeitpunkt wird vermutlich das Maximum von 41 Mio. Haushalten erreicht werden (Destatis 2011). Nach dem Statistischen Bundesamt betrug Anteil der Ein- und Zweipersonenhaushalte im Jahr 2009 etwa 74 %. Er soll bis zum Jahr 2030 auf 81 % steigen (Destatis 2011). Zahlen zwischen 75 und 80 % bedeuten, dass drei von vier bzw. vier von fünf Haushalten entweder Singlehaushalte oder Haushalte mit zwei Personen sind.

**Trend 13: Die Anzahl der Haushalte wird langfristig sinken und es wird weniger Wohnraum nachgefragt werden:** *Es ist heute schon ersichtlich, dass die Bevölkerung von Deutschland schrumpfen wird. Um dem entgegenzuwirken wäre eine bessere Familienförderung oder eine Einwanderungspolitik notwendig. Aber bisher hat es keine Regierung vermocht, hierbei Impulse zu setzen, die diesen Trend aufhalten würde. Die Tendenz der Verkleinerung der durchschnittlichen Haushaltsgröße überlagert in den nächsten 15-20 Jahren die Effekte der Bevölkerungsabnahme. Von zentraler Bedeutung für die Wohnraumnachfrage ist jedoch die Anzahl der Haushalte. Der Trend zu Ein- und Zweipersonenhaushalten kompensiert eine Zeitlang die sinkenden Bevölkerungszahlen, aber insgesamt werden langfristig auch die Haushaltszahlen abnehmen und somit wird weniger Wohnraum nachgefragt werden.*

Nach der regionalisierten Prognose des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung ist die demographische Entwicklung Deutschlands in den verschiedenen Regionen in den nächsten 15 Jahren durch ein sehr heterogenes Bild gekennzeichnet. Derzeitige Trends setzen sich voraussichtlich fort, d.h. es

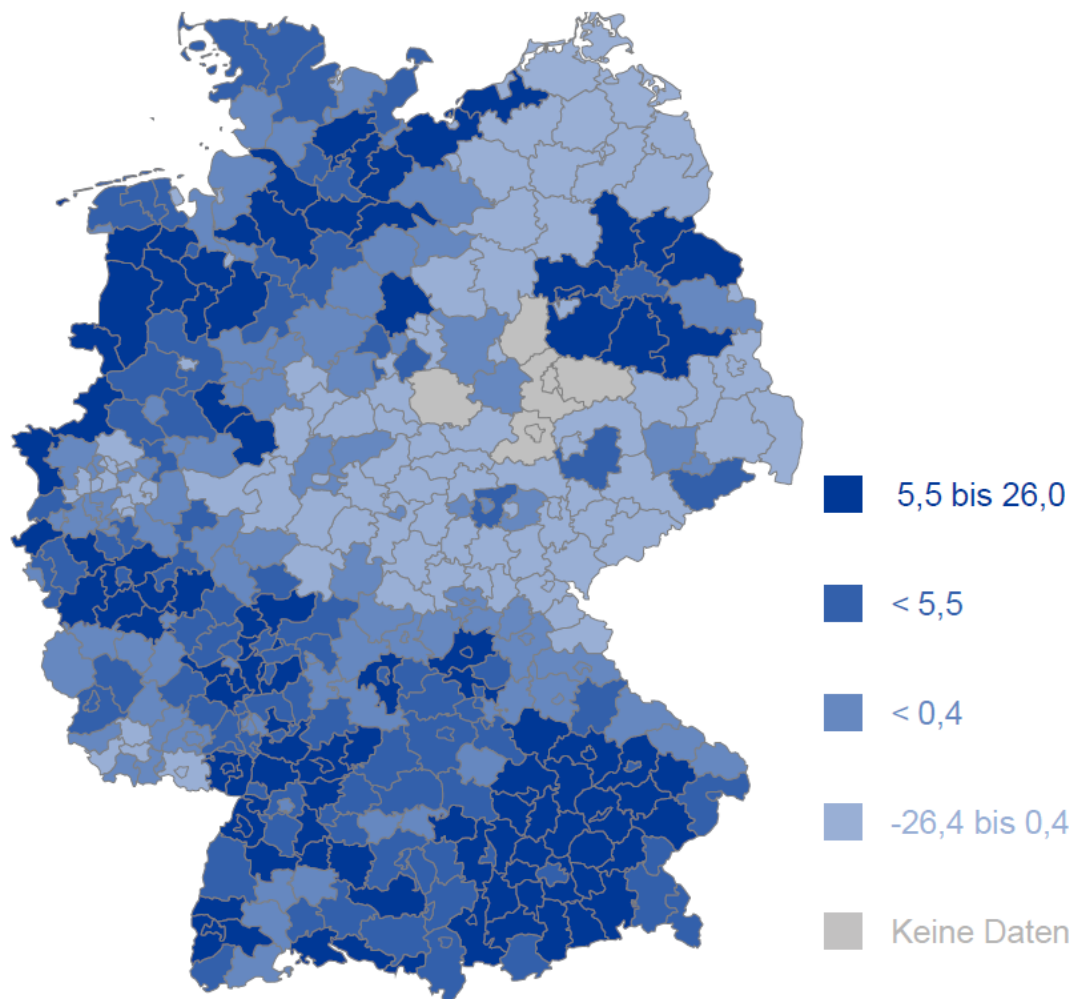
---

<sup>6</sup> Dieser Prognose liegt die Variante 1-W2 zugrunde (Geburtenhäufigkeit annähernd konstant bei 1,4, Basisannahme zur Lebenserwartung, Wanderungssaldo von 200.000)



kommt zu einer tendenziellen Entvölkerung strukturschwacher Regionen (z.B. Ostdeutschland, Nordhessen, Saarland, Ruhrgebiet) und gleichzeitig zu einem fortschreitenden Wachstum in Süddeutschland sowie in den Metropolregionen Hamburg, München, Rhein-Main-Gebiet sowie im Umland von Berlin. Ebenso gibt es eine Vielzahl von boomenden Regionen um mittlere Städte herum als Zentrum wie die Regionen Oldenburg-Bielefeld, Freiburg, Mannheim, Rostock oder Nürnberg.

**Abbildung 4: Mittlere Bevölkerungsprognose – Bevölkerungswachstum zur jeweiligen Deutschlandprognose der Bevölkerungszahl bis 2025 ( %, Basisjahr 2009).**



Quelle: BBR Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 2004

**Trend 14: Regional differenziert wird es Bevölkerungswachstum und -schrumpfung geben:** Auch wenn für Gesamtdeutschland es zu einer Schrumpfung der Bevölkerung kommt, wird es Regionen geben, die noch Wachsen werden. Dies sind vor allem Regionen um Städte mit hohem Wirtschaftspotential (München, Frankfurt, Stuttgart, Köln, Düsseldorf), aber auch Regionen die schon seit Jahrzehnten eine gute wirtschaftliche Entwicklung haben (Teile von Bayern, Niedersachsen und Baden-Württemberg). Die Wohnraumnachfrage wird somit sehr ungleichgewichtig sein.

## 4.2 Demographischer Wandel

Auch die Altersstruktur der Bevölkerung erfährt dramatische Veränderungen. Die jüngere und die mittlere Altersgruppe verlieren, die ältere gewinnt an Bedeutung. Während es Ende 2005 noch etwa genauso viele unter 20-jährige wie 65-jährige und Ältere gab, wird 2050 die ältere Gruppe erheblich

größer sein als die jüngere. In 2009 gab es 20,2 Mio. Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene bis 25 Jahren. Dies waren schon 1,1 Mio. weniger als in 2005 (21,3 Mio.). Gleichzeitig stieg in nur 5 Jahren die Anzahl der über 65jährigen von 15,9 Mio. auf 16,9 Mio. Menschen (Destatis 2011). Die Altersgruppe der unter 20-jährigen wird von 16,5 Mio. Personen (2005) auf 11,4 Mio. Personen im Jahr 2050 schrumpfen. Auch die Zahl der Personen im Erwerbsalter (20 bis 64 Jahre) wird zurückgehen: von 50,1 Millionen im Jahr 2005 auf 39,1 Millionen im Jahr 2050. Die Zahl der 65-jährigen und Älteren wird dagegen bis 2050 steigen: 15,9 Millionen im Jahr 2005 gegenüber 23,5 Millionen im Jahr 2050 (Statistisches Bundesamt 2006a). Damit sinkt der Anteil der Personen im Erwerbsalter an der Gesamtbevölkerung von 61 % im Jahr 2005 auf 55 % im Jahr 2030 und danach auf 51 bis 52 % im Jahr 2050. Der Anteil der unter 20-jährigen geht auf ca. 15,4 % zurück (gegenüber knapp 20 % im Jahr 2005), während der Anteil der über 65-jährigen auf etwa 32 % ansteigt (gegenüber 19,2 % im Jahr 2005, vgl. Tabelle 5).

**Tabelle 5: Vorausschätzung der Bevölkerungsentwicklung in Deutschland – 2006 bis 2050 nach Altersgruppen.**

Altersgruppen von ... bis unter Jahren	2006		2010		2020		2050	
	Ps gesamt (in 1.000)	Anteil an d. Bevölkerung (in %)	Ps gesamt (in 1.000)	Anteil an d. Bevölkerung (in %)	Ps gesamt (in 1.000)	Anteil an d. Bevölkerung (in %)	Ps gesamt (in 1.000)	Anteil an d. Bevölkerung (in %)
0-20	16 211	19,7	15 055	18,35	13 755	16,9	11 405	15,4
20-35	14 556	17,7	14 925	18,2	14 298	17,5	11 471	15,5
35-45	13 617	16,5	11 681	14,2	10 193	12,5	8 301	11,2
45-65	21 655	26,3	23 554	28,5	24 482	30,1	19 299	26,1
65 u. älter	16.260	19,7	16.828	20,5	18.600	22,9	23.483	31,75
Insgesamt	82 293		82 039		81 328		73 958	

Quelle: Ps = Personen, Statistisches Bundesamt 2006; eigene Berechnungen

Sehr bedeutend ist vor allem der Anstieg der hochbetagten Menschen über 80 Jahre. Die Schätzungen belaufen sich auf bis zu 10 Mio. Menschen in 2050, die älter als 80 Jahre sind (vgl. Schnabel o.J.:1). Im Jahre 2005 gab es ca. 1,95 Mio. Menschen, die Leistungen der Pflegeversicherung erhielten. Hiervon waren 0,64 Mio. stationär untergebracht (ebd.:8). In 2020 werden es ca. 2,7 bis 2,8 Mio. Pflegebedürftige sein, in 2050 zwischen 4 und 4,6 Mio. Pflegebedürftige in Deutschland leben (ebd.:12). Hiervon werden in 2020 ca. 1 Mio. und in 2050 ca. 2,2 Mio. auf Pflegeheime angewiesen sein (ebd.:16). Dies wird unmittelbare Auswirkungen auf den Bedarf an Pflegeheimen haben. In 2005 gab es ca. 10.400 Pflegeheime mit ca. 0,67 Mio. Plätzen (ebd.:4). Bei einer durchschnittlichen Platzzahl von 65 würde sich bis zum Jahr 2050 ein Bedarf von bis zu 13.000 neuen Pflegeheimen ergeben.

Der demographische Wandel führt in einer Kombination seiner Ausprägungen auch zu dem Effekt, dass es in Deutschland Regionen geben wird, die zum einen sehr dünnbesiedelt sind und in denen zum anderen vor allem ältere Menschen leben werden. Ob der Staat hier die Infrastruktur aufrecht erhalten kann, ist jetzt schon mehr als zweifelhaft. Ein besonders drastisches Beispiel ist hierbei die Landarztversorgung, die in einigen Regionen mehr als nur unzureichend ist.

**Trend 15: Eine älter werdende Bevölkerung wird immer weniger Wohnraum nachfragen:** Die demographischen Daten hinsichtlich der Alterung der Bevölkerung sind eindeutig. Eine älter werdende Bevölkerung wird mit hoher Wahrscheinlichkeit weniger Wohnraum nachfragen, da größerer Wohnraum immer mit höherem Unterhaltungsaufwand verbunden ist. Wesentlich ist hierbei

*jedoch der sogenannte Remanenzeffekt, der dazu führt, dass ältere Menschen auch in ihren Wohnungen verbleiben wenn sich die Familiengröße ändert. Dies ist insbesondere bei Wohneigentum der Fall.*

**Trend 16: Die Bedarfe für altengerechten Wohnraum werden zunehmen, die vor allem durch eine Modernisierung des Bestandes gedeckt werden:** *Die Bevölkerungsentwicklung zeigt auch, dass der Bedarf für altengerechten Wohnraum zunehmen wird. Ein Großteil des Bestandes ist nicht geeignet, um betagte und hochbetagte Menschen aufzunehmen. Fehlende Aufzüge bei Gebäuden mit mehr als zwei Stockwerken sowie nicht seniorengerechte Wohnungen mit zu engen Türen und vielen Stolperschwellen sind nur zwei Beispiele. Da es kaum möglich ist die steigenden Bedarfe durch Neubau von speziellen Seniorenwohnungen oder Pflegeheimen sowie deren Übergangsformen auszugleichen, wird es vermutlich zu einer umfassenden Bestandsmodernisierung kommen müssen.*

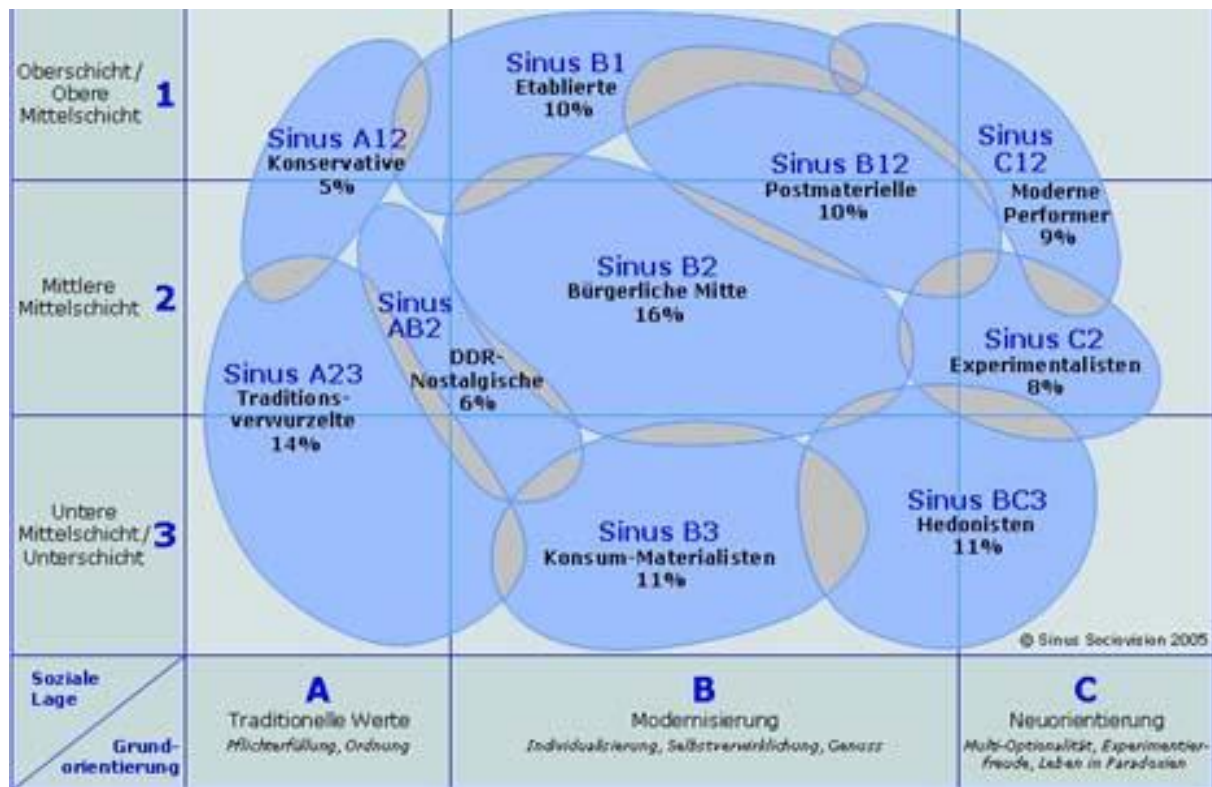
**Trend 17: Die Altersgruppe der 35 bis 45jährigen (Bauherren-Altersgruppe) wird abnehmen und es wird weniger Wohneigentum nachgefragt:** *Langjährige Untersuchungen zeigen, dass die wichtigste Bauherren-Altersgruppe zwischen 35 und 45 Jahren liegt. Diese Altersgruppe wird bis 2050 deutlich abnehmen und es wird somit deutlich weniger Wohneigentum nachgefragt.*

### 4.3 Pluralisierung der Lebensstile

In den westlichen Gesellschaften ist eine zunehmende Pluralisierung der Lebensstile zu beobachten. Diese wirken auch über eine Neu- und Umorientierung von Nachfragepräferenzen für Wohn- und Bauformen sowie das Konsumverhalten. Für das Bauen und Wohnen insgesamt stellt der Wandel der Lebensstile und Kundenbedürfnisse eine Herausforderung dar, da sich für die Bauwirtschaft und die Immobilienakteure die Aufgabe stellt, mit entsprechender Angebotsgestaltung auf die veränderten Präferenzen und Bedürfnislagen zu reagieren.

Angetrieben wird die Pluralisierung durch das höhere Wohlstandsniveau, den technischen Fortschritt in den Produktions- und Arbeitsverhältnissen und den Wandel der kulturellen und sozialen Rahmenbedingungen, die eine größere Wahlmöglichkeit für die Lebensgestaltung des Einzelnen ermöglichen (Schrader Stiftung). Als wichtige Einflussfaktoren sind hier vor allem die veränderte Lebens- und Arbeitswelt, insbesondere die Pluralisierung von Familien- und Lebensformen und eine entsprechende Differenzierung der Rollenverständnisse, aber auch die Auflösung der klassischen Lebenszyklen, zunehmende Mobilitätsanforderungen und die immer geringere Plan- und Vorhersehbarkeit der Lebensläufe zu nennen.

Heute ist in der Bevölkerung eine Vielzahl von Lebensstilen zu beobachten, die jeweils unterschiedliche Wertorientierungen, sozial-strukturelle Merkmale, unterschiedliche Konsummuster und Lebenseinstellungen aufweisen. Das von der Sociovision GmbH entwickelte Modell der Sinus-Milieus unterscheidet beispielsweise in Deutschland 10 unterschiedliche Milieus (Sociovision GmbH). Die Lebensstilgruppen unterscheiden sich dabei auch im Hinblick auf ihre Wohnpräferenzen, ob Miete oder Eigentum, welcher Wohn- und Einrichtungsstil bevorzugt wird und welche Ansprüche an die eigene Wohnumgebung gestellt werden (ob z.B. Design, Prestige, Individualität, gesundes Wohnen, Ökologie, Gemütlichkeit, Kinderfreundlichkeit, preiswertes Wohnen oder andere Aspekte für die Wahl wichtig sind).

**Abbildung 6: Sinus-Milieus® 2006: Clusterung sozialer Milieus in Deutschland.**

Quelle: Sinus Sociovision 2006

Auch die Formen des Zusammenlebens (Haushalts-, Familien- und Lebensformen) haben sich in Deutschland in den letzten Jahrzehnten ausdifferenziert. Dieser Trend ist geprägt durch einen Anstieg von „nichtkonventionellen“ Lebensformen neben der „Normalfamilie“ (Patchwork-Familien, Alleinerziehende etc.), durch eine Zunahme von Single-Haushalten und den Anstieg der Haushalte, in denen Senioren leben. In Deutschland besteht nur noch ein Drittel der Haushalte aus einer traditionellen Kleinfamilie – in über der Hälfte der Haushalte haben sich Menschen zu anderen Lebensformen entschlossen. Die Zahl der Einpersonenhaushalte ist seit 1990 um 32 % gestiegen, die Anzahl von Haushalten mit mehr 4 oder mehr Personen ist um 15 % gesunken.

**Tabelle 7: Entwicklung wichtiger demographischer Daten und des Wohnungsbestandes.**

	1990	1995	2000	2005	2009
Wohnbevölkerung (Mio.)	79,4	81,7	82,2	82,5	81,8
Erwerbstätige im Inland (Mio.)		37,6	39,1	38,8	40,2
Anzahl der Haushalte (Mio.)	34,9	36,9	38,1	39,2	40,4
- davon 1 Person-Haushalte (Mio.)	12,2	12,9	13,8	14,7	16,2
- davon 2-3 Personen-Haushalte (Mio.)	16,4	17,7	18,3	18,7	19,0
- davon 4 Pers. u. mehr Haushalte (Mio.)	6,3	6,3	6,1	5,7	5,3
Wohnungsbestand (Mio.)	33,9	36,0	38,4	39,6	40,2
Wohnfläche (Mio. m <sup>2</sup> )	2.774	3.005	3.245	3.395	3.494

Quelle: BMWi 2011:1.

Auch diese Entwicklungen lassen sich über kurze Zeiträume deutlich abbilden. In 1996 gab es 13,5 Mio. Familien mit Kindern, in 2000 12,8 Mio., in 2005 12,6 und in 2009 nur noch 11,9 Mio. Damit sank die Anzahl der Familien mit Kindern in 13 Jahren um ca. 1,2 Mio. Die Zahl der Alleinerziehenden stieg im gleichen Zeitraum von 1996 von 2,2 Mio. auf 2,6 Mio. in 2009 (Destatis 2011). Immer mehr Menschen ziehen es vor, als alleinstehende Erwachsene einen eigenen Haushalt zu führen. In weniger als einem Drittel der Haushalte leben Paare mit Kindern, mehr als ein Drittel (36 %) aller Haushalte sind Single-Haushalte ohne Kinder. Die Zahl der nichtehelichen Lebensgemeinschaften hat in den letzten Jahren stark zugenommen, d.h. jedes zehnte Paar lebt heute ohne Trauschein zusammen (Fthenakis und Textor o.J.). Betrachtet man nur die Familienform – d.h. das Zusammenleben von Erwachsenen mit minderjährigen Kindern – bilden Ehepaare mit minderjährigen Kindern mit 72 % dennoch die häufigste Familienform in 2009. Alleinerziehende waren mit 19 % als Familie repräsentiert und Lebensgemeinschaften mit 9 % (Destatis 2011).

Die gesellschaftliche Differenzierung führt auch dazu, dass die Soziologie neue Lebensstiltypen identifiziert. Ein für die Wohnungswirtschaft interessanter neuer Typus könnte „LOHAS“ sein. Der Begriff LOHAS steht für „Lifestyle of Health and Sustainability“ und markiert einen neuen Lebensstil- bzw. Konsumtyp, der sich an Gesundheit und Nachhaltigkeit orientiert (vgl. wikipedia:LOHAS). Kennzeichnend für diesen Lebensstil ist, dass er das alte Öko-Bewusstsein hinter sich gelassen hat, aber dennoch eine Orientierung in Richtung Nachhaltigkeit aufweist. Er vereint die Freude am Konsum mit dem Anspruch, gesund zu leben und Natur und Umwelt zu schonen. In den USA sollen ungefähr 30 Prozent der Verbraucher diesem Typ entsprechen, der auch als „*Kulturell Kreativ*“ bezeichnet wird (ebd.). Auch in Deutschland wurde dieser Lebensstiltyp untersucht und empirisch beschrieben. LOHAS sind genauso unter den Outdoor-Urlaubern zu finden wie unter den Kunden von Bio-Supermärkten. Conscious Media hat in einer Studie jene Industrien erhoben, die diese Konsumenten mit Gütern und Dienstleistungen versorgen. Der Studie zufolge handelt es sich um einen stark wachsenden Markt, der auf einen Jahresumsatz von weltweit rund 500 Milliarden Dollar geschätzt wird (ebd.). Verstärkt wird die Marktkraft der Szene durch die Tatsache, dass sie zu den am schnellsten wachsenden Werteszenen überhaupt zählt. Die Bau- und Wohnungswirtschaft kann auf diesen Typus mit neuen Angeboten für das nachhaltige Wohnen und Bauen reagieren. Energieeffiziente Häuser oder sogar Passivhäuser sowie ökologische Bauweisen könnten die richtigen Angebote sein.

Eine im Auftrag der LBS durchgeführte Studie kommt zu dem Ergebnis, dass sich die klassischen Zielgruppen für den Hausbau bzw. den Immobilienerwerb in den letzten Jahren deutlich gewandelt haben (Bundesgeschäftsstelle Landesbausparkassen 2005). So gibt es heute eine Vielfalt von unterschiedlichen Erwerbertypen, die entsprechend ihrer Lebensverhältnisse Eigentum erwirbt. Es haben sich jedoch auch neue Typen herauskristallisiert wie die „Lebensabschnittserwerber“ und die „Weichensteller“. Die Studie stellt auch fest, dass die Angebotsseite auf die veränderte Nachfragesituation (die sich v.a. in der Herausbildung der beiden neuen Bau- und Erwerbertypen spiegelt) noch nicht optimal eingestellt ist. Um die unterschiedlichen Anforderungen und Bedürfnisse der verschiedenen Nachfragegruppen abdecken zu können, müssen die Wohnungsmärkte differenzierter werden und eine größere Bandbreite an nachfragegerechten Angeboten bereitstellen.

Die Beratungsgesellschaft „Analyse und Konzepte“ hat zusammen mit InWIS im Auftrag des GdW eine Studie über die Wohntrends 2020 durchgeführt (GdW 2008). Die Studie will über die obene genannte Milieuanalyse hinausgehen um die Wohnpräferenzen einzelner Milieugruppen abbilden zu können. Grundlage für die Studie ist eine Analyse der Nachfrage unter Berücksichtigung sozio-

demographischer und ökonomischer Daten sowie eine Befragung von Haushalten. Hieraus ergaben sich sechs „Wohnkonzepte“:<sup>7</sup>

- **Konventionell situiertes Wohnkonzept (15 %, zukünftig abnehmend):** konservativ, hohe Lebenszufriedenheit, wirtschaftlich etabliert, geringer Veränderungswunsch (ebd. 45)
- **Kommunikativ-dynamisches Wohnkonzept (15 %, zukünftig zunehmend):** Life-style orientiert, offen und kommunikativ, bevorzugt die Gemeinschaft mit persönlichen und virtuellen Netzwerken, bevorzugt urbanes Umfeld (ebd. 46)
- **Häuslich-familiäres Wohnkonzept (17 %, zukünftig konstant):** auf die Familie fokussiert, fest in Nachbarschaften und Netzwerken integriert, Familiensituation ist Grundlage für Wohnraum und Infrastruktur, jüngere und ältere Haushalte schätzen Ordnung und Kontinuität (ebd. 48)
- **Anspruchsvolles Wohnkonzept (21 %, zukünftig zunehmend):** Leistung als zentrales Credo, intellektuell geprägt, hohen Anforderungen an Wohnsituation und Wohnumfeld Optimierungsbestrebungen führen zu Veränderungen der Lebens- und Wohnsituation (ebd. 49)
- **Solide-bescheidenes Wohnkonzept (25 %, zukünftig abnehmend):** bürgerlich geprägt, zufrieden mit Lebenssituation, schätzen geordneten Alltag, geringe Ansprüche an Umwelt, nach innen zentriert, fernsehorientiert, geringe Ansprüche und Wohnmobilität, fortschreitendes Alter erfordert Anpassung der Wohnsituation (ebd. 50)
- **Einfach-funktionales Wohnkonzept (7 %, zukünftig zunehmend):** mit Lebenssituation unzufrieden aber mangelnde Optionen für Verbesserung der Lebenslage, Skepsis gegenüber Neuem und Fremden (ebd. 51)

Auf der Basis von Alter (18 bis 30, 30 bis 45, 40 bis 65, 65+) und Haushaltstypen (Familien/Alleinerziehende, Mehrpersonenhaushalte), der Wohnkaufkraft (niedrig, mittel und hoch), den Wohnkonzepten (s.o.) und den Befragungsergebnissen von Mieterhaushalten wurden dann insgesamt 47 „Wohnungstypen“ aufgestellt. In der folgenden Tabelle ist eines der Beispiele aufgeführt.

**Tabelle 8: Beispiel des Wohnungstyps 104.**

Potentielle Nachfragergruppen	65+ Jahre, mittlere Wohnkaufkraft, konventionelle-situiert Durchschnittliche Wohnzufriedenheit bei geringen Veränderungswunsch und sehr geringer Umzugsbereitschaft
Bisher: Wohnverhältnis/Gebäudetyp	Mieter in Mehrfamilienhäusern in allen Altersklassen
Gewünschte Wohnlage	Stadteilzentrum, ruhige Stadteillage
Anforderungen/Qualitäten/Wohnumfeld	Siedlungsstruktur, wenig Belastungen/Beeinträchtigungen, nachbarschaftliches und soziales Umfeld, Verkehrsinfrastruktur, seniorenge-rechtes Wohnumfeld
Preissegment	Mittelpreisig, z.T. Abzahlungsleistungen bereits erfüllt
Größe	Mittel bis groß
Ausstattung	Gehoben/funktional sicherheitsorientiert
Bad / Küche	Normals Bad, Gäste WC / eehobene EBK
Technik/Wohnhilfen/ Logistik	Technische Lösungen für hausinterne und äußere Sicherheit, senioren-gerecht / Hauswirtschaftsraum
Sonstige Ausstattungsmerkmale	Ökologische Standards, Schallisolierung, Balkon
Serviceleistungen	Stark unterdurchschnittliches Interesse, Pflichtleistungen für Mieter, soziale Kontakte, Hausarbeiten, Versorgungsleistungen

Quelle: GdW 2008:130.

<sup>7</sup> Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil der Bevölkerung. Ebenso geben die Autoren eine Einschätzung über die zukünftige Entwicklung der Wohnkonzepte.

**Trend 18: Es wird eine verstärkte Ausdifferenzierung der Bedarfe für unterschiedliche Wohnungstypen geben:** *Unterschiedliche Lebensformen der Haushalte bedingen auch unterschiedliche Ansprüche an Wohnungstypen und Raumaufteilungen. Klassische Aufteilungen mit einem großen Wohnzimmer, einem Schlafzimmer und zwei kleinen Kinderzimmern haben sich vermutlich genauso überlebt wie die Berliner Wohnung mit zwei Durchgangszimmern und Bedienstetenzimmer im Dachgeschoss mit hinterem Treppenaufgang. Eine Raumaufteilung, die eine flexible Nutzung ermöglicht, wird eher nachgefragt werden als Wohnraumzuschnitte, in denen die Nutzung bereits vorgegeben ist. Ebenso bedarf es einer besseren Ausprägung von Wohnungstypen hinsichtlich der Nachhaltigkeit. Die Ausprägung von Nachhaltigkeitsmerkmalen in Gebäuden, die sowohl Ressourcen schont als auch Betriebskosten mindert, wird zukünftig immer mehr von Bedeutung für die Marktfähigkeit von Immobilien sein.*

**Trend 19: Eine Ausdifferenzierung der Lebensstile erfordert eine breite Palette an Wohnungsangeboten:** *Unterschiedliche Lebensstile bedingen unterschiedliche Vorstellungen von Wohnbedarfen. Im Prinzip bietet der Markt Wohnungsangebote für alle nur denkbaren Lebensstile. Anbieter von Wohnraum – und hierbei insbesondere Wohnungsunternehmen – mit einem homogenen Angebot müssen sich jedoch fragen, ob die Nachfrage in Zukunft nach ihrem Angebot noch groß genug sein wird.*

## 5 Technikeinstellungen

Wohnen und Alltagstechnik ist untrennbar miteinander verbunden. Ressourceneffizientes Wohnen setzt jedoch immer mehr Haustechnik voraus, die unscheinbar im Hintergrund die Ressourcennutzung steuert. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und den damit verbundenen betreuerischen und pflegerischen Bedarfen älterer Menschen werden auch intelligente Wohnkonzepte getestet bis hin zu Pflegerobotern (Wölk 2011). Für die Zukunft des Bauens und Wohnens ist es deshalb von Interesse, wie es um die Technikeinstellungen der Bevölkerung steht. Hierzu wurde eine Fallstudie von Katrin Wagner durchgeführt (vgl. Anhang 1: Technikeinstellungen). Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammengefasst. Die Ergebnisse basieren auf einer Literaturanalyse zur Technikakzeptanz. Hierbei wurden aktuelle Forschungsstudien einbezogen, die einen Vergleich der Technikakzeptanz der Jahre 2006 und 2007 ermöglichen (VDE-Panel 2006 und VDE IT-Panel 2007) sowie ein Erklärungsansatz für die problemlosere Verbreitung von Alltagstechnik liefern.

Demographisch betrachtet sind junge Menschen deutlich affiner gegenüber neuen Techniken als Ältere. Mit zunehmendem Bildungsgrad nahm die Aufgeschlossenheit, sich mit Technik, aber auch mit der Thematik an sich zu beschäftigen, zu. Frauen tendieren eher als Männer zu einer ambivalenten, statt einer durchgängig positiven Bewertung von Technik.

Eine Befragung des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) ergab bezüglich der Frage "Wie würden Sie ganz allgemein Ihre persönliche Einstellung zur Technik einstufen?" einen Anstieg der Einstellung „eher positiv“ von 61 % auf 76 % im Jahr 1994. Allerdings nahm auch die Negativeinstellung von 7 % auf 25 % Prozent zu. Diese Ergebnisse sollten jedoch nicht generell für „die“ Technikeinstellung interpretiert werden. Stattdessen ist davon auszugehen, dass Technik ambivalent beurteilt wird. Hierbei wird grob zwischen allgemein akzeptierter Alltagstechnik (z.B. Informations- und Kommunikationstechnik wie Handy und Computer, sowie weit verbreiteter Haushaltstechnik) und risikobehafteten Großtechnologien (Gentechnik, Kernenergie, Nanotechnologie etc.) unterschieden. Während Alltagstechnik mit ihrer großen Verbreitung und individuellen Nutzung in allen Haushalten auf eine breite Akzeptanz stößt, verursachen großtechnische Systeme, welche potenzielle größere Risiken und Nachteile bergen, Unsicherheit. Allerdings werden auch Großtechnologien ambivalent bewertet: Zum einen wird hier das Potential gesehen, welches mit der Nutzung einhergeht, zum anderen werden aber auch Auswirkungen auf die Gesellschaft und Umwelt befürchtet. Durch das Aufkommen immer neuerer und innovativerer Techniken entsteht für den Bürger ein Kontrollverlust aufgrund der Unüberschaubarkeit sowie des Unwissens über mögliche Auswirkungen auf sein Leben. Das Gefühl, überall technisch mithalten zu müssen, da man sonst gesellschaftlich an den Rand gedrängt wird, kann belastend sein. Wichtig ist daher, eine Vertrauensbasis zwischen Technik und Gesellschaft zu knüpfen, um die Akzeptanz in der Bevölkerung zu finden.

***Trend 20 Neue Gebäudetechnologien werden nicht auf Widerstände stoßen, sofern sie von den Nutzern kontrolliert werden und nicht die Nutzer kontrollieren:*** *Bezüglich neuer Gebäudetechnologien wird kein Akzeptanzwiderstand zu erwarten sein, da diese Technik nicht – wie oben genannte großtechnische Systeme – als risikobehaftet gilt. Dennoch zählt sie auch nicht zu den Alltagstechniken, da ihre Einbindung in die Strukturen alltagsweltlichen Handelns nur als peripher angesehen werden kann und zumeist im Hintergrund automatisiert als Haustechnik wirkt. Da neue Technologien erst im Bestand integriert werden müssen, sind hier Hemmnisse zu erwarten. Eine Veränderung der Nachfrage könnte durch eine plausible Vermittlung der Vorteile erfolgen indem aufgezeigt wird, dass neue oder intelligente Haustechnik Ressourcen spart sowie das Leben sicher und komfortabler macht.*



## 6 Intelligentes Wohnen

In den letzten Dekaden haben sich vielfältige Veränderungen ergeben mit Relevanz für das Bauen und Wohnen wie zuvor ausführlich dargestellt. Die Gesellschaft unterliegt einem rasanten demographischen Wandel und einer Pluralisierung der Lebensstile. Die technische Entwicklung bringt immer wieder neue Erfindungen auf dem Markt, die im Wohnbereich auf eine hohe Akzeptanz stoßen wie z.B. Photovoltaik- und solarthermische Anlagen, Erdwärmeheizungen und Pelletheizungen. Auch die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien werden in nahezu jedem Haushalt genutzt. Dennoch ist unsere Art des „technischen“ Wohnens immer noch relativ konservativ. Während im gewerblichen Bereich die Hausautomation unglaublich weit fortgeschritten ist und die gesamte Gebäudetechnik von Computern automatisch gesteuert wird, ist das klassische Eigenheim hinsichtlich der Gebäudetechnik nahezu steuerungsfrei von kleinen Inseln wie der Heizungstechnik abgesehen. Alle anderen Systeme werden zumeist manuell von den Nutzern gesteuert.

Der soziale und technologische Wandel unserer Gesellschaft bedarf jedoch einer Kultur des zukunftsorientierten Denkens und Handelns, welches sich neben den gesellschaftlich-sozialen Themen unter anderem auch dem Thema des zukunftsfähigen Wohnens widmet (Wölk 2011). Trotz Schrumpfung der Bevölkerung steigt die Anzahl der Haushalte noch einige Zeit und es werden somit Zuwächse in der Nachfrage nach Wohneinheiten geben. Anschließend wird es zu einer weitgehenden Stagnation des Baubereichs kommen, allein die Modernisierung und der Umbau werden tragende Säulen des Wohnungsbaus sein. Der demographische Wandel ist jedoch mit veränderten Familienstrukturen, einem Anstieg der Ein- und Zweipersonen-Haushalte sowie der Alterung der Bevölkerung verbunden (Föbker 2008). Diese Änderungen verlangen eine Überprüfung unserer Wohnformen, da zum Beispiel nicht immer mehr immer ältere Menschen in geeigneten Einrichtungen untergebracht werden können. Hier muss das Prinzip gelten, solange es geht selbstbestimmt in der eigenen Wohnung zu leben und alle nur denkbaren Unterstützungsangebote zu bekommen. Eine weitere Herausforderung ist die Ressourcennutzung. Das Wohnen ist zudem verantwortlich für einen großen Anteil unseres Energieverbrauchs sowie der Trinkwassernutzung. Mit neuen technischen Systemen könnte dieser Ressourcenverbrauch deutlich gemindert werden. Auch hier müssen neue technische Lösungen vor allem für den Bestand gefunden werden. Eine der möglichen Antworten auf diese Herausforderungen könnte im intelligenten Wohnen liegen.

Der Begriff „Intelligentes Wohnen“ bezeichnet Lösungen im privaten Wohnbereich, bei denen Gerätschaften und Systeme eingesetzt werden, die im häuslichen Umfeld mehr Komfort, Energieeffizienz, Flexibilität und Sicherheit schaffen und damit eine moderne Form des Lebens ermöglichen. Weitere Begriffe für das intelligente Wohnen sind unter anderem Smart Homes, E-Home und Home of the future. Kernstück ist hierbei die Vernetzung und Steuerung der Haustechnik und der anderen technischen Geräte, welche kabelgebunden z.B. über Ethernet oder drahtlos über Wireless LAN erfolgen. Die zentralen Steuerungssysteme solcher Anlagen kamen aus dem Bereich des Maschinenbaus und wurden erstmals vom Deutschen Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie eingeführt. Hierbei wurden Haustechnik, elektrische Haushaltsgeräte und Multimediageräte über ein Bussystem vernetzt, damit diese von zentraler Stelle gesteuert werden und miteinander kommunizieren konnten. Neue Systeme wie das SmartHome-Energiemanagementsystem von RWE nutzen WLAN und funkgestützte Schalter, um eine nachträgliche Vernetzung zu ermöglichen (RWE 2011)

Inzwischen haben sich die Vorstellungen des intelligenten Wohnens jedoch ausgeweitet. Die Bedürfnisse der Bewohner spielen dabei eine immer wichtigere Rolle. Video-Kommunikation mit

Ärzten in einer Online-Sprechstunde oder Fernüberwachung bzw. Energiemanagement des Hauses über Smart-Phones gehören inzwischen auch zu den Vorstellungen über ein intelligentes Wohnen. Eine massenproduktive Marktreife ist bislang noch nicht erfolgt; es dominieren vorwiegend proprietäre Systeme und Insellösungen, die in Forschungslaboren entwickelt, erprobt und analysiert werden. Klassische Anwendungsfelder für den Einsatz der Vernetzung innerhalb eines intelligenten Wohnhauses sind deshalb (vgl. auch Aebischer und Huser 2002)

- weiße Ware (Kühlschrank, elektrische Haushaltsgeräte sowie Kocheinrichtungen),
- Beleuchtungs- und Verschattungseinrichtungen (Lampen, Vorhänge, Jalousien),
- Unterhaltung und Kommunikationstechnik (Fernseher, Computer, Radio, Internet),
- Gebäude- und Anlagensicherheit (Alarmanlagen, Brandschutz, Schutz vor Wasserschäden oder Kurzschlüssen, Eingangskontrollen, Klingelanlagen),
- Hygiene (Staubsauger, Badewanne, Dusche, WC),
- Homeoffice (PC, Drucker, Monitor und Netzverbindungen),
- zentrale Infrastrukturen (TV-Internet-Gateway, Server, USV-Anlage, Router, Firewall) und
- Wärmemanagement (Heizung, Kühlung, Lüftung).

Beispiele für intelligente Lösungen können hierbei sein: Der Kühlschrank, der die Lebensmittel erfasst und automatisch Rezeptvorschläge unterbreitet; der die Bewohner informiert, dass Lebensmittel ablaufen sind beziehungsweise eigenständig Einkaufslisten erstellt, wenn Produkte verbraucht wurden. Oder ein zentrales Sicherheitssystem, welches beim Verlassen des Hauses automatisch die Heizung reguliert, Fenster schließt, Beleuchtungssysteme deaktiviert und Türen verriegelt. Von der Vielzahl der möglichen Beispiele ragen jedoch zwei besonders hervor: Energieeffizienz und Unterstützung für ältere Menschen (vgl. Wölk 2011).

Die Einsparung von Energie ist ohne Frage der Megatrend im Bereich Bauen und Wohnen. Da eine nachträgliche energetische Modernisierung durch bauliche Maßnahmen sehr kostenintensiv ist, stellt sich die Frage, wie man das Energiesparen besser unterstützen kann. Eine breite Untersuchung von Handlungsansätzen zeigte, dass eine bessere und unmittelbare Information über den Energieverbrauch auch dazu führt, dass Haushalte weniger Energie verbrauchen (vgl. Scharp 2010a: 16ff.). Wesentlich ist hierbei, dass der aktuelle Energieverbrauch den Haushalten in Realzeit komfortabel z.B. mit Displays dargestellt wird. Eine breite Umsetzung dieses Display-Ansatzes könnte sich auf eine in 2010 in Kraft getretene Ergänzung des Energiewirtschaftsgesetzes stützen, nach der Wohnungen mit sogenannten Smart Metern ausgestattet werden müssen. Diese erlauben die automatische Analyse des Stromverbrauchs, können aber auch in modifizierter Form für Heizungssysteme eingesetzt werden. Zusammen mit Temperaturmeldern, Funk-Thermostaten und Fenstersensoren können diese Bauteile so zusammengeschaltet werden, dass sie eine vollständige Darstellung des Energieverbrauchs ermöglichen. Eine derartige Lösung wird inzwischen von RWE (ders. o.J.) angeboten.

***Trend 21: Intelligente Steuerungstechnologien werden zukünftig helfen, Energie effizienter einzusparen.***

Die Unterstützung älterer Menschen, die selbstbestimmt möglichst lange in ihrer eigenen Wohnung leben wollen, ist ein zweiter wesentlicher Forschungsschwerpunkt bei den Smart Homes. Auch der GdW hat in einer breiten Umfrage ermittelt, dass elektronische Unterstützungssysteme für Senioren an Bedeutung gewinnen werden. Diese Systeme sollen älteren Menschen Sicherheiten geben und ihnen das Leben erleichtern. Beispiele hierfür sind eine zuverlässige Überwachung der Aktivitäten des Bewohners, um bei einem Unfall automatisch den Notarzt zu alarmieren. Oder auch Kommunikationssysteme, die es den Nutzern sprachgesteuert ermöglichen, Kontakte mit Bekannten, Institutionen oder

Dienstleistern aufzunehmen. Ein interessantes Beispiel ist das Projekt inBath, in dem das Fraunhofer-IMS Assistenzfunktionen in der Badumgebung für Demenzzranke entwickelt (Scherer 2009). Hierbei werden über Sensoren hygienische Aktivitäten der Nutzer erfasst und dem Nutzer Mitteilungen geben, wenn er die Körperhygiene vernachlässigt. Beispielsweise zeigen Piktogramme im Spiegel an, was der Nutzer in welcher Reihenfolge tun soll: waschen, rasieren, Zähne putzen, kämmen u.s.w.

***Trend 22: Intelligente Assistenztechnologien werden es insbesondere älteren Menschen ermöglichen, ein möglichst langes selbstbestimmtes Leben in der eigenen Wohnung zu leben.***

Den (möglichen) Vorteilen stehen jedoch Hemmnisse und Nachteile gegenüber. Diese sind u.a. die Kosten für die Technik, die Notwendigkeit der nachträglichen Applikation der Systeme, der Energieverbrauch der Systeme sowie eine notwendige Abstimmung der Hersteller von „kommunikationsfähigen“ Peripheriegeräten, damit diese tatsächlich auch miteinander kommunizieren können.

Der Kostenaspekt ist jedoch noch von zentraler Bedeutung hinsichtlich des „intelligenten“ Ausbaus von Wohnungen. Die Kosten für den Grundausbau im Neubau – also die Verlegung der Kabel und deren Vernetzung im gesamten Gebäude – betragen etwa 1 – 1,5 % der Gesamtbausumme. Der einfache Ausbaustandard in Form der Errichtung und Vernetzung von Licht, Beschattung, Heizung, Taster, Bussystem schlägt mit zusätzlichen 2 – 4 % der Gesamtbausumme zu Buche. Die mittlere Ausbaustufe mit einer Videogegensprechanlage und diversen Sicherheitsfunktionen betragen zusätzliche 1 – 2 %, der höchste Ausbaustandard mit Audio- und Videosystem, WLAN, mobilem Gerätepanel sowie Vernetzung der Haushaltsgeräte kostet weitere 2 – 10 %. Damit kommt man auf ein Maximalvolumen von etwa 6 – 18 % der Gesamtbausumme (heise online 2005). Diese Mehrkosten sind begründet mit dem hohen Grad an Technisierung und Modernität. Da in vielen Fällen die Technik noch in der Entwicklung ist, kann bislang kein Massenmarkt bedient werden, der sich im Wettbewerb und damit mit niedrigen Preisen niederschlägt.

Anbieter von intelligenter Technik stehen jedoch noch vor einem zweiten Problem: Der zukünftige Baubestand ist heute schon gebaut. Alle intelligenten Systeme, die auf den Markt kommen, sollten einfach in den Bestand integrierbar sein. Durch die Nutzung von Funklösungen ist dies jedoch zunehmend möglich. Beispielsweise gibt es heute von Riedel Energiemanagementsysteme, bei denen über ein Displays Thermostate gesteuert werden und bei denen der Energieverbrauch bzw. die Temperaturen in den einzelnen Zimmern angezeigt werden (vgl. Riedel und Schmidt 2011).

Problematisch für das intelligente Wohnen ist der bereits angesprochene hohe Eigenverbrauch der Komponenten für die Kommunikation. Für die Visualisierung und den Betrieb als Medienserver werden ebenfalls relativ hohe Eigenverbrauchsanteile angegeben. Unbenutzte oder nicht benötigte Geräte wie WLAN-Antennen oder Signalverstärker sind ständig abrufbereit und bleiben daher permanent in Betrieb. Je höher der Ausbau, desto größer ist ihr Energiebedarf. Deshalb muss der Eigenverbrauch auch immer im Zusammenhang mit den möglichen Energieeinsparungen gesehen werden. Bei einem von der Adhoco AG 2006 eingeführtes Automationssystem für Beleuchtung, Beschattung, Heizung und Lüftung in Wohn- und Büroräumen lassen sich 25 % der thermischen und 30 – 60 % der Beleuchtungsenergie einsparen (Adhoco AG, 2006). Diese Energieeinsparung ergibt sich durch programmierte Regeln. So lassen sich beispielsweise Regeln festlegen, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt die Lichtenanlage gedimmt wird oder Kommunikationsgeräte wie Musik- bzw. Fernsehanlage bei Nichtbenutzung vom Strom getrennt werden. Der Eigenenergiebedarf in diesem System wird von Adhoco als gering angegeben, da die Systembestandteile und ihre Kommunikation untereinander optimiert sind. Beispielsweise wird auch der steuernde Server in einen Bereitschaftszustand bei Nichtbenutzung bzw. zu Nebenzeiten versetzt, wenn es nur wenig zu regeln gibt da die Bewohner abwesend sind. Insgesamt ist jedoch davon auszugehen, dass die Anbieter dieser Systeme

sich der Problematik bewusst sind. Ein Kunde, der intelligente Steuerungstechnik kauft um z.B. Energie einzusparen wird auch auf den Eigenverbrauch der Systeme achten.

Weitere Probleme bei Verbreitung von intelligenten Wohnlösungen sind auch die noch fehlende Standardisierung der Einzelkomponenten sowie das Zusammenspiel der Einzelkomponenten mit dem Server und den Bedienstationen. In vielen Projekten wurden zwar marktübliche Elemente verwendet, in der Summe fungieren sie jedoch als Insellösungen und lassen sich daher nicht für den Massenmarkt anbieten. Auch bei den Endgeräten gibt es noch hohe Entwicklungsbedarfe, obwohl hierbei verschiedene Trends der Informations- und Kommunikationstechnologien angreifen können.

- Einer dieser Trends ist Pervasive Computing. Dieser Begriff bezeichnet einen absehbaren Trend, dass Computer in unterschiedlichsten Formen in naher Zukunft noch mehr in die Alltagsgegenstände integriert werden. Heutzutage sind wir es schon gewohnt, eine Vielzahl von Alltagsstätigkeiten mit Hilfe von Computern zu erledigen bzw. erledigen zu lassen (Informationsbeschaffung, Reiseplanungen, Bestellung von Waren aller Art etc.). Pervasive Computing bezeichnet einen Trend, bei dem Computer in Alltagsgegenstände integriert werden von der Kaffeemaschine über den Kühlschrank bis hin in die Alltagskleidung. Die besondere Herausforderung hierbei ist nicht die – schon jetzt mögliche Integration von Computern in die Gegenstände – sondern die Vernetzung der Geräte untereinander und die Kommunikation des Nutzers mit den Geräten.
- Ein zweiter Trend ist die Miniaturisierung. Miniaturisierung als Trend findet sich vor allem in Produkte der Informations- und Kommunikationstechnologien, bei denen die Größe (und das Gewicht) eine hohe Relevanz haben. Während bei stationärer IKT wie die allgegenwärtigen Haushaltselektrogeräte aller Art die Größe eher unbedeutend ist, sind insbesondere mobile Anwendungen der zunehmenden Miniaturisierung unterworfen. Dies gilt vor allem für Mobiltelefone, digitale Kameras, Tablet-PCs und mobile Datenspeicher. Die Leistungsfähigkeit beispielweise der sogenannten Smart-Phones ist kaum noch fassbar. Eine schnelle Internetnutzung mit diesen Geräten ist selbstverständlich. Sie bieten auch die Möglichkeit, Haushaltsprozesse zu überwachen und zu steuern, sofern die Endgeräte selber netzfähig sind.
- Ein dritter Trend ist Wireless Communication. Mit der breiten Einführung von Funk- oder Bluetooth-Technologien gibt es eine Alternative zur kabelgestützten Kommunikation von und mit Geräten. Das wichtigste Beispiel hierfür ist die Mobilfunktechnologie. Durch die Ausweitung der Frequenzbreiten hin zu UMTS eröffnen sich Übertragungsraten, die auch datentechnisch aufwändigere Anwendungen als nur die Sprachübermittlung erlauben. Zunehmend werden im öffentlichen Raum (Hotels, Flughäfen, Bahnhöfe) auch „Hot-Spots“ für die kabellose Kommunikation im Internet eingerichtet. Diese Wireless Local Area Networks (W-LAN) sind nicht nur im Gebäudebereich von Bedeutung, wo sie die nachträgliche Installation von Kommunikations- oder Sicherheitstechnik ohne aufwändige oder auf-Putz Baumaßnahmen ermöglichen. Auf europäischer Ebene gibt es auch Beispiele in der Stadtentwicklung<sup>8</sup>, bei denen die kabellose Kommunikation über W-LAN zur Erschließung von Gebäuden auf der „letzten Meile“ genutzt wird.

Auch wenn die Waschmaschine oder der Herd mit Internetzugang noch selten sind, so sind die Voraussetzungen für die umfassende Steuerung der Haushaltstechnik gegeben. Die Computertechnik ist inzwischen durch die Massenproduktion so preiswert geworden, dass sie in eine Vielzahl von Geräten eingebaut wird. Mit Funktechnologien lassen sich die Geräte vernetzen. Neben den Computern können auch Smart Phones oder Tablet-PCs zur Steuerung genutzt werden.

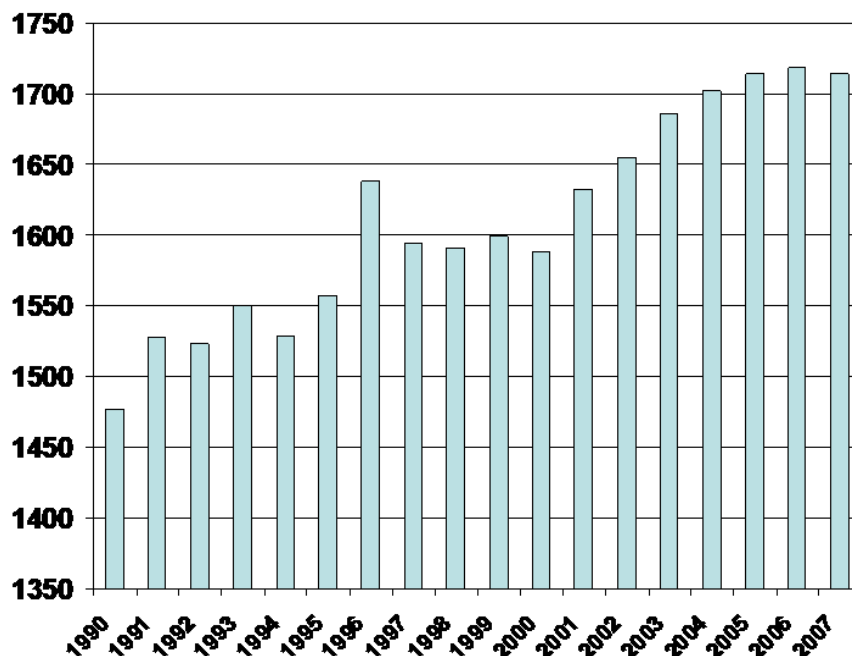
***Trend 23: Haustechnische Geräte, Haushaltselektrogeräte und Informations- und Kommunikationsgeräte werden zunehmend netzfähig konzipiert werden, so dass sie entweder automatisiert oder durch einen Nutzer von beliebigen Orten aus gesteuert werden können.***

---

<sup>8</sup> Z.B. Arabian Ranta in Finnland, Helsinki.

Fasst man die Ergebnisse zusammen, so ergibt sich folgendes Bild. Seit mehr als 20 Jahren wird an Konzepten zum intelligenten Haus geforscht. Seinen Ursprung hatte diese neue Wohnform in der Entwicklung von BUS-Technologien, die eine umfassende Steuerung der Beleuchtung, der Heizung oder der Verschattung ermöglicht, d.h. einen klaren Schwerpunkt auf der Haustechnik hatte. Unter dem Begriff „Intelligentes Haus“ wurden aber dann bald andere Konzepte wie „Smartes Wohnen“ oder „Vernetztes Wohnen“ verstanden, die ein umfassenderes Bild des technisierten Wohnens zeichnen in denen die Steuerung der Haustechnik nur ein Aspekt des Lebens in den Häusern der Zukunft darstellte. Die bekanntesten Projekte sind „Living Tomorrow“ in Belgien und Amsterdam, „FutureLife“ in der Schweiz, „InHaus“ oder „Smarter Wohnen“ in NRW oder das „Haus der Gegenwart“ in München (s.a. Anhang 2: Intelligentes Wohnen - Beispiele). Charakteristisch für diese Objekte ist, dass über ein zentrales System elektrische und elektronische Funktionen wie Heizung, Beleuchtung, Beschattung, Sicherheitssensorik (Gas-, Wasser- und Rauchmelder), Lüftung, Gartenbewässerung und anderes gesteuert werden können. Oft eröffnen Touchscreens in den Etagen den Zugriff auf die Steuerung ebenso wie Telefonfunktionen. Ein Sicherheitssystem mit Lichtvorhängen und Bewegungsmeldern sowie Videosysteme im Haus und auch außen ermöglichen eine umfangreiche Sicherheitskontrolle. Gemeinsam ist diesen Projekten, dass sie mit hohem Forschungsaufwand konstruiert wurden und eine Vielzahl von technischen Elementen von Grund auf entwickelt werden mussten. Diese Modellprojekte zeichnen jedoch Möglichkeiten für die Zukunft auf, auch wenn am Markt nur wenige Systeme derzeit verfügbar sind. Parallel dazu haben sich insbesondere in den Informations- und Kommunikationstechnologien zahlreiche Entwicklungen ergeben, die für den nachträglichen Aufbau von „intelligenten Systemen“ im Bestand genutzt werden können. An dieser Stelle muss aber auch auf den Energieverbrauch von „intelligenten Häusern“ hingewiesen werden: Je mehr Steuerungstechnik eingebaut wird und je länger diese am Tag läuft, desto mehr Strom wird verbraucht.

**Abbildung 9: Stromverbrauch pro Einwohner von 1990 bis 2007 in kWh.**



Quelle: Eigene Darstellung nach den Daten von BMWi 2009: Tabelle 8b

## 7 Gebäudeenergie-technik

Der unbestrittene Zukunftstrend beim Bauen und Wohnen ist die Gewährleistung einer nachhaltigen Energieversorgung. Dies bedeutet:

- Die Nutzung hocheffizienter Heizungstechnik,
- die Nutzung erneuerbarer Energieträger und
- die Minimierung des Energieverbrauchs.

Der wesentliche Treiber für diese Schritte ist die Entwicklung der Energiepreise, gesetzliche Regelungen für Heizanlagen sowie für den Neubau und die Modernisierung von Wohngebäuden. Während im Neubau heutzutage Heizenergiebedarfe von 70 kWh/qm\*a realisiert werden müssen, ist der bundesweite Durchschnitt im Bestand von ca. 200 kWh/qm\*a in 1990 auf 156 kWh/qm\*a in 2008 gesunken (GdW 2010:35). Der Energiebedarf des Bestandes ist noch weit entfernt von einer nachhaltigen Bauweise. Fakt ist, dass eine durchgreifende Minderung des Energiebedarfs von Wohngebäuden nur durch eine umfassende energetische Sanierung zu erreichen ist. Diese ist aber mit erheblichen Kosten von mehr als 30.000 Euro z.B. für ein altes Eigenheim verbunden. Der kostengünstigste Weg für die Minderung des Energieverbrauchs ist die Modernisierung alter Heizungsanlagen. Durch moderne Technik mit hohen Wirkungsgraden können deutliche Einsparungen an Energie für Raumwärme und Warmwasser erzielt werden und somit ein Beitrag zur Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zum Klimaschutz geleistet werden.

Die Gebäudeenergieversorgung betrifft heute auch die Stromversorgung. Mit der Entwicklung effizienter Photovoltaik-Anlagen und von Blockheizkraftwerken – die Strom erzeugen und die Verbrennungswärme für die Heizung nutzen – können heute kleine Wohngebäude so viel Strom erzeugen, wie sie selber verbrauchen.<sup>9</sup> Der Warmwasserbedarf bei kleinen Wohnobjekten kann zu ca. 70 % durch eine solarthermische Anlage gedeckt werden. Wenn größere Flächen auf den Dächern zur Verfügung stehen, können solarthermische Anlagen ca. 30 % des Heizenergiebedarfs erzeugen. Die Wärmeversorgung kann auch vollständig über erneuerbare Energieträger erfolgen durch Nutzung von Biomasse-Heizungsanlagen. Mit der Erdwärmenutzung kann mehr Energie aus erneuerbaren Energieträgern (Erd- oder Umgebungswärme) erzeugt werden als für deren Erzeugung notwendig ist. Im Folgenden wird ein Überblick über die Entwicklung der Energiebedarfe und der Gebäudeenergie-technik geben. Im Anhang wird die technische Seite der Gebäudeenergie-technik vertieft dargestellt.

### 7.1 Energiebedarfe für das Wohnen

Im Jahre 2009 betrug der Endenergieverbrauch<sup>10</sup> in Deutschland ca. 8.700 Petajoule (PJ, BMWi 2011: Tabelle 6). Bei den Endenergieträgern dominierten Gas mit 25,4 %, Kraftstoffe mit ca. 28,4 %, Strom mit 20,7 %, leichtes Heizöl mit 9,6 % und Fernwärme mit 5,2 % (ebd.). Haushalte verbrauchten in 2009 insgesamt 28,7 % der Endenergie, während der Verkehr 29,7 % und die Industrie 26,0 % verbrauchten. Während des Zeitraums von 1990 bis 2009 zeigen sich für den deutschen Endenergieverbrauch leichte Veränderungen, die vor allem von der wirtschaftlichen Lage und den Wintertempe-

<sup>9</sup> Mit einer PV-Anlage von 40 qm können ungefähr 4.000 kWh Strom pro Jahr erzeugt werden, was in etwa dem Verbrauch einer Familie in einem Eigenheim entspricht. Allerdings ist eine absolute Selbstversorgung zumeist nicht möglich, da die Stromerzeugung bei Sonnenschein nicht mit dem Stromverbrauch z.B. in den Abendstunden übereinstimmt und Erzeugung und Verbrauch somit zeitlich auseinanderfallen.

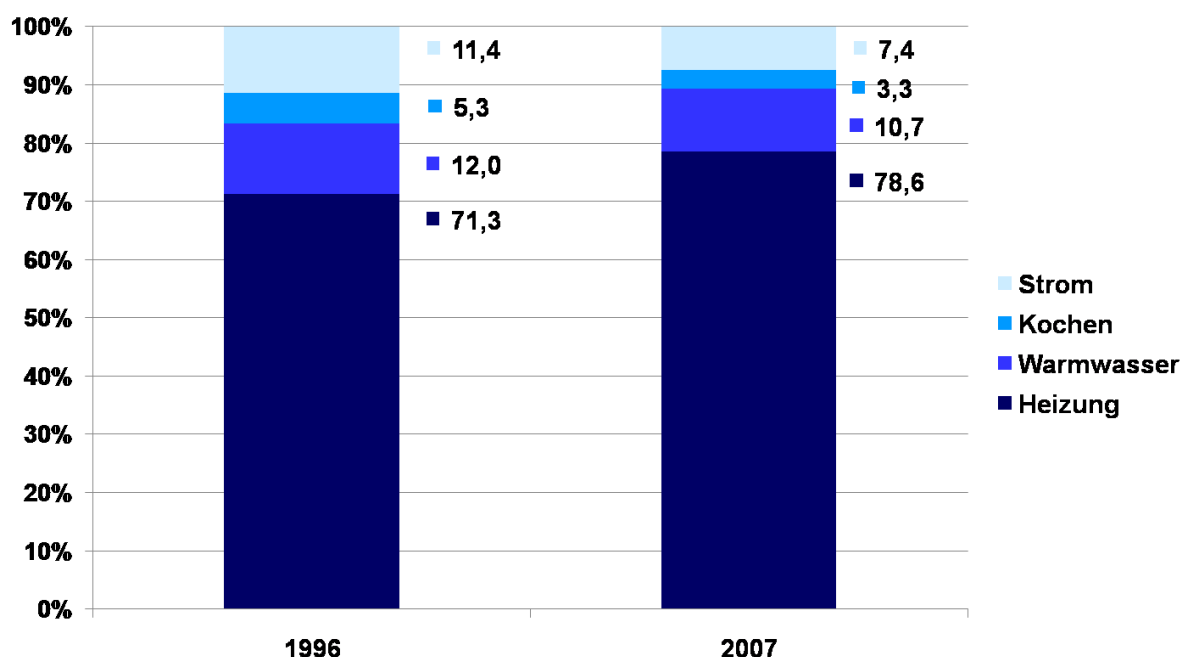
<sup>10</sup> Der Energieinhalt der Primärenergieträger Steinkohle, Erdgas, Rohöl und Braunkohle ist die Primärenergie. Zur Aufbereitung der Rohstoffe wird Energie gebraucht, weshalb die Energie innerhalb der nutzbaren Energieträger Strom, Gas und Benzin geringer ist und Endenergie genannt wird.

raturen abhängig waren. 1990 umfasste der deutsche Endenergieverbrauch 9.472 PJ, 2000 waren es 9.235 PJ, 2009 lag ein Verbrauch von 8.714 PJ vor. Ein wichtiger Grund des Rückgangs im Verbrauch war die der deutschen Wiedervereinigung folgende Deindustrialisierung Ostdeutschlands. Seit 1990 wurden zudem im Gebäudebereich und in der Industrie aufgrund steigender Energiepreise Energie-sparmaßnahmen durchgeführt wurden, die den Energieverbrauch minderten. Allerdings führte der Anstieg des Bruttoinlandsprodukts – der sich in einer verstärkten Güterproduktion, dem Angebot von Dienstleistungen, dem Zuwachs an Wohnfläche und PKW's und vielen anderen niederschlägt – wiederum zu einem steigenden Energieverbrauch.

Der Sektor Wohnen hat einen wesentlichen Anteil am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland. Auf das Wohnen entfallen 28,7 % des Endenergieverbrauchs (2009, BMWi 2011:5). Seit 1990 ist der Anteil am Gesamtenergieverbrauch damit um 3,7 % gestiegen. Der absolute Energieverbrauch hat sich von 2.367 PJ auf 2.497 PJ – also um 130 PJ bzw. 5,5 % – erhöht. Allerdings hat sich auch die Wohnfläche deutlich erhöht. Diese stieg von 2.774 Mio. Quadratmetern in 33,9 Mio. Wohnungen auf 3.494 Mio. qm in 40,2 Mio. Wohnungen (Zuwachs von 719 Mio. qm bzw. 6,2 Mio. Wohnungen, BMWi 2011:3).

Die Struktur des Energieverbrauchs der Haushalte hat sich seit 1990 verändert (BMWi 2011:7a). In 2007 wurden für die Raumwärme 71,3 % aufgewandt (1996: 78,6 %), für Warmwasser 12 % (1996: 10,7 %) und für die elektrische Energie 11,4 % (1996: 7,4 %). Hierbei ist deutlich zu sehen, dass die energetische Modernisierung erheblich dazu beigetragen hat, den Energiebedarf zu senken.

**Abbildung 10: Struktur des Energieverbrauchs im Haushalt 1996 und 2007:**



Quelle: BMWi 2011:7a

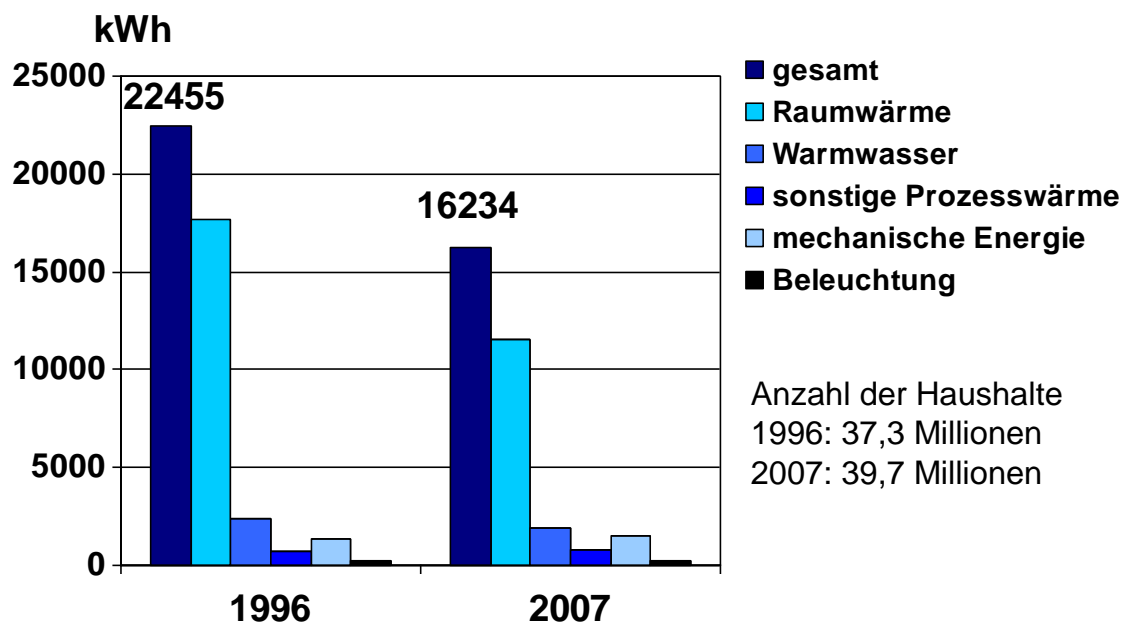
In 2007 wurden für die Raumwärme nur noch 1.653 PJ Endenergie für das Wohnen aufgewendet, wohingegen 1996 für Raumwärme 1.726 PJ aufgewendet wurden. Diese Einsparung in 11 Jahren wurde trotz einer Ausweitung der Wohnfläche um 439 Mio. qm erreicht und drückt sich auch in den Verbrauchswerten pro Quadratmeter aus.<sup>11</sup> 1990 wurde zur Heizung ca. 214 kW/m<sup>2</sup>\*a Wohnfläche

<sup>11</sup> Vgl. BMWi 2011, Tabelle 8b. Hierbei wird der EEV genutzt, der für Heizwärme temperaturbereinigt ist.

genutzt. Bis 2002 bleibt diese Zahl relativ konstant zwischen 196 kWh und 212 kW/m<sup>2</sup>\*a. Aufgrund stetiger Modernisierung und schärferer Anforderungen an den Neubau bzw. bei Modernisierungen durch die EnEV setzte jedoch dann eine deutliche Verringerung des Energieverbrauchs ein. Bis 2009 wurde mit 171 kW pro m<sup>2</sup> Wohnfläche ein neuer Minimalwert erreicht. Damit konnte der Energieverbrauch zur Heizung im Haushaltsbereich von 1990 bis 2009 um 20 % gesenkt werden.

**Trend 24: Die energetische Modernisierung bewirkt einen deutlichen Rückgang der Energiebedarfe des Wohnungssektors, hat aber noch nicht das ganze Potential erschlossen: Die Modernisierung hat vor allem den Bedarf für Raumwärme gemindert. Insgesamt sind die Potentiale für die energetische Gebäudemodernisierung bei weitem noch nicht ausgeschöpft.**

**Abbildung 11: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen pro Haushalt in 1996 und 2007.**



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf BMWi 2009: Tabelle 7a.

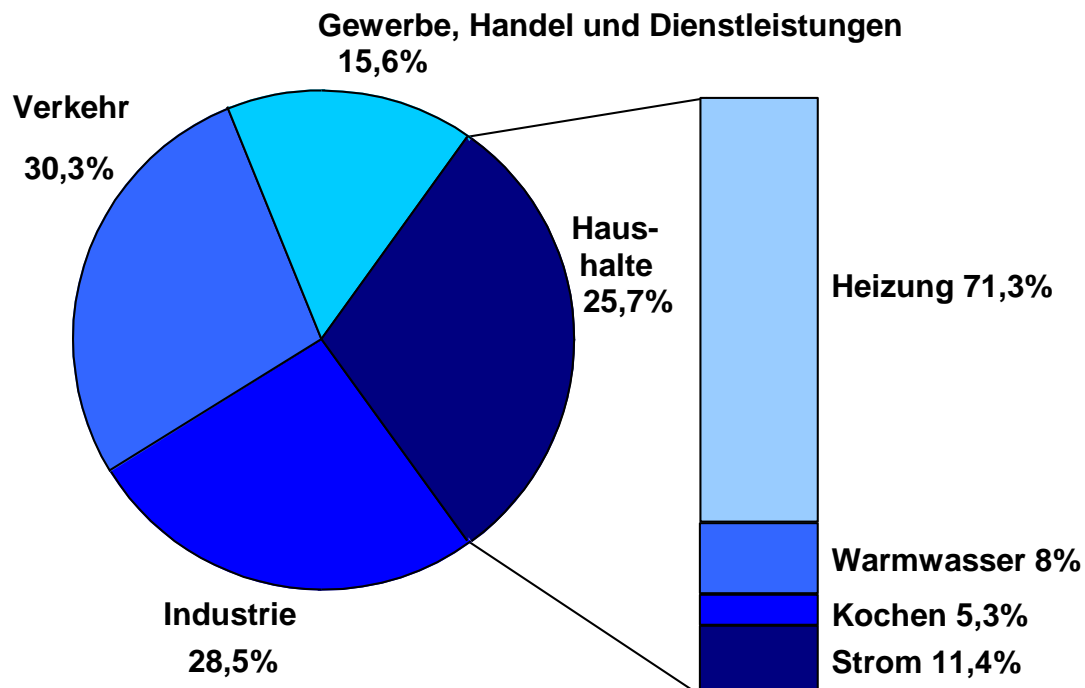
Auf die „mechanische Energie“ (Stromnutzung inklusive Beleuchtung) entfielen 7,4 % in 1996 und 11,4 % in 2007. Der Anteil der Beleuchtung betrug hierbei 1,8 % (1996: 1,4 %). Beim Stromverbrauch pro Person ist für den gleichen Zeitraum von 1990 bis 2009 hingegen ein von leichten Schwankungen abgesehen stetiger Anstieg festzustellen (BMWi 2011:8b). Während 1990 der Verbrauch bei 1.477 kWh Stunden pro Einwohner in privaten Haushalten lag, wurden im Jahre 2000 1.588 kWh. In 2009 stieg dieser Wert auf 1.701 kWh. Gegenüber 1990 ist dies eine Steigerung um 15 %. Der Anteil des Stromes am Energieverbrauch für das Wohnen steigt somit. Wesentlich hierbei ist die zunehmende Ausstattung der Wohnungen mit Informations- und Kommunikationstechnik, die Einsparungen durch effizientere weiße und braune Ware wieder auffrisst. Allerdings hat die zunehmende Sättigung der Haushalte mit weißer Ware (Geschirrspüler, Trockner) auch einen Einfluss auf den steigenden Stromverbrauch.

**Trend 25: Der Energieverbrauch durch Informations- und Kommunikationstechnologien nimmt einen immer größeren Anteil an den Energiebedarfen eines Haushalts ein: Es ist ein signifikanter Anstieg bei dem Verbrauch von elektrischer Energie festzustellen, der noch wachsen wird. Dieses Wachstum erfolgt trotz der zunehmenden Strom-Effizienz der braunen und weißen Ware. Bei der**



*Modernisierung sollten auch Maßnahmen vorgesehen werden, die helfen Strom zu sparen (z.B. Zentralschalter oder Displays zur Anzeige des Stromverbrauchs).*

**Abbildung 12: Endenergieverbrauch und Energieverbrauch im Haushalt nach Bereichen in Deutschland 2007.**



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf BMWi 2009: Tabelle 7a.

## 7.2 Energiekosten der Haushalte

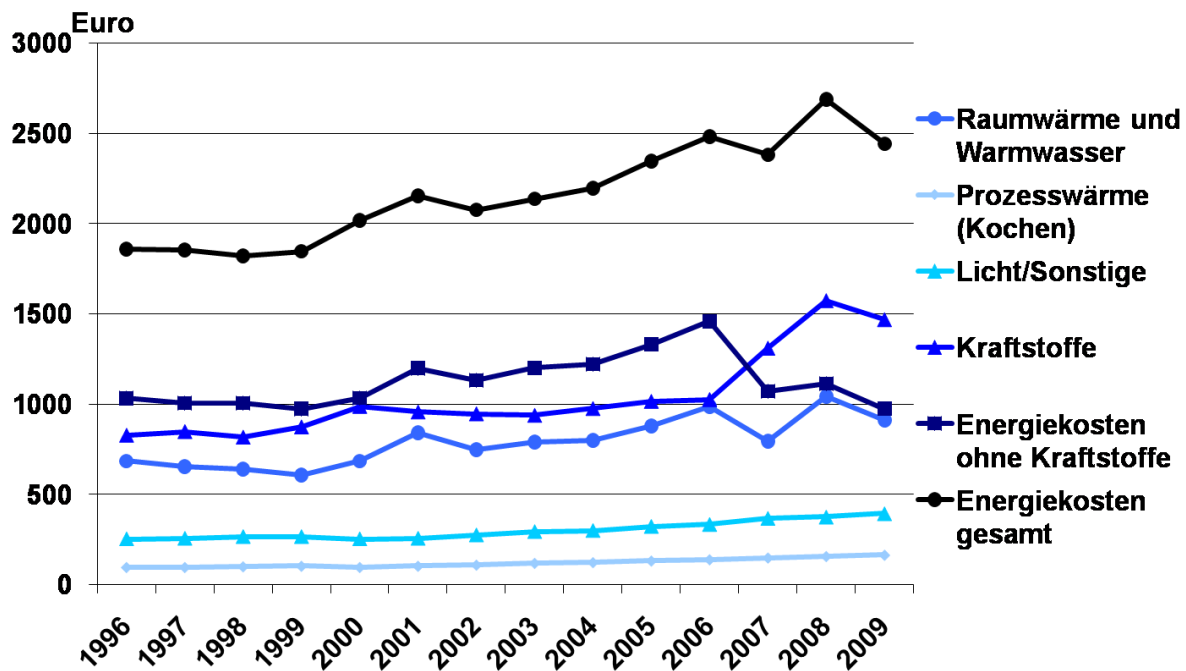
Während der letzten Jahre explodierten die Energiepreise in Deutschland genau wie in vielen anderen Ländern. Der Preisanstieg führte zu erhöhten Lebenshaltungskosten, diese wurden jedoch nicht durch eine Einkommenserhöhung ausgeglichen, weshalb Haushalte zunehmend höhere Anteil des Einkommens für Energie ausgeben. Insbesondere einkommensschwache Haushalte haben mit den hohen Kosten zu kämpfen.

Energie ist für deutsche Haushalte sehr teuer: Eine Kilowattstunde Elektrizität kostete Privatverbraucher 2010 ca. 23,4 Cent (inklusive Steuern und ohne Grundgebühr). Eine Kilowattstunde Gas oder Heizöl kostete Privatverbraucher 2010 ca. 6,5 Cent und Gas ca. 6,4 Cent (beide inklusive Steuern, BMWi 2011: Tabelle 26). Zehn Jahre zuvor in 1998 lagen die Preise für Heizöl umgerechnet bei 3,8 Cent, für Gas bei 4,8 Cent und für Strom bei 15,5 Cent. Innerhalb von zehn Jahren gab es somit Preissteigerungen um 50 % für Strom, 30 % für Gas und 70 % für Heizöl. Legt man die nochmals höheren Preise für 2008 zugrunde, hatten sich die Energiepreise im Zeitraum von 1998 bis 2008 um 34 % für Strom, 110 % für Gas und 191 % für Heizöl erhöht.

Die jährlichen Energiekosten für alle Privathaushalte stiegen von 1999 bis 2009 von 69,8 Milliarden Euro auf 98,8 Milliarden Euro rapide an (plus 30 %, BMWi 2011: 28). Die jährlichen Ausgaben der Haushalte für Energie (ohne Kraftstoffe) beliefen sich in 1999 auf 973 € und in 2009 auf 1.469 €. Rechnet man noch die Treibstoffe für die Mobilität hinzu, so beliefen sich die Ausgaben in 1999 auf

1.846 € und in 2009 auf 2.443 €. Der größte Kostentreiber waren die Heizkosten (1999: 7,1 €/m<sup>2</sup>a und 2008: 10,5 €/m<sup>2</sup>a). Die Benzin- und die Stromkosten erhöhten sich hingegen nur um ca. 100 € pro Jahr.

Abbildung 13: Entwicklung der Energiekosten für Haushalte im Zeitraum 1996 bis 2009.



Quelle: Eigene Darstellung nach BMWi 2009: Tabelle 26.

Die zusätzlichen Ausgaben spiegeln sich auch deutlich im Anteil der Energiekosten an den Konsumausgaben wieder. Haushalte wendeten im Jahre 1999 nur 5,9 % ihrer privaten Konsumausgaben für Energie auf. Im Jahre 2009 belief sich der Anteil auf 7,0 % der privaten Konsumausgaben.

**Trend 26:** Die Energiekosten werden auch zukünftig einen erheblichen Anteil an den Konsumausgaben stellen. Es ist nicht ersichtlich, dass dieser Kostenanteil wieder deutlich sinken wird.

### 7.3 Energieträger und Energietechnik für das Heizen

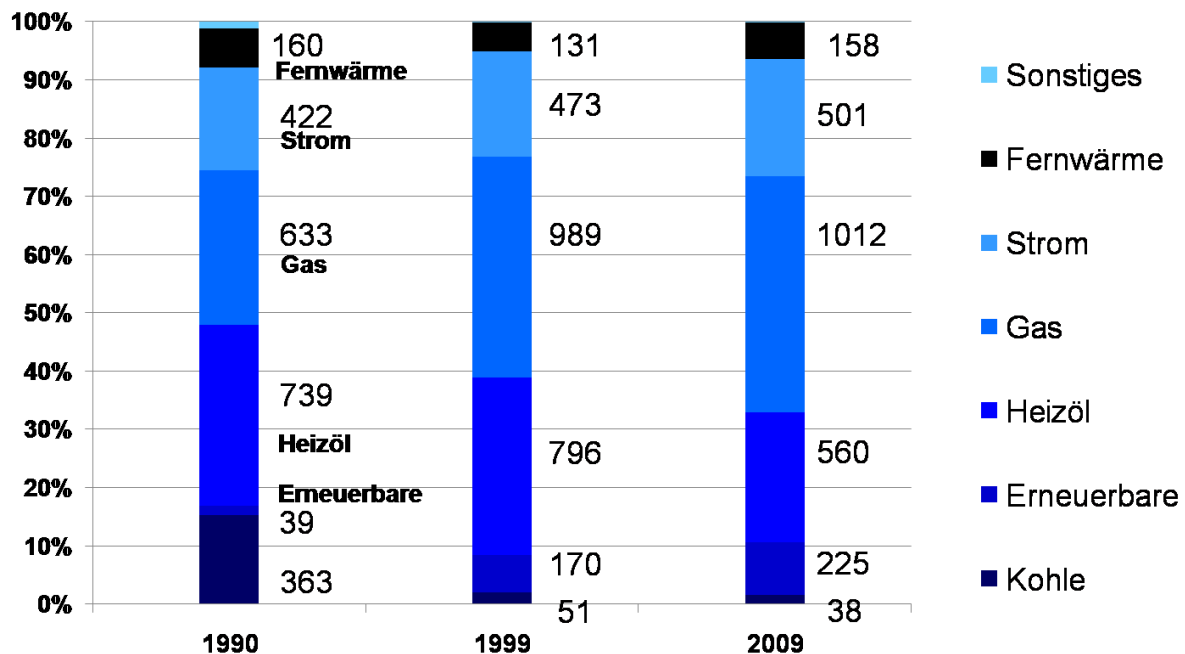
Bei der Nutzung unterschiedlicher Energieträger für die Beheizung ist eine langsame aber stetige Veränderung zu beobachten. 1996 entfielen auf die Gasheizung 34,1 % und 2007 32,4 %. Die Nutzung von Heizöl ging deutlich zurück: 1996 wurden 29,7 % Heizöl zur Heizung verwendet und in 2007 nur noch 22 %. Die Zahlen belegen, dass der Anteil aller zur Raumbeheizung genutzten nicht-erneuerbaren Energien von 1996 zu 2007 geringer wurde, während der Anteil der Kategorie „andere“ von 3 % auf 8,1 % anstieg. Diese Kategorie umfasst Beheizung mit Erdwärme, Solarenergie und Biomasse.

**Tabelle 14: Anteil unterschiedlicher Energieträger für den Endenergieverbrauch in Haushalten nach Anwendungsbereichen.**

	1996	Anteil des gesamten Endenergieverbrauchs	2007	Anteil des gesamten Endenergieverbrauchs
<b>Raumbeheizung</b>	<b>2.368,1</b>	<b>78,6 %</b>	<b>1.653,0</b>	<b>71,3 %</b>
- davon Heizöl	893,9	29,7 %	509,9	22 %
- davon Gas	1.028,7	34,1 %	750,3	32,4 %
- davon Elektrizität	96,7	3,2 %	61,5	2,7 %
- davon Fernwärme	155,3	5,2 %	114,3	4,9 %
- davon Kohle	102,6	3,4 %	29,3	1,3 %
- davon andere	90,9	3,0 %	187,6	8,1 %
<b>Warmwasser</b>	<b>322,4</b>	<b>10,7 %</b>	<b>278,4</b>	<b>12,0 %</b>
<b>andere Formen der Prozesswärme</b>	<b>99,6</b>	<b>3,3 %</b>	<b>123,1</b>	<b>5,3 %</b>
<b>Mechanische Energie</b>	<b>181,7</b>	<b>6,0 %</b>	<b>222,7</b>	<b>9,6 %</b>
<b>Beleuchtung</b>	<b>41,0</b>	<b>1,4 %</b>	<b>41,0</b>	<b>1,8 %</b>

Quelle und Anmerkung: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Stand November 2007 (BMWi 2011) Prozesswärme bezieht sich insbesondere auf das Kochen, mechanische Energie insbesondere auf den Strom.

Schätzungen von Fachverbänden zeigen ein etwas anderes Bild für das Jahr 2009 (ZVS 2010 und Agentur für Erneuerbare Energien 2011a). Hiernach wird fast 45 % der Heizwärme für alle Wohnungen durch Gas gewonnen. Zusammen mit Heizöl stellen diese beiden als wichtigste Energieträger ca. 73 % der Wärmeenergie. Deutschlandweit wurden in 1990 ca. 32,3 GWh Wärme aus erneuerbaren Energien gewonnen, d.h. 2,1% des gesamten Wärmebedarfs (BMWi 2011:20).<sup>12</sup> In 2000 stieg dieser Wert auf ca. 58 GWh (3,9%) und in 2009 auf 110 GWh (8,4%).

**Abbildung 15: Veränderung der Nutzung der Energieträger in den Haushalten 1990-2009.**

Quelle: BMWi 2011:6a

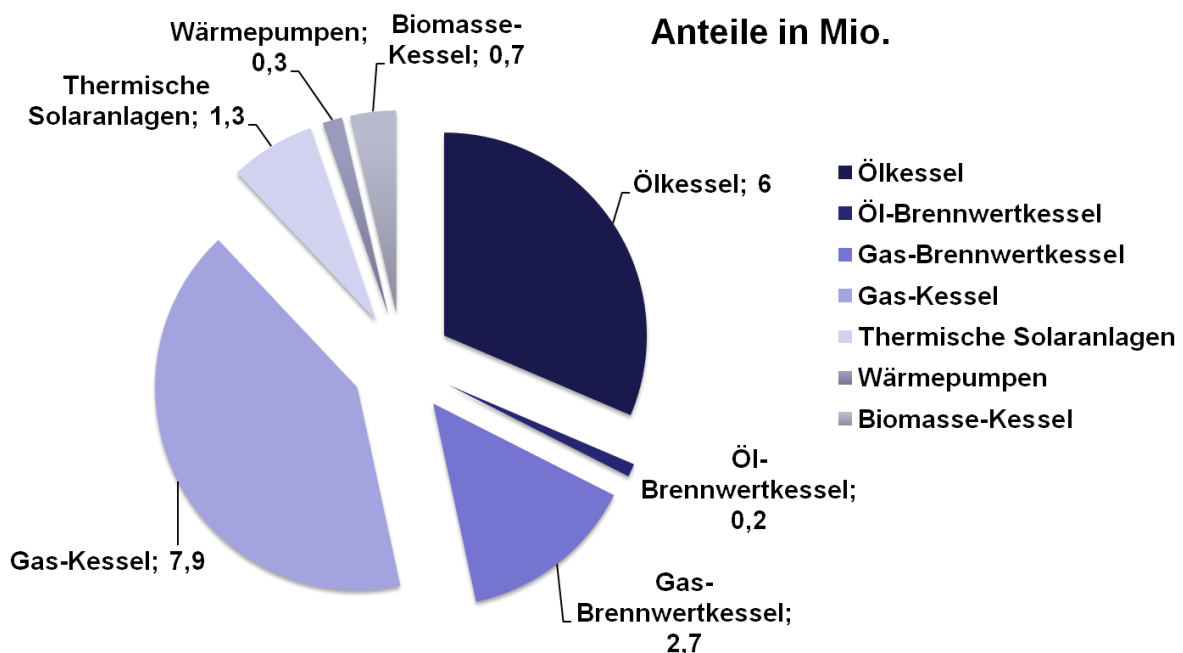
<sup>12</sup> Biomasse-Nutzung sowohl in Kraftwerken als auch für die Wohnungsbeheizung, Wärme aus Abfallverbrennung, Solarthermie und Geothermie.

Die Verwendung der Energieträger korrespondiert auch mit den jeweiligen Heizungstypen, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass in Mehrfamilienhäusern zahlreiche Wohnungen mit einer Zentralheizung beheizt werden. Im Jahr 2008 gab es im Bestand insgesamt 19,1 Mio. Heizungen für die 38,2 Mio. Wohnungen (meineheizung.de 2010). Davon waren 10,6 Mio. Gas- und 6,2 Mio. Ölheizungen. 2,3 Mio. Heizungen wurden mit erneuerbaren Energien betrieben (0,3 Mio. Wärmepumpen, 1,3 Mio. thermische Solaranlagen zur Heizungsunterstützung, 0,7 Mio. Biomasse-Heizkessel).

Interessant ist vor allem die Entwicklung der Heizsysteme für den Neubau. Eine Erdgasheizung wird nach einer Erhebung des BDEW in 2010 in der Hälfte aller Neubauten eingebaut (BDEW 2011 zitiert nach baulinks.de 2011: BDEW-Zahlen). Wärmepumpen hatten einen Anteil von 23,8 %, gefolgt von Fernwärme mit 13,6 %. Die verbleibenden Anteile entfielen auf Heizöl (1,8 %), Strom (ein Prozent, u.a. für Passivhäuser) und sonstige Heizungssysteme (9,4 %, darunter vor allem Holzpellet-Heizungen).

**Trend 27: Erneuerbare Energieträger werden zunehmend bedeutender in der Wärmeversorgung von Wohnungen:** Alle Erhebungen zeigen einen Trend, der vor allem weg von der Ölheizung zeigt. Die Erdgasheizung bleibt jedoch die beliebteste Heizung von allen. Als Alternativen werden vor allem Wärmepumpen und Kleinf Feuerungsanlagen mit Biomasse verwendet.

**Abbildung 16: Verteilung der Heizungsarten 2008 in Mio.**



Quelle: eigene Darstellung nach meineHeizung.de 2010

Die in Deutschland verwendete Heizungstechnik ist in weiten Teilen veraltet nach Auffassung unterschiedlicher Institutionen. Nach Auffassung des BDEW entsprechen rund zwei Drittel der Heizungsanlagen nicht dem Stand der Technik (BDEW 2011 zitiert nach baulinks.de 2011: BDEW-Zahlen). Dies sind vor allem die in der obigen Graphik aufgeführten Öl- und Gas-Kessel, die sich vor allem in älteren Gebäuden befinden. Nach Einschätzung des IWO wurden vor allem ältere Gebäude zunächst mit einer Ölheizung ausgestattet (vgl. IWO o.J.). Von den ca. 6 Mio. Ölkesseln, die in 2008 verwendet wurden, sollen 12 % d.h. ca. 740.000 Stück älter als 27 Jahre und damit dringend erneuerungsbedürftig sein. Betrachtet man den Bestand, so sollen nach dem Institut für wirtschaftliche Ölheizung nur 15 % der Heizanlagen in Deutschland dem Stand der Technik entsprechen (vgl. IWO

o.J. zitiert nach BDH 2009). Der Großteil aller installierten Heizungen (ca. 90 %) ist älter als 10 Jahre mit maximalen Wirkungsgraden von 85 %. 18 % aller Heizungen sind sogar älter als 24 Jahre und weisen Wirkungsgrade von unter 65 % auf (ebd.). Nach Jokl sind fast 30 % unserer Wohnungen – in Ostdeutschland sogar 45 % – über 60 Jahre alt und in jeder siebten Wohnung fehlt eine Zentral- oder Fernheizung, diese werden über Einzelöfen oder Etagenheizungen beheizt (Jökl 2008). Immerhin konnten Nachtspeicherheizungen sowie (ineffiziente) Einzelraumöfen (Kohle oder Öl) weitgehend aussortiert werden. 1998 wurden 13 % der Wohnungen mit diesen Systemen beheizt, in 2002 noch 9 % und in 2006 nur noch 8 % der Wohnungen (vgl. Statistisches Bundesamt 2008). Insgesamt zeigt sich jedoch, dass die vielfältigen gesetzlichen Initiativen der Bundesregierung und auch die Förderung der Umstellung– die schon in den 70iger Jahren begannen – nicht dazu geführt haben, den Heizungsbestand durchgreifend zu modernisieren.

***Trend 28: Gesetzliche Initiativen und die Förderung der Modernisierung der Heizungssysteme haben bisher nicht dazu geführt, dass modernste und effizienteste Technik sich weit verbreitet hat. Seit nunmehr 30 Jahren gibt es Niedertemperaturkessel, seit 20 Jahren Brennwertkessel. Heizkessel sollten nach 10 bis 15 Jahren ausgetauscht werden, da die nachfolgenden Geräte eine deutlich höhere Effizienz haben. Betrachtet man die Altersstruktur der Kessel so zeigt sich, dass noch immer ein großer Teil alter Kessel genutzt wird obwohl deren Effizienz sicher 20 bis 40 % unter der modernen Technik ist.***

#### **7.4 Energieerzeugungstechnologien im Überblick**

Im Folgenden wird ein Überblick über die Technologien zur Energieerzeugung im (Wohn-) Gebäudebereich gegeben. Hierbei werden alle Technologien für die Erzeugung der Heizwärme, Warmwasser und Strom kurz mit wichtigen technischen Daten vorgestellt. Eine ausführliche Darstellung findet sich im Anhang.

Moderne Technologien sollten zwei Kriterien erfüllen. Zum einen sollten sie möglichst effizient sein. Zum anderen sollten sie vor allem erneuerbare Energien nutzen. Bei fossilen Brennstoffen hingegen werden bei der Verbrennung Emissionen frei, die vor Jahrmillionen dem Kreislauf entzogen worden sind. Ihre Verbrennung erhöht den CO<sub>2</sub>-Anteil unserer Atmosphäre und führt zum Treibhauseffekt, d.h. dem Anstieg der globalen Temperaturen. Brennstoffe aus Biomasse können hingegen nachwachsen. Sie sind genauso wie organische Abfälle anderer Produktionszweige ökologisch vorteilhafter als fossile Rohstoffe, die nur begrenzt vorhanden sind. Die Produktion, Lagerung und der Transport sind außerdem ungefährlicher als bei fossilen Brennstoffen, wie Erdöl oder Erdgas. Das Versorgungsnetz ist bundesweit ausgebaut und Biomasse-Brennstoffe werden vielfach regional hergestellt.

**Öl- und Gasheizungen:** Öl- und Gasheizungen verbrennen Heizöl bzw. Erdgas zur Erzeugung von Heizwärme. Bis in die sechziger Jahre wurden vor allem Ölheizungen installiert. Mit dem Ausbau der Gasnetze wurden Gasheizungen immer beliebter, da die Verbrennung von Gas sauberer und geruchsfrei ist sowie ohne Lagertank auskommt. Bei der alten Verbrennungstechnik wurde (und wird) mit Systemtemperaturen von 90 Grad gearbeitet. Die Vorlauftemperatur an Heizungen ist so heiß, dass man sich Verbrennungen an Heizkörpern zuziehen kann. Außerdem können die Anlagen nur sehr schlecht bedarfs- bzw. witterungsgerecht gesteuert werden. Der Jahresnutzungsgrad<sup>13</sup> dieser Geräte liegt bei ca. 60 %. In den achtziger Jahren wurden die Niedertemperaturkessel eingeführt. Die wesentlichen Unterschiede sind die Systemtemperatur für die Heizanlage, die nur bei 70 Grad liegt, die geringere Rücklauftemperatur von 35 bis 40 Grad sowie eine bessere Steuerung unter Berücksich-

<sup>13</sup> Der Jahresnutzungsgrad steht für den Wärmeanteil des eingesetzten Brennstoffs über ein Jahr, der tatsächlich ins Heiznetz eingespeist und zur Verfügung gestellt wird. Er wird in Prozent angegeben.

tigung von Außentemperaturen. Mit dieser Heizung wurde somit wesentlich weniger Wärme im Abgasbereich erzeugt und zudem Energie eingespart, da eine Erwärmung von Wasser auf 70 Grad deutlich weniger Energie brauchte als auf 90 Grad. Der Jahresnutzungsgrad bzw. der Normnutzungsgrad<sup>14</sup> derartiger Geräte liegt bei 95 % (vgl. Buderus o.J.).

**Abbildung 17: Gas-Brennwertheizung und Öl-Niedertemperaturkessel von Viessmann.**



Quelle: Viessmann ([www.viessmann.de](http://www.viessmann.de)).

In den neunziger Jahren wurde der Brennwertkessel auf den Markt gebracht. Hierbei werden zum einen spezielle Verbrennungstechnologien genutzt. Zum anderen sind Brennwertkessel – im Unterschied zu Niedertemperaturkesseln – darauf ausgelegt, dass eine Kondensation des Wasserdampfes erfolgt (und die beim Niedertemperaturkessel vermieden werden soll) um diese Kondensationsenergie für die Heizwärme zu nutzen und die Abgaswärme zu minimieren. Geräte mit Brennwerttechnik haben einen Normnutzungsgrad von etwas weniger als 110 % (vgl. auch Buderus o.J.). Die Öl- und Gaspreise haben in den letzten Jahren deutlich angezogen. Im Jahre 2000 kostete die Kilowattstunde Erdgas noch 3,9 Cent und Heizöl 4,1 Cent. In 2009 lagen sie für Erdgas bei 7 Cent und für Heizöl bei 5,4 Cent. Die Kosten für eine Gasheizung sind mit Abstand am geringsten für alle Heizungen trotz der Anschlusskosten der Gasversorger (ca. 1.000 bis 2.000 €). Gasthermen mit Brennwerttechnik kosten bei einer hohen Qualität ca. 1.500 € (Heizungsfinder o.J.: Gasheizung Kosten und Preise). Öl-Brennwertkessel sind deutlich teurer mit ca. 3.500 €. Hinzu kommen noch die Kosten für den Öltank, der auch noch einen eigenen Raum benötigt (Heizungsfinder o.J.: Ölheizung Kosten und Preise). Insbesondere Ölheizungen können auch darauf ausgelegt werden, nachwachsende flüssige Energieträger wie Pflanzenöl oder Biodiesel zu nutzen.

**BHKW Blockheizkraftwerke:** Die größten Wirkungsgrade zur Energieerzeugung weisen neben der Brennwerttechnik Anlagen auf, die mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) arbeiten. Große Anlagen erzeugen eigentlich Strom und die Verbrennungsabwärme wird für Heizzwecke genutzt. Kleine Anlagen hingegen erzeugen eher Wärme und erzeugen daneben auch Strom. Durch die Nutzung der Abwärme wird ein Gesamtwirkungsgrad von 80 bis über 90 % erzielt. KWK-Anlagen bzw. KWK-Kraftwerke werden in städtischen und industriellen Bereichen genutzt, und versorgen Nah- und Fernwärmenetze oder erzeugen Prozesswärme. Von Blockheizkraftwerken (BHKW) spricht man,

<sup>14</sup> Der Normnutzungsgrad stellt den Wirkungsgrad eines Gerätes unter den unterschiedlichen Nutzungsbedingungen über ein Jahr dar.

wenn die elektrischen Leistungen zwischen 1 kW und 5 MW liegen. Mikro-BHKWs sind Anlagen bis zu 15 kW (Anlagen für Gebäude zwischen einer und drei WE) und Mini-BHKWs sind Anlagen bis unter 50 kW (Anlagen für kleine Mehrfamilienhäuser). BHKW's, die im Mehrfamilienhaus eingesetzt werden, haben elektrische Leistungen bis ca. 30 kW und thermische Leistungen bis 50 kW. BHKW-Anlagen können für alle gängigen Brennstoffe ausgelegt werden, d.h. für Heizöl und Erdgas aber auch für erneuerbare Energieträger (Holz, Biodiesel, Pflanzenöle). Entscheidend für die Effizienz von BHKWs ist die Jahreslaufleistung, die im Eigenheimbereich bei ca. 4.000 Vollbenutzungsstunden liegen sollte. Mikro-BHKW kosten zwischen 13.000 und 20.000 € (Heizungsfinder o.J.: Preis für ein Mikro-BHKW).<sup>15</sup> Für den wirtschaftlichen Betrieb benötigen sie jedoch größere Pufferspeicher als die üblichen 150-l-Warmwassertanks für einen Vier-Personenhaushalt. Noch teurer wird die Anschaffung beim Neubau durch einen notwendigen Spitzenlastkessel (Öl- oder Gas), der z.B. beim Gas durchaus 2.000 € - 1.000 € Gaskessel und 1.000 € Gasanschluss – kosten kann.

**Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen:**<sup>16</sup> Seit einigen Jahren werden vermehrt Heizungsanlagen zur Nutzung von Holzbrennstoffen am Markt angeboten und auch häufig nachgefragt. Diese Kleinfeuerungsanlagen nutzen Holzbrennstoffe wie Pellets, Hackschnitzel oder Scheitholz und werden entsprechend ihres Brennmaterials auch benannt. Zu den Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen zählen auch offen und geschlossene Kamine, Kaminöfen, Kachelöfen und Heizungsherde. Diese werden in den Wohnräumen aufgestellt. Für die Heizsysteme sind jedoch die Pellet-, Scheitholz- und Hackschnitzelkessel von großer Bedeutung, die in Heizungsräumen aufgestellt werden. Derartige Anlagen sind nicht nur für Eigenheime, sondern auch für Mehrfamilienhäuser nutzbar. Hackschnitzel- und Scheitholzessel haben höhere Leistungen (bis zu 800 kW) und werden für größere Gebäude oder z.B. in Schulen eingesetzt, wohingegen Pellet-Kessel vor allem im Eigenheimbereich genutzt werden. Der Vorteil der Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen ist die gute Lagerbarkeit der Brennstoffe und auch die einfache automatisierbare Zuführung der Brennstoffe in den Brennraum. Technologisch sind diese Anlagen inzwischen gleichwertig zu den Brennwertheizungen mit hohen Normnutzungsgraden. Die Brennstoffkosten für Pellets oder Hackschnitzel lagen in den letzten Jahren immer unter den von Heizöl oder Erdgas. Allerdings haben die Preise für Pellets – die vor allem im Eigenheimbereich genutzt werden – die Entwicklung der Öl- und Gaspreise „nachverfolgt“. Sie lagen jedoch ca. 20 % unter diesen (vgl. CARMEN o.J.) und beliefen sich auf ca. 4,8 Cent pro kWh in 2009. Die Kosten für vollautomatische Pellet-Öfen beginnen ab 5.000 € (Heizungsfinder o.J.: Holzheizung Preise), Pellet-Heizungen kosten zwischen 8.000 und 10.000 €. Komplettpakete mit Fördertechnik und Lagermöglichkeiten liegen zwischen 10.000 und 14.000 € (Heizungsfinder o.J.: Pellet-Heizung Preise)

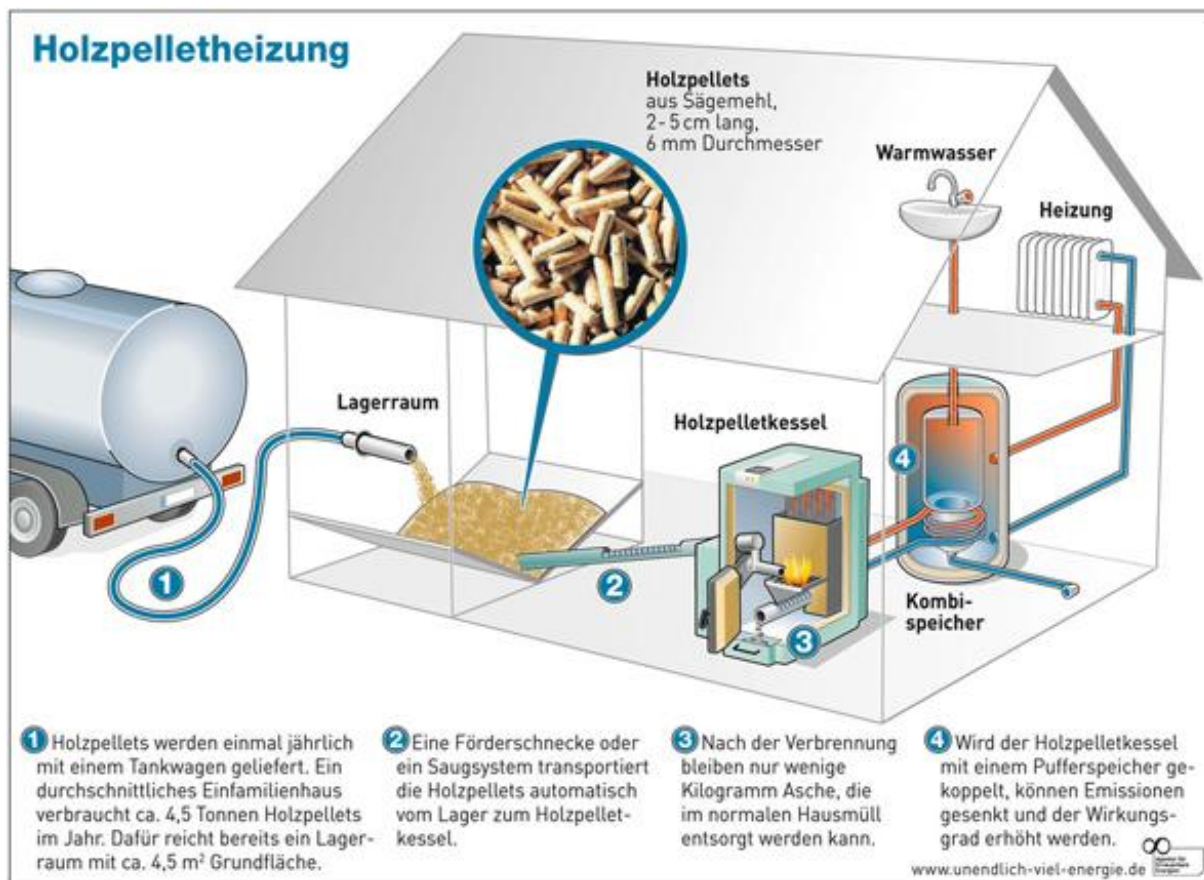
---

<sup>15</sup> Bei diesen Kostenangaben handelt es sich noch nicht um die Mikro-BHKW mit kombinierter Gas-Brennwerttherme und Stirling-Motor, die erst Ende 2011 auf den Markt kommen.

<sup>16</sup> Im Prinzip könnte man auch Ölbrennwertkessel oder Mini-BHKW, die Biodiesel nutzen, zu den Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen rechnen. Es hat sich jedoch eingebürgert, hierunter Systeme zu verstehen, die Holz verbrennen.



Abbildung 18: Aufbau einer Anlage für die Heizung mit Holzpellets



Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien (Online: [www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de) sowie [heizungsfinder.de](http://www.heizungsfinder.de) (<http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/preise>))

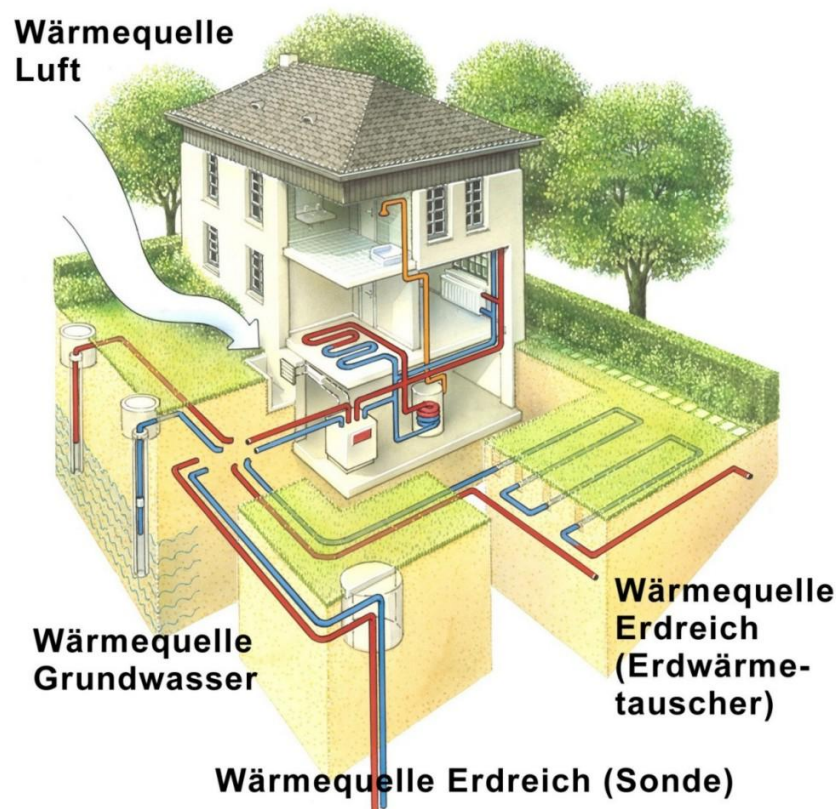
**Brennstoffzellen:** Eine neue Technologie zur Energieerzeugung im Wohnbereich ist die Brennstoffzelle. Primär soll die Brennstoffzelle Strom erzeugen, die Abwärme wird zur Heizung genutzt. Hierbei wird ein Brennstoff katalytisch oxidiert und Strom erzeugt. Diese katalytische Oxidation ist der effizienteste Verbrennungsprozess, bei dem die Reaktionswärme zum Heizen genutzt wird. Als Brennstoffe kommen derzeit Erdgas oder Alkohole in Frage, da diese im Unterschied zu Wasserstoff gut transportier- bzw. lagerbar sind. Der Vorteil der Brennstoffzellen (BZ) gegenüber anderen Heizungstechnologien ist der hohe Gesamtwirkungsgrad von ca. 85 %. Allerdings fehlt nach wie vor der „Durchbruch“, da insbesondere die Membranen – wie aus der Automobilindustrie bekannt ist – nur geringe Standzeiten haben. In regelmäßigen Abständen wird aber die Einführung in einigen Jahren verkündet (Deutsche Energieagentur o.J.). Die Firma Vaillant hat in 2010 ein Brennstoffzellenheizgerät (BHZ) für Einfamilienhäuser vorgestellt. Die elektrische Leistung beträgt 1 kW, die thermische 2 kW. Mikro-BHKW haben im Vergleich hierzu elektrische zu thermische Leistungen von 1:6, d.h. sie produzieren viel mehr „Reaktionswärme“ als Brennstoffzellen.

**Erdwärme-Heizungen:** Derartige Heizungen nutzen die Umgebungs- bzw. die Erd- oder Grundwasserwärme, um die Heizenergie für eine Wohnung bereitzustellen. Hierzu wird ein Rohrsystem entweder flach unter dem Boden verlegt (Kollektor) oder in Form von „Sonden“ bis zu 50 Meter tief in der Erde versenkt. Die flach verlegten Systeme nutzen die Wärmequelle Erdreich (Umgebungswärme) wohingegen die tiefen Sonden die Wärme des Grundwassers nutzen. Durch das Rohrsystem wird eine wässrige Lösung z.B. mit Glykol gepresst, welche die Wärme aufnimmt. In 3



Meter Tiefe ist die Temperatur ca. 8 bis 12 Grad je nach Jahreszeit, in 20 Meter Tiefe hingegen schon konstant 10 Grad. Diese Wärme wird in der eigentlichen Wärmepumpe an ein Gas (z.B. leichte Kohlenwasserstoffe) übertragen, das Medium wird komprimiert und damit ein höheres Temperaturniveau erzeugt. Die „komprimierte“ Wärme wird durch einen weiteren Wärmtauscher auf das Heizungssystem übertragen. Wärmepumpen arbeiten dann effizient, wenn der Einsatz von Strom zur erzeugten Wärme mindestens im Verhältnis von 4:1 steht, d.h. je einer kWh Strom werden 4 kWh Wärme erzeugt. In der Praxis kommen Werte von 1 kWh Strom pro 3,5 bis 5,5 kWh Heizwärme vor (Effiziento Haustechnik GmbH o.J.). In 2006 wurden ca. 2.800 GWh Wärme aus Erdwärme erzeugt, in 2010 waren es schon 5.600 GWh (vgl. BMU 2010b: 24). In 2010 waren ca. 400.000 Erdwärme-Heizungsanlagen – sowohl im Wohn- als auch im gewerblichen und öffentlichen Bereich z.B. in Schulen oder Kitas – installiert. Problematisch hinsichtlich von Nachhaltigkeitsaspekten ist jedoch, dass Wärmepumpen Strom benutzen und dieser vor allem aus nicht-erneuerbaren Quellen stammt. Die Wärmepumpe kostet zwischen 6.000 und 11.000 €. Die Kosten für Sondenbohrungen liegen in der Größenordnung von 6.000 bis 12.000 € (Heizungsfinder o.J.: Kosten-Preise). Von großer Bedeutung für den wirtschaftlichen Betrieb der Erdwärmeheizungen sind die Kosten für den Strom unter Berücksichtigung des Umwandlungsfaktors im Verhältnis zu anderen Energieträgern. Werden beispielsweise 16 Cent pro kWh Strom bezahlt und im Verhältnis 1:4 Wärme erzeugt, so sollten die anderen Energieträger deutlich teuer als 4 Cent pro kWh sein damit eine Wärmepumpe rentable läuft.

**Abbildung 19: Typen von Wärmepumpen.**



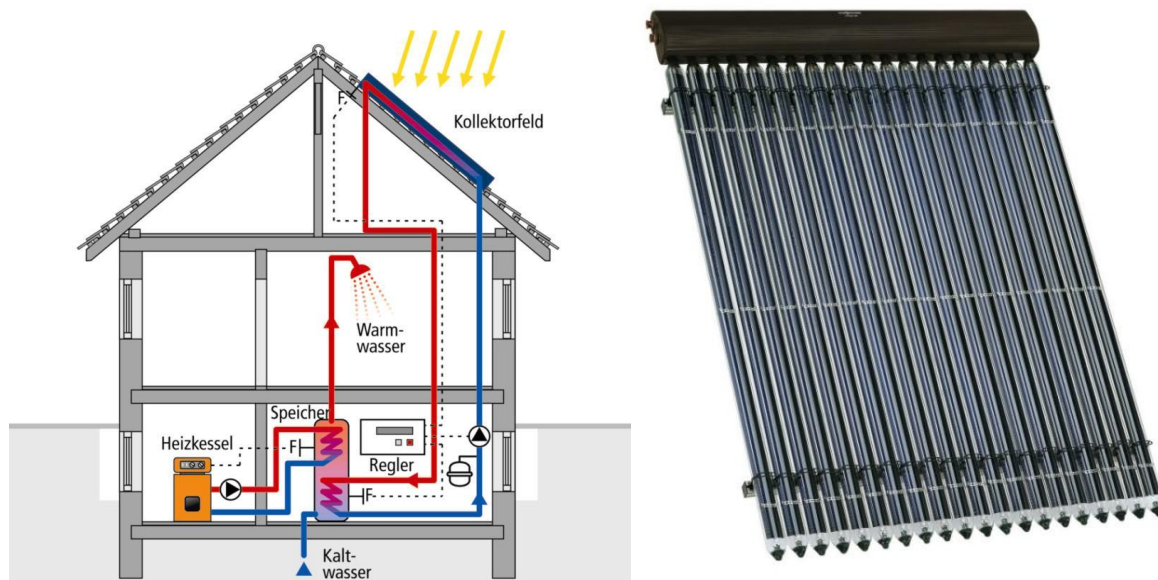
Quelle: Viessmann ([www.viessmann.de](http://www.viessmann.de)).

**Luft-Wärmtauscher:** Diese Art von Heizung gewinnt die Heizwärme aus der Luft. Die Umgebungsluft wird angesaugt, komprimiert und die Wärme auf das Heizsystem übertragen. Luft-Wärmepumpen kosten zwischen 13.000 und 16.000 € und sind somit deutlich teurer als andere Heizungssysteme aber

kostengünstiger als die anderen Wärmepumpen. Dafür sind die Betriebskosten für den Strom hoch (Heizungsförderer o.J.: Luftwärmepumpen). Zudem sind sie ineffizienter, da im Winter die Lufttemperaturen sehr niedrig sind.

**Solarthermie:** Wenn Licht auf einen Körper scheint, absorbiert dieser einen Teil der Energie und erwärmt sich. Diesen Sachverhalt macht man sich in solarthermischen Anlagen zu Nutze, indem das Licht "eingefangen" und ein Trägermedium wie z.B. Wasser erwärmt wird. Zur Vermeidung von Frostschäden zirkulieren in den Anlagen zumeist Mischungen aus Wasser und Frostschutzmittel z.B. Glykol. Solarthermie wird vor allem für die Erzeugung von Warmwasser und Heizwärme genutzt. Die einfachsten Kollektorarten sind Flachkollektoren, d.h. ein gedämmtes und mit Glas abgedecktes Gehäuse, durch das sich Kupferrohre ziehen. Vakuumröhrenkollektoren bestehen aus evakuierten Glasröhren, in denen ein Kupferrohr auf einem speziellen Absorber liegt. Diese Bauweise liefert sehr hohe Warmwassertemperaturen und kann deshalb auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden. Mit Solarkollektoren können ca. 50 bis 60 % der Energie für Warmwasser bereitgestellt werden. Für die Heizungsunterstützung liefern Systeme zwischen 15 bis 35 % Heizwärme, wenn sie auf die Übergangszeit ausgelegt sind. Sie liefern bis zu 70 % Heizwärme, wenn sie für eine maximale Heizungsunterstützung im Niedrigenergiehaus ausgelegt sind (DGS 2008: 5-36). Die Kosten für solarthermische Systeme zur Heizungsunterstützung liegen zwischen 5.000 und 10.000 € für Flachkollektoren bzw. bei ca. 12.500 € für Vakuumkollektoren (Deckungsgrad 25 bis 35 %, Heizungsförderer 2011: Preise und Kosten einer Solarthermie-Anlage). Die Kosten für eine Anlage zur Warmwasserbereitung beliefen sich in 2008 auf ca. 4.000 bis 5.000 € (DGS 2008: 5-41).

**Abbildung 20: Nutzung des Sonnenlichts in einer solarthermischen Anlage und Vakuumröhrenkollektor**



Quelle: DGS und Viessmann ([www.viessmann.de](http://www.viessmann.de)).

**Photovoltaik:** Fotovoltaik ist eine Technik, die die Sonneneinstrahlung zur Erzeugung von Strom nutzt. Sie ist überall einsetzbar in Deutschland. Das Kernstück einer Fotovoltaik-Anlage sind die Solarzellen in den Solarmodulen, die sowohl direktes (Sonnenschein) als auch diffuses Sonnenlicht aufgrund des fotoelektrischen Effektes in Strom umwandeln. Der produzierte Gleichstrom wird mit Hilfe von Wechselrichtern in Wechselstrom überführt und kann in das Stromnetz oder das Hausnetz eingespeist werden. Ein Zähler ermittelt die erzeugte Strommenge. Die Anlagenleistung kann sehr

variieren von wenigen Watt (stationäre Anlagen außerhalb des Stromnetzes z.B. zum Betrieb von Parkscheinautomaten) über 2 bis 50 Kilowatt (Anlagen auf Hausdächern und an Fassaden) bis zu vielen Megawatt (auf großen exponierten Freiflächen). Um den Eigenbedarf einer Familie von beispielsweise 4.000 kWh pro Jahr decken zu können, benötigt man heutzutage eine Anlage von ca. 4 kW<sub>P</sub> (Kilowatt Peak), die diesen Ertrag liefert und beim Eigenheim auf nahezu jedes Dach installiert werden kann. Die Preise pro Watt Peak lagen Anfang 2011 zwischen 1,46 (z.B. Module mit amorphem Silizium) und 2,09 € (Module mit kristallinem Silizium). Eine Anlage mit 4 kW<sub>P</sub> würden dann zwischen 6.000 und 8.500 € Kosten. Hinzu kämen noch die Kosten der Montage und weiterer Bauteile wie dem Wechselrichter, so dass die Anlagenkosten zwischen 12.000 und 14.000 Euro liegen würden (solaranlagen-photovoltaik.net o.J.). Entscheidend für die Nutzung von PV-Anlagen sind die Stromgestehungskosten, die von vielen Faktoren abhängen (Anlagenkosten, Vergütung des erzeugten Stroms, Finanzierung und aktuelle Stromkosten). Anfang 2011 lagen die Stromgestehungskosten für kleine Anlagen geringer 10 kW<sub>P</sub> bei ca. 33 Cent pro Kilowattstunde (Sonnenenergie 2011:20 und Scharp und Degel 2011: Stromgestehungskosten).

**Abbildung 21: Solarzelle (links), Solarmodule (rechts) und Solaranlage (unten).**



Quelle: BMU / H.C. Oed / DGS.

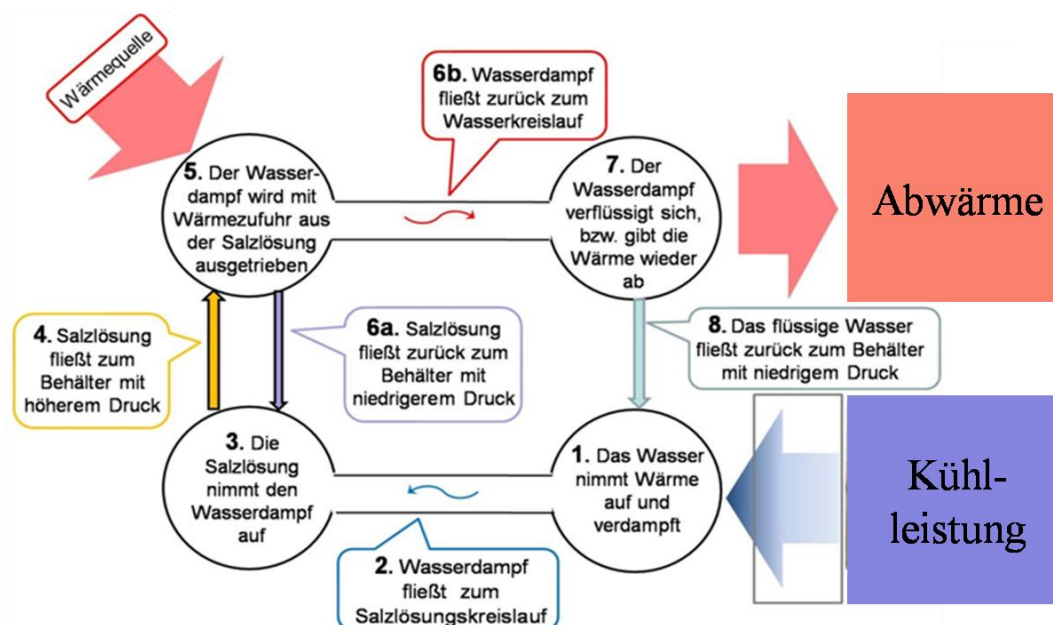
**Virtuelle Netzwerke:** VW und Lichtblick haben in 2009 ein virtuelles Netzwerk geplant, bei dem insgesamt 100.000 Blockheizkraftwerke installiert werden sollen. Das Netzwerk soll nach Fertigstellung eine Leistung von 2.000 MW haben. Das entspricht der Leistung von zwei Atomkraftwerken.



Durch die intelligente Vernetzung der BHKW miteinander entsteht ein virtuelles Kraftwerk, das je nach Bedarf an Strom gesteuert und geregelt werden kann. Die anfallende Wärme wird vor Ort verbraucht oder in Wärmespeichern zwischengespeichert. Dadurch können z.B. Schwankungen im Windstromangebot ausgeglichen werden. Das VW-Lichtblick Projekt ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten für Hausbesitzer von kleinen und mittleren Mehrfamilienhäusern recht attraktiv: Für einen Pauschalbetrag von rund 5.000 Euro soll die alte Heizungsanlage von Lichtblick-Technikern demontiert, entsorgt und durch ein VW-Blockheizkraftwerk samt Wärmespeicher, Daten- und Stromnetzanschluss ersetzt werden (Lichtblick o.J.). Der Verbraucher zahlt einen Grundpreis von 20 Euro und bekommt fünf Euro Miete monatlich für den Kellerraum. Die verbrauchte Wärme wird auf Grundlage des Gaspreisindex berechnet. Für jede eingespeiste Kilowattstunde Strom erhält der Verbraucher 0,5 Cent Bonus. Die Wartung und Instandhaltung wird von Lichtblick kostenfrei übernommen.

**Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung:** Bei der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung wird die aus der Verbrennung von Energieträgern erlangte Abwärme zum Antrieb einer Kältemaschine genutzt. Dieses Verfahren ist sehr bedeutend, da mit regenerativer Wärme aus Biomasse-BHKW oder solarthermischen Anlagen Kühlungsprozesse angetrieben werden können. Der sommerliche Kühlungsbedarf steigt immer mehr, so dass elektrische betriebene Kühlaggregate für hohe Stromverbräuche verantwortlich sind. In Deutschland werden ca. 14 % des deutschen Strombedarfs (79.000 GWh pro Jahr) für die Kälteerzeugung verbraucht. Zum größten Teil wird dieser Bedarf mit elektrisch betriebenen Klimaanlage gedeckt. Die Gebäudeklimatisierung hat daran einen Anteil von 26 %. 74 % werden für die gewerbliche und industrielle Kälteerzeugung aufgewendet. In 2005 wurden ca. 21.000 GWh Strom pro Jahr für die Klimatisierung verwendet (Schmidt-Pleschka/Milles 2006).

**Abbildung 22: Prinzip der Absorptionskälteanlage**



Quelle: Eigene Darstellung.

Die KWKK-Anlagen funktionieren mit dem Prinzip der Sorptionstechnik. Ein Beispiel der Sorptionskältetechnik ist die Absorptionskälteanlage. Es wird einmalig mit relativ geringem Stromverbrauch

Vakuum in dichten Behältern erzeugt. Das Kühlmittel, hier Wasser, kann dann in dem einen Behälter verdampfen. Bei diesem Druck nimmt eine Salzlösung den Wasserdampf auf und das Arbeitsgas – Wasser – kühlt sich ab. In einem anderen Behälter wird bei einem höheren Druck im Vakuum der Dampf durch Wärmezufuhr des BHKW wieder ausgetrieben, um das Arbeitsgas und die Sorptionsmedien wieder herzustellen. Die Absorptionskälteanlage besteht somit aus zwei Behältern mit verschiedenen Druckniveaus, wie in dem Bild unten dargestellt wird. Die Verdampfung (1) und die Absorption (3) erfolgen im Behälter mit niedrigerem Druck. Die Austreibung des Wasserdampfes aus der Salzlösung durch Wärmezufuhr (5) und ihre Verflüssigung (7) erfolgen im Behälter mit höherem Druck. Die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung ist inzwischen in wenigen hundert Anlagen realisiert worden, hat aber immer noch Modellcharakter. Sie wird jedoch zunehmend bedeutender, da insbesondere in südlichen Ländern hohe Energiebedarfe im Sommer auch im Wohnbereich benötigt werden.

### **Intelligente Gebäudesteuerung und Smart Metering**

Seit dem 01.01.2010 müssen nach §21b, Absatz 3a des Energiewirtschaftsgesetzes bei Neubauten und größeren Gebäudesanierungen elektronische Zähler für Strom und Gas (sogenannte Smart-Meter) eingebaut werden, wenn dies „technisch machbar und wirtschaftlich zumutbar ist“. Auch müssen Energieversorgungsunternehmen lastvariable oder tageszeitabhängige Tarife anbieten, die einen Anreiz zu Energieeinsparung oder für eine Steuerung des Energieverbrauchs bieten. Diese Anforderungen und der Aufbau von intelligenten Netzen (Smart Grids) führen dazu, dass die Energiewirtschaft möglichst flächendeckend intelligente Zähler (Smart Meter) installieren muss. Die digitalen Zähler erfassen den aktuellen Energieverbrauch und senden die Daten an den jeweiligen Versorger. Deren Kunden können dann ihren aktuellen Energieverbrauch beispielsweise über ein Internetportal ablesen.

Diese Einführung von Zählgeräten, die den Energieverbrauch anzeigen, ist für das Energiesparen bedeutsam. Hierbei steht der Gedanke im Hintergrund, dass nur wenn ein Nutzer weiß, wie viel Energie er verbraucht, er auch mit Energie sparsam umgeht. Die EU hat deshalb in der Energiedienstleistungsrichtlinie vorgegeben, dass den Nutzern durch geeignete Einrichtungen diese Informationen bereitgestellt werden müssen. Die Stromwirtschaft hat dieses Konzept aus Eigeninteresse aufgenommen. Sie hat immer mit Spitzenlasten zu kämpfen, da beispielsweise morgens vor Arbeitsbeginn und zwischen 18 und 20 Uhr sehr hohe Energieverbräuche der Haushalte insgesamt zu verzeichnen sind und diese nur durch kostenträchtige Spitzenlastkraftwerke gedeckt werden können. Aus dem Strombereich stammt deshalb das Konzept des Smart Metering (übersetzt „schlaues Messen“). Es soll dem Benutzer den Energieverbrauch im Haushalt sichtbar machen, woraufhin er Einsparungen vornehmen kann. Wenn – so die Theorie – zeitabhängige Tarife eingeführt werden – würden Haushalte ihren Strombedarf in kostengünstigere Zeiten verschieben.

Bei den in Deutschland in den 1990er Jahren durchgeführten Feldversuchen im Kontext last- und zeitvariabler Tarife wurden durchschnittliche Lastreduktionen pro Haushalt von 5-12 % erreicht. Durch die sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Tarifmodelle sind generelle Aussagen über Energieeinspar- und Verlagerungseffekte allerdings nicht möglich. Interpretiert man die erzielten Effekte vor dem Hintergrund der damals verfügbaren Technik, so ist zu vermuten, dass variable Tarife in Verbindung mit geeigneter Technik heute auch in Deutschland beachtliche Effekte erzielen können. (Nabe et.al., 2009b)

Die bisher verwendeten analogen Messzähler haben nur eine quantitative Messung des Energieverbrauchs von Strom, Wasser oder Gas durchgeführt und mussten vom Nutzer abgelesen werden. Die Smart Meter dagegen sind digitale Energiezähler. Sie sammeln alle Daten des gesamten Energieverbrauchs im Haushalt von Strom und Gas und stellen diesen zeitlich dar. Auf diese Weise werden die Verbrauchsspitzen sichtbar gemacht als auch Verluste durch unnötigen Energieverbrauch für den

Verbraucher identifiziert. An einem Display oder über ein Onlineportal bekommt der Benutzer einen detaillierten Überblick über die Verbrauchsmenge und den Zeitpunkt des Verbrauchs. Es sind verschiedene Geräte auf dem Markt. Einige von ihnen besitzen eine vereinfachte Anzeigefunktion, bei der mit einem Smiley angezeigt wird, ob über den Tag wenig oder zu viel Energie verbraucht wurde. Die Vorteile für den Nutzer bestehen darin, dass er auf eine mögliche Energieverschwendung hingewiesen wird und diese dann zukünftig vermeiden kann sowie dass er die Möglichkeit bekommt, seinen Verbrauch bzw. die Verbrauchszeiten zu ändern um Geld einzusparen. Forschungsprojekte haben gezeigt, dass schätzungsweise 10 % Strom durch Verhaltensänderungen eingespart werden können, wenn Displays zur Verbrauchsanzeige genutzt werden (Scharp 2008a:13ff.). Unabhängig von der Steuerung des Energieverbrauchs macht das Smart Metering in allen Wohngebäuden Sinn und wird voraussichtlich zukünftig als Standard in der intelligenten Gebäudetechnik vorhanden sein. Zukunftsmusik ist noch die automatische Steuerung von Elektrogeräten, die aber heute schon möglich wäre. Hierbei würde sich z.B. eine Wasch- oder eine Spülmaschine dann einschalten, wenn der Strom besonders billig wäre. Denkbar ist auch, dass der Versorger derartige Elektrogeräte einschaltet, um den Stromverbrauch zu glätten. Allerdings ist zu vermuten, dass diese Steuerung auf erhebliche Ablehnung bei den Haushalten stoßen wird, da dann nicht sie sondern Dritte über ihre Technik verfügen.

**Abbildung 23: Energiemanagementsystem von RWE, Energiedisplay „poweo-Box“ und Energiedisplay „poweo-Box“**



Quellen : RWE / [www.rwe-smarthome.de](http://www.rwe-smarthome.de); Riedel GmbH / Fachhochschule Potsdam sowie Scharp 2008b:131-133 / poweo.

Seit 2011 bietet RWE die SmartHome Zentrale zur Steuerung verschiedenster Technik im Haushalt an (REW 2011, siehe Abbildung 23). Über den Computer oder per Handy kann der Benutzer via Internet auf die angeschlossenen Geräte zugreifen. Es bedarf daher der vorherigen Installation von empfangsbereiten Heizkörperthermostaten und Zwischensteckern über welche die gewünschten Endgeräte ein- und ausgeschaltet werden können. So kann der Benutzer auf dem Heimweg schon mal die Heizung anstellen oder den Backofen vorwärmen. Im Haus lassen sich alle angeschlossenen Geräte einfach mit einer Fernbedienung steuern. Über einen Wandsender kann man beim Verlassen des Raumes alle Geräte ausschalten. Demnächst kommen weitere Geräte auf den Markt wie z.B. ein Tür- und Fenster-sensor, Bewegungs- und Rauchmelder.

Andere intelligente Energiemanager wie z.B. der RIEcontouch ermöglichen eine bedarfsgerechte Steuerung von Geräten und erstellen Verbrauchsanalysen für Wärme, Wasser und Strom (Riedel gmbH / Fachhochschule Potsdam 2011, siehe Abbildung 23). Über den „Wohnungsmanager“ können die Einstellungen von Nutzungszeiten und Temperaturen für verschiedene Räume geregelt werden, als auch verschiedene Nutzungsszenarien erstellt werden: Urlaub oder Arbeit zum Beispiel. Des Weiteren wird die Sicherung der Luftqualität gewährleistet und eine tarifabhängige Steuerung der Haushaltsgeräte ermöglicht, wodurch Energie und Geld eingespart werden kann.

Der französische Energieversorger poweo bietet seinen Kunden, die sich an einem Energiesparprogramm beteiligen, die so genannte poweo-Box an (siehe Abbildung 23). Diese Box ist ein interaktives Terminal, das in Realzeit den Stromverbrauch erfasst. Weiterhin können Hinweise und Informationen zum Energiesparen abgerufen werden. Zusätzlich bietet die poweo-Box einen Zugang zu nützlichen Informationen wie z.B. Luftqualität und Wetterinformationen. Weitere Funktionalitäten werden derzeit ausgebaut wie z.B. ein SMS-Alarm für einen zu hohen Energieverbrauch. Der Nutzer bekommt auf Basis der erfassten Daten der Box eine jährliche Auswertung des Verbrauchs inklusive nutzerbezogenen Informationen zum Energiesparen (vgl. auch [www.poweo.com / nos\\_offres\\_poweo\\_box.html](http://www.poweo.com/nos_offres_poweo_box.html)).

**Abbildung 24: Energiedisplay von Vizelia.**



Quelle: Vizelia. Bearbeitung Scharp 2008b:138-139. Online: [save.atwork4homes.eu / save / en / project-summary.html](http://save.atwork4homes.eu/save/en/project-summary.html).

**Zusammenfassung:** Insgesamt lässt sich feststellen, dass es eine Vielzahl von alternativen Heizungssystemen zur klassischen Öl- und Gasheizung gibt. Hemmnisse für den Einsatz von Heizungssystemen mit erneuerbaren Energieträgern sind vor allem die niedrigen Kosten von Gas- und Ölheizungen (auch wenn es sich um hochwertige Gasbrennwertheizungen handelt) sowie der hohe Anschlussgrad der Haushalte an das Gasnetz. Auch die geringe Neubaurate ist ein wesentliches Hemmnis für die Einführung neuer Systeme, da z.B. Wärmepumpen oder Pellet-Heizungen vor allem im Neubau eingesetzt werden. Wenn erstmals die Kosten für den Gasanschluss oder für den Öltank aufgebracht worden sind, fallen diese bei einer Modernisierung nicht an. Zudem sind nicht alle Systeme gleich gut

nutzbar im Wohnungsbestand. Wärmepumpen eignen sich vor allem für Eigenheime oder für Gebäude mit größeren Außenflächen. Im dichten Stadtbestand sind sie schwieriger nachträglich zu installieren. Dafür bieten sich Blockheizkraftwerke für größere Mehrfamilienhäuser an. Die Mini-BHKWs sind noch zu groß für Eigenheime. Im Mietwohnungsbestand ist die (erlaubte) Umlage der Modernisierungskosten das größte Hemmnis, da die Kosten als energetische Modernisierung zwar dauerhaft umlegbar sind, aber immer auf viel Widerstand bei den Mietern treffen. Die zunehmende Verbilligung von PV-Anlagen wird auch dazu führen, dass diese trotz einer Verringerung der Vergütung zunehmend installiert werden. Sie werden aber vor allem im Eigenheimbereich genutzt werden. Die Kosten für solarthermische Anlagen sind im Verhältnis der (hohen) Energiepreise noch immer zu hoch für einen breiten Einsatz. Eine interessante Alternative sind die neuen Mikro-BHKW, die für den Eigenheimbereich konzipiert sind. Ob das Konzept des Smart Metering sich verbreiten wird und zum Energiesparen führen wird, ist noch nicht absehbar.

**Trend 29: Effiziente Heizungssysteme und Systeme zur Nutzung erneuerbarer Energieträger werden vor allem im Neubau eingesetzt.**

**Trend 30: Die Ölheizung wird vermutlich immer mehr gegen Pellet-Heizungen oder gegen BHKWs ausgetauscht werden.**

**Trend 31: Die Einführung neuer Mikro-BHKW mit Gas-Verbrennungsmotor und integriertem Spitzenlastkessel wird die Energieeffizienz im Eigenheimbereich deutlich verbessern und die Modernisierung von Heizungsanlagen beschleunigen.**

**Trend 32: Haushalte werden durch PV-Anlagen und durch Mikro-BHKW immer mehr zu Stromerzeugern, die den Eigenbedarf des Haushaltes decken können.**

**Abbildung 25: Monatliche Auswertung des Energieverbrauchs am Computer**



Quelle: Vizelia. Bearbeitung Scharp 2008b:138-139. Online: [save.atwork4homes.eu / save / en / project-summary.html](http://save.atwork4homes.eu/save/en/project-summary.html)



## 8 Anhang 1: Technikeinstellungen

Autor: Katrin Wagner unter Mitarbeit von Michael Scharp

### 8.1 Einleitung

Wohnen und Alltagstechnik ist untrennbar miteinander verbunden. Die Haustechnik umfasst die Bereiche Wärme, Strom, sowie im geringen Umfange Wasser- und Abwassertechnik. Hinzu kommen die vielzähligen technischen Geräte der brauen und weißen Ware sowie der Informations- und Kommunikationstechnik. Im geringen Umfange findet sich in den Wohnungen auch noch Sicherheitstechnik sowie Steuerungen für Licht und Verschattung. Ressourceneffizientes Wohnen setzt jedoch immer mehr Haustechnik voraus, die unscheinbar im Hintergrund die Ressourcennutzung steuert. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und den damit verbundenen betreuenden und pflegerischen Bedarfen älterer Menschen werden auch intelligente Wohnkonzepte getestet bis hin zu Pflegerobotern (Wölk 2011). Für die Zukunft des Bauens und Wohnens ist es deshalb von Interesse, wie es um die Technikeinstellungen der Bevölkerung steht. Hierzu wurde eine Fallstudie von Katrin Wagner durchgeführt (vgl. Anhang 1: Technikeinstellungen). Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammengefasst. Die Ergebnisse basieren auf einer Literaturanalyse zur Technikakzeptanz. Hierbei wurden aktuelle Forschungsstudien einbezogen, die einen Vergleich der Technikakzeptanz der Jahre 2006 und 2007 ermöglichen (VDE-Panel 2006 und VDE IT-Panel 2007) sowie ein Erklärungsansatz für die problemlosere Verbreitung von Alltagstechnik liefern.

Unter Technik versteht man „künstlich erzeugte und in der einen oder anderen Weise festgelegte Wirkungszusammenhänge, die genutzt werden können, um hinreichend zuverlässig und wiederholbar bestimmte erwünschte Effekte hervorzubringen“ (vgl.: Schulz-Schaeffer 2008: 1). Techniken erscheinen uns im alltäglichen Leben in den unterschiedlichsten Ausprägungen, so zählt man dazu z.B. auch die Technik des Ei-Köpfens, die Technik der nicht-direktiven Gesprächsführung in der Psychotherapie, die der Briefzustellung, der Datenbankrecherche oder der Gebäudebeheizung. Wenn nun von Technik gesprochen wird, seien im Folgenden großtechnische Systeme, Technologien und – die Alltagstechnik betreffend – vor allem Informations- und Kommunikationstechniken gemeint.

Ein erstes Merkmal von Technik sind eben erwähnte hinreichend zuverlässige Wirkungszusammenhänge. Idealtypisch betrachtet liefert eine Technik, die als zuverlässig bezeichnet wird, „eine eindeutige festgelegte Menge von Inputs über eine eindeutig festgelegte Abfolge von Ursache-Wirkungsschritten eine eindeutig festgelegte Menge von Outputs, sodass mit hoher Erwartungssicherheit für jeden Input der zugehörige Output produziert wird“ (Schulz-Schaeffer 2008: 3). Als hinreichend zuverlässig gilt, was in der Praxis des Nutzers besteht und akzeptiert wird. Hierbei spielen Fragen wie: Bis zu welchem Grad werden Fehler, also Nicht-Funktionieren und Fehl-Funktionen, als akzeptabel erachtet oder inwiefern lässt sich die durch Ingenieure eingeschriebene Praxis durch das Handeln des Nutzers nachträglich verbessern und anpassen (vgl. Collins/Kusch 1998: 121 ff.). Es ist auch immer ein Abwägen von Vorteilen und Nachteilen bei Fehl- und Nichtfunktionen der Technik, ob diese vom Nutzer als akzeptabel eingestuft wird. Als hinreichend zuverlässig wird am ehesten eine Technik angenommen, deren Ursache-Wirkungsketten eindeutig sichtbar sind, also vom Input zum Output führen und sich dabei vom Nutzer kontrollieren lassen.

Ein zweites Merkmal von Technik ist die Reproduzierbarkeit der Abläufe von Wirkungszusammenhängen (vgl.: Schulz-Schaeffer 2008: 4). Der vom Nutzer gewünschte Effekt sollte jederzeit, wenn er benötigt wird, hervorgebracht werden können. Dies bedeutet, dass Technik nicht als einmaliges

Handlungsmittel verfügbar gemacht werden soll, sondern als „typische[s] Mittel für typische Zwecke“ (Schulz-Schaeffer 2008: 4).

Eine Bedingung für die verfügbare Wiederholbarkeit ist ein Minimum an künstlicher Zurichtung der Technik. Die Wiederholbarkeit wird durch den künstlich hergestellten Wirkungszusammenhang deutlich gesteigert. Ein weiteres Merkmal künstlicher technischer Erzeugnisse ist die Hervorbringung von Effekten, die sich nicht durch reine natürliche oder soziale Wirkungszusammenhänge erzeugen lassen. Durch die Entwicklung von technischen Wirkungszusammenhängen entstehen zwei vorerst voneinander entkoppelte Kontexte: der Erzeugerkontext und der Nutzerkontext, welche anschließend – im Idealfall - in Wechselbeziehung zueinander stehen. Technik wird nicht in Hinblick auf den individuellen Nutzer hin entworfen, sondern allgemein für typische Handlungssituationen der Nutzer. Die Differenz zwischen Experten als Erzeuger und Anwendern als Nutzer führt dazu, dass Letztere die Kenntnis darüber, wie und warum eine Technik funktioniert, nicht erwerben. Damit sich eine (innovative) Technik aber durchsetzt, muss sie nicht nur zuverlässig und wiederholbar funktionieren, sondern sich im benötigten Kontext als typisches Handlungsmittel für eine bestimmte typische Handlung etablieren. Die Erzeugerseite muss hierbei beachten, in welchem Kontext für welche Handlungs- und Wirkungszusammenhänge diese Technik funktionieren soll. Der Nutzer hingegen muss Praktiken entwickeln, mit Hilfe derer er die ihm gegebene Technik in seinen Handlungskontext einfügt (vgl. Schulz-Schaeffer 2000b: 146ff.). Die Anpassung zwischen Nutzer und Erzeuger fällt leichter, wenn eine Technik nur inkrementell weiterentwickelt wird. Aufgrund der durch die Vorläufertechnik bestehenden Praktiken der Nutzer fällt die Entwicklung der neuen Technik leichter, als bei radikalen Innovationen. Im Umkehrschluss werden leichte Technikinnovationen von Nutzern eher und verständlicher angenommen, da in ihren Köpfen bereits Schemata, die sich aufgrund der Vorläufertechnik ausgebildet haben, bestehen. Schemata erleichtern dem Nutzer das Produktverständnis und dessen Interpretation, bestimmen vor der Nutzung Erwartungen und Vorstellungen an die Technik und steuern das Verhalten im Umgang mit dieser (vgl. Trommsdorff 2008 Folie 37, 40 ff.). Kommt eine Innovation auf den Markt, muss die Form des Benutzens erst noch „mitgefunden“ werden. Ob die Technik sich im gewollten Handlungsvollzug als praktisch erweist und etabliert, wird sich erst im Umgang mit dieser herausstellen. Neue Technologien können verstanden werden als „die Entwicklung von *Hypothesen über Handlungsformen* [...]“, also als die Entwicklung von Vermutungen darüber, wie Menschen sich hinsichtlich bestimmter neuer Artefakte, Regelungen und Methoden tatsächlich verhalten werden. (...) Diese Vermutungen können richtig sein oder auch falsch. Der Test ist immer erst die tatsächliche Implementation einer neuen Technologie.“ (Krohn 1992: 29).

## 8.2 Technikeinstellung in Deutschland

### *Das Technikgenerationenkonzept*

Nach dem Konzept der Technikgenerationen, sind dies Generationen, welche durch erlebte prägnante technische Innovationen geprägt werden (Sackmann 1994: 7). Als „Generation“ verstehen die Autoren dieses Konzepts die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Spektrum einer Geburtenkohorte, welche gleiche prägende gesellschaftliche Wandlungen teilen. Es wird also davon ausgegangen, dass es generationsspezifische Erfahrungen gibt, die das weitere Handeln und den Umgang mit Technik beeinflussen. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Generationen resultieren aus dem fortschreitenden gesellschaftlichen und technischen Wandel. Relevant sind hier nun die Wirkungen historisch unterschiedlich erworbener Erfahrungen auf die Bewältigung einer gemeinsam geteilten Gegenwart aller Generationen. Allerdings ist davon auszugehen, dass sich die Generationen nicht aus einer Masse homogener Menschen zusammensetzen. Jede Generation differenziert sich in ihrer Erfahrung in technischer Hinsicht aus. So lassen sich z.B. allein in der heutigen „Computergeneration“

Extreme wie „Alternative“ und „Yuppies“ ausmachen, welche keineswegs die gleichen Erfahrungen um Umgang mit Technik erworben haben müssen (vgl.: Rippenberger 2004: 12). Ebenso unterscheidet sich der geschlechterspezifische Umgang von Männern und Frauen mit Technik (Sackmann 1994, S.184). Man kann demnach nicht einen altersgemäßen Umgang mit technischen Erzeugnissen pauschalisieren, lediglich Tendenzen mit der Analyse von Alterskohorten aufzeigen. Grob unterscheiden kann man Technikgenerationen nach ihrer Technikkompetenz. Diese ist vor allem in Hinblick auf neuere Techniken beobachtbar und eher weniger für ältere Menschen (Weymann 1999). Während traditionell handwerkliche Techniken bei älteren Generationen besser ausgebildet sein können, ist der Umgang mit Innovationen eher Fachgebiet der Jüngeren.

### *Der Akzeptanzbegriff*

Das Forschungsfeld der Akzeptanz ist in der Soziologie noch sehr jung. Daher gibt es hier noch einen Mangel an umfassenden Forschungsarbeiten, welche die Bedingungen und Erscheinungsformen gesellschaftlicher Akzeptanz von Technik untersuchen. Die Begrifflichkeit „Akzeptanz“ ist nicht direkt eindeutig, sowohl „Dulden“, als auch „Befürworten“ können darunter zusammengefasst werden. Grob gesagt bedeutet „Akzeptanz“, „etwas annehmen, mit etwas einverstanden sein“ (Lucke 1995; Hecker 1997, S. 10). Akzeptanz ist nicht unmittelbar direkt mit Hilfe von Instrumenten messbar. Vielmehr lässt sich Akzeptanz eher indirekt messen durch Verkaufszahlen oder einer positiv eingestellten empirisch beobachtbaren Verhaltensänderung gegenüber einer neuen Technologie. Dabei lässt sich eben nicht von ‚der‘ Akzeptanz sprechen, da diese je nach Technologie, Anwendungsfeld und potenziell sich daraus ergebenden Risiken sehr differieren kann. So kann man z.B. nicht pauschalisieren, dass Gentechnik akzeptiert wird oder nicht. Studien haben ergeben, dass Gentechnik in der Medizin weit mehr akzeptiert wird als in der Anwendung bei Lebensmitteln (TAB 2002).

In der Soziologie diskutiert man fünf Annahmen bezüglich der Akzeptanz-Fragestellung: demnach ist Akzeptanz zum ersten keine konstante Eigenschaft, sondern immer das Ergebnis sozialer Aushandlungsprozesse (vgl. Lucke 1998, 20-22). Akzeptanz ist immer eingebettet in einen Akzeptanzkontext und nur unter eben diesen Kontextbedingungen nachvollziehbar. Des Weiteren sind Akzeptanzentscheidungen von vielfältigen Faktoren abhängig und können jederzeit revidiert werden. Man unterscheidet bei der Akzeptanz zwei Arten: „to adopt“ bedeutet die Akzeptanz eines Objektes ohne dieses zu verändern, „do adapt“ hingegen schließt einen konfliktreichen Prozess bis zur Anerkennung mit ein. Das Spektrum der Akzeptanz reicht von „informed consent“ (Akzeptanz auf Wissensbasis und bekannter vorhandener Alternativen) bis zu „forced compliance“ (Einverständnis wider Willen).

Die fünfte Annahme geht davon aus, dass die grundlegenden Bedingungen für den Akzeptanzprozess auf drei wesentliche Kriterien beruhen: Glaubwürdigkeit, Verantwortlichkeit und Begründbarkeit. Die Wahrscheinlichkeit der Akzeptanz variiert je nach Betroffenheit, sowie der möglichen Beeinflussung der Anwendung einer Technik.

Allgemein lässt sich die überwiegend positive Technikaufgeschlossenheit damit begründen, dass eingesehen wird, dass Technik und Wissenschaft einen enormen Einfluss auf den eigenen Wohlstand haben. Akzeptanz variiert nicht nur nach der jeweiligen Technik, sie lässt sich auch tendenziell für jeden Technikbereich anders beobachten. Bei Haushalts-, Freizeit- und Produkttechniken lässt sich die Akzeptanz durch Nachfrage und Kauf beobachten, wobei potenzielle Konfliktthemen hier die Qualität oder die Frage der Haftung betreffen. Die Akzeptanz von Arbeitstechniken lässt sich durch die mehr oder weniger aktive Nutzung dieser registrieren. Hierbei können Streitpunkte die Mitbestimmung, Anpassungsgeschwindigkeiten und der zur Bedienung nötigen Qualifikationen sein. Bei externen Techniken, beispielsweise Atomkraftwerken, lässt sich die Akzeptanz über partizipatorische Beteiligungsverfahren steuern (Renn und Zwick 1997; s.a.: TAB 2002). In den erstgenannten Bereichen lässt

sich im Gegensatz zum Dritten keine Akzeptanzkrise beobachten. Externe Großtechnologien jedoch verunsichern durch ihre Komplexität und einem besonders unübersehbaren Schadenspotential. Die wichtigsten Determinanten bezüglich der Einstellung zu Technik sind neben Geschlecht und Alter der Bildungsabschluss, die Zielsetzung der Technik, die Eingriffstiefe in das Leben der Betroffenen und das darüber abrufbare Wissen.

#### *Geschichtliches zu Technikakzeptanz*

Techniken fanden schon in früheren Jahrhunderten ihre Anwendung im Alltag. Der Beginn der hauptsächlich elektrobasierenden Technik lässt sich ab den 20-er Jahren verorten, welche von da an in drei Wellen unterscheidbar ist (Marcel Norbey 2006). Ab den 20-er Jahren hielt Technik vorrangig auf Grundlage der Verlegung technischer Leitungen in Haushalte ihren Einzug. Eingesetzte Techniken waren z.B. das Radio, Telefon, Glühlampen und einfache Küchengeräte. Da der Technikererwerb zu mehr empfundenen Komfort führte, kennzeichnete Technikaufgeschlossenheit diese Zeitspanne. Die zweite Welle ist ab den 50-er Jahren als wirtschaftlicher Aufschwung nach dem 2. Weltkrieg vor allem im Haushalt beobachtbar. Kühlschränke, Waschmaschinen und Staubsauger erleichterten die Hausarbeit und Artefakte wie Fernseher, Autos und Telefon wurden symbolisch für Wohlstand gedeutet. In dieser Zeit ging wirtschaftlicher Aufschwung mit Technikaufschwung einher, durch Massenproduktionen wurde eine Verbilligung erreicht und die Ansprüche der Konsumenten erhöhten sich. Die dritte Welle, die Digitalisierung der Haushaltstechnik, welche zunehmend alle Lebensbereiche technisierte, lässt sich ab den 80-er Jahren verzeichnen. Bedeutende Techniken ab dieser Zeit wurden PC's, Videorekorder, CD- und DVD-Player/Rekorder und neue Haushaltstechniken wie z.B. Mikrowellen.

Technikakzeptanz als Diskussionsthema wurde erst ab der 3. Welle, vor dem Hintergrund erhöhter Unsicherheiten und Gefahren angesichts neuer Großtechnologien thematisiert (Haertel, Weyer 2005). Die Bürger fühlten sich von unabschätzbaren Risiken und intransparenten Kontrollmechanismen neuer Techniken bedroht. Zu dieser Zeit drängten vor allem die Sozialwissenschaften mit Diskursen über die Partizipation von Betroffenen bei der Technikgestaltung in die Öffentlichkeit. Zunehmend wurden Untersuchungen über die Bedeutung von Technikrisiken und Meinungsumfragen bezüglich der Prägung des Technikbildes in der Öffentlichkeit durch Medien wichtige Instrumente der Akzeptanzforschung. Nach einer Studie des Bundesministeriums für Forschung und Technik lässt sich wie vermutet nicht generell vom Deutschen als „Technikfeind“ sprechen. Mit Technik werden gleichzeitig positive und negative Effekte assoziiert, so dass das Bild eine sehr ambivalente Haltung dem gegenüber aufzeigt. Verschiedene Technologien werden je nach Anwendungsfeld und Risiken von der gleichen Person unterschiedlich beurteilt. Neben Risiken werden auch die zunehmende Hektik und der Verlust von Zwischenmenschlichkeit befürchtet (TAB 2002). Den positiven Effekten wie z.B. die Arbeitserleichterung stehen negative, wie die Wegrationalisierung von Arbeitsplätzen, gegenüber. Anzunehmen, jedoch nicht belegt, ist die Hypothese, dass Medien einen großen Einfluss auf die Wahrnehmung und technikfeindliche Einstellung der Bürger haben können. Zunehmend nimmt die Kritik an der Politik zu, deren Aufgabe die Überwachung und Verhinderung kritischer ökologischer und sozialer Folgen sein sollte (Gloede, Hennen: 2005). Zunehmend wurde „sozial- und umweltverträgliche Gestaltung“ von Technik thematisiert, woraus sich später der Forschungsbereich der Technikfolgenabschätzung ergab. Besonders die Atomtechnik führte ab den 70-er Jahren zu einer skeptischen Einstellung gegenüber Technik und Wissenschaft (Petermann, Scherz: 2005). Nach Jaufmann, Kistler und Schäfer-Walkmann sind die Einstellungen der Bundesbürger gegenüber verschiedensten Technologien in unterschiedlichen Lebensbereichen wie folgt:

**Tabelle 26: Einstellung zu moderner Technik in verschiedenen Lebensbereichen (Angaben in Prozent).**

	<b>Im Haushalt, bei der Hausarbeit</b>	<b>Im Betrieb</b>	<b>Bei Hobby und Freizeit</b>	<b>Bei Bildung, Ausbildung, Weiterbildung</b>	<b>Im Bereich der Unterhaltung</b>	<b>In der Medizin</b>
Mehr Vorteile						
1984	88	61	51	66	65	92
1994	86	82	67	85	75	93
1997	77	75	61	80	72	89
Mehr Nachteile						
1984	1	15	10	6	12	1
1994	8	7	15	6	15	4
1997	7	12	14	8	13	5

Quelle: Kistler/Schäfer-Walkmann 1997, S. 4 sowie Jaufmann 2002: 54

Tendenziell überwiegen in allen Bereichen nach Meinung der Befragten die Vorteile den Nachteilen. Nach einem Akzeptanzanstieg von 1984 bis 1994 nahm diese in den darauf folgenden drei Jahren wieder rapide ab. Die vorurteilslose Einstellung gegenüber Technik nahm zugunsten eines ambivalent technikbeurteilenden Bildes ab.

Eine weitere Umfrage ergab, dass 78 v.H. der Bundesdeutschen die „neuen Technologien“ für sehr wichtig (= 34 v.H.), wichtig (= 25 v.H.) oder eher wichtig (= 19 v.H.) hielten<sup>17</sup>. Lediglich ein Fünftel entschied sich für die drei eher ablehnend-negativ gepolten Skalenwerte; nur 4 v.H. bewerteten ‚neue Technologien‘ als überhaupt nicht wichtig“ (Jaufmann 2002: siehe VDE 1998). Besonders hoch ist das Akzeptanzniveau im Bereich der Haushalts- und Medizintechnik.

Im internationalen Vergleich der Technikakzeptanz liegt Deutschland im normalen mittleren Bereich. Auch im europäischen Vergleich ist Deutschland bei der Bewertung von neuen Technologien im Mittelfeld zu finden (Jaufmann 2002: siehe European Commission 1997). Das Technik ambivalent beurteilt wird, ist eine internationale Erscheinung. Diese Einstellung findet man auch in „technikfreundlichen“ Ländern wie Japan und den USA vor, auch wenn politisch dort anders mit Akzeptanzproblemen umgegangen wird (Renn 1997: 2). Soziodemographisch betrachtet lässt sich festhalten, dass eher ältere Menschen und nicht, wie vielfach behauptet Jugendliche, am skeptischsten gegenüber Technik eingestellt sind. Geschlechterspezifisch gesehen sind Frauen in ihrer Einstellung eher abwägender und leicht skeptischer als Männer. Je höher die Bildung der Befragten, desto eher nahm die Aufgeschlossenheit gegenüber Technik zu, was jedoch auch hier je nach Technikbereich variiert.

<sup>17</sup> Unter „neue Technologien“ werden IuK-, Bio-, Nano- und Neurotechnologien zusammengefasst

**Tabelle 27: Interesse an wissenschaftlichen und technologischen Entwicklungen.**

Typ	D	E	F	NL	S	UK	Eu 15
Medizin	55,8	60,7	69,5	54,3	56,2	46,1	60,3
Umwelt	48,1	56,3	58,6	51,0	55,2	42,9	51,6
Internet	22,7	27,1	25,3	47,9	34,1	32,0	27,9
Genetik	18,2	18,7	33,3	27,3	22,2	18,7	22,2
Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	20,3	17,7	23,9	34,6	40,9	14,7	21,7
Astronomie/Weltraum	16,3	13,2	18,9	22,0	27,1	22,2	17,3
Nanotechnologie	3,1	2,7	5,1	6,6	4,3	3,2	3,9
An keiner davon	9,5	12,0	6,3	8,7	3,2	13,8	8,8
Keine Angaben	3,5	2,3	0,8	1,5	0,9	4,2	2,3

Quelle und Anmerkung: Jaufmann 2002: 58. Antwort auf die Frage „An welchen wissenschaftlichen und technologischen Entwicklungen sind sie am meisten interessiert?“ (Angaben in Prozent)

Obige Tabelle gibt ein Bild der Interessen an wissenschaftlichen und technologischen Entwicklungen in verschiedenen europäischen Ländern wieder. So ist in Deutschland das Interesse an Medizin, Umwelt, Internet und Genetik mehr oder weniger geringer ausgeprägt als in anderen Ländern. Die Studie ergab aber, dass alle europäischen Länder hohe Ansprüche an Problemlösungsvorschläge an Wissenschaft und Wirtschaft haben. Wünsche beziehen sich dabei vor allem auf die „Bekämpfung von Krankheiten, die Verbesserung des täglichen Lebens, die Ausweitung der Möglichkeiten künftiger Generationen und attraktive Arbeitsformen“ (Jaufmann 1999: 53 ff.). Allerdings wird der Nutzen der Wissenschaft zunehmend kritischer beäugt. Während 1992 noch 61,2 % der Befragten die Meinung vertraten, dass der Nutzen der Wissenschaft überwiegt, waren es 2002 nur noch 50,4 %. Tatsächlich glaubten sogar 63,2 %, dass Wissenschaftler über zuviel gefährliche Macht verfügen. Daher stellen sie bezüglich der Wissenschaftler zu 80,3 % und an die Industrie zu 82,4 % die Forderung, dass diese besser kontrolliert und reguliert werden sollte. Die Angst vor Risiken drückt sich mit 89 % aus, welche fordert dass die „Wissenschaftler [...] uns besser informiert halten [sollten] über die Risiken einiger wissenschaftlich-technischer Entwicklungen (Jaufmann 2002: 58).

Die Tendenz der Deutschen, eingegangene Risiken so gut wie möglich zu meiden wird auch daraus erkenntlich, dass eine Technik umso eher als positiv eingeschätzt wird, je risikoärmer und gefahrenloser diese ist. Im Umkehrschluss liegt eine Technik in der Akzeptanzliste umso weiter hinten, je mehr Risiko und Gefahr scheinbar von ihr ausgeht (Schöppner o.J.).

Technikakzeptanz ist ein Prozess, der konfliktreiche Auseinandersetzungen und abwiegendes Beurteilen konkurrierender Nutzungsoptionen beinhaltet (Hasse o.J.). Je nach fortschreitender Diffusion der Technik sind andere Akteure an diesem Prozess beteiligt. Zuerst ist Technik vor allem Sache der „Experten“, also eine kleine definierbare Gruppe von Personen. Danach erschließen sich kompetente Anwender die neue Technik und bauen diese in ihren Alltag ein. Im dritten Schritt sind es schließlich frühe Adoptoren und Meinungsführer, welche die neue Technik nutzen und schließlich dem Laien nahe bringen (Trommsdorff 2008: 48, 52, 53). Während dieses Entwicklungsganges findet ein zu beachtender Schließungsprozess statt: ist eine neue Technik erst einmal in den Nutzeralltag integriert, lässt sie sich nicht so schnell ändern, auch wenn das Wissen über ihre Gestaltung schon wieder ein neueres ist.

### **Vergleich der Technikakzeptanz der Jahre 2006 und 2007 durch die Auswertung der VDE-Experten und- Verbraucherbefragungen**

Laut repräsentativen Umfragen des VDE-Panel 2007 steht die Mehrheit der Deutschen Zukunftstechnologien positiv gegenüber (vgl.: VDE-Panel 2007). Besonders groß ist die Akzeptanz im Bereich der Informationstechnologien. Im Panel kamen Experten aus der Industrie und Wissenschaft zu Wort,

ergänzt durch einen repräsentativen Querschnitt aus 1000 Bundesbürgern ab 14 Jahren. Insbesondere der Netzwerk- und Übertragungstechnik, Fest- und Mobilnetzen, Software- Anwendungen sowie Informationsverarbeitungstechniken und Displays werden von IT-Experten große Chancen zugesprochen. Ebenfalls gute Chancen erwartet man für die Bereiche Verkehr, Logistik und Dienstleistungen. Fragte man nach förderungswürdigen Technologiethemen, wurden Kommunikationsnetze, Multimedia-Technologien und Infrastrukturprojekte genannt.

Die Trendwende der Deutschen, hin zu größerer Technikakzeptanz und Technikinteresse, wird vor allem aufgrund der positiven Einstellung gegenüber Informationstechnik und technischen Innovationen erhofft. 52 % der Bundesbürger sehen die Entwicklung zur einer Informationsgesellschaft positiv, nur 16 % negativ. In den Augen Deutscher Bundesbürger wird ein Ingenieur- oder Informatikstudium als empfehlenswert, da als eine zukunftssichernde Studienrichtung angesehen. 43 % raten jungen Menschen zu einem solchen Studium. Nur zwei Jahre zuvor gab weniger als die Hälfte (20 %) diese Empfehlung weiter. Nun rangieren Ingenieurwissenschaften als empfohlene Studienrichtung weit vor dem Medizinstudium (15 %) und Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (13 %). Die zahlenmäßig eindrucksvolle Wertschätzung eines Ingenieursstudiums lässt auf einen Bewusstseinswechsel der Bundesbürger schließen.

Im Vergleich 2006 zu 2007 nahm die ambivalente Bewertung der Informations- und Telekommunikationstechnik von 23 % auf 30 % zu Missgunsten der durchweg positiven Technikeinstellung (2006: 57 %, 2007 nur noch 52 %) zu. Unter dem geschlechterspezifischen Gesichtspunkt gesehen ist die differenzierte Technikbewertung im Jahr 2007 eher bei Frauen (36 %) als bei Männern (23 %) zu beobachten. Altersgruppenspezifisch betrachtet stehen junge Menschen unter 34 Jahren mit 64 % der Informations- und Telekommunikationstechnik positiv gegenüber, wohingegen nur 46 % der ab 55-jährigen dies von sich behaupten. Letztere schätzen im Gegensatz zu jüngeren Altersgruppen diese Techniken eher differenziert ein.

### *Partizipation an der Technikgestaltung*

Werden Nutzer früh in den Gestaltungsprozess einer neuen Innovation mit eingebunden, lassen sich spätere Akzeptanzprobleme umgehen (Haertel, Weyer 2005). Je eher die Interessen der Nutzer in die Technik eingeschrieben sind, desto weniger Ablehnung wird diese erfahren. Zum einen ist hier die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle von großer Bedeutung. Dem Nutzer soll das Gefühl vermittelt werden, die Technik beherrschen zu können. Für interaktive Systeme wurde in der ISO-Norm 13407 von 1999 eine benutzerfreundliche Gestaltung festgeschrieben.<sup>18</sup> Ein zweiter wichtiger Punkt ist die Einbindung des Nutzers bei der Systementwicklung, um dadurch ebenfalls Akzeptanzproblemen entgegenzuwirken (Jaufmann 2002). Da das Zutrauen der Bürger in die Politik abgenommen hat ist es wichtig, dem Nutzer das Gefühl zu geben, aktiv bei der Gestaltung neuer Techniken wahrgenommen zu werden. Nach einer Umfrage aus dem Jahr 1998 resümiert Renn, dass ein Großteil der Befragten die staatliche Kontrolle über Technik als unbefriedigend empfindet. Vor allem bezüglich risikobehafteter Großtechnologien wird mehr Überwachung der Anlagen gefordert. Dabei richtet sich das Misstrauen nicht unbedingt immer gegen die Technologien, sondern eher um die Art der Entscheidung über die Anwendung und den Umgang mit Techniken. Eine Einbeziehung der Nutzer in die Technologiepolitik ist dabei unbedingt empfehlenswert. Die Annahme, dass ein verbessertes Wissen der Nutzer über die Technik zu größerer Akzeptanz führt, lässt sich nicht bestätigen (vgl.: Evans/Durant 1995). Um eine Technik erfolgreich gestalten zu können, ist ein Bezug zu den in der jeweiligen Gesellschaft vorherrschenden Normen und Werten unabdingbar.

<sup>18</sup> Allerdings legt diese aufgrund der Fülle an verschiedenartigen Techniken nur sehr vage konkret fest, wie eine benutzerfreundliche Menschen-Maschine-Schnittstelle auszusehen hat.

### *Kommunikationsmodelle in der Technikakzeptanzfrage*

Bei der Technikeinführung kann man grundlegend zwei Modelle unterscheiden: Die elastische Strategie, mit der die Technik „schleichend“ eingeführt wird, und die partizipative Strategie (vgl. Renn 1997: 126).

Wissenschaftlich-technologische Neuerungen werden besonders aus Sicht der Wirtschaft und der Politik als unverzichtbar angesehen. Allerdings werden dieses Vorhaben nicht immer von der Gesellschaft bzw. den Betroffenen begrüßt. Von Seiten der Politik und Wirtschaft geht es daher oftmals darum, für ihre Idee zu werben und diese Durchzusetzen. Dies führt oft zu einer Implementierung einer neuen Technologie und einer nachträglichen Legitimierung, wie dies z.B. der Fall bei der Errichtung von Atomkraftwerken in Deutschland der Fall war. Diese sogenannte „schleichende“ Einführung ist auf Dauer wenig erfolgsversprechend, da sie ohne das direkte Einverständnis der Bürger durchgesetzt wird. Hinzu kommt, dass das Vertrauen in das politische System untergraben wird und damit eine rigide Abwehrhaltung entstehen kann. Die schleichende Einführung steht in einem dissonanten Verhältnis zu den demokratischen Prinzipien unserer Gesellschaft. Für Unternehmen bedeutet dies, sich von der Werbestrategie zu Verabschieden und in Dialog mit der Öffentlichkeit zu treten.

Partizipative bzw. diskursive Modelle können drei Ebenen der nötigen Verständigung betreffen: Die der Wertebene, der Projektebene und der Produktebene.

Den größten Aktionsradius hat die Kontroverse um Werte bzw. die Vorstellung darüber, wie eine gemeinsame wünschenswerte Zukunft aussehen soll. Besonders zum Ende der 60-er Jahre hin wird unübersehbar, in welchem Konflikt soziale, wirtschaftliche, wissenschaftliche und technologische Ansichten stehen. Die unübersichtlichen Folgen des technologischen Fortschritt bei paralleler Ausdifferenzierung führt zu einem Aufbrechen des bis dato vorhandenen Gleichklangs der unterschiedlichen Teilrationalitäten. Die Herausforderung an die Politik besteht hier darin, auf einen Teil ihrer Macht zu verzichten und eine offene und faire Debatte einzugehen, wenn es um die Einbindung neuer, möglicherweise risikobehafteter, Technologien geht. Das diskursive Verfahren sollte prinzipiell gestaltbar und ergebnisoffen aussehen. Wertediskussionen sind in Deutschland z.B. im Konflikt um Kernenergie zu finden (allerdings lange nach Implementierung der Technik), der Verpressung von Kohlendioxid im Untergrund (CCS-Technologie) oder beim Ausbau Flughafens Schönefeld oder des Stuttgarter Hauptbahnhofs zwischen Investoren und Anwohnern.

Auf der Projektebene können diskursive Verfahren immerhin zu einer Tolerierung von industriellen, für einige Teile der Bevölkerung risikobehafteter, Projekte führen. Auch auf der Ebene mit der geringsten Reichweite, der Produktplanung, lassen sich im diskursiven Verfahren einige Chancen wahrnehmen. Das die Entwicklung neuer Produkte ein autarker Prozess ist, sollte der Vergangenheit angehören. Neue Techniken müssen Rücksicht auf andere gesellschaftliche Bereiche, wie Wirtschaft, Soziales und Ökologie, nehmen. Chancen bestehen hier bei der diskursiven Produktgestaltung und damit einer Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Konsums. Ein Beispiel für die 100 %ige Umsetzung des partizipativen Modells sind Open Source Projekte, die jeder frei mitgestalten kann.

### **8.3 Technikeinstellungen gegenüber Alltagstechnik**

Insgesamt betrachtet wird der Alltagstechnik vorurteilsfrei begegnet und diese akzeptiert. Diese Akzeptanz ist jedoch, nach einer repräsentativen Umfrage der Zeitschrift „GEO“ (Borschart 2005) „folgenlos“, da trotz des Konsums der Technik keine darüber hinaus gehende Bereitwilligkeit gezeigt wird, sich mit dem genauen Funktionieren der Technik auseinander zu setzen. Erst wenn eine Technik



einwandfrei funktioniert, wird sie – das gilt für alle Altersklassen durchweg - als positiv wahrgenommen. Kritikpunkte an Alltagstechniken betreffen vor allem unverständliche Gebrauchsanleitungen (zu 73 % als Negativpunkt genannt). Damit können in Kombination weitere Probleme auftreten, wie z.B. als zu hoch empfundene Reparaturkosten, eine schnelle Veralterung der Geräte und damit der verbundene Druck, immer wieder Neugeräte anschaffen zu müssen, oder ein Überfluss an unnötigen Funktionen. Durch eine interdisziplinäre Technikforschung ließen sich solche Unzufriedenheiten des Konsumenten vorbeugen. Nur eine Minderheit der Konsumenten benutzt Funktionen, die über den Grundkern hinausgehen. So benutzen rund 42 % zusätzliche Features fast oder gar nicht. Nur 21 % der Befragten geben an, alle zusätzlichen Funktionen der Geräte in ihrem Haushalt zu kennen und zu nutzen (vgl.: Kollmann 2000). Hier ist die Schuld allerdings nicht nur beim Hersteller zu suchen, sondern auch beim Konsumenten, der sich selbst durch ein entproblematisierendes Marketing als ausreichend kompetent einschätzt.

Besonders in den letzten Jahren in den Nutzeralltag integrierte Bereiche sind Informations- und Kommunikationstechnologien. Gemeint sind hier vor allem Handys und Computer. Inzwischen ist nicht mehr der Arbeitsplatz der vorrangig genutzte Ort der Benutzung des Internets, sondern der private Raum. (TAB 2002). In 2009 nutzten 73% der Deutschen, die älter als 10 Jahre sind, das Internet (Statistisches Bundesamt 2009). In 2008 lag diese Zahl bei 71%. Mit dieser steigenden Zahl geht auch eine Steigerung der Nutzungshäufigkeit einher. Nutzen in 2008 nur 66% der Befragten (ab 10 Jahre) das Internet fast täglich, so waren es in 2009 schon 70%. Trotz dieser positiven Bilanz muss man von einem „Digital Divide“ sprechen, d.h. es gibt Personenkreis die die neuen Medien und das Internet kaum oder gar nicht nutzen (können). Vor allem Personen über 65 Jahr – und hierbei Frauen – nutzen das Internet nur selten oder gar nicht. In 2009 nutzen nur 17% der Frau ab 65 Jahre und 39% der Männer ab 65 Jahre das Internet. In den Altersgruppen darunter gibt es nur geringere Unterschiede. So nutzen Frauen in der Altersgruppe zwischen 45 und 64 Jahren zu 68% das Internet und Männer zu 76%. Unterhalb von 45 Jahren gibt es kaum Unterschiede zwischen Männer und Frauen (ebd.).

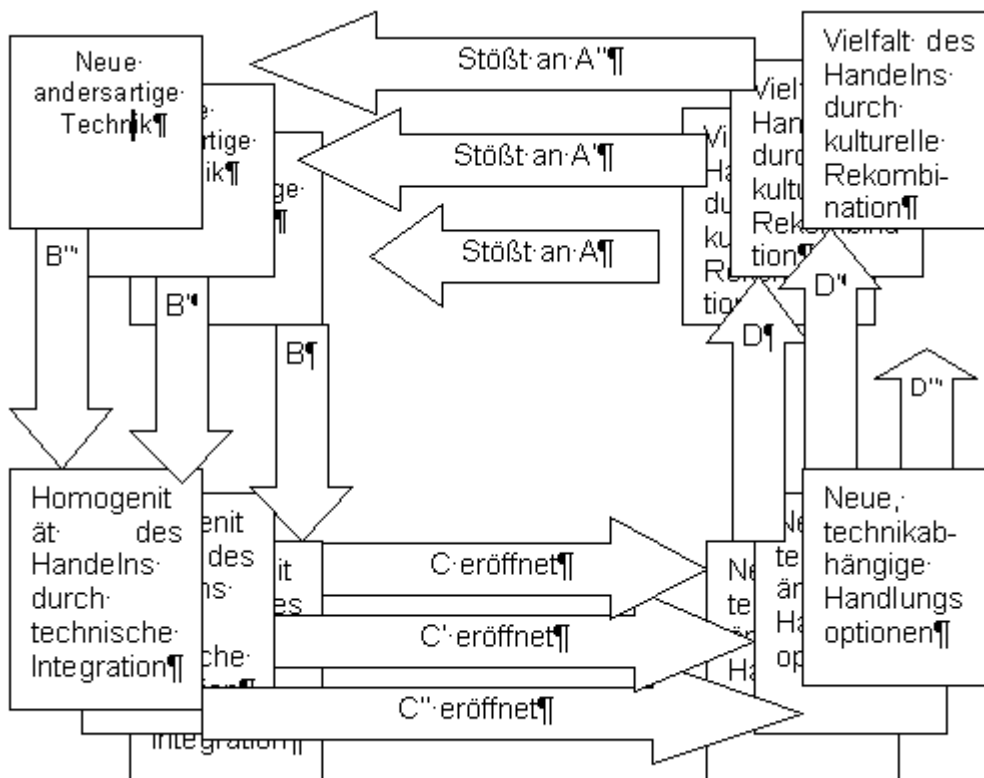
Im Gegensatz zu externen Großtechnologien wird die Akzeptanzproblematik im Normalfall auf dem Markt durch Angebot, Nachfrage, und Produkthaftung geregelt (vgl. Renn 1997: 108). Doch die hohe Akzeptanz der Alltagstechnik und die Ablehnung von Großtechnologien vereint ein kurioses Paradox, da Alltagstechniken im Normalfall großindustriell angefertigt und ebenso von Technologien entsorgt werden, welche unter öffentlicher Kritik stehen.

#### *Theorieannahmen über die Verbreitung von Alltagstechnik*

Wie bereits dargelegt begegnet der Alltagstechnik kein vergleichbar großer Widerstand wie anderen Techniken. Dies stellt die Frage in den Raum, warum trotz des Bewußtseins um soziale und ökologische Risiken (welche auch die Alltagstechnik zum Beispiel während der Fertigung beinhaltet), die privaten „Maschinenparks“ in den Haushalten immer größer werden und Technik im Alltag so problemlos integriert wird. Einen Ansatz zur Erklärung dieses Phänomens bietet die Spiralenthese, welche auf der Vermutung beruht, dass es eine Verschränkung von technischen und kulturellen Entwicklungen gibt (vgl.: Braun 1993: 78 ff.). Zwei Behauptungen standen sich zu Beginn der Technik-im-Alltag-Debatte gegenüber: Zum einen die Annahme, dass Technik durch ihre rationalisierende und standardisierende Wirkung die kulturelle Vielfalt einebnen würde, zum anderen der Glaube daran, dass sich die Technikentwicklung dem bereits zuvor ausdifferenzierenden Kulturprozess anpasse. Knapp formuliert stehen sich die vermeintlich gegensätzlichen Fragen über: Wer passt sich wem an? Die Technik der Kultur oder die Kultur der Technik? Ausgehend von der rationalistischen Position wurden die Tendenzen der Homogenisierung alltagsweltlicher Handlungspraxen betont, wohingegen die kulturalistische Position alltagsweltliche Handlungen als Differenzierung und

Vervielfachung des bisher dagewesenen sieht. Im Laufe weiterer empirischer Forschungen hat sich der Gegensatz dieser konträren Positionen abgeschwächt, wobei Rationalisierung und kulturelle Differenzierung als zwei Seiten einer Medaille betrachtet werden. Die Spiralenthese geht von einem Rückkopplungsmechanismus aus, der für Technik im Alltag gilt, welcher sich durch die Verschränkung kultureller Prozesse mit Verläufen der Technikentwicklung ergibt. Folgende Abbildung verdeutlicht die Kulturalisierung und Technisierung im Alltag, welche durch ihre symbiotische Wirkung einerseits beeinflusst durch die Technik zu einer kulturellen Differenzierung des Alltagshandelns führt und andererseits eine konstitutive Größe für neue Technikentwicklungen ist.

**Abbildung 28: Spiralendynamik der Kulturalisierung und Technisierung im Alltag.**



Quelle: Braun 1993: Seite 76

Aus der Komplexität alltagsweltlichen Handelns ergeben sich Probleme, welche durch den Erwerb einer Technik gelöst werden (sollen). Die Lösung mit Hilfe der Technik besteht in der Integration vorher unverbundener Handlungsmöglichkeiten, aus welchen sich nun ein neues einheitliches Handlungssystem ergibt. Neben dieser formalen Integration ergeben sich anschließend neue, außerhalb des Handlungssystems verortete Verhaltensoptionen. Werden diese neuen Optionen benutzt und mit dem bisherigen Handlungssystem kombiniert, ergibt sich daraus eine neuere Vielfalt des alltagsweltlichen Handelns über das vorher bestehende Niveau hinaus. Die daraus neu entstehenden Probleme bezüglich der Regulation dieser Komplexität wird durch die Anschaffung bzw. Integration einer neuen Alltagstechnik kompensiert. Der Prozess beginnt auf einer höheren Ebene erneut. Diese sich wechselseitig beeinflussenden Teilprozesse verlaufen demnach nach einer spiralenförmigen Dynamik.

Kennzeichnend für die technische Seite der Spiralendynamik ist die Weiterentwicklung und Zusammenfassung neuer Techniken. Wird in einem bestimmten Bereiche eine neue Technik als Lösung für ein Problem eingefügt, müssen durch deren begrenztes Leistungsvolumen Zusatzgeräte entwickelt

werden. Die dadurch steigende Zahl der Geräte für einen bestimmten Handlungsbereich wird anschließend durch eine Zusammenfassung in einem neuen Gerät kompensiert. Um der Vielzahl an verschiedenen Geräten etwas entgegenzusetzen, entwickelt sich immer mehr die Tendenz zur Multifunktionalisierung, also immer mehr Technik in einem einzelnen Gerät. Die Handlungsstrukturen im Alltag werden dadurch zwar immer wieder ausgedünnt, aber komplexer.

Hier stellt sich die Frage, warum neue Techniken im Alltag eher akzeptiert werden, als z.B. in der industriellen Arbeitswelt. Eine Überlegung wäre, dass bestimmte Rückkopplungsmechanismen technische Entwicklungen mit dem politischen und ökonomischen System regulierend verbinden. Ebenso werden durch spezielle Institutionen Probleme aus dem Alltag ausgeklammert. Diese Hintergrundsysteme erleichtern die Technikeinführung, machen es jedoch vor allem für Forscher und Verbraucherschützer relevant, hinter die Zertifikate und Gütesiegel zu schauen und den unsichtbar machenden Mechanismus aufzudecken.

#### **8.4 Technikeinstellung und Gebäudetechnik**

Gebäudetechnik als solche zählt weder zu den externen Großtechnologien, noch direkt zu den Alltagstechniken, da sie im letzteren Falle nicht konsequent in unsere alltäglichen Handlungsstrukturen eingebunden sind. Heizungstechnik und Stromversorgung, Informations- und Kommunikationstechnologien, Sicherheitstechnik und Beleuchtungstechnik sind nicht mit möglichen von ihr ausgehenden Risiken verbunden, wie z.B. Schadstoffbelastungen oder Risiken für die Gesundheit der Bewohner. Das einzige Risiko besteht im Brandfalle, wenn zusätzliche Giftstoffe aus den technischen Geräten freigesetzt werden sowie bei Kurzschlüssen. Im Prinzip wäre daher kein technikfeindlicher Widerstand gegen die Integration dieser neuen Technologien in Haushalte bzw. Immobilien allgemein zu erwarten. Allerdings wird intelligente Haustechnik auch nicht direkt vom Verbraucher gefordert, da oftmals keine Einsicht in die Notwendigkeit einer solchen vorhanden ist. Die bisherigen Technologien mit einem Minimum an Technik waren ausreichend zur Steuerung des Hauses. Nur in den Fällen, wo der Nutzer sich zusätzliche Handlungsmöglichkeiten erwartet wie bei der Informations- und Kommunikationstechnologie, wird diese Technologie deutlich nachgefragt. Infolgedessen sind auch die Umschlagszeiten für Fernseher deutlich höher als z.B. für Heizungen oder Waschmaschinen. Von Bedeutung wird aber auch bei einer zunehmenden Intelligenz der Haustechnik die Frage nach der Kontrolle sein. Das Smart-Metering zeigt deutlich, dass Systeme, die der Nutzer nicht unmittelbar kontrolliert nicht akzeptiert werden. Zukünftige intelligente Gebäudetechnik muss diesen Aspekt berücksichtigen, so dass der Nutzer die Technik jederzeit kontrollieren kann auch wenn diese zumeist autonom handelt.

## 9 Anhang 2: Intelligentes Wohnen - Beispiele

Autoren: Markus Kolletzky und Michael Scharp

### 9.1 Haus der Gegenwart in München

Online: <http://www.hausdergegenwart.de/>

Das Haus der Gegenwart in München ist ein experimentelles Wohngebäude, welches aus einem Wettbewerb 2005 entstanden ist. Es wurde als temporär angelegtes Projekt geplant und verband moderne Architektur und Lifestyle der Zukunft mit damals erhältlichen „intelligenten“ Technik. Auf zwei Etagen mit ca. 200m<sup>2</sup> Wohnfläche wurden drei Wohneinheiten errichtet, die mit einem jeweils separaten Eingang zugänglich waren.

Als Zielgruppe wurden Wohnungsbaugesellschaften genannt, die mit einem Ausbau einen Mehrwert ihrer Häuser und Wohnungen für die Mieter schaffen wollen sowie Privatleute für ihr Eigenheim, die die Technik durch das Fachhandwerk installieren lassen.

Die im Haus eingesetzte Technik entsprach IT-Standards, wie das Betriebssystem von Microsoft oder Ethernet-Anschlüsse und war frei auf dem Markt erhältlich. Da diese auf andere Häuser übertragbar war, konnte diese flexibel eingesetzt werden. Die Technik ist hierbei unauffällig und diskret, um die täglichen Bedürfnisse der einzelnen Bewohner zu erfüllen. Dazu wurden alle elektronischen Vorgänge im Haus zentral gesteuert; der Zugriff erfolgte über den Computer oder das Mobiltelefon. Hierüber ließen sich neben der Beleuchtung, Fenster, Türen, Jalousien, Heizung oder der Gartenbewässerung auch die Raumtemperatur oder die Musikanlage regulieren. Der durch die eingesetzte Technik ermittelte höhere Stromverbrauch sollte durch intelligente Haussteuerung kompensiert werden. So wurden beim Verlassen des Gebäudes durch die Bewohner automatisch wesentliche Verbrauchsgeräte wie Lichtquellen, Unterhaltungs- und Kommunikationselemente auf Standby gesetzt oder abgeschaltet. Als Hausschlüssel dient ein RFID-Chip. Eine automatisierte Zutrittskontrolle oder die Anwesenheitssimulation sind hierbei verwendete Sicherheitsaspekte (Beckhoff o.J.). Eingesetzte Sensoren ermitteln Bewegungen und Präsenzen um das Haus und geben diese Information weiter. Ebenfalls wird die Raumtemperatur erfasst und geregelt, Klimadaten aufgezeichnet oder eine Energieverbrauchsleistung für Wasser und Strom vollautomatisch durchgeführt. Aktorseitig gibt es unter anderem die Möglichkeit, Beleuchtung und Steckdosen bzw. die Heizung und Lüftung zu regulieren, Jalousien oder Fenster-Türantriebe anzusteuern sowie Stör- und Notrufmeldungen abzuschicken.

Da das Haus der Gegenwart als temporäres Projekt angelegt wurde, wird es voraussichtlich Mitte Juni 2011 planmäßig geschlossen und anschließend abgerissen (muenchenarchitektur.com o.J.).

### 9.2 FutureLife in Hünenburg

Online: <http://www.futurelife.ch/>

Das FutureLife-Haus in Hünenburg im Schweizer Kanton Zug ist ein intelligentes Haus, welches seit 2001 von einer vierköpfigen Familie bewohnt wird. Gebaut wurde das Objekt von der Beisheim Holding – die Kosten entsprachen etwa 2 Millionen Euro (Das Haus o.J.). Im Gegensatz zum „Haus der Gegenwart“ sind viele Prototypen im Einsatz, welche das Haus als Test- und Pilotprojekt für die Betreiber und die beteiligten Firmen – mehr als 60 Partnerfirmen wie Cisco Systems, Siemens, BMW oder Lebensmittelversorger sind dabei involviert – nutzen lässt. Sämtliche Geräte sind modular aufgebaut und untereinander vernetzt, so dass das Programmieren von Szenarien möglich ist, was von

den Bewohnern eigenständig vorgenommen werden kann (FutureLife 2001). Die Vernetzung erfolgt über Glasfaserkabel, die den Datenfluss und den Internetanschluss gewährleisten.

Bedient wird FutureLife über ein drahtloses Webterminal, das als Universal-Fernbedienung oder mobiler Monitor dienen kann. Eine Sprachsteuerung ergänzt den Steuerungsumfang. Viele Funktionen des FutureLife-Hauses werden automatisch ausgeführt und erfordern keinen Benutzereingriff. Nachfolgend werden einige Beispiele hierfür benannt (Das Haus o.J.):

- Beim Anschalten des Fernsehers schließen sich die Vorhänge, Leuchtmittel schaffen warmes Licht und der Beamer projiziert den Film.
- Der Geschirrspüler misst die Schmutzpartikel und wählt das effektivste Waschprogramm.
- Fenster regeln das Raumklima und lüften gemäß des Wetters und Temperatur.
- Die Fußbodenheizung kühlt das Haus im Sommer.
- Ionisationssäulen erhöhen den Sauerstoffgehalt der Luft.

Die Familie testet die eingesetzten Geräte auf Tauglichkeit und Alltagsnutzen und dokumentiert ihre Erfahrungen. Der Stromverbrauch des Hauses liegt etwa drei Mal höher als in einem herkömmlichen nicht-vernetzten Haus, allerdings begründen neben der Vielzahl der eingesetzten elektrischen Geräte – knapp 50 % des Stromverbrauchs entfallen auf die Geräte der EDV-Server – atypische Verhaltensmuster diesen Mehrverbrauch. So fungiert das Eigenheim als zentraler Lebens- und Arbeitsort und ist daher stets in Betrieb. Ebenfalls werden die Haushaltsgeräte wegen der höheren Besucherfrequenz aufgrund von Führungen durch das Haus stärker genutzt. Die zentrale Infrastruktur und die zur Verwendung vernetzter Geräte entsprechen jeweils etwa dem Stromverbrauch eines normalen Hauses. Weitere wesentliche Strombedarfe kommen neben der EDV-Anlage, von der Beleuchtung, Kommunikationsgeräten und der sog. weißen Ware. Die anfallende Abwärme ist hierbei so hoch, dass damit das Haus ohne zusätzliche Wärmeproduktion beheizt werden kann. Die vernetzungsbedingten Stromverbrauchswerte können jedoch um 80 – 95 % gesenkt werden, indem die Anlage ohne unabhängige Stromversorgung betrieben wird, Powermanagement eingesetzt wird oder Halogen- durch FL-Lampen ersetzt werden. Allerdings bleibt der Stromverbrauch signifikant höher und könnte bei einer Serienproduktion zu einer erhöhten Stromnachfrage führen (Aebischer, Huser 2002).

Ein weiterer Aspekt, der „intelligent“ im FutureLife-Haus geregelt wird, ist der der Sicherheit. Es wurden moderne Zutrittssysteme für die einzelnen Räume entwickelt, die sich automatisch entriegeln, wenn sich einer der Bewohner ihnen nähert. Darüber hinaus gibt es weitere Öffnungsmechanismen wie einen Fingerabdruck-Scanner oder diverse Schlüsselmedien. Eine schwenkbare Kamera liefert farbige Bilder vom Eingangsbereich auf die Monitore des Hauses. Die einzelnen Komponenten wurden zu Projektbeginn von Spezialisten programmiert, können nun aber auch von den Bewohnern eigenständig individualisiert werden. Fernwartungen über das Internet sind jedoch weiterhin möglich.

„Intelligente“ Präsenzmelder speichern Bewegungsprofile und reagieren entsprechend, wenn eine Person den Raum betritt. Die Versorgung ist ebenso zentral geregelt: Der Kühlschrank erfasst das Inventar, kann Menüvorschläge geben, benachrichtigt wenn ein Verfallsdatum näher rückt oder gibt Einkaufslisten aus, die beim nächsten Online-Bestellvorgang abgeschickt werden können.

Nach dem ersten Jahr im FutureLife-Haus resümierte die Bewohnerfamilie, dass der Zeit-, Sicherheits- und Komfortgewinn, der mit dem Leben in ihrem intelligenten Haus einhergeht, eine deutliche Steigerung der Lebensqualität bedeutete (FutureLife 2001).

### 9.3 InHaus in Duisburg

Online: <http://www.inhaus.fraunhofer.de/>

Das InHaus ist ein intelligentes Haus in Duisburg, das vom ansässigen Fraunhofer-Institut konzipiert, geplant und 2001 nach zweijähriger Bauzeit fertig gestellt wurde. Die Kosten beliefen sich auf ca. 2 Mio. Euro. Ziel des Projekts war die Erprobung und Entwicklung von Haustechnologien für den Massenmarkt, einheitliche Bedienkonzepte für den täglichen Gebrauch sowie eine effiziente Zusammenarbeit der Haustechnik. Die Technik wurde zum einen Gesamtsystem vernetzt, so dass die Technik untereinander und mit dem Internet „kommunizieren“ kann.

Das InHaus umfasst zwei separate Bereiche; zum einen mit dem Schwerpunkt Wohnen und zum anderen wurde eine Werkstatt mit Versuchslabor für Netzwerke und Teleservice eingerichtet, in diesem alle technischen Daten erfasst werden. Darüber hinaus werden die Aufzeichnungen der Erfahrungen und Berichte der Bewohner analysiert, um die technischen Systeme weiterhin zu verbessern. Ferner soll mit der intelligenten Technik Energie gespart werden, indem durch Kommunikation zwischen Fenstern, Heizung und Lüftung ein geregeltes energieeffizientes Raumklima geschaffen wird. Zur Wartung der Elemente muss kein Techniker anreisen, dies kann im InHaus über das Internet geregelt werden, welches sowohl Zeit als auch Kosten spart.

Im InHaus werden die neuesten Entwicklungen nach dem Prinzip des so genannten „Rapid Prototyping“ sofort eingebaut, mit realen Bewohnern getestet und dem Fachpublikum vorgeführt (tw 2008). Neben den technischen Fragen rücken bei diesem Projekt auch soziologische Aspekte in den Vordergrund, wie sich beispielsweise die ständige technische Ansprechbarkeit auf das Leben der Menschen auswirkt. Hierzu gibt es verschiedene Testbewohner für einen Zeitraum, die diese Fragen beantworten sollen und ihr Erlebtes dokumentieren.

Weitere Beispiele für im InHaus verwirklichte Anwendungen des intelligenten Wohnens sind zum Beispiel Türschlösser, die per Fingerabdruck oder RFID-Chip geöffnet werden. Konventionelle Anwendungen sind z.B. ein Zentralschalter neben der Haus- und Wohnungstür, mit dem sämtliche Steckdosen, Lampen und der Herd abgestellt werden können.

Charakteristisch für die im InHaus erarbeiteten Innovationen ist die offene Integration der wichtigsten Haustechnikkomponenten. Diese Integration ist standard- und herstellerübergreifend (Scinexx 2005). So ermöglicht die zentrale multimediale Steuereinheit im Wohnzimmer auf dem TV-Bildschirm zu überprüfen, wer an der Haustür klingelt, die Regelung der Heizung oder das Herablassen der Jalousien.

Im Jahr 2008 ist das Zentrum um das InHaus2 erweitert worden und wurde damit zum größten Innovationszentrum für intelligente Raum- und Gebäudesysteme in Europa (Burkhard 2011).

#### **9.4 SmartHome Paderborn**

Online: <http://www.smarthomepaderborn.de/>

Im Technologiepark Paderborn ist 2007 ein intelligentes Gebäude entstanden, welches als Marketing-Plattform ansässiger Firmen Gegenwartsprodukte in und um das vernetzte Haus zeigt. Hierzu haben sich mittelständische Unternehmen aus der Region zusammengeschlossen, die gemeinsam mit renommierten internationalen Firmen kooperieren. In dem SmartHome wird dargestellt, inwieweit bereits im Handel erhältliche und vernetzbare Technik dazu dienen kann, Energie einzusparen. Hierzu kommunizieren Haustechnik und -geräte untereinander und werden durch ein zentrales Bussystem gesteuert. Neben den technischen Instrumenten ist auch die bauliche Infrastruktur veränderbar und moderner Bauweise entsprechend; so lassen sich Wände variabel den entsprechenden Wohnsituationen anpassen, Photovoltaikanlagen auf dem Dach produzieren Strom für den Haushalt und die Holzbauweise sorgt für eine hochwirksame Dämmung. Hinzu kommen modernste Technologien zur

Energieeinsparung, zur Lüftung und zur Beheizung zum Einsatz. Damit gilt das SmartHome als Niedrigenergiehaus (Paderborn überzeugt 2008). Die Baukosten für das Gebäude mit einer Wohnfläche von 160 m<sup>2</sup> betragen mit allen Energiesparmaßnahmen weniger als 200.000 Euro, wobei die Kosten für die Vernetzung der Geräte und Gewerke je nach Ausstattung mit weiteren 10.000 bis 20.000 Euro zu Buche schlagen (Brodersen 2008).

Die technischen Abläufe innerhalb des Hauses wurden normiert, was die Handhabbarkeit für die Bewohner wesentlich vereinfacht. Die Vernetzung von Haustechnik, Hausgeräten, Elektrik, Telekommunikation und Unterhaltungsmedien steigert dabei den Wohnkomfort und erhöht gleichzeitig die Sicherheit. Ein für persönliche Bedürfnisse anpassbarer RFID-Chip regelt den Zugang in das Haus und informiert den Betreiber bei Mißbrauch. Kameras am Haus melden Besuch, eine VoIP-fähige Videosprechanlage erlaubt die Kommunikation. Weitere Kameras innerhalb des Hauses zeichnen Bewegungsprofile auf und überwachen gleichzeitig bei einem Einbruchfall. Intelligente Bewegungsmelder reduzieren die Beleuchtung oder Heizung, wenn Räume nicht genutzt werden. Hiermit lassen sich bis zu 35 % Heizkosten einsparen (ebd.). Über ein Touchdisplay lässt sich die Beleuchtung ebenfalls regeln oder Türen/Fenster sowie die Temperatur steuern. Weiterhin übertragen Haushaltsgeräte Informationen in das System; so lassen sich beispielsweise Restlaufzeiten für die Waschmaschine abrufen. Bei Störungsfällen lassen sich die Informationen auch an den Servicetechniker übermitteln, der entsprechende Ersatzteile organisieren kann, ohne eine Vor-Ort-Besichtigung durchzuführen.

Das SmartHome dient als Aushängeschild des IT-Standorts Paderborn und stellt gleichzeitig für die beteiligten Unternehmen eine gemeinsame Plattform zur Aus- und Weiterbildung, Öffentlichkeitsarbeit, Marketing und Vertrieb dar (Paderborn überzeugt 2008).

## 9.5 Living Tomorrow Belgien

Online: <http://www.livingtomorrow.com/>

Dieses Projekt widmet sich ebenfalls dem Wohnen mittels neuester technischer Produkte und Designs. Das Konzept entstand Anfang der 1990er in Belgien von einer Gruppe von Architekten, Computerfirmen und anderer Betriebe, die 1995 das erste Haus eröffneten. Vorgabe des Projekts war, dass die Gebäude alle fünf Jahre neu überdacht werden, um die Zukunftsgewandtheit zu stützen. Wie in den bereits beschriebenen Konzepten ist die Vernetzung und allgegenwärtige Kommunikation nach innen und außen essentieller Bestandteil der Häuser. Im Bereich Sicherheit und Unterhaltung wurden neueste Technologien eingesetzt, die bei Bedarf den Nutzerwünschen entspricht (Living Tomorrow o.J.).

Ein weiterer Punkt für modernes Wohnen ist im Grundriss des Hauses erkennbar: Hier werden nicht mehr traditionell Wohnen, Versorgen und Arbeiten getrennt, sondern fließen ineinander über. Mit großer Flexibilität lassen sich nun Wohnformen errichtet und schnell anpassen, um den jeweiligen Ansprüchen zu genügen. Dabei kommen neben platzsparenden Elementen auch entsprechende Accessoires und personalisierbare Beleuchtungs- und Heizungssysteme zum Einsatz, die das eigene Heim individualisierbar machen. Unter dem Aspekt der Umweltschonung wird Wärme, Strom und Wasser auf ökologische Weise gewonnen und verbraucht (Strambu o.J.).

## 9.6 Living Tomorrow – seniorengerechtes intelligentes Wohnen

Online: <http://www.livingtomorrow.com/>

Dass auch seniorengerecht intelligente und moderne Wohnungen entstehen können, zeigt das Projekt „Living Tomorrow“, das älteren Menschen ein selbstbestimmtes Leben ermöglichen soll sowie

Sicherheit und Komfort bietet (Living Tomorrow o.J.). Durch einfache und schnelle Umbaumaßnahmen lassen sich die Wohneinheiten anpassen, um den hohen Ansprüchen an Pflege und Kommunikation zu genügen.

Im zunehmenden Alter steht der Bedarf nach Sicherheit an vorderer Stelle, weswegen beispielsweise intelligente Kochgeräte bei der Zubereitung der Mahlzeiten helfen. Backofen und Kochplatte sind mit Sensoren ausgestattet, die in potentiell gefährlichen Situationen wie zum Beispiel dem Anbrennen von Speisen das Kochgerät abschalten. Ein sensitiver Teppichboden registriert Stürze und übermittelt dies an das Pflegepersonal, ein Kommunikationssystem ermöglicht den einfachen und direkten Kontakt zu den Verwandten, Sensoren übermitteln Vitalparameter wie Puls, Blutdruck oder Körpertemperatur an den Hausarzt. Zusätzlich gibt es intelligente Anzeigen, die an die nächste Einnahme von Medikamenten erinnern.

### **9.7 Smarter Wohnen NRW**

Auf den zunehmenden Leerstand von Wohnungen reagierte das Pilotprojekt Smarter Wohnen NRW. In dieser 2004 gestarteten Initiative wurde die Haustechnik um IT-Applikationen erweitert. Sie soll den Mieter bei seinen täglichen Handlungen entlasten und unterstützen. Ziel des Projektes war die Überprüfung der Konzepte auf die Massenmarktfähigkeit für den Mietwohnungsbereich. Hierbei wurden 80 Wohnungen in einem Kostenrahmen von etwa 5.000 Euro für die intelligente Vernetzung pro Wohneinheit ausgestattet und betrieben (Draeger 2008).

Für das Konzept wurden vier Bedarfsbereiche ermittelt, die die Eigenschaften intelligenter Wohnungen bestimmen: Betreutes Wohnen, Sicherheit, Komfort/Entertainment sowie Facility Management (Fraunhofer ISST o.J.). Die Bündelung dieser Bedarfe entspricht dem zukunftsfähigen Wohnen und soll weiterhin ausgebaut werden.

In die Wohnungen wurden Gateways als zentrale Schnittstellen angeschlossen, die die Kommunikation nach außen ermöglichen und Informationen auswerten, die weitere Prozesse initiieren. Innerhalb des Hauses wurden je nach Ausgangslage (nicht bewohnt, bewohnt) kabel- oder funkgebundene Komponenten verbaut (Deiters o.J.). Vernetzte Rauch-, Gas- und Bewegungsmelder geben Sicherheit, automatische Fensterkontrollen und Heizungssteuerungen regeln die Temperatur sowie vernetzte Kommunikationselemente lassen Informationen bidirektional übermitteln (ebd.).

### **9.8 inBath: Eine intelligente Badumgebung**

Die Idee zu dieser Raumentwicklung mit umfassenden Assistenzfunktionen vom Fraunhofer-IMS kommt ursprünglich aus dem Bereich „Pflege für Demenzkranke“. Ähnlich wie die Fahrer-Assistenzsysteme im Auto den Autofahrern beim sicheren und zielgerichteten Autofahren helfen sollen, geht es hier um die Bereitstellung von nützlichen Assistenzfunktionen für eine Badumgebung für schwer pflegebedürftige Menschen (Scherer 2009).

Das Projekt inBath ist dabei im Kern auf eine Unterstützung und Verbesserung der hygienerelevanten Pflege ausgerichtet. Mit Hilfe von innovativen Technologien und vernetzter Sensorsysteme werden Erinnerungshilfen zur täglichen Körperpflege, für Senioren oder auch für geistig oder körperlich beeinträchtigte Menschen, bereitgestellt. Auf diese Weise soll die Autonomie erhöht und ein längerer Verbleib in der gewohnten Umgebung ermöglicht werden.

inBath basiert auf der Grundidee, Anwesenheit und Handlungen von Bewohnern zu erkennen und unterstützend einzuwirken ohne störend einzugreifen. Besonders hilfreich ist die assistive Badumgebung für ältere und kranke Menschen, die (manchmal) desorientiert sind und wichtige Dinge des



Alltags durcheinander bringen. Beleuchtete Piktogramme im Spiegel zeigen an, was der Nutzer als Nächstes tun soll: etwa waschen, Zähne putzen, rasieren, kämmen – auch die Duschtage können fest eingespeichert werden. An die regelmäßige Medikamenteneinnahme erinnert im Bedarfsfalle eine menschliche Stimme aus einem integrierten Lautsprecher.

Die individuell maßgeschneiderte Assistenz im inBath-Projekt ist kombiniert mit der Dokumentation der Vorgänge, die im Bad ablaufen. Sensoren an Tür, Toilette, Wasserhahn, Lichtschalter und Teppich erfassen jede Aktivität und zeichnen sie elektronisch auf. Dies ist vor allem wichtig, wenn die Nutzerinnen und Nutzer professionelle Pflege benötigen. Arzt oder Pflegepersonal können dann am Computer ablesen, welche Pflegefunktionen ausgeführt wurden, wie oft der Pflegebedürftige das Bad betreten oder die Toilette benutzt hat oder ob er gestürzt ist. In Notfällen alarmiert der Computer automatisch eine Person der Wahl oder ruft in der Pflegestation an. (Dogangün et.al., 2009)

## 10 Anhang 3: Gebäudeenergietechnik

Autoren: Matthias Wywias und Michael Scharp

Nachfolgend werden die verschiedenen Systeme der Gebäudeenergietechnik vertieft dargestellt.

### 10.1 Öl- und Gasheizungen

Öl- und Gasheizungen dominieren die Wärmeerzeugung im Wohnungsbau. Die Anzahl von Ölheizungen hat sich jedoch trotz erheblichen Wohnungsneubaus in den letzten 20 Jahren nicht wesentlich verändert, da inzwischen viele alternative Heizungssysteme genutzt werden. Zudem konnte der Heizölverbrauch um die Hälfte reduziert werden durch energetische Gebäudemodernisierung und Austausch von alten Heizanlagen gegen effizientere Systeme (IWO o.J. zitiert nach supress o.J./immobilien-konkred o.J.). Allerdings wird bei der Modernisierung bzw. bei der Neuinstallation vermehrt eine Kombination mit thermischen Solaranlagen umgesetzt. In 2009 wurden nach Angaben des IWO mehr als die Hälfte der neu installierten Öl-Brennwertheizungen mit einer Solaranlage kombiniert (ebd.).

Die Gasheizung ist allerdings die beliebteste Heizungsart der Deutschen. Im Jahr 2010 überschritt die Anzahl der wandhängenden Gas-Brennwertkessel nach Angaben des Bundesindustrieverbandes Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH) mit 51,7 % erstmals mehr als die Hälfte aller verkauften Wärmeerzeuger. Vor allem in neuen Ein- und Zweifamilienhäusern ist die Gasheizung „der“ technische Standard (BDH zitiert nach Online Zeitung 2011).

Das Funktionsprinzip von Gas- und Ölkesseln ist im Prinzip gleich. Der Brennstoff wird in eine Brennkammer gepumpt, die darauf ausgelegt ist, den Brennstoff möglichst effizient zu verbrennen. Mit einem Wärmetauscher wird die Wärme der Verbrennungsgase auf das Heizungs- und Warmwassersystem übertragen. Unterschiedlich sind bei den verschiedenen Varianten der Öl- und Gasheizungen die nötige Kesseltemperatur, die Möglichkeit der witterungsbedingten Steuerung der Anlage und ob die Kondensationswärme mitbenutzt wird. Heizöl stellt aufgrund seiner Eigenschaften andere Anforderungen an die Gerätetechnik als Gas, welches nahezu schadstofffrei verbrannt werden kann. Durch die Verwendung von schwefelarmen Heizöls (Schwefelgehalt < 0,005 %) ist aber die Brennwertnutzung auch für Öl problemlos möglich.

**Standard- oder Konstanttemperaturkessel:** Ältere Kessel über 24 Jahre sind die Vorläufer der Niedertemperaturtechnik. Sie erzeugen eine konstante Systemtemperatur von bis zu 90°C um den wasserhaltigen Anteil der Abgase in gasförmigem Aggregatzustand zu erhalten und abzuführen. Auf diese Weise geht ein hoher Anteil an Energie mit den Abgasen verloren. Zudem ist die Erwärmung von Heizungswasser auf 60 Grad und mehr deutlich energieaufwändiger als wenn man mit Heizungsvorlauftemperaturen von 45 Grad arbeitet. Bei alten Anlagen war die hohe Systemtemperatur aufgrund der Schornsteinbeschaffenheit und den verwendeten Materialien des Heizkessels unumgänglich. Die Verbrennung von Heizöl führt zu stark sauren Kondensaten, welches die Anlagentechnik bei der Kondensation zerstören würde. Durch hohe Temperaturen wird die Kondensation vermieden. Eine bedarfsgerechte Steuerung entsprechend der Außentemperatur und des Warmwasserbedarfs war bei dieser Technik nicht vorgesehen. Der Jahresnutzungsgrad<sup>19</sup> dieser Geräte liegt bei ca.60 %.

---

<sup>19</sup> Der Jahresnutzungsgrad steht für den Wärmeanteil des eingesetzten Brennstoffs über ein Jahr, der tatsächlich ins Heiznetz eingespeist und zur Verfügung gestellt wird. Er wird in Prozent angegeben.

**Niedertemperaturkessel:** Die installierten Niedertemperaturkessel sind i.d.R. älter als 10 Jahre. Sie unterscheiden sich im Vergleich zu Konstanttemperaturkesseln darin, dass die Außentemperaturen erfasst und die Wärmeerzeugung und die Betriebstemperaturen des Kessels hierauf angepasst werden. Zudem arbeiten diese Systeme mit niedrigen Rücklauftemperaturen von 35-40°C. Das Material des Heizkessels wurde entsprechend verändert, um Korrosionsschäden zu verhindern. Durch die geringeren Vorlauftemperaturen und die Außensteuerung können Niedertemperaturkessel mit einer Systemtemperatur von ca. 70°C einen Normnutzungsgrad<sup>20</sup> von 95 % aufweisen (vgl. themen-pool 2008).

**Brennwerttechnik:** Die Brennwerttechnik ist der neuste Stand der Technik und ermöglicht eine saubere und effiziente Energienutzung. Sie ist für Öl- und für Gasheizungen verfügbar. Das wesentliche neue Merkmal ist die Nutzung der Kondensationswärme, die in den Abgasen enthalten ist. Die Abgase werden an einem Wärmetauscher vorbeigeführt und Wasserdampf wird auskondensiert. Die Abgas- und die Kondensationswärme werden dem Heizkreislauf zugeführt. Auf diese Weise erhöht sich der Wirkungsgrad um ca. 11 % im Vergleich zur Niedertemperaturtechnik, wobei ca. 6 % auf die Kondensationsenergie und ca. 5 % auf den Wärmeentzug des Abgases zurückgehen (vgl. Viessmann o.J.). Geräte mit Brennwerttechnik haben einen Jahresnutzungsgrad von ca. 100 %. Die Reduktion der Abgastemperatur auf ca. 40°C ermöglicht Schornsteinauskleidungen aus Kunststoff.

**Zusammenfassung:** Es ist eine deutliche Zunahme bei der Neu-Installation von Brennwerttechnik für Öl- und Gasheizungen zu erkennen, die deutlich effizienter ist als die alten Heizanlagen. Immer öfter werden diese auch mit Solaranlagen kombiniert. Nachteilig für die Brennwerttechnik in der Modernisierung ist die Auslegung der alten Heizkörper auf hohe Temperaturen (Rippenheizkörper aus Gusseisen). Die Verwendung von Brennwerttechnik mit Vorlauftemperaturen von 45 Grad erfordert zumeist den Austausch dieser Heizkörper und verursacht somit zusätzliche Kosten. Aufgrund der Verknappung von fossilen Energieträgern wird der Anteil an Ölheizungen vermutlich auf langer Sicht gesehen weiter zurückgehen, da hierzu auch andere Alternativen mit erneuerbaren Energieträgern bestehen (Holzheizungen, BHKWs). Dies zeigt sich heute schon daran, dass der Bestand an Ölheizungen gleich bleibt und nicht mehr wächst obwohl die Ölheizung in den einfachen Varianten eine preiswerte Heizung ist. Bei Neubauten müssen jedoch auch die Kosten für Öltank und Lagerraum hinzugerechnet werden, weshalb die Ölheizung hier an Boden verliert. Im Bestand wird sie vor allem gegen moderne Varianten ersetzt, weil dort Öltank und Lagerraum schon bereitstehen. Der Anteil an Gasheizungen hingegen ist stetig gewachsen und wird dies auch in Zukunft tun. Wesentliche Gründe hierfür sind die sehr kostengünstigen Geräte, die hohe Wirkungsgrade haben.

## 10.2 KWK-Technologie und BHKW

Die größten Wirkungsgrade zur Energieerzeugung weisen neben der Brennwerttechnik – die die Abwärme der Verbrennungsgase nutzt – Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auf. Diese Anlagen kombinieren Strom- und Wärmeerzeugung in einer Anlage. Im Prinzip sind KWK-Anlagen darauf ausgelegt, Strom zu erzeugen. Die Abwärme wird zum Heizen benutzt und über Nah- oder Fernwärmenetze zum Verbraucher gebracht. KWK-Anlagen sind zumeist Großanlagen wie kleine Heizkraftwerke. Auch die neueren Anlagen, die als BHKW Blockheizkraftwerke für mittlere oder große Wohngebäude sowie für gewerbliche oder öffentliche Bauten (Kindergärten, Schulen) konzipiert sind, erzeugen Strom und Wärme. Sie sind zumeist darauf ausgelegt, Wärme zum Heizen zu nutzen und erzeugen durch die Verbrennung nebenbei auch Strom. Durch die Nutzung der Abwärme wird ein Gesamtwirkungsgrad von 80 bis über 90 % erzielt. Dies bedeutet, dass 80 bis 90 % der

---

<sup>20</sup> Der Normnutzungsgrad stellt den Wirkungsgrad eines Gerätes unter den unterschiedlichen Nutzungsbedingungen über ein Jahr dar.

Energie des Verbrennungsprozesses in nutzbare Energie umgewandelt wird. Bei konventionellen Strom-Kraftwerken wird die Wärmeenergie meistens an das Kühlwasser oder die Abluft abgegeben und bleibt ungenutzt, so dass hier nur Wirkungsgrade von bis zu 50 % vorliegen.

Von Blockheizkraftwerken (BHKW) spricht man, wenn die elektrischen Leistungen zwischen 1 kW und 5 MW liegen. Unter 15 kW spricht man von Mikro-KWK's und bis unter 50 kW von Mini-KWK's. Mit Mini-KWK's können schon kleine Nahwärmenetze aufgebaut werden. BHKW können vielseitig eingesetzt werden. Unterschiede in Größe und Leistung der Anlage machen auch große Anwendungen möglich wie z.B. für Bürogebäude, Hotels, Krankenhäuser, Schwimmbäder und Schulen.

BHKW's, die im Mehrfamilienhaus eingesetzt werden, haben elektrische Leistungen bis ca. 30 kW und thermische Leistungen bis 50 kW. Ganz neu auf dem Markt sind Anlagen, die zur Versorgung eines Einfamilienhauses genutzt werden können. Diese Mikro-KWK Anlagen versorgen meistens nur ein Objekt. Sie haben eine thermische Leistung von ca. 5 bis 6 kW im Verhältnis zur elektrischen Leistung von 1 kW. Dies bedeutet, dass bei der Erzeugung von 20.000 kWh Wärme ca. 3.300 bis 4.000 kWh Strom erzeugt werden.

Blockheizkraftwerke für den Wohnungsbereich können mit den üblichen Brennstoffen Heizöl und Erdgas betrieben werden. Hierbei können auch erneuerbare Energieträger wie Biodiesel, Holzbrennstoffe oder Pflanzenöle verwendet werden. Die Verbrennungstechnologie des BHKW richtet sich nach dem Brennstoff. Für Festbrennstoffe wie Holz verwendet man in der Regel Stirlingmotoren, wobei das Holz in einer separaten Brennkammer verbrannt wird. Bei gasförmigen Brennstoffen nutzt man Gasmotoren, in denen Erd- und Biogas verbrannt werden kann. Biodiesel und Pflanzenöl werden als Brennstoff in Dieselmotoren verwendet.

**Zusammenfassung:** Die Kraft-Wärme-Kopplung stellt bisher die effizienteste Nutzung von flüssigen und festen Energieträgern dar. Der Einsatz von großen KWK-Anlagen ist in Städten und Siedlungsgebieten besonders rentabel, da hier die Wärme mit dichten Nah- und Fernwärmenetzen kostengünstig zum Verbraucher transportiert werden kann. Ein wesentlicher Grund, warum sich die Anlagen im Neubau nicht so häufig eingesetzt werden, sind die deutlich höheren Anlagenkosten, die sich nur bei hohen Jahresnutzungsstunden (> 4.000 bis 5.000 h) angemessen amortisieren. Wenn jedoch die Stromkosten steigen, werden die Anlagen auch rentabel. Beim Neubau ist ein zweites Hemmnis, dass immer ein Spitzenlastkessel benötigt wird, d.h. man muss im Prinzip zwei Heizanlagen installieren. Eine große Zukunft könnten aber die neuen Mikro-BHKWs für Eigenheime haben, die mit Erdgas betrieben werden. Diese Anlagen bestehen aus einer Gasturbine und einer Brennwerttherme in einem Gerät. Angesichts des hohen Anschlussgrades an Erdgas ist zu vermuten, dass diese Anlagen sich besser bei Modernisierungen im Bestand durchsetzen werden als andere Heizungsanlagen. Durch den sukzessiven Ausbau der Biogas-Erzeugung könnte es sogar möglich sein, in ferner Zukunft diese Anlagen mit erneuerbaren Ressourcen zu betreiben.

### 10.3 Biomasse Kleinf Feuerungsanlagen

Biomasse-Kleinf Feuerungsanlagen sind Kamine, Herde und Öfen. Während Kamine keine geregelte Verbrennung haben und nur für eine (ineffiziente) Einzelraumfeuerung genutzt werden können, entsprechen die Öfen den modernen Gas- und Ölheizungen. Sie können gasförmige, flüssige oder feste Brennstoffe verbrennen. Hierbei können sowohl nicht-erneuerbare (Öl, Gas) als auch erneuerbare Brennstoffe (vor allem Holzprodukte, Biodiesel und Pflanzenöle) eingesetzt werden. Anlagen, die flüssige Brennstoffe verbrennen ähneln sehr stark den Ölheizungen. Anlagen, die Holzprodukte verbrennen, nutzen eine Brennkammer, die auf die Art des Holzproduktes ausgelegt ist. Hierbei

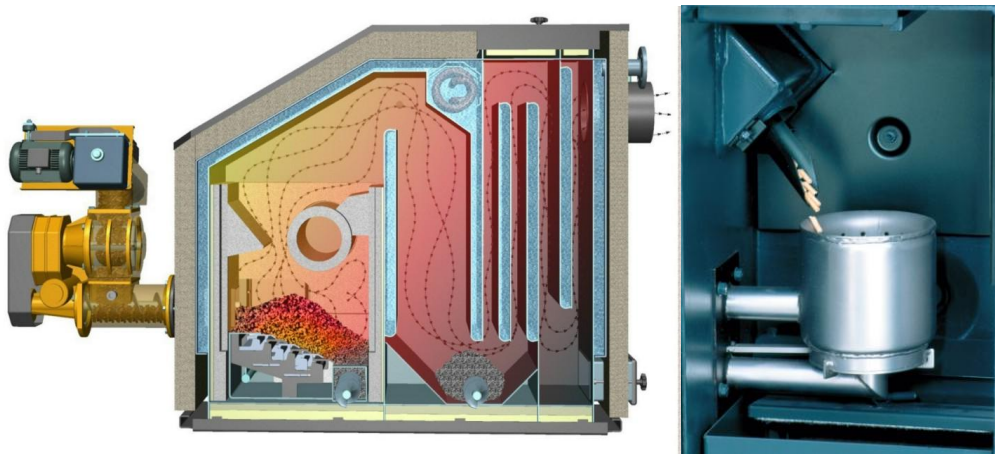
werden Scheitholz, Holzspäne und Holzpellets unterschieden. Insbesondere letztere sind bei Heizungen im Eigenheimbereich weit verbreitet. Pellet-Heizungen haben einen Wirkungsgrad von ca. 95 %. Holzpellets werden aus Sägespänen der Holzindustrie hergestellt. In ländlichen Gegenden, in denen der Erwerb günstigen Stammholzes möglich ist, werden auch Scheitholzkessel als Heizung gewählt. Diese müssen manuell mit Scheitholz oder Holzresten bestückt werden. Es gibt jedoch für die unterschiedlichen Systeme auch automatische Beschickungen mit Pellets, Hackschnitzeln oder Holzbriketts (vgl. Viessmann 2011). Beschickungsanlagen sind bei Pellets Standard, da sie dann eine Heizperiode durchlaufen können.

**Abbildungen 29: Die wichtigsten Holzbrennstoffe: Holzscheite, Holz hackschnitzel und Pellets.**



Quelle: [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de) / A. Maesing; BMU; CARMEN e.V. ([www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)).

**Abbildungen 30: Pellet-Heizung und Brennkammer einer Pellet-Heizung**



Quelle: Bavaria Heiztechnik und Viessmann.

Die Verwendung von Biomasse als Brennstoff hat in den vergangenen Jahren weiter deutlich zugenommen. Biogene Festbrennstoffe – überwiegend Holz – hatten in 2010 einen Anteil von 73,7 % an der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (eigene Berechnung nach BMU 2010b). Insgesamt wurden 127 TWh Wärme in 2010 aus Biomasse erzeugt (BMU 2010b). Allerdings deckt diese Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Quellen nur ca. 7 Prozent des gesamten Wärmeenergieverbrauchs in Deutschland (+ 5 % zu 2006, DENA 2011). Zudem werden große Mengen von Scheitholz in Kaminen verbrannt, d.h. nicht für eine effiziente Zentralheizung genutzt (ebd.). Die Pellet-Produktion steigt seit Jahren kontinuierlich an und erreichte im Jahr 2009 mit 1,75 Mio. t einen

Höchstwert (BMU 2010b:30). In Deutschland erzeugen in 2009 ca. 140.000 Holzpellet-Heizungen Wärme (vgl. BMU 2010b:29).

Der Vorteil von Brennstoffen aus Biomasse, ist, dass sie CO<sub>2</sub>-neutral sind. Das heißt, dass die Pflanzen beim Wachstum dem Kohlenstoffkreislauf CO<sub>2</sub> entzogen haben, das bei der Verbrennung wieder in die Atmosphäre abgegeben wird. Der CO<sub>2</sub>-Kreislauf ist somit geschlossen. Neue Verfahren wie z.B. das Carbo-V-Verfahren von Choren zur Herstellung von "Sun-Diesel", nutzen nicht nur die ölhaltigen Bestandteile einer Pflanze, sondern die ganze Pflanze. Hierdurch steigt die Ausbeute an synthetischem Biodiesel deutlich an (vgl. Choren o.J.).

**Zusammenfassung:** Erneuerbare Energieträger werden bei der Wärmebereitstellung immer bedeutender. Anlagen zur Verbrennung von Holzprodukten werden vor allem im Neubau eingesetzt wenn hierbei auch die Kosten für Öltanks oder Gasanschlüsse anfallen würden. Vermutlich werden Kleinf Feuerungsanlagen, die Holzprodukte, Biodiesel oder Pflanzenöl nutzen, vor allem Ölheizungen verdrängen, da beide Systeme einen Lagerraum benötigen. Noch sind die Kosten deutlich höher als bei Ölheizungen, allerdings sind die Brennstoffkosten meist 20 % geringer als bei Heizöl. Biomasse wird weiterhin einen wichtigen Anteil an der gesamten Wärmeerzeugung aus EE haben. Allerdings gibt es einige Probleme der vermehrten Nutzung von Biomasse als Brennstoff. Zum einen setzen immer mehr Kraftwerke Holz für Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung ein. Derartige Anlagen verbrennen in einem Jahr das Abfallaufkommen eines oder mehrerer Bundesländer oder beziehen das Holz aus Drittweltländern. Zum anderen steht der Anbau von Pflanzenölen oder Pflanzen zur Gewinnung von Biodiesel in Konkurrenz zum Anbau von Nahrungsmitteln. Dieses Problem ist aus der Erzeugung von Ethanol für Treibstoffe bekannt, da es in Mexiko Hungeraufstände gab aufgrund des Anstieges des Weizenpreises. Um dies zu verhindern gib es seit 2009 das Gesetz der Biomassenachhaltigkeitsverordnung (BioStNachV),

#### 10.4 Brennstoffzellen Heizung

Eine weitere Zukunftstechnologie könnte die Brennstoffzellen-Technik sein. Die Brennstoffzellen sind elektrochemische Energiewandler. Sie können wasserstoffhaltige Gase unter Zufuhr von (Luft)Sauerstoff oxidieren, wobei Strom fließt und Wärme frei wird. Der Wasserstoffanteil einer Verbindung wird dabei in Wasser umgewandelt und der Kohlenstoff z.B. im Methan wird zu Kohlendioxid oxidiert. Bei der Oxidation entsteht ein Stromfluss, da es diese eine Elektronenübertragung ist. Der Strom kann ins Stromnetz eingespeist werden. Die Reaktionswärme kann als Heizwärme genutzt werden. Der Vorteil der Brennstoffzellen gegenüber anderen Energietechnologien ist der hohe Gesamtwirkungsgrad von ca. 85 %. Bedingt wird dies durch die katalytische Oxidation, so dass die Stromerzeugung nahezu verlustfrei und die Reaktionswärme minimal ist. Allerdings fehlt nach wie vor der „Durchbruch“, da insbesondere die katalytischen Membranen nur geringe Standzeiten haben. In regelmäßigen Abständen wird aber die Einführung in einigen Jahren verkündet (DENA o.J.).

Die Firma Vaillant hat 2010 bereits ein Brennstoffzellenheizgerät für Einfamilienhäuser vorgestellt (Vaillant 2010). Die elektrische Leistung beträgt 1 kW, die thermische 2 kW. Im Vergleich zu anderen KWK-Technologien schneidet die Brennstoffzelle sehr gut ab, da die Stromkennzahl – elektrische Leistung dividiert durch thermische Leistung - 0,5 beträgt. Andere Systeme wie z.B. ein BHKW mit Stirlingmotor weist Kennzahlen von lediglich 0,16 auf (BHKW-Prinz.de 2011). Je größer die erzeugte Strom- zur Wärmemenge ist, desto wirtschaftlicher ist das Gerät.

Zurzeit werden Brennstoffzellenheizgeräte mit PEM- (Polyelektrolytmembran) und SOFC-Brennstoffzellen (Solid Oxid Fuel Cell) intensiv beforscht. Diese Zelltypen sind in der Lage, reinen Wasserstoff bzw. Methan (Erdgas) effizient zu verbrennen. In Deutschland gibt es bereits Pilotanla-

gen, welche aus erneuerbarem Strom mittels Elektrolyse Wasserstoff und anschließend in einem weiteren Prozessschritt Methan produzieren. Dieses so erzeugte „erneuerbare“ Gas kann in den Brennstoffzelle verbrannt werden. Somit kann man z.B. überschüssigen Strom aus der Windenergie oder Photovoltaik in eine speicherbare Form – das Methan – überführen.

**Zusammenfassung:** Die Brennstoffzellentechnologie ist bisher noch nicht für den kommerziellen Einsatz marktreif. Dennoch gibt es bereits zahlreiche Pilotprojekte in denen Brennstoffzellen erfolgreich im Einsatz sind. Es ist stark anzunehmen, dass die noch bestehenden Probleme in Zukunft gelöst werden können. Aufgrund des hohen Gesamtwirkungsgrades und der guten Stromkennzahl birgt die Brennstoffzelle ein enormes Potential für zukünftige Anwendungen sowohl in der Gebäudeenergieversorgung als auch in anderen Bereichen wie z.B. der Fahrzeugtechnik. Es ist zu vermuten, dass in Zukunft Brennstoffzellen-Heizgeräte serienmäßig hergestellt werden und einen Teil der Gebäudeenergieversorgung mit Strom- und Wärme effizient und ökologisch erzeugen.

## 10.5 Erdwärmeheizungen

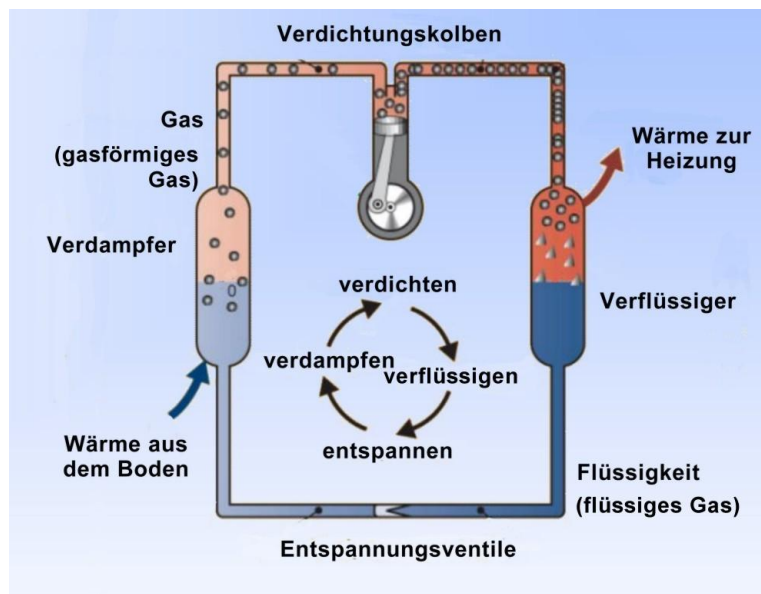
Erdwärmeheizungen nutzen die die Umgebungswärme, die auch als oberflächennahe Erdwärme bezeichnet wird im Unterschied zur Geothermie, die die Wärme in mehreren hundert oder tausend Metern Tiefe nutzt. Erdwärmeheizungen beziehen ihre Energie zum größten Teil aus gespeicherter Sonnenenergie, die das Erdreich oder das Grundwasser zuvor erwärmt hat. Ein Sonderfall ist die Luft-Luft-Wärmepumpe, die aus der Umgebungsluft die Wärme entnimmt.

Für eine Erdwärmeheizung wird ein Rohrsystem entweder flach unterhalb des Bodens verlegt oder mit Sonden in den Boden eingebracht, die vom Grundwasser umspült werden. Durch dieses Rohrsystem fließt ein Wärmeträgermedium (z.B. Wasser mit Glykol). Der Wärmeträger nimmt die Wärme des Bodens auf und mit dieser Wärme wird in der eigentlichen Wärmepumpe ein Arbeitsmedium (z.B. Kohlenwasserstoffe oder Fluorkohlenwasserstoffe) im Verdampfer in die Gasform gebracht. In einem Verdichter wird das Arbeitsmedium komprimiert, wobei es sich stark erhitzt. Hierbei nutzt man das Prinzip der adiabatischen Kompression, bei der das Medium schnell komprimiert wird ohne dass ein Wärmeaustausch ungeregelt erfolgt. Die Wärme des Arbeitsmediums wird auf das Heizungssystem übertragen und zur Heizung und Warmwasserbereitung genutzt. Aufgrund der Wärmeabgabe verflüssigt sich das Arbeitsmedium. Entspannungsventile sorgen für den Druckausgleich, so dass in einem neuen Zyklus das Medium wieder verdampft werden kann.

Die Erdwärmenutzung und die Geothermie (einschließlich Tiefengeothermie) haben sich in den letzten Jahren deutlich entwickelt. In 2006 wurden noch 2.762 GWh erzeugt, in 2010 hat sich die Erzeugung auf 5.585 GWh sogar mehr als verdoppelt (vgl. BMU 2010b: 24). 2008 stieg die Anzahl der in Deutschland verkauften Heizungs-Wärmepumpen auf rund 62.500 Anlagen. Damit nahm der Absatz im Vergleich zum Vorjahr um mehr als ein Drittel zu (Dürheimer o.J. ). Von 2009 bis 2010 wuchs der Bestand um 130.000 Anlagen auf 940.000 Anlagen (GBZ 2010:4).

Wärmepumpen eignen sich nicht nur für den Neubau, sondern können auch in der Heizungsmodernisierung eingesetzt werden. Im Neubau sind allerdings Flachkollektoren besser einsetzbar, da auf der Baustelle noch nicht der Garten angelegt ist. Sondenbohrungen in verdichteten Wohngebieten wie in Städten sind allerdings problematisch aufgrund der dichten Infrastruktur. Auch wenn zahlreiche Eigenheimbesitzer nebeneinander Sonden einbringen würden, ergeben sich Kältesenken die die Effizienz der Anlagen schmälern. Ebenso wird Erdwärme bisher kaum für den mehrgeschossigen Wohnungsbau genutzt, sondern vor allem im Eigenheimbereich. Wärmepumpen können sehr gut mit einer vorhandenen Wärmerückgewinnung der Raumluft oder Solarthermischen Anlagen kombiniert werden, um den benötigten Wärmebedarf abzudecken.



**Abbildung 31: Prinzip der Wärmepumpe.**

Quelle: Bundesverband Wärmepumpe e.V. ([www.waermepumpe-bwp.de](http://www.waermepumpe-bwp.de)); Bearbeitung Scharp 2007.

Der Wirkungsgrad von Sole-Wasser Wärmepumpe mit Kollektor ist wesentlich höher als der von Luft-Wasser-WP und nur leicht geringer als der von Wärmepumpe mit Erdsonden. Entscheidend für den Nutzungsgrad einer geothermischen Pumpe ist die Temperaturdifferenz zwischen Heizkreislauf und Wärmequelle: Je geringer sie ist, desto höher ist der Wärmeausbeute, d.h. das Heizsystem sollte auf Niedertemperaturen ausgelegt sein z.B. durch die Verwendung von Fußbodenheizungen.

**Zusammenfassung:** Erdwärmeheizungen sind insbesondere im Neubau von Eigenheimen eine Alternative zu anderen Heizungssystemen mit erneuerbaren Energien wie BHKWs oder Pelletheizungen. Mit den Preisen für Gasbrennwertheizungen können sie nicht mithalten, auch wenn hier noch Anschlusskosten für den Gasanschluss hinzukommen. Negativ wirkt sich auch aus, dass der Betriebsstrom sehr teuer ist. Dennoch wird den Erdwärmeheizungen ein großes Marktpotential zugebilligt. Nach dem Geothermiezentrum Bochum wird der Markt boomen: Von rund 400.000 Anlagen in 2010 wird er auf 940.000 Anlagen in 2015 und auf ca. 1,8 Mio. Anlagen im Jahr 2020 anwachsen (vgl. GZB 2010:4).

## 10.6 Solarthermische Anlagen

Mit solarthermischen Anlagen kann das Sonnenlicht genutzt werden zur Gewinnung von Heizungs-wärme und von Warmwasser. Das Prinzip solarthermischer Anlagen ist einfach: Mit einem Kollektorfeld wird Sonnenstrahlung absorbiert, wodurch sich das Trägermedium im Kollektor erhitzt. Das erwärmte Trägermedium fließt in einem Kreislauf über einen Wärmetauscher (Wasserspeicher) und gibt die Wärme an diesen ab. Auf diese Weise kann Trink- und Brauchwasser erhitzt werden. Das kalte Trägermedium wird dann im Kreis wieder in das Kollektorfeld gepumpt.

Die einfachsten Typen von Solarkollektoren sind Absorber, bei denen Wasser durch Schläuche oder schwarze Kunststoffmatten fließt, um z.B. Wasser für ein Freibad zu erwärmen. Die erzielbaren Temperaturdifferenzen oberhalb der Umgebungstemperatur liegen hierbei je nach Sonneneinstrahlung bei ca. 20 Grad mit solchen Absorbern. Die häufigste Form sind Sonnenkollektoren für den Nieder-temperaturbereich, die vor allem der Warmwassererzeugung dienen (BINE 2003:3; BMU 2004:45ff), sind die Flachkollektoren. Dies sind in einem gedämmten Gehäuse mit einer transparenten Abdeckung



versehene Röhrensysteme, die vor allem auf Dächern von Wohngebäuden installiert werden. In dem Kasten wird durch die Sonneneinstrahlung ein Treibhauseffekt erzeugt, der das Trägermedium in den Rohren erhitzt. Ihr Wirkungsgrad liegt bei 50 bis 60 % und mit ihnen können Temperaturen von 60 bis 90 Grad erzielt werden. Noch höhere Wirkungsgrade erreichen Vakuumröhrenkollektoren, bei denen die Röhren in Anlehnung an das Prinzip der Thermoskanne durch ein Vakuum isoliert und somit die Wärmeverluste minimiert werden. In diesen Systemen können sehr hohe Temperaturen erzeugt werden.

Solarthermische Anlagen können mit jedem beliebigen Heizungssystem kombiniert werden, weshalb sie zur Heizungsunterstützung weit verbreitet sind. Allerdings ist zu den Zeiten, wo der größte Heizwärmebedarf besteht – von November bis März – auch die geringste direkte Sonneneinstrahlung. Solarthermische Anlagen eignen sich somit am besten zur Heizungsunterstützung für die Übergangszeit im Herbst und Frühjahr. In Modellanlagen wie dem „Sonnenhaus“ mit 68 qm Kollektorfläche und einem Wasserspeicher von 40.000 Kubikmetern wird sogar die komplette Heizenergie gewonnen (Kompetenzzentrum 2007:66). Die Solarthermie hat inzwischen das Eigenheimsegment verlassen und wird auch verstärkt in Mehrfamilienhäusern eingesetzt.

Im Jahr 1999 betrug die gesamte Kollektorfläche in Deutschland ca. 2,6 Mio. m<sup>2</sup> (BMU 2010a:6). Der Zuwachs an solarthermischen Anlagen im Jahr 2009 beläuft sich auf ca. 1,6 Mio. m<sup>2</sup>. Insgesamt waren Ende 2009 ca. 13 Mio. m<sup>2</sup> (BMU 2010a:6) und in 2010 14 Mio. m<sup>2</sup> Kollektorfläche installiert (BMU 2010b:31). Im Jahr 2010 konnten so 5.200 GWh an Wärme bereitgestellt werden (BMU 2010b:31).

**Zusammenfassung:** Solarthermische Anlagen haben ein großes Potential zur Nutzung der erneuerbaren Energien, allerdings sind sie noch nicht konkurrenzfähig zu den klassischen Warmwassersystemen Gas und Öl. In 2008 betragen die Wärmegestehungskosten mit Vakuumröhrenkollektoren ca. 22 Cent pro kWh, (4 qm zur Warmwassererzeugung, beim Neubau jedoch nur 18 Cent), mit Flachkollektoren ca. 18 Cent pro kWh (5 qm zur Warmwassererzeugung, im Neubau jedoch nur 15 Cent, DGS 2008:5-40). Die Brennstoffkosten für Gas oder Öl lagen im gleichen Zeitraum bei 5 bis 6 Cent bzw. bei ca. 7 bis 9 Cent wenn man Wärmegestehungskosten zugrunde legt. Mit steigenden Kosten für Gas und Öl und sinkenden Anlagenkosten werden die Wärmegestehungskosten für Solarwärme jedoch sinken. Der große Vorteil von solarthermischen Anlagen ist, dass sie auf nahezu jedem Dach errichtet werden können.

## 10.7 Photovoltaik

Im Gebäudebereich kann Strom entweder durch BHKW oder durch fotovoltaische Anlagen erzeugt werden. Fast 90 % aller Solarzellen bestehen aus Silizium, das aus Quarzsand gewonnen wird. Die anderen 10 % sind spezielle Metallverbindungen wie Kupfer-Indium-Diselenid. Man unterscheidet Dickschicht- und Dünnschicht-Solarzellen sowie monokristalline, polykristalline und amorphe Solarzellen. Dickschicht-Solarzellen werden aus Silizium hergestellt und sind ungefähr 0,2 mm dick. Sie wandeln die direkte Solarstrahlung am effektivsten in Strom um. Zu den Dickschicht-Solarzellen gehören die monokristallinen und die polykristallinen Siliziumzellen. Dünnschicht-Solarzellen sind nur ungefähr 0,003 mm dick, zu ihnen gehören die amorphen Siliziumzellen und Zellen aus Metallverbindungen. Die Effizienz von monokristallinen Zellen liegt bei 14 bis 18 % (Labor: 24 %), bei polykristallinen Zellen bei 13 bis 15 % (Labor: 18 %) und bei amorphem Silizium bei 5 bis 7 % (Labor: 13 %, alle Daten gemäß Solarserver o.J.). Für spezielle Zellen wurden aber schon in 2003 auch höhere Wirkungsgrade bis zu 30 % im Laborversuch erreicht (BMU 2004:3). Aufgrund der hohen Kosten bei der Produktion von monokristallinen Siliziumzellen wird intensiv in der Dünnschichttechnologie bzw. an amorphen Solarzellen geforscht. Trotz des schlechteren Wirkungsgrades

ist dies gerechtfertigt, da zum einen der Energieaufwand zur Herstellung der Zellen geringer ist und zum anderen z.B. Dachfläche in ausreichender Menge überall in der Welt vorhanden ist.

Der Stromverbrauch in privaten Haushalten in Deutschland betrug im Jahr 2009 ca. 140 TWh (eigene Berechnung nach BMWI 2011:6a). Durch Photovoltaik wurden im selben Jahr ca. 6,6 TWh (6.578 GWh), in 2010 bereits 12 TWh erzeugt (BMU 2010b:10). Die installierte Leistung hat sich von 2009 mit 9.914 MW auf 17.320 MW im Jahr 2010 fast verdoppelt (BMU 2010b:11). In Deutschland besteht ein Potential für Fotovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von 125.000 MW. Somit könnten 115 TWh Strom mit Solarenergie erzeugt werden (BMU 2010a:22). Das entspricht fast dem gesamten Stromverbrauch in privaten Haushalten von 2009 (140 TWh).

Durch die Einführung des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 wurde die Installation von PV-Anlagen im privaten als auch gewerblichen Bereich ausschlaggebend begünstigt. Es regelt die Stromabnahme durch das jeweilige Energieversorgungsunternehmen (EVU) und legt die Höhe der Vergütung pro erzeugter Kilowattstunde gestaffelt über den Zeitraum von 20 Jahren fest, wodurch eine Investitionssicherheit für Kleinanleger geschaffen wurde. Zu Beginn der Einführung der Fotovoltaik betrug die Vergütung mehr als 50 Cent, in 2011 nur noch knapp 30 Cent. In den nächsten Jahre wird diese Vergütung noch mehr sinken, aber auch die Anlagen werden preiswerter. Die Kosten für die Gewinnung von Strom bei der Fotovoltaik sind jedoch insgesamt sehr hoch im Verhältnis zu anderen erneuerbaren Energien. Anfang 2011 lagen die Stromgestehungskosten für kleine Anlagen geringer 10 kW<sub>p</sub> bei ca. 33 Cent pro Kilowattstunde (Sonnenenergie 2011:20 sowie Scharp und Degel 2011: Stromgestehungskosten).

Im Jahr 1999 waren 20.000 PV-Anlagen auf deutschen Dächern zu finden, in 2005 betrug die Anzahl der installierten Anlagen insgesamt schon 200.000 (UVS 2006, S. 3). Laut einer Prognose des BSW Solar sollen im Jahr 2010 mehr als 2,3 Mio. Solaranlagen (Photovoltaik und Solarthermie) im Bestand installiert gewesen sein (Solarenergie für Deutschland o.J. nach BSW Solar).

**Zusammenfassung:** Fotovoltaik wird in den nächsten Jahren kontinuierlich wachsen. Die Zahlen sprechen für sich. Der Zuwachs von PV-Modulen hat sich von 2008 mit ca. 1.800 MWp installierter Leistung auf ca. 3.800 MWp im Jahr 2009 mehr als verdoppelt (BSW Solar 2010:39). Dieser Trend wird sich auch weiterhin fortsetzen. Die Kosten für PV-Anlagen sind hingegen rückläufig und werden die Verwendung deutlich fördern. Seit 1990 hat bis 2009 eine Preissenkung der Solarzellen von 75 % stattgefunden (BSW Solar 2010:6). PV-Anlagen werden deshalb zunehmend Verwendung finden. Aber trotz dieser zu erwartenden Zunahme an Solarfläche wird die Stromproduktion durch die Solarzellen – über das Jahr hinweg – nur einen geringen Beitrag zu Stromerzeugung leisten. Der Anteil von Strom aus PV betrug im Jahr 2009 trotz des hohen Wachstums nur ca. 1 % (BMU 2010a:6). Aus dem EE Ausbauszenario 2020 – Strommix geht hervor, dass die Stromerzeugung mit Photovoltaik 7 % erreichen kann (BSW Solar:15).

## 11 Literatur

- Adhoco (2007): Energieeffizienz im Intelligenten Wohnen. <http://www.adhoco.com/pressecorner-fr/energiefachbuch-2007> [Zugriff Mai 2011]
- Alois, Huser; Aebischer, Bernard (2002): Schlussbericht Energieanalyse FutureLife-Haus. Online: [http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer\\_Huser\\_sb\\_energieanalyse\\_futurelife.pdf](http://www.cepe.ethz.ch/publications/Aebischer_Huser_sb_energieanalyse_futurelife.pdf) [Zugriff Mai 2011]
- Arbeitskreis Gesundes Bauen, o.J.: Holz - der Baustoff mit Zukunft. Online: <http://www.gesundes-bauen.de/Holz-Baustoff-mit-Zukun.41.0.html> [Zugriff Juni 2011]
- BASF (o.J.): Micronal – Wie Latentwärmespeicher funktionieren. Online: [http://www.micronal.de/portal/basf/ide/dt.jsp?setCursor=1\\_290224](http://www.micronal.de/portal/basf/ide/dt.jsp?setCursor=1_290224). Zugriff Juni 2011.
- Baulinks 2009a: Baugewerbe sieht sich nicht vor neuer Rezession. Online: <http://www.baulinks.de/webplugin/2011/1frame.htm?0459.php4>. Zugriff Mai 2010.
- Baulinks 2009b: Trend zu Zweitwohnungen. Online: <http://www.baulinks.de/webplugin/2011/1frame.htm?0459.php4>. Zugriff Juli 2010.
- BBR Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg., 2004a): Querschnittsstudie zum kostengünstigen qualitätsbewussten Bauen, Bonn
- Beckhoff (o.J.): Beckhoff Home Automation steuert das intelligente Haus. Online: <http://www.beckhoff.de/german/default.htm?crossmedia/hdg/default2.htm> [Zugriff Juni 2011]
- Beton (o.J.): Beton wird durchsichtig. Online: <http://www.beton.org/bauherreninformationen/kunst-design-wohndecken/beton-ist-durchsichtig.html>. Zugriff: Januar 2010
- BHKW-Prinz 2011: Mikro-KWK mit Brennstoffzelle. Online: <http://www.bhkw-prinz.de/vaillant-group-mikro-kwk-mit-brennstoffzelle/1865#Daten>. Zugriff März 2011.
- BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe (2002): Latentwärmespeicher. ThemenInfo IV/02. BINE: Karlsruhe.
- BINE Fachinformationszentrum Karlsruhe (2003): basisEnergie 4 - Thermische Nutzung der Sonnenenergie. BINE: Karlsruhe.
- BINE Informationsdienst 2001: projektkinfo 04/01. Vakuumdämmung: Bonn. Online: [http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Projekt-Infos/2001/Projekt-Info\\_04-2001/projekt\\_0401internetx.pdf](http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Projekt-Infos/2001/Projekt-Info_04-2001/projekt_0401internetx.pdf). Zugriff: 06.2011
- BMU (2004): Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft. BMU: Berlin.
- BMU 2010a: Erneuerbare Energien in Zahlen. BMU: Berlin.
- BMU 2010b: Erneuerbare Energien – Folien. Online: [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee\\_in\\_deutschland\\_graf\\_tab.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_graf_tab.pdf). Zugriff Juli 2010.
- BMW (2011): Energiedaten. Online: [www.bmw.de](http://www.bmw.de). Zugriff Januar 2011.
- Borschart, Jürgen (2005): Technik im Alltag: Unser Freund, unser Feind? Verlag Gruner + Jahr AG & Co: Hamburg. Online: <http://www.geo.de/GEO/technik/3769.html?p=1&pageview=&pageview=>. [Zugriff: März 2008]
- Braun, Ingo 1993, Technikspiralen. Zur Entwicklungsdynamik von Technik im Alltag. S. 77-96, in: Meyer, S./Schulze, E. (Hg.): Technisiertes Familienleben. Berlin.
- Brodersen, B. (2008): Das SmartHome Paderborn. Ein Haus, das mitdenkt. Online: <http://www.teltarif.de/arch/2008/kw35/s31111.html> [Zugriff März 2009]
- Buderus (o.J.): Niedertemperatur- und Brennwertkessel (Normnutzungsgrade). Online: [http://www.buderus.de/Info\\_Center/Allgemeine\\_Informationen/Heiztechnik\\_Know\\_how/Themenpark\\_Waerme\\_Technik/Oel\\_Gas\\_Zentralheizung/Niedertemperatur\\_und\\_Brennwertkessel-2327786.html](http://www.buderus.de/Info_Center/Allgemeine_Informationen/Heiztechnik_Know_how/Themenpark_Waerme_Technik/Oel_Gas_Zentralheizung/Niedertemperatur_und_Brennwertkessel-2327786.html). Zugriff: März 2011.

- Bundesregierung 2010: Rede der Bundesministers für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Dr. Peter Ramsauer, zum Bericht über die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Deutschland vor dem Deutschen Bundestag am 25. Februar 2010 in Berlin. Online: [http://www.bundesregierung.de/nn\\_774/Content/DE/Bulletin/2010/02/19-1-bmv-bt.html](http://www.bundesregierung.de/nn_774/Content/DE/Bulletin/2010/02/19-1-bmv-bt.html). Zugriff: Januar 2011.
- Burkhard, L. (2011): „inHaus“ in Duisburg entwickelt seit 10 Jahren Wohn-Technologien. Online: <http://www.derwesten.de/staedte/duisburg/inHaus-in-Duisburg-entwickelt-seit-10-Jahren-Wohn-Technologien-id4532842.html> [Zugriff Juni 2011]
- CARMEN e.V. (o.J.): Preisentwicklung bei Holzbrennstoffen, Heizöl und Erdgas: Online: <http://www.carmen-ev.de/> sowie <http://www.heizungsfinder.de/images/bhkw/Preisentwicklung-Brennstoffe-gross.jpg>, Zugriff: Februar 2011.
- Choren (o.J.): Biomass to Energy. Choren: Freiberg. Online: <http://www.choren.com/carbo-v/technologie/carbo-v-flash-animation-de/>. Zugriff: 20.10.2010.
- Das Haus (o.J.): Future Life – Das Zukunfts-Haus: Wir wohnen schon drin. Online: <http://www.haus.de/PH2D/ph2d.htm?snr=6854&snr2=6850> [Zugriff Mai 2011]
- Deiters, W. (o.J.): Das Projekt SmarterWohnenNRW1 - IT gestützte Mehrwertdienste auf der Basis vernetzter Haustechnik. Online: [http://www.ag-seniorenwirtschaft.de/docs %20AA1/1-3-1\\_WolfgangDeiters.pdf](http://www.ag-seniorenwirtschaft.de/docs %20AA1/1-3-1_WolfgangDeiters.pdf) [Zugriff Juni 2011]
- DENA (o.J.): thema energie – Kraft-Wärmekopplung mit Brennstoffzellen. Online: [http://www.thema-energie.de/article/show\\_article.cfm?id=2933&cid=1655&suchwort=Brennstoffzelle](http://www.thema-energie.de/article/show_article.cfm?id=2933&cid=1655&suchwort=Brennstoffzelle). Zugriff Januar 2007.
- DENA 2011: Strom, Wärme und Kraftstoffe mit Biomasse. Online: <http://www.thema-energie.de/energie-im-ueberblick/daten-fakten/marktzahlen/strom-waerme-und-kraftstoffe-mit-biomasse.html>. Zugriff: März 2011.
- Destatis 2009: Bauen und Wohnen – Baugenehmigungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden nach überwiegend verwendetem Baustoff. Lange Reihen ab 1980. Online: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/BauenWohnen/BautaetigkeitWohnungsbau/BaugenehmigungenBaustoff.templateId=renderPrint.psm1>. Zugriff Juni 2011.
- Destatis 2011: 0,5% mehr Wohnungen im Jahr 2010 fertiggestellt. Pressemitteilung Nr. 232. Online: [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2011/06/PD11\\_232\\_31121.templateId=renderPrint.psm1](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2011/06/PD11_232_31121.templateId=renderPrint.psm1). Statistisches Bundesamt: Wiesbaden.
- Destatis 2011: Bevölkerung nach Altersgruppen, Familienstand und Religionszugehörigkeit. Online: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/Content75/AltersgruppenFamilienstand.templateId=renderPrint.psm1>. Zugriff Januar 2011.
- Destatis 2011: Bevölkerungsstand. Online: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Navigation/Statistiken/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Bevoelkerungsstand.psm1>. Zugriff Januar 2011.
- Destatis 2011: Familien, Paare, Alleinerziehende. Online: [https://www-gene-sis.destatis.de/genesis/online;jsessionid=412C661B0E9594B054243CE22A5E4A9B.tomcat\\_GO\\_1\\_1?operation=previous&levelindex=2&levelid=1307450304077&step=2](https://www-gene-sis.destatis.de/genesis/online;jsessionid=412C661B0E9594B054243CE22A5E4A9B.tomcat_GO_1_1?operation=previous&levelindex=2&levelid=1307450304077&step=2). Zugriff Januar 2011.
- Destatis 2011: Familien. Online: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/HaushalteFamilien/AktuellFamilien.templateId=renderPrint.psm1>. Zugriff Januar 2011.
- Destatis 2011: Nach 2025 wird die Zahl der Privathaushalte leicht abnehmen. Online: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/AktuellPrivathaushalte.templateId=renderPrint.psm1>. Zugriff Januar 2011.

- Destatis 2011: Wohnungen im Osten immer noch kleiner als im Westen. Pressemitteilung vom 3.3.2008. Online: [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/03/PD08\\_089\\_122,templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/03/PD08_089_122,templateId=renderPrint.psml). Zugriff Januar 2010.
- Deutsche Bank Research (2011): Regionale Bevölkerungsprognose. Online: [http://www.dbresearch.de/PROD/DBR\\_INTERNET\\_DE-PROD/PROD000000000270528.pdf](http://www.dbresearch.de/PROD/DBR_INTERNET_DE-PROD/PROD000000000270528.pdf). Zugriff Februar 2011.
- DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie 2008: Leitfaden Solarthermie. DGS: Berlin
- Dogangün, A.; Haverkamp, T.; Munstermann, M.; Stockmanns, G.; Naroska, E. - Fraunhofer Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) (2009): „inBath“ – assistive Badumgebung, in: H. Wandke, S. Kain & D. Struve (Hrsg.): Mensch & Computer 2009: Grenzenlos frei!? München: Oldenbourg Verlag, 2009, S. 423-426
- Dürheimer o.J. : Studie der TU München zu Wärmepumpen. Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG. Online: [http://www.detail.de/artikel\\_waermepumpe-energieverbrauch\\_23722\\_De.htm](http://www.detail.de/artikel_waermepumpe-energieverbrauch_23722_De.htm) . Zugriff: März 2011.
- Effiziento Haustechnik GmbH o.J: Energiesparen im Haushalt. Online. <http://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/bauen-und-modernisieren/hausbau-regenerative-energie/energiebewusst-bauen-wohnen/emission-alternative-heizung/heizen-mit-erdwaerme.html>. Zugriff: März 2011.
- EMCO 2010: Solarhaus mit zukunftsweisendem Kühlkonzept wird zweiter Sieger beim Solar Decathlon 2010: Lingen. Online: <http://www.emco.de/de-ru/klima/press-centr/pr-kontakt/translate-to-russian-detail-page/browse/2/returnpage/7426/article/solarhaus-mit-zukunftsweisendem-kuehlkonzept-wird-zweiter-sieger-beim-solar-decathlon-2010.html>. Zugriff: 06.2011
- Erbenich, Klein 2003: Vakuumpaneele im Baubereich „Quo vadis“ - Versuch einer Bestandsaufnahme anhand ausgesuchter Anwendungsbeispiele und Formulierung eines Maßnahmenkatalogs – VIP Bau 1. Fachtagung: Rostock-Warnemünde. Online: [http://www.vip-bau.de/pdf/1\\_vip\\_bau/n\\_erbenich\\_klein.pdf](http://www.vip-bau.de/pdf/1_vip_bau/n_erbenich_klein.pdf). Zugriff: 06.2011
- Evans/Durant 1995 in: Axel Werwatz, Heike Belitz, Marius Clemens, Tanja Kirn, Jens Schmidt-Ehmcke, Stephanie Schneider (2007): Innovationsindikator Deutschland 2007. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung: Berlin. Online: [http://www.telekom-stiftung.de/5-innovation/1-innovationsindikator-deutschland/img/diwkompakt\\_2007-033.pdf](http://www.telekom-stiftung.de/5-innovation/1-innovationsindikator-deutschland/img/diwkompakt_2007-033.pdf). [Zugriff: März 2008]
- Fraunhofer ISST (2009): Musterwohnung. Online: <http://www.smarterwohnen.net/deutsch/startseite/musterwohnung/index.html> [Zugriff Mai 2011]
- GdW (2008): Wohntrends 2020. Berlin: GdW Bundesverband deutscher Wohnungsunternehmen.
- GdW (2010): Wohnungswirtschaftliche Daten und Trends 2010/11. Berlin: Bundesverband deutscher Wohnungsunternehmen.
- Gloede, Fritz; Hennen, Leonhard (2005): Technikakzeptanz als Gegenstand wissenschaftlicher und politischer Diskussion. Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS): Karlsruhe. Online: <http://www.itas.fzk.de/tatup/053/glhe05a.htm>. [Zugriff: März 2008]
- GNI Gebäude Netzwerk Institut (2006): Marktstudie Intelligentes Wohnen Schweiz 2006-2008. Online: [http://www.intelligenteswohnen.com/data/1221504796Marktstudie\\_120706.pdf](http://www.intelligenteswohnen.com/data/1221504796Marktstudie_120706.pdf) [Zugriff Mai 2011]
- GZB 2010: Marktpotential für Wärmepumpen. Online: [http://www.geothermiezentrum.de/fileadmin/media/geothermiezentrum/Projekte/WP-Studie/Abschlussbericht\\_WP-Marktstudie\\_Mar2010.pdf](http://www.geothermiezentrum.de/fileadmin/media/geothermiezentrum/Projekte/WP-Studie/Abschlussbericht_WP-Marktstudie_Mar2010.pdf)
- Haertel, Tobias; Weyer, Johannes (2005): Technikakzeptanz und Hochautomation. Tobias Haertel, Johannes Weyer: Dortmund. Online: <http://www.itas.fzk.de/tatup/053/hawe05a.pdf>. [Zugriff: März 2008]
- Hasse, Michael: Know how ohne Know why. Das Internet als virutelles Akzeptanzobjekt. Online: [http://www.neue-information.de/fileadmin/neue-information/pdf/hasse\\_internet-akzeptanz.pdf](http://www.neue-information.de/fileadmin/neue-information/pdf/hasse_internet-akzeptanz.pdf). [Zugriff: Februar 2008]
- Heise Online (2005): Bill Gates im Haus der Gegenwart. Online: <http://www.heise.de/newsticker/Bill-Gates-im-Haus-der-Gegenwart--/meldung/55765> [Zugriff Mai 2011]

- Heizungsfinder 2011: Preise und Kosten einer Solarthermie-Anlage. Online: <http://www.heizungsfinder.de/solarthermie/kosten-preise>. Zugriff: April 2011.
- Heizungsfinder o.J.: Der Preis für ein Mikro BHKW. Online: <http://www.heizungsfinder.de/bhkw/mikro-bhkw/preise>. Zugriff Januar 2011.
- Heizungsfinder o.J.: Gasheizung Kosten und Preise. Online: <http://www.heizungsfinder.de/gasheizung/kosten-preise>. Zugriff Januar 2011.
- Heizungsfinder o.J.: Kosten-Preise. Online: <http://www.heizungsfinder.de/waermepumpe/kosten-preise/erdwaerme>. Zugriff: Dezember 2010.
- Heizungsfinder o.J.: Luftwärmepumpen. Online: <http://www.heizungsfinder.de/waermepumpe/kosten-preise/luft-und-wasser>. Zugriff: Dezember 2010.
- Heizungsfinder o.J.: Ölheizung Kosten und Preise. Online: <http://www.heizungsfinder.de/oelheizung/preise-vergleich>. Zugriff Januar 2011.
- Heizungsfinder o.J.: Pellet-Heizung Preise für Komponenten. Online: <http://www.heizungsfinder.de/pelletheizung/preise>. Zugriff: Dezember 2010.
- Heizungsfinder o.J.: Preise für eine Holzheizung. Online: <http://www.heizungsfinder.de/holzheizung/kosten>. Zugriff: Dezember 2010.
- Hennen, Leonhard (2002): Monitoring: Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik - Erste Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage des TAB zur Technikakzeptanz: <http://www.tab.fzk.de/de/brief/brief12.htm> , 1997 (gibt noch aktuelleren von November 2002, Arbeitsbericht 83)
- Holzabsatzfond (2009): 14,5 % - Holzbau legt in Deutschland weiter zu. Zitiert nach openPR – das offene PR-Portal. Online: <http://www.openpr.de/news/272316/14-5-Prozent-Holzbau-legt-in-Deutschland-weiter-zu.html>. Zugriff: März 2010.
- Hüsing, Bärbel; Bierhals, Rainer; Bernhardt Bührlen, Dr. Michael Friedewald, Dr. Simone Kimperler, Dr. Klaus Menrad, Jürgen Wengel, Dr. René Zimmer, Peter Zoche (2002): Technikakzeptanz und Nachfragemuster als Standortvorteil. Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung: Karlsruhe. Online: [http://www.bmbf.de/pub/Akzeptanz\\_Nachfrage\\_Standort.pdf](http://www.bmbf.de/pub/Akzeptanz_Nachfrage_Standort.pdf) [Zugriff: Februar 2008 ]
- Isartaler Holzhaus, o.J.: Holz – Baustoff der Zukunft. Online: <http://www.isartaler-holzhaus.de/index.php?id=81> [Zugriff Juni 2011]
- Jakobs, Eva-Maria (2005): Technikakzeptanz und Technikteilhabe. Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft. Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS): Karlsruhe. Online: <http://www.itas.fzk.de/tatup/053/jako05a.htm>. [Zugriff: März 2008]
- Jaufmann, Dieter (2002): Technikakzeptanz in Deutschland und im internationalen Vergleich. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Berlin. In: Dokumentation. Die innovative Gesellschaft. Nachfrage für Lead-Märkte von morgen. Ergebnisse der Fachtagung am 19. April 2002 in Berlin. Online: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/C-D/die-innovative-gesellschaft-nachfrage-fuer-die-leadmaerkte-von-morgen,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>. [Zugriff: März 2008]
- Jokl, Stefan (2008): Bestandsinvestitionen verdrängen den Neubau. Online: <http://www.ifs-staedtebauinstitut.de/hi/hi2008/hi13-2008.pdf>. Zugriff: Dezember 2010.
- Kollmann, Karl (2000): Konsument und Konsumtechnik: ein Entfremdungsparadigma? Zum Verständnis von Technik in der Alltagswelt der privaten Haushalte. Vortrag Jubiläumskongreß der ÖGS (Österreichische Gesellschaft für Soziologie) "In welcher Gesellschaft leben wir?": Wien. Online: <http://www.univie.ac.at/OEGS-Kongress-2000/On-line-Publikation/kollmann.pdf>. [Zugriff März 2008]
- Kompetenzzentrum „Kostengünstig qualitätsbewusst Bauen“ im Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin (2007): Technologische Neuerungen beim Bauen und Wohnen. Online: [www.kompetenzzentrum-bauen.de](http://www.kompetenzzentrum-bauen.de). Zugriff Januar 2010.
- Krohn, Wolfgang (1992): Zum historischen Verständnis von Technik. In: Gerd Hurrle/Franz-Josef Jelich/Jürgen Seitz (1992) 27-34 [Zugriff April 2008]



- KWH Preis UG o.J.: Neue Baustoffe helfen Heizkosten zu sparen: Ulm. Online: <http://www.kwh-preis.de/service/gas-sparen/neue-baustoffe-helfen-heizkosten-sparen>. Zugriff: 06.2011
- Lichtblick (o.J.): SchwarmStrom – Intelligente Energie für die Energiewende. Lichtblick: Hamburg. Online: [http://www.lichtblick.de/h/schwarmstrom\\_288.php](http://www.lichtblick.de/h/schwarmstrom_288.php). Zugriff: Januar 2010.
- Living Tomorrow: (o.J.): Senior flat. Online  
[http://livtom.webfarm.hostbasket.com/upload/uk/Seniorflat\\_EN.pdf](http://livtom.webfarm.hostbasket.com/upload/uk/Seniorflat_EN.pdf) [Zugriff März 2009].
- Lucke, Doris (1998): Riskante Annahmen – Angenommene Risiken. Eine Einführung in die Akzeptanzforschung, in: Lucke, Doris / Hasse, Michael (Hg.): Annahme verweigert. Beiträge zur soziologischen Akzeptanzforschung, Leske + Budrich: Opladen
- Muenchenarchitektur (o.J.): Das Haus der Gegenwart wird abgerissen. Online:  
[http://www.muenchenarchitektur.com/module/artikel/article\\_print.php4?aID=14429](http://www.muenchenarchitektur.com/module/artikel/article_print.php4?aID=14429) [Zugriff Mai 2011]
- muenchenarchitektur.com, 2010: Ergebnisse des Holzbaupreises 2010. Online:  
[http://www.muenchenarchitektur.com/index.php4?sessionid=63fbd1cf757d61c91e633&lang=1&p\\_id=22&aACTION=aARTICLE&aID=13833](http://www.muenchenarchitektur.com/index.php4?sessionid=63fbd1cf757d61c91e633&lang=1&p_id=22&aACTION=aARTICLE&aID=13833) [Zugriff Juni 2011]
- Nabe, Dr. Christian et. al. (2009a): Ökonomische und technische Aspekte eines flächendeckenden Rollouts intelligenter Zähler. Studie im Auftrag der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen.
- Nabe, Dr. Christian et. al. (2009b): Einführung von lastvariablen und zeitvariablen Zählern. Studie im Auftrag der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen.
- Norbey, Marcel (2006): Informationsdesign in der Technikkommunikation. Marcel Nobrey: Ilmenau. Online: [http://www.tu-ilmenau.de/fakmn/uploads/media/FS\\_WS0607\\_V3.pdf](http://www.tu-ilmenau.de/fakmn/uploads/media/FS_WS0607_V3.pdf). [Zugriff: März 2008]
- Online Zeitung 2011: Online: <http://online-zeitung.de/2011/05/24/so-wird-in-deutschland-geheizt/>. Zugriff: März 2011.
- Ortwin Renn: Technikakzeptanz: Lehren und Rückschlüsse der Akzeptanzforschung für die Bewältigung des technischen Wandels: <http://www.itas.fzk.de/tatup/053/renn05a.htm>, Universität Stuttgart, 2005
- Paderborn überzeugt (2008): Paderborner „SmartHome“ ist nun für Neugierige zu besichtigen. Online: [http://paderborn-ueberzeugt.de/v2.0/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1152&Itemid=2](http://paderborn-ueberzeugt.de/v2.0/index.php?option=com_content&task=view&id=1152&Itemid=2) [Zugriff Mai 2011]
- Petermann, Thomas; Scherz, Constanze (2005): TA und (Technik-)Akzeptanz (-forschung). Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB): Berlin. Online: <http://www.itas.fzk.de/tatup/053/pesc05a.htm> [Zugriff: März 2008]
- Renn, Ortwin; Zwick, Michael M. (1997): Risiko- und Technikakzeptanz. Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages: Bonn.
- REW (2011): Die Energiesteuerung für zu Hause. Online: [http://www.rwe-smarhome.de/web/cms/de/448330/smarhome/?channel=sem&adgroup=Brand&kw=rwe\\_smarhome](http://www.rwe-smarhome.de/web/cms/de/448330/smarhome/?channel=sem&adgroup=Brand&kw=rwe_smarhome). Zugriff Mai 2011.
- Riedel GmbH / Fachhochschule Potsdam (2011): Home Energy Manager RIECONTOUCH. Online: <http://www.consuming-energy.org/activities/home-energy-manager-riecontouch>. Zugriff Mai 2011.
- Riedel, Manfred; Schmidt, Steffen (2011): Energie lässt sich managen. Vortrag auf den Berliner Energietagen. Online: [http://www.berliner-energiesymposium.de/fileadmin/Redaktion/Berliner%20Energietage/2011/Vortraege/5.05\\_Riedel\\_Schmidt.pdf](http://www.berliner-energiesymposium.de/fileadmin/Redaktion/Berliner%20Energietage/2011/Vortraege/5.05_Riedel_Schmidt.pdf). Zugriff: Mai 2011.
- Rippenberger, Bénédicte (2004): Technikgenerationen, ein überzeugendes Generationenkonzept? Rippenberger Bénédicte: Berlin. Online: <http://www.ripperger.petainfo.de/Technikgenerationen2004.pdf>. [Zugriff März 2008] (s.a. Sackmann 1994)
- Scharp, Michael (2007): powerado-Materialien für die Primarstufe – Weiterführende Materialien für Lehrkräfte. IZT: Berlin.
- Scharp, Michael (2010a): BewareE – Energiedienstleistungen für Haushalte. Berlin: IZT.
- Scharp, Michael (2010b): BewareE – Energiedienstleistungen für Mieter und Wohnungswirtschaft. Berlin: IZT.

- Scharp, Michael; Degel, Melanie (2011): Photovoltaik FAQ. Online: [www.izt.de/moodle](http://www.izt.de/moodle) - Online-Kurs PV-FAQ. Zugriff April 2011.
- Scherer, Klaus (2009): Smart Building – Optimierung von Betriebs- und Anwendungsprozessen durch Integration von IT und Domotik. In: Information und Management und Consulting 24 (2009) 3.
- Schlagman (o.J.): Besser bauen. Online: <http://www.schlagmann.de/besserbauen/index.html>. Zugriff Januar 2008.
- Schmidt-Pleschka, Ralf; Milles, Uwe (2006): Energiesparen bei der Kälteerzeugung. BINE Informationsdienst basis Energie 20. FIZ Karlsruhe GmbH: Eggenstein-Leopoldshafen. Online: [http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Basis\\_Energie/Basis\\_Energie\\_Nr.\\_20/basis20internetx.pdf](http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Basis_Energie/Basis_Energie_Nr._20/basis20internetx.pdf) [Zugriff: 22.11.10].
- Schnabel, Reinhold (o.J.): Zukunft der Pflege. Initiative Soziale Marktwirtschaft: Köln.
- Schöppner, Klaus-Peter (o.J.): Wie flexibel sind die Deutschen. Symposion Publishing GmbH: Düsseldorf. Online: <http://www.flexible-unternehmen.de/kv0102.htm>. [Zugriff: März 2008]
- Schrader-Stiftung (o.J.): Prognose der Wohnraumnachfrage bis 2030 in Ost und West. Online: [http://www.schrader-stiftung.de/wohn\\_wandel/851.php](http://www.schrader-stiftung.de/wohn_wandel/851.php). Zugriff Mai 2011.
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2008): Technik als Gegenstand der Soziologie. The Technical University Technology Studies Working Papers. TUTS-WP-3-2008: Berlin. Online: [http://www2.tu-berlin.de/~soziologie/Tuts/Wp/TUTS\\_WP\\_3\\_2008.pdf](http://www2.tu-berlin.de/~soziologie/Tuts/Wp/TUTS_WP_3_2008.pdf). [Zugriff: März 2008]
- Scinexx (2005): Wie lebt es sich in einem intelligenten Haus? Online: <http://www.scinexx.de/dossier-detail-209-8.html> [Zugriff März 2009]
- solaranlagen-photovoltaik.net o.J.: Photovoltaik-Anschaffungskosten. Online: <http://www.solaranlagen-photovoltaik.net/photovoltaik/anschaffungskosten/>. Zugriff Mai 2011.
- Solarenergie für Deutschland o.J.: Zahlen der deutschen Solarbranche 2010. Online: <http://www.solarbusiness.de/fakten/solartechnik-in-kuerze/zahlen/>. Zugriff Mai 2010.
- Solarserver (o.J.): Solarzelle. Tübingen: Heindl GmbH. Online: <http://www.solarserver.de/lexikon/solarzelle.html>. Zugriff März 2011.
- Sonnenenergie 2011: Erneuerbarer Strom wird immer günstiger. 3-2011 Mai Juni; Jörg Sutter, S.20-21.
- Statistisches Bundesamt (2007): Datenreport 2006 – Zahlen und Fakten über die Bundesrepublik –Auszug aus Teil II. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung. Online: <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/Datenreport/Downloads/CWohnverhaltWohnkosten.property=file.pdf>
- Statistisches Bundesamt (2009): Pressemitteilung Nr.464 vom 03.12.2009, 73% der privaten Haushalte haben einen Internetzugang: Bonn. Online: [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/12/PD09\\_464\\_IKT.templateId=renderPrint.psml](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/12/PD09_464_IKT.templateId=renderPrint.psml). Zugriff: 05.2011
- Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2006): Bevölkerung Deutschlands bis 2050. 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden
- Statistisches Bundesamt 2002: Fachserie 5, R.I., Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt 2003: Fachserie 5, R.I., Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt 2004: Fachserie 5, R.I., Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt 2005: Fachserie 5, R.I., Wiesbaden.
- Strambu, Sabina (2006): Living Tomorrow? Der Prototyp für zukünftiges Wohnen und Arbeiten. Online: <http://www.bauen.de/um-ausbau-infocenter/wohnen-einrichten/single/artikel/living-tomorrow-der-prototyp.html> [Zugriff Februar 2009]
- supress o.J.: Höherer Jahresnutzungsgrad durch Brennwertechnik. Online: <http://www.immobiliien-konkret.de/news/20333>. Zugriff: März 2011.
- TAB Büro für Technikfolgen-Abschätzung (1994): Zusammenfassung des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 2 "Technikakzeptanz und Kontroversen über Technik" - Ist die (deutsche) Öffentlichkeit 'technikfeindlich'?: <http://www.tab.fzk.de/de/projekt/zusammenfassung/ab24.htm1994>



- TAB Büro für Technikfolgen-Abschätzung (2002): Zusammenfassung des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 83 - Positive Veränderung des Meinungsklimas – konstante Einstellungsmuster . Büro für Technikfolgen-abschätzung beim Deutschen Bundestag: Berlin. Online: <http://www.tab.fzk.de/de/projekt/zusammenfassung/ab83.htm>. [Zugriff: März 2008]
- themen-pool 2008:Niedertemperaturtechnik. Online: <http://www.themen-pool.de/haus/heizung/niedertemperaturtechnik.html>. Zugriff: Februar 2010.
- Traxler, Tanja 2010: Ein Fenster in der Zukunft des Wohnens. derSTANDARD.at GmbH, Printausgabe, 10.03.2010: Wien. Online: <http://derstandard.at/1267743635299/Bauforschung-Ein-Fenster-in-die-Zukunft-des-Wohnens>. Zugriff: 06.2011
- Trommsdorff, Volker (2008): Theoriegrundlagen. Lehrstuhl Marketing I: Berlin. Online: [http://www.marketing-trommsdorff.de/charts/innoneu/05\\_%20VL\\_%20Inno%20Theoriegrundlagen.pdf](http://www.marketing-trommsdorff.de/charts/innoneu/05_%20VL_%20Inno%20Theoriegrundlagen.pdf). [Zugriff: März 2008]
- UVS 2006: Markt für Solaranlagen. Online: [http://www.pvaustria.at/upload/114\\_Deutschland\\_Markt%202005\\_Feb-2006.pdf](http://www.pvaustria.at/upload/114_Deutschland_Markt%202005_Feb-2006.pdf) . Zugriff März 2011.
- VACU-ISOTEC KG 2009: Dämmstoff der Zukunft: Radeberg. Online: <http://www.dämmstoff-der-zukunft.de/>. Zugriff: 06.2011
- Vaillant (2010) Das Brennstoffzellen-Heizgerät (BZH) von Vaillant - Die Zukunft der Heiztechnik. Online: <http://www.vaillant.de/brennstoffzelle>. Zugriff: Dezember 2010.
- VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (2007): VDE-Studie: IT-Panel 2007. VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.: Frankfurt am Main.
- Viessmann 2011: Pyromat DYN. Online: [http://www.viessmann.de/de/ein-zweifamilienhaus/produkte/Holzheizsysteme/Pyromat\\_DYN.html](http://www.viessmann.de/de/ein-zweifamilienhaus/produkte/Holzheizsysteme/Pyromat_DYN.html). Zugriff: März 2011.
- Viessmann o.J.: Öl-Brennwerttechnik. Online: <http://www.viessmann.de/de/Presse/tages-publikumspresse/oel-brennwerttechnik.html>. Zugriff: März 2011.
- Waltersbacher, M. (2003): Wohnungsmärkte und demographischer Wandel, unveröffentlichtes Manuskript, Bonn
- Weymann, Ansgar (1999): Bis in den Alltag hinein. Wie der technische Fortschritt die Welt verändert. Ansgar Weymann: Bremen. Online: <http://www.forschung-und-lehre.de/archiv/03-99/weymann.htm> [Zugriff: März 2008]
- Wölk, Michaela (2011): Smart Homes – Das Leben in der Zukunft. IZT: Berlin.

## 12 Weitere Literatur zum „intelligenten Wohnen“

- 3sat.de (2001): Wohnen im intelligenten Haus – Wie sinnvoll ist die Vernetzung von Haushaltsgeräten. Online: <http://www.3sat.de/3sat.php?http://www.3sat.de/nano/astuecke/17543/index.html> [Zugriff März 2009]
- Benning, Maria (2000): Die Zukunft des Wohnens. Online: <http://www.heise.de/ct/00/15/132/> [Zugriff April 2011]
- BFE (2008): Neuste Entwicklungen im Bereich intelligentes Wohnen und des damit verbundenen Stromverbrauchs. Online: [http://www.intelligenteswohnen.eu/data/1221505279SB08-Encontrol-Entwicklung\\_Home\\_Automation\\_v04a.pdf](http://www.intelligenteswohnen.eu/data/1221505279SB08-Encontrol-Entwicklung_Home_Automation_v04a.pdf) [Zugriff Mai 2011]
- Eurescom (o.J.): Living in Futurelife. Online: [http://www.eurescom.de/message/messagemar2003/Living\\_in\\_Futurelife.asp](http://www.eurescom.de/message/messagemar2003/Living_in_Futurelife.asp) [Zugriff März 2009]
- Funkschau 20/2008: Intelligentes Wohnen. Online: [http://www.funkschau.de/fileadmin/media/heftarchiv/articles/Jahrgang\\_2008/20\\_2008/fs\\_0820\\_s18-s19\\_kom-technik.pdf](http://www.funkschau.de/fileadmin/media/heftarchiv/articles/Jahrgang_2008/20_2008/fs_0820_s18-s19_kom-technik.pdf) [Zugriff Mai 2011]
- Futurelife (2001): Die Familie Steiner lebt seit einem Jahr in der Zukunft. Online: [http://www.futurelife.ch/home/news/news\\_aktuell/news\\_aktuell\\_2001/news\\_aktuell\\_medienmitteilung.htm](http://www.futurelife.ch/home/news/news_aktuell/news_aktuell_2001/news_aktuell_medienmitteilung.htm) [Zugriff Mai 2011]

Futurelife (o.J.): Projekt – Die Bewohner. Online:

[http://www.futurelife.ch/home/projekt/projekt\\_bewohner.htm](http://www.futurelife.ch/home/projekt/projekt_bewohner.htm) [Juni 2011]

Haus-Automatisierung (o.J.): Haus der Gegenwart. Online: <http://www.haus-automatisierung-der-gegenwart.de/de/home.htm> [Zugriff Mai 2011]

Notizen = To do 3sat online (2005): Neues „Haus der Gegenwart“ bietet Wohnkomfort. Online:

<http://www.3sat.de/3sat.php?http://www.3sat.de/nano/cstuecke/78664/index.html> [Zugriff März 2009]

Silicon.de (2003): Neu von IBM: Das Haus der Zukunft. Online:

<http://www.silicon.de/mobile/tkomm/0,39039016,39166917,00/neu+von+ibm+das+haus+der+zukunft.htm> [Zugriff März 2009]

SmartHome Paderborn (2006.). SmartHome Paderborn feiert Richtfest. Online:

[http://www.smarthomepaderborn.de/uploads/\\_dokumente/2006-11-08-Richtfest.pdf](http://www.smarthomepaderborn.de/uploads/_dokumente/2006-11-08-Richtfest.pdf) [Zugriff Juni 2011]

The Independent (2009). Living Tomorrow: Inside the house of the future. Online:

<http://www.independent.co.uk/incoming/living-tomorrow-inside-the-house-of-the-future-1544747.html> [Zugriff März 2009]

tw (2008): Gebäude mit Köpfchen. Online: [http://www.inhaus-gmbh.de/uploads/media/1332\\_Geb](http://www.inhaus-gmbh.de/uploads/media/1332_Geb)

[%E4ude\\_mit\\_K\\_%F6pfchen.pdf](http://www.inhaus-gmbh.de/uploads/media/1332_Geb%E4ude_mit_K_%F6pfchen.pdf) [Zugriff März 2009]

Wikipedia (2011): Haus der Gegenwart. Online: [http://de.wikipedia.org/wiki/Haus\\_der\\_Gegenwart](http://de.wikipedia.org/wiki/Haus_der_Gegenwart) [Zugriff Mai 2011].