

Abschlussbericht

Projekt

Bewertung der Energieversorgung mit leitungsgebundenen gasförmigen Brennstoffen im Vergleich zu anderen Energieträgern (Teil I)

AP4: Nachfragestruktur, Bedarfs- und Bestandsanalyse

G 5/04/09-TP1-C

Ein Projekt der DVGW Innovationsoffensive Gastechnologien

gefördert durch:	DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. Josef-Wirmer-Str. 1-3 53123 Bonn
ausgeführt durch:	DBI – Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg Halsbrücker Straße 34 D-09599 Freiberg
Projektbearbeitung:	Dr. Hartmut Krause Dipl.-Ing. Frank Erler
Projektlaufzeit:	01.12.2009 - 30.04.2010
Berichtszeitraum:	01.12.2009 – 31.12.2010

Freiberg, 13.01.2011

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	5
1 Einleitung und Aufgabenstellung.....	6
2 Grundlagen und strategischer Ansatz der Untersuchung	8
3 Analyse Wohnungsbestand und zu erwartende Trends im Wohnungsneubau	9
3.1 Klassifizierung des Wohnungsbestandes	9
3.2 Verteilung des Wohnungsbestandes nach Alterklassen	11
3.3 Bevölkerungsstruktur und demografische Entwicklung.....	14
3.4 Zu erwartende Trends im Wohnungsbau.....	16
4 Analyse des Energiebedarfs.....	19
4.1 Heizwärmebedarf im Wohnungsbestand und Neubau.....	19
4.2 Warmwasserbedarf.....	21
4.3 Elektroenergiebedarf	22
4.4 Bereitstellung von Lastkurven für die Ermittlung von Primärenergie- und Gesamtnutzungsgraden	24
4.5 Entwicklungstrends	25
5 Analyse des Bestands an Heizungssystemen	29
5.1 Verteilung der eingesetzten Energieträger im Bestand und Neubau	29
5.2 Verteilung der Gerätesysteme	29
5.3 Gesetzliche Regelungen.....	32
5.4 Erneuerungstrends	33
6 Fazit	34
Literaturverzeichnis	36
Anlage 1: Parameter der Identifizierten Gebäudetypen für die Modellierung.	37

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Häufigkeit von Gebäudetypen unterschiedlichen Baujahres, Stand 2006 [3].....	12
Abbildung 2:	Verteilung der Wohnfläche von Gebäuden im Bestand nach Baualtersklassen.....	13
Abbildung 3:	Verteilung der Wohnfläche in unterschiedlichen Gebäudetypen im Bestand nach Baualtersklassen.....	13
Abbildung 4:	Verhältnis der Einfamilienhäuser zu Mehrfamilienhäuser	14
Abbildung 5:	Bevölkerungsentwicklung in Deutschland nach Altersgruppen ...	15
Abbildung 6:	Anzahl der Personen in privaten Haushalten	15
Abbildung 7:	Entwicklung der durchschnittlichen Wohnfläche je Wohneinheit im Bestand	16
Abbildung 8:	Durchschnittliche Wohnflächengröße unterteilt nach Baualtersklassen über alle Gebäudetypen.....	17
Abbildung 9:	Nettozugang und Erneuerungsraten von Wohnflächen	17
Abbildung 10:	Verteilung des Gesamtenergieverbrauchs privater Haushalte im Jahr 2002 [5]	19
Abbildung 11:	Heizwärmebedarf von Einfamilienhäusern unterschiedlicher Baujahre.....	20
Abbildung 12:	Heizwärmebedarf von Mehrfamilienhäusern unterschiedlichen Baujahres	20
Abbildung 13:	Entwicklung des Wärmebedarfs in privaten Haushalten in Deutschland	21
Abbildung 14:	Durch verschiedene Warmwassererzeugungssysteme versorgte Personen in Mio.	22
Abbildung 15:	Elektroenergieverbrauch unterteilt nach Anwendungsbereichen.....	23
Abbildung 16:	Lastprofil gemäß VDI 4655 für einen Winter-Wochentag in einem Einfamilienhaus	25
Abbildung 17:	Endenergieverbrauch nach Energieträgern bis 2030	26
Abbildung 18:	Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen bis 2030	26
Abbildung 19:	Standby-Verluste von IuK-Geräten [15]	28
Abbildung 20:	Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern [4]	29
Abbildung 21:	Aktueller Bestand an Heizgeräten in Deutschland [12]	30
Abbildung 22:	Gerätebestand zentraler Wärmeerzeuger in Deutschland 2008 in Mio. Stück [16].....	31

Abbildung 23: Marktentwicklung Wärmeerzeuger 1999 – 2009 in Deutschland [16]	31
Abbildung 24: Absatzzahlen Wärmeerzeuger gesamt [15]	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Baualtersklassen von Gebäuden [1]	9
Tabelle 2:	Gebäudetypen nach [2].....	11
Tabelle 3:	Jahres-Haushaltsstrombedarf von EFH und MFH [10].....	23
Tabelle 4:	Zulässige Abgasverluste von Öl- und Gasfeuerungsanlagen [12]	32

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die politischen Vorgaben zur Reduktion klimaschädigender Gase um 40 % bis 2020 bedeuten, dass die Energiebereitstellung von fossilen Kraftwerken hin zu regenerativen Energiequellen umgestellt werden muss. Hierbei sollen 25 - 30 % des Strombedarfs und 14 % des Wärmebedarfs regenerativ zur Verfügung gestellt werden. Um kurz und mittelfristig einen Übergang von der fossilen auf eine regenerative Energiewirtschaft zu erreichen müssen vorhandene Assets und deren Möglichkeiten in diese Szenarien aufgenommen werden. Gasförmige Energieträger haben weltweit, insbesondere in Deutschland eine mehr als 150 jährige Entwicklungsgeschichte. Sie verfügen über eine hervorragend ausgebaute moderne Infrastruktur aus Transport- und Verteilnetzen sowie sehr großen Speicherkapazitäten. Innerhalb dieser Strukturen wurde Wasserstoff im Stadtgas und wird Methan im Erdgas als Energieträger transportiert und verwendet. Ziel eines langfristig, politisch gewollten Ausstiegs aus der fossilen Energiewirtschaft muss es aufbauend auf diesem Potenzial somit sein, die Integration regenerativer Energieträger (Biomethan und Windwasserstoff) voranzutreiben und die Effizienz der verwendeten Energieträger deutlich zu steigern.

Mit dem vorliegenden Projekt sollen unvoreingenommen die Effizienz der Nutzungsketten verschiedener Energieträger und deren Auswirkung auf den Klimawandel durch Treibhausgase untersucht werden. Auf der Basis der Ergebnisse sollten politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsträgern sowie der Öffentlichkeit Handlungsempfehlungen für eine schnellstmögliche effiziente Reduzierung von CO₂-Emissionen durch Substitution fossiler Energieträger durch regenerative Energieträger erarbeitet werden.

Im ersten vorliegenden Teil dieser Analyse wurden zunächst die zentralen und dezentralen Energieversorgungsketten nach den Gesichtspunkten Primärenergieeffizienz und Klimawirksamkeit beurteilt und verglichen. Ziel des Vergleichs ist eine Priorisierung der verfügbaren Technologien zur Erstellung von ökologisch und wirtschaftlich vertretbaren Ausstiegsszenarien. Um die Systeme vergleichend bewerten zu können, müssen Brennstoffnutzungsgrade und die daraus resultierenden Primärenergiebedarfe und fossile CO₂-Emissionen berechnet werden.

Dazu wurde das Projekt in drei Teilstudien unterteilt. Die zentralen Energieversorgungsketten werden durch den Partner DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut Karlsruhe (EBI) bearbeitet. Daran schließt sich die Analyse der dezentralen Energieversorgungstechnologien an, welche durch das Gaswärme-Institut e.V. Essen (GWI) bearbeitet wurde. Um den Vergleich der Technologien durchführen sowie die Effizienz ihres Einsatzes beurteilen zu können, ist der Einsatzort der Energie bzw. Technologie und seine Randbedingungen von wesentlicher Bedeutung. Deshalb wurde innerhalb des Projektes im AP 4 die Entwicklung des Energiebedarfes und dessen Struktur in der häuslichen Energieversorgung durch die DBI-Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg untersucht. Dazu wurden der Hausbestand in Ein-, Mehrfamilien- und Hochhäuser unterschiedlicher Alterstrukturen unterteilt und deren Energieverbrauch identifiziert. Es wurde abgeschätzt wie sich das Nachfrageverhalten aufgrund gesetzlicher, gesellschaftlicher und technologischer Randbedingungen verändern wird.

Das Ergebnis der Analyse fließt in die Bestimmung der Primärenergienutzungsgrade der zentralen und dezentralen Energieversorgungsketten in Bezug auf zu versorgende Objekt ein.

Ziel der gesamten Studie ist die Erarbeitung einer Analyse für die leitungsgebundene Gasversorgung und der darauf basierenden Energiebereitstellung (Strom, Wärme, Kälte) im Vergleich zu anderen Energieträgern und zu bestehenden Versorgungsinfrastrukturen. Hierbei soll insbesondere geklärt werden wie die dezentrale Erzeugung von Strom und Wärme aus gasförmigen Brennstoffen ausgebaut und in die bestehende bzw. in die zukünftige Versorgungs- und Nachfragestruktur implementiert werden kann. Als Bewertungskriterien werden u. a. Energieeffizienz, Versorgungssicherheit sowie ökologische (z. B. spezifische CO₂-Emissionen) Aspekte berücksichtigt.

2 Grundlagen und strategischer Ansatz der Untersuchung

Schwerpunkt der Arbeiten im AP 4 war die Analyse des Wohnungsbestandes sowohl im gegenwärtigen Zustand als auch eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung. Dazu wurden verschiedene Studien auf diesem Gebiet recherchiert und nach ihrer Verwertbarkeit zur Ermittlung des Energiebedarfes beurteilt. Aus der Vielzahl der Studien wurde diejenige gewählt, die die detailliertesten Daten für weitere Berechnungen zur Verfügung stellt.

Im Strategischen Ansatz wurden die verfügbaren Wohnungsdaten zunächst nach Altersstruktur kategorisiert, um daraus auch einen Trend für die zukünftige Entwicklung abzuleiten. Die Alterskategorisierung orientiert sich dabei an bestimmte Entwicklungen auf dem Wohnungsmarkt die besondere Impulse für den Wohnungsbau geliefert haben bzw. die den Energiestandard der Wohnungen wesentlich beeinflusst haben. Dazu gehören:

- der Neubau und die Rekonstruktion von Wohnungen nach den Weltkriegen,
- die veränderliche Wohnungsbauförderung der Bundesregierung
- die Vorgabe von steigenden Energiestandards im ausgehenden 20. Jahrhundert bis zur Gegenwart.

Neben der Entwicklung des Wohnungsbestandes ergeben sich wesentliche Einflussgrößen auf den Energieverbrauch auch aus der demografischen Entwicklung in Deutschland sowie die Belegung der Wohnungen.

Aus den Daten wurde eine Übersicht zum Energiestandard des Wohnungsbestandes ermittelt. Das heißt der Wärmebedarf für Heizzwecke wurde bezogen auf die Alterskategorie und die demografische Entwicklung analysiert. Neben dem Heizwärmebedarf wurden ebenfalls der Energiebedarf für Warmwasser sowie andere Nutzungsarten ermittelt. Schwerpunkt dieser Untersuchung war die Bestimmung der Verteilung zwischen Wärme- und Elektroenergiebedarf in privaten Haushalten.

Im dritten Teil der Studie wurde die Nutzenergieerzeugung, insbesondere für die Erzeugung von Wärme für Heizzwecke und die Warmwasserbereitung analysiert. Schwerpunkt war die Ermittlung der Verteilung der Energieträger, die Art des Heizungssystems sowie die Nutzungsgrade der eingesetzten Technologien.

Für jede der drei Untersuchungsstränge werden Entwicklungstrends abgeleitet die sich zunächst an den Trends der zurückliegenden Veränderungen orientieren. Derzeit nicht einbezogen in die Trendermittlung wurden jüngste politische Absichtserklärungen und Vorhaben. Stattdessen wurde die Effizienz der gesetzlich umgesetzten politischen Vorgaben soweit aus den Daten ableitbar beurteilt.

3 Analyse Wohnungsbestand und zu erwartende Trends im Wohnungsneubau

3.1 Klassifizierung des Wohnungsbestandes

Der Heizwärmebedarf eines Gebäudes wird maßgeblich durch die Bauart und die Nutzung bestimmt. Das betrifft sowohl den Absolutwert, als auch den Tagesgang des Bedarfs.

Der Bestand an Wohngebäuden in Deutschland betrug gemäß [1] im Jahr 2006:

- 32,4 Mio. Wohnungen,
- 9,2 Mio. Einfamilien-,
- 3,8 Mio. Zweifamilien- und
- 2,7 Mio. Mehrfamilienhäuser.

Der Wohngebäudebestand unterliegt in Deutschland keiner Normung, kann aber in 10 Baualtersklassen (AK) mit ähnlichen Wärmeverbrauchswerten unterteilt werden. Die Baualtersklasseneinteilung des Gebäudebestandes mit den Besonderheiten der jeweiligen Periode ist in der Tabelle 1 abgebildet [1], [3]. Diese Klassifizierung wird von der Mehrzahl der den Wohnungsbau untersuchenden Institute genutzt bzw. es gibt nur geringe Abweichungen in den Altersgrenzen.

Die Einteilung orientiert sich insbesondere an der Bauweise der Wohnungen, den eingesetzten Materialien sowie bei den jüngeren Klassen an den vorgegebenen Energiestandards.

Tabelle 1: Baualtersklassen von Gebäuden [1]

Baualtersklasse	Periode	Baukonstruktive, soziale, politische und ökonomische Besonderheiten
AK A	vor 1918	vorindustrielle Bauweise mit handwerklich geprägten Konstruktionen; energieintensive Baustoffe selten verwendet
AK B	vor 1918	Industrie, insbesondere Eisenindustrie gewinnt beherrschende Stellung in dt. Volkswirtschaft; Stahl vorherrschendes Material weit gespannter Konstruktionen; Beginn des Eisenbetonbaus ab 1900; beginnende Normierung; rasche Verdichtung und Verstädterung (Gründerzeit)

Baualtersklasse	Periode	Baukonstruktive, soziale, politische und ökonomische Besonderheiten
AK C	1919 - 1948	<p>Kriegs- u. Nachkriegsjahre: Verwendung von Ersatzrohstoffen; „Goldene Zwanziger“ mit hohen Wachstumsraten, Investitionen u. Auslandsverschuldung;</p> <p>1929-1932: Weltwirtschaftskrise mit rückläufiger Produktion u. hoher Arbeitslosigkeit, Mangelwirtschaft mit Ersatzrohstoffen der Vorkriegs- u. Kriegsjahre, „Blut-und-Boden-Politik“; wachsende Kriegsindustrie: Autobahnbau, chem. Industrie, Fahrzeugbau u. Rüstung als gleichzeitige Arbeitsbeschaffungspolitik;</p> <p>1945-1949: Zeit der Not und Unsicherheit;</p>
AK D	1949 - 1957	<p>Nachkriegsjahre mit Materialmangel, Konstruktion + Bauweise ähnlich der Zwischenkriegsphase;</p> <p>1948: Housing Order Nr. 8 der Besatzungsmacht zur Beseitigung des Wohnungsmangels</p> <p>1951: DIN 18011 bautechnische Veränderung durch Stahlbetondecken;</p>
AK E	1958 - 1968	<p>Wiederaufbau mit Wirtschaftswunder und Vollbeschäftigung</p> <p>1957: DIN 4108 - Wärmeschutz im Hochbau - wird wirksam</p>
AK F	1969 - 1978	<p>DDR: Plattenbauweise (ab 1965); Fertigteilbauweise hält Einzug, neue Materialien aus der Chemieindustrie, vermehrt Ingenieur- und Verkehrsbauten;</p> <p>seit 1971 wieder mehr Umbau;</p> <p>1973: erste Ölkrise;</p> <p>1976: 1. Wärmeschutzverordnung (WSchVO) von der Bundesregierung verabschiedet (BRD)</p>
AK G	1979 - 1983	<p>BRD: 1. WSchVO wird wirksam;</p> <p>DDR: keine Wärmeschutzmaßnahmen, verstärkte Bau von großen MFH in Betonfertigteilbauweise</p>

Baualtersklasse	Periode	Baukonstruktive, soziale, politische und ökonomische Besonderheiten
AK H	1984 - 1994	BRD: 2. WSchVO wird wirksam; starke Konjunkturschwankungen; 1989: Wiedervereinigung DDR + BRD
AK I	1995 - 2001	3. WSchVO wird wirksam
AK J	2002 – 2006	2002: Energieeinsparverordnung (EnEV) tritt in Kraft

Neben der Einteilung in die Altersklassen wird spezifisch dazu eine Aufteilung in Gebäudetypen vorgenommen [2]. Dies ist von besonderer Bedeutung, da sich der Energieverbrauch für Heizzwecke auch durch das Umfeld der Wohneinheit definiert (s. Tabelle 2).












































Tabelle 2: Gebäudetypen nach [2]

Typ	Erläuterung
EFH	Einfamilienhaus oder Doppelhaus, einzeln stehend
RH	Reihenhaus, in Reihe stehende Häuser ab 3 Gebäuden
MFH	kleine Mehrfamilienhäuser bis 4 Etagen
GMH	große Mehrfamilienhäuser bis 8 Etagen
HH	Hochhäuser größer 8 Etagen
MFH NBL	Mehrfamilienhäuser Neue Bundesländer analog MFH
GMH NBL	Große Mehrfamilienhäuser Neue Bundesländer analog MFH
HH NBL	Hochhäuser Neue Bundesländer analog HH

3.2 Verteilung des Wohnungsbestandes nach Altersklassen

Die im Wohnungsbestand befindlichen Gebäudetypen können im Wesentlichen in die Altersklassen und in Gebäudetypen eingeteilt werden (s. Tabelle 1 und Tabelle 2). Im Rahmen einer 2006 durch das IWU durchgeführten Studie wurden sowohl die Flächenaufteilung auf die einzelnen Gebäudetypen als auch energetische

Effizienz der Gebäudetypen beurteilt. In der folgenden Übersicht ist zunächst die Verteilung der Wohnflächen bzw. Wohneinheiten auf die einzelnen Typen und Klassen dargestellt.

Deutsche Gebäudetypologie – Häufigkeit von Gebäudetypen unterschiedlichen Baualters												
	Baualtersklassen										Summe	Anteil
	vor 1918	vor 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2006		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
Gebäudetypen*	EFH											
	Wohnfläche in Tsd. m ²	81.503	148.776	168.937	174.251	235.409	223.135	112.631	236.441	255.280	103.208	1.739.571
	Anz. Wohneinh. in Tsd.	916	1.707	2.010	1.915	2.274	1.867	936	2.055	1.994	671	16.345
												52%
												42%
	RH											
	Wohnfläche in Tsd. m ²		14.543	31.450	21.993	35.996	61.478	24.503	32.951	33.366	11.675	267.955
	Anz. Wohneinh. in Tsd.		145	326	231	348	517	202	281	285	83	2.418
												8%
												6%
	MFH											
	Wohnfläche in Tsd. m ²	31.974	109.337	135.827	117.051	149.881	122.930	61.044	118.019	154.740	24.267	1.025.070
	Anz. Wohneinh. in Tsd.	462	1.501	2.034	1.912	2.210	1.677	821	1.712	2.240	296	14.865
												31%
												38%
	GMH											
	Wohnfläche in Tsd. m ²		31.549	10.160	38.936	47.501	46.124					174.270
	Anz. Wohneinh. in Tsd.		448	169	703	784	697					2.801
												5%
												7%
	HH											
	Wohnfläche in Tsd. m ²					12.617	12.988					25.605
	Anz. Wohneinh. in Tsd.					198	198					396
												1%
												1%
	MFH NBL											
	Wohnfläche in Tsd. m ²				14.324	24.418						38.742
	Anz. Wohneinh. in Tsd.				329	408						737
												1%
												2%
	GMH NBL											
	Wohnfläche in Tsd. m ²					22.976	19.899	17.977				60.852
	Anz. Wohneinh. in Tsd.					390	336	305				1.031
												2%
												3%
	HH NBL											
	Wohnfläche in Tsd. m ²					16.823	4.230					21.053
	Anz. Wohneinh. in Tsd.					310	67					377
												1%
												1%

* EFH ■ Einfamilienhaus, RH ■ Reihenhäuser, MFH ■ Mehrfamilienhaus, GMH ■ großes Mehrfamilienhaus, HH ■ Hochhaus, NBL ■ neue Bundesländer

Abbildung 1: Häufigkeit von Gebäudetypen unterschiedlichen Baujahres, Stand 2006 [3]

Aus der Abbildung 1 lässt sich ableiten, dass in Deutschland etwa 60 % der Wohnfläche in Ein- und Zweifamilienhäusern bzw. Reihenhäusern (EFH + RH) liegen. Darin sind hauptsächlich einzeln stehende Häuser und Doppelhäuser mit ca. 84% enthalten. Die restlichen 40 % der Wohnfläche verteilen sich auf Mehrfamilienhäusern unterschiedlicher Typen und Größen, wobei der Schwerpunkt auf kleineren Mehrfamilienhäusern liegt. Insgesamt spielen Hochhäuser mit ca. 2 % (5 % aller MFH) und große Mehrfamilienhäuser mit ca. 7 % (17 % der MFH) der Wohnfläche kaum eine Rolle. Für die weiteren Analysen werden deshalb zwei Gruppen der Gebäudetypen gebildet: Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser.

Analysiert man die den Gebäudebestand hinsichtlich der Altersklassen, die auch einen Rückschluss auf die Energieeffizienz liefern, so ergibt sich die in Abbildung 2 und Abbildung 3 dargestellte Verteilung. Fasst man die Gebäude zusammen, die in den vergangenen drei Dekaden nach einer der Wärmeschutzverordnungen gebaut wurden, wird klar das lediglich 34,8 % der Wohnfläche in diese Kategorie

fällt (ca. 2 % der GMH und HH in den neuen Bundesländer sind nicht nach WSchVO gebaut).

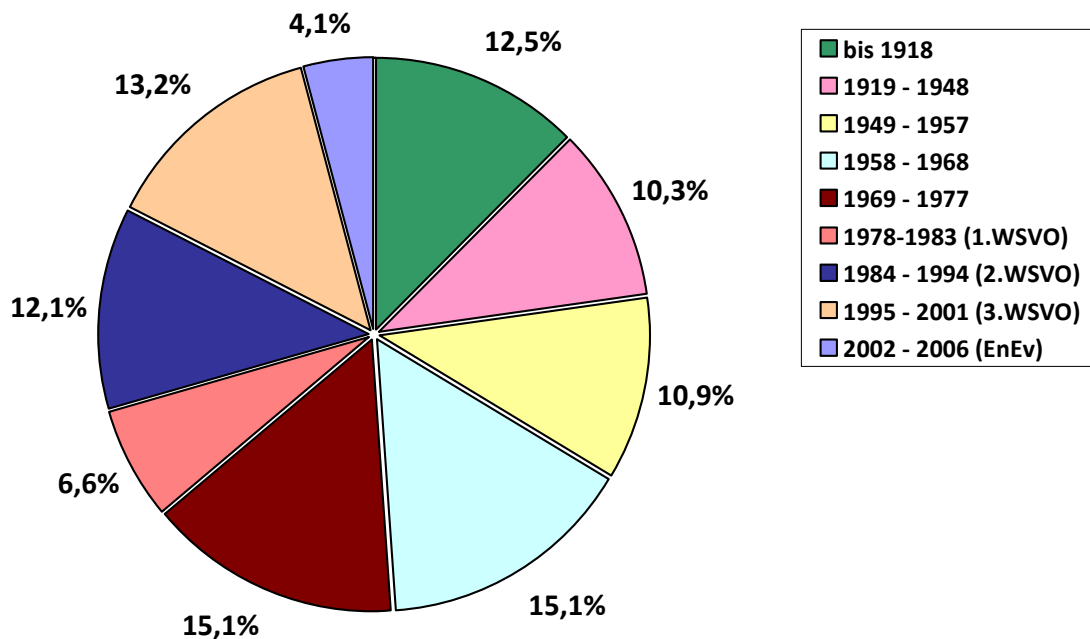


Abbildung 2: Verteilung der Wohnfläche von Gebäuden im Bestand nach Bauzeitklassen

Trennt man wie vorgeschlagen nach Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser so zeigt sich ein etwas differenzierter Trend (s. Abbildung 3). Bei EFH und RH sind ca. 40,4 % der Wohnfläche nach einer der Wärmeschutzverordnungen gebaut, bei den Mehrfamilienhäusern sind dies nur 26,6 %. Auf den Heizwärmebedarf wird insbesondere im Abschnitt 4.1 eingegangen.

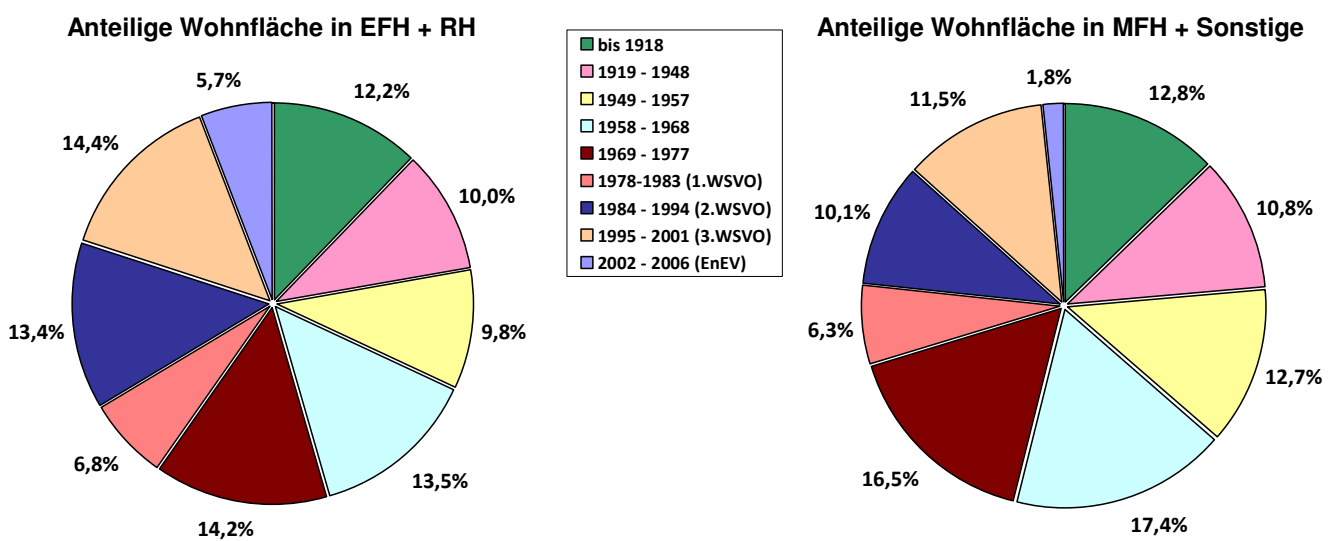


Abbildung 3: Verteilung der Wohnfläche in unterschiedlichen Gebäudetypen im Bestand nach Bauzeitklassen

Dennoch soll an dieser Stelle zusätzlich das Verhältnis von Einfamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern beleuchtet werden. Stellt man dieses Verhältnis in den Baualtersklassen dar (s.), wird ersichtlich, dass insbesondere während der Nachkriegsjahre vermehrt Mehrfamilienhäuser gebaut wurden, ihr Anteil aber 50% nicht erreicht. Beginnend mit den 89iger Jahren nimmt deren Anteil deutlich ab und beträgt in der letzten Altersgruppe J (2002 – 2006) weniger als 20 %.

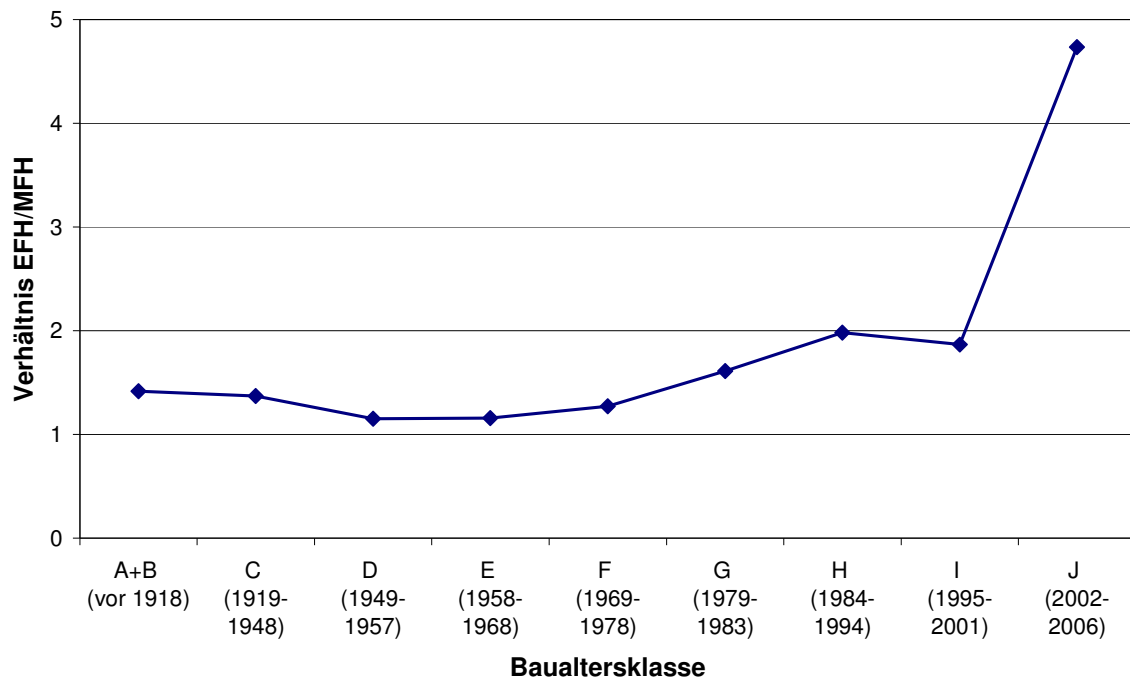


Abbildung 4: Verhältnis der Einfamilienhäuser zu Mehrfamilienhäuser

3.3 Bevölkerungsstruktur und demografische Entwicklung

Die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland ist von einem Rückgang geprägt. Die Abbildung 5 zeigt die Entwicklung seit dem Jahr 1995 und die Prognose bis zum Jahr 2030 [4]. Demnach ist ein Rückgang vom Jahr 2010 bis zum Jahr 2030 um 3,3 Mio. Einwohner (2,7 %) zu erwarten. Außerdem ist eine fortschreitende Alterung (Zunahme der Altersgruppe 65 Jahre und älter, Rückgang der jüngeren Altersgruppen) erkennbar. Dadurch kommen im Jahr 2010 noch 3,2 Personen der mittleren Altersklasse auf einen Senior, im Jahr 2030 werden es nur 2,2 Personen sein.

Seit 1900 hat sich zusätzlich ein Wandel in der Struktur der Privathaushalte vollzogen. Das betrifft insbesondere die Größe der Haushalte, die durch einen kontinuierlichen Rückgang der Personen je Haushalt gekennzeichnet ist. Außerdem tritt eine Zunahme von Einpersonenhaushalten auf. In der Abbildung 6 ist die Veränderung der Haushaltsgröße für den Zeitraum seit 1900 inklusive der der Prognose bis 2030 dargestellt [4], [5].

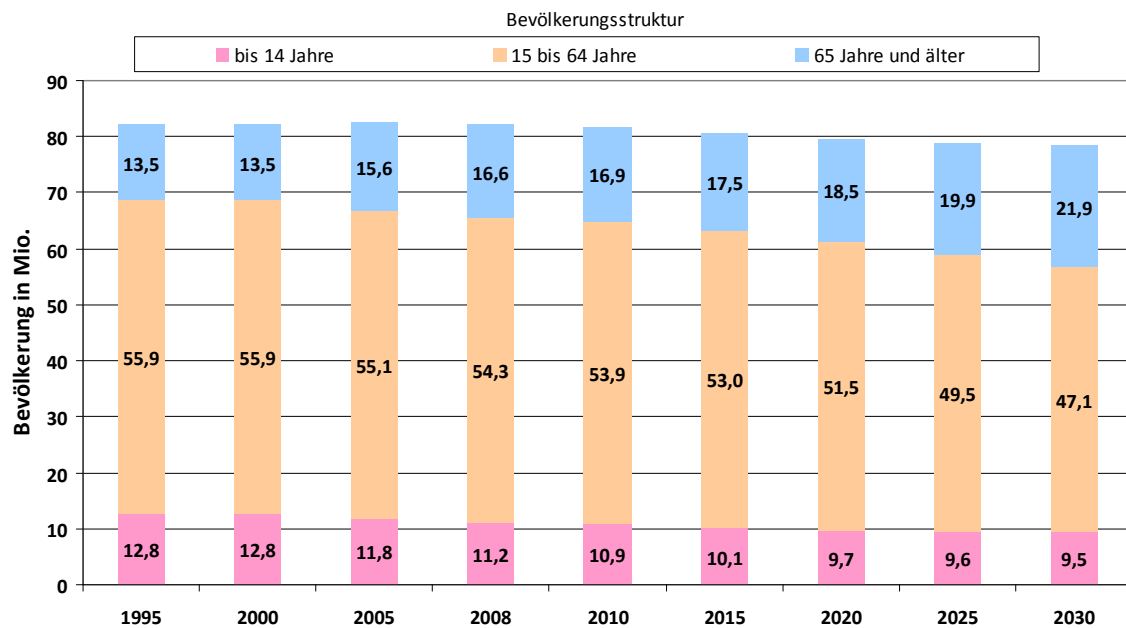


Abbildung 5: Bevölkerungsentwicklung in Deutschland nach Altersgruppen

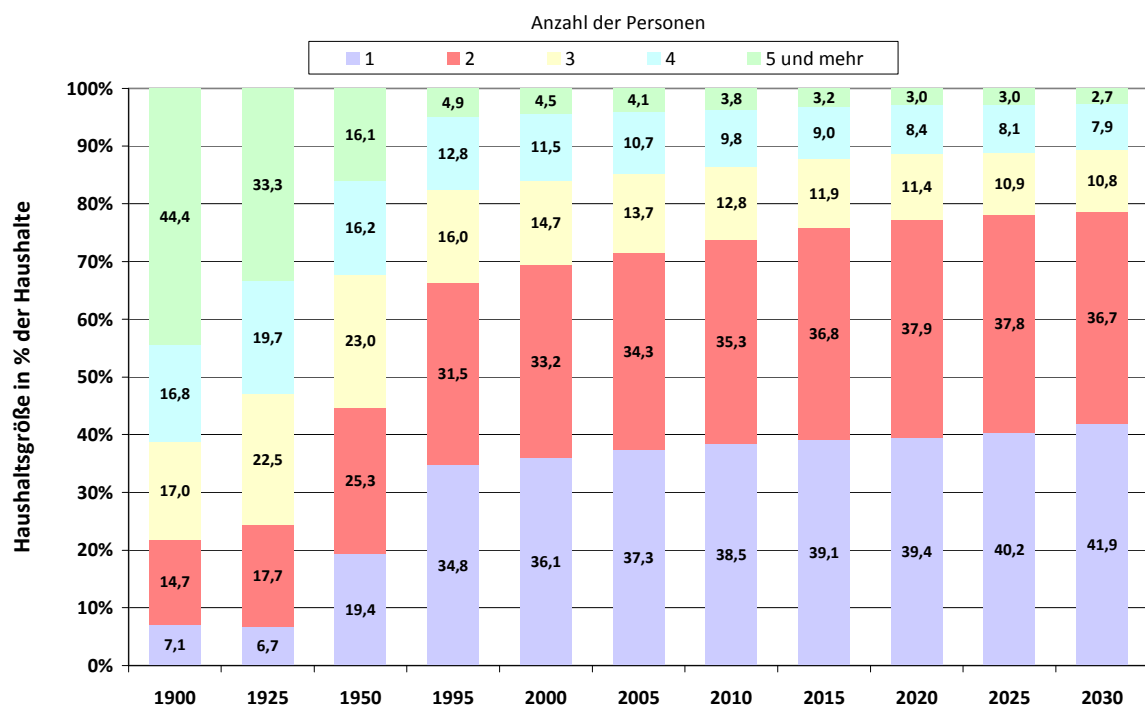


Abbildung 6: Anzahl der Personen in privaten Haushalten

3.4 Zu erwartende Trends im Wohnungsbau

Ein erster Trend im Wohnungsbau geht aus der Abbildung 4 hervor und besteht in der steigenden Wohnfläche des Gebäudetyps Einfamilienhaus in den jüngeren Baualtersklassen.

Ein weiterer Trend besteht in der Entwicklung der durchschnittlichen Wohnfläche je Wohneinheit (s. Abbildung 7). Auch hier wurde die Unterteilung in die Gruppen Einfamilienhaus (EFH + RH) und Mehrfamilienhäuser (MFH + GMH + HH) vorgenommen. Für die Gruppe Einfamilienhaus ist zunächst in den 70iger Jahren ein Sprung zu erkennen. Mit der Jahrtausendwende tritt aber ein kontinuierlicher Anstieg ein. Dagegen hat sich die durchschnittliche Wohnfläche je Wohneinheit in MFH im betrachteten Zeitraum, abgesehen von geringen Schwankungen, nur unwesentlich verändert [3].

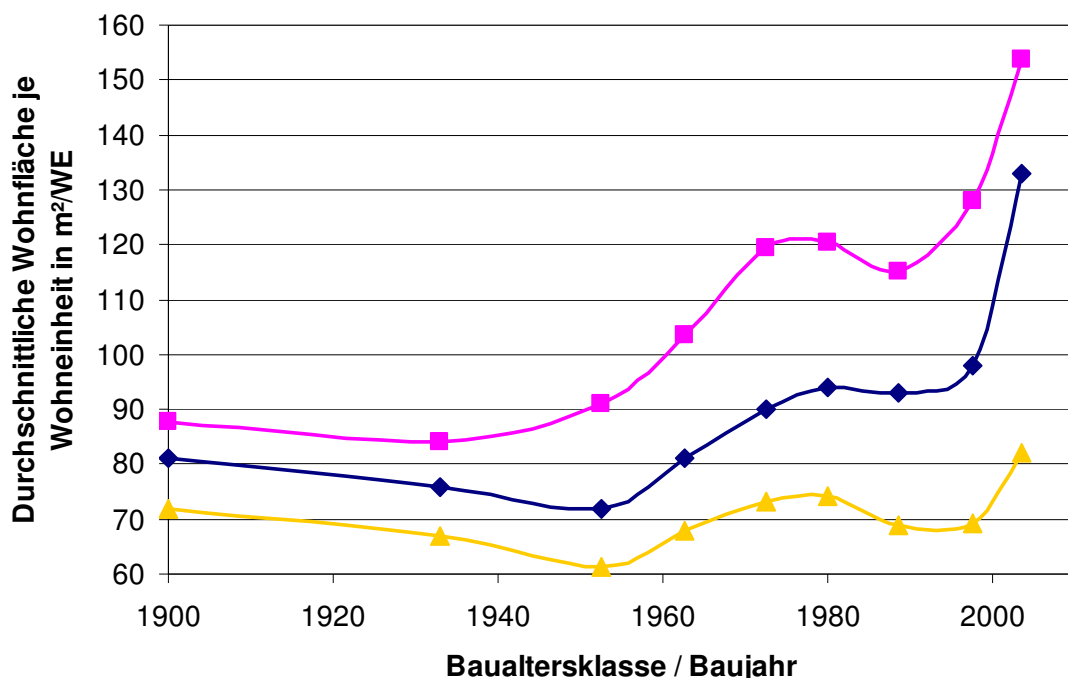


Abbildung 7: Entwicklung der durchschnittlichen Wohnfläche je Wohneinheit im Bestand

Für den gesamten Gebäudebestand ergibt sich aber dennoch ein deutlich steigender Trend, da die Gebäudeklasse EFH dominiert. Die durchschnittliche Wohnflächengröße auf die Verteilung der Wohneinheiten ist in Abbildung 8 dargestellt. Aus dieser Verteilung lässt sich auch auf die Anzahl der Heizungssysteme in privaten Haushalten schließen.

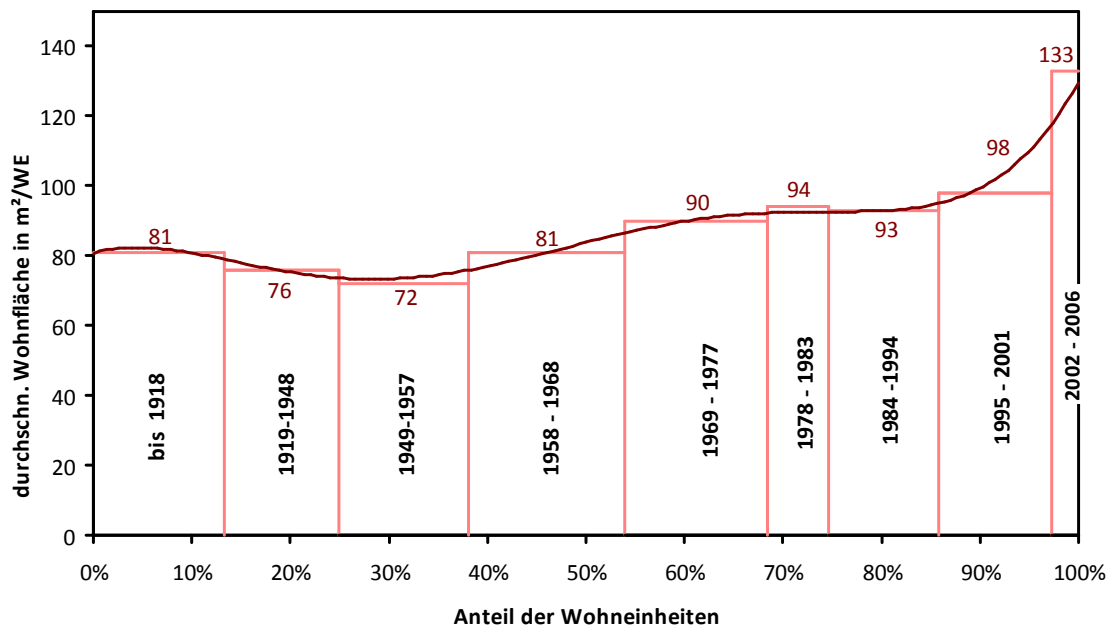


Abbildung 8: Durchschnittliche Wohnflächengröße unterteilt nach Baualtersklassen über alle Gebäudetypen

In den kommenden Jahren wird auf Grund der rückläufigen Bevölkerungszahlen in Deutschland mit einem rückläufigen Zugang an neu errichteter Wohnfläche zu rechnen sein. Gleichzeitig werden altersbedingt zunehmend mehr Wohnflächen rückgebaut.

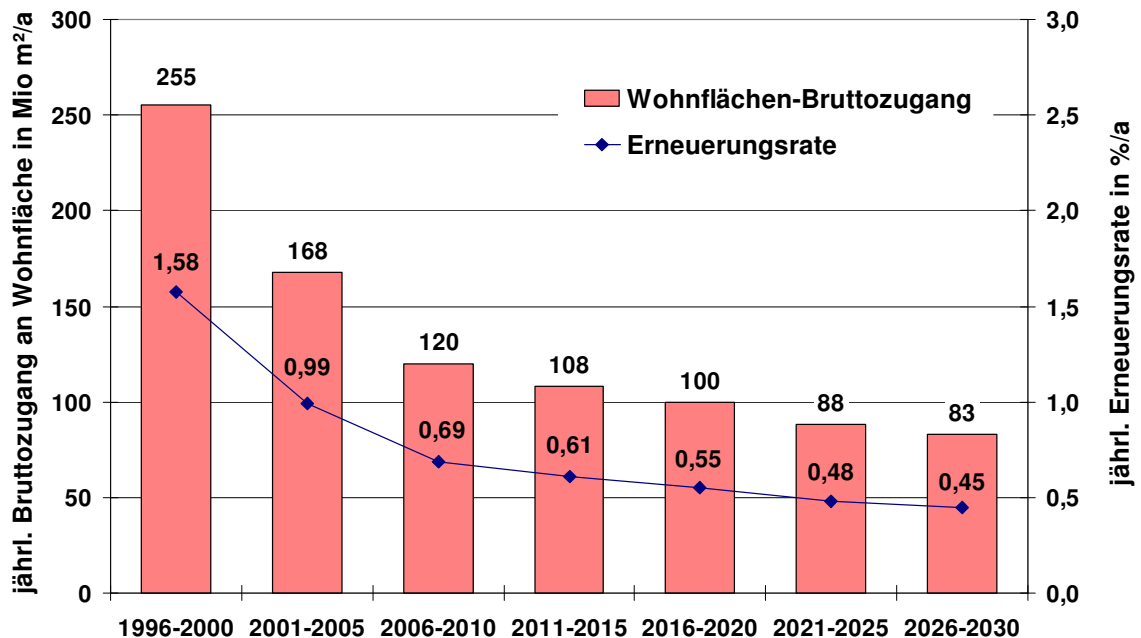


Abbildung 9: Nettozugang und Erneuerungsraten von Wohnflächen

Wie die Abbildung 9 zeigt, geht der Bruttozugang der Wohnfläche nach neuen Wärmeschutzstandards von ca. 120 Mio. m² im Zeitraum von 2006 - 2010 auf ca. 83 Mio. m² im Zeitraum 2026 – 2030 zurück. Dementsprechend sinkt die jährliche Erneuerungsrate der Wohnflächen (Wohnraum nach EnEV) in den gleichen Zeiträumen von 0,69 % auf 0,45 %. Der Nettozuwachs der Wohnfläche beträgt sogar nur 0,57 % in 2006 - 2010 und 0,17 % in 2026 – 2030 [4].

Fasst man die Ergebnisse aus der Entwicklung des Wohnraummarktes zusammen, so lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

- Der Zuwachs an Wohnfläche wird in den kommenden Jahren deutlich abnehmen.
- Die Erneuerung des Wohnraumes nach neuen Wärmeschutzstandards nimmt ab. Gegenwärtig lässt sich ein durchschnittlicher Lebenszyklus für Wohngebäude von ca. 145 Jahren ermitteln.
- Der verbleibende Zuwachs an Wohnfläche konzentriert sich hauptsächlich auf Einfamilien- und Reihenhäuser.
- Der Wohngebäudebestand besteht zu ca. 60 % aus Einfamilien- und Reihenhäusern sowie zu ca. 40 % aus Mehrfamilienhäusern.
- Die durchschnittliche Wohnfläche je Wohneinheit steigt mit jünger werdender Baualtersklasse.
- Die Belegung der Wohnungen nimmt ab. Gegenwärtig leben in 74 % aller Wohneinheiten eine bzw. zwei Personen.

4 Analyse des Energiebedarfs

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte in Deutschland verteilte sich im Jahr 2002 zu 82 % auf Brennstoffe und Fernwärme und zu 18 % auf Elektroenergie. Brennstoffe und Fernwärme wurden insbesondere zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser verwendet. Einfamilienhäuser, Zweifamilien- und kleinen Mehrfamilienhäuser wiesen dabei den höchsten Anteil am gesamten Energieverbrauch auf [6].

Die Verteilung des gesamten Energieverbrauchs der privaten Haushalte auf die verschiedenen Anwendungsbereiche ist in der Abbildung 10 dargestellt. Die Raumwärme stellt mit 78 % den weitaus größten Anteil am gesamten Energieverbrauch und damit auch das größte Reduktionspotential dar.

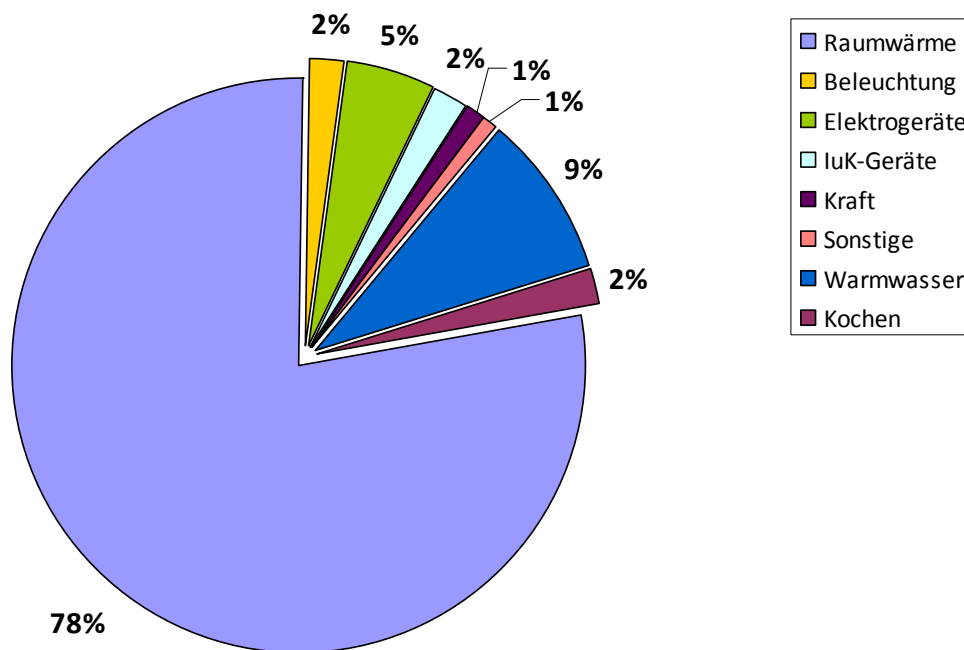


Abbildung 10: Verteilung des Gesamtenergieverbrauchs privater Haushalte im Jahr 2002 [5]

4.1 Heizwärmebedarf im Wohnungsbestand und Neubau

Etwa 69 % des Wohngebäudebestandes im Jahr 2006 wurde vor dem Inkrafttreten der 1. Wärmeschutz-Verordnung (1977) errichtet [3]. Damit wurden erstmals Anforderungen an den mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeumfassungsflächen festgelegt, die in nachfolgenden Verordnungen weiter verschärft wurden.

In Abbildung 11 und Abbildung 12 ist der Jahres-Heizwärmebedarf von den im Abschnitt 3.2 definierten Gebäudegruppen (EFH und MFH) bezogen auf die Baualtersklassen als Anteile der Gesamtwohnfläche dargestellt [3], [8]. Die

Diagramme sind so aufgebaut, dass die Fläche unterhalb der Kurven den Anteil am Gesamtheizwärmebedarf des jeweiligen Gebäudetyps darstellt. Durch die beiden Abbildungen wird der Unterschied zwischen den beiden Gebäudetypen deutlich.

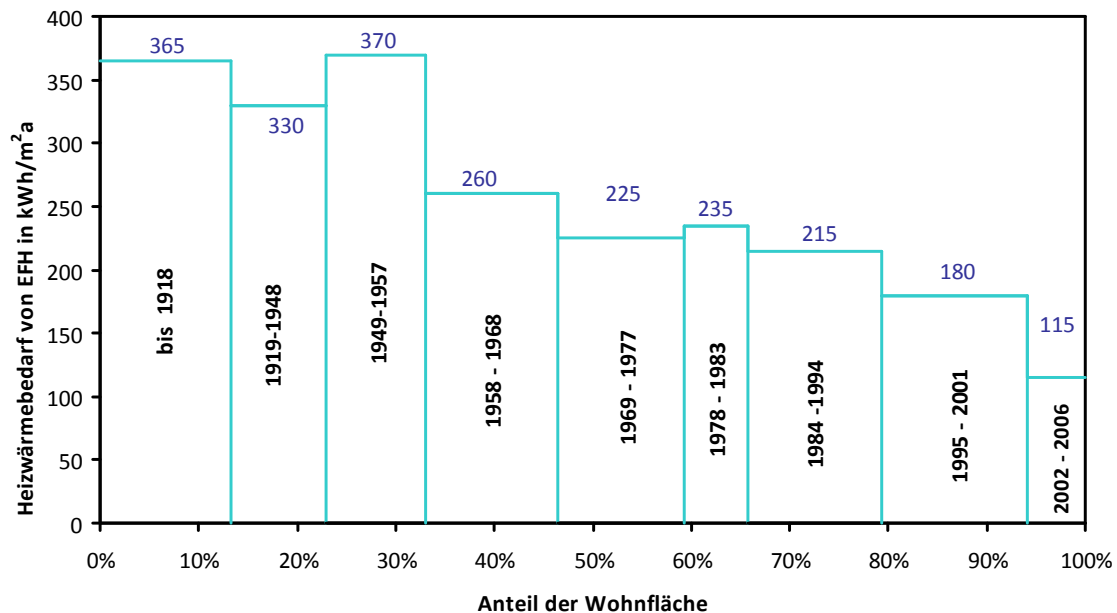


Abbildung 11: Heizwärmebedarf von Einfamilienhäusern unterschiedlicher Baujahre

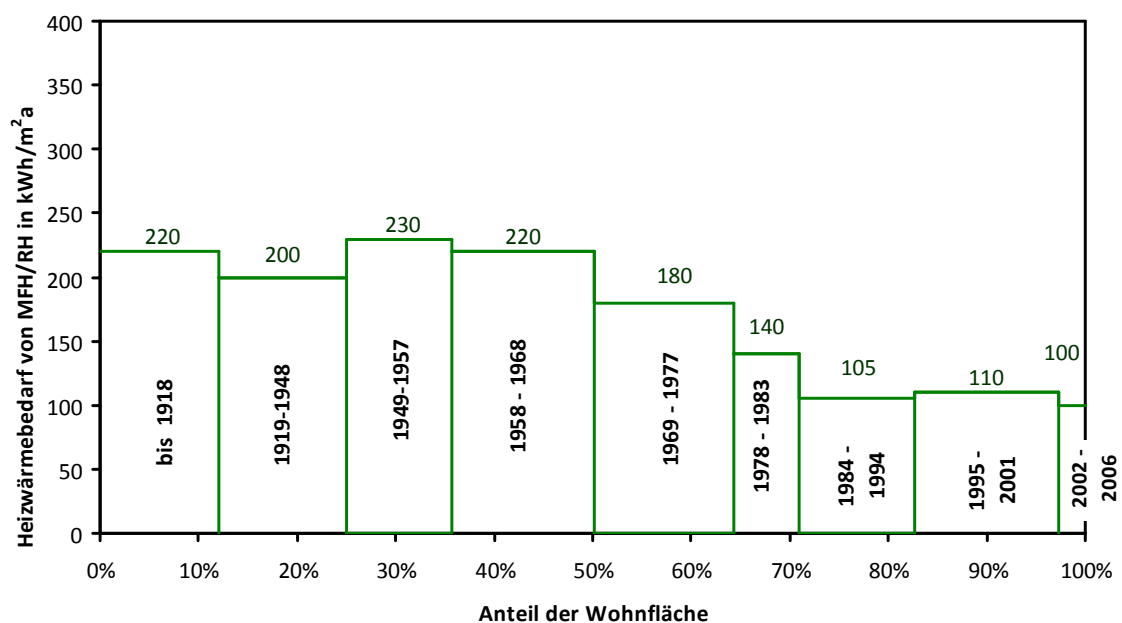


Abbildung 12: Heizwärmebedarf von Mehrfamilienhäusern unterschiedlichen Baujahres

Einfamilienhäuser weisen aufgrund ihres Verhältnisses an Außenflächen zu Raumvolumen bei gleicher Wärmedämmung einen wesentlich größeren Heizwärmebedarf als vergleichbare Mehrfamilienhäuser auf. Es wird sichtbar,

dass insbesondere EFH einen Jahres-Heizwärmebedarf von deutlich über 200 kWh/m²a aufweisen. Erst Gebäude nach der EnEV 2002 weisen einen Heizenergiebedarf unter 150 kWh/m²a auf mit etwa 6 % der Wohnfläche in EFH. Im Gegensatz dazu wurden dieser Wert bei MFH bereits mit der Baualtersklasse 1978 – 1983 unterschritten. Bei diesem Gebäudetyp weisen bereits 36 % der Wohnfläche geringe Heizwärmebedarfe auf.

Die Entwicklung des Heizwärmebedarfs in Deutschland mit dem Trend bis zum Jahr 2020 zeigt u.a. die Abbildung 13. Demnach ist bis zum Jahr 2020 bezogen auf 2010 ein Rückgang um ca. 17 % zu erwarten [4]. Wobei das hier verwendete Szenario eine sehr positive schnelle Umsetzung der politischen Vorgaben der Bundesregierung voraussetzt.

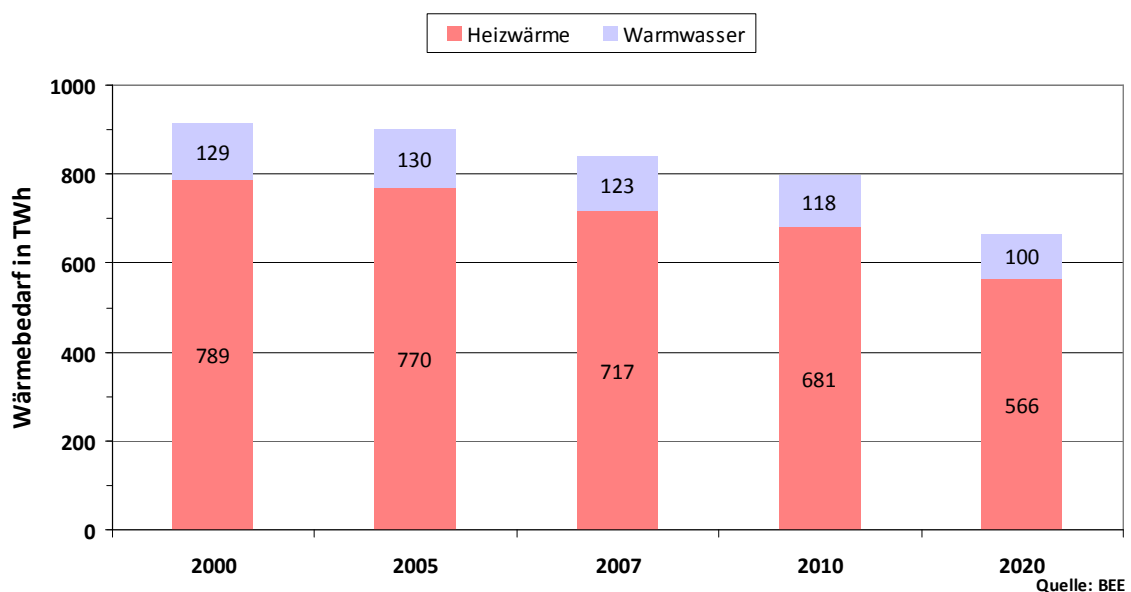


Abbildung 13: Entwicklung des Wärmebedarfs in privaten Haushalten in Deutschland

4.2 Warmwasserbedarf

Der Warmwasserbedarf eines Gebäudes bzw. einer Wohneinheit wird hauptsächlich durch die Anzahl der Bewohner bestimmt. Einflussfaktoren auf die Höhe des Verbrauches sind insbesondere das individuelle Verhalten der Bewohner und die Art der eingesetzten Warmwasserversorgungssysteme. Da das Nutzerverhalten trotz individueller Unterschiede im Durchschnitt relativ stabil ist, kann der Warmwasserbedarf pro Person mit 500 kWh pro Jahr beziffert werden [8]. Die Entwicklung des Wärmebedarfs zur Warmwassererzeugung in Deutschland ist in der Abbildung 13 dargestellt und zeigt einen prognostizierten Rückgang bis zum Jahr 2020 um ca. 15 %. Gründe für den Rückgang des Wärmebedarfs bestehen in der rückläufigen Bevölkerungszahl und damit im niedrigeren Warmwasserbedarf, aber auch in der Zunahme der durch energieeffiziente, zentrale Warmwassererzeugungssysteme versorgten Bevölkerung.

Die Versorgung der Bevölkerung mit Warmwasser wird hauptsächlich mit zentral in der Wohnung eingebauten Systemen sichergestellt. Nur ca. 30 % werden durch Einzelgeräte direkt an der Zapfstelle versorgt. Dieser Trend wird sich auch in den kommenden Jahren bis 2030 nur unwesentlich verändern [4].

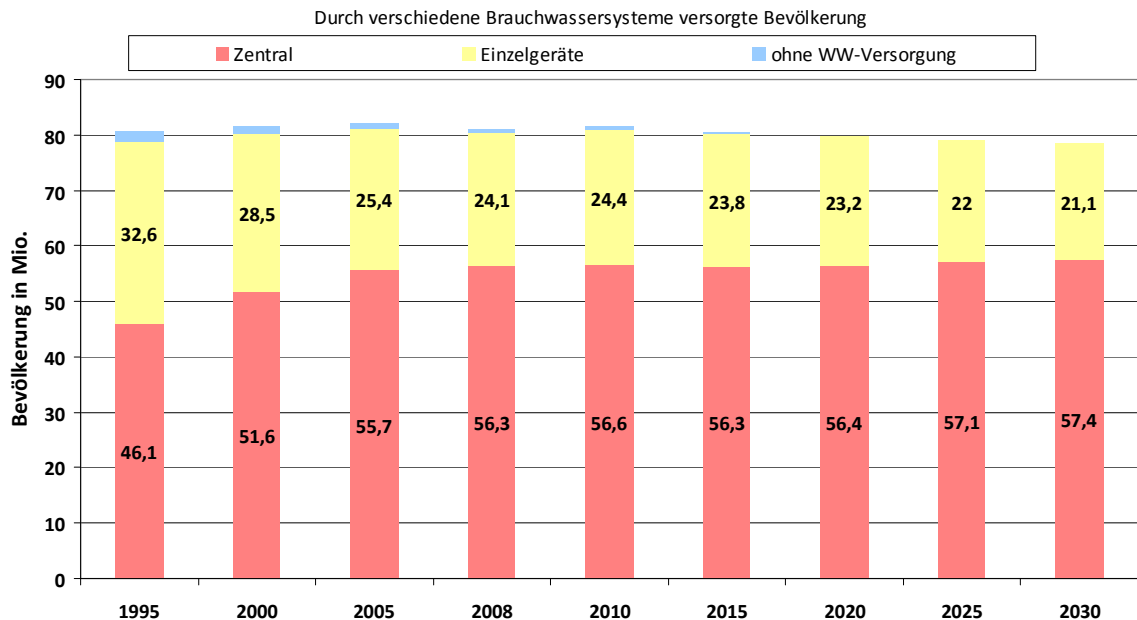


Abbildung 14: Durch verschiedene Warmwassererzeugungssysteme versorgte Personen in Mio.

4.3 Elektroenergiebedarf

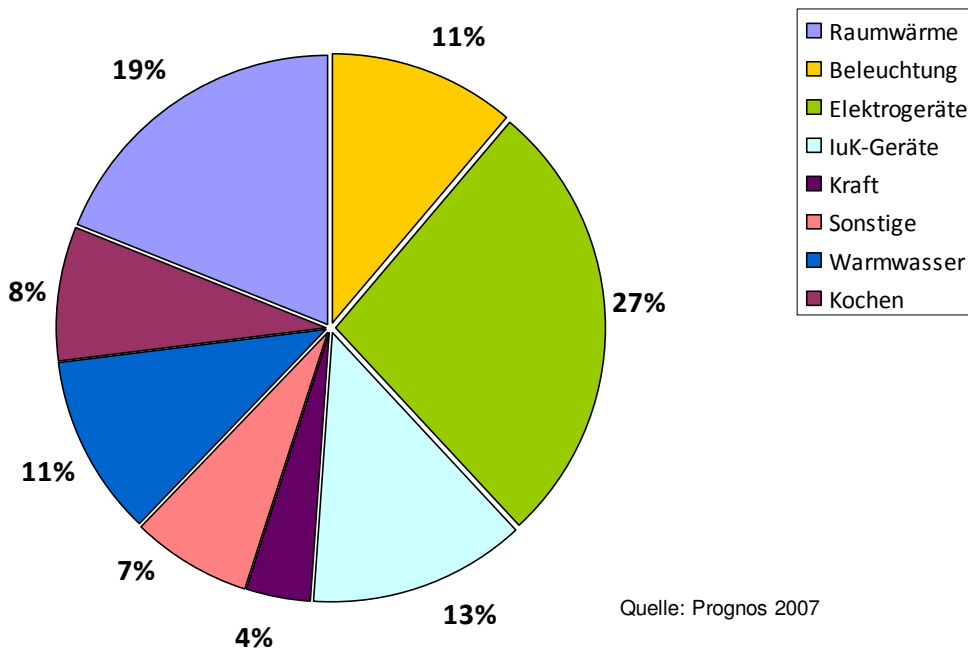
Elektroenergie wird in verschiedenen Anwendungsbereichen im Haushalt für die Nutzung von Elektrogeräten eingesetzt. Diese Geräte können im Wesentlichen in die Kategorien Haushaltsgroßgeräte, Unterhaltungselektronik, Informations- und Kommunikationstechnik (IuK-Geräte), Kleingeräte und Beleuchtung unterteilt werden. Der bei der Nutzung dieser Geräte auftretende Energiebedarf ist abhängig von der Struktur der Haushalte, vom Nutzerverhalten, vom Bestand und der energetischen Qualität der Elektrogeräte. Die hier gewählten Kategorien folgen [6].

Der Jahres-Haushaltsstrombedarf, ohne Trinkwassererwärmung und Heizung, kann für Ein- und Mehrfamilienhäuser gemäß Tabelle 3 beziffert werden [10]. Den durchschnittlichen Energiebedarf von Elektrogeräten der verschiedenen Anwendungsbereiche in den privaten Haushalten zeigt die Abbildung 15. Den größten Anteil stellen mit 27 % die großen Elektrogeräte dar, zu denen Geräte der Anwendungsbereiche Kühlen, Waschen und Spülen gehören.

Tabelle 3: Jahres-Haushaltsstrombedarf von EFH und MFH [10]

Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus
2000 kWh/Person (< 3 Personen)	3000 kWh/Wohneinheit (unabhängig von der Personenzahl)
1750 kWh/Person (3 – 6 Personen)	
1500 kWh/Person (> 6 Personen)	

Um dem Käufer eine Auskunft über die energetische Qualität der Geräte geben zu können, wurden Energie-Label gemäß der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung insbesondere für die großen Elektrogeräte eingeführt. Da die Geräte eine lange Lebensdauer haben sollen, sind neben der Zuverlässigkeit möglichst niedrige Betriebskosten (niedriger Energie- bzw. Wasserbedarf) hinsichtlich der Entlastung der Umwelt wichtig. Besonders sparsame Geräte sparen im Laufe der Jahre wesentlich mehr an Energie- und Wasserkosten ein, als sie bei der Anschaffung teurer sind [6], [11].

**Abbildung 15: Elektroenergieverbrauch unterteilt nach Anwendungsbereichen**

Bei Unterhaltungselektronik und IuK-Geräten, die einen Anteil von 13 % am Elektroenergieverbrauch der privaten Haushalte aufweisen, besteht ein hohes Einsparpotential im Bereich der Leerlaufverluste (Standby-Verbrauch), da diese Geräte hohe Standby-Betriebszeiten aufweisen. Um diese Leerlaufverluste zu verringern hat die EU-Kommission eine Verordnung zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an den Elektroenergieverbrauch von Haushalts- und

Bürogeräten im Bereitschafts- und Aus-Zustand erlassen (Verordnung (EG) Nr. 1275/2008). Darin werden strenge Maximalverbrauchswerte für Geräte im Aus- und Standby-Zustand festgesetzt, die ab dem Jahr 2010 von den Herstellern stufenweise umgesetzt werden müssen.

4.4 Bereitstellung von Lastkurven für die Ermittlung von Primärenergie- und Gesamtnutzungsgraden

Für die Berechnung von Primärenergie und Gesamtnutzungsgraden wurde aus den vorgenannten Daten Gebäudetypen ausgewählt, die für die Situation in Deutschland repräsentativ sind. Folgende Gebäudetypen wurden definiert:

- Einfamilienhaus Baualtersklasse A/B

Wohnfläche:	88 m ²
Spez. Heizwärmebedarf:	365 kWh/m ² /a
max. Heizleistungsbedarf	12,45 kW
- Einfamilienhaus Baualtersklasse E

Wohnfläche:	104 m ²
Spez. Heizwärmebedarf:	260 kWh/m ² /a
max. Heizleistungsbedarf	10,45 kW
- Einfamilienhaus, Baualtersklasse H

Wohnfläche:	115 m ²
Spez. Heizwärmebedarf:	215 kWh/m ² /a
max. Heizleistungsbedarf	9,61 kW
- Wohneinheit im Mehrfamilienhaus, Baualtersklasse C

Wohnfläche:	67 m ²
Spez. Heizwärmebedarf:	200 kWh/m ² /a
max. Heizleistungsbedarf	7,72 kW
- Wohneinheit im Mehrfamilienhaus, Baualtersklasse E

Wohnfläche:	68 m ²
Spez. Heizwärmebedarf:	220 kWh/m ² /a
max. Heizleistungsbedarf	8,63 kW
- Wohneinheit im Mehrfamilienhaus, Baualtersklasse I

Wohnfläche:	69 m ²
Spez. Heizwärmebedarf:	110 kWh/m ² /a
max. Heizleistungsbedarf	4,39 kW

Gemäß der VDI Richtlinie 4655 [9] wurden die Einheits-Lastprofile für die verschiedenen Typtage bereitgestellt und für die Bestimmung konkreter Daten aufbereitet. Für die Bedarfe an Elektroenergie und Warmwasser wurden die entsprechenden Personen spezifischen Werte angesetzt. Eine Übersicht über sämtliche Daten der ausgewählten Gebäudetypen ist in Anlage 1 enthalten. Ein Beispiel für ein Lastprofil enthält

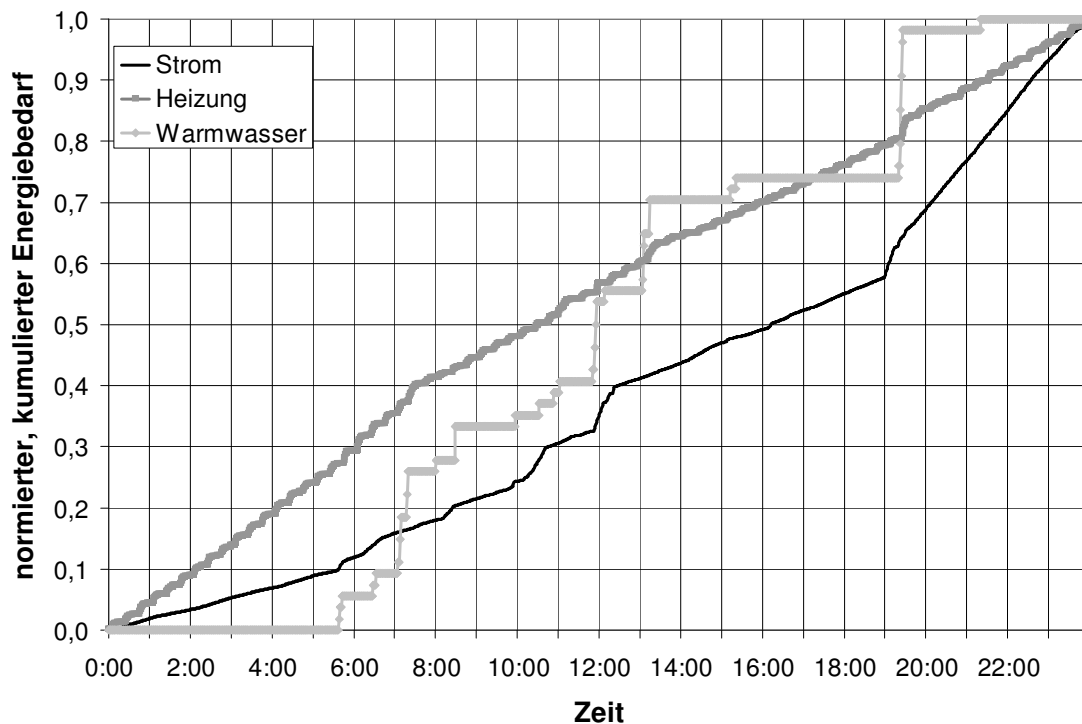


Abbildung 16: Lastprofil gemäß VDI 4655 für einen Winter-Wochentag in einem Einfamilienhaus

4.5 Entwicklungstrends

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte ist etwa seit der Jahrtausendwende rückläufig und wird auch in Zukunft weiter sinken. Laut einer Prognose [4] wird er im Jahr 2020 um 13 % niedriger sein als 2008 und sich bis 2030 um fast 23 % verringern. Das entspricht einer Abnahme des Jahresenergieverbrauches um ca. 700 PJ im Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 2008. Analysiert man die prognostizierte Entwicklung hinsichtlich des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern (s. Abbildung 17), so wird sichtbar, dass insbesondere der Verbrauch der fossilen Energieträger Öl (41 % bis 2030) und Erdgas (24 % bis 2030) zurückgehen wird. Der Verbrauch von Elektroenergie ist ebenfalls rückläufig (22 % bis 2030). Einen Zuwachs am Endenergieverbrauch weisen insbesondere die erneuerbaren Energieträger (Solarthermie, Biomasse und Umweltwärme) auf [4].

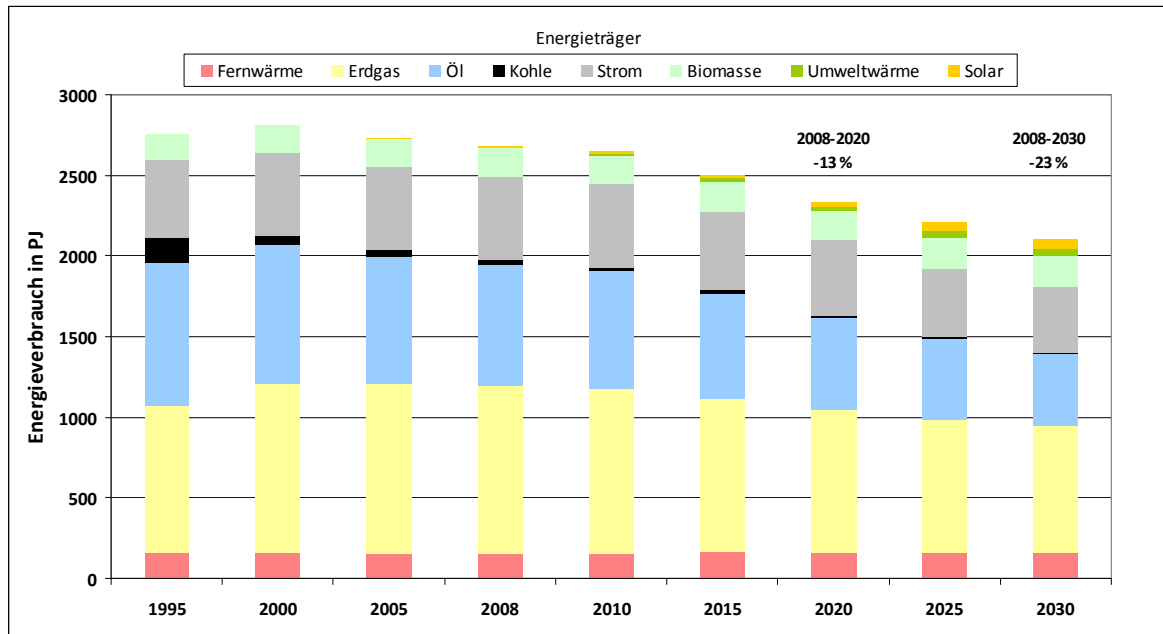


Abbildung 17: Endenergieverbrauch nach Energieträgern bis 2030

Für die zusammengefassten Hauptanwendungsbereiche Raumwärme, Kochen und Elektrogeräte ergeben sich gemäß der prognostizierten Entwicklung Verbrauchsrückgänge von 23 bis 26 % bis zum Jahr 2030. Der Rückgang des Energieverbrauchs bei der Warmwassererzeugung soll mit 19 % bis zum Jahr 2030 etwas geringer ausfallen (s. Abbildung 18) [4].

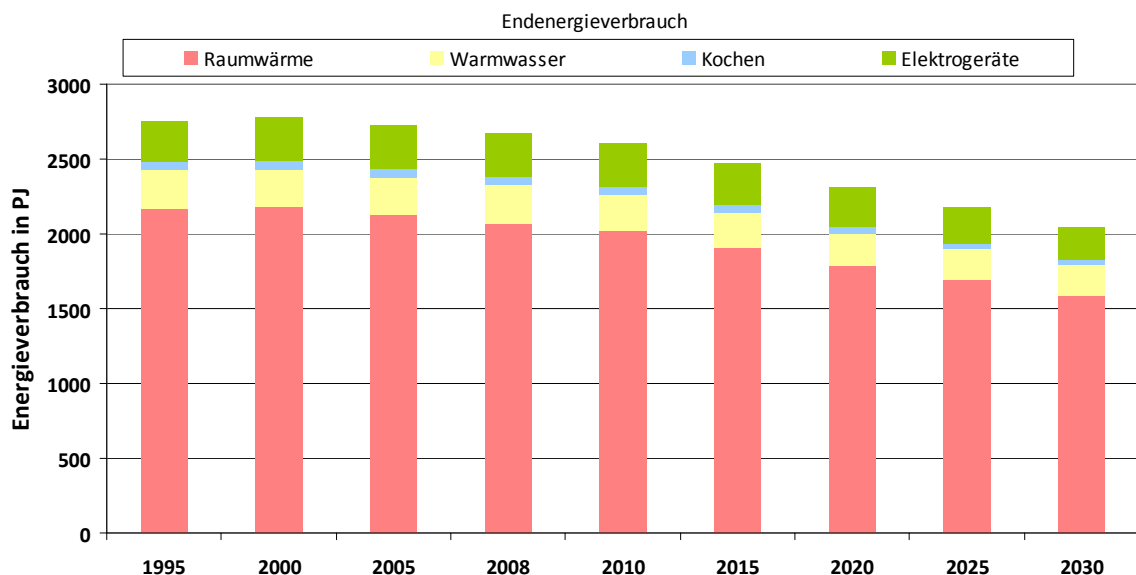


Abbildung 18: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen bis 2030

Die Anteile der einzelnen Anwendungsbereiche am gesamten Endenergieverbrauch ändern sich im prognostizierten Zeitraum nur wenig.

Demnach werden auch zukünftig zwischen 86 und 88 % für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser und zwischen 12 und 14 % für das Kochen und den Betrieb von Elektrogeräten benötigt.

Die prognostizierten Verbrauchsentwicklungen in den einzelnen Anwendungsbereichen resultieren insbesondere aus der steigenden Energieeffizienz, die sich aus politischen Vorgaben und technologischen Entwicklungen ergeben.

Die Bereitstellung von Raumwärme, nimmt den größten Teil am Energieverbrauch der privaten Haushalte ein und ist damit der wichtigste Ansatzpunkt für Energiesparmaßnahmen. Neben der Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäudehülle besteht ein weiterer Ansatzpunkt in der technischen Gebäudeausrüstung, die hauptsächlich die Wärmeerzeugung und -verteilung betreffen.

Im Betrachtungszeitraum werden altersbedingt energetisch minderwertige Wohnflächen aus dem Bestand entfernt und zumindest teilweise durch neu zu errichtende Wohnflächen, die nach neuen energetischen Standards errichtet werden müssen, ausgetauscht. Für die Raumwärme- und Warmwassererzeugung wird die derzeit schon auf dem Markt befindliche, hocheffiziente Brennwerttechnik weiter an Verbreitung gewinnen und durch die Nutzung von erneuerbaren Energien (Solarthermie, Geothermie) unterstützt werden. Beim Einsatz dieser modernen Anlagentechnik sollte gleichzeitig die Wärmeverteilung optimiert werden (hydraulischer Abgleich), damit die Vorteile der modernen Pumpentechnik genutzt werden können und ein effizienter Anlagenbetrieb möglich ist. Die Verringerung des Elektroenergiebedarfs wird bei großen Elektrogeräten ebenfalls durch den Einsatz effizienterer Gerätetechnik bzw. durch eine teilweise Substitution des Sekundärenergieträgers Elektroenergie durch Primärenergieträger (z.B. Erdgas) oder erneuerbare Energien (z.B. Solarthermie) erfolgen. Beispielhafte Geräte sind Wasch- bzw. Spülmaschinen mit Warmwasseranschluss oder erdgasbetriebene Wäschetrockner. Bei kleinen Elektrogeräten (Unterhaltungselektronik, IuK-Geräte) bestehen Einsparpotentiale insbesondere bei der Senkung der Leerlauf- oder Standby-Verluste, die pro Jahr ca. 24 PJ betragen. Eine Aufteilung der Standby-Verluste auf die verschiedenen IuK-Gerätearten zeigt die Abbildung 19 [4], [6], [11], [15].

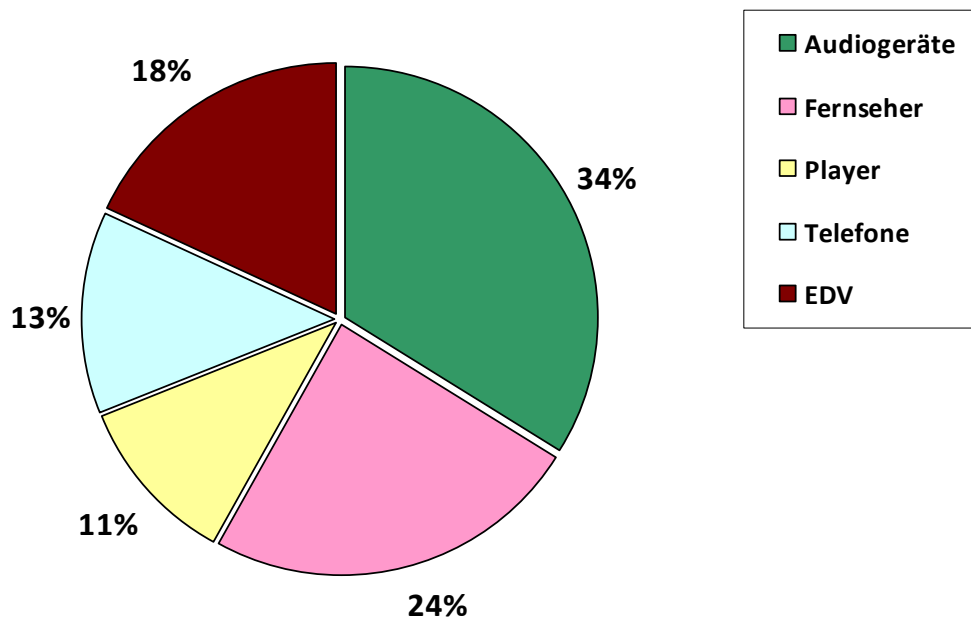


Abbildung 19: Standby-Verluste von luK-Geräten [15]

Im Folgenden sollen die wesentlichen Erkenntnisse für die Entwicklung des Energiebedarfes in privaten Haushalten zusammengefasst werden:

- Wesentlichen Anteil am Energiebedarf privater Haushalte hat der Heizwärmebedarf mit gegenwärtig ca. 75 %.
- Aufgrund der Gebäudestruktur wird der wesentliche Anteil an Heizwärme in Einfamilienhäusern älteren Baujahres verbraucht.
- Die Auswirkungen von WSchVO und EnEV setzen sich nur sehr langsam durch. Die Bruttoerneuerung von Wohngebäuden liegt gegenwärtig bei ca. 0,7 % und ist weiter rückläufig. Die prognostizierten Einsparungen müssen deshalb angezweifelt werden. Die Effizienz von politisch gewollten Sanierungsmaßnahmen ist derzeit klein und wird mit ca. 1 % eingeschätzt bei unbekannter Qualität der Maßnahmen.
- Langfristig werden die Energiebedarfe für Warmwasser und Elektroenergie nur geringfügig zurückgehen. Prognosen liegen bei durchschnittlich 20 %

5 Analyse des Bestands an Heizungssystemen

5.1 Verteilung der eingesetzten Energieträger im Bestand und Neubau

Die Abbildung 20 zeigt die Entwicklung der Energieträgerstruktur zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser der privaten Haushalte bis zum Jahr 2030. Neben dem tendenziellen Rückgang des Endenergieverbrauchs wird eine Veränderung der Verteilung der eingesetzten Energieträger sichtbar.

In letzten 10 Jahren wurde demnach verstärkt Erdgas als Brennstoff eingesetzt und insbesondere der Einsatz von Heizöl verdrängt. Auch bis zum Jahr 2030 wird Erdgas mit einem Anteil von über 40 % am Endenergieverbrauch der wichtigste Energieträger bleiben.

Einen wachsenden Anteil am Energieverbrauch werden zukünftig die erneuerbaren Energien Biomasse, Umweltwärme und Solarenergie haben, deren Nutzung in neu errichteten Gebäuden durch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEG) vorgeschrieben ist.

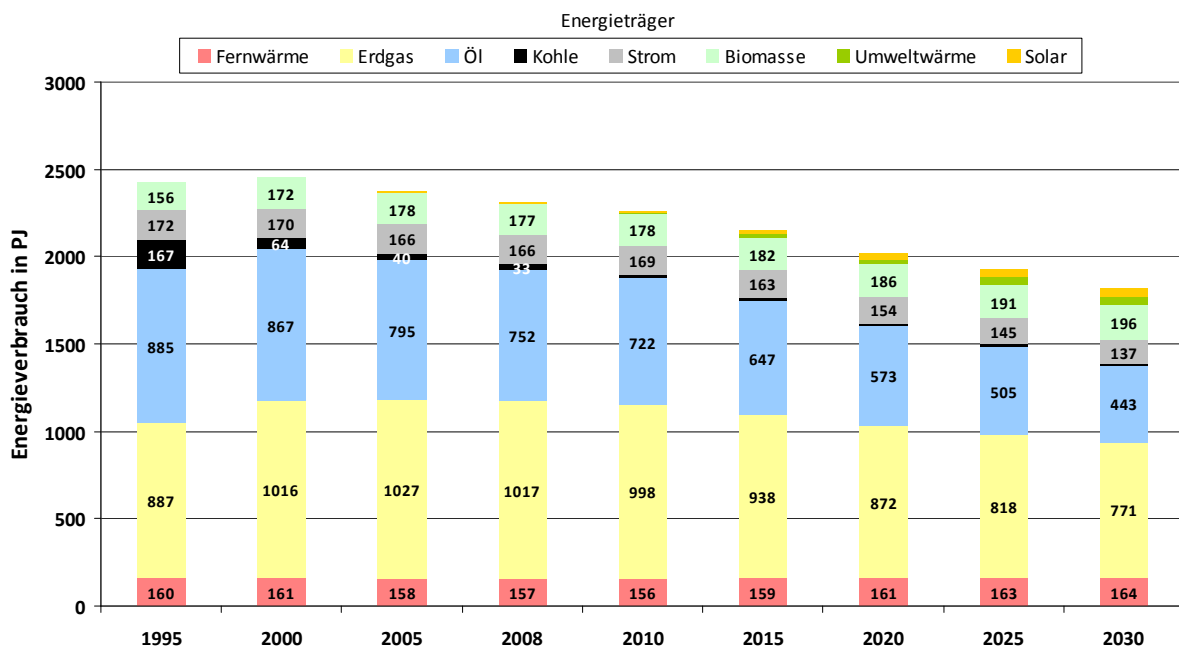


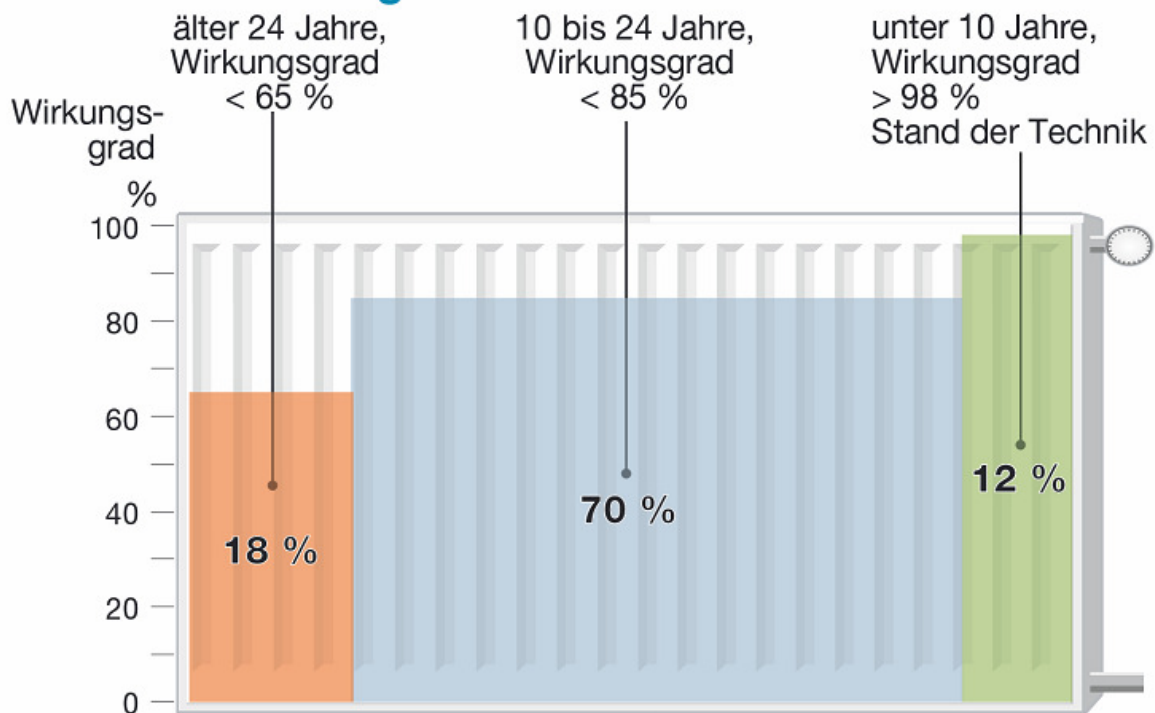
Abbildung 20: Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung nach Energieträgern [4]

5.2 Verteilung der Gerätesysteme

Bei der Raumwärme- und Warmwassererzeugung bestehen erhebliche Energieeinsparpotentiale durch die Anwendung effizienterer Gerätetechnik. Das betrifft

vor allem den Einsatz von Heizgeräten mit Brennwerttechnik, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Die Abbildung 21 zeigt den aktuellen Bestand der Gerätetechnik in Deutschland. Darin ist ersichtlich, dass im Jahr 2009 lediglich 12 % der eingesetzten Geräte einen Wirkungsgrad von > 98 % aufwiesen, also zumindest mit Brennwerttechnik arbeiten. Bei einem Gesamtbestand von etwa 17 Mio. Wärmeerzeugungsanlagen in Deutschland entsprechen also nur ca. 2 Mio. Geräte dem Stand der Technik. Der Großteil der installierten Gerätetechnik ist älter als 10 Jahre und arbeitet mit Wirkungsgraden unter 85 %. Hierbei handelt es sich größtenteils um Niedertemperaturgeräte, die die Kondensationswärme des eingesetzten Brennstoffes nicht nutzen können und zusätzlich höhere Verluste im Teillastbereich aufweisen. Durch den Austausch der 15 Mio. veralteten Heizungsanlagen in den privaten Haushalten könnte ein Rückgang des Heizenergieverbrauchs um 30 % erreicht werden.

Aktueller Heizungsbestand in Deutschland



Quelle: Branchenprognose (Stand: 10/2009)

Abbildung 21: Aktueller Bestand an Heizgeräten in Deutschland [12]

Eine Übersicht über den Gesamtgerätebestand im Jahr 2008 hinsichtlich der installierten Stückzahlen der verschiedenen Wärmeerzeugertypen zeigt die Abbildung 22. Von den ca. 17,8 Mio. installierten Geräten werden 10,6 Mio. Geräte mit Erdgas, 6,2 Mio. Geräte mit Öl und 0,7 Mio. Geräte mit Biomasse betrieben. Die Entwicklung der vergangenen 10 Jahre stellt die Abbildung 23 dar.

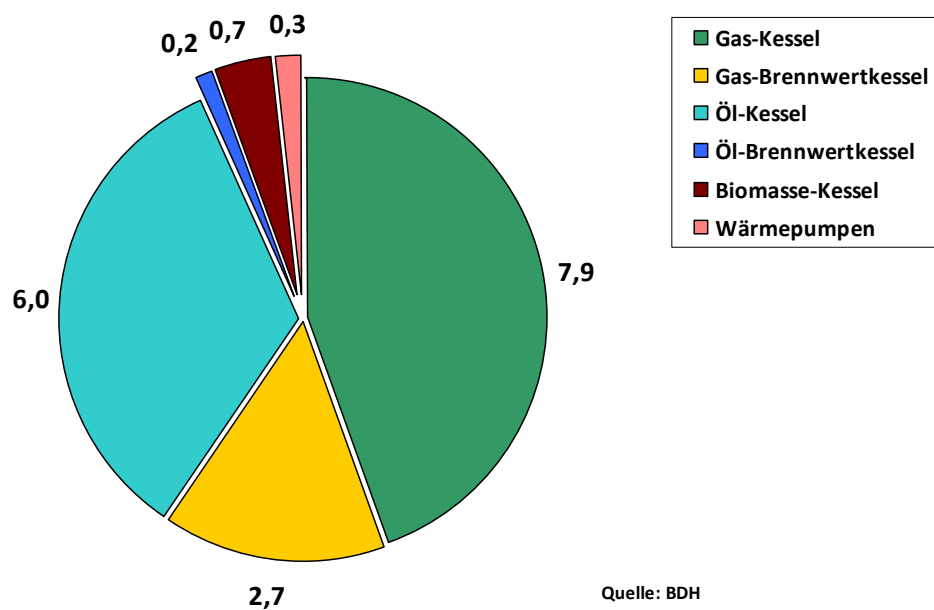


Abbildung 22: Gerätebestand zentraler Wärmeerzeuger in Deutschland 2008 in Mio. Stück [16]

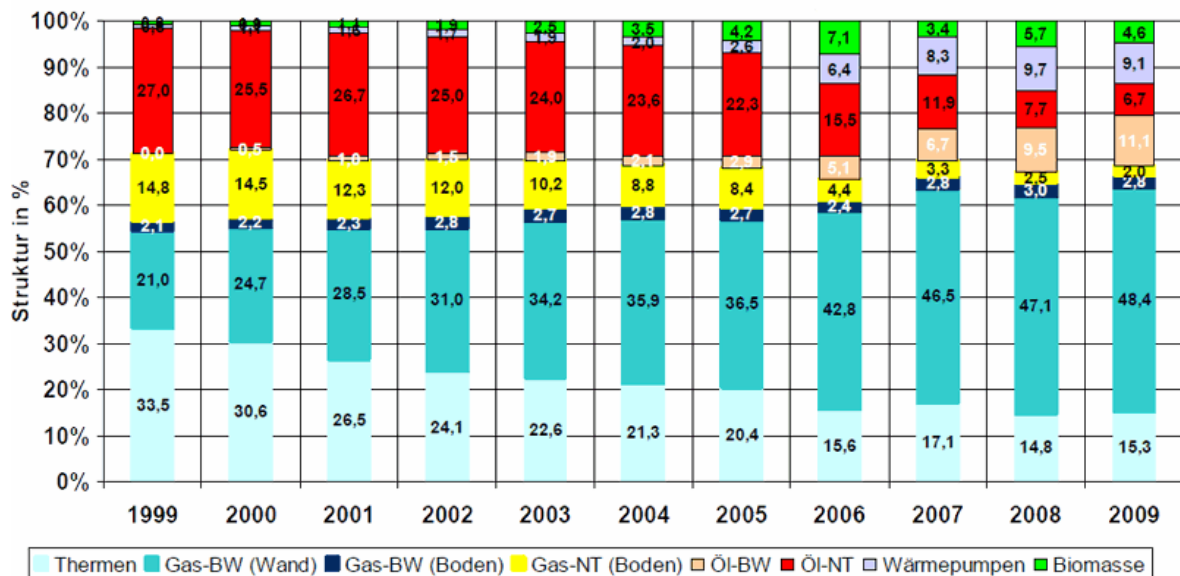


Abbildung 23: Marktentwicklung Wärmeerzeuger 1999 – 2009 in Deutschland [16]

Der Erneuerungstrend im Gerätebestand kann über die Marktentwicklung (s. Abbildung 23 und Abbildung 24) gezeigt werden. Es wird ersichtlich, dass der Absatz neuer Wärmeerzeuger kontinuierlich gesunken ist bei gleichzeitig steigender Anzahl an Wohneinheiten. Seit dem Jahr 2007 ist ein geringfügiger Anstieg zu verzeichnen, wobei insbesondere der Verkauf von Brennwertgeräten zunimmt. Dennoch muss festgestellt werden, dass durch die ständig wechselnden politischen Vorgaben eine starke Verunsicherung der Nutzer eingetreten ist. Daraus hat sich ein Investitionsstau ergeben. Mit der Auflösung des

Investitionsstaus geht gleichzeitig auch eine Steigerung der Energieeffizienz einher.



Abbildung 24: Absatzzahlen Wärmeerzeuger gesamt [15]

Der Investitionsstau lässt sich an den Absatzzahlen ermessen über den Erneuerungszyklus darstellen. War die durchschnittliche Lebensdauer eines Heizgerätes im Jahr 2000 noch 20,3 Jahre stieg sie 2005 auf 23,8 Jahre und 2009 auf 27,9 Jahre. Dies ist nicht mit einer Verlängerung der Lebensdauer durch eine Erhöhung der technischen Zuverlässigkeit der Geräte zu erklären. Praktisch bedeutet das es wurden nur die notwendigsten Erneuerungen durchgeführt.

5.3 Gesetzliche Regelungen

Gemäß der ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV), die in aktueller Fassung am 22. März 2010 in Kraft getreten ist, werden Grenzwerte für den Abgasverlust von Öl- und Gasfeuerungsanlagen festgelegt, die von den Geräten nicht überschritten werden dürfen. Diese betragen in Abhängigkeit von der Nennwärmeleistung der Geräte zwischen 9 und 11 % und sind in der Tabelle 4 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 4: Zulässige Abgasverluste von Öl- und Gasfeuerungsanlagen [12]

Nennwärmeleistung in kW	Grenzwerte für Abgasverluste
$\geq 4 \leq 25$	11
$> 25 \leq 50$	10
> 50	9

Aus diesen Vorgaben lässt sich schließen, dass bei genauer Kontrolle der Heizungssysteme kurzfristig eine Welle an mangelhaften Geräten insbesondere bei Altgeräten (vor NT-Geräten) eintreten kann.

5.4 Erneuerungstrends

Der prognostizierte Rückgang des Energiebedarfs zur Raumwärme und Warmwassererzeugung wird u.a. nur möglich sein, wenn ein Austausch der veralteten Gerätetechnik erfolgen wird. Die derzeit gültigen gesetzlichen Regelungen zwingen die Hauseigentümer nicht zur Installation von Anlagen, die dem Stand der Technik entsprechen. Aufgrund der steigenden Energiepreise sollte jedoch der Anteil effizienter Heizgeräte in den nächsten Jahren weiter zunehmen. Dabei werden die so genannten „Gas-Plus“-Technologien eine große Rolle spielen [14].

6 Fazit

Im Rahmen der Analyse des Wohnungsbestandes in Deutschland wurde auf verschiedene Studien zurückgegriffen. Schwerpunkt war die Ermittlung von Altersklassen der deutschen Wohngebäudestruktur und deren durchschnittlicher Heizwärmebedarf. Neben dem summarischen Heizwärmebedarf sind die Energiebedarfe für Elektrizität und Warmwasser von Bedeutung sowie deren zukünftige Entwicklung unter den Gesichtspunkten des Baus energetisch verbesserter Häuser sowie der energetischen Sanierung von Bestandshäusern. Die Analyse diente gleichzeitig dazu Verbrauchsszenarien für unterschiedliche Haustypen zu definieren um den Gesamtnutzungsgrad von dezentralen Energieversorgungsketten (AP 2) ermitteln zu können.

Schwerpunkt des Energiebedarfs im häuslichen Bereich ist langfristig die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Trotz der Bemühungen der Bundesregierung zur Förderung energieeffizienten Bauens hat sich die Erneuerung von Wohnraum sei es durch Neubau oder Sanierung in den vergangenen Jahren deutlich verlangsamt.

Hintergrund sind einerseits demografische Veränderungen in der Bevölkerungsstruktur, eine Sättigung mit Wohnraum aber auch ein anderes Nutzerverhalten. So zeigt sich, dass die Wohnfläche je Wohneinheit bei den Neubauten der vergangenen Dekade um ca. 30 % zugenommen hat und die Anzahl der Bewohner je Wohneinheit zurückgeht (Durchschnittswerte: 1950 ca. 2,8, 1995 ca. 2,22 und 2010 ca. 2,06).

Am deutlichsten zeigt sich dies an der Erneuerungsrate der Wohnfläche. In den kommenden Jahren wird dadurch die Wirksamkeit der Energieeinsparverordnungen zum Bau von Niedrigenergie- und Passivhäusern stark eingeschränkt. Die Bedeutung wird klar wenn man den spezifischen Heizenergiebedarf des Wohnungsbestandes nach den Altersklassen der Gebäude darstellt: Der überwiegende Anteil der Wohnfläche besteht aus Wohnungen mit hohem spezifischen Heizwärmebedarf. Energetisch günstigere Mehrfamilienhäuser werden nur noch in vernachlässigbarer Größenordnung zugebaut. Basierend auf dieser Analyse stellen Häuser nach dem Standard von 1984 einen Durchschnittswert für den gegenwärtigen Gebäudebestand dar.

Ähnliches kann für Systeme der Raumwärmeversorgung gezeigt werden. Auch hier zeigt sich ein Investitionsstau. Mit Stand 10/2009 hatten nur 10 % der Heizungssysteme einen thermischen Nennwirkungsgrad zwischen 85 % und 98 % (Alter < 10 Jahre). Der weitaus überwiegende Teil der Heizungssysteme entspricht damit nicht mehr dem Stand der Technik. Die Neuinstallationsrate von Heizungssystemen ist in der vergangene Dekade um 40 % zurückgegangen, mit der Konsequenz, dass alte ineffiziente Geräte weiter in Betrieb bleiben. Es entsteht ein Investitionsstau.

Ein Fazit dieser Entwicklung ist die Erkenntnis, dass neben der energetischen Sanierung von Wohnraum, die Erneuerung von hocheffizienten Heizungssystemen befördert werden muss und gleichzeitig müssen in die vorhandenen netzgebundenen Energieversorgungsstrukturen regenerative Energieträger eingebunden werden.

Aus diesen Erkenntnissen lassen sich folgende Handlungsempfehlungen ableiten:

Für politische Entscheidungsträger:

- Schwerpunkt der Effizienzsteigerung in der häuslichen Energieversorgung sollte die Sanierung von bestehenden Wohngebäuden durch Verbesserung der Dämmung und die Integration von Hocheffizienztechnologien in der Raumwärmebereitstellung (Brennwertgeräte mit solarthermischer Unterstützung oder Techniken zur häuslichen KWK) nach volkswirtschaftlichen und ökologischen Kriterien sein.
- Durch den Einsatz von Biomethan und Windwasserstoff lässt sich die Energieversorgung unter Nutzung vorhandener Infrastruktur und Technologie langfristig auf erneuerbare Energien umstellen.
- Es müssen Unterstützungsszenarien entwickelt werden, die die Nutzung regenerativen Energieträger offen für alle hocheffizienten Technologien ermöglichen.
- In den genannten Gebieten sind Forschungsrichtungen zu unterstützen, um die Ziele zu erreichen.

Für Entscheidungsträger der Energiewirtschaft:

- Neu zu entwickelnde Energieversorgungskonzepte müssen einen Systemischen Charakter unter Berücksichtigung aller Netzstrukturen (Strom und Gas) aufzeigen
- Aufzeigen, dass die Zusammenarbeit von „Strom-„ und „Gaskonzernen“ notwendig wird.
- Energieversorgungsunternehmen müssen sich an Entwicklung und der Markteinführung von Hocheffizienztechnologien stärker beteiligen.
- Zur Wertsicherung der vorhandenen Assets ist die Integration von erneuerbaren Energieträgern unumgänglich.

Private Verbraucher, Haushalte

- Privaten Haushalten muss die ökologische Notwendigkeit der Erneuerung alter ineffizienter Geräte deutlich gemacht werden.
- Das Bewusstsein für eine Klimaverantwortung jedes einzelnen muss geschärft werden, auch wenn das bedeutet ohne ökonomische Anreize zu handeln.

Literaturverzeichnis

- [1] www.energieundbau.de, Internetplattform, WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
- [2] Institut Wohnen und Umwelt (Hrsg.): Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze; IWU, Darmstadt 2003
- [3] Energieeffizienz im Wohngebäudebestand, Institut für Wohnen und Umwelt GmbH (IWU), Querschnittbericht, Darmstadt, 2007
- [4] Prognos AG: Trendstudie Energiemarkt 2020 mit Ausblick auf 2030. VWEW Energieverlag GmbH, Frankfurt am Main, 2009
- [5] www.schader-stiftung.de/, Internetplattform, Schader Stiftung, 2001 – 2010
- [6] Prognos AG: Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen. Basel und Berlin, 2007
- [7] Görg, M.: Energetische Sanierung des Gebäudebestandes. Stadtwerke Hannover AG, Berlin, 2004
- [8] CO2-Gebäudereport – Kurzfassung, Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2007
- [9] VDI-Richtlinie 4655 „Referenzlastprofile von Ein- und Mehrfamilienhäusern für den Einsatz von KWK-Anlagen“, VDI-Gesellschaft Energietechnik, Mai 2007
- [10] Dubielzig, G.; Frey, H.; Heikrodt, K.; Ksinski, K.; Nunn, A.; Scholz, W.-H.; Winkelmann, T.: Referenzlastprofile von Ein- und Mehrfamilienhäusern für den Einsatz von KWK-Anlagen. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 2007
- [11] ASUE – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.: Besonders sparsame Haushaltsgeräte 2009/10. Oktober 2009
- [12] Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.: Wege in die moderne Energiewirtschaft. Teil 2: Wärmeversorgung, Berlin, Oktober 2009
- [13] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010: Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV), Bonn, Februar 2010
- [14] Prognos AG: Innovative Technologien zur energetischen Nutzung von Gas. Endbericht, Basel, 2009
- [15] Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.: Energiezukunft 2050, Teil 1 – Methodik und IST-Zustand. Endbericht, München, 2009
- [16] Preißner, M.: Der Markt für KWK Technologie in Ein- und Zweifamilienhaus – Technologie und Wirtschaftlichkeit. KWK Fachforum, Leipzig , 2010

Anlage 1: Parameter der Identifizierten Gebäudetypen für die Modellierung.

Gebäudetyp	Altersklasse	Anteil am Gebäudebesta nd Typ/Anzahl ² in %	Personen je WE	Wohnfläche ² in m ²	Spez. Heizwärmebe darf in kWh/m ² a	Heizwärme- bedarf pro WE in kWh/a	WW-Bedarf pro WE in kWh/a	Strombedarf pro WE in kWh/a	max. Heizleistung in kW (Basis 1/4 h- Mittelwerte, ohne WW)
EFH	bis 1918	16,0	1	88	365	32.120	500	2.000	12,45
	bis 1918	16,0	2	88	365	32.120	1.000	4.000	12,45
EFH	1958 - 1968	13,9	1	104	260	27.040	500	2.000	10,45
	1958 - 1968	13,9	2	104	260	27.040	1.000	4.000	10,45
EFH	1984 - 1994	12,6	1	115	215	24.725	500	2.000	9,61
	1984 - 1994	12,6	2	115	215	24.725	1.000	4.000	9,61
MFH	1995 - 2001	15,1	1	69	110	7.590	500	2.000	4,39
	1995 - 2001	15,1	2	69	110	7.590	1.000	4.000	4,39
MFH	1958 - 1968	14,9	1	68	220	14.960	500	2.000	8,63
	1958 - 1968	14,9	2	68	220	14.960	1.000	4.000	8,63
MFH	1919 - 1948	13,7	1	67	200	13.400	500	2.000	7,72
	1919 - 1948	13,7	2	67	200	13.400	1.000	4.000	7,72
Vergleichsansatz									
EFH	EnEV 2009		1	160	45	7.200	500	2.000	2,80
			2	160	45	7.200	1.000	4.000	2,80