

Deutsche Wohngebäudetypologie

Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden

– zweite erweiterte Auflage –

erarbeitet im Rahmen der EU-Projekte



„Typology Approach
for Building Stock
Energy Assessment“



„Energy Performance Indicator
Tracking Schemes for the Continuous
Optimisation of Refurbishment Processes
in European Housing Stocks

gefördert durch



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union



Darmstadt, den 10.02.2015

Autoren: Tobias Loga
Britta Stein
Nikolaus Diefenbach
Rolf Born

**Deutsche Wohngebäudetypologie.
Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung
der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden
– zweite erweiterte Auflage –**

Autoren: Tobias Loga
Britta Stein
Nikolaus Diefenbach
Rolf Born

Reprotechnik: Reda Hatteh


Darmstadt, den 10.02.2015

ISBN: 978-3-941140-47-9
IWU-Bestellnummer: 05/15
281 Seiten



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Contract N°: IEE/12/695/SI2.644739 (EPISCOPE)

Koordinator:  IWU Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt / Germany
Projektlaufzeit: April 2013 - March 2016

*Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt bei den Autoren.
Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Union wieder.*

Weder die EASME noch die Europäische Kommission übernehmen Verantwortung für jegliche Verwendung der darin enthaltenen Informationen.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT GMBH
Rheinstraße 65
64295 Darmstadt
Telefon: 06151/2904-0 / Fax: -97
www.iwu.de

Inhalt

1 Einführung	5
2 Wohngebäudetypen	9
2.1 Basis- und Sub-Typen.....	11
2.2 Energierelevante Merkmale der Gebäudetypen im Bestand.....	13
3 Häufigkeiten von Gebäudetypen und Versorgungssystemen	17
3.1 Häufigkeiten von Gebäudetypen	17
3.2 Häufigkeiten von Konstruktionstypen	21
3.3 Restriktionen für den Wärmeschutz	21
3.4 Häufigkeiten unterschiedlicher Versorgungssysteme	23
4 Bauliche Maßnahmen zur energetischen Modernisierung	25
5 Bestandsgebäude – typische Werte der Energieeffizienz vor und nach Modernisierung	32
5.1 Konkrete Beispielgebäude	32
5.2 Beispiel für ein Einfamilienhaus der 60er Jahre (EFH_E).....	32
5.3 Beispiel für ein Mehrfamilienhaus der 60er Jahre (MFH_E)	36
5.4 Energiekennwerte aller exemplarischen Bestandsgebäude (bis Baualtersklasse H)	40
5.5 Weitere Varianten der Wärmeversorgung	43
6 Neubauten – gesetzliche Anforderungen, KfW-Effizienzhäuser und Niedrigstenergiehäuser	45
6.1 Definition bzw. Interpretation des “Niedrigstenergiehaus”-Standards in dieser Broschüre	45
6.2 Beispielhafte Neubauten	46
6.3 Berechnungsmethodik	47
6.4 Neubau bis Dezember 2015 (EnEV 2009/2014).....	49
6.5 Neubau ab Januar 2016 (EnEV 2016)	59

Anhang A – Literatur	71
Anhang B – Ermittlung der Energiekennwerte	75
B.1 Berechnung von Gebäude-Energiebilanzen gemäß TABULA-Verfahren.....	75
B.2 Rechenblätter für ein Altbau-Beispielgebäude: MFH_E + Versorgungsvariante 1	85
B.3 Rechenblätter für ein Neubau-Beispielgebäude: MFH_K bzw. MFH_L – „Niedrigstenergiehaus“-Standard (Var. 013).....	98
Anhang C – Tabellenwerte für die Beispielgebäude	103
C.1 Flächen und U-Werte der Beispielgebäude	103
C.2 Verwendete Primärenergiefaktoren.....	108
C.3 Ergebnisse der Energiebilanzberechnung - Überblick	109
C.4 Dokumentation der Neubau-Beispiele	125
Anhang D – Übersichtsblätter der Beispielgebäude	141
D.1 Erläuterungen	142
D.2 Gebäude-Übersichtsblätter mit Modernisierungsmaßnahmen – Basis-Typen Bestandsgebäude bis Baujahr 1994.....	147
D.3 Gebäude-Übersichtsblätter mit Modernisierungsmaßnahmen – Sub-Typen Bestandsgebäude bis Baujahr 1994.....	205
D.4 Gebäude-Übersichtsblätter mit Modernisierungsmaßnahmen – Gebäude EFH_E und MFH_E – verschiedene Varianten der Anlagentechnik.....	227
D.5 Gebäude-Übersichtsblätter Neubauten – Gebäude EFH_K, RH_K und MFH_K – Gebäude EFH_L, RH_L und MFH_L jeweils drei Varianten der Wärmeversorgung	245

1 Einführung

Die für die Errichtung von Gebäuden verwendeten Technologien unterliegen einem fortwährenden Prozess der Anpassung und Weiterentwicklung. Neuerungen ergaben sich in der Baugeschichte immer wieder durch Einführung neuer Materialien und neuer Techniken, aber auch durch Verschiebungen in den Kosten natürlicher Ressourcen und menschlicher Arbeitskraft. Neben den konstruktiven Verbesserungen sind auch die architektonischen Qualitäten stetig weiterentwickelt worden – bedingt durch neue Nutzungsanforderungen, Veränderungen im Geschmack, Zeiten der Armut oder des Wohlstands – andererseits auch als Reaktion auf konstruktive Schäden, hygienische Probleme oder Knappheit von Brennstoffen. Die treibenden Kräfte für die Innovationen waren oft wirtschaftliche Aspekte (Minimierung der Kosten, Wettbewerbsfähigkeit) – für die Allgemeinheit verbindlich geregelt wurden sie in zunehmendem Maße durch Normen, Richtlinien und Bauordnungen.

Der deutsche Gebäudebestand spiegelt diesen kontinuierlichen Prozess in einer äußerst breiten Vielfalt von Architektur und Konstruktionsweise wider. Ausgehend von diesen historisch gewachsenen Unterschieden kann eine grobe Klassifizierung der energetischen Qualität der Gebäude entsprechend bestimmter Parameter vorgenommen werden. Die Festlegung bzw. Definition dieser Parameter, das Zuordnen von einzelnen Gebäuden, die Angabe von Häufigkeiten, die Darstellung typischer Eigenschaften und Einsparpotenziale anhand von Beispiel- oder Durchschnittsgebäuden wird in dieser Publikation summarisch als „Gebäudetypologie“ bezeichnet.

Einer der den Energieverbrauch bestimmenden Faktoren ist die Gebäudegeometrie, aus der sich die Fläche der Außenhülle des Gebäudes ableitet, die für die Transmissionswärmeverluste mitverantwortlich ist. Der Anteil der einzelnen Bauteilflächen eines gegebenen Gebäudes – also Dach, oberste Geschossdecke, Außenwand, Fenster und Fußboden – an der gesamten Hülle, hängt von der Gebäudegröße und dem Gebäudealter ab. Für das Verhältnis Hüllfläche zu Wohnfläche ist auch die Frage der Nachbarbebauung von Bedeutung. Des Weiteren hängen der Aufbau der Konstruktionselemente und damit die Wärmedurchgangskoeffizienten vom Baualter, teilweise auch von anderen Parametern (Region, statisches Konstruktionsprinzip, ...) ab. Darüber hinaus gibt es Gebäudetypen, bei denen die mögliche Verbesserung der thermischen Hülle in der Praxis häufig Beschränkungen unterliegt, sei es, dass erhaltenswerte historische Ansichten vorliegen (Klinker-Fassade, Stuckelemente, Sandsteingewände, Sicht-Fachwerk, ...) oder dass geometrische Bedingungen das Aufbringen von Dämmung einschränken (enge Durchfahrten, Kellerhöhe, ...).

Neben dem Baukörper hat natürlich auch die Art und Qualität der Wärmeversorgung Einfluss auf die Energieeffizienz. Die technischen Installationen sind jedoch kürzeren Zyklen der Erneuerung bzw. des Austauschs unterworfen, so dass bei Gebäuden, die älter als 30 Jahre sind, kaum noch Wärmeerzeuger aus der Entstehungszeit anzutreffen sind. Es kann für den deutschen Gebäudebestand also keine ausgeprägte Korrelation zwischen der Art der Wärmeversorgung und dem Baualter des Gebäudes erwartet werden. Innerhalb der vergangenen Jahrzehnte hat sich jedoch die Technologie der Wärmeversorgung erheblich weiterentwickelt, so dass das Jahr der Installation im Gebäude als grober Indikator für die Energieeffizienz der Heizungsanlage herangezogen werden kann.

Es kann also festgehalten werden, dass die Energieeffizienz von Gebäuden mit einer Reihe von Parametern korreliert, unter anderem das Jahr der Errichtung, die Gebäudegröße und Nachbarsituation, der Typ und das Alter des Wärmeversorgungssystems. Natürlich ist auch zu berücksichtigen, ob nachträglich bereits Wärmeschutzmaßnahmen durchgeführt wurden. Sind diese typologischen Informationen bekannt, ist es möglich, ein Gebäude energetisch einzuordnen. Typologische Bewertungen können auch zur energetischen Bewertung ganzer Gebäudebestände (Kommunen, Wohnungsunternehmen) oder des nationalen Gebäudebestands herangezogen werden.

Der Begriff „Gebäudetypologie“ steht gemäß den obigen Ausführungen im Grundsatz für eine systematische Beschreibung der Kriterien für die Klassifizierung von Gebäuden. Er wird aber parallel auch für einen Satz realer oder fiktiver (synthetischer) Gebäude verwendet, die die einzelnen Gebäudetypen repräsentieren.

Die erste Ausgabe der vorliegenden Publikation wurde im Rahmen des EU-Projekts TABULA¹ im Jahr 2011 erstellt. Im Jahr 2014 wurde sie innerhalb des EU-Projekts EPISCOPE² um Beispielgebäude für Neubauten erweitert. Mittlerweile liegen für 20 europäische Länder Wohngebäudetypologien vor. Diese dienen der beispielhaften Demonstration von Energieeinsparungen aber auch als Grundlage für Modelle zur Abbildung des Energieverbrauchs des nationalen Gebäudebestands. Die Verwendung einer auf europäischer Ebene abgestimmten Methodik zielt darauf ab, über die Ländergrenzen hinweg einen Austausch von Informationen zu erleichtern – sowohl über den energetischen Zustand des Gebäudebestands als auch über nationale Strategien zur Energieverbrauchsreduktion, deren technische Ausprägung und tatsächliche Wirkung.

Die in der vorliegenden Veröffentlichung dargestellten Einzelgebäude stellen Fallbeispiele dar, deren Eigenschaften exemplarisch für den jeweiligen Gebäudetyp sind. Die Aufbereitung der vorliegenden Daten, die Zuordnung von statistischen Häufigkeiten, die Neuberechnung der Energiekennwerte und Weiterentwicklung der Hausdatenblätter der Deutschen Gebäudetypologie wurde im Rahmen von TABULA durchgeführt.

Gegenstand beider EU-Projekte ist es ebenfalls, auf Basis typologischer Kriterien und vorliegender Häufigkeiten synthetische „Durchschnittsgebäude“ zu generieren, deren Daten im statistischen Sinn repräsentativ für unterschiedliche Gebäudetypen sind. In Verbindung mit den entsprechenden Häufigkeiten können diese synthetischen Gebäude für die rechnerische Abbildung des Energieverbrauchs nationaler, regionaler oder lokaler Gebäudebestände und für die Ermittlung von Energiesparpotenzialen verwendet werden. Die Ergebnisse der innerhalb des TABULA-Projekts gemachten Analysen wurden in einem separaten Bericht veröffentlicht [TABULA NatBal 2012], Auch innerhalb des EPISCOPE-Projekts sind entsprechende Arbeiten für eine Reihe von Gebäudegesamtheiten auf unterschiedlichen Maßstabsebenen vorgesehen..

Zielsetzung der vorliegenden Publikation

Ziel dieser Veröffentlichung ist es, eine Hilfestellung für die energetische Klassifizierung von Bestandsgebäuden zu geben und hierfür systematische Ansätze, Kriterien und typische Kennwerte zu liefern. Es wird die Wirksamkeit von energetischen Maßnahmen unterschiedlicher Art exemplarisch demonstriert. Ausgehend von Beispielgebäuden verschiedener Größen und Altersklassen werden typische Energiekennwerte sowie das Einsparpotenzial an Energieträgern, Primärenergie, CO₂ und Heizkosten dargestellt. Das Niveau des rechnerischen Energiebedarfs wird dabei abgeglichen, um typischerweise in Bestandsgebäuden auftretende Verbrauchskennwerte abzubilden.

Eine Zusammenstellung der wichtigsten Daten der einzelnen Beispielgebäude erfolgt jeweils in einem „Gebäude-Übersichtsblatt“: eine übersichtliche Darstellung des Ist-Zustands und der durch Modernisierung erzielbaren Energieeinsparung. Diese Blätter sind auch separat verwendbar für die Information von Gebäudeeigentümern im Rahmen der Energie-Anstoßberatung. Die Beispielgebäude können darüber hinaus als Standard-Datensätze innerhalb von Energieberatungssoftware verwendet werden.

Neben der Bewertung von Bestandsgebäuden werden in analoger Weise auch Beispiele für die Umsetzung von Neubauten aufgezeigt. Für diese jüngste Baualtersklasse umfasst die Typologie

¹ Projekt „Typology Approach for Building Stock Energy Assessment - TABULA“, (2009 – 2012) gefördert durch das EU-Programm „Intelligent Energy Europe“ und die Forschungsinitiative „ZukunftBau“ – www.building-typology.eu

² Project „Energy Performance Indicator Tracking Schemes for the Continuous Optimisation of Refurbishment Processes in European Housing Stocks – EPISCOPE“ (April 2013 - March 2016) gefördert durch das EU-Programm „Intelligent Energy Europe“ – www.episcope.eu

dabei eine Spanne möglicher Umsetzungsvarianten: von den gesetzlichen Mindeststandards bis hin zu besten verfügbaren Technologien.

Die Gebäudetypologie ermöglicht einige grundsätzliche Aussagen, die Vereinfachungen und exemplarische Betrachtungen voraussetzen, dabei jedoch die Bandbreite der Praxis nicht wiedergeben können. Viele Details der möglichen Umsetzung von Energiesparmaßnahmen am konkreten Objekt lassen sich nur mit einem Experten vor Ort klären.

Entwicklung von Wohngebäudetypologien in Deutschland

Eine erste Version der deutschen Gebäudetypologie für Wohngebäude wurde 1990 publiziert – Grundlage waren Gebäudedaten, die im Rahmen von Energieberatungsaktionen von Energieberatern aufgenommen worden waren. Innerhalb von Szenarioanalysen wurde sie als Modell für die Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen eingesetzt [IWU 1990]. Die deutsche Gebäudetypologie wurde im Laufe der Zeit weiterentwickelt (z.B. durch Erweiterung der Baualtersklassen auf Grund neuer gesetzlicher Anforderungen) und diente in einer Reihe von Studien als Modell für den deutschen Gebäudebestand (u.a. [FZJülich 1994], [IWU 1996], [FIZ 1999], [IWU 2003a], [IWU 2013]).

Auch auf regionaler Ebene kommen seit über 25 Jahren Gebäudetypologien zum Einsatz:

- Bundesländer: z.B. Bremen [UTEC/ARENHA 1988], Nordrhein-Westfalen [ARENHA 1993], Hessen [Eicke-Hennig/Siepe 1997], Schleswig-Holstein [GERTEC/UTEC 1999], Sachsen [ebök 2001], Bayern [IWU 2006a],
- Städte und Landkreise: z.B. Heidelberg [ebök/ifeu 1996], Mannheim [ebök/ifeu 1997], Landkreis Nienburg/Weser, Schwalm-Eder-Kreis, Hannover, Bielefeld, Lübeck, Rostock, Erfurt, Duisburg, Solingen, Remscheid, Essen, Wiesbaden [GERTEC/ARENHA], ...

Die genannten Typologien wurden teilweise auch als Modelle zur Abbildung des Energieverbrauchs regionaler Gebäudebestände verwendet (z.B. [Öko-Institut 2003] [IWU 2005b]).

Neben Beratungsbroschüren und Modellen für die Potenzialanalyse finden sich auch andere praktische Anwendungen. Die Beispielgebäude der deutschen und der regionalen Gebäudetypologien wurden in einer Reihe von Software-Applikationen aufgenommen, um ohne aufwändige Dateneingabe die energetische Bewertung durch das Energieberatungsprogramm exemplarisch zu demonstrieren.

Ergänzend sind noch Publikationen zu nennen, in denen Bauteil-Konstruktionen entsprechend ihrer energetischen Qualität klassifiziert werden und U-Werte differenziert nach Baualter, Typ, Material angegeben werden, z.B. [Zapke / Ebert 1983] [Eicke-Hennig et al. 1997] [IWU 2004] [IWU 2005a] [ZUB 2009]).

Auch die Klassifizierung von Wärmeversorgungssystemen nach Erzeugertyp, Jahr der Installation und anderen Parametern kann in verschiedenen Quellen gefunden werden, z.B. in [IWU 2004] (tabellierte Werte der Endenergie-Aufwandszahlen von Heizungs- und Warmwassersystemen) sowie in [DIN V 4701-10], [BekEnEV 2009], [IWU 2005a] (tabellierte Werte für Erzeuger-Aufwandszahlen, für Verluste der Verteilung und der Speicherung).

Systematische Ansätze auf europäischer Ebene

Im Rahmen des oben bereits erwähnten EU-Projekts TABULA wurden in verschiedenen EU-Ländern vorliegende Erfahrungen zusammengetragen, um Gemeinsamkeiten herauszuarbeiten und zu einem gemeinsamen, abgestimmten Konzept weiterzuentwickeln. Die individuellen nationalen Ansätze und Erfahrungen sind in dem Bericht [TABULA 2010] dargestellt. Ergebnis der Analy-

se vorliegender Konzepte war, dass typologische Ansätze auf unterschiedlichen Ebenen mit Blick auf verschiedene Zielsetzungen verwendet (siehe Schema in **Tab. 1**):

- Fallbeispiele für Demonstrationszwecke: nachvollziehbare Aussagen über typische Eigenschaften und Energiekennwerte auf der Basis exemplarischer Gebäude; Ermittlung des Energiesparpotentials bei Anwendung bestimmter Maßnahmen;
- Bewertung einzelner Gebäude: Verwendung typologischer Merkmale zur Vereinfachung der energetischen Bewertung konkreter Einzelgebäude (thermische Hüllfläche, U-Werte, Anlageneffizienz) im Rahmen der Energieberatung oder Energieausweis-Erstellung.
- Bewertung größerer Gebäudebestände: Analysen für größere Gesamtheiten von Gebäuden unter Einbeziehung statistischer Daten; Ermittlung der Energiesparpotenziale für verschiedene Szenarien;

Detailliertere Beschreibungen der Erfahrungen sowie eine Darstellung des harmonisierten Ansatzes finden sich in [TABULA 2010] sowie im Internet auf: www.building-typology.eu.

Tab. 1: Typologische Ansätze der Bewertung der energetischen Qualität von Gebäuden – Anwendungsbereiche und Zielgruppen

Anwendungsbereich / Zielsetzung		Kontext	Akteure	Zielgruppen
Fallbeispiele zur Demonstration	Materialien für die Initialberatung	Nutzung von Gebäudeübersichtsblättern in der Verbraucherberatung; Darstellung typischerweise erzielter Energieeinsparungen, praktische Beispiele der Umsetzung für typische Gebäude	Verbraucherberatung, Energieberater, Verbände der Bauwirtschaft, der Energiewirtschaft und der Gebäudeeigentümer	Verbraucher, Gebäudeeigentümer
	Veranschaulichung der Wirkung von Instrumenten	exemplarische Darstellung der Auswirkungen von politischen Instrumenten	Energie-/Gebäude-Experten, wissenschaftliche Einrichtungen	politische Entscheidungsträger auf allen Ebenen, Verbände
Bewertung einzelner Gebäude	Software für die Initialberatung	Software-Anwendungen, die eine Anpassung der typologischen Bewertung an die konkreten Parameter eines gegebenen Gebäudes erlauben	Software-Häuser, Anbieter von Online-Informationssystemen	Verbraucher, Gebäudeeigentümer
	vereinfachte Erstellung von Energieausweisen	Nutzung von typologischen Informationen anstelle von vor Ort aufgenommenen Daten; Reduktion des Aufwands für Datenerhebung	Energie-/Gebäude-Experten, Beteiligte der Normenerstellung	Energieausweis-Ersteller, Energieberater
Bewertung größerer Gebäudebestände	Portfolio-Analyse	Beispiel-Berechnungen, Hochrechnung auf das ganze Portfolio, strategische Analysen als Grundlage für Investitionsentscheidungen	Energie-/Gebäude-Experten, hauseigene Experten der verschiedenen Zielgruppen	Wohnungsunternehmen, Kommunen, andere Eigentümer größerer Gebäudebestände
	Modell für den Gebäudebestand	ex ante und ex post Bewertung politischer Strategien und Instrumente; Szenario-Berechnungen	Energie-/Gebäude-Experten, wissenschaftliche Einrichtungen	politische Entscheidungsträger auf allen Ebenen, Verbände

2 Wohngebäudetypen

Gemäß [IWU 1990] [IWU 2003a] wird der deutsche Wohngebäudebestand entsprechend seiner energierelevanten Merkmale in eine Reihe von Baualtersklassen und Größenklassen eingeteilt:

Bild 1: Haustypenmatrix: Baualters- und Größenklassen

Baualtersklasse		EFH	RH	MFH	GMH	HH
		Basis-Typen				
A	... 1859	EFH_A		MFH_A		
B	1860 ... 1918	EFH_B	RH_B	MFH_B	GMH_B	
C	1919 ... 1948	EFH_C	RH_C	MFH_C	GMH_C	
D	1949 ... 1957	EFH_D	RH_D	MFH_D	GMH_D	
E	1958 ... 1968	EFH_E	RH_E	MFH_E	GMH_E	HH_E
F	1969 ... 1978	EFH_F	RH_F	MFH_F	GMH_F	HH_F
G	1979 ... 1983	EFH_G	RH_G	MFH_G		
H	1984 ... 1994	EFH_H	RH_H	MFH_H		
I	1995 ... 2001	EFH_I	RH_I	MFH_I		
J	2002 ... 2009	EFH_J	RH_J	MFH_J		
K	2010 ... 2015	EFH_K	RH_K	MFH_K		
L	2016 ...	EFH_L	RH_L	MFH_L		
F/F	1969 ... 1978	Fertighaus				
Sonderfälle	NBL_D			NBL_MFH_D		
	NBL_E			NBL_MFH_E		
	NBL_F				NBL_GMH_F	NBL_HH_F
	NBL_G				NBL_GMH_G	NBL_HH_G
	NBL_H				NBL_GMH_H	

Erläuterung der Kürzel: EFH = Einfamilienhaus; RH = Reihenhaus; MFH = Mehrfamilienhaus; GMH = großes Mehrfamilienhaus; HH = Hochhaus

Das Baualter bildet ein wichtiges Merkmal, weil sich in jeder Bauepoche allgemein übliche Konstruktionsweisen, aber auch typische Bauteilflächen (z.B. Fenstergrößen) finden lassen, die den Heizwärmebedarf deutlich beeinflussen. Die Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, den Zeitpunkten statistischer Erhebungen und den Veränderungen der wärmetechnisch relevanten Bauvorschriften (siehe auch [Eicke-Hennig 2011]). Der deutsche Gebäudebestand lässt sich dementsprechend in folgende Zeitabschnitte unterteilen:

Tab. 2: Merkmale der verschiedenen Bau-Epochen

Nr.	Bau- alters- klasse	Zeitraum	Charakterisierung
1	A	... 1859	<p>vor-industrielle Phase, handwerklich geprägte Bautechniken, aufbauend auf Erfahrungen, kaum gesetzliche Regelungen; Verwendung von lokal verfügbaren Materialien der Region</p> <p>dominante Bauweisen: Fachwerk mit Strohlehm-Ausfachung, monolithische Wände aus unbehauenen oder behauenen Natursteinen oder Voll-Ziegeln, Holzbalkendecken</p> <p>diskontinuierliche Beheizung über offene Feuerstellen oder Öfen in einzelnen Wohnräumen und offene Herdstellen oder geschlossene Herde in der Küche; kein fließend Kalt-/Warmwasser; Toiletten außerhalb des Gebäudes</p>
2	B	1860 ... 1918	<p>Gründerzeit: Ausdehnung der Städte und einsetzende Industrialisierung, Standardisierung und Normung der Bauweisen; jedoch noch regional geprägt.</p> <p>Dominanz von Mauerwerksbauten, im ländlichen Bereich auch Fachwerk mit Mauerwerksausfachung, häufig erhaltenswerte Gestaltung der Straßensassaden (Stuck, Sandstein, Klinker), Holzbalkendecken, häufig massive Kellerdecken</p> <p>diskontinuierliche Beheizung über Öfen in einzelnen Wohnräumen und Holz/Kohle-Herde in der Küche; kein fließend Warmwasser; keine Badezimmer; Toiletten innerhalb des Gebäudes, z.B. im Treppenhaus</p>
3	C	1919 ... 1948	<p>zunehmende Industrialisierung der Baustoffherstellung, Verwendung kostengünstiger und einfacher Materialien sowie materialsparender Konstruktionen, nationale Standardisierung und Normung</p> <p>Dominanz von ein- und zweischaligen Mauerwerksbauten, massive Kellerdecken, etwas verbesserter Wärmeschutz durch verstärkten Einsatz von Bauelementen mit Luftkammern (zweischalige Bauweise, Hohlkörper-Decken)</p> <p>diskontinuierliche Beheizung über Öfen, bisweilen auch schon Kohle-Zentralheizung; in der Küche Kohle- oder Gasherde; Toiletten und Badezimmer in den Wohnungen</p>
4	D	1949 ... 1957	<p>einfache Bauweise der Nachkriegszeit, häufig mit Trümmer-Materialien, Weiterentwicklung der Normen, Einführung von Anforderungen für den sozialen Wohnungsbau, Einführung der DIN 4108 „Wärmeschutz im Hochbau“ (1952) überwiegend Mauerwerksbauweise</p> <p>Holzbalkendecken nur noch bei Einfamilienhäusern, im Geschosswohnungsbau der DDR ab Anfang der 50er Jahre auch Bauten in vorgefertigter Block- oder Streifenbauweise</p> <p>verstärkter Einsatz von Zentralheizungen (Koks, Gas, Öl), Gas-Etagenheizungen oder Gas-Öfen statt der Feststoff-Öfen eingesetzt; in der DDR Verbreitung von Fernwärme; Neubauten haben damit im Winter ein kontinuierlich höheres Temperaturniveau</p>

5	E	1958 ... 1968	im Geschosswohnungsbau erste Hochhaussiedlungen; statisch wird Stahlbeton in vielen Variationen bestimmend, Zunahme konstruktiver Wärmebrücken (inbes. auskragende Betonbauteile); in der DDR Plattenbauten in Großserien Kohle-, Öl- und Gas-Zentralheizungen oder Fernwärme sind Standard; fließend Warmwasser
6	F	1969 ... 1978	neue industrielle Bauweisen (Sandwich-Konstruktionen), Fertighaus-Konzept im Einfamilienhaus-Bereich ausgelöst durch 1. Ölkrise erhält der Wärmeschutz größere Bedeutung
7	G	1979 ... 1983	1. Wärmeschutzverordnung als Folge der Ölkrise; auch in der DDR verbesserte wärmetechnische Anforderungen (Rationalisierungsstufe II) bei monolithischen Wänden immer kleinere Luftkammern bzw. porosierte Materialien; aber auch von außen gedämmte Mauerwerksbauten (Wärmedämmverbundsystem) stärker im Markt vertreten
8	H	1984 ... 1994	2. Wärmeschutzverordnung (WSchV 84); in der DDR weiter verbesserter Wärmeschutz (Rationalisierungsstufe III) erste Niedrigenergiehäuser im Markt vertreten, teilweise gefördert durch regionale / Landesprogramme
9	I	1995 ... 2001	3. Wärmeschutzverordnung (WSchV 95)
10	J	2002 ... 2009	Energieeinsparverordnung EnEV 2002 Förderung für KfW-Energiesparhäuser 60 und 40
11	K	2010 ...	neue Anforderungen der EnEV ab Herbst 2009: Niedrigenergiehäuser als Regel-Standard Förderung für KfW-Effizienzhäuser 70, 55 und 40

2.1 Basis- und Sub-Typen

Durch Klassifizierung des Bestands nach Größe und Baualter sind die Basis-Typen (engl. „generic types“) der Gebäude-Typologie definiert. Jedes deutsche Wohngebäude kann einem dieser in Bild 1 dargestellten Basis-Typen zugeordnet werden. Insbesondere für Hochrechnungen auf den gesamten Wohngebäudebestand ist die Einschränkung auf Basis-Typen sinnvoll. Darüber hinaus finden sich weitere energierelevante Merkmale, die auf bestimmte Gebäude eines Basis-Typs zutreffen können. Solche Untergruppen oder "Sub-Typen" sind in der deutschen Typologie traditionell schon berücksichtigt:

- In den 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts bei Einfamilienhäusern besonders häufig anzutreffen waren Fertighäuser, die – im Gegensatz zur traditionellen Stein-auf-Stein-Bauweise – aus vorgefertigten Elementen bestehen. Diese haben insbesondere im Außenwand-Bereich einen deutlich besseren Wärmeschutz (siehe Tab. 3, Typ „EFH_F/F“)
- Dominant im Geschosswohnungsbau der DDR waren seit Ende der 50er Jahre Typen des industriellen Bauens, die ebenfalls als Sub-Typ in der Typologie vertreten sind (siehe Tab. 3, Typ „NBL_ ...“). Der Einfachheit halber wurden hier die Zeitabschnitte der westdeutschen Gebäude übernommen, obwohl die Weiterentwicklung der technischen Standards nicht synchron ablief. Auch entspricht die Klassifizierung hier nur einem groben Raster nach Periode und Größe, die die auch regional gegebene Typen-Vielfalt der Plattenbauweise der DDR nicht ansatzweise wiedergeben kann.

Die Liste der Untertypen ist offen und kann nach Bedarf erweitert werden. Weitere Beispiele für mögliche *baukonstruktive* Sub-Typen sind:

- Fachwerkhaus
- Holzständer- / Holzrahmenbauweise
- Tafelbauweise / Beton-Sandwichelement-Bauweise
- zweischalige Bauweise / Klinker-Vorsatzschale
- eingeschossige Bauformen (mit Flachdach) / „(Winkel-)Bungalow“
- usw.

Beispiele für regionale Bauformen, die als Sub-Typen gesehen werden können:

- Niedersachsenhaus
- Schwarzwaldhaus
- usw.

Die Unterscheidung zwischen den Typen ist dabei nicht immer scharf möglich – auf Grund von vielen Besonderheiten, die regional ausgeprägt sein können, aber auch auf Grund fließender Übergänge zwischen den verschiedenen Bauformen. Die Typologie liefert ein grobes Raster zur Einordnung aber natürlich kein generell für jedes Einzelgebäude anwendbares Verfahren.

Konkrete Gebäude-Beispiele für Basis- und Sub-Typen

Den Gebäudetypen werden jeweils Beispielgebäude zugeordnet, die der anschaulichen Demonstration der Gebäudegeometrie und der Konstruktionsweise sowie der möglichen Modernisierungsmaßnahmen und der damit erzielbaren Energieeinsparung dienen.

Regionale Typologien

Neben der bundesdeutschen Typologie gibt es auch regionale Typologien (siehe Beispiele in Abschnitt 1), die häufig gleiche oder ähnliche Baualters- und Größenklassen aufweisen, jedoch jeweils durch lokal erhobene Beispielgebäude bzw. Musterhäuser repräsentiert werden.

2.2 Energierrelevante Merkmale der Gebäudetypen im Bestand

Auf Basis der Einteilung des deutschen Wohngebäudebestands nach Größe und Baualter sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Typen definiert. Zu jedem Typ findet sich hier auch eine kurze Beschreibung der häufig anzutreffenden Ausprägungen der Geometrie und Baukonstruktion. Die Bilder zeigen jeweils ein konkretes Beispielgebäude für jeden Typ.

Tab. 3: Charakterisierung der Wohngebäudetypen im Bestand (bis Baualtersklasse J)











Code <i>(kursiv: TABULA Code)</i>	Bild eines Beispielgebäudes	Baualtersklasse	typische Bauweise: häufiges Erscheinungsbild / energierelevante Merkmale (Baukörper / Konstruktionen)
EFH_A <i>DE.N.SFH.01.Gen</i>		... 1859	typisch 1- oder 2-geschossig, mit Satteldach; Dachgeschoss oftmals ausgebaut; Holzbalkendecken; häufig Fachwerk mit Lehmausfachung oder Ausmauerung, typisch als Sichtfachwerk; ansonsten Mauerwerk aus Feldsteinen oder Vollziegel; meist nicht unterkellert, aber auch Gewölbekeller oder Kriechkeller (Holzbalkendecke); teilweise unter Denkmalschutz
EFH_B <i>DE.N.SFH.02.Gen</i>		1860 ... 1918	typisch 1- oder 2-geschossig, mit Satteldach; Dachgeschoss oftmals ausgebaut; Holzbalkendecken; häufig Mauerwerk aus Vollziegeln oder regionalen Natursteinen, teilweise zweischalig; bisweilen erhaltenswerte bzw. denkmalgeschützte Fassade; Kellerdecke als Kappengewölbe oder Kappendecke, im ländlichen Raum auch als Holzbalkendecke
EFH_C <i>DE.N.SFH.03.Gen</i>		1919 ... 1948	typisch 1- oder 2-geschossig, mit Sattel- oder Walmdach; Dachgeschoss ausgebaut; Holzbalkendecken; ein- oder zweischaliges Mauerwerk aus Vollziegeln oder regionalen Natursteinen, in Norddeutschland Klinkerschale; Kellerdecke massiv (Ortbetondecke, scheidrechte Kappendecke, o.ä.)
EFH_D <i>DE.N.SFH.04.Gen</i>		1949 ... 1957	typisch 1- oder 2-geschossig, mit Satteldach, Dachgeschoss oftmals ausgebaut; Sparrenzwischenraum bisweilen ausgemauert, Holzbalken- oder Massivdecken; ein- oder zweischaliges Mauerwerk aus Vollziegeln, Trümmer-Hohlblocksteinen o.ä., in Norddeutschland Klinkerschale; Kellerdecke massiv (Stahlbeton o.ä.)
EFH_E <i>DE.N.SFH.05.Gen</i>		1958 ... 1968	typisch 1- oder 2-geschossig, mit Satteldach, Dachgeschoss beheizt; bisweilen auch 1-geschossig mit Flachdach; Betondecken; Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln, Holzspansteinen o.ä., verputzt; in Norddeutschland meist zweischalig unverputzt
EFH_F <i>DE.N.SFH.06.Gen</i>		1969 ... 1978	typisch 1- bis 2-geschossig mit Sattel- oder Flachdach; Betondecken; Mauerwerk aus verputzten Gitterziegeln, Kalksandlochsteinen o.ä., bisweilen Tafel-Bauweise mit Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Elementen ("Fertighaus"); in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
EFH_G <i>DE.N.SFH.07.Gen</i>		1979 ... 1983	typisch 1- bis 2-geschossig mit Satteldach; Betondecken; Mauerwerk aus verputzten Gitterziegeln, Kalksandlochsteinen, Porenbeton o.ä., teilweise mit dünner Außendämmung; bisweilen Tafel-Bauweise mit Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Elementen ("Fertighaus"); in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
EFH_H <i>DE.N.SFH.08.Gen</i>		1984 ... 1994	typisch 1- bis 2-geschossig mit Satteldach; Betondecken; Mauerwerk aus porierten Ziegeln, Kalksandsteinen, Porenbeton o.ä., teilweise mit Außendämmung, verputzt; bisweilen Tafel-Bauweise mit Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Elementen ("Fertighaus"); in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
EFH_I <i>DE.N.SFH.09.Gen</i>		1995 ... 2001	typisch 1- bis 2-geschossig mit Satteldach; Betondecken; Mauerwerk monolithisch (porosierte Ziegel, Porenbeton, o.ä. mit Leichtmörtel) oder massiv (z.B. Kalksandstein) mit Wärmedämmverbundsystem; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale; bisweilen Holz-Leichtbau
EFH_J <i>DE.N.SFH.10.Gen</i>		2002 ... 2009	typisch 1- bis 2-geschossig mit Satteldach; Betondecken; Mauerwerk monolithisch (porosierte Ziegel, Porenbeton, o.ä. mit Leichtmörtel) oder massiv (z.B. Kalksandstein) mit Wärmedämmverbundsystem; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale; bisweilen Holz-Leichtbau

Code <i>(kursiv: TABULA Code)</i>	Bild eines Beispiel- gebäudes	Bau- alters- klasse	typische Bauweise: häufiges Erscheinungsbild / energierelevante Merkmale (Baukörper / Konstruktionen)
RH_B <i>DE.N.TH.02.Gen</i>		1860 ... 1918	typisch 2-geschossig, mit Satteldach; Dachgeschoss oftmals ausgebaut; Holzbalkendecken; häufig Mauerwerk aus Vollziegeln oder regionalen Natursteinen, auch zweischalig; bisweilen erhaltenswerte bzw. denkmalgeschützte Fassade; Kellerdecke massiv (Kappengewölbe, Kappendecke o.ä.)
RH_C <i>DE.N.TH.03.Gen</i>		1919 ... 1948	typisch 2-geschossig, mit Sattel- oder Walmdach; Dachgeschoss ausgebaut; Holzbalken- oder Massivdecken; ein- oder zweischaliges Mauerwerk aus Vollziegeln oder regionalen Natursteinen, in Norddeutschland Klinkerschale; Kellerdecke massiv (Ortbetondecke, schieftrechte Kappendecke, o.ä.)
RH_D <i>DE.N.TH.04.Gen</i>		1949 ... 1957	typisch 2-geschossig, mit Satteldach, Dachgeschoss oftmals ausgebaut; Massiv- oder Holzbalkendecken; ein- oder zweischaliges Mauerwerk aus Vollziegeln, Trümmer-Hohlblocksteinen o.ä., in Norddeutschland Klinkerschale; Kellerdecke massiv (Stahlbetondecke o.ä.)
RH_E <i>DE.N.TH.05.Gen</i>		1958 ... 1968	typisch 2-geschossig, mit Sattel- oder Pultdach, Dachgeschoss beheizt; Betondecken; Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln, Holzspansteinen o.ä., verputzt; in Norddeutschland meist zweischalig unverputzt
RH_F <i>DE.N.TH.06.Gen</i>		1969 ... 1978	typisch 2-geschossig mit Sattel- oder Pultdach; Betondecken; Mauerwerk aus verputzten Gitterziegeln, Kalksandlochsteinen o.ä., bisweilen Tafel-Bauweise mit Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Elementen; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
RH_G <i>DE.N.TH.07.Gen</i>		1979 ... 1983	typisch 2-geschossig mit Sattel- oder Pultdach; Betondecken; Mauerwerk aus verputzten Gitterziegeln, Kalksandlochsteinen, Porenbeton o.ä., teilweise mit dünner Außendämmung; bisweilen Tafel-Bauweise mit Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Elementen; verputzt, in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
RH_H <i>DE.N.TH.08.Gen</i>		1984 ... 1994	typisch 2- bis 3-geschossig mit Satteldach; Betondecken; Mauerwerk aus porosierten Ziegeln, Kalksandsteinen, Porenbeton o.ä., teilweise mit Außendämmung; bisweilen Tafel-Bauweise mit Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Elementen; verputzt, in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
RH_I <i>DE.N.TH.09.Gen</i>		1995 ... 2001	typisch 2- bis 3-geschossig mit Satteldach; Betondecken; Mauerwerk monolithisch (porosierte Ziegel, Porenbeton, o.ä. mit Leichtmörtel) oder massiv (z.B. Kalksandstein) mit Wärmedämmverbundsystem; bisweilen Tafel-Bauweise mit Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Elementen; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
RH_J <i>DE.N.TH.10.Gen</i>		2002 ... 2009	typisch 2- bis 3-geschossig mit Satteldach; Betondecken; Mauerwerk monolithisch (porosierte Ziegel, Porenbeton, o.ä. mit Leichtmörtel) oder massiv (z.B. Kalksandstein) mit Wärmedämmverbundsystem; bisweilen Tafel-Bauweise mit Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Elementen; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
MFH_A <i>DE.N.MFH.01.Gen</i>		... 1859	typisch 2- bis 3-geschossig, mit Satteldach; Dachgeschoss häufig ausgebaut; Holzbalkendecken; häufig Fachwerk mit Lehmausfachung oder Ausmauerung, typisch als Sichtfachwerk; ansonsten Mauerwerk aus Feldsteinen oder Vollziegel; bisweilen denkmalgeschützt; meist nicht unterkellert, aber auch Gewölbekeller oder Kriechkeller (Holzbalkendecke)
MFH_B <i>DE.N.MFH.02.Gen</i>		1860 ... 1918	Gründerzeit-Gebäude, meist 3- bis 4-geschossig, mit Satteldach; mit oder ohne ausgebautem Dachgeschoss; Holzbalkendecken; häufig Mauerwerk aus Vollziegeln oder regionalen Natursteinen, teilweise zweischalig; bisweilen erhaltenswerte bzw. denkmalgeschützte Fassade; Kellerdecke massiv (Kappengewölbe, Kappendecke, o.ä.)
MFH_C <i>DE.N.MFH.03.Gen</i>		1919 ... 1948	typisch 3- bis 4-geschossig, mit Sattel- oder Flachdach (Kalt Dach); Dachgeschoss selten ausgebaut (Trockenboden); Holzbalkendecken oder massive Decken; ein- oder zweischaliges Mauerwerk aus Vollziegeln oder regionalen Natursteinen, in Norddeutschland Klinkerschale; Kellerdecke massiv (Stahlsteindecke, Ortbetondecke o.ä.)
MFH_D <i>DE.N.MFH.04.Gen</i>		1949 ... 1957	typisch 3- bis 4-geschossig, mit Sattel- oder Flachdach (Kalt Dach), Dachgeschoss selten ausgebaut (Trockenboden); ein- oder zweischaliges Mauerwerk aus Trümmer-Hohlblocksteinen, Vollziegeln o.ä., in Norddeutschland Klinkerschale; Geschossdecken und Kellerdecke massiv (Stahlbetondecken), starke Wärmebrücken an ausragenden Balkonen

Code <i>(kursiv: TABULA Code)</i>	Bild eines Beispiel- gebäudes	Bau- alters- klasse	typische Bauweise: häufiges Erscheinungsbild / energierelevante Merkmale (Baukörper / Konstruktionen)
MFH_E <i>DE.N.MFH.05.Gen</i>		1958 ... 1968	typisch 3- bis 5-geschossig, mit Sattel- oder Flachdach, Dachgeschoss bisweilen beheizt; Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln, Holzspansteinen o.ä., verputzt; in Norddeutschland meist zweischalig unverputzt; Stahlbetondecken, starke Wärmebrücken an auskragenden Balkonen
MFH_F <i>DE.N.MFH.06.Gen</i>		1969 ... 1978	typisch 3- bis 5-geschossig; Flachdach; Mauerwerk aus verputzten Gitterziegeln, Kalksandlochsteinen o.ä.; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale; bisweilen Tafel-Bauweise mit Beton-Sandwich-Elementen; Stahlbetondecken, starke Wärmebrücken an Balkon-/Loggien-Anschlüssen
MFH_G <i>DE.N.MFH.07.Gen</i>		1979 ... 1983	typisch 3- bis 5-geschossig; Sattel-, Pult- oder Flachdach; Mauerwerk aus verputzten Gitterziegeln, Kalksandlochsteinen, Porenbeton o.ä., teilweise mit dünner Außendämmung, verputzt; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale; bisweilen Tafel-Bauweise mit Beton-Sandwich-Elementen; Stahlbetondecken, Wärmebrücken an Balkon-/Loggien-Anschlüssen
MFH_H <i>DE.N.MFH.08.Gen</i>		1984 ... 1994	typisch 3- bis 5-geschossig; Sattel-, Pult- oder Flachdach; Betondecken; Mauerwerk aus porosierten Ziegeln, Kalksandsteinen, Porenbeton o.ä., teilweise mit Außendämmung, verputzt; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale; bisweilen Tafel-Bauweise mit Beton-Sandwich-Elementen
MFH_I <i>DE.N.MFH.09.Gen</i>		1995 ... 2001	typisch 3- bis 5-geschossig; Sattel-, Pult- oder Flachdach; Betondecken; Mauerwerk monolithisch (porosierte Ziegel, Porenbeton, o.ä. mit Leichtmörtel) oder massiv (z.B. Kalksandstein) mit Wärmedämmverbundsystem; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale; bisweilen Tafel-Bauweise mit Beton-Sandwich-Elementen
MFH_J <i>DE.N.MFH.10.Gen</i>		2002 ... 2009	typisch 3- bis 5-geschossig; Sattel-, Pult- oder Flachdach; Betondecken; Mauerwerk monolithisch (porosierte Ziegel, Porenbeton, o.ä. mit Leichtmörtel) oder massiv (z.B. Kalksandstein) mit Wärmedämmverbundsystem; in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale
GMH_B <i>DE.N.AB.02.Gen</i>		1860 ... 1918	Gründerzeit-Gebäude, meist 4- bis 5-geschossig, mit Satteldach; mit oder ohne ausgebautem Dachgeschoss; Holzbalkendecken; häufig Mauerwerk aus Vollziegeln oder regionalen Natursteinen, teilweise zweischalig; bisweilen erhaltenswerte bzw. denkmalgeschützte Fassade; Kellerdecke als Kappengewölbe oder Kappen-decke
GMH_C <i>DE.N.AB.03.Gen</i>		1919 ... 1948	typisch 5- bis 6-geschossig, mit Sattel- oder Flachdach (Kaltdach), Dachgeschoss selten ausgebaut (Trockenboden); Holzbalkendecken oder massive Decken; ein- oder zweischaliges Mauerwerk aus Vollziegeln oder regionalen Natursteinen, in Norddeutschland Klinkerschale; Kellerdecke massiv (Stahlsteindecke, Ortbetondecke o.ä.)
GMH_D <i>DE.N.AB.04.Gen</i>		1949 ... 1957	typisch 5- bis 8-geschossig, mit Sattel- oder Flachdach (Kaltdach), Dachgeschoss selten ausgebaut (Trockenboden); ein- oder zweischaliges Mauerwerk aus Trümmer-Hohlblocksteinen, Vollziegeln o.ä., in Norddeutschland Klinkerschale; Geschossdecken und Kellerdecke massiv (Stahlbetondecken)
GMH_E <i>DE.N.AB.05.Gen</i>		1958 ... 1968	typisch 5- bis 8-geschossig, mit Sattel- oder Flachdach, Dachgeschoss bisweilen beheizt; Betondecken; Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln o.ä., verputzt; in Norddeutschland meist zweischalig unverputzt; Loggien / Balkone durchgehend betoniert
GMH_F <i>DE.N.AB.06.Gen</i>		1969 ... 1978	mehr als 8 Geschosse; Flachdach; Tafel-Bauweise mit Beton-Sandwich-Elementen oder Mauerwerk aus verputzten Gitterziegeln, Kalksandlochsteinen o.ä., in Norddeutschland meist Klinker-Vorsatzschale; Betondecken, Loggien durchgehend betoniert

Code <i>(kursiv: TABULA Code)</i>	Bild eines Beispielgebäudes	Baualtersklasse	typische Bauweise: häufiges Erscheinungsbild / energierelevante Merkmale (Baukörper / Konstruktionen)
---	------------------------------------	------------------------	--

Sub-Typen (exemplarisch)

HH_E <i>DE.N.AB.05.HR</i>		1958 ... 1968	mehr als 8 Geschosse; Flachdach; Stahl- oder Stahlbeton-Skelettbauweise, Betonelemente oder Mauerwerk
HH_F <i>DE.N.AB.06.HR</i>		1969 ... 1978	typisch 5- bis 8-geschossig; Flachdach; Großtafelbauweise mit Beton-Sandwich-Elementen; Betondecken, Loggien durchgehend betoniert
EFH_F/F <i>DE.N.SFH.06.LightFrame</i>		1969 ... 1978	Sondertyp Fertighaus: meist 1- bis 2-geschossig mit Satteldach; Großtafeln in Leichtbau- oder Beton-Sandwich-Bauweise, in Norddeutschland meist mit Klinker-Vorsatzschale oder Riemchen; Beton- oder Holzbalkendecken, Kellerdecke massiv
NBL_MFH_D <i>DE.East.MFH.04.Gen</i>		1949 ... 1957 ³	typisch 3- bis 5-geschossig, mit Sattel- oder Flachdach (Kaltdach), Dachgeschoss nicht ausgebaut (Trockenboden); Mauerwerk teilweise auch Fertigteilbauweise mit Leichtbetonblockelementen, Geschosdecken und Kellerdecke massiv (Stahlbetondecken)
NBL_MFH_E <i>DE.East.MFH.05.Gen</i>		1958 ... 1968	typisch 3- bis 5-geschossig; einschichtige Leichtbetonblockelemente (z.B. Blockbauweise 8 kN), teilweise auch einschalige Großtafeln; mit Sattel- oder Flachdach, Dachgeschoss nicht ausgebaut (Trockenboden); Betondecken
NBL_GMH_F <i>DE.East.AB.06.Gen</i>		1969 ... 1978	typisch 5-/6-geschossig; Großtafelbauweise (z.B. Typ P2, WBS 70), einschalig (Leichtbeton), zweischalig (Innen- oder Außendämmung) oder dreischalig; Flachdach (Kaltdach); Betondecken
NBL_GMH_G <i>DE.East.AB.07.Gen</i>		1979 ... 1983	typisch 5-/6-geschossig; Großtafelbauweise (z.B. Typ P2, WBS 70), einschalig (Leichtbeton), zweischalig (Innen- oder Außendämmung) oder dreischalig; Flachdach (Kaltdach); Betondecken
NBL_GMH_H <i>DE.East.AB.08.Gen</i>		1984 ... 1990	typisch 5-/6-geschossig; Großtafelbauweise (z.B. WBS 70), einschalig (Leichtbeton), zweischalig (Innen- oder Außendämmung) oder dreischalig; Flachdach (Kaltdach); Betondecken
NBL_HH_F <i>DE.East.AB.06.HR</i>		1969 ... 1978	typisch 10/11-geschossig; Großtafelbauweise (z.B. WBS 70), einschalig (Leichtbeton), zweischalig (Innen- oder Außendämmung) oder dreischalig; Flachdach (Kaltdach); Betondecken
NBL_HH_G <i>DE.East.AB.07.HR</i>		1979 ... 1983	mehr als 10 Geschosse; Großtafelbauweise (z.B. WBS 70), dreischalig, aber auch ein- (Gasbeton) oder zweischalig (Innen- oder Außendämmung); Flachdach (Kaltdach); Betondecken

³ Neue Bundesländer: Zur Vereinfachung wurden für die Baualtersklassen der in der DDR errichteten Gebäude die selben Zeitabschnitte gewählt wie im Fall der alten Bundesländer. In der Realität fanden die Änderungen jedoch nicht synchron statt.

3 Häufigkeiten von Gebäudetypen und Versorgungssystemen

3.1 Häufigkeiten von Gebäudetypen

Angaben über die Häufigkeiten der einzelnen Gebäudetypen wurden schon früher ausgewertet und publiziert (siehe z.B. [IWU 1990], [IWU 1996], [IWU 2007]). Durch den Zensus 2011 und die in diesem Rahmen durchgeführte Gebäude- und Wohnungszählung (eine Vollerhebung im deutschen Wohnungsbestand) wurde eine neue Datengrundlage geschaffen und in [Diefenbach 2013] veröffentlicht⁴. Die dort dargestellten aktuellen Zahlen zum Vorkommen von Gebäudetypen unterschiedlicher Altersklassen sollen im Folgenden wiedergegeben werden.

Ausgewertet wurden die Bestände von Gebäuden und Wohnungen sowie die Wohnfläche im deutschen Wohngebäudebestand. Zu diesem zählen ausschließlich die Wohngebäude (Gebäude, in denen die Wohnfläche mindestens so groß ist wie sonstige Nutzflächen). Wohnheime, „sonstige Gebäude mit Wohnraum“ (in denen sonstige Nutzflächen größer sind als die Wohnfläche) und „bewohnte Unterkünfte“ sind nicht berücksichtigt. Stichtag für den Zensus ist der 9. Mai 2011, die Auswertungsergebnisse geben also den Wohngebäudebestand zu diesem Datum wieder.

In der Auswertung wurden – wie in der IWU-Typologie – Baualtersklassen bis 2009 berücksichtigt. Für die Zuordnung der statistischen Daten zu den Gebäudekategorien der Typologie wurde folgende Einteilung gewählt⁵:

- EFH: Freistehende Wohngebäude mit 1-2 Wohnungen
- RH: Wohngebäude mit 1 bis 2 Wohnungen als Doppelhaus, gereihtes Haus oder sonstiger Gebäudetyp
- MFH: Wohngebäude mit 3 bis 12 Wohnungen
- GMH: Wohngebäude mit 13 oder mehr Wohnungen

Die gewählte Zuordnung ist durch die IWU-Gebäudetypologie nicht zwangsläufig vorgegeben, je nach Kontext können eventuell auch andere Einteilungen sinnvoll sein: Beispielsweise wurde die Grenze zwischen den Kategorien MFH und GMH hier allein deshalb bei 12 Wohnungen angesetzt, weil der Mikrozensus⁶ ebenfalls diese Klassengrenze verwendet. Es ist auch zu beachten, dass nicht für alle Kategorien, die sich aus der gewählten Einteilung der statistischen Daten ergeben, Beispielgebäude in der deutschen Wohngebäudetypologie vorhanden sind. Dies gilt für die Kategorien RH und GMH bis 1860 und für die Kategorie GMH mit Baujahren ab 1995. Hier wären bei Auswertungen vereinfachende Annahmen (beispielsweise die Zusammenfassung der Kategorien GMH und MFH) oder die Definition zusätzlicher Beispielgebäude notwendig. Darüber hinaus bietet die Typologie auch die Möglichkeit, weitere Differenzierungen durchzuführen, insbesondere bestimmte Gebäudetypen in den neuen Bundesländern separat zu betrachten. Die hier vorgelegte Tabelle dient vor diesem Hintergrund als eine Hilfestellung für Hochrechnungen mit der Typologie, schränkt aber die Möglichkeiten für andere begründete Einteilungen und Zuordnungen nicht ein.

⁴ Dem Hessischen Statistischen Landesamt und dem Statistischen Bundesamt gilt ein herzlicher Dank für die Bereitstellung der Daten.

⁵ Die Fragestellungen und Kategorien für die Erhebung der Gebäudeeigenschaften im Zensus 2011 sind im Fragebogen der Gebäude- und Wohnungszählung dokumentiert (s. www.zensus2011.de unter „Fragebogen zum Thema“).

⁶ In der Mikrozensus-Zusatzerhebung zur Wohnsituation, die alle vier Jahre durchgeführt wird, werden beispielsweise Informationen zur Wärmeversorgung abgefragt (Fragebogen der letzten Erhebung 2010 s. <https://www.datenschutzzentrum.de/mikrozensus/mikrozensus-2010-fragebogen.pdf>).

Tab. 4: Wohnflächen und Häufigkeiten im deutschen Wohngebäudebestand / Basis-Typen / Baujahr bis 2009, Stand: Mai 2011 [Diefenbach 2013]

Auswertung der Gebäude- und Wohnungszählung 2011 Stichtag: 9.5.2011		Baualtersklassen										Summe	Anteil
		bis 1860	1861 - 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2009		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
Deutscher Wohngebäudebestand Baujahre bis 2009	EFH												
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	330	966	1.131	859	1.509	1.507	704	1.160	1.035	775	9.976	55%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	399	1.213	1.389	1.060	1.948	1.915	881	1.397	1.204	858	12.263	31%
	Wohnfläche in Mio. m ²	46	135	150	116	218	233	110	178	158	119	1.463	41%
	RH												
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	148	492	710	447	633	611	335	652	619	384	5.030	28%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	181	617	840	546	749	685	374	722	674	409	5.796	15%
	Wohnfläche in Mio. m ²	19	62	82	52	76	79	45	85	80	52	633	18%
	MFH												
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	54	442	388	356	586	412	146	309	244	85	3.023	17%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	214	2.177	1.911	2.003	3.348	2.313	852	1.826	1.390	461	16.495	42%
	Wohnfläche in Mio. m ²	16	163	129	125	225	169	64	133	104	39	1.168	33%
	GMH												
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	0,6	28,7	7,4	17,3	34,0	50,1	15,0	28,7	20,9	7,6	210	1%
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	11	526	126	308	818	1.366	356	605	408	151	4.674	12%
	Wohnfläche in Mio. m ²	0,7	35,8	7,9	17,0	47,1	86,7	21,9	34,8	25,5	10,4	288	8%
Anzahl Wohngebäude in Tsd.	533	1.929	2.236	1.679	2.762	2.580	1.200	2.150	1.919	1.251	18.239		
<i>Anteil</i>	3%	11%	12%	9%	15%	14%	7%	12%	11%	7%			
Anzahl Wohnungen in Tsd.	806	4.533	4.265	3.915	6.863	6.279	2.463	4.550	3.675	1.880	39.228		
<i>Anteil</i>	2%	12%	11%	10%	17%	16%	6%	12%	9%	5%			
Wohnfläche in Mio. m²	82	396	370	309	567	569	240	431	368	220	3.552		
<i>Anteil</i>	2%	11%	10%	9%	16%	16%	7%	12%	10%	6%			

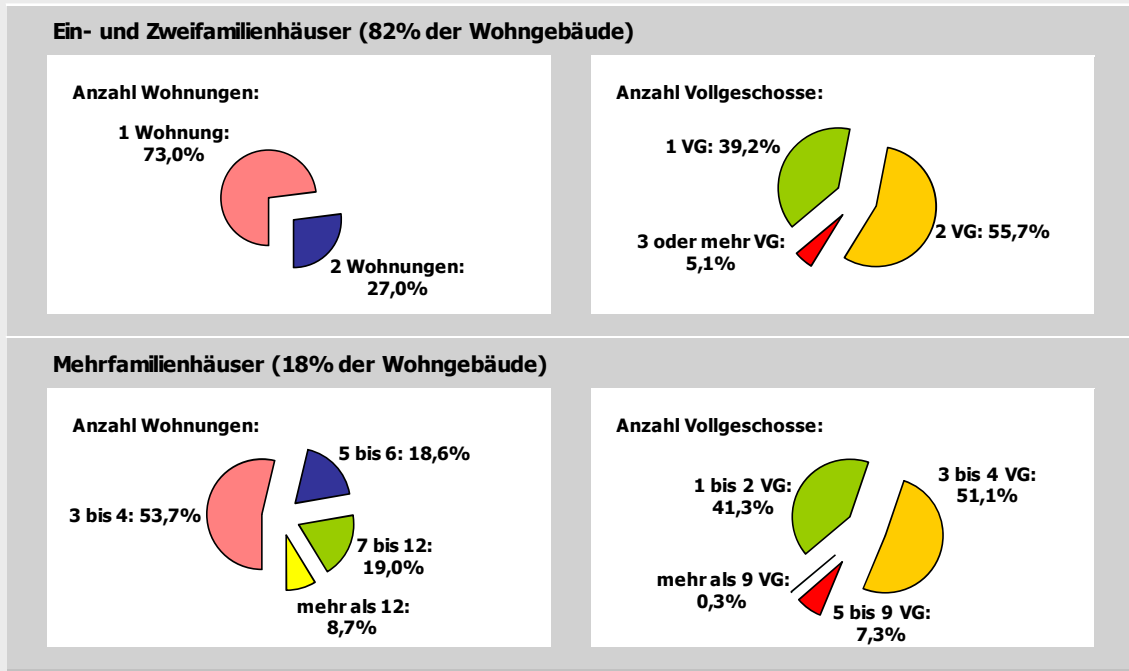
Gewählte Zuordnung: EFH: freistehende Ein-/Zweifamilienhäuser; RH: Ein-/Zweifamilienhäuser als Doppelhaushälfte, Reihenhaus oder sonstiger Gebäudetyp
 MFH: Mehrfamilienhäuser mit 3-12 Wohnungen, GMH: Mehrfamilienhäuser ab 13 Wohnungen
 Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Wohngebäude (ohne Wohnheime, ohne "sonstige Gebäude mit Wohnraum", ohne "bewohnte Unterkünfte")

Da die Tabelle nur Wohngebäude mit Baujahr bis Ende 2009 berücksichtigt, ist nicht der gesamte Bestand enthalten. Zählt man auch die ab 2010 errichteten Gebäude hinzu, so ergibt sich zum Zensusstichtag (9.5.2011) ein Gesamtbestand von rund 18.368.000 Wohngebäuden mit 39.432.000 Wohnungen und einer Wohnfläche von 3,575 Mrd. m².

Die im Folgenden dargestellten weiteren Informationen über das Vorkommen von Gebäudeeigenschaften und über den Stand der Modernisierung sind Ergebnisse des Forschungsprojekts „Datenbasis Gebäudebestand“, einer repräsentativen Stichprobenerhebung von Wohngebäuden in Deutschland, die 7.364 Wohngebäudedatensätze umfasst [Datenbasis 2010]. Die Aufteilung zwischen Ein- und Zweifamilienhäusern wurde dabei auf Basis der oben genannten Zensus-Daten [Diefenbach 2013] angepasst.

Mit 82% besteht der überwiegende Anteil der Wohngebäude aus Ein- und Zweifamilienhäusern. Davon sind wiederum 73% klassischen Einfamilien- oder Reihenhäuser, der Rest sind Zweifamilienhäuser oder Einfamilienhäuser mit Einliegerwohnung. Bei den Mehrfamilienhäusern sind am häufigsten Gebäude mit 3 oder 4 Wohnungen vertreten. Bei den Ein- und Zweifamilienhäusern dominieren Gebäude mit 2 Vollgeschossen, bei den Mehrfamilienhäusern Gebäude mit 3 bis 4 Vollgeschossen.

Bild 2: Anzahl von Wohnungen und Vollgeschossen je Gebäude
 Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl / Quelle: [Datenbasis 2010]



Die verschiedenen Bauepochen sind durch unterschiedliche Bauaktivitäten geprägt. Entsprechend gibt es Baualtersklassen, die im bundesdeutschen Gebäudebestand besonders häufig repräsentiert sind (Tab. 4), wie die sechziger und siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts (Baualtersklassen E und F). In dieser Tabelle wird auch deutlich, dass Mehrfamilienhäuser mit ca. 3 Mio. Gebäude zwar nur 18% der deutschen Häuser repräsentieren – andererseits finden sich 41% der Wohnfläche und 54% der Wohnungen in Mehrfamilienhäusern.

In Bild 3 finden sich Angaben zur Art der Nachbarbebauung. 67% der Ein- und Zweifamilienhäusern sind freistehende Gebäude, der Rest verteilt sich zur Hälfte auf Doppelhäuser und Reihenhäuser. Von den Reihenhäusern sind ca. ein Drittel End-, der Rest Mittelhäuser. Bei den Mehrfamilienhäusern sind wiederum nur 40% freistehend, der Rest – sofern in einer Häuserzeile stehend – verteilt sich zur Hälfte aus Mittel- und Endhäuser.

Bild 4 zeigt die Häufigkeiten der Dach- und Kellertypen bei Altbauten. 91% der Gebäude besitzen ein Steildach, der Rest ein Flachdach. Etwa die Hälfte der Dachgeschosse sind unbeheizt, der Rest größtenteils voll beheizt. Nur ca. 18% der Dachgeschosse sind teilweise beheizt. Den unteren Gebäudeabschluss stellt bei den meisten Häusern ein unbeheizter Keller dar (60%), relativ häufig vertreten sind auch teilweise beheizte Keller (22%). Ein kleiner Anteil der Gebäude ist nicht unterkellert (13%) oder besitzt einen vollständig beheizten Keller (3%).

Bild 3: Bauweisen von Ein- und Mehrfamilienhäusern
 Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl / Quelle: [Datenbasis 2010]

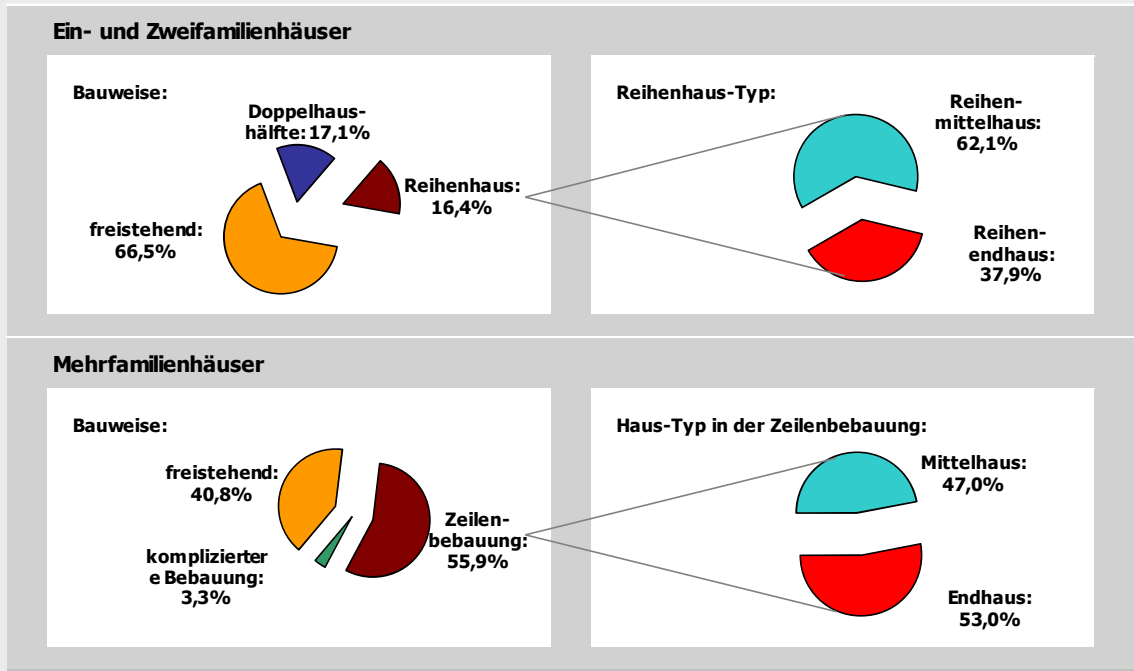
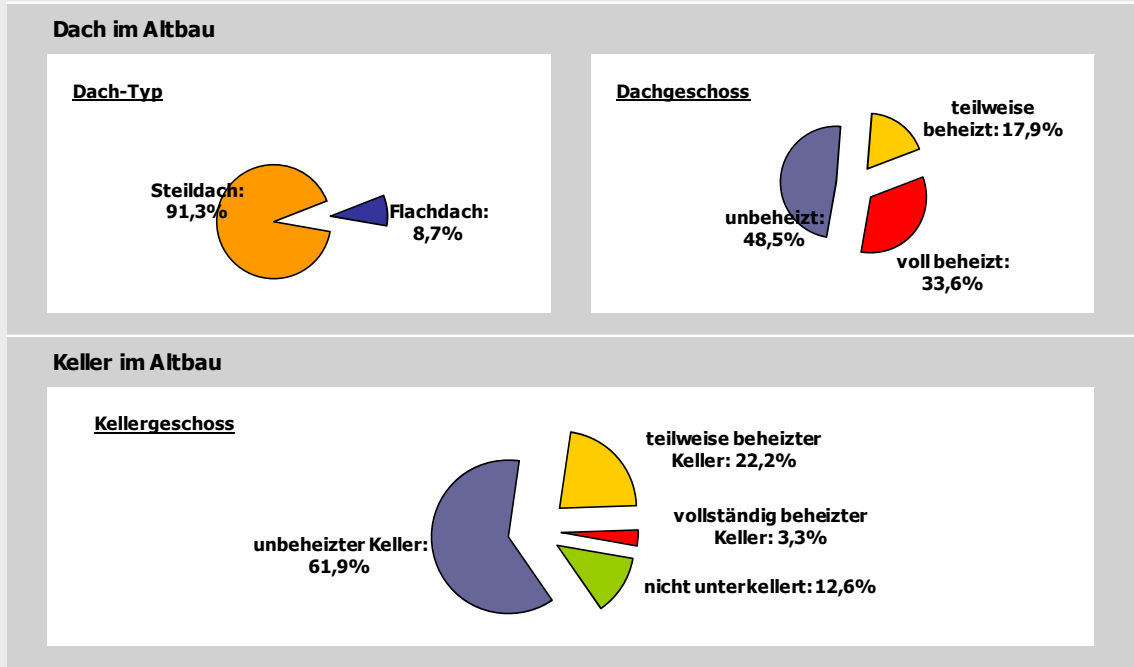


Bild 4: Dach- und Keller-Typen im Altbau (Baujahr bis 1978)
 Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl / Quelle: [Datenbasis 2010]



3.2 Häufigkeiten von Konstruktionstypen

Bei den Außenwänden dominieren mit 61% die einschaligen Bauweisen, wobei hier auch die Fälle enthalten sind, bei denen das einschalige Mauerwerk mit einer Dämmung versehen ist (Tab. 5). 30% der Gebäude weisen zweischaliges Mauerwerk auf – diese sind mit 61% besonders stark in den nördlichen Bundesländern vertreten. Andere Wandbauweisen sind bezogen auf die Gebäudeanzahl nur gering vertreten – allerdings muss hier wieder nach Gebäudegröße differenziert werden. Beispielsweise sind zwar nur knapp 1% der Einfamilienhäuser, jedoch 8% der Mehrfamilienhäuser mit Beton-Fertigteilen errichtet worden.

Tab. 5: Wandtypen im Wohngebäudebestand nach Regionen, Baualtersklassen und Gebäudetyp / Quelle: [Datenbasis 2010]
 Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl /
 innerhalb einer separaten Spalte summieren sich die Werte zu 100 %

	Deutschland	Nord	Süd	Ost
einschaliges Mauerwerk	61,3% +/- 1,4%	32,4% +/- 2,5%	85,1% +/- 1,3%	63,4% +/- 2,5%
zweischaliges Mauerwerk	29,9% +/- 1,4%	61,2% +/- 2,7%	6,5% +/- 1,1%	21,5% +/- 2,1%
Fachwerk	3,1% +/- 0,3%	2,4% +/- 0,5%	2,9% +/- 0,5%	4,9% +/- 1,1%
Holz-Fertigteile, sonstiger Holzbau	3,7% +/- 0,3%	3,3% +/- 0,5%	4,3% +/- 0,5%	3,2% +/- 0,6%
Betonfertigteile, Großtafelbau, Plattenbau	1,9% +/- 0,3%	0,7% +/- 0,2%	1,0% +/- 0,2%	6,7% +/- 1,6%
Sonstiges	0,1% +/- 0,1%	0,1% +/- 0,0%	0,1% +/- 0,1%	0,2% +/- 0,2%

	Altbau bis 1978	BJ 1979 - 2004	Neubau ab 2005
einschaliges Mauerwerk	63,8% +/- 1,5%	56,0% +/- 2,1%	57,5% +/- 4,2%
zweischaliges Mauerwerk	28,7% +/- 1,5%	32,8% +/- 2,0%	27,8% +/- 3,8%
Fachwerk	4,4% +/- 0,5%	0,4% +/- 0,1%	0,6% +/- 0,6%
Holz-Fertigteile, sonstiger Holzbau	1,5% +/- 0,2%	7,5% +/- 0,7%	13,0% +/- 3,1%
Betonfertigteile, Großtafelbau, Plattenbau	1,5% +/- 0,3%	3,1% +/- 0,8%	0,8% +/- 0,4%
Sonstiges	0,1% +/- 0,0%	0,2% +/- 0,1%	0,2% +/- 0,2%

	alle EZFH	alle MFH	EZFH, Altbau	MFH, Altbau
einschaliges Mauerwerk	60,7% +/- 1,5%	64,0% +/- 2,2%	63,0% +/- 1,6%	67,0% +/- 2,6%
zweischaliges Mauerwerk	30,7% +/- 1,6%	25,7% +/- 2,2%	29,8% +/- 1,6%	24,5% +/- 2,6%
Fachwerk	3,3% +/- 0,4%	2,1% +/- 0,6%	4,8% +/- 0,5%	2,6% +/- 0,7%
Holz-Fertigteile, sonstiger Holzbau	4,4% +/- 0,4%	0,5% +/- 0,2%	1,9% +/- 0,3%	0,2% +/- 0,2%
Betonfertigteile, Großtafelbau, Plattenbau	0,7% +/- 0,2%	7,7% +/- 1,6%	0,4% +/- 0,1%	5,7% +/- 1,2%
Sonstiges	0,1% +/- 0,1%	0,0% +/- 0,0%	0,1% +/- 0,1%	0,0% +/- 0,0%

Erläuterungen:

„Nord“: Nördl. Teil Deutschlands in den alten Bundesländern, d. h. Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen, Bremen und Nordrhein-Westfalen

„Süd“: Südlicher Teil Deutschlands in den alten Bundesländern, d. h. Hessen, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg, Bayern und Saarland

„Ost“: Neue Bundesländer und Berlin, d. h. Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

3.3 Restriktionen für den Wärmeschutz

Die Auswertungen von [Datenbasis 2010] zeigen, dass 5% der deutschen Altbauten (Baujahr bis 1978) ganz oder teilweise unter Denkmalschutz stehen (Tab. 6). Hinzu kommen Gebäude, die zwar nicht geschützt sind, dennoch eine erhaltenswerte Fassade aufweisen. Weitere Einschränkungen bezüglich der Außenwanddämmung ergeben sich, wenn Wände direkt an ein Nachbargrundstück oder an eine Straße bzw. einen Gehweg grenzen. Die Anzahl unter diesen Bedingungen bereits realisierter Dämmmaßnahmen belegen jedoch, dass hier durchaus Lösungen gefunden werden können. Zu beachten ist dabei, dass der in der Tabelle wiedergegebene Anteil an den Gebäuden nicht mit dem Anteil der in Deutschland insgesamt betroffenen Wände gleichzusetzen ist, da die Einschränkungen in der Regel nur für einen Teil der gesamten Außenwände eines Gebäudes gelten.

Eine Einschränkung für die Möglichkeit Kellerdecken-Dämmungen zu realisieren, stellen geringe Raumhöhen im Kellergeschoss dar (Tab. 7): Einschränkungen bezüglich der Dämmstärke finden sich in 20% der unbeheizten Keller, schwierig wird eine unterseitige Dämmung bei ca. 5%.

Tab. 6: Restriktionen bei der Außenwanddämmung

Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl / aus: [Datenbasis 2010]

	Anteil der Gebäude mit diesem Merkmal	davon mit Dämmung* der betroffenen Wand
Wohngebäude		
Wand zu Nachbargrundstück	14,2% +/- 1,1%	30,1% +/- 2,8%
Wand zu Straße/Bürgersteig	20,8% +/- 1,3%	32,5% +/- 2,4%
erhaltenswerte Fassade	5,4% +/- 0,7%	8,9% +/- 1,6%
<i>zum Vergleich: alle Wohngebäude</i>	<i>100%</i>	<i>42,1% +/- 1,2%</i>
Altbauten bis Baujahr 1978		
Wand zu Nachbargrundstück	15,6% +/- 1,2%	27,4% +/- 2,9%
Wand zu Straße/Bürgersteig	25,8% +/- 1,6%	30,8% +/- 2,7%
erhaltenswerte Fassade	6,9% +/- 0,9%	10,8% +/- 2,1%
<i>zum Vergleich: alle Altbauten</i>	<i>100%</i>	<i>35,7% +/- 1,4%</i>

*ganz oder teilweise, bei Errichtung oder nachträglich

Tab. 7: Kellerhöhe im Altbau bis 1978 (Gebäude mit unbeheiztem Keller)

Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl / Quelle: [Datenbasis 2010]

	Anteil
hoher Keller	75,9% +/- 1,3%
niedriger Keller	19,3% +/- 1,1%
sehr niedriger Keller	4,8% +/- 0,6%

Erläuterung (Formulierungen des Fragebogens):

hoch: auch große Personen mit ca. 1,80 m können gut aufrecht gehen

niedrig: große Personen können gerade noch aufrecht gehen

sehr niedrig: große Personen können nur geduckt gehen

3.4 Häufigkeiten unterschiedlicher Versorgungssysteme

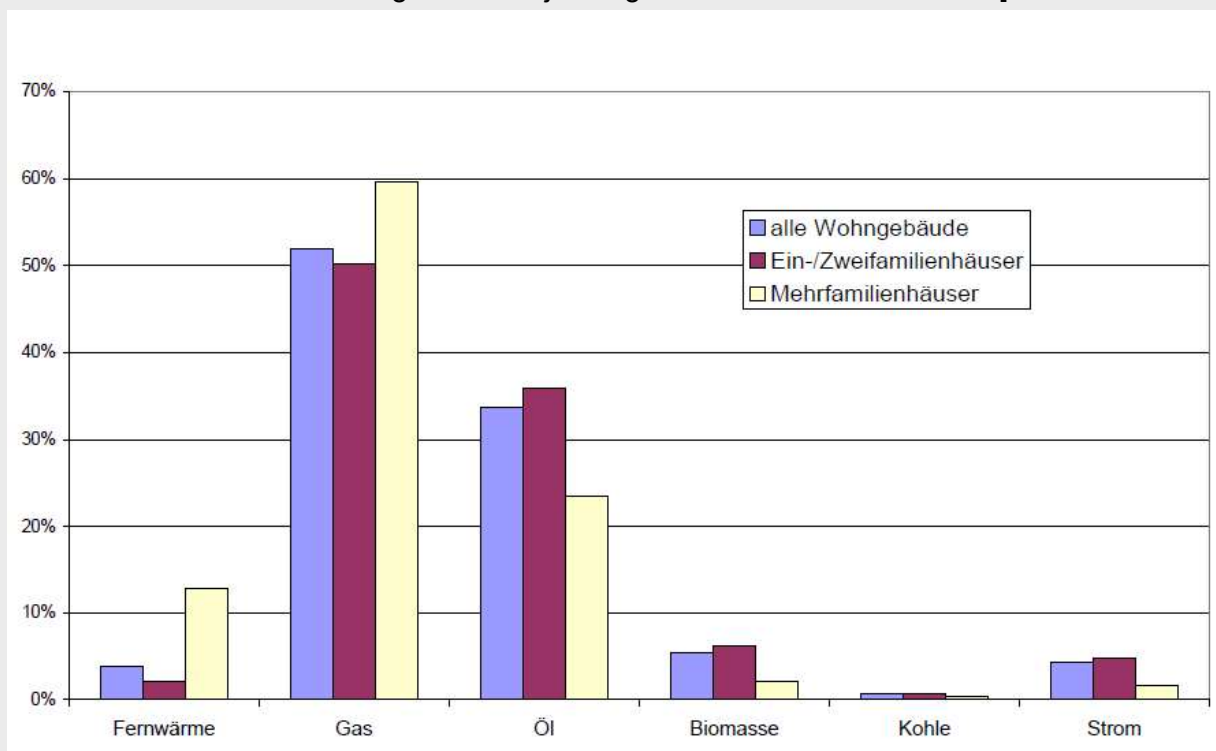
Die folgenden Abbildungen und Tabellen geben die Vorkommen von Energieträgern und Typen von Heizsystemen wieder.

Etwa die Hälfte der deutschen Wohngebäude besitzt Gas-Zentralheizungen, etwa ein Drittel Ölheizungen – die wiederum häufiger bei Ein- als bei Mehrfamilienhäusern anzutreffen ist. Fernwärme findet sich nur bei etwa 4% der Gebäude, jedoch in ca. 13% der Mehrfamilienhäuser. Mit Strom betriebene Heizungen sind bei 5% der Einfamilienhäuser, jedoch nur bei 2% der Geschosswohnungsbauten anzutreffen. Zu etwa gleichen Anteilen sind hier direktelektrische Systeme und Elektro-Wärmepumpen vertreten.

Bei der Warmwasserbereitung dominieren die mit der Zentralheizung kombinierten Systeme (77%). Etwa 16% der Gebäude haben eine elektrische Warmwasserbereitung, 2,5% der Gebäude Gas-Durchlauferhitzer.

Bild 5: Energieträger bei der Beheizung: alle Wohngebäude, Ein-/Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser

Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl / Quelle: [Datenbasis 2010]



Tab. 8: Beheizungsstruktur von Ein-/Zweifamilienhäusern (EZFH) bzw. Mehrfamilienhäusern (MFH) / Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl aus: [Datenbasis 2010]

		EZFH	MFH
	Beheizungart		
	Fernwärme	2,1% +/- 0,4%	12,7% +/- 1,8%
	Block-/Zentralheizung	88,6% +/- 0,7%	62,4% +/- 2,3%
	Wohnungsheizung	1,7% +/- 0,2%	19,4% +/- 1,7%
	Einzelraumheizung	7,7% +/- 0,5%	5,5% +/- 1,3%

Wärmeerzeuger	Energieträger		
Fernwärme			
	Fernwärme	2,1% +/- 0,4%	12,7% +/- 1,8%
Block-/Zentralheizung			
Heizkessel	Gas	47,8% +/- 1,4%	38,4% +/- 2,3%
	Öl	34,8% +/- 1,3%	21,8% +/- 1,9%
	Biomasse	3,3% +/- 0,3%	1,6% +/- 0,5%
	Kohle	0,2% +/- 0,1%	0,0% +/- 0,0%
Wärmepumpe	Strom	2,0% +/- 0,3%	0,4% +/- 0,1%
	Gas	0,1% +/- 0,0%	0,0% +/- 0,0%
BHKW	Gas / Öl	0,0% +/- 0,0%	0,1% +/- 0,0%
direktelektrisch	Strom	0,5% +/- 0,2%	0,1% +/- 0,1%
Wohnungsheizung			
Heizkessel	Gas	1,6% +/- 0,2%	19,0% +/- 1,6%
	Öl	0,1% +/- 0,1%	0,2% +/- 0,2%
Einzelraumheizung			
Ofen	Gas	0,8% +/- 0,2%	1,6% +/- 0,8%
	Öl	1,0% +/- 0,2%	2,1% +/- 1,0%
	Biomasse	3,0% +/- 0,3%	0,3% +/- 0,2%
	Kohle	0,5% +/- 0,1%	0,4% +/- 0,2%
direktelektrisch	Strom	2,4% +/- 0,3%	1,1% +/- 0,5%

Zusammenfassung Energieträger			
	Fernwärme	2,1% +/- 0,4%	12,7% +/- 1,8%
	Gas	50,3% +/- 1,5%	59,2% +/- 2,3%
	Öl	35,9% +/- 1,3%	24,2% +/- 2,0%
	Biomasse	6,3% +/- 0,4%	2,0% +/- 0,5%
	Kohle	0,7% +/- 0,1%	0,4% +/- 0,2%
	Strom	4,8% +/- 0,4%	1,6% +/- 0,4%

Tab. 9: Struktur der Warmwasserbereitung im Wohngebäudebestand
 Prozentwerte bezogen auf die jeweilige Gebäudeanzahl / aus: [Datenbasis 2010]

Warmwasserbereitung...	alle Wohngebäude	Altbauten bis 1978	BJ 1979 - 2004	Neubau ab 2005
...in Kombination mit der Heizung	76,9% +/- 1,0%	71,8% +/- 1,3%	87,1% +/- 1,2%	90,0% +/- 2,1%
...separat, und zwar:				
elektrische Durchlauferhitzer	12,1% +/- 0,8%	15,1% +/- 1,0%	6,2% +/- 0,9%	4,0% +/- 1,4%
elektrische Kleinspeicher	4,8% +/- 0,5%	6,1% +/- 0,6%	2,4% +/- 0,7%	2,1% +/- 1,0%
Gas-Durchlauferhitzer	2,5% +/- 0,3%	3,5% +/- 0,4%	0,4% +/- 0,2%	1,3% +/- 0,8%
brennstoffbeheizte Speicher	3,3% +/- 0,3%	3,3% +/- 0,4%	3,6% +/- 0,6%	0,5% +/- 0,2%
Kellerluft-/Abluft-Wärmepumpe	0,4% +/- 0,1%	0,3% +/- 0,1%	0,4% +/- 0,2%	2,3% +/- 1,2%

4 Bauliche Maßnahmen zur energetischen Modernisierung

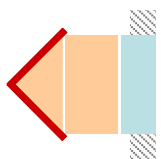
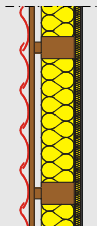
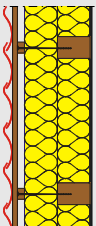
Die Transmissionswärmeverluste durch die Gebäudehüllfläche verursachen den größten Teil des Energiebedarfs von Bestandsgebäuden. Durch Dämmung der opaken Bauteile und hochwertige Fenster kann der Energiebedarf in erheblichem Umfang reduziert werden. Das Grundprinzip der Verbesserung des Wärmeschutzes ist in gleicher Weise anwendbar für alle Gebäude. Allerdings sind die konkreten geometrischen oder konstruktiven Gegebenheiten von Bestandsgebäuden sehr unterschiedlich. Je nach Baualter und Größe sind bestimmte Randbedingungen häufiger anzutreffen, auf die bestimmte Typen von Wärmeschutz-Maßnahmen zugeschnitten sind. Es gibt natürlich auch eine große Variationsbreite, so dass eine Modernisierungsplanung immer den konkreten Einzelfall zu Grunde legen muss.

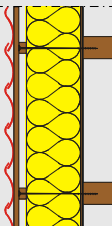
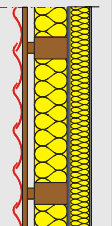
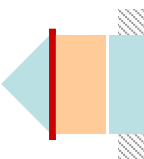
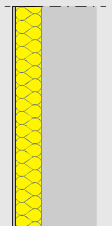
Eine Übersicht über Maßnahmen zur Dämmung der Bauteile Dach, oberste Geschossdecke, Außenwand, Fußboden bzw. Kellerdecke, typische Ausführungsweisen und Anwendungsfälle gibt Tab. 10. Neben den konstruktiven Prinzipien wird auf im Kontext der Gesamtanierung zu beachtende Details oder mögliche Komplikationen hingewiesen. Weitere Details finden sich beispielsweise in den Energiesparinformationen des Landes Hessen⁷.


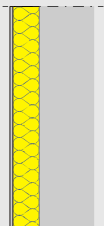

Die angegebenen Dämmstärken dienen einer ersten Orientierung: Das Energieeffizienz-Niveau 1 „konventionell“ entspricht der praktischen Umsetzung, wenn die Mindeststandards der Energieeinsparverordnung 2014 eingehalten werden. Das Energieeffizienz-Niveau 2 „zukunftsweisend“ orientiert sich an dem heute technisch bzw. baupraktisch realisierbaren Techniken, entspricht damit den für Passivhäusern üblichen Dämmstandards. Die beiden Wärmeschutz-Niveaus werden auch im Abschnitt 5 bei der Definition von Maßnahmenpaketen und in den Gebäude-Übersichtsblättern im Anhang D berücksichtigt.

⁷ <http://www.iwu.de/downloads/buergerinfos/energiesparinfos/>

Tab. 10: Typisierung von Wärmeschutzmaßnahmen

Bauteil / Maßnahmentyp	Anwendungsbereich / Umsetzung	mögliche Komplikationen / zu beachtende Details / weitere Empfehlungen		U-Werte / Dämmstärken <small>* = enthält auch Holzanteil</small>	Effizienz-Niveau 2
		Effizienz-Niveau 1	Effizienz-Niveau 2	Effizienz-Niveau 1	Effizienz-Niveau 2
Steildach 	bei Ausbau / Renovierung des Dachraums (raumseitige Erneuerung) bei Erneuerung der Dacheindeckung	<ul style="list-style-type: none"> Höhe der vorhandenen Konstruktion meist nicht ausreichend für zukunftsfähige Dämmstandards, daher in der Regel Erhöhung des Querschnitts nötig Wärmebrücken (durchgehende Hölzer oder Hohlräume) vermeiden raumseitig dampfbremsende und luftdichte Ebene durch geeignete Folie, Pappe, o.ä. herstellen, dichte Anschlüsse an Durchdringungen, Außen- und Innenwände bei Erneuerung der Dacheindeckung zweite wasserführende Ebene zum Zweck der Regensicherheit vorsehen (Unterdeckung oder Unterdach); durch eine winddichte Verarbeitung kann dabei das Durchströmen der Dämmschicht mit Außenluft verhindert werden eine mögliche spätere Außenwand-Dämmung bei der Dach-Modernisierung schon berücksichtigen (Dachüberstände, lückenfreie Fortsetzung der Dämmebene) auch bei schon durchgeführter Außenwand-Dämmung ausreichenden Dachüberstand vorsehen: reduziert Risiko der Algenbildung auf Fassaden und schützt Fenster der oberen Geschosse vor sommerlicher Einstrahlung Möglichkeiten zur Installation von thermischen Solaranlagen und/oder PV-Anlagen prüfen 	0,24 ... 0,45 W/(m ² K)	0,10 ... 0,15 W/(m ² K)	
Zwischensparren-dämmung  (nur als Übergangslösung)	Erneuerung der raumseitigen Verkleidungen, Dämmmatten oder Zellulose (Ausblasen)	<ul style="list-style-type: none"> nicht umsetzbar, wenn kein Unterdach oder keine Unterdeckung vorhanden ggf. Freiräumen des Sparrenzwischenraums erforderlich (Ausmauerung, Strohlehm, ...) empfehlenswert: raumseitig zusätzliche Dämmung (vor der Ebene der Luftdichtung, auch für Installationen; siehe „Kombination Zwischen- und Untersparrendämmung“); sinnvoll: zusätzliche spätere Dämmung auf Sparren im Zusammenhang mit Neueindeckung (siehe „Kombination Zwischen- und Aufsparrendämmung“) 	12-14 cm* (abhängig von Höhe des Zwischenraums)	nicht realisierbar	
Kombination Zwischen- und Aufsparren-Dämmung 	Erneuerung der Dacheindeckung in Verbindung mit Einbau einer zweiten wasserführenden Ebene (Unterdach / Unterdach)	<ul style="list-style-type: none"> falls raumseitige dampfbremsende und luftdichte Ebene von innen nicht herstellbar (bewohnter Dachraum) nach Leerräumen des Sparrenzwischenraums feuchteadaptive Dampfbremse von außen auf die raumseitige Verkleidung erhöhte Dachlast, ggf. Sparren aufdoppeln bei Aufdopplung Wärmebrückenwirkung reduzieren (Holzanteil minimieren) und Dämmung zweilagig verlegen 	18 cm*	30 cm*	

Bauteil / Maßnahmentyp	Anwendungsbereich / Umsetzung	mögliche Komplikationen / zu beachtende Details / weitere Empfehlungen		U-Werte / Dämmstärken <small>* = enthält auch Holzanteil</small>
		Effizienz-Niveau 1	Effizienz-Niveau 2	Effizienz-Niveau 2
<p>reine Aufsparren-dämmung</p> 	<p>wie „Kombination Zwischen- und Aufsparrendämmung“, im Fall von Sichtsparren oder falls Freiräumen des Sparrenzwischenraums zu aufwändig</p>	<ul style="list-style-type: none"> • bei der raumseitigen luftdichten und dampfbremsenden Ebene besonders Augenmerk auf Anschlüsse im Traufbereich (Durchdringungen der Sparren) legen 	<p>14 cm</p>	<p>30 cm</p>
<p>Kombination Zwischen- und Untersparren-dämmung</p> 	<p>im Fall einer Erneuerung der raumseitigen Verkleidung; sonst auch bei erhaltenswerten Traufansichten (Denkmalschutz)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Untersparrendämmung reduziert die Wärmebrückenwirkung der Sparren und kann auch für die Verlegung von Leitungen genutzt werden („Installationsebene“) • Dämmung unter den Sparren wird nach Herstellung der luftdichten Ebene / Dampfbremse eingebaut. Dies gilt jedoch nur, wenn die Untersparrendämmung den kleineren Teil der Gesamt-Dämmstärke ausmacht. Andernfalls Luftdichtung auf der Unterseite der Untersparrendämmung vorsehen. 	<p>18 cm*</p>	<p>30 cm*</p>
<p>oberste Geschossdecke</p> 	<p>bei dauerhaft unbeheizten Dachböden oder Spitzböden</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➢ raumseitige luftdichte Ebene sicherstellen (z. B. Innenputz, geeignete Folie), dichte Anschlüsse an Außen- und Innenwände ➢ Wärmebrückenwirkung und mögliche Undichtigkeiten insbesondere dort beachten, wo die Dämmebene von Innenwänden durchstoßen wird, aber auch im Bereich von Treppenhausaufgänge, -türen und Bodenluken ➢ im Fall von Spitzböden kann je nach Ausführung eine durchgängige Dachflächen-dämmung sinnvoller sein als die Dämmung und Abdichtung der Kehlbaalkendecke 	<p>0,18 ... 0,24 W/(m²K)</p>	<p>0,08 ... 0,12 W/(m²K)</p>
<p>oberseitige Dämmlage</p> 	<p>auch unabhängig von anderen Sanierungsmaßnahmen leicht umsetzbar Aufblasen von Dämmflocken (Zellulose); Verlegen von Dämmplatten (Mineralfolle, Polystyrol)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Begehbarkeit von Dachböden kann durch Dämmung (Reduktion der Raumhöhe) eingeschränkt werden; kann im Fall von Holzbalkendecken gegebenenfalls durch vorheriges Freiräumen und zusätzliches Dämmen der Gefache verbessert werden • Begehbarkeit der Dämmung durch Spanplatten o.ä. herstellen; bei nicht genutzten Dachböden reichen Laufbohlen • Anschluss an außenseitige Wanddämmung im Bereich des Giebels wärmebrückenfrei kaum herstellbar, schwierig manchmal auch im Traufbereich 	<p>12 cm</p>	<p>30 cm</p>

<p>Flachdach / flach geneigtes Dach</p> 	<p>0,18 ... 0,24 W/(m²K)</p>	<p>0,08 ... 0,12 W/(m²K)</p>
<p>„Warmdach“ oder „Umkehrdach“: oberseitige Dämmung eines unbelüfteten Flachdachs</p> 	<p>12 cm</p>	<p>30 cm</p>
<p>„Kaltdach“: Dämmung des Zwischenraums zwischen Dachabdichtung und Decke</p> 	<p>12 cm</p>	<p>30 cm</p>

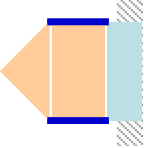
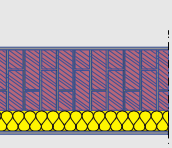
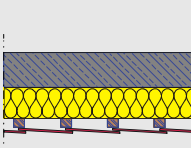
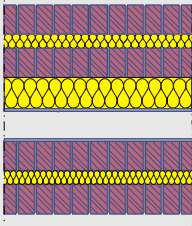
- raumseitige luftdichte Ebene sicherstellen (z. B. Innenputz, geeignete Folie), dichte Anschlüsse an Außen- und Innenwände
- eine mögliche spätere Außenwand-Dämmung bei der Dach-Modernisierung schon berücksichtigen (Dachüberstände, lückenfreie Fortsetzung der Dämmebene);
- Kombination mit Dachbegrünung und/oder Installation einer thermischen Solaranlage / PV-Anlage prüfen

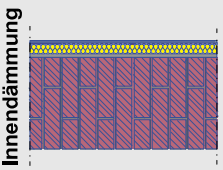
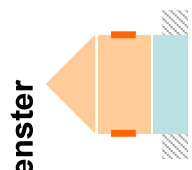
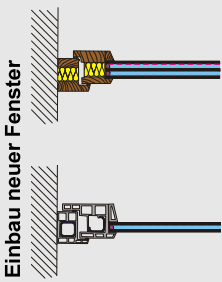
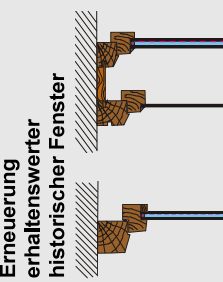
- wegen der Kombination mit der Dachabdichtung ist eine fachgerechte Ausführung besonders wichtig (z. B. beim Warmdach Dampfremse unterhalb / Dampfdruckausgleichsschicht oberhalb der Dämmung ...)
- bei Außendämmung der Wände zur Vermeidung von Wärmebrücken möglichst vorhandene Attika überdämmen

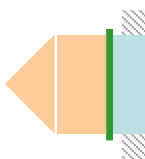



- Herstellung / Erhalt einer ausreichenden Hinterlüftung der Dachhaut
- Anschluss an außenseitige Wanddämmung kaum wärmebrückenfrei herstellbar

im Fall der Erneuerung der Dachabdichtung immer sinnvoll entweder Dachabdichtung über den Dämmplatten („Warmdach“) oder Dämmplatten auf der Dachabdichtung („Umkehrdach“)

im Fall ausreichender Höhe des Zwischenraums
sonst: Umwandlung in Warmdach

<p>Außenwand</p> 	<p>Kombination mit außen- oder raumseitiger Erneuerung von Putz oder Verkleidungen</p>	<p>0,10 ... 0,15 W/(m²K)</p> <p>außenseitig: 0,20 ... 0,24 W/(m²K)</p> <p>außenseitig: 0,30 ... 0,35 W/(m²K)</p>
<p>Wärmedämmverbundsystem</p> 	<p>Lage der luftdichten Ebene definieren (Innenputz, Außenputz der Bestandskonstruktion) und ertüchtigen</p> <p>Sicherstellen, dass keine Hinterströmung der Dämmung stattfinden kann</p> <p>Lösungen für wärmebrückenreduzierte Anschlüsse der Fenster sowie im Trauf- und Ortangbereich bzw. bei Flachdächern im Attika-Bereich finden. Dabei auch mögliche Undichtigkeiten insbesondere bei zweischaligem Mauerwerk bzw. Hochlochsteinen beachten.</p> <p>bei anstehender Fenstererneuerung diese mit Fassadendämmung kombinieren; dabei Fenster wenn möglich in der späteren Dämmebene einbauen</p> <p>ausreichende Überstände für Dach, Fensterbänke etc. vorsehen</p>	<p>24 cm</p>
<p>hinterlüftete Fassade / Vorhangfassade</p> 	<p>Verlegen von Dämmplatten (ggf. Verdübeln) auf der Außenseite der Wände</p> <p>insbesondere bei Instandsetzung der Fassade in Kombination mit Neuperputz</p> <p>Möglichkeit der optischen Aufweitung / Strukturierung der Fassade</p> <p>Fensterbänke und Fallrohre müssen erneuert werden</p>	<p>12 cm</p> <p>24 cm</p>
<p>Kerndämmung bei zweischaligem Mauerwerk</p> 	<p>Verlegen einer Tragkonstruktion; Einbau von Dämmplatten oder Aufsprühen / Einblasen von Zellulose, hinterlüftete Fassadenverkleidung</p> <p>Möglichkeit der optischen Aufweitung durch Wahl des Fassadenmaterials</p>	<p>6 cm (abhängig von Dicke des Zwischenraums)</p>

 <p>Innendämmung</p>	<p>im Fall erhaltenswerter Fassaden bei Modernisierung einzelner Räume / Wohnungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • raumseitig dampfbremsende und luftdichte Ebene durch geeignete Folie, Pappe, o. ä. erforderlich (unbedingt Hinterströmung der Dämmschicht verhindern), dichte Anschlüsse an Durchdringungen, Wände, Decken und Böden • Fassade sollte schlagregensicher sein • Wärmebrücken im Bereich der einbindenden Innenwände • Wasser- und Heizungsleitungen dürfen nicht im Mauerwerk liegen (Frostgefahr) • Entkopplung des Raums von thermischer Wärmespeicherfähigkeit der Außenwand führt zu etwas schnellerer Aufheizung im Sommer 	<p>8 cm</p>	<p>bei alleiniger Umsetzung erreichbar</p>
 <p>Fenster</p>	<p>➤ Fenster so weit wie möglich in die Dämmebene der Außenwand einbauen</p> <p>➤ bei Herstellung von Anschlüssen beachten: innenseitiger Anschluss sollte luftdicht und dampfdiffusionsdichter als außen sein, mittlere Ebene (Fuge zwischen Rahmen und Wand) wärmegeämmt, äußerer Anschluss schlagregendicht, aber dampfdiffusionsoffen; Materialien der innen- und außenseitigen Anschlüsse aufeinander abstimmen</p>	<p>0,7 ... 0,95 W/(m²K) (Gesamtfenster)</p>	<p>1,1 ... 1,3 W/(m²K) (Gesamtfenster)</p>	<p>0,7 ... 0,95 W/(m²K) (Gesamtfenster)</p>
 <p>Einbau neuer Fenster</p>	<p>Ausbau der alten Fenster, Einbau neuer Fenster, Herstellung eines luftdichten und wärmebrückenminimierten Anschlusses an die Außenwand</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verspachtelung der Rohbauöffnung in der Außenwand • Herstellung eines dauerhaft luftdichten Anschlusses zur Luftdichtheitsebene (Außen- oder Innenputz) • Reduzierung der Wärmebrückenwirkung durch Einbau der Fenster in der Dämmebene der Außenwand; dauerhaft elastisches Dämm-Material zwischen Außen-dämmung und Blendrahmen • kontrollieren, dass vom Hersteller angegebene Fenster-U-Werte tatsächlich für das Gesamt-Fenster gelten (U_w) und nicht nur für die Verglasung (U_g) • auf Ost-/Süd-/West-Seiten außenliegende Verschattungseinrichtungen vorsehen (Rollläden, Klappläden, Jalousien) zur Vermeidung sommerlicher Überhitzung 	<p>✓</p>	<p>✓</p>
 <p>Erneuerung erhaltenswerter historischer Fenster</p>	<p>Austausch einer Einfach-Scheibe gegen eine 2-Scheiben-Wärmeschutz-Isolierverglasung bei Einfach-Fenstern oder bei Verbund- oder Kastenfentern</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Flügelrahmen müssen das höhere Gewicht der 2-Scheiben-Verglasung verkraften • gegebenenfalls Wiederherstellung historischer Ansichten (Teilungen) möglich 	<p>✓</p>	<p>normalerweise nicht realisierbar</p>

<p>Kellerdecke</p> 	<p>0,18 ... 0,25 W/(m²K)</p>	<p>0,40 ... 0,50 W/(m²K) oberseitig: 0,26 ... 0,35 W/(m²K) unterseitig:</p>
<p>➤ Luftdichte Ebene definieren und ertüchtigen (z. B. Abdichten von Leitungsdurchführungen, Schächten, etc.)</p> <p>➤ unvermeidbare Wärmebrücken im Bereich aller Anschlüsse an Innen- und Außenwände; vorteilhaft ist Entfernen nicht-tragender Innenwände</p>	<p>12-20 cm (abhängig von EG-Raumhöhe)</p>	<p>6 cm</p>
<p>Entfernen des alten Fußbodenaufbaus, Verlegung von Dämmplatten auf der Rohdecke, Nass- oder Trockenestrich + Fußbodenbelag</p>	<p>12-25 cm (abhängig von Kellerraumhöhe; gegebenenfalls Kombination mit oberseitiger Dämmung)</p>	<p>6-8 cm (abhängig von Kellerraumhöhe)</p>
<p>Verlegung von Dämmplatten oder Abhängen einer Decke und Einblasen von Dämmstoff</p>	<p>• Innentüren müssen gegebenenfalls gekürzt werden; Einschränkung der Dämmstärke bei geringer Höhe der Türsturze oder der Decke im Erdgeschoss</p> <p>• Dampfbremse oberhalb der Dämmschicht auf das Klima der Kellerräume abstimmen</p>	<p>• bisweilen höherer Aufwand bei unter der Decke verlegten Strom-, Gas-, Wasser-, Heizungs- und Abwasserleitungen; vorhandene Heizleitungen mitdämmen, dabei Zugänglichkeit von Anschlüssen beachten; gegebenenfalls Neuverlegung</p> <p>• Einschränkung der möglichen Dämmstärke durch vorhandene Kellerhöhe; gegebenenfalls Kombination mit oberseitiger Dämmung</p> <p>• Einschränkung für vorhandene Kellerfenster; evtl. können sie nicht erhalten werden</p> <p>• Kellerabgänge soweit wie möglich mitdämmen; dabei nach Möglichkeit auch eine dichte Tür am Kellerabgang einbauen (Vermeidung von thermisch induzierter Kellerluft-Eintrömung in die Wohnräume); Alternative prüfen: überdachter außenliegender Kellerabgang bzw. -eingang</p>
<p>oberseitige Dämmung</p> 	<p>unterseitige Dämmung</p> 	<p>Kombination unten / oben</p> 

5 Bestandsgebäude – typische Werte der Energieeffizienz vor und nach Modernisierung

5.1 Konkrete Beispielgebäude

Wie im Kapitel 1 bereits dargelegt wurde, liefert die Gebäudetypologie neben einer Systematisierung der geometrischen und bautechnischen Bedingungen auch Beispielgebäude, die als Musterhäuser zur Demonstration der Auswirkung energetischer Modernisierungsmaßnahmen herangezogen werden können.

Die Bilder der Beispielgebäude fanden sich bereits im Abschnitt 2 zur Illustration der Gebäudetypen, die Datensätze wurden in [IWU 2003a] veröffentlicht. Für jedes dieser Musterhäuser wurde der Energiebedarf im Ist-Zustand und nach Durchführung von energetischen Modernisierungen auf Effizienzniveau 1 und 2 ermittelt. Dabei wird das in Anhang B dargestellte Verfahren angewendet. Die Ergebnisse sind in Form von Gebäude-Übersichtsblättern grafisch aufbereitet und im Anhang D bereitgestellt.

Im Folgenden werden hieraus zwei Beispielgebäude herausgegriffen und die entsprechenden Maßnahmen und Einsparungen dargestellt. Es handelt sich um ein Einfamilienhaus⁸ und ein Mehrfamilienhaus der Baualtersklasse E. Dies sind Gebäudetypen, die relativ häufig im deutschen Gebäudebestand vertreten ist (siehe Tab. 4). Die dargestellten Bilder stellen jeweils Ausschnitte aus den in Anhang D abgedruckten Übersichtsblättern dar. In der Einleitung zu Anhang D sind auch die Einzel-Elemente der Übersichtsblätter im Detail erläutert.

5.2 Beispiel für ein Einfamilienhaus der 60er Jahre (EFH_E)

Bild 6: Grunddaten und Klassifizierung des EFH-Beispielgebäudes
(entsprechend Gebäude-Übersichtsblatt, siehe Anhang D)

EFH_E	Heizsystem-Variante 1	1958 ... 1968	DE.N.SFH.05.Gen
Beispielgebäude		Gebäudetyp Klassifizierung (TABULA Code)	
		<ul style="list-style-type: none"> ▶ Land DE Deutschland <i>Germany</i> ▶ Typologie Region N nicht regional spezifiziert <i>National</i> ▶ Größenklasse SFH Einfamilienhaus ("EFH") <i>Single Family House</i> ▶ Baualtersklasse 5 [E] 1958 ... 1968 ▶ Zusatz-Kategorie Gen Grund-Typ <i>Generic</i> 	
beheizte Wohnfläche 110 m² Anzahl Vollgeschosse 1 Anzahl Wohnungen 1		Charakterisierung des Gebäudetyps typisch 1- oder 2-geschossig, mit Satteldach, Dachgeschoss beheizt; bisweilen auch 1-geschossig mit Flachdach; Betondecken; Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln, Holzspansteinen o.ä., verputzt; in Norddeutschland meist zwischenschalig unverputzt	

⁸ Im Rahmen des EPISCOPE-Projekts wurde ein Beispielgebäude gewählt, für das die ursprünglichen Gebäudepläne vorhanden sind. Die entsprechenden Unterlagen können von der IWU-Website heruntergeladen werden. Gegenüber früheren Publikationen ergeben sich damit Änderungen bei den Hüllflächen und der Wohnfläche.

Ist-Zustand

Es handelt sich um ein Einfamilienhaus mit einer Wohnfläche von 110 m², die sich auf ein Vollgeschoss und ein ausgebautes Dachgeschoss verteilen. Das Gebäude besitzt einen unbeheizten Keller. Außer eines Austauschs der ursprünglich eingebauten Verbundfenster gegen Holzfenster mit Isolierverglasung sind bisher noch keine wärmetechnischen Modernisierungsmaßnahmen umgesetzt worden. Das Gebäude wird beheizt durch eine Gas-Zentralheizung mit einem älteren Niedertemperaturkessel (Baujahr vor 1995). Die zentrale Warmwasserbereitung erfolgt über einen indirekt beheizten Speicher und Zirkulationsleitungen. Die horizontalen Leitungen der Heizwärmeverteilung und Zirkulation liegen unter der Kellerdecke – die Dämmung der Rohre wurde seit Einbau nicht verbessert.

Bild 7: Konstruktionen des EFH-Beispielgebäudes (Ist-Zustand)

Konstruktion	Beschreibung	U-Wert W/(m ² K)
Dach / oberste Geschossdecke 	Steildach mit 5 cm Dämmung Holz-Sparren, 5 cm Dämmung im Zwischenraum, verputzt	0,8
Außenwand 	Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln	1,2
Fenster 	Holzfenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung Zweischeiben-Isolierverglasung im Holzrahmen (in späteren Jahren modernisiert, Original-Fenster nicht mehr erhalten)	2,8
Fußboden 	Betondecke mit 1 cm Dämmung Stahlbeton, 1 cm Trittschalldämmung, Zementestrich	1,6

Bild 8: Wärmeversorgung des EFH-Beispielgebäudes (Ist-Zustand)

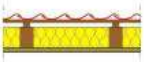
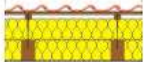






Wärmeversorgungssystem	Beschreibung	Energieaufwand für 1 kWh Wärme
Heizsystem 	Gas-Zentralheizung, geringe Effizienz: Niedertemperatur-Kessel, hohe Wärmeverluste der Verteilleitungen	1,38 kWh Gas
Warmwassersystem 	Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Niedertemperatur-Kessel); schlecht gedämmte Zirkulationsleitungen	2,70 kWh Gas
Wärmeversorgung gesamt	Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger	inkl. Strom für Hilfsenergie 1,66 kWh Primärenergie

Beispiel für die Modernisierung der Hülle und der Anlagentechnik

Das Maßnahmenpaket 1 orientiert sich an den heute üblichen Standards und entspricht etwa den Vorgaben der EnEV 2009 (auch in den ab 2014 und 2016 geltenden Fassungen unverändert). Im Zuge einer Modernisierung des Dachgeschosses wird die alte Dämmung entfernt und der Sparrenzwischenraum voll gedämmt. Die Außenwände werden mit einem 12 cm starken Wärmedämmverbundsystem gedämmt. Die Wärmeleitfähigkeit des Dämmmaterials ist dabei jeweils 0,035 W/(m·K). Die alten Fenster werden gegen neue mit 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung im Holzrahmen ausgetauscht. Unter der Kellerdecke werden Dämmplatten mit 8 cm Stärke verlegt.

Das Maßnahmenpaket 2 weist demgegenüber noch einmal einen deutlich verbesserten Wärmeschutz auf: Im Dachbereich werden zusätzlich 18 cm (also insgesamt 30 cm) Dämmung aufgebracht. Die Außenwanddämmung ist 24 cm, die Kellerdecke 12 cm stark. Es werden neue Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung im gedämmten Rahmen (Passivhausfenster) eingesetzt. Voraussetzung dieses Maßnahmenpakets ist, dass es im Zusammenhang mit der Neueindeckung des Daches stattfindet (Dämmung auf den Sparren), dass dabei auch der Dachüberstand vergrößert wird und dass die Kellerräume eine ausreichende Raumhöhe besitzen.

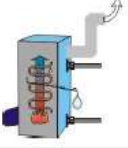
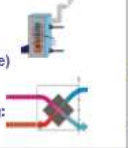

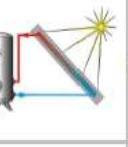
Bild 9: Wärmetechnische Modernisierung des EFH-Beispielgebäudes

Modernisierungspaket 1: "konventionell"		Modernisierungspaket 2: "zukunftsweisend"	
Beispielhafte Maßnahmen	U-Wert W/(m²K)	Beispielhafte Maßnahmen	U-Wert W/(m²K)
Dämmung im Sparren-Zwischenraum (WLS 035), Dämmstärke insgesamt 12 cm 	0,41	Dämmung im Sparren-Zwischenraum (WLS 035) + zusätzliche Dämmlage, Dämmstärke insgesamt 30 cm 	0,14
Dämmung 12 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade (z.B. Zellulose zwischen Traghölzern, größere Dämmstärke für gleichen Wärmeschutz) 	0,23	Dämmung 24 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade (z.B. Zellulose zwischen Traghölzern, größere Dämmstärke für gleichen Wärmeschutz) 	0,13
Fenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung 	1,30	Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen (Passivhaus-Fenster) 	0,80
Dämmung 8 cm (WLS 035) unter der Decke / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußbodensanierung) 	0,34	Dämmung 12 cm (WLS 035) unter der Decke (bei ausreichender Kellerraumhöhe) / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußbodensanierung) oder Kombin. unter/auf 	0,25

Bei der Anlagentechnik wird davon ausgegangen, dass im Zuge der Modernisierung ohnehin ein Austausch des gesamten Wasser- und Heizleitungsnetzes erforderlich ist. Die auf Grund der ursprünglich vorhandenen Schwerkraftheizung groß dimensionierten alten Heizleitungen werden gegen gut gedämmte dünnere ausgetauscht, auf eine Warmwasserzirkulation wird verzichtet. Statt des alten Niedertemperaturkessels wird ein Brennwertkessel eingebaut und eine Schornsteinsanierung durchgeführt. Auch der Warmwasserspeicher wird gegen einen neuen ausgetauscht.

Gegenüber diesem Modernisierungspaket 1 „konventionell“ wird im Paket 2 „zukunftsweisend“ zusätzlich eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowie eine thermische Solaranlage für die Unterstützung der Warmwasserbereitung eingebaut. Voraussetzung für die Effizienz der Lüftungsanlage ist dabei, dass im Zuge der wärmetechnischen Modernisierung eine hohe Luftdichtigkeit hergestellt wird (insbesondere im Dachbereich), überprüft durch einen Drucktest.

Bild 10: Modernisierung der Wärmeversorgungung des EFH-Beispielgebäudes

Modernisierungspaket 1: "konventionell"		Modernisierungspaket 2: "zukunftsweisend"	
Wärmeversorgungssystem	Energieaufwand für 1 kWh Wärme	Wärmeversorgungssystem	Energieaufwand für 1 kWh Wärme
Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz; Brennwertkessel; minimierte Wärmeverluste der Verteilungen 	1,12 kWh Gas	Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz; Brennwertkessel; minimierte Wärmeverluste der Verteilungen (Verlegung innerhalb thermischer Hülle) 	0,69 kWh Gas
Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel), keine Zirkulationsleitung 	2,46 kWh Gas	Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel) + thermische Solaranlage, Solarspeicher, keine Zirkulationsleitung 	0,39 kWh Gas
Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger <small>inkl. Strom für Hilfsenergie</small>	1,47 kWh Primärenergie	Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger <small>inkl. Strom für Hilfsenergie</small>	1,08 kWh Primärenergie

Als Kenngröße für die Energieeffizienz des Wärmeversorgungssystems wird eine Endenergieaufwandszahl verwendet (Bild 10): Die Kenngröße besagt, wieviel kWh des betreffenden Energieträgers erforderlich sind um 1 kWh Nutzwärme zu erzeugen. Bei Brennstoffen beziehen sich diese Angaben auf den oberen Heizwert (Brennwert)⁹. Zur besseren Übersichtlichkeit wurde an dieser Stelle auf die explizite Angabe des jeweiligen Hilfsenergiebedarfs verzichtet. Er ist jedoch in der Primärenergieaufwandszahl in der untersten Zeile von Bild 10 enthalten und wird explizit in dem Endenergiebedarf-Diagramm (Bild 11) aufgeführt.

Erzielbare Energieeinsparung

Bild 11 zeigt die Auswirkungen der Modernisierungspakete. Die Energiekennwerte beziehen sich dabei jeweils auf die beheizte Wohnfläche, die durchschnittlich etwa 20 % kleiner ist als die „Gebäudenutzfläche“ A_N nach EnEV. Durch die Wärmeschutzmaßnahmen kann der Netto-Heizwärmebedarf¹⁰ von 180 auf 129 (MP1) bzw. 57 (MP2) kWh/(m²a) gesenkt werden. Dies in Kombination mit der Modernisierung der Anlagentechnik erlaubt eine Senkung des Erdgas-Verbrauchs von 309 auf 204 (MP1) bzw. 102 (MP2) kWh/(m²a). Der Primärenergiebedarf kann um 34% (MP1) bzw. 67% (MP2) gesenkt werden. Die jährlichen Verbrauchskosten reduzieren sich von ca. 23 auf 15 bzw. 9 €/m²a). Die Zahlenwerte finden sich auch in den Tabellen im Anhang C wieder.

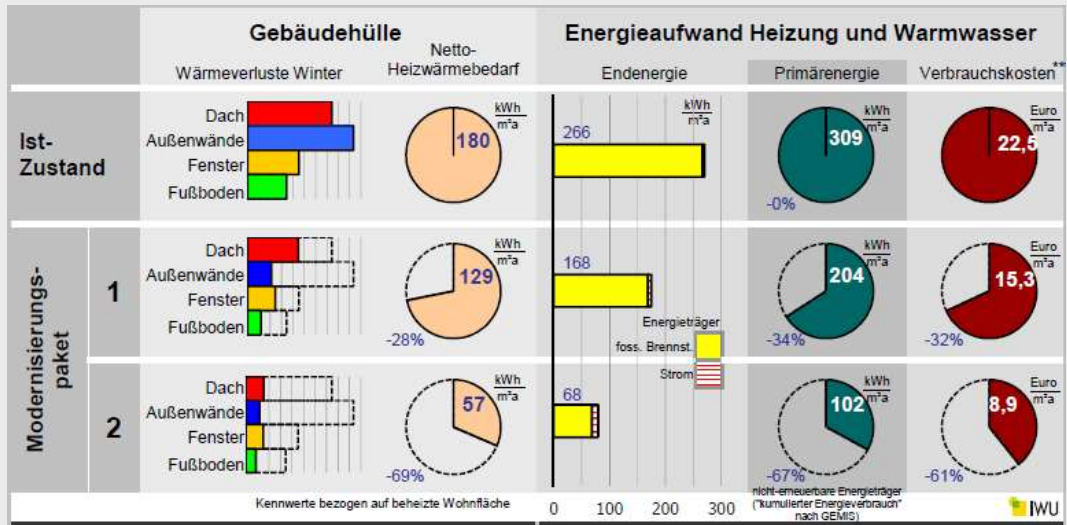
Die im Vergleich mit anderen Gebäuden hohen Kennwerte resultieren vor allem aus der im Verhältnis zur nutzbaren Wohnfläche sehr großen Hüllfläche (Verhältnis Hüllfläche zur beheizten Wohnfläche = 4,2, siehe Anhang C.1). Absolut betrachtet wird der Endenergiebedarf von ca. 30.000 kWh auf ca. 7.500 kWh reduziert.

Natürlich hängen die Energiekennwerte auch vom lokalen Klima ab. Verwendet man statt des „Referenzklimas Deutschland“ beispielsweise das Klima von Mannheim, dann liegen die Endenergiekennwerte (Heizung und Warmwasser) bei jährlich 245 (Ist-Zustand) 146 (MP1) und 55 (MP2) kWh pro m² Wohnfläche, sind also zwischen 8 und 20% niedriger.

⁹ Durch den hier verwendeten Bezug auf den oberen Heizwert (bzw. Brennwert) entsprechen die kWh-Werte den Angaben auf Erdgas-Rechnungen. Für den Vergleich mit Berechnungen nach DIN V 4701-10 muss eine Umrechnung auf den unteren Heizwert vorgenommen werden.

¹⁰ Jahresheizwärmebedarf des Gebäudes abzüglich der durch die Lüftungsanlage zurückgewonnenen Wärme (entspricht der Wärmemenge, die von statischen Heizflächen abgegeben werden muss).

Bild 11: Reduktion der Wärmeverluste, des End- und Primärenergiebedarfs sowie der jährlichen Energiekosten für das EFH-Beispielgebäude



5.3 Beispiel für ein Mehrfamilienhaus der 60er Jahre (MFH_E)

Bild 12: Grunddaten und Klassifizierung des MFH-Beispielgebäudes (entsprechend Gebäude-Übersichtsblatt, siehe Anhang D)

MFH_E	Heizsystem-Variante 1	1958 ... 1968	DE.N.MFH.05.Gen
Beispielgebäude		Gebäudetyp Klassifizierung (TABULA Code)	
		► Land	DE Deutschland Germany
		► Typologie Region	N nicht regional spezifiziert National
		► Größenklasse	MFH Mehrfamilienhaus ("MFH") Multi-Family House
		► Baualtersklasse	5 [E] 1958 ... 1968
		► Zusatz-Kategorie	Gen Grund-Typ Generic
beheizte Wohnfläche	2845 m²	Charakterisierung des Gebäudetyps	
Anzahl Vollgeschosse	4	typisch 3- bis 5-geschossig, mit Sattel- oder Flachdach, Dachgeschoss bisweilen beheizt; Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Gitterziegeln, Holzspansteinen o.ä., verputzt; in Norddeutschland meist zweischalig unverputzt; Stahlbetondecken, starke Wärmebrücken an auskragenden Balkonen	
Anzahl Wohnungen	32		

Ist-Zustand

Es handelt sich um ein Anfang der 60er Jahre gebautes 4-geschossiges Mehrfamilienhaus mit 32 Wohneinheiten. Auch hier wurden außer einem Fensteraustausch bisher keine wärmetechnischen Modernisierungen durchgeführt. Das Gebäude wird beheizt über eine Gas-Zentralheizung mit einem älteren Niedertemperaturkessel (Installation vor 1995). Die Warmwasserbereitung erfolgt in Kombination mit der Heizungsanlage. Die Dämmung der Heizungs- und Warmwasserleitungen entspricht dem Zustand bei Errichtung des Gebäudes.

Bild 13: Konstruktionen des MFH-Beispielgebäudes (Ist-Zustand)

Konstruktion	Beschreibung	U-Wert W/(m ² K)
Dach / oberste Geschossdecke 	Betondecke mit 5 cm Dämmung Stahlbeton, oberseitig 5 cm Dämmung, Zementestrich	0,6
Außenwand 	Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln	1,2
Fenster 	Kunststofffenster mit Zweischeiben-Isolierverglasung Zweischeiben-Isolierverglasung im Kunststoffrahmen (in späteren Jahren modernisiert, Original-Fenster nicht mehr erhalten)	3,0
Fußboden 	Betondecke mit 1 cm Dämmung Stahlbeton, 1 cm Trittschalldämmung, Zementestrich	1,6

Bild 14: Wärmeversorgung des MFH-Beispielgebäudes (Ist-Zustand)

Wärmeversorgungssystem	Beschreibung	Energieaufwand für 1 kWh Wärme
Heizsystem 	Gas-Zentralheizung, geringe Effizienz: Niedertemperatur-Kessel, hohe Wärmeverluste der Verteilleitungen	1,21 kWh Gas
Warmwassersystem 	Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Niedertemperatur-Kessel); WW-Speicher; schlecht gedämmte Zirkulationsleitungen	3,82 kWh Gas
Wärmeversorgung gesamt	Primärenergieaufwandszahl nicht-erneuerbare Energieträger	inkl. Strom für Hilfsenergie 1,68 kWh Primärenergie

Beispiel für die Modernisierung der Hülle und der Anlagentechnik

Im Zuge der wärmetechnischen Modernisierung gemäß Maßnahmenpaket 1 werden die oberste Geschossdecke oberseitig mit 12 cm und die Kellerdecke unterseitig mit 8 cm dicken Platten gedämmt. Auf der Außenwand wird ein Wärmedämmverbundsystem mit 12 cm Stärke verlegt. Es werden neue Fenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung eingebaut.

Der Wärmeschutz auf dem Niveau 2 orientiert sich am Passivhaus-Standard. Die Dämmstärken liegen im Fall der obersten Geschossdecke bei 30 cm, im Fall der Kellerdecke bei 12 cm und im Fall der Außenwand bei 24 cm. Bei den neuen Fenster handelt es sich um 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung im gedämmten Rahmen (Passivhaus-Fenster).

Im Zuge der Modernisierung der Wärmeversorgung werden ein Brennwertkessel und ein neuer Speicher eingebaut sowie die Wärmedämmung der Leitungen verbessert (MP1). Auf Effizienzniveau 2 wird zusätzlich eine thermische Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung sowie eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut. Voraussetzung für die energetische Effizienz der Lüftungsanlage ist eine hohe Gebäudedichtheit, die im Zuge der wärmetechnischen Modernisierung hergestellt werden muss.

Bild 15: Wärmetechnische Modernisierung des MFH-Beispielgebäudes

Beispielhafte Maßnahmen	U-Wert W/(m²K)	Beispielhafte Maßnahmen	U-Wert W/(m²K)
Dämmung 12 cm (WLS 035) auf der Decke (+ begehbare Platten sofern notwendig)	0,20	Dämmung 30 cm (WLS 035) auf der Decke (+ begehbare Platten sofern notwendig)	0,10
Dämmung 12 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade (z.B. Zellulose zwischen Traghölzern, größere Dämmstärke für gleichen Wärmeschutz)	0,23	Dämmung 24 cm (WLS 035) + Verputz (Wärmedämmverbundsystem), alternativ: hinterlüftete Fassade	0,13
Fenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,30	Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen (Passivhaus-Fenster)	0,80
Dämmung 8 cm (WLS 035) unter der Decke / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußbodensanierung)	0,34	Dämmung 12 cm (WLS 035) unter der Decke (bei ausreichender Kellerraumhöhe) / alternativ: auf der Decke (im Fall einer Fußb.-sanierung) oder Kombin. unter/auf	0,25

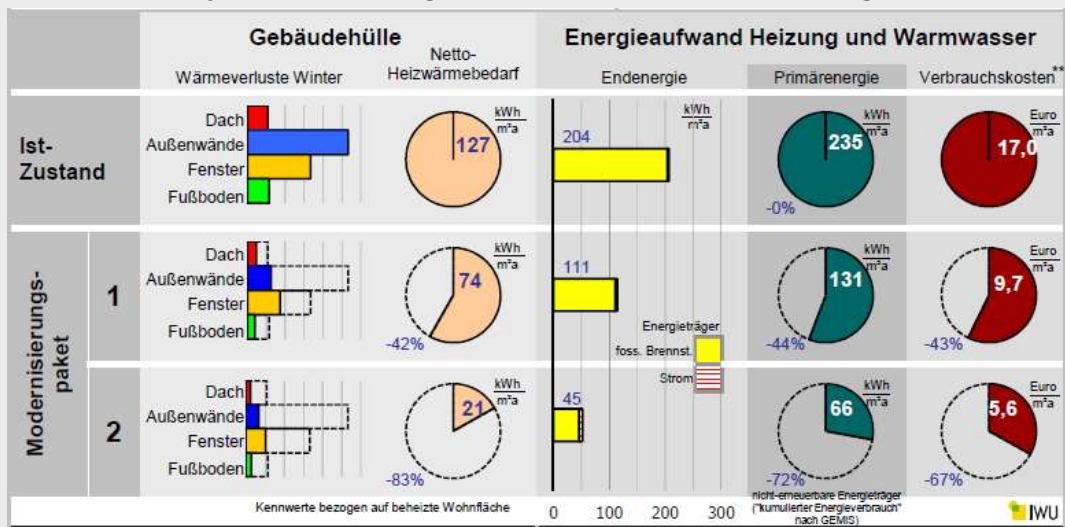
Bild 16: Modernisierung der Wärmeversorgung des MFH-Beispielgebäudes

Modernisierungspaket 1: "konventionell"		Modernisierungspaket 2: "zukunftsweisend"	
Wärmeversorgungssystem	Energieaufwand für 1 kWh Wärme	Wärmeversorgungssystem	Energieaufwand für 1 kWh Wärme
Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz; Brennwertkessel; gute Dämmung der Wärmeverteilungen	1,10 kWh Gas	Gas-Zentralheizung, hohe Effizienz; Brennwertkessel; gute Dämmung der Wärmeverteilungen	0,55 kWh Gas
Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel); WW-Speicher; gut gedämmte Zirkulationsleitungen	1,76 kWh Gas	Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung (Voraussetzung: luftdichte Gebäudehülle)	zuzügl. Strom für Lüftungsanlage
		Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Brennwertkessel) + thermische Solaranlage; Solar-Speicher; gut gedämmte Zirkulationsleitungen	0,63 kWh Gas

Erzielbare Energieeinsparung

Die erzielbaren Einsparungen gibt Bild 17 wieder. Durch die Wärmeschutzmaßnahmen kann der Netto-Heizwärmebedarf von 127 auf 74 (MP1) bzw. 21 (MP2) kWh pro m² Wohnfläche reduziert werden. In Kombination mit der wärmetechnischen Modernisierung reduziert sich der Endenergiebedarf (Erdgas) von 204 auf 111 (MP1) bzw. 45 (MP2) kWh/(m²a). Der Primärenergiebedarf kann um 44% (MP1) bzw. 72% (MP2) gesenkt werden. Die jährlichen Verbrauchskosten reduzieren sich von ca. 17 auf 9,7 bzw. 5,6 €/m²a. Die genauen Zahlenwerte finden sich auch in den Tabellen im Anhang C wieder.

Bild 17: Reduktion der Wärmeverluste, des End- und Primärenergiebedarfs sowie der jährlichen Energiekosten für das MFH-Beispielgebäude



5.4 Energiekennwerte aller exemplarischen Bestandsgebäude (bis Baualtersklasse H)

Die folgenden Abbildungen geben die entsprechend dem TABULA-Verfahren bestimmten Energiekennwerte der Beispielhäuser der Gebäudetypologie wieder (Informationen zur Methode in Anhang B). Die Kennwerte beziehen sich jeweils auf die beheizte Wohnfläche der Gebäude. Würde man die Kennwerte auf die aus dem Gebäudevolumen abgeleitete „Gebäudenutzfläche“ nach EnEV A_N beziehen, so lägen sie um etwa 20% niedriger.

Die Details der Anlagentechnik finden sich in den Gebäude-Übersichtsblättern in Anhang D.

Alle hier dargestellten Berechnungen beziehen sich auf das "Referenz-Klima Deutschland" (DIN V 18599-10:2007 bzw. DIN V 4108-6:2003). Zum Vergleich ist für die Endenergie auch dargestellt, welche Bedarfswerte sich für einen wärmeren Standort ergeben (hier Klimadaten "Referenzort Mannheim", DIN V 18599-10:2011 / Region 12).

Bild 18: Kennwerte des Heizwärmebedarfs vor und nach Modernisierung

Berechnung nach TABULA-Verfahren mit Anpassung, siehe Anhang B;
 Energiebezugsfläche = beheizte Wohnfläche; Netto-Heizwärmebedarf (mit Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage bei MP2)

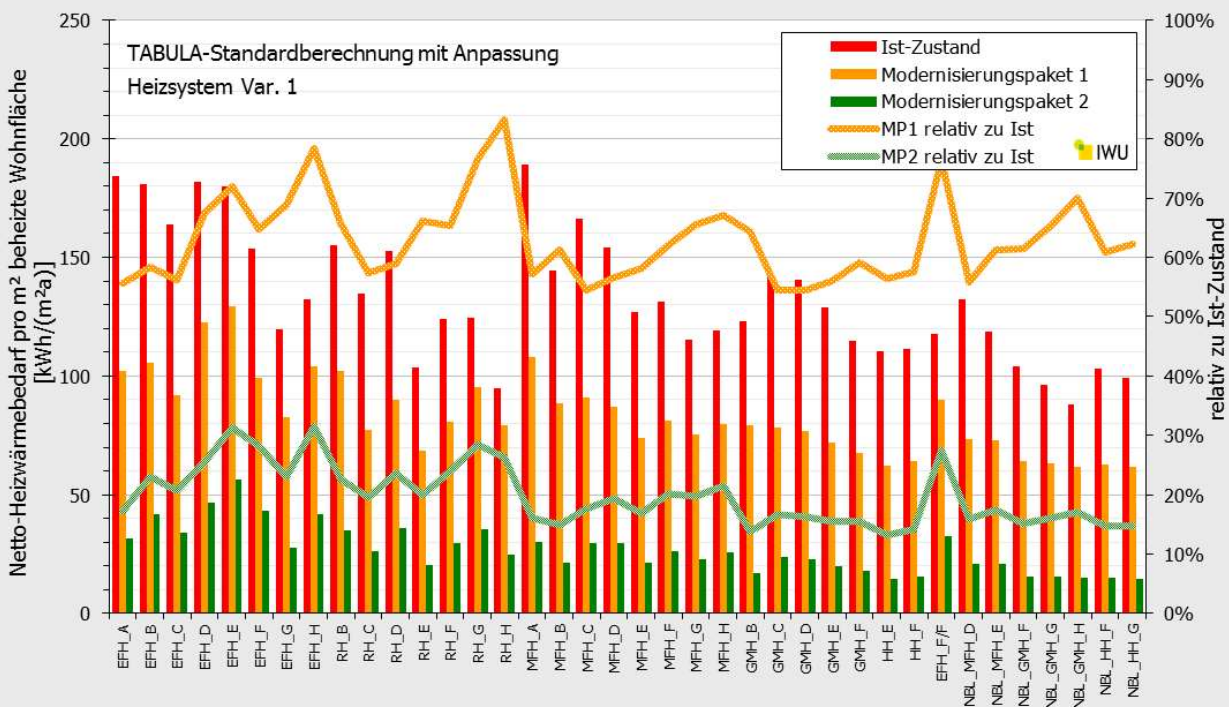
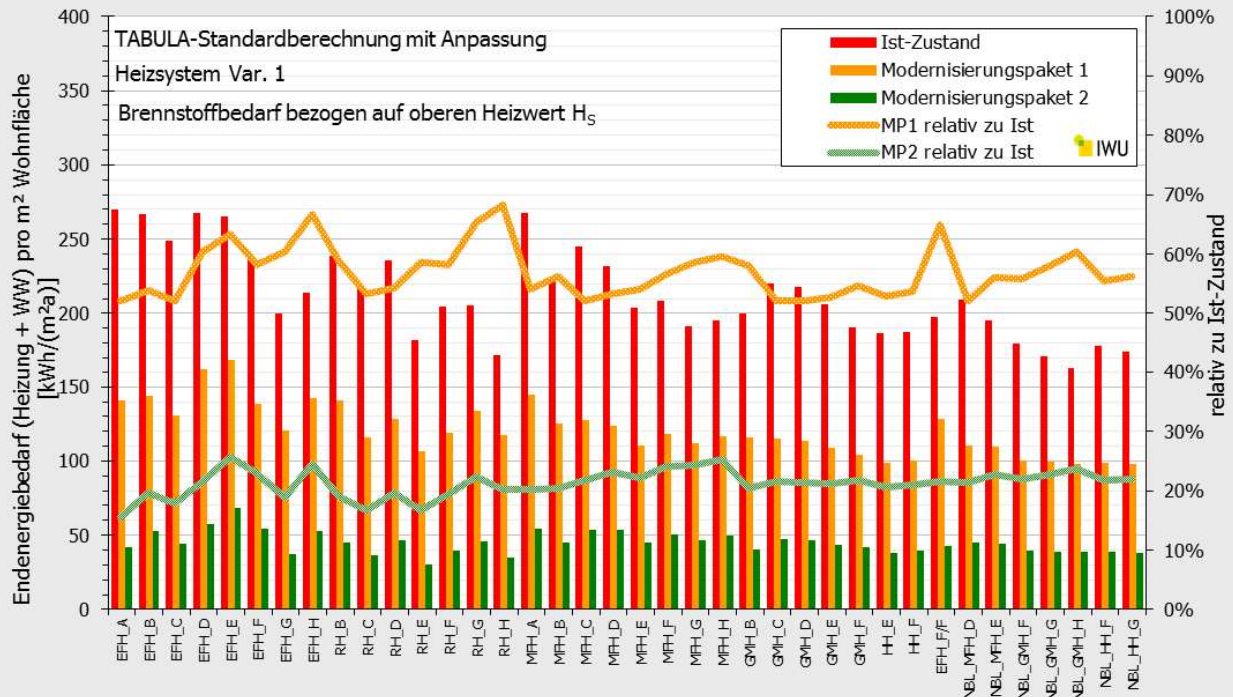


Bild 19: Kennwerte des Endenergiebedarfs vor und nach Modernisierung
 Beispiel Gas-Zentralheizung mittlerer Effizienz (Berechnung nach TABULA-Verfahren mit Anpassung, siehe Anhang B; Energiebezugsfläche = beheizte Wohnfläche, Brennstoffbedarf bezogen auf oberen Heizwert)

(a) Referenzklima Deutschland (= Grundlage aller Berechnungen)



(b) Klimadaten Mannheim (zum Vergleich)

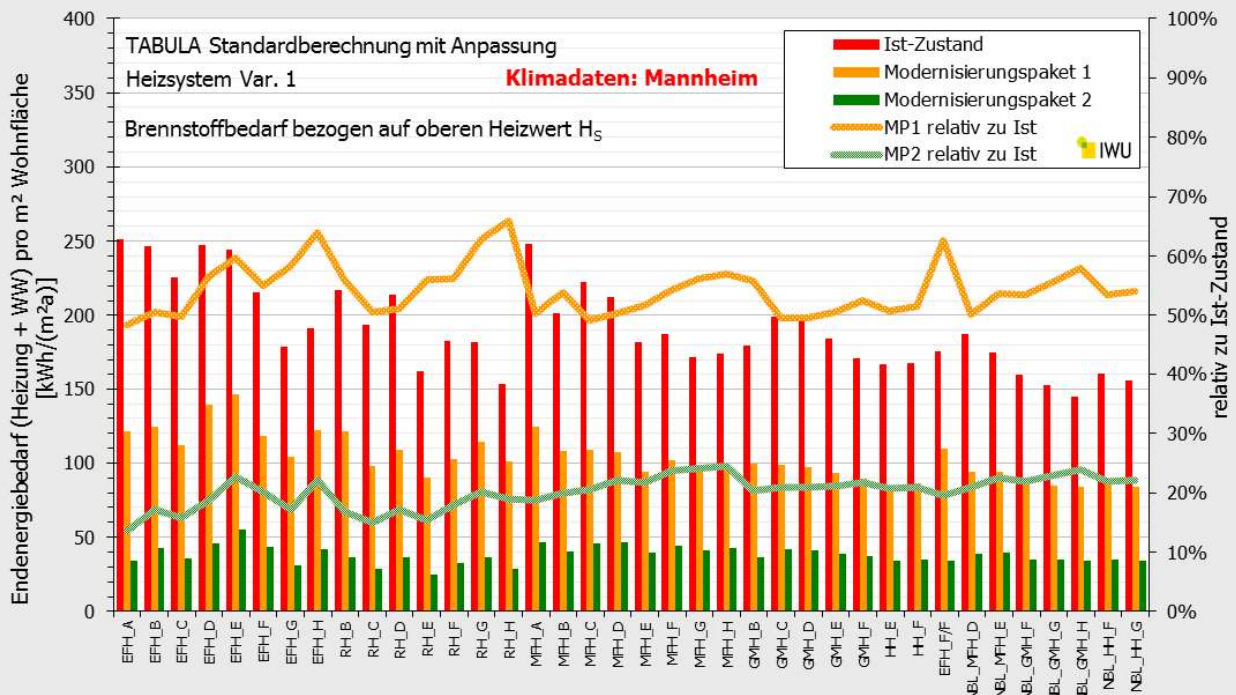


Bild 20: Kennwerte des Primärenergiebedarfs vor und nach Modernisierung
 Beispiel Gas-Zentralheizung mittlerer Effizienz (Berechnung nach TABULA-Verfahren mit Anpassung, siehe Anhang B; Energiebezugsfläche = beheizte Wohnfläche)

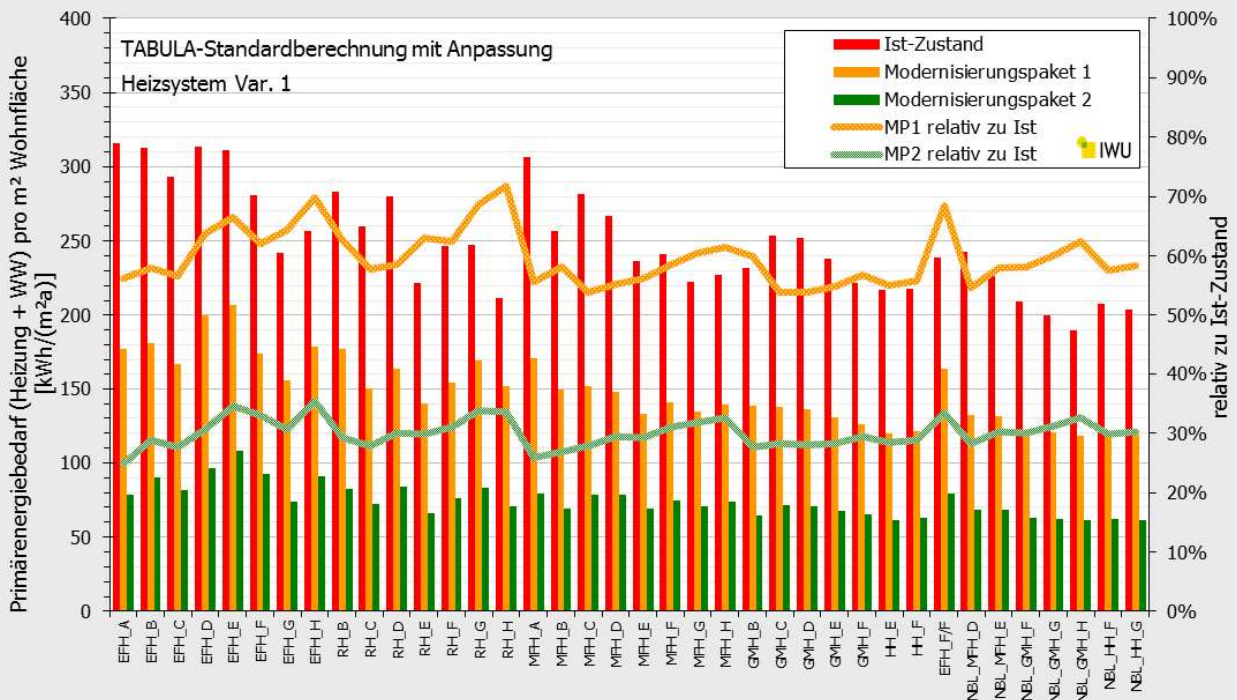
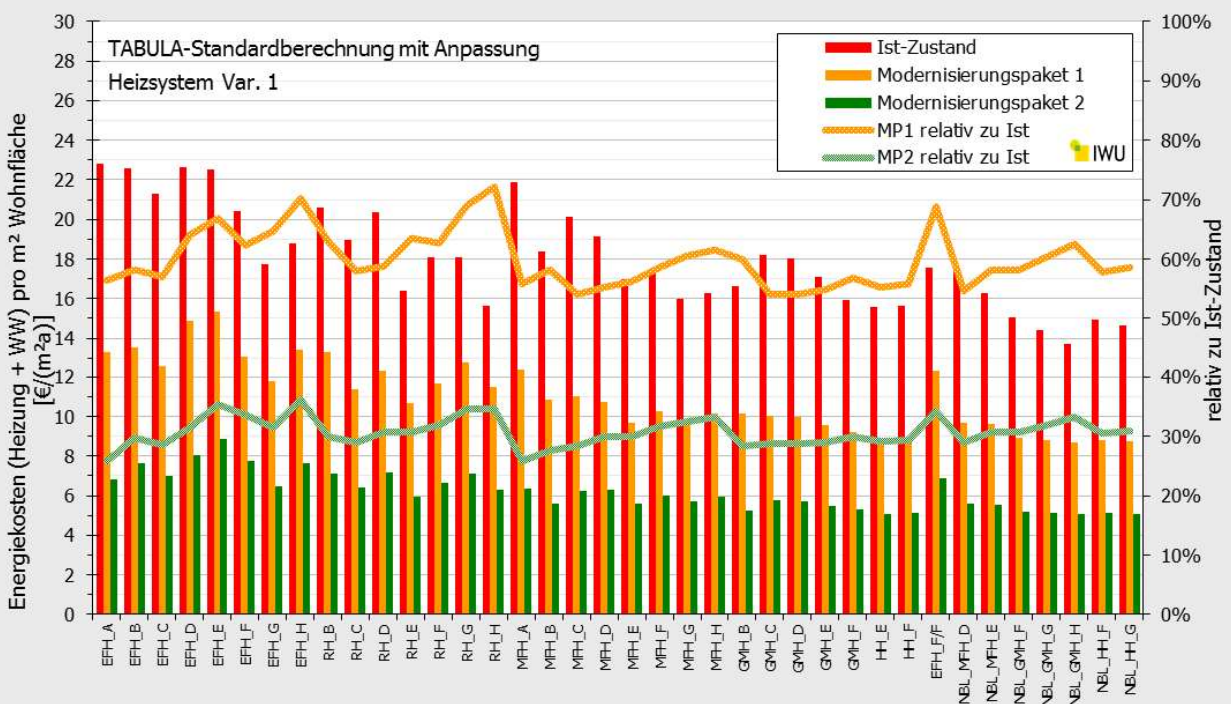


Bild 21: Kostenkennwerte vor und nach Modernisierung
 Beispiel Gas-Zentralheizung mittlerer Effizienz (Berechnung nach TABULA-Verfahren mit Anpassung, siehe Anhang B; Energiebezugsfläche = beheizte Wohnfläche)



5.5 Weitere Varianten der Wärmeversorgung

Wie in Abschnitt 3.4 gezeigt, finden sich im Bestand sehr unterschiedliche Typen von Wärmeversorgungssystemen. Neben der bisher angenommenen Gas-Zentralheizung werden im Folgenden weitere typische Systeme im Ausgangszustand betrachtet und jeweils abgestimmte Modernisierungsmaßnahmen für die Maßnahmenpakete 1 und 2 definiert.

Tab. 11 zeigt die Konfiguration der Systeme. In Bild 22 sind die Ergebnisse für den Endenergiebedarf nach Energieträgern, sowie die Auswirkungen auf den Primärenergiebedarf, die CO₂-Emissionen und die Energiekosten dargestellt.¹¹ Die Kennwerte wurden auf der Grundlage der beiden Beispielgebäude aus Abschnitt 5.2 und 5.3 ermittelt. Die entsprechenden Gebäude-Übersichtsblätter mit detaillierteren Beschreibungen finden sich in Anhang D.

Tab. 11: Beispiele für die Sanierung typischer Anlagensysteme

Variante Anlagen- technik	Ist-Zustand		Modernisierungspaket MP 1		Modernisierungspaket MP 2	
	Heizung	Warmwasser	Heizung	Warmwasser	Heizung	Warmwasser
EFH						
1	Gas-Zentralheizung, Nieder-temperaturkessel	kombiniert, mit Zirkulation	Gas-Brennwertkessel + Minimierung der Wärmeverluste der Verteilung	Minimierung Verteilverluste, ohne Zirkulation	MP 1 + zusätzliche Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	MP 1 + Solaranlage
2	Öl-Zentralheizung, Nieder-temperaturkessel	elektrische Warmwasserbereitung	Öl-Brennwertkessel + Minimierung der Wärmeverluste der Verteilung	zentral + Solaranlage	Holz-Pellet-Kessel + Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	zentral + Solaranlage
3	Elektro-Nachtspeicher-Öfen	elektrische Warmwasserbereitung	Außenluft-Wärmepumpe	zentral + Solaranlage	Erdreich-Wärmepumpe + Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	zentral
MFH						
1	Gas-Zentralheizung, Nieder-temperaturkessel	kombiniert, mit Zirkulation	Gas-Brennwertkessel + Minimierung der Wärmeverluste der Verteilung	Minimierung Verteilverluste	MP 1 + zusätzliche Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	MP 1 + Solaranlage
2	Öl-Zentralheizung, Nieder-temperaturkessel	elektrische Warmwasserbereitung	Öl-Brennwertkessel + Minimierung der Wärmeverluste der Verteilung	zentral + Solaranlage	Holz-Pellet-Kessel + Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	zentral + Solaranlage
3	Elektro-Nachtspeicher-Öfen	elektrische Warmwasserbereitung	Gas-Etagenheizungen jeweils mit Brennwert-Therme	wohnungszentral mit Therme	Holz-Pellet-Kessel	zentral
4	Fernwärme mit Heizwerk	kombiniert	Kraft-Wärme-Kopplung + Minimierung der Wärmeverluste der Gebäude-Verteilung	Minimierung Verteilverluste	Holz-Pellet-Kessel + Minimierung der Wärmeverluste der Gebäude-Verteilung	Minimierung Verteilverluste
5	Gas-Etagenheizung, Konstant-Temperatur	kombiniert	Austausch der Thermen durch Brennwert-Geräte	-	MP 1 + zusätzliche Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	-

¹¹ Üblicherweise ist zu erwarten, dass der Heizwärmebedarf für die Gebäude der gleichen Variante jeweils gleich hoch ist. Dass hier geringfügige Abweichungen entstehen, liegt an den Faktoren für die Anpassung an das Niveau typischer Verbrauchswerte, die von dem Energieträger, dem jeweiligen Endenergiebedarf und damit auch von der Art der Anlagentechnik abhängen (Details siehe Anhang B).

Bild 22: Energiekennwerte verschiedener exemplarischer Heizsysteme für die Beispielgebäude EFH_E und MFH_E

Maßnahmenpaket	baulicher Wärmeschutz	Anlagentechnik	Heizwärmebedarf	Endenergiebedarf	Primärenergie	CO ₂ -Emissionen	Energiekosten		
			pro m ² beheizte Wohnfläche						
			kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kWh/(m ² a)	kg/(m ² a)	€/ (m ² a)		
EFH	Var. 1	Ist	Bestand	Gas-Zentralheizung, älterer Niedertemperaturkessel	180	270	309	67	23
		MP1	"konventionell"	Einbau Gas-Brennwertkessel + Minimierung Verteilverluste	129	174	204	45	15
		MP2	"zukunftsweisend"	wie MP1, zusätzlich Lüftungsanlage und therm. Solaranlage	57	80	102	24	9
	Var. 2	Ist	Bestand	Öl-Zentralheizung, älterer Niedertemperaturkessel + elektr. Warmwasserbereitung	183	12	320	87	24
		MP1	"konventionell"	Einbau Öl-Brennwertkessel + zentrale Warmwasserbereitung mit therm. Solaranlage	131	7	203	55	15
		MP2	"zukunftsweisend"	Einbau Pelletkessel + zentrale Warmwasserber. mit therm. Solaranl. + Lüftungsanlage	56	97	30	9	8
	Var. 3	Ist	Bestand	elektr. Nachtspeicherheizung + elektr. Warmwasserbereitung	187	195	428	123	
		MP1	"konventionell"	Einbau Zentralheizung mit Außenluftwärmepumpe	127	81	177	51	20
		MP2	"zukunftsweisend"	Einbau zentr. Heizung und Warmwasserber. mit Erdreich-Wärmepumpe + Lüftungsanl.	55	38	83	24	9
MFH	Var. 1	Ist	Bestand	Gas-Zentralheizung, älterer Niedertemperaturkessel	127	206	235	51	17
		MP1	"konventionell"	Einbau Gas-Brennwertkessel + Minimierung Verteilverluste	74	114	131	28	10
		MP2	"zukunftsweisend"	wie MP1, zusätzlich Lüftungsanlage und therm. Solaranlage	21	52	66	15	6
	Var. 2	Ist	Bestand	Öl-Zentralheizung, älterer Niedertemperaturkessel + elektr. Warmwasserbereitung	132	16	241	66	19
		MP1	"konventionell"	Einbau Öl-Brennwertkessel + zentrale Warmwasserbereitung mit therm. Solaranlage	74	3	128	35	9
		MP2	"zukunftsweisend"	Einbau Pelletkessel + zentr. Warmwasserber. mit therm. Solaranl. + Lüftungsanlage	21	59	18	5	5
	Var. 3	Ist	Bestand	elektr. Nachtspeicherheizung + elektr. Warmwasserbereitung	128	141	311	89	30
		MP1	"konventionell"	Einbau Gas-Etagenheizungen (Brennwert-Thermen) inkl. Warmwasserbereitung	74	117	139	31	11
		MP2	"zukunftsweisend"	Einbau Holz-Pelletkessel + zentrale Warmwasserbereitung	47	96	12	4	7
	Var. 4	Ist	Bestand	Nah- oder Fernwärme, ohne KWK	138	180	236	2	18
		MP1	"konventionell"	Nah- oder Fernwärme, hoher KWK-Anteil	74	110	97	2	12
		MP2	"zukunftsweisend"	Nah- oder Fernwärme mit Biomasse	48	84	15	2	9
	Var. 5	Ist	Bestand	Gas-Etagenheizung mit älteren Gas-Thermen	131	200	231	50	17
		MP1	"konventionell"	Einbau von Gas-Brennwert-Thermen	74	117	139	31	11
		MP2	"zukunftsweisend"	wie MP1, zusätzlich Lüftungsanlage	21	64	83	19	7

fossile Brennstoffe (Werte bezogen auf oberen Heizwert) 0,08 €/kWh
 Biomasse 0,06 €/kWh
 Fernwärme 0,10 €/kWh
 Strom Normal-Tarif / Sonder-Tarif 0,30 / 0,20 €/kWh

07.10.2014 16:37

6 Neubauten – gesetzliche Anforderungen, KfW-Effizienzhäuser und Niedrigstenergiehäuser

Die Bestandsgebäude der deutschen Wohngebäudetypologie wurden um Beispiele für Neubauten nach geltender EnEV erweitert. Auf dieser Grundlage soll im Folgenden exemplarisch dargelegt werden, wie konkrete Umsetzungen entlang der Grenzwerte der EnEV für unterschiedliche Wärmeversorgungstypen aussehen können. Weiterhin soll an Beispielen aufgezeigt werden, mit welchen technischen Möglichkeiten die Effizienz demgegenüber noch gesteigert und damit ein „Niedrigstenergiehaus-Standard“ erreicht werden kann.

6.1 Definition bzw. Interpretation des “Niedrigstenergiehaus”-Standards in dieser Broschüre

Gemäß EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ [EPBD 2010] müssen nach dem 31. Dezember 2020 errichtete Wohn-Neubauten als Niedrigstenergiegebäude ausgeführt werden. Dabei versteht die EU-Richtlinie ein „Niedrigstenergiegebäude“ als ein Haus, „das eine sehr hohe (...) Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden.“ [EPBD 2010]




In Deutschland ist die Einführung von Niedrigstenergiehäusern (engl. Nearly Zero-Energy Buildings, Abk. “NZEB”) durch das "Energieeinsparungsgesetz" von 2013 [EnEG 2013] bereits thematisiert worden. Das EnEG sieht eine weitere Änderung der Energieeinsparverordnung bis zum Jahr 2019 (die ab Januar 2021 in Kraft treten soll) vor. Eine offizielle Definition des NZEB-Standards ist jedoch im EnEG nicht enthalten und wurde auch noch nicht von der Bundesregierung veröffentlicht [Schettler-Köhler, Kunkel 2013].

Auch wenn es noch keine gesetzlich geregelte Definition gibt, scheint den Autoren der vorliegenden Studie das "KfW-Effizienzhaus 40" ein geeigneter Standard zu sein, um das von der EU geforderte Niedrigstenergiehaus für Wohngebäude in Deutschland zu repräsentieren, da Gebäude mit dieser bzw. ähnlicher Qualität sind bereits seit mehr als 10 Jahren Gegenstand der Förderung durch die KfW. Auch in Szenario-Analysen, die im Auftrag der Bundesregierung für den deutschen Gebäudesektor durchgeführt wurden, wurde das „Effizienzhaus 40“ bereits als Synonym für den künftigen deutschen Niedrigstenergiehaus-Standard verwendet [IWU 2013]. Während bei den Anforderungen des KfW-Effizienzhaus 40 der Wärmeschutz mit Biomasse versorgter Gebäude schlechter sein darf als der mit Erdgas versorgter, wird in den nachfolgenden Analysen stets ein Wärmeschutz angesetzt, der dem Niveau von Passivhäusern entspricht – unabhängig von der gewählten Anlagentechnik. Gleichzeitig wird eine möglichst weitgehende Deckung des Energiebedarfs durch Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien angestrebt.

6.2 Beispielhafte Neubauten

Bei den Beispielgebäuden handelt es sich um ein Einfamilienhaus, ein Reihenhaus und ein Mehrfamilienhaus. Zwei der drei Gebäude wurden real als Passivhäuser gebaut mit U-Werten, die denen der unten definierten besten Variante in etwa entsprechend. Tab. 12 zeigt die Grunddaten der Gebäude. Die Hüllflächendaten finden sich in Anhang C.

Tab. 12: Beispielgebäude für die Baualtersklasse 2009 bis 2015 (gesetzliche Anforderungen der EnEV 2009 / 2014)

Größenklasse		EFH	RH	MFH
		Einfamilienhaus	Reihenhaus	Mehrfamilienhaus
		 DE.N.SFH.11.Gen ReEx.001	 DE.N.TH.11.Gen ReEx.001	 DE.N.MFH.11.Gen ReEx.001
Anzahl Wohnungen		1	1	17
Anzahl Vollgeschosse (beheizt)		2	2	5
Anzahl direkt angrenzender Nachbargebäude.		0	1	0
beheizte Wohnfläche	m ²	160	168	1219
“Gebäudenutzfläche” nach EnEV *	m ²	265	239	1458
TABULA Energiebezugsfläche **	m ²	176	184	1219

*) 0,32 mal beheiztes Gebäudevolumen, korrigiert für den Fall sehr großer oder sehr kleiner Raumhöhen

**) Nettogrundfläche aller innerhalb der thermischen Hülle befindlichen Geschosse, (Bruttogrundfläche abzüglich Konstruktionsfläche, gemessen in 1,5m Raumhöhe). Zu beachten: Alle nach dem TABULA-Verfahren ermittelten Energiekennwerte werden in der vorliegenden Broschüre auf die beheizte Wohnfläche statt auf die TABULA-Energiebezugsfläche bezogen.

Für diese beispielhaften Gebäude werden die folgenden **drei Energieeffizienz-Niveaus** durchgespielt:

(1) Mindestanforderung EnEV

Kombination von Gebäude und Anlagentechnik, die genau den Mindestanforderungen nach EnEV 2009 bzw. EnEV 2014¹² für Baualtersklasse K (2010 ... 2015) und EnEV 2016 für Baualtersklasse L (2016 ...) entsprechen.

(2) KfW-Effizienzhaus-Standards

Kombination von Gebäude und Anlagentechnik, die das Niveau des “KfW-Effizienzhaus 70” für Baualtersklasse K (2010 ... 2015) und „KfW-Effizienzhaus 55“ für Baualtersklasse L (2016 ...) einhalten.

(3) “Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)”

Hierfür wurden U-Werte angesetzt, die denen von typischen Passivhäusern entsprechen sowie Wärmeversorgungssysteme mit einem möglichst hohen Anteil an erneuerbaren Energien. Die Anforderungen des “KfW-Effizienzhaus 40” können damit in der Regel eingehalten werden.

¹² Die EnEV 2014 hat gegenüber der EnEV 2009 nominal keine Änderung des Anforderungsniveaus gebracht. Allerdings wurden die Randbedingungen für die Berechnung modifiziert, was in Folge des Referenzgebäude-Ansatzes in den meisten Fällen jedoch nur geringe Auswirkungen auf die notwendige Ausführung von Gebäude und Anlagentechnik hat. Der EnEV-Nachweis wurde hier mit der ab 2014 geltenden Fassung durchgeführt.

Jedes der drei Beispielgebäude wurde jeweils mit drei unterschiedlichen Typen der Wärmeversorgung durchgespielt:

- (1) „**Erdgas**“: Systeme, in denen mit Erdgas-befeuerte Brennwertkessel als Hauptwärmeerzeuger eingesetzt werden;
- (2) „**Biomasse**“: Systeme, die hauptsächlich erneuerbare Brennstoffe, insbes. Holz oder Biometan verwenden;
- (3) „**Strom**“: auf elektrischen Wärmepumpen basierende Versorgungssysteme.

Die sich daraus ergebenden 9 Varianten werden wie folgt nummeriert:

Tab. 13: Definition der Gebäude-Varianten

Effizienz-Niveau	Baualterklasse		Energieträger		
	K 2010 ... 2015	L 2016 ...	„Erdgas“	„Bio- masse“	„Strom“
(1) gesetzliche Mindestanforderung	EnEV 2009 / 2014	EnEV 2016	Var. 01	Var. 11	Var. 21
(2) verbesserter Standard	KfW-Effizienzhaus 70	KfW-Effizienzhaus 55	Var. 02	Var. 12	Var. 22
(3) zukunftsweisender Standard	Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)	Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)	Var. 03	Var. 13	Var. 23

6.3 Berechnungsmethodik

Wie in Anhang B.1 beschrieben, findet die energetische Bewertung der Gebäudekonzepte parallel auf zwei Wegen statt:

(a) nationales Bilanzierungsverfahren EnEV:

- > Energieeinsparverordnung 2014¹³ für die Baualterklasse „K“ (2010 ... 2015)
- > Energieeinsparverordnung 2016 für die Baualterklasse „L“ (2016 ...)

Dieses Verfahren wurde dazu verwendet, die Qualitäten von Gebäude und Anlagentechnik zu bestimmen, die notwendig sind, damit die gesetzlichen Mindeststandards bzw. Anforderungen der Förder-Standards eingehalten sind.

Dabei kommt das kombinierte Verfahren nach DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10 mit denen durch die jeweils geltende EnEV geregelten Primärenergiefaktoren zum Einsatz. Die Berechnungsergebnisse für die beiden Beispielgebäude sind in Tab. 15 und Tab. 18 dokumentiert.¹⁴

(b) TABULA-Referenzverfahren:

Dieses Verfahren wurde insbesondere für den Vergleich der energetischen Bilanzierungen zwischen verschiedenen Ländern entwickelt [TABULA FR 2012]. Ebenso wie im vorangegangenen Abschnitt dient es auch der Erstellung der Gebäudeübersichtsblätter.

¹³ siehe auch Fußnote 12.

¹⁴ Die kompletten Datensätze und detaillierten Berechnungsergebnisse für die Beispielgebäude finden sich in der Excel-Mappe „EnEV-XL“, die auf der IWU-Homepage zum Download bereitsteht.

Bei dem Vergleich und der Bewertung der Ergebnisse aus diesen Bilanzierungsverfahren sollten folgende Unterschiede beachtet werden:

- Die Energiekennwerte des TABULA-Verfahrens werden in diesem Bericht generell auf die **beheizte Wohnfläche** der Gebäude bezogen (beim Vergleich zwischen verschiedenen Ländern wird die Nettogrundfläche verwendet), um die in der deutschen Wohnungswirtschaft übliche und bekannte Größe zu verwenden. Der Zusammenhang der beheizten Wohnfläche zur „Gebäudenutzfläche“ nach EnEV für die Beispielgebäude ist in Anhang B.1 dargestellt.
- Im Gegensatz zum EnEV-Verfahren nach DIN V 4701-10 beziehen sich die TABULA-Kennwerte auf den **oberen Heizwert (Brennwert)** von Brennstoffen, also der Größe die auch der Abrechnung von Lieferungen in der Versorgungswirtschaft (insbes. Gasrechnung) zu Grunde liegt.

Der im vorherigen Kapitel beim TABULA-Verfahren für die Altbauten verwendete Faktor zur Kalibrierung der Standardberechnung auf das typische Verbrauchsniveau wird für die Neubauten nicht angesetzt, bzw. es wird vereinfachend mit dem Faktor 1,0 gerechnet. Zum einen ist die Datenbasis für die Kalibrierung noch schlechter als beim Altbau, zum anderen ist nach Einschätzung der Autoren mit einer geringeren systematischen Abweichung zu rechnen. Nichts desto trotz sollte wie beim Altbau auch beim Neubau auf ein systematisches Verbrauchsmonitoring hingearbeitet werden, um in Zukunft Erwartungswerte des Verbrauchs für die unterschiedlichen energetischen Standards und Versorgungssystem angeben zu können.

Bewertung der Eigenstromerzeugung

Die primärenergetische Bewertung der Stromerzeugung durch PV- und KWK-Anlagen ist im TABULA-Bilanzierungsverfahren auf verschiedene Weisen möglich: Es kann sowohl eine Gutschrift für den gesamten erzeugten Strom angesetzt als auch eine Differenzierung nach selbst genutzter Stromproduktion und Überschusseinspeisung vorgenommen werden. Hierfür sind grundsätzlich verschiedene Schrittweiten der Verrechnung ansetzbar (z.B. Jahr, Monat, Tag, Stunde, Viertelstunde, Minute, Sekunde) [Schaede / Großklos 2013] [Frank 2014]. Da Parameter für kleinere Schrittweiten zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Broschüre noch nicht vorlagen, wurde für die vorliegenden Beispielgebäude die monatsweise Verrechnung verwendet – also die gleiche Methode die auch die EnEV vorsieht.

Die Bewertung von KWK-Anlagen basiert auf Primärenergiefaktoren, die wie in der EnEV auf den erzeugten Strom angewendet werden. Die Faktoren basieren jedoch auf einem anderen Verfahren, das den Effizienzgewinn durch KWK sowohl dem Wärme- als auch dem Stromsektor zuordnet („Gesamteffizienz-Methode“ [Diefenbach 2002] [Hörner 2014], während die Methodik der EnEV dies allein der Wärmeseite gutschreibt. So wurde bei den Berechnungen in dieser Broschüre ein Primärenergiefaktor von 1,9 für den erzeugten Strom angesetzt, während DIN V 18599 einen Wert von 2,8 vorgibt.

Die für die vorliegenden Berechnungen verwendeten Primärenergiefaktoren aller Energieträger finden sich in Anhang C.2.

6.4 Neubau bis Dezember 2015 (EnEV 2009/2014)

Im Folgenden wird beispielhaft für das Mehrfamilienhaus die Definition der unterschiedlichen Varianten, die sich daraus ergebenden Energiekennwerte und das Gebäude-Übersichtsblätter dargestellt. Danach wird ein kurzer Überblick über die beiden anderen Beispielgebäude gegeben, um dann am Ende noch einmal die Energiebilanzgrößen aller Varianten aller Beispielgebäude vergleichend gegenüberzustellen.

Beispiel: Mehrfamilienhaus (MFH_K)

Tab. 14 gibt einen Überblick über die verschiedenen Varianten des beispielhaften Mehrfamilienhaus-Neubaus. Ausgangspunkt ist eine Unterteilung in drei verschiedene Typen der Wärmeversorgung entsprechend dem Hauptenergieträger:

- **“Erdgas“ (Varianten 01, 02, 03):**

Variante 01 entspricht grob den Festlegungen für das Referenzgebäude der EnEV: Die U-Werte und die Eigenschaften des Heizsystems (Brennwertkessel, thermische Solaranlage für Warmwasserbereitung, Abluftanlage) sind direkt aus der EnEV übernommen. Allerdings wird als Energieträger Erdgas statt Heizöl verwendet.

Variante 02 entspricht bezüglich Anlagentechnik der Variante 01, jedoch wurden die U-Werte so angesetzt, dass die Anforderungen an das KfW-Effizienzhaus 70 eingehalten wird (Wärmetransferkoeffizient Transmission 45 % niedriger als Referenzgebäude bzw. Variante 01).

Für **Variante 03** wurden U-Werte angesetzt, die typisch für Passivhäuser sind.¹⁵ Als Erdgasbasiertes Versorgungssystem wird eine Kombination aus KWK-Anlage und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung angesetzt.

- **“Biomasse“ (Varianten 11, 12, 13):**

Aufgrund des sehr viel niedrigeren Primärenergie-Faktors von Biomasse sind die U-Werte von **Variante 11** höher als im Fall von Erdgas. Die von der EnEV vorgegebenen maximal zulässigen U-Werte (zweite Anforderung) werden hier erreicht.

Damit **Variante 12** die Bedingungen des KfW-Effizienzhauses 70 einhalten kann, müssen – bei gleicher Anlagentechnik – die U-Werte von Variante 12 etwa 30 % niedriger sein als von Variante 11.

Für **Variante 13** wurden U-Werte angesetzt, die typisch für Passivhäuser sind. Die Anlagentechnik besteht – wie beim realen Gebäude [Schaede / Großklos 2013] – aus einem Bio-Methan BHKW, einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und einer Photovoltaik-Anlage.


- **“Strom“ (Varianten 21, 22, 23)**

Die Wärmeversorgung wird in allen Varianten durch eine elektrische Wärmepumpe übernommen, im Fall der **Variante 21** einer Außenluft-Wärmepumpe, im Fall von **Variante 22** und **23** aus einer Erdreich-Wärmepumpe. Variante 23 ist darüber hinaus mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und einer PV-Anlage ausgestattet

¹⁵ Beim real gebauten Gebäude liegen die U-Werte im Fall der Außenwand noch etwas niedriger. Dieses Mehrfamilienhaus hält den Passivhaus-Standard entsprechend den Definitionen im Passivhaus-Projektierungspaket ein.

Um die erste Wärmeversorgungsvariante umzusetzen muss der Wärmeschutz etwas besser sein als der des Referenzgebäudes (Variante 01). Die U-Werte der anderen beiden Varianten entsprechen denen des Wärmeversorgungstyps "Biomasse" (Varianten 12 und 13).

**Tab. 14: Beispiel-Mehrfamilienhaus / Baualtersklasse K (2010 ... 2015)
– Definition der Varianten**

 DE.N.MFH.11.Gen ReEx.001		„Erdgas“			„Biomasse“			„Strom“		
		01	02	03	11	12	13***	21	22	23
Variante Nr.		01	02	03	11	12	13***	21	22	23
Variantentyp		gesetzliche Mindestanforderung	verbesserter Standard	zukunftsweisender Standard	gesetzliche Mindestanforderung	verbesserter Standard	zukunftsweisender Standard ***	gesetzliche Mindestanforderung	verbesserter Standard	zukunftsweisender Standard
Energieeffizienz-Niveau		EnEV 2009/2014	KfW-Effizienzhaus 70	Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)	EnEV 2009/2014	KfW-Effizienzhaus 70	Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)	EnEV 2009/2014	KfW-Effizienzhaus 70	Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)
U-Werte										
Dach	W/(m²K)	0,20	0,10	0,08	0,25	0,15	0,08	0,20	0,15	0,08
Wand	W/(m²K)	0,28	0,14	0,12	0,33	0,18	0,12	0,24	0,18	0,12
Fenster	W/(m²K)	1,30	0,70	0,70	1,30	1,10	0,70	1,30	1,10	0,70
Haustür	W/(m²K)	1,80	0,80	0,80	1,80	1,30	0,80	1,80	1,30	0,80
Fußboden	W/(m²K)	0,35	0,18	0,12	0,50	0,25	0,12	0,35	0,25	0,12
Wärmebrückenzuschlag (auf die gesamte Hüllfläche)	W/(m²K)	0,05*	0,05*	0,01**	0,05*	0,05*	0,01**	0,05*	0,05*	0,01**
Wärmeversorgungssystem		Brennwertkessel			Holzpellet-Kessel	Bio-Methan KWK	elektrische Wärmepumpe			
Spezifizierung / ergänzendes System				+KWK				Außenluft + Pufferspeicher und elektr. Heizsystem	Erdreich	Erdreich
thermische Solaranlage für		WW	WW	WW	-	-	WW	-	-	-
Wärmeverteilung		vollständig innerhalb der thermischen Hülle			vollständig innerhalb der thermischen Hülle			vollständig innerhalb der thermischen Hülle		
Maximaltemperatur der Heizwärmeverteilung		55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	35°C
WW-Zirkulationspumpe		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Lüftungsanlage		Abluft	Abluft	Zu-/Abluft mit WRG	Abluft	Abluft	Zu-/Abluft mit WRG	Abluft	Abluft	Zu-/Abluft mit WRG
Ergänzendes System		-	-	-	-	-	PV	-	-	PV

*) Standardwert nach EnEV

Status: 09-10-2014

**) Berechneter Effekt der realen Wärmebrücken entsprechend der Gebäudeplanung (siehe unten), umgelegt als Zuschlag auf die gesamte Hüllfläche

***) entspricht in etwa der tatsächlichen Umsetzung dieses Gebäudes, siehe [Schaede / Großklos 2013]

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Berechnungen nach EnEV 2014 (DIN V 4108-6 + DIN V 4701-10).

**Tab. 15: Beispiel-Mehrfamilienhaus / Baualterklasse K (2010 ... 2015)
– Ergebnisse der Energiebilanzberechnung nach EnEV 2014
(DIN V 4108-6 + DIN V 4701-10)**

Name des Varianten-Triplets	"Erdgas"			"Biomasse"			"Strom"			
Variante Nr.	01	02	03	11	12	13***	21	22	23	
Energieeffizienz-Niveau	gesetzliche Mindestanforderung	verbessertes Standard	zukunftsweisender Standard	gesetzliche Mindestanforderung	verbessertes Standard	zukunftsweisender Standard ***	gesetzliche Mindestanforderung	verbessertes Standard	zukunftsweisender Standard	
Energieeffizienz-Niveau	EnEV 2009/2014	KfW Effizienzhaus 70	Niedrigstenergiehaus (KfW Effizienzhaus 40)	EnEV 2009/2014	KfW Effizienzhaus 70	Niedrigstenergiehaus (KfW Effizienzhaus 40)	EnEV 2009/2014	KfW Effizienzhaus 70	Niedrigstenergiehaus (KfW Effizienzhaus 40)	
Methode	EnEV 2014 / DIN V 4108-6 + DIN V 4701-10 *									
"Gebäudenutzfläche" A_N nach EnEV**	m ²	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	
Wärmetransferkoeffizient Transmission bezogen auf Hüllfläche H'_T	W/(m ² K)	0,453	0,255	0,197	0,500	0,348	0,197	0,431	0,348	0,197
bezogen auf Anforderung		91%	51%	39%	100%	70%	39%	86%	70%	39%
bezogen auf Referenzgebäude (Kriterium für KfW-Förderung)		100%	56%	43%	110%	77% ^x	43%	95%	77%	43%
Heizwärmebedarf (brutto)***	kWh/(m ² a)	51,0	31,8	29,4	55,7	40,6	29,4	48,8	40,6	29,4
Endenergie für Wärmeerzeugung										
fossile Brennstoffe	kWh/(m ² a)	59,7	41,3	7,6	0	0	0	0	0	0
erneuerbare Brennstoffe	kWh/(m ² a)	0	0	0	100,9	80,4	19,7	0	0	0
Strom	kWh/(m ² a)	0	0	12,4	0	0	0	25,8	16,0	7,6
Hilfsenergie	kWh/(m ² a)	2,0	1,9	3,1	3,4	3,4	3,1	1,8	2,8	4,1
Primärenergiebedarf	kWh/(m ² a)	71,0	50,5	25,1	29,1	25,0	8,0	71,6	48,9	30,6****
Verhältnis zur Anforderung		98%	70%	35%	40%	34%	11%	99%	68%	(42%)****
KfW Förderstandard: "Effizienzhaus ..."		-	70	40	-	70	40	-	70	(55)****

*) berechnet mit EnEV-XL 5.0 (MS Excel Mappe), PV-Anlage nicht berücksichtigt

Status: 09-10-2014

**) alle Kennwerte bezogen auf die "Gebäudenutzfläche A_N nach EnEV"

***) Wärmerückgewinnung nicht berücksichtigt

****) Wirkung der PV-Anlage nicht berücksichtigt, da in der verwendeten Software nicht enthalten. Bei Annahme von 20,6 kWh/(m²a) PV-Stromproduktion können bei monatlicher Verrechnung etwa 8,2 kWh/(m²a) des Gebäude-Strombedarfs direkt gedeckt werden ("Eigen-Nutzung"). Der Primärenergiebedarf wird dann von 30,6 auf 10,9 kWh/(m²a) reduziert. Dieser Primärenergiebedarf würde das "KfW Effizienzhaus 40"-Förderniveau einhalten.










^x) Korrekter Wert wäre 85% gewesen (Fehler, der erst nach Fertigstellung der Publikation aufgefallen ist)

Für jede der drei Versorgungstypen wurde ein Gebäudeübersichtsblatt erstellt, das die energetischen Kenndaten und die Energiebilanzergebnisse des gesetzlichen Mindeststandards, des verbesserten Standards und des Niedrigstenergiehaus-Standard auf einer Doppelseite vergleichend gegenüberstellt. Auf den folgenden beiden Seiten ist als Beispiel die „Erdgas“-Version dargestellt, die anderen Versorgungstypen finden sich in Anhang D.

Um den etwas anderen Bedingungen für Neubauten gerecht zu werden, wurden gegenüber den vorliegenden (und weitgehend unveränderten) Übersichtsblättern für Altbauten folgende Anpassungen vorgenommen:

- detailliertere Darstellung von Nutzwärme-, End- und Primärenergiebedarf nach Teilsystemen;
- detailliertere Darstellung von Lüftungsanlagen (inklusive Hilfsenergien und zurückgewonnene Wärme);
- Stromerzeugung durch Photovoltaik und KWK;
- Berücksichtigung der Eigenstromversorgung in den Diagrammen für End- und Primärenergie.

**Bild 23 (folgende zwei Seiten):
Gebäude-Übersichtsblatt des Beispielgebäudes MFH_K (2010 ... 2015)
– Versorgungstyp „Strom“ (weitere Versorgungstypen im Anhang)**

MFH_K Heizsystem-Variante "Strom"		2010 ... 2015		DE.N.MFH.11.Gen		
Beispielgebäude 		Gebäudetyp Klassifizierung (TABULA Code) <ul style="list-style-type: none"> ► Land: DE Deutschland <i>Germany</i> ► Typologie Region: N nicht regional spezifiziert <i>National</i> ► Größenklasse: MFH Mehrfamilienhaus ("MFH") <i>Multi-Family House</i> ► Baualtersklasse: 11 [K] 2010 ... 2015 ► Zusatz-Kategorie: Gen Grund-Typ <i>Generic</i> 				
beheizte Wohnfläche: 1219 m ² Anzahl Vollgeschosse: 4 Anzahl Wohnungen: 17		Charakterisierung des Gebäudetyps typisch 3- bis 5-geschossig; Sattel-, Pult- oder Flachdach; Betondecken; massive Außenwände (z.B. Kalksandstein) mit Wärmedämmverbundsystem; in Norddeutschland auch Klinker-Vorsatzschale				
						
		1 Mindestanforderungen EnEV 2009 / 2014				
Konstruktion		Beispielhafte Ausführung		Dämmstärke**	U-Wert	
Dach / oberste Geschossdecke		Dämmung (WLS 035) auf der Decke + Dachabdichtung 		18 cm	0,20 W/(m ² K)	
Außenwand		Außendämmung (WLS 035) auf Mauerwerk + Verputz (Wärmedämmverbundsystem) 		14 cm	0,24 W/(m ² K)	
Fenster		Fenster mit 2-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung 			1,30 W/(m ² K)	
Fußboden		Decke / Bodenplatte + Wärmedämmung (WLS 035) 		10 cm	0,35 W/(m ² K)	
Wärmeversorgungssystem und Energiebedarf		Lüftung	Raumheizung	Warmwasser	zusätzl. System	Gesamt
bereitgestellte Nutzwärme		0,0	77,5	16,1		93,6
Berechnungsverfahren TABULA-Verfahren (Standardrandbedingungen, ohne Kalibrierung); alle Kennwerte bezogen auf die beheizte Wohnfläche. Kennwerte unterscheiden sich zu Rechenergebnissen nach Energieeinsparverordnung (EnEV).		 Abluftanlage	 Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle: Außenluft, einschließlich Elektro-Heizstab für Last-Spitzen, gute Wärmedämmung der Rohrleitungen	 Kombination mit Wärmeerzeuger-Heizung (Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle Außenluft) einschließlich Elektro-Heizstab für Last-Spitzen; WW-Speicher; Zirkulation		
Endenergie	Endenergie-Bezug für Wärmeerzeugung	fossile Brennstoffe				115,5
		Biomasse / Holz				
		Fernwärme				
		Strom				
	Hilfsenergie für Heizung und WW (zusätzl. Strombedarf für Pumpen, Regelungen usw.)	Hilfsstrom	1,2	1,9	1,4	4,5
	Stromerzeugung im oder am Gebäude	Deckung des Eigen-Strombedarfs				
		Export in das Stromnetz				
Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Frischluft nicht erneuerbare Energieträger ("kumulierter Energieverbrauch" nach GEMIS)			90,6	24,9		115,5

02.10.2014 12:48

DE.N.MFH.11.Gen		2010 ... 2015		Heizsystem-Variante "Strom"		MFH_K			
Variante	Gebäudehülle		Energieaufwand Heizung und Warmwasser						
	Wärmeverluste Winter	Netto-Heizwärmebedarf	Kennwerte bezogen auf beheizte Wohnfläche			Verbrauchskosten	Primärenergie		
			Endenergie		Verbrauchskosten		Primärenergie		
			kWh/m²a		Euro/m²a		kWh/m²a		
1 (021)	Dach Außenwand Fenster Fußboden	max. 86 (=100%)* 77 kWh/m²a -10%	[Bar chart showing energy consumption]		[Bar chart showing costs]		max. 121 (=100%)* 115 kWh/m²a -5%		
2 (022)	Dach Außenwand Fenster Fußboden	61 kWh/m²a -29%	[Bar chart showing energy consumption]		[Bar chart showing costs]		64 kWh/m²a -47%		
3 (023)	Dach Außenwand Fenster Fußboden	16 kWh/m²a -81%	[Bar chart showing energy consumption]		[Bar chart showing costs]		14 kWh/m²a -88%		
<p>*) Variante Grenzwert HT* EnEV-Neubau (= 100%)</p> <p>*) Variante Grenzwert EnEV-Neubau (= 100%)</p> <p>grobe Anhaltswerte für die jährlichen Energiekosten (ohne Wartungskosten): Annahmen: Strom Haushaltssta: 30 Cent/kWh, Strom Sonderarif: 20 Cent/kWh, ohne zukünftige Energiepreiserhöhung</p>									
2 KfW-Effizienzhaus 70				3 Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)					
Beispielhafte Ausführung		Dämmstärke**	U-Wert	Beispielhafte Ausführung		Dämmstärke**	U-Wert		
**) nominale Dämmstärke gemäß gegebenem U-Wert (kann abweichen von baupraktischen Dämmstärken)									
Dämmung (WLS 035) auf der Decke + Dachabdichtung		23 cm	0,15 W/(m²K)	Dämmung (WLS 032) auf der Decke + Dachabdichtung		40 cm	0,08 W/(m²K)		
Außendämmung (WLS 035) auf Mauerwerk + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)		19 cm	0,18 W/(m²K)	Außendämmung (WLS 035) auf Mauerwerk + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)		28 cm	0,12 W/(m²K)		
Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung			1,10 W/(m²K)	Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen (Passivhaus-Fenster)			0,70 W/(m²K)		
Decke / Bodenplatte + Wärmedämmung (WLS 035)		14 cm	0,25 W/(m²K)	Decke / Bodenplatte + Wärmedämmung (WLS 035)		29 cm	0,12 W/(m²K)		
Lüftung	Raumheizung	Warmwasser	zusätzl. System	Gesamt	Lüftung	Raumheizung	Warmwasser	zusätzl. System	Gesamt
0,0	61,3	16,1		77,4	22,3	16,5	16,1		54,8
Abluftanlage	Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle: Erdreich	Kombination mit Wärmeerzeuger-Heizung (Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle Erdreich); WW-Speicher; gut gedämmte Zirkulationsleitungen		End-energie Primär-energie	Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung (Voraussetzung: luftdichte Gebäudehülle)	Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle: Erdreich	Kombination mit Wärmeerzeuger-Heizung (Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle Erdreich); WW-Speicher; gut gedämmte Zirkulationsleitungen	Standard-PV-System, Auf-Dach-Montage, Orientierung East, Neigung 15°	End-energie Primär-energie
				63,6					39,1
	16,8	7,7		24,4		4,0	7,7		11,7
1,2	1,9	1,4		4,5	2,8	1,9	1,4		6,1
								-11,4	-11,4
								(-13,3)***	-24,9
43,7		19,9		Gesamt 63,6	19,2		19,9	-24,9	14,2

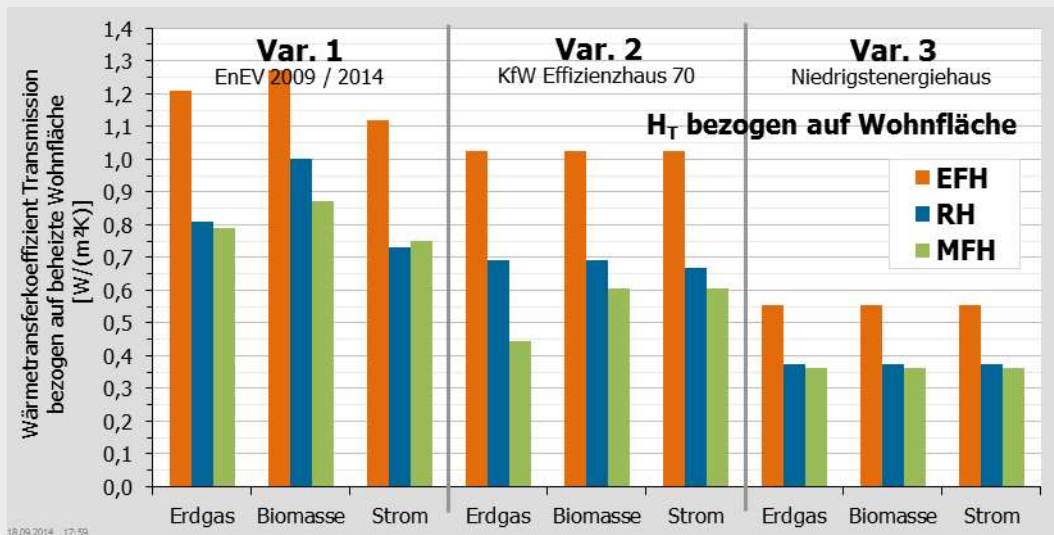
***) Netzspeisung PV-Anlage (Werte in Klammern) bei den Verbrauchskosten und der Primärenergie nicht berücksichtigt. Deckung des Eigenbedarfs auf monatlicher Basis ermittelt.

Energiebilanzen: Alle Neubau-Beispiele der Baualtersklasse K (2009 ... 2015) im Überblick

Analog zu dem oben dargestellten Mehrfamilienhaus (MFH_K) wurden die Analysen auch für das Beispiel-Einfamilienhaus (EFH_K) und für das Beispiel-Reihenhaus (RH_K) durchgeführt. Die Basisdaten der Gebäude, die Ansätze für U-Werte und Anlagenkomponenten und die Berechnungsergebnisse finden sich in Anhang C.4, alle zugehörigen Gebäude-Übersichtsblätter in Anhang D.5.

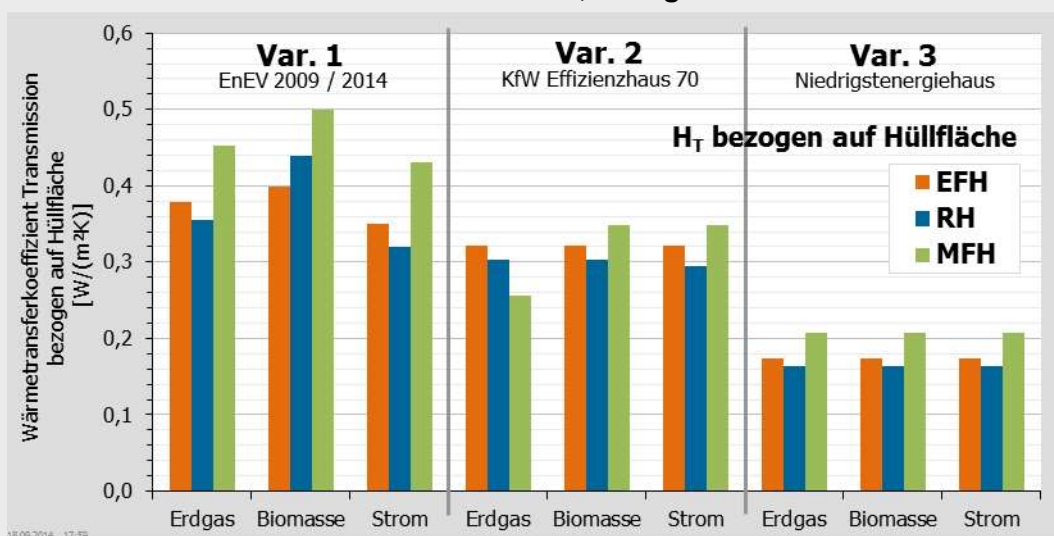
Die folgenden Diagramme geben einen Überblick über die wichtigsten Energiebilanzgrößen. Die Energie-Kennwerte entsprechen denen der Gebäudeübersichtsblätter und sind jeweils auf die beheizte Wohnfläche bezogen. Tabellarische Werte können Anhang C.3 entnommen werden.

Bild 24: Wärmetransferkoeffizient Transmission, bezogen auf beheizte Wohnfläche



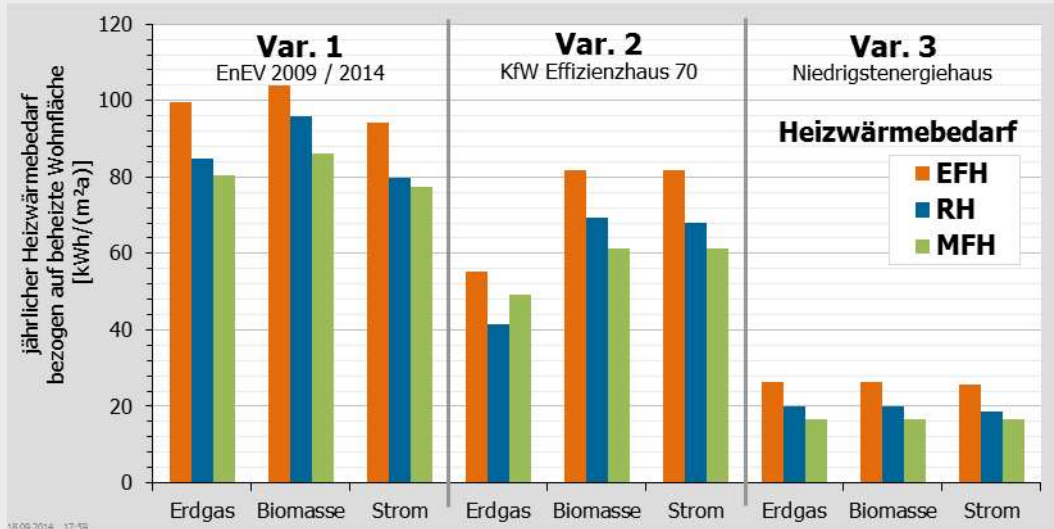
Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Bild 25: Wärmetransferkoeffizient Transmission, bezogen auf Hüllfläche



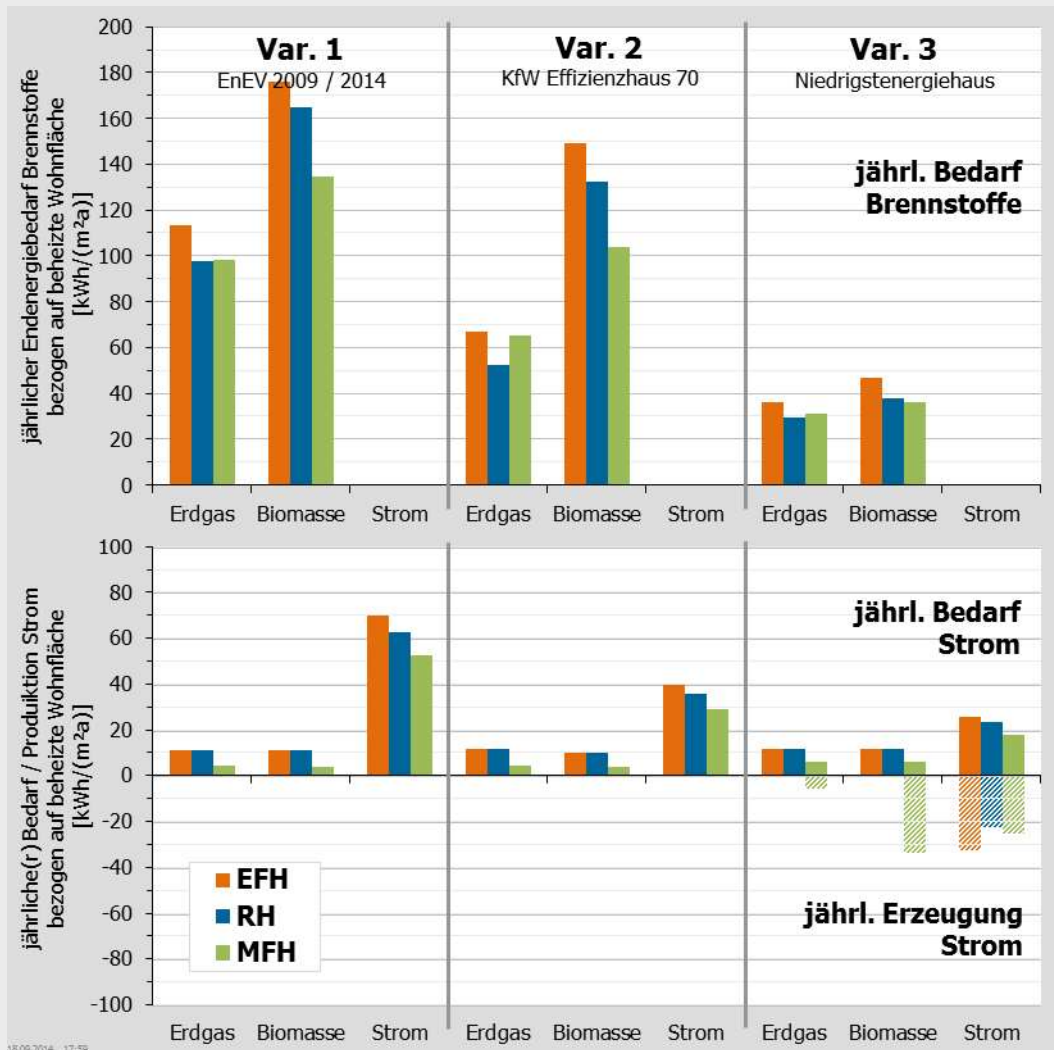
Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Bild 26: Netto-Heizwärmebedarf (bezogen auf beheizte Wohnfläche)



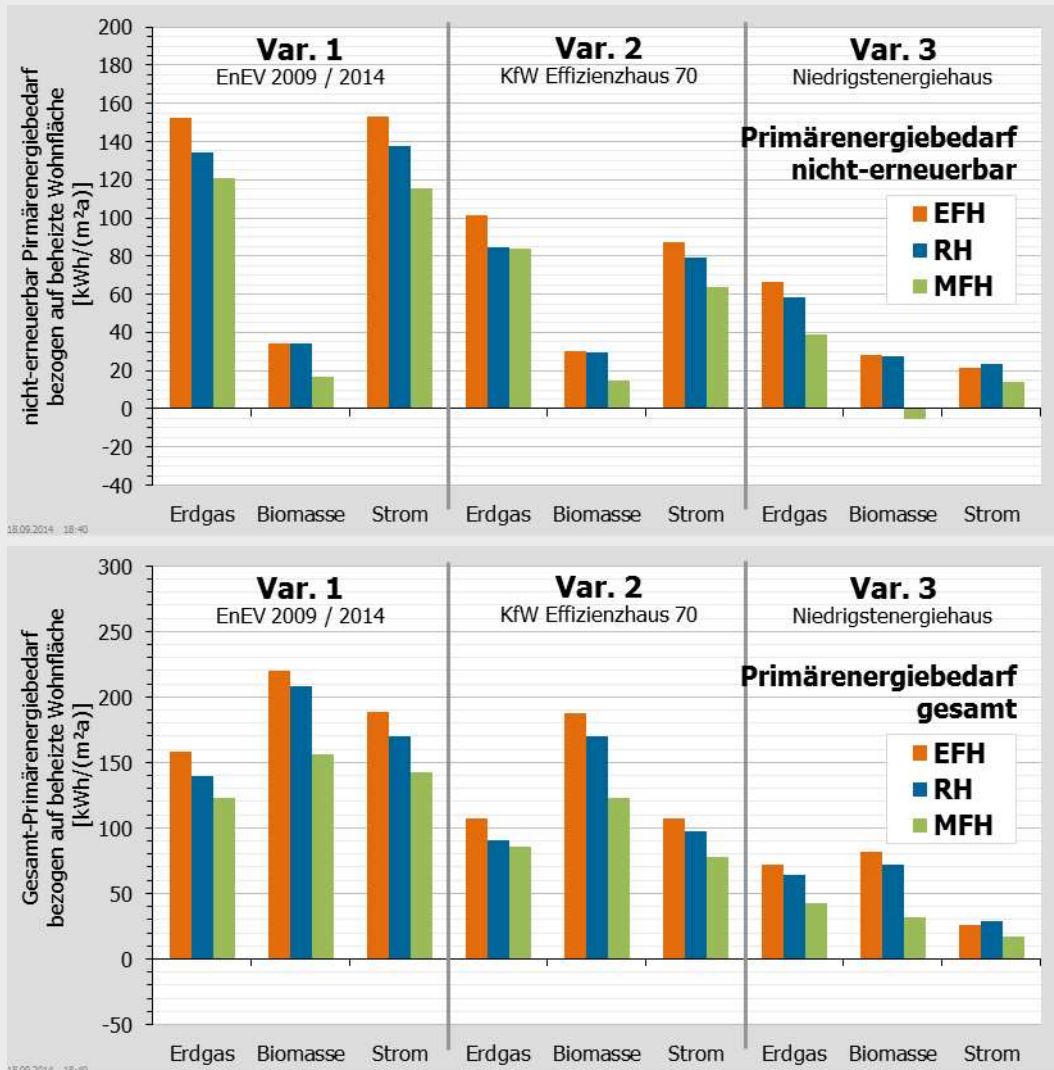
Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Bild 27: Endenergiebedarf (bezogen auf beheizte Wohnfläche)



Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Bild 28: Nicht-erneuerbarer und gesamter Primärenergiebedarf (bezogen auf beheizte Wohnfläche)



Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Relative Einsparungen des Niedrigstenergiehaus-Standards (Effizienz-Niveau 3) im Vergleich zu den Anforderungen EnEV 2009 / 2014 (Effizienz-Niveau 1)

Tab. 16 zeigt für die drei Beispielgebäude, welche Verbesserungen der Energiebilanz durch die Umsetzung des Niedrigstenergiehaus-Standards bei Vorgabe unterschiedlicher Wärmeversorgungssysteme ergeben. Bildet man vereinfacht einen Mittelwert über alle Gebäude-Anlagentechnik-Kombinationen, so können folgende generelle Aussagen gemacht werden:

- Die Wärmeverluste durch die thermische Hülle werden um über 55% reduziert.
- Durch den Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung lassen sich die Wärmeverluste noch weiter senken - der Heizwärmebedarf reduziert sich um 77%.
- Die Reduktion des Endenergiebedarfs liegt je nach Energieträger zwischen 63 und 70% (ohne Hilfsenergie)

- Die Reduktion des Primärenergiebedarfs liegt je nach Energieträger zwischen 60 und 86%. Die besonders hohen Primärenergie-Einsparungen der stromversorgten Niedrigstenergiehäuser entsteht durch die monatsweise Anrechnung des selbsterzeugten PV-Stroms.
- Die Energieverbrauchskosten werden je nach Energieträger um 52 bis 91% reduziert. Auch hier entstehen die besonders hohen Reduktionen durch die monatsweise Anrechnung des selbsterzeugten PV-Stroms (siehe auch letzter Absatz des Abschnitts 6.5).

Es ist zu beachten, dass die relativen und absoluten Energieeinsparungen von der Auswahl der Gebäude sowie von den Wärmeschutz-System-Kombinationen abhängen. Für andere Beispiele können diese Aussagen davon durchaus deutlich abweichen.

Tab. 16: Vergleich des Niedrigstenergiehaus-Standards (Effizienz-Niveau 3) mit dem Mindeststandard nach EnEV 2009/2014 (Effizienz-Niveau 1) für die drei Beispielgebäude

Versorgungssystem	Beispielgebäude	Verhältnis Niedrigstenergiehaus-Standard zu EnEV 2009/2014 (Energiebedarf nach TABULA-Verfahren)				
		Wärmetransferkoeffizient Transmission	Netto-Heizwärmebedarf	Endenergiebedarf (Hzg.+WW) ohne Verrechnung selbst erzeugten Stroms	Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar (Hzg.+WW)	Energiekosten (Hzg.+WW, verbrauchsabhängig)
Erdgas	SFH	46%	27%	38%	43%	51%
	RH	46%	23%	38%	44%	52%
	MFH	46%	21%	36%	32%	41%
	Mittelwert	46%	24%	37%	40%	48%
Biomasse	SFH	44%	25%	31%	81%	45%
	RH	37%	21%	28%	81%	44%
	MFH	41%	19%	31%	-30%	15%
	Mittelwert	41%	22%	30%	44%	35%
Strom	SFH	49%	27%	36%	14%	8%
	RH	51%	23%	38%	17%	12%
	MFH	48%	21%	34%	12%	6%
	Mittelwert	50%	24%	36%	14%	9%
Mittelwert aller Beispielgebäude / Versorgungssysteme		45%	23%	-	33%	31%

26-09-2014

Vergleich zur Berechnung nach EnEV für die drei Beispielgebäude

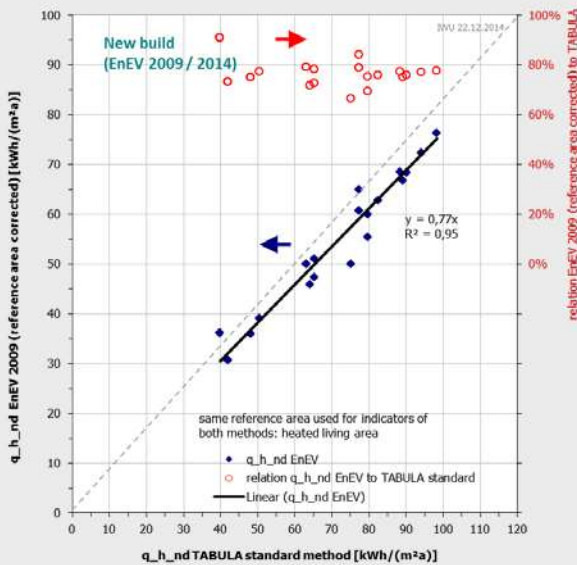
Die folgenden Diagramme zeigen einen Vergleich der Bilanzierungsergebnisse der Neubau-Beispiele zwischen den Verfahren nach EnEV (DIN V 4108-6 + 4701-10) und nach TABULA. Es zeigt sich, dass die Werte für den Heizwärmebedarf (ohne Abzug der Wärmerückgewinnung) nach EnEV knapp 20% niedriger berechnet werden als nach TABULA (Bild 29a). Die Unterschiede werden durch die verschiedenen Ansätze für die Nutzungsrandbedingungen der EnEV 2014 gegenüber TABULA verursacht:

- die geringere Raumtemperatur (19°C statt 20°C);
- das etwas wärmere Klima (Potsdam statt „Standardklima Deutschland“)
- die fast doppelt so hohen innere Wärmequellen;
- keine Verschattung.

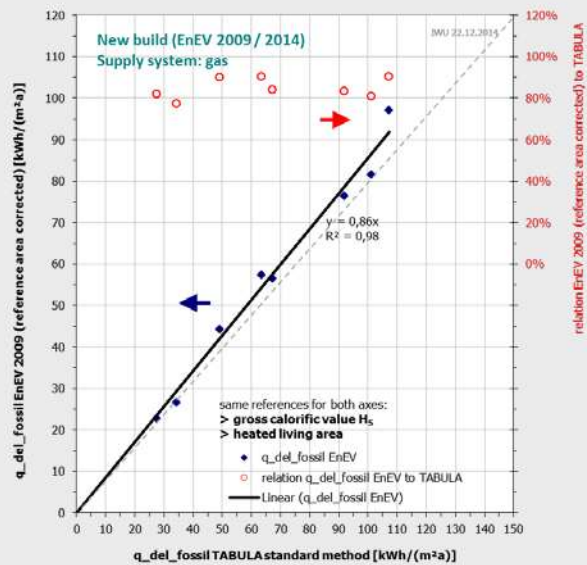
Auf der Endenergie-Ebene sind die Unterschiede etwas geringer (Bild 29b).

Bild 29: Vergleich zwischen dem Verfahren nach EnEV (DIN V 4108-6 + 4701-10) und nach TABULA (Standard-Randbedingungen):

(a) Heizwärmebedarf



(b) Endenergiebedarf der Erdgas-versorgten Varianten



Kennwerte von EnEV und TABULA jeweils bezogen auf die beheizte Wohnfläche
Brennstoff: Bezug auf den oberen Heizwert H_S

6.5 Neubau ab Januar 2016 (EnEV 2016)

Ab Januar 2016 sind gemäß geltender Energieeinsparverordnung verbesserte Anforderungen einzuhalten. Die im vorangegangenen Abschnitt definierten Varianten der drei Beispielgebäude werden daher hier noch einmal modifiziert, wobei die letzte Stufe gleich bleibt:

- (1) **“Mindestanforderung EnEV 2016”**
Kombination von Gebäude und Anlagentechnik, die genau den Mindestanforderungen nach EnEV 2016 entsprechen.
- (2) **“KfW Effizienzhaus 55”**
Kombination von Gebäude und Anlagentechnik, die das Niveau des “KfW-Effizienzhaus 55” einhalten.
- (3) **“Niedrigstenergiehaus (KfW Effizienzhaus 40)”**
Hierfür wurden U-Werte angesetzt, die denen von typischen Passivhäusern entsprechen sowie Wärmeversorgungssysteme mit einem möglichst hohen Anteil an erneuerbaren Energien. Die Anforderungen des “KfW-Effizienzhaus 40” können damit in der Regel eingehalten werden.

Wie im vorangegangenen Abschnitt für die EnEV 2009/2014 soll im Folgenden wieder am Beispiel des Mehrfamilienhauses die Definition der unterschiedlichen Varianten, die sich daraus ergebenden Energiekennwerte und die Gebäude-Übersichtsblätter dargestellt werden. Danach wird ein kurzer Überblick über die beiden anderen Beispielgebäude gegeben, um dann am Ende noch einmal die Energiebilanzgrößen aller Varianten aller Beispielgebäude vergleichend gegenüberzustellen.

Beispiel: Mehrfamilienhaus (MFH_L)

Tab. 17: Beispiel-Mehrfamilienhaus / Baualtersklasse L (2016 ...)
– Definition der Varianten

 DE.N.MFH.12.Gen ReEx.001		„Erdgas“			„Biomasse“			„Strom“		
		01	02	03	11	12	13***	21	22	23
Variante Nr.		01	02	03	11	12	13***	21	22	23
Variantentyp		gesetzliche Mindestanforderung	verbesserter Standard	zukunftsweisender Standard	gesetzliche Mindestanforderung	verbesserter Standard	zukunftsweisender Standard ***	gesetzliche Mindestanforderung	verbesserter Standard	zukunftsweisender Standard
Energieeffizienz-Niveau		EnEV 2016	KfW Effizienzhaus* 55	Niedrigstenergiehaus (KfW Effizienzhaus 40)	EnEV 2016	KfW Effizienzhaus* 55	Niedrigstenergiehaus (KfW Effizienzhaus 40)	EnEV 2016	KfW Effizienzhaus* 55	Niedrigstenergiehaus (KfW Effizienzhaus 40)
U-Werte										
Dach	W/(m²K)	0,25	0,10	0,08	0,24	0,19	0,08	0,28	0,19	0,08
Wand	W/(m²K)	0,29	0,11	0,12	0,28	0,22	0,12	0,32	0,22	0,12
Fenster	W/(m²K)	1,10	1,10	0,70	1,30	0,70	0,70	1,10	0,70	0,70
Haustür	W/(m²K)	1,30	1,30	0,80	1,80	0,80	0,80	1,30	0,80	0,80
Fußboden	W/(m²K)	0,29	0,11	0,12	0,28	0,22	0,12	0,32	0,22	0,12
Wärmebrückenzuschlag (auf die gesamte Hüllfläche)	W/(m²K)	0,05*	0,05*	0,01**	0,05*	0,05*	0,01**	0,05*	0,05*	0,01**
Wärmeversorgungssystem										
Wärmeerzeuger		Brennwertkessel			Holzpellet-Kessel		Bio-Methan KWK	elektrische Wärmepumpe		
Spezifizierung / ergänzendes System				+CHP				ext. air + buffer storage + electric heating rod	soil	soil
thermische Solaranlage für		WW	WW	WW	-	-	WW	-	-	-
Wärmeverteilung		vollständig innerhalb der thermischen Hülle			vollständig innerhalb der thermischen Hülle			vollständig innerhalb der thermischen Hülle		
Maximaltemperatur der Heizwärmeverteilung		55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C	35°C
WW-Zirkulationspumpe		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Lüftungsanlage		Abluft	Abluft	Zu-/Abluft mit WRG	Abluft	Abluft	Zu-/Abluft mit WRG	Abluft	Abluft	Zu-/Abluft mit WRG
Ergänzendes System		-	-	-	-	-	PV	-	-	PV

*) Standardwert nach EnEV

status: 10-07-2014

**) Berechneter Effekt der realen Wärmebrücken entsprechend der Gebäudeplanung (siehe unten), umgelegt als Zuschlag auf die gesamte Hüllfläche

***) entspricht in etwa der tatsächlichen Umsetzung dieses Gebäudes, siehe [Schaede / Großklos 2013]

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Berechnungen nach EnEV 2014 (DIN V 4108-6 + DIN V 4701-10).

**Tab. 18: Beispiel-Mehrfamilienhaus / Baualterklasse L (2016 ...)
– Ergebnisse der Energiebilanzberechnung nach EnEV 2009 / 2014
(DIN V 4108-6 + DIN V 4701-10)**

Name des Varianten-Tripletts	"Erdgas"			"Biomasse"			"Strom"		
Variante Nr.	01	02	03	11	12	13	21	22	23
Energieeffizienz-Niveau	gesetzliche Mindestanforderung	verbessertes Standard	zukunftsweisender Standard	gesetzliche Mindestanforderung	verbessertes Standard	zukunftsweisender Standard	gesetzliche Mindestanforderung	verbessertes Standard	zukunftsweisender Standard
Energieeffizienz-Niveau	EnEV 2016	KfW-Effizienzhaus 55	Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)	EnEV 2016	KfW-Effizienzhaus 55	Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)	EnEV 2016	KfW-Effizienzhaus 55	Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)
Methode	EnEV 2016 / DIN V 4108-6 + DIN V 4701-10 *								
"Gebäudenutzfläche" A _N nach EnEV**	m ²	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4	1458,4
Wärmetransferkoeffizient Transmission bezogen auf Hüllfläche H _T	W/(m ² K)	0,428	0,292	0,197	0,453	0,317	0,197	0,453	0,317
bezogen auf Anforderung		94%	65%	43%	100%	70%	43%	100%	70%
bezogen auf Referenzgebäude (Kriterium für KfW-Förderung)		94%	65%	43%	100%	70%	43%	100%	70%
Heizwärmebedarf (brutto)***	kWh/(m ² a)	49,4	36,6	27,9	48,6	35,7	27,9	48,6	35,7
Endenergie für Wärmeerzeugung									
fossile Brennstoffe	kWh/(m ² a)	41,8	29,4	6,8	0	0	0	0	0
erneuerbare Brennstoffe	kWh/(m ² a)	0	0	0	91,3	73,7	18,3	0	0
Strom	kWh/(m ² a)	0	0	11,8	0	0	0	20,6	14,6
Hilfsenergie	kWh/(m ² a)	2,9	2,9	3,1	3,4	3,4	3,1	2,8	2,8
Primärenergiebedarf	kWh/(m ² a)	51,2	37,5	21,3	24,4	20,9	5,6****	42,1	31,5
Verhältnis zur Anforderung		100%	73%	42%	48%	41%	11%	82%	61%
KfW Förderstandard: "Effizienzhaus ..."		-	55	40	-	55	40	-	55

*) berechnet mit EnEV-XL 5.0 (MS Excel Mappe), PV System nicht berücksichtigt

Status: 09-10-2014


**) alle Kennwerte bezogen auf die "Gebäudenutzfläche A_N nach EnEV"

***) Wärmerückgewinnung nicht berücksichtigt








****) Wirkung der PV-Anlage nicht berücksichtigt, da in der verwendeten Software nicht enthalten.

Für jede der drei Versorgungstypen wurde ein Gebäudeübersichtsblatt erstellt, das die energetischen Kenndaten und die Energiebilanzergebnisse des gesetzlichen Mindeststandards, des verbesserten Standards und des Niedrigstenergiehaus-Standard auf einer Doppelseite vergleichend gegenüberstellt. Auf den folgenden beiden Seiten ist als Beispiel die „Strom“-Version dargestellt, die anderen Versorgungstypen finden sich in Anhang D.

**Bild 30 (folgende zwei Seiten):
Gebäude-Übersichtsblatt des Beispielgebäudes MFH_L (2016 ...)
– Versorgungstyp „Strom“ (weitere Versorgungstypen im Anhang)**

MFH_L Heizsystem-Variante "Strom"	2016 ...	DE.N.MFH.12.Gen
Beispielgebäude	Gebäudetyp Klassifizierung (TABULA Code) <ul style="list-style-type: none"> ► Land: DE Deutschland Germany ► Typologie Region: N nicht regional spezifiziert National ► Größenklasse: MFH Mehrfamilienhaus ("MFH") Multi-Family House ► Baualtersklasse: 12 [L] 2016 ... ► Zusatz-Kategorie: Gen Grund-Typ Generic 	
	Charakterisierung des Gebäudetyps <small>typische Bauart nach In-Kraft-Treten der EnEV 2016 noch unbestimmt; als Beispielgebäude wird hier vorübergehend das der Baualtersklasse 2009 ... 2015 verwendet (dies soll nach 2016 ersetzt werden)</small>	
beheizte Wohnfläche: 1219 m ² Anzahl Vollgeschosse: 4 Anzahl Wohnungen: 17		



		1 Mindestanforderungen EnEV 2016				
Konstruktion		Beispielhafte Ausführung		Dämmstärke**	U-Wert	
Dach / oberste Geschossdecke		Dämmung (WLS 035) auf der Decke + Dachabdichtung 		12 cm	0,28 W/(m²K)	
Außenwand		Außendämmung (WLS 035) auf Mauerwerk + Verputz (Wärmedämmverbundsystem) 		10 cm	0,32 W/(m²K)	
Fenster		Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung 			1,10 W/(m²K)	
Fußboden		Decke / Bodenplatte + Wärmedämmung (WLS 035) 		11 cm	0,32 W/(m²K)	
Wärmeversorgungssystem und Energiebedarf		Lüftung	Raumheizung	Warmwasser	zusätzl. System	Gesamt
bereitgestellte Nutzwärme		0,0	82,1	16,1		98,2
Berechnungsverfahren TABULA-Verfahren (Standardrandbedingungen, ohne Kalibrierung); alle Kennwerte bezogen auf die beheizte Wohnfläche. Kennwerte unterscheiden sich zu Rechenergebnissen nach Energieeinsparverordnung (EnEV).		 Abluftanlage	 Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle: Erdreich	 Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle Erdreich); WW-Speicher; gut gedämmte Zirkulationsleitungen		End-energie Primär-energie
Endenergie	Endenergie-Bezug für Wärmeerzeugung	fossile Brennstoffe				76,9
		Biomasse / Holz				
		Fernwärme				
		Strom	22,8	7,7	30,5	
	Hilfsenergie für Heizung und WW (zusätzl. Strombedarf für Pumpen, Regelungen usw.)	Hilfsstrom	1,2	1,9	1,4	4,5
	Stromerzeugung im oder am Gebäude	Deckung des Eigen-Strombedarfs				
		Export in das Stromnetz				
Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasser, Frischluft			56,9	19,9		76,9
		<small>nicht-erneuerbare Energieträger ("kumulierter Energieverbrauch" nach GEMIS)</small>				

02.10.2014 12:54

DE.N.MFH.12.Gen		2016 ...		Heizsystem-Variante "Strom"		MFH_L			
Variante	Gebäudehülle		Energieaufwand Heizung und Warmwasser						
	Wärmeverluste Winter	Netto-Heizwärmebedarf	Kennwerte bezogen auf beheizte Wohnfläche		Verbrauchskosten		Primärenergie		
			Endenergie		Euro m ² a				
			kWh m ² a		Euro m ² a		kWh m ² a		
1 (021)	Dach Außenwand Fenster Fußboden	max. 82 (=100%)* 82 kWh m ² a -0%	[Bar chart]		[Bar chart]		max. 87 (=100%)* 77 kWh m ² a -12%		
2 (022)	Dach Außenwand Fenster Fußboden	57 kWh m ² a -30%	[Bar chart]		[Bar chart]		61 kWh m ² a -30%		
3 (023)	Dach Außenwand Fenster Fußboden	16 kWh m ² a -80%	[Bar chart]		[Bar chart]		14 kWh m ² a -84%		
<p>*) Variante Grenzwert HT* EnEV-Neubau (= 100%)</p> <p>*) Variante Grenzwert EnEV-Neubau (= 100%)</p> <p>*) Variante Grenzwert EnEV-Neubau (= 100%)</p> <p>*) Variante Grenzwert EnEV-Neubau (= 100%)</p>									
2 KfW-Effizienzhaus 55				3 Niedrigstenergiehaus (KfW-Effizienzhaus 40)					
Beispielhafte Ausführung		Dämmstärke**	U-Wert	Beispielhafte Ausführung		Dämmstärke**	U-Wert		
**) nominale Dämmstärke gemäß gegebenem U-Wert (kann abweichen von baupraktischen Dämmstärken)									
Dämmung (WLS 035) auf der Decke + Dachabdichtung		18 cm	0,19 W/(m ² K)	Dämmung (WLS 032) auf der Decke + Dachabdichtung		40 cm	0,08 W/(m ² K)		
Außendämmung (WLS 035) auf Mauerwerk + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)		15 cm	0,22 W/(m ² K)	Außendämmung (WLS 035) auf Mauerwerk + Verputz (Wärmedämmverbundsystem)		28 cm	0,12 W/(m ² K)		
Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen (Passivhaus-Fenster)			0,70 W/(m ² K)	Fenster mit 3-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung und gedämmtem Rahmen (Passivhaus-Fenster)			0,70 W/(m ² K)		
Decke / Bodenplatte + Wärmedämmung (WLS 035)		16 cm	0,22 W/(m ² K)	Decke / Bodenplatte + Wärmedämmung (WLS 035)		29 cm	0,12 W/(m ² K)		
Lüftung	Raumheizung	Warmwasser	zusätzl. System	Gesamt	Lüftung	Raumheizung	Warmwasser	zusätzl. System	Gesamt
0,0	57,3	16,1		73,4	22,3	16,5	16,1		54,8
Abluftanlage	Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle: Erdreich	Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle Erdreich); WW-Speicher; gut gedämmte Zirkulationsleitungen		End-energie	Lüftungsanlage mit 80% Wärmerückgewinnung (Voraussetzung: luftdichte Gebäudehülle)	Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle: Erdreich	Kombination mit Wärmeerzeuger Heizung (Elektro-Wärmepumpe, Wärmequelle Erdreich); WW-Speicher; gut gedämmte Zirkulationsleitungen	Standard-PV-System, Auf-Dach-Montage, Orientierung East, Neigung 15°	End-energie
				61,0					39,1
	15,6	7,7		23,3		4,0	7,7		11,7
1,2	1,9	1,4		4,5	2,8	1,9	1,4		6,1
								-11,4	-11,4
								(-13,3)***	-24,9
	41,1	19,9		61,0		19,2	19,9		14,2

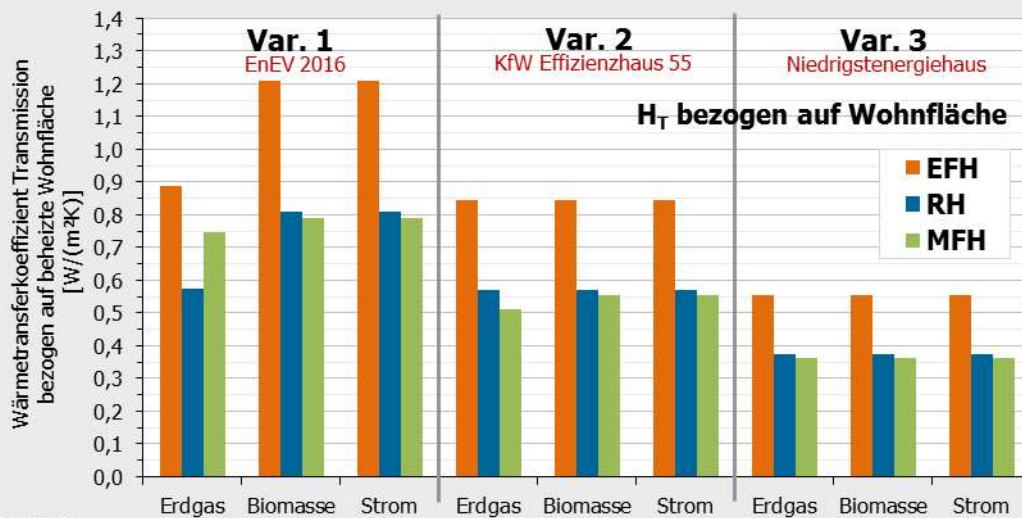
***) Netzspeisung PV-Anlage (Werte in Klammern) bei den Verbrauchskosten und der Primärenergie nicht berücksichtigt. Deckung des Eigenbedarfs auf monatlicher Basis ermittelt.

Energiebilanzen: Alle Neubau-Beispiele der Baualtersklasse L (2016 ...) im Überblick

Analog zu dem oben dargestellten Mehrfamilienhaus (MFH_L) wurden die Analysen auch für das Beispiel-Einfamilienhaus (EFH_L) und für das Beispiel-Reihenhaus (RH_L) durchgeführt. Die Basisdaten der Gebäude, die Ansätze für U-Werte und Anlagenkomponenten und die Berechnungsergebnisse finden sich in Anhang C.4, alle zugehörigen Gebäude-Übersichtsblätter in Anhang D.5.

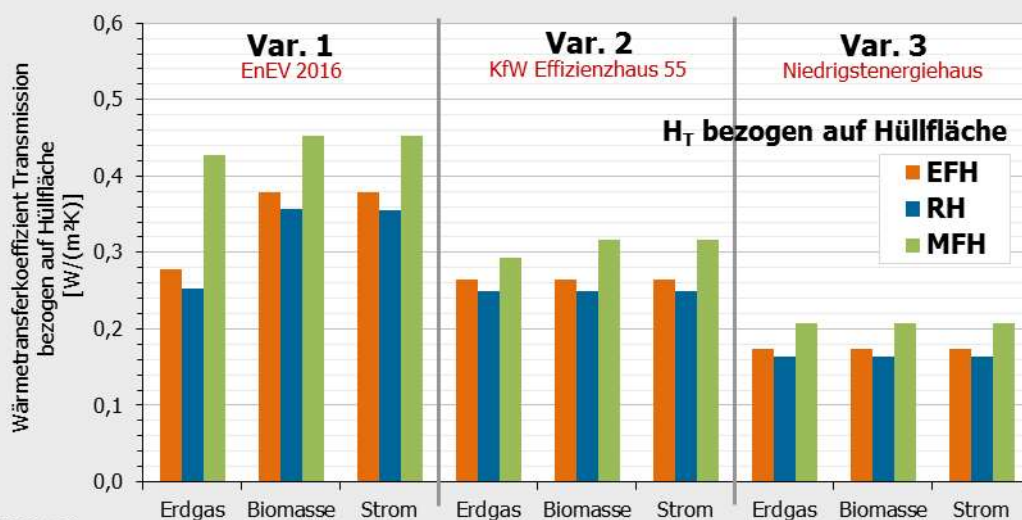
Die folgenden Diagramme geben einen Überblick über die wichtigsten Energiebilanzgrößen. Die Energie-Kennwerte entsprechen denen der Gebäudeübersichtsblätter und sind jeweils auf die beheizte Wohnfläche bezogen. Tabellarische Werte können Anhang C.3 entnommen werden.

Bild 31: Wärmetransferkoeffizient Transmission, bezogen auf Wohnfläche



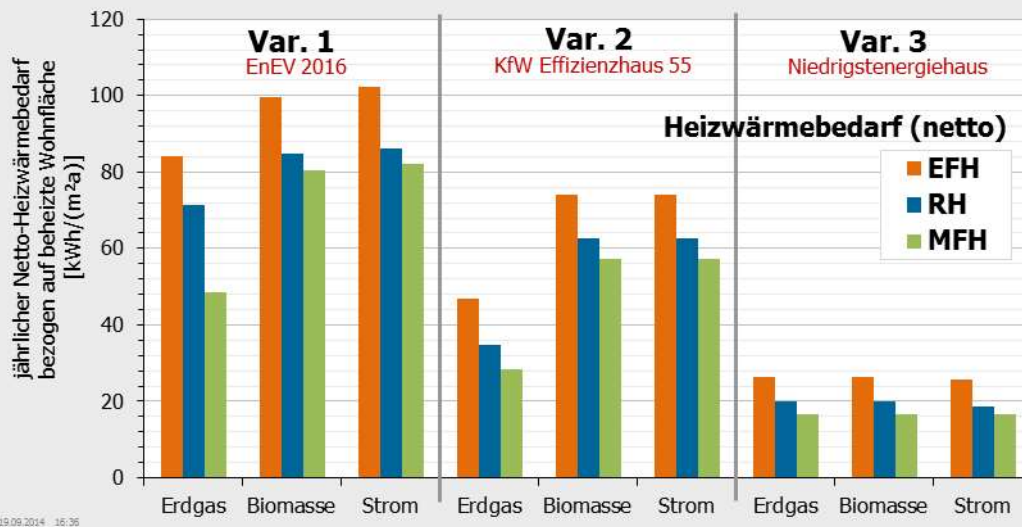
Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Bild 32: Wärmetransferkoeffizient Transmission, bezogen auf Hüllfläche



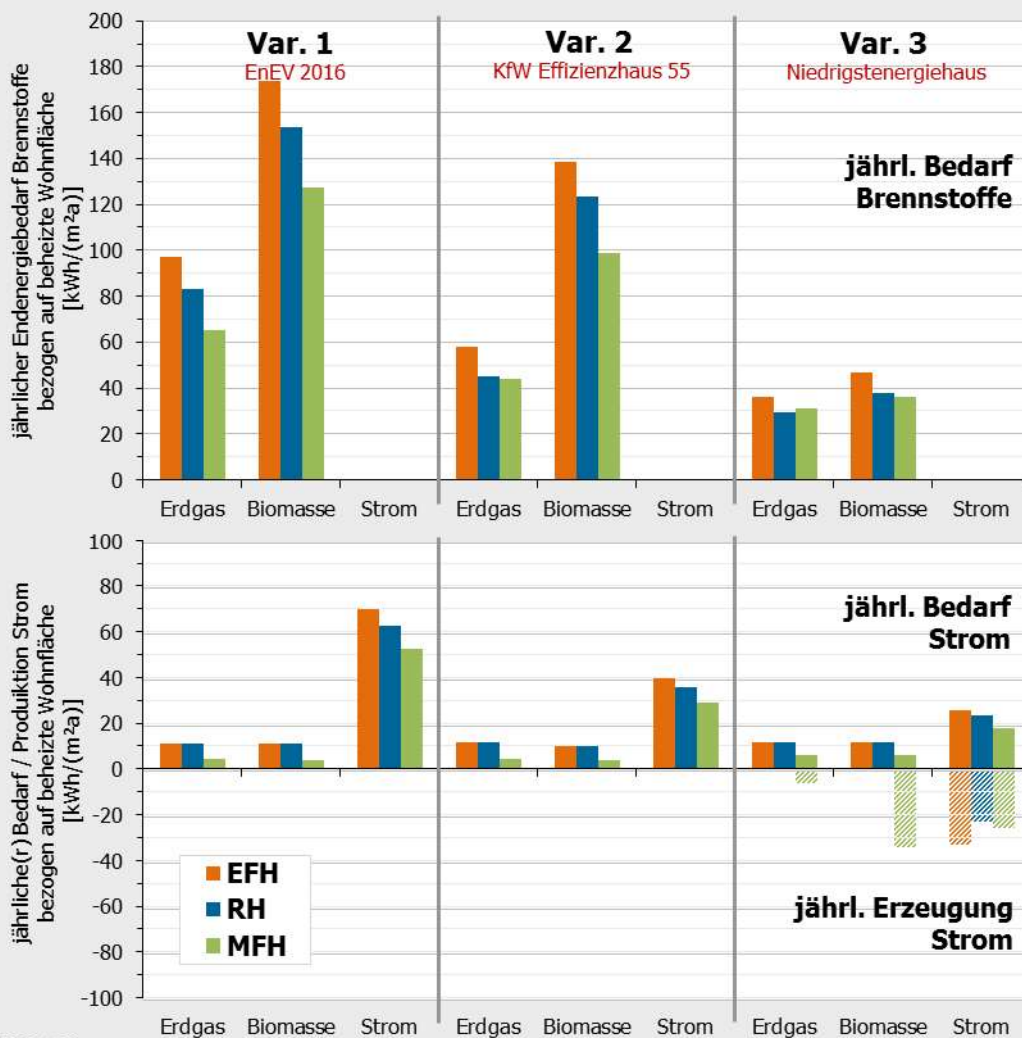
Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Bild 33: Netto-Heizwärmebedarf (bezogen auf Wohnfläche)



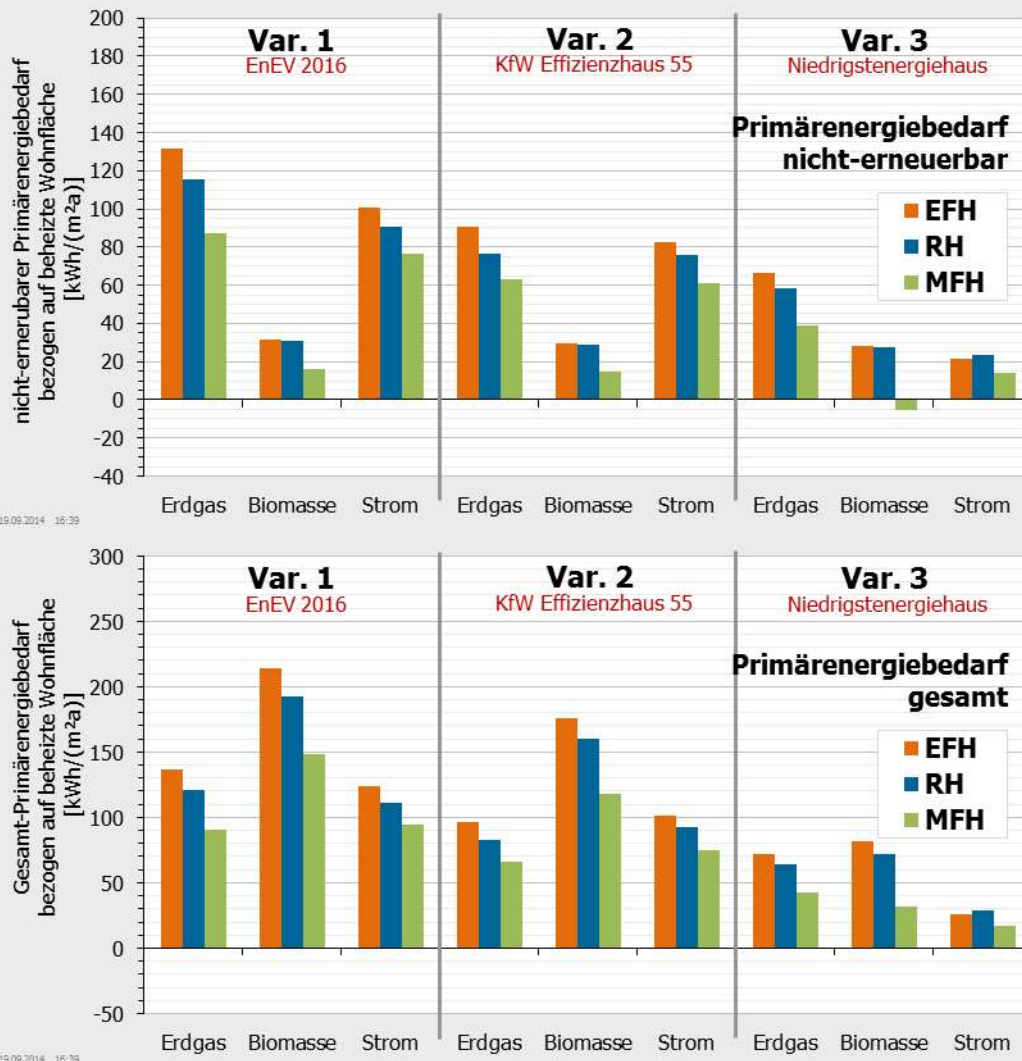
Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Bild 34: Endenergiebedarf (bezogen auf Wohnfläche)



Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Bild 35: Nicht-erneuerbarer und Gesamter Primärenergiebedarf (bezogen auf Wohnfläche)



Berechnungsverfahren: TABULA, bezogen auf beheizte Wohnfläche, Standardrandbedingungen ohne Kalibrierung

Relative Einsparungen durch die Anforderungen der EnEV 2016 im Vergleich zur EnEV 2009 / 2014

Tab. 19 zeigt, welche Änderung des Energiebedarfs sich bei den Beispielgebäuden durch die EnEV 2016 gegenüber der EnEV 2009 / 2014 ergeben:

- „Erdgas“:**
Bei den betrachteten Erdgas-Systemen liegt die Endenergieeinsparung im Mittel über die Gebäude bei etwa 20%, die Reduktion des Primärenergiebedarfs und der Verbrauchskosten fällt nur geringfügig niedriger aus.
- „Biomasse“:**
Demgegenüber liegt die Endenergie- und Verbrauchskosteneinsparung bei mit Biomasse-versorgten Gebäuden nur bei etwa 5%, die Primärenergieeinsparung liegt im Mittel bei 7%. Grund für die geringe Reduktion ist, dass H_T' des Referenzgebäudes im Fall des EFH und des MFH sehr nahe an dem (gebäudetypabhängigen) Grenzwert H_T' der EnEV 2009 liegen. Damit liegt der neue Grenzwert der EnEV 2016 für H_T' in beiden Fällen nur geringfügig unter dem der EnEV 2009.
- „Strom“:**
Die zunächst erstaunliche Tatsache, dass der Heizwärmebedarf der EnEV 2016 ansteigt, liegt daran, dass statt der weniger effizienten Außenluft-Wärmepumpe mit elektrischem Heizstab des Beispiels nach EnEV 2009 / EnEV 2014 eine Erdreichwärmepumpe gewählt wurde. Damit kann H_T' jetzt deutlich höher ausfallen und entspricht dem des Referenzgebäudes. Die End- und Primärenergieeinsparung liegt demgegenüber jedoch bei 34%, die Verbrauchskosteneinsparung bei 41%.

Tab. 19: Vergleich des Mindeststandard nach EnEV 2009/2014 mit dem nach EnEV 2016 für die drei Beispielgebäude

Versorgungssystem	Beispielgebäude	Verhältnis EnEV 2016 zu EnEV 2009/2014 (Energiebedarf nach TABULA-Verfahren)				
		Wärmetransferkoeffizient Transmission	Netto-Heizwärmebedarf	Endenergiebedarf (Hzg.+WW)	Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar (Hzg.+WW)	Energiekosten (Hzg.+WW, verbrauchsabhängig)
Erdgas	SFH	74%	85%	86%	86%	87%
	RH	71%	84%	86%	86%	87%
	MFH	94%	60%	69%	72%	77%
	Mittelwert	80%	76%	80%	81%	83%
Biomasse	SFH	95%	96%	98%	92%	96%
	RH	81%	89%	93%	90%	92%
	MFH	91%	93%	95%	97%	95%
	Mittelwert	89%	93%	95%	93%	95%
Strom	SFH	108%	108%	66%	66%	58%
	RH	111%	108%	66%	66%	59%
	MFH	105%	106%	66%	67%	58%
	Mittelwert	108%	107%	66%	66%	59%
Mittelwert der Prozen-te aller Beispielgebäude / Versorgungssysteme		92%	92%	-	80%	79%

26-09-2014

Relative Einsparungen des Niedrigstenergiehaus-Standard im Vergleich zu den Anforderungen nach EnEV 2016

Tab. 20 zeigt für die drei Beispielgebäude, welche Verbesserungen der Energiebilanz durch die Umsetzung des angenommenen Niedrigstenergiehaus-Standards bei Vorgabe unterschiedlicher Wärmeversorgungssysteme ergeben. Bildet man vereinfacht einen Mittelwert über alle Gebäude-Anlagentechnik-Kombinationen, so können folgende generelle Aussagen gemacht werden:

- Die Wärmeverluste durch die thermische Hülle werden um ca. 50% reduziert.
- Durch den Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung lassen sich die Wärmeverluste noch weiter senken - der Heizwärmebedarf reduziert sich um 74%.
- Die Reduktion des Endenergiebedarfs liegt je nach Energieträger zwischen 46 und 69% (ohne Hilfsenergie)
- Die Reduktion des Primärenergiebedarfs liegt je nach Energieträger zwischen 51 und 78%. Die besonders hohen Primärenergie-Einsparungen der stromversorgten Niedrigstenergiehäuser entstehen durch die monatsweise Anrechnung des selbsterzeugten PV-Stroms.
- Die Energieverbrauchskosten werden je nach Energieträger um 42 bis 85% reduziert. Auch hier entstehen die besonders hohen Reduktionen durch die monatsweise Anrechnung des selbsterzeugten PV-Stroms.

Es ist zu beachten, dass die relativen und absoluten Energieeinsparungen von der Auswahl der Gebäude sowie von den Wärmeschutz-System-Kombinationen abhängen. Für andere Beispiele können diese Aussagen hiervon durchaus deutlich abweichen. Außerdem muss noch darauf hingewiesen werden, dass hier die reinen Verbrauchskosten betrachtet wurden, also ohne verbrauchsunabhängige Grundkosten und ohne Wartungskosten (Filterwechsel).

Ferner sind die durch Deckung des Eigenverbrauchs bei PV-Anlagen erzielbaren hohen Einsparungen nur gültig bei der hier angesetzten monatlichen Verrechnung nach der Methode der EnEV. Für eine realistische Abschätzung des tatsächlich direkt selbst genutzten Stroms müsste eine Verrechnung mit sehr viel kürzeren Zeitintervallen stattfinden, wodurch die Einsparungen deutlich kleiner ausfallen [Schaede / Großklos 2013] [Frank 2014]. Andererseits wird hier – auf Grund der Betrachtung nach dem Schema der EnEV – der Bereich des Haushaltsstroms nicht mit betrachtet, bei dem sich durch Nutzung des selbst erzeugten Stroms zusätzliche Einsparungen der Primärenergie bzw. der Verbrauchskosten ergeben können.

Tab. 20: Vergleich des Niedrigstenergiehaus-Standards mit dem Mindeststandard nach EnEV 2016 für die drei Beispielgebäude

Versorgungssystem	Beispielgebäude	Verhältnis Niedrigstenergiehaus-Standard zu EnEV 2016 (Energiebedarf nach TABULA-Verfahren)				
		Wärmetransferkoeffizient Transmission	Netto-Heizwärmebedarf	Endenergiebedarf (Hzg.+WW) ohne Verrechnung selbst erzeugten Stroms	Primärenergiebedarf nicht-erneuerbar (Hzg.+WW)	Energiekosten (Hzg.+WW, verbrauchsabhängig)
Erdgas	SFH	62%	31%	45%	50%	59%
	RH	65%	28%	44%	51%	61%
	MFH	48%	34%	52%	45%	54%
	Mittelwert	59%	31%	47%	49%	58%
Biomasse	SFH	46%	27%	32%	88%	47%
	RH	46%	23%	30%	90%	47%
	MFH	46%	21%	32%	-31%	15%
	Mittelwert	46%	23%	31%	49%	37%
Strom	SFH	46%	25%	55%	21%	14%
	RH	46%	22%	57%	26%	21%
	MFH	46%	20%	51%	18%	10%
	Mittelwert	46%	22%	54%	22%	15%
Mittelwert der Procente aller Beispielgebäude / Versorgungssysteme		50%	26%	-	40%	37%

26-09-2014