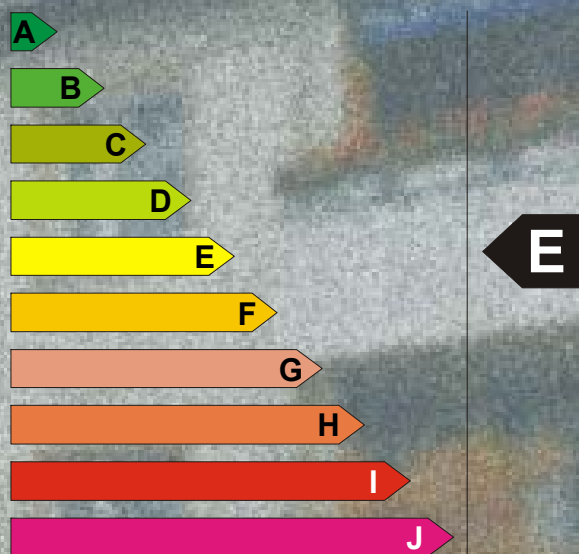


Konzept für einen Gebäudeenergiepass mit Energieeffizienz-Label

Eine Untersuchung im Auftrag der
Deutschen Energie-Agentur (dena)



**Konzept für einen
Gebäudeenergiepass
mit Energieeffizienz-Label**

Eine Untersuchung im Auftrag der
Deutschen Energie-Agentur (dena)

Autoren: Tobias Loga
Nikolaus Diefenbach
Rolf Born

Darmstadt, den 20. November 2002

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT GMBH
Annastraße 15
64285 Darmstadt
Fon: 06151/2904-0 / Fax: -97
Internet: www.iwu.de

Inhalt

1 Einführung	1
2 Energiepass-Gestaltung	2
2.1 Bausteine des Gebäudeenergiepasses	2
2.2 Energiepass Teil A: Label	3
2.2.1 Teil A – Seite 1: Deckblatt	3
2.2.2 Teil A – Seite 2: Einstufung und Energiebedarf.....	3
2.2.3 Teil A – Seite 3: Bewertungsgrößen und -skalen	4
2.2.4 Erläuterung des Bewertungsschemas.....	4
2.3 Energiepass Teil B: Verbrauchserfassung.....	5
2.4 Energiepass Teil C: Energiebedarfsausweis	5
2.5 Energiepass Teil D: Dokumentation Bau- und Anlagentechnik	5
2.6 Energiepass Teil E: Energiesparkonzept.....	5
2.7 Gestaltungskonzept	6
2.8 Varianten für Bewertungsschema und Label-Gestaltung.....	14
2.8.1 Variante 2: Effizienzklassen A bis J für Gebäude und Anlagentechnik.....	14
2.8.2 Variante 3: Label mit Gesamt-Energieeffizienz + Wärmeschutzklasse.....	18
2.8.3 Gestaltungsvarianten: Alternativen zur Einordnung auf dem Deckblatt	22
3 Bewertungsskalen	23
3.1 Mustergebäude	23
3.2 Varianten für Bau- und Anlagentechnik	25
3.3 Berechnungsmethode und zu berechnende Energiekennwerte	28
3.4 Bewertungsskala für die Gesamt-Energieeffizienz	28
3.5 Spezielle Bewertungsskala für die Gesamt-Energieeffizienz bei Bestandsgebäuden.....	36
3.6 Bewertungsskala für die Wärmeschutzklasse.....	39
3.7 Bewertungsskala für den Heizwärmebedarf	40
3.8 Bewertungsskala für die Anlagenaufwandszahl.....	42
4 Dienstleistungsgebäude	43
5 ANHANG	51
5.1 Quellen.....	51
5.2 Alternatives Verfahren zur Bewertung von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen.....	51

1 Einführung

Das Institut Wohnen und Umwelt wurde von der Deutschen Energieagentur (dena) mit der Entwicklung eines Gebäudeenergiepasses beauftragt. Ziel war die Schaffung eines bundesweit einsetzbaren Instruments, mit dem die energetische Qualität von Bestandsgebäuden und Neubauten objektiv beurteilt werden kann. Die energetische Bewertung sollte auf dem in der Energieeinsparverordnung definierten flächenbezogenen Primärenergiebedarf basieren. Für die Klassifizierung und Gestaltung sollte eine Lösung gefunden werden, die sich an dem durch die EU-Haushaltsgeräte-Richtlinie eingeführten Label orientiert.

Hiermit wird ein auf diese Anforderungen zugeschnittenes Konzept für einen Gebäudeenergiepass vorgelegt. Der Gebäudeenergiepass besteht aus dem eigentlichen Label, das die energetische Einstufung und wichtige Kennwerte für das Gebäude wiedergibt, sowie einer Sammlung weiterer Dokumente, die für die Beurteilung der energetischen Qualität wichtig sind und die auf der Zeitachse immer wieder ergänzt und aktualisiert werden können.

Der modular aufgebaute Energiepass bietet Information mit abgestufter Detailliertheit: Von der einfachen Aussage, ob das Gebäude energetisch hochwertig, mittelmäßig oder schlecht ist, über die Angabe des rechnerischen Bedarfs und des gemessenen Verbrauchs bis hin zur Dokumentation von Konstruktionsskizzen, U-Werten, Anlagenkennwerten und sonstigen technischen Unterlagen.

Die Arbeiten an diesem Projekt wurden von einer Arbeitsgruppe begleitet, die mehrmals tagte. Mitglieder dieser Arbeitsgruppe waren neben den Autoren dieser Studie: Herr Prof. Lützkendorf (Universität Karlsruhe), Frau Vogler (IEMB), Herr Hegner und Frau Comberg (BMVBW), Herr Müller-Kulmann (BMWi), Frau Czulwik, Frau Schlösser und Frau Kraus (dena). Wir bedanken uns bei allen Mitgliedern der begleitenden Arbeitsgruppe für die vielen Diskussionsbeiträge, Hinweise und Ideen.

2 Energiepass-Gestaltung

2.1 Bausteine des Gebäudeenergiepasses

Das Energieeffizienz-Label ist der Kern des Gebäudeenergiepasses und umfasst die Gebäudeidentifikation, die Energiekennwerte und die Klassifizierung des Gebäudes. Ergänzt wird dieser Teil A des Energiepasses durch vier weitere Module, die in Tab. 1 dargestellt sind. Die Vorgabe dieser modularen Struktur erlaubt die Sammlung und Dokumentation der für die energetische Qualität eines Gebäudes relevanten Daten. Die einzelnen Teile des Gebäudeenergiepasses können zu gegebenem Anlass vervollständigt werden. Ziel ist, langfristig ein möglichst umfassendes Bild über die energetischen Eigenschaften des Gebäudes zu erlangen.

Teil A	Label	
	Seite 1: Deckblatt	Identifikation des Gebäudes und Label
	Seite 2: Einstufung und Energiebedarf	nähere Informationen für Gebäudeeigentümer und Nutzer
	Seite 3: Bewertungsgrößen und -skalen	Ergebnisse des EnEV-Nachweises und Bewertungsskalen zur Einordnung
Teil B	Verbrauchserfassung	Formular zur Erfassung des gemessenen Verbrauchs
Teil C	Energiebedarfsausweis	Ergebnis des gesetzlichen Nachweises gemäß § 13 EnEV (sofern vorhanden)
Teil D	Dokumentation Bau- und Anlagentechnik	Dokumente als Anlagen zum Energiepass, mit Checkliste
Teil E	Energiekonzept	Maßnahmenvorschläge und erzielbare Energieeinsparung (wenn Energiepass-Erstellung im Rahmen einer Energieberatung erfolgt)

Tab. 1: Vorschlag für Bestandteile des Gebäudeenergiepasses und Erläuterung

Im Folgenden werden die Energiepass-Teile im Detail vorgestellt und erläutert. Die Vorschläge für die Gestaltung geben Bild 1 bis Bild 7 wieder. Alternative Darstellungsmöglichkeiten sind im Abschnitt 2.8, eine Version für Dienstleistungsgebäude im Abschnitt 4 dargestellt.

2.2 Energiepass Teil A: Label

2.2.1 Teil A – Seite 1: Deckblatt

Das Deckblatt soll im Wesentlichen die Kernbotschaft transportieren: die Einstufung der energetischen Qualität des bezeichneten Gebäudes. Es enthält daher nur die wichtigsten Informationen (Bild 1):

- formale Gebäudeidentifikation:
Objekt (Gebäudetyp bzw. Nutzung: Einfamilienhaus, Reihenhaushaus, Mehrfamilienhaus, Bürogebäude etc.),
Straße / Haus-Nr., PLZ / Ort,
Baujahr (optional: das Jahr der letzten umfassenden Modernisierung)
- visuelle Gebäudeidentifikation: Foto
- Einstufung: Label
- Datum der Ausstellung des Energiepasses

Die Gestaltung des Labels mit den Klassen A bis J orientiert sich an der EU-Haushaltsgeräte-Richtlinie. Da eine erheblich größere Spanne für den Energiebedarf abgedeckt werden muss als bei den Haushaltsgeräten, wird die Zahl der Klassen von 7 auf 10 erhöht.

Die beiden grauen Balken kennzeichnen den Bereich von Effizienzklassen, der jeweils für den Neubau und für den Gebäudebestand typisch ist (Klasse A bis E: „NEUBAU-TYPISCH“ und F bis J: „ALTBAU-TYPISCH“). Durch diese Etikettierung wird unmittelbar deutlich, welche Klassen für Neubauten und welche Klassen für Bestandsgebäude energetisch gut oder schlecht sind. Wird ein Bestandsgebäude beispielsweise in die beste „ALTBAU-TYPISCHE“ Klasse F eingestuft, so kann daraus gefolgert werden, dass es bereits energetisch modernisiert wurde. Durch über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehende hochwertige Modernisierungen können Gebäude aus dem Bestand auch in die Klassen A bis E gelangen. Die Einstufung als „NEUBAU-TYPISCH“ hebt die hohe Qualität dieser Gebäude besonders hervor.

Energiepass-Initiativen oder Aussteller des Passes (Architekten, Ingenieurbüros, Energieberater, Schornsteinfeger, Handwerkerinnungen, Bauträger, Wohnungsbaugesellschaften, Fördermittelgeber, Gebietskörperschaften etc.) können optional ihr Logo auf dem Deckblatt platzieren. Dies ermöglicht die Identifikation mit dem „eigenen Energiepass“, bietet Anreiz für eine weitere Verbreitung bzw. Werbung und Motivation für eine sachgerechte und korrekte Ausstellung.

2.2.2 Teil A – Seite 2: Einstufung und Energiebedarf

Die Seite 2 dient der Information des Gebäudeeigentümers bzw. des Nutzers. Sie enthält die für den Verbraucher wichtigen Angaben (Bild 2):

- nähere Gebäudeangaben: Anzahl Wohneinheiten, Wohnflächen (bzw. Netto-Grundfläche bei Dienstleistungsgebäuden)
- Details zur Einstufung: Bewertung von Gebäudehülle und Anlagentechnik (zu den gewählten Bewertungsgrößen siehe Kapitel 2.2.4)

- Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser nach Energieträgern: absolute Werte mit den gebräuchlichen Einheiten und spezifische Werte in kWh/(m²a). Die Bezugsfläche ist bei Wohngebäuden die beheizte Wohnfläche, bei Dienstleistungsgebäuden die beheizte Nettogrundfläche (ein Bezug auf die „Gebäudenutzfläche“ A_N kommt bei diesen verbraucheradressierten Kennwerten nicht in Frage, da A_N in der Regel deutlich von den in der Praxis üblichen und den Nutzern bekannten Flächen abweicht / vgl. [Loga et al. 2001]). Die Kennwerte können mit typischen Verbrauchskennwerten aus VDI 3807 Blatt 2, aus Heizspiegeln oder anderen Erhebungen verglichen werden.
- Hinweise zum Vergleich mit dem tatsächlichen Energieverbrauch: mögliche Ursachen für Abweichungen zwischen dem berechneten Endenergiebedarf und gemessenen Jahresverbrauchswerten und Empfehlung einer Witterungsbereinigung.

2.2.3 Teil A – Seite 3: Bewertungsgrößen und -skalen

Die Seite 3 bietet zusätzliche Informationen zur Energiebilanz und wendet sich vor allem an Fachleute (Bild 3). Sie enthält die folgenden Elemente:

- Identifikation des Ausstellers des Energiepasses
- Nachweisgrößen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV)
- energetische Kennwerte des Gebäudes als Grundlage für die Einstufung und zugehörige Bewertungsskalen (zur Festlegung der Bewertungsskalen siehe Kapitel 3)
- Erläuterungen zu den verwendeten Begriffen
- Randbedingungen für die Bestimmung des Energiebedarfs
- Angaben zur verwendete Software

2.2.4 Erläuterung des Bewertungsschemas

Als Grundlage für die Einstufung der Energieeffizienz im Label dient der auf die „Gebäudenutzfläche“ A_N bezogene Primärenergiebedarf Q_P – entsprechend der Definition der EnEV bzw. der DIN V 4701-10. Dieser spiegelt den gesamten Aufwand an nicht-regenerativen Energieträgern wieder, der für die Raumheizung und Warmwasserbereitung erforderlich ist. Er enthält auch die energetischen Verluste, die bei der Gewinnung, Wandlung und Bereitstellung der eingesetzten Energieträger entstehen. Die Skala für die Einstufung in die 10 Effizienzklassen ist auf Seite 3 des Labels dargestellt. Die Grenzen für die Bewertungsskala werden in Abschnitt 3.4 hergeleitet.

Um Anhaltspunkte für mögliche Schwachstellen zu liefern, werden auf der für Verbraucher konzipierten Label-Seite 2 die Teilsysteme Gebäudehülle und Anlagentechnik noch einmal qualitativ bewertet. Hierfür wird der spezifische Heizwärmebedarf Q_H und die Anlagenaufwandszahl e_P entsprechend den Definitionen der EnEV herangezogen. Beides sind Größen, die im Zuge des EnEV-Nachweises bestimmt werden.

Die Skala für Heizwärmebedarf und Anlagenaufwandszahl hat die fünf Kategorien:

sehr niedrig – niedrig – mittel – hoch – sehr hoch

Die Zuordnung zu Q_H und e_P wird auf Label-Seite 3 erläutert (Herleitung der Werte in Abschnitt 3.7 und 3.8).

2.3 Energiepass Teil B: Verbrauchserfassung

Als Ergänzung zum rechnerischen Energiebedarf ist eine kontinuierliche Erfassung des gemessenen bzw. abgerechneten Energieverbrauchs sinnvoll und lohnend. Energiepass-Teil B gibt hierzu eine Hilfestellung in Form eines Erfassungsbogens. Die Vorteile einer zusätzlichen Verbrauchserfassung und -dokumentation sind:

- Die jährliche Verbrauchserfassung sensibilisiert den Eigentümer bzw. den Bewohner im Hinblick auf den Einfluss des eigenen Verhaltens auf den Verbrauch.
- Der Vergleich zwischen den gemessenen Verbrauchs- und den berechneten Bedarfswerten liefert Indizien dafür, ob die anvisierte energetische Qualität des Gebäudes tatsächlich erreicht worden ist. Werden gravierende Abweichungen festgestellt, so gibt dies Anlass, einen Fachmann zu Rate ziehen und die Ursachen zu ergründen. Das Wissen um einen solchen Kontrollmechanismus stärkt das Interesse an einer hohen Qualität bei Planern und Ausführenden.
- Nach Durchführung von Maßnahmen bei Bestandsgebäuden wird die tatsächlich erzielte Energieeinsparung dokumentiert. Dies verleiht der auf Basis theoretischer Werte vorgenommenen Energiepass-Einstufung Nachdruck.

Bild 4 zeigt unseren Vorschlag für die Verbrauchserfassung. Sinnvoll wäre ein ergänzendes Merkblatt oder Formblatt zur Durchführung einer Witterungsreinigung.

2.4 Energiepass Teil C: Energiebedarfsausweis

Wurde für das Gebäude ein Energiebedarfsausweis gemäß § 13 EnEV ausgestellt, so ist dieser fester Bestandteil des Energiepasses.

2.5 Energiepass Teil D: Dokumentation Bau- und Anlagentechnik

Der Energiepass umfasst optional eine Reihe weiterer Anlagen, die im Teil D archiviert werden. Eine Checkliste erleichtert das Zusammenstellen der Dokumente (siehe Bild 6).

Bei genehmigungspflichtigen Projekten müssen die bei der Baueingabe eingereichten Unterlagen nach Baufertigstellung gegebenenfalls aktualisiert und durch die Bauleitung abgezeichnet werden. Damit soll gewährleistet werden, dass der tatsächlich realisierte Zustand (und nicht nur der geplante) dokumentiert wird.

2.6 Energiepass Teil E: Energiesparkonzept

Wird der Energiepass im Rahmen einer Energieberatung ausgestellt, so ist das ausgearbeitete Energiesparkonzept Bestandteil des Energiepasses. Es enthält folgende Informationen:

- Dokumentation des Gebäudes im vorgefundenen Zustand;
- Vorschläge für Maßnahmen zur Modernisierung von Bau- und Anlagentechnik;
- Berechnung der Energieeinsparung;
- Darstellung der Einstufung im Energiepass nach Durchführung der Maßnahmen.

Die Checkliste erleichtert das Zusammenstellen der Unterlagen durch den Energieberater und gibt späteren Bearbeitern Auskunft über die Datengrundlage des Energiesparkonzepts.

2.7 Gestaltungskonzept

Die folgenden Seiten zeigen unseren Vorschlag für die Gestaltung der Energiepass-Teile A bis E für Wohngebäude. Alternativen zu dieser Variante 1 sind in den Abschnitten 2.8 und 4 dargestellt.

Bild 1: Teil A – Label / Seite 1: Deckblatt

Bild 2: Teil A – Label / Seite 2: Einstufung und Energiebedarf

Bild 3: Teil A – Label / Seite 3: Bewertungsgrößen und –skalen

Bild 4: Teil B – Verbrauchserfassung

Bild 5: Teil C – Energiebedarfsausweis

Bild 6: Teil D – Dokumentation Bau- und Anlagentechnik

Bild 7: Teil E – Energiesparkonzept

Gebäude- Energiepass

Logo
Aussteller
(optional)

Objekt:

Muster-Mehrfamilienhaus
Hauptstraße 13
12345 Neustadt

Baujahr: 1967
modernisiert: 2002

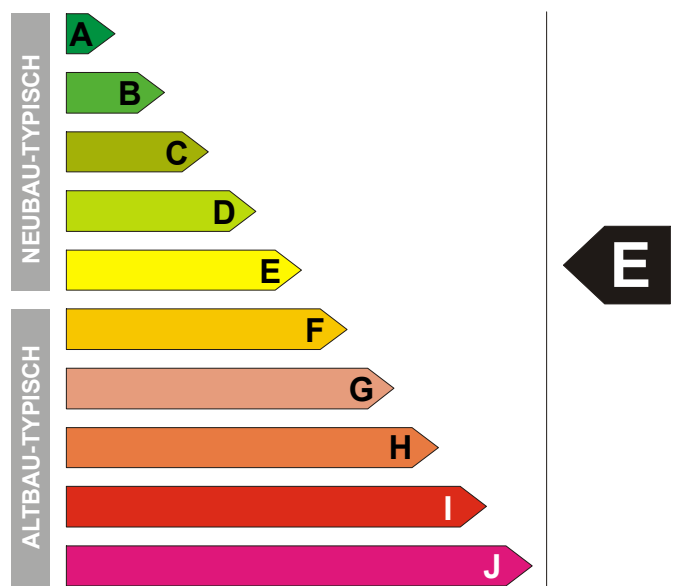
Energiepass
ausgestellt am: 15.11.2002



Energieeffizienz

Heizung und
Warmwasser

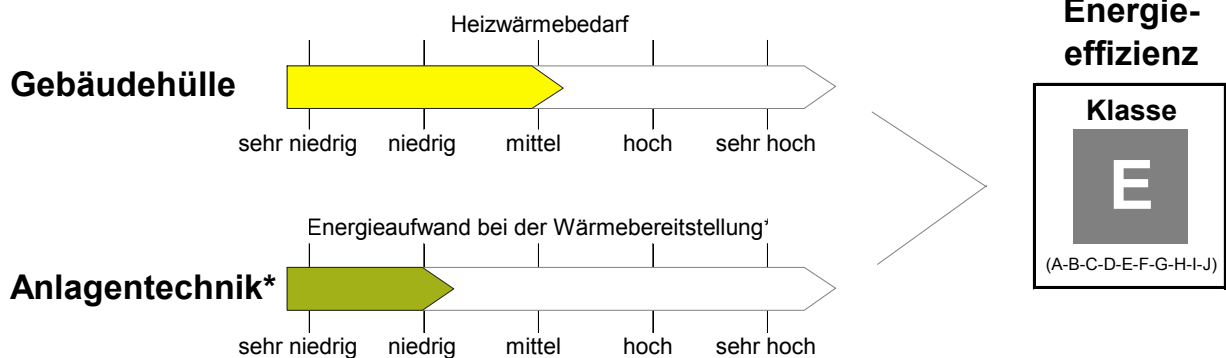
Geringer Energiebedarf



Hoher Energiebedarf

Objekt / Nutzungsart:	Muster-Mehrfamilienhaus	Baujahr:	1967
Straße + Haus-Nr.:	Hauptstraße 13	Anzahl Wohneinheiten:	9
PLZ + Ort:	12345 Neustadt	beheizte Wohnfläche:	575 m ²
Eigentümer (ggf. Adresse):	Wohnbau Neustadt		

Bewertung



*) Aufwand an nicht-erneuerbarer Energie im Verhältnis zur bereitgestellten Wärmemenge (Raumheizung + Warmwasser)

Endenergiebedarf

für Heizung und Warmwasser (gemäß Energiebilanzberechnung)

Energieträger	Raumheizung			jährlicher Bedarf	Energiekennwerte in kWh pro m ² beheizte Wohnfläche
	Raumheizung	Warmwasser- bereitung	Hilfsgeräte*		
Heizöl	x			7.896 Liter/a	137 kWh/(m ² a)
Strom		x	x	10.904 kWh/a	19 kWh/(m ² a)
					0 kWh/(m ² a)

*) Strombedarf für Pumpen, Regelung, Ventilatoren etc.

Hinweise zum Vergleich mit dem tatsächlichen Energieverbrauch (Verbrauchserfassung siehe Energiepass Teil D)

Die Energiekennwerte wurden berechnet unter Zugrundelegung der bau- und anlagentechnischen Kenngrößen des Gebäudes und normierter Annahmen für das Klima (Außentemperatur, solare Einstrahlung) und die Nutzung des Gebäudes (Raumtemperatur, Lüftung, Warmwasserbedarf).

Abweichungen zwischen dem bei dem Gebäude gemessenen Verbrauch und dem oben berechneten Bedarf können entstehen durch:

- eine von der Normnutzung abweichende reale Nutzung des Gebäudes
- ein vom Normklima abweichendes reales Klima
- Unsicherheiten und Vereinfachungen bei der Datenaufnahme oder dem mathematischen Modell des Gebäudes und seiner Anlagentechnik

Zum besseren Vergleich ist die Hochrechnung des gemessenen Jahresverbrauchs auf ein durchschnittliches Klima zu empfehlen ("Witterungsberreinigung" gemäß VDI 3807).

Energiepass ausgestellt durch: **Wohnbau Neustadt**

Bahnhofstraße 1

12345 Neustadt

Objekt / Nutzungsart: **Muster-Mehrfamilienhaus**

Anzahl Wohneinheiten: **9**

Straße + Haus-Nr.: **Hauptstraße 13**

beheizte Wohnfläche: **575 m²**

PLZ + Ort: **12345 Neustadt**

Baujahr / Modernisierung: **1967 / 2002**

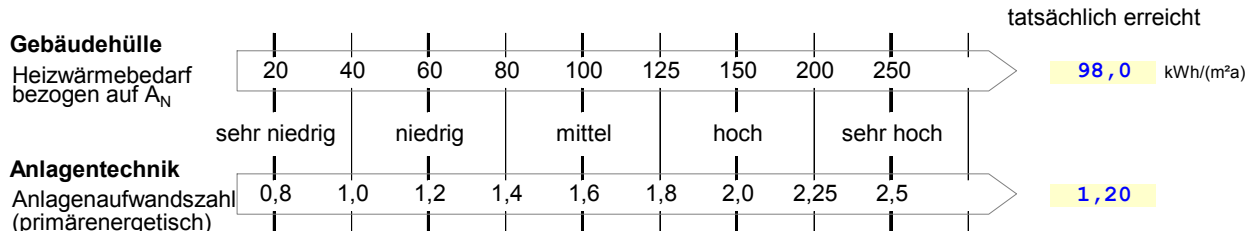
Eigentümer (ggf. Adresse): **Wohnbau Neustadt**

Bewertungsgrößen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV)

A/V_e -Verhältnis		0,608	1/m
"Gebäudenutzfläche" A_N gemäß EnEV		670,2	m ²
spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T'	gemäß DIN V 4108-6	0,491	W/(m ² K)
Heizwärmebedarf* Q_h "	gemäß DIN V 4108-6	98,0	kWh/(m ² a)
Trinkwarmwasserbedarf* Q_{tw} "	gemäß DIN V 4108-6	12,5	kWh/(m ² a)
Anlagenaufwandszahl e_P	gemäß DIN V 4701-10	1,20	
Primärenergiebedarf* Q_P " = (Q_h " + Q_{tw} ") x e_P	gemäß DIN V 4701-10	132,6	kWh/(m ² a)

*) bezogen auf die "Gebäudenutzfläche" A_N

Bewertungsskalen



Energieeffizienz

Primärenergiebedarf für Heizung und WW bezogen auf A_N	≤ 40	≤ 60	≤ 80	≤ 110	≤ 150	≤ 200	≤ 300	≤ 400	≤ 500	>500	132,6 kWh/(m ² a)
Klasse	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	E

Erläuterungen

beheizte Wohnfläche:
"Gebäudenutzfläche" A_N :
 A/V_e -Verhältnis:
spezifischer Transmissionswärmeverlust:

Wohnfläche nach II. Berechnungsverordnung (ohne Balkone)
nach EnEV = 0,32 x beheiztes Gebäudevolumen (A_N ist i.d.R. 10 bis 40% größer als die beheizte Wohnfläche)
Verhältnis aus Hüllfläche des Gebäudes und Volumen

Heizwärmebedarf:
Trinkwarmwasserbedarf:
Endenergiebedarf:
Primärenergiebedarf:

Transmissionswärmeverluste pro Kelvin Temperaturdifferenz zwischen innen und außen und m² thermische Hülle; entspricht etwa dem mittleren U-Wert (früher: k-Wert)
jährlicher Bedarf an Nutzwärme für die Raumheizung (= Wärmeabgabe der Heizflächen)
jährlicher Bedarf an Nutzwärme für die Warmwasserbereitung (= Warmwasserentnahme)
jährl. Bedarf an Energieträgern (Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Fernwärme, Strom, Holz etc.)
jährl. Gesamtbedarf an nicht-erneuerbarer Energie (inkl. Aufwand f. Gewinnung, Aufbereitung und Transport der Energieträger)
Verhältnis aus Primärenergiebedarf und Nutzwärmebedarf

} für Raumheizung und Warmwasserbereitung

Randbedingungen für die Berechnung

Klima-Datensatz: **Standardklima Deutschland**
Länge der Heizzeit: **225** d/a
Raum-Solltemperatur in der Heizzeit: **19,0** °C
Nachtabsenkung: **7** h/d
Luftwechsel: **0,7** 1/h

Verwendete Software

EnEV-XL 2.0

Verfahren

Monatsbilanz

Energiebedarfsausweis
gemäß §13 Energieeinsparverordnung

Gebäude		Unterlagen zusammengestellt durch:
Objekt / Nutzungsart:	Muster-Mehrfamilienhaus	Wohnbau Neustadt
Straße + Haus-Nr.:	Hauptstraße 13	Bahnhofstraße 1
PLZ + Ort:	12345 Neustadt	12345 Neustadt
Baujahr / Modernisierung	1967	
Eigentümer:	Wohnbau Neustadt	Datum und Unterschrift
ggf. Adresse:		

Unterlagen zur Dokumentation der energetischen Qualität + Informationen zu Bedienung und Wartung

Stand

<input checked="" type="checkbox"/>	Berechnung der Energiekennwerte Energiebilanz für Gebäude- und Anlagentechnik gemäß DIN V 4108-6 / 4701-10	Baueingabe: 22.6.2002 Aktualisierung: (Baufertigstellung) 7.10.2002
<input checked="" type="checkbox"/>	U-Wert-Berechnung Bauteilskizzen und U-Wert-Berechnung gemäß DIN EN ISO 6946	Baueingabe: 22.6.2002 Aktualisierung: (Baufertigstellung) 7.10.2002
<input checked="" type="checkbox"/>	Dokumentation der Anschlüsse: Wärmebrücken / Luftdichtheit Skizzen + Berechnung der Wärmeverlustkoeffizienten gemäß DIN EN ISO 10211	Baueingabe: 22.6.2002 Aktualisierung: (Baufertigstellung) 7.10.2002
<input checked="" type="checkbox"/>	U-Wert-Nachweis des Fensterherstellers/-lieferanten U-Werte für Rahmen, Verglasung und Gesamtfenster gemäß DIN EN ISO 10077	7.10.2002
<input type="checkbox"/>	Messprotokoll Blowerdoor-Drucktest Protokoll der Blowerdoor-Messung gemäß DIN EN ISO 13829	
<input checked="" type="checkbox"/>	Wärmeerzeuger – Datenblätter technische Unterlagen des Herstellers, Bedienungsanleitung	7.10.2002
<input checked="" type="checkbox"/>	Wärmeerzeuger – Wartung Adresse Notdienst, Wartungsintervalle, Wartungsvertrag, Wartungsprotokolle	7.10.2002
<input checked="" type="checkbox"/>	Hydraulischer Abgleich der Wärmeverteilungen Sollwertvorgaben und Protokoll über hydraulischen Abgleich nach VOB	7.10.2002
<input type="checkbox"/>	Lüftungsanlage – Datenblätter technische Unterlagen des Herstellers (Ventilator, Wärmetauscher, Filter, ...), Bedienungsanleitung	
<input type="checkbox"/>	Lüftungsanlage – Wartung Adresse Fachunternehmen, Intervalle für Wartung und Filterwechsel, Bestelladresse Ersatzfilter	
<input type="checkbox"/>	Luftmengenabgleich der Lüftungsanlage Sollwertvorgaben und Protokoll über Luftmengenabgleich	
<input type="checkbox"/>	Informationen zum energiebewussten Verhalten Ratschläge zu energiesparendem Heizen, Lüften, zur Nutzung von Haushaltsgeräten etc.	
<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/>		

Gebäude

Objekt / Nutzungsart: Muster-Mehrfamilienhaus

Straße + Haus-Nr.: Hauptstraße 13

PLZ + Ort: 12345 Neustadt

Baujahr / Modernisierung 1967

Eigentümer: Wohnbau Neustadt

ggf. Adresse:

Energiekonzept erstellt durch:

Energieberatungszentrum Neustadt

Bahnhofstraße 2

12345 Neustadt

Datum und Unterschrift

Angaben zum Energiesparkonzept / Energieberatungsbericht

Bestandteile des Energiesparkonzepts	Anmerkungen
<input type="checkbox"/> Dokumentation des Gebäudes im vorgefundenen Zustand	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> gemessene Energieverbrauchswerte	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Witterungsbereinigung für die Energieverbrauchswerte	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Vorschläge für Energiesparmaßnahmen <input checked="" type="checkbox"/> Inkl. Kosten	<u></u> <u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Berechnung der Energieeinsparung <input checked="" type="checkbox"/> inkl. Abgleich Bedarfswerte mit Verbrauchswerten	<u></u> <u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen <input checked="" type="checkbox"/> dynamische Berechnung (unter Berücksichtigung der Verzinsung)	<u></u> <u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Darstellung der Einstufung im Gebäudeenergiepass (Label) nach Durchführung der Maßnahmen	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Hinweise zum weiteren Vorgehen	<u></u>
Energiesparkonzept erstellt	
<input type="checkbox"/> ohne Gebäudebegehung (Initialberatung)	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> mit Gebäudebegehung (Vor-Ort-Beratung)	<u></u>
Vereinfachungen bei der Gebäudeaufnahme	
<input type="checkbox"/> Flächen für Mustergebäude aus Gebäudetypologie	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Flächenschätzung über Grundabmessungen	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Schätzung Fensterflächen	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> U-Werte aus Bauteil-Typologie	<u></u>
<input checked="" type="checkbox"/> Kenndaten Heizsystem aus Heizsystem-Typologie	<u></u>

2.8 Varianten für Bewertungsschema und Label-Gestaltung

In den vorangegangenen Abschnitten haben wir die Variante für Bewertungsschema und Energiepassgestaltung vorgestellt, die innerhalb der projektbegleitenden Arbeitsgruppe am ehesten konsensfähig war. Weitere im Rahmen des Projekts erarbeitete Varianten sollen im Folgenden vorgestellt und bewertet werden.

2.8.1 Variante 2: Effizienzklassen A bis J für Gebäude und Anlagentechnik

Die Variante 2 vermeidet die Einführung einer zusätzlichen qualitativen Skala für die Bewertung von Gebäudehülle und Anlagentechnik und verwendet stattdessen die Buchstaben A bis J analog zur Bewertung der Gesamteffizienz. Dadurch können auf der Label-Seite 2 die Gesamteffizienz, die Gebäudehülle und die Anlagentechnik einfach mit den entsprechenden Buchstaben bewertet werden (Bild 9) – diese Seite wird deutlich übersichtlicher.

Allerdings ist es aufgrund der diskreten Klasseneinteilung unvermeidbar, dass bei einer unabhängigen Bewertung dieser drei Größen folgende Situation auftritt: Gebäude und Anlagentechnik werden in die gleiche Klasse eingestuft, die Gesamteffizienz liegt jedoch eine Stufe niedriger oder höher (z.B. Gebäude = C, Anlagentechnik = C; Gesamt-Energieeffizienz = D).

Um die Möglichkeit einer solchen für den Verbraucher unverständlichen Klassifizierung zu vermeiden, wurde das in Bild 10 dargestellte Bewertungsverfahren entwickelt: Auf Basis der Größen Heizwärmebedarf und Anlagenaufwandszahl wird die Einstufung von Gebäude und Anlagentechnik vorgenommen. Aus einer Kombination der beiden Klassen ergibt sich dann aus der abgebildeten Matrix die Klasse für die Gesamt-Energieeffizienz.

Ein Vorteil dieses Bewertungsschemas ist, dass die undifferenziert gute Bewertung von Gebäuden, die mit Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung mit hoher Stromkennziffer oder mit Biomasse-Heizsystemen versorgt werden („Sonderheizsysteme“, vgl. Abschnitt 3.4) nicht mehr auftritt, da unterhalb einer Anlagenaufwandszahl von 0,8 eine weitere Verbesserung der Anlageneffizienz in die Klassifizierung nicht mehr eingeht. Im Fall dieser Systeme wird so (abhängig vom Heizwärmebedarf) eine differenziertere Einordnung der energetischen Gesamtqualität zwischen A und G vorgenommen (Zeile 1 der Matrix in Bild 10).

Der Nachteil dieser Variante ist allerdings, dass die Bewertung nicht mehr direkt auf dem Primärenergiebedarf beruht. Dies kann dazu führen, dass nach EnEV gleich bewertete Gebäude ein unterschiedliches Energiepass-Label erhalten. Aufgrund dieses Nachteils wurde diese Variante nicht weiter verfolgt.

Gebäude- Energiepass

Logo
Aussteller
(optional)

Objekt:
Muster-Mehrfamilienhaus
Hauptstraße 13
12345 Neustadt

Baujahr: 1967
modernisiert: 2002



Energieeffizienz Heizung und Warmwasser

Geringer Energiebedarf

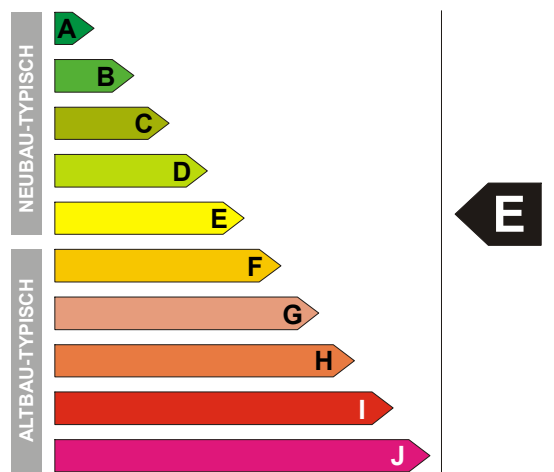


Bild 8: Variante 2 – Label-Deckblatt (gegenüber Variante 1 unverändert)

Gebäude-Energiepass

Teil A – Seite 2

Objekt / Nutzungsart:	Beispiel-Mehrfamilienhaus	Baujahr:	1957
Straße + Haus-Nr.:	Hauptstraße 13	Anzahl Wohneinheiten:	9
PLZ + Ort:	12345 Neustadt	beheizte Wohnfläche:	575 m ²
Eigentümer (ggf. Adresse):	Wohnbau Neustadt		

Klassifizierung

Klasse
(A - J)

Energieeffizienz Gebäude	E
Energieeffizienz Anlagentechnik	C
Gesamt-Energieeffizienz	D

Endenergiebedarf

Energieträger			jährlicher Bedarf	Energiekennwerte in kWh pro m ² Wohnfläche
	Raumheizung	Warmwasser- bereitung		
Heizöl	x		7.896 Liter/a	137 kWh/(m²a)
Strom		x	10.231 kWh/a	18 kWh/(m²a)
				0 kWh/(m²a)
Strom für Hilfsgeräte	(Pumpen, Regelung, Ventilatoren, ...)		673 kWh/a	kWh/(m²a)

Hinweise zum Vergleich mit dem tatsächlichen Energieverbrauch (Verbrauchserfassung siehe Blatt D)

Die Energiekennwerte wurden berechnet unter Zugrundelegung der bau- und anlagentechnischen Kenngrößen des Gebäudes und normierter Annahmen für das Klima (Außentemperatur, solare Einstrahlung) und die Nutzung des Gebäudes (Raumtemperatur, Lüftung, Warmwasserbedarf).

Abweichungen zwischen dem bei dem Gebäude gemessenen Verbrauch und dem oben berechneten Bedarf können entstehen durch:

- eine von der Normnutzung abweichende reale Nutzung des Gebäudes
- ein vom Normklima abweichendes reales Klima
- Unsicherheiten und Vereinfachungen bei der Datenaufnahme oder dem mathematischen Modell des Gebäudes und seiner Anlagentechnik

Zum besseren Vergleich ist die Hochrechnung des gemessenen Jahresverbrauchs auf ein durchschnittliches Klima zu empfehlen ("Witterungsbereinigung" gemäß VDI 3807).



Bild 9: Variante 2 – Einstufung von Gebäude und Anlagentechnik in Effizienzklassen A bis J (Seite 2 von Energiepass-Teil A)

Gebäude-Energiepass

Teil A – Seite 3

Energiepass ausgestellt durch: **Wohnbau Neustadt**
Bahnhofstraße 1
12345 Neustadt

Objekt / Nutzungsart: **Beispiel-Mehrfamilienhaus** Anzahl Wohneinheiten: **9**
 Straße + Haus-Nr.: **Hauptstraße 13** beheizte Wohnfläche: **575 m²**
 PLZ + Ort: **12345 Neustadt** "Gebäudenutzfläche" A_N gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV): **670 m²**
 Baujahr: **1957** A/V-Verhältnis: **0,608 1/m**
 Eigentümer (ggf. Adresse): **Wohnbau Neustadt**

Bewertungsgrößen gemäß EnEV

Heizwärmebedarf Q _H "	gemäß DIN V 4108-6	98,0	kWh/(m ² a)
Trinkwarmwasserbedarf Q _{TWW} "	gemäß DIN V 4108-6	12,5	kWh/(m ² a)
Anlagenaufwandszahl e _P	gemäß DIN V 4701-10	1,20	
Primärenergiebedarf Q _P " = (Q _H " + Q _{TWW} ") x e _P	gemäß DIN V 4701-10	132,6	kWh/(m ² a)

Bewertungskala

Bewertung	Gebäude	Heizwärmebedarf Q _H " in kWh/(m ² a)										
		≤ 20	≤ 40	≤ 60	≤ 80	≤ 100	≤ 125	≤ 150	≤ 200	≤ 250	≥ 250	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Anlagenaufwandszahl e _P	≤ 0,80	A	A	B	C	C	D	E	E	F	G	
	≤ 1,00	B	A	B	B	C	D	E	E	F	G	G
	≤ 1,20	C	A	B	C	D	D	E	F	G	G	G
	≤ 1,40	D	B	B	D	D	E	F	F	G	G	H
	≤ 1,60	E	B	C	D	E	E	F	G	G	H	I
	≤ 1,80	F	B	C	D	E	F	F	G	H	H	I
	≤ 2,00	G	B	C	E	F	F	G	G	H	H	I
	≤ 2,25	H	C	D	E	F	G	G	H	H	I	J
	≤ 2,50	I	C	D	E	F	G	G	H	I	I	J
	≥ 2,50	J	D	E	F	G	G	H	I	J	J	J
		Gesamt-Effizienz-Klasse										

Bild 10: Variante 2 – Bewertungsmatrix zur Bestimmung der Gesamt-Effizienz-Klasse (Seite 2 von Energiepass-Teil A)

2.8.2 Variante 3: Label mit Gesamt-Energieeffizienz + Wärmeschutzklasse

In Variante 3 wird die Gesamt-Energieeffizienz nur durch eine Einstufung des Wärmeschutzstandards ergänzt. Für diese werden wie für die Gesamteffizienz die Buchstaben A bis J verwendet. Die „Wärmeschutzklasse“ wird direkt unter der Gesamteinstufung auf dem Deckblatt angegeben (Bild 11) – analog zur Angabe weiterer Qualitätsmerkmale beim EU-Label für Haushaltsgeräte (z.B. „Schleuderklasse“ für Waschmaschinen). Als Bewertungsgröße dient der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust H_T' (entspricht einem mittleren effektiven U-Wert). Die entsprechende Bewertungsskala zeigt Bild 13.

Die Qualität der Anlagentechnik kann implizit aus der Differenz der Bewertungen von Gesamteffizienz und Wärmeschutz abgelesen werden. Liegt beispielsweise die Bewertung der Gesamteffizienz bei A, die Wärmeschutzklasse jedoch bei D, dann ist klar, dass ein besonders gutes Heizsystem vorliegen muss.

Die zusätzliche Angabe der Teilqualität „Wärmeschutzklasse“ auf dem Deckblatt besitzt folgende Vorzüge:

- Die Qualität des Wärmeschutzes eines Gebäudes ist ausschlaggebend für die thermische Behaglichkeit in den Wohnräumen und das Risiko für Oberflächenkondensat und Schimmelbildung. Durch Kennzeichnung der „Wärmeschutzklasse“ entsteht für den Gebäudeeigentümer ein zusätzlicher Anreiz, die thermische Behaglichkeit zu verbessern. Komfortbewusste Nutzer erhalten ein Entscheidungskriterium.
- Der gute Wärmeschutz eines Gebäudes ist die Grundvoraussetzung für die Minimierung des Energieeinsatzes zu seiner Beheizung. Wird bei einer ohnehin anstehenden Sanierung der Wärmeschutz verbessert, sind die Maßnahmen in der Regel betriebswirtschaftlich rentabel. Zudem ist die Nutzungsdauer von Wärmeschutzmaßnahmen viel höher als die der meisten anlagentechnischen Maßnahmen. Da Wärmeschutzmaßnahmen nach Durchführung jedoch nicht sichtbar sind (im Gegensatz zu moderner Anlagentechnik), wirken sie sich bisher kaum auf den Wert einer Immobilie aus. Durch Kennzeichnung der „Wärmeschutzklasse“ wird dieser Aspekt nach außen sichtbar und es wird ein zusätzlicher Anreiz gegeben, diese nachhaltig wirksamen Maßnahmen zu ergreifen.
- Das Problem der Sonderheizsysteme (vgl. Abschnitt 3.4) relativiert sich durch die Angabe der Wärmeschutzklasse auf dem Deckblatt unter der Gesamteinstufung.
- Das Vorgehen bei der Ermittlung der Klassen ist sehr einfach und transparent und folgt dem Schema der EnEV (Nachweisgrößen: Q_P und H_T'). Die Label-Seite 2 wird sehr übersichtlich, da nur noch der Endenergiebedarf dargestellt werden muss. Es bleibt Raum für die Angabe der Kohlendioxid-Emissionen als Maß für die Auswirkung auf die Umwelt.

Diese zunächst von uns favorisierte Variante fand in der begleitenden Arbeitsgruppe keine Zustimmung. Allgemein wurde die Auffassung vertreten, dass auf dem Energiepass-Deckblatt lediglich eine einzige Einstufung erfolgen solle, um Verbraucher nicht zu verwirren. Außerdem wurde es als Problem angesehen, dass nur der Wärmeschutz extra bewertet wird, nicht jedoch die Anlagentechnik.

Gebäude- Energiepass

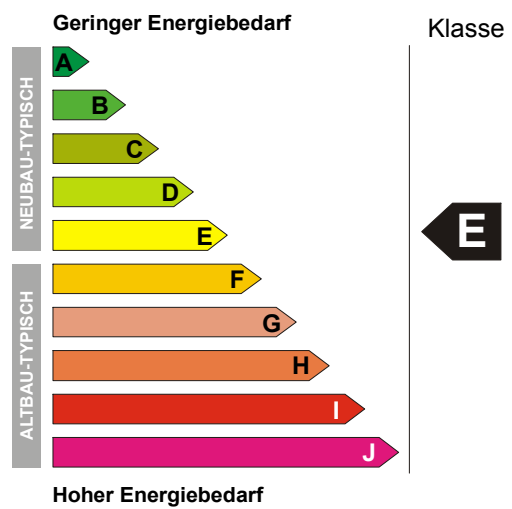
Logo
Aussteller
(optional)

Objekt:
Muster-Mehrfamilienhaus
Hauptstraße 13
12345 Neustadt

Baujahr: 1967
modernisiert: 2002



Energieeffizienz Heizung und Warmwasser



Wärmeschutzklasse D

Bild 11: Variante 3 – Label-Deckblatt mit zusätzlicher Angabe der Wärmeschutzklasse

Gebäude-Energiepass

Teil A – Seite 2
Energiebedarf

Objekt / Nutzungsart:	Muster-Mehrfamilienhaus	Baujahr:	1967
Straße + Haus-Nr.:	Hauptstraße 13	Anzahl Wohneinheiten:	9
PLZ + Ort:	12345 Neustadt	beheizte Wohnfläche:	575 m ²
Eigentümer (ggf. Adresse):	Wohnbau Neustadt		

Endenergiebedarf

für Heizung und Warmwasser (gemäß Energiebilanzberechnung)

Energieträger	Raumheizung	Warmwasserbereitung	Hilfsgeräte*	jährlicher Bedarf	Energiekennwerte in kWh pro m ² beheizte Wohnfläche
Heizöl	x			7.896 Liter/a	137 kWh/(m ² a)
Strom		x	x	10.904 kWh/a	19 kWh/(m ² a)
					0 kWh/(m ² a)
Strom für Hilfsgeräte				673 kWh/a	kWh/(m²a)

*) Strombedarf für Pumpen, Regelung, Ventilatoren etc.

Umweltwirkung

jährliche Kohlendioxid-Emissionen **216 Tonnen CO₂-Äquivalent**

Hinweise zum Vergleich mit dem tatsächlichen Energieverbrauch (Verbrauchserfassung siehe Energiepass Teil D)

Die Energiekennwerte wurden berechnet unter Zugrundelegung der bau- und anlagentechnischen Kenngrößen des Gebäudes und normierter Annahmen für das Klima (Außentemperatur, solare Einstrahlung) und die Nutzung des Gebäudes (Raumtemperatur, Lüftung, Warmwasserbedarf).

Abweichungen zwischen dem bei dem Gebäude gemessenen Verbrauch und dem oben berechneten Bedarf können entstehen durch:

- eine von der Normnutzung abweichende reale Nutzung des Gebäudes
- ein vom Normklima abweichendes reales Klima
- Unsicherheiten und Vereinfachungen bei der Datenaufnahme oder dem mathematischen Modell des Gebäudes und seiner Anlagentechnik

Zum besseren Vergleich ist die Hochrechnung des gemessenen Jahresverbrauchs auf ein durchschnittliches Klima zu empfehlen ("Witterungsbereinigung" gemäß VDI 3807).



Bild 12: Variante 3 – Endenergiebedarf (Seite 2 von Energiepass-Teil A)

Gebäude-Energiepass

Teil A – Seite 3

Energiepass ausgestellt durch: **Wohnbau Neustadt**
Bahnhofstraße 1
12345 Neustadt

Objekt / Nutzungsart:	Beispiel-Mehrfamilienhaus	Anzahl Wohneinheiten:	9
Straße + Haus-Nr.:	Hauptstraße 13	beheizte Wohnfläche:	575 m²
PLZ + Ort:	12345 Neustadt	"Gebäudenutzfläche" A _N gemäß	670 m²
Baujahr:	1957	Energieeinsparverordnung (EnEV)	0,608 1/m
Eigentümer (ggf. Adresse):	Wohnbau Neustadt		

Bewertungsgrößen gemäß EnEV

spezifischer Transmissionswärmeverlust H _T '		gemäß DIN V 4108-6	0,491	W/(m ² K)
Heizwärmebedarf* Q _H "		gemäß DIN V 4108-6	98,0	kWh/(m ² a)
Trinkwarmwasserbedarf* Q _{TWW} "		gemäß DIN V 4108-6	12,5	kWh/(m ² a)
Anlagenaufwandszahl e _P		gemäß DIN V 4701-10	1,2	
Primärenergiebedarf* Q _P " = (Q _H " + Q _{TWW} ") x e _P		gemäß DIN V 4701-10	132,6	kWh/(m ² a)

*) bezogen auf die "Gebäudenutzfläche" A_N

Bewertungskalen

Gesamt-Energieeffizienz	Bewertungsraster										tatsächlich erreicht	
Primärenergiebedarf bezogen auf A _N	≤ 40	≤ 60	≤ 80	≤ 110	≤ 150	≤ 200	≤ 300	≤ 400	≤ 500	>500	132,6	kWh/(m ² a)
Klasse	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	E	

Wärmeschutzklasse	Bewertungsraster										tatsächlich erreicht	
spezifischer Transmissionswärmeverlust	≤ 0,25	≤ 0,35	≤ 0,45	≤ 0,6	≤ 0,8	≤ 1	≤ 1,3	≤ 1,6	≤ 1,9	> 1,9	0,491	W/(m ² K)
Klasse	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	D	

Erläuterungen

beheizte Wohnfläche:	Wohnfläche nach II. Berechnungsverordnung (ohne Balkone)
"Gebäudenutzfläche" A _N :	nach Energieeinsparverordnung = 0,32 x Gebäudevolumen (10 bis 40% größer als Wohnfläche)
A/V-Verhältnis:	Verhältnis aus Hüllfläche des Gebäudes und Volumen
spezifischer Transmissionswärmeverlust:	Transmissionswärmeverluste pro Kelvin Temperaturdifferenz zwischen innen und außen und m ² thermische Hülle; entspricht etwa dem mittleren U-Wert (früher: k-Wert)
Heizwärmebedarf:	jährlicher Bedarf an Nutzwärme für die Raumheizung (= Wärmeabgabe der Heizflächen)
Trinkwarmwasserbedarf:	jährlicher Bedarf an Nutzwärme für die Warmwasserbereitung (= Warmwasserentnahme)
Endenergiebedarf:	jährl. Bedarf an Energieträgern (Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Fernwärme, Strom, Holz etc.)
Primärenergiebedarf:	jährl. Gesamtbedarf an Energie (inkl. Aufwand f. Gewinnung, Aufbereitung und Transport)
Anlagenaufwandszahl	Verhältnis aus Primärenergiebedarf und Nutzwärmebedarf

} für Raumheizung und Warmwasserbereitung

Randbedingungen für die Berechnung

Klima-Datensatz:	Standardklima Deutschland
Länge der Heizzeit:	225 d/a
Raum-Solltemperatur in der Heizzeit:	19,0 °C
Nachtabsenkung:	7 h/d
Luftwechsel:	0,7 1/h

Bild 13: Variante 3 – Bewertungskalen zur Bestimmung der Gesamt-Effizienz-Klasse und der Wärmeschutzklasse (Seite 2 von Energiepass-Teil A)

2.8.3 Gestaltungsvarianten: Alternativen zur Einordnung auf dem Deckblatt

Alternativ zu der im Hauptvorschlag vorgenommenen Einordnung der Klassen A bis E als „NEUBAU-TYPISCH“ und der Klassen F bis J als „ALTBAU-TYPISCH“ kann auch jeder der 10 Klassen ein energetischer Standard in Form eines „Etiketts“ zugeordnet werden (Bild 14). Beispielsweise könnte ein auf Energieeffizienz-Klasse E modernisiertes Gebäude das Etikett „Bestand – deutlich verbessert“ bekommen.

Eine weitere Möglichkeit stellt die Markierung von Klassenbereichen dar, die von bekannten energetischen Standards typischerweise erreicht werden (Bild 15) und die sich damit auch überlappen können.

Beide Varianten machen die Einstufung greifbarer, da sie gleichzeitig mit Begriffen belegt und damit erläutert wird. Der Nachteil ist jedoch, dass das Deckblatt an Übersichtlichkeit verliert wird und auch die verwendeten Begriffe nicht immer eindeutig definiert sind bzw. sich mit eingeführten Definitionen nicht zur Übereinstimmung bringen lassen. Aus diesen Gründen wurden diese beiden Gestaltungsvarianten für das Label nicht weiter verfolgt.

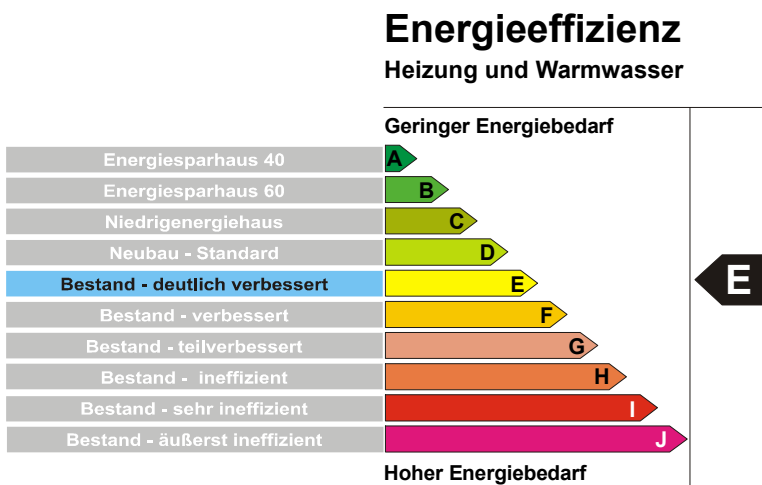


Bild 14:
Gestaltungsvariante:
Zuordnung von
„Etiketten“ zu den
Effizienzklassen

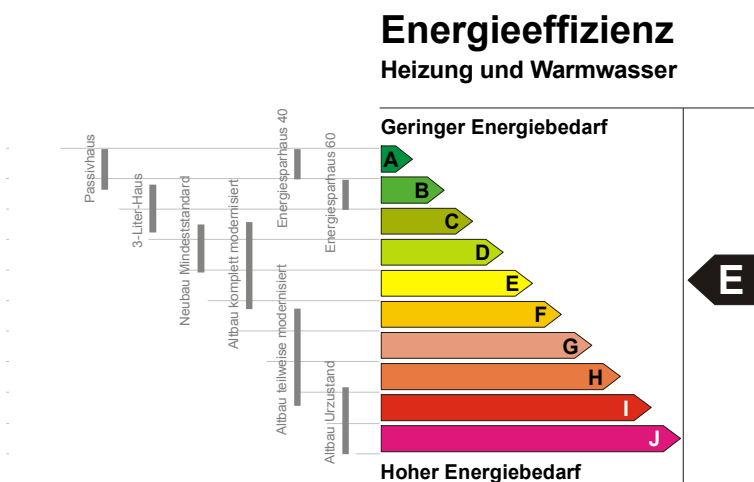


Bild 15:
Gestaltungsvariante:
Angabe von
energetischen Standards
zum Vergleich

3 Bewertungsskalen

Den in den Label-Varianten 1 bis 3 verwendeten Bewertungsgrößen Q_p , H_T , Q_h und e_p muss jeweils eine Skala zugeordnet werden, die die Grenzen für die einzelnen Bewertungsklassen festlegt. Im Folgenden wird die Wahl der Bewertungsskalen auf Basis der Untersuchung von Beispielgebäuden begründet.

3.1 Mustergebäude

Ausgangspunkt für die Parameterstudie sind „Mustergebäude“, die jeweils aus dem Datensatz eines real existierenden Gebäudes bestehen. Die Mustergebäude stellen Repräsentanten für die Gebäudetypen Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus und Dienstleistungsgebäude dar – jeweils als Neubau und als Bestandsgebäude. Die Gebäudegrunddaten der 6 zunächst untersuchten Mustergebäude sind in Bild 16 dargestellt.

Später wurden zwei weitere Dienstleistungsgebäude in die Untersuchung aufgenommen, deren Grunddaten folgendermaßen lauten:

Weiteres Dienstleistungsgebäude Neubau (öffentliches Gebäude mit Büros, Typgebäude Nr. 3 aus [Gierga, Erhorn 1994])

Anzahl Geschosse: 2

beheiztes Gebäudevolumen: 1850 m³

beheizte Nettonutzfläche: 480 m²

A/V_e -Verhältnis: 0,55 m⁻¹

(„Gebäudenutzfläche“ A_N : 592 m²)

Weiteres Dienstleistungsgebäude Altbau (Schule Freiensteinau aus Bild 16, freistehender eingeschossiger Gebäudeteil)

Anzahl Geschosse: 1

beheiztes Gebäudevolumen: 1433 m³

beheizte Nettonutzfläche: 337 m²

A/V_e -Verhältnis: 0,78 m⁻¹

(„Gebäudenutzfläche“ A_N : 459 m²)

Im vorliegenden Kapitel werden zunächst nur die Wohngebäude betrachtet. Die Untersuchungen zu den Dienstleistungsgebäuden sind in Kapitel 4 dargestellt.

	Neubau	Gebäudebestand																							
Einfamilienhäuser	<p>Deutsche Gebäudetypologie: EFH J (Neubau ab 2002)</p> 	<p>Deutsche Gebäudetypologie: EFH D (1949-1957)</p> 																							
	<table border="0"> <tr> <td>Anzahl Wohneinheiten</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Anzahl Geschosse</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>beheizte Wohnfläche</td> <td>133 m²</td> </tr> <tr> <td>A/V-Verhältnis</td> <td>0,78 1/m</td> </tr> <tr> <td>beheiztes Gebäudevolumen V_e</td> <td>494 m³</td> </tr> <tr> <td>"Gebäudenutzfläche A_N"</td> <td>158 m²</td> </tr> </table>	Anzahl Wohneinheiten	1	Anzahl Geschosse	2	beheizte Wohnfläche	133 m ²	A/V-Verhältnis	0,78 1/m	beheiztes Gebäudevolumen V_e	494 m ³	"Gebäudenutzfläche A_N"	158 m ²	<table border="0"> <tr> <td>Anzahl Wohneinheiten</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Anzahl Geschosse</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>beheizte Wohnfläche</td> <td>101 m²</td> </tr> <tr> <td>A/V-Verhältnis</td> <td>0,90 1/m</td> </tr> <tr> <td>beheiztes Gebäudevolumen V_e</td> <td>380 m³</td> </tr> <tr> <td>"Gebäudenutzfläche A_N"</td> <td>121,6 m²</td> </tr> </table>	Anzahl Wohneinheiten	1	Anzahl Geschosse	1,5	beheizte Wohnfläche	101 m ²	A/V-Verhältnis	0,90 1/m	beheiztes Gebäudevolumen V_e	380 m ³	"Gebäudenutzfläche A_N"
Anzahl Wohneinheiten	1																								
Anzahl Geschosse	2																								
beheizte Wohnfläche	133 m ²																								
A/V-Verhältnis	0,78 1/m																								
beheiztes Gebäudevolumen V_e	494 m ³																								
"Gebäudenutzfläche A_N"	158 m ²																								
Anzahl Wohneinheiten	1																								
Anzahl Geschosse	1,5																								
beheizte Wohnfläche	101 m ²																								
A/V-Verhältnis	0,90 1/m																								
beheiztes Gebäudevolumen V_e	380 m ³																								
"Gebäudenutzfläche A_N"	121,6 m ²																								
Mehrfamilienhäuser	<p>Deutsche Gebäudetypologie: MFH J (Neubau ab 2002)</p> 	<p>Deutsche Gebäudetypologie: MFH D (1949-1957)</p> 																							
	<table border="0"> <tr> <td>Anzahl Wohneinheiten</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Anzahl Geschosse</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>beheizte Wohnfläche</td> <td>759 m²</td> </tr> <tr> <td>A/V-Verhältnis</td> <td>0,51 1/m</td> </tr> <tr> <td>beheiztes Gebäudevolumen V_e</td> <td>2781 m³</td> </tr> <tr> <td>"Gebäudenutzfläche A_N"</td> <td>890 m²</td> </tr> </table>	Anzahl Wohneinheiten	12	Anzahl Geschosse	4	beheizte Wohnfläche	759 m ²	A/V-Verhältnis	0,51 1/m	beheiztes Gebäudevolumen V_e	2781 m ³	"Gebäudenutzfläche A_N"	890 m ²	<table border="0"> <tr> <td>Anzahl Wohneinheiten</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Anzahl Geschosse</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>beheizte Wohnfläche</td> <td>575 m²</td> </tr> <tr> <td>A/V-Verhältnis</td> <td>0,61 1/m</td> </tr> <tr> <td>beheiztes Gebäudevolumen V_e</td> <td>2094,5 m³</td> </tr> <tr> <td>"Gebäudenutzfläche A_N"</td> <td>670 m²</td> </tr> </table>	Anzahl Wohneinheiten	9	Anzahl Geschosse	2	beheizte Wohnfläche	575 m ²	A/V-Verhältnis	0,61 1/m	beheiztes Gebäudevolumen V_e	2094,5 m ³	"Gebäudenutzfläche A_N"
Anzahl Wohneinheiten	12																								
Anzahl Geschosse	4																								
beheizte Wohnfläche	759 m ²																								
A/V-Verhältnis	0,51 1/m																								
beheiztes Gebäudevolumen V_e	2781 m ³																								
"Gebäudenutzfläche A_N"	890 m ²																								
Anzahl Wohneinheiten	9																								
Anzahl Geschosse	2																								
beheizte Wohnfläche	575 m ²																								
A/V-Verhältnis	0,61 1/m																								
beheiztes Gebäudevolumen V_e	2094,5 m ³																								
"Gebäudenutzfläche A_N"	670 m ²																								
Dienstleistungsgebäude	<p>Bürogebäude Cölbe Wagner & Co.</p> 	<p>Schule Freiensteinau</p> 																							
	<table border="0"> <tr> <td>Anzahl Geschosse</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>beheizte Bruttogrundfläche</td> <td>2180 m²</td> </tr> <tr> <td>beheizte Nettogrundfläche</td> <td>1948 m²</td> </tr> <tr> <td>A/V-Verhältnis</td> <td>0,36 1/m</td> </tr> <tr> <td>beheiztes Gebäudevolumen V_e</td> <td>8533 m³</td> </tr> <tr> <td>("Gebäudenutzfläche A_N")</td> <td>2731 m²</td> </tr> </table>	Anzahl Geschosse	3	beheizte Bruttogrundfläche	2180 m ²	beheizte Nettogrundfläche	1948 m ²	A/V-Verhältnis	0,36 1/m	beheiztes Gebäudevolumen V_e	8533 m ³	("Gebäudenutzfläche A_N")	2731 m ²	<table border="0"> <tr> <td>Anzahl Geschosse</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Bruttogrundfläche (inkl. Keller)</td> <td>1465 m²</td> </tr> <tr> <td>beheizte Nettogrundfläche</td> <td>1094 m²</td> </tr> <tr> <td>A/V-Verhältnis</td> <td>0,46 1/m</td> </tr> <tr> <td>beheiztes Gebäudevolumen V_e</td> <td>4192 m³</td> </tr> <tr> <td>("Gebäudenutzfläche A_N")</td> <td>1341 m²</td> </tr> </table>	Anzahl Geschosse	3	Bruttogrundfläche (inkl. Keller)	1465 m ²	beheizte Nettogrundfläche	1094 m ²	A/V-Verhältnis	0,46 1/m	beheiztes Gebäudevolumen V_e	4192 m ³	("Gebäudenutzfläche A_N")
Anzahl Geschosse	3																								
beheizte Bruttogrundfläche	2180 m ²																								
beheizte Nettogrundfläche	1948 m ²																								
A/V-Verhältnis	0,36 1/m																								
beheiztes Gebäudevolumen V_e	8533 m ³																								
("Gebäudenutzfläche A_N")	2731 m ²																								
Anzahl Geschosse	3																								
Bruttogrundfläche (inkl. Keller)	1465 m ²																								
beheizte Nettogrundfläche	1094 m ²																								
A/V-Verhältnis	0,46 1/m																								
beheiztes Gebäudevolumen V_e	4192 m ³																								
("Gebäudenutzfläche A_N")	1341 m ²																								

Bild 16: Mustergebäude

3.2 Varianten für Bau- und Anlagentechnik

Es wurden verschiedene energetische Varianten bzw. Modernisierungsstufen definiert (Wärmeschutz und Anlagentechnik), die im Folgenden beschrieben sind.

Die ersten beiden Tabellen geben einen Überblick über die untersuchten Fälle beim Wärmeschutz. Beim Altbau wurden 10 Wärmeschutzvarianten (A-WS-1 bis A-WS-10), beim Neubau 5 Varianten (N-WS-1 bis N-WS-5) untersucht. In der zweiten Tabellenspalte ist eine verbale Beschreibung gegeben, die eine ungefähre Einordnung des jeweils angesetzten Wärmeschutzstandards erlaubt, jedoch nicht im strengen Sinne interpretiert werden sollte.

Altbau		U Wand [W/m ² K]	U Dach [W/m ² K]	U Keller [W/m ² K]	U Fenster [W/m ² K]	g Fenster [-]	Wärmebr.- Zuschlag [W/m ² K]	Luftwechsel [1/h]
A-WS-1	unsaniert, Einscheibenverglasung, sehr schlechte Dämmwerte für alle Bauteile	1,40	1,20	1,10	5	0,8	0,1	0,7
A-WS-2	bis auf Zweischeibenverglasung unsaniert, sehr schlechte Dämmwerte für alle Bauteile	1,40	1,20	1,10	2,7	0,7	0,1	0,7
A-WS-3	bis auf Zweischeibenverglasung unsaniert, etwas bessere Außenwand	0,82	1,20	1,10	2,7	0,7	0,1	0,7
A-WS-4	Außenwand 6 cm gedämmt, etwas besseres Dach	0,45	0,75	1,10	2,7	0,7	0,1	0,7
A-WS-5	Außenwand und Dach gemäß EnEV-Altbauanforderungen gedämmt	0,35	0,30	1,10	2,7	0,7	0,1	0,7
A-WS-6	Alle Bauteile gemäß EnEV-Altbauanforderungen gedämmt	0,35	0,30	0,40	1,6	0,58	0,1	0,7
A-WS-7	"Qualitätssanierung" im Altbau: erhöhte Dämmstoffstärken gegenüber EnEV	0,25	0,20	0,40	1,6	0,58	0,1	0,7
A-WS-8	"Niedrigenergiehausstandard im Altbau"	0,21	0,17	0,34	1,6	0,58	0,05	0,6
A-WS-9	"Ultra-Niedrigenergiehausstandard im Altbau"	0,18	0,14	0,29	0,8	0,45	0,035	0,6
A-WS-10	"Passivhausstandard im Altbau"	0,12	0,09	0,21	0,8	0,45	0,025	0,6

Tab. 2: Varianten Wärmeschutz Bestand

Neubau		U Wand [W/m ² K]	U Dach [W/m ² K]	U Keller [W/m ² K]	U Fenster [W/m ² K]	g Fenster [-]	Wärmebr.- Zuschlag [W/m ² K]	Luftwechsel [1/h]
N-WS-1	EnEV-Nebenanforderung	gemäß Vorgabe der EnEV für die Kenngröße HT'				0,58	s. Vorgabe	0,7
N-WS-2	verbesserter Wärmeschutz	0,36	0,23	0,4	1,6	0,58	0,05	0,6
N-WS-3	"klassischer" Niedrigenergiehausstandard	0,25	0,2	0,35	1,6	0,58	0,05	0,6
N-WS-4	Ultra-Niedrigenergiehaus	0,15	0,12	0,3	1,6	0,58	0,025	0,6
N-WS-5	Passivhaus	0,12	0,1	0,25	0,8	0,45	0	0,6

Tab. 3: Varianten Wärmeschutz Neubau

Im Folgenden sind die untersuchten Wärmeversorgungssysteme aufgelistet:

Altbau		Zusammenfassung in Kategorien
A-WV-1	Elektrische Nachtspeicherheizung, Warmwasser dezentral elektrisch	"schlecht"
A-WV-2	Kohleofen, Warmwasser dezentral elektrisch	
A-WV-3	Konstanttemperaturkessel aus den 70er Jahren, Warmwasser zentral, Verteilleitungen unsaniert	
A-WV-4	Niedertemperaturkessel aus den 80er Jahren, Warmwasser zentral, Verteilsystem aus den 70er Jahren	
A-WV-5	Niedertemperaturkessel neu (bzw. 90er Jahre), Warmwasser dezentral elektrisch	"mittel"
A-WV-6	Niedertemperaturkessel neu (bzw. 90er Jahre), Warmwasser zentral, Dämmung der Verteilung gemäß Heizanlagenverordnung	
A-WV-7	Brennwertkessel neu (bzw. 90er Jahre), Warmwasser zentral, Dämmung der Verteilung gemäß Heizanlagenverordnung	
A-WV-8	Erdreich-Wärmepumpe, wie auch bei allen folgenden: Warmwasser zentral, Dämmung der Verteilung gemäß Heizanlagenverordnung	"gut"
A-WV-9	Brennwertkessel und Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung	
A-WV-10	Brennwertkessel, Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
A-WV-11	Brennwertkessel, Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
A-WV-12	Nah/Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (vereinfachter Ansatz nach DIN V 4701-10 Anhang C)	"Sonderklasse I"
A-WV-13	Holzpellet-Heizung	"Sonderklasse II"
A-WV-14	Nah/Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (fossil befeuert mit sehr hoher Stromkennzahl, bzw. biomassebefeuert)	

Tab. 4: Varianten Wärmeversorgung – Wohngebäude / Bestand

Neubau		Zusammenfassung in Kategorien
N-WV-1	Niedertemperaturkessel neu, Warmwasser dezentral elektrisch	"mittel"
N-WV-2	Niedertemperaturkessel neu, Warmwasser zentral	
N-WV-3	Brennwertkessel neu, Warmwasser zentral	
N-WV-4	Erdreich-Wärmepumpe, wie auch bei allen folgenden: Warmwasser zentral	"gut"
N-WV-5	Brennwertkessel und Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung	
N-WV-6	Brennwertkessel, Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
N-WV-7	Brennwertkessel, Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
N-WV-8	Nah/Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (vereinfachter Ansatz nach DIN V 4701-10 Anhang C)	"Sonderklasse I"
N-WV-9	Holzpellet-Heizung	"Sonderklasse II"
N-WV-10	Nah/Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (fossil befeuert mit sehr hoher Stromkennzahl, bzw. biomassebefeuert)	

Tab. 5: Varianten Wärmeversorgung – Wohngebäude / Neubau

In den Untersuchungen wurden, getrennt für Altbau und Neubau, alle Wärmeschutz- mit allen Wärmeversorgungsvarianten kombiniert. Dies führt zu einer sehr großen Zahl untersuchter Varianten (380), die sich nicht mehr übersichtlich darstellen lassen. Aus diesem Grund wurden mehrere Systeme zu einer Gruppe zusammengefasst. Die Kategorie „schlecht“ steht für alte Heizsysteme im Bestand, als „mittel“ werden neue Heizungen mit Niedertemperatur- und Brennwertkessel bezeichnet. Noch bessere Systeme sind in der Kategorie „gut“ eingeordnet. Drei Systeme, die die Wärmeversorgung auf Basis von Kraft-Wärme-Kopplung bzw. Biomasse betreffen, werden aufgrund der damit zusammenhängenden Bewertungsprobleme in Sonderklassen diskutiert. Hinsichtlich der Holzpellet-Heizung enthält die DIN V 4701-10 noch keine Berechnungsansätze. Laut vorliegender Informationen aus dem Normenausschuss wird aber ein Konzept favorisiert, bei dem die Biomasse als regenerative Energiequelle interpretiert wird, die nur im Vorfeld (bei Gewinnung, Aufbereitung und Transport) zu einem indirekten Primärenergieeinsatz führt. Wie verlautet, ist zu erwarten, dass für Holzpellets ein Primärenergiefaktor von $f_p=0,2$ zur Anwendung kommen wird. Dieser Wert wurde daher auch hier bei den Berechnungen angesetzt.

Es ist generell zu beachten, dass für Bestandsgebäude noch keine für den EnEV-Nachweis verbindlichen Berechnungsregeln existieren. Dies gilt sowohl für den Bereich Wärmeschutz / Heizwärmebedarf (z.B. Wärmebrückenzuschläge, Luftwechsel) als auch – und zwar in besonderem Maße – für die Wärmeversorgungstechnik (Daten für Bestandsanlagen, Vorschriften für die Berechnung von neuen Anlagen in Bestandsgebäuden). Die hier durchgeführten Untersuchungen beruhen auf einer vom IWU für die Energiepass-Initiative Deutschland (EID) erstellten Studie [Diefenbach et al. 2002]. Die dort dokumentierten Kennwerte für Anlagenkomponenten sind für die Anwendung in komplexeren Computerprogrammen konzipiert worden.

Im Hinblick auf eine breite Anwendung des Energiepasses wäre es daher sehr hilfreich, wenn eine systematische, tabellarische Zusammenstellung der Rechenregeln inklusive einiger noch notwendig erscheinender Untersuchungen (z.B. vereinfachte Ansätze für Wärmebrücken im Altbau) realisiert werden könnte, die für eine längere Übergangszeit, in der weiterhin keine entsprechenden Normen vorliegen, ein einfaches Berechnungsschema für den Bestand vorgibt. Bei Verzicht auf ein solches Verfahren wären willkürliche Ansätze möglich, die die Klassifizierung durch das Energielabel aufweichen würden.

3.3 Berechnungsmethode und zu berechnende Energiekennwerte

Für jede der beschriebenen Varianten wurde der Energiebedarf auf den Ebenen Nutz-, End- und Primärenergie berechnet.

Die Berechnung des Heizwärmebedarfs erfolgte mit dem Monatsbilanzverfahren gemäß DIN V 4108-6. Die Randbedingungen entsprechen den für den EnEV-Nachweis in Anhang D der DIN vorgegebenen Werten.

Die Berechnung der Anlagentechnik erfolgte gemäß der Systematik der DIN V 4701-10. Die Kenngrößen für Anlagenkomponenten entsprechen bei Neubauten denen der DIN V 4701-10. Für den Anlagenbestand wurden eigene Untersuchungen herangezogen (s.o.). Die Länge der Heizzeit ist variabel und wird jeweils gemäß DIN V 4108-6 bestimmt, jedoch auf einen Maximalwert von 273 Tagen begrenzt (vgl. [Diefenbach et al. 2002]). Die Auslegungstemperaturen für das Heizsystem (maximale Vorlauf/Rücklauftemperaturen) wurden auf einen Standardwert von 70/55°C festgelegt.

3.4 Bewertungsskala für die Gesamt-Energieeffizienz

In Bild 17 bis Bild 23 sind die Ergebnisse der Berechnungen für die verschiedenen Gebäudevarianten wiedergegeben. Für die verschiedenen Kategorien von Heizungssystemen („schlecht“, „mittel“, „gut“, „Sonderklasse I“ und „Sonderklasse II“) ist jeweils der Primärenergiekennwert über der Wärmeschutzvariante aufgetragen.

Weiterhin enthalten die Bilder die vorgeschlagenen Grenzen für die Bewertungsskala. Es wurde folgende Klasseneinteilung gewählt:

	Q _p " bis ...
A	40
B	60
C	80
D	110
E	150
F	200
G	300
H	400
I	500
J	>500
	(in kWh/m ² a)

Tab. 6:
Vorschlag für Bewertungsskala Primärenergie

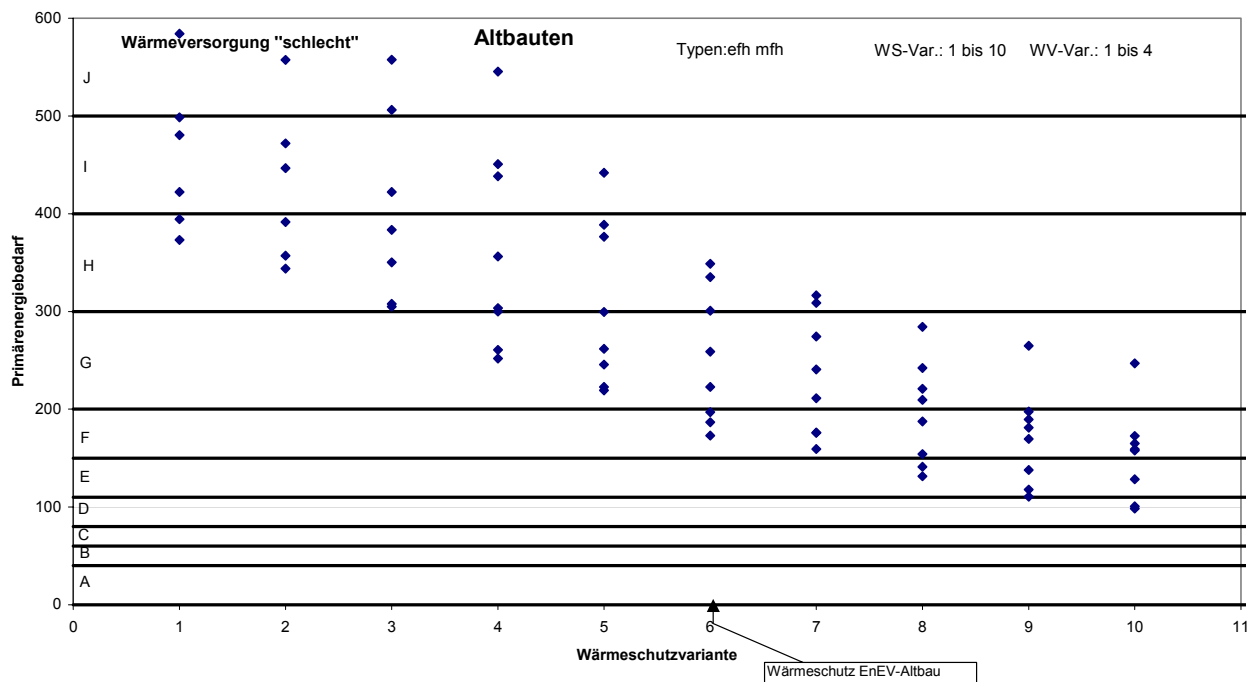


Bild 17: Wärmeversorgungssysteme der Stufe „schlecht“: Primärenergiebedarf Q_P für alle Wärmeschutzvarianten im Altbau

Bild 17 zeigt die Wärmeversorgungssysteme der Kategorie „schlecht“, d.h. alte, nicht effiziente Heizsysteme. Da diese nur im Gebäudebestand auftreten können, sind in der Darstellung nur die Altbauten vertreten.

Die breite Streuung der Primärenergiekennwerte für jeden Wärmeschutzstandard ist durch die sehr unterschiedlichen Anlagenaufwandszahlen der betrachteten Wärmeversorgungssysteme zu erklären. Der obere Rand wird dabei erwartungsgemäß durch die elektrische Nachtspeicherheizung gebildet. Hier liegen die Werte teilweise noch außerhalb des dargestellten Bereichs (Maximum: Q_P = 890 kWh/m²a für das Einfamilienhaus bei Wärmeschutzvariante 1).

Insgesamt ergibt sich, dass Gebäude mit „schlechtem“ Wärmeschutzstandard (A-WS-V 1 bis 3) und „schlechtem“ Heizsystem vorwiegend in den Klassen H bis J liegen. Bei besserem Wärmeschutz sind trotz der ungünstigen Heizsysteme auch bessere Klassen zu erreichen. Bei einem nach Altbauanforderungen der EnEV sanierten Gebäude (A-WS-V 6), ergibt sich eine Einordnung in den Klassen F bis H.

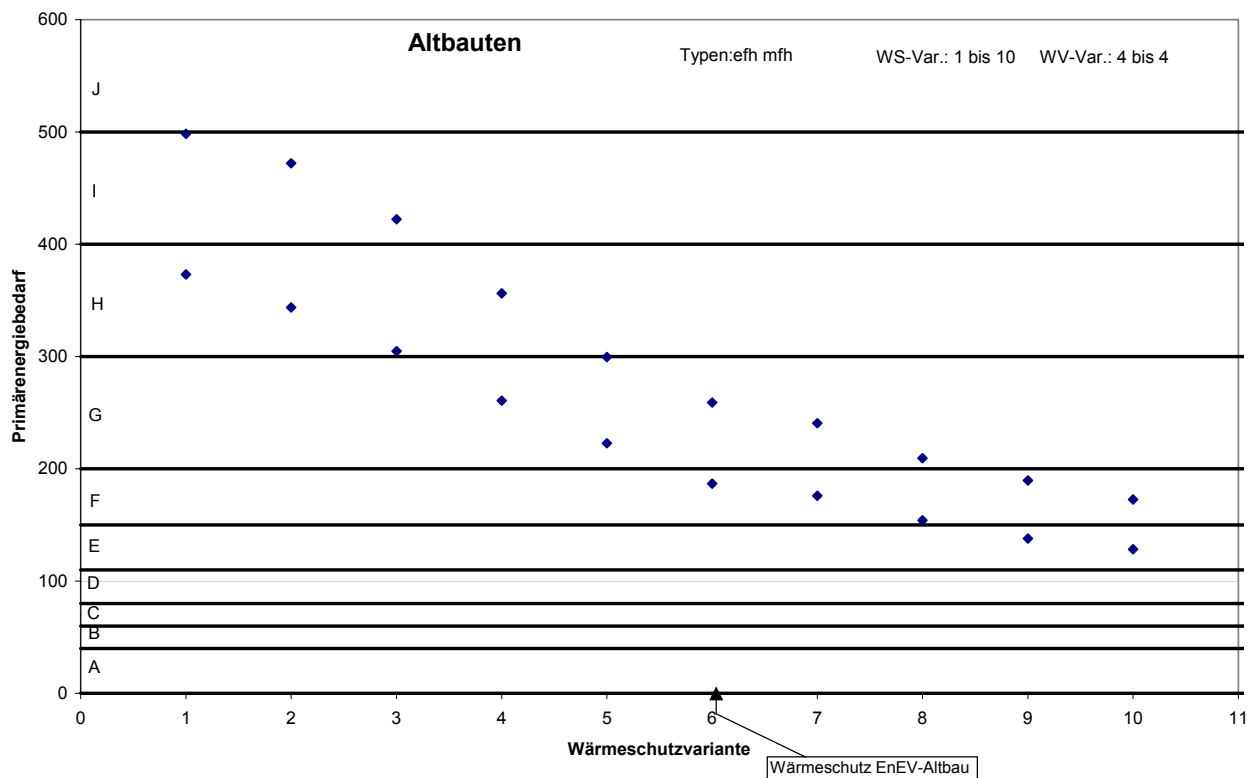


Bild 18: (Auszug aus Bild 17) Wärmeversorgungssystem „Niedertemperaturkessel 80er Jahre“, Primärenergiebedarf Q_p für alle Wärmeschutzvarianten im Altbau

Aufgrund der starken Streuung der Werte in der Wärmeversorgungskategorie „schlecht“ ist in Bild 18 exemplarisch das günstigste dieser System A-WV-4, der Niedertemperaturkessel aus den 80er Jahren (mit einem Verteilsystem aus den 70er Jahren ohne nachträgliche Dämmung), herausgegriffen.

Dieses System nimmt auch insofern eine Sonderstellung ein, als hier (anders als beim Konstanttemperaturkessel A-WS-3) kein akuter Nachbesserungsbedarf besteht, da die Nachrüstverpflichtungen der EnEV für Kessel aus den 80er Jahren nicht greifen.

Über die verschiedenen Wärmeschutzklassen ergeben sich zwei gut erkennbare Kurvenverläufe, die obere für das Einfamilien-, die untere für das Mehrfamilienhaus.

Speziell beim Mehrfamilienhaus ist festzustellen, dass bereits bei sehr schlechtem Wärmeschutz (A-WS-3) die Klasse H erreicht wird. Bei Sanierung auf EnEV-Altbau-Standard (A-WS-6) liegt das Gebäude ungefähr in der Klasse F.

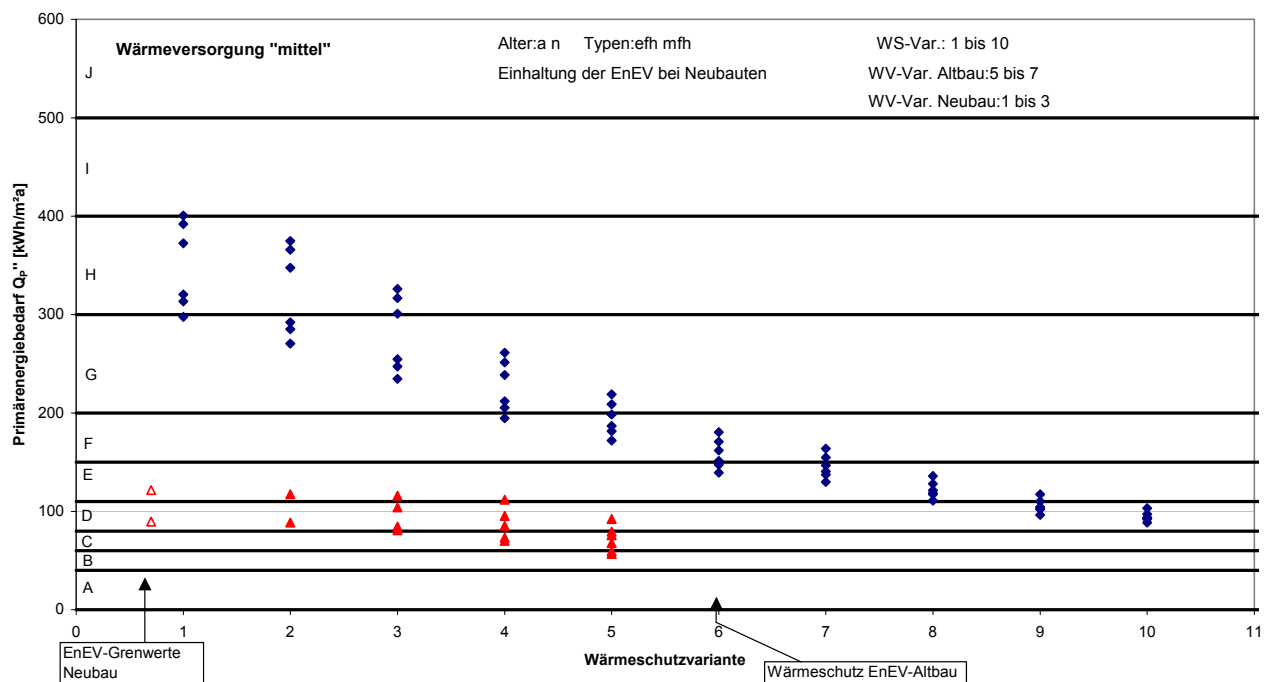


Bild 19: Wärmeversorgungssysteme der Stufe „mittel“: Primärenergiebedarf Q_p für alle Wärmeschutzvarianten (Altbau: Rauten, Neubau: Dreiecke)

Bild 19 zeigt den „Normalfall“ der Wärmeversorgung: In die Kategorien „mittel“ gehören Systeme mit modernen Niedertemperatur- und Brennwertkessel mit dem Qualitätsstandard von Geräten der 90er Jahre bis heute. Bei der ungünstigsten Variante (A-WV-5, N-WV-1) ist dabei noch eine elektrische Warmwasserbereitung mitberücksichtigt. Die Altbau-Varianten sind durch Rauten, die Neubau-Varianten durch Dreiecke gekennzeichnet.

Ebenfalls sind hier, wie in den folgenden Abbildungen, die Neubau-Anforderungen der EnEV eingetragen (aus Gründen der Übersichtlichkeit nur für Gebäude ohne elektrische Warmwasserbereitung). Der obere Wert steht für das Neubau-Einfamilienhaus, der untere für das Mehrfamilienhaus. Es ist zu erkennen, dass eine Gebäudeauslegung nach EnEV-Neubau-Anforderungen im Allgemeinen zu einer Bewertung in der Kategorie D oder E führen wird.

Für den Altbau lässt die Abbildung insgesamt erkennen, dass Gebäude mit einem durchschnittlichen Heizsystem auch bei sehr schlechtem Wärmeschutzstandard (A-WS-1 bis 2) kaum noch in der Kategorie I zu liegen kommen. Normal ist für wenig sanierte Gebäude (A-WS-3) die Kategorie G bis H, bei zunehmenden Sanierungsstatus sind sehr schnell bessere Klassen zu erreichen. Eine Sanierung nach EnEV-Standard führt in die Kategorie E bis F, wenn noch etwas höhere Dämmstoffstärken verwendet werden, wird die Kategorie E relativ sicher erreicht. Mit einer „Niedrigenergiehaus-Sanierung“ (A-WS-8) kann in günstigen Fällen auch eine Einstufung in Klasse D realisiert werden.

Von den berechneten Neubau-Varianten sind nur diejenigen berücksichtigt, die die EnEV-Grenzwerte einhalten. Mit der Neubau-Wärmeschutzvariante 1 ist dies bei den betrachteten Heizsystemen nicht möglich, so dass hier keine Eintragung vorliegt.

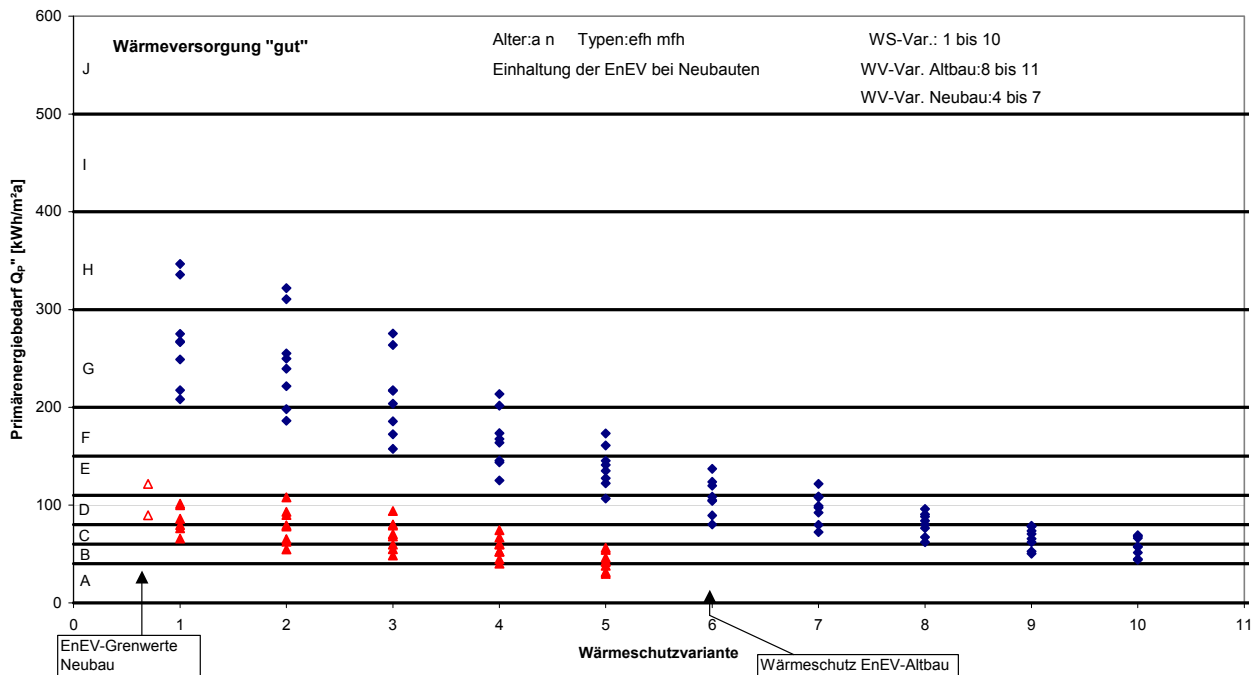


Bild 20: Wärmeversorgungssysteme der Stufe „gut“: Primärenergiebedarf Q_p für alle Wärmeschutzvarianten (Altbau: Rauten, Neubau: Dreiecke)

Die Heizsysteme der Kategorie „gut“ gehen qualitativ über den allgemeinen Durchschnitt hinaus. In diese Kategorie wurden hier die elektrische Erdreich-Wärmepumpe (A-WV-8; N-WV-4) und die Brennwertkessel-Heizungen mit ergänzender Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung und gegebenenfalls Heizungsunterstützung und Lüftungswärmerückgewinnungsanlage (A-WV-11, N-WV-7) eingeordnet.

Im Altbau sind bei einer Gesamtsanierung nach EnEV-Anforderungen (A-WS-6) im Allgemeinen die Klassen D und E zu erreichen. Bei noch weiter verbessertem Wärmeschutz ist eine Einordnung in die Klassen B und C realisierbar.

Im Neubau liegen die „klassischen“ Niedrigenergiehäuser (N-WS-3) in den Klassen B und C, nur ausnahmsweise in D. Die Klasse A lässt sich nur durch noch bessere Wärmeschutzstandards (typisch für Ultra-Niedrigenergiehäuser und Passivhäuser) erreichen.

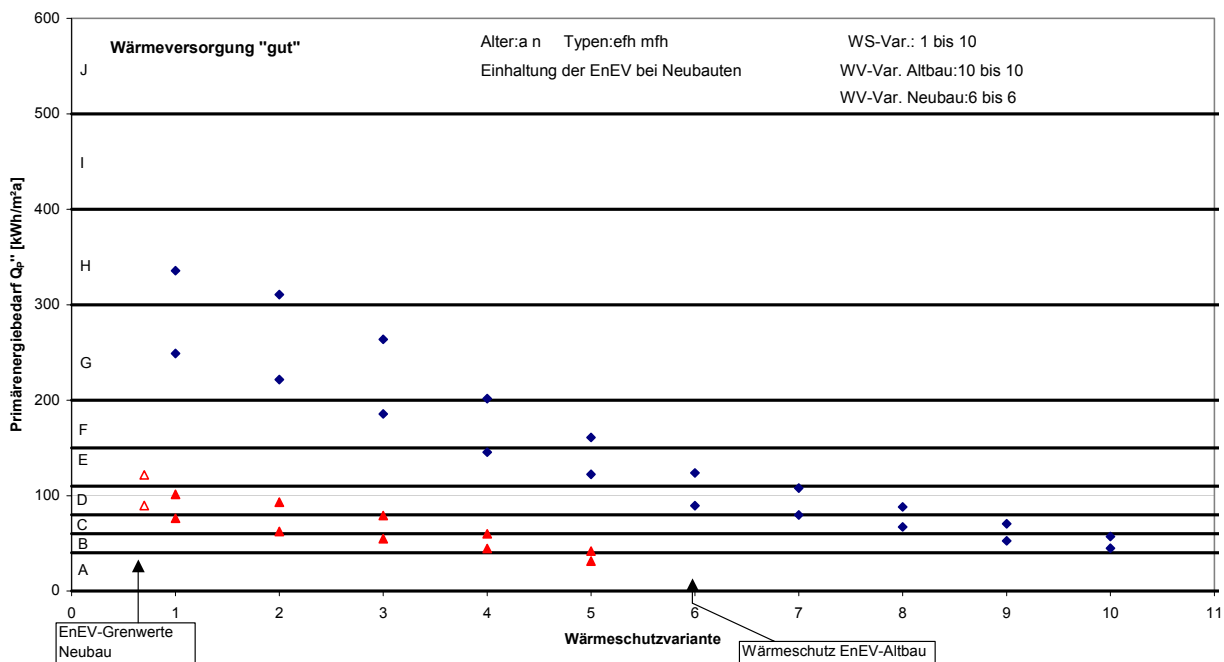


Bild 21: (Auszug aus Bild 20) Brennwertkessel, Lüftungswärmerückgewinnung, solare Trinkwarmwassererwärmung; Primärenergiebedarf Q_p für alle Wärmeschutzvarianten (Altbau: Rauten, Neubau: Dreiecke)

Zur Verdeutlichung soll aus der Kategorie der „guten“ Wärmeversorgungsanlagen ein konkretes System herausgegriffen werden. Bild 21 zeigt als Ausschnitt aus Bild 20 das Wärmeversorgungssystem „Brennwertkessel mit Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung“. Die unterschiedlichen Kurven für das Einfamilienhaus (jeweils obere Punktreihe im Alt- bzw. Neubau) und das Mehrfamilienhaus sind gut zu erkennen.

Speziell für den Neubau ist festzustellen dass der passivhaus-typische Wärmeschutzstandard (N-WS-5) zusammen mit dieser, ebenfalls für Passivhäuser typischen Anlagenkonfiguration im Allgemeinen zur Einordnung in der besten Kategorie A führt. Ein etwas reduzierter Wärmeschutzstandard (N-WS-4, typisch für 3-Liter-Häuser bzw. Ultra-Niedrigenergiehäuser) führt zur Einordnung in Klasse B.

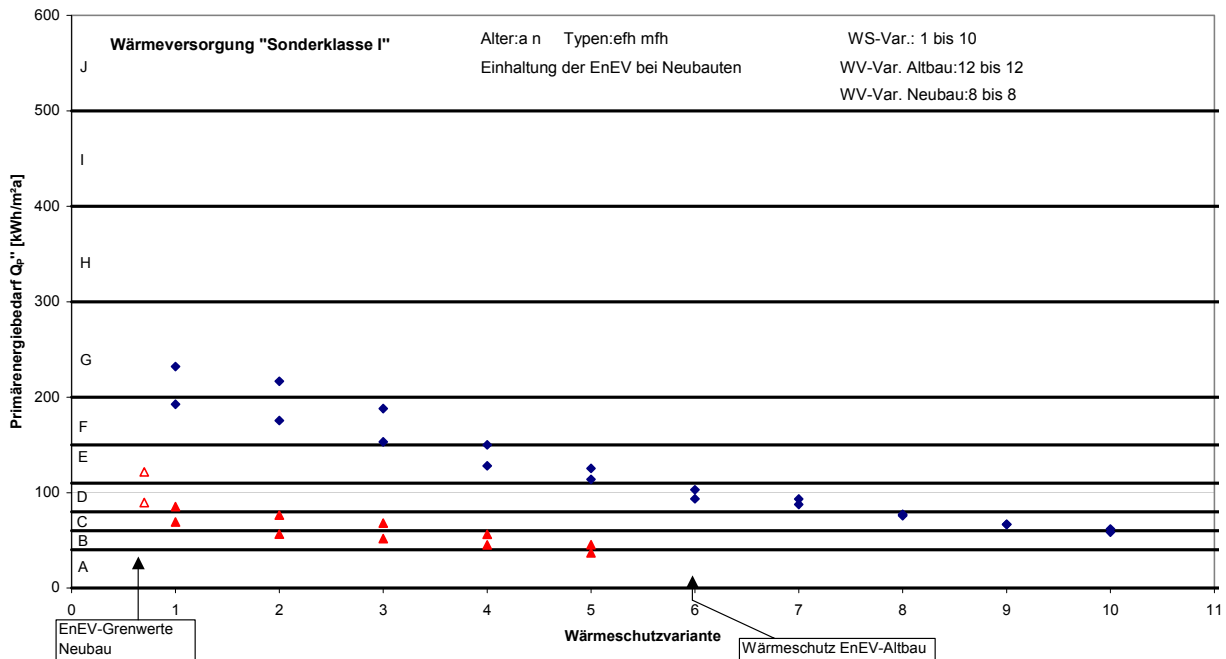


Bild 22: Wärmeversorgungssysteme der Stufe „Sonderklasse I“ (fossil befeuerte KWK-Anlagen nach vereinfachter Bewertung), Primärenergiebedarf Q_p für alle Wärmeschutzvarianten (Altbau: Rauten, Neubau: Dreiecke)

Bild 22 zeigt das System der Kategorie „Sonderklasse I“, nämlich die Nah- / Fernwärmeversorgung aus KWK-Anlagen nach der vereinfachten Bewertung gemäß Anhang C der DIN V 4701-10. Diese Kategorie steht für KWK-Anlagen, für die eine Bewertung nach dem ausführlichen Verfahren der DIN nicht vorgenommen wird oder aufgrund einer niedrigen Stromkennziffer und/oder eines niedrigen Deckungsgrads der KWK-Anlage keine Vorteile bringt. Es zeigt sich, dass der errechnete Primärenergiebedarf für dieses System im unteren Bereich der oben genannten „guten“ Heizsysteme liegt. Anders als bei den Systemen der Sonderklasse II (s.u.) ergeben sich hier keine gravierenden Bewertungsprobleme.

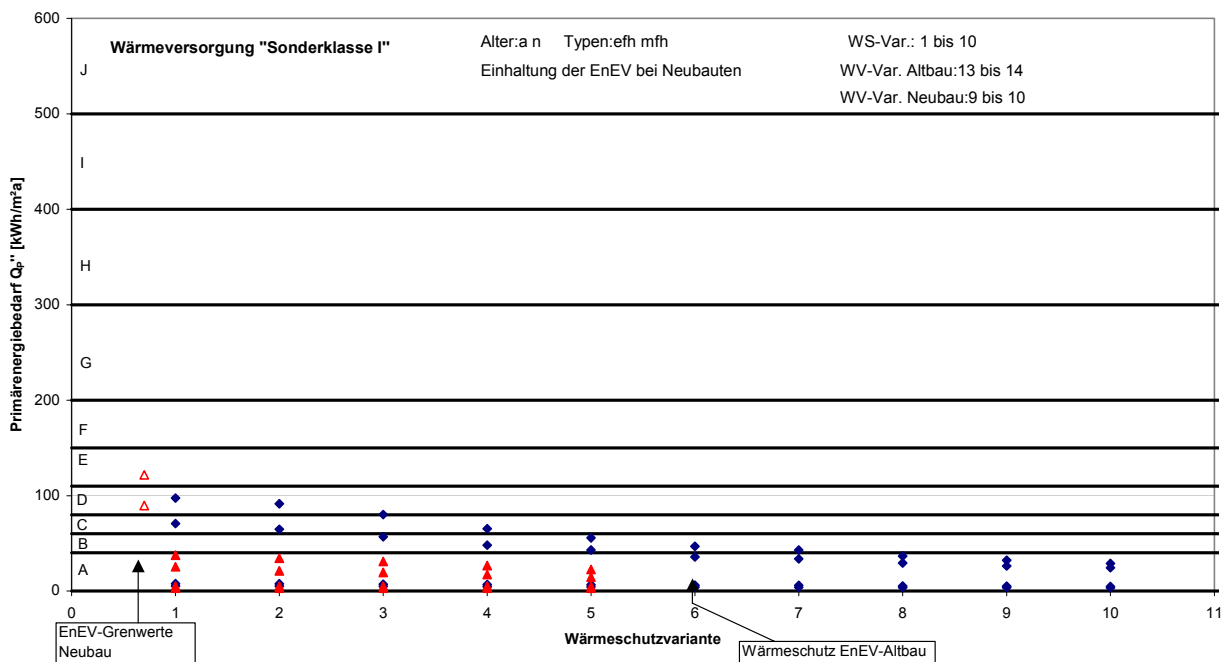


Bild 23: Wärmeversorgungssysteme der Stufe „Sonderklasse II“ (Biomasse-Anlagen und fossile KWK-Anlagen mit hohem elektrischen Wirkungsgrad), Primärenergiebedarf Q_p “ für alle Wärmeschutzvarianten (Altbau: Rauten, Neubau: Dreiecke)

Bild 23 zeigt die beiden Heizsysteme aus der „Sonderklasse II“. Hierzu gehören zum einen die Biomasseheizung (hier: Holzpellets) und zum anderen die Nah- oder Fernwärmeversorgung aus KWK-Anlagen, die entweder mit Biomasse oder (bei gleichzeitig hohem elektrischen Wirkungsgrad und entsprechend hoher Stromkennzahl) mit fossilem Brennstoff betrieben werden.

Es ergibt sich ein völlig untypisches Resultat: Neubauten und Altbauten ab EnEV-Wärmeschutzstandard sind fast nur im Bereich A zu finden. Selbst Altbauten mit schlechtestem Wärmeschutzstandard sind in den Klassen A (KWK-Anlage) bzw. B bis maximal D (Holzpellet-Heizung) einzuordnen. (Im Bereich A sind die Altbau-Punkte teilweise in der Darstellung durch die Neubausymbole verdeckt. Dabei handelt es sich um die über die KWK-Anlage versorgten Altbauten.)

Die Kurvenverläufe sind dadurch zu erklären, dass den betrachteten Systemen ein Primärenergiefaktor (Primärenergieeinsatz dividiert durch Endenergieinhalt) nahe Null zugeordnet wird, so dass der Wärmeschutzstandard praktisch keine Rolle mehr spielt. Die primärenergetische Bewertung gibt also keinen Anreiz zum Energiesparen.

Wenn hier ein rein solares Energieversorgungssystem vorliegen würde, das allgemein übertragbar wäre, wäre an einer solchen Sichtweise auch nichts auszusetzen. Tatsächlich ist die Bewertung der betrachteten Systeme aber stark umstritten, da einerseits das Biomassepotential sehr begrenzt ist, so dass keine verallgemeinerbare Lösung vorliegt und andererseits die Stromgutschriftmethode, die zur Bewertung fossiler KWK-Anlagen herangezogen wird, im vorliegenden Kontext höchst zweifelhaft ist.

Die in der DIN V 4701-10 enthaltenen Regelungen sind hier also nicht sinnvoll und praxistauglich und sollten entsprechend geändert werden (siehe Anhang Abschnitt 5.2). Solange von einer Änderung nicht ausgegangen werden kann, muss diese Situation beim Energielabel berücksichtigt werden.

Konkret heißt das:

- Die primärenergetische Bewertung sollte durch eine weitere Klassifizierung ergänzt werden, um Fehlinterpretationen vorzubeugen. Hierfür bietet sich eine Betrachtung des baulichen Wärmeschutzes bzw. des Heizwärmebedarfs an. In den unterschiedlichen Entwürfen für den Energiepass wird diesem Umstand in verschiedener Weise Rechnung getragen. Im Hauptentwurf wird auf der zweiten Seite des Energiepasses der Heizwärmebedarf der Gebäudehülle bewertet. In der Label-Variante 3 erfolgt eine Relativierung schon auf dem Deckblatt durch Angabe der Wärmeschutzklasse.
- Auch im Altbau sind extrem niedrige Primärenergiebedarfswerte möglich, es wird also die gesamte Spanne von „Null“ bis zu extrem hohen Bedarfswerten abgedeckt. Der Spielraum für eine spezielle altbaubezogene Bewertung ist damit eingeschränkt (s.u.)

3.5 Spezielle Bewertungskala für die Gesamt-Energieeffizienz bei Bestandsgebäuden

Im Rahmen der Untersuchung war auch zu klären, ob für Bestandsgebäude eine spezielle Bewertungsskala eingeführt werden kann und soll, da es ja bei Altbauten generell schwieriger ist, einen vorgegebenen Zielwert für den Energiebedarf zu erreichen, als bei Neubauten. Im Übrigen würde durch die spezielle Skala (bei gleicher Anzahl der Gebäudekategorien von A bis J) eine differenziertere Einteilung im altbautypischen Bereich möglich.

Zunächst stellt sich das Problem, eine Abgrenzung zwischen Altbauten und Neubauten zu finden. Hierfür sehen wir zwei mögliche Alternativen:

Innerhalb der Bewertungsgruppe „Bestand“ werden klassifiziert:

1. Gebäude, die bis einschließlich Januar 2002 errichtet wurden;

Die Bewertung erstreckt sich hier also nur auf Gebäude, die vor dem In-Kraft-Treten der neuen EnEV errichtet wurden.

oder:

2. Gebäude, die älter als 10 Jahre sind.

Hier handelt es sich um einen pragmatischen Ansatz, der sich an den Teilmärkten im Immobiliengeschäft orientiert. Gebäude, die jünger als 10 Jahre sind, konkurrieren tendenziell mit gerade neu erstellten Gebäuden.

Eine Entscheidung für einen der beiden Ansätze soll hier nicht getroffen werden. Vielmehr werden die Vor- und Nachteile der speziellen Bewertung insgesamt diskutiert.

In Tab. 7 ist eine mögliche Bewertungsskala im Vergleich mit der allgemeinen Bewertung dargestellt. Damit das Bewertungsschema nicht zu kompliziert wird, wurde auf eine weitere mögliche Differenzierung zwischen Einfamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern verzichtet. Als Bewertungsgröße wird wiederum der Primärenergiekennwert Q_p verwendet.

Bei der Klasseneinteilung wurde die Vorgabe der Deutschen Energieagentur berücksichtigt, dass die Hürde für das Erreichen der Klasse A im Altbau nicht so hoch liegen dürfe, dass nur wenige Gebäude diese erreichen könnten. Die Klassen A bis C der allgemeinen Bewertungsskala wurden daher zu einer Klasse zusammengefasst. Oberhalb dieser neuen Klasse A der Altbau-Skala ergibt sich nun der Spielraum für eine deutlich differenziertere Bewertung der Altbauten, als es bei der allgemeinen Skala möglich ist. Im Bereich sehr hoher Energieverbräuche geht die spezielle Altbau-Skala wieder in die allgemeine Bewertungsskala über.

	Q _p " bis ...	
	allgemein	Altbau
A	40	80
B	60	110
C	80	150
D	110	200
E	150	250
F	200	300
G	300	350
H	400	400
I	500	500
J	>500	>500
	(in kWh/m ² a)	(in kWh/m ² a)

Tab. 7:
spezielle Bewertungsskala Primärenergie für Bestandsgebäude im Vergleich zur allgemeinen Bewertung

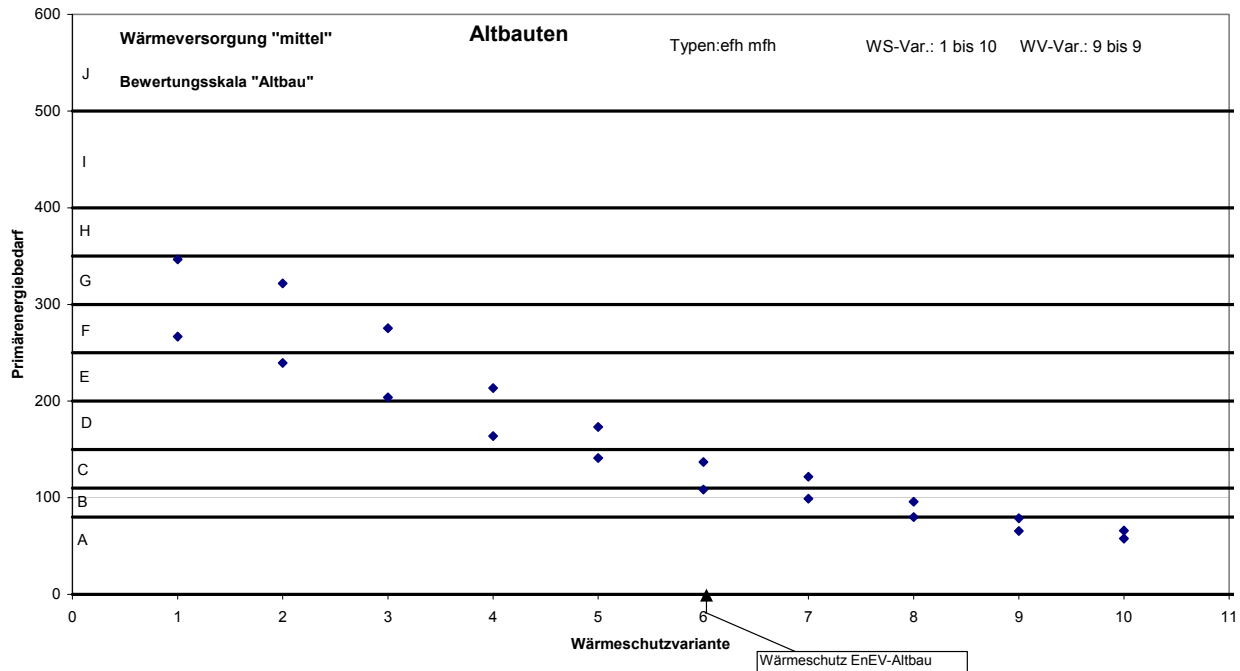


Bild 24: Spezielle Bewertung für Bestandsgebäude, Wärmeversorgungs-Variante Nr. 9 (Brennwärmtank + Solaranlage zur Trinkwarmwasserbereitung)

Bild 24 zeigt, dass für das Beispiel Brennwärmtank / solare Trinkwarmwassererwärmung die Klasse A durch die Wärmeschutzvariante 9 („Ultra-Niedrigenergiehaus“) erreicht wird. Beim Mehrfamilienhaus (untere Punktereihe) liegt man auch bei Wärmeschutzvariante 8 auf der Grenze zwischen A und B.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen für „mittlere“ und „gute“ Heizsysteme die Auswirkungen der speziellen Bewertung.

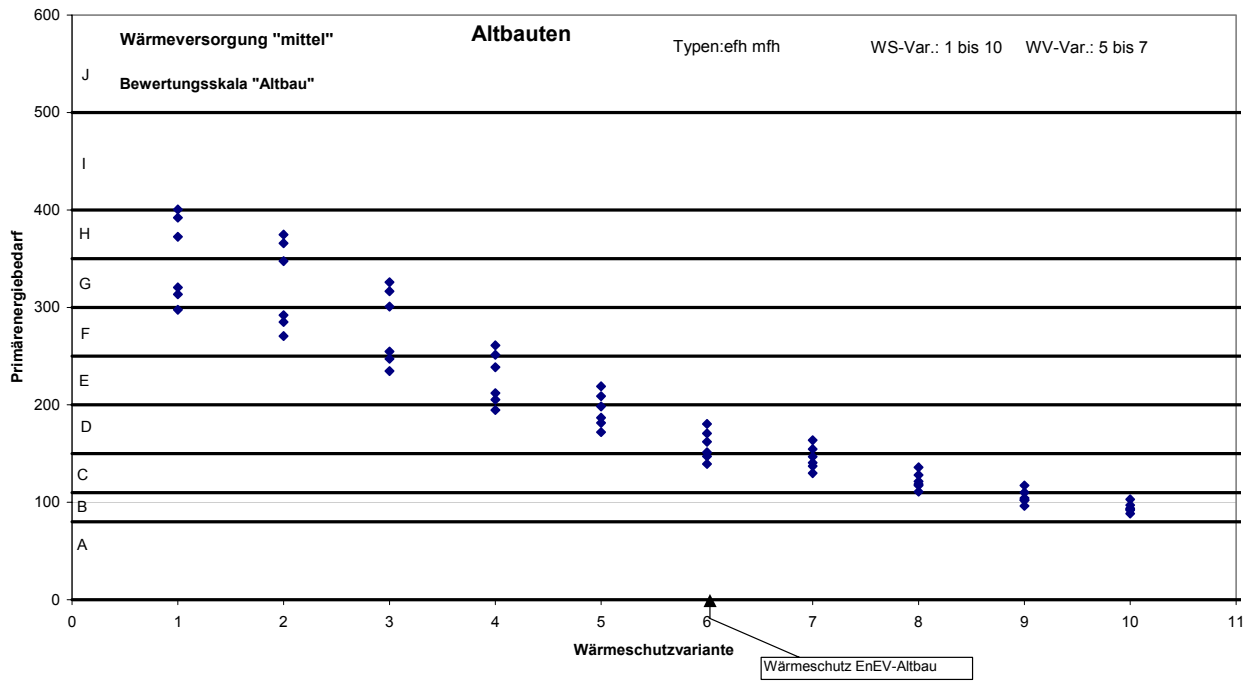


Bild 25: Spezielle Bewertung für Bestandsgebäude, „mittlere“ Wärmeversorgungssysteme

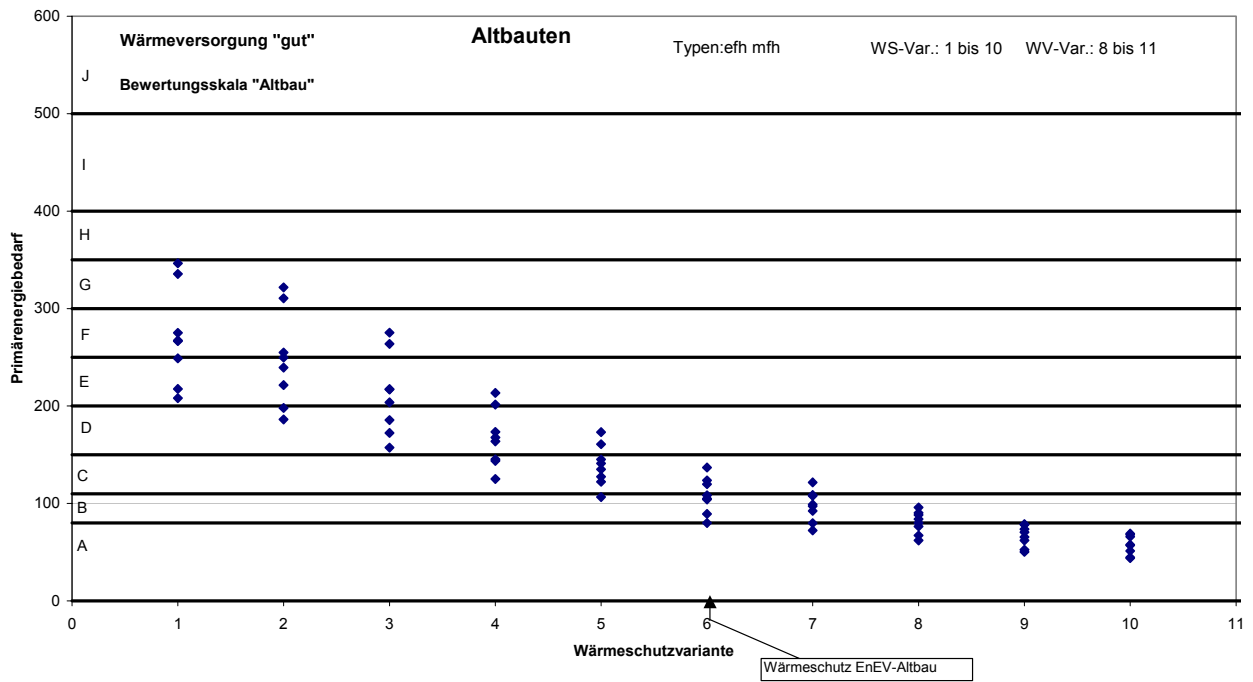


Bild 26: Spezielle Bewertung für Bestandsgebäude, „gute“ Wärmeversorgungssysteme

Der spezielle Bewertungsansatz für den Gebäudebestand ist allerdings generell als problematisch anzusehen, da zwei Maßstäbe für die selbe Größe „Primärenergiekennwert“ verwendet werden. Die Vorteile der speziellen Bewertung erscheinen nicht so groß, dass der Nachteil einer verminderten Übersichtlichkeit des Energielabels ausgeglichen wird. Mancher Anwender wird dadurch irritiert sein, dass sein Gebäude unter dem selben Gesichtspunkt „Primärenergiebedarf“, der ja ein globaler Maßstab für Umweltauswirkungen und Ressourcenverbrauch ist, zweifach bewertet wird.

Auch in der begleitenden Arbeitsgruppe wurde hervorgehoben, dass es schwierig ist, ein Instrument zu schaffen, das gleichzeitig die energetische Qualität von Gebäuden objektiv und eindeutig bewertet (= Bewertungsinstrument) und einen für die energetische Modernisierung des Gebäudebestands der Wohnungswirtschaft maximal motivierenden Charakter besitzt (= Energieberatungsinstrument) (Einwand von Prof. Lützkendorf in der begleitenden Arbeitsgruppe). Entsprechend dem in der Arbeitsgruppe gefundenen Konsens haben wir bei dem in Abschnitt 2 dargestellten Konzept für die Gestaltung des Energiepasses eine zusätzliche spezielle Bewertung von Q_p nicht berücksichtigt.

3.6 Bewertungsskala für die Wärmeschutzklasse

Die separate Bewertung des Gebäudewärmeschutzes (ergänzend zur primärenergetischen Bewertung) im Rahmen des Energiepasses besitzt die in Abschnitt 2.8.2 genannten Vorteile. Der Wärmeschutz kann sowohl direkt über den spezifischen Transmissionswärmeverlust H_T' als auch indirekt über den Heizwärmebedarf Q_H beschrieben werden. Das vorliegende Kapitel untersucht die Abhängigkeit von H_T' , die Skala für den Heizwärmebedarf wird in Abschnitt 3.7 dargestellt.

Die vorgeschlagenen Grenzen für die Bewertungsskala lauten folgendermaßen:

Klasse	H_T' (in W/m^2K) bis:
A	0,25
B	0,35
C	0,45
D	0,60
E	0,80
F	1,00
G	1,30
H	1,60
I	1,90
J	>1,90

Tab. 8:
Vorschlag für Bewertungsskala Wärmeschutz

Bild 27 gibt die Ergebnisse der Berechnungen für die verschiedenen Gebäudevarianten wieder. Aufgetragen ist der spezifische Transmissionswärmeverlust H_T' über dem Wärmeschutzstandard. Da sich bei dieser Bewertungsgröße der Flächenanteil der Bauteile mit unterschiedlichen U-Werten sehr stark auswirkt, wurden in die Untersuchung neben den geometrischen Daten der vier oben genannten Beispielgebäude auch die von weiteren 36 Gebäuden der am IWU erstellten deutschen Gebäudetypologie einbezogen.

Die oben beschriebenen Altbau-Wärmeschutzvarianten 1 bis 10 (blaue Rauten) sind entsprechend ihren Nummern eingetragen. Die Neubau-Wärmeschutzvarianten (rote Dreiecke) sind in diese Darstellung so „eingereiht“, dass sie hinsichtlich des Transmissionswärmeverlusts in etwa mit den jeweiligen Altbau-Varianten korrespondieren. Und zwar sind die Neubau-Wärmeschutzvarianten 1 und 2, die in etwa dem EnEV-Niveau entsprechen (EnEV-Nebenanforderung und leicht erhöhter Standard) bei Altbauvariante 7, die weitergehenden Neubauvarianten 3,4 und 5 (Niedrigenergiehaus bis Passivhaus) bei den Altbauvarianten 8, 9 und 10 eingetragen.

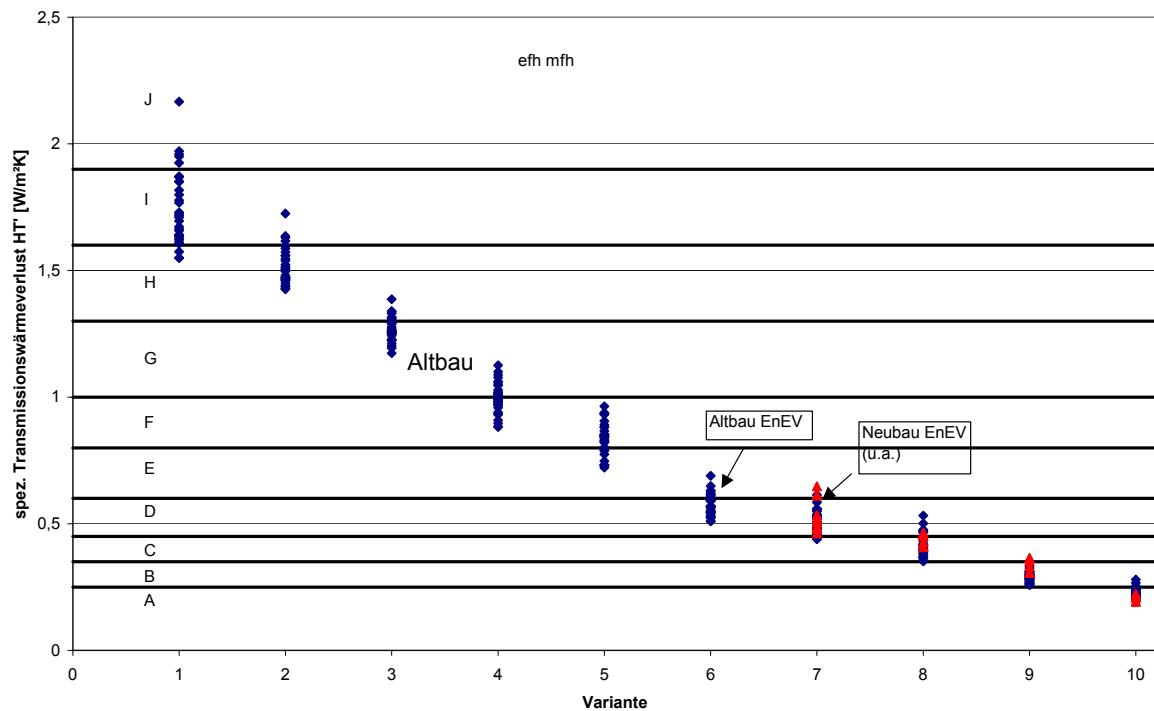


Bild 27: spezifischer, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogener Transmissionswärmeverlust H_T' und vorgeschlagene Klasseneinteilung (Altbauten: blaue Rauten, Neubauten: rote Dreiecke)

Klasse A wurde so gewählt, dass sie von Gebäuden auf Passivhausniveau (A-WS-10, N-WS-5) ungefähr erreichbar ist. Ultra-Niedrigenergiehäuser (A-WS-9, N-WS-4) erreichen in der Regel die Klasse B, während typische Niedrigenergiehäuser (A-WS-8, N-WS-3) in Klasse C, teilweise auch in Klasse D zu finden sind. Hier besteht ein fließender Übergang bzw. eine Überlappung zu Neubauten nach EnEV-Standard (N-WS-1,2), die sich typischerweise in Klasse D, teils auch schon in Klasse E befinden. Dies gilt in etwa auch für Altbauten, die vollständig auf EnEV-Niveau (Bestandsanforderungen) saniert wurden (A-WSV 6). Die weiteren Altbau-Standards schließen sich nach oben an. Die vorletzte Klasse I wird weitenteils nur durch Gebäude mit Einfachverglasung erreicht, die letzte Klasse J steht für absolute „Ausreißer“.

3.7 Bewertungsskala für den Heizwärmebedarf

Die Skala zur Einteilung des Heizwärmebedarfs ist in Tab. 9 dargestellt. Im Vergleich zum spezifischen Transmissionswärmeverlust ist zu beachten, dass hier gegebenenfalls auch eine Lüftungswärmerückgewinnung berücksichtigt werden kann. Bei Verwendung des Monatsbilanzverfahrens der DIN V 4108-6 ist es dem Anwender nämlich freigestellt, ob er die zurückgewonnenen Wärme bei der Bestimmung der Anlagenaufwandszahl oder bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs zum Ansatz bringt.

Um diesen Umstand in der Darstellung mit abzubilden, wurde die Variante 5 des Wärmeschutzes für Neubauten in Bild 28 durch eine weitere Variante ergänzt, bei der zusätzlich eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in Ansatz gebracht wird. Die Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung im Heizwärmebedarf würde bei der Primärenergieberechnung eine Kombination mit den Anlagentechnik-Varianten A-WV-10 und A-WV-11 sowie N-WV-6 und N-WV-7 ausschließen, in denen jeweils die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung enthalten ist.

Für die Bewertung des Heizwärmebedarfs im Energiepass wurde statt der Verwendung der Buchstaben A bis J eine ebenfalls in 10 Abschnitte unterteilte, kommentierte Skala verwendet (Variante 1 des Energiepasses, s. Kap. 2.2.3, Bild 3).

	Q_H " bis
A	20
B	40
C	60
D	80
E	100
F	125
G	150
H	200
I	250
J	>250
	(in kWh/m ² a)

Tab. 9: Vorschlag für Bewertungsskala Heizwärmebedarf

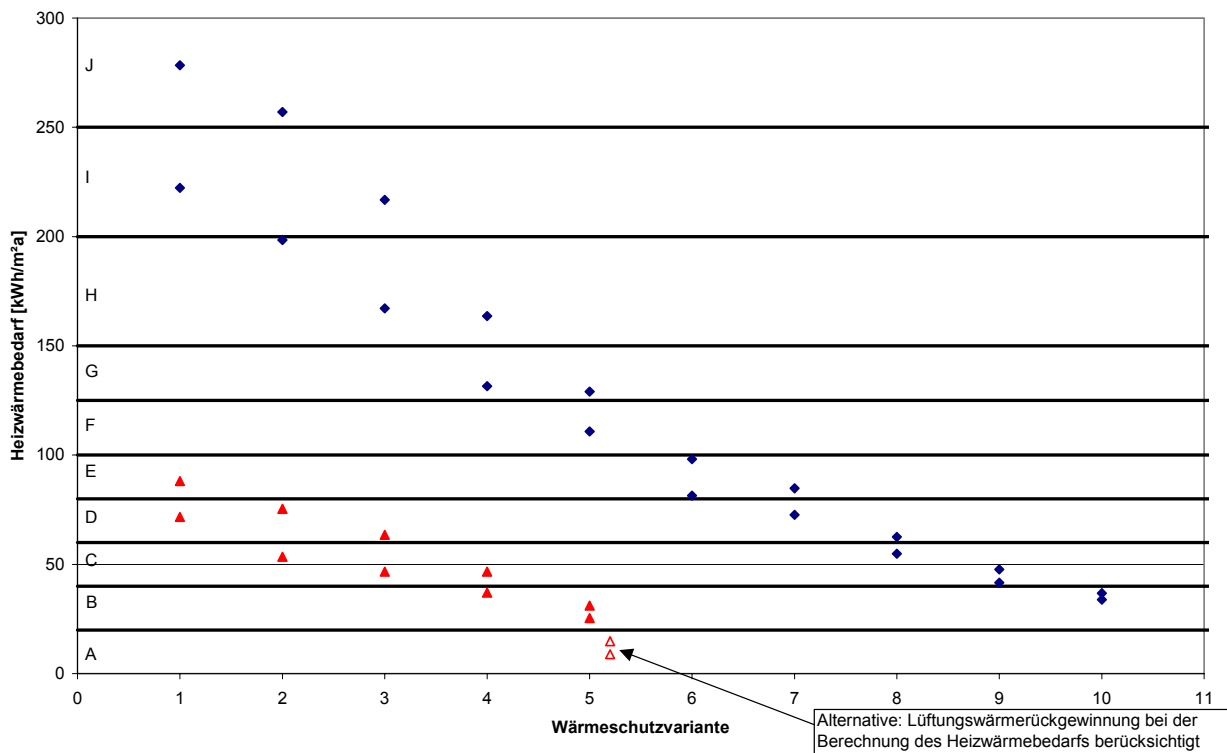


Bild 28: spezifischer, auf die „Gebäudenutzfläche“ A_N bezogener Heizwärmebedarf Q_H und vorgeschlagene Klasseneinteilung (Altbauten: blaue Rauten, Neubauten: rote Dreiecke)

3.8 Bewertungsskala für die Anlagenaufwandszahl

Analog zur Bewertung des Gebäude-Wärmeschutzes kann auch die Anlagentechnik der Wärmeversorgung separat bewertet werden. Die folgende Tabelle zeigt die vorgeschlagene Skala, in Bild 29 und Bild 30 sind die untersuchten Fälle für den Altbau bzw. Neubau dargestellt. Im Altbau wurden dabei die in der Praxis irrelevanten Kombinationen sehr guter Wärmeschutzstandards mit ineffizienten Heizsystemen, die zu sehr ungünstigen, für das jeweilige System nicht repräsentativen Anlagenaufwandszahlen führen würden, nicht berücksichtigt. Dementsprechend wurden hier die „schlechten“ Wärmeversorgungssysteme nur in Kombination mit den Altbau-Wärmeschutzstandards 1 bis 7 und die „mittleren“ Wärmeversorgungssysteme mit den Altbau-Wärmeschutzstandards 1 bis 8 dargestellt. Im Energiepass-Entwurf in Kap. 2.2.3 wurde auch hier, wie beim Heizwärmebedarf, statt der Buchstaben A-J eine kommentierte Skala verwendet.

	e_p bis..
A	0,8
B	1
C	1,2
D	1,4
E	1,6
F	1,8
G	2
H	2,25
I	2,5
J	>2,5

Tab. 10:
Vorschlag für Bewertungsskala Anlagenaufwandszahl

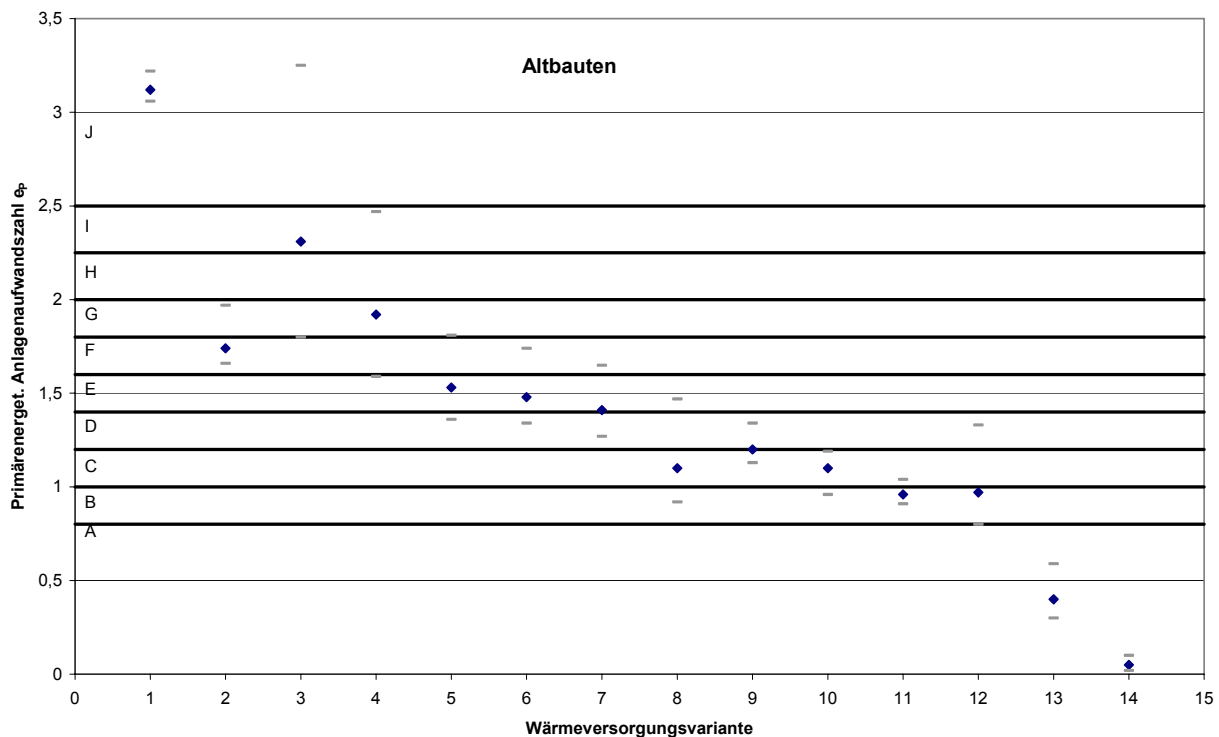


Bild 29: Altbauten: Anlagenaufwandszahl e_p und mögliche Klasseneinteilung (blaue Rauten: Mittelwert für das jeweilige System, graue Balken: In der Untersuchung aufgetretene Maxima und Minima)

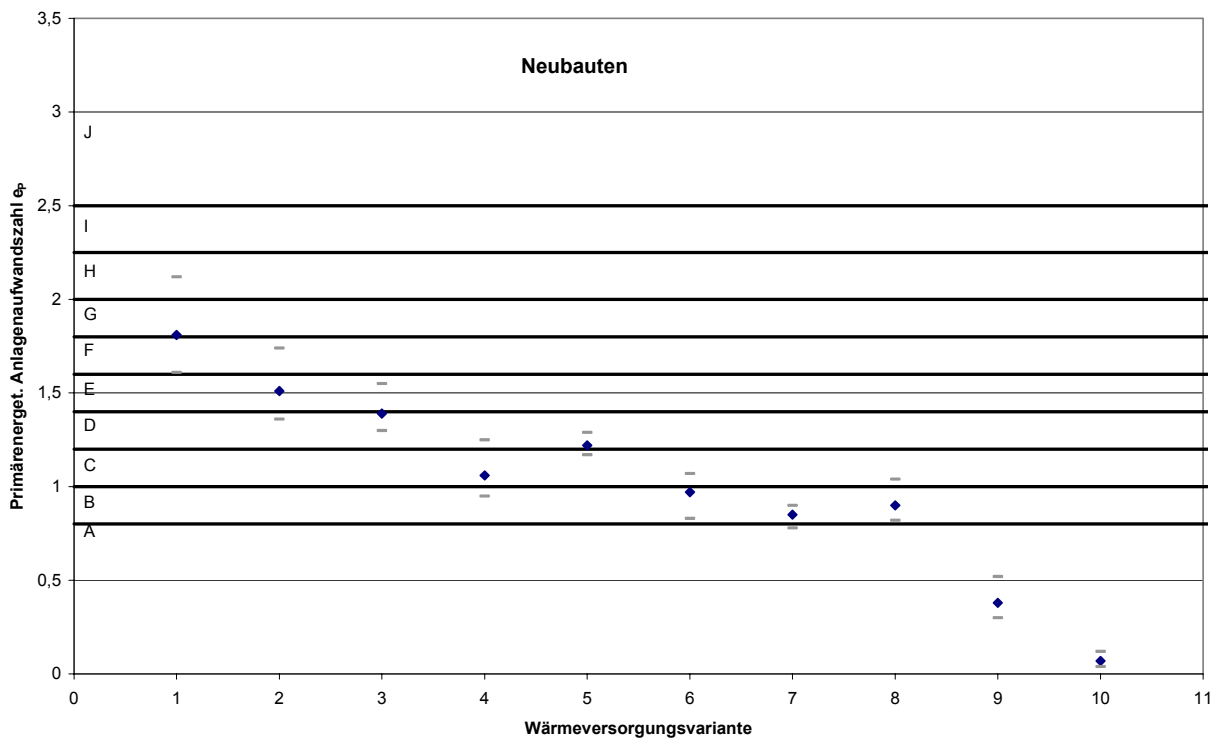


Bild 30: Neubauten: Anlagenaufwandszahl e_p und mögliche Klasseneinteilung (blaue Rauten: Mittelwert für das jeweilige System, graue Balken: In der Untersuchung aufgetretene Maxima und Minima)

4 Dienstleistungsgebäude

In den vorangehenden Kapiteln wurden nur Wohngebäude betrachtet. Im folgenden wird eine Übertragung auf Dienstleistungsgebäude vorgenommen. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Bei der Berechnung des Primärenergiebedarfs von Dienstleistungsgebäuden wird im Gegensatz zu Wohngebäuden nur die Heizung und nicht die Warmwasserbereitung berücksichtigt. Für den Primärenergiebedarf und die Anlagenaufwandszahl sind daher neue Bewertungsskalen zu erstellen. Auch der Heizwärmebedarf muss aufgrund anderer Berechnungsansätze neu untersucht werden. Dagegen kann die Skala für den spezifischen Transmissionswärmeverlust (Tab. 8) übernommen werden.
- Die Angaben für Dienstleistungsgebäude beziehen sich nicht auf die Gebäudenutzfläche A_N , sondern auf das beheizte Gebäudevolumen V_e . Aufgrund der bei Wohngebäuden geltenden Beziehung $A_N = 0,32 \text{ m}^2/\text{m}^3 V_e$ lassen sich die beiden Skalen aber leicht ineinander umrechnen.

- Der Energieverbrauch von Dienstleistungsgebäuden wird häufig sehr wesentlich durch den Kühlenergiebedarf mitbestimmt. Obwohl dieser ebenfalls von der Baukonstruktion, namentlich vom Gebäudewärmeschutz abhängt, geht er bei der EnEV nicht in die Berechnung des Primärenergiebedarfs ein. In der begleitenden Arbeitsgruppe wurde daher die Frage diskutiert, ob die Anwendung des Energiepasses möglicherweise zunächst auf nicht klimatisierte Dienstleistungsgebäude beschränkt werden sollte. Dadurch sollte verhindert werden, dass Gebäude mit einem erheblichen Kühlenergiebedarf in einer guten Energieeffizienzklasse geführt werden. Diese Frage kann hier nicht abschließend beantwortet werden. Auf längere Sicht ist die Einführung eines Berechnungsverfahrens anzustreben, bei dem auch der Energiebedarf für Klimatisierung Berücksichtigung findet.

Im Rahmen einer Sonderuntersuchung wurde die Umrechnung der Bewertungsskala für den Heizwärmebedarf von Wohngebäuden auf Dienstleistungsgebäude vorgenommen. Dazu wurde der Heizwärmebedarf der in Kap. 3.1 beschriebenen Dienstleistungsgebäude einmal entsprechend den Berechnungsvorschriften der EnEV für Dienstleistungsgebäude und einmal aus Vergleichsgründen gemäß den Vorschriften für Wohngebäude berechnet. Aufgrund der längeren Nachtabsenkung und (bei Bürogebäuden) höherer interner Gewinne ist der Heizwärmebedarf für Dienstleistungsgebäude niedriger als für Wohngebäude. Im Mittel der untersuchten Fälle ergab sich: $Q_H(\text{Dienstleistungsgebäude}) = 0,9 Q_H(\text{Wohngebäude})$. Mit dieser Gleichung folgt aus Tab. 9 nach Umrechnung auf das Gebäudevolumen die Bewertungsskala für den Heizwärmebedarf von Dienstleistungsgebäuden, die in Tab. 11 dargestellt ist:

	Q_H' bis
A	5,5
B	11,0
C	17,0
D	23,0
E	29,0
F	36,0
G	43,0
H	58,0
I	72,0
J	>72,0
	(in kWh/m ³ a)

Tab. 11:

Dienstleistungsgebäude: Vorschlag für Bewertungsskala Heizwärmebedarf (Bezugsgröße: Beheiztes Gebäudevolumen)

Um auch bei den Skalen für die Aufwandszahl und den Primärenergiebedarf eine zu den Skalen der Wohngebäude korrespondierende Bewertung zu gewährleisten, wurde zunächst eine weitere Untersuchung durchgeführt. Dabei wurden die Berechnungen für die Dienstleistungsgebäude und die Mehrfamilienhaus-Wohngebäude unter der Voraussetzung durchgeführt, dass im einen Fall das Wärmeversorgungssystem nur die Heizung bedient, während im anderen Fall zusätzlich eine Warmwasserversorgung angesetzt wurde. Bild 31 zeigt die Ergebnisse der Untersuchung: Auf der x-Achse ist die ursprüngliche Anlagenaufwandszahl e_P (Heizung und Warmwasserversorgung), auf der y-Achse die neue Aufwandszahl $e_{P,H}$ (nur für Heizung) aufgetragen. Ebenfalls in der Abbildung ist die Ausgleichsgrade $e_{P,H} = 0,84 e_P$ eingetragen, die die Abhängigkeit der beiden Größen ungefähr wiedergibt. Aufgerundet ergibt sich die folgende Näherungsgleichung für die Umrechnung, die in den folgenden Untersuchungen angesetzt wurde: $e_{P,H} = 0,85 e_P$.

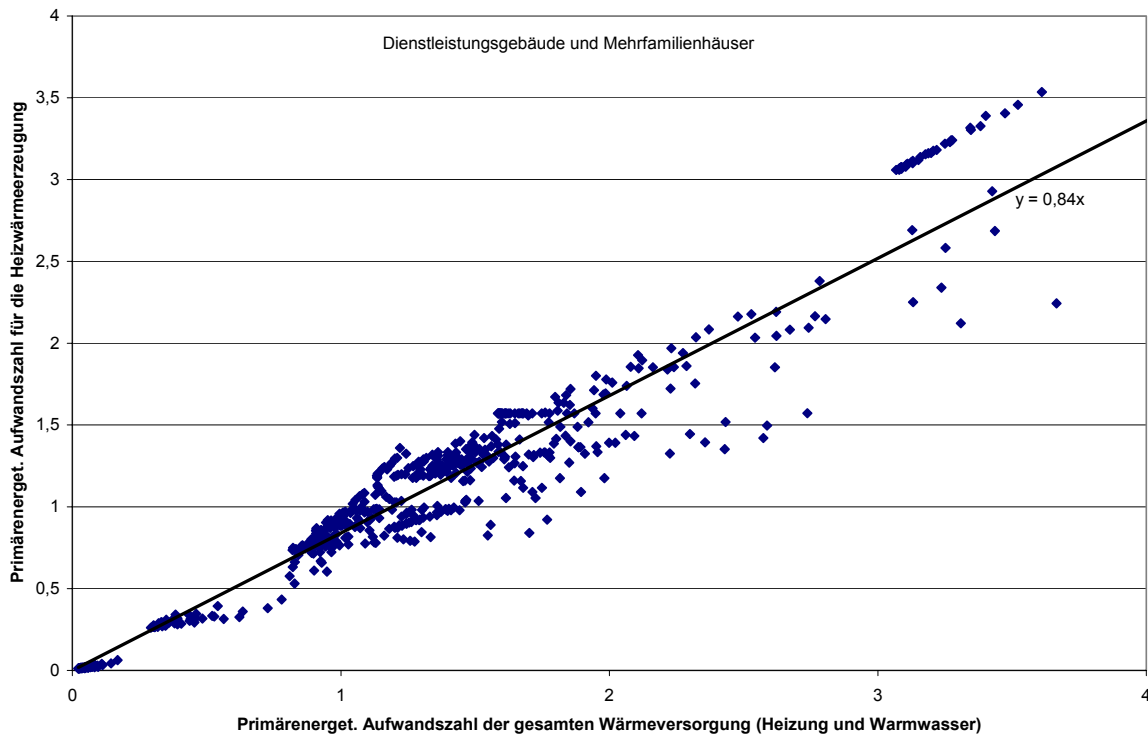


Bild 31: Sonderuntersuchung: Aufwandszahl für Heizung $e_{P,H}$ (ohne gleichzeitige Trinkwarmwasserbereitung) in Abhängigkeit von der Aufwandszahl e_P (Heizung und Trinkwarmwasserbereitung).

Auf Basis dieser Gleichung und von Tab. 10 wurde die Bewertungsskala für die Anlagenaufwandszahl bei der Gebäudeheizung ermittelt, die in Tab. 12 eingetragen ist. Die Zahlen wurden geringfügig angepasst, um glatte Werte zu erhalten.

	$e_{P,H}$ bis..
A	0,70
B	0,85
C	1,00
D	1,20
E	1,35
F	1,55
G	1,70
H	1,90
I	2,10
J	>2,1

Tab. 12: Dienstleistungsgebäude: Vorschlag für Bewertungsskala Anlagenaufwandszahl $e_{P,H}$ (nur Heizung, ohne Trinkwarmwasserbereitung)

Aus den Skalen für Q_H' (Dienstleistungsgebäude) und $e_{P,H}$ in Tab. 11 u. Tab. 12 wurde gemäß der Beziehung $Q_{P,H}' = e_{P,H} Q_H'$ die Klasseneinteilung für den Heizungs-Primärenergiebedarf der Dienstleistungsgebäude $Q_{P,H}'$ durchgeführt. Dies erfolgte unter der Bedingung, dass in der Mitte gleicher Klassen liegende Werte von Q_H' und $e_{P,H}$ auch innerhalb der entsprechenden Klasse von $Q_{P,H}'$ liegen müssen. Die vorgeschlagene Skala ist in Tab. 13 dargestellt:

	Q _{P,H} ' bis ...
A	6
B	11
C	17
D	26
E	37
F	50
G	70
H	100
I	130
J	>100
	(in kWh/m³a)

Tab. 13:

Dienstleistungsgebäude: Skala für Q_{P,H}' (Bezugsgröße: beheiztes Gebäudevolumen)

Auf Basis dieser Bewertungsskala wurden die in Kapitel 3.1 dargestellten Muster-Dienstleistungsgebäude untersucht. Es wurden dieselben Wärmeschutzstandards und Wärmeversorgungssysteme angesetzt wie bei den Wohngebäuden (vgl. Kap. 3.2). Dabei ist nur zu beachten, dass wegen der Beschränkung auf die Gebäudeheizung die elektrische Warmwasserbereitung und die thermische Trinkwarmwasser-Solaranlage nicht zum Einsatz kommen, so dass z.B. einige Varianten entfallen, da sie bereits durch andere Varianten abgedeckt werden. Insbesondere entfallen A-WV-6, A-WV-9, N-WV-2 und N-WV-5.

In Bild 32 bis Bild 34 sind die Ergebnisse der Untersuchung für „schlechte“, „mittlere“ und „gute“ Anlagen dargestellt.

In Bild 35 bis Bild 37 ist – analog zu der in Kapitel 2.2 beschriebenen Variante für Wohngebäude – die Gestaltung des Energiepasses für Dienstleistungsgebäude aufgezeigt.

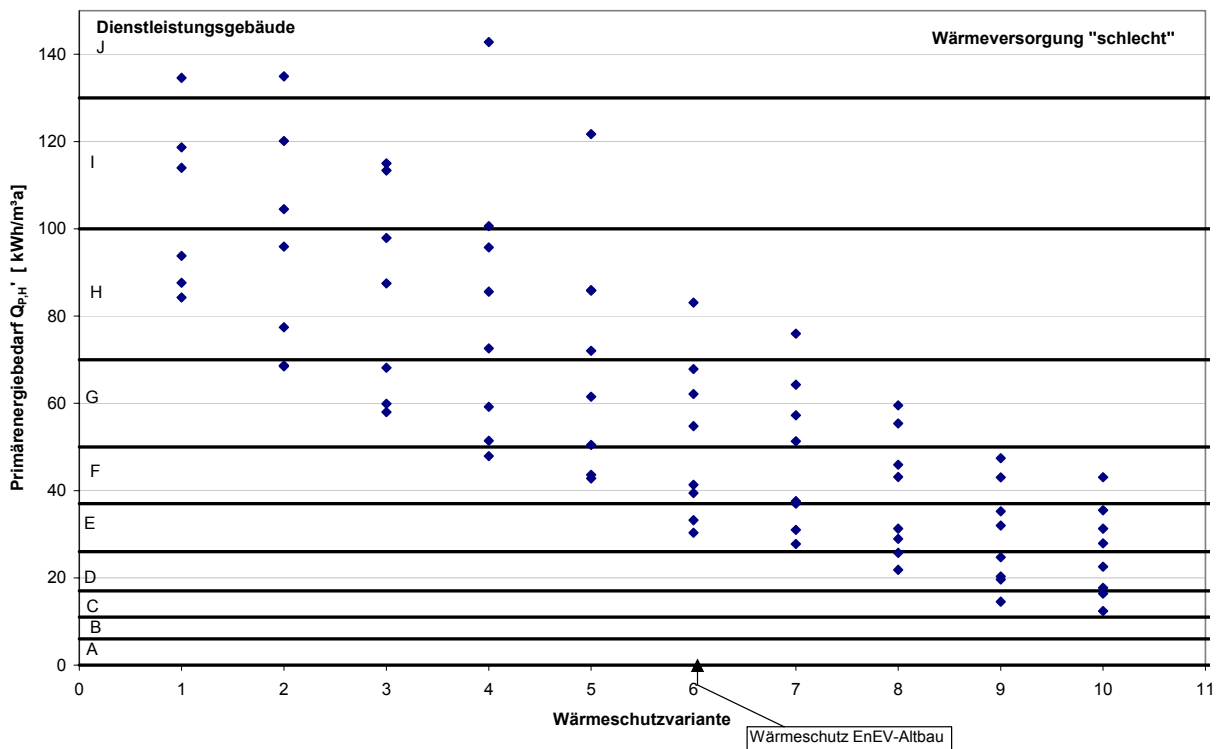


Bild 32: Dienstleistungsgebäude, Wärmeversorgungssysteme der Stufe „schlecht“: Primärenergiebedarf Q_{P,H}' für alle Wärmeschutzvarianten (Altbau: Rauten, Neubau: Dreiecke)

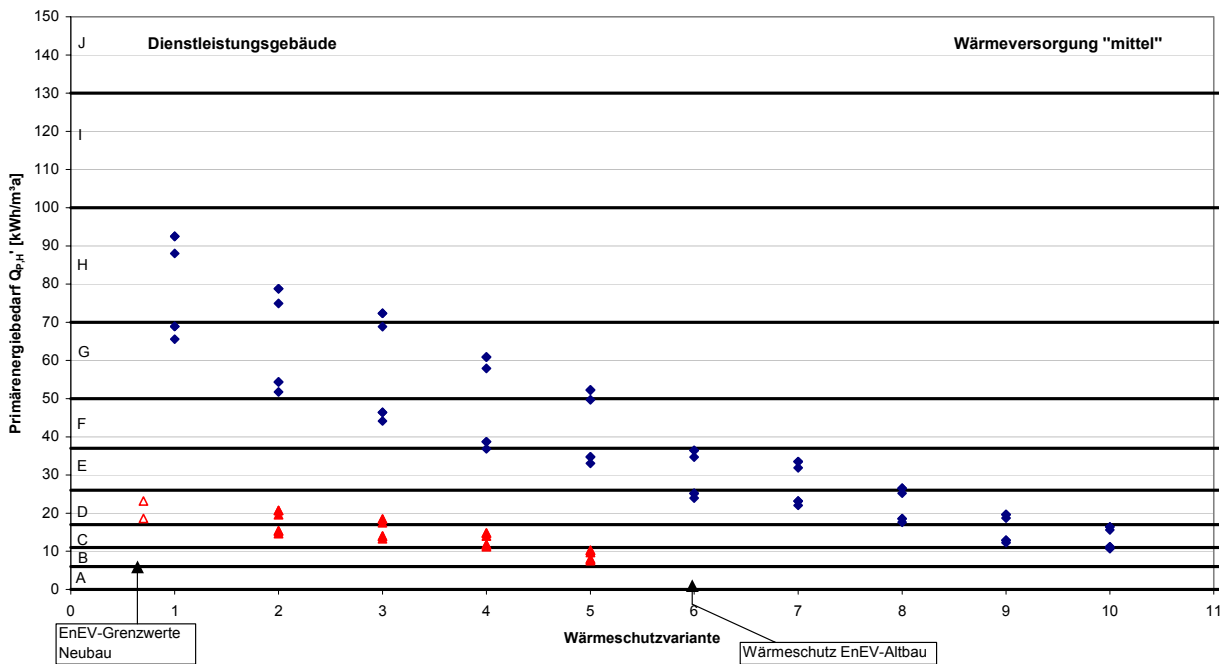


Bild 33: Dienstleistungsgebäude, Wärmeversorgungssysteme der Stufe „mittel“: Primärenergiebedarf $Q_{P,H}$ für alle Wärmeschutzvarianten (Altbau: Rauten, Neubau: Dreiecke)

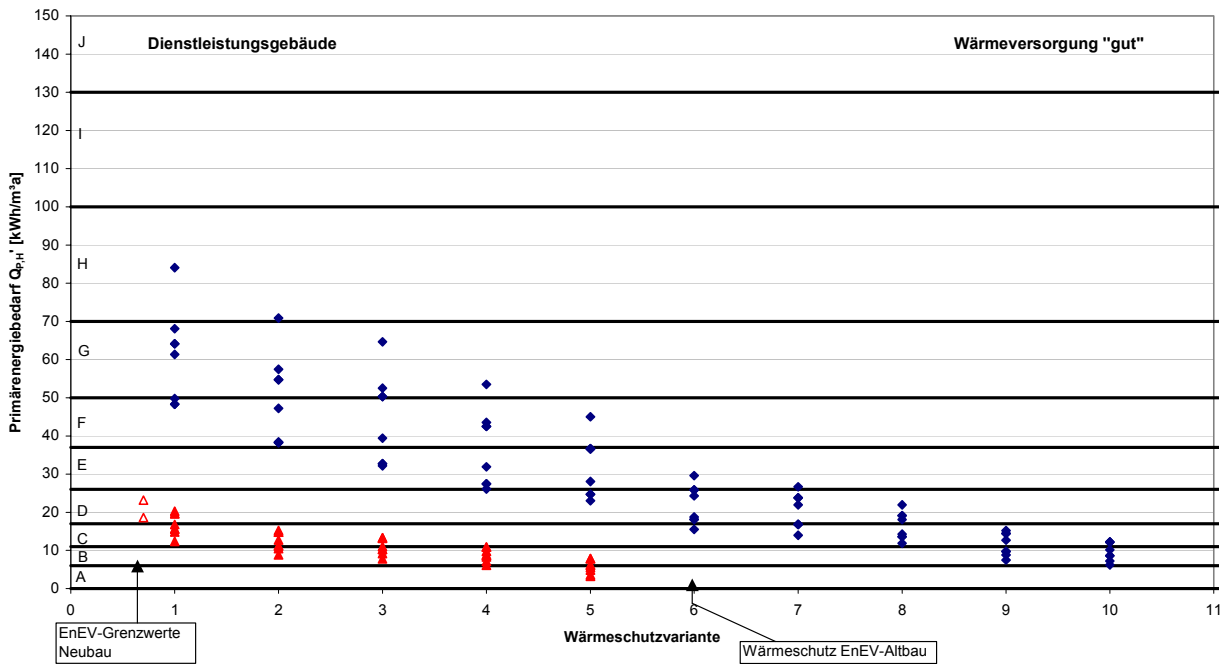


Bild 34: Dienstleistungsgebäude, Wärmeversorgungssysteme der Stufe „gut“: Primärenergiebedarf $Q_{P,H}$ für alle Wärmeschutzvarianten (Altbau: Rauten, Neubau: Dreiecke)

Gebäude- Energiepass

Logo
Aussteller
(optional)

Objekt:
Muster-Schulgebäude
Lehrstraße 1
54321 Altdorf

Baujahr: 1964
modernisiert: -

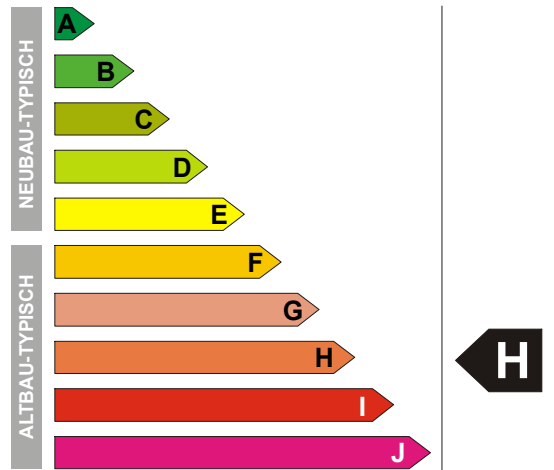
Energiepass
ausgestellt am: 15.11.2002



Energieeffizienz

Heizung und
Warmwasser

Geringer Energiebedarf



Hoher Energiebedarf



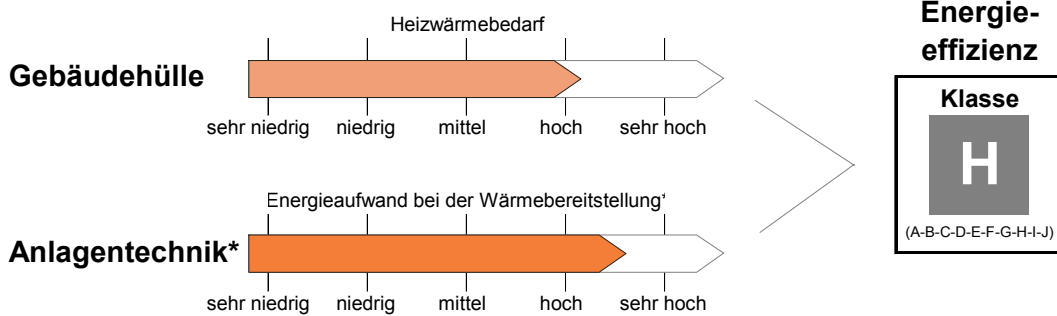
Bild 35: Gestaltungsvariante für Dienstleistungsgebäude: Label-Deckblatt

Gebäude-Energiepass

Teil A – Seite 2
Energiebedarf und Bewertung

Objekt / Nutzungsart:	Muster-Schulgebäude	Baujahr:	1964
Straße + Haus-Nr.:	Lehrstraße 1	Anzahl Geschosse:	3
PLZ + Ort:	54321 Altdorf	beheizte Netto-Grundfläche:	1094 m ²
Eigentümer (ggf. Adresse):	Landkreis Mittelland		

Bewertung



*) Aufwand an nicht-erneuerbarer Energie im Verhältnis zur bereitgestellten Wärmemenge

Endenergiebedarf

für Raumheizung (gemäß Energiebilanzberechnung)

Energieträger	Raumheizung	Hilfsgeräte*	jährlicher Bedarf	Energiekennwerte in kWh pro m ² beheizte Netto-Grundfläche
Heizöl	x		28.524 Liter/a	261 kWh/(m ² a)
Strom		x	3.638 kWh/a	3 kWh/(m ² a)
				0 kWh/(m ² a)

*) Strombedarf für Pumpen, Regelung, Ventilatoren etc.

Hinweise zum Vergleich mit dem tatsächlichen Energieverbrauch (Verbrauchserfassung siehe Energiepass Teil D)

Die Energiekennwerte wurden berechnet unter Zugrundelegung der bau- und anlagentechnischen Kenngrößen des Gebäudes und normierter Annahmen für das Klima (Außentemperatur, solare Einstrahlung) und die Nutzung des Gebäudes (Raumtemperatur, Lüftung, Warmwasserbedarf).

Abweichungen zwischen dem bei dem Gebäude gemessenen Verbrauch und dem oben berechneten Bedarf können entstehen durch:

- eine von der Normnutzung abweichende reale Nutzung des Gebäudes
- ein vom Normklima abweichendes reales Klima
- Unsicherheiten und Vereinfachungen bei der Datenaufnahme oder dem mathematischen Modell des Gebäudes und seiner Anlagentechnik

Zum besseren Vergleich ist die Hochrechnung des gemessenen Jahresverbrauchs auf ein durchschnittliches Klima zu empfehlen ("Witterungsbereinigung" gemäß VDI 3807).

Bild 36: Gestaltungsvariante für Dienstleistungsgebäude: Seite 2 von Energiepass-Teil A

Gebäude-Energiepass

Teil A – Seite 3 Bewertungsgrößen und -skalen

Energiepass ausgestellt durch: **Energiebeauftragter**
Kreisverwaltung Mittelland

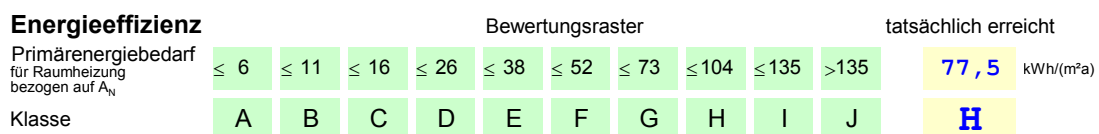
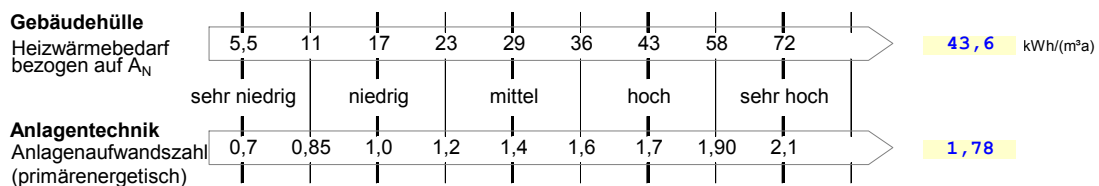
Objekt / Nutzungsart:	Schule	Anzahl Geschosse:	3
	Hauptgebäude	Brutto-Grundfläche gesamt:	1465 m ²
Straße + Haus-Nr.:	Lehrstraße 1	beheizte Netto-Grundfläche:	1094 m ²
PLZ + Ort:	54321 Altdorf	Baujahr / Modernisierung:	1964 / -
Eigentümer (ggf. Adresse):	Landkreis Mittelland		

Bewertungsgrößen gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV)

A/V-Verhältnis		0,458	1/m
beheiztes Gebäudevolumen V _e gemäß EnEV		4192	m ³
spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T'	gemäß DIN V 4108-6	1,540	W/(m ² K)
Heizwärmebedarf* Q _H '	gemäß DIN V 4108-6	43,6	kWh/(m ² a)
Anlagenaufwandszahl e _p	gemäß DIN V 4701-10	1,78	
Primärenergiebedarf* Q _p ' = Q _H ' x e _p	gemäß DIN V 4701-10	77,5	kWh/(m ² a)

*) bezogen auf das Gebäudevolumen V_e

Bewertungsskalen



Erläuterungen

Brutto-Grundfläche: Brutto-Grundfläche aller Geschosse nach DIN 277

beheizte Netto-Grundfläche: beheizter Teil der Netto-Grundfläche aller Geschosse nach DIN 277

"Gebäudenutzfläche" A_N: nach EnEV = 0,32 x beheiztes Gebäudevolumen (A_N ist i.d.R. 10 bis 40% größer als die beheizte Wohnfläche)

A/V-Verhältnis: Verhältnis aus Hüllfläche des Gebäudes und Volumen

spezifischer Transmissionswärmeverlust: Transmissionswärmeverluste pro Kelvin Temperaturdifferenz zwischen innen und außen und m² thermische Hülle; entspricht etwa dem mittleren U-Wert (früher: k-Wert)

Heizwärmebedarf: jährlicher Bedarf an Nutzwärme für die Raumheizung (= Wärmeabgabe der Heizflächen)

Endenergiebedarf: jährl. Bedarf an Energieträgern für die Raumheizung (Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Fernwärme, Strom, Holz etc.)

Primärenergiebedarf: jährl. Gesamtbedarf an nicht-erneuerbarer Energie für die Raumheizung (inkl. Aufwand f. Gewinnung, Aufbereitung und Transport der Energieträger)

Anlagenaufwandszahl: Verhältnis aus Primärenergiebedarf und Nutzwärmebedarf

Randbedingungen für die Berechnung

Klima-Datensatz:	Standardklima Deutschland	Verwendete Software	EnEV-XL 2.0
Länge der Heizzeit:	273 d/a	Verfahren	Monatsbilanz
Raum-Solltemperatur in der Heizzeit:	19,0 °C		
Nachtsabsenkung:	10 h/d		
Luftwechsel:	0,7 1/h		

Bild 37: Gestaltungsvariante für Dienstleistungsgebäude: Seite 3 von Energiepass-Teil A

5 ANHANG

5.1 Quellen

- [Diefenbach et al. 2002] Diefenbach, N.; Loga, T.; Born, R.; Großklos, M.; Herbert, C.: **Energetische Kenngrößen für Heizungsanlagen im Bestand**; Studie im Auftrag des Ingenieurbüros für energieeffiziente Gebäudetechnik VENTECS (Prof. Strauß) als Grundlage für EID-Sanierungsenergiepass (noch nicht veröffentlicht); IWU Darmstadt, November 2002
- [Gierga, Erhorn 1994] Gierga, M.; Erhorn, H.: **Bestand und Typologie beheizter Nichtwohngebäude in Westdeutschland**; Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart, Mai 1993 (herausgegeben vom Forschungszentrum Jülich; Programmgruppe Technologiefolgenforschung; 1994)
- [Loga et al. 2001] Loga, T.; Diefenbach, N.; Born, R.: **Guter Ansatz - schwache Standards: die neue Energieeinsparverordnung**; Stellungnahme zum Referentenentwurf vom 29. November 2000 bzw. Kabinettsbeschluss vom 7. März 2001; IWU Darmstadt, März 2001

5.2 Alternatives Verfahren zur Bewertung von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

Um die mit der DIN V 4701-10 verbundenen Probleme bei der Bewertung von KWK- und Biomasse-Anlagen zu umgehen, kann über die Verwendung alternativer Berechnungsansätze nachgedacht werden.

In dem am IWU verfassten Aufsatz „Bewertung der Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Biomasse-Heizsystemen“ werden neue Ansätze zur Beschreibung dieser Systeme vorgestellt. Die folgenden Tabellen zeigen im Vergleich die Primärenergiefaktoren unterschiedlicher Nah- und Fernwärmeversorgungs-systeme, wie sie sich bei Anwendung der vorgeschlagenen Berechnungsmethode bzw. nach DIN V 4701 (Verwendung von Planungsdaten) ergeben.

	Nahwärme-BHKW 50 kWel	Nahwärme-BHKW 200 kWel	Nahwärme-BHKW 1,5 MWel	Nahwärme-BHKW 1,5 MWel, höherer Deckungsgrad	Fernwärme aus GuD- Heizkraftwerk	zum Vergleich: Nah- /Fernwärme aus Heizwerk (ohne KWK)
Eingaben						
Elektrischer Jahresnutzungsgrad der KWK-Anlage	0,30	0,33	0,38	0,38	0,46	0,00
Thermischer Jahresnutzungsgrad der KWK-Anlage	0,60	0,56	0,51	0,51	0,35	0,92
Deckungsgrad der KWK-Anlage an der Wärmeerzeugung	0,75	0,75	0,75	0,95	0,75	1,00
Jahresnutzungsgrad des ergänzenden Wärmeerzeugers ("Spitzenlast-Kessel")	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	
Verteilungsnutzungsgrad des Nah- bzw. Fernwärmenetzes	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Ergebnisse						
nach vorgeschlagenem Verfahren:						
Primärenergiefaktor des Wärmeversorgungssystems	0,99	0,97	0,94	0,84	0,92	1,30
Primärenergie-Einsparung gegenüber Heizwerk	24%	25%	28%	35%	29%	0%
nach DIN V 4701-10 (Berechnung aus Planungsdaten)						
Primärenergiefaktor des Wärmeversorgungssystems	0,60	0,49	0,26	0,00	0,00	1,30
Primärenergie-Einsparung gegenüber Heizwerk	54%	63%	80%	100%	100%	0%

Tab. 14: Vergleich eines neuen Bewertungsverfahrens für KWK-Anlagen mit dem Ansatz der DIN V 4701-10: Systeme der Nah-/Fernwärmeversorgung

	BHKW im Gebäude 10 kWel	BHKW im Gebäude 50 kWel	BHKW im Gebäude 50 kWel, höherer Deckungsgrad	zum Vergleich: Brennerkessel im Gebäude	zum Vergleich: Niedertemperatur- kessel im Gebäude
Eingaben					
Elektrischer Jahresnutzungsgrad der KWK-Anlage	0,26	0,30	0,30	0,00	0,00
Thermischer Jahresnutzungsgrad der KWK-Anlage	0,64	0,60	0,60	0,99	0,92
Deckungsgrad der KWK-Anlage an der Wärmeerzeugung	0,75	0,75	0,95	1,00	1,00
Jahresnutzungsgrad des ergänzenden Wärmeerzeugers ("Spitzenlast-Kessel")	0,92	0,92	0,92		
Nah-/Fernwärmenetz nicht vorhanden					
Ergebnisse					
nach vorgeschlagenem Verfahren:					
Primärenergiefaktor x Erzeugeraufwandszahl des Wärmeversorgungssystems	0,94	0,91	0,83	1,11	1,20
Primärenergieeinsparung gegenüber NT-Kessel	22%	24%	30%	7%	0%
nach DIN V 4701-10 (Berechnung aus Planungsdaten)					
Primärenergiefaktor x Erzeugeraufwandszahl des Wärmeversorgungssystems	0,67	0,55	0,38	1,11	1,20
Primärenergieeinsparung gegenüber NT-Kessel	44%	54%	69%	7%	0%

Tab. 15: Vergleich eines neuen Bewertungsverfahrens für KWK-Anlagen mit dem Ansatz der DIN V 4701-10: Systeme zur Wärmeversorgung ohne Nah-/Fernwärmenetz