

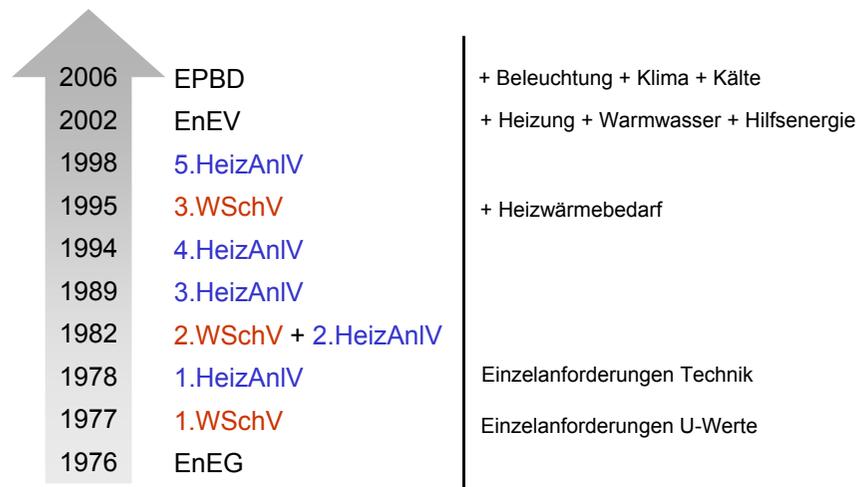
# Energiepässe

DVGW – Arbeitskreissitzung  
Wolfenbüttel – 1. Dezember 2005

Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff  
FH Braunschweig/Wolfenbüttel

# Gesetzliche Grundlagen

## Entwicklung der Rechtsgrundlagen und der Energiebilanzierung



## Jetzige EnEV 2002/2004

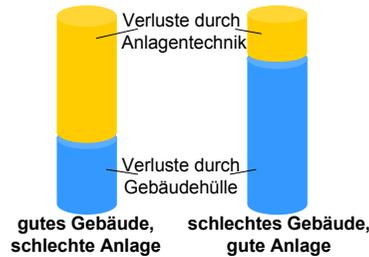
Anforderungen der EnEV

**Im Neubau:**

- energetischer Nachweis: Primärenergiebedarf  $Q_p$  und bezogener Transmissionswärmeverlust  $H_T'$  ... mit zahlreichen Ausnahmen
- Mindestwärmeschutz, Wärmebrückenminimierung, Gebäudedichtheit
- Kesselgüte, Mindestausstattung der Regelung, Leitungsdämmung

**Im Bestand:**

- energetischer Nachweis: nur Einzelnachweis für Bauteile möglich
- mehrere Nachrüstverpflichtungen (Dämmung, Kesseltausch mit Fristen)



Anforderungen der EnEV an Neubauten - Zusammenfassung:

Gebäudegruppen	Hauptanforderung	Nebenanforderung
Gebäude mit normalen Innentemperaturen	Regelfälle Wohngebäude, mehr als 50 % Warmwasserbereitung aus elektrischem Strom	$Q_p = 72,94 + 75,29 \cdot \frac{A}{V_e}$ $H_T' = 0,3 + \frac{0,15}{A/V_e}$
	Wohngebäude, sonstige Warmwasserbereitung	$Q_p = 50,94 + 75,29 \cdot \frac{A}{V_e} + \frac{2}{100}$ $H_T' = 0,3 + \frac{0,15}{A/V_e}$
	Nichtwohngebäude, Fensterflächenanteil $\leq 30\%$	$Q_p = 9,9 + 24,1 \cdot \frac{A}{V_e}$ $H_T' = 0,3 + \frac{0,15}{A/V_e}$
	Nichtwohngebäude, Fensterflächenanteil $> 30\%$	$Q_p = 9,9 + 24,1 \cdot \frac{A}{V_e}$ $H_T' = 0,35 + \frac{0,24}{A/V_e}$
Gebäude mit geringem Volumen $V_e \leq 100 \text{ m}^3$	alle Gebäude mit mindestens 70 % KWK oder regenerativen Energien (selbsttätig befeuerte Wärmeerzeuger)	keine
	alle Gebäude mit mindestens 50 % Einzelheizstätten oder Wärmeerzeuger, für die es keine Regeln der Technik gibt	keine
	Ein- und Zweifamilienhäuser mit NT-Kessel (mind. 55/45 °C - Auslegung) und monolithischer Außenwandkonstruktion (für 5 Jahre)	103 % des Wertes für den Regelfall
Gebäude mit niedrigen Innentemperaturen	Gebäude mit geringem Volumen $V_e \leq 100 \text{ m}^3$	keine
	Elektrische Speicherheizsysteme	wie Regelfall, aber in der Rechnung nach DIN V 4701 Teil 10 wird für den Primärenergiefaktor für Strom 2,0 statt 3,0 verwendet.
allgemeine Ausnahmen	Regelfälle alle	keine
	Ausnahmen Gebäude mit geringem Volumen $V_e \leq 100 \text{ m}^3$	keine
Sonderregelungen	Baudenkmäler, u.ä.	Sonderregelung
		Sonderregelung

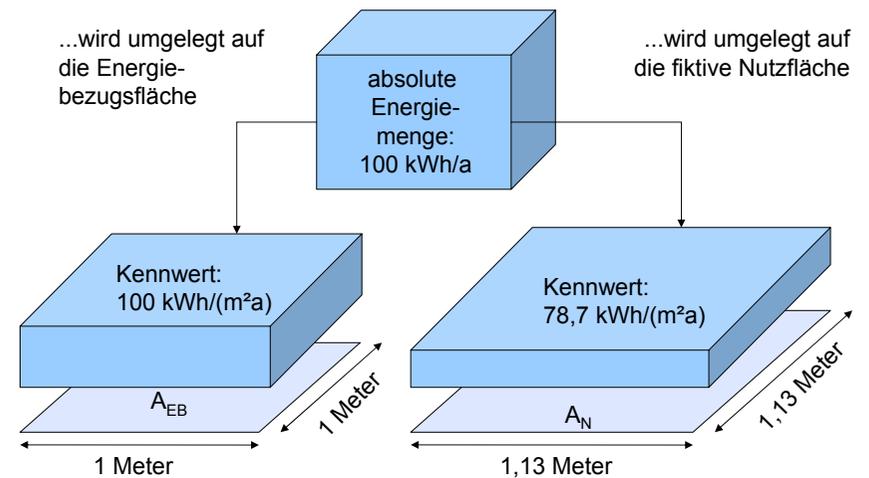
Seit 2004 verbindlich geltende Normen

- DIN V 4108-6** im Juni 2003 (sommerlicher Wärmeschutz, Redaktionelles)
- Beiblatt 2 zur 4108-6** im Januar 2004 (größere Anzahl von Wärmebrückensituationen)
- DIN V 4701-10** im August 2003 (Bewertung von Anbauten, Holzkessel, verbesserte Produktwerte für Brennwertkessel, Redaktionelles)

**Neuauflage der EnEV:**

- 2. Dezember 2004**
- Änderung der Normbezüge - siehe oben
- zur Ermittlung der U- und g-Werte sind die Vorschriften der Landesbauordnungen zu beachten

Bezugsgröße: fiktive Quadratmeter



$A_N$  ist im EFH (MFH) ca. 27% (10%) größer als  $A_{EB}$

### Weitere EnEV-Aussagen die Gebäudeeffizienz betreffend

- Luftdichtes Bauen bei Einsatz von Lüftungsanlagen
- Wärmedämmung von Verteilleitungen und Speichern
- Ausstattungspflicht mit zentralen Regeleinrichtungen (Außentemperatur o.a. Größe sowie nach Zeit)
- Ausstattungspflicht für dezentrale Regelung (mit Ausnahmen)
- regelbare Umwälzpumpen in Heizkreisen über 25 kW Wärmeleistung, selbsttätig schaltende Zirkulationspumpen
- CE-Kennzeichnung für Kessel (mit Ausnahmen)
- Nachrüstverpflichtungen bei ungedämmten Leitungen in unbeheizten Räumen, oberste nicht begehbare Geschossdecken, alte Kessel (jeweils mit Fristen und Ausnahmen)

## Anforderungen der Gebäudeeffizienzrichtlinie

### EU Richtlinie: „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“

- Für jedes Gebäude des Wohn- und Nichtwohnbaus (ohne Produktion) soll künftig ein Energiepass ausgestellt werden.
- **bei Neubauten: bei der Erstellung des Gebäudes**
- **bei Bestandsbauten: bei Mieterwechsel oder Verkauf**
- **bei Gebäuden mit Publikumsverkehr: sofort und sichtbar**
- Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden
- Inspektion von Heizkesseln und Klimaanlage (alle 2 bis 4 Jahre)
- bei Heizkesseln älter als 15 Jahre: einmalige Inspektion der gesamten Heizungsanlage mit Empfehlungen zur Anlagenverbesserung oder zum Austausch

### Die Richtlinie fordert...

1. Eine ganzheitliche Bilanzierung des Energiebedarfs von Gebäuden (Baukörper, Anlage, Warmwasser, Klimatisierung, Lüftung, Beleuchtung),
2. die Festlegung nationaler Mindestanforderungen für den Energiebedarf neuer Gebäude,
3. die Festlegung von Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz bestehender großer Gebäude mit Flächen über 1000 m<sup>2</sup> im Zuge von Renovierungen,
4. die Erstellung von Energieausweisen bei Bau, Verkauf oder Vermietung von Gebäuden bzw. Wohnungen,
5. die regelmäßige Inspektion von Heizungs- und Klimaanlage unter bestimmten Voraussetzungen sowie
6. die Prüfung des verstärkten Einsatzes alternativer Energieressourcen bei Gebäuden mit mehr als 1000 m<sup>2</sup> Nutzfläche.

Von der Energiepasserstellung betroffene Gebäude

In Deutschland gibt es (Ende 2002) etwa 17,1 Millionen Wohngebäude mit 38,2 Millionen Wohneinheiten, die einen Energiepass benötigen.

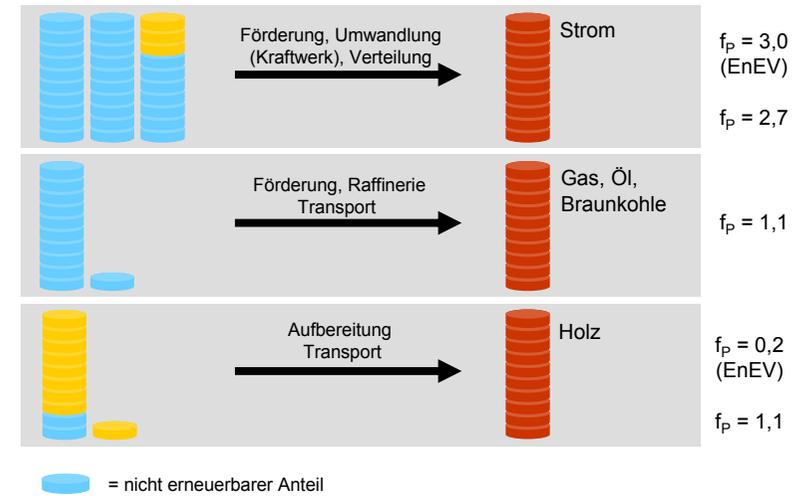
- 10,6 Millionen Einfamilienhäuser
- 3,4 Millionen Zweifamilienhäuser
- 2,0 Millionen MFH mit 3 bis 6 Wohneinheiten
- 0,8 Millionen MFH mit 7 bis 12 Wohneinheiten (7,8 Mio. Wohneinheiten)
- 0,2 Millionen MFH mit 13 und mehr Wohneinheiten (3,7 Mio. Wohneinheiten)

Von der Energiepasserstellung sind neben den Wohngebäuden vor allem auch folgende Nichtwohngebäude betroffen:

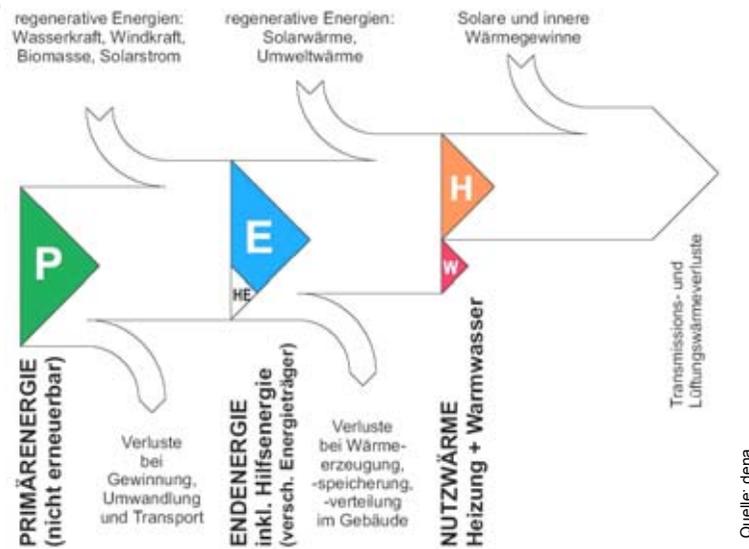
- etwa 25.000 Bürogebäude (50 Mio. m<sup>2</sup>)
- fast 19.000 Schulen (34 Mio. m<sup>2</sup>)
- 180 Fachhochschulen und Unis (8,9 Mio. m<sup>2</sup>)
- über 3500 Krankenhäuser (7,3 Mio. m<sup>2</sup>)
- 11.500 Hotels (8,6 Mio. m<sup>2</sup>)
- 92.000 Restaurants (18,4 Mio. m<sup>2</sup>)
- fast 370.000 Groß- und Einzelhandelsgebäude (129 Mio. m<sup>2</sup>)
- fast 700 Theater (1,2 Mio. m<sup>2</sup>)



Primärenergie und Primärenergiefaktoren



Bilanzprinzip



Übersicht Bezeichnungen



**Bilanzebenen**

**Nutzenergie:**

Zwischengrößen zur Beschreibung, welcher Nutzen in den Räumen gebraucht wird (als Wärmeabgabe der Heizkörper, Warmwasser, ggf. Licht usw.)

**Endenergie:**

Wichtigste Größe in der Beratung; Energiemenge an der Gebäudegrenze, welche der Kunde bezahlt; Grundlage für Einspar- und Wirtschaftlichkeitsberechnung

**Primärenergie / CO<sub>2</sub>-Äquivalent:**

Maß für die Umweltwirksamkeit der Endenergie; Umrechnung aus der Endenergie mit Faktoren

**Bilanzierung: öffentlich-rechtlich ↔ ingenieurmäßig**

**Bilanz = Rechenwerk (Formelsammlung)**

Gleichungen sind mit Kennwerten aus Bautechnik, Anlagentechnik und Nutzung zu füllen; Ergebnis: Energiekennwert für das Gebäude

Bedarfsrechnung für **öffentlich-rechtlichen Nachweis**, Förderprogramme etc. (Beispiel: EnEV-Bilanz)

viele festgelegte Werte, insbesondere Nutzung + Klima

Bedarfsrechnung, um den tatsächlich gemessenen Verbrauch nachzubilden - Grundlage für **Energieberatung** (Beispiel: „IWU Energiepass Heizung + Warmwasser“)

freie Eingabe von Daten, auch zu Nutzung + Klima

**Bilanzgrundlagen für den Energiepass: noch in der Diskussion**

**Wohnbau**

**Neubau**

- EnEV-Verfahren
- DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
- wie gehabt, für die nächsten 8 bis 10 Jahre

**Bestand**

- DIN V 4701-12 mit PAS 1027 ggf. mit Modifikationen und Vereinfachungen
- Diskussion: Verordnung zur Bestandsbewertung

**Nichtwohnbau**

**Neubau**

**Bestand**

- DIN V 18599 ggf. mit Modifikationen und Vereinfachungen
- Referenzgebäudeverfahren

**Verbrauch (alle)**

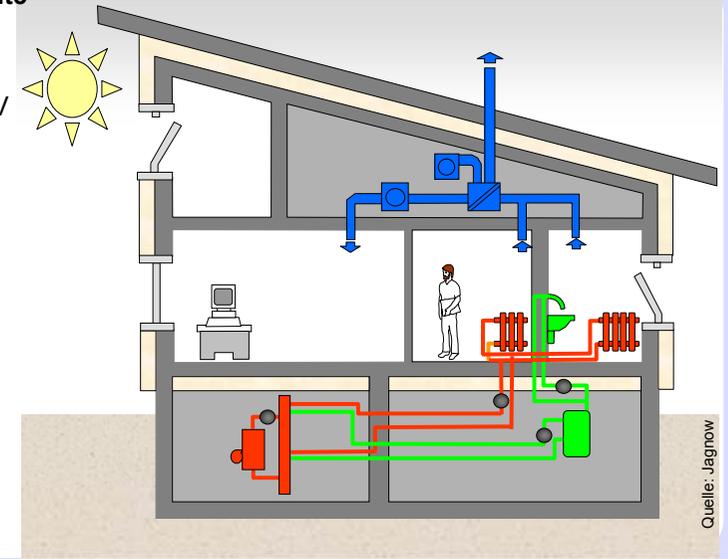
- aus VDI 3807 abgeleitetes Verfahren als Verordnung

**Energiebedarf für Wohnbauten**

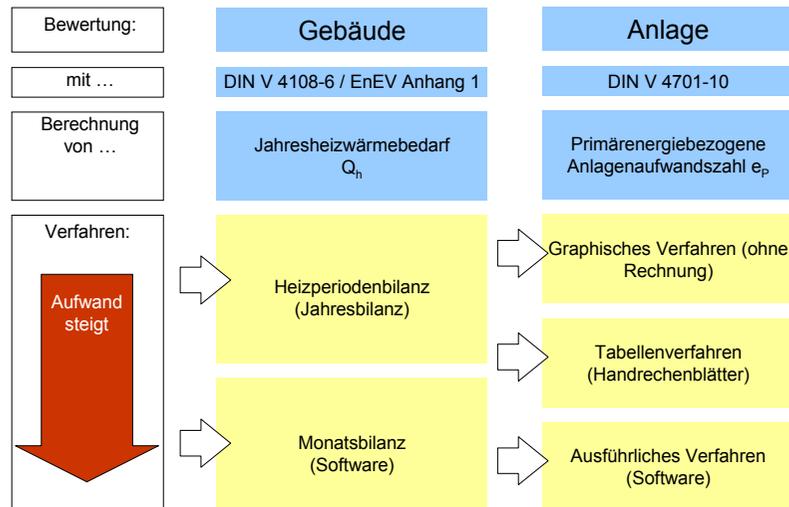
## Bilanzen der EnEV 2002: DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10

### EnEV-Bilanz heute

- Baukörper:**
  - Anhang 1 EnEV
  - DIN V 4108-6
- Anlage:**
  - DIN V 4701-10
- Nutzung:**
  - EnEV
  - DIN-Normen

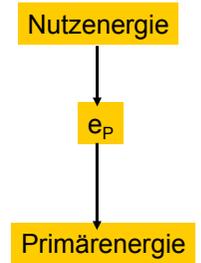
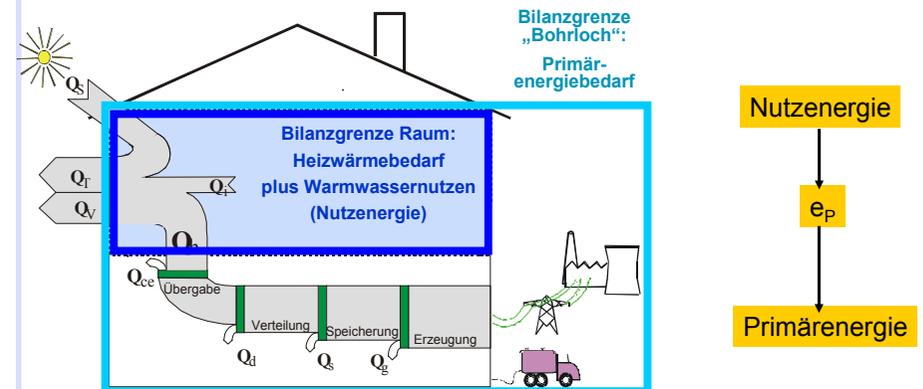


### Welche Verfahren bzw. Normen gibt es?

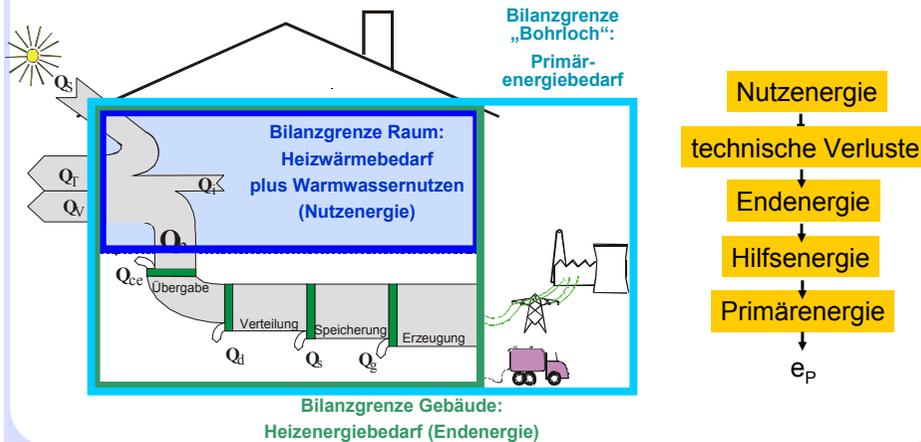


### So bilanziert der Bautechniker ...

$$Q_P = (Q_h + Q_{tw}) \cdot e_P$$



## ... und so der Anlagentechniker



## Jahresheizwärmebedarf - vereinfachtes Verfahren

Der Jahresheizwärmebedarf  $Q_h$  ermittelt sich gemäß vereinfachtem Verfahren für Wohngebäude zu:

$$Q_h = 66 (H_T + H_V) - 0,95 (Q_s + Q_i)$$

Hierbei bedeuten:

- $H_T$  spezifischer Transmissionswärmeverlust, in [W/K]
- $H_V$  spezifischer Lüftungswärmeverlust, in [W/K]
- $Q_s$  solare Wärmegewinne, in [kWh/a]
- $Q_i$  interne Wärmegewinne, in [kWh/a]

nach Anhang 1 der EnEV

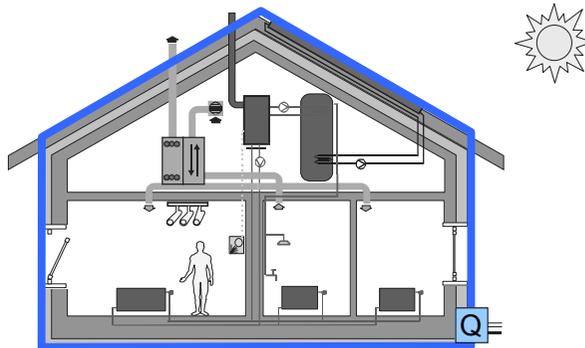
## Endenergie für die Wärmeenergien:

$$q_{TW} = (q_{tw} + q_{ce,TW} + q_{d,TW} + q_{s,TW}) \cdot \Sigma(\alpha \cdot e_{g,TW})$$

$$q_L = (q_{WP}) \cdot (e_{g,WP}) + (q_{HR}) \cdot (e_{g,HR})$$

$$q_H = (q_h - q_{Gutschriften} + q_{ce,H} + q_{d,H} + q_{s,H}) \cdot \Sigma(\alpha \cdot e_{g,H})$$

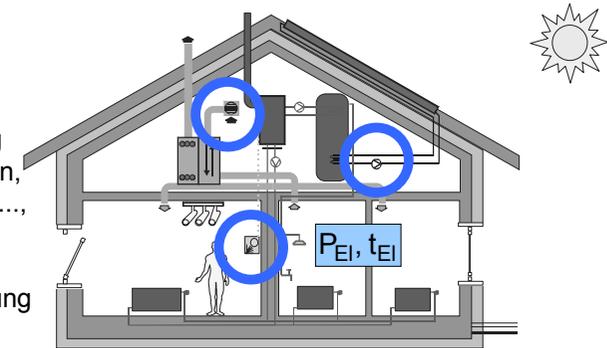
Die „Endenergie Wärme“ ist der Energiebetrag, der für Heizung, Lüftung und Trinkwarmwasserbereitung über die Gebäudegrenze fließen muss (in Form von Erdgas, Öl, Fernwärme, Strom, ...).



## Bilanz der Hilfsenergien

analoge Vorgehensweise wie bei den Wärmeenergien

Die „Endenergie der Hilfsenergien“  $Q_{HE}$  wird bestimmt durch Leistung und Laufzeit von Pumpen, Regelung, Ventilatoren, ..., die unmittelbar mit der Heizung, Lüftung und Trinkwarmwasserbereitung zusammenhängen.



Bilanz der Primärenergien:

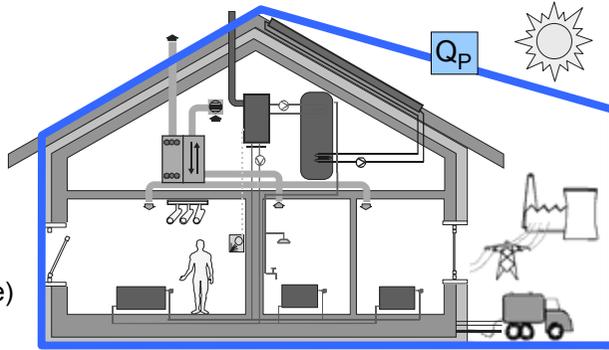
$$Q_P = \sum (q \cdot f_{P,W\ddot{a}rme}) + \sum (q_{HE} \cdot f_{P,Strom})$$

Wärmeenergien

Hilfsenergien

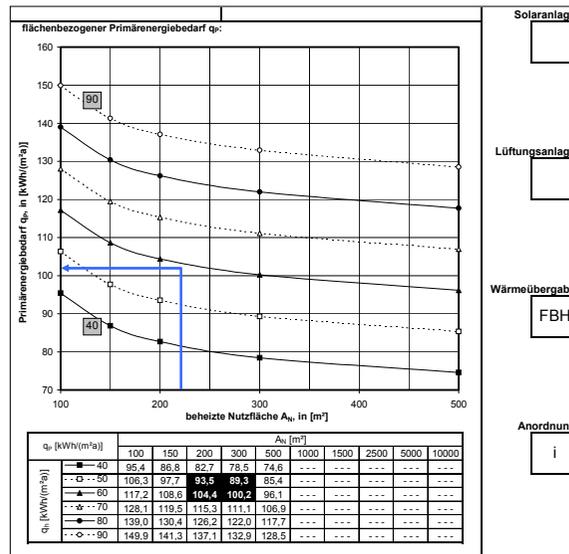
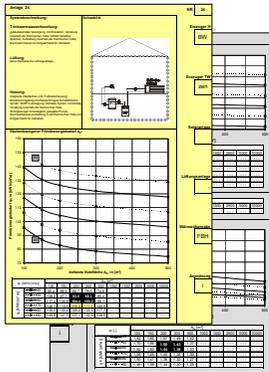
Primärenergiefaktor  $f_P$  umfasst auch die Vorkette des Energieträgers.

Primärenergie wird verbraucht, um die Endenergie (Wärme- und Hilfsenergie) bereitzustellen.

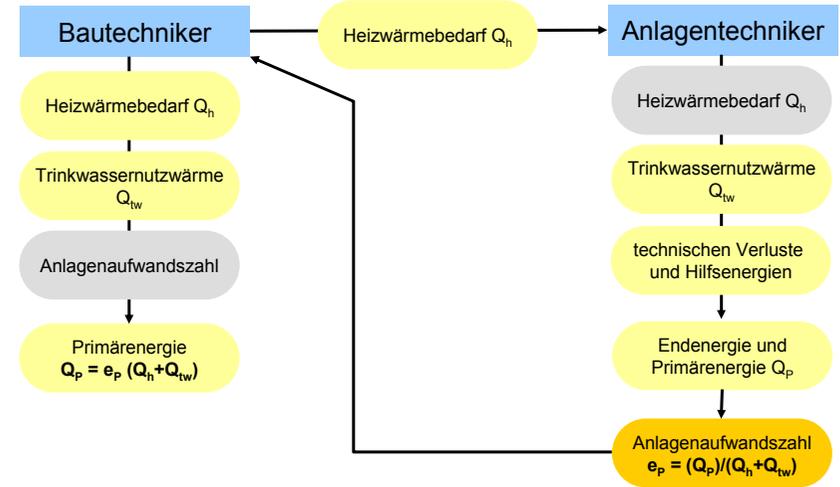


Hilfsmittel: Handrechenblätter

DIN V 4701-10  
Beiblätter:

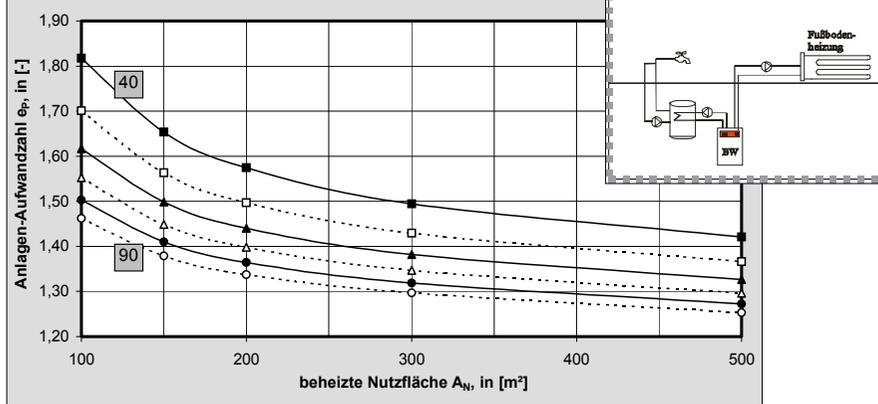


Die Anlagenaufwandszahl ist nur eine Zwischengröße !



Es gibt nicht „Das  $e_p$ “ für eine Technik

Anlagenaufwandszahl  $e_p$ :



Was kann man mit den EnEV-Normen heute rechnen und was nicht?

(Berechnung bis zum Primärenergiebedarf)

	Neubau	Erweiterungsbau Anbau	Altbau
Wohnbau	✔	✔	✘
Nichtwohnbau	?	?	✘

Künftig für den Bestand: Ähnliches Verfahren auf Basis der DIN V 4108-6, DIN V 4701-10/12, PAS 1027

- ✔ ja
- ✘ nein
- ? teilweise

# Bedarfsbewertung für alle Nichtwohnbauten

# Überblick DIN 18599

Was bleibt? Was ändert sich?

- durchgängige energetische Bewertung in einer Norm für Neubau und Bestand, für Wohn- und Nichtwohnbauten
- Gemeinschaftsarbeit von Baunormung und Anlagennormung
- Monatsbilanzverfahren als Regelfall

Was bleibt gleich?

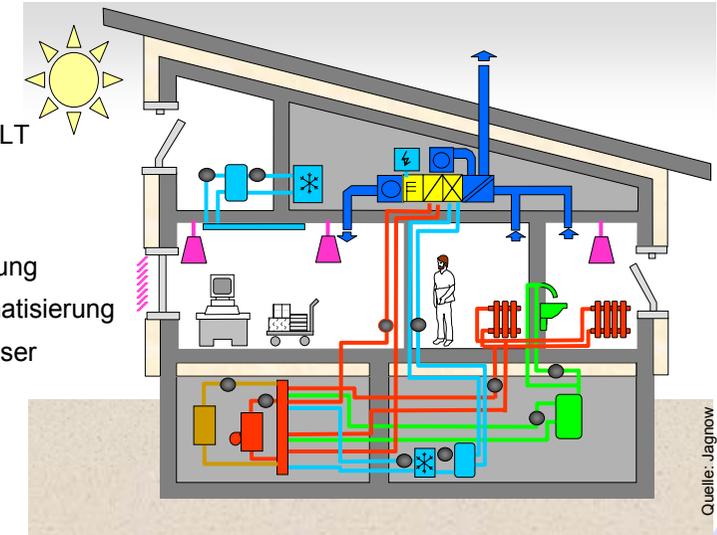
- Bilanz von der Nutzenergie bis zur Primärenergie
- Betrachtung von Wärme- und Hilfsenergien

Was ändert sich?

- integrierte Bewertung im Raum (Fremdwärme) und bei der Erzeugung (nach dem Schema einer Heizzentrale)
- Nutzungsrandbedingungen realistischer
- Bilanzumfang und Kennwerte umfangreicher

Teile der Norm

- 1 Bilanzablauf
- 2 Raumbilanz
- 3 Nutzenergie RLT
- 4 Beleuchtung
- 5 Heizung
- 6 Wohnungslüftung
- 7 Kälte und Klimatisierung
- 8 Trinkwarmwasser
- 9 BHKW
- 10 Randbedingungen



Die Normteile im Überblick

DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung

- Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
- Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
- Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
- Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
- Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen
- Teil 6: Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau
- Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
- Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
- Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von KWK-Anlagen
- Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

Berechnungsablauf

Normteil:

Bestimmung fast aller Wärmequellen und Senken für den Raum	(2)(4)(3)(6)	alle außer die wärme/ kältetechnisch bedingten Wärmein- und austräge
Überschlägige Nutzenergiebilanz	(1)(2)	um Anlagenauslastung abzuschätzen
Bestimmung der restlichen Wärmequellen und Senken für den Raum	(5)(6)(7)(8)	wärme/ kältetechnisch bedingten Wärmein- und austräge je nach Anlagenauslastung
Endgültige Nutzenergiebilanz	(1)(2)	Nutzwärme und Nutzkältebilanz
Bestimmung aller technischen Verluste der Übergabe, Verteilung, Speicherung	(5)(6)(7)(8)	Für alle technischen Systeme: Bestimmung der vom Erzeuger abzugebenden Energiemengen
Bewertung der Wärmeerzeugung	(5)(6)(7)(8)(9)	Bewertung des oder der Erzeuger
Ausweisung der Endenergie und Primärenergiebewertung	(1)	Erstellung der Energiebilanz anhand aller Einzelkennwerte

Geforderte Inhalte von Energiepässen

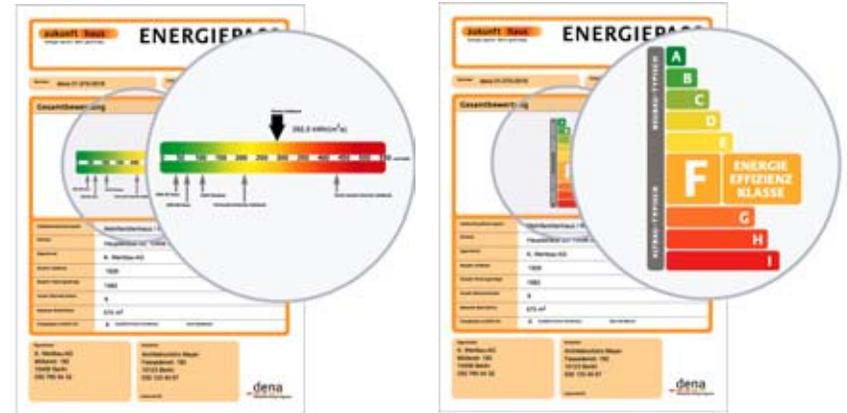
Artikel 7 Abs. 2 der EU-Gebäuderichtlinie fordert:

Der Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden muss Referenzwerte wie:

- gültige Rechtsnormen und Vergleichskennwerte enthalten, um den Verbrauchern einen Vergleich und eine Beurteilung der Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes zu ermöglichen.

Dem Energieausweis sind Empfehlungen für die kostengünstige Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz beizufügen.

Art des Labels

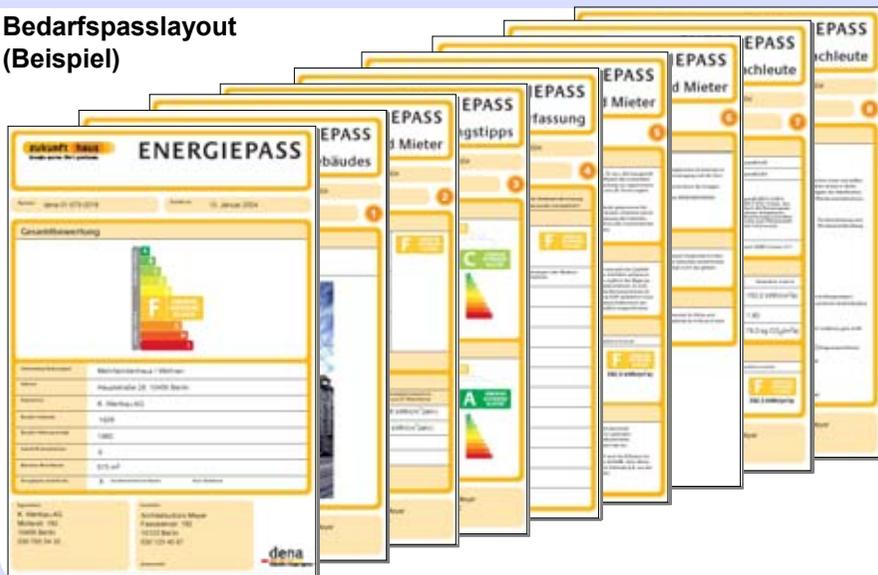


Labelling mit Farbverlauf

Labelling mit Energieeffizienzklassen

Quelle: dena

Bedarfspasslayout (Beispiel)



Quelle: dena

Verbrauchspasslayout (Beispiel)



Quelle: techern, GDW

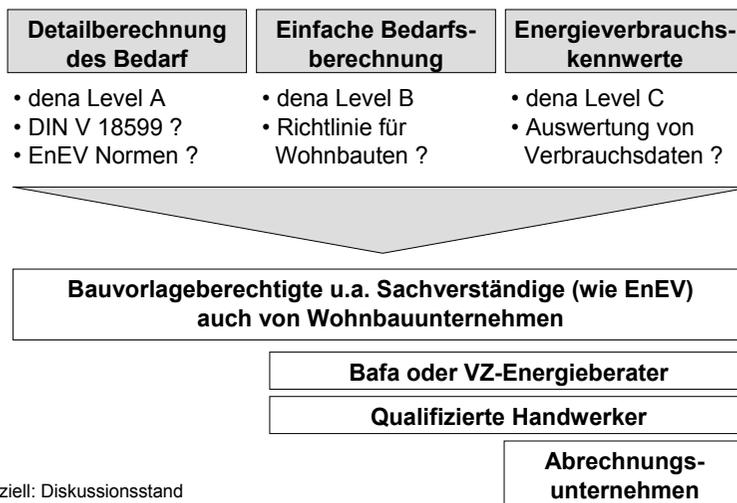
## Kompromiss

Ein Kompromiss – auf den sich nach jetziger Einschätzung alle einigen können – kann doch der folgende sein.

1. Für neue Gebäude wird ein Bedarfspass ausgestellt.
2. Für Bestandsgebäude, die in nächster Zeit zur Modernisierung anstehen, wird ein Bedarfspass erstellt.
3. Für Gebäude, die nicht zur Modernisierung anstehen und für die Verbrauchsdaten vorliegen, wird zunächst ein Verbrauchspass erstellt. Ein bedarfsorientierter Pass kann nach einer Übergangszeit erstellt werden oder sofort, wenn der Verbrauchspass niedrige Energieeffizienz bescheinigt.

## Aussteller und Prüfinstanzen

## Wer sind die künftigen Pass-Ersteller: noch ungeklärt



nicht offiziell: Diskussionsstand

## Haben wir genug Vorbildung?

- "Weder bei Akademikern (Architekten, Bauingenieure, Planer für Gebäudetechnik, etc.) noch bei Handwerkern ist allein aufgrund ihrer Ausbildung davon auszugehen, dass sie die entsprechende Materie beherrschen.
- In den entsprechenden Studiengängen sind die Inhalte nicht überall obligatorisch, und Erfahrungen der letzten Jahre und Jahrzehnte zeigen, dass die erforderlichen Kompetenzen für eine energieeffiziente Planung von Gebäuden nicht überall vorhanden sind.
- Auch in der beruflichen Ausbildung im Handwerk sind die entsprechenden Inhalte nicht systematisch vertreten.
- Entsprechende Ausbildungen finden sich eigentlich nur in spezifischen Weiterbildungsangeboten."

## Kosten und Leistungsumfang

## Leistungsumfang und Rechtverbindlichkeit

Artikel 7 Abs. 2 der EU-Gebäuderichtlinie fordert:

Der Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden muss Referenzwerte wie:

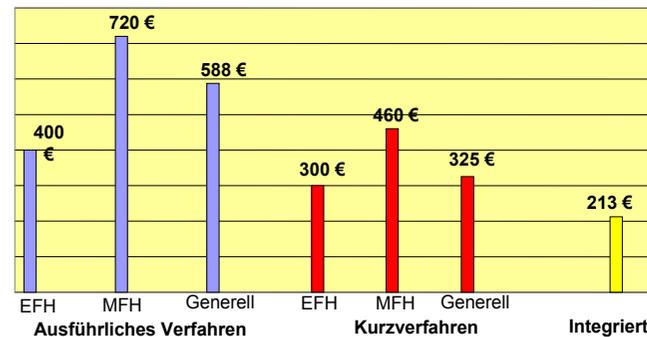
- gültige Rechtsnormen und Vergleichskennwerte enthalten, um den Verbrauchern einen Vergleich und eine Beurteilung der Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes zu ermöglichen.

Dem Energieausweis sind Empfehlungen für die kostengünstige Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz beizufügen.

Die Energieausweise dienen lediglich der Information; etwaige Rechtswirkungen oder sonstige Wirkungen dieser Ausweise bestimmen sich nach den einzelstaatlichen Vorschriften.

## Kosten der Energiepasserstellung

Kosten des dena-Energiepasses in Schleswig-Holstein



Orientierung:

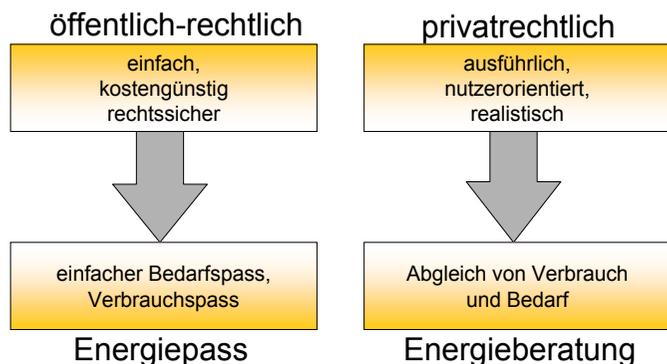
Bedarfspasskosten ≈ Gesamtkosten für BAFA-Beratung (400 – 1400 €)

Verbrauchspasskosten ≈ 25 ... 100 €

## Modernisierungsempfehlungen

- Artikel 7 Absatz 1: der Ausweis muss neben Aussagen zur Gesamteffizienz auch Referenzwerte, gültige Rechtsnormen und Vergleichskennwerte enthalten, um dem Empfänger den Vergleich und die Beurteilung der Gesamtenergieeffizienz zu ermöglichen
- Artikel 7 Absatz 2: dem Energiepass sind darüber hinaus kostengünstige Modernisierungsempfehlungen beizufügen. (cost effective - kosteneffektiv, kosteneffizient, rentabel, wirtschaftlich oder nur kostengünstig?)
- Diskussion: „**kostengünstig**“ oder „**wirtschaftlich**“?
- Empfehlungen: „**allgemein**“ oder „**objektbezogen**“?

Pass = Beratung ?



Quelle: Jagnow

Fazit

- Vermutlich kann man nicht allen Wünschen an den Energiepass ("Eierlegende Wollmilchsau") gerecht werden.
- Entweder wird der Pass einfach und plakativ, dann kann er aber keine ehrlichen Modernisierungstipps geben – oder er wird umfangreich, ist aber für Kunden nicht mehr verständlich und auch in der Breite nicht (sofort) finanzierbar.
- **Man sollte sich aber von der Idee verabschieden, dass ein öffentlich-rechtlicher Pass auch die komplette Energieberatung mit einschließt.**

Wir sollten vermeiden, dass die Umsetzung der EPBD „EIN PRIMÄRENERGETISCHES BEWERTUNGS-DESASTER“ (Rogall) für Deutschland bedeutet!

# Rechenverfahren im Überblick

Bilanzgrundlagen für den Energiepass: noch in der Diskussion

Wohnbau		Nichtwohnbau	
Neubau	Bestand	Neubau	Bestand
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EnEV-Verfahren</li> <li>• DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10</li> <li>• wie gehabt, für die nächsten 8 bis 10 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN V 4701-12 mit PAS 1027 ggf. mit Modifikationen und Vereinfachungen</li> <li>• Diskussion: Verordnung zur Bestandsbewertung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN V 18599 ggf. mit Modifikationen und Vereinfachungen</li> <li>• Referenzgebäudeverfahren</li> </ul>	<p>Verbrauch (alle)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aus VDI 3807 abgeleitetes Verfahren als Verordnung</li> </ul>

Verbrauch oder Bedarf

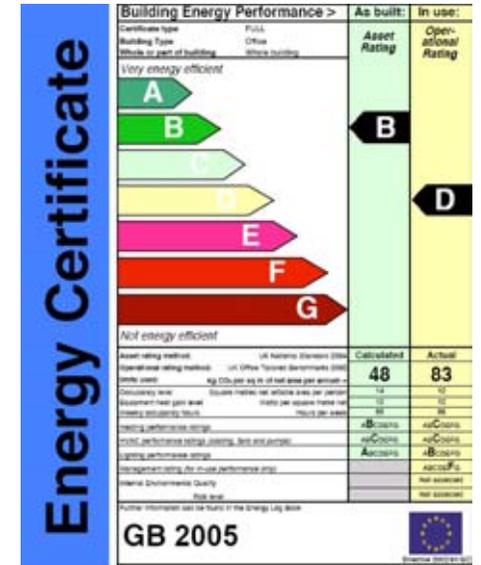
	Verbrauchspass	Bedarfspass
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Detailaufnahme notwendig</li> <li>als Dienstleistung der Abrechnungsunternehmen denkbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>normierter Nutzer</li> <li>Vergleichbarkeit von Gebäuden - incl. Leerstand</li> <li>individuelle Einsparvorschläge ableitbar</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzerverhalten kann nicht beziffert werden</li> <li>nicht überall liegen Verbrauchsdaten vor</li> <li>Energetische Bewertung von Einsparmaßnahmen nur bedingt möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>sehr genaue Aufnahme notwendig*</li> <li>hohe Kosten für den Auftraggeber</li> <li>viele Aussteller nötig</li> <li>Heizkosten können nicht geschätzt werden</li> </ul>

\* ggf. auch vereinfachte Aufnahme (Kurzverfahren), dann aber kaum noch Bezug zum Verbrauch möglich

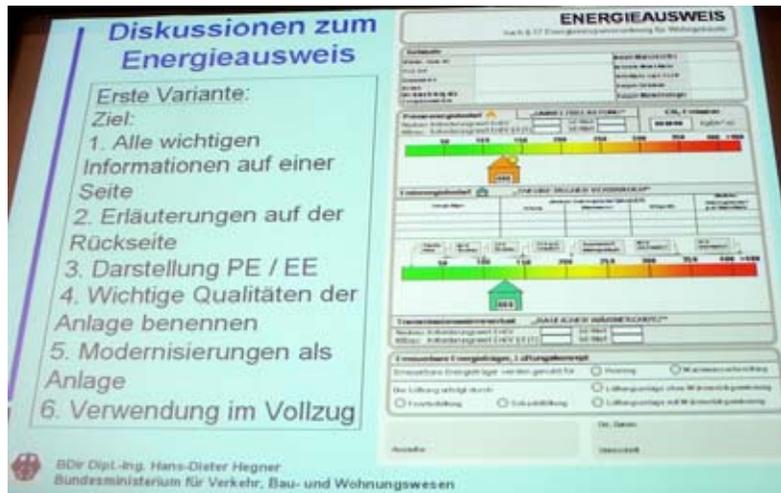
Bedarf oder Verbrauch oder beides?

Grenze für reine Verbrauchspässe derzeit im Gespräch: ca. 7 WE im Wohnbau

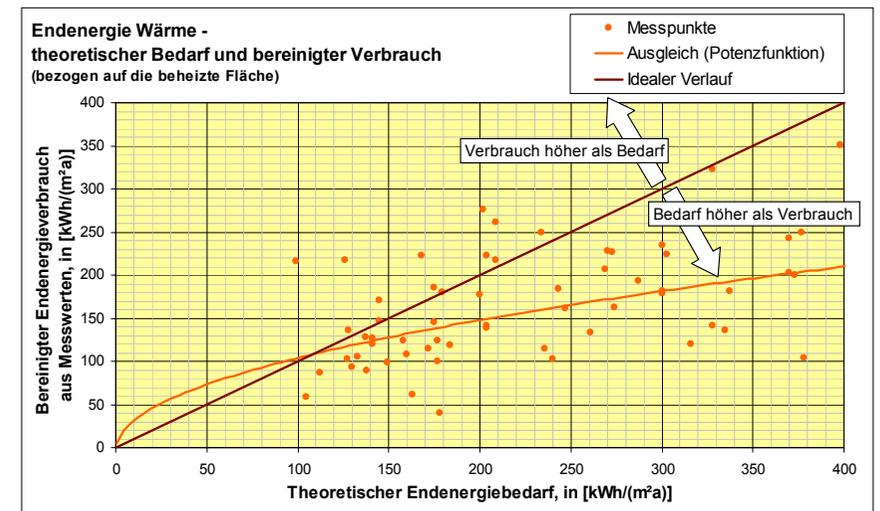
as build = Bedarf  
in use = Verbrauch



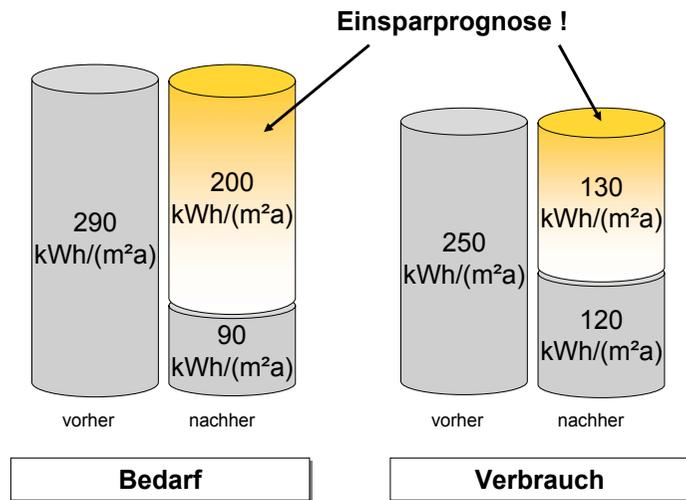
Diskussion zum Energieausweis



Theorie und Praxis: Endenergiebedarf (Projekt Optimus)



## Unterschied von Bedarf und Verbrauch: Konsequenzen



# DIN V 18599

## Vertiefung

## Berechnungsablauf

Normteil:

Bestimmung fast aller Wärmequellen und Senken für den Raum	②④③⑥	alle außer die wärme/ kältetechnisch bedingten Wärmeein- und austräge
Überschlägige Nutzenergiebilanz	①②	um Anlagenauslastung abzuschätzen
Bestimmung der restlichen Wärmequellen und Senken für den Raum	⑤⑥⑦⑧	wärme/ kältetechnisch bedingten Wärmeein- und austräge je nach Anlagenauslastung
Endgültige Nutzenergiebilanz	①②	Nutzwärme und Nutzkältebilanz
Bestimmung aller technischen Verluste der Übergabe, Verteilung, Speicherung	⑤⑥⑦⑧	Für alle technischen Systeme: Bestimmung der vom Erzeuger abzugebenden Energiemengen
Bewertung der Wärmeerzeugung	⑤⑥⑦⑧⑨	Bewertung des oder der Erzeuger
Ausweisung der Endenergie und Primärenergiebewertung	①	Erstellung der Energiebilanz anhand aller Einzelkennwerte

## Gleichung – Endenergie je nach Energieträger

Die Endenergien eines Gebäudes oder einer Gebäudezone werden getrennt nach Energieträgern ausgewiesen:

$$Q_f = Q_{h,f} + Q_{h^*,f} + Q_{c,f} + Q_{c^*,f} + Q_{m^*,f} + Q_{rv,f} + Q_{w,f} + Q_{l,f} + Q_{f,aux}$$

- $Q_f$  die Endenergie eines Energieträgers j;
- $Q_{h,f}$  die Endenergie für das Heizsystem
- $Q_{h^*,f}$  die Endenergie für die RLT-Heizfunktion
- $Q_{c,f}$  die Endenergie für das Kühlsystem
- $Q_{c^*,f}$  die Endenergie für die RLT-Kühlfunktion
- $Q_{m^*,f}$  die Endenergie für die Befeuchtung
- $Q_{w,f}$  die Endenergie für Trinkwarmwasser
- $Q_{rv,f}$  die Endenergie für Wohnungslüftung
- $Q_{l,f}$  die Endenergie für Beleuchtung
- $Q_{f,aux}$  die Endenergie für Hilfsenergien

## Gleichung - Primärenergie

- Die Primärenergie wird bestimmt, indem die nach Energieträgern getrennt summierte Endenergie zusätzlich mit Primärenergiefaktoren bewertet wird.
- Da die Endenergiebewertung für alle Brennstoffe bezogen auf den Brennwert erfolgt, wird die Endenergie gleichzeitig auf den Heizwert umgerechnet.
- Primärenergiefaktoren sind in Anhang A, Umrechnungsfaktoren für die Endenergie in Anhang B zusammengestellt.

$$Q_p = \sum (Q_f \cdot f_p \cdot f_u)$$

- $Q_p$  die Primärenergie;
- $Q_f$  die Endenergie je nach Energieträger
- $f_p$  der Primärenergiefaktor
- $f_u$  der Umrechnungsfaktor für die Endenergie

## Primärenergiefaktoren

Energieträger <sup>a</sup>		Primärenergiefaktoren $f_p$	
		insgesamt	nicht erneuerbarer Anteil
		A	B
Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	1,1
	Erdgas H	1,1	1,1
	Flüssiggas	1,1	1,1
	Steinkohle	1,1	1,1
	Braunkohle	1,2	1,2
	Holz	1,2	0,2
Nah-/Fernwärme aus KWK <sup>b</sup>	fossiler Brennstoff	0,7	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,7	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	1,3	0,1
Strom	Strom-Mix	3,0	2,7

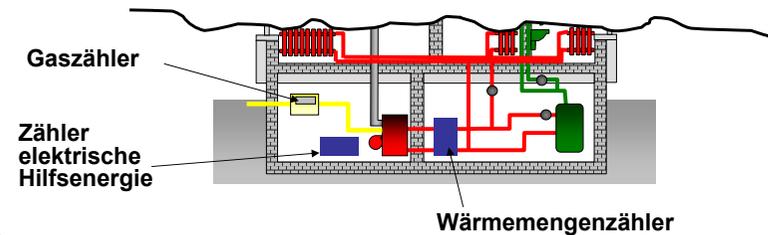
a Umweltenergie (z. B. Solarenergie, Umgebungswärme) wird mit einem Primärenergiefaktor  $f_p = 0$  berechnet.  
b Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70 %.  
c Bezugsgröße Endenergie: Heizwert  $H_u$



## Verbrauchsbewertung

## Quellen für Verbrauchsdaten

- Abrechnungen (3 Jahre) mit dem Versorger bei leitungsgebundenen Energien
- Einkaufsbelege (5 Jahre) bei nicht leitungsgebundenen Energien
- Unterzähler (Wärmemengen-, Strom-, Wasserzähler)



## Umrechnung der erfassten Verbrauchsdaten

- alle gängigen Energiebilanzverfahren (Handrechnung & Software) rechnen mit Heizwerten, daher müssen gemessene Vergleichswerte ebenfalls als Heizwerte vorliegen – wenn man vergleichen will
- Strom, Fernwärme: kein Problem, es gibt keinen Heiz/Brennwert und die Energiemenge ist in den „richtigen“ Kilowattstunden verzeichnet
- Öl, Holz, Kohle: kein Problem, Umrechnung der gemessenen Mengen (Liter, Kilogramm usw.) mit dem Heizwert
- Gas: aus der Abrechnung die verbrauchten Kubikmeter und den Brennwert entnehmen; Brennwert in Heizwert umrechnen (teilen durch 1,11) und dann Energiemenge ausrechnen

## Umrechnung erfolgt wegen der Vergleichbarkeit mit Heizwerten

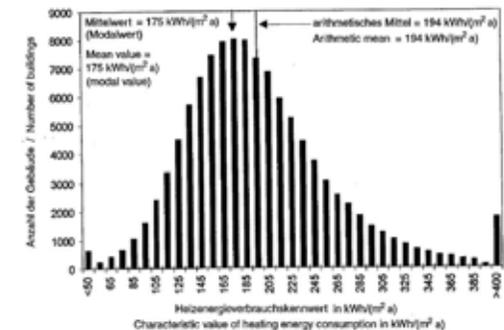
	Einheit	Heizwert $H_i$ ( $H_u$ )	Brennwert $H_b$ ( $H_o$ )	Umrechnung	Kondensations- temperatur	Wichtiges
Erdgas E (= Erdgas H)	kWh/m <sup>3</sup>	10,4	11,5	1,11	56	Normkubikmeter; 0,76 kg/m <sup>3</sup>
Erdgas LL (=Erdgas L)	kWh/m <sup>3</sup>	8,9	9,8	1,11	56	Normkubikmeter; 0,76 kg/m <sup>3</sup>
Flüssiggas	kWh/m <sup>3</sup>	30,4	32,8	1,08	53	Normkubikmeter; 2,36 kg/m <sup>3</sup>
Heizöl EL	kWh/l	10,0	10,6	1,06	47	860 kg/m <sup>3</sup>
Braunkohlebriketts	kWh/kg	5,3	5,6	1,06		700 kg/m <sup>3</sup> geschüttet; 1000 kg/m <sup>3</sup> gesetzt
Steinkohlebriketts	kWh/kg	9,0	9,2	1,02		760 kg/m <sup>3</sup> Schüttdichte Nüsse, Eierbriketts
Koks	kWh/kg	8,2	8,3	1,01		
Laubholz		4,3	4,8	1,12		560 kg/m <sup>3</sup>
Nadelholz		3,7	4,1	1,11		420 kg/m <sup>3</sup>
Hackschnitzel	kWh/kg	4,6	5,1	1,11		185 kg/m <sup>3</sup> Schüttdichte
Pellets		4,9	5,5	1,12		1200 kg/m <sup>3</sup> Einzelpellet; 650 kg/m <sup>3</sup> Schüttdichte

## Grund und Arten der Bereinigung

- die „Bereinigung“ erfolgt, um gemessene Energiekennwerte zu normieren und somit vergleichbar zu machen
- **Zeitbereinigung**
  - Normierung auf ein Jahr mit Anzahl der Tage im Jahr
  - Normierung auf ein Jahr mit Anzahl der Heiztage im Jahr
- **Temperaturbereinigung**
  - Normierung auf ein Standardjahr am gegebenen Standort
  - Normierung auf Standardjahr und Standardstandort

## Benchmarking mit „alter VDI 3807“

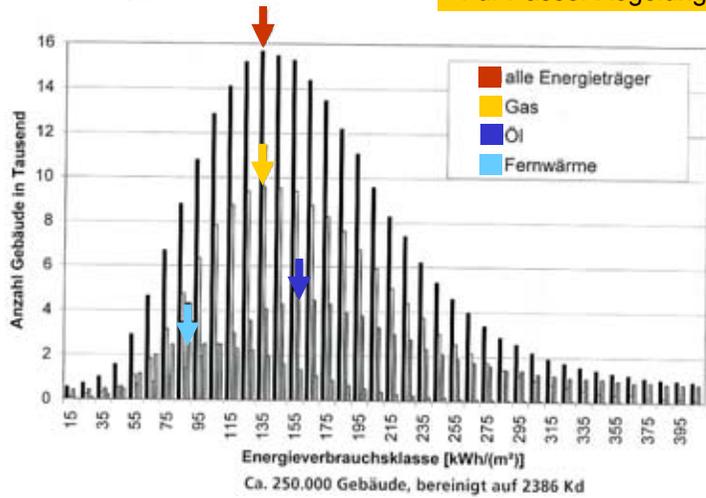
Einordnung der eigenen Kennwerte in eine Sammlung von typischen Kennwerten

Tabelle 2. Verbrauchskennwerte von Verwaltungsgebäuden in kWh/(m<sup>2</sup> a)

BWZ	Gebäudebezeichnung	Heizenergieverbrauchs- kennwert $a_{H,i}$		Stromverbrauchs- kennwert $a_{E,i}$	
		Richtwert	Mittelwert	Richtwert	Mittelwert
(1100)	Oberste Bundes- und Landesbehörden, Parlamente	75	105	7	8
1312	Ämtergebäude	20	125	7	9
1313	Rathäuser	50	145	7	31
1314	Arbeitsämter	55	85	10	17
1315	Finanzämter	75	125	12	15
1340	Polizeistationen	85	130	15	17

Benchmarking mit Kennwerten

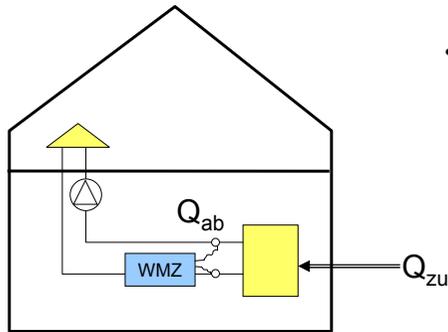
Mit oder ohne Wohnungsleerstand?  
Für Passe: Regelung erforderlich!



# Energieanalyse aus dem Verbrauch

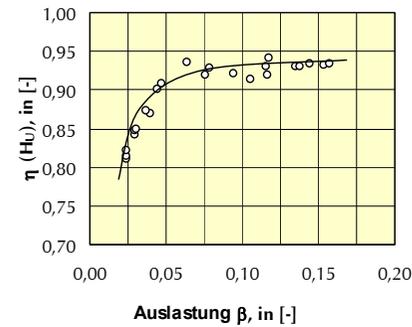
EAV Energieanalyse aus dem Verbrauch:  
Bewertung von Wärmeerzeugern

- aus Messwerten  $Q_{ab}$  und  $Q_{zu}$  die Effizienz des Erzeugers bestimmen
- mit Aussagen zur Güte der Energieumwandlung und zu Bereitschaftsverlusten

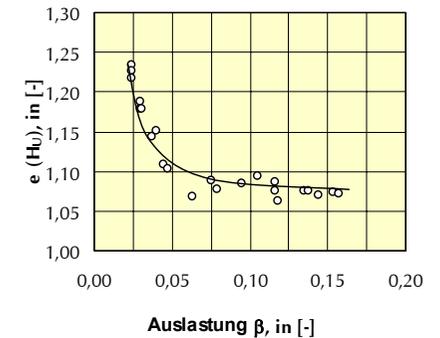


Konventionelle Darstellung: Nutzungsgrad oder Aufwandzahl

Erzeugernutzungsgrad  
(aus Monatsmesswerten)

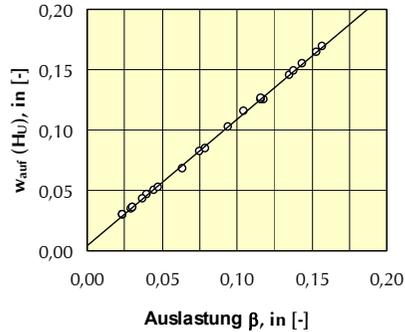


Erzeugeraufwandzahl  
(aus Monatsmesswerten)

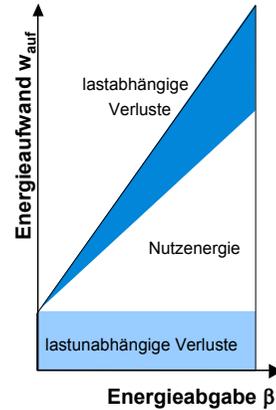


Bessere Darstellung: normierter Aufwand

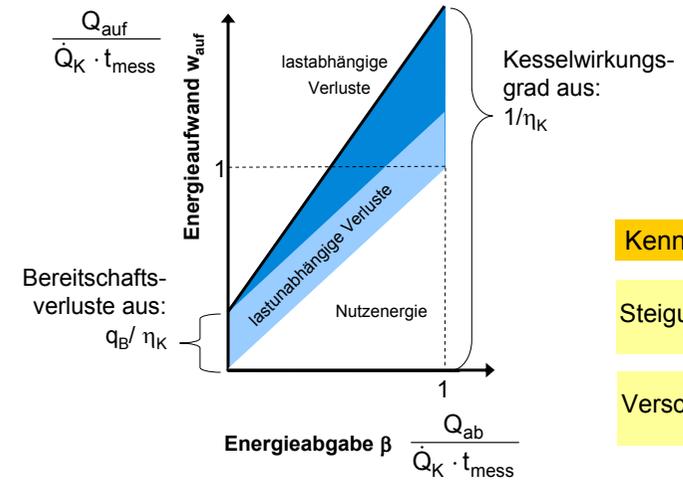
Normierter Aufwand  
(aus Monatsmesswerten)



am besten eignet sich der Bezug auf den Brennwert!



Erläuterung des Bildes und der Kennwerte

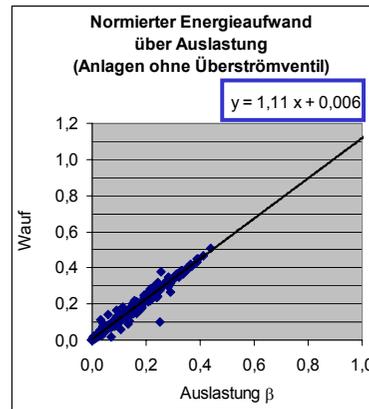
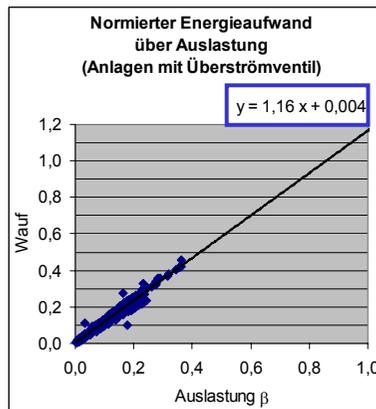


Kennwerte ermitteln:

$$\text{Steigung} = \frac{1 - q_B}{\eta_K}$$

$$\text{Verschiebung} = \frac{q_B}{\eta_K}$$

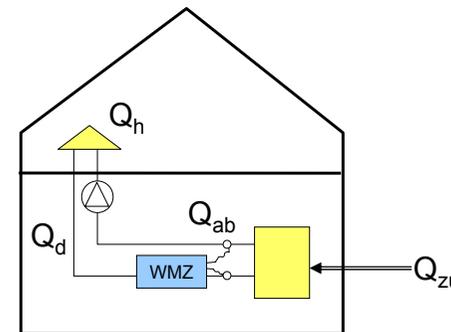
Beispiel: Wärmeerzeuger mit und ohne Überströmventil



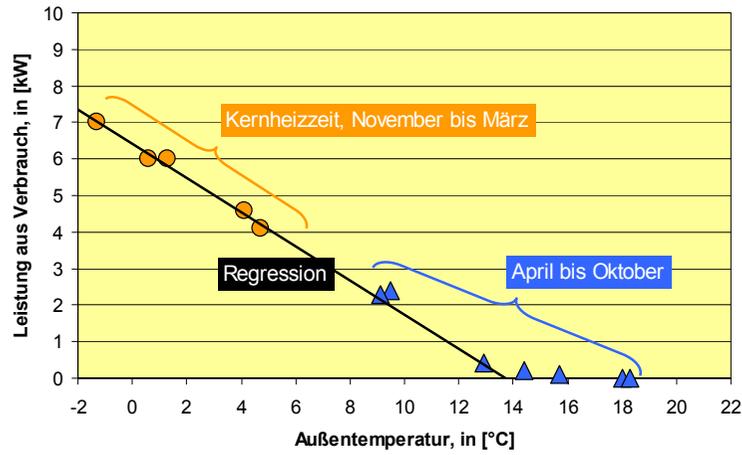
Größere Steigung, d.h. größerer Abgasverlust, bei Kesseln mit ÜV  
Kesselwirkungsgrad: 0,86 (mit ÜV) und 0,90 (ohne ÜV)

EAV Energieanalyse aus dem Verbrauch:  
Bewertung von Gebäude und Nutzer

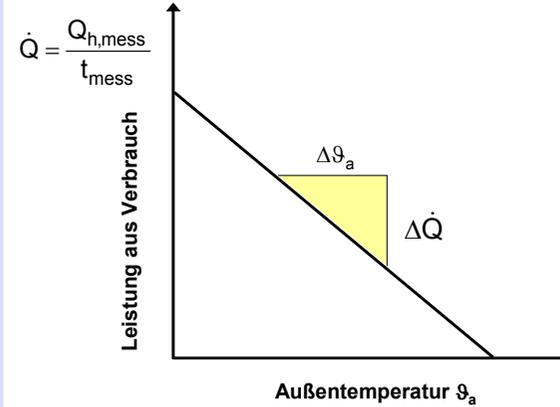
- aus der Wärmemenge, die dem beheizten Bereich zugeführt wird  $Q_h$  Aussagen über die Güte von Gebäude und Nutzer treffen



Messpunkte des Verbrauchs aufgetragen über der Außentemperatur



Erläuterung des Bildes und der Kennwerte



Kennwerte ermitteln:

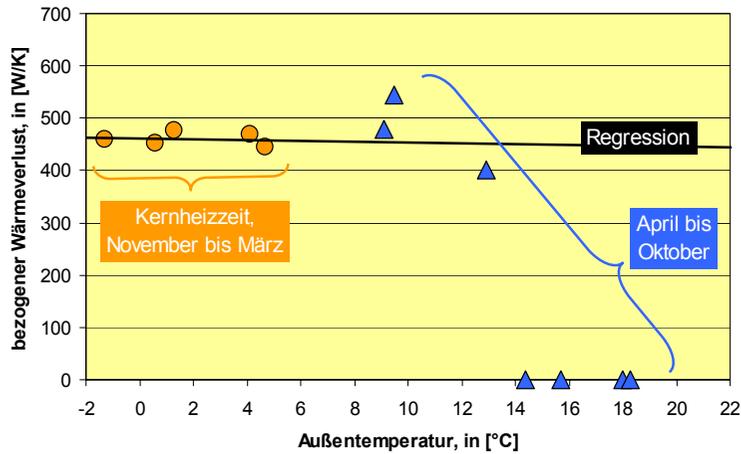
Steigung = H

Nullstelle =  $\vartheta_{HG}$

Die Steigung H ist ein Maß für die Verluste aus Transmission und Lüftung

Heizlast =  $H \cdot (34\text{K})$

Verlustkennwert H aufgetragen über der Außentemperatur



Internet:

[enev.tww.de](http://enev.tww.de)  
[energieberater.tww.de](http://energieberater.tww.de)

[www.iwu.de](http://www.iwu.de)