

Tatort Altbau – Die EnEV 2009 und ihre Auswirkungen auf Denkmale

Die Grundlagen der Energieeinsparverordnung und ihre Auswirkungen auf Denkmale

Dipl.-Ing. Sven Jakubetz

Entwicklung



EU-Richtlinie 2002 / 91 / EG

Ziel

Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden unter Berücksichtigung.

- Berechnungsverfahren
- Energieausweise bei Bau, Verkauf oder bei der Vermietung von Gebäuden
- Kostenwirksamkeit
- Ausnahmen für geschützte Gebäude

Wesentliche Veränderungen der EnEV 2009

Allgemein: Steigerung des Anforderungsniveaus an Neubau und Bestand (weitere Verschärfung erfolgt mit EnEV 2012)

- Verschärfung der primärenergetischen Anforderungen (Gesamtenergieeffizienz) bei Neubau und Sanierung
- Verschärfung der energetischen Anforderungen an **Außenbauteile** im Falle wesentlicher Änderungen im Gebäudebestand
- Einführung des **Referenzgebäudeverfahrens für Wohngebäude** (Nachweis in Abhängigkeit vom A/V-Verhältnis entfällt)
- der einzuhaltende Höchstwert des spezifischen **Transmissionswärmeverlustes $H'T$** wird bei Wohngebäuden nicht mehr in Abhängigkeit des A/Ve-Verhältnisses ermittelt, sondern bezieht sich auf die Einbindung des Gebäudes und teilweise auf die Größe

Weitere Veränderungen der EnEV 2009

- Einführung eines **neuen Bilanzierungsverfahrens (DIN V 18599)** für **Wohngebäude**, das alternativ zum bestehenden Verfahren (nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10)
- **Überprüfung der Einhaltung** von Nachrüstverpflichtungen und anlagentechnischen Bestimmungen der EnEV durch Bezirksschornsteinfegermeister
- **Stärkung des Vollzugs** der EnEV durch die Einführung privater Nachweispflichten
- Erweiterung der **Qualifikationsanforderungen** an Aussteller von Energieausweisen

EEWärmeG

Mindestanteil erneuerbarer Energien für die Wärmeerzeugung:

0,03/0,04 m² je m² beheizter Nutzfläche Solarkollektoren

30% aus Biogas-BHKW

50% aus effizienten Pflanzenölkessel

50% aus Biomasseheizkessel

50% aus Geothermie und Umweltwärme

50% aus Abwärme (Lüftungsanlagen mit WRG, sonstige Abwärme)

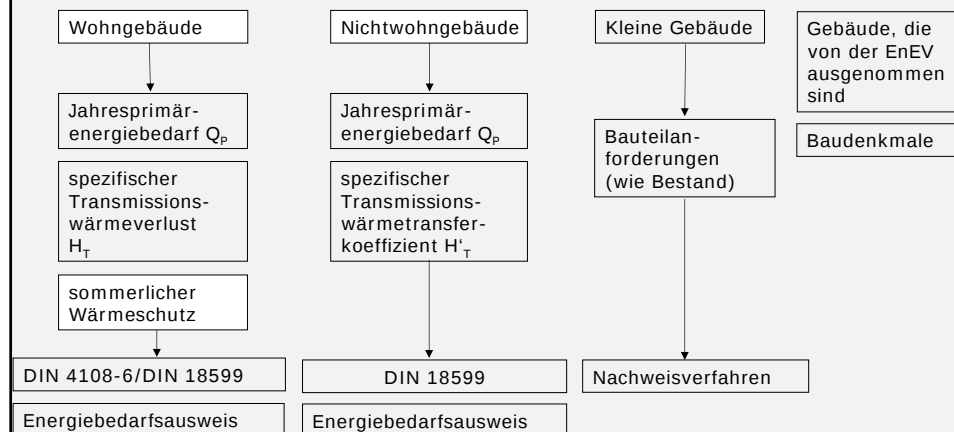
50% aus Kraft-Wärme-Kopplung,

50% aus einer Nah- oder Fernwärmeversorgung

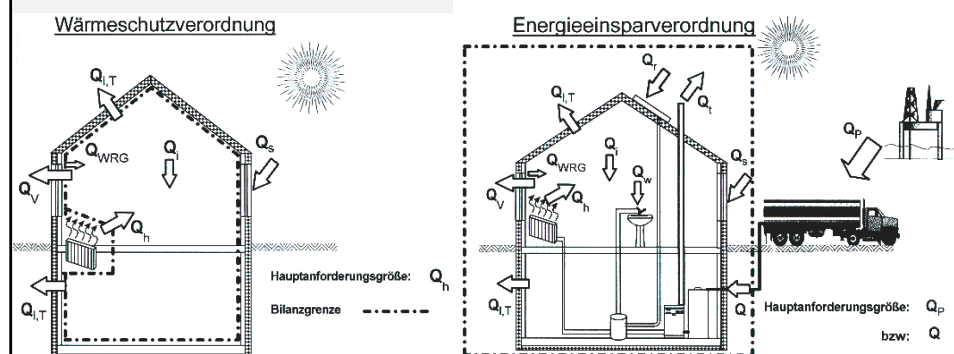
(mit wesentlichen Anteilen EE oder KWK)

Ausnahme bei Unterschreitung der **Energieeinsparverordnung** in der jeweils geltenden Fassung um **mindestens 15%**.

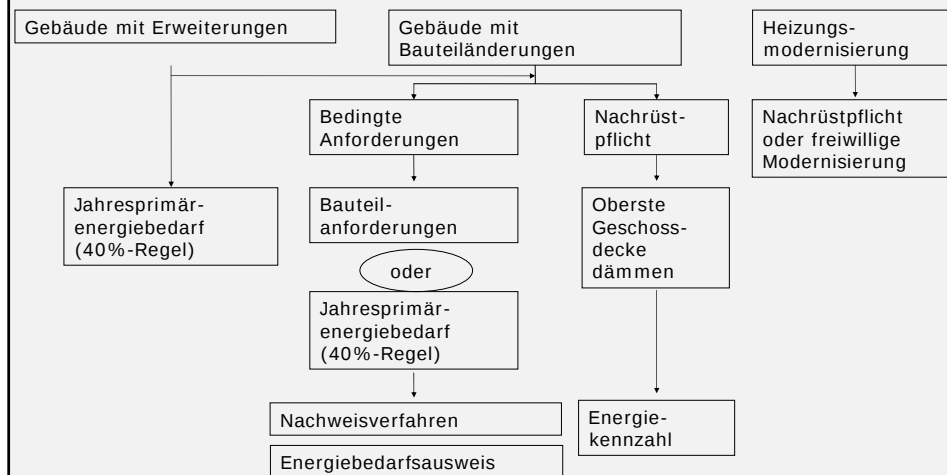
EnEV 2009 Nachweis Neubau



EnEV Bilanzierung Wohngebäude



EnEV 2009 Nachweis Gebäudebestand



Ermittlung des **Jahres-Primärenergiebedarfs für Wohngebäude** nach DIN 4108-6 und DIN V 4701-10 unter Einbeziehung von absoluten Verlustgrößen, Anlagenaufwandszahlen und Primärenergie-Umwandlungszahlen

$$Q = (Q_h + Q_c + Q_d + Q_s) \cdot e_g \cdot f_p + (Q_w + Q_{c,w} + Q_{d,w} + Q_{s,w}) \cdot e_{g,w} \cdot f_p + Q_{HE}$$

Q_h	Jahres-Heizwärmebedarf
Q_w	Nutzwärmebedarf für Warmwasser
Q_c	Verluste bei der Wärmeübergabe im Raum für die Heizung
$Q_{c,w}$	Verluste bei der Wärmeübergabe im Raum für das Warmwasser
Q_d	Verluste bei der Wärmeverteilung für die Heizung
$Q_{d,w}$	Verluste bei der Wärmeverteilung für das Warmwasser
Q_s	Speicherverluste der Heizung
$Q_{s,w}$	Speicherverluste bei der Warmwasserbereitung
e_g	Aufwandszahl für die Erzeugung der Heizwärme
$e_{g,w}$	Aufwandszahl für die Erzeugung des Warmwassers
Q_{HE}	elektrische Hilfsenergie, die für die Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung der Wärme sowohl für Heizung als auch für Warmwasser notwendig ist
f_p	Primärenergiefaktor

Primärenergiefaktoren nach DIN V 4701:2001-02, Tabelle C.4-1

Brennstoff	Heizöl	1,1
	Erdgas	1,1
	Flüssiggas	1,1
	Steinkohle	1,1
	Braunkohle	1,2
Nah-/Fernwärme aus KWK	fossiler Brennstoff	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	0,1
Strom	Strom-Mix	2,7

Primärenergiefaktoren nach DIN V 4701:2001-02, Tabelle C.4-1

Brennstoff	Heizöl	1,1
	Erdgas	1,1
	Flüssiggas	1,1
	Steinkohle	1,1
	Braunkohle	1,2
Nah-/Fernwärme aus KWK	fossiler Brennstoff	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	0,1
Strom	Strom-Mix	2,7

Anlagenaufwandszahl e_p ist das Verhältnis von Aufwand zum erwünschten Nutzen (Bedarf) eines Energiesystems (vgl. DIN V 4701-10 : 2001-02)

- Wärmeübergabe im Raum
- Wärmeverteilung und Transport im Gebäude
- Wärmeerzeugung, Wärmespeicherung
- Primärenergieumwandlung und –Verteilung bis an die Gebäudegrenze

Überlegungen

- Niedertemperaturkessel, Brennwert oder eine Wärmepumpe etc.
- Regelung für die Wärmeübergabe im Raum, Thermostatventile bzw. elektronische Regelung der Wärmeübergabe.
- Ist eine Zirkulationsleitung für die Warmwasserversorgung notwendig?
- Wird eine thermische Solaranlage für die Unterstützung der Warmwasserbereitung eingebaut?

Ermittlung der Anlagenaufwandszahl e_p nach DIN V 4701-10: 2001-02

- **Tabellenverfahren:** Berechnung anhand von Standardwerten. Eignet sich besonders in der Entwurfsphase, wenn unterschiedliche Systeme miteinander verglichen werden sollen, die konkreten Geräte jedoch noch nicht feststehen.
- **Diagrammverfahren:** Graphische Ermittlung anhand von Diagrammen aus dem Beiblatt 1 zur DIN V 4701-10 oder Hersteller-Diagrammen für bestimmte Wärmeerzeugungssysteme mit spezifischen Kennwerten aus den Werten für den Jahres-Heizwärmebedarfs und die Gebäudenutzfläche.
- **Detailliertes Verfahren:** Hier können konkrete Produktkennwerte, die tatsächlichen Leitungslängen und Dämmstärken, von den Standardwerten abweichende Systemtemperaturen usw. in der Berechnung der Aufwandszahl verwendet werden. Dies führt in der Regel zu besseren Anlagen-Aufwandszahlen.

Wärmedurchgangskoeffizienten $U = 1/R_T$ nach DIN EN 6946: 1996-11

Bemessungswerte des **Wärmedurchlasswiderstands** jeder Schicht

$$R = d / \lambda$$

d Dicke einer Bauteilschicht

λ Wärmeleitfähigkeit nach DIN EN 12524:2000-07

Wärmedurchlasswiderstand für **homogene Bauteilschichten**

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se}$$

R_{si} innerer Wärmedurchlasswiderstand

$R_1 \dots R_n$ Wärmedurchlasswiderstände jeder Schicht

R_{se} äußerer Wärmedurchlasswiderstand

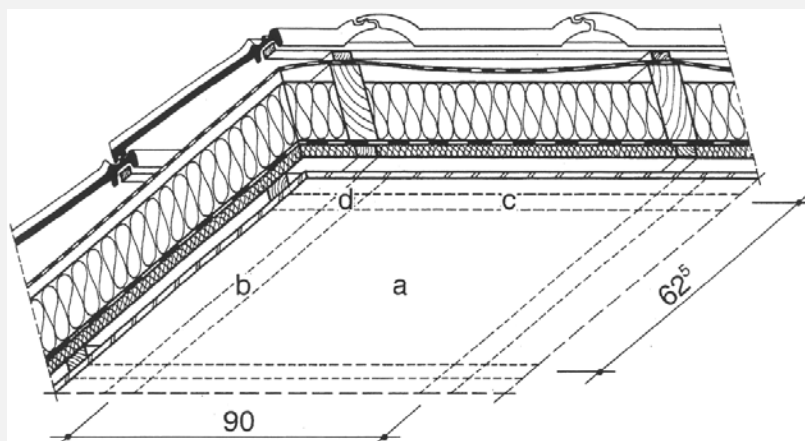
Wärmedurchlasswiderstand für **inhomogene Bauteilschichten**

$$R_T = (R'_T + R''_T) / 2$$

R'_T oberer Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstands

R''_T unterer Grenzwertes des Wärmedurchgangswiderstands

Ermittlung des Wärmedurchlasswiderstand für **inhomogene Bauteilschichten** nach DIN EN ISO 6946: 1996-11



Bedarfsausweis für Wohngebäude

- Alle wichtigen Informationen auf zwei Seiten
- Erläuterungen auf zusätzlicher Seite
- Darstellung PE / EE
- Wichtige Qualitäten der Anlage benennen
- Modernisierungen als Anlage
- Energieverbrauch als freiwillige zusätzliche Angabe möglich

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes 2

Energiebedarf

Endenergiebedarf $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ $\text{CO}_2\text{-Emissionen } \text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

0 50 100 150 200 250 300 350 400 >400

Primärenergiebedarf („Gesamteffizienz“) $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 EnEV

Primärenergiebedarf: $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ $\text{CO}_2\text{-Emissionen } \text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Endenergiebedarf: $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ $\text{CO}_2\text{-Emissionen } \text{t}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Energieverbrauch in kWh/(m²·a) für Heizung	Wärmeverlust	Ertragende %	Gesamt in kWh/(m²·a)

Sonstige Angaben

Einzelenergieeffizienzwerte der Energietechniksysteme:

- ☐ nach § 10 EnEV von Baubehörde geprüft
- Alternativ: Energieeffizienzwerte werden gemittelt

Heizung: ☐ Gas ☐ Öl ☐ Kohle ☐ Holz ☐ Biomasse ☐ Solarthermie ☐ Wärmepumpe ☐ Kältepumpe ☐ Lüftung ☐ Lüftung mit Wärmerückgewinnung ☐ Lüftung mit Wärmerückgewinnung und Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Die Lüftung erfolgt durch:

- ☐ mechanisch ☐ natürlich
- ☐ Lüftung mit Wärmerückgewinnung ☐ Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Vergleichswerte Endenergiebedarf

0 50 100 150 200 250 300 350 400 >400

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das vereinfachte Berechnungsverfahren ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen werden die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Der angegebenen Bedarfs- und spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (m^2).

Verbrauchsausweis

- starke Abhängigkeit vom Nutzerverhalten, Verbrauchsdaten werden für Kostengerechtigkeit erhoben
- Daten müssen neutralisiert werden (Witterungsbereinigung)
- Leerstände, kleine Gebäude mit hohem Nutzereinfluss, unübliche Bewirtschaftung können kaum neutralisiert werden
- keine Modernisierungsempfehlungen, da keine Diagnose aufgestellt wird

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes 3

Energieverbrauchskennwert

Dieses Gebäude: $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

0 50 100 150 200 250 300 350 400 >400

Energieverbrauch für Warmwasser: ☐ enthalten ☐ nicht enthalten

Das Gebäude wird auch gekühlt, der tatsächliche Energieverbrauch für Kühlung beträgt bei zugewandten Geräten etwa $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ Gebäudenutzfläche und wird als im Energieverbrauchsausweis nicht enthalten.

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Energieträger	Datum	Wärmeverbrauch (kWh)	Wärmeverbrauch (kWh)	Energieverbrauchskennwert in kWh/(m²·a) (bei Heizung und Warmwasser)		
				Heizung	Warmwasser	Gesamt

Vergleichswerte Endenergiebedarf

0 50 100 150 200 250 300 350 400 >400

Die Modellhaft ermittelten Vergleichswerte basieren auf den Daten, die dem Gebäude für Heizung und Warmwasser durch Heizkörper in Gebäuden bereitgestellt werden.

Der Energieverbrauchskennwert zeigt, wie viel Energie das Gebäude für Heizung und Warmwasser benötigt. Die Werte sind in kWh/(m²·a) angegeben. Die Werte sind in kWh/(m²·a) angegeben. Die Werte sind in kWh/(m²·a) angegeben.

Erläuterungen zum Verfahren

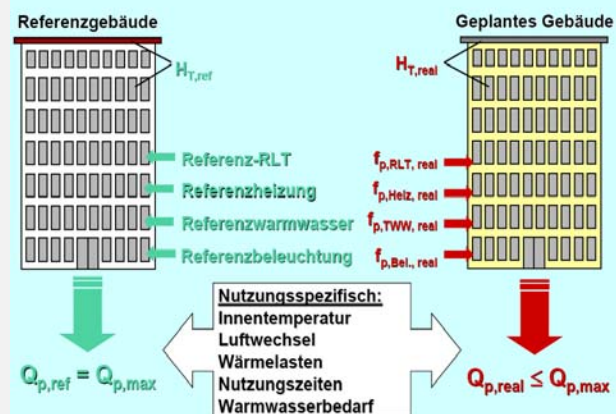
Das Verfahren der Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind nach einer Reihe von Standardisierungen („Norm“) nach Energieeinsparverordnung. Der tatsächliche Verbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes wird insbesondere wegen des unterschiedlichen und sehr variablen Nutzerverhaltens von angegebenen Energieverbrauchskennwerten abweichen.

Nicht-Wohngebäude DIN 18599



Nachweis

Referenzgebäudeverfahren



Neue Anforderungen:

- Vorgabe von unterschiedlichen Standardnutzungen
- Differenzierte Zonierung des Gebäudes
- Unterscheidung von Nutzungs- und Nichtnutzungszeiten
- Einbeziehung von Luftaufbereitung mittels RLT-Anlagen
- Ermittlung des Kühlbedarfs
- Ganzjahresbetrachtung, keine Einschränkung auf Heizperiode
- Beweglicher Sonnenschutz
- Bewertung der Beleuchtung
- Auswirkungen der Wärmeabgabe der Verteilsysteme auf die Raumbilanz und Rückwirkungen

Vorgehensweise

Zonierung gem. DIN 18599- 1

- anhand Nutzungen, Konditionierung, Anlagentechnik
- Geometrie und Bauteileigenschaften
- Zuweisung zu Versorgungsbereichen (Heizung, Kühlung, Belüftung, Befeuchtung, Trinkwarmwasser)



Bis zu einem Anteil von 3% der Gesamtfläche des Gebäudes dürfen Nutzflächen anderer Zonen sinnvoll zugeschlagen werden, sofern die inneren Lasten der Zonen sich nicht erheblich unterscheiden.

Vorgehensweise

Berechnung gem. DIN 18599- 2

- Bilanzierung Heizwärmebedarf und Kühlbedarf je Zone getrennt für Hauptnutzungszeit und Wochenende

Berechnung gem. DIN 18599- 3 und 4

- Berechnung der Nutzenergie Luftaufbereitung (-3) und Beleuchtung(-4)
- Heizregister, Kühlregister, Befeuchtung, Luftförderung, Beleuchtungsmittel, Regelungstechnik
- Berechnung Wärmeeinträge der Beleuchtung für Wärme-/Kältebilanz

Vorgehensweise

Berechnung gem. DIN 18599- 5 und 8

- Bilanzierung Verluste Heizsystem und Trinkwasserbereitung (- 5 und 8) aus Speicherung, Verteilung und Übergabe je Zone
- Erzeugernutzwärmeabgabe für Heizsystem und Trinkwarmwasserbereitung
- Hilfsenergie Übergabe/Verteilung/Speicherung/Erzeugung
- Zuzüglich Wärmeeinträge für Verrechnung Wärme-/Kältebilanz

Berechnung gem. DIN 18599- 6 und 7

- Bilanzierung Verluste RLT-Anlage (- 6 und 7) aus Speicherung, Verteilung und Übergabe je Zone
- Erzeugernutzwärmeabgabe für RLT-Heizfunktion und RLT-Kühlfunktion
- Hilfsenergie Übergabe/Verteilung/Speicherung/Erzeugung
- Zuzüglich Wärmeeinträge für Verrechnung Wärme-/Kältebilanz

Vorgehensweise

Berechnung gem. DIN 18599- 1

- Endenergie der thermischen Energie und Verluste der Erzeugung
- Endenergie für Beleuchtung und Hilfsenergien
- Endenergie nach Energieträger
- Primärenergiebewertung

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude
gemäß den §§ 10 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“

Dieses Gebäude: kWh/(m²·a) CO₂-Emissionen: kg/(m²·a)

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 >1000

EnEV-Anforderungswert: kWh/(m²·a) EnEV-Anforderungswert: kWh/(m²·a)

Nachweis der Einhaltung des § 4 oder § 9 Abs. 1 EnEV:

Gebäude-Wärmetransmission: kWh/(m²·a) Gebäude-Wärmetransmission: kWh/(m²·a)

Endenergiebedarf

Energieträger	Heizung	Wärmeerzeugung	Erzeugnis-Beheizung	Lüftung	Lüftung, erzeugt	Gebäude, erzeugt

Aufteilung Energiebedarf

Energieträger	Heizung	Wärmeerzeugung	Erzeugnis-Beheizung	Lüftung	Lüftung, erzeugt	Gebäude, erzeugt

Sonstige Angaben

Einseitigkeit der Heizungsanlage: ☐ ja ☐ nein

Alternative Heizungsanlagen werden genutzt für:

☐ Heizung ☐ Wärmeenergie ☐ Erzeugnis-Beheizung

☐ Lüftung ☐ Lüftung

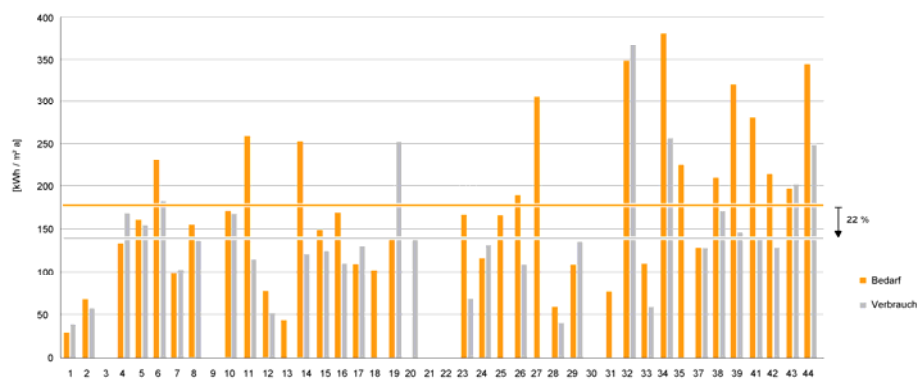
Gebäudezonen

Zone	Fläche (m²)	Anzahl (N)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das Verfahren der Berechnung des Energiebedarfs ist nach der Energieeinsparverordnung (EnEV) festgelegt. Insbesondere werden die Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden festgelegt. Die Berechnung des Energiebedarfs ist nach der EnEV zu durchzuführen. Die EnEV ist in der EnEV-Anforderungswert festgelegt. Die EnEV ist in der EnEV-Anforderungswert festgelegt.

Vergleich bei Nicht-Wohngebäuden



Chancen und Risiken für Baudenkmale

Chancen

- Großzügige Ausnahmeregelung
- Sensibilisierung für energetische Fragen im Bereich der Denkmalpflege
- Kompensationsmöglichkeiten von Defiziten der Gebäudehülle durch Anlagentechnik

Risiken

- Bewertung von Maßnahmen ausschließlich nach energetischen Gesichtspunkten zu Ungunsten des denkmalpflegerischen Vorgehens
- Suggestierung einer exakten Rechengenauigkeit

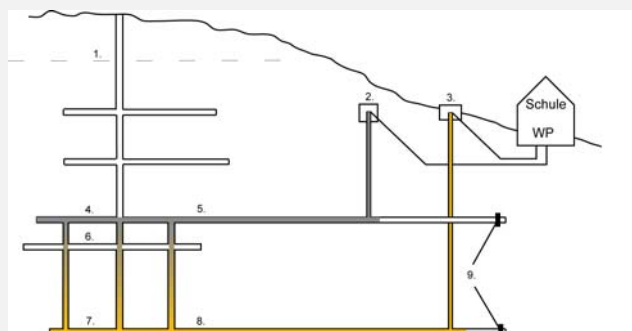
Mittelschule Ehrenfriedersdorf



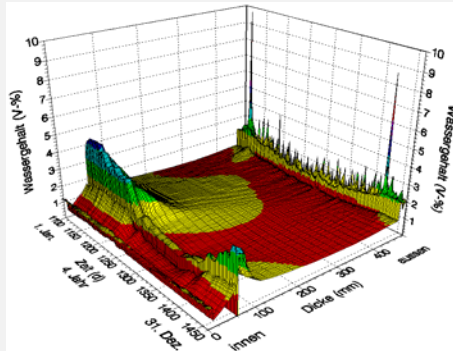
Feuchteschäden



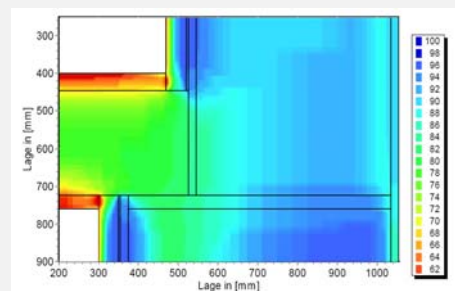
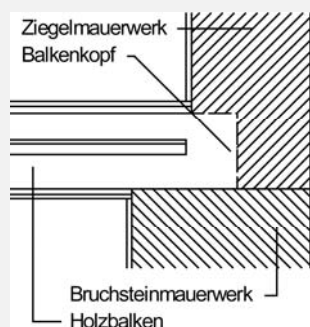
Grubenwassernutzung



Kapillaraktive Innendämmung



Balkenkopf



Technik



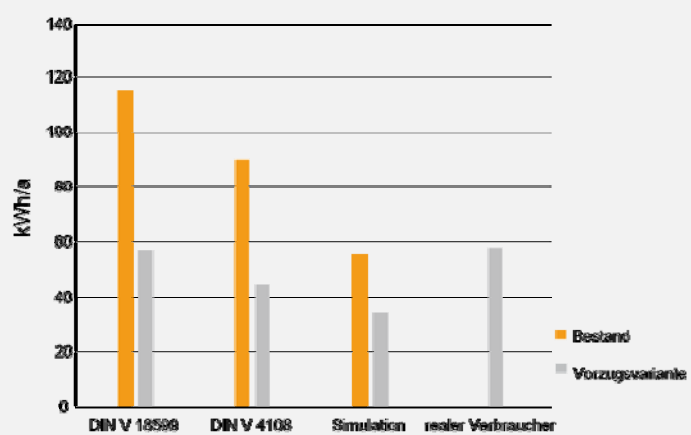
Vorher und Nachher



Vorher und Nachher



Vergleichsberechnung



Villa Seeblick, Heringsdorf

Neue gläserne Dachgaube
mit 23 mm VIP-Dämmpaneel



Neue Isolierglasfenster
als denkmalgerechter Nachbau



Delbrückstr. 15
17424 Heringsdorf (Usedom)

1876

Instandsetzung
2004-2005

Wohnnutzung (max. 5 WE)

Referenzsituation

Anwendung der Gebäudediagnose-
methode idi-al/S-S-P mit umfang-
reichen Bauwerksuntersuchungen.

Aufwändige und kostenintensive
„State-of-the-art“-Sanierung zur
Erreichung des EnEV-Standards
auch beim Baudenkmal
(= Voraussetzung für KfW-Mittel)

Innovative Detaillösungen (u.a.
integrierte Belüftungseinheiten mit
Wärmerückgewinnung im
Brüstungsbereich)

Fenster

Gebäudetechnik



Bedarfsberechnung

