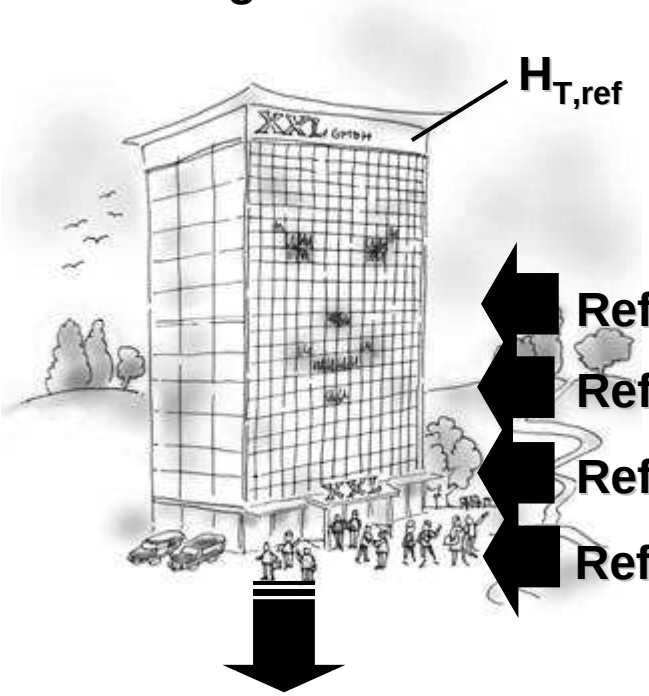
Klimawerkstatt Spandau
18. Oktober 2012
Referent: Dipl.-Ing.Lutz Krischausky
Wolf GmbH, Mainburg

EnEV 2009

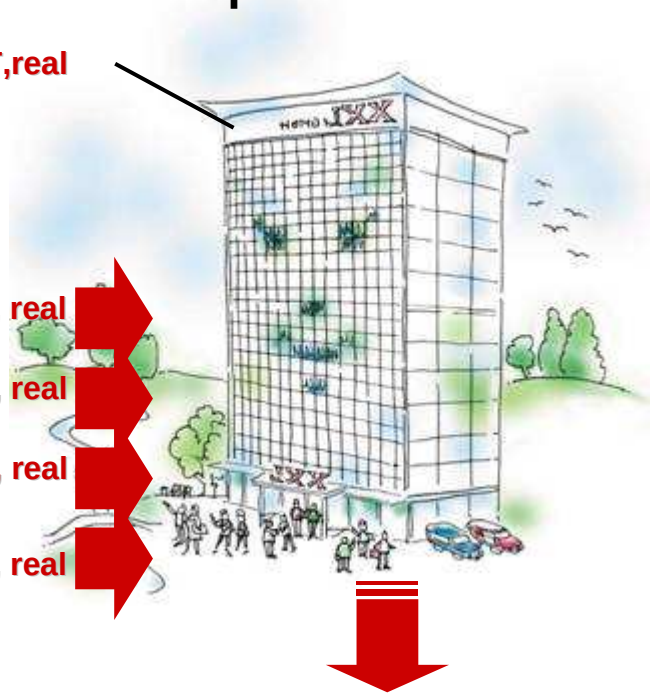
Die Energieeinsparverordnung EnEV 2009 begrenzt den Energieverbrauch von Wohn- und Nichtwohngebäuden. Dazu macht sie verbindliche Mindestvorgaben für den Baukörper und definiert ein Referenzgebäude mit dem die Anforderung an den max. Primärenergieverbrauch bestimmt werden .
Die Einhaltung ist mit dem Energieausweis nachzuweisen

EnEV 2009 - Referenzgebäudeverfahren

Referenzgebäude:



Geplantes Gebäude:



Referenz-RLT	**fp,RLT, real**
Referenzheizung	**fp,Heiz, real**
Referenzwarmwasser	**fp,TWW, real**
Referenzbeleuchtung	**fp,Bel., real**

$$Q_{p,ref} = Q_{p,max}$$

Nutzungsspezifisch:
Innentemperatur
Luftwechsel
Wärmelasten
Nutzungszeiten
Warmwasserbedarf

$$Q_{p,real} \leq Q_{p,max}$$

Energieeffizient Bauen

		Q_p	H_T
KfW-70 Effizienzhaus		70%	85%
KfW-55 Effizienzhaus	5%	55%	70%
KfW-40 Effizienzhaus	10%	40%	55%

50.000 Euro/Wohneinheit

Tilgungszuschuss

Besondere Effizienz wird gefördert!

Energieeffizient Bauen

Tilgungszuschuss

KfW-70

KfW-40

Effizienzhaus 10%

50.000 Euro/Wohneinheit

H_T

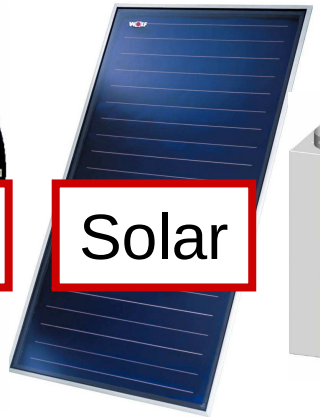
85%

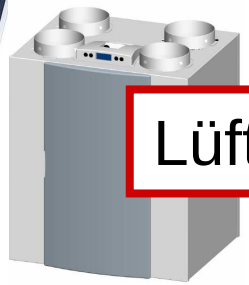
70%

55%

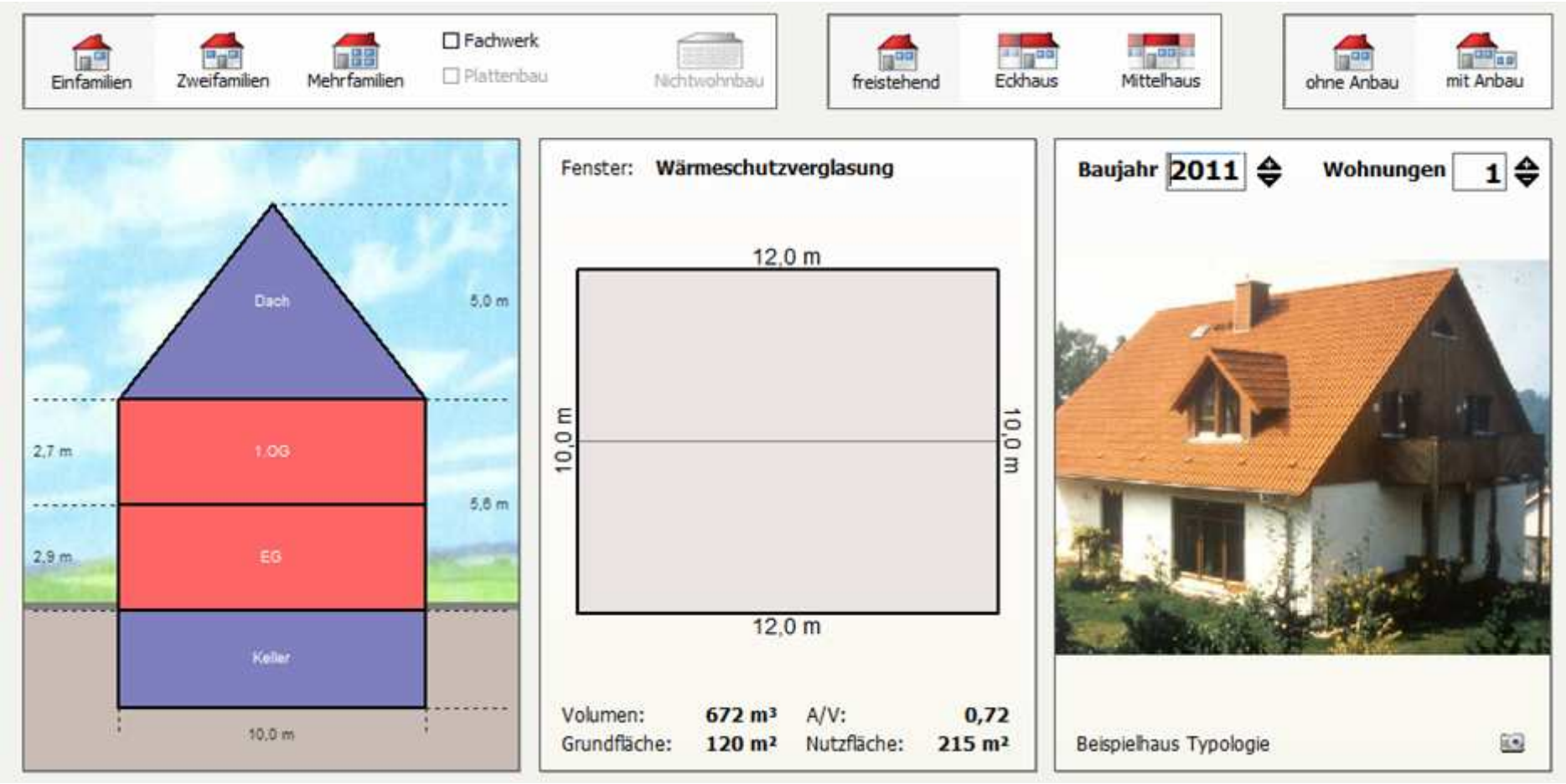
Förderung steigt mit der Effizienz

Welche Anlage ist die „Beste“?





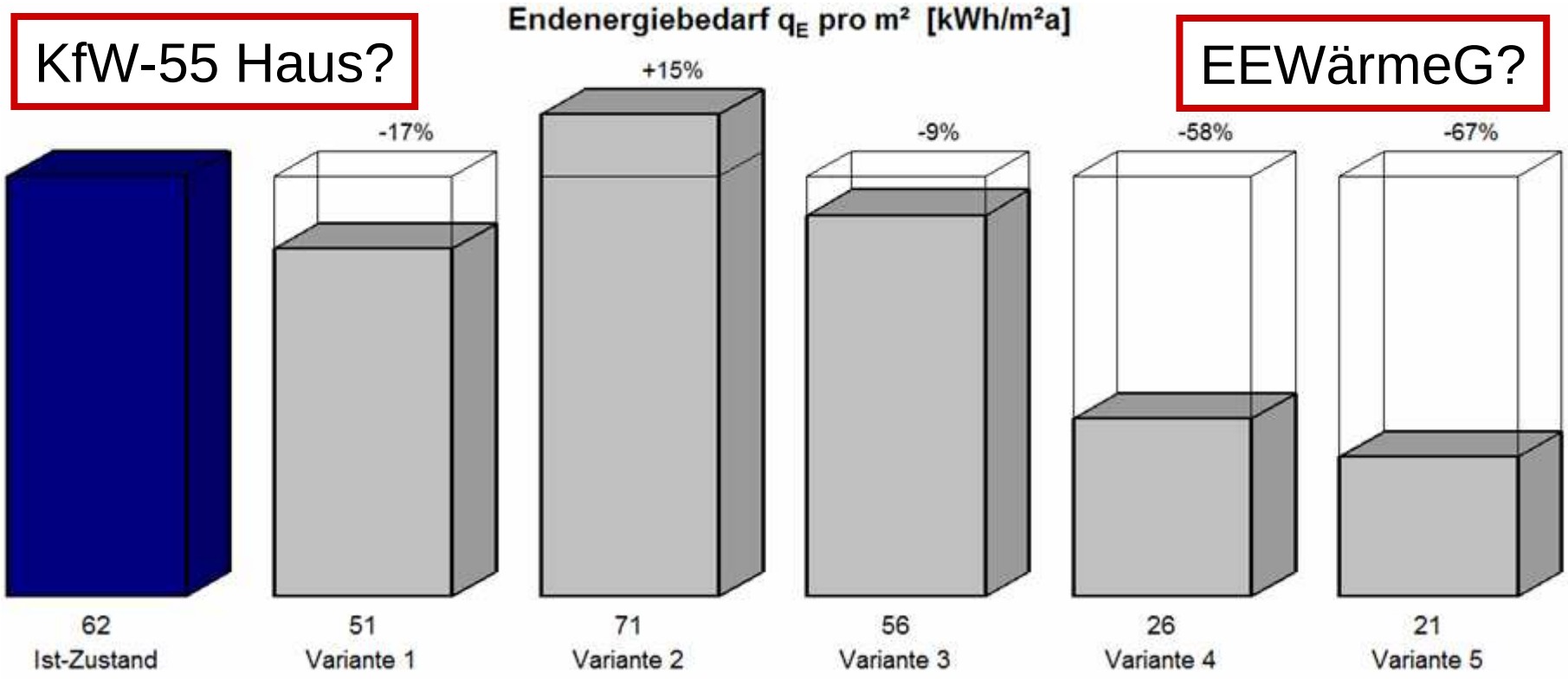
Neubau – „Fahrplan“ am Beispiel EFH



Vorschläge der Anlagentechnik

KfW-55 Haus?

EEWärmeG?



Ist-Zustand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Neutral	WOLF	Neutral	Wolf	Neutral	Wolf
Lüftung	Lüftung				
Gas-BW	Gas-BW	Gas-BW	Gas-BW		
Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW
		Solar HZ	Solar HZ	Solar HZ	Solar HZ
				Luft-WP	Luft-WP

EnEV?

KfW Programme ab 10/2012

Energieeffizient Sanieren - Kreditvariante

bis zu 9.375 EUR Tilgungszuschuss

KfW-Denkmal Effizienzhaus	2,5 %
KfW-115 Effizienzhaus	2,5 %
KfW-100 Effizienzhaus	5,0 %
KfW-85 Effizienzhaus	7,5 %
KfW-70 Effizienzhaus	10,0 %
KfW-55 Effizienzhaus	12,5 %

Tilgungszuschuss

bis zu 15.000 Euro Zuschuß für Effizienzhäuser*

Q_p	H_T
160%	k.A.
115%	130%
100%	115%
85%	100%
70%	85%
55%	70%

75.000 Euro Pro Wohneinheit

KfW Programme ab 10/2012

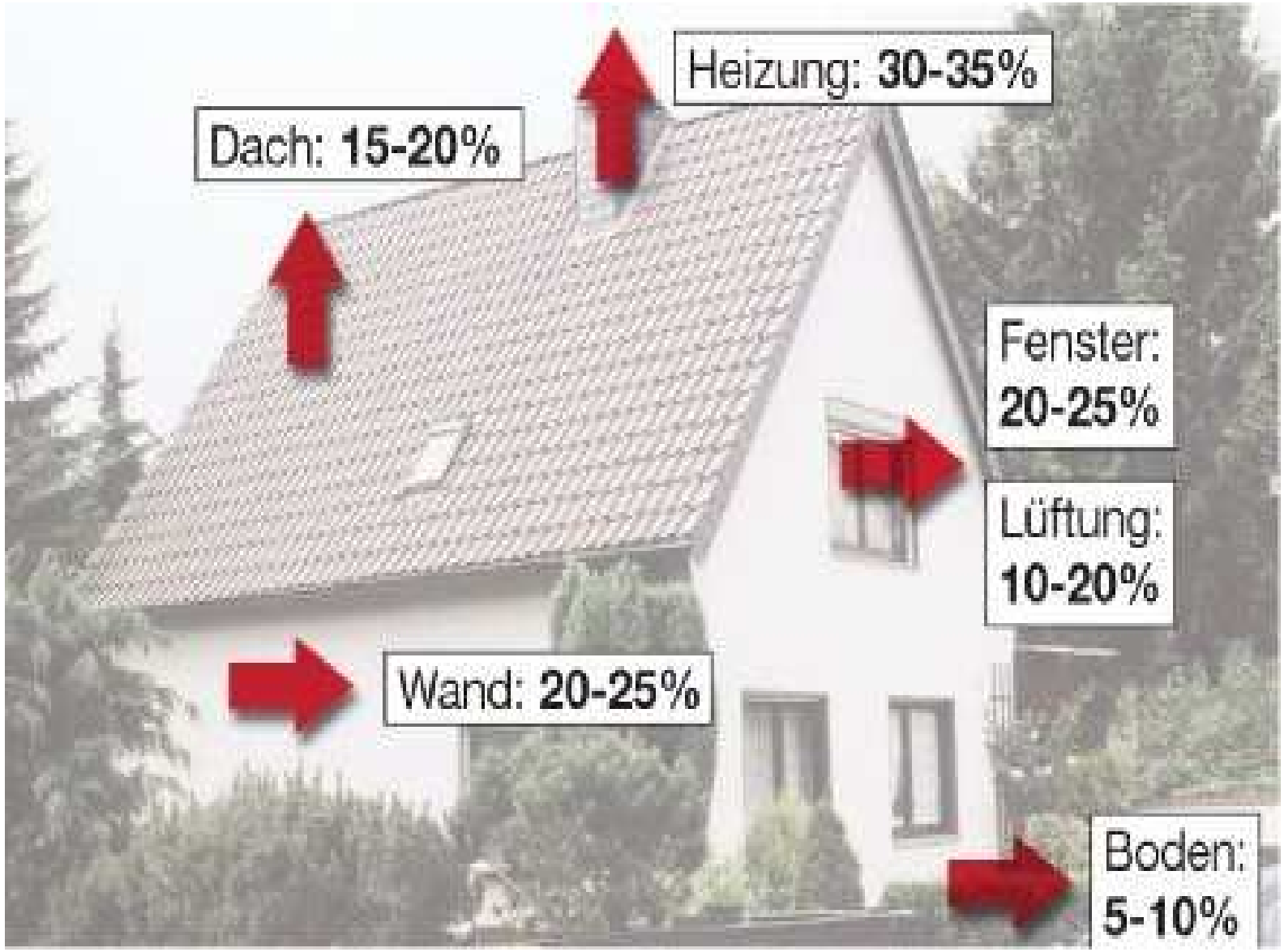
Energieeffizient Sanieren - Zuschußvariante

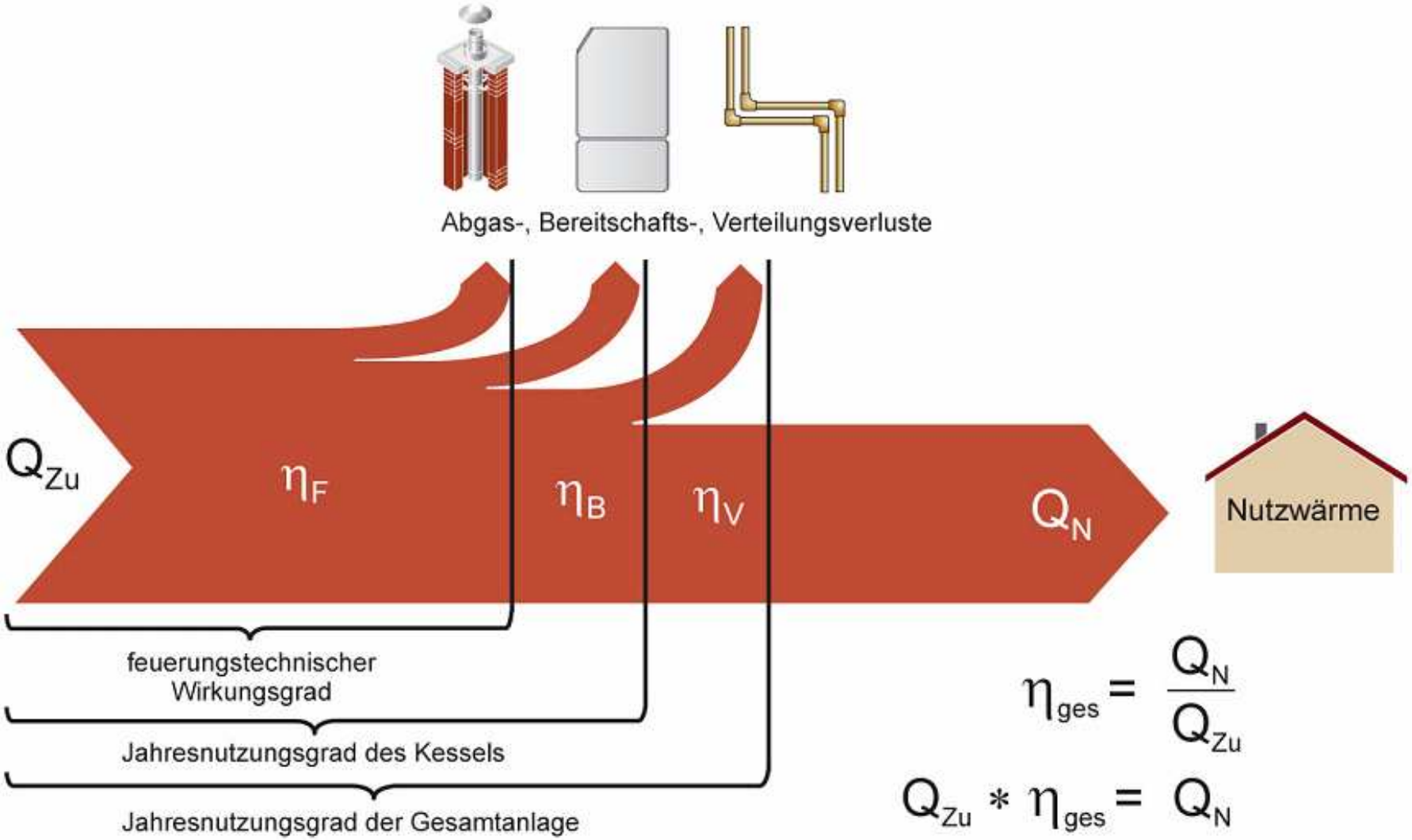
bis zu 13.125 EUR Zuschuss*
für KfW-Effizienzhäuser

		Q_p	H_T
KfW-115 Effizienzhaus	10 %	115%	130%
KfW-100 Effizienzhaus	12,5 %	100%	115%
KfW-85 Effizienzhaus	15 %	85%	100%
KfW-70 Effizienzhaus	17,5 %	70%	85%
KfW-55 Effizienzhaus	20 %	55%	70%

75.000 Euro x % = max. Zuschuß (50.000 Euro bei Einzelmaßnahme)

Gebäudesituation





$$\eta_{ges} = \frac{Q_N}{Q_{Zu}}$$

$$Q_{Zu} * \eta_{ges} = Q_N$$

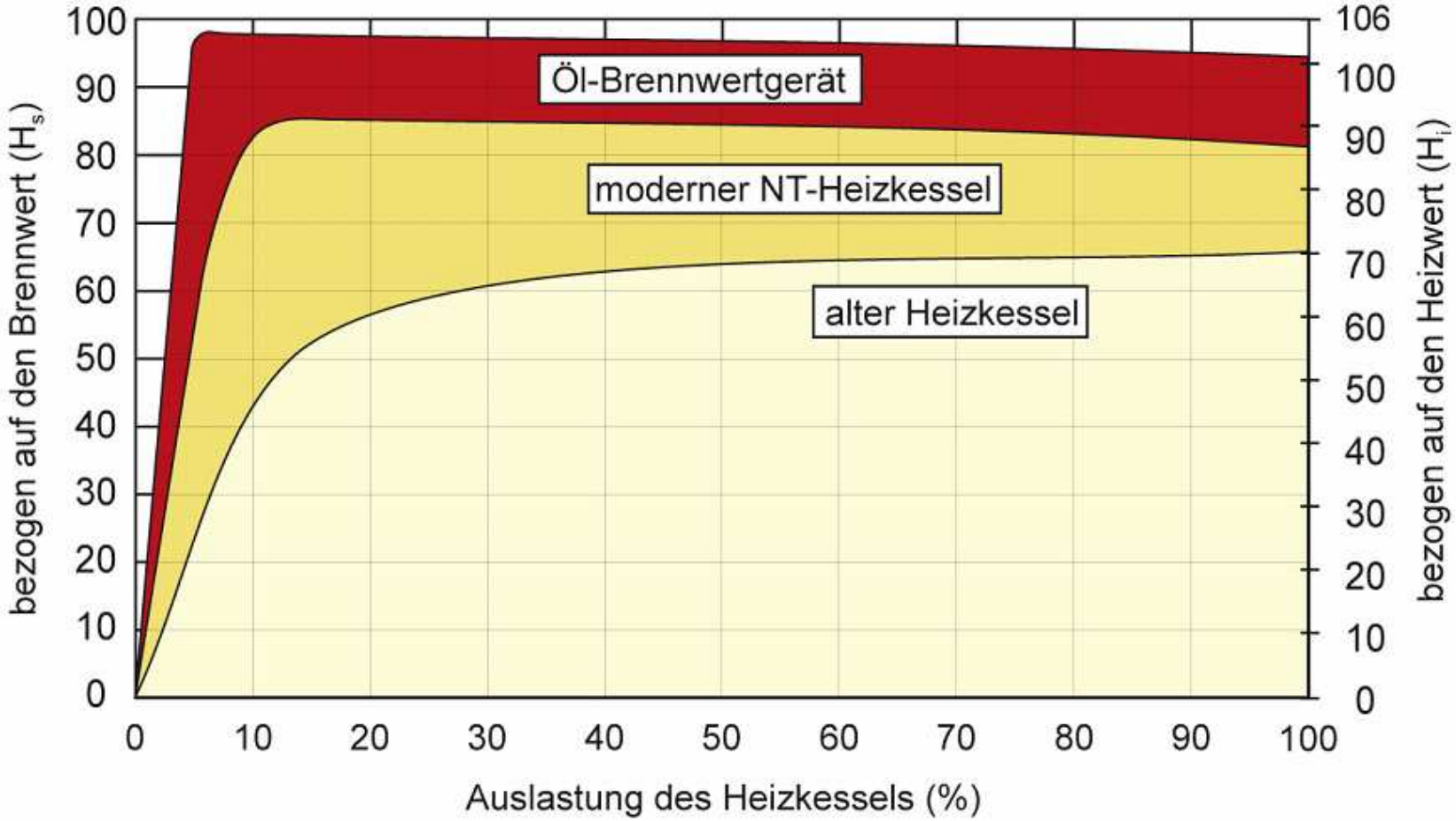
$\eta_{ges} = \eta_F \times \eta_B \times \eta_V$ $\quad \eta_{ges} = \frac{Q_N}{Q_{Zu}}$, Q_N = 25.000 kWh
bzw. 2.500 l HEL

- **Alte Heizung:**

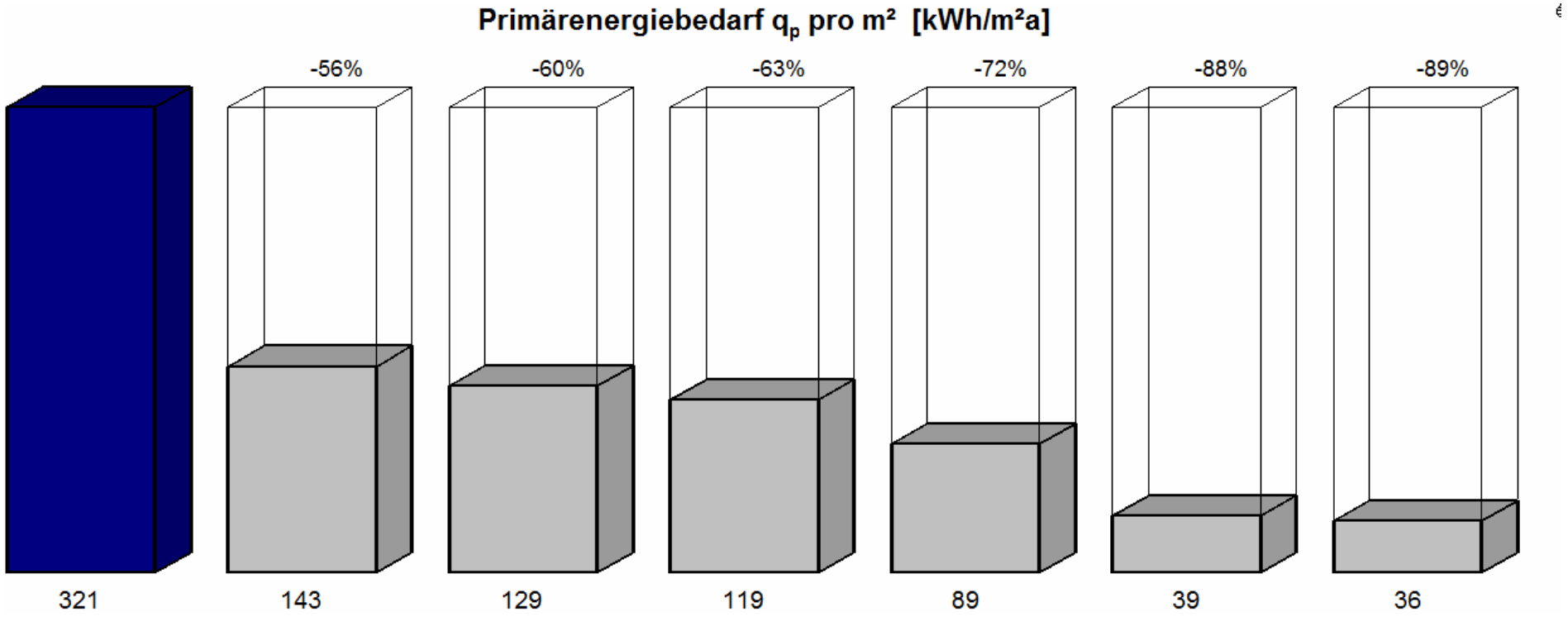
η_{ges} = 0,87 x 0,8 x 0,95 = 0,66 = 66 %
Q_{Zu} = 25.000 kWh/0,66 = 38.000 kWh entspr. 3.800 l HEL

- **Neue Heizung:**

η_{ges} = 0,98 x 0,98 x 0,95 = 0,91 = 91 %
Q_{Zu} = 25.000 kWh/0,91 = 27.400 kWh entspr. 2.700 l HEL


Öl-Brennwertgerät
moderner NT-Heizkessel
alter Heizkessel
bezogen auf den Brennwert (H_s)
bezogen auf den Heizwert (H_i)
Auslastung des Heizkessels (%)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
106

Altbausanierung



Istzustand Gaskessel 87 Speicher	WOLF Gas-BW Speicher	WOLF Gas-BW Solar WW	WOLF Gas-BW Solar WW Solar HZ	WOLF Luft-WP Solar WW Solar HZ	WOLF Pellet Solar WW	WOLF Scheitholz Solar WW

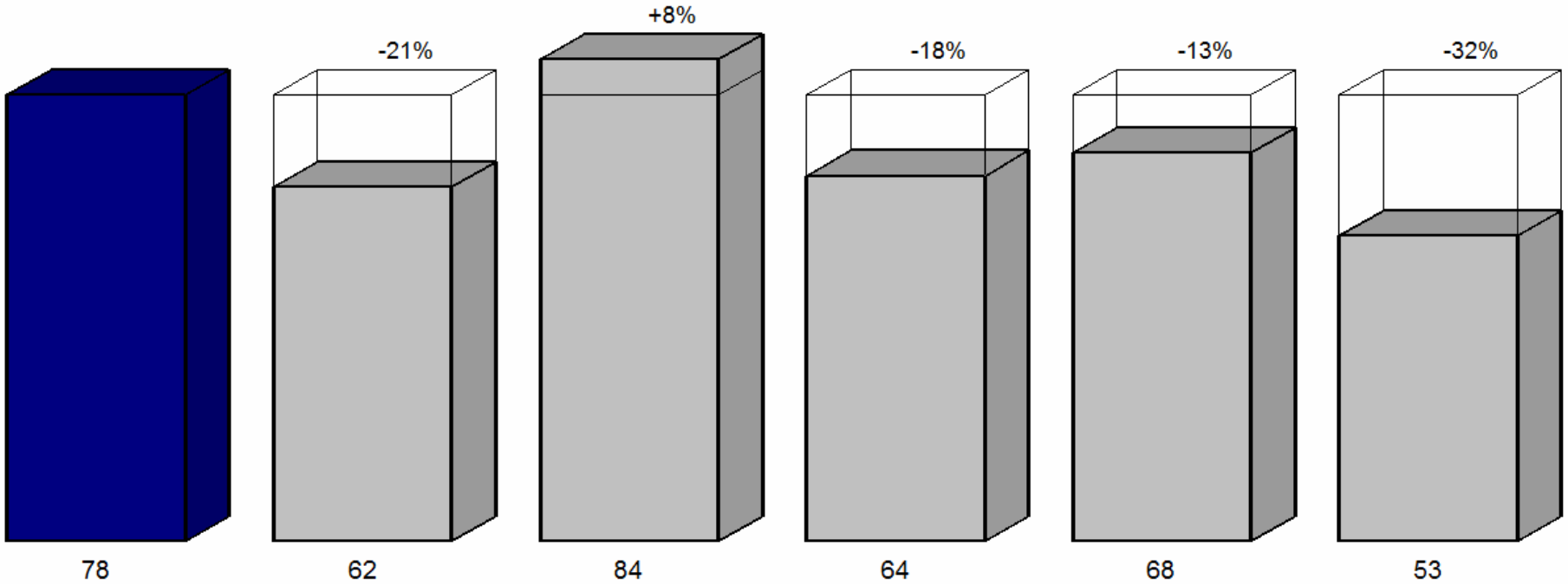
KfW Programme ab 01.07.2010

Energieeffizient Bauen

	Tilgungszuschuss	Q_p	H_T
KfW-70 Effizienzhaus		70%	85%
KfW-55 Effizienzhaus	5%	55%	70%
KfW-40 Effizienzhaus	10%	40%	55%

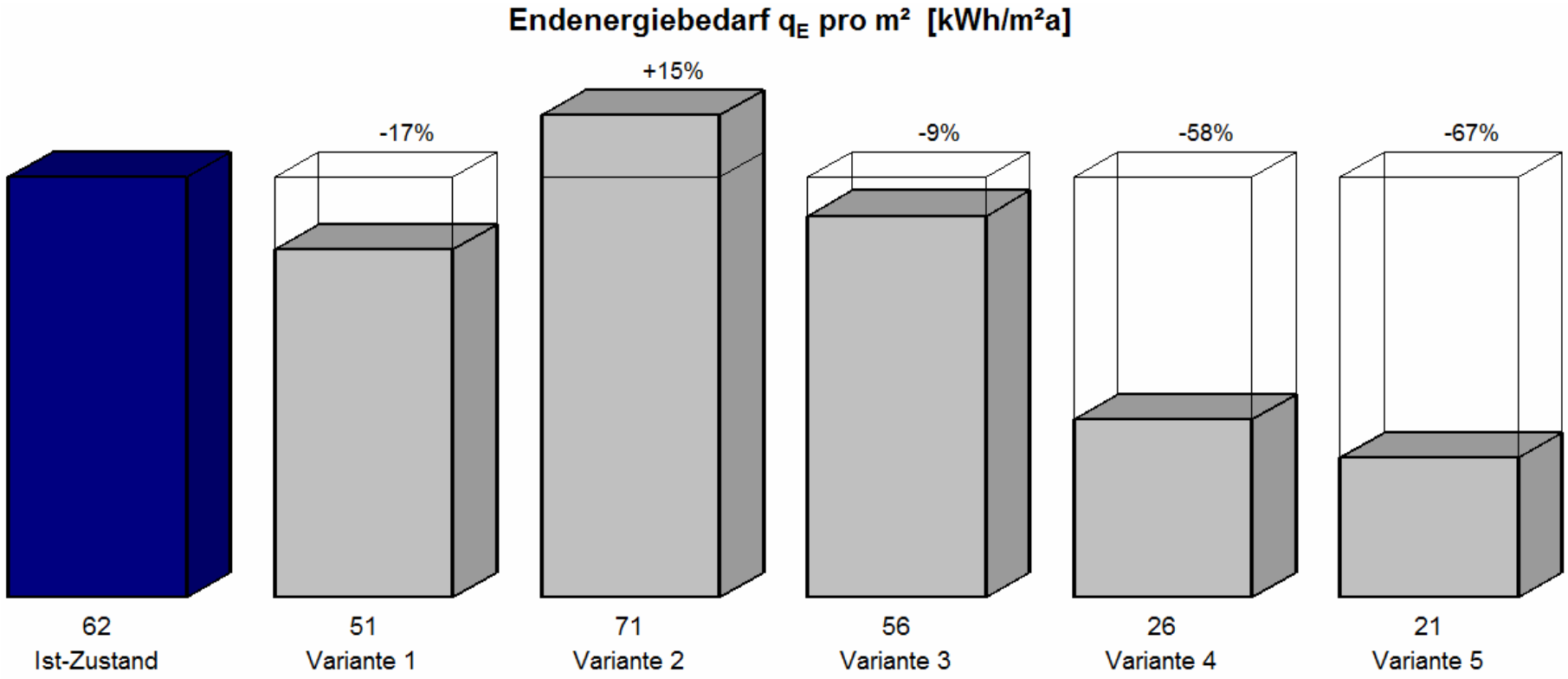
50.000 Euro/Wohneinheit

Gebäudesituation - Neubau



Neutral	WOLF	Neutral	Wolf	Neutral	Wolf
Lüftung	Lüftung				
Gas-BW	Gas-BW	Gas-BW	Gas-BW		
Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW
		Solar HZ	Solar HZ	Solar HZ	Solar HZ
				Luft-WP	Luft-WP

Gebäudesituation - Neubau



Ist-Zustand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Neutral	WOLF	Neutral	Wolf	Neutral	Wolf
Lüftung	Lüftung				
Gas-BW	Gas-BW	Gas-BW	Gas-BW		
Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW	Solar WW
		Solar HZ	Solar HZ	Solar HZ	Solar HZ
				Luft-WP	Luft-WP

Energieeffizent Bauen – Effizienzhaus 40/55/Passivhaus

Im Falle eines KfW-Effizienzhaus 40 oder 55 / Passivhaus sind Planung und Baubegleitung durch einen Sachverständigen verbindlich nachzuweisen.

Der Sachverständige muss mindestens folgende Leistungen erbringen:

- spezielle Detailplanungen, insbesondere Luftdichtigkeitskonzept und Lüftungskonzept bei Einbau einer Lüftungsanlage, bzw. Vorgabe von Parametern aus der Energiebedarfsrechnung an den Heizungsplaner,
- Prüfung des Leistungsverzeichnisses,
- mindestens eine Baustellenbegehung vor Ausführung der Putzarbeiten bzw. vor Verschließen eventueller Bekleidungen, einschließlich der Überprüfung der Ausführung von Wärmebrücken sowie der Umsetzung von Luftdichtigkeits- und Lüftungskonzept inklusive Blower Door Test,
- Kontrolle und Begleitung bei der Übergabe der Haustechnik, ggf. mit ergänzender technischer Einweisung in die Haustechnik sowie ggf. Prüfung des Nachweises des hydraulischen Abgleichs und der Einregulierung der Anlage.

Energieeffizent Bauen – Effizienzhaus 40/55/Passivhaus

Gebäudebelüftung

Für den Bau bzw. die Herstellung eines KfW-Effizienzhauses wird der Einbau einer Lüftungsanlage empfohlen (keine zwingende Fördervoraussetzung). Die Anlage sollte den folgenden Anlagenkonfigurationen entsprechen:

bedarfsgeregelte Abluftsysteme,
die Feuchte-, CO_2- oder Mischgasgeführt sind und eine spezifische elektrische Leistungsaufnahme von maximal Pel,Gerät 0,20 W/m³h aufweisen (Ausführung der Klasse E nach DIN 1946 Teil 6).

Zentrale, dezentrale oder raumweise Anlagen mit Wärmeüberträgern, die
einen Wärmebereitstellungsgrad ηWBG von mindestens 80 % bei einer spezifischen elektrischen Leistungsaufnahme von maximal Pel,Gerät 0,45 W/m³h oder
einen Wärmebereitstellungsgrad ηWBG von mindestens 75 % bei einer spezifischen elektrischen Leistungsaufnahme von maximal Pel,Gerät 0,35 W/m³h aufweisen (Ausführung der Klasse E nach DIN 1946 Teil 6).
Die Anforderungen an die Luftdichtigkeit des Gebäudes nach § 6 EnEV sind einzuhalten.

Planung/Ausführung

EEWärmeG

Das „Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz“ verpflichtet seit 1.Januar 2009 bei neu errichteten Gebäuden (Wohneinheit) zur Nutzung regenativer Energien.

- bei Nutzung von solarer Wärme 15% Deckungsanteil

  Solaranlagen: 15% vom Wärmeenergiebedarf und Prüfzeichen „Solar Keymark“

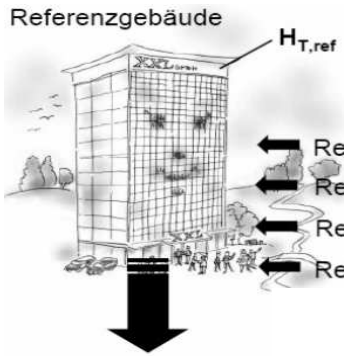
  → Solarsimulation (Nachweisführung) oder

  → 0,04 m² Aperturfläche/m² Nutzfläche (AN = 0,32*V)

  → 0,03 m² bei > 2 Wohneinheiten

  Achtung: die Länder können höhere Mindestflächen festlegen

- bei gasförmiger Biomasse: 30%
- bei flüssiger oder fester Biomasse: 50%
- bei Geothermie oder Umweltwärme: 50%



$Q_{p,ref} = Q_{p,max}$ **-15%**

Als Ersatzmaßnahme müssen die Grenzwerte der gültigen EnEV um 15% unterschritten werden ($H_T + Q_P$ -15%)
Damit ist die Nutzungspflicht erfüllt

Mindest U-Werte beim Neubau

Tabelle 1

Ausführung des Referenzgebäudes

Zeile	Bauteil/System	Referenzausführung / Wert (Maßeinheit)	
		Eigenschaft (zu Zeilen 1.1 bis 3)	
1.1	Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,28 W/(m²·K)
1.2	Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen (außer solche nach Zeile 1.1)	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,35 W/(m²·K)
1.3	Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	U = 0,20 W/(m²·K)
1.4	Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	U_w = 1,30 W/(m²·K)
		Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	$g_\perp$ = 0,60
1.5	Dachflächenfenster	Wärmedurchgangskoeffizient	U_w = 1,40 W/(m²·K)

Betrifft alle Bauteile der wärmeübertragende Umfassungsfläche

Gebäudesanierung

Im Wohn-Gebäudebestand wird eine energetische Verbesserung nur dann vorgeschrieben, wenn eine „wesentliche Änderung“ der wärmeübertragende Umfassungsfläche stattfindet und 10% dieses Bauteiles von der Sanierung betroffen sind. Die Höchstwerte des U-Wertes dürfen um 40% überschritten werden!

Beispiel:

- Dach: U-Wert: 0,24 W/(m²K), Flachdächer: U-Wert: 0,2 W/(m²K),
- Fenster: U-Wert: 1,3 W/(m²K), Dachflächenfenster: U-Wert: 1,4 W/(m²K),
- Fassade: U-Wert: 0,24 W/(m²K),
- Anbau ≥50m² Nutzfläche hinzugefügt werden, ist diese Fläche wie Neubau zu behandeln

Bei KfW-Effizienzhäuser, muss für das komplette Gebäude ein Energieausweis erstellt werden, der mit dem Referenzhaus verglichen wird!

Werden einzelne Bauteile der wärmeübertragende Umfassungsfläche erneuert, müssen nur die oben genannten Mindestwerte nachgewiesen werden.

EnEV 2009

Heizungs-Bereich Nr. 1 :

Bezeichnung : WOLF CSZ-11/300 A-Klasse
Nutzfläche : 140,6 m²
Bereich **mit** Lüftungsanlage
Der Bereich enthält **einen** Zentralheizungs-Verteilstrang

Zentralheizungs-Verteilstrang Nr. 1

max. Vor-/Rücklauftemperatur : 35 / 28 °C
Innenverteilung (Strangleitungen an den Innenwänden)
Verteil-Leitungen innerhalb der thermischen Hülle
Keine Umwälzpumpe vorhanden oder beim Hilfsenergiebedarf des Wärmeerzeugers berücksichtigt.
Übergabe-Komponente : Flächenheizung (z.B. Fußbodenheizung)
Regelung : Einzelraumregelung mit Zweipunktregler 2 K Schaltdifferenz

Der Bereich enthält **keinen** dezentralen Wärmeerzeuger

Zentralheizungs-Gruppe des Bereiches:

Die Gruppe enthält **keinen** Pufferspeicher.

Wärmeerzeuger Nr. 1 :

Hersteller : WOLF
Bezeichnung : CSZ-11/300 A-Klasse
Wärmeerzeuger-Typ : Brennwert-Kessel
Brennstoff : Erdgas E
Aufstellort : innerhalb der thermischen Hülle

Achtung: Nach DIN 4701-10, Kapitel 5.3.4.2.1 ist die Aufstellung innerhalb der ...
... therm. Hülle nur zulässig für Kessel, die raumluft**un**abhängig betrieben werden !
Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :

* Kessel-Nennwärmeleistung : 10,0 kW
* 30%- Teillast-Wirkungsgrad : 108,1 %
* Bereitschaftswärmeverlust bei 70°C : 1,06 %

EnEV 2009

Lüftungsanlage des Bereiches:

Der belüftete Flächenanteil des Bereichs berägt 100,0 % der Bereichsfläche
Art : zentrale Lüftungsanlage
belüftete Nutzfläche : 140,6 m²
Luftauslässe überwiegend im Innenwandbereich
ohne Einzelraumregelung, mit zentraler Vorregelung
Verteilleitungen innerhalb therm. Hülle, Standardlängen
Gleichstom-Ventilatoren (DC)
Abweichend von den Standardwerten aus DIN 4701-10 wurden folgende Werte vorgegeben :
* volumenbezogene Ventilatorleistung : 0,32 W/(m³/h) (incl. Regelung)
Die Lüftungsanlage enthält einen Abluft-/Zuluft-Wärmeübertrager.

Wärmeübertrager:

Hersteller : WOLF
Bezeichnung : CWL-300 ohne Erdw.
Wärmebereitstellungsgrad : 95,0 % (unkorrigiert)
Im vorgegebenen Bereitstellungsgrad sind die Wärmeverluste des Gehäuses, Frostbetrieb und Volumenstrombalance **nicht** berücksichtigt !
Frostschutz: elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)

Wärmebereitstellungsgrad 95,0 % korrigiert 86,5 %
hierbei Gehäusewärmeverluste, Frostbetrieb und Volumenbalanc
elektr. Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb)
Grenz-Außentemperatur für Zuluftvorwärmung -0,8 °C
Hilfsenergiebedarf zur Luftvorwärmung 0,84 kWh/m²a

EEWärmeG Mai 2011

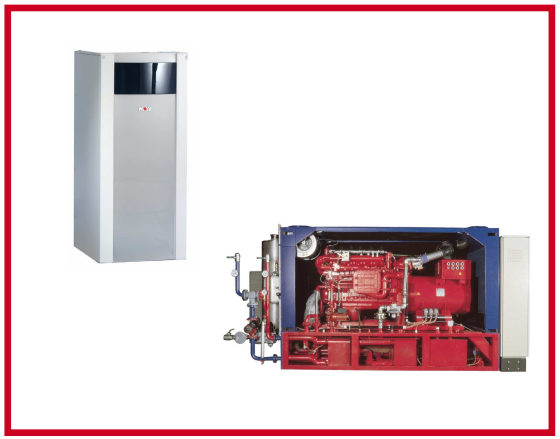
Das „Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz“ verpflichtet ab 1.Mai 2011 bei neu errichteten Gebäuden (Öffentliche auch bei grundlegender Sanierung) zur Nutzung regenativer Energien für den Wärme- und Kälteenergiebedarf

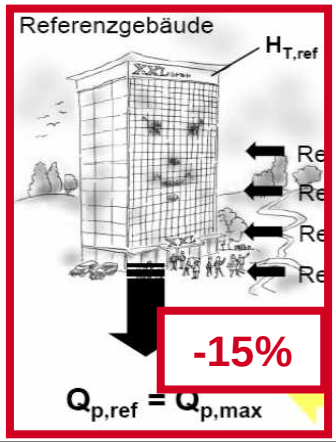
- bei Nutzung von solarer Wärme 15% Deckungsanteil
- bei gasförmiger Biomasse 30%
- bei flüssiger oder fester Biomasse 50%
- bei Geothermie oder Umweltwärme 50%
- Jahres-Primärenergiebedarfs und Gebäudehülle um mindestens 15 Prozent unterschreitet

§ 8 Kombination

(1) … können zur Erfüllung der Pflicht…untereinander und miteinander kombiniert werden.

(2) Die prozentualen Anteile … der vorgesehenen Nutzung müssen in der Summe 100 ergeben.





Kombination E-Energie untereinander:

Einfamilienhaus	gebaut wird ein EFH mit einer Nutzfläche von 150m² Warmwasser Solaranlage und Erdwärmenutzung
Problem:	nach dem EEWärmeG müsste die Aperturfläche der Kollektoren bei 6m² liegen (150m² Nutzfläche x 0,04m² Aperturfläche = 6m² Kollektor)! Es sollen aber nur 4m² Aperturfläche Kollektor montiert werden
Lösung:	6m² zur Erfüllung EEWärmeG – 4m² vorhanden Bringt man diese Flächen ins Verhältnis ergibt sich eine Deckung von 66,66%! Die restlichen 33,33% müssen über die Geothermie gedeckt werden! Die Geothermie muß gem. EEWärmeG 50% des gesamten Wärmeenergiebedarfes des Gebäudes decken! Ein Drittel von 50% WP-Deckung = 16.66%
Fazit:	Der Eigentümer muß seine Nutzungspflicht zu 100% erfüllen: 66,66% Solarenergie - 4m² Aperturfläche 33,33% Geothermie – 16% vom Wärmeenergiebedarf ——— 100 % Gesamte Deckung beider Wärmeerzeuger

Die gesamte Bilanzierung der regenerativen Energien gemäß EEWärmeG:

Bilanzierungsgleichung:

$(f_{sol} : 15\ \%) + (f_{bio1gas} : 30\ \%) + (f_{geo} : 50\ \%) + (f_{bio,fl/fe} : 50\ \%) + (f_{WRG} : 50\ \%) + (f_{KWK} : 50\ \%) \geq 1$

Dabei bedeuten:

f_{sol} = Anteil Solarthermie an Gesamtarbeit

f_{geo} = Anteil Geothermie (WP, direkte Kältenutzung) an Gesamtarbeit

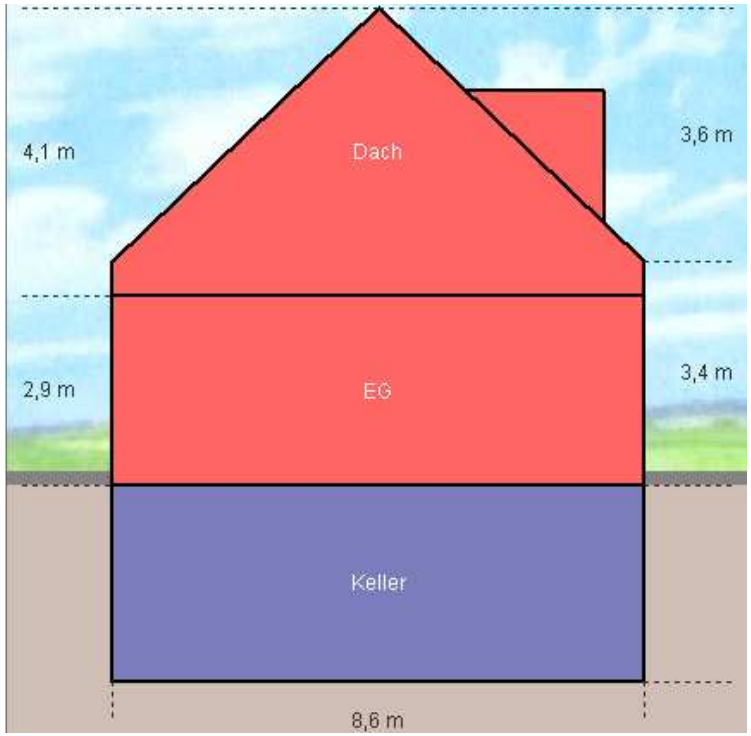
$f_{bio,\ fl/fe}$ = Anteil Biomasse flüssig/fest an Gesamtarbeit

$f_{bio,gas}$ = Anteil Biomasse gasförmig an Gesamtarbeit

f_{WRG} = Anteil Wärmerückgewinnung an Gesamtarbeit

f_{KWK} = Anteil Kraft-Wärme-Kopplung an Gesamtarbeit

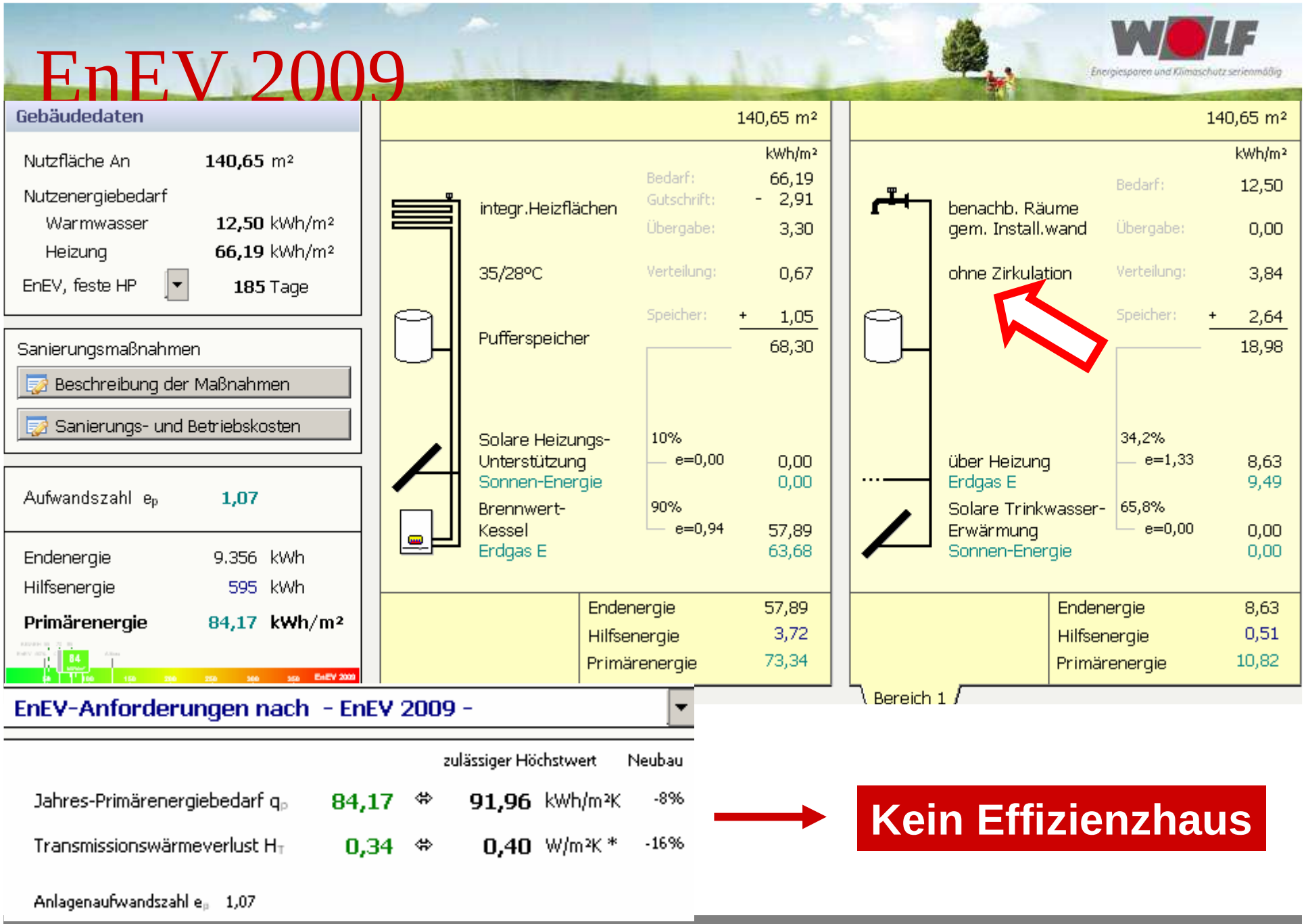
EnEV 2009



KfW 70 machbar?

Brennwert
Solare Heizungsunterstützung + WW

EnEV 2009



Kein Effizienzhaus

EnEV 2009

Gebäudedaten

WOLF - CGB-11 A-Klasse

Sanierungsmaßnahmen

- Beschreibung der Maßnahmen
- Sanierungs- und Betriebskosten

Aufwandszahl e_p	0,81	
Endenergie	7.667	kWh
Hilfsenergie	214	kWh
Primärenergie	63,92	**kWh/m²**

WOLF CGB-11 A-Klasse 140,65 m²

		kWh/m²
integr.Heizflächen	Bedarf:	66,19
	Gutschrift:	- 2,36
	Übergabe:	1,10
35/28°C	Verteilung:	0,50
WOLF BSP-1000	Speicher:	+ 1,55
		66,98
TopSon F3-1 11,9 m²	13,2% e=0,00	0,00
Sonnen-Energie		0,00
WOLF CGB-11 A-Klasse	86,8% e=0,91	52,65
Erdgas E		57,91
Endenergie		52,65
Hilfsenergie		0,81
Primärenergie		60,02

140,65 m²

		kWh/m²
benachb. Räume gem. Install.wand	Bedarf:	12,50
	Übergabe:	0,00
ohne Zirkulation	Verteilung:	3,84
	Speicher:	+ 1,41
		17,75
über Heizung	5,1% e=2,05	1,86
Erdgas E		2,05
TopSon F3-1 11,9 m²	94,9% e=0,00	0,00
Sonnen-Energie		0,00
Endenergie		1,86
Hilfsenergie		0,71
Primärenergie		3,90

Bereich 1

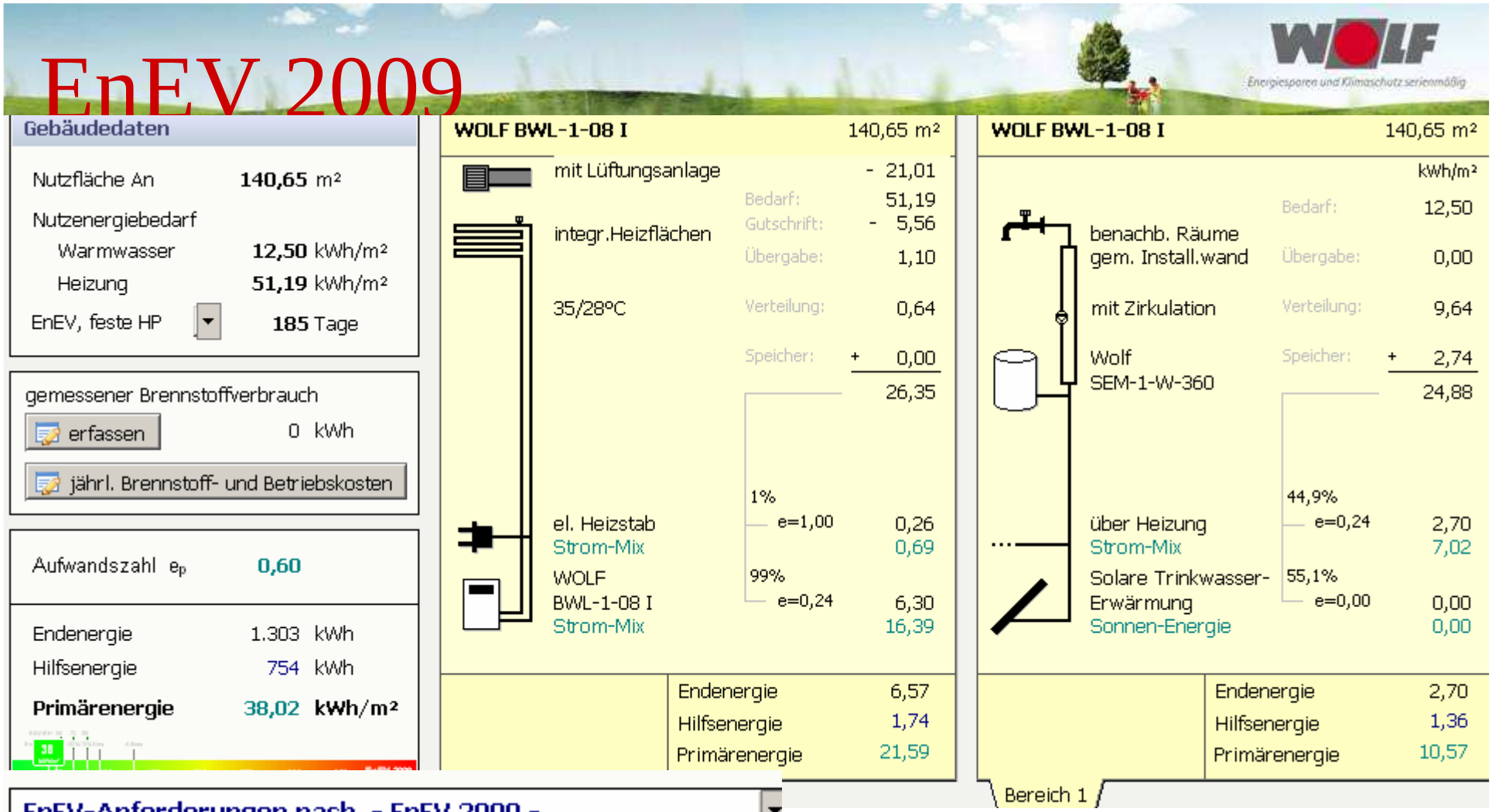
EnEV-Anforderungen nach - EnEV 2009 -

			zulässiger Höchstwert		Neubau
Jahres-Primärenergiebedarf q_p	63,92	⇔	91,96	kWh/m²K	-30%
Transmissionswärmeverlust H_T	0,34	⇔	0,40	W/m²K *	-16%

Anlagenaufwandszahl e_p 0,81

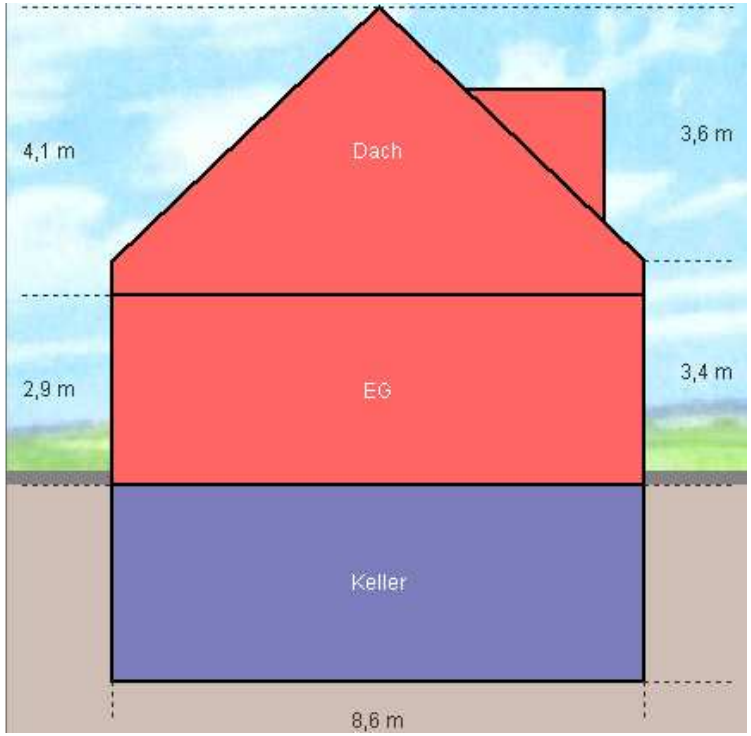
→ **Effizienzhaus 70**

EnEV 2009



Effizienthaus 55

EnEV 2009

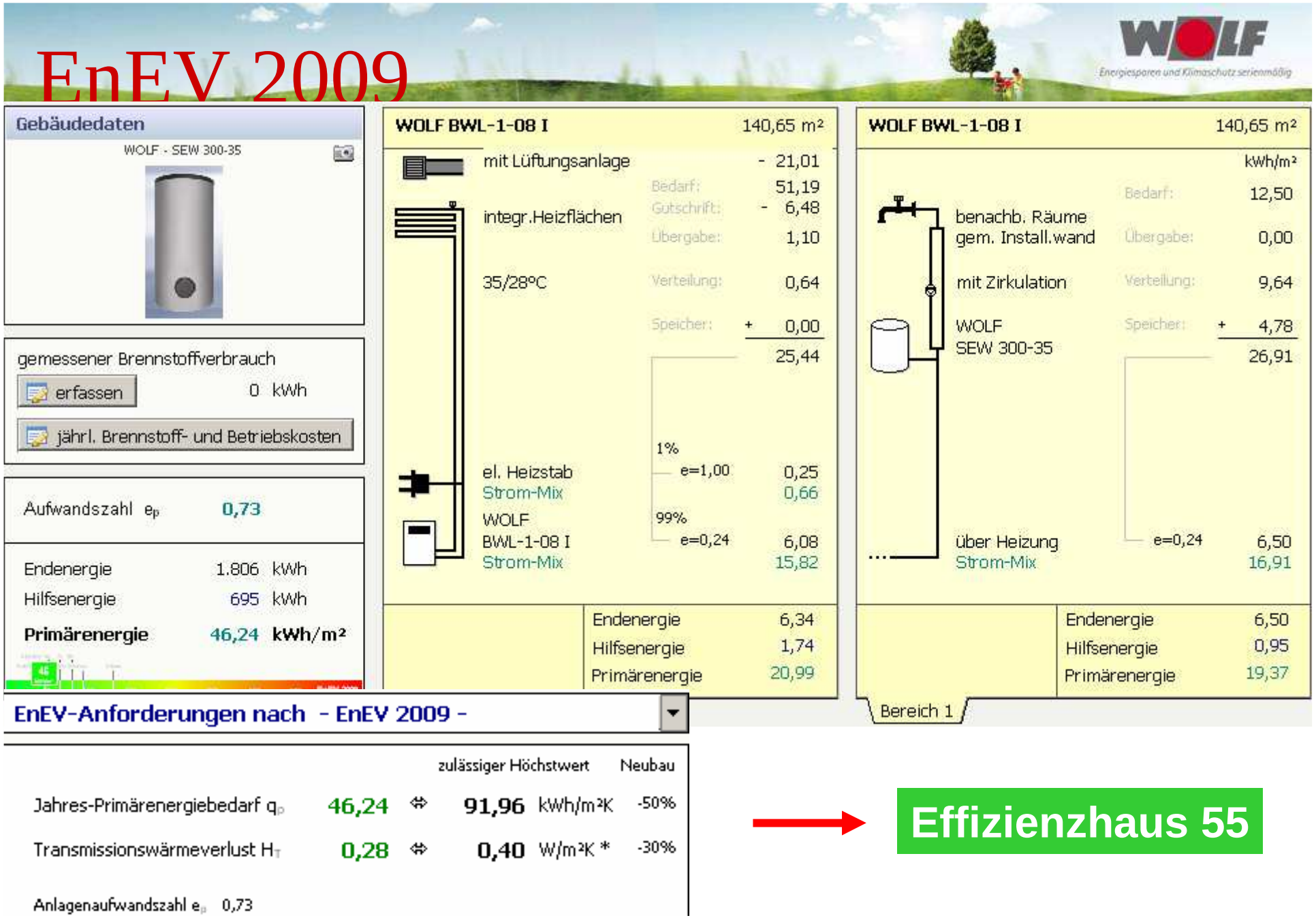


KfW **55** machbar?

Luftwärmepumpe
Wohnraumlüftung
Keine Solare Warmwasserbereitung
H_T → -30%

	Fläche	U-Werte	
Dach	124,81 m²	0,14	W/m²K
Oberste Geschossdecke	0,00 m²	0,24	W/m²K
Außenwand	128,27 m²	0,14	W/m²K
Kellerdecke/ Bodenplatte	81,93 m²	0,14	W/m²K
Fenster	0,00 m²	5,00	W/m²K
	0,00 m²	2,70	W/m²K
	31,60 m²	0,70	W/m²K

EnEV 2009



Effizienzhaus 55

VDI 4650 – JAZ Wärmepumpe

Leistungs- und Jahresarbeitszahl

Der Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis von Nutzenergie zu aufgenommener Energie

Technische Vorgänge sind immer mit Verlusten verbunden, deshalb sind Wirkungsgrade technischer Apparate immer kleiner als 1

Bei Wärmepumpen wird ein Teil der Energie der Umwelt entzogen.
Dieser Teil wird nicht als aufgewandte Energie betrachtet da sie kostenlos zur Verfügung steht.

Die Leistungszahl (JAZ) kann bei der Anlagenplanung durch geschickte Wahl der Wärmequelle und des Verteilersystems beeinflusst werden.
Je kleiner die Differenz zwischen Vorlauf- und Wärmequellentemperatur, desto besser ist die Leistungszahl.

$$COP = \frac{Q_{WP}}{P_{el}}$$

$$JAZ = \frac{W_{Nutz}}{W_{el}}$$

COP: Leistungszahl (coefficient of performance)
Q_{WP}: Abgegebene Wärmeleistung
P_{el}: elektrische Leistungsaufnahme (DIN EN 14511)

JAZ: Jahresarbeitszah
W_{Nutz}: Heizarbeit
W_{el}: zugeführte Antriebsarbeit

Gebäudedaten bzw. Heizungssystem		
	Art des Wärmeverteilsystems	Fußbodenheizung
T_{VUmax}	Maximale Vorlauftemperatur Heizung	35°C
T_{VUmax}-T_{RL}	Temperaturdifferenz am Verflüssiger bei Betrieb (Temperaturspreizung Heizsystem)	7 K
p_1	Anteil Raumheizung **Eingabe 0- 100 erforderlich** Standard 82%	82%
p_2	Anteil Warmwasser	18%

Wärmepumpendaten		
	Wärmepumpen-Typ	BWS-1-06
ΔV_p	Temperaturdifferenz am Verflüssiger bei Prüfstandsmessung nach DIN EN 14511	5 K
ε_N	Leistungszahl bei B0 / W35	4,6
P_N	Heizleistung bei B0 / W35 [kW]	6,0 kW
P_{WQP}	Leistungsaufnahme der Wärmequellenpumpe	55 W
	Effiziente Umwälzpumpe Heizkreis	Wilo Stratos Tec RS25/7

Korrekturfaktoren		
$t_{Sole,min}$	minimale Soleeintrittstemperatur in die Wärmepumpe	2°C
F_ϑ	Korrekturfakor für Erdreich-Wärmepumpen bei unterscheidlichen Betriebsbedingungen	1,113
$F_{\Delta\vartheta}$	Korrekturfaktor (Verflüssiger)	1,020
F_p	Korrekturfaktor (Wärmequellenpumpe)	1,009
	Betriebsart	Monoenergetisch oder Bivalent parallel
	Bivalenzpunkt (-10...+2) °C	-10°C
α	Deckungsanteil der Wärmepumpe an der Raumheizung und Warmwasserbereitung	1,00

Bestimmung der Jahresarbeitszahl		
β_h	Jahresarbeitszahl Raumheizung nach VDI 4650 Blatt 1 für die Wärmepumpe unter den oben angegebenen Bedingungen	5,17
β_w	Jahresarbeitszahl Warmwasser nach VDI 4650 Blatt 1 für die Wärmepumpe unter den oben angegebenen Bedingungen	4,26
e_{wp}	**Jahresaufwandszahl nach VDI 4650 Blatt 1 für Wärmepumpe**	0,201
β_{WP}	**Gesamtjahresarbeitszahl nach VDI 4650 Blatt 1 für die Wärmepumpe unter den oben angegebenen Bedingungen** $\beta_{WP}=\frac{1}{p_1\times\alpha/\beta_h+p_2\times\alpha/\beta_w+1-\alpha}$ **JAZ**	**4,98**

Die Mindestwerte des Markt-Anreiz-Programm der BAFA für die JAZ betragen bei Altbau oder Bestand 3,7 und bei Neubau 4,0

Die Mindestwerte für den Effizienzbonus des Markt-Anreiz-Programm der BAFA für die JAZ: Altbau oder Bestand 4,5 / Neubau 4,7

Wolf GmbH, Postfach 1380, 84048 Mainburg Tel.: 0 87 51 / 74-0, Fax.: 0 87 51 / 74-1600, Internet: www.wolf-heiztechnik.de

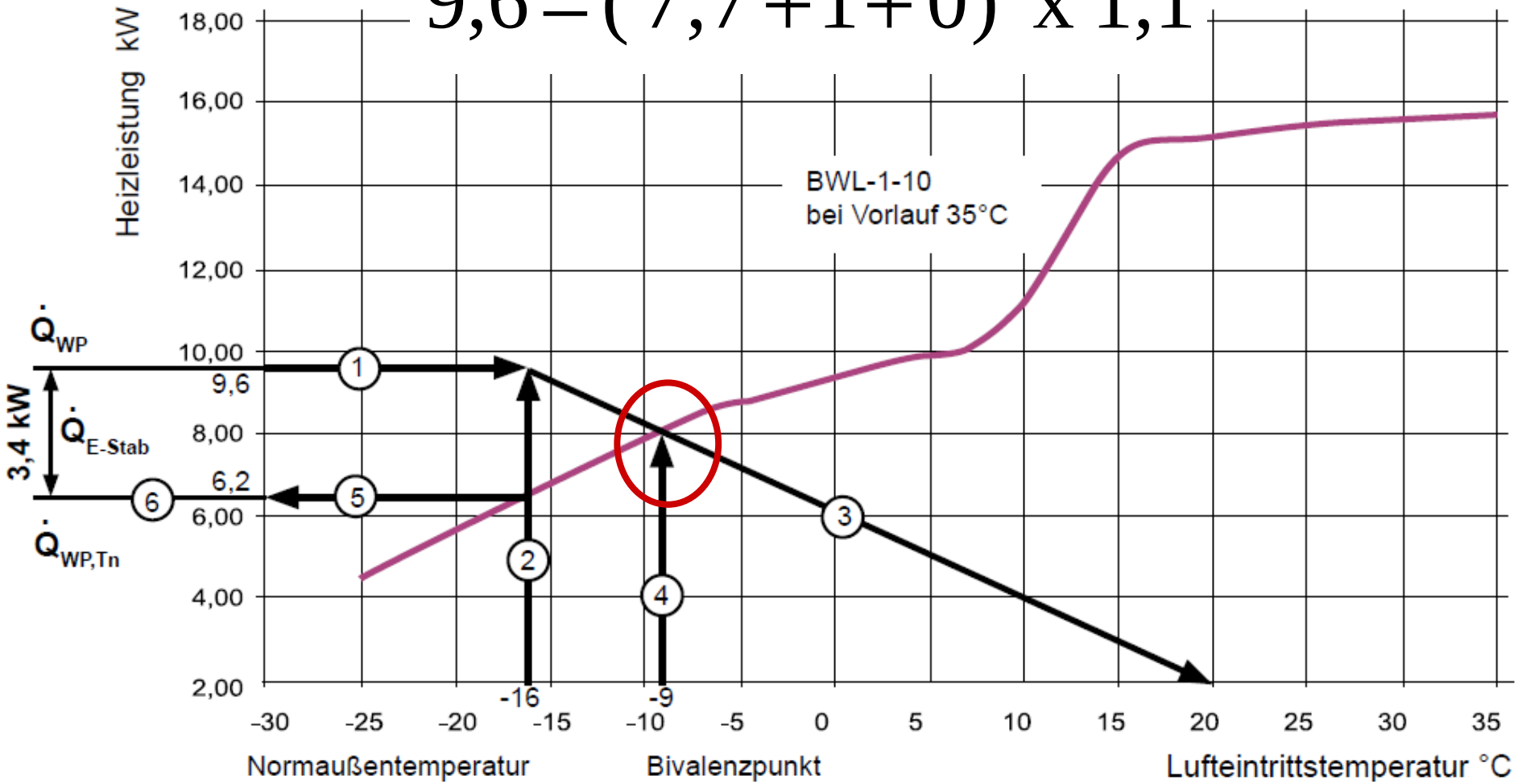
$$\frac{\text{Nutzwärme kWh}}{\text{Strom-WP in kWh}} = \text{JAZ}$$

Jahresarbeitszahl

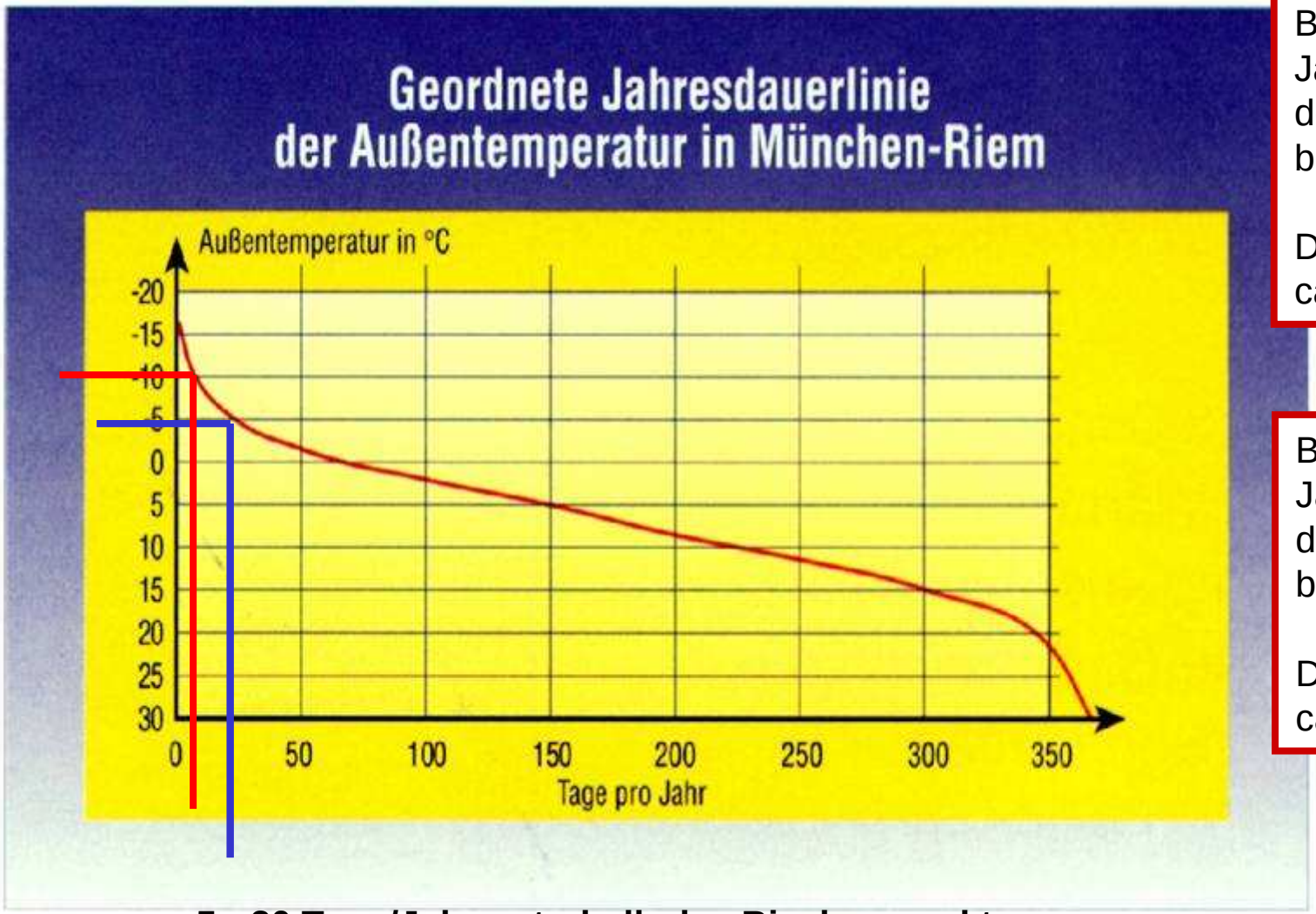
Bivalenzpunkt

$$\dot{Q}_{WP} = (\dot{Q}_G + \dot{Q}_{WW} + \dot{Q}_S)\ x\ Z$$

$$9{,}6 = (7{,}7 + 1 + 0)\ x\ 1{,}1$$



Bivalenzpunkt



Bei -5℃ liegt die Jahresheizarbeit des E-Heizstabes bei ca. 5%.

Dies entspricht ca. 60-70h/a

Bei -9℃ liegt die Jahresheizarbeit des E-Heizstabes bei ca. 1%.

Dies entspricht ca. 15-20h/a

ca. 5 - 20 Tage/Jahr unterhalb des Bivalenzpunktes

Vorlauftemperatur des Verteilersystems

Das Wärmeverteilersystem von Wärmepumpenanlagen sollte auf jeden Fall so ausgelegt werden, dass der benötigte Wärmebedarf bei möglichst geringen Vorlauftemperaturen gedeckt werden kann.

Jedes Grad weniger bei der Vorlauftemperatur ergibt eine Einsparung von bis zu 2,5 % im Energieverbrauch der Wärmepumpenanlage.

Die Bauaustrocknung (Estrichaufheizung) darf nicht mit der WP erfolgen!!!!!

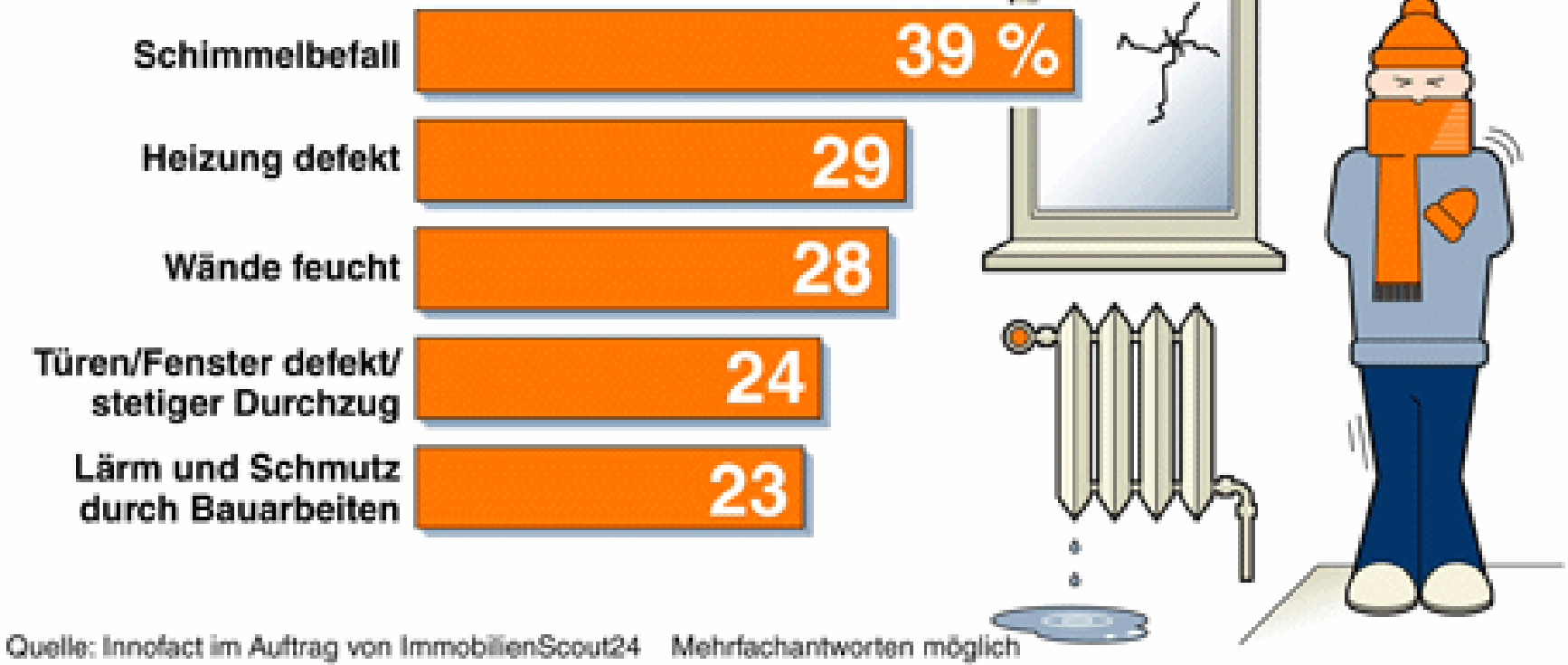
- Somit sollte bei der Sanierung von Gebäuden vorher die Dämmung verbessert werden.
- Austausch von Fenstern
- Reduzierung der Lüftungsverluste
- Dämmung von Geschossdecken, Dachstuhl und Fassaden

DIN 1946/6 Wohnraumlüftung

DIN 1946/6

Schimmelbefall ist häufigster Grund für Mietminderung

„Warum haben Sie schon einmal ihre Miete gemindert?"
Antworten in %



Quelle: Innofact im Auftrag von ImmobilienScout24 Mehrfachantworten möglich

DIN 1946/6 seit Mai 2009

Wann ist ein Lüftungskonzept erforderlich?

Neubau, oder wenn eine wesentliche Änderung in der Dichtheit eines vorhandenen Gebäudes eintritt!
→ Lüftungskonzept erforderlich

***Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung* (Vorgehensweise)**
Beim Lüftungskonzept wird festgestellt, ob eine lüftungstechnische Maßnahme erforderlich ist!

→Feuchteschutz $q_{V,ges,NE,FL} > q_{V,INF,wirk}$ Volumenstrom durch Infiltration

→Luftmenge für Feuchteschutz > als Volumenstrom durch Infiltration

Zutreffend für:

- alle Neubauten
- EFH: Austausch von mehr als 1/3 aller Fenster bzw. mehr als 1/3 der Dachfläche
- MFH: Austausch von mehr als 1/3 aller Fenster

- Die Auswahl des Lüftungssystems bleibt dem Planer oder dem Bauherrn überlassen

DIN 1946/6 seit Mai 2009

Praxis:

→ Aktuelle Gerichtsurteile:
ein Wohngebäude muss **nutzerunabhängig** bewohnbar sein

→ Insbesondere im Mietwohnungsbau gilt die Hinweispflicht
Sicherstellung einer ausreichenden Lüftung ggf. vertraglich dazu auffordern

→ Treten Schäden auf, ist der Bauträger/Vermieter in der Nachweispflicht

DIN 1946/6 seit Mai 2009

DIN 1946/6 Lüftungen von Wohnungen (Mai 2009):
Einflussgrößen

→ Vollständige Definition der wirksamen Außenluftvolumenströme
- freie Lüftung
- ventilatorgestützte Lüftung
- Infiltration
- aktives Fensterlüften (nicht zulässig für Feuchteschutzlüftung)

Hinweis: raumluftabhängige Feuerstätten werden in der Norm nicht berücksichtigt

→ Feuchteschutzlüftung (Minimalbetrieb):
- **Nutzerunabhängige Lüftung** zur Vermeidung von Schimmelpilz und Feuchteschäden Nutzungsbedingungen (Feuchte, Raumtemperatur) und Gebäudedichtheit

→ Reduzierte Lüftung:
- **Nutzerunabhängige Lüftung** für die Mindestanforderung an Raumluftqualität

→ Nennlüftung:
- Basis für die Auslegung
- Bautenschutz, Hygiene, Gesundheit bei plangemäßer Nutzung

→ Intensivlüftung:
- Abbau von Lastspitzen

DIN 1946/6 seit Mai 2009

Fazit:

→ Auf Basis der DIN 1946-6 hat der Fachbetrieb ein Lüftungskonzept nachzuweisen
Wolf Software

→ notwendig Vorgaben für Wartung/Inspektion und Übergabeprotokolle
(siehe Merkblätter CWL)

→ Kennwerte der Auslegung dürfen in der EnEV übernommen werden

→ Fensterlüftung geht nicht mehr

→ Außenluftwechsel erfährt eine große Bedeutung

→ Sonder-Kennzeichnung dokumentieren
(z.B. „H“-Kennzeichnung für ***erweiterte*** hygienische Anforderungen)

DIN 1946/6 seit Mai 2009

Ventilatoren:

Stromversorgung: Gleichstrom (DC)

volumenbezogene Ventilatorleistung

Ventilatorstufe 1: 0,21 W/(m³/h)
Ventilatorstufe 2: 0,32 W/(m³/h) → Nennluftmenge
Ventilatorstufe 3: 0,56 W/(m³/h)

Wärmetauscher

Betriebsart: elektrisches Vorheizregister

Wärmebereitstellungsgrad / Wärmerückgewinnungsgrad **

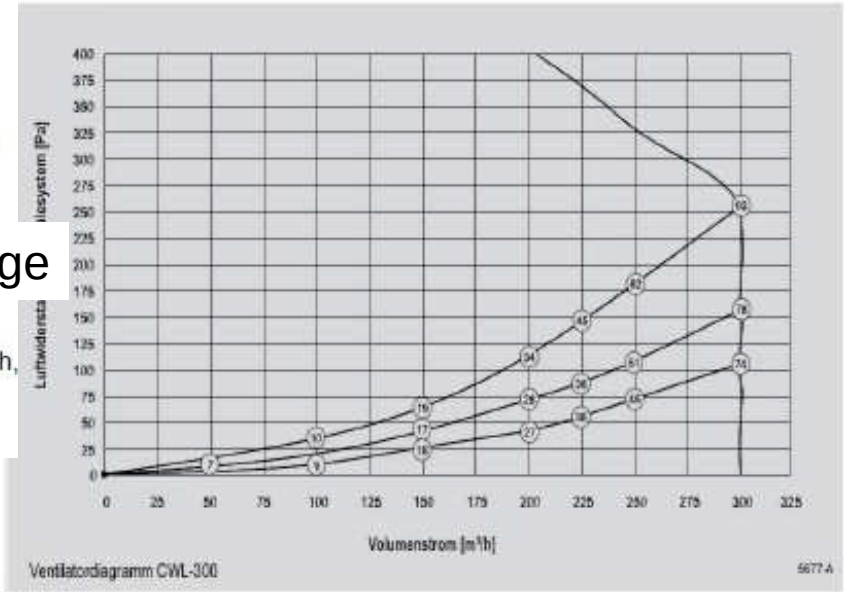
Luftzustand 3 (+10°C): 90,33 %
Luftzustand 2 (+4°C) : 88,51 % → Nennluftmenge
Luftzustand 1 (-3°C) : 87,34 %

** Hinweis: Wärmebereitstellungsgrad gemessen mit einem Volumenstromv von 125 m³/h,
Prüfungsnummer: M.95.01.094.BA.0409
Prüfbericht siehe Infobox

Prüfbericht

Ventilatoren:
nversorgung: Gleichstrom (DC)
nenbezogene Ventilatorleistung
tilatorstufe 1: 0,21 W/(m³/h)
tilatorstufe 2: 0,32 W/(m³/h)
tilatorstufe 3: 0,56 W/(m³/h)

ärmetauscher
ebsart: elektrisches Vorheizregister
ebereitstellungsgrad / Wärmerückgewinnungsgrad **
zustand 3 (+10°C): 90,33 %
zustand 2 (+4°C) : 88,51 %
zustand 1 (-3°C) : 87,34 %
s: Wärmebereitstellungsgrad gemessen mit einem Volumenstromv von 125 m³/h,
nummer: M.95.01.094.BA.0409
t siehe Infobox



Ventilatorkennlinie

DIN 1946/6 seit Mai 2009

Gebäudedaten

Haustyp: Einfamilienhaus / Etagenwohnung
Gebäudelage: Windschwach
RaumluftabhängigeFeuerstätte: nein
Vorgabewert (mit Druckexponent n = 2/3): Kategorie A (n = 1/1,0h , ventilatorgestützt)

Notwendigkeit lüftungstechnische Maßnahmen:

Reduziertelüftung RL: 161 m³/h
Nennlüftung NL: 230 m³/h
Intensivlüftung IL: 299 m³/h
Feuchteschutz: Gesamt-Außenluftvolumenstrom Wärmeschutz niedrig: 92m³/h
Feuchteschutz: Gesamt-Außenluftvolumenstrom Wärmeschutz hoch 69m³/h

Gesamtwohnfläche = 205m²
Gesamtwohnvolumen = 513m³

Gesamtsumme Faktor f-Zuluft = 15

Wirksame Lüftung durch Infiltration = 31m³/h
Grundlüftung Ventilator = 199 m³/h

Geräteeinstellung Stufe 1 = 130 m³/h
Geräteeinstellung Stufe 2 = 200 m³/h
Geräteeinstellung Stufe 3 = 270 m³/h

Wärmeschutz gering:
→ Gebäude *vor* 1995

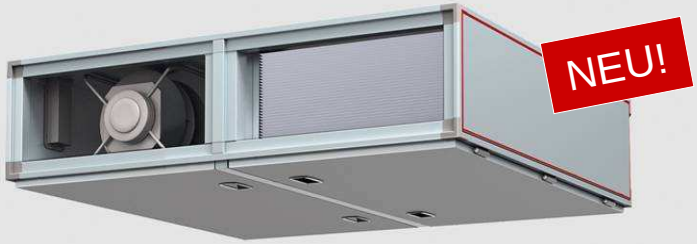
Wärmeschutz hoch:
→ Gebäude *nach* 1995

Lüftungstechnik mit Wärmerückgewinnung

Comfort-Einzelraum-Lüftungsgerät

Comfort-Wohnungs-Lüftungsgerät

Comfort-Großraum-Lüftungsgerät



Comfort-Flach-Lüftungsgerät

Comfort-Kompakt-Lüftungsgerät

27.09.2012: Ohne Investitionskosten zur neuen Ökoheizung

Marktanreizprogramm: BAFA fördert jetzt auch Öko-Contracting

In Deutschland gibt es eine beträchtliche Anzahl von Wohngebäuden, die über eine veraltete und ineffiziente Heizungsanlage verfügen. Für die Installation einer modernen Ökoheizung fehlt Privatleuten oftmals das notwendige Kapital. Hier setzt das Marktanreizprogramm mit der neuen Förderung des Öko-Contracting an, die das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) umsetzt.

Dr. Arnold Wallraff, Präsident des BAFA, betont: „Durch die Contractinglösung können wir Hauseigentümer leichter überzeugen ihre Heizungsanlage zu erneuern. Denn beim Einbau fallen für den Eigentümer keine Investitionskosten an.

Zum Hintergrund: Beim Anlagen-Contracting errichtet ein Energiedienstleister im Haus des Kunden eine Öko-Heizung. Zudem sorgt er für Wartung und Versicherung der Heizungsanlage. Der Energieversorger erhält dafür einen direkten Investitionszuschuss vom BAFA. Für den Einbau einer Gas-Brennwertheizung mit Solarthermie, einer Biomasseanlage oder einer Wärmepumpe werden beispielsweise zwischen 2000 und 3300 Euro ausgezahlt.

27.09.2012: Ohne Investitionskosten zur neuen Ökoheizung

Der Kunde profitiert im Gegenzug von einer neuen, effizienten Heizung, die dauerhaft CO2-Emissionen vermeidet, die Brennstoffkosten senkt und erneuerbare Energien aus der Region nutzt. Für die Bereitstellung der Heizungsanlage zahlt der Kunde über 10 bis 15 Jahre einen vertraglich festgelegten Betrag an den Energieversorger.

„Angesichts des großen Sanierungsbedarfs ist die Förderung von Contracting-Modellen ein richtiges und notwendiges Signal. Nur wenn wir diesen neuen Vertriebsweg beschreiten, wird es gelingen, den Anteil der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt bis 2020 auf 14 Prozent zu steigern. Neben den Herstellern und den Installateuren brauchen wir auch die Energiedienstleister als Partner des Marktanreizprogramms. Denn auch sie sorgen dafür, dass sparsame und ökologische Heizungstechnik in den Heizungskeller kommt“,

Dr. Wallraff hebt darüber hinaus die Bedeutung des Öko-Contracting für Vermieter und Mieter hervor: „Sehr interessant ist das Contracting auch für Vermieter, die sich bislang davor gescheut haben, in neue Heiztechnik zu investieren, weil sie die Kosten nur auf lange Sicht refinanzieren konnten. Und die Mieter sparen Heizkosten, weil teure fossile Energie durch billige erneuerbare Energie ersetzt wird“.

Wer sich für die Anschaffung einer regenerativen Heizung über Öko-Contracting interessiert, findet beim Verband für Wärmelieferung (www.energiecontracting.de) eine nach Postleitzahlen sortierte Anbieterliste.

Weitere Informationen zum Marktanreizprogramm sind auf der Internetseite des BAFA unter www.bafa.de verfügbar

B

Ausgewählte Maßnahmen, die über das BAFA gefördert werden	
I. Solarkollektoranlagen (thermisch)	**Förderbetrag**
bis 40 m^2 Bruttokollektorfläche	1.500 Euro bis 3.600 Euro
zwischen 20 bis 100 m^2 Bruttokollektorfläche in Mehrfamilienhäusern und großen Nichtwohngebäuden (auch im Neubau)	3.600 Euro bis 18.000 Euro
bis 1.000 m^2 zur Erzeugung von Prozesswärme	bis zu 50 % der Nettoinvestitionskosten
II. Biomasseanlagen	**Förderbetrag**
Pelletöfen mit Wassertasche	1.400 Euro bis 3.600 Euro
Pelletkessel	2.400 Euro bis 3.600 Euro
Pelletkessel mit Pufferspeicher (mind. 30 l / kW)	2.900 Euro bis 3.600 Euro
Hackschnitzelkessel mit Pufferspeicher	1.400 Euro
Scheitholzvergaserkessel mit Pufferspeicher	1.400 Euro
III. Wärmepumpen	**Förderbetrag**
Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen	2.800 Euro bis 11.800 Euro
Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen mit Pufferspeicher	3.300 Euro bis 12.300 Euro
Luft/Wasser-Wärmepumpen	1.300 Euro bzw. 1.600 Euro
Luft/Wasser-Wärmepumpen mit Pufferspeicher	1.800 Euro bzw. 2.100 Euro

Zudem können Sie verschiedene **Bonusförderbeträge** (Kesseltauschbonus, Effizienzbonus, Regenerativer Kombinationsbonus, Wärmenetzbonus etc.) erhalten, wenn Ihre Heizungsanlage zusätzliche Anforderungen Informationen hierzu finden Sie in der links nebenstehenden Rubrik „Bonusförderung".

Sta

Zuschüsse für Energieeffizienzmaßnahmen in Querschnittstechnologien (u.a. Pumpen, RLT-Anlagen und WRG-Systeme

Das Programm umfasst die Förderung von Einzelmaßnahmen oder einer systemischen Optimierung. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie sonstige Unternehmen mit bis zu 500 Beschäftigten und einem maximalen Jahresumsatz von 100 Mio. € können ab 1. Oktober 2012, beim BAFA einen Antrag auf Förderung stellen.
Bei Einzelmaßnahmen wird der Ersatz einzelner Anlagen (elektrische Motoren und Antriebe, Pumpen, raumlufttechnische Anlagen, Druckluftsysteme sowie Anlagen zur Wärmerückgewinnung und zur Abwärmenutzung) mit einem Zuschuss in Höhe von 30 % für KMU – sonstige Unternehmen erhalten 20 % – gefördert. Das förderfähige Netto-Investitionsvolumen beträgt maximal 30.000 €.

systemische Optimierung

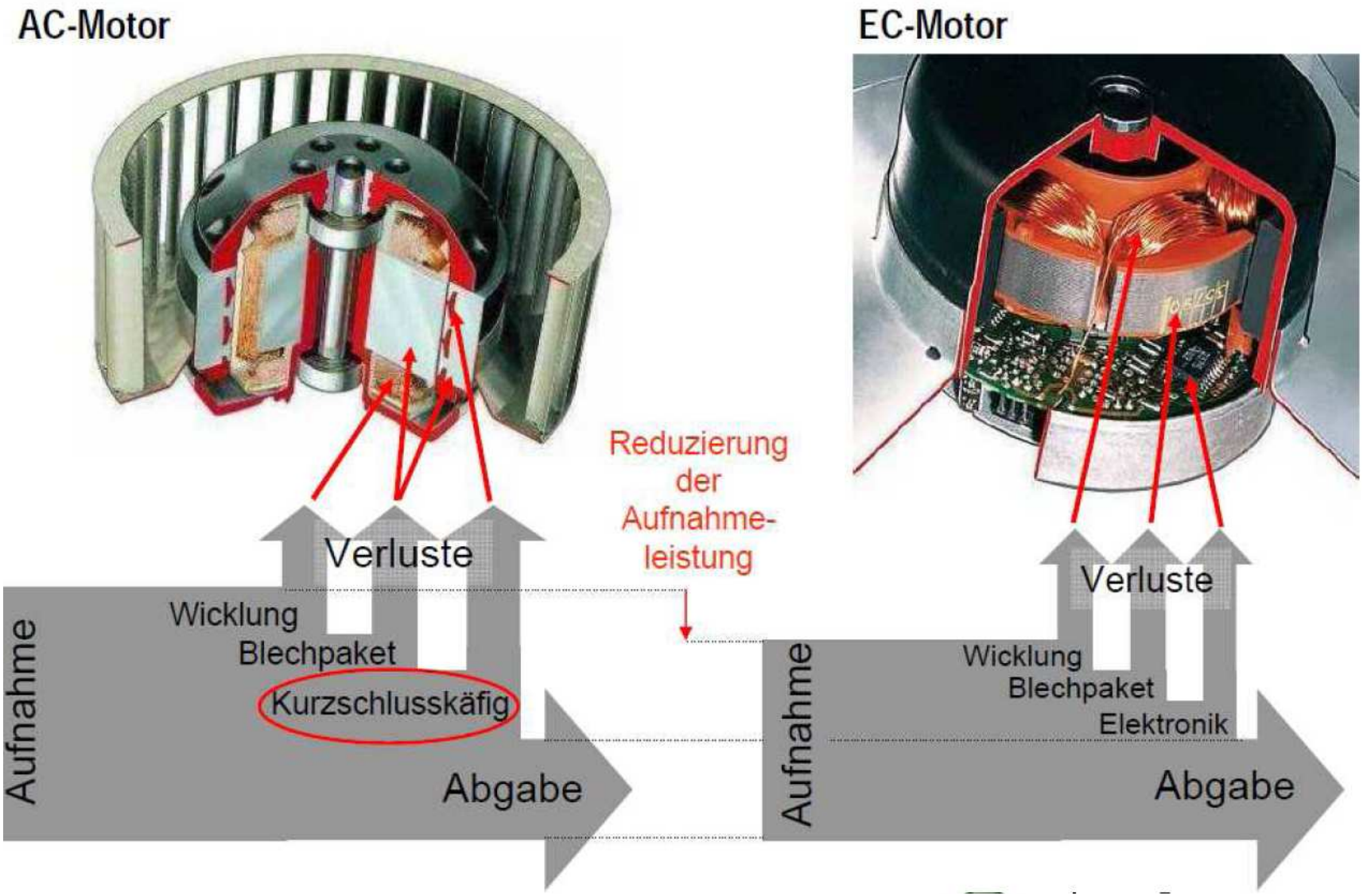
Bei der systemischen Optimierung wird im Rahmen einer Energieberatung ein Energieeinsparkonzept erarbeitet. Auf dessen Basis kann sowohl der Ersatz von Querschnittstechnologien als auch der Ersatz von Anlagen oder Anlagenteilen gefördert werden. Förderfähig sind auch Leistungen für die Dämmung von Rohrleitungen, Pumpen und Armaturen sowie die Energieberatung. Das Netto-Investitionsvolumen muss mindestens 30.000 € betragen, die maximale Fördersumme ist auf 100.000 € begrenzt. Die Maßnahmen sind nur förderfähig, wenn mit dem Einsatz von hocheffizienten Querschnittstechnologien eine Endenergieeinsparung von mindestens 25 % gegenüber dem „Ist“-Zustand des technischen Systems nachgewiesen wird.

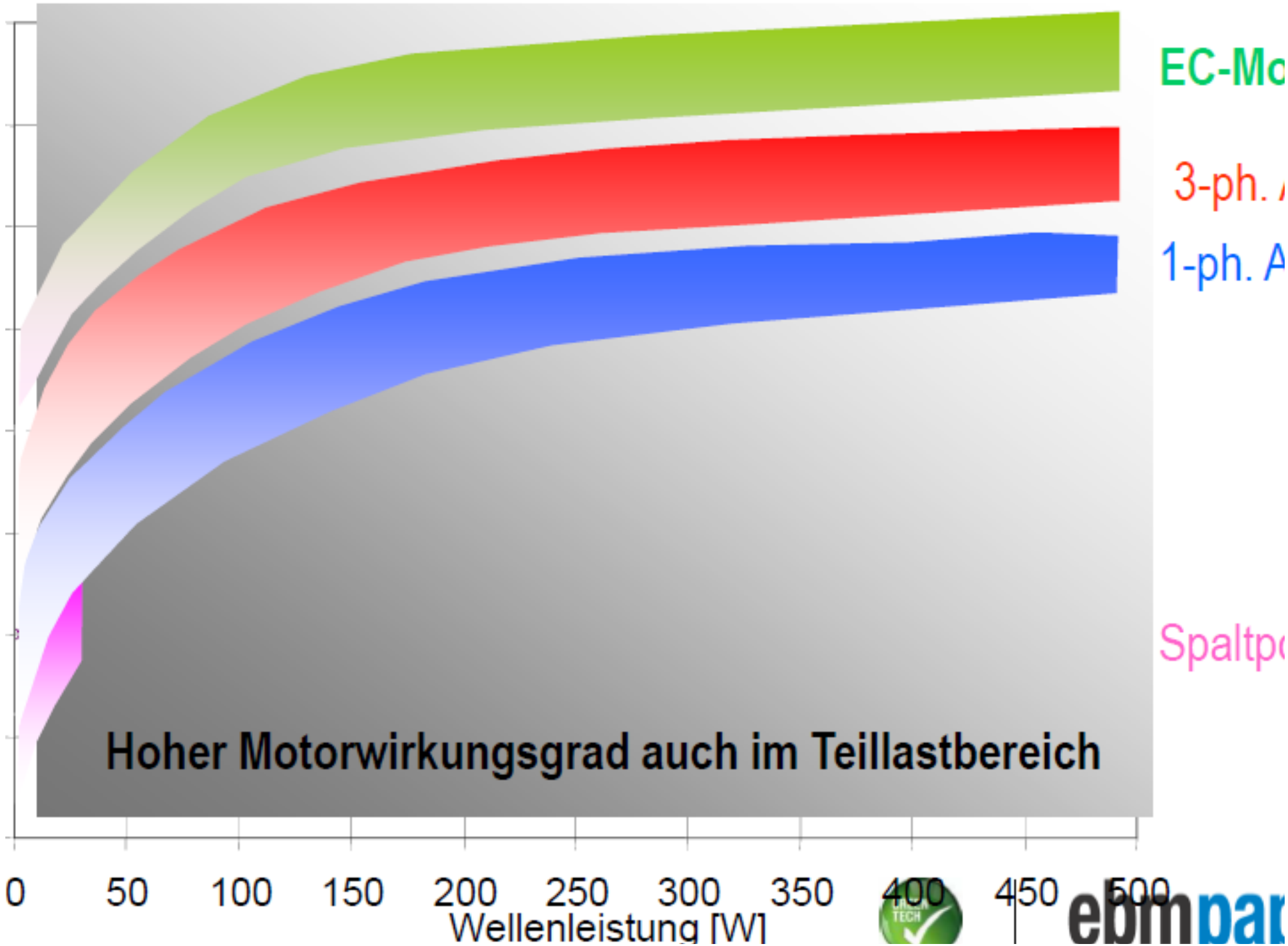
Im Bereich RLT-Anlagen werden gefördert:

-Drehzahlregelung bei RLT-Anlagen
- Frequenzumrichter zur bedarfsabhängigen Regelung der Ventilatordrehzahl
- hocheffiziente Ventilatoren
- Wärmerückgewinner in RLT-Anlagen

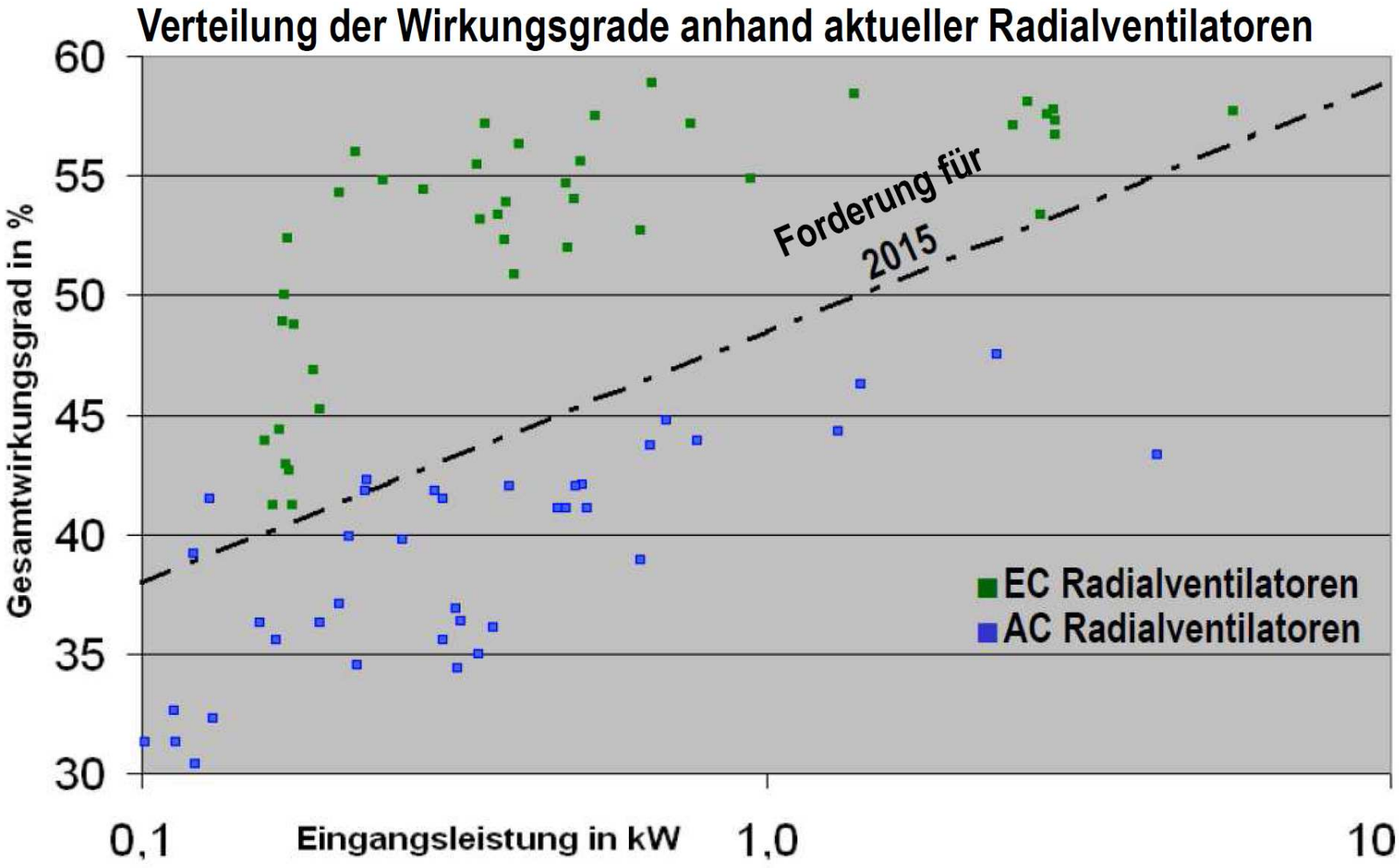
-Wärmerückgewinnungseinrichtungen in RLT-Anlagen müssen mindestens den Anforderungen der DIN EN 13053, Klasse H1 entsprechen. Die Rückwärmzahlen sind gemäß der DIN EN 308 (Wärmeaustauscher–Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistungskriterien von Luft/Luft und Luft/Abgas-Wärmerückgewinnungsanlagen) auszuweisen. Der Volumenstrom durch die Wärmerückgewinnungseinheit muss mindestens 2.000 m^3/h betragen.

Asynchronmotor und EC-Motor




EC-Mo
3-ph. A
1-ph. A
Spaltpo
Hoher Motorwirkungsgrad auch im Teillastbereich
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
Wellenleistung [W]
ebmpap

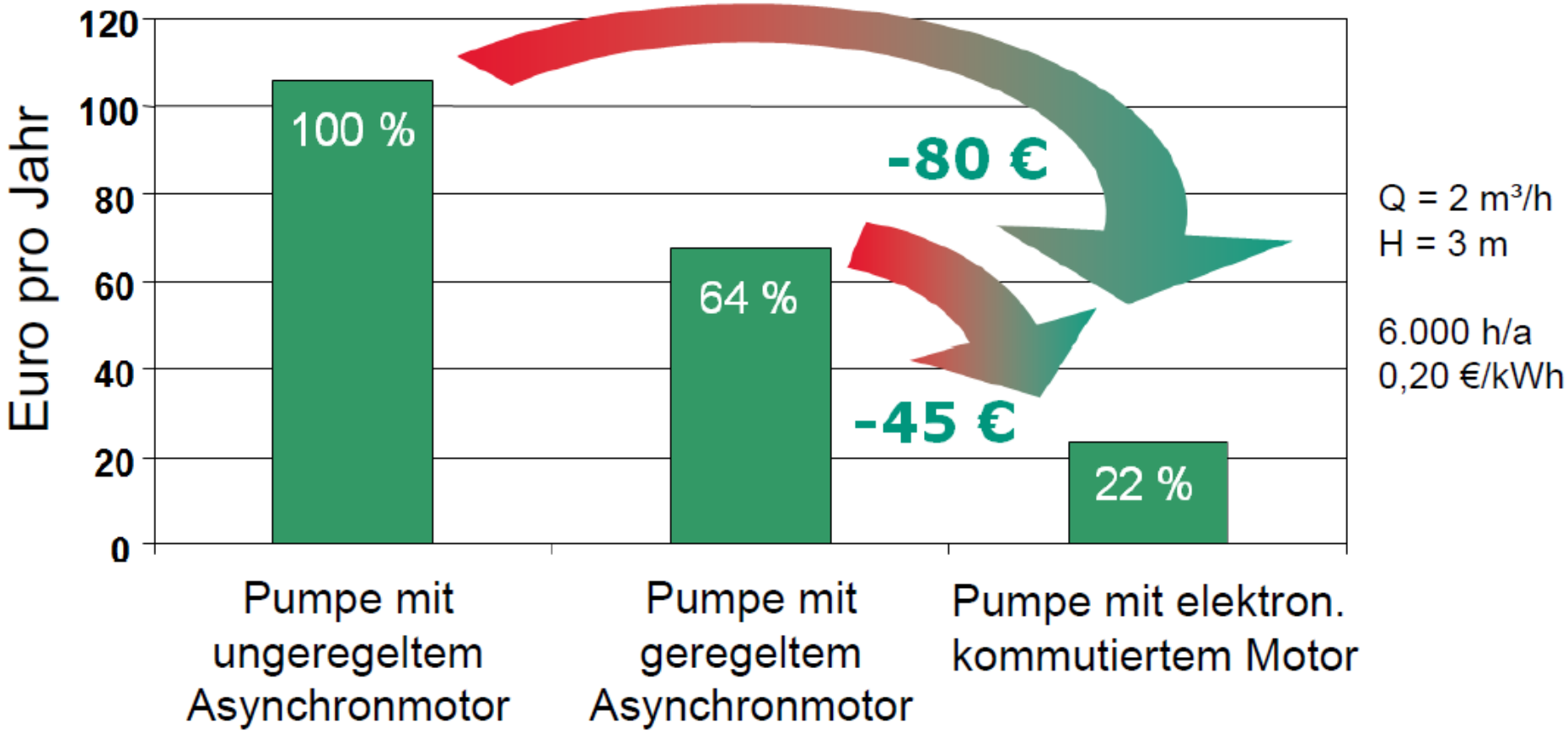
Asynchronmotor und EC-Motor



Legionellen

3000 Legionellentote in Deutschland jaährlich

Jährliche Stromkosten für die Heizungspumpe am Beispiel eines Einfamilienhauses



Effizienzproblemem der Wärmeversorgung

Kein „Hydraulischer Abgleich“

➥ Verordnungs-Verstoß

➥ Unter- bzw. Überversorgung

Raumtemperaturschwankungen

➥ Verzögerte Reaktionszeit auf Fremdwärme

Ungenügende Brennwertnutzung

Fehlende Hydr. Leistungsreserve für raumweise Schnellaufheizung

Hohe Pumpen-Betriebsstundenzahl durch 24h Zentral-Versorgung

Heizungspumpen: Bestand ist alt !

Heizungspumpen sind:

➥ Zu groß ausgelegt und nicht eingestellt.

➥ Im Durchschnitt 2 bis 3-fach zu groß

Heizungspumpen im Bestand > 85% ungeregelt

➥ Keine Leistungsanpassung an Teil- bzw. Schwachlastbestrieb

Stromverbrauch um Faktor 3 höher

als bei richtig dimensionierter und regelbarer Pumpe

Praxisbeispiele

Schule Au in der Hallertau

Gas Brennwertkessel Hauptschule Au

Sanierung mit neuem Anbau: Beginn März 2010

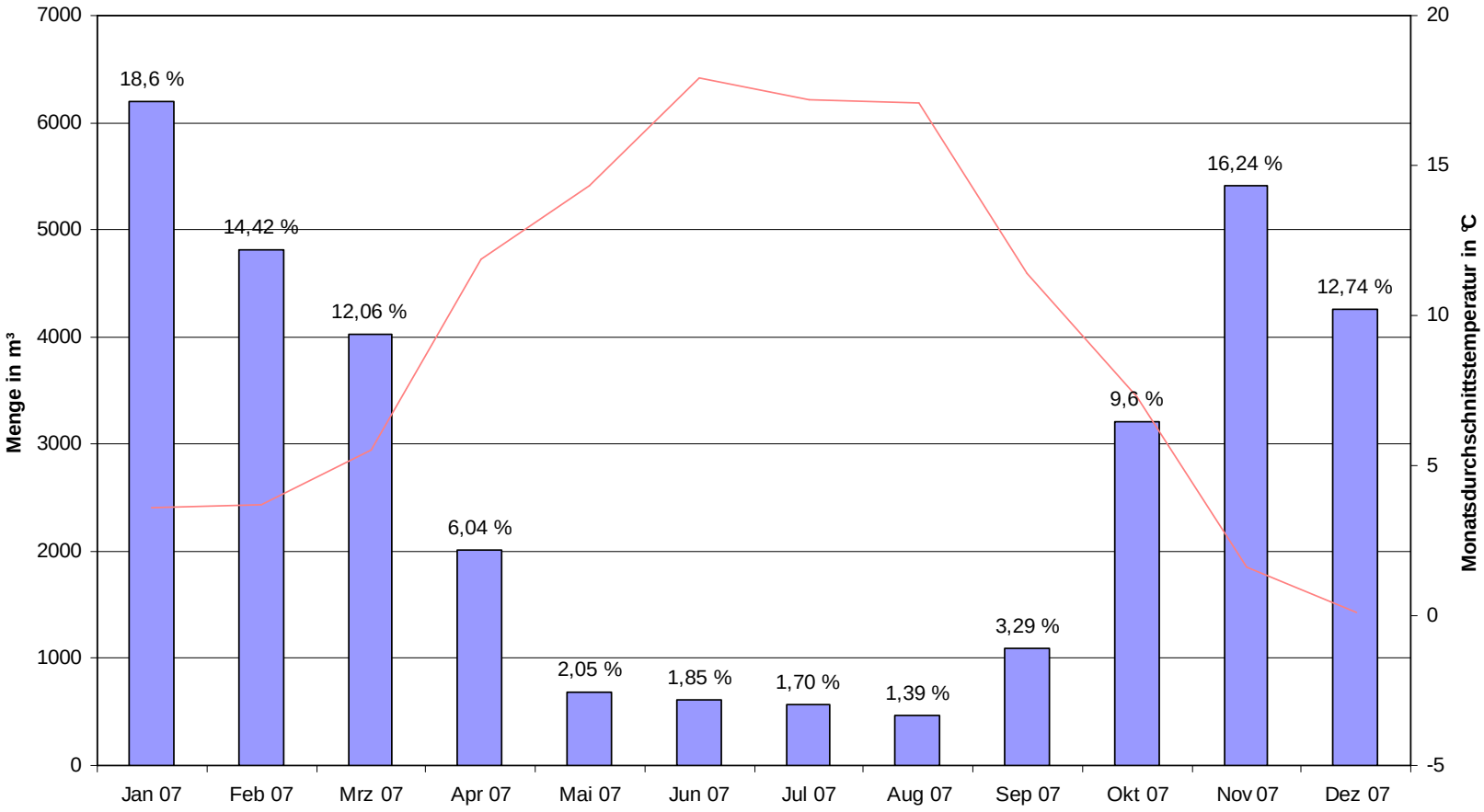
2 x 250 kW als Kaskade, 1x 170 kW als Einzelkessel
Kesselsanierung 2006

Gas Brennwertkessel Hauptschule Au

Schule Au: 2 x 250 kW als Kaskade, 1x 170 kW als Einzelkessel

Schule Au: 2 x 250 kW als Kaskade, 1x 170 kW als Einzelkessel

Gasverbrauch pro Monat (2007)



= prozentualer Anteil des Jahresenergiebedarfs

Gas Brennwertkessel Hauptschule Au

• Im Juli 2005 wurden drei MGK-130-300 in der Hauptschule der Gemeinde Au/Hallertau in Reihe installiert
-> **Ersparnis von rund 63.000 Euro** seit der Modernisierung -> **Energieeinsparung von ~ 33%**

Ablesedatum	2006	2007	2008	2009	Gesamt
Gasverbrauch kWh pro Periode	449.758	371.246	379.627	189.833	
Kosten pro Periode (Gas)	20.374	17.189	24.676	12.339	
Ölverbrauch in kWh pro Periode	570.000	570.000	570.000	285.000	
Kosten pro Periode (Öl)	36.000	29.646	49.350	22.500	
Ersparnis in €	15.626	12.457	24.674	10.161	62.918
Kostenersparnis in %	43	42	50	45	45

Investkosten: 44.156 € Amortisationszeit: 2,8 Jahre

Probleme eines Schulgebäudes oder ähnliches

- Leistungsabfall, Kopfschmerzen und Unwohlsein gehören dank neuer Lüftungstechnik der Vergangenheit an

- Kurze Luftwege und die bedarfsgerechte Regelung der dezentralen Lüftungsgeräte senken den Energieverbrauch um bis zu 70%

- Durch die Ansteuerung der dezentralen Lüftungsgeräte auf Basis des CO_2 -Gehaltes, kann zu jeder Nutzungsphase eine hohe Luftqualität gewährleistet werden

- Aktiv gegen Schimmelbildung

Raumlufttechnik für Schulen

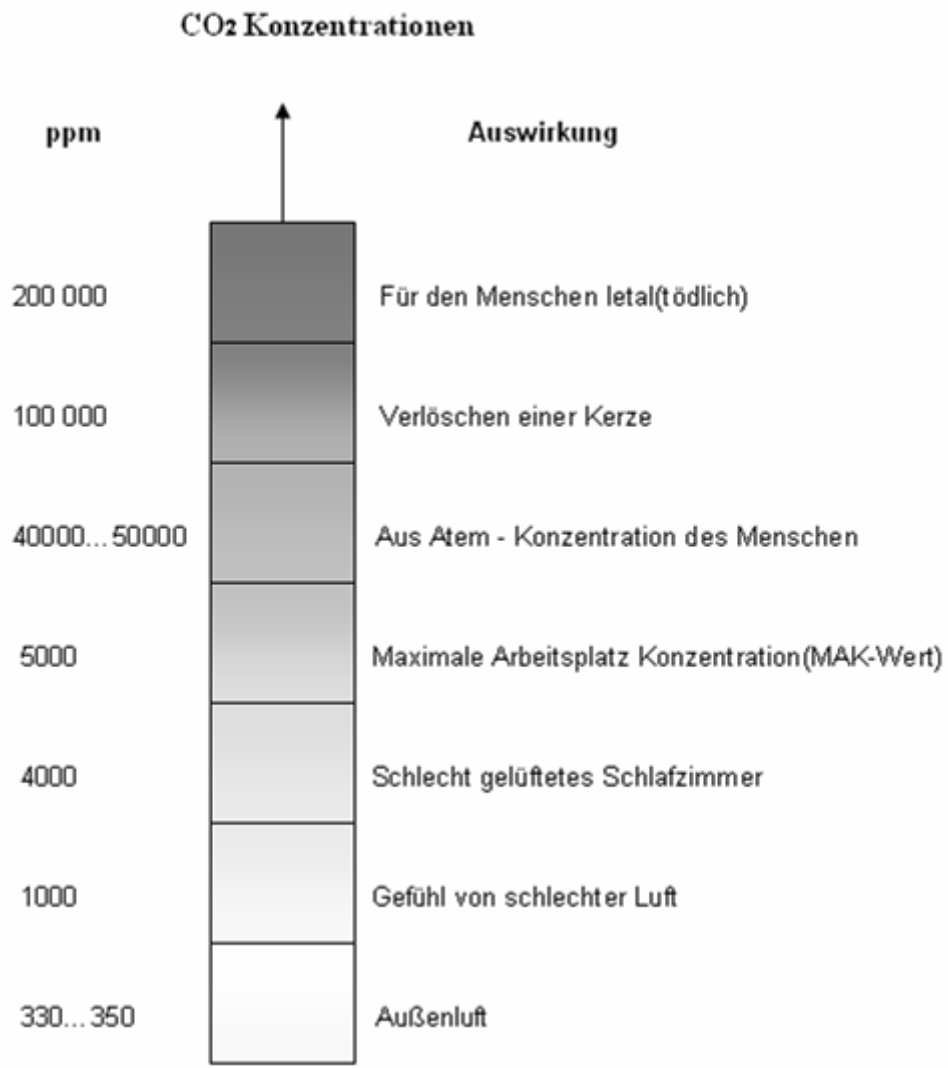
Anforderungen VDI 6040 „Entwurf“

$C0_2$ – Konzentration – Luftvolumenstrom
1000ppm $C0_2$ darf in der Nutzungszeit im Unterrichtsraum nicht überschritten werden

> 1000ppm und < 2000ppm sind hygienisch auffällig

> 2000ppm sind kritisch und inakzeptabel

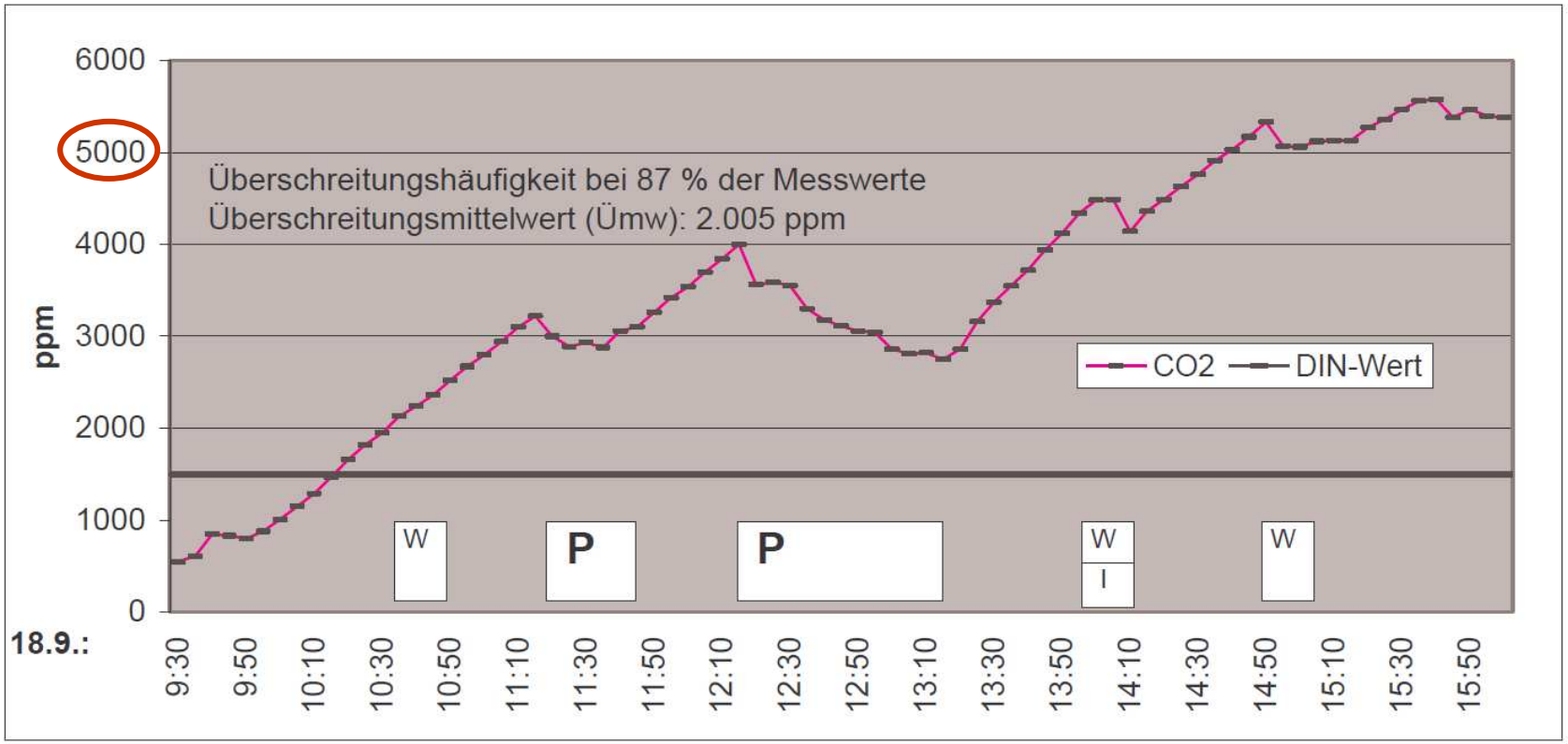
Außenluftvolumenstrom von 15 m³/(h·m²)



Wie hoch war hier die CO_2-Konzentration?

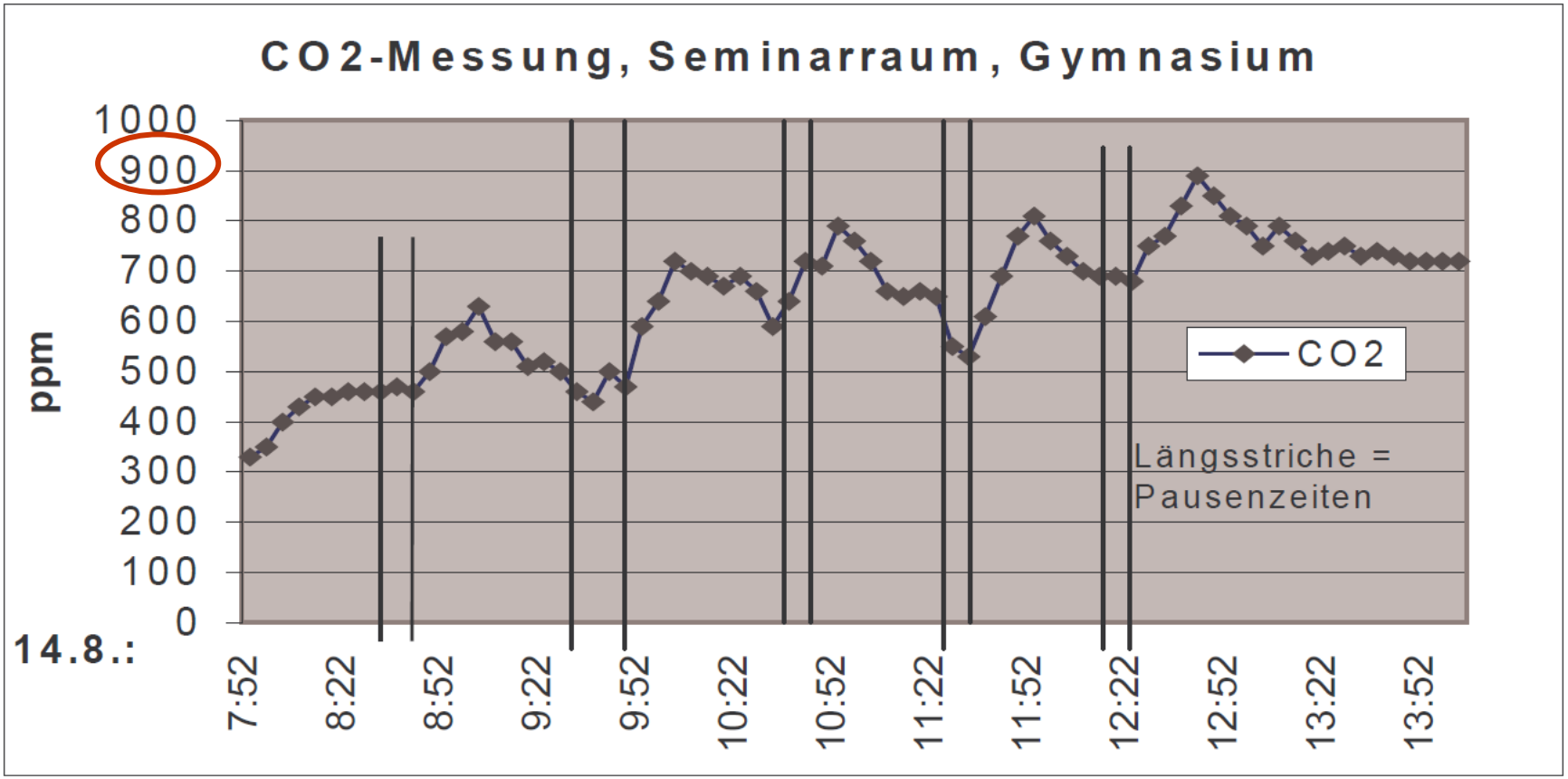
CO_2 belastete Luft gibt es nicht nur in Schulen!

CO2 ohne Lüftungsanlage



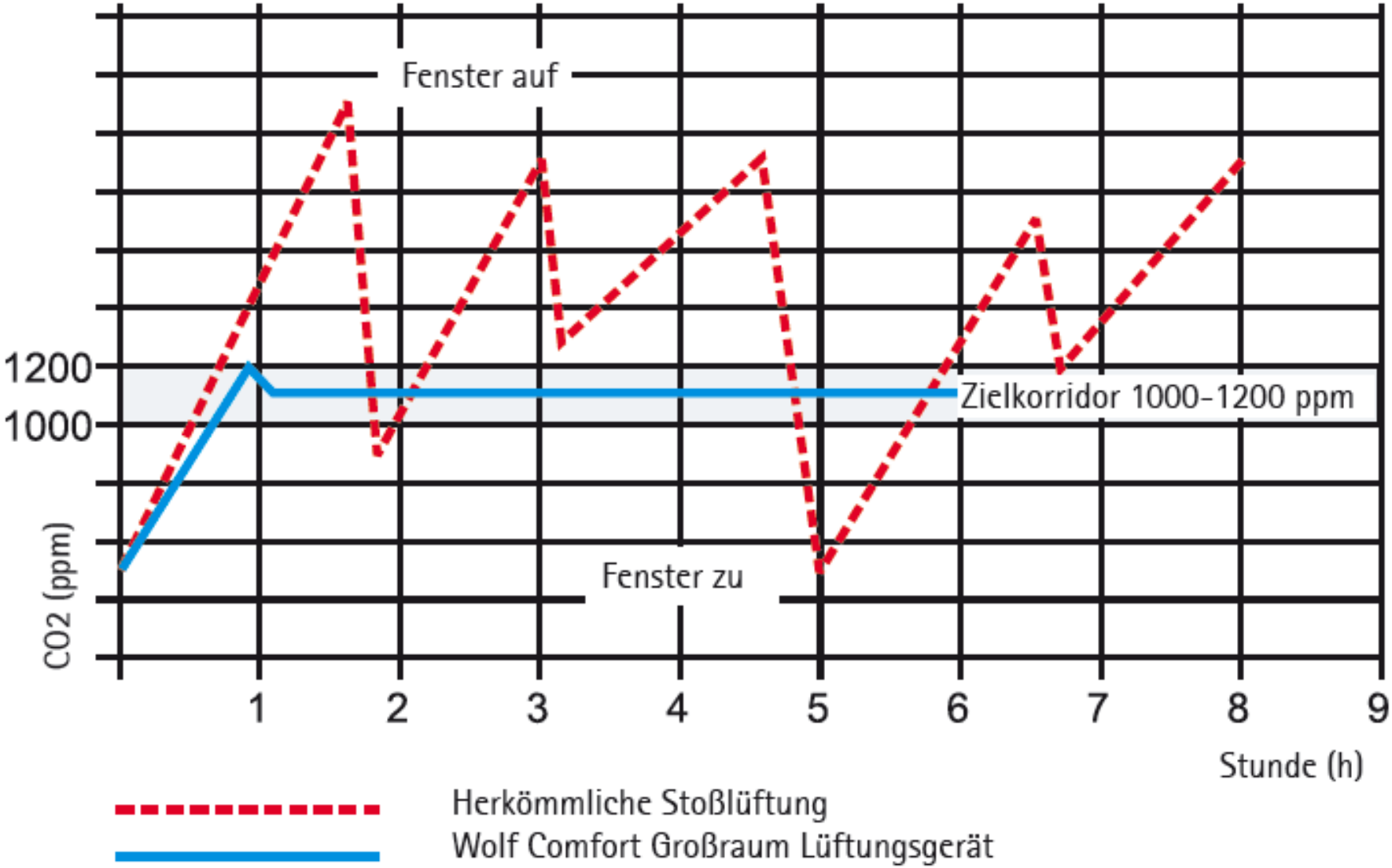
Grafik 1: CO_2-Messung in einer 5. Klasse; Unterrichtsdauer von 9.50 Uhr – 15.45 Uhr; W = Stundenwechsel; 5-min-Pause; P = Pause (15 bzw. 55 min); I = Intervention d.h. Bitte Fenster ab jetzt geschlossen zu halten.

CO2 mit Lüftungsanlage

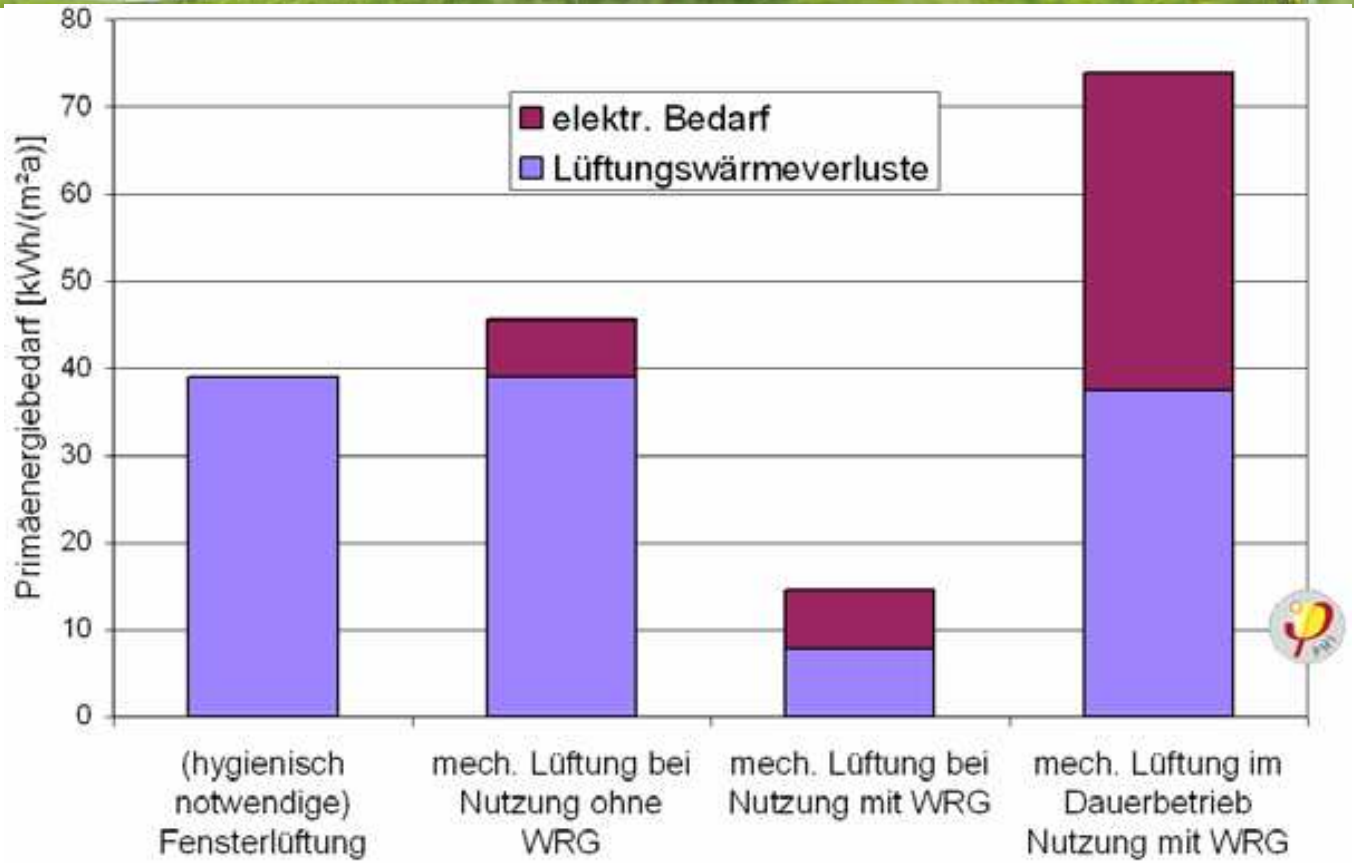


afik 3: CO_2-Messungen in einem künstlich belüfteten Seminarraum

CO2 ??


Fenster auf
Fenster zu
Zielkorridor 1000-1200 ppm
1200
1000
CO2 (ppm)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Stunde (h)
Herkömmliche Stoßlüftung
Wolf Comfort Großraum Lüftungsgerät

Energieeinsparung durch Lüftungstechnik



Flächengemittelter Primärenergiebedarf zur Deckung der Lüftungswärmeverluste zzgl. der erforderlichen Hilfsenergien in einer Schule.

Der Lüftungsbetrieb muss an die Nutzungszeiten in Schulen und Kindertagestätten angepasst werden.

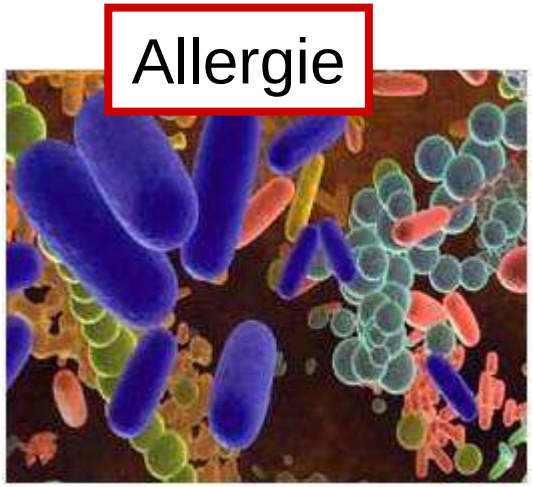
Ein Dauerbetrieb der Lüftung, wie im Wohnbau üblich, läuft bei diesen temporären Nutzungen den Anstrengungen zur Energieeinsparung zu wider *(Quelle: [AkkP 33]).*

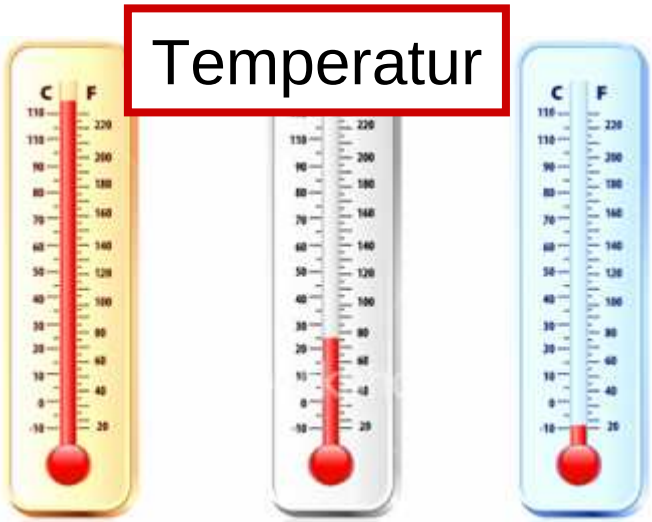
Annahmen:

Außenvolumenstrom je Schüler 15 m³/h, Belegungsdichte 0.5 Personen / m² in Klassen,

Nutzung an Schultagen 7:00 bis 14:00 Uhr, Wärmebereitstellungsgrad 80 % der WRG.

Weitere positive Effekte





Lüftungstechnik – Wolf-Comfort-Klasse

Comfort-Einzelraum-Lüftungsgerät

Comfort-Wohnungs-Lüftungsgerät

Comfort-Großraum-Lüftungsgerät

Comfort-Flach-Lüftungsgerät

Comfort-Kompakt-Lüftungsgerät

Schwimmbad Leibersdorf

Sanierung Freibad Leibersdorf

alter Heizkessel

Sanierung Freibad Leibersdorf

Im Mai 2009 wurde im Freibad Leibersdorf eine 4-er Kaskade des 40 kW Ölbrennwertkessel COB-40 in Betrieb genommen. Die Anlage mit 160 kW ersetzt einen alten Ölkessel Baujahr 1973.
Das Schwimmbad eignet sich vorzüglich für den Einsatz eines Brennwertgerätes. Durch die niedigen System-temperaturen arbeitet der Kessel dauerhaft im kondensierenden Bereich und erreicht druchwegs Wirkungsgrade über 100% (bezogen auf Hu). In den heißen Monaten wird das Wasser zusätzlich durch 80m² Schwimmbad-absorber geheizt.
Sehr erfreulich für den Betreiber: bereits die Aufheizphase zu Beginn der Badesaison zeigte einen um über 40% reduzierten Verbrauch.

Gesamtleistung 4 COB-40 in Kaskade	160 kW
Inbetriebnahme	Mai 2009
Ölverbrauch für Aufheizung nach Winterpause	1.300 Liter
Einsparung Liter zur Altanlage seit Mai 2009*	1.000 Liter
Einsparung Euro zur Altanlage seit Mai 2009*,**	600 Euro

* Stand Juni 2009, ** 60 Cent/Liter

Sanierung Freibad Leibersdorf

Schwimmbadabsorber werden vom Beckenwasser direkt durchströmt

Sanierung Freibad Leibersdorf

Neue Kesselanlage

Trinkwassererwärmung in einer Fertigungshalle

Optimierung der Trinkwassererwärmung in einer Fertigungshalle durch Wolf Sonnenheizung

- Austausch der alten Boiler (1800 l Mehrzellenspeicher, 400 l Standspeicher), durch 2 Solarspeicher a 500 Liter
- Einbau einer 35 KW Therme zur Wassererwärmung mit direkter Verrohrung der Speicher
- Aufbau und Anschluss einer Solaranlage (9 Kollektoren) zur Wassererwärmung

	Verbrauch in Kwh/a:	Kosten in €/a:	Umweltauswirkung in Kg CO_2/a:
Vorher	**475.800**	**19.602,96**	**252.650**
Nachher	**168.630**	**6.947,56**	**89.543**
Verbesserung	**307.170**	**12.655,40**	**163.107**

Investkosten: 15.000€ Amortisationszeit: 1,2 Jahre

Wirtschaftlichkeitsgebot

Wirtschaftlichkeitsgebot (§ 5 EnEG – Energie-Einspar-Gesetz)

Kosten für die Durchführung von Energiesparmaßnahmen
müssen sich generell innerhalb der Lebensdauer dieser Maßnahmen
durch eingesparte Energiekosten amortisieren

Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit.