

15. Januar 2016 18:00 Uhr

Technische Akademie Esslingen

Prof. Dipl.-Ing. Walter Stäbler

Wie sinnvoll ist Energiesparen wirklich?

Energiesparen ist immer sinnvoll!

Insoweit wären wir mit Thema auch schon fertig, wären da nicht die Energie**kosten**...

Prof. Dipl.-Ing. Walter Stäbler

Wenn man Energie beim Betrieb eines Hauses sinnvoll einsparen möchte, sollte man die Materialien, Geräte und Betriebsweisen kennen.

Einen groben Überblick erhalten dazu Sie in den nächsten 90 Minuten.

Eigentlich zur Bauausführung

Vorschriften zum **Energiesparen** regeln **EEWärmeG** und **EnEV**.

In Baden-Württemberg zusätzlich das **EWärmeG**.

EEWärmeG: Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz - 24. Oktober 2015)

EnEV: Energieeinsparverordnung -28. Oktober 2015

EWärmeG: Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz - 01.Juli 2015).

Themen des Vortrages zum Neubau und zur Sanierung:

gibt es die „atmende Wand?“, Schimmel, Fenster, Lüftung, Dämmung, Heizung, Warmwasserbereitung, Algenbefall, Fassadenspecht...

Um den Energiestandard von Neubauten weiter zu erhöhen, wurden in der letzten Novellierung der EnEV Verschärfungen festgelegt, die nun zum 01.01.2016 in Kraft treten.

Umgangssprachlich wird daher häufig von der „**EnEV 2016**“ gesprochen.

Zum Jahreswechsel 2015/2016 sinkt der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf für Neubauten um 25 %.

Zugleich steigen die Anforderungen an die energetische Qualität der Gebäudehülle, denn durch eine veränderte Nachweismethode sollen die Transmissionswärmeverluste um ca. 20 % vermindert werden. **Somit wurde das KfW-Effizienzhaus 70 praktisch zum Mindeststandard** der Energieeinsparverordnung deklariert. Werden diese Anforderungen missachtet, drohen gemäß § 27 Abs. 1 der EnEV Bußgelder.

Um den Energiestandard von Neubauten weiter zu erhöhen, wurden in der letzten Novellierung der EnEV Verschärfungen festgelegt, die nun zum 01.01.2016 in Kraft treten. Umgangssprachlich wird daher häufig von den Änderungen gesprochen.

Zum Jahreswechsel 2015/16

Jahres-Primärenergie

Zugleich steigt die energetische Qualität

der Gebäude. Nach den geänderten

ca. 20% Transmissionswärmeverluste um

Effizienz werden. **Somit wurde das KfW-**

Ab 1. Januar 2016 ... **70 praktisch zum Mindeststandard** der

Energieeinsparverordnung deklariert. Werden diese

Anforderungen missachtet, drohen gemäß § 27 Abs. 1 der

EnEV Bußgelder.

Aktuell neu:

Anreizförderung für Heizungs- und Lüftungsanlagen

Ab 1. Januar 2016 ...

Einige Gesichtspunkte zu den Energiekosten und den Aufwendungen zum Energiekostensparen sind

- Wirtschaftlichkeit
 - Umweltschutz
 - Klimaschutz
 - ...
- und natürlich die Vernunft !

...Doch eigentlich geht es dem Bauherrn nur um die damit verbundenen Aufwendungen (Investitionen)!

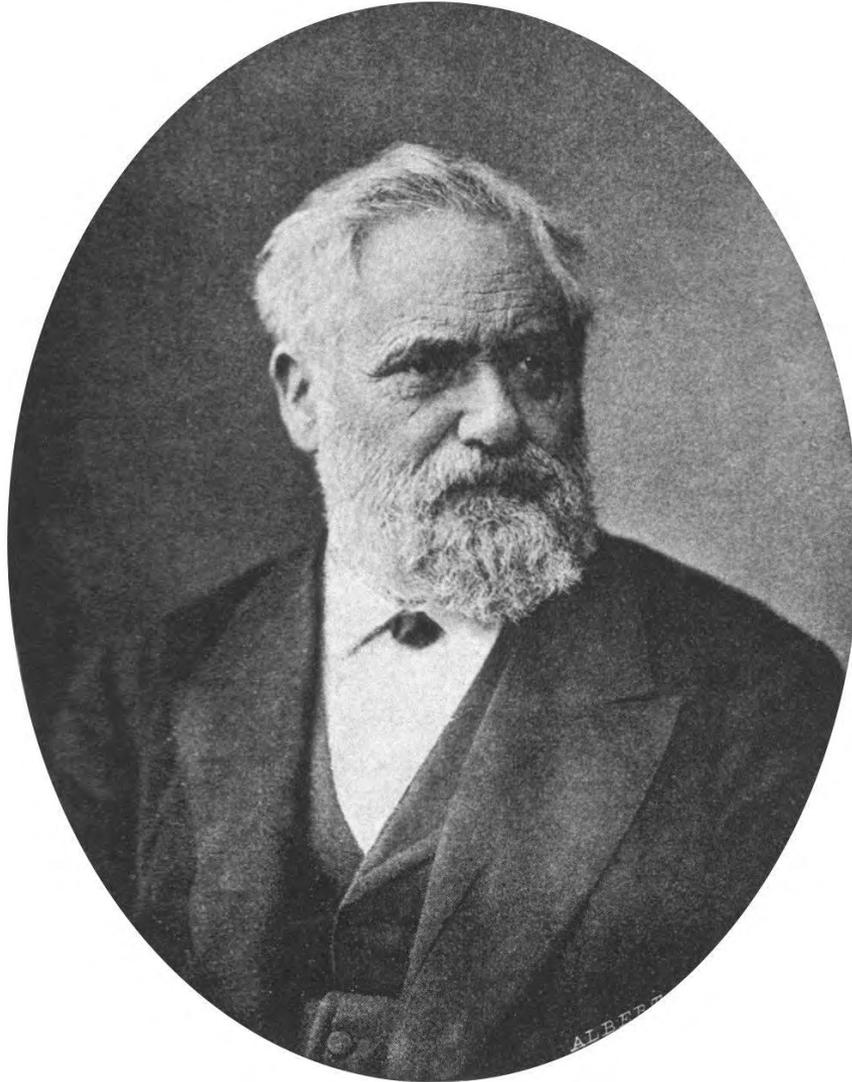
Daneben gibt es aber noch weitere beachtenswerte **Vorbehalte** und **Barrieren**, mit denen wir uns zuerst auseinandersetzen sollten.

Bei der Energieberatung wird man mit diesen Behauptungen konfrontiert:

- Wände müssen atmen können
- Wärmedämmung spart nichts ein
- Polystyrol-Hartschaum gibt Giftstoffe ab
- Polystyrol-Hartschaum-Fassaden brennen leicht ab
- Wärmedämm-Verbund-Systeme (WDVS) veralgen
- WDVS werden vom Specht massakriert
- Wozu macht man Fenster extrem luftdicht, um dann Lüftungslöcher in die Fassade zu machen.

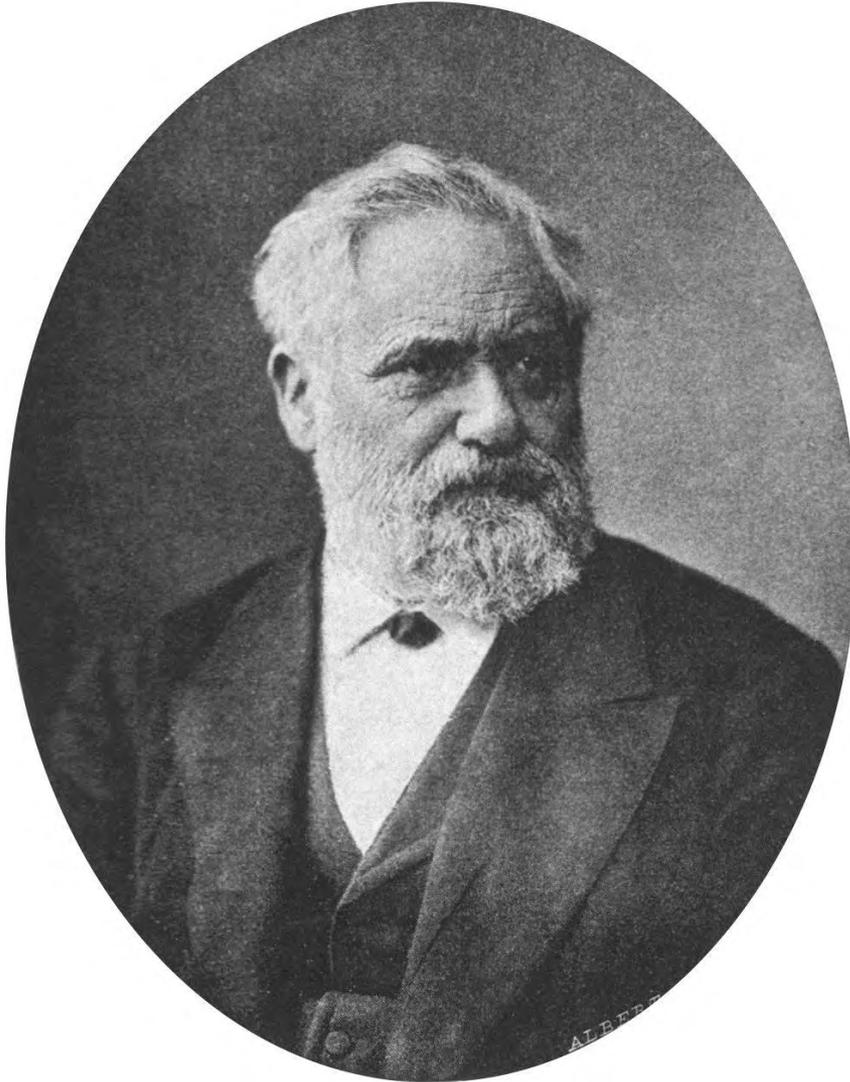
Müssen Wände atmen können? →→

Zu den anderen Punkten kommen wir später
zurück.



Was hat dieser Herr
mit unserem Thema
zu tun?

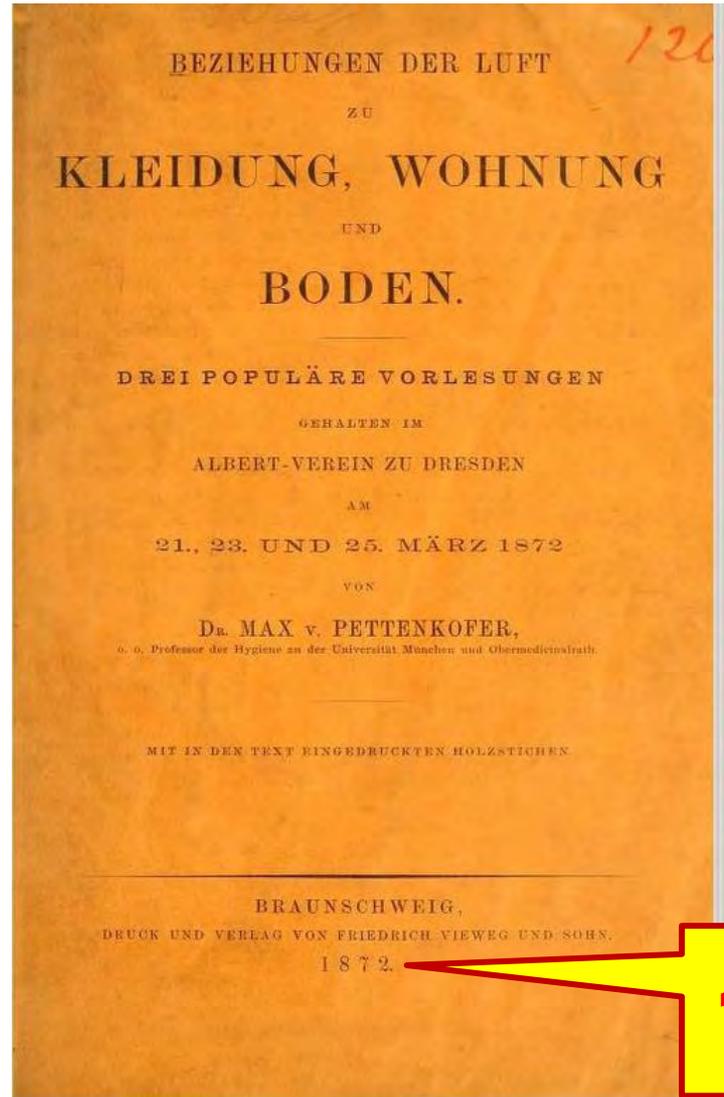
Max von Pettenkofer
*3. Dezember 1818
† 10. Februar 1901



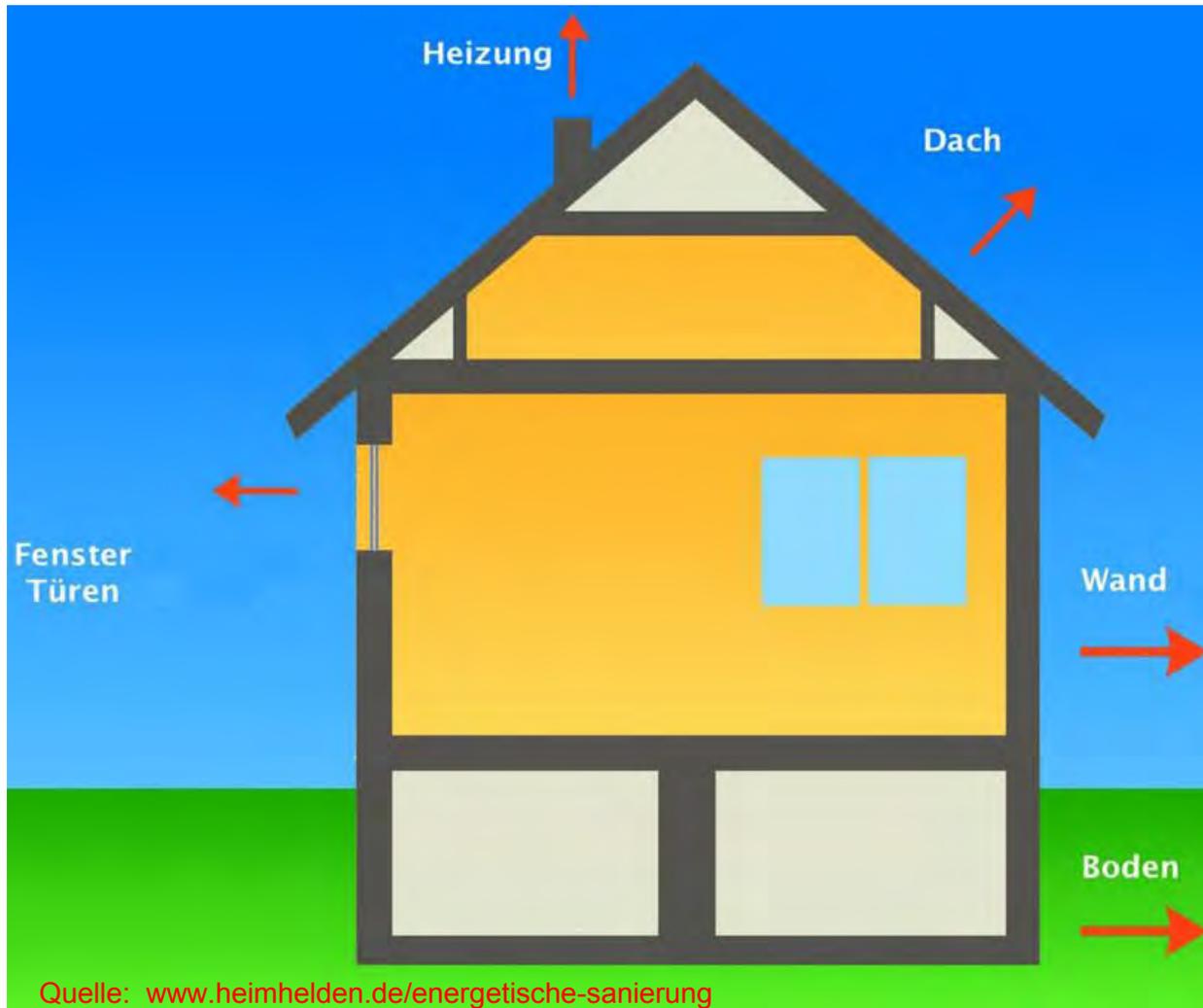
Seine Empfehlungen zur Raum-
lufthygiene, sprich Luftwechsel
sind heute noch richtig.

Allerdings ist ihm auch ein
gewaltiger Fehler unterlaufen der
bis heute noch herumschwirrt.
Er hat die **"atmende Wand"**
beschrieben ...

...



1872!



Sanierungspotentiale

Dämmung:

Dach innen/außen
oberste Geschosdecke
Außenwände
Keller
Rohre

Fenster

Lüftung

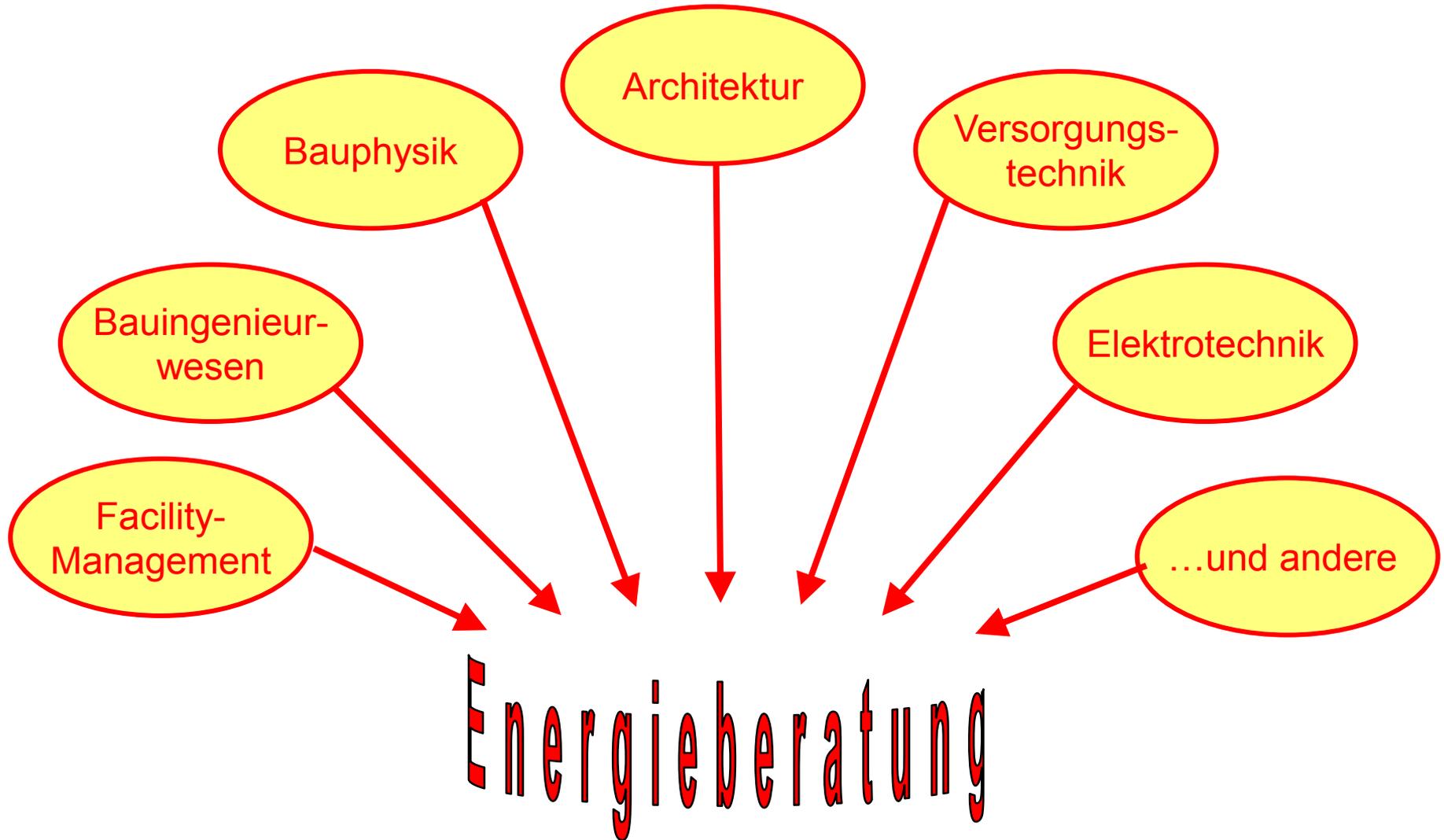
Heizung

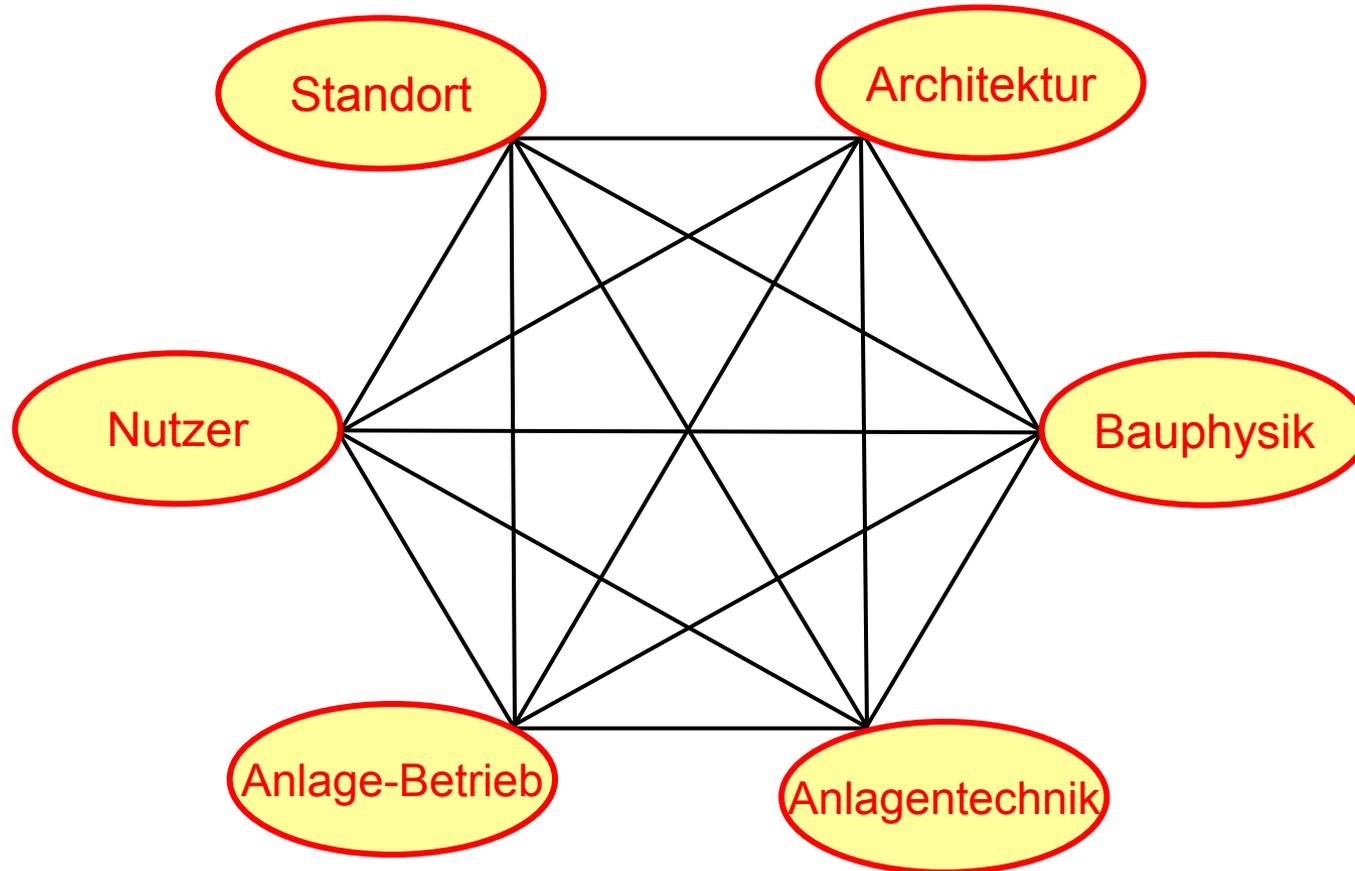
Warmwasserbereitung

Photovoltaik

Thermische Kollektoren

**Um einen Neubau energieeffizient zu gestalten,
oder einen Bestandsbau energieeffizient zu sanieren, ist im Prinzip eine Energieberatung und Begleitung durch eine Fachfrau oder Fachmann erforderlich.**

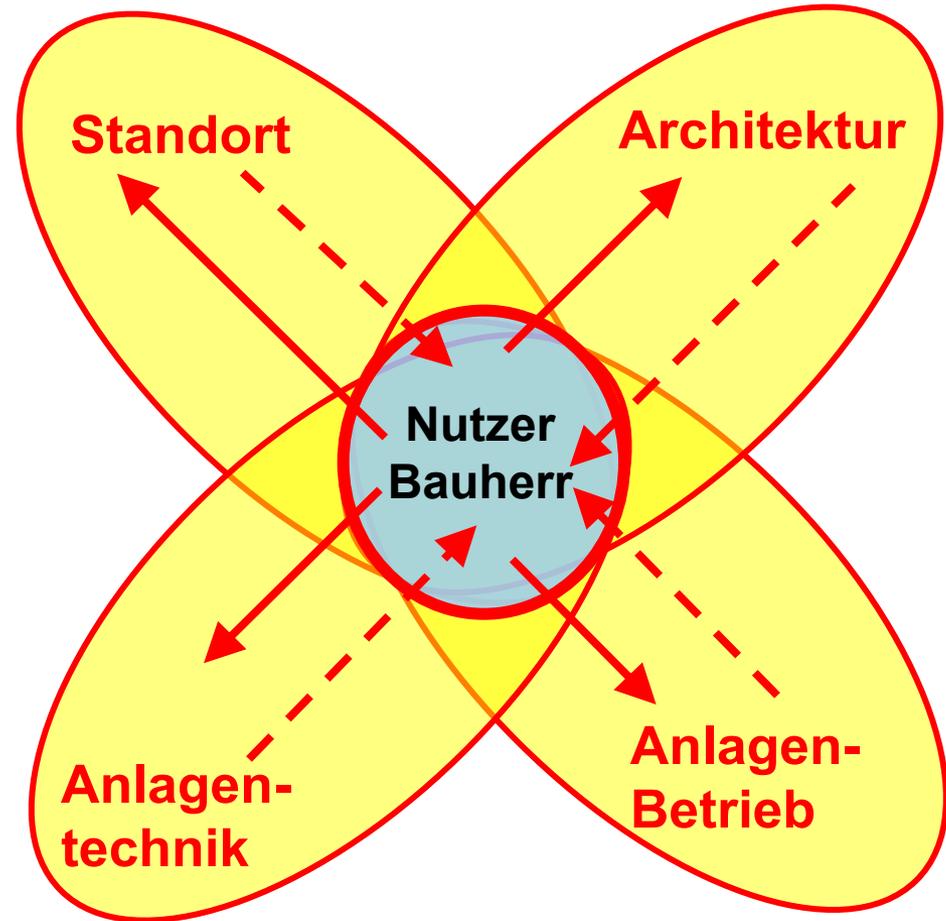




Nutzungsanforderung
→

Funktionserfüllung
- - - - - →

...daraus resultiert
in aller Regel eine
Funktionsübererfüllung



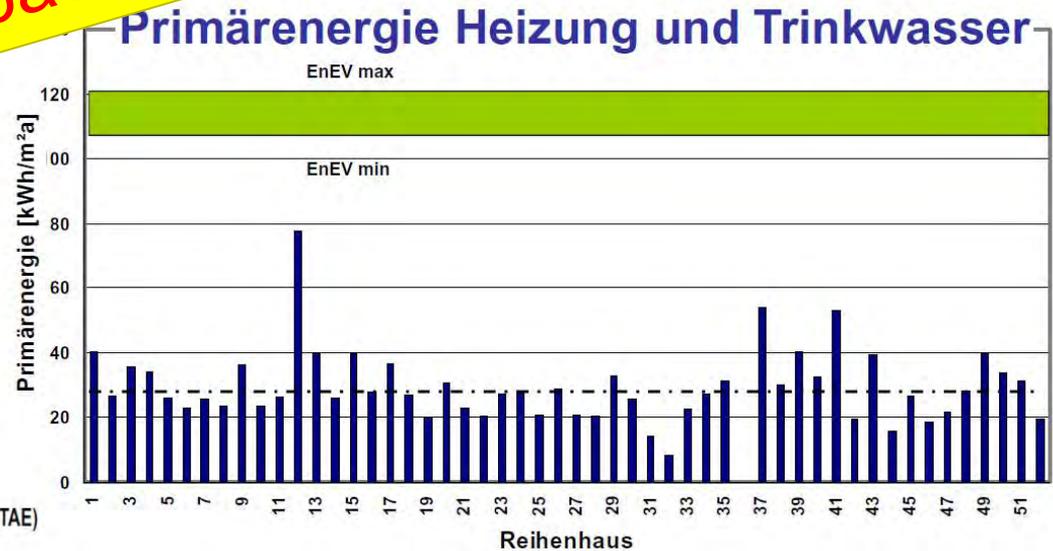
...und da können wir mit dem sinnvollen Energiesparen ansetzen.

Praxisbeispiel Feuerbach
Energiesparendes Reihenhauskonzept
in Passivhausbauweise



Bauteil	Aufbau	Schicht- dicke	U-Wert
			W/m ² K
Außenwand	Innenputz 100mm Dämmung 100mm Außenputz 100mm	0,035 0,035 0,035	0,112
		2400	126
			0,073
Gesamtenergiedurchlaßgrad: 0,53			0,810

Hier ein Beispiel für eine gelungene und
zählbare Ausführung einer Passivhaussiedlung
in Stuttgart Feuerbach.



Quelle: Fraunhofer
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Dipl.-Ing. Johann Reiß
Weiterbildungsprogramm Energieberatung (TAE)

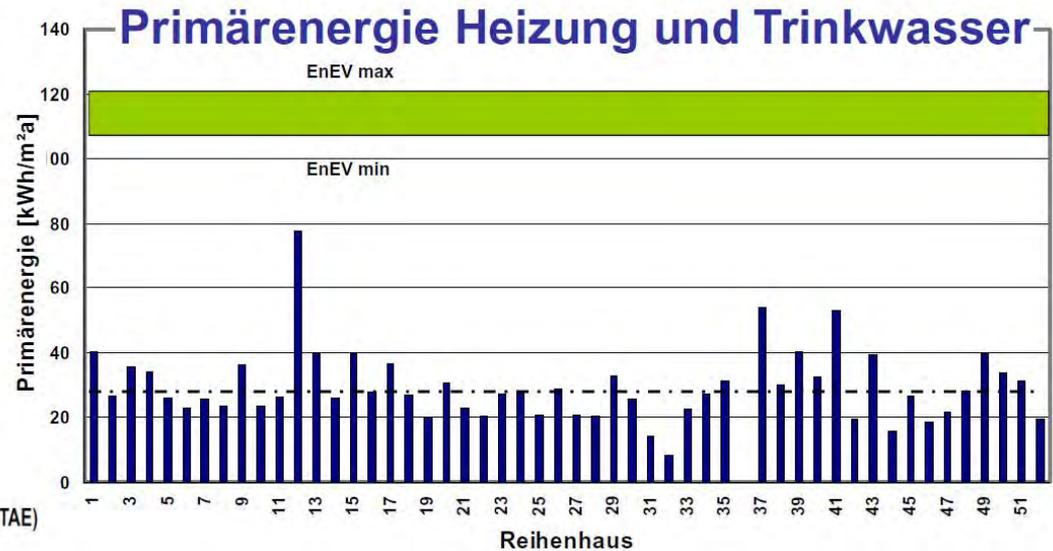
Quelle: Reiß, J., H. Erhom: Messtechnische Validierung des Energiekonzepts einer großtechnisch umgesetzten Passivhausentwicklung in Stuttgart-Feuerbach. IBP-Bericht WB 117/2003

Praxisbeispiel Feuerbach Energiesparendes Reihenhauskonzept in Passivhausbauweise



Bauteil	Aufbau	Schichtdicke	Rohdichte	Wärmeleitfähigkeit	U-Wert
		cm	kg/m ³	W/mK	W/m ² K
Außenwand	Innenputz	0,50	1400	0,700	0,112
	Kalksandstein	17,50	2000	1,100	
	Dämmung	30,00	40	0,035	
	Außenputz	1,00	1800	0,870	
Boden gegen Erdreich	Estrich	5,00	2000	1,400	0,126
	Dämmung	27,00	50	0,035	
	Beton	15,00	2400	2,100	
Dach	Dachdeckung	-	-	-	0,073
	Spanplatte	2,40	700	0,130	
	Dämmung *	24,00	40	0,035	
	Beton	24,00	40	0,035	
Fenster	Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung in hochgedämmten Rahmen	Gesamtenergiedurchlaßgrad: 0,53			0,810

3% Sparrenanteil



Quelle: Fraunhofer IBP
 Fraunhofer-Institut für Bauphysik
 Dipl.-Ing. Johann Reiß
 Weiterbildungsprogramm Energieberatung (TAE)

Quelle: Reiß, J., H. Erhom: Messtechnische Validierung des Energiekonzepts einer großtechnisch umgesetzten Passivhausentwicklung in Stuttgart-Feuerbach. IBP-Bericht WB 117/2003

Bei der Wärmedämmung von Bestandsgebäuden kommt in der Regel ein Wärmedämmverbundsystem zur Anwendung. Welcher Dämmstoff dabei verwendet wird ist thermodynamisch und bauphysikalisch eigentlich zweitrangig.

Im Neubau kann allerdings auch eine Massivwand gewählt werden um die vorgeschriebenen Wärmedämmwerte zu erreichen.

Ein erhebliches "Nachweispotential" ergibt sich aus der Art der Berücksichtigung (Abgeltung) von Wärmebrücken.

- Pauschal U-Wert-Zuschlag +0,1
- Nach DIN 4108 U-Wert-Zuschlag +0,05
- Einzelnachweis U-Wert-Zuschlag <0,05
- Einzelnachweis bei Fachwerkbauten evtl. negativ!

Ein erhebliches "Nachweispotential" ergibt sich aus der Art der Berücksichtigung (Abgeltung) von Wärmebrücken.

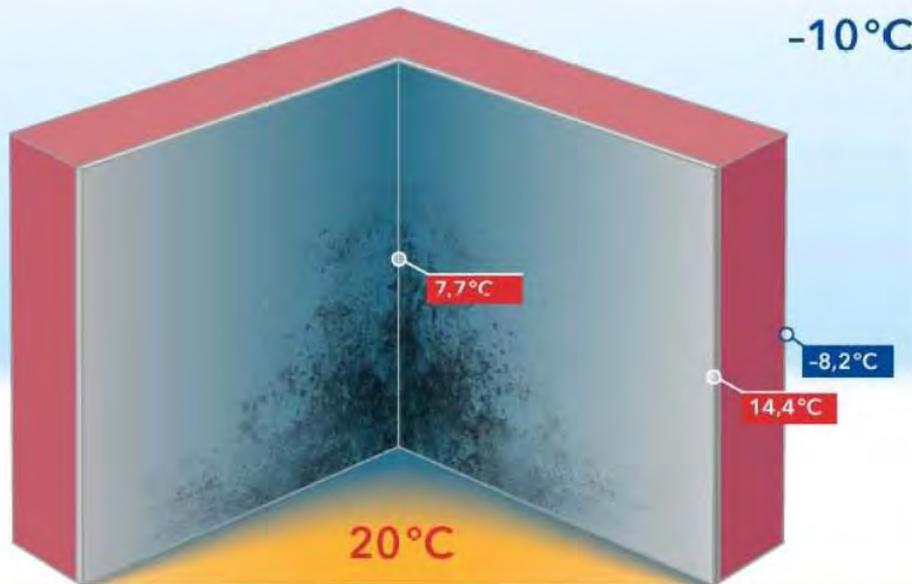
- Pauschal U-Wert-Zuschlag +0,1
- Nach DIN 4108 U-Wert-Zuschlag +0,05
- Einzelnachweis U-W
- Einzelnachweis bei Fac

Bei einem U-Wert von $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ werden das gleich mal 50% mehr!

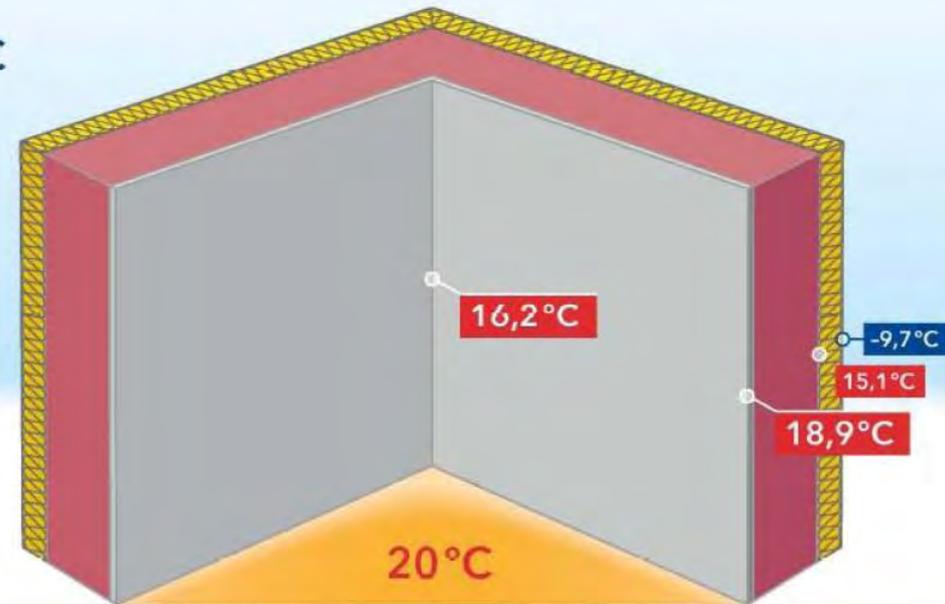
Praktisch ergibt sich bei einem Zielwert von $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ mit einer 24er KSV-Wand mit 380 mm ISO derselbe Wert ohne Zuschlag mit 180 mm ISO.

Dämmung

Ungedämmte Wand



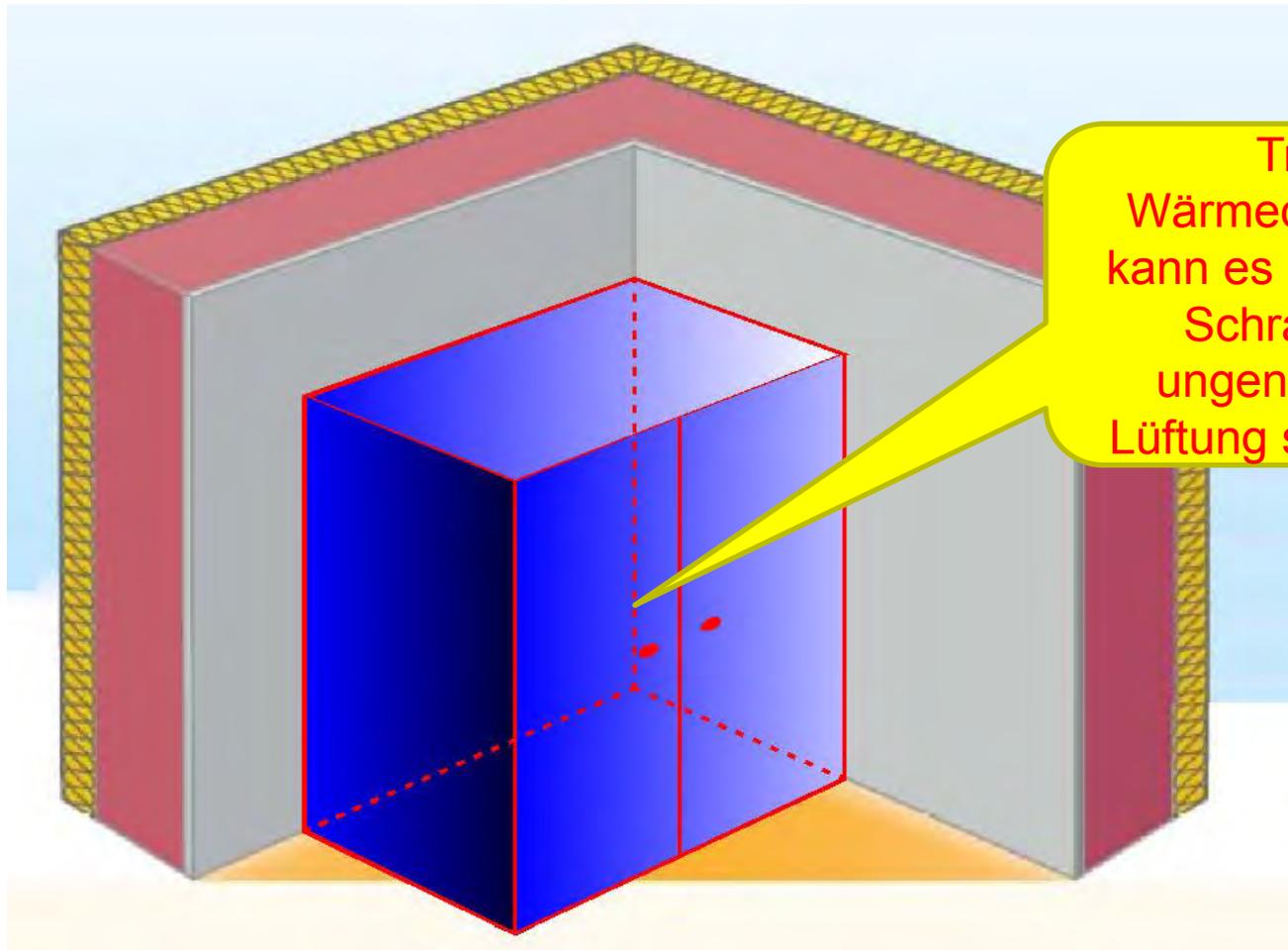
Gedämmte Wand (12 cm)



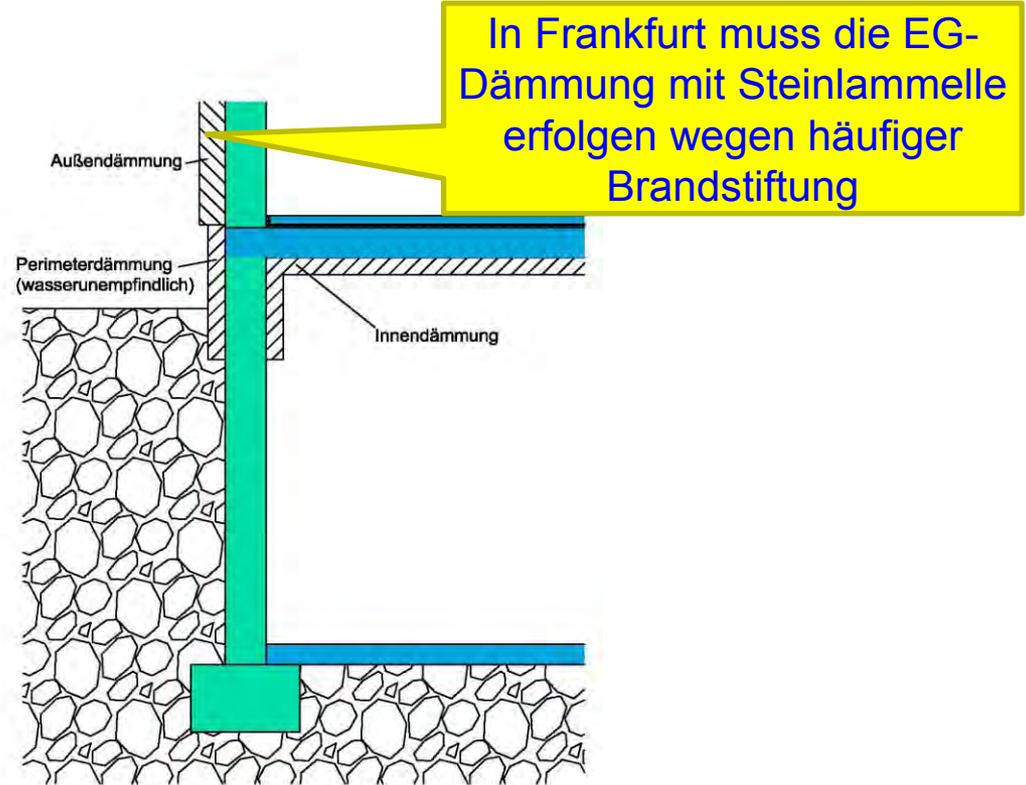
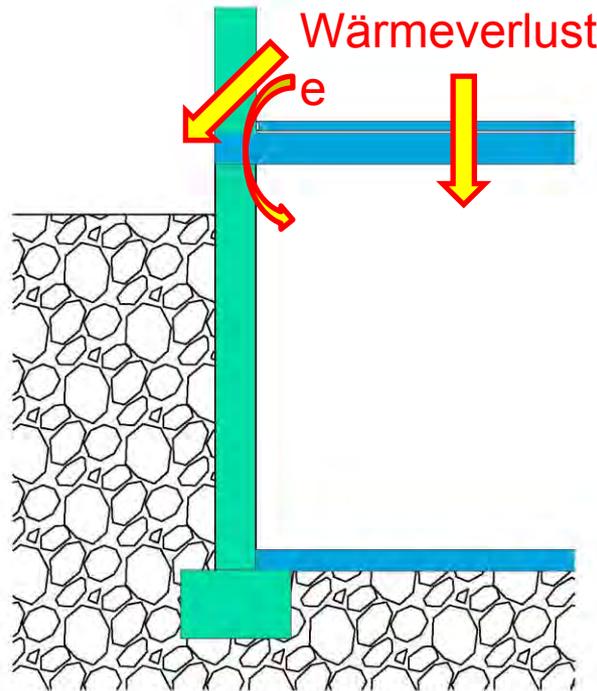
Schimmel entsteht auf kalten, ungedämmten Wänden. Hier schlägt sich Tauwasser aus der Raumluft nieder, das der Schimmel für sein Wachstum nutzt.

Quelle: Werner Eicke-Hennig
Hessische Energiespar-Aktion

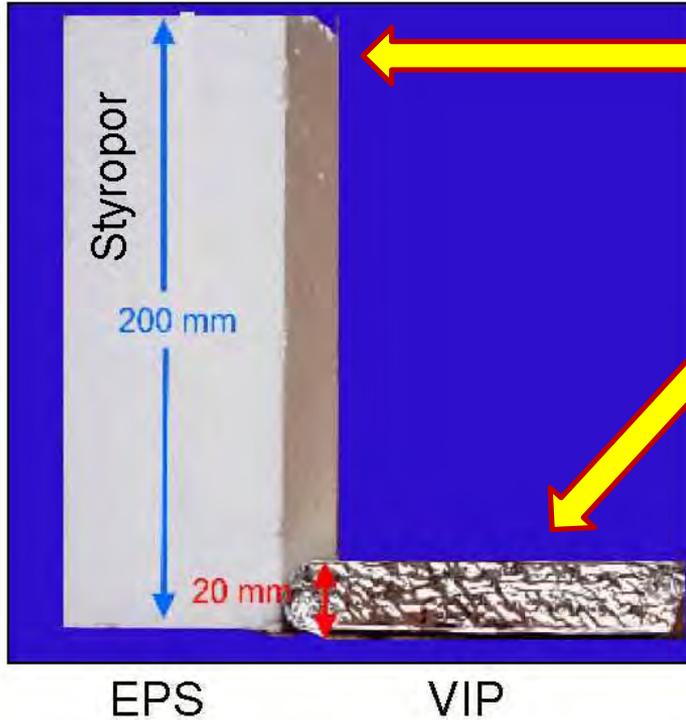
Auch gedämmte Wände speichern Feuchte im Innenputz. Aber auf der warmen Wand besteht keine Tauwassergefahr mehr. Gedämmte Häuser weisen deshalb deutlich weniger Schimmelprobleme auf.



Trotz
Wärmedämmung
kann es hinter dem
Schrank bei
ungenügender
Lüftung schimmeln



Wenn möglich, immer bis ca. 1 m unter Erdgeschoß dämmen.
Außen wasserunempfindliche Perimeterdämmung.
Innen auch die Wände ein Stück weit dämmen um
„Kühlrippenwirkung“ zu vermeiden.



20 cm Styropor hat dieselbe Dämmwirkung wie. 2 cm Vakuumdämmung.

Aber, die Vakuumdämmung ist empfindlich, sie brennt nicht.



Quelle bine.info

Quelle ZAE-Bayern

Algen

Hessische Energiespar-Aktion



Die eigentliche Ursache für das heutige Algenwachstum auf Gebäuden

Mehr CO₂ und weniger SO₂ in der Außenluft + wärmeres, feuchteres Klima

Das Schwefeldioxid war ein Algenkiller, früher aus dem Hausbrand, später aus den Kohlekraftwerken

■ Wachstumsbedingungen von Algen

- **Sonnenlicht für die Photosynthese(wahlweise auch Kunstlicht)**
- **Hoher Nährstoffgehalt, vor allem Nitrat und Phosphat**
- **CO₂ - Konzentration in der Umgebungsluft**
- **ph-Wert über Neutral also am besten 7,5-8,5.**
- **Wärme**

Quelle: Hessische Energiespar-Aktion

■ Zaun – hier spart die Alge Farbe



Quelle: Hessische Energiespar-Aktion

■ Algenkiller Schwermetall-Ionen zeichnen ihre Spur



Quelle: Hessische Energiespar-Aktion

Hessische Energiespar-Aktion



Gegenmassnahmen

- Porenoptimierte Putze mit geringen Luft- und Verdichtungsporenanteil sowie mäßigen Wasseraufnahmevermögen
- Glattputze (in Lagendicken von mind. 2 mm)
- Keine Egalisierungsanstriche auf WDVS (?)
- Mineralische Putze mit hydraulischen Anteilen
- Dreifache Anstriche mit wasserdampfdurchlässigen Anstrichstoffen S_d -Wert 0,05 m

Specht

Zum Problem vom Fassadenspecht in Bestandsgebäuden hilft:

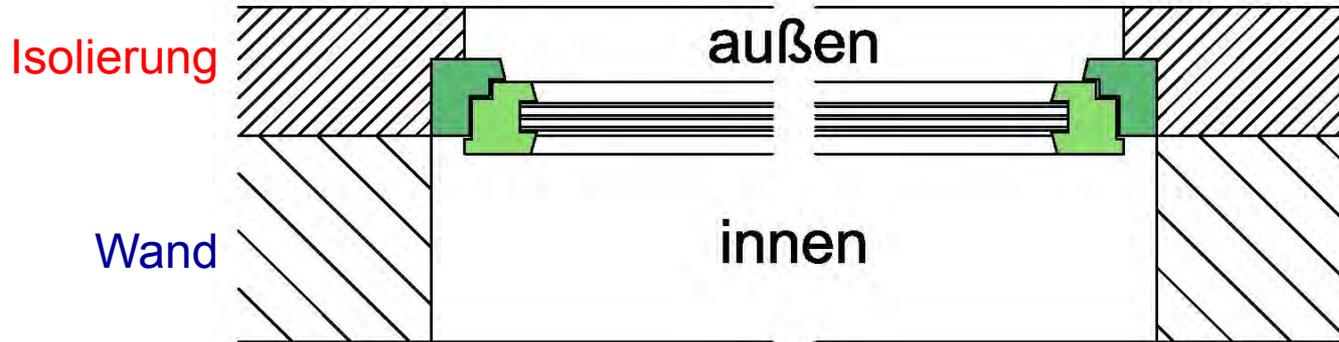
<http://www.lbv.de/> dort Suche nach "Specht"

http://www.lbv.de/fileadmin/www.lbv.de/Ratgeber/Konflikttiere/Spechte/LBV_Brosch%C3%BCre_Wer_klopft_denn_da.pdf

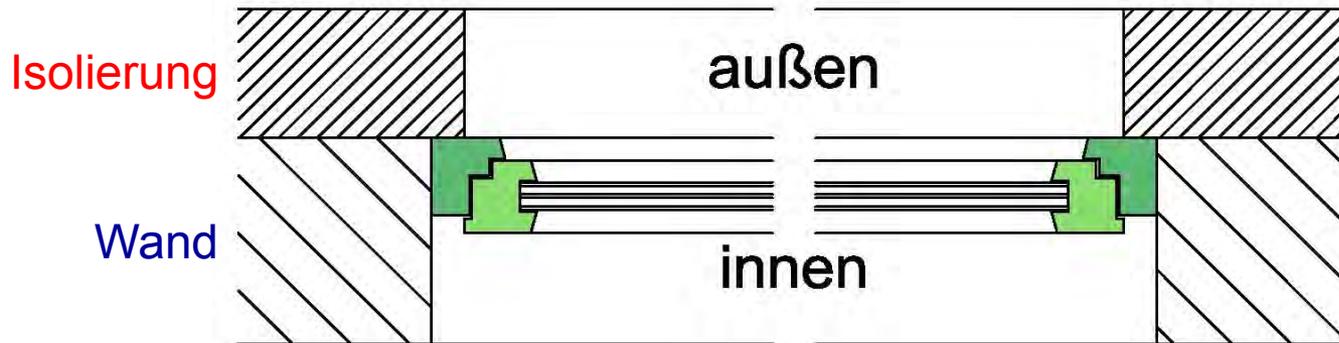
http://www.lbv.de/fileadmin/www.lbv.de/Ratgeber/Konflikttiere/Spechte/LBV_Brosch%C3%BCre_Wer_klopft_denn_da.pdf

Bei Neubauten mit WDV-Fassaden kann zum einen ein glatter Außenputz oder ein 2-3 cm dicker Außenputz den Specht fernhalten.

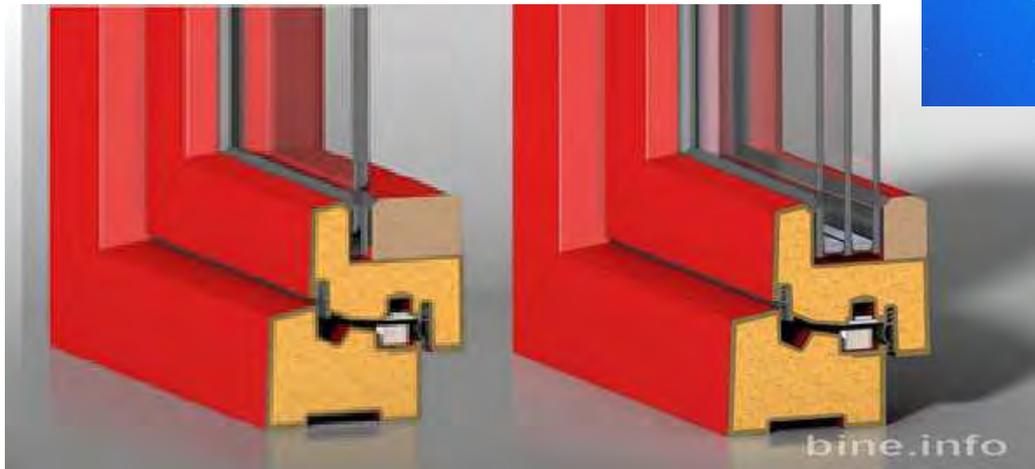
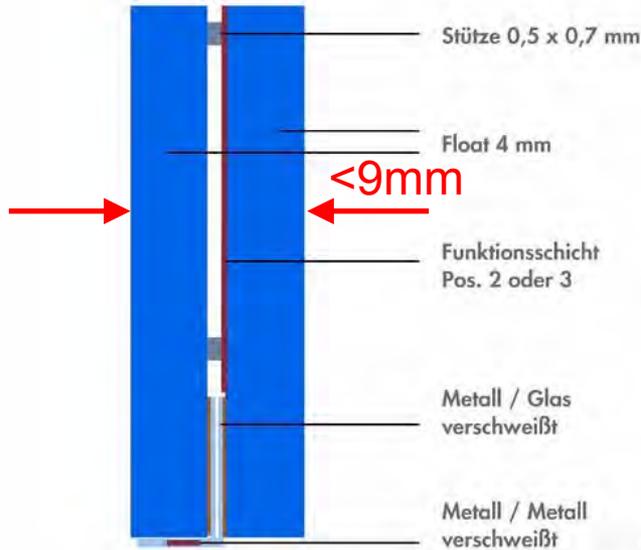
Fenster



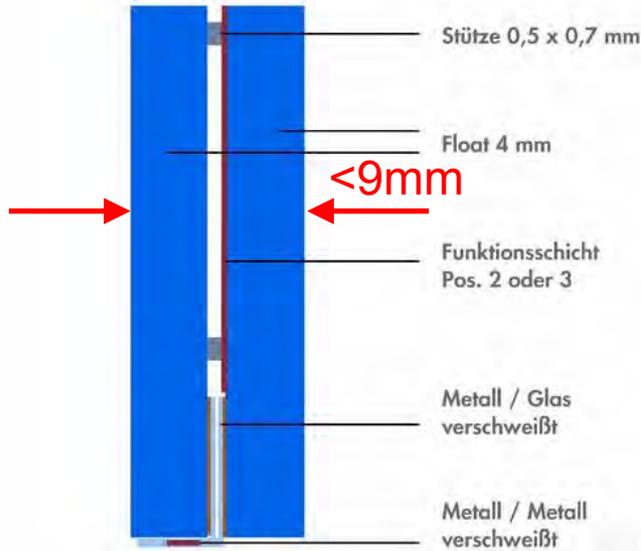
Fenster außen aufgesetzt auf Mauerwerk



Fenster mit Außenwand bündig



Quelle: bine.info



Diese 0,7 mm großen Pünktchen alle 3 cm mag die deutsche Hausfrau angeblich nicht!

In Japan und China soll es solche Fenster bereits geben.



Entwicklung innovativer Materialien und
Komponenten zur energetischen Optimierung von
Feuchte-, Licht- und Wärmetechnik in Gebäuden
(Enotec)

Bayerisches Zentrum für Angewandte
Energieforschung e. V. (ZAE Bayern)

www.zae-bayern.de

...In der Entwicklung:

Elektrisch schaltbare Verglasung (Verschattung)

Elektrisch schaltbare Wärmedämmung

Lüftung

Achtung:

Neue Fenster sind praktisch **luftdicht**. Damit wird die Lüfterneuerung und Abfuhr überschüssiger Luftfeuchtigkeit weitgehend unterbunden.

Undichtigkeiten in der Gebäudehülle, beispielsweise bei Fenstern, Außentüren, Mauer- und Dachanschlüssen sorgten bei älteren Gebäuden für einen andauernden, allerdings auch **windabhängigen Luftaustausch**.

Im Mai 2009 wurde die **Lüftungsnorm DIN 1946-6** veröffentlicht. Damit ist sie für alle am Bau Beteiligten verbindlich und normiert erstmalig ein Nachweisverfahren, ob eine Lüftungstechnische Maßnahme für ein Gebäude erforderlich ist. (Praktisch eingeführte Richtlinie durch die EnEV § 6)

Warum lüften?

Hygienische Anforderung

Bauphysikalische Anforderung
(Schutz des Gebäudes)

Wie lüften?

Energieaufwand beim Lüften

Lüftungseinrichtungen

Hygienische Anforderungen gesundheitliche Anforderungen

Nicht der Sauerstoff ist das Problem,
sondern das **Kohlendioxid** in der Luft.

Wir benötigen etwa **20 bis 25 m³/h** Außenluft
pro Person!

...außerdem geben wir Wasserdampf ab:
pro Person etwa 40 g/h oder 1 Liter/Tag.

Erfordernis

- Pro Person benötigen wir mindestens 20 m³/h unverbrauchte Außenluft.
- Mit dieser Luftmenge halten wir den Kohlendioxidgehalt in bekömmlichen Grenzen und „trocknen“ die Raumluft.

Warum die Raumluft trocknen?

Feuchteinträge durch:

Personen

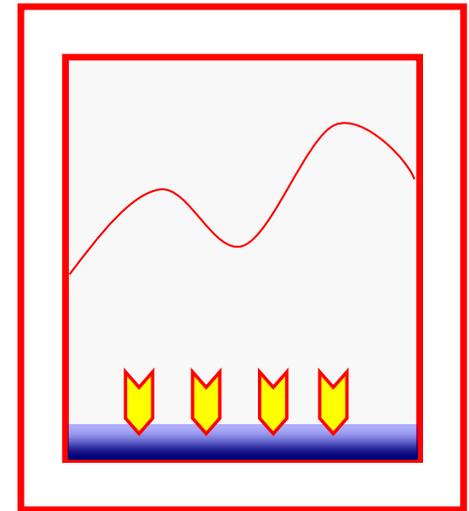
Duschen

Blumen...

erhöhen die Luftfeuchtigkeit.

Zu hohe Raumluftfeuchte ist beispielsweise erkennbar an

Wassertröpfchen am Fenster unten an der Glasleiste.



..., aber was passiert bei zu hoher Luftfeuchtigkeit?

Wohin geht der Wasserdampf?

Weg 1: **Nur** mit der Abluft / Fenster (und Leckagen) nach außen.

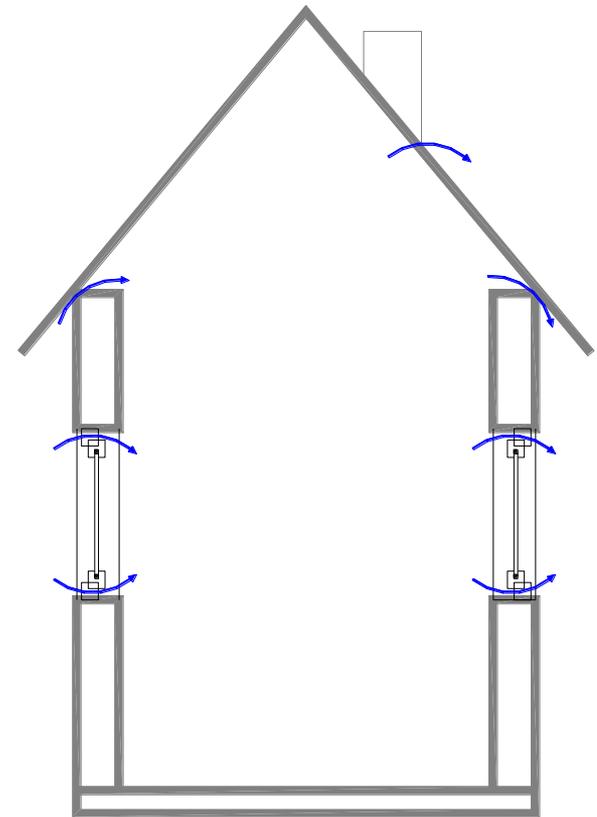
Weg 2: ...**den gibt es nicht!**

Vernachlässigbare Mengen Wasserdampf gehen in die Außenwände und das Dach.

Dort können Probleme auftreten, wenn der Wasserdampf in der Wand oder im Dach kondensiert.

Wie dicht ist das Haus?

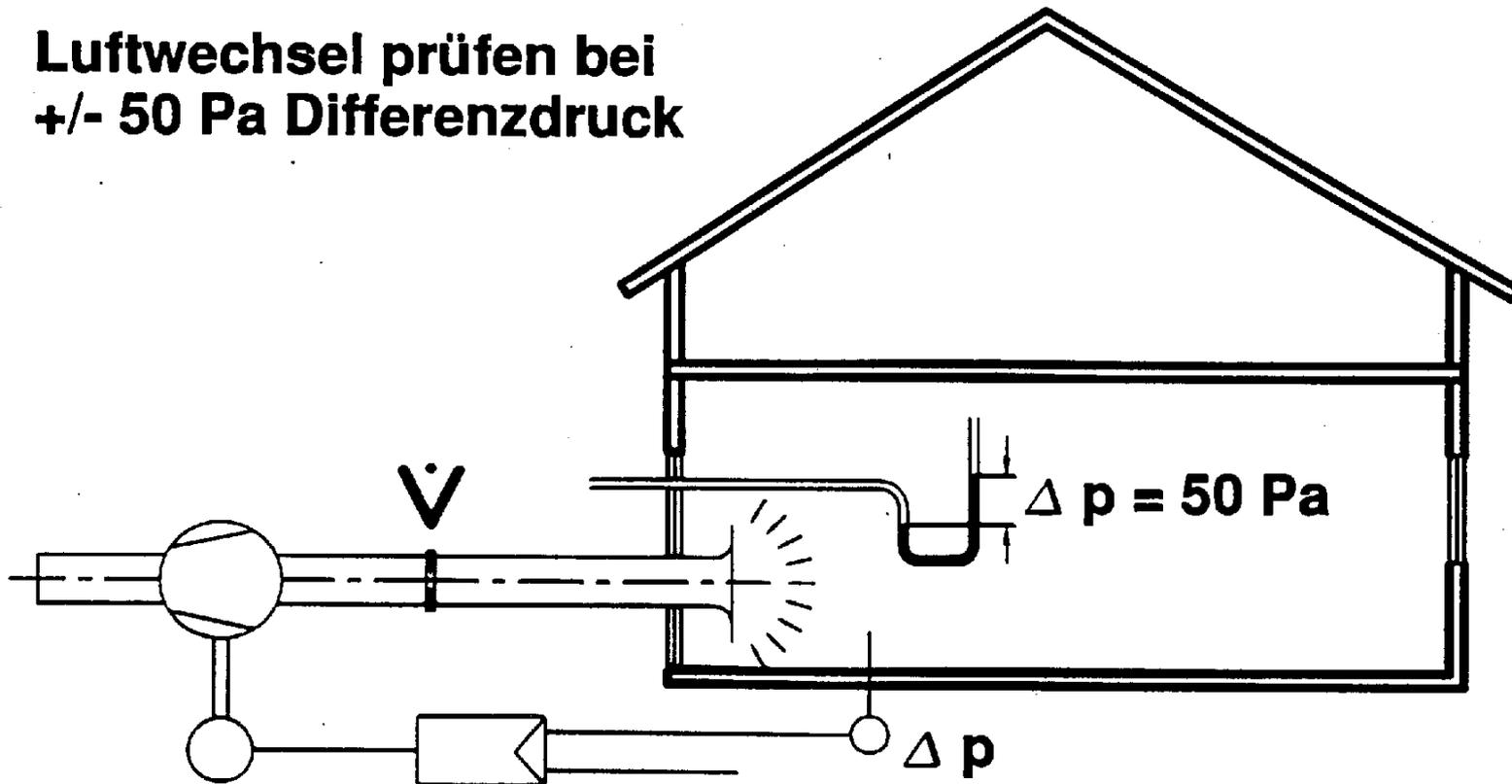
Wenn das Haus nicht winddicht ist, dann bläst der Wind möglicherweise durch alle Fugen und erzwingt eine permanente Lüftung, dann hat eine Lüftungsanlage wenig Sinn.



...wie überprüfen wir die Dichtheit?

Blowerdoor-Test

Luftwechsel prüfen bei +/- 50 Pa Differenzdruck

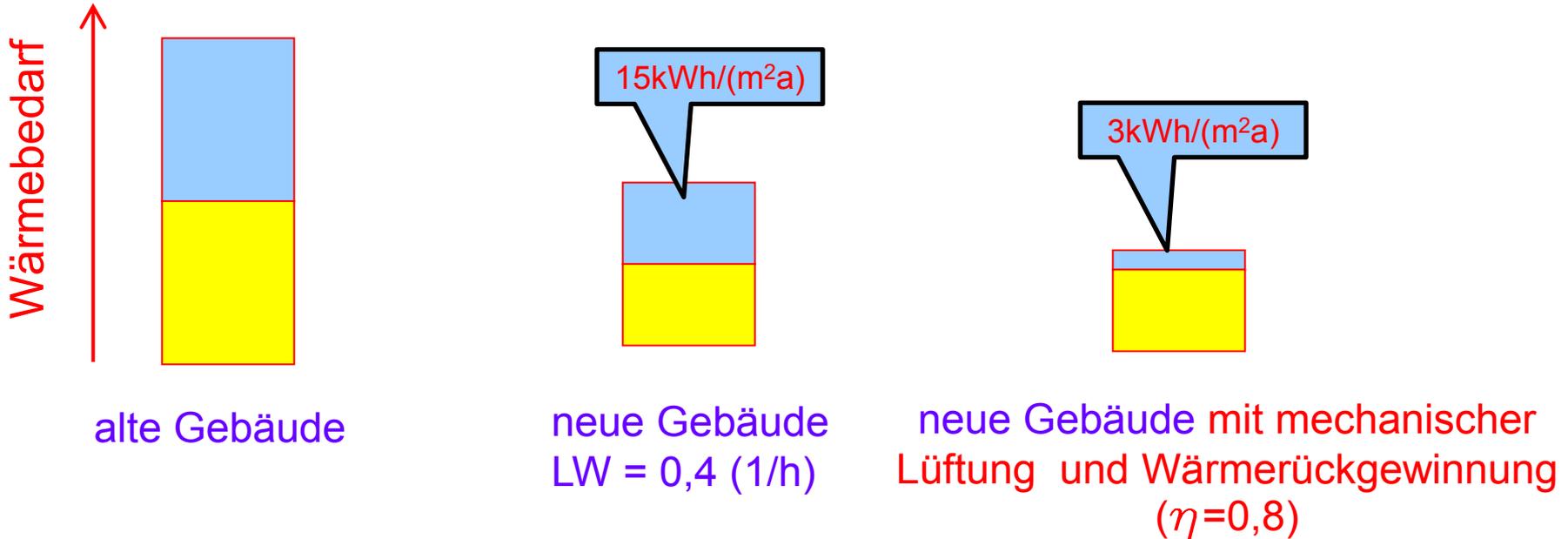


...blasen und saugen.

Der Wärmebedarf eines Gebäudes lässt sich aufteilen in

Transmissionswärmebedarf
(Wärmeverluste über Außenwände und Dach...)

Lüftungswärmebedarf
(Wärmeverluste durch Aufheizen der Außenluft)



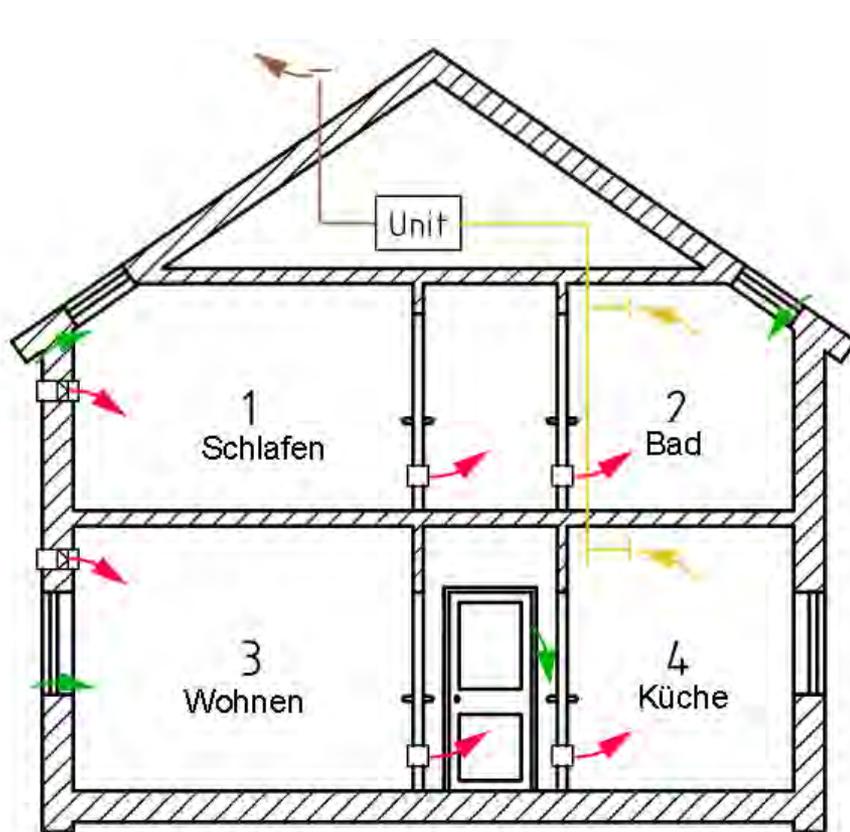


Bild A.5 — Abluftsystem, Zentralventilator-Lüftungsanlage mit ALD, im EFH

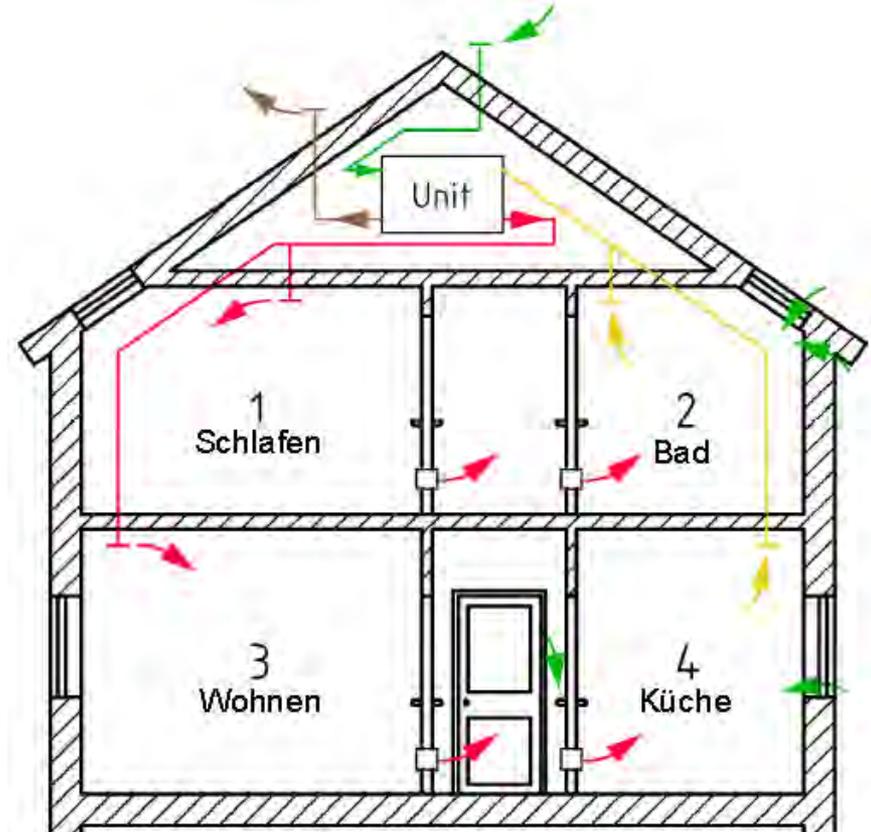


Bild A.10 — Zu-/Abluftsystem, Wohnungs-Lüftungsgerät, im EFH mit WRG

Quelle: DIN 1946-6

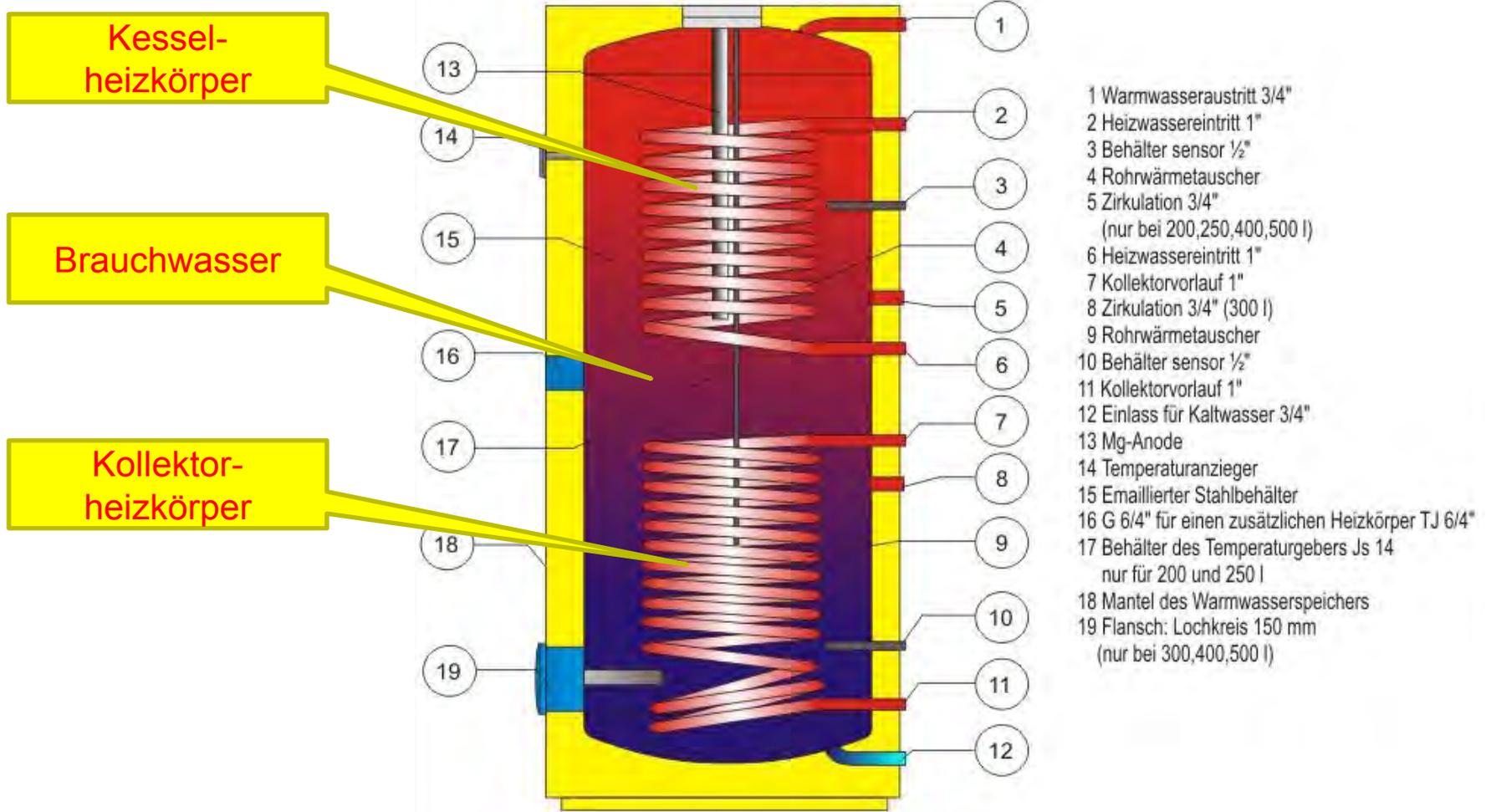
A large, stylized red graphic consisting of a continuous, wavy line that forms a series of peaks and valleys, resembling a zigzag or a series of connected 'W' shapes.

Legionellen können sich in Wasserspeichern gegebenenfalls vermehren. Um das zu vermeiden sollte der Speicher auf etwa $>65^{\circ}\text{C}$ betrieben werden.

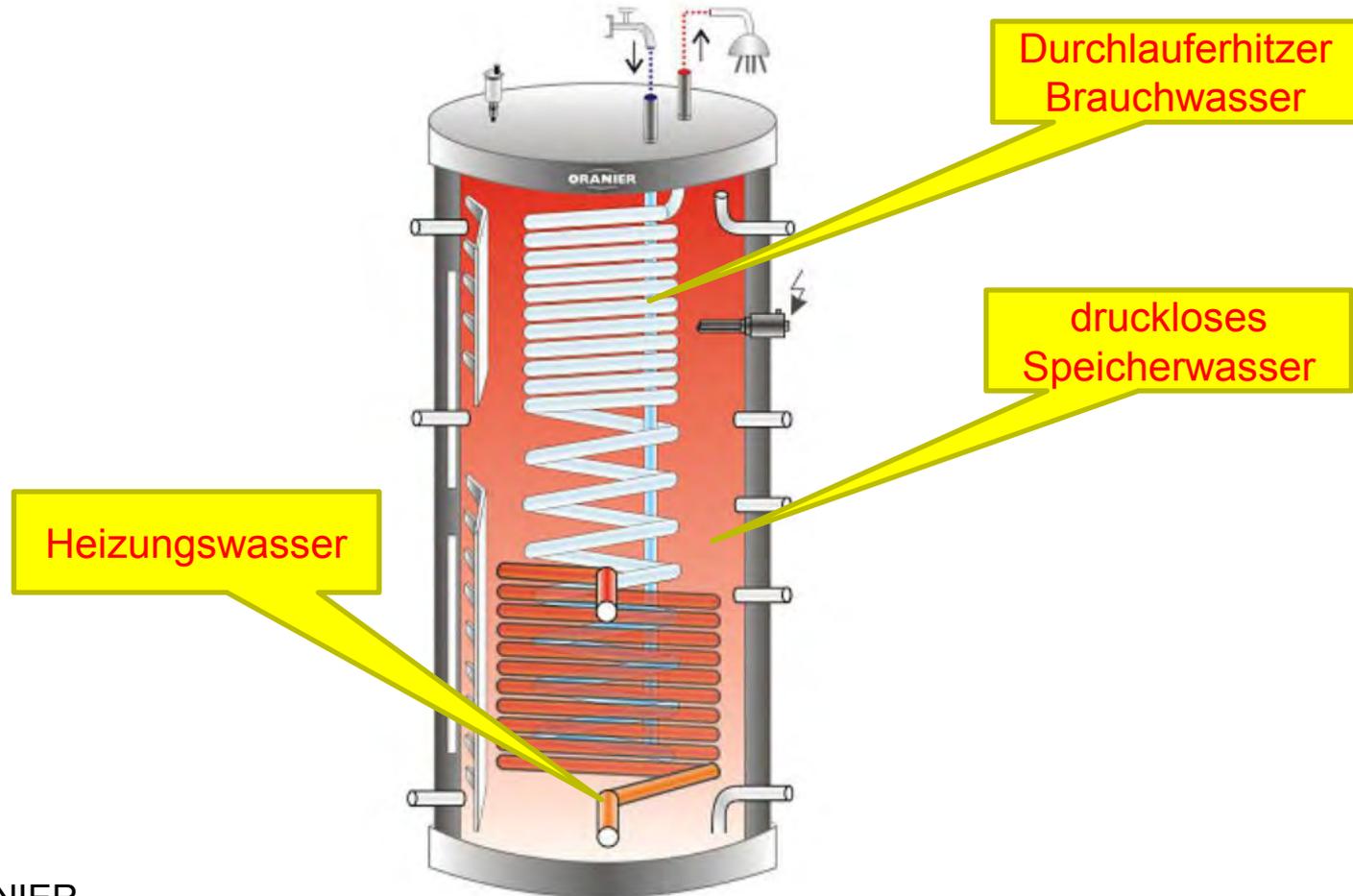
Achtung, verzinkte Warmwasserleitungen können je nach Wasserqualität bei Temperaturen ab etwa 60°C zur beschleunigten Korrosion neigen.

Eine Variante ist der Druck-Wärmespeicher, hier wird das Brauchwasser über einen Durchlauferhitzer im Speicher erwärmt. Dafür wird ein großes Druckausdehnungsgefäß benötigt.

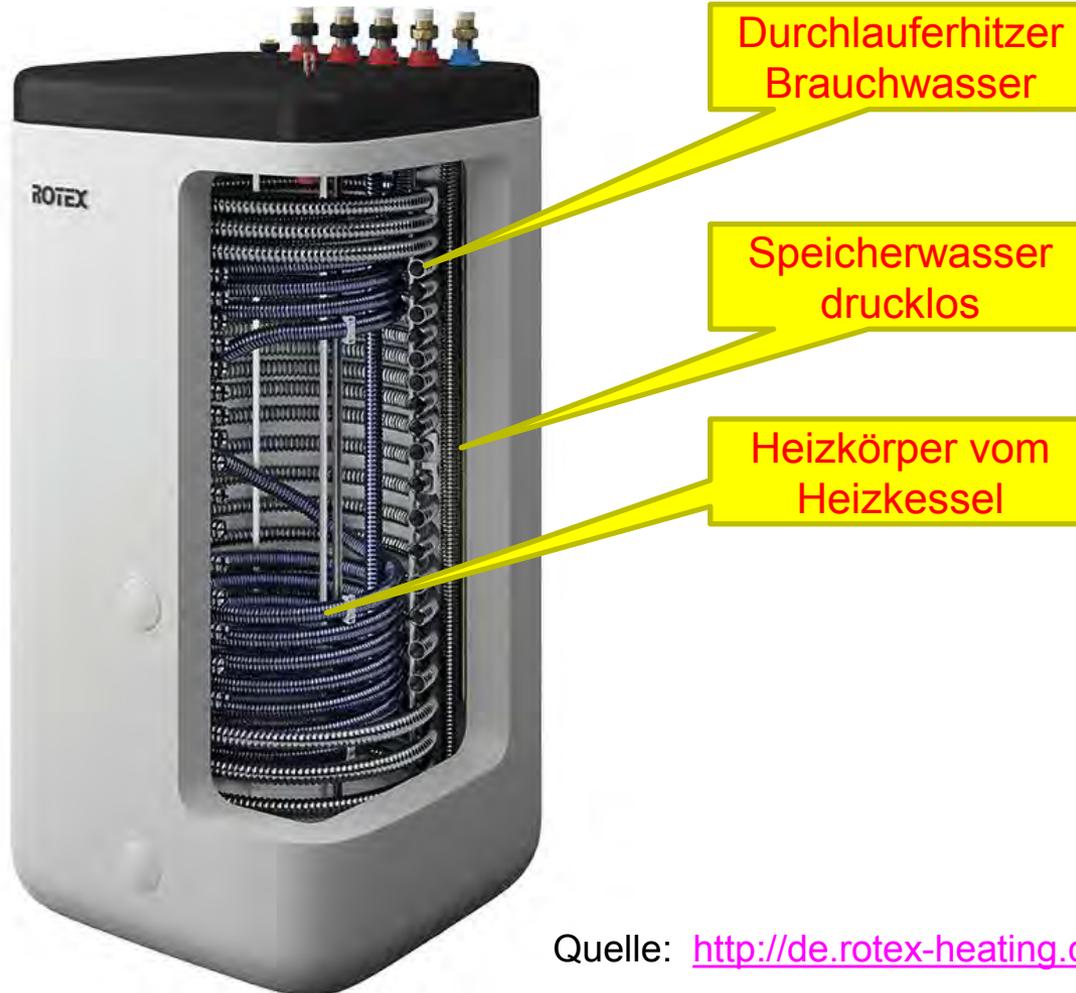
Eine weitere Variante ist der drucklose Wärmespeicher, bei ihm wird kein zusätzliches Ausdehnungsgefäß benötigt



Quelle: http://images.google.de/imgres?imgurl=http://www.dzd.cz/images/sortiment/OKC_NTRR_SOL_2012_DE.jpg&imgrefurl=http://www.dzd.cz/de/warmwasserspeicher/warmwasserspeicher-fur-solarsysteme/warmwasserspeicher-sol&h=607&w=723&bnid=ZtcZugRrQ_w5-M:&tbnh=90&tbnw=107&docid=Lq4h1VrGfXYpyM&hl=de&usq=AX1Z2BKSfBp3m0c61339Jn0wFM=&sa=X&ved=0ahUKEwiEmdaq9K7KAhXGZA8KHezpDzYQ9QEIMDAC



Quelle: ORANIER

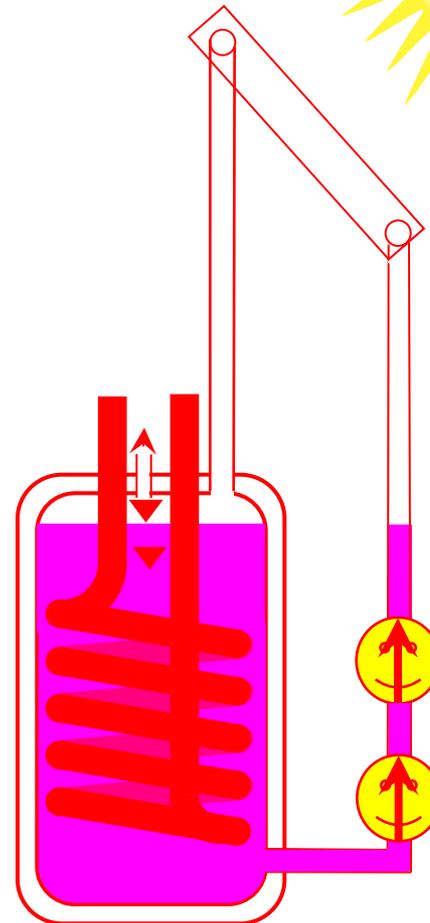


Quelle: <http://de.rotex-heating.com/hybridcube.html>

Keine Wärmelieferung

Wenn die
Sonnenkollektoren keine
Wärme liefern können
oder
nicht liefern dürfen,
sind die Kollektoren mit
Luft gefüllt.

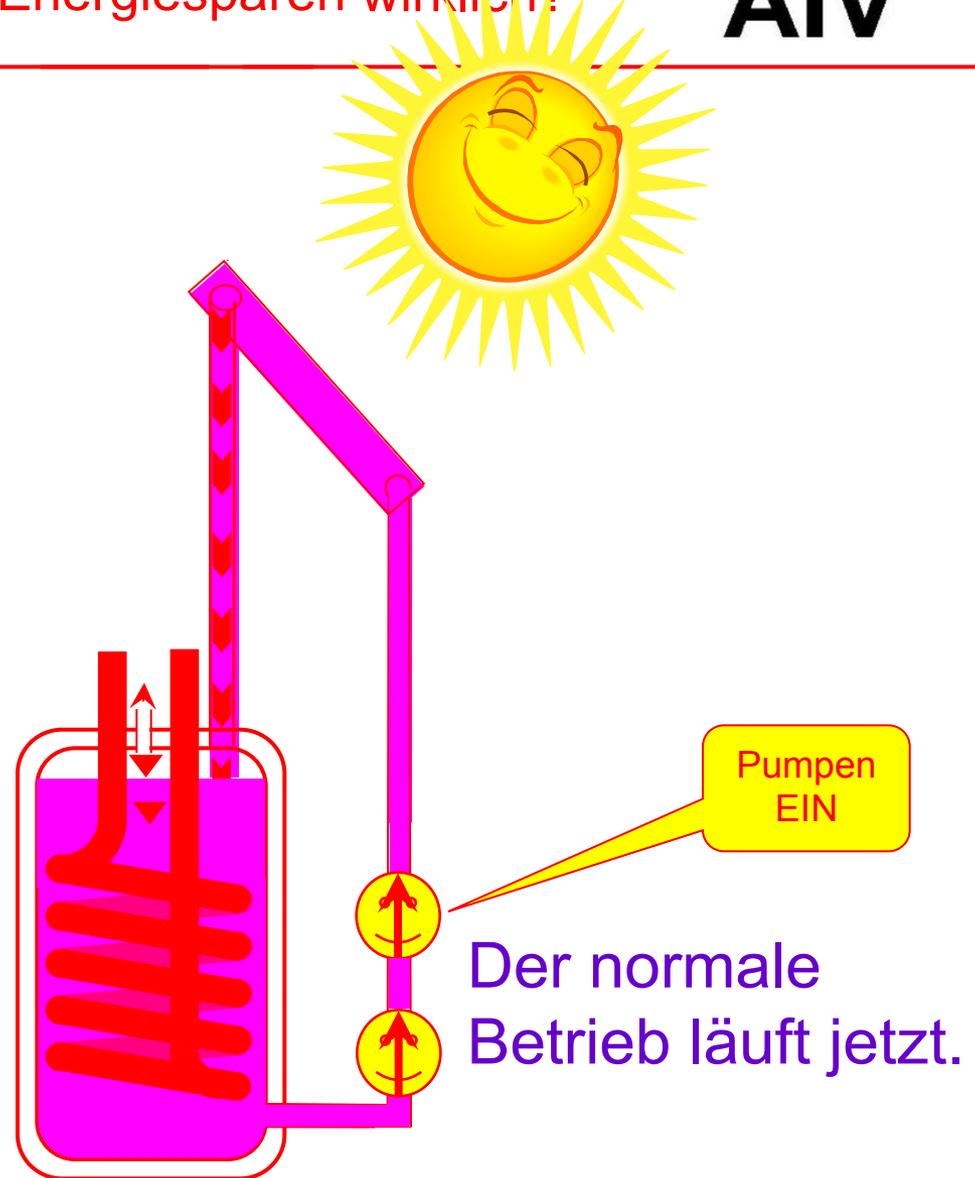
Die Pumpen stehen still.



Start und Betrieb

Die Sonnenkollektoren können jetzt Wärme liefern.
Beide Pumpen laufen an und entlüften das System.

Nach der Entlüftungsphase schaltet die Booster-Pumpe ab.

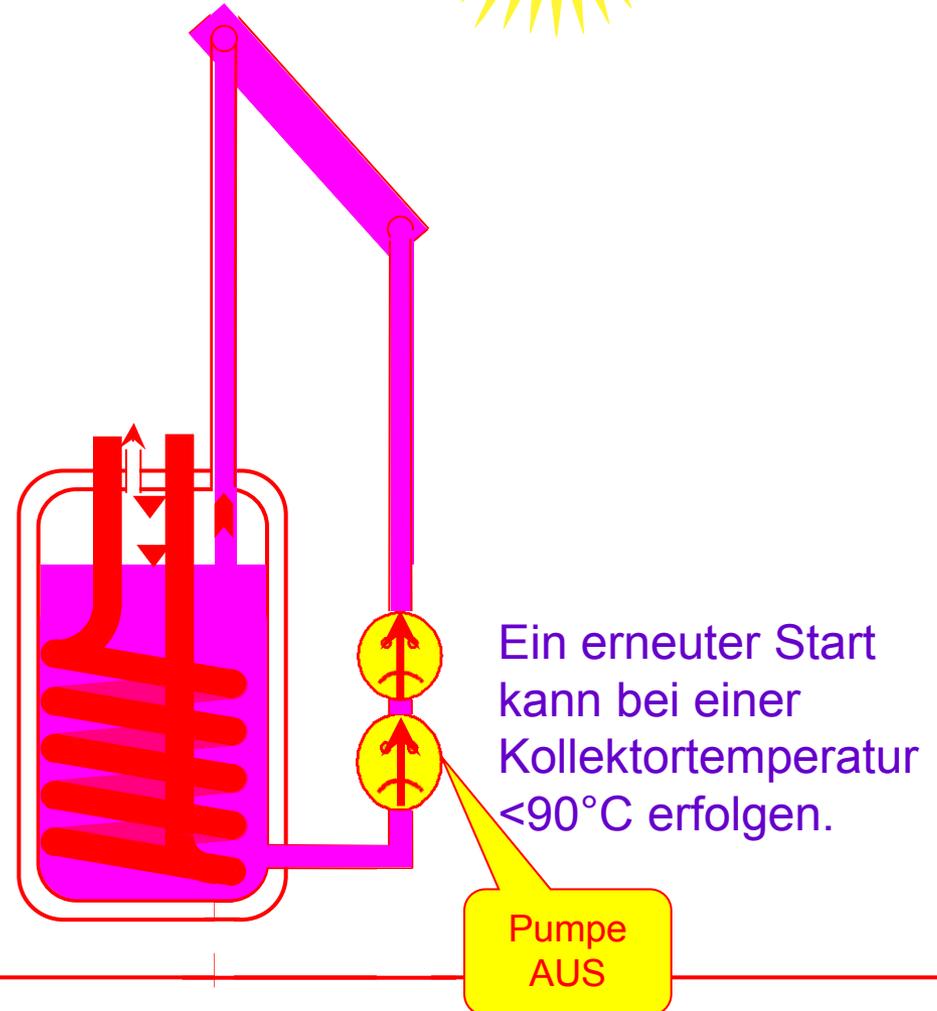




Abfahren / Stillstand

Wenn die Wärmelieferung stoppt oder der Speicher die obere Temperaturgrenze erreicht hat, wird die Förderpumpe abgestellt.

Das System entleert sich und füllt sich mit Luft.

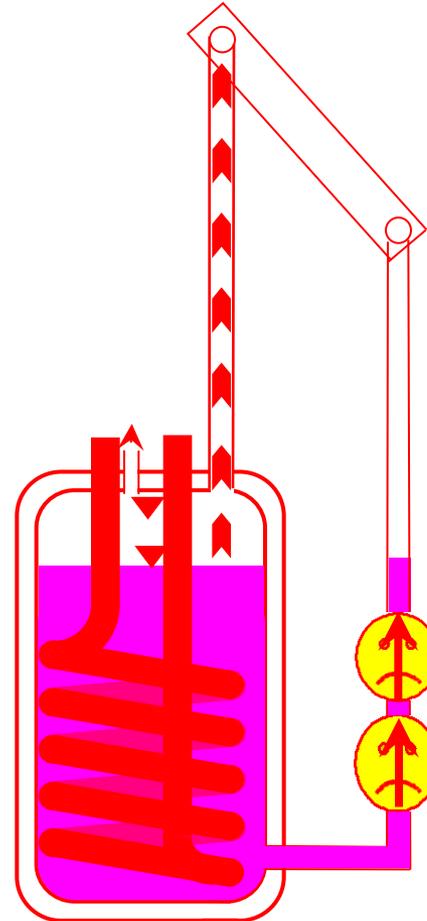




Abfahren / Stillstand

Wenn die Wärmelieferung stoppt oder der Speicher die obere Temperaturgrenze erreicht hat, wird die Förderpumpe abgestellt.

Das System entleert sich und füllt sich mit Luft.



Ein erneuter Start kann bei einer Kollektortemperatur $< 90^{\circ}\text{C}$ erfolgen.

LBO-BW § 50 Abs. 1:

Verfahrensfreie Vorhaben

... Feuerungs- und andere Energieerzeugungsanlagen

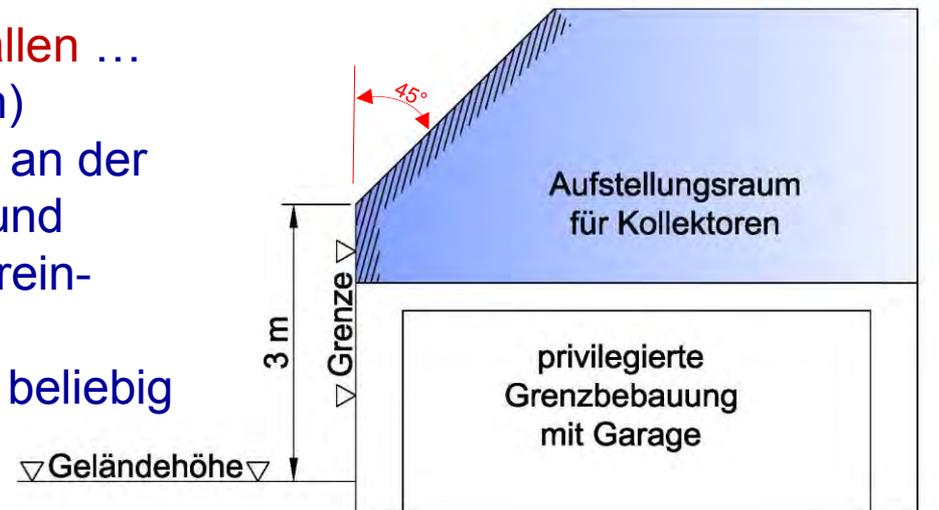
- b) Blockheizkraftwerke in Gebäuden sowie Wärmepumpen,
- c) Anlagen zur photovoltaischen und thermischen Solarnutzung, gebäudeunabhängig nur bis 3 m Höhe und einer Gesamtlänge bis zu 9 m,
- d) Windenergieanlagen bis 10 m Höhe;

LBO-BW § 6 **Abstandsflächen in Sonderfällen** ...

(privilegierte Grenzbebauung mit Garagen)

Hier gilt eine Gebäudehöhe von max. 3 m an der Grenze über der höchsten Geländehöhe und einem Dachprofil von 45° (kommunale Vereinbarung in BW).

Darin eingeschlossen können Kollektoren beliebig aufgestellt werden (in BW).



Heizung

1. Sole-Wärmepumpe mit Erdkollektor
2. Sole-WP mit Sonnenkollektor
3. Sole-WP mit Tiefenbohrung
4. Sole-WP mit Eisspeicher
5. Luft-Wasser-Wärmepumpe
6. Luft-Luft-Wärmepumpe
7. Ölheizung-Brennwertheizung
8. Gas-Brennwertheizung
9. Mikro-BHKW, Erdgas-Einzyylinder
10. Mikro-BHKW, Erdgas-Stirling
11. Mikro-BHKW, Erdgas-Brennstoffzelle
12. Pelletsheizung
13. Stückholzheizung
14. Fernwärme
15. Elektroheizung
16. Infrarotheizung
17. Wasserstoff-Brennstoffzelle
18. und weitere...

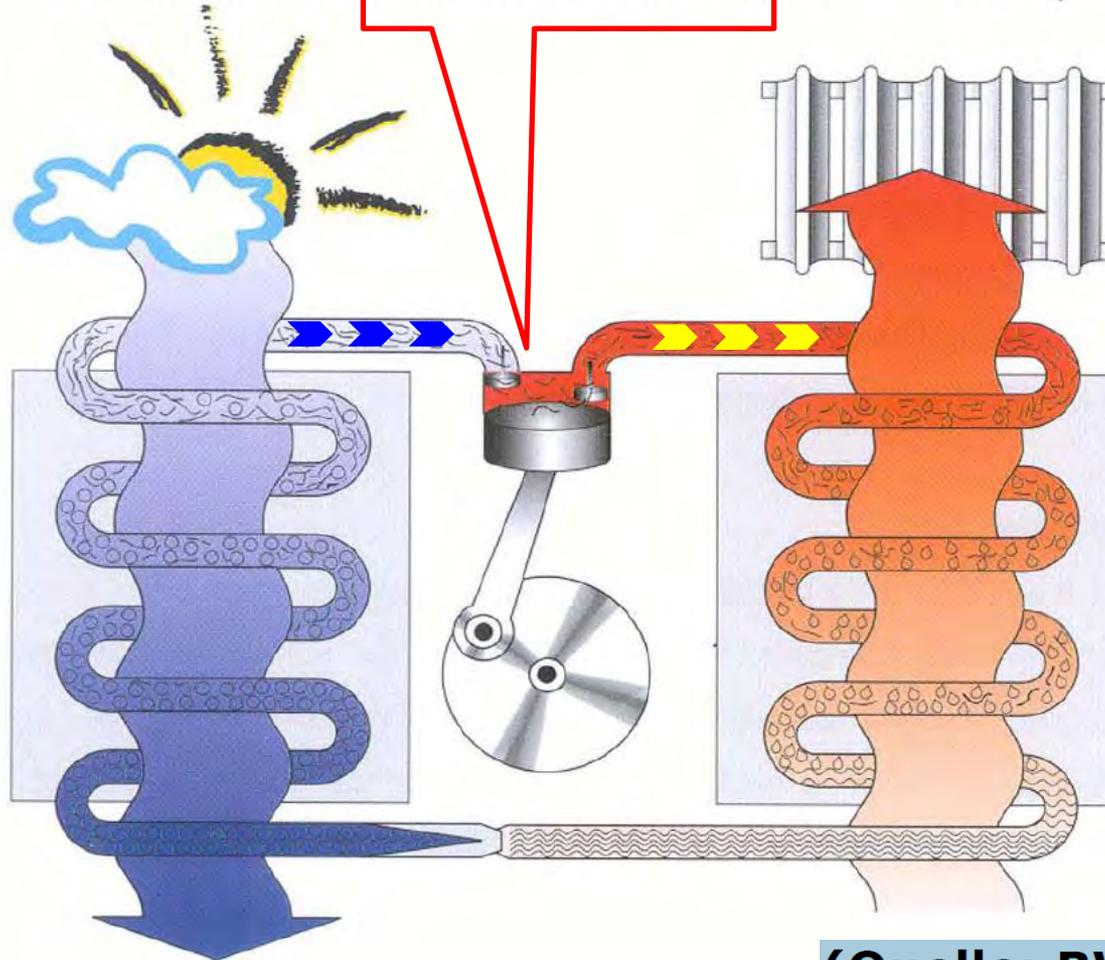


Die RAUGEO Helix PE-Xa ist eine spiralförmige Kurzsonde für den Tiefenbereich von 3-5 m, die insbesondere bei Objekten mit wenig Grundstücksfläche und/oder Bohrtiefenbeschränkung zum Einsatz kommt.

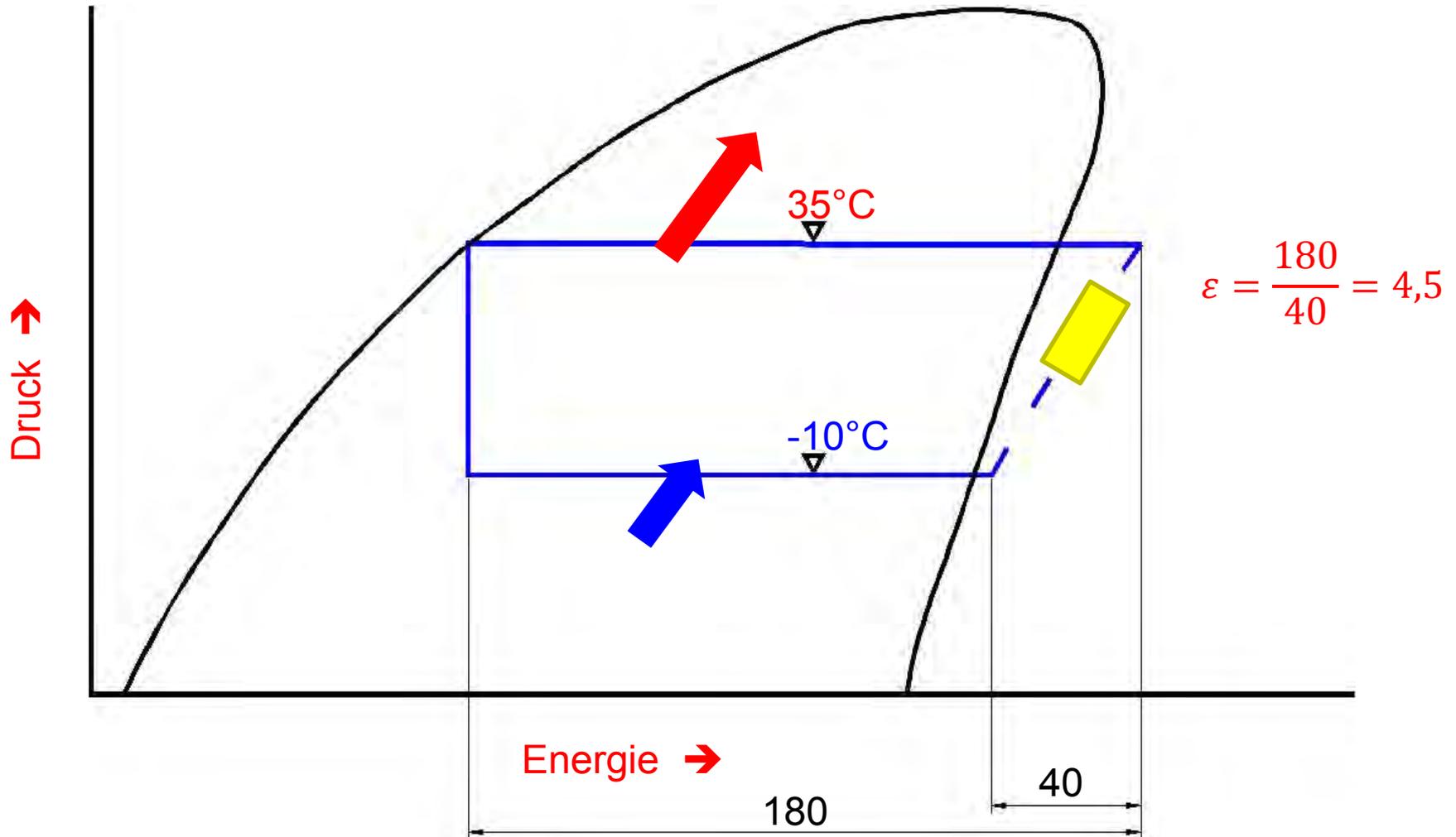
Quelle: REHAU

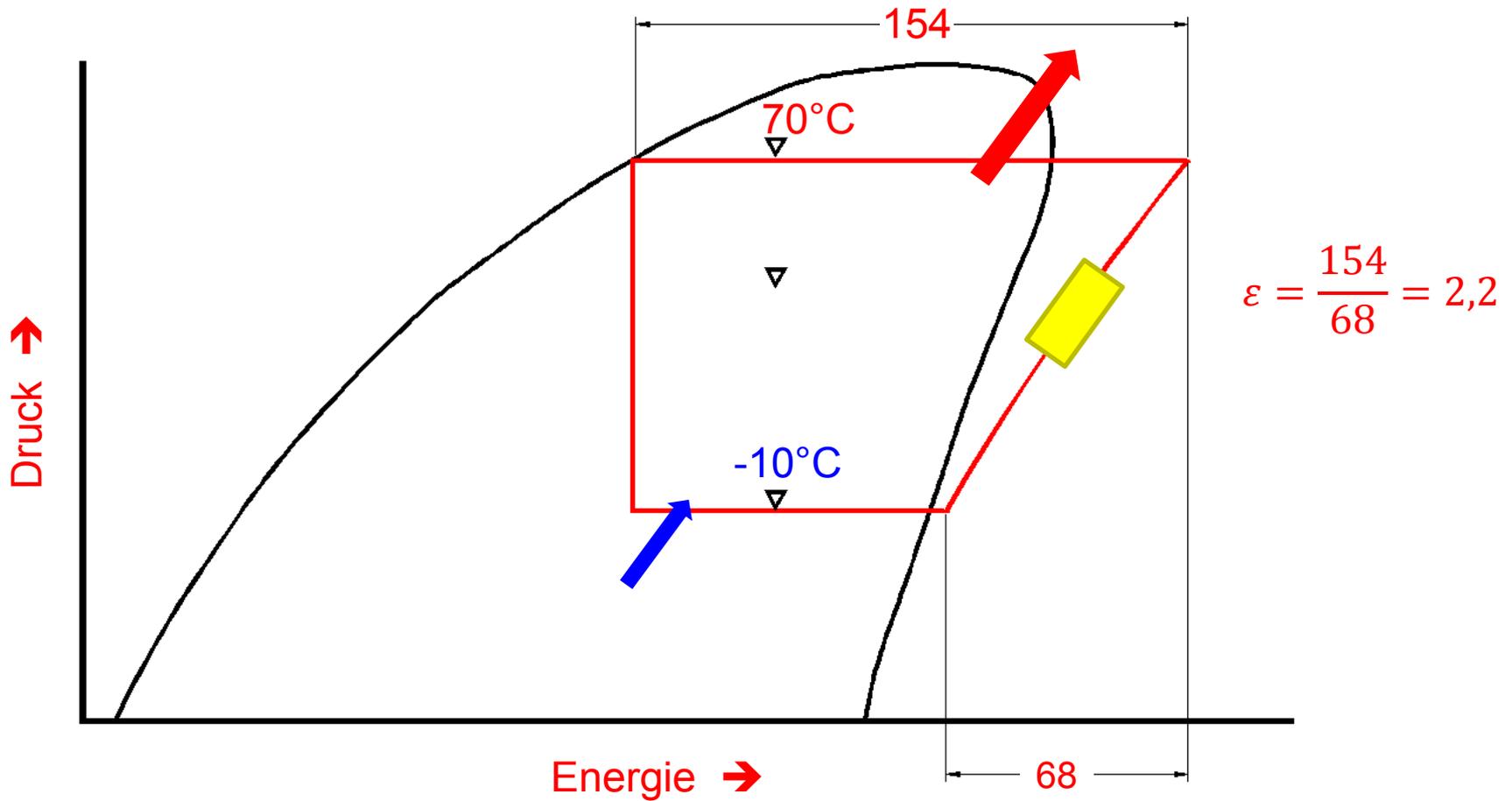
Umweltwärme $\frac{3}{4}$ + Endenergie Strom $\frac{1}{4}$ = Nutzwärme $\frac{4}{4}$

Leistungszahl:
 $\varepsilon = \frac{4/4}{1/4} = 4,0$



(Quelle: BWP)





Wärmepumpen	Durchschnittliche Kosten (inkl. Installation)
Erdwärmepumpe mit Erdsonden	23.000 €
Erdwärmepumpe mit Erdwärmekollektoren	18.000 €
Wasser-Wasser-Wärmepumpe	25.000 €
Luft-Wasser-Wärmepumpe Innen	12.000 €
Luft-Wasser-Wärmepumpe Außen	12.500 €
Luft-Luft-Wärmepumpe	14.000 €

Wärmepumpe	Laufende Stromkosten (jährlich)
Erdwärmepumpe	ca. 400 €
Wasser-Wasser-Wärmepumpe	ab 400 €
Luft-Wasser-Wärmepumpe	1.200 €
Luft-Luft-Wärmepumpe	1.000 €

Quelle: <http://www.energieheld.de/>

Kauf eines Brennwertkessels: Kosten und Ersparnis

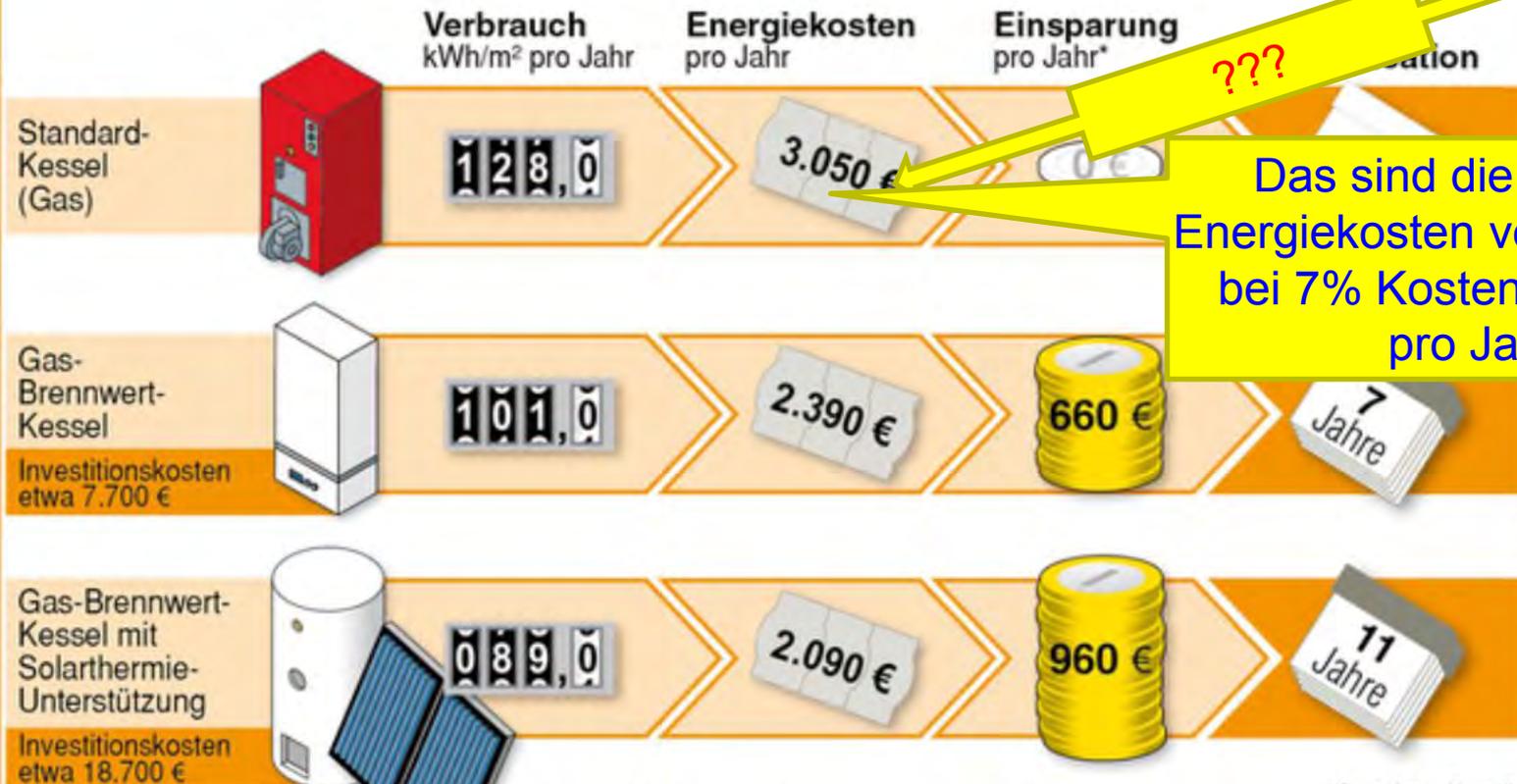
Einfamilienhaus, 125 m² Wohnfläche, Baujahr 1983, Heizenergieverbrauch vor Heizungsmodernisierung: 19.000 kWh

%
↓

100

80%
bis
70%

70%
bis
60%



1900m³/a

???

Das sind die mittleren Energiekosten von 20 Jahren bei 7% Kostensteigerung pro Jahr!

statisch

11,5 a
19,5a

Meine Heizung kann mehr | ~~CO₂~~
Eine Kampagne von co2online

*Gerechnet über die Amortisationszeit bei einer jährlichen Preissteigerung von 7%

© co2online gGmbH Stand 10/2012

www.meine-heizung.de

Grafik: Deutscher Infografikdienst



Achtung!

Vergleiche zwischen verschiedenen Heizungssystemen sollten nach einer Grobauswahl individuell für jede Anwendung speziell geprüft werden.

Sehr gute Gebäudeanalyse mit fundierten
Sanierungsvorschlägen:

<https://www.effizienzhaus-online.de/>

Kosten (2007):	netto	brutto
Heizkessel	5.870,00 €	6.985,30 €
Thermische Solarkollektoren (12m ²)	8.370,00 €	9.960,30 €
Anpassungen	2.000,00 €	2.380,00 €
Druckspeicher *)	1.000,00 €	1.190,00 €
19% MWSt.	3.275,60 €	-
Summe	20.515,60 €	20.515,60 €

*) ist aus der Betriebserfahrung beim Drain-Back-System unnötig

1)	spez. Verbrauch gradtagbereinigt (kWh/m ² ·a)	Ersparnis
Bestandsanlage	154	
sanierte Anlage	92	40,1 %

1) Auf der Basis des Verbrauchs von 10-2007 bis 03-2008 – bezogen auf **beheizte** Flächen)

Ersparnis 1250 Liter/a		TD ¹⁾ Jahre
€/a	Ölpreis (€/L)	
1000,00	0,80	21
1250,00	1,00	16
1375,00	1,10	15
1500,00	1,20	14
1625,00	1,30	13
1750,00	1,40	12
1875,00	1,50	11
2000,00	1,60	10

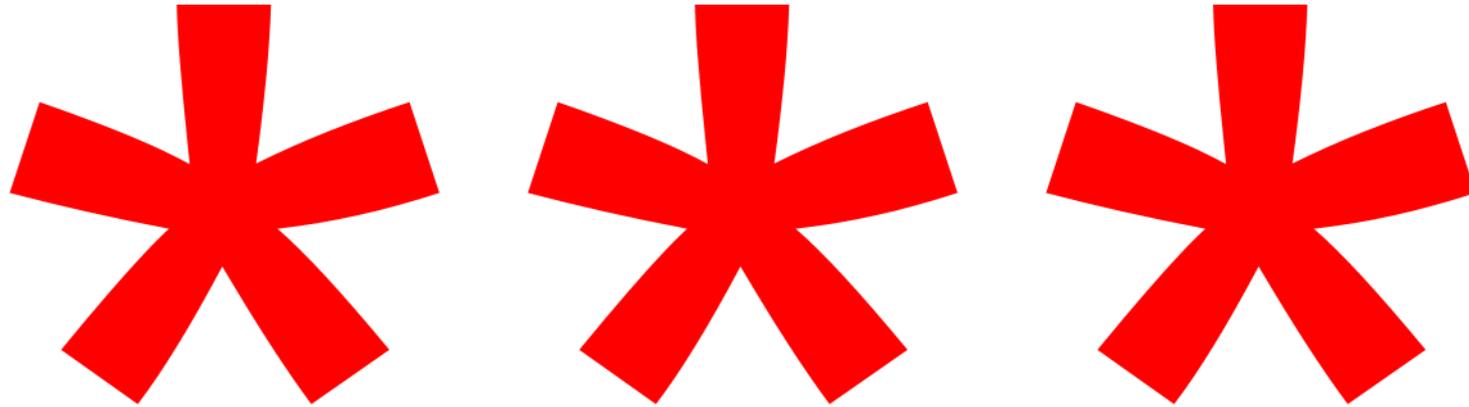
¹⁾ Bezogen auf 20 000 €

So, wir sind mit diesem Thema fertig.
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



...und jetzt beantworte ich gerne Ihre Fragen!

©Stäbler



Belege

Als Folge der "atmenden Wand" werden Bauherren verunsichert, wenn ihnen die "Abdichtung" eines Hauses mit einem Wärmedämm-Verbund-System auf der Basis von Polystyrol-Hartschaum (Styropor) Glauben gemacht wird.

Tatsächlich ist der Dampfdiffusionswiderstand von Polystyrol-Hartschaum etwa gleich wie der von Holz! (s. DIN EN ISO 12572)

Der Irrtum von Pettenkofer

Zitat aus Wikipedia

„Pettenkofer stellte bei frühen Luftwechsel-Messungen in einem Raum fest, dass sich nach dem vermeintlichen Abdichten sämtlicher Fugen die Luftwechselrate weniger als erwartet verminderte und erklärte dies durch einen erheblichen Luftaustausch durch die Ziegelwände hindurch. Nach heutigem Kenntnisstand hatte er jedoch übersehen, den Kamin eines im Raum befindlichen Ofens abzudichten.“

...

Es trifft zu, dass zahlreiche poröse Baustoffe im Sinne Pettenkofers luftdurchlässig sind. Ein Lufttransport durch das Porengefüge hindurch kann jedoch nur durch einen Luftdruck-Unterschied zwischen den beiden Seiten einer Wand in Gang gesetzt werden. Da sich der Luftdruck im Gebäude üblicherweise fast nicht vom Außenluftdruck unterscheidet, ist keine treibende Kraft für einen solchen Transportvorgang vorhanden. Der vom Wind verursachte Staudruck an der Außenoberfläche ist zu geringfügig, um Luftaustauschraten zu erzeugen, die im Vergleich zu den sonstigen Undichtigkeiten von Bedeutung sein könnten. Außerdem werden derartige Baustoffe in der Praxis immer in Verbindung mit einer luftdichten Schicht, z. B. Putzen, Bauplatten etc. eingesetzt, so dass die Wand als Ganzes ohnehin *nicht* luftdurchlässig ist.“

Der Irrtum von Pettenkofer

Zitat aus Wikipedia

„Pettenkofer stellte bei frühen Luftwechsel-Messungen in einem Raum fest, dass sich nach dem vermeintlichen Abdichten sämtlicher Fugen die Luftwechselrate weniger als erwartet verminderte und erklärte dies durch einen erheblichen Luftaustausch durch die Ziegelwände hindurch. Nach heutigem Kenntnisstand hatte er jedoch übersehen, den Kamin eines im Raum befindlichen Ofens abzudichten.“

...

Es trifft zu, dass

Lufttra

Unters

Luftdru

treibend

Staudru

die im V

werden

z. B. Putz

luftdurch

sig sind. Ein

druck-

a sich der

t, ist keine

ursachte

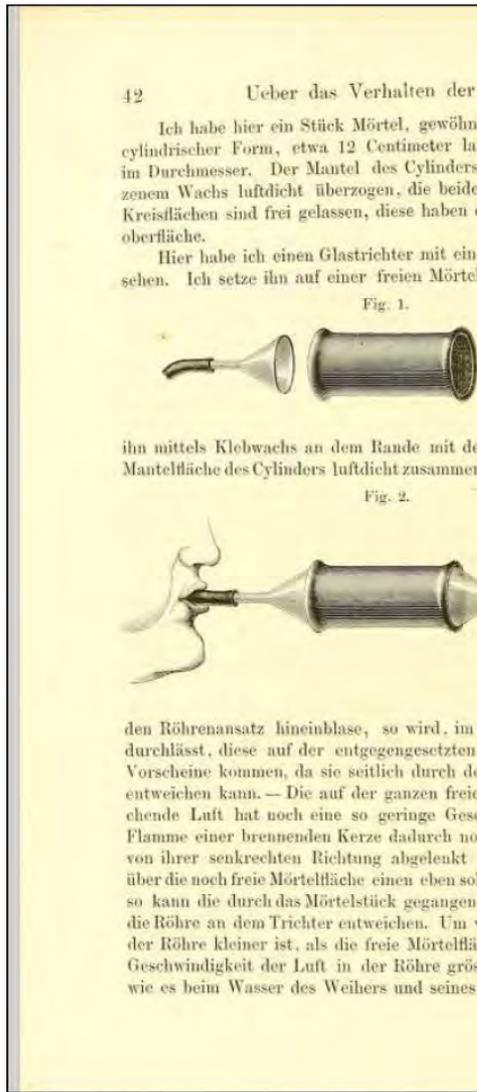
erzeugen,

ußerdem

Schicht,

das Ganzes ohnehin *nicht*

Von der "atmenden Wand" berichtet die Presse und einige am Bau Beteiligte auch heute noch, sie verunsichern damit leider ab und zu die Bauherren.



den Röhrenansatz hineinblase, so wird, im Falle der Mörtel Luft durchlässt, diese auf der entgegengesetzten Mörteloberfläche zum Vorschein kommen, da sie seitlich durch den Wachsüberzug nicht entweichen kann. — Die auf der ganzen freien Mörtelfläche entweichende Luft hat noch eine so geringe Geschwindigkeit, dass die Flamme einer brennenden Kerze dadurch noch nicht im mindesten von ihrer senkrechten Richtung abgelenkt wird. Wenn ich aber über die noch freie Mörtelfläche einen eben solchen Glastrichter kittle, so kann die durch das Mörtelstück gegangene Luft nur mehr durch die Röhre an dem Trichter entweichen. Um was der Querschnitt in

"Fehrenberg-Studie"

Die von Journalisten immer wieder herangezogene
„Fehrenberg-Studie“

ist nicht mehr als ein Artikel, der 2003 publiziert wurde. Ein Text zu einem Vortrag zum Thema:

„Energie-Einsparen durch nachträgliche Außendämmung bei monolithischen Außenwänden? In der Praxis kommt wenig heraus!“

Der Autor, Jens Fehrenberg, Professor an der FH Hildesheim, war selbst verwundert, als ein Nürnberger Kollege den Aufsatz zur
„Fehrenberg-Studie“ umbenannte.

Fortan diene diese nicht existierende „Studie“ als Beleg für die Erfolglosigkeit der Wärmedämmung.

Quelle: Sto-Weißbuch S.25 ff (PDF S.29...Kap. 1.3.7):

http://www.energiesparaktion.de/downloads/akt_topsites/01%20Sto_Weissbuch_Abzug_29.04.2015.pdf

Wie sinnvoll ist Energiesparen wirklich?

Außenwand		Wärmeübergangswiderstand [m²K/W]		
		innen R_{si} :	0,13	
		außen R_{sa} :	0,04	
Teilfläche 1	Dicke [mm]	λ [W/(mK)]	d/λ [W/(mK)]	λ [W/(mK)]
1. außen R_{sa} :			0,040	
2. Außenputz	5	0,490	0,010	
3. KSV 1800	240	0,990	0,242	
4. Styropor	380	0,040	9,500	
5. Luftspalt	0		0,170	
6. Gipsputz	5	0,510	0,010	
7. außen R_{sa} :			0,040	
8.				
Summe				
	630 cm	$R = 1/U$	10,012	
		U-Wert:	0,100	W/(m²K)

Außenwand		Wärmeübergangswiderstand [m²K/W]		
		innen R_{si} :	0,13	
		außen R_{sa} :	0,04	
Teilfläche 1	Dicke [mm]	λ [W/(mK)]	d/λ [W/(mK)]	λ [W/(mK)]
1. außen R_{sa} :			0,040	
2. Außenputz	5	0,490	0,010	
3. KSV 1800	240	0,990	0,242	
4. Styropor	180	0,040	4,500	
5. Luftspalt	0		0,170	
6. Gipsputz	5	0,510	0,010	
7. außen R_{sa} :			0,040	
8.				
Summe				
	430 cm	$R = 1/U$	5,012	
		U-Wert:	0,200	W/(m²K)

Fläche	125	m ²																	
	128	kWh/(m ² ·a)																	
Liter EL	1600																		
Wohnfläche EFH	125	m ²																	
Verbrauch	19000	kWh																	
Heizöl pro Jahr	1900	L/a																	
Heizölpreis €/L	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0												
Heizkosten €/a	760	950	1140	1330	1520	1710	1900												
Ersparnis 20%	152	190	228	266	304	342	380												
Ersparnis 30%	228	285	342	399	456	513	570												
Ersparnis 40%	304	380	456	532	608	684	760												
Invest Kessel	statische Amortisation																		
7.700	50,7	40,5	33,8	28,9	25,3	22,5	20,3	bei 20%											
	33,8	27	22,5	19,3	16,9	15	13,5	bei 30%											
	25,3	20,3	16,9	14,5	12,7	11,3	10,1	bei 40%											
Jahr	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
Jahre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20	
Heizölpreis €/L	Steigerung 7% pro Jahr																		
0,94	1794	1920	2054	2198	2352	2516	2693	2881	3083	3299	3529	3776	4041	4324	4626	4950	5297	5667	€/a
Durchschnitt	3050	€/a																	



©Stäbler