

## Energie-Einsparpotenzial im Vergleich mit anderen „regenerativen“ Technologien Akzeptanz der Wärmerückgewinnung im EEWärmeG

Dipl.-Ing. Eberhard Paul

Die Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung ist eine immer noch bei Bauherren, Baufirmen und Architekten weitgehend unbekannt Technologie. Dieser Zustand ist vor allem deshalb dringend zu korrigieren, da mit dieser Technologie erheblich mehr Energie eingespart werden kann als mit den landläufig bekannten Energieeinspar-Technologien (Solar- und Wärmepumpenanlagen). Zudem wird damit – im Unterschied zu den anderen Technologien – die Raumluftqualität erheblich verbessert. Dieses Potential wird auch seitens der Bundesregierung bisher nicht unterstützt – es fehlt bisher an wirksamen bundesweiten (nicht rückzahlbaren) Fördermitteln für die Wärmerückgewinnungstechnologie beim Neubau. Obwohl Deutschland beim Klimaschutz (CO<sub>2</sub>-Reduktion) eine führende Rolle einnimmt, wurde bisher die Technologie mit dem höchsten Energie-Einspar-Potenzial unbeachtet gelassen: gemäß dem neuen EEWärmeG (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz) wird die Abwärmenutzung nicht als regenerative Technologie eingestuft und daher als nicht förderwürdig. ABER: vielleicht ändert sich in diesem Punkt künftig doch etwas?

### 1 Erläuterung der Wärmerückgewinnungstechnik

- a) Wärmeenergie geht nicht verloren wie bei der Fensterlüftung.
- b) Die in der Abluft enthaltene Wärmeenergie wird zu 60 bis 95 % ge-

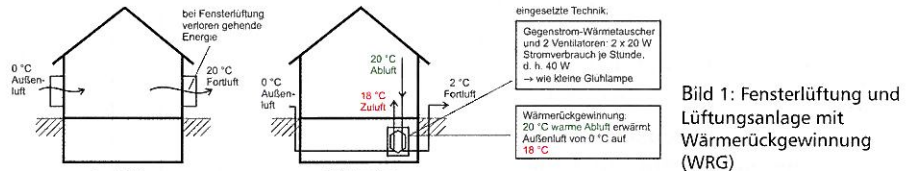


Bild 1: Fensterlüftung und Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG)

nutzt und an die Frischluft übertragen (Wärmerückgewinnung = WRG → siehe Bild 1).

- c) Der Wirkungsgrad der Abwärmenutzung wird ausgedrückt durch  $\eta_{eff}$  → den effektiven Wärmebereitstellungsgrad. Dieser wird entweder nach Passivhauskriterien (auf der Abluftseite) gemessen (→ Passivhaus-Zertifikat) oder aus dem DIBt-Messwert berechnet:  $\eta_{eff} = 0,91 \times \eta_{DIBt}$  oder für die Passivhaus-Berechnung (PHPP):  $\eta_{eff} = \eta_{DIBt} - 12\%$ .
- d) Die Frischluft erwärmt sich (z. B. bei  $\eta_{eff} = 90\%$ ) von z. B. 0 °C auf 18 °C und strömt behaglich warm in den Raum. Eine Heizung ist natürlich weiterhin erforderlich, aber ...
- e) Mit dieser Technik kann man ca. 30 % Heizkosten sparen!
- f) Der Primärenergie-Verbrauch (Heizung + Trinkwarmwasser) kann von → 99 kWh/m<sup>2</sup>a (Brennwert-Gaskessel + Fensterlüftung) auf → 66 kWh/m<sup>2</sup>a (Brennwert-Gaskessel + Wärmerückgewinnung inklusive Hilfsenergie – z. B. für Ventilatoren) gesenkt werden, d. h. ca. 33 % Primärenergie-Einsparung.  
→ Das ist übrigens etwa die gleiche Einsparungsrate, die mit der EnEV 2009 gegenüber EnEV 2007 angestrebt wird.

→ Das entspricht bei einer durchschnittlichen Wohneinheit mit 10.000 kWh/a Heizwärmeverbrauch einer Reduktion von 0,6 Tonnen CO<sub>2</sub> je Wohneinheit pro Jahr.

- g) Die beiden Ventilatoren verbrauchen nur ca. 40 W (Hilfsenergie).
- h) Als Energiequelle wird das Abprodukt „Abluft“ verwendet.

### 2 Hohe Heizenergie-Einsparung durch Wärmerückgewinnung

Der reduzierte Luftwechsel ( $\Delta n$ ) gegenüber Fensterlüftung ( $0,7\text{ h}^{-1} \rightarrow 0,46\text{ h}^{-1}$ ) bewirkt keine Verschlechterung der Raumluftqualität – im Gegenteil: durch gezielt an bestimmten Punkten im Wohnraum eingebrachte und abgesaugte Luft sowie durch den kontinuierlichen Luftaustausch (24 h/d) – wird eine bessere Raumluftqualität mit Lüftungsanlage erzielt. [1]

Diese o. g. Berechnung des Heizenergie-Beitrages durch Wärmerückgewinnung – insbesondere die energetische Auswirkung des eingesparten Luftwechsels ( $\Delta n = 0,24\text{ h}^{-1} \rightarrow$  siehe Bild 2) wird in der Regel in den üblichen Software-Berechnungsprogrammen zur EnEV nicht beachtet.

### IMPRESSUM

#### Herausgeber

direkt...verlag  
Fachpublikationen  
Thomas Müller  
Wiesenstraße 17  
53909 Zülpich

Tel. (0 22 52) 83 33 90  
Fax (0 22 52) 83 38 75  
e-mail: info@direkt-verlag.de

#### Satz + Layout

Concept M. Creativ Team, Zülpich

Das **direkt Magazin Architektur** erscheint mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten. Die Verteilung erfolgt kostenfrei an BDB-Mitglieder mit selbständigen Büros, denen die **BDB direkt** Ausgaben im Rahmen ihrer Mitgliedschaft zugestellt werden. Daneben erhalten alle Architekturbüros mit mehr als drei Beschäftigten bundesweit diese Ausgabe ebenfalls zugestellt.

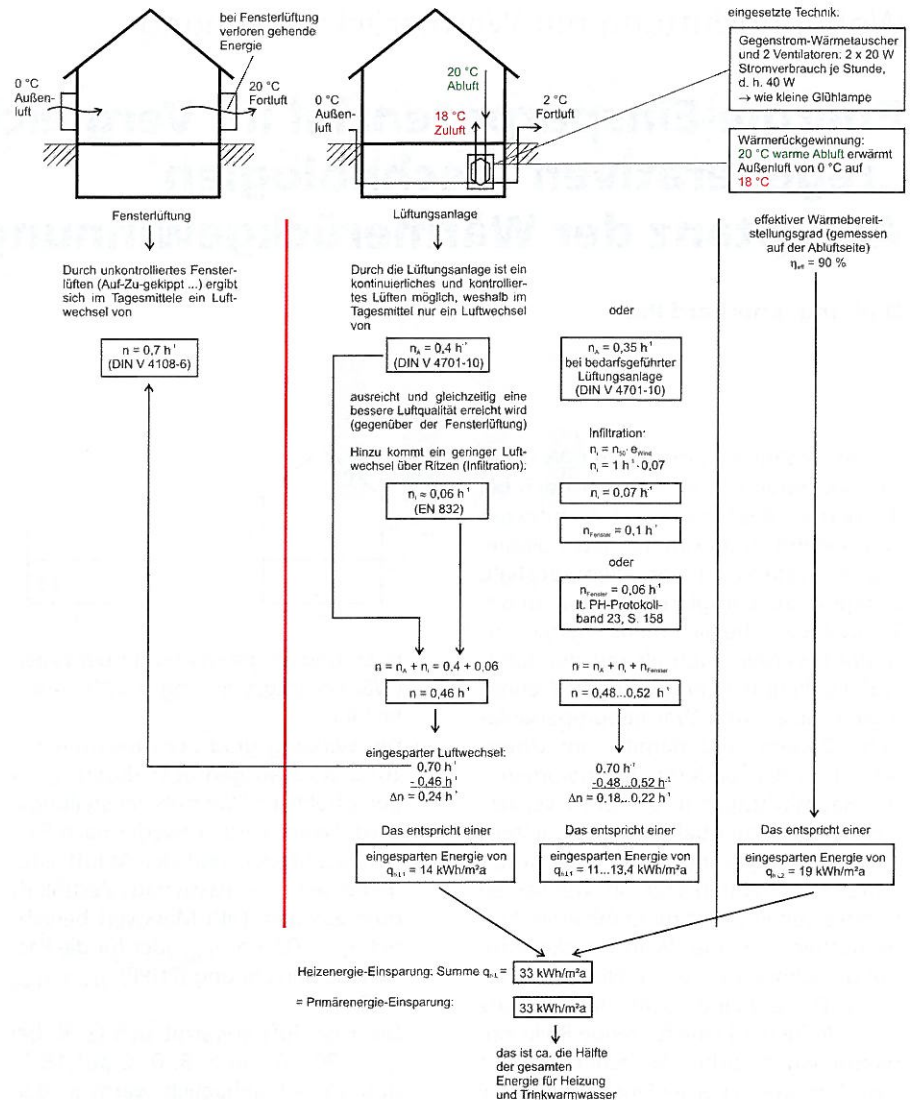
Konzept der Magazine ist, anhand von Anwendungsbeispielen den praktischen Einsatz von Produkten darzustellen; das hinter Produkten Hersteller stehen, ist zwangsläufig –

insofern sind die Produktinformationen auch in Zusammenarbeit mit Herstellern und Fachverbänden entstanden. Die mit Namen gekennzeichneten Artikel geben nicht die Meinung des Herausgebers oder der Redaktion wieder. Die Verantwortung für den Inhalt von Artikeln, die mit Firmennamen ausgewiesen sind, obliegt den Firmen.

Nachdruck, auch auszugsweise sowie anderweitige Vervielfältigung nur mit vorheriger Genehmigung des Herausgebers. Für die Rücksendung unverlangt eingesandter Manuskripte/Fotos wird keine Gewähr übernommen.



Bild 2: Heizeneinsparung durch Wärmerückgewinnung bei unterschiedlichem Luftwechsel und unterschiedlicher Infiltration



### 3 Umweltschutz-Gedanken

- Eingesparte Energie ist die sauberste Energie → das ist der 1. Grundsatz beim Umweltschutz
- Mit der WRG-Technik wird energetisch hochwertige Abwärme (20 °C) nicht zu Umweltwärme – die Energie wird zurückgewonnen und muss nicht (z. B. regenerativ) erzeugt werden.
- Es ist daher umweltstrategisch vernünftiger und ressourcenschonender → hochwertige Abwärme zu nutzen (mit geringem Strombedarf) und es ist irrsinnig, 20°C warme Luft über das Fenster hinauszuschicken und daraus Umweltwärme zu machen, um dann → Umweltwärme zu nutzen (z. B. mit Außenluft-Wärmepumpe und hohem Strombedarf)
- Fördergedanken: Die Außenluftwärmepumpe nutzt Umweltwärme und ist gemäß EEWärmeG eine Technologie, die regenerative Energie nutzt und somit förderwürdig (MAP – Marktanreizprogramm). Die WRG-Technik wird (aus fadenscheinigen Gründen) vom Staat nicht als regenerative Technik gewertet und folglich auch nicht gefördert; gemäß Pkt. c) (s. o.).  
 Kurzgefasst: vernünftige Technik wird nicht gefördert, vergleichsweise irrsinnige Technik wird gefördert!

- Leistungsfaktor = Nutzen : Aufwand =  $\varepsilon$   
 Betrachtet man den Leistungsfaktor  $\varepsilon$  über 1 Jahr, ergibt sich die Jahresarbeitszahl JAZ.  
 $JAZ = 2,3 \dots 3,5 - WP = \text{Wärmepumpen (Außenluft-WP...Erd-WP)}$   
 $JAZ = 15 \dots 20 - WRG = \text{Wärmerückgewinnung durch Wärmetauscher (Mittelwert Heizperiode)}$   
höchster Nutzen – bei geringem Aufwand

### 4 Energie-Einsparpotential im Vergleich mit anderen „regenerativen“ Technologien (gerechnet nach EnEV 2009 und DIN V 4701-10)

Beim Ranking verschiedener Heiztechnologien bezüglich Energieverbrauch bzw. Einsparpotential muss zunächst geklärt werden, in welcher Form die Heizenergie definiert ist:

Heizenergie – die im Wohnraum ankommende Energie [kWh/m²a]  
 Endenergie – die an der Hausgrenze ankommende Energie, z. B. Gas, Öl, Strom ... [kWh/m²a]

Es ist nicht einerlei, ob an der Hausgrenze 1 kWh/m²a Gas bezogen wird oder 1 kWh/m²a Strom – es bestehen große Unterschiede zwischen beiden bezüglich Energiepreis und ökonomisch-ökologischer Bewertung – zu Recht, denn z. B. die Umwandlung von Gas in Strom (in einem Gas-Kraftwerk) ist mit hohen Verlusten (2/3) behaftet, d. h. aus 3 kWh Gas wird leider nur 1 kWh Strom → 2 kWh sind Verluste an die Umwelt. Daher gibt es eine primärenergetische Bewertung ( $f_p$ ) der Endenergie ( $q_E$ ), um letztlich den Aufwand an Ursprungsenergie (Primärenergie -  $q_p$ ) zu ermitteln:

$$q_p = f_p \times q_E$$

Primärenergiefaktor  $f_p$ :

- $f_p = 3$  → Elektroenergie
- $f_p = 2,6$  (EnEV'09) → Elektroenergie
- $f_p = 1,1$  → Gas, Öl, Kohle

Es soll nun ein Haus mit einer normalen Brennwert-Gastherme und einem Wärmedämmstandard ( $q_h = 60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  Jahresheizwärmebedarf) betrachtet werden, das bereits der neuen EnEV 2009 (= EnEV 2007 – 20...30 %) entspricht; dies sei die Standard-Variante (Variante 1).

Um die verschiedenen „regenerativen“ Heiztechnologien energetisch (Primärenergie) miteinander vergleichen zu können, wird jeweils eine andere Technologie eingesetzt ... der Dämmstandard und die Hausgröße ( $A_N = 188 \text{ m}^2$  Nutzfläche nach EnEV = ca. 150 m² Wohnfläche) und sämtliche anderen relevanten Größen bleiben gleich (Bild 3).

Variante 1 bis 3: Fensterlüftung

Variante 1: BW-Gaskessel

Variante 2: BW-Gaskessel und Solaranlage 7,5 m² Flachkollektor (gem. EEWärmeG: 4 % von  $A_N$ )

Variante 3: Erdwärmepumpe (JAZ = 3,3)

Variante 4: BW-Gaskessel u. Wärmerückgewinnungs (WRG)-Anlage ( $\eta_{eff} = 90\%$ )

Variante 5: BW-Gaskessel und Abluftanlage



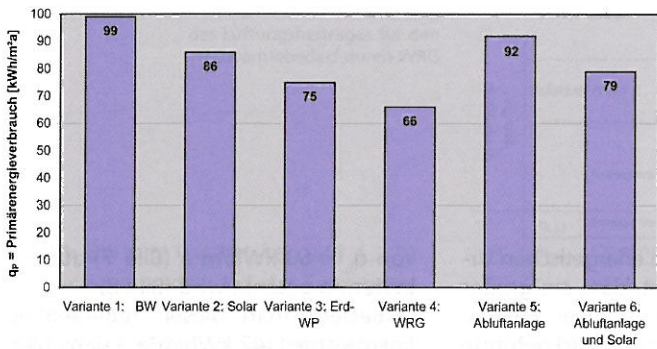


Bild 3: Primärenergieverbrauch bei verschiedenen Techniken

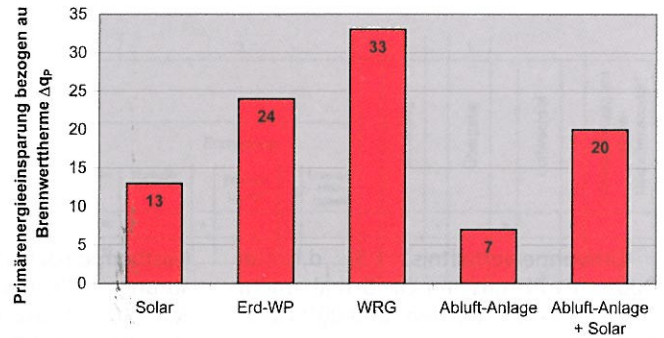


Bild 4: Primärenergieeinsparung verschiedener Techniken bezogen auf Brennwerttherme (Standardvariante 1)

Variante 6: BW-Gaskessel. Abluft- und Solaranlage 7,5 m<sup>2</sup> Flachkollektor – diese Anlagen-Kombination wird als Referenzanlage in der neuen EnEV '09 (Tabelle 1) vorgeschlagen.

Im Vergleich der 6 Varianten liegt die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG) bezüglich des Primärenergieverbrauchs am niedrigsten – diese Technologie erreicht den höchsten Heizenergie-Einspareffekt (Bild 4)!

Für den Einsatz einer Erdwärmepumpe (EWP) ist im EEWärmeG als unterster Grenzwert eine Jahresarbeitszahl von JAZ = 3,8 (mit Trinkwarmwasserbereitung) gefordert, um als „erneuerbare“ Energie anerkannt zu werden. Allerdings muss hier angemerkt werden, dass bei umfangreichen Feldtests [2] eine JAZ = 3,3 festgestellt wurde (für Heizung und Trinkwarmwasser).

Auch in Feldtests von 4 weiteren Einrichtungen (~120 Tests) wurden Werte von ~3,4 ermittelt ... also deutlich schlechter als der im EEWärmeG geforderte untere Grenzwert von 3,8 (mit Trinkwarmwasserbereitung). Dieser in der Praxis ermittelte Wert von JAZ = 3,3 ist in den Berechnungen für Bild 3 verwendet worden. Aber auch bei Verwendung von JAZ = 3,8 spart die Erd-WP weniger Primärenergie ein als eine WRG-Anlage (mit η<sub>eff</sub> = 90 %)! Dabei muss allerdings bemerkt werden, dass die Erd-WP aus den Erfahrungen in der Praxis eigentlich keine erneuerbare Technologie im Sinne des EEWärmeG ist. Wenn entgegen den praktisch ermittelten JAZ-Zahlen mit theoretisch ermittelten (VDI 4650 – erst seit kurzem ist die Berechnung mit Trinkwarmwasser mit dieser Richtlinie möglich) JAZ-Werten operiert wird für die Ermittlung der Effizienztauglichkeit gemäß EEWärmeG, muss man sich fragen, inwiefern diese Verfahrensweise für eine tatsächlich erreichbare Energieeinsparung tauglich ist.

Natürlich sind moderne Energie sparende Heiztechnologien in der Regel mit Mehrkosten ΔK [€] (gegenüber der Standardvariante → mit Brennwert-Gasther-

me) verbunden. Interessant ist daher die Gegenüberstellung der Technologien, mit wie viel Mehr-Investition (ΔK [€]) wie viel Primärenergie (Δq<sub>p</sub>) (gegenüber Standardvariante) eingespart werden kann:

$$k = \frac{\Delta K}{\Delta q_p} = \frac{\text{Mehrinvestition}}{\text{Primärenergieeinsparung}} = \text{spezifische Investkosten}$$

Der Technologievergleich zeigt, dass sich die deutlich geringsten spezifischen Investkosten bei Einsatz der Wärmerückgewinnung (WRG) in einer Lüftungsanlage ergeben (Bild 5).

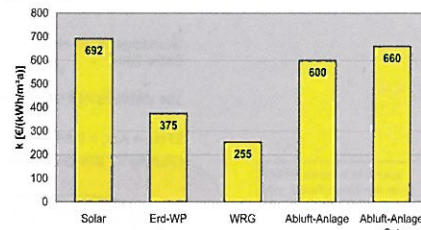


Bild 5: spezifische Investkosten bezogen auf Primärenergieeinsparung Δq<sub>p</sub>

## 5 Akzeptanz der Wärmerückgewinnung im EEWärmeG

Gemäß EEWärmeG wird die Abwärmenutzung als Maßnahme nur dann akzeptiert, wenn deren Anteil (z. B.: 14 + 19 = 33 kWh/m²a → siehe Bild 7) am gesamten Heizenergiebedarf (65,4 kWh/m²a) gleich oder größer als 50 % ist (im Beispiel 33/65,4 = 50,4 %!), d. h. bei sehr guten Wirkungsgraden des WRG-Gerätes (η<sub>eff</sub>) wird diese Bedingung grenzwertig erreicht.

η<sub>eff</sub> → lt. Passivhaus-Zertifikat (siehe [www.passiv.de](http://www.passiv.de)) oder  
 $\eta_{\text{eff}} = \eta_{\text{DIBt}} \times 0,91$  (allgemeine Anwendung nach DIN V 4701-10) oder  
 $\eta_{\text{eff}} = \eta_{\text{DIBt}} - 12\%$  (bei Berechnung von Passivhäusern nach PHPP)

Ein anderer Weg ist, die Wärmedämmung so zu verbessern (Investkosten!), dass der EnEV 2009-Grenzwert unterschritten wird, d. h. daraus abgeleitet

wird der Jahresheizwärmebedarf q<sub>h</sub> < ca. 60 kWh/m²a.

Kurzgefasst: Je schlechter der Wirkungsgrad η<sub>eff</sub> des WRG-Gerätes, umso höher der geforderte Dämmstandard (und höhere Investkosten) oder eben keine Akzeptanz der Wärmerückgewinnung als Ersatzmaßnahme durch das EEWärmeG. Möchte der Bauherr trotzdem eine Baugenehmigung für seinen Neubau erhalten, muss er gemäß EEWärmeG auf eine andere „erneuerbare Energie“ ausweichen mit deutlich geringerem Energieeinspareffekt (siehe Bild 3 und 4).

## 6 Wärmerückgewinnung – wie fördern/fordern unsere Nachbarländer diese Technologie?

### a) Förderung:

- Belgien → bis zu 3.000 €
- Luxemburg → 50 % Zuschuss, max. 3.000 €
- Österreich:

Wien:

NEH-Standard mit dezentraler WRG-Anlage → 7.800 € (bei Nichteinhaltung des Punktes „Einsatz ökologischer Baustoffe“ → 2.000 €)

NEH-Standard mit zentraler WRG-Anlage → 9.800 € (bei Nichteinhaltung des Punktes „Einsatz ökologischer Baustoffe“ → 4.000 €)

Niederösterreich:

5 Punkte (je 300 €) → 1.500 €

Burgenland:

30 % Zuschuss bis zu 2.000 €

- Schweiz (durch Minergie-Standard)
- Slowenien → bis zu 3.000 €

### b) indirekte Forderung durch straffere Wärmeschutzgesetze als Deutschland: Niederlande

Damit verkauft die WRG-Branche in dem „kleinen“ Holland ~ 40.000 Geräte/Jahr

Der „Klimaschutz-Vorreiter“ Deutschland nur ~ 18.000 Geräte/Jahr



Einwohnerverhältnis 1:5, d.h. in Deutschland müssten ca. 5 mal mehr Geräte verkauft werden: 200.000 Geräte/Jahr

## 7 Was ist eigentlich „regenerative“ Energie?

Regeneration (lateinisch) ist „Wieder-auffrischung, Erneuerung“ und „in der Technik die Wiederherstellung bestimmter physikalischer oder chemischer Eigenschaften eines Stoffes ...“ (Meyers großes Taschenlexikon 1990).

Im übertragenen Sinne auf die Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung heißt das: Die Wärme der Raumluft (21 °C → ~ 5,9 Wh pro m<sup>3</sup> Luft) wird nicht aus dem Fenster weggelüftet sondern im Wärmerückgewinnungsgerät zurückgewonnen und an die Frischluft übertragen.

Der alte Zustand wird fast wieder hergestellt: 18 °C warme Frischluft (21 °C wäre der Zustand ohne Verluste) (siehe Bild 6)

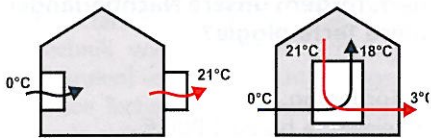


Bild 6: Lufttemperaturen bei Fensterlüftung und Wärmerückgewinnungsanlage

Wenn man so will, erfolgt vom Haus aus betrachtet eine 2-fache Regeneration:

- die physikalische (thermische) Regeneration → Wärmerückgewinnung
- die chemische (stoffliche) Regeneration → Luftaustausch, Lufterneuerung

## 8 Wärmerückgewinnung ist ein regenerativer Prozess

Durch Nutzung der Abwärme (zu einem Großteil, z. B. zu 90 %) wird dieser Anteil zu erneuerbarer Energie und trägt in Form warmer Zuluft (z. B. 18 °C = 19 kWh/m<sup>2</sup>a) zur Hauserwärmung bei. Diese Hauswärme wird durch den fortwährenden Lüftungsprozess wieder zu Abluft, deren Energie (zum Großteil) durch die Wärmerückgewinnung wieder als warme Zuluft erneut dem Hause zugeführt wird. Dies ist ein sich ständig wiederholender Prozess (Bild 7 und 11).

Analysiert man die Abwärme eines Hauses (mit Trinkwarmwasser) mit BW-

Gastherme nach ihrem energetischen Ursprung, stellt man fest, dass ein großer Teil (38 %) aus regenerativer Energie stammt: vom WRG-Gerät zurückgeführte Energie, passive solare Gewinne (z. B. über Glasscheiben) und innere Gewinne (z. B. Abwärme-Mensch – siehe Bild 8). Der Anteil regenerativer Energie in der Abluftwärme steigt in diesem Fall auf ca. 70 %, wenn entgegen dem Beispiel im Bild 8 keine BW-Gastherme, sondern z. B. eine Erdwärmepumpe (Sole-Wasser) verwendet wird. Die Kopplung dieser zwei modernen Haustechniken (WP + WRG) kommt relativ häufig vor. Außerdem steigt der regenerative Anteil in der Abluft, wenn ein Haus mit besserem Wärmedämmstandard errichtet wird, als es der obere EnEV 2009-Grenzwert vorschreibt. Der regenerative Anteil in der Abluft kann von 38 % auf 50 % gesteigert werden, wenn der Dämmstandard

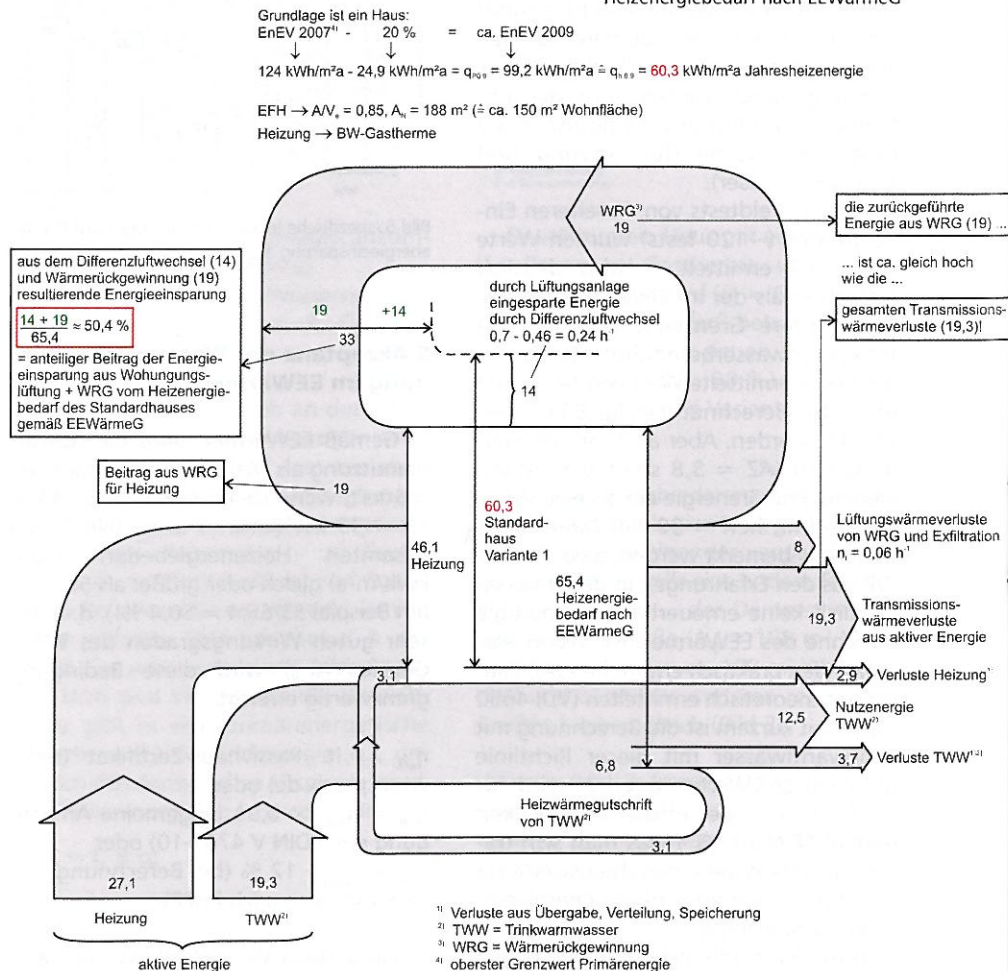
von  $q_h \approx 60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (Bild 7) auf  $\sim 34 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  gesenkt wird (Bild 8).

Bezieht man diesen regenerativen Energieanteil (42 kWh/m<sup>2</sup>a – siehe Bild 8 – rote Fläche Input) nur auf die Heizenergie (91,2 kWh/m<sup>2</sup>a) (→ ohne Trinkwarmwasser), so beträgt der regenerative Anteil  $42:91,2 = 46\%$  (Bild 8).

Verwendet man als Bezugsgröße den gesamten Wärmeenergiebedarf (also inklusive Trinkwarmwasser), ist der regenerative Anteil immer noch 38 %!

Wie der restliche Energieanteil für die Deckung des Heizenergiebedarfes (Ausgleich der restlichen Lüftungswärmeverluste und der Transmissionsverluste) erfolgt, hängt von der gewählten Heizungstechnologie ab (Gas, Öl, Wärmepumpe usw.).

Bild 7: Energieanteil aus der Lüftungsanlage (regenerative Energie) am Heizenergiebedarf nach EEWärmeG



Die Lüftungsanlage mit WRG ist eine Kombination aus:  
 - eingesparter Energie (14 kWh/m<sup>2</sup>a) durch einen geringeren Luftwechsel  $\Delta n = 0,7 - 0,46 = 0,24 \text{ h}^{-1}$  (s. o. Pkt. 2 - mittlere Spalte) und  
 - zurückgeführter (regenerativer) Energie durch den Wärmetauscher (19 kWh/m<sup>2</sup>a bei 90 % Wärmerückgewinnung).



Bild 9: Verfahrensschritte zur Berechnung des Lüftungsbeitrages für den Heizwärmebedarf durch WRG

**LÜFTUNG**

Verfahrensschritte	3						2	1	Lüftungsbeitrag am Jahres-Heizwärmebedarf			
	WÄRME (WE)									Verteilung	Übergabe	Luftwechsel
	Erzeugung											
Rechenvorschrift/Quelle	Dimension	Erzeuger WRG mit WÜT	Erzeuger L/L-WP	Erzeuger Heizregister								
$Q_{L,g,I}$	Erzeuger-Heizarbeit	[kWh/m²a]	+		+							
$E_{L,g,I}$	Erzeuger-Aufwandszahl	[kWh/m²a]										
						$Q_{L,d}$	$Q_{L,e}$	$Q_{L,n}$				
								$Q_{L,L}$				
						Σ Endenergie						
4						Σ Primärenergie						
	$Q_{L,g,E,I}$	[kWh/m²a]			+							
	$f_{p,I}$	Umwandlung Primärenergie	[ ]									
	$Q_{L,P,I}$	$Q_{L,g,E,I} \times f_{p,I}$	[kWh/m²a]		+							

Auch die DIN V 4701-10 (Bild 4.2-7) geht davon aus, dass bei der Erzeugung von Wärme im Lüftungsstrang ein Beitrag aus der Abluft (Abwärmenutzung) resultiert – dieser Anteil aber logischerweise nicht der Primärenergie zugerechnet wird.

Dies geht auch aus DIN V 4701-10, Tabelle 4.2-5 (siehe Bild 9) hervor: Die Wärmerückgewinnung mit Wärmeübertrager (WRG mit WÜT) wird als „Erzeuger“ bezeichnet; beim Verfahrensschritt 4 (siehe Bild 9) ist kein Eintrag für den Primärenergiefaktor  $f_{p,I}$  möglich, da keine Primärenergie zur Wärmeerzeugung (18 °C warme Zuluft vom WRG-Gerät) erforderlich ist.

Lediglich ein geringer Hilfsenergie-Beitrag für beide Ventilatoren (z. B. 40 W

für ein 150 m²-Haus) ist erforderlich – in ähnlicher Höhe wie auch der Hilfsenergiebedarf einer Pumpe für eine thermische Solaranlage.

**9 Sind Sonnenenergie, Geothermie, Biomasse usw. erneuerbare (regenerative) Energien?**

Das neue EEWärmeG (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz → gilt ab 01.01.09) definiert erneuerbare Energie so:

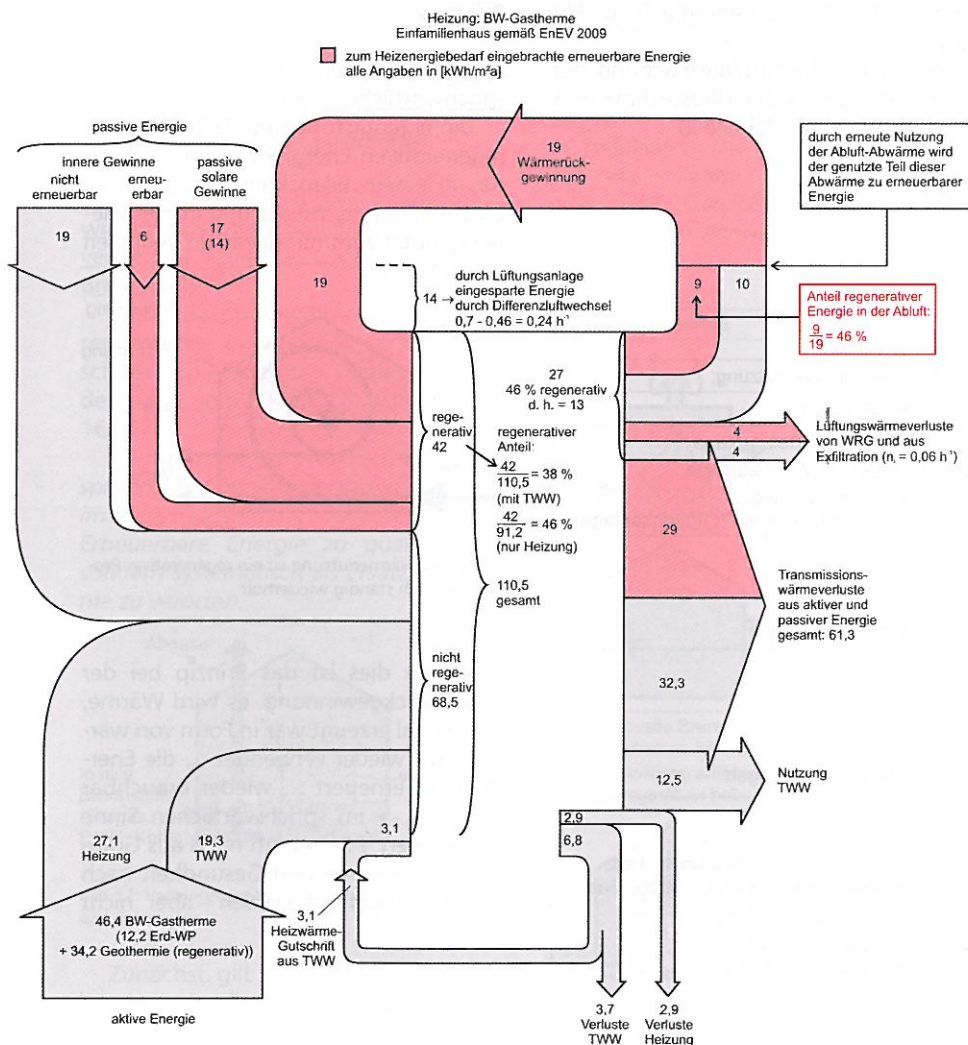
**„Erneuerbare Energien im Sinne dieses Gesetzes sind**

1. die dem Erdboden entnommene Wärme (Geothermie),
2. die der Luft oder dem Wasser entnommene Wärme (Umweltwärme),
3. die durch Nutzung der Solarstrahlung zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs technisch nutzbar gemachte Wärme (solare Strahlungsenergie) und
4. die aus fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse erzeugte Wärme. Die Abgrenzung erfolgt nach dem Aggregatzustand zum Zeitpunkt des Eintritts der Biomasse in den Apparat zur Wärmeerzeugung. Als Biomasse im Sinne dieses Gesetzes werden nur die folgenden Energieträger anerkannt:

- a) Biomasse im Sinne Biomasseverordnung vom 21. Juni 2001 (BGBl. I, S. 1234), geändert durch die Verordnung vom 09. August 2005 (BGBl. I, S. 2419) in der jeweils geltenden Fassung
- b) biologisch abbaubare Anteile von Abfällen aus Haushalten und Industrie,
- c) Deponiegas,
- d) Klärgas
- e) Klärschlamm im Sinne der Klärschlammverordnung vom 15. April 1995 (BGBl. I, S. 912), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I, S. 2298, 2007 I, S. 2316) in der jeweils geltenden Fassung und
- f) Pflanzenölmethylester

Bild 8: Anteil regenerativer Energie in der Abluft: 46 %!

Anteil regenerativer Energie in der Abwärme Sankey-Diagramm 2



→ Abwärmenutzung gilt in der derzeitigen Fassung nicht als erneuerbare Energie gemäß der Beschlussempfehlung des Deutschen Bundestages vom 04.06.2008, S.26 (Drucksache 16/9476). Aber vielleicht ändert sich an diesem Tatbestand in der Zukunft etwas (eine Hoffnung des Autors).

(Bundesgesetzblatt Jahrgang 2008 Teil I Nr. 36, S. 1658)



Landläufig werden die o. g. Energieformen als erneuerbare (regenerative) Energien bezeichnet. Die Sonnenenergie trifft jeden Tag auf die Erde und kann in unterschiedlicher Weise nutzbar gemacht werden. Es ist eine Energie, die fortwährend produziert (nicht regeneriert) wird: durch Kernfusion – durch Verschmelzung von 2 Wasserstoffatomen entsteht durch einige Kernprozesse Helium, vereinfacht:  
 $H + H \rightarrow He + \text{Sonnenenergie}$  (Bild 10)

Die je Sekunde abgestrahlte Sonnenenergie beläuft sich auf  $3,9 \times 10^{26}$  Joule ein geringer Prozentsatz davon trifft auf die Erde. Natürlich ist auch diese Energiequelle endlich. Die Wärmeübergabe (Wärmestrahlung) ist ein nicht umkehrbarer Prozess (nicht reversibel = irreversibel).

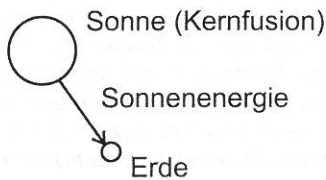


Bild 10: Sonnenenergienutzung – ein nicht umkehrbarer Prozess

Die Nutzung dieser Sonnenenergie für die Haustechnik erfolgt in mehrfacher Weise (Tabelle 1):

Umwandlung des Sonnenlichtes in ...	haustechnische Nutzung:
... (A) <b>elektrischen Strom</b> →	(1) Photovoltaik
... (B) <b>Wärme</b> → direkte Wärme → → Umweltwärme → → Erdwärme (Geothermie) →	(2) thermische Solaranlage (3) Außenluft-Wärmepumpe (4) Erdwärmepumpe, Erdwärmetauscher (Lüftungsanlage)
... (C) Lufterwärmung und Wasserverdunstung → dies führt zu Druckunterschieden in der Atmosphäre → daraus resultiert: <b>Wind</b> →	(5) Windkraftanlagen
... (D) Wasserverdunstung → Wolken, Regen → Wasserversickerung → Quelle, Flussläufe: <b>Staumauern, Wassermühlen</b> →	(6) Wasserkraftanlagen
... (E) durch Photosynthese in pflanzlichen Blättern zu neuen Zellen: <b>Holz, Biomasse</b> → ↓ <b>Vergärungsprozesse</b> → ↑ → Pflanzen → <b>Faulschlamm + anaerobe Bakterien</b>	(7) Verbrennung von Stückholz, Holzhackschnitzeln, Pellets, Stroh, Gas (Holzvergaser) usw. (8) Biogas, Biodiesel (9) Erdgas, Erdöl, Kohle

	... in indirekter Form jeden Tag neu:	... aus Prozessen, die sich in ...	
		... überschaubaren Zeiträumen <b>wiederholen</b> :	... sehr langen Zeiträumen abge- spielt haben
sofort	(1) Photovoltaik (2) thermische Solaranlage (3) Außenluftwärmepumpe	(7) Stroh, Holz (8) Biogas, Biodiesel	(9) Ergas, Erdöl, Kohle
zeitlich verzögert um ... ... Stunden oder Tage ... 4 bis 7 Monate	(4) Erdwärmepumpe Erdwärmetauscher (5) Windkraftanlage (6) Wasserkraftanlage		
Da sich dieser Prozess <b>erneut</b> spricht man von einem „erneuerbaren“ (regenerativen) Prozess.		<b>immer wiederholt,</b>	
ABER: Wieder <u>erneuert</u> wird dabei die <u>Quelle</u> – die Sonnenenergie (Kernfusion) <u>nicht</u> ; die Sonnenenergienutzung ist ein nicht umkehrbarer Prozess! Es ist nur unser Glück, dass diese Sonnenenergie jeden Tag <u>erneut</u> auf unsere Erde trifft und sich dadurch die o. g. Prozesse <u>fortwährend wiederholen</u> .			

Tabelle 2: Nutzbarmachung der Sonnenenergie in der Haustechnik

Betrachtet man sehr lange Zeiträume, so entstammen auch unsere fossilen Brennstoffe der Solarenergie (s. o. Pkt (9)).

Man kann die Nutzbarmachung der Sonnenenergie in der Haustechnik in 3 Bereiche gliedern: (Tabelle 2)

## 10 Gegenargumente zur These, Abwärme sei kein regenerativer Prozess

### 10.1 „regenerativ“ – im sprichwörtlichen Sinne

Die eigentlich richtige Definition der regenerativen Energienutzung ist doch, das in einem Bilanzkreis (Haus) eingebrachte Energie, wieder und immer wieder genutzt wird mit gewissen Verlusten (Bild 11):

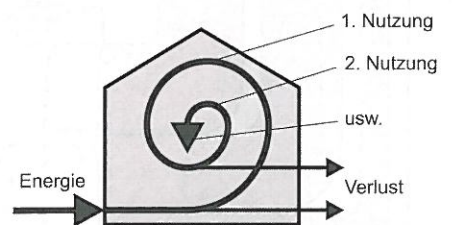


Bild 11: Abwärmenutzung ist ein regenerativer Prozess, der sich ständig wiederholt

Genau dies ist das Prinzip bei der Wärmerückgewinnung: es wird Wärme, die einmal erzeugt war in Form von warmer Luft wieder verwendet ... die Energie wird erneuert ... wieder brauchbar gemacht → im sprichwörtlichen Sinne „regeneriert“! Die Abluft muss aus Gründen der Hygiene und Gesundheit nach draußen abgeführt werden – aber nicht

Tabelle 1: Nutzung der Sonnenenergie für die Haustechnik



die Wärme. Die Wärme der Abluft wird wieder verwendet, um Frischluft zu erwärmen, die dann vorgewärmt ins Haus gelangt – vorgewärmt mit der Wärme, die vorher schon einmal im Haus war.

### 10.2 Der Umkehrschluss

Der Energie-Output aus einem Wärmerückgewinnungsgerät ist bekanntlich die (z. B. von 0 °C auf 18 °C) vorgewärmte Luft und 5...20 % Verluste in Form von Restwärme in der Fortluft – diese verlässt z. B. mit 2...7 °C das Gerät. Die Energiebilanz um das Wärmerückgewinnungsgerät gebietet es, dass ein Energie-Input von gleicher Höhe vorhanden sein muss. Ist dieser Energie-Input nicht regenerativer Art (wie es das EEWärmeG z. Z. definiert), dann bleibt nur die Alternative übrig: Primärenergie ist der Input. D. h. ein Wärmerückgewinnungsgerät spart nicht Primärenergie bei der Hausbeheizung, sondern verbraucht zusätzliche Primärenergie. Das ist natürlich Blödsinn ...

Die einzig richtige Erkenntnis aus diesem Umkehrschluss ist, dass das Wärmerückgewinnungsgerät mit zurückgeführter regenerativer Energie arbeitet!

### 10.3 Zum Betreiben des Wärmerückgewinnungsgerätes wird ein Abfallprodukt verwendet, keine zusätzlichen fossilen Brennstoffe

Zur Frage, ob Abwärme-Nutzung eine regenerative Energie sei, sagt die Beschlussempfehlung des Deutschen Bundestages vom 04.06.08 (Drucksache 16/9476):

*„Aufgrund ihres oftmals fossilen Ursprungs ist Abwärme jedoch nicht – wie im Regierungsentwurf vorgesehen – als Erneuerbare Energie zu qualifizieren, sondern systematisch als Ersatzmaßnahme zu verorten.“*

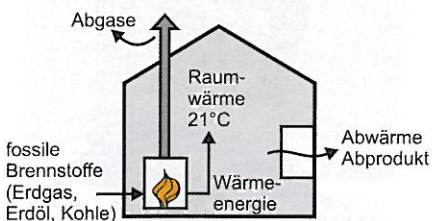


Bild 12: Verbrennung fossiler Brennstoffe und deren Abfallprodukte

Zunächst gilt es bezüglich der Verbrennung fossiler Brennstoffe festzustellen:

- Was ist das Ziel und
- welche Wirkmechanismen werden eingesetzt, um dieses Ziel zu erreichen.

Würde man zum Betreiben des Wärmerückgewinnungsgerätes fossile Brennstoffe (kausal) zusätzlich einsetzen müssen, würde daraus ein erhöhter! Brennstoff- und Primärenergieverbrauch resultieren; tatsächlich spart aber die Wärmerückgewinnungstechnologie Brennstoffe und damit Primärenergie! Das Wärmerückgewinnungsgerät arbeitet mit dem sowieso anfallenden Abprodukt „Abwärme“!

### 11 Schlussfolgerung:

Es ist physikalisch unrichtig, wenn die Worte „regenerativ“ und „erneuerbar“ für die Nutzung der Sonnenenergie, Geothermie usw. angewendet werden. Wir nutzen lediglich die scheinbar unerschöpfliche Energiequelle der Sonne!

Deshalb ist es natürlich sinnvoll, Sonnenenergie zu nutzen – sie hilft, fossile Rohstoffe zu sparen und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Die Sonne scheint jeden Tag neu – ob wir ihre Energie nutzen oder nicht. Genauso könnte das Fazit lauten, wenn Abwärme durch Wärme-

rückgewinnung genutzt wird: die Abwärme fällt jeden Tag neu an – ob wir ihre Energie nutzen oder nicht. Diese Abwärme-Energie zurückzuführen und erneut zu nutzen ist sinnvoll und im Sinne des Wortes eine echte regenerative Energienutzung.

Es ist für eine gute Raumluftqualität erforderlich, die Luft auszutauschen: Frischluft ins Haus hineinlüften und Abluft weglüften.

Im Vergleich mit Solarthermie und Erdwärmepumpe spart die Wärmerückgewinnung deutlich mehr Heizkosten (geringster Primärenergieverbrauch), wobei obendrein noch die spezifischen Investkosten bei der Wärmerückgewinnungsanlage am niedrigsten liegen.

### Literatur:

- [1] Passivhaus-Protokollband 23: "Einfluss der Lüftungsstrategie auf die Schadstoffkonzentration und -ausbreitung im Raum", S. 145-176, J. Schnieders: Lüftungsstrategien und Planungshinweise  
 [2] IKZ-Haustechnik 8/2008, S. 40-44

Tabelle 3: Verbrennung fossiler Brennstoffe und Abwärmenutzung – Wirkmechanismus und Ziel

Wirkmechanismus	Ziel
<p>Durch Verbrennung von (fossilen) Brennstoffen wird Heizwärme erzeugt</p>	Breitstellung behaglicher Raumwärme (21 °C) <sup>1)</sup> s. u.
<p>Durch Weglüften verbrauchter Luft (Gerüche, CO<sub>2</sub>, Feuchtigkeit) und Belüften mit Frischluft</p>	gute Raumluftqualität
<p><sup>1)</sup> Der fossile Brennstoff muss (kausal) nicht verbrannt werden, um das Wärmerückgewinnungsgerät betreiben zu können (Ziel).  <sup>2)</sup> Das sowieso anfallende Abprodukt (warme Abluft) wird erneut verwendet, um das Wärmerückgewinnungsgerät zu betreiben.</p>	
<p>Durch Nutzung des Abproduktes „Abwärme“ wird Frischluft erwärmt (oder: Die Raumwärme wird wieder verwendet – sie wird recycelt.).</p> <p>Wärmeübertragung an die Frischluft</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– gute Raumluftqualität</li> <li>– Behaglichkeit</li> <li>– Einsparung von Heizenergie (oder: Reduzierung fossiler Brennstoffe)</li> </ul>