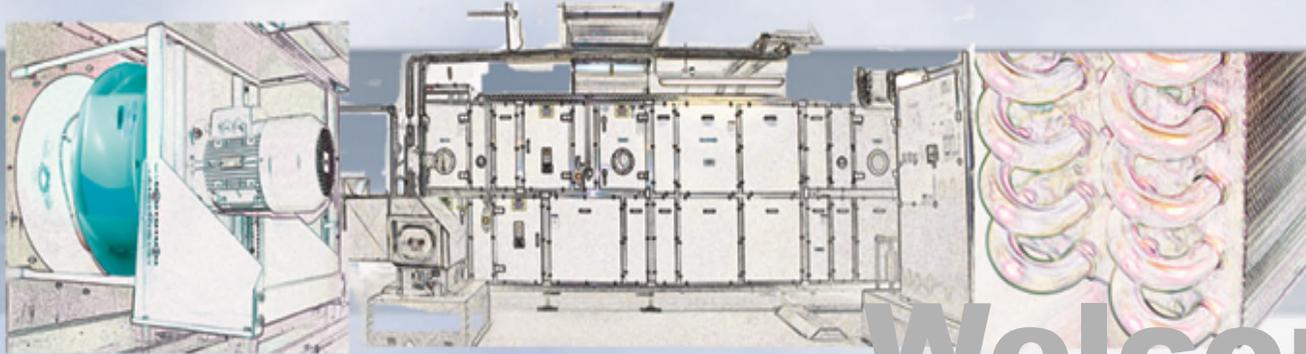


Willkommen



Welcome

Bienvenue

Raumlufttechnik Anforderungen

Energierückgewinnung und Energieeffizienz-
technologien in der Lüftungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Dr. Christoph Kaup

c.kaup@howatherm.de

Boris Wollscheid B. Eng

broris.wollscheid@howatherm.de

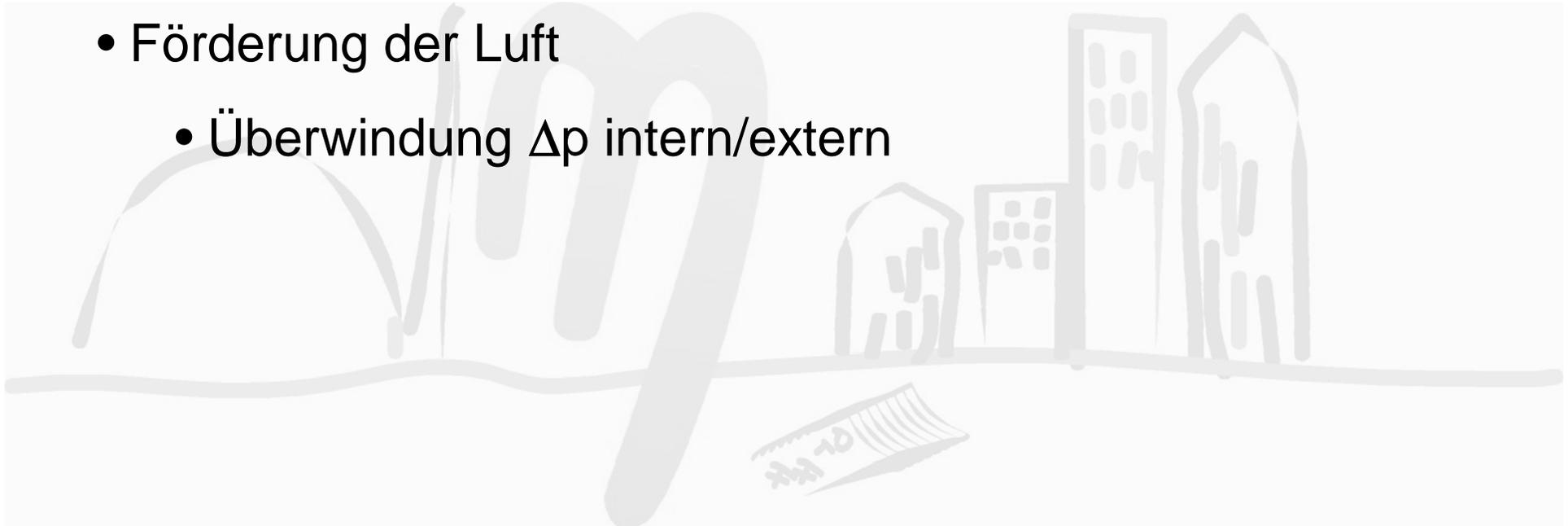


Umwelt-Campus
Birkenfeld

H O C H
S C H U L E
T R I E R

Energiebedarf von RLT-Geräten

- **Konditionierung der Luft**
 - **Heizen/Kühlen/Be-/Entfeuchten**
- **Förderung der Luft**
 - **Überwindung Δp intern/extern**



Wärmerückgewinnung - Rückwärmzahlen und Druckverluste in Abhängigkeit von Betriebsstunden und Luftvolumenstrom je Luftseite

Rückwärmzahl min. [%]		Luftvolumenstrom [m ³ /h]				
		>2.000	>5.000	>10.000	>25.000	>50.000
Druck- verlust max. [Pa]	Betriebsstunden [Std/a]					
		>2.000	>5.000	>10.000	>25.000	>50.000
	< 2.000	---	0,40	0,43	0,50	0,55
	≥ 2.000 - 4.000	175	200	225	250	275
	> 4.000 - 6.000	200	225	250	275	300
	> 6.000	225	250	275	300	325

EN 13053 : 2007 und VDI 3803 : 2008



European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Klassifizierung der Wärmerückgewinnung

EN 13053 : 2007

Klasse	Rückwärmzahl [%]	Druckverlust [Pa]
H1	Wert x 1,15	Wert x 0,75
H2	Wert x 1,1	Wert x 0,9
H3	Wert x 1,0	Wert x 1,0
H4	Wert x 0,9	Wert x 1,1
H5	Keine Anforderung	Keine Anforderung

Wärmerückgewinnungsklassen (neu)

EN 13053: 2012

Rückwärmzahl

$$\Phi = \frac{\dot{Q}_{WRG}}{\dot{Q}_P} = \frac{t_2'' - t_2'}{t_1' - t_2'}$$

Leistungszahl

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}_{WRG}}{P_{el}}$$



European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Wärmerückgewinnungsklassen (neu)

EN 13053: 2012

Wirkungsgrad $\eta = \frac{\dot{Q}_{WRG} - P_{el}}{\dot{Q}_P}$

$$\eta = \frac{1 - P_{el} / \dot{Q}_{WRG}}{\dot{Q}_P / \dot{Q}_{WRG}} = \frac{1 - 1 / \varepsilon}{1 / \Phi}$$

$$\eta = \Phi \cdot (1 - 1 / \varepsilon)$$

Wärmerückgewinnungsklassen (neu)

EN 13053: 2012

WRG Klassen	η [%]	Φ [%]	ε	ΔP [Pa]
H1	71	75	19.5	2 x 280
H2	64	67	21.2	2 x 230
H3	55	57	24.2	2 x 170
H4	45	47	27.3	2 x 125
H5	36	37	26.9	2 x 100
H6	< 36			

Werte basieren auf EN 308: $t_{21} = + 5^{\circ}\text{C}$ und $t_{11} = 25^{\circ}\text{C}$
 Werte gelten als Referenzwerte nur für diesen Betriebspunkt



European Committee for Standardization
 Comité Européen de Normalisation
 Europäisches Komitee für Normung

Umrechnung WRG Grade

vereinfacht nach Kaup

$$\Phi_{\text{emp}} = \Phi_{1:1} \cdot (\dot{m}_1 / \dot{m}_2)^{0,4}$$

mit $0,67 \leq \mu_{\text{tats}} \leq 1,25$

und $\Phi_{1:1} \leq 0,8$



68 Klimaanlage und sonstige Anlagen der Raumluftechnik

Werden Anlagen ... in Gebäude eingebaut oder Zentralgeräte solcher Anlagen erneuert, müssen diese mit einer Einrichtung zur **Wärmerückgewinnung** ausgestattet sein, die min. der Klassifizierung **H3** nach **DIN EN 13 053 : 2007-09** entspricht.

Für die Betriebsstundenzahl sind die Nutzungsrandbedingungen nach DIN V 18 599-10 : 2007-02 und für den Luftvolumenstrom der Außenluftvolumenstrom maßgebend.





.....Beim Erlass der EnEV 2007 lag die technische Regel DIN EN 13053 : 2007-09 noch nicht vor. Obgleich für die Wirtschaftlichkeit der Einrichtung zur Wärmerückgewinnung in Anlagen nach Absatz 1 auch seinerzeit bereits ein gutachtlicher Nachweis vorlag, wurde eine entsprechende Regelung in Erwartung der DIN EN 13053 aufgeschoben, die den Sachverhalt in Abhängigkeit von den die Wirtschaftlichkeit bestimmenden Parametern „Jährliche Betriebszeit“ und „Volumenstrom“ klassifiziert und damit zur Formulierung von Anforderungen in der EnEV gut geeignet ist. Nach Vorlage der technischen Regel soll nunmehr diese technisch allgemein realisierbare und **sehr wirtschaftliche Vorschrift** in die EnEV aufgenommen werden.....

Energiebedarf von RLT-Geräten

- Konditionierung der Luft
 - Heizen/Kühlen/Be-/Entfeuchten
- **Förderung der Luft**
 - Überwindung Δp intern/extern



DIN EN 13779

Lüftung von Nichtwohngebäuden
Allgemeine Grundlagen und Aufgaben für
Lüftungs- und Klimaanlage

Spezifische Ventilatorleistung = Specific Fan Power (SFP)

$$P_{SFP} = \frac{P_{Input}}{q_v} = \frac{\Delta p_{fan}}{h_{total}}$$

P_{SFP}	Spezifische Ventilatorleistung [W/(m ³ s)]
P_{Input}	elektrische Leistungsaufnahme [W]
q_v	Nennluftvolumenstrom [m ³ /s]
Δp_{fan}	Gesamtdruckerhöhung [Pa]
h_{total}	Systemwirkungsgrad Antrieb [-]



Specific Fan Power

EN 13779:2007

Kate- gorie	P_{SFP} W/(m ³ /s)
SFP 1	≤ 500
SFP 2	≤ 750
SFP 3	≤ 1.250
SFP 4	≤ 2.000
SFP 5	≤ 3.000
SFP 6	≤ 4.500
SFP 7	> 4.500

Δp_{Fan} [Pa]	
$h_{total} 0,55$	$h_{total} 0,65$
275	325
410	485
685	810
1.100	1.300
1.650	1.950
2.475	2.925

Anwendung	Stand. Wert
AB ohne WRG	SFP 2
AB mit WRG	SFP 3
ZU ohne WRG	SFP 3
ZU Klimaanlage	SFP 4

Für spezielle Komponenten (z. B. HEPA-Filter, WRG H1 oder H2) ist eine Erhöhung des SFP-Wertes möglich.



European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Additional fan power

EN 13779 : 2007

	Komponente	zus. P_{SFP} [W/m ³ s]
1	zus. Filterstufe	+ 300
2	HEPA Filter	+ 1.000
3	Gasfilter	+ 300
4	WRG Klasse H2-H1	+ 300
5	Hochleistungskühler	+ 300



65 Klimaanlagen und sonstige Anlagen der Raumluftechnik

Beim Einbau ... **raumluftechnischen Anlagen** ... > 4 000 m³/h ... sowie bei der Erneuerung von Zentralgeräten ... müssen diese Anlagen so ausgeführt werden, dass die auf das Fördervolumen bezogene elektrische Leistung ... bei Auslegungsvolumenstrom den Grenzwert der Kategorie **SFP 4** nach DIN EN 13 779 : 2007-09 nicht überschreitet.





65 Klimaanlagen und sonstige Anlagen der Raumluftechnik

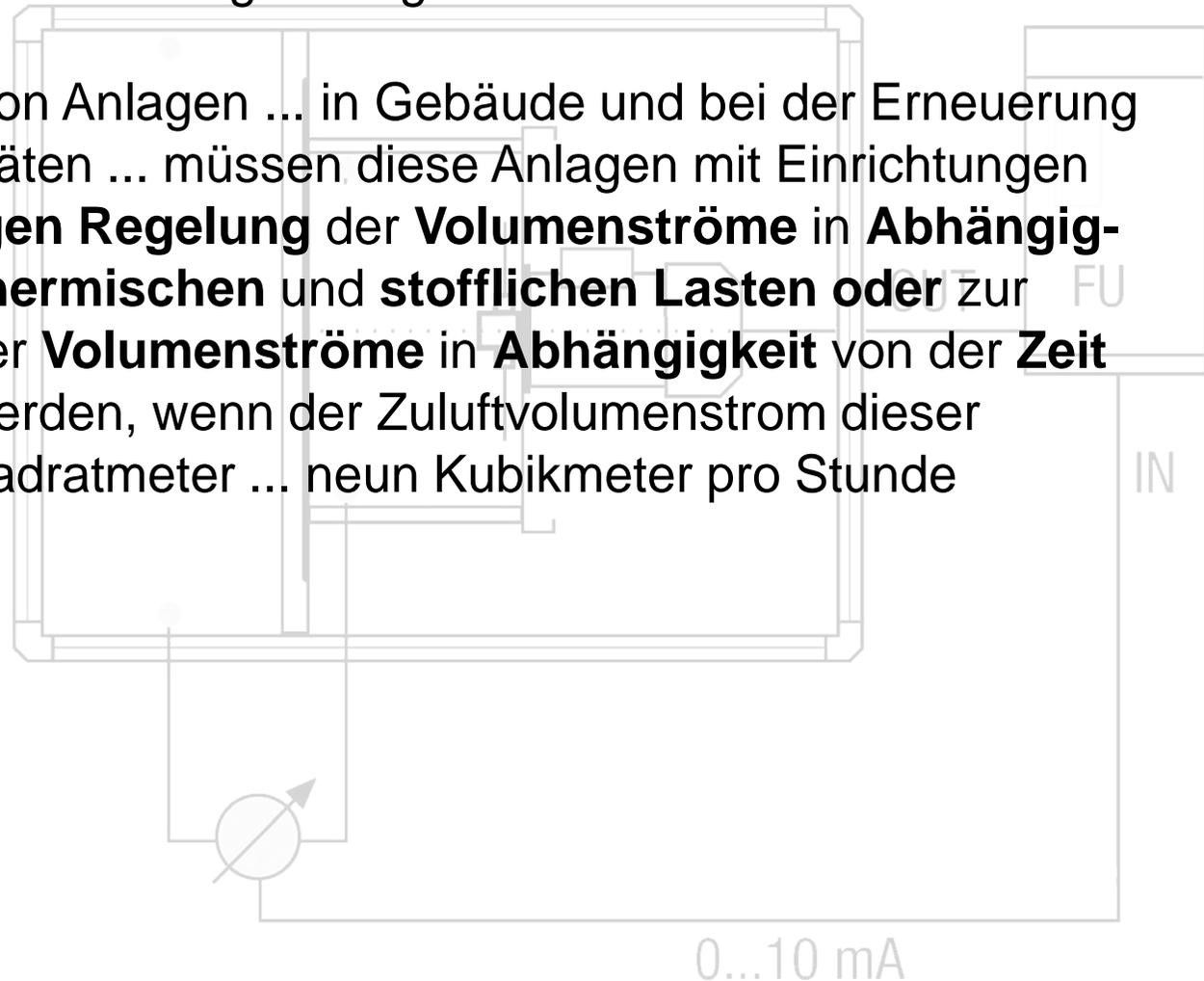
Der Grenzwert für die Klasse SFP 4 kann um **Zuschläge** nach **DIN EN 13 779** : 2007-09 Abschnitt 6.5.2 für **Gas-** und **HEPA-Filter** sowie **Wärmerückführungsbauteile** der Klassen **H2** oder **H1** nach **DIN EN 13053** erweitert werden.





66 Klimaanlagen und sonstige Anlagen der Raumluftechnik

Beim Einbau von Anlagen ... in Gebäude und bei der Erneuerung von Zentralgeräten ... müssen diese Anlagen mit Einrichtungen zur **selbsttätigen Regelung** der **Volumenströme** in **Abhängigkeit** von den **thermischen** und **stofflichen Lasten** oder zur **Einstellung** der **Volumenströme** in **Abhängigkeit** von der **Zeit** ausgestattet werden, wenn der Zuluftvolumenstrom dieser Anlagen je Quadratmeter ... neun Kubikmeter pro Stunde überschreitet.





.....Die Änderungen des § 15 Abs. 1 greifen eine jüngere Entwicklung im technischen Regelwerk auf, ohne dass damit inhaltliche Änderungen einhergingen. Zum Zeitpunkt des Erlasses der EnEV 2007 lag die Neufassung der DIN EN 13779 : 2007-09 noch nicht vor. Deshalb war für den Fall des Einbaus bestimmter Filter und Wärmerückführungsbauteile eine Ausnahme von der Vorschrift erforderlich. Die **Neufassung der DIN EN 13779** enthält nunmehr eine **Zuschlagsregelung**, die diese generelle Ausnahme entbehrlich macht. Die technische Regel ist so gefasst, dass die Wirtschaftlichkeit auch für diese Anlagen im Regelfall gegeben ist.....



..... Das verabschiedete Gebäudeenergiegesetz (GEG) hat das Ziel, einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der nationalen Klimaschutzziele zu leisten. Dies soll durch wirtschaftliche und sozialverträgliche Maßnahmen zum effizienten Einsatz von Energie sowie durch die zunehmende Nutzung von erneuerbaren Energien (EE) oder **unvermeidbarer Abwärme** für die Energieversorgung von Gebäuden erreicht werden. Dazu gilt laut GEG:

*„**Unvermeidbare Abwärme** kann im Nachweis der Pflichterfüllung nach Absatz 1 angerechnet werden, soweit sie über ein technisches System nutzbar gemacht und im Gebäude zur Deckung des Wärmebedarfs eingesetzt wird.“*



..... Den Begriff „Abwärmenutzung“ erläutert das GEG wie folgt:
„Die neu in § 3 Absatz 1 Nummer 30a geschaffene Definition von unvermeidbarer Abwärme stellt sicher, dass für eine Anrechnung auf die 65-Prozent-EE-Vorgabe nach § 71 nur Abwärme berücksichtigt wird, die tatsächlich unvermeidbar ist, deren **Anfall sich also technisch nicht vermeiden lässt** und die sonst einfach an die Umgebung abgegeben werden müsste.“

Das GEG führt weiter aus:

„Nicht-prozessbezogene **Wärme** aus **Abluft, Raumluft** oder **Fortluft** kann ausschließlich dann als unvermeidbare Abwärme angerechnet werden, wenn sie **über eine Wärmepumpe nutzbar** gemacht wird. Darüber hinaus zählt **Abwärme aus nicht-prozessbezogener Abluft (zum Beispiel über Abluft- oder RLT-Anlagen) nicht** als unvermeidbare Abwärme.“



Diese Festlegung führt zu einer absurden Situation. Daraus folgt nämlich, dass Abwärme aus der Abluft einer RLT-Anlage erst über den **Umweg der Verwendung in einer Wärmepumpe** genutzt werden muss, um als erneuerbare Energie anerkannt zu werden, beziehungsweise auf die 65 %-EE-Vorgabe anrechenbar zu sein. Diese Forderung im GEG ist weder technisch noch ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll.....

Gemäß dem **zweiten Hauptsatz der Thermodynamik** fließt **Wärme immer**, auch „ohne Pumpen“, von einer **Wärmequelle** mit höherer Temperatur zu einer **Wärmesenke** mit geringerer Temperatur. Diese Gesetzmäßigkeit nutzt auch die Wärmerückgewinnung in RLT-Anlagen. Mit wärmerer Abluft wird die ins RLT-Gerät angesaugte kühlere Außenluft durch die WRG vor-temperiert. Ein Pumpen auf ein höheres Temperaturniveau ist damit nicht notwendig und sogar unnötig und letztlich unwirtschaftlich.



Nutzungspflicht

Eigentümer von Gebäuden, die neu gebaut werden, müssen ab dem **1. Januar 2009 Erneuerbare Energien** für ihre **Wärmeversorgung** nutzen.

Diese Pflicht trifft alle Eigentümer, egal ob Private, den Staat oder die Wirtschaft.

Genutzt werden können alle **Formen von Erneuerbaren Energien**, auch in **Kombination**.

Dazu zählen solare **Strahlungsenergie**, **Geothermie**, **Umweltwärme** und **Biomasse**.

Wer **keine Erneuerbaren Energien** einsetzen will, kann **andere Klima schonende Maßnahmen** ergreifen: Eigentümer können ihr Haus stärker dämmen, **Abwärme nutzen**, Wärme aus Fernwärmenetzen beziehen oder Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung einsetzen (**Ersatzmaßnahme**).



IV. Abwärme

1. Sofern Abwärme durch **Wärmepumpen** genutzt wird, gelten die Nummern III.1 und III.2 entsprechend.
2. Sofern **Abwärme** durch **raumluftechnische Anlagen** mit **Wärmerückgewinnung** genutzt wird, gilt diese Nutzung nur dann als Ersatzmaßnahme nach § 7 Nr. 1 Buchstabe a, wenn
 - a) der **Wärmerückgewinnungsgrad** der Anlage mindestens **70 Prozent** und
 - b) die aus dem **Verhältnis** von der aus der **Wärmerückgewinnung** stammenden und genutzten **Wärme zum Stromeinsatz** für den Betrieb der raumluftechnischen Anlage ermittelte **Leistungszahl mindestens 10** betragen.



Die **Rückgewinnung** von Wärme aus dem Fortluftstrom von Gebäuden ist eine wichtige **Maßnahme** zur **Senkung** des **Endenergiebedarfs** für die Raumwärmebereitstellung.

Es ist unplausibel, dass **Abwärme** auf einem höheren Temperatur- und damit Exergieniveau als **Ersatzmaßnahme** und nicht als erneuerbare Energie gemäß EEWärmeG betrachtet wird, während **dieselbe Wärme**, „nach außen gelüftet“ und durch den Mischprozess mit kühlerer Außenluft abgekühlt, als „**Umweltwärme**“ und damit als **erneuerbare Energie** gilt, obwohl letztere unter Aufwand von Energie (z. B. Strom für elektrische Wärmepumpen) auf das Temperaturniveau der Gebäude gehoben werden muss.



Man kann daher die Ansicht vertreten, dass **Abwärme** als **regenerativ** im eigentlichen Sinne zu betrachten ist.

Durch die Lüftung mit **WRG** ergeben sich **erhebliche Einsparungen des Endenergiebedarfs**.

Kommen erneuerbare Heizungen zum Einsatz, so dient die WRG einer wesentlich effizienteren Nutzung der erneuerbaren Wärme, denn in Kombination mit erneuerbarer Energie fungiert WRG wie eine „**Effizienzmaßnahme**“ der Heizung und Kühlung (analog zur Brennwertnutzung bei Biomassekesseln).

Dies steigert die Rechtfertigung, WRG zu fördern, da dann der eingesetzte erneuerbare Brennstoffs (oder Solarenergie) einen größeren Nutzen erzielt.

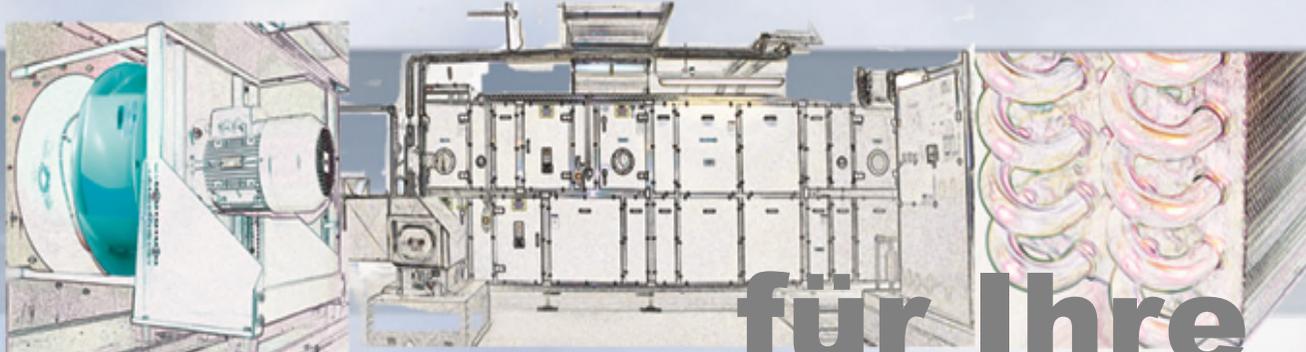


Fördert man WRG in Kombination mit erneuerbaren Energien, wäre es widersinnig, diese nicht auch in Verbindung mit fossilen Energien zu fördern, da in diesen Einsatzfällen fossile Brennstoffe und CO₂-Emissionen in erheblichem Umfang eingespart werden.

Die Maßnahme Einbau einer **WRG senkt** den **Heizwärmebedarf** und damit den Brennstoffbedarf **erheblich**.

Eine solche Maßnahme ist ein wichtiger Schritt in Richtung einer zukunftsfähigen technischen Gebäudeausrüstung.

Herzlichen Dank



für Ihre
Aufmerksamkeit

Raumlufttechnik Anforderungen

Energierückgewinnung und Energieeffizienz-
technologien in der Lüftungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Dr. Christoph Kaup

c.kaup@howatherm.de

Boris Wollscheid B. Eng

broris.wollscheid@howatherm.de



Umwelt-Campus
Birkenfeld

H O C H
S C H U L E
T R I E R