Handwerkskammer Dresden
14.05.2014

Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit, Förderung

Wohnraumlüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

saena
Sächsische
Energieagentur GmbH

Aufgaben der Sächsischen Energieagentur – SAENA GmbH

- Initiierung und Entwicklung von Lösungsstrategien sowie Begleitung von Modellprojekten und Verbundvorhaben in den Bereich der Energieeffizienz und der zukünftigen Energieversorgung
- **Initialberatung zur Steigerung der Energieeffizienz** und zum Einsatz erneuerbarer Energien unter Einbeziehung von Fördermöglichkeiten (Freistaat Sachsen, Bund und EU)
- Aufbau gezielter Weiterbildungsprogramme und zielgruppenspezifischer Öffentlichkeitsarbeit sowie Netzwerkbildung zum Erfahrungs- und Informationsaustausch

Agenda

1. Grundlagen Effizienz Lüftungsanlagen – Theorie und Praxis
2. Wirtschaftlichkeit Lüftungsanlagen mit WRG
3. Förderung KfW

Energieeffizienz KWL WRG

Effizienz Wärmerückgewinnung

- Wirkungsgrad der Wärmeübertragers
- Wärmeverluste Kanalnetz Anlagentechnik

+

Effizienz Luftverteilung

- Wirkungsgrad Ventilatoren
- Druckverlust der Anlage extern
- Abgleich der Volumenströme und externe Leckagen

Prüfung Energieeffizienz Luftgeräte

Effizienz Wärmerückgewinnung

- Wirkungsgrad der Wärmeübertragers
- Wärmeverluste Kanalnetz Anlagentechnik ?

Effizienz Luftverteilung

- Wirkungsgrad Ventilatoren
- Druckverlust der Anlage extern ?
- Abgleich der Volumenströme und externe Leckager

Differenzierte Ansätze DIBt- und PHI

Energieeffizienz Luftverteilung

Wirkungsgrad Ventilatoren und

interne Druckverluste Luftgeräte

+ Externe Druckverluste

Prüfung

DIBt 100 Pa bei **max.** Volumenstrom

PHI 100 Pa. bei **geprüften** Volumenstrom

saena Sächsische Energieagentur GmbH

Elektroenergieeffizienz nach PHI

Die gesamte elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes inklusive Steuerung, jedoch ohne Frostschutzheizung

0,35 Wh/m³

bei einem Volumenstrom von 157 m³/h

und 100 Pa externem Druckverlust

Zertifikat

gültig bis 31.12.2003

Passivhaus Institut
Dr. Wolfgang Feist
Rheinstraße 44/46
D-64283 Darmstadt

Passivhaus geeignete Komponente: Wärmerückgewinnungsgerät
Hersteller: ...
Produktname: ...

Folgende Kriterien wurden für die Zuerkennung des Zertifikates geprüft:

1) Passivhaus-Behaglichkeitskriterium:
2) Effizienz-Kriterium (Wärme):
3) Effizienz-Kriterium (Strom):
0,45 Wh/m³/h geförderter Zuluftvolumenstrom
4) Dichtheit:
5) Dämmung:
6) Abgleich und Regelbarkeit:
7) Schallschutz:
8) Raumlufthygiene:
9) Frostschutzschaltung:

Das Zertifikat ist wie folgt zu verwenden:

PASSIV HAUS geeignete KOMPONENTE
Dr. Wolfgang Feist

Wärmerückgewinnung:
Wärmebereitstellungsgrad (effektiv): ... %
Elektroeffizienz: ... Wh/m³

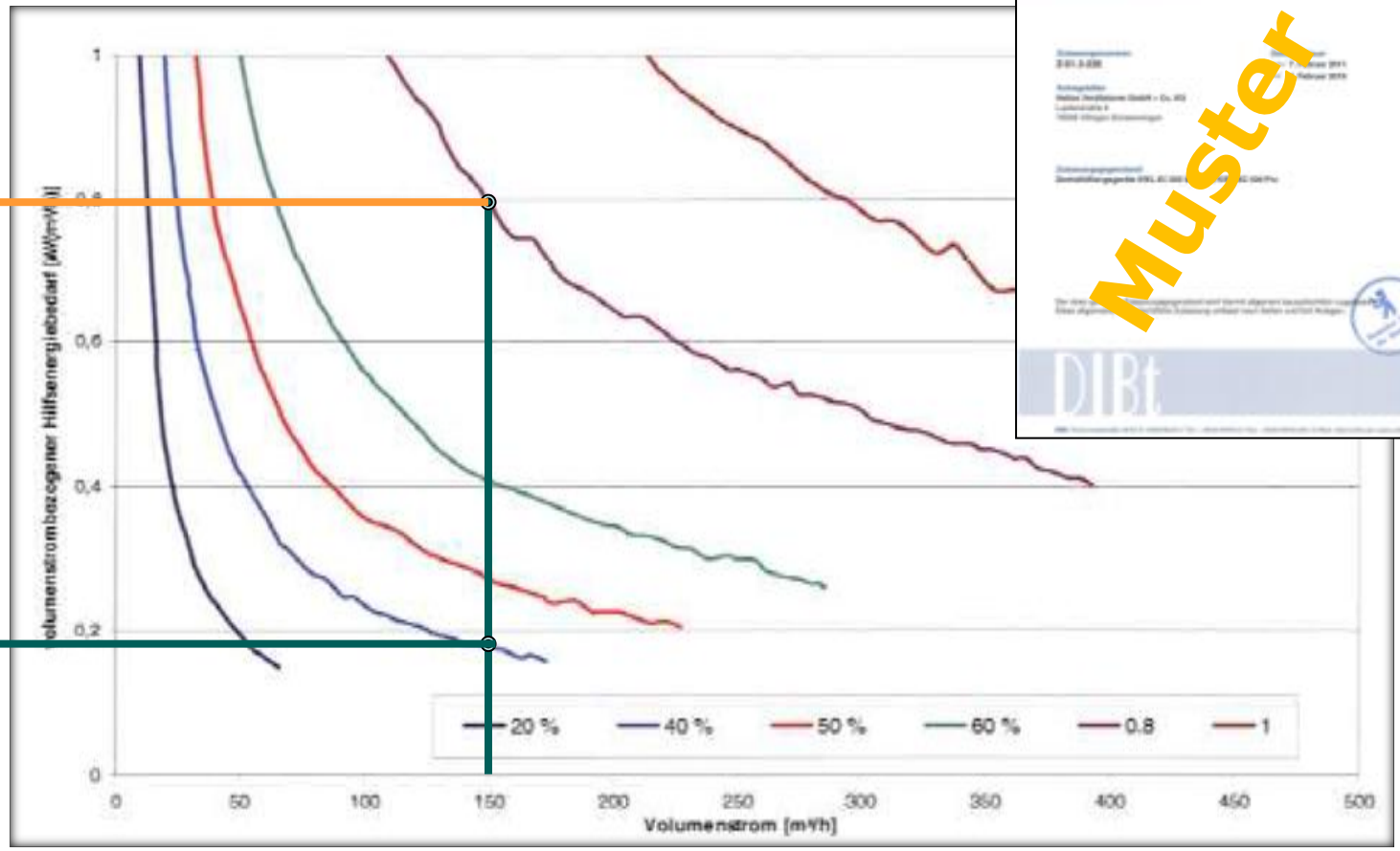
MUSTER

saena Sächsische Energieagentur GmbH

Volumenstrombezogener Hilfsenergiebedarf
Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung **DIBt**

150 m3/h
80 %
0,80 W/(m3h)

150 m3/h
20 %
0,20 W/(m3h)



saena
Sächsische Energieagentur GmbH

Gleichwertigkeit für von Zu- und Abluftsystemen mit WRG nach DIN 1946-6 Anhang G

$$\dot{q} = \dot{q}_{L,Vent} + \dot{q}_{L,Inf+Fe} + \dot{q}_{Hilfsenergie} = konst.$$

Volumenstromspezifische Leistung (primärenergetisch gewichtet) =
Wärmestrom Ventilatorlüftung + Wärmestrom Infiltration und Fensterlüftung+ spezifische Leistung Ventilatoren = konstant

mit

— **Anteil für lüftungstechnische Maßnahmen (spezifischer Wärmestrom durch lüftungstechnische Maßnahmen)**

$$\dot{q}_{L,Vent} = \frac{q_{V,LtM}}{q_{V,LtM,100}} \cdot \frac{A_{Vent}}{A_{NE}} \cdot c_p \cdot \rho \cdot \Delta\vartheta_{Vent} \cdot \eta_{Anl} \cdot e_{p,Wärme}$$

Vereinfachend gilt unter definierten Randbedingungen (siehe 8.4):

$$GLW = \frac{1000}{0{,}11 \cdot \frac{q_{V,LtM}}{q_{V,LtM,100}} \cdot \frac{A_{Vent}}{A_{NE}} \cdot \left(1 - \frac{\eta'_{WÜT}}{100} - \frac{100}{q_{V,LtM}/q_{V,LtM,100}} + 0{,}45 \cdot P_{el,Vent}\right) + 1660} \geq 1 \qquad \text{(G.6)}$$

saena Sächsische Energieagentur GmbH

Gleichwertigkeit von Lüftungsanlagen/ Lüftungsgeräten mit WRG

Tabelle 1: Energetische Gleichwertigkeit von Zu-Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung bei variablem Wärmebereitstellungsgrad und variabler Leistungsaufnahme der Ventilatoren
Luftvolumenstrom **≤ 600 m³/h**

Volumenstrom ≤ 600m³/h

Energieträger Erdgas / Heizöl

	Wärmebereitstellungsgrad	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
maximale elektrische Leistungsaufnahme $P_{el,Vent}$ in $W/(m^3*h^{-1})$	konventionelle Systeme	-	-	0,15	0,27	**0,40**	0,53	0,65	0,78
	bedarfsgeführte Systeme	0,05	0,18	0,31	0,43	0,56	0,69	0,81	0,94

Energieträger Fernwärme

	Wärmebereitstellungsgrad	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
maximale elektrische Leistungsaufnahme $P_{el,Vent}$ in $W/(m^3*h^{-1})$	konventionelle Systeme	0,08	0,16	0,24	0,32	**0,40**	0,48	0,56	0,64
	bedarfsgeführte Systeme	0,21	0,29	0,37	0,45	0,53	0,61	0,69	0,77

iTG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden
Forschung und Anwendung GmbH
Prof. Oschatz - Dr. Hartmann - Dr. Werdin – Prof. Felsmann

Energieeffizienz **Luftverteilung**

anlagenspezifisch:

Tatsächlicher Druckverlust der Anlage extern, abhängig von:

- Summe aller Einzelwiderstände
- Volumenstrom und Strömungsgeschwindigkeit
- Kanalsystem und -länge
- „Pneumatischer" Abgleich der Volumenströme
- Dichtigkeit Kanal und Einbauten

Qualifizierte Planung und Ausführung

saena
Sächsische Energieagentur GmbH

Planung und Ausführung

VOB Teil C DIN 18379 a. R. d. T.

3.1.1 Die **Bauteile** von Raumlufttechnischen Anlagen sind so aufeinander abzustimmen, dass die geforderte Leistung erbracht, die Betriebssicherheit gegeben und ein **sparsamer** und **wirtschaftlicher Betrieb möglich ist ....**

3.1.3 Der AN hat bei der Prüfung der vom AG gelieferten Unterlagen u. Berechnungen u. a. hinsichtlich der Beschaffenheit und Funktion der Anlage besonders zu achten auf:

- **Luftvolumenstrom**
- **Luftleitungsberechnung**

saena
Sächsische Energieagentur GmbH

Planung und **Ausführung**

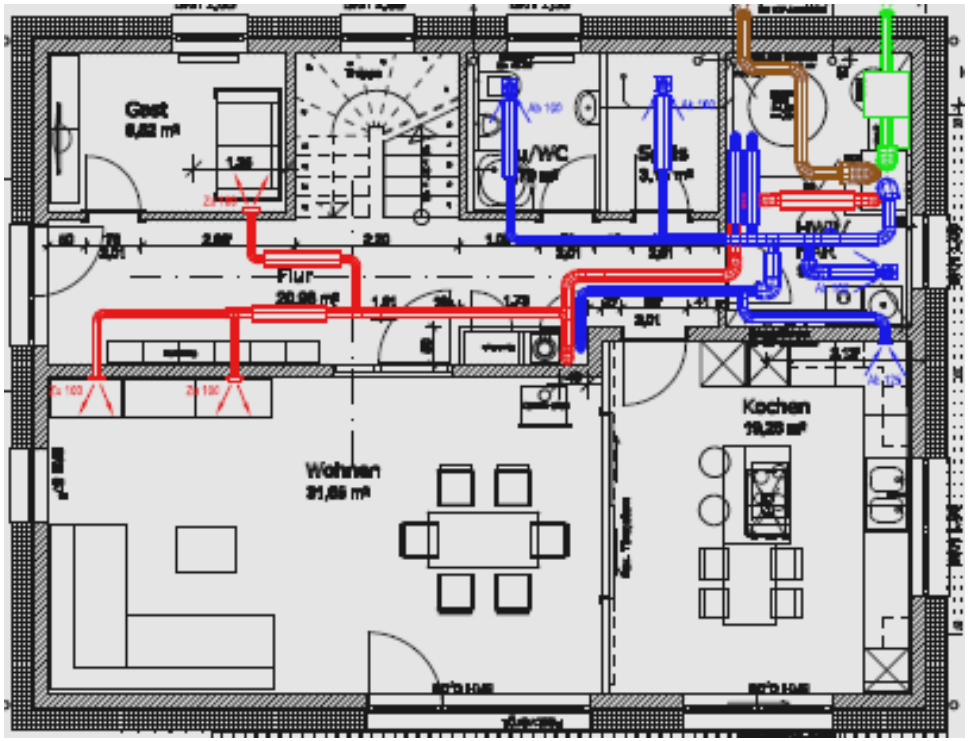
VOB Teil C DIN 18379

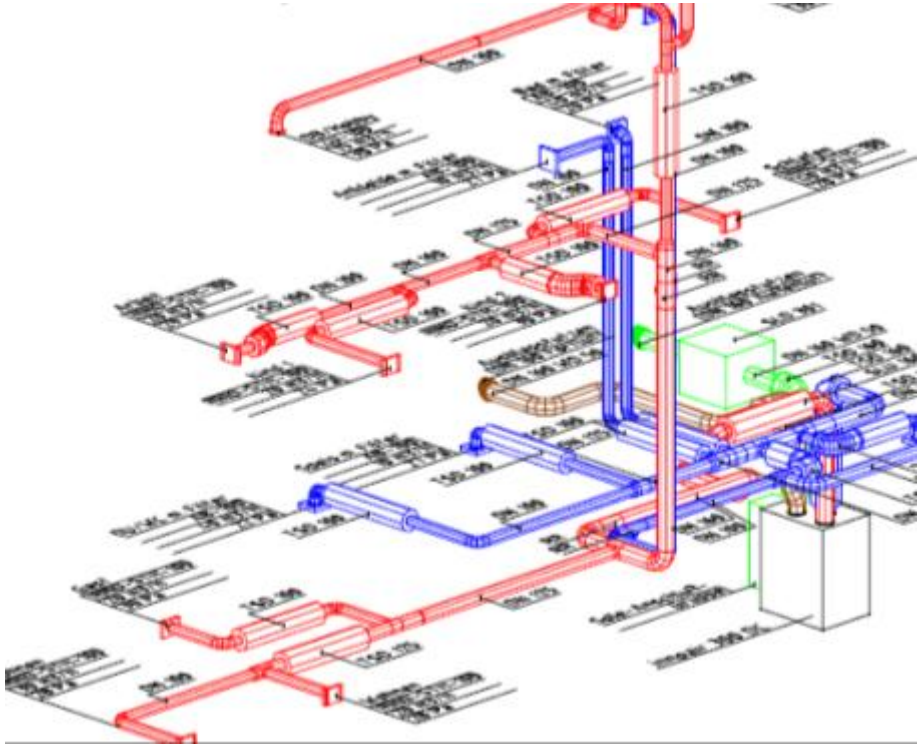
3.1.4 Der AN hat bei seiner Prüfung Bedenken …insbesondere geltend zu machen bei:

- Unstimmigkeiten in den vom AG gelieferten Planungsunterlagen und **Berechnungen**…

3.4.1 Der AN hat die Anlagenteile so einzustellen, dass die geplanten Funktionen und Leistungen erbracht und die gesetzlichen Bestimmungen erfüllt werden. Der **Abgleich** der Luftvolumenströme ist den rechnerisch ermittelten Einstellwerten entsprechend vorzunehmen……

Beispiel 2 Planung Lüftungsanlagen





- Bedarfsermittlung Nutzungseinheiten
- Festlegung Effizienzkriterien und Geräteauswahl
- Luftkanalführung und Dimensionierung
- Druckverlustberechnung und Prüfung Abgleichmöglichkeiten
- Prognose Einsparpotential und Wirtschaftlichkeit

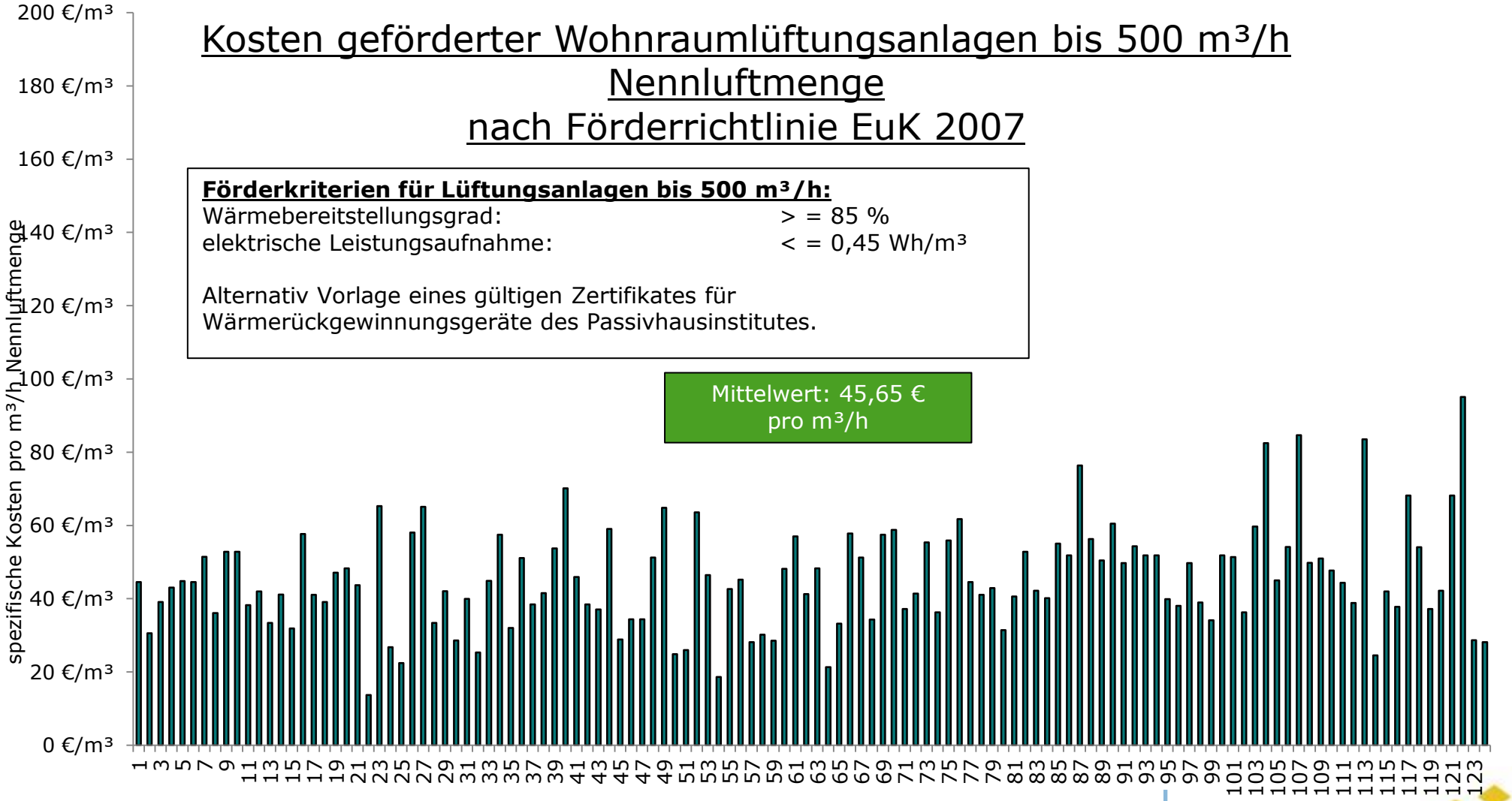
saena Sächsische Energieagentur GmbH

Agenda

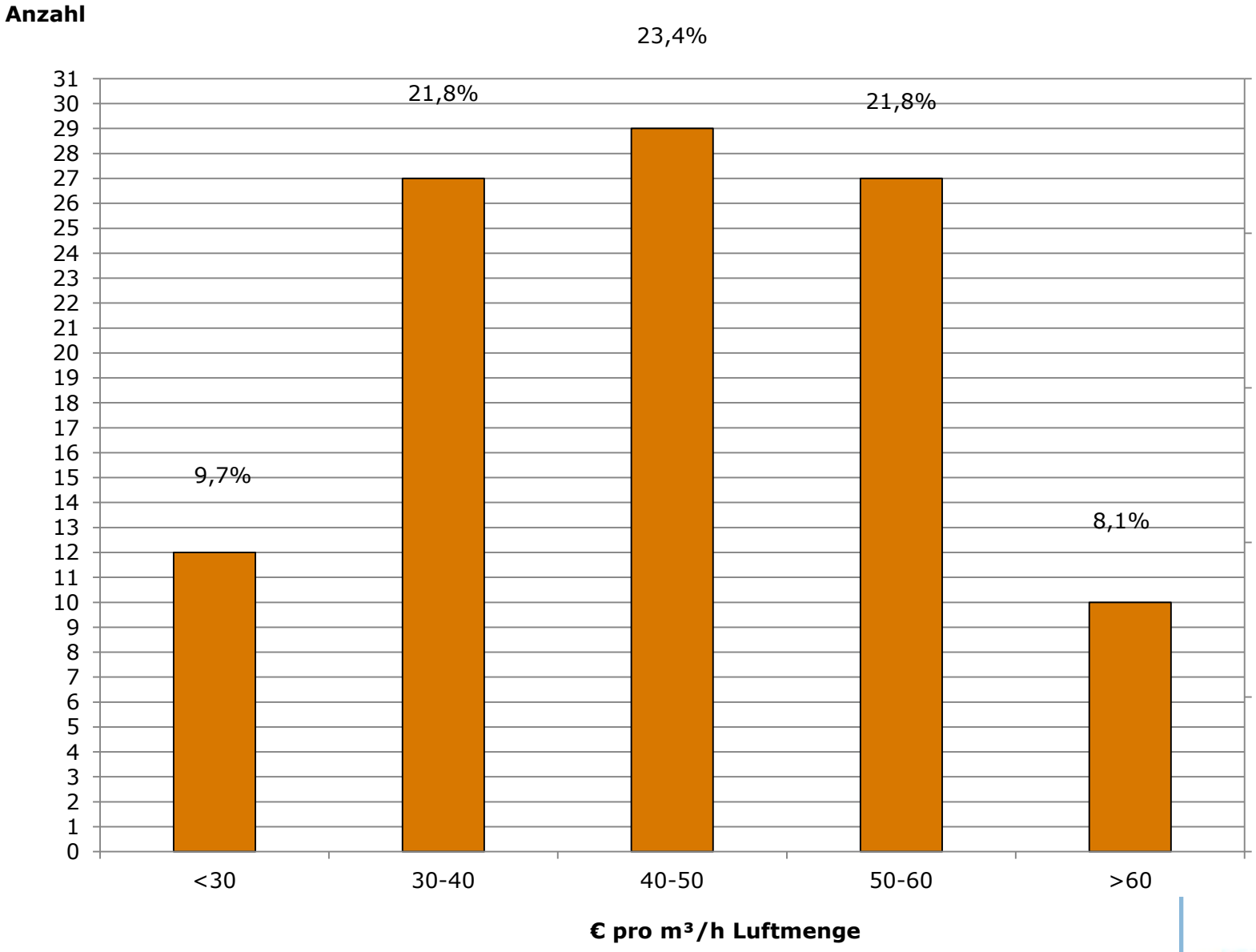
1. Grundlagen Effizienz Lüftungsanlagen – Theorie und Praxis
2. Wirtschaftlichkeit Lüftungsanlagen mit WRG
3. Förderung KfW

saena
Sächsische Energieagentur GmbH

Investition Lüftungsanlagen mit WRG €/m³h⁻¹



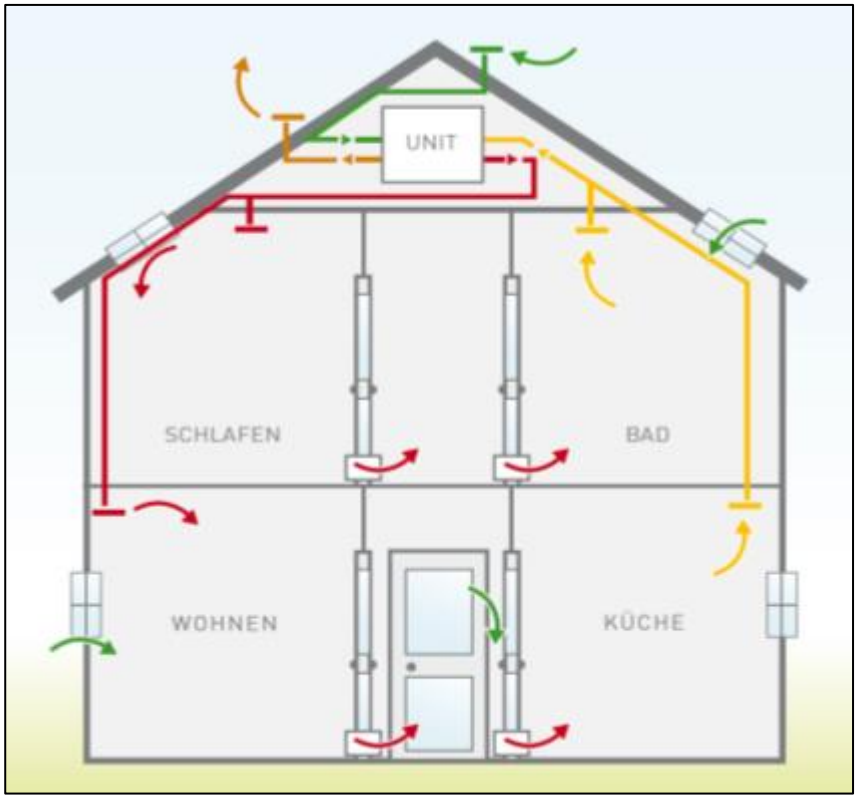
saena Sächsische Energieagentur GmbH



saena Sächsische Energieagentur GmbH

Wirtschaftlichkeit und Energieeffiezinz Bspl. EFH

- ✓ 150 m2 Wohnfläche
- ✓ Luftwechsel 0,4 h^{-1}
- ✓ Nennluftmenge 150 m^3/h
- ✓ Investition 45 €/ m^2
- ✓ Kapitalkosten 1,5 %
- ✓ Wartungskosten 1,5 %/ a
- ✓ Anlagennutzungsdauer 15 Jahre



Variabel

- ➢ **Wärmerückgewinnungsgrad**
- ➢ **elektrische Leistungsaufnahme**
- ➢ **Energiepreissteigerung**

saena Sächsische Energieagentur GmbH

- Wärmerückgewinnungsgrad 90 %
- elektrische Leistungsaufnahme 0,30 Wh/m³

Einsparberechnung Lüftung Heizen:

		Strombedarf Ventilator:	394 kWh
Luftmenge $V_{;Luft;Soll}$:	150,00 m³/h	$T_{auslegung;AU}$ in °C:	
spezifische Wärmekapazität Luft:	1,12 kJ/kgK	-14,00 °C	
Dichte der Luft:	1,20 kg/m³		
WRG-Grad η_{WRG}:	90%	$Q_{Heiz;max.}$ in kW:	0,19 kW
Spezifische Ventilatorleistung	0,30 Wh/m3		

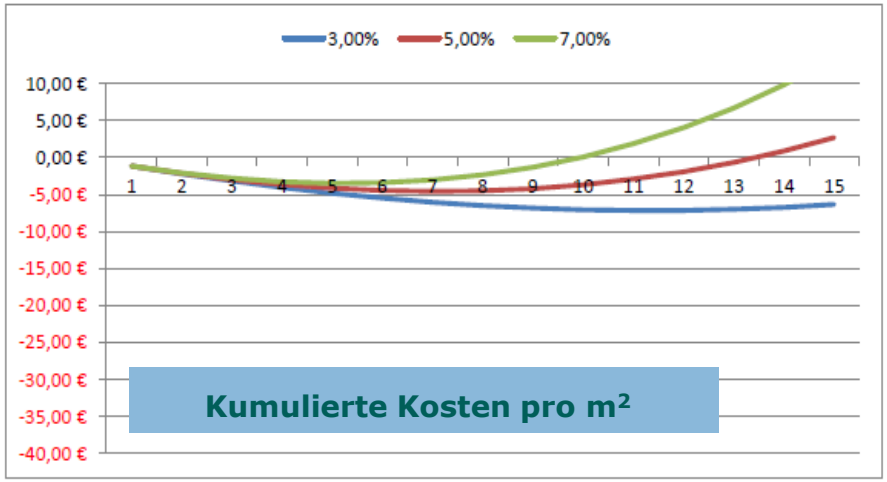
	Betriebszeit	T_{Zuluft} in °C:	V_{ist}/V_{soll} in %:
Zone 1	24 h	20,00 °C	100%
Zone 2	0 h	16,00 °C	50%
Zone 3	0 h	14,00 °C	50%

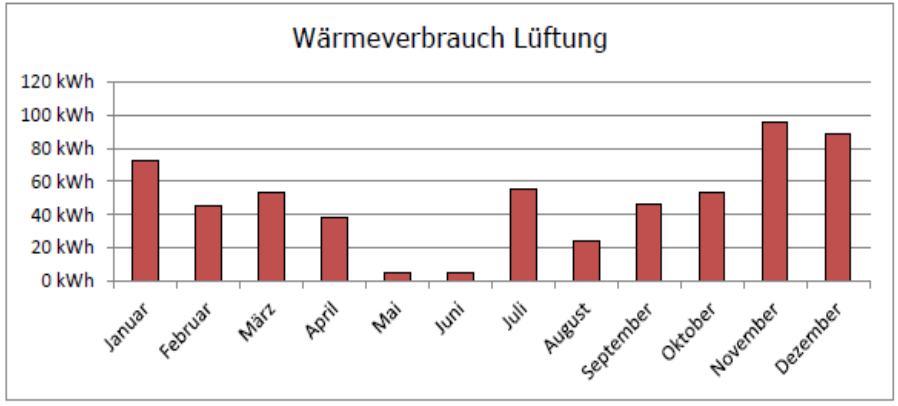
spez. Energiekosten	AP in €/kWh	LP in €/kW
Wärme	0,0900 €/kWh	45,00 €/kW
Strom	0,2400 €/kWh	

Monat	2009	bereinigt	Prozent
Januar	83 kWh	73 kWh	13%
Februar	46 kWh	45 kWh	8%
März	52 kWh	54 kWh	9%
April	21 kWh	38 kWh	6%
Mai	5 kWh	5 kWh	1%
Juni	7 kWh	5 kWh	1%
Juli	19 kWh	55 kWh	9%
August	24 kWh	24 kWh	4%
September	27 kWh	46 kWh	8%
Oktober	62 kWh	53 kWh	9%
November	78 kWh	96 kWh	16%
Dezember	95 kWh	89 kWh	15%
Summe		582 kWh	

Einsparung Wärme / Strom p.a. in kWh	5242 kWh	-394 kWh
Einsparung Wärme p.a. in €:	548,89 €	-94,61 €
Einsparung Wärme Strom p.a. in €:	454,28 €	3,03 €

Antragsteller:	xxxxxxxx
Antragsnummer:	xxxxxxxx





saena Sächsische Energieagentur GmbH

- Wärmerückgewinnungsgrad 90 %
- elektrische Leistungsaufnahme **0,60** Wh/m³

Einsparberechnung Lüftung Heizen:

		Strombedarf Ventilator:	788 kWh
Luftmenge $V_{;Luft;Soll}$:	150,00 m³/h	$T_{auslegung;AU}$ in °C:	
spezifische Wärmekapazität Luft:	1,12 kJ/kgK	-14,00 °C	
Dichte der Luft:	1,20 kg/m³		
WRG-Grad η_{WRG}:	90%	$Q_{Heiz;max.}$ in kW:	0,19 kW
Spezifische Ventilatorleistung	0,60 Wh/m3		

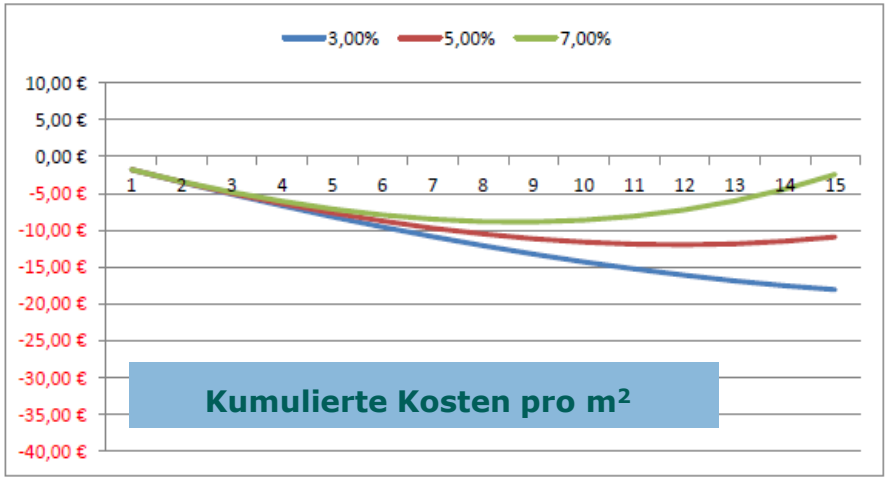
	Betriebszeit	T_{Zuluft} in °C:	V_{ist}/V_{soll} in %:
Zone 1	24 h	20,00 °C	100%
Zone 2	0 h	16,00 °C	50%
Zone 3	0 h	14,00 °C	50%

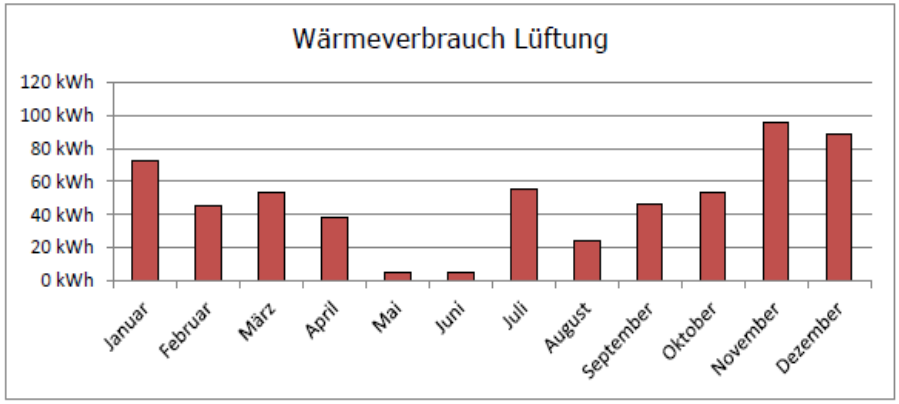
spez. Energiekosten	AP in €/kWh	LP in €/kW
Wärme	0,0900 €/kWh	45,00 €/kW
Strom	0,2400 €/kWh	

Monat	2009	bereinigt	Prozent
Januar	83 kWh	73 kWh	13%
Februar	46 kWh	45 kWh	8%
März	52 kWh	54 kWh	9%
April	21 kWh	38 kWh	6%
Mai	5 kWh	5 kWh	1%
Juni	7 kWh	5 kWh	1%
Juli	19 kWh	55 kWh	9%
August	24 kWh	24 kWh	4%
September	27 kWh	46 kWh	8%
Oktober	62 kWh	53 kWh	9%
November	78 kWh	96 kWh	16%
Dezember	95 kWh	89 kWh	15%
Summe		582 kWh	

Einsparung Wärme / Strom p.a. in kWh	5242 kWh	-788 kWh
Einsparung Wärme p.a. in €:	548,89 €	-189,22 €
Einsparung Wärme Strom p.a. in €:	359,67 €	2,40 €

Antragsteller:	xxxxxxxx
Antragsnummer:	xxxxxxxx





saena Sächsische Energieagentur GmbH

- Wärmerückgewinnungsgrad **70** %
- elektrische Leistungsaufnahme **0,70** Wh/m³

Einsparberechnung Lüftung Heizen:

		Strombedarf Ventilator:	920 kWh
Luftmenge $V_{;Luft;Soll;}$	150,00 m³/h	$T_{auslegung;AU}$ in °C:	
spezifische Wärmekapazität Luft:	1,12 kJ/kgK	-14,00 °C	
Dichte der Luft:	1,20 kg/m³		
WRG-Grad η_{WRG}:	70%	$Q_{Heiz;max.}$ in kW:	0,57 kW
Spezifische Ventilatorleistung	0,70 Wh/m3		

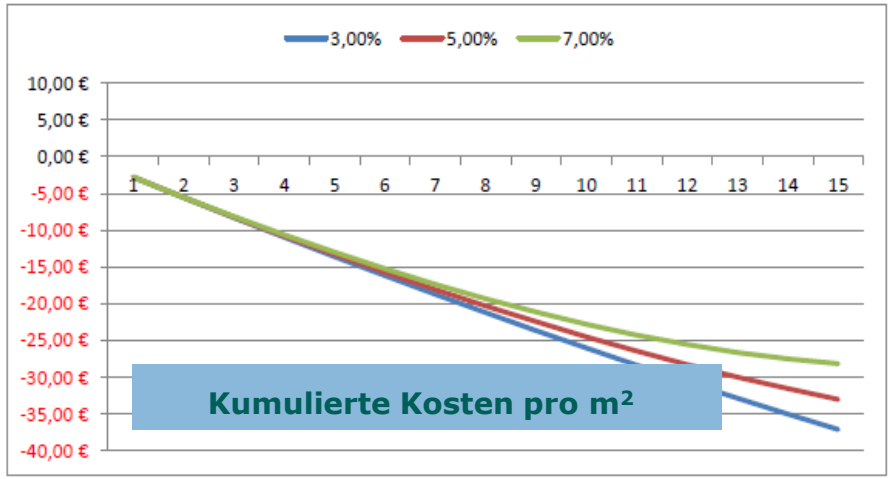
	Betriebszeit	T_{Zuluft} in °C:	V_{ist}/V_{soll} in %:
Zone 1	24 h	20,00 °C	100%
Zone 2	0 h	16,00 °C	50%
Zone 3	0 h	14,00 °C	50%

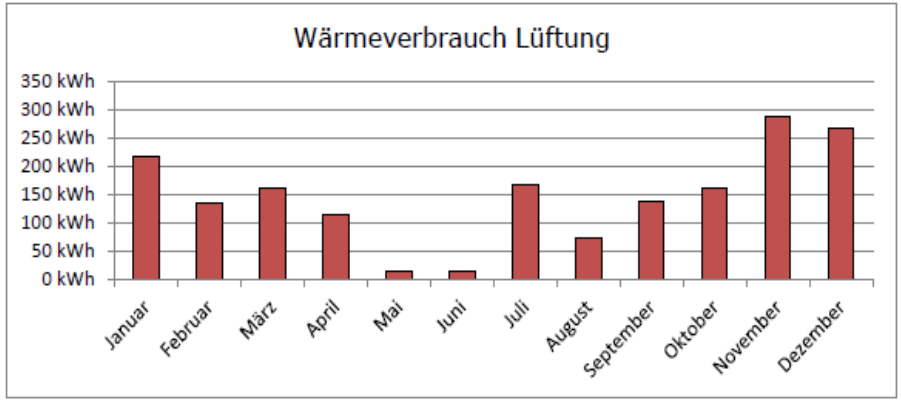
spez. Energiekosten	AP in €/kWh	LP in €/kW
Wärme	0,0900 €/kWh	45,00 €/kW
Strom	0,2400 €/kWh	

Monat	2009	bereinigt	Prozent
Januar	250 kWh	218 kWh	13%
Februar	137 kWh	135 kWh	8%
März	157 kWh	161 kWh	9%
April	62 kWh	113 kWh	6%
Mai	14 kWh	15 kWh	1%
Juni	21 kWh	15 kWh	1%
Juli	58 kWh	166 kWh	9%
August	72 kWh	72 kWh	4%
September	80 kWh	139 kWh	8%
Oktober	187 kWh	160 kWh	9%
November	233 kWh	287 kWh	16%
Dezember	286 kWh	266 kWh	15%
Summe		1747 kWh	

Einsparung Wärme / Strom p.a. in kWh:	4077 kWh	-920 kWh
Einsparung Wärme p.a. in €:	426,91 €	-220,75 €
Einsparung Wärme Strom p.a. in €:	206,16 €	1,37 €

Antragsteller:	xxxxxxxx
Antragsnummer:	xxxxxxxx





saena Sächsische Energieagentur GmbH

Wirtschaftlichkeit durch Energiekosteneinsparung auch bei optimierten Anlagen und mit moderaten Energiepreissteigerungen innerhalb 15 Jahren Anlagennutzungsdauer schwierig darstellbar, aber zusätzlicher Bonus durch:

Kostenvermeidung

- Sanierung für Feuchteschäden und Schimmelpilzbeseitigung
- Juristische Auseinandersetzungen Vermieter/ Mieter

Verbesserung Lebens- und Wohnqualität

- Qualitativ bessere Raumluft
- Besserer Schallschutz
- Höhere Sicherheit
- Minderung Krankheits- und Allergierisiken

Verbesserung Verkehrswert

Agenda

1. Grundlagen Effizienz Lüftungsanlagen – Theorie und Praxis
2. Wirtschaftlichkeit Lüftungsanlagen mit WRG
3. Förderung KfW

KfW: Energieeffizient Sanieren - Kredit (Programm-Nr. 151, 152)

Finanzierung der energetischen Sanierung von Wohngebäuden im Rahmen des "CO2-Gebäudesanierungsprogramms" des Bundes

- Antragsteller Privatperson, Unternehmen, Kommune, Gemeinnützige Organisation
- Selbstgenutzte und vermietete **Wohngebäude, Wohn-, Alten- und Pflegeheime**
- Bauantrag bzw. Bauanzeige vor dem **01.01.1995** gestellt
- Maßnahmen müssen durch ein Baufachunternehmen durchgeführt werden

A. Sanierung zum KfW-Effizienzhaus; KfW-Effizienzhaus Denkmal und erhaltenswerte Bausubstanz (Programm-Nr. 151))

- Sofern das Gebäude überwiegend wohnwirtschaftlich genutzt wird (Wohnfläche im Gebäude beträgt mehr als 50 Prozent), ist eine zentrale Heizungsanlage (einschließlich des hydraulischen Abgleichs) und/oder **eine zentrale Lüftungsanlage für das Gesamtgebäude förderfähig.**
- Der Ansatz eines **reduzierten Luftwechsels** mit n = 0,6 h-1, bzw. **0,55 h-1** bei Gebäuden mit Lüftungsanlage kann nur verwendet werden, wenn auch nach Abschluss des Sanierungsvorhabens die entsprechend erforderliche Luftdichtheit des Gebäudes mit einer Luftdichtheitsmessung nachgewiesen wird. In diesem Fall muss auf die Luftdichtheit von der Planung an bis zur Bauausführung besonders geachtet werden.

- ✓ Kreditbetrag in Höhe von max. 75.000 Euro je Wohneinheit
- ✓ **Förderbetrag Tilgungszuschüsse 2,5 bis 17,5 %**

B. Förderung von Einzelmaßnahmen bzw. -kombinationen (Programm-Nr.152 Kredit/ 430 Zuschuss)

Erneuerung/Einbau einer Lüftungsanlage

- Abluftsysteme, die Feuchte-, CO - oder Mischgasgeführt geführt sind
  spez. elekt. Leistungsaufnehme P max. 0,20 W/m³h
- **zentrale-, dezentrale oder raumweise Anlagen mit Wärmeübertrager**
  Wärmebereitstellungsgrad min. 80 %; elektr. Leistungsaufnehme max. 0,45 W/m³h
  <u>oder</u>
  Wärmebereitstellungsgrad min. 75 %; spez. elektr. Leistungsaufnehme P max. 0,35 W/m³h
- *Kompaktgerät Luft-/Luft-Wärmeübertrager und Abluftwärmepumpe*
- *Kompaktgerät Luft-/Luft-/Wasser-Wärmepumpe ohne Luft-/Luft-Wärmeübertrager*

- Kreditbetrag max. 50.000 Euro pro Wohneinheit
  oder Zuschuss 10 %, max. 5000 € pro Wohneinheit

Richtlinie EuK 2007

R 14: Wohnraumlüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung

Ausschließlich KMU im RB Leipzig
Errichtung und Abrechnung bis 30.06.2014

Energieeffizienzkriterien
Wärmebereitstellungsgrad **85 %**
Gesamte elektrische Leistungsaufnahme **0,45 Wh/m³**

Anlagen **bis** 500 m³/h
- ✓ Zertifikat Passivhausinstitut (www.passiv.de) oder
- ✓ Allgemein bauaufsichtliche Zulassung des DIBT

Anlagen **über** 500 m³/h
Auslegungsberechnungdurch den Hersteller über:
- gesamte elektrische Leistungsaufnahme von maximal 0,45 Wh/m³
- Wärmebereitstellungsgrad von 80 Prozent

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Die Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH:

→ Energieeffizienz - Unternehmen
→ Energieeffizienz - Gebäude
→ Energieeffizienz - Verkehr
→ Energieeffizienz - Kommunen/Landkreise
→ Zukunftsfähige Energieversorgung
→ Projekte im schulischen Bereich

→ Beratung
→ Weiterbildung
→ Öffentlichkeitsarbeit

Tipp: www.energieportal-sachsen.de

Sprechen Sie uns an! Beratertelefon: 0351 - 4910 3179

saena
Sächsische Energieagentur GmbH