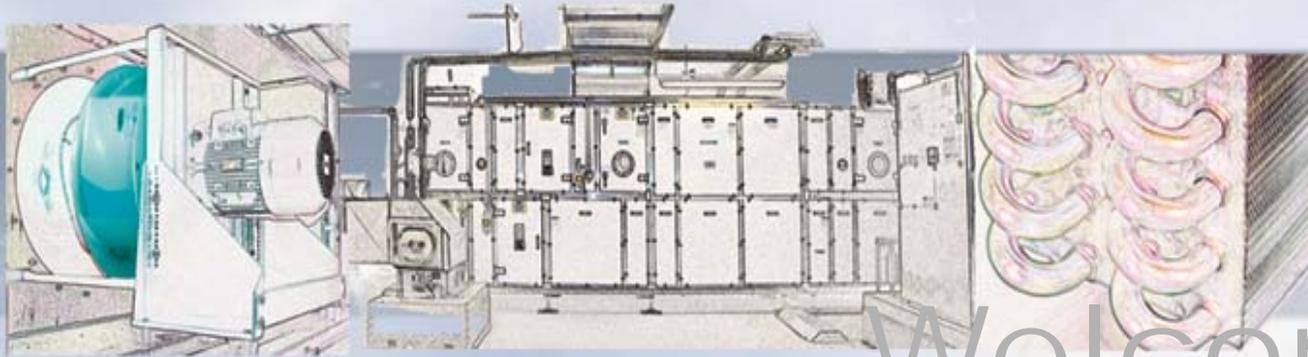


Willkommen



Bienvenue

Welcome

Die Bedeutung der Raumluftechnik im Kontext der Energiewende

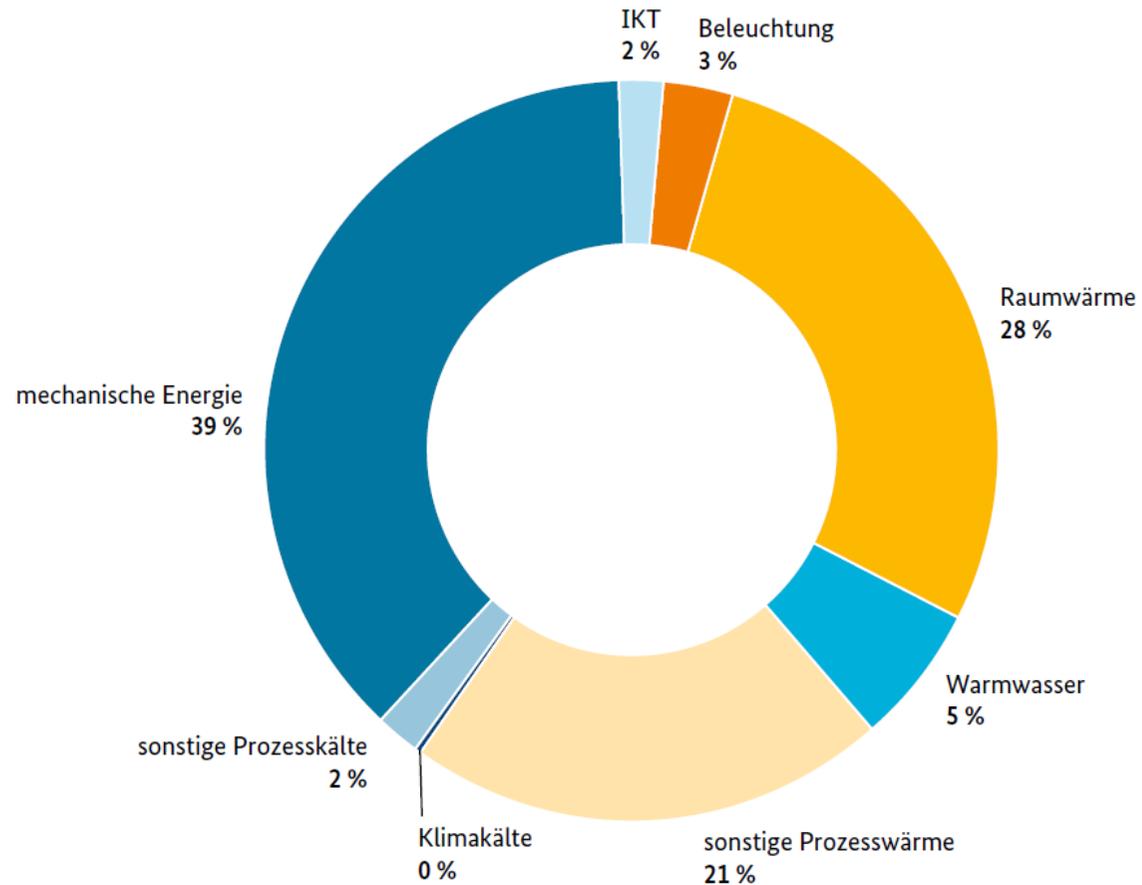
Prof. Dr.-Ing. Christoph Kaup
c.kaup@umwelt-campus.de



Fachverband
Gebäude-Klima e.V.

Energie in Deutschland

Energieverbrauch nach Anwendungsbereichen in Deutschland 2016 (insgesamt 9.151 PJ)



Energiedaten und –szenarien, Publikation: Gesamtausgabe der Grafiken zu Energiedaten, BMWi, 01/2018

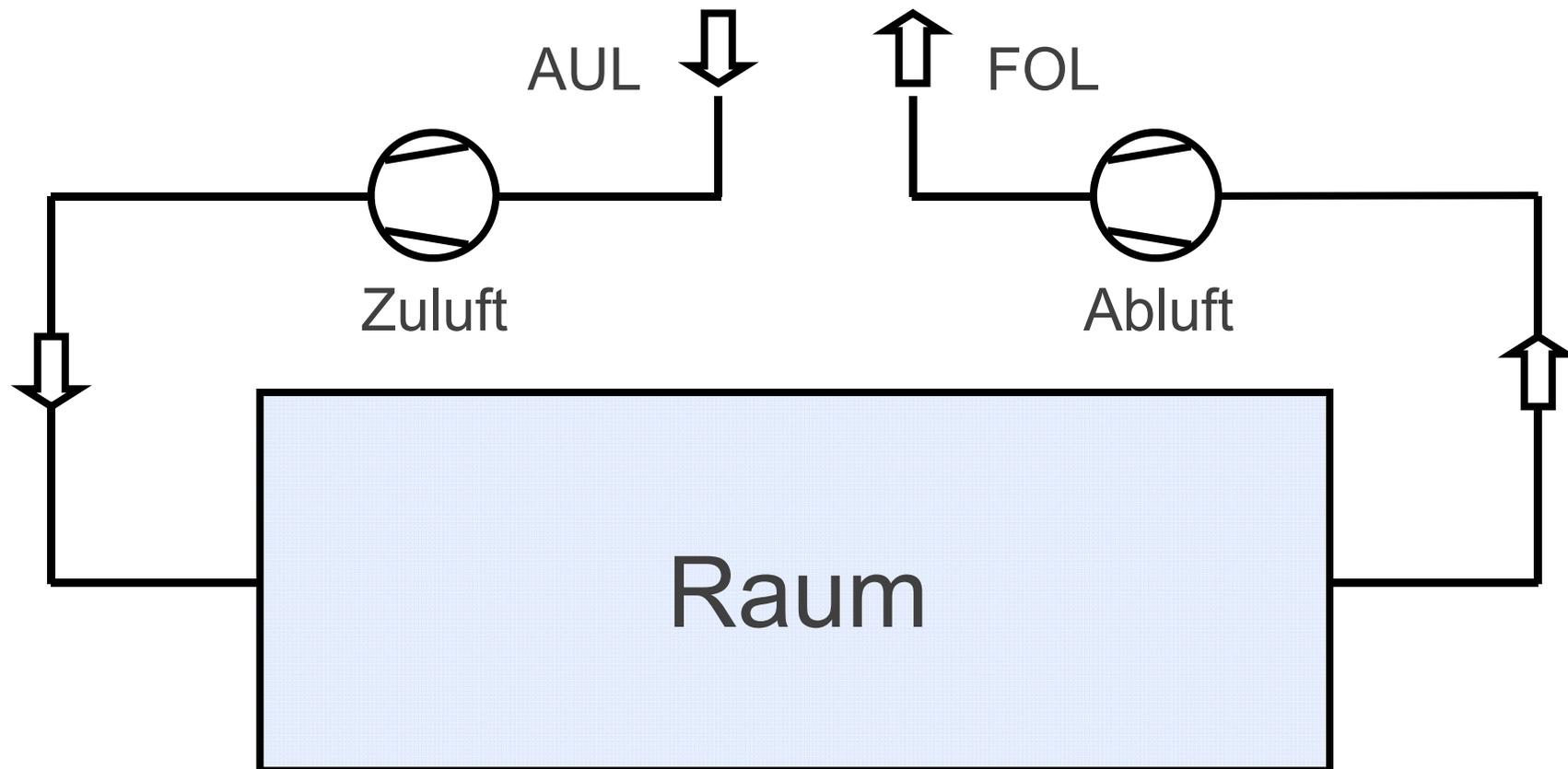
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB)

Transmissionswärme
(Dämmen der **Gebäudehülle**)

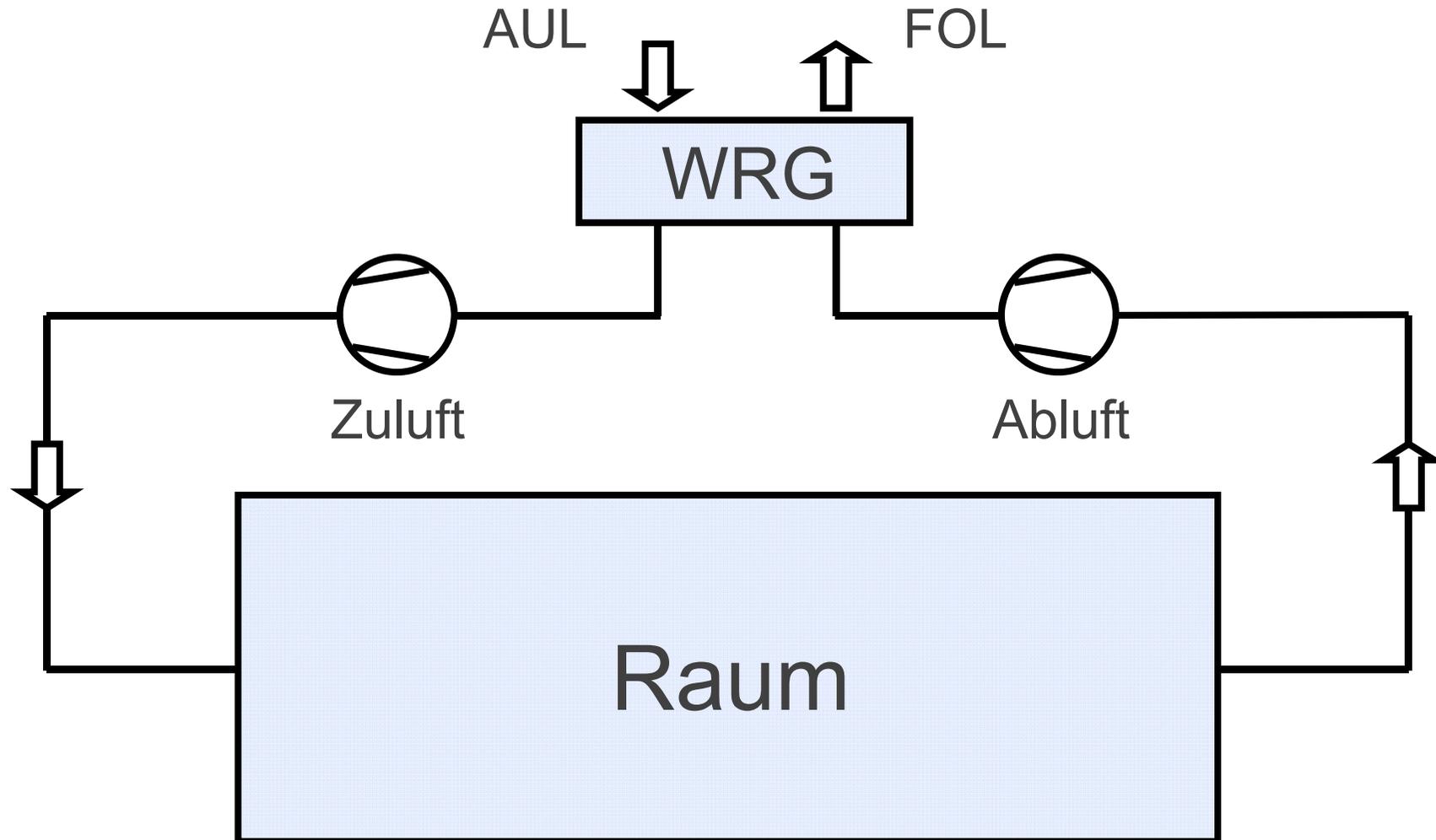
Lüftungswärme (35 bis 38 %)
(Dichten der **Gebäudehülle**)



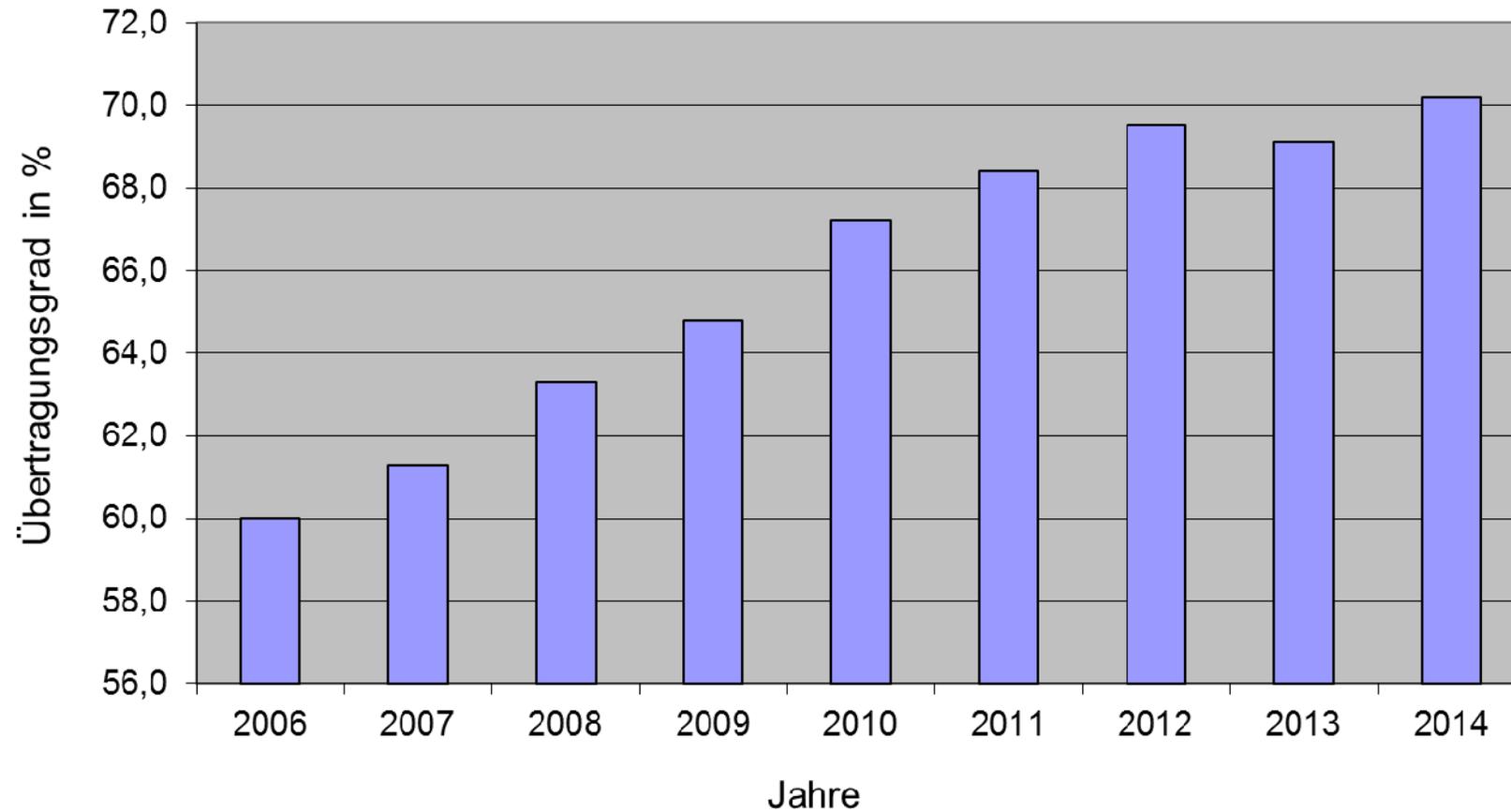
Luft ist ein Lebensmittel!



Raumluftechnik

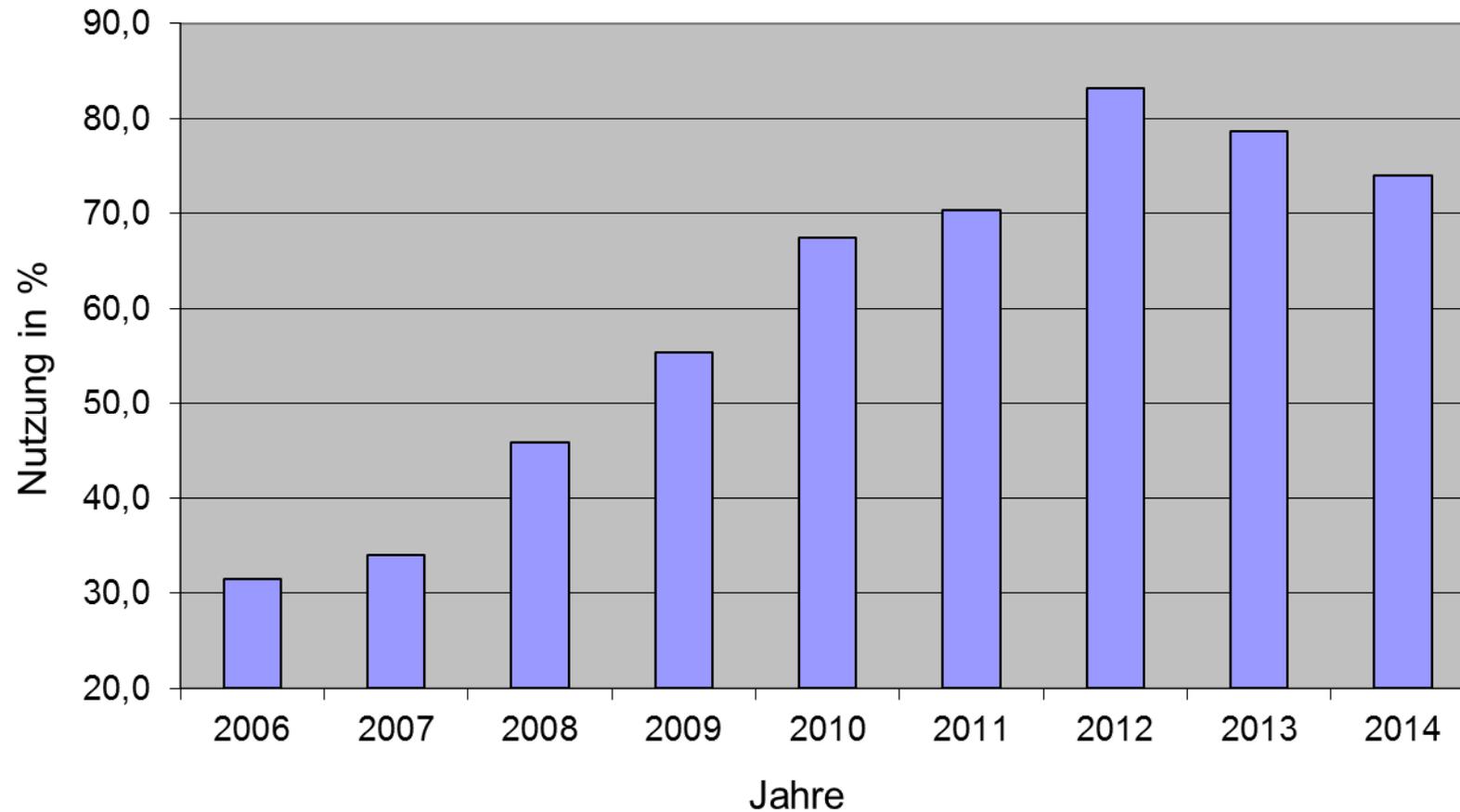


WRG in NWG in Deutschland



Entwicklung des Temperaturübertragungsgrades von WRG-Systemen

WRG in NWG in Deutschland



Entwicklung der Verwendung von WRG-Systemen (mögliche Geräte)

WRG in NWG in Deutschland

Jahr	Geräte	WRG-Nutzung	Φ WRG	ΔP WRG	V ZUL	Anteil RLT	V _D ZUL
	Anzahl	%	%	Pa	m ³ /h	% Markt	Mio. m ³ /h/a
Basis 13,4 Jahre	25.000	27,5	57,0	165	14.000	70,5	467,7
1993 bis 2005 (Mittelwerte abgeschätzt)							
2006	31.857	31,5	60,0	161	13.426	70,5	571,5
2007	30.952	34,0	61,3	160	14.834	70,5	613,5
2008	31.424	45,8	63,3	176	15.667	70,5	657,8
2009	25.295	55,4	64,8	175	15.127	70,5	511,3
2010	26.846	67,4	67,2	182	13.332	70,5	478,2
2011	29.567	70,4	68,4	197	14.028	75,0	520,9
2012	27.885	83,2	69,5	191	13.073	70,0	490,6
2013	22.793	78,6	69,1	181	14.422	75,0	412,9
2014	22.686	73,9	70,2	176	14.796	70,0	448,5

Marktdaten für im Inland (D) verkaufte RLT-Geräte

WRG in NWG in Deutschland



Fachverband
Gebäude-Klima e.V.



UCB-Studie 2014

- Unter Berücksichtigung von **80,8 % kombinierter Zu- und Abluftgeräte** und von **13,3, % reiner Zuluftgeräte**
- Der Wärmebedarf im 24-h-Dauerbetrieb (8.760 h/a) der Anlagen liegt bei 31,33 kWh/(m³/h)/a. Damit bei durchschnittliche **Laufzeit** der Anlagen mit **2.350 h/a** folgt ein **Wärmebedarf von 8,4 kWh/(m³/h)/a**
- **Multiplikationsfaktor von 13,4 (20 Jahre Lebensdauer** mit 2 % abgezinst und 2 % Änderungsrate)
- **Sanierungsquote von 6,4 %** (Standardabweichung 2,5 %) ermittelt durch Expertenbefragung (n = 10) in 2014 (Nennungen 3 bis 10 %)
- **Primärenergiefaktoren 2,6 für Strom**, sowie **1,1 für Öl oder Gas**
- Basis **CO₂Einsparung von 303 t CO₂/GWh**
(Mittelwert aus 340 t/GWh **Heizöl** und 265 t/GWh **Erdgas**)

WRG in NWG in Deutschland



Fachverband
Gebäude-Klima e.V.

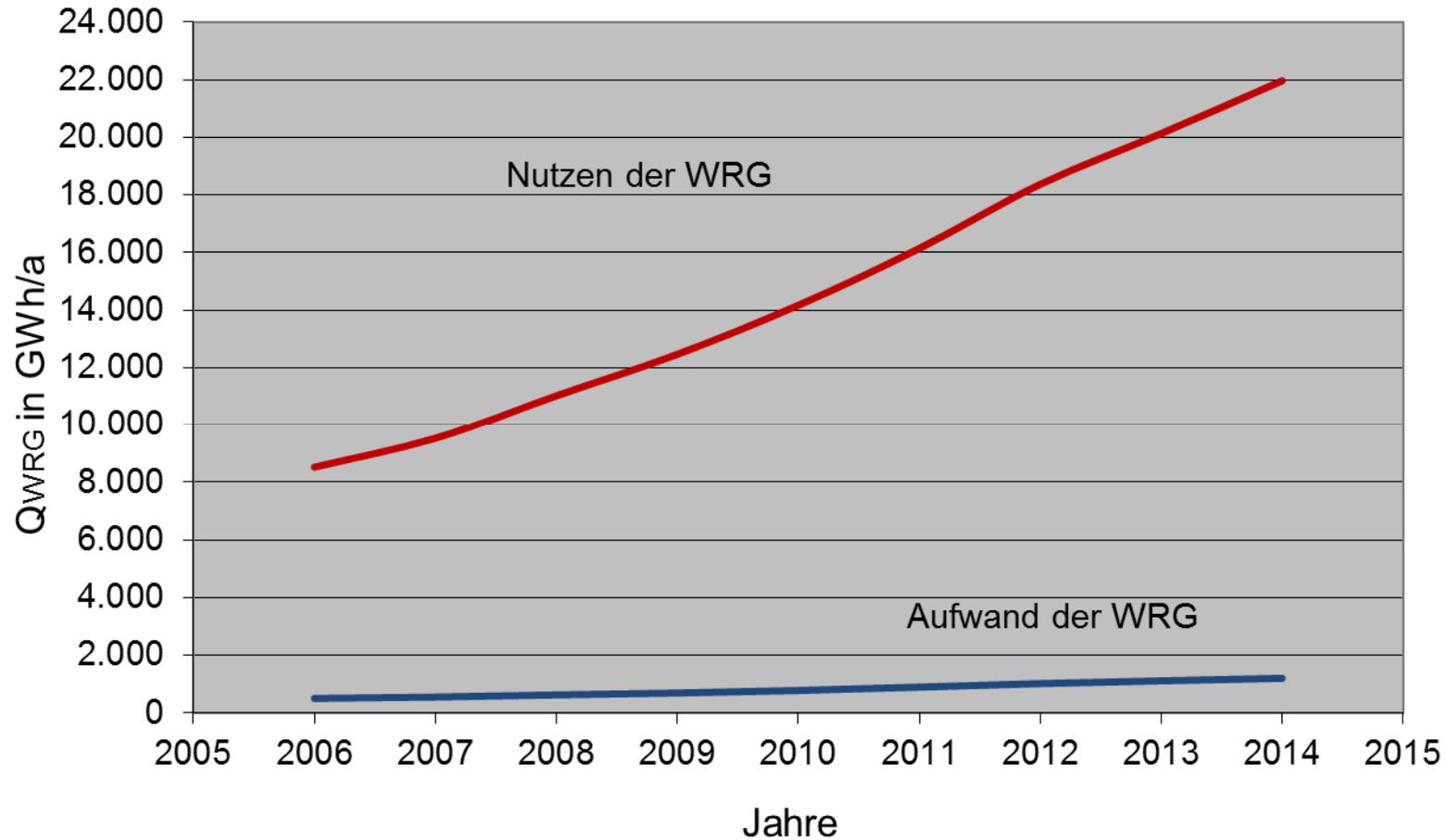


UCB-Studie 2014

	Bedarf	Nutzen	Aufwand	Nutzen	Aufwand	Netto
Jahr	Wärme	WRG	WRG _{el}	WRG _{sum.}	WRG _{el sum.}	WRG
	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a	GWh/a
1993 bis 2005	3.653	573	34,6	7.674	463	7.237
2006	4.801	907	48,4	8.523	508	8.053
2007	5.153	1.074	51,4	9.528	556	9.034
2008	5.526	1.602	79,5	11.028	631	10.490
2009	4.295	1.542	69,3	12.471	696	11.909
2010	4.017	1.820	93,3	14.174	783	13.555
2011	4.376	2.107	124,2	16.146	899	15.422
2012	4.121	2.383	130,7	18.376	1.022	17.558
2013	3.468	1.884	102,9	20.140	1.118	19.247
2014	3.767	1.956	94,4	21.970	1.206	21.030

Wärmebedarf und WRG (NWG) in Deutschland

WRG in NWG in Deutschland



Nutzen und Aufwand der Wärmerückgewinnung als Energiemengen

Regenerative Wärme in Deutschland



Fachverband
Gebäude-Klima e.V.

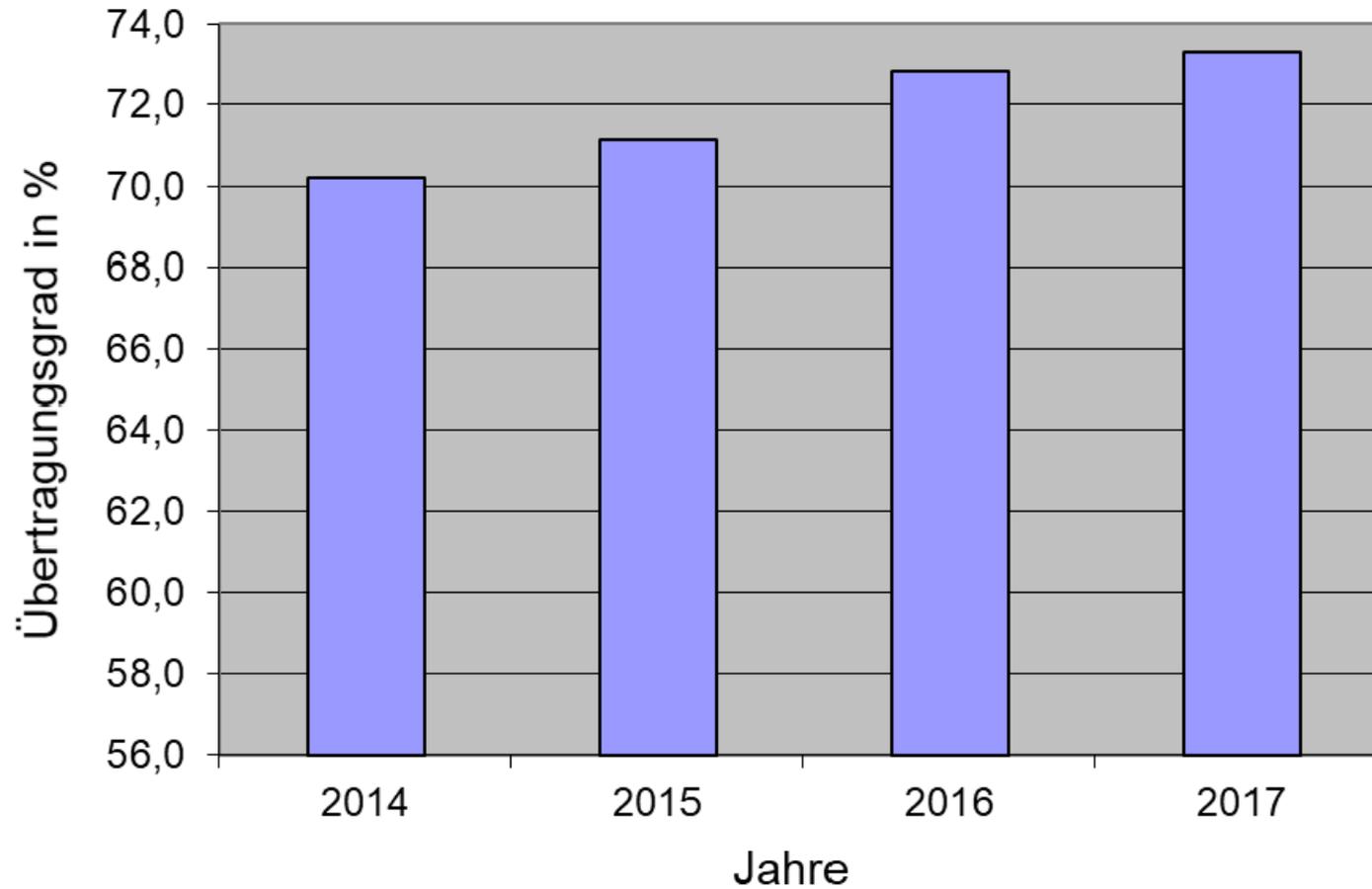


UCB-Studie 2014

Regenerative Wärmebereitstellung 2013

Wärmepumpen	8,5 TWh/a	Quelle BWP 2013
Solarthermie	6,8 TWh/a	Quelle ZSW AGEE-Stat. 2014
Geothermie	9,5 TWh/a	Quelle ZSW AGEE-Stat. 2014
Summe	24,8 TWh/a	
Wärmerückgewinnung NWG	20,1 TWh/a	
Prognose 2020	33,2 TWh/a	

Statistik für Deutschland



Übertragungsgrade 2014 bis 2017

Raumluftechnik in NWG



Raumlufttechnik in NWG



Halle 12 Messe Frankfurt



Fachverband
Gebäude-Klima e.V.



HOCHSCHULE TRIER
Umwelt-Campus Birkenfeld
Umwelt macht Karriere.

UCB-Studie 2014

33.600 m² Fläche

~16.800 m² pro Hallenebene

Gebäudehöhe rund 30 m

Gebäudevolumen rund 672.000 m³

46 Raumluftechnische Geräte

mit einem Volumenstrom von ca.

1.242.000 m³/h bzw. 1.490.400 kg/h

Anschlussleistung RLT-Geräte: ca. **450 KW**

Raumlufttechnik in NWG



Kälteleistung: **1.340 KW**

Elektroenergieeffizienz



DIN EN 16798-3



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

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

Spezifische Ventilatorleistung = Specific Fan Power (SFP)

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

P_{SFP} Spezifische Ventilatorleistung [W/(m³/s)]

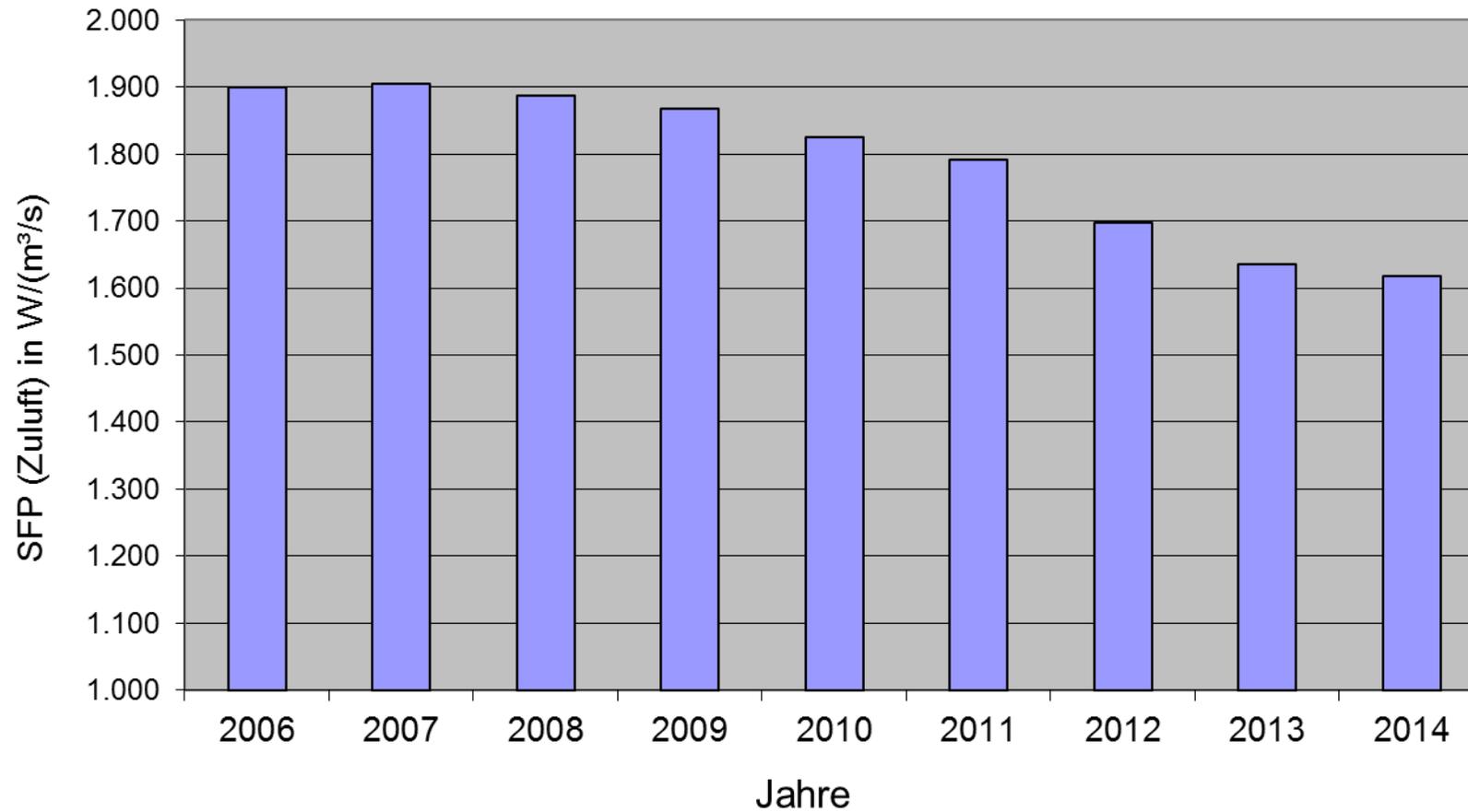
P_{Input} elektrische Leistungsaufnahme [W]

q_v Nennluftvolumenstrom [m³/s]

Δp_{fan} Gesamtdruckerhöhung [Pa]

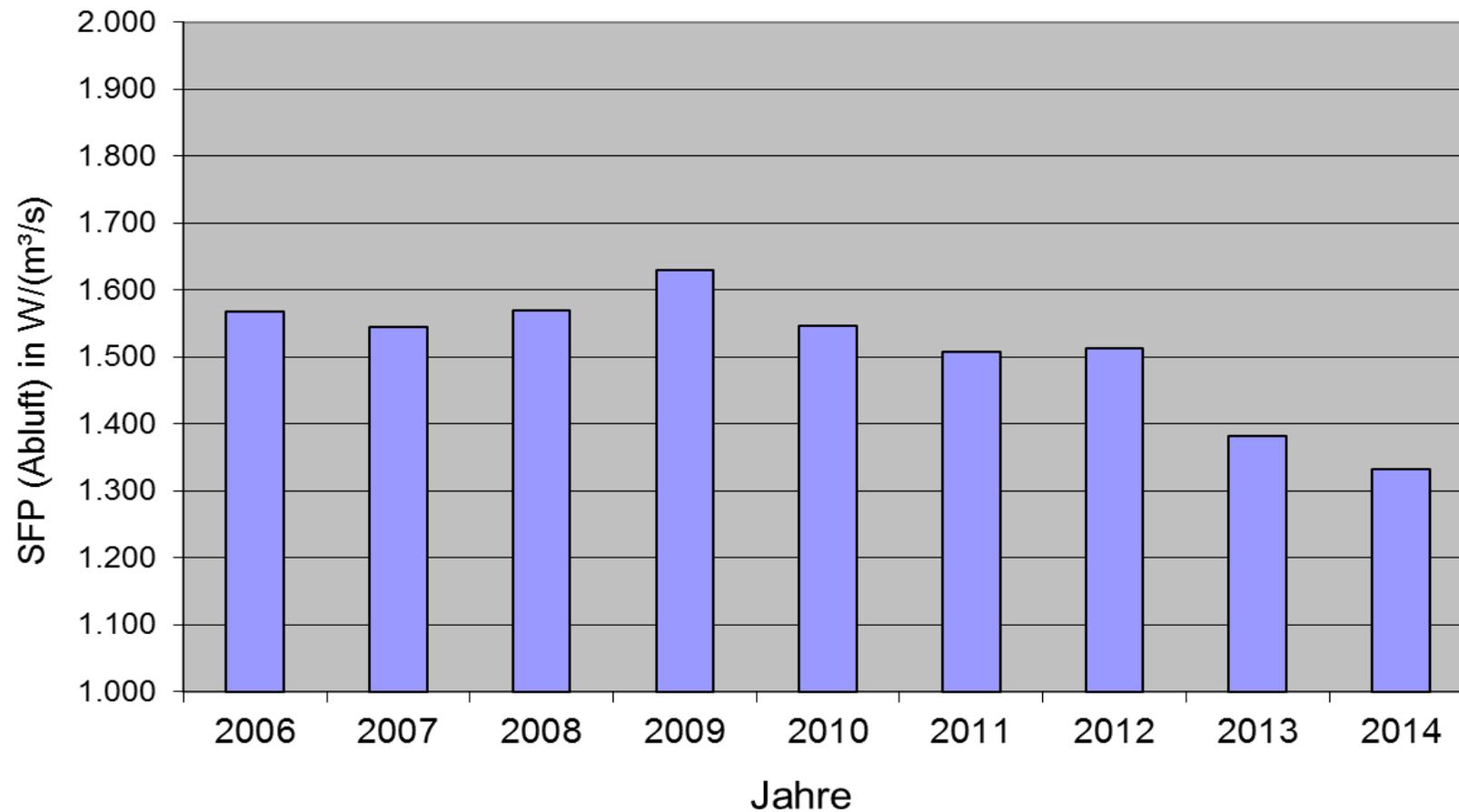
η_{total} Systemwirkungsgrad Antrieb [-]

RLT P_{el} in NWG in Deutschland



Entwicklung der spezifischen Zuluft-Ventilatorleistung SFP

RLT P_{el} in NWG in Deutschland



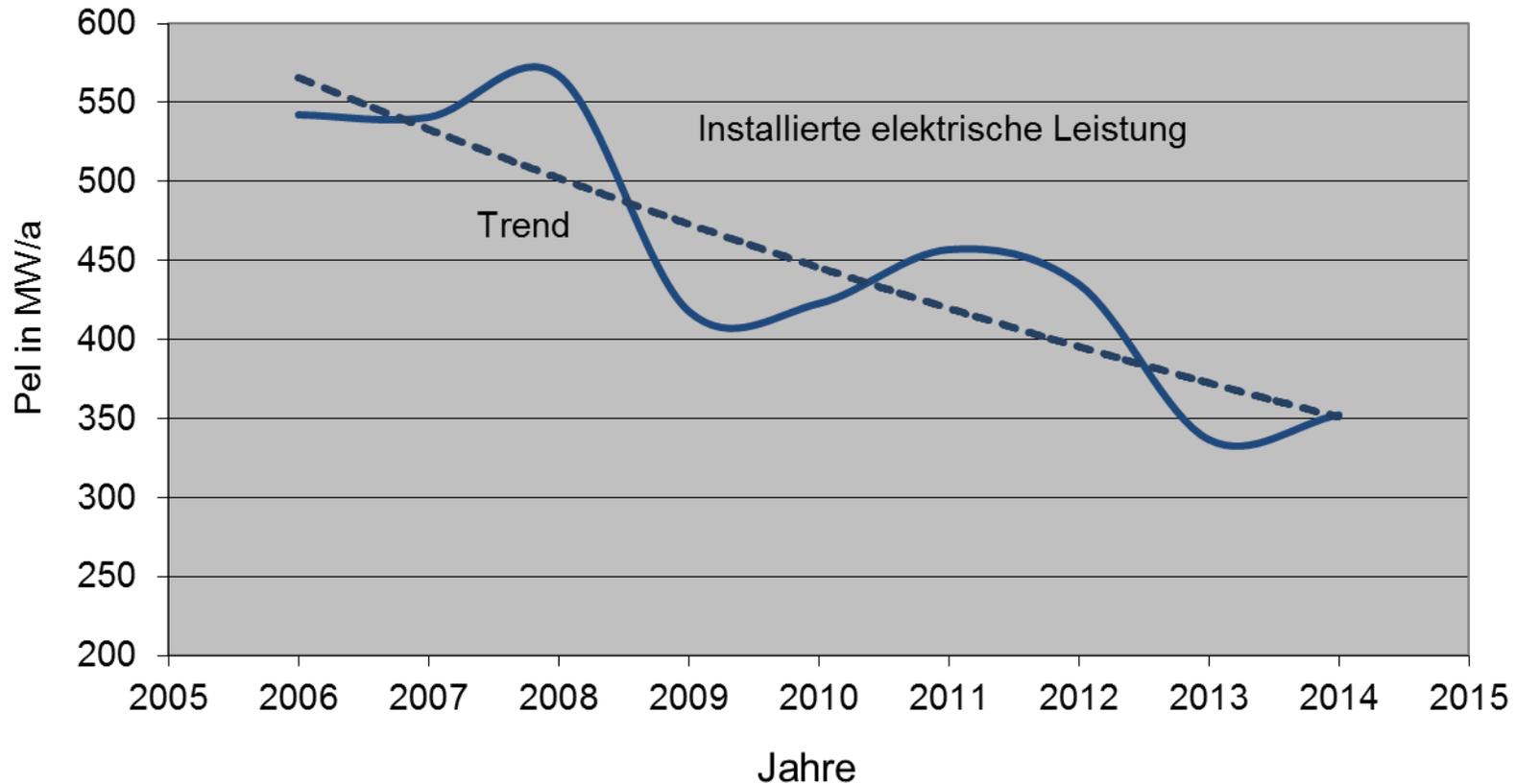
Entwicklung der spezifischen Abluft-Ventilatorleistung SFP

RLT P_{el} in NWG in Deutschland

	SFP ZUL	SFP ABL	V ABL	V ZUL	Geräte	RLT	V_D ABL	P_{el} ABL	V_D ZUL	P_{el} ZUL	Gesamt
	W/(m ³ /s)	W/(m ³ /s)	m ³ /h	m ³ /h	Anzahl	%	Mio. m ³ /h	MW/a	Mio. m ³ /h	MW/a	MW/a
2006	1.900	1.567	14.106	13.426	31.857	70,5	552,6	240,6	571,5	301,6	542,2
2007	1.905	1.545	13.212	14.834	30.952	70,5	502,9	215,9	613,5	324,7	540,6
2008	1.887	1.569	13.196	15.667	31.424	70,5	510,0	222,2	657,8	344,9	567,1
2009	1.867	1.630	10.847	15.127	25.295	70,5	337,4	152,7	511,3	265,2	417,9
2010	1.826	1.547	12.704	13.332	26.846	70,5	419,4	180,2	478,2	242,5	422,7
2011	1.791	1.507	13.820	14.028	29.567	75,0	472,4	197,7	520,9	259,2	456,9
2012	1.697	1.513	14.037	13.073	27.885	70,0	484,8	203,8	490,6	231,2	435,0
2013	1.636	1.382	14.732	14.422	22.793	75,0	388,2	149,0	412,9	187,6	336,6
2014	1.618	1.332	14.606	14.796	22.686	70,5	407,5	150,8	448,5	201,6	352,3

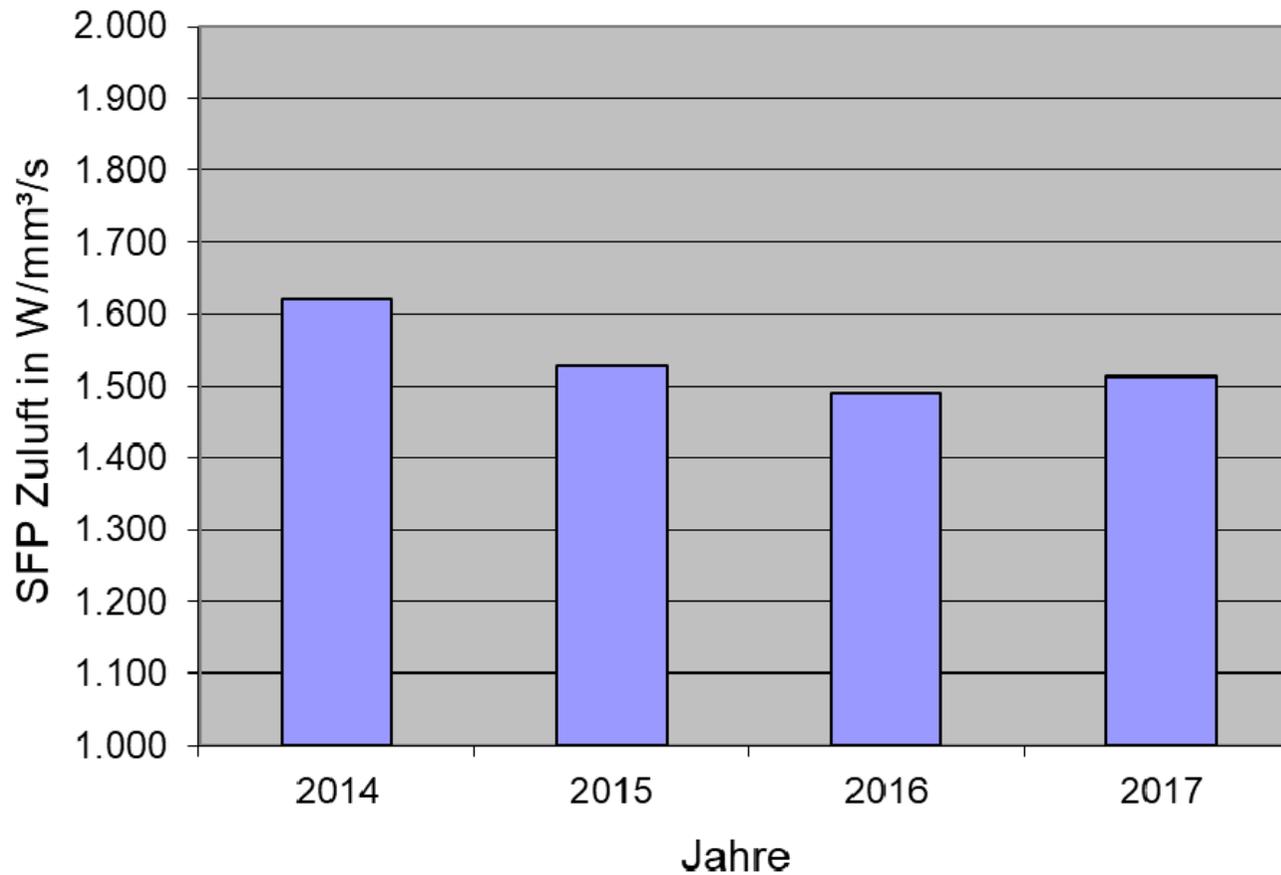
Installierte elektrische Leistung von RLT-Geräten in NWG

RLT P_{el} in NWG in Deutschland



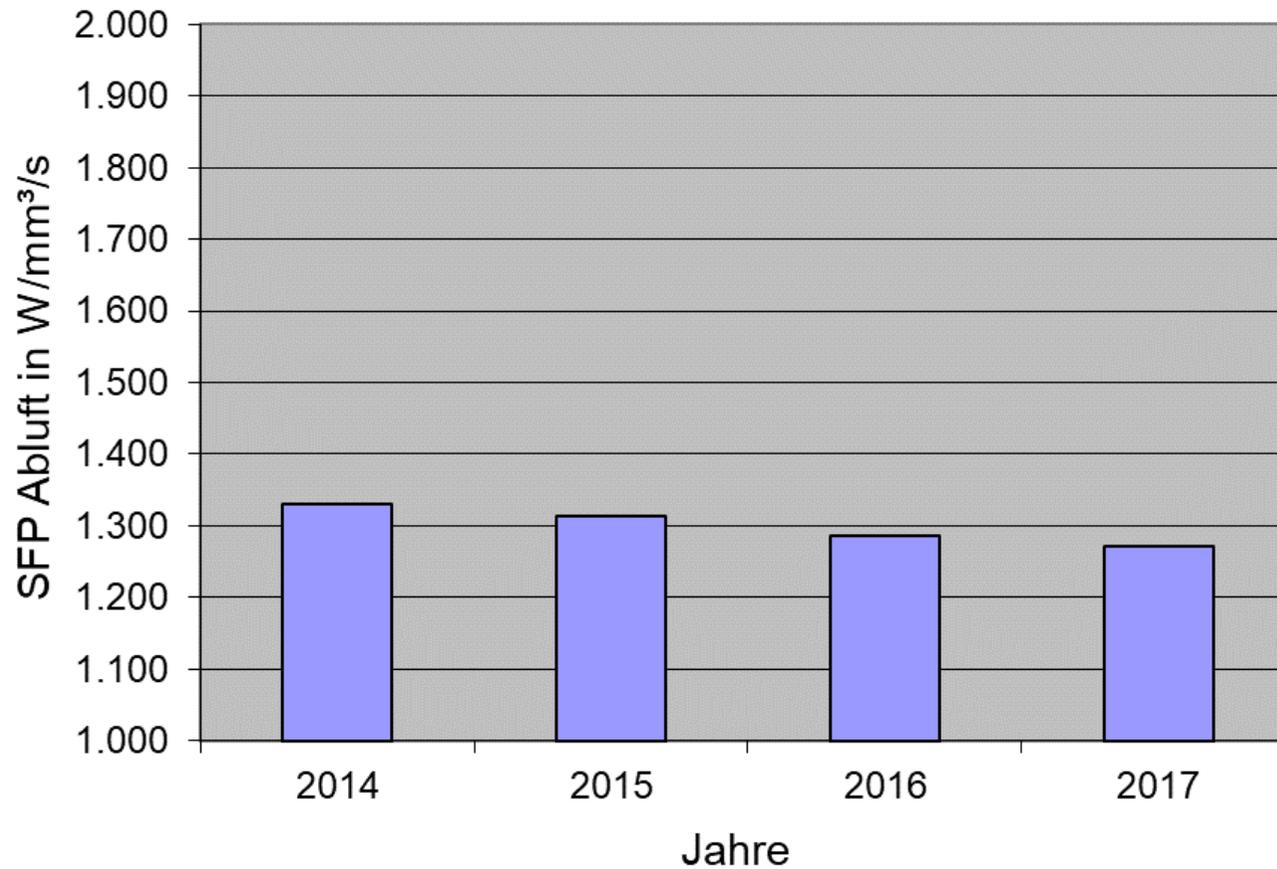
Entwicklung der neu installierten elektrischen RLT-Leistung P_{el} in NWG

RLT P_{el} in NWG in Deutschland



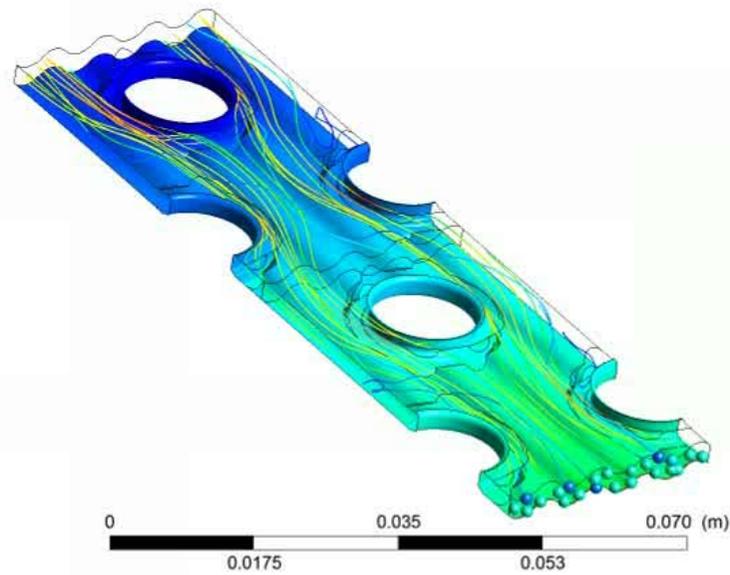
Entwicklung der spezifischen Zuluft-Ventilatorleistung SFP

RLT P_{el} in NWG in Deutschland



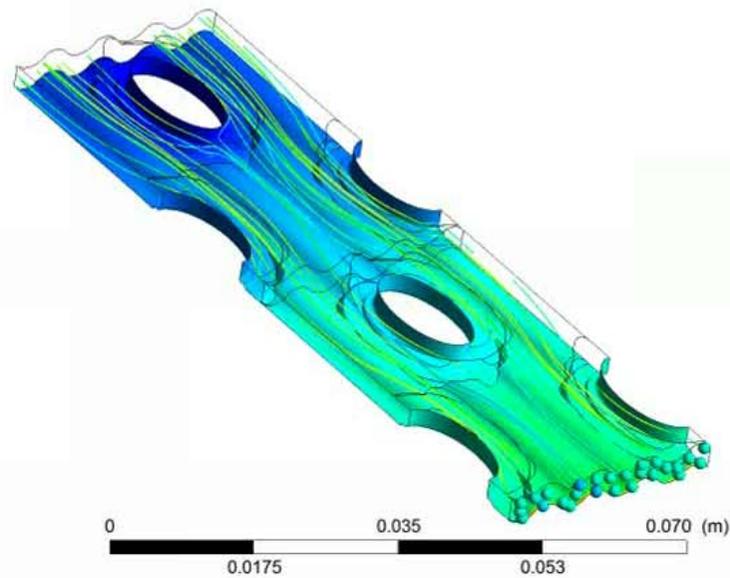
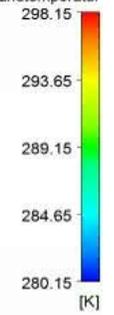
Entwicklung der spezifischen Zuluft-Ventilatorleistung SFP

Beispiel FuE Wärmeübertrager



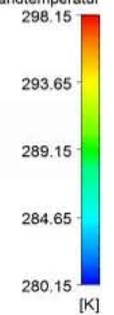
ANSYS
R16.0

Rundrohr: Strömungslinien mit Wandtemperatur

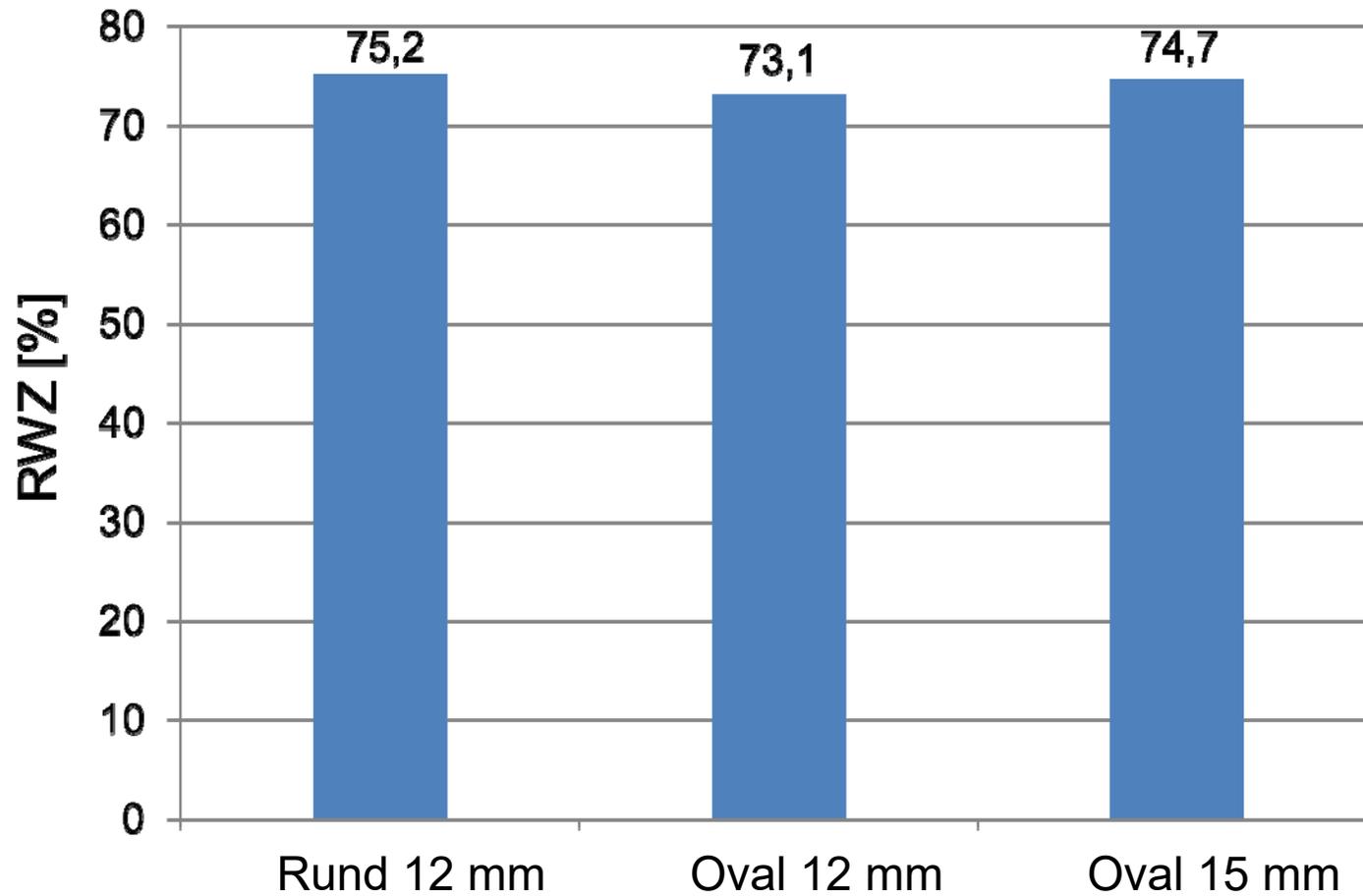


ANSYS
R16.0

Ovalrohr: Strömungslinien mit Wandtemperatur



Potenziale

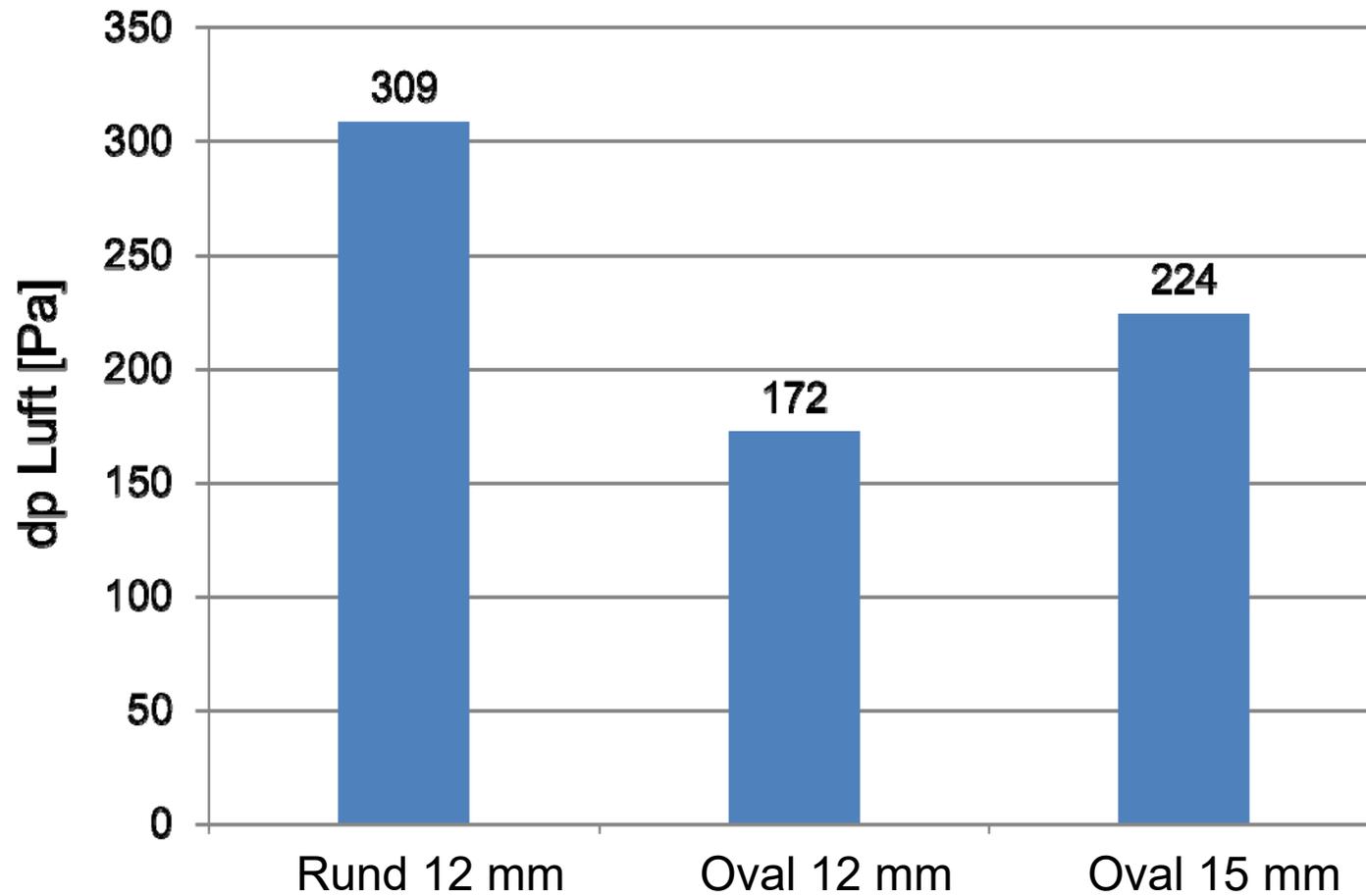


Messung TÜV Süd an Baumustern



Industrie Service

Potenziale

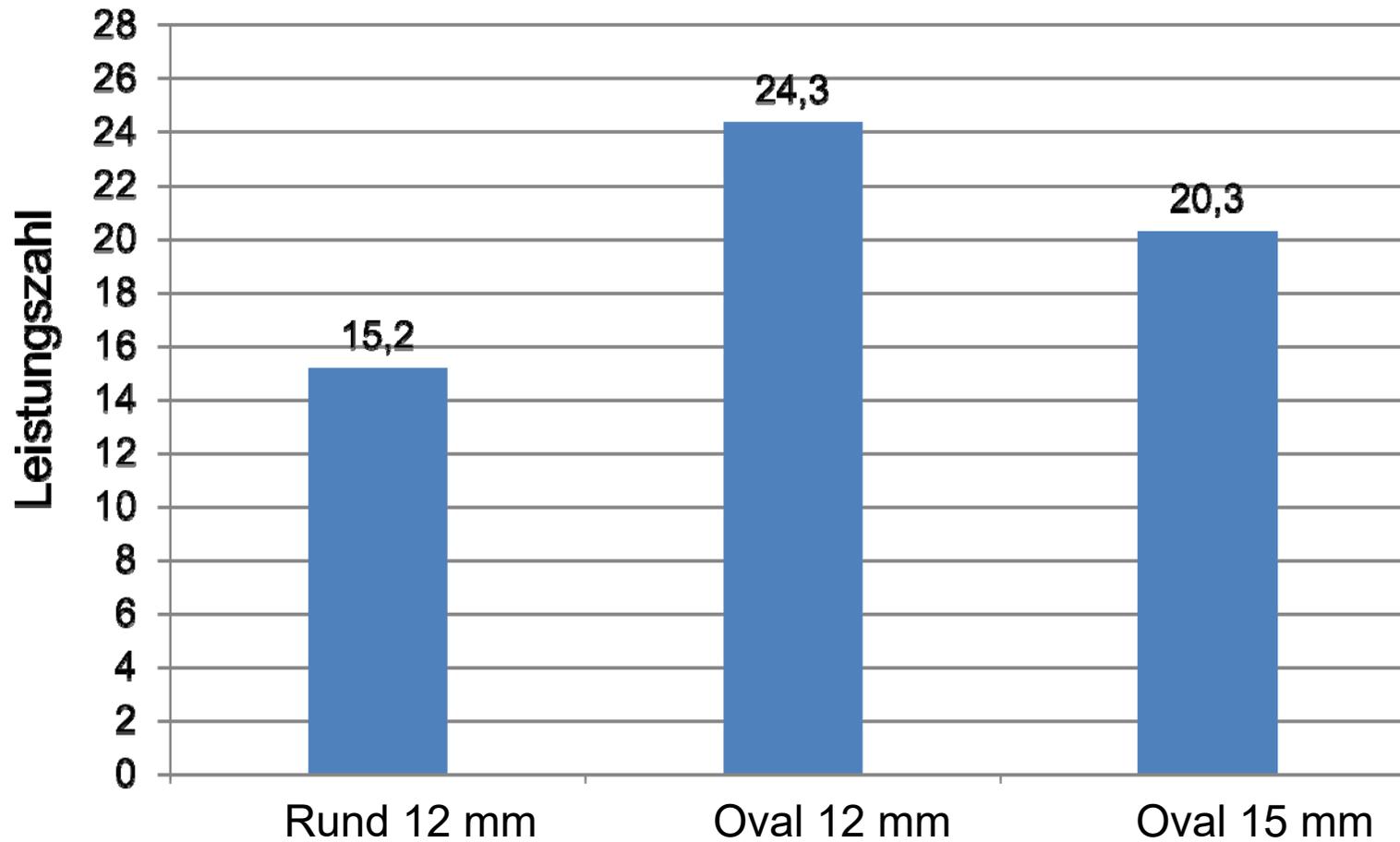


Messung TÜV Süd an Baumustern



Industrie Service

Potenziale

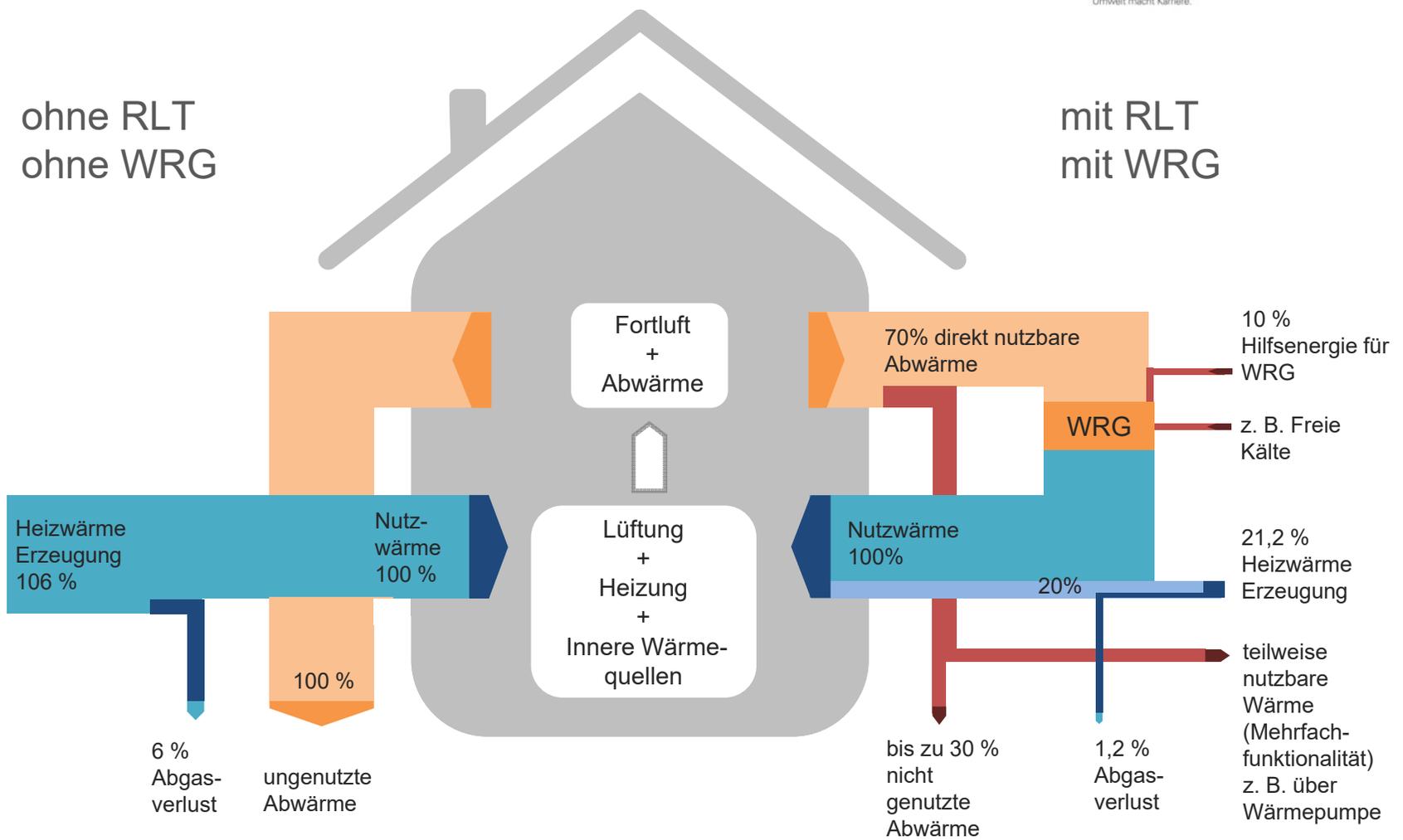


Messung TÜV Süd an Baumustern



Industrie Service

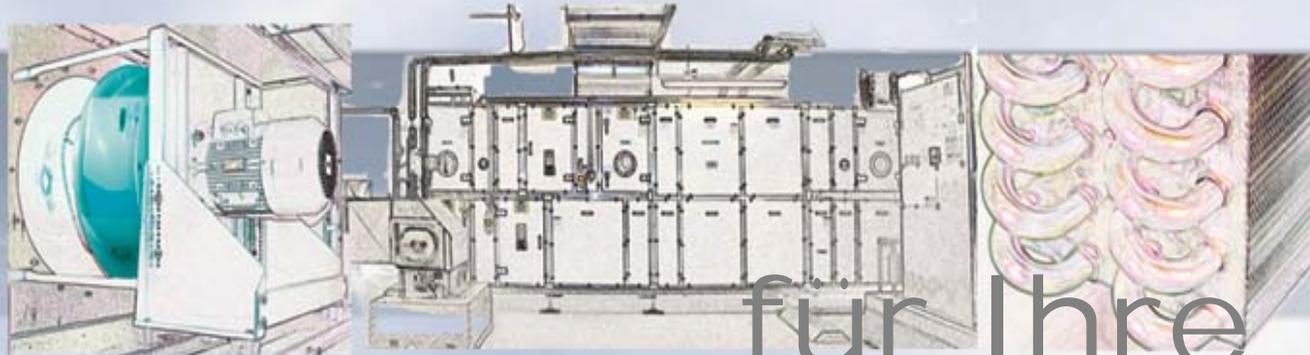
Raumlufttechnik mit WRG



Raumlufttechnik in NWG



Herzlichen Dank



für Ihre
Aufmerksamkeit

Die Bedeutung der Raumluftechnik im Kontext der Energiewende

Prof. Dr.-Ing. Christoph Kaup
c.kaup@umwelt-campus.de



Fachverband
Gebäude-Klima e.V.