

Herzlich willkommen

Dipl.-Ing. (FH) Detlef Malinowsky

Firmenvorstellung

IBDM GmbH

**Otto-Hahn-
Strasse 34**

**85521 Riemerling
bei München**

Gegründet: 1997

Mitarbeiter: 20

Einsatzorte:

Bayern

Deutschland

Europa

Russland

Detlef
Malinowsky

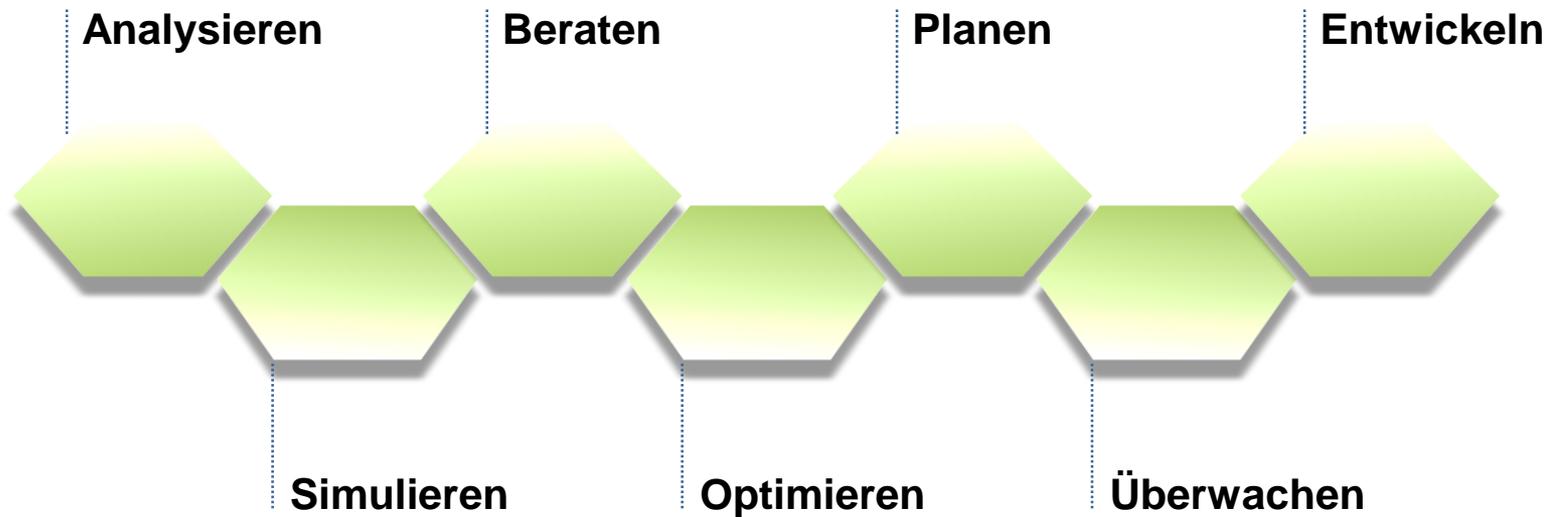
Tel.:
089/6387913-0

Fax:
089/6387913-29

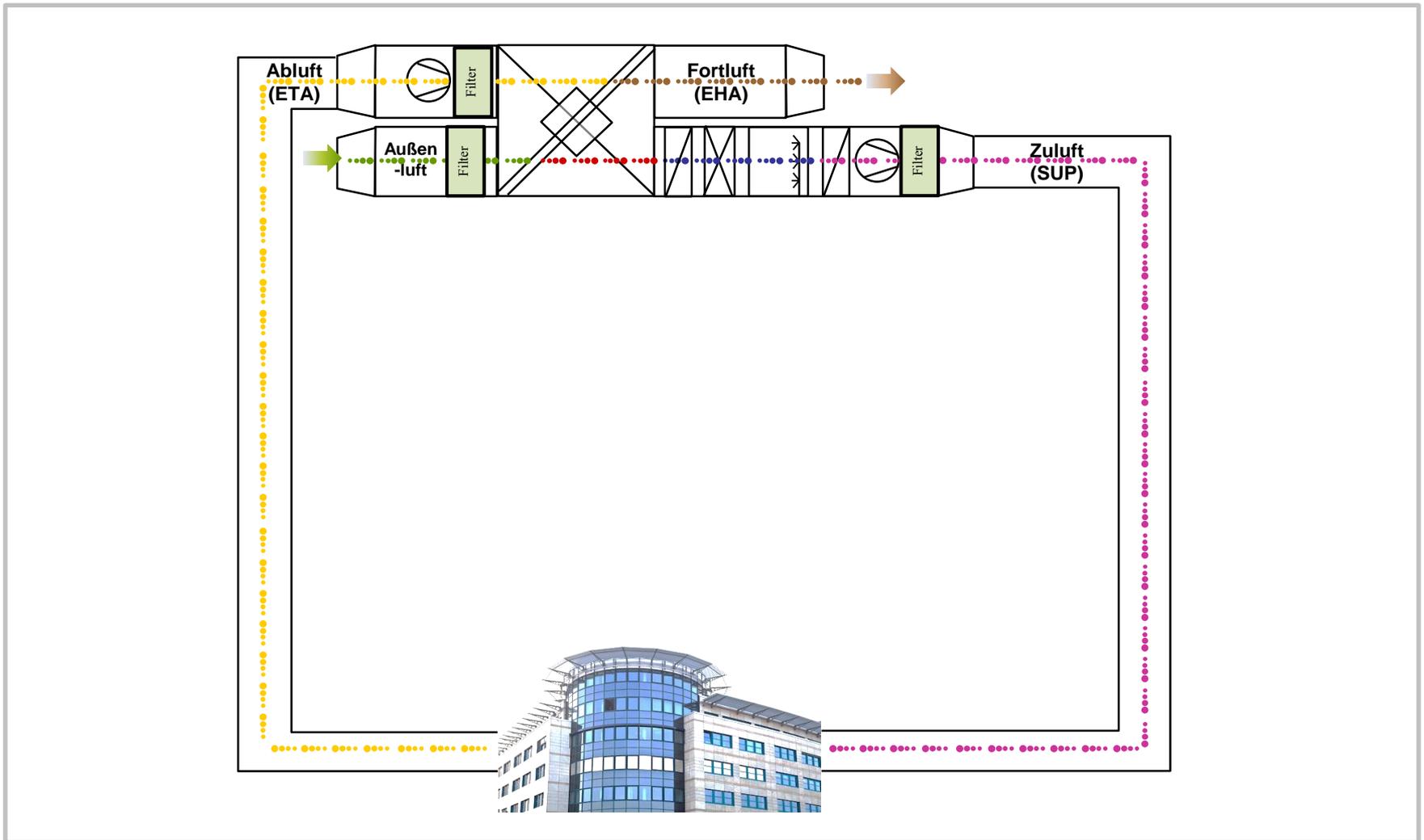
www.ibdm.de

E-Mail:
mail@ibdm.de

Die IBDM ist der Optimierungsdienstleister in der Energietechnik!



Filter in einer Lüftungsanlage

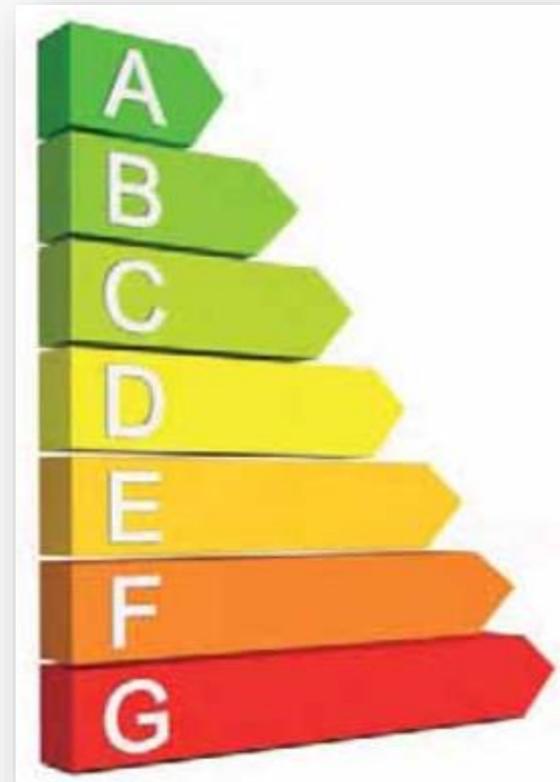


Berechnung und Klassifikation

Der neue Standard misst sowohl die Filtereffizienz als auch den Druckverlust der Staubbiladung. Ein repräsentativer Energieverbrauch wird auf der Grundlage des durchschnittlichen Druckverlustes während der Bestäubung ermittelt. Auf Grundlage dieser Zahlen wird die Energieleistung eines Filters während einer einjährigen Betriebszeit in einem Labor simuliert. Dieser repräsentative Energiewert wird für die Klassifikation von Luftfiltern in Energieklassen verwendet.

$$W = \frac{q_V \cdot \Delta \bar{p} \cdot t}{\eta \cdot 1000}$$

Die Berechnungsmethode, die in der neuen Energieklassifikation von Eurovent verwendet wird



Enddruckdifferenz von Luftfiltern

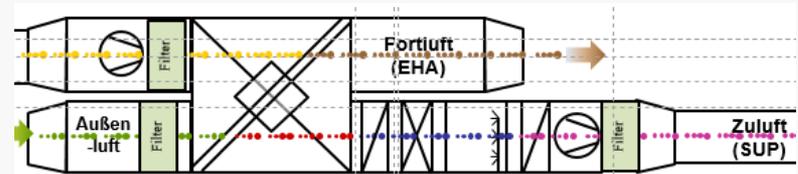
Gruppe	Klasse	Enddruckdifferenz Pa	Mittlerer Abscheidegrad (Am) bei synthetischem Prüfstaub in %	Mittlerer Wirkungsgrad (Em) bei Partikeln von 0,4 µm in %	Mindestwirkungs- grad ²⁾ bei Partikeln von 0,4 µm in %
Grob	G1	250	$50 \leq Am < 65$	-	-
	G2	250	$65 \leq Am < 80$	-	-
	G3	250	$80 \leq Am < 90$	-	-
	G4	250	$90 \leq Am$	-	-
Medium	M5	450	-	$40 \leq Em < 60$	-
	M6	450	-	$60 \leq Em < 80$	-
Fein	F7	450	-	$80 \leq Em < 90$	35
	F8	450	-	$90 \leq Em < 95$	55
	F9	450	-	$95 \leq Em$	70

Anmerkung

- 1) Die Merkmale atmosphärischen Staubes weisen im Vergleich zu denen des in der Prüfung verwendeten synthetischen Prüfstaubes eine große Variationsbreite auf. Deshalb bieten die Prüfergebnisse keine Grundlage für die Vorhersage der Betriebsleistung oder der Lebensdauer. Ladungsverlust des Filtermediums und das Ablösen von Partikeln können ebenfalls den Wirkungsgrad beeinträchtigen!
- 2) Der Mindest-Wirkungsgrad ist der niedrigste der folgenden Wirkungsgrad-Werte: Anfangswirkungsgrad, Wirkungsgrad des entladenen Filters und geringster Wirkungsgrad im Laufe der Beladung während des Tests

Filterempfehlungen gemäß EN 13779

- Das Intervall für den Filteraustausch darf nicht nur auf Grundlage wirtschaftlicher Erwägungen gewählt werden.
- Hygienefragen müssen ebenfalls berücksichtigt werden.
- Drei Grenzwerte müssen in Betracht gezogen werden. Der Grenzwert, der zuerst erreicht wird, bestimmt den Zeitpunkt für einen Austausch:
 - Enddruckdifferenz
 - Zeit nach der Installation
 - Betriebszeit.



Das bedeutet die Filter müssen nach Empfehlung der aktuellen Normung:

- nach der Installation oder wenn die Enddruckdifferenz erreicht wird.
- Filter der ersten Stufe: 2000 Stunden in Betrieb oder maximal ein Jahr nach der Installation oder wenn die Enddruckdifferenz erreicht wird.
- Filter der zweiten oder dritten Stufe: 4000 Stunden in Betrieb oder maximal zwei Jahre
- Filter in Fortluft- oder Umluftsystemen: 4000 Stunden in Betrieb oder maximal zwei Jahre

Das Jahr hat 8760 Std.

Energiekennzahlberechnungen nach der DIN EN 15999 gehen immer von einer Laufzeit der RLT-Anlage von 4380 Std. aus.

Beispielrechnung für Luftfilterenergiekosten

Im Laufe eines Jahres (4860 h) benötigt ein Filter
mit einem Volumenstrom von 3600 m³/h
einer durchschnittlichen Druckdifferenz von 100 Pa
und einem Anlagen-Wirkungsgrad von 70 %
eine Energiemenge von 625 kWh.

Bei einem Strompreis von 0,25 € entsprechen die pro 3600m³/h geförderte Luft
Luftfilterenergiekosten von **156,25 €/Jahr**.

- Die Energiekosten liegen damit deutlich über den Filterkosten; die Druckdifferenzreduzierung wird für die Energieeinsparung immer bedeutsamer.
- Eine große Filterfläche verlangsamt den Anstieg der Druckdifferenz, stabilisiert den Luftstrom und senkt somit den Energieverbrauch im Gesamtsystem.

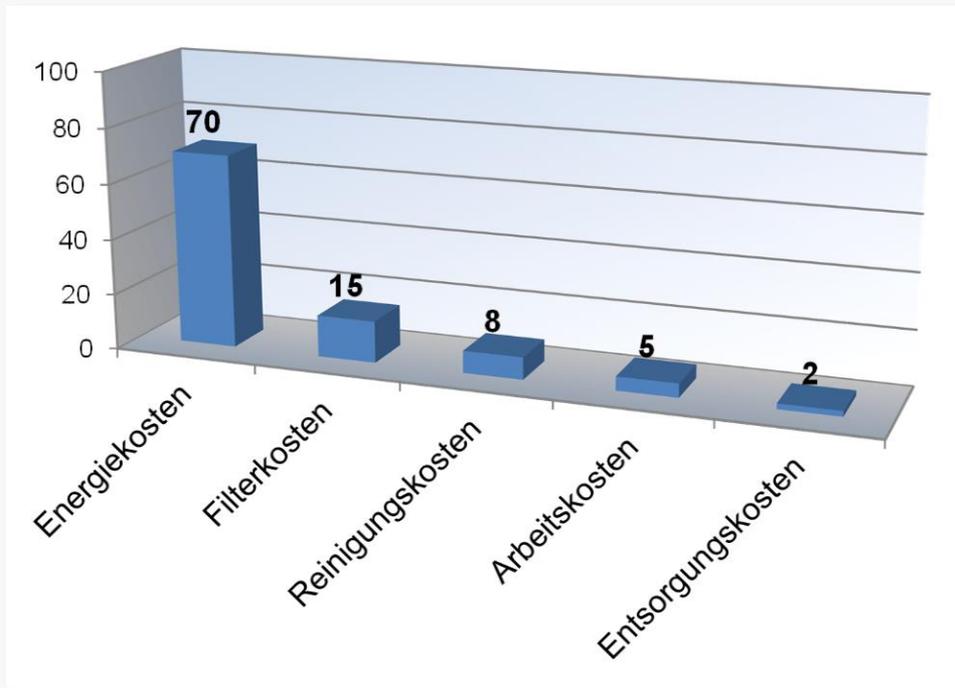
Energieverbrauch auf Basis der Eurovent-Kriterien

(Filterklassen nach DIN EN 779 (2012))

Mindestwirkungsgrad	G4 -	M5 -	M6 -	F7 ME ≥ 35 %	F8 ME ≥ 55 %	F9 ME ≥ 70 %
Effizienzklasse	M _G = 350 g ASHRAE	M _M = 250 g ASHRAE			M _F = 100 g ASHRAE	
A	0 - 600 kWh	0 - 650 kWh	0 - 800 kWh	0 - 1200 kWh	0 - 1600 kWh	0 - 2000 kWh
B	> 600 - 700 kWh	> 650 - 780 kWh	> 800 - 950 kWh	> 1200 - 1450 kWh	> 1600 - 1950 kWh	> 2000 - 2500 kWh
C	> 700 - 800 kWh	> 780 - 910 kWh	> 950 - 1100 kWh	> 1450 - 1700 kWh	> 1950 - 2300 kWh	> 2500 - 3000 kWh
D	> 800 - 900 kWh	> 910 - 1040 kWh	> 1100 - 1250 kWh	> 1700 - 1950 kWh	> 2300 - 2650 kWh	> 3000 - 3500 kWh
E	> 900 - 1000 kWh	> 1040 - 1170 kWh	> 1250 - 1400 kWh	> 1950 - 2200 kWh	> 2650 - 3000 kWh	> 3500 - 4000 kWh
F	> 1000 - 1100 kWh	> 1170 - 1300 kWh	> 1400 - 1550 kWh	> 2200 - 2450 kWh	> 3000 - 3550 kWh	> 4000 - 4500 kWh
G	> 1100 kWh	> 1300 kWh	> 1550 kWh	> 2450 kWh	> 3550 kWh	> 4500 kWh

Diese Berechnungen gehen von einer Laufzeit von 8760h aus. .

Lebenszykluskosten



Die Lebenszykluskosten eines Filters setzen sich zusammen aus:

- + Arbeitszeit (Installation und Austausch)
- + Energieverbrauch
- + Reinigung des Belüftungssystems
- + Entsorgung der gebrauchten Filter

= **Gesamtkosten (LCC)**

Beispiel – RLT – Optimierung Volumenstromreduzierung + Filterwegfall

Projektbeschreibung:

Modernes Bürogebäude von 2003

- Höhe 85m
- Stockwerke 20
- Volumen: 180.000 m³
- Bruttogeschossfläche: 53.000 m²

Leistungen:

- Energetische Optimierung des Lüftungssystems

Verwendete Technik:

- Volumenstrommessungen Hauptanlagen
- Temperaturmessungen
- Überprüfung Volumenstromregler
- Druckmessungen
- Leistungsmessung Strom



Beispiel – RLT – Optimierung Volumenstromreduzierung + Filterwegfall

1. Überprüfung Volumenstromregler
2. Reparatur der 20% defekten Volumenstromregler
3. Neuparametrierung der VR auf reduzierte Volumenströme
4. Umrüstung der Ventilatoren auf Flachriemen, dadurch Wegfall der zweiten Filterstufe
5. Druckoptimierte Einstellung der neuen Ventilator drücke

Etage	Ost		West	
	Zuluft	Abluft	Zuluft	Abluft
20	Regler			
19			Antrieb	
18			Antrieb	
17				
16			Regler	
15			Antrieb	
14	Antrieb	Regler	Regler	Regler
13				Antrieb
12				
11				
10				
9			Antrieb	
8				
7			Antrieb	
6			Antrieb	Antrieb
5				
4			Regler	Regler
3				
2	Antrieb			
1				Regler



Berechnungen nach Din EN 18599 - Energetische Inspektion von Klimaanlage

Vorher

Berechnung des Energiekennwertes RLT (EnEV 2014; Stand 2016)

Projekt:	11212-MG - Musterprojekt mit Testdaten	Messdatum:	10.05.2016
Objekt:	Musterfirma 01 Gebäude 1 (1) Musterstr. 1 88888 Teststadt 1	Prüfer:	Max Mustermann 0160 123456789
Anlage:	Hochhaus		

Komponenten		SFP	
Nennluftvolumenstrom	60.000 m ³ /h	Porz.zuluf	2,640 W/(m ³ /s)
El. Leistung Zuluftventilator	44,000 kW	Porz.abluft	1,380 W/(m ³ /s)
Abluftvolumenstrom	60.000 m ³ /h	Luftförderung	
El. Leistung Abluftventilator	23,000 kW	ΔP _{Reiz,zuluf}	650 Pa
Wärmerückgewinnung	Wärmerückgewinnung	ΔP _{Reiz,abluft}	450 Pa
Rückwärnzahl	55 %	Systemwirkungsgrad Ventilator	
Nebenantrieb WRG	ohne Nebenantrieb	η _{h,zuluf}	25 % entspricht Eff.-Klasse: 4
Heizmedium	Wasser 70 °C VL	η _{h,abluft}	33 % entspricht Eff.-Klasse: 4
Kühlmedium	6 °C / 12 °C	Energie	
Befeuchtung	ohne Befeuchtung	Wärme	Energiebedarf Primärenergie
Befeuchterttyp	ohne Befeuchtung	Kälte	1,518 W/(m ³ /h)/a 2,254 W/(m ³ /h)/a
Befeuchterenergie (Dampf)	ohne Dampf	Dampf	2,960 W/(m ³ /h)/a 2,047 W/(m ³ /h)/a
Befeuchterenergie (Wasser)	ohne Pumpe	Ventil+Neib.	4,891 W/(m ³ /h)/a 8,804 W/(m ³ /h)/a
Energiebedarf für Nennluftvolumenstrom		Leckluftvolumenstrom	
Wärme	91,083 kWh/a	c leak	1,15
Kälte	177,627 kWh/a	Standard 2,5 * A	
Dampf	0 kWh/a		
Strom	293,460 kWh/a		

Ergebnisse (Primärenergiebedarf)			
Bestand *	27,6 kWh/(m ³ /h)/a	* Erläuterungswert ohne Normgrundlage	
EnEV 2007	18,0 kWh/(m ³ /h)/a		
EnEV 2009	12,4 kWh/(m ³ /h)/a		
EnEV 2014 (Stand 2016)	6,7 kWh/(m ³ /h)/a		
Energiekennwert E _{RLT}	13,1 kWh/(m ³ /h)/a	Energiekennwert Typ	ERLT-C3
Mit Leckage	15,1 kWh/(m ³ /h)/a	Energieeffizienzklasse	D

Nachher

Berechnung des Energiekennwertes RLT (EnEV 2014; Stand 2016)

Projekt:	11212-MG - Musterprojekt mit Testdaten	Messdatum:	10.05.2016
Objekt:	Musterfirma 01 Gebäude 1 (1) Musterstr. 1 88888 Teststadt 1	Prüfer:	Max Mustermann 0160 123456789
Anlage:	Hochhaus		

Komponenten		SFP	
Nennluftvolumenstrom	30.000 m ³ /h	Porz.zuluf	1,920 W/(m ³ /s)
El. Leistung Zuluftventilator	16,000 kW	Porz.abluft	960 W/(m ³ /s)
Abluftvolumenstrom	30.000 m ³ /h	Luftförderung	
El. Leistung Abluftventilator	8,000 kW	ΔP _{Reiz,zuluf}	420 Pa
Wärmerückgewinnung	Wärmerückgewinnung	ΔP _{Reiz,abluft}	280 Pa
Rückwärnzahl	55 %	Systemwirkungsgrad Ventilator	
Nebenantrieb WRG	ohne Nebenantrieb	η _{h,zuluf}	22 % entspricht Eff.-Klasse: 4
Heizmedium	Wasser 70 °C VL	η _{h,abluft}	29 % entspricht Eff.-Klasse: 4
Kühlmedium	6 °C / 12 °C	Energie	
Befeuchtung	ohne Befeuchtung	Wärme	Energiebedarf Primärenergie
Befeuchterttyp	ohne Befeuchtung	Kälte	1,735 W/(m ³ /h)/a 2,577 W/(m ³ /h)/a
Befeuchterenergie (Dampf)	ohne Dampf	Dampf	2,458 W/(m ³ /h)/a 1,699 W/(m ³ /h)/a
Befeuchterenergie (Wasser)	ohne Pumpe	Ventil+Neib.	3,504 W/(m ³ /h)/a 6,307 W/(m ³ /h)/a
Energiebedarf für Nennluftvolumenstrom		Leckluftvolumenstrom	
Wärme	52,053 kWh/a	c leak	1,15
Kälte	73,725 kWh/a	Standard 2,5 * A	
Dampf	0 kWh/a		
Strom	105,120 kWh/a		

Ergebnisse (Primärenergiebedarf)			
Bestand *	27,6 kWh/(m ³ /h)/a	* Erläuterungswert ohne Normgrundlage	
EnEV 2007	18,0 kWh/(m ³ /h)/a		
EnEV 2009	12,4 kWh/(m ³ /h)/a		
EnEV 2014 (Stand 2016)	6,7 kWh/(m ³ /h)/a		
Energiekennwert E _{RLT}	10,6 kWh/(m ³ /h)/a	Energiekennwert Typ	ERLT-C3
Mit Leckage	12,2 kWh/(m ³ /h)/a	Energieeffizienzklasse	C

Ergebnis:

- Alle Etagen werden das erste Mal nach Inbetriebnahme ausreichend mit Luft versorgt
- Jährliche Stromkosteneinsparung gemessen (vorher/nachher) ca. 20.000 Euro
- Investitionssumme ca. 19.000 Euro
- **Amortisationszeit < 1 Jahr**



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Ing. (FH) Detlef Malinowsky

**Otto-Hahn-Strasse 34
85521 Riemerling bei München**

Tel. 089/63 879 13 – 0

Fax. 089/63 879 13 – 29

detlef.malinowsky@ibdm.de

www.ibdm.de

