

# Topmotors Workshop 8. Mai 2015

## Bedarfsregelung mit Frequenzumrichter

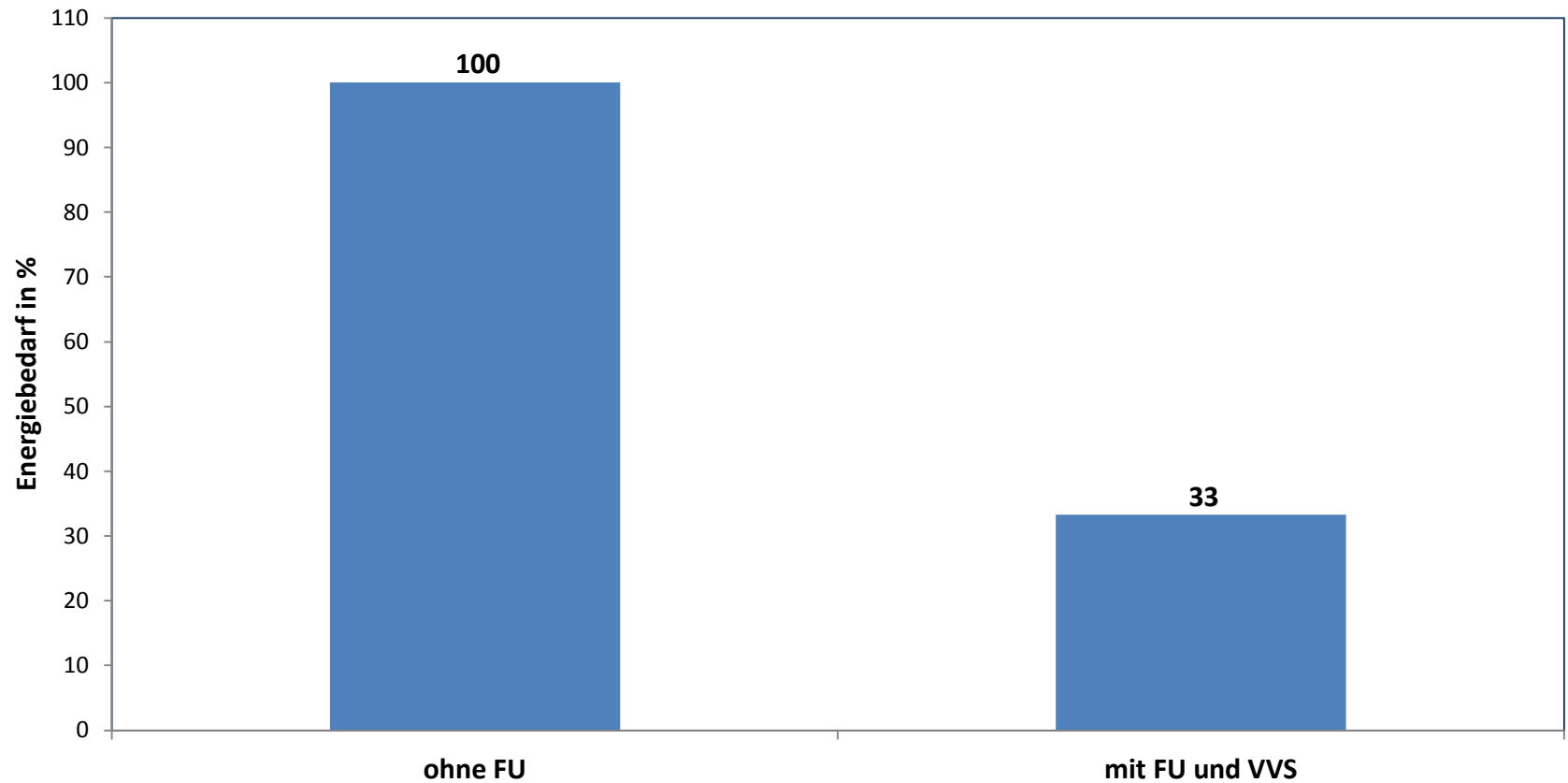
# Anwendungsbeispiel

# Lüftungsanlage

Urs Steinemann  
Ingenieurbüro US  
8832 Wollerau

# Ergebnis Beispiel mit/ohne FU

## Energiebedarf Luftförderung Bürolüftung



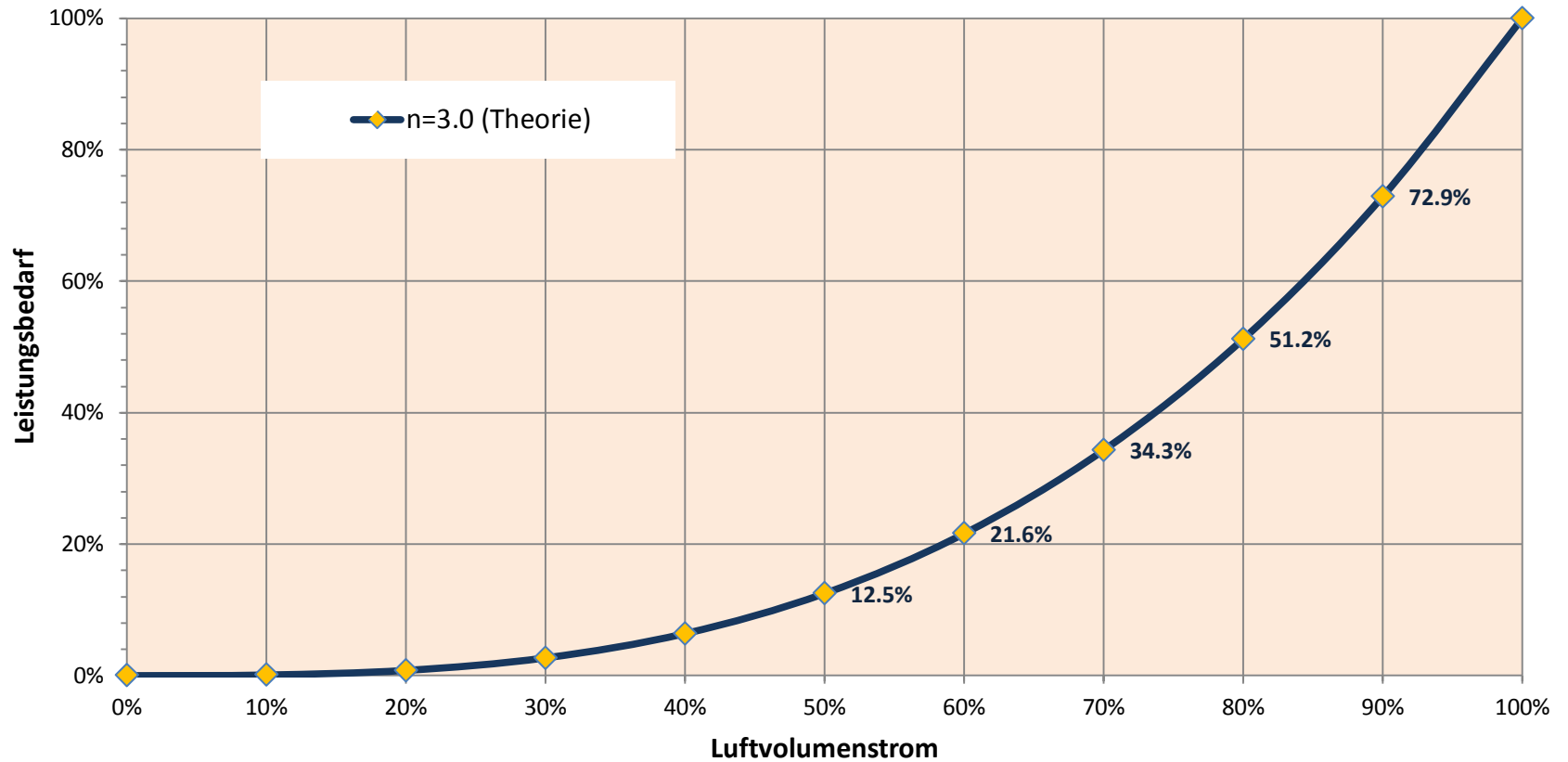
# Energieverbrauch von Ventilatoren

$$E = \frac{h \cdot V \cdot \Delta p}{\eta_{Venti} \cdot \eta_{Motor} \cdot \eta_{Transmission} \cdot \eta_{Regelung}}$$

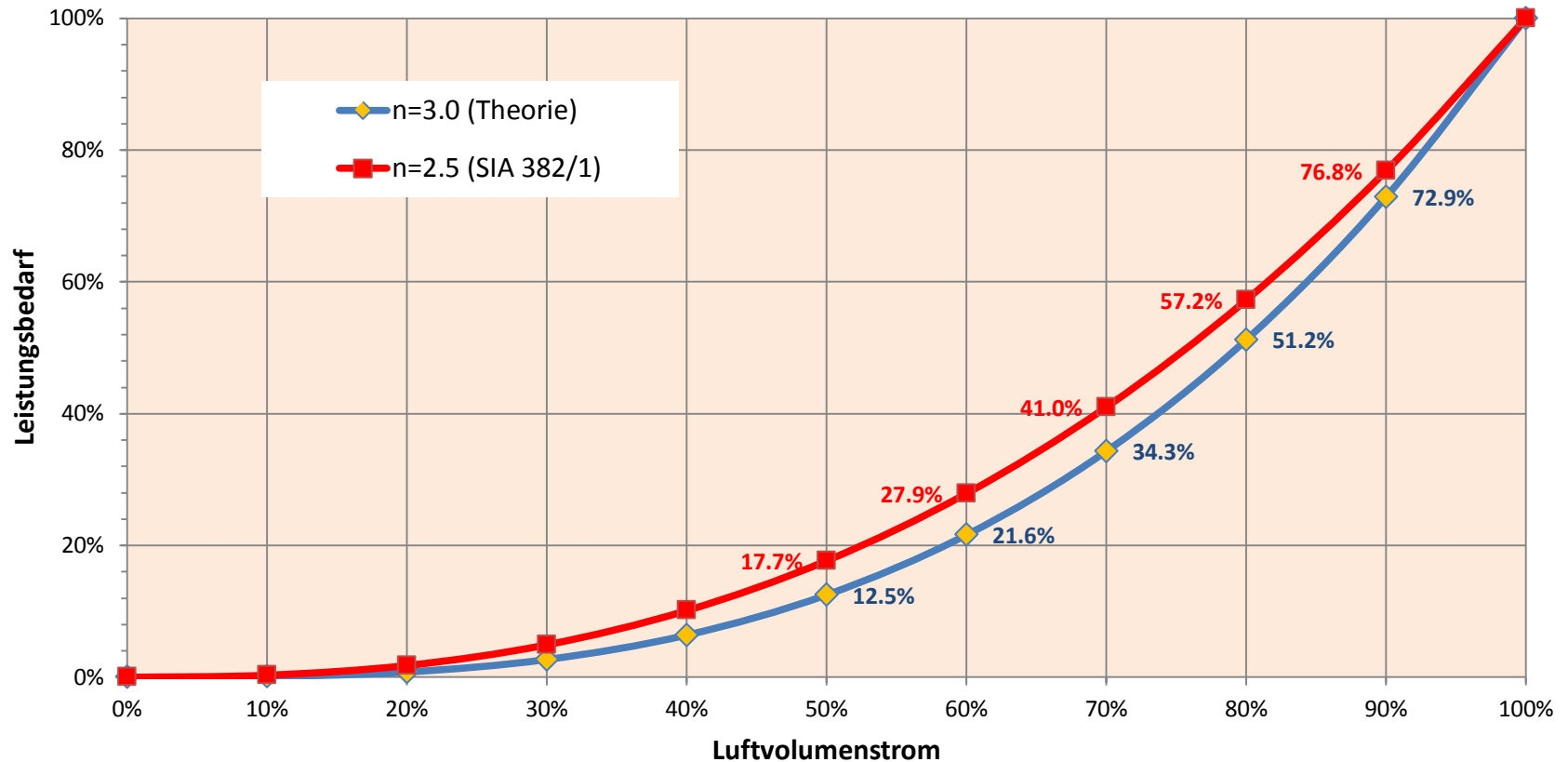
→ **h, V und  $\Delta p$  minimieren**

→ **Wirkungsgrade maximieren**

## Leistungsbedarf Luftförderung

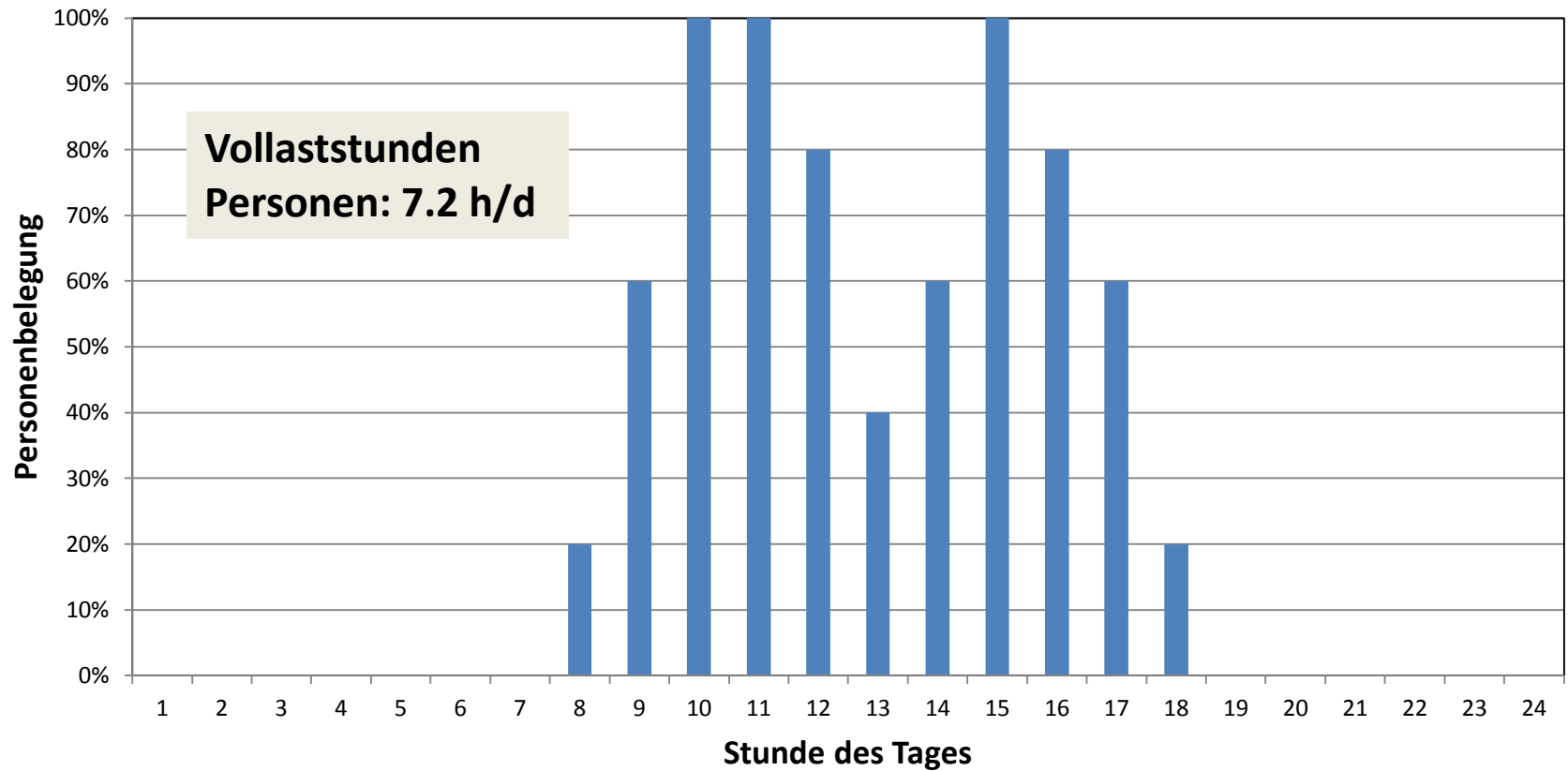


## Leistungsbedarf Luftförderung



**Beispiel:** n=2.8 mit angenommenen Teillastwirkungsgraden  
n=2.3 mit zusätzlich angenommenen Druckverlusten VVR

## Personenbelegung Büro nach MB SIA 2024



<b>Annahmen Beispiel MB FU</b>			
	ohne FU	mit FU und VVS	
Maximaler Luftvolumenstrom Vmax	27'000	27'000	m3/h
	7.5	7.5	m3/s
Druckverlustanteil mit Exponent 2.0	800	800	Pa
Konstanter Druckverlustanteil	0	50	Pa
Luftleistung bei Vmax	6.0	6.4	kW
$\eta_{M+V}$ im Bestpunkt	0.65	0.65	(0.72 x 0.90)
$\eta_{M+V}$ bei Vmax	0.55	0.55	
Leistungsaufnahme Motor bei Vmax	10.9	11.6	kW
$\eta_{FU}$ bei Vmax		0.95	
$\eta_{M+V+FU}$ bei Vmax		0.52	
Leistungsaufnahme FU bei Vmax		12.2	kW
Gleichzeitigkeitsfaktor			
Gesamtanlage		0.8	(Betrieb, nicht Auslegung)
Minimale Drehzahl Venti		20%	

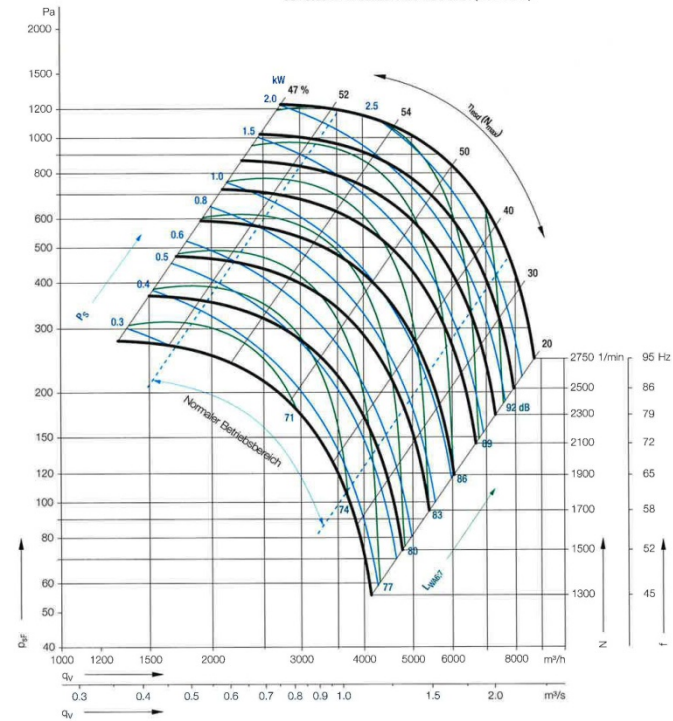
# Kennlinienfeld eines Ventilators

NICOTRA Gebhardt  
RZA 11-0315

Radialventilatoren mit Direktantrieb / RZA / Technische Daten

**Technische Daten**

Dichte des Fördermediums 1.15 kg/m<sup>3</sup>  
Leistungsdaten in Genauigkeitsklasse 2 nach DIN 24166  
Gemessen in Einbautart A nach ISO 5901 (ohne Kanal).



**Bestimmung der Oktavpegel**

**Eintrittsseite**

Relativer Schalleistungspegel für die Eintrittsseite  $L_{WA,27}$  bei den Oktavmittelfrequenzen  $f_c$ .

Betriebspunkt	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$\leq 1.4 \eta_{opt}$	-7	-3	-2	-1	-4	-10	-15	-21	dB
$> 1.4 \eta_{opt}$	-12	-7	-5	-1	-5	-9	-13	-21	dB

**Austrittsseite**

Relativer Schalleistungspegel für die Austrittsseite  $L_{WA,83}$  bei den Oktavmittelfrequenzen  $f_c$ .

Betriebspunkt	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$\leq 1.4 \eta_{opt}$	-4	-8	-6	-1	-5	-11	-15	-24	dB
$> 1.4 \eta_{opt}$	-8	-12	-8	-1	-5	-9	-13	-23	dB



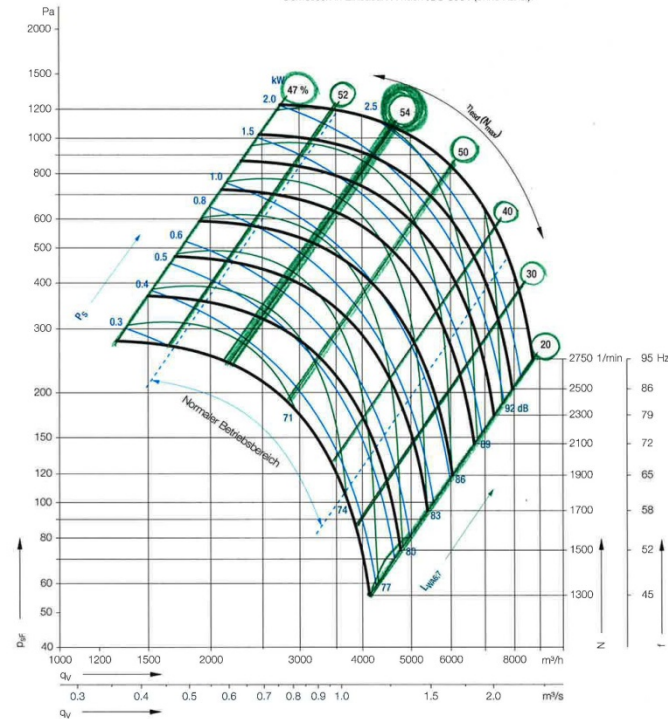
# Wirkungsgrade des Ventilators

NICOTRA/Gebhardt  
RZA 11-0315

Radialventilatoren mit Direktantrieb / RZA / Technische Daten

**Technische Daten**

Dichte des Fördermediums 1,15 kg/m<sup>3</sup>  
Leistungsdaten in Genauigkeitsklasse 2 nach DIN 24166.  
Gemessen in Einbautart A nach ISO 5801 (ohne Kanal).



**Bestimmung der Oktavpegel**

Eintrittsseite: Relativer Schalleistungspegel für die Eintrittsseite  $L_{W,27}$  bei den Oktavmittelfrequenzen  $f_c$ .

Betriebspunkt	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$\leq 1.4 Q_{opt}$	-7	-3	-2	-1	-4	-10	-15	-21	dB
$> 1.4 Q_{opt}$	-12	-7	-5	-1	-5	-9	-13	-21	dB

Austrittsseite: Relativer Schalleistungspegel für die Austrittsseite  $L_{W,28}$  bei den Oktavmittelfrequenzen  $f_c$ .

Betriebspunkt	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$\leq 1.4 Q_{opt}$	-4	-8	-6	-1	-5	-11	-15	-24	dB
$> 1.4 Q_{opt}$	-8	-12	-8	-1	-5	-9	-13	-23	dB

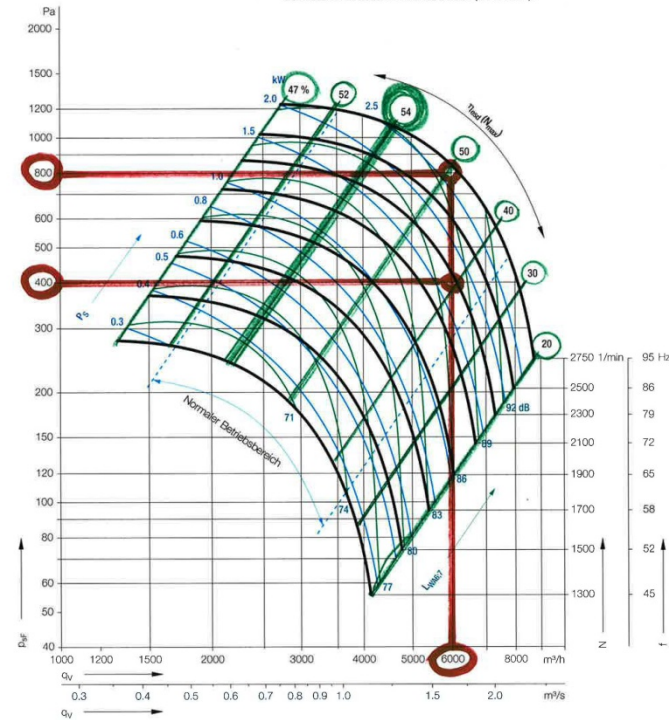
# Betriebspunkte des Ventilators

NICOTRA/Gebhardt  
RZA 11-0315

Radialventilatoren mit Direktantrieb / RZA / Technische Daten

**Technische Daten**

Dichte des Fördermediums 1.15 kg/m<sup>3</sup>  
Leistungsdaten in Genauigkeitsklasse 2 nach DIN 24166.  
Gemessen in Einbautart A nach ISO 5901 (ohne Kanal).



**Bestimmung der Oktavpegel**

**Eintrittsseite**

Relativer Schallleistungspegel für die Eintrittsseite  $L_{W,100}$  bei den Oktavmittelfrequenzen  $f_c$ .

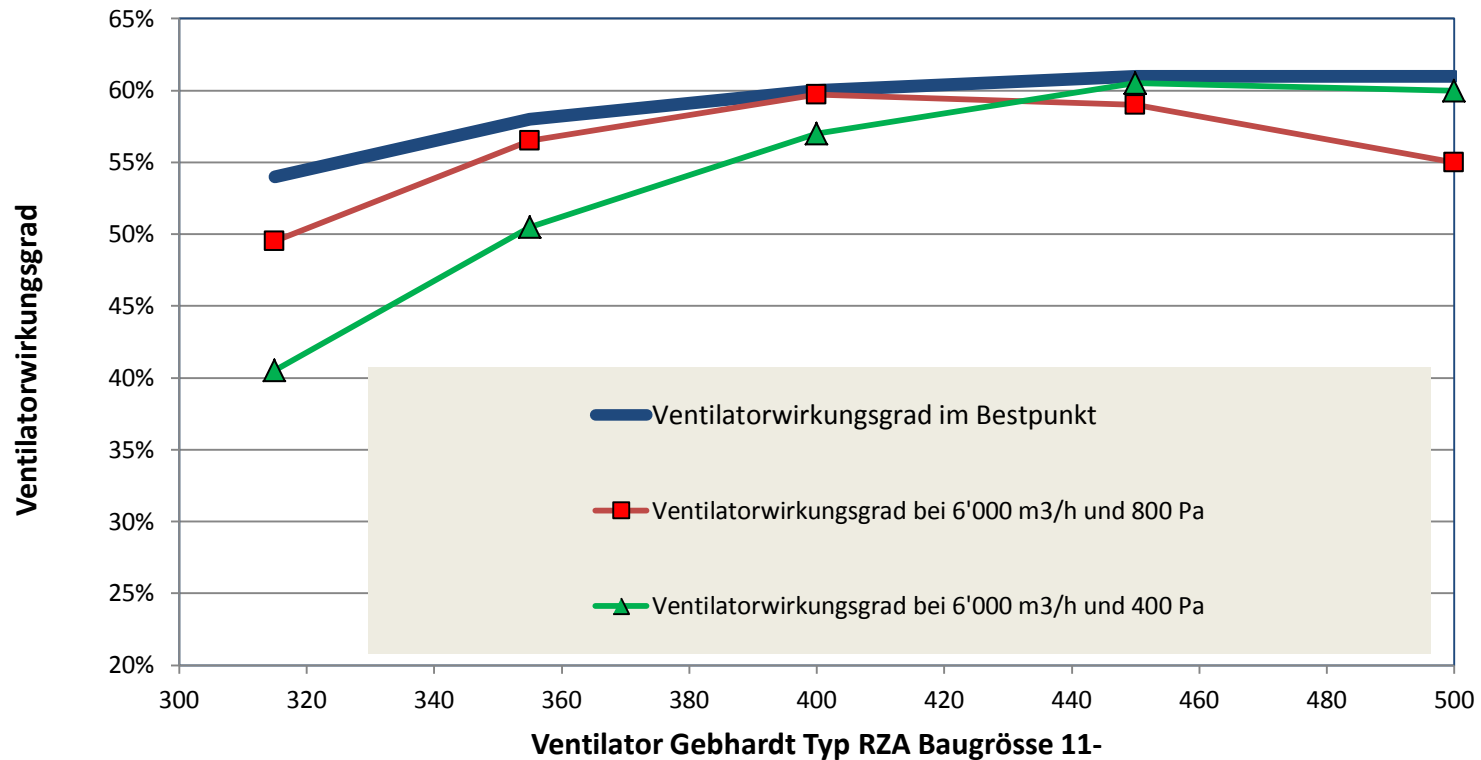
Betriebspunkt	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$\leq 1.4 \text{ } \eta_{opt}$	-7	-3	-2	-1	-4	-10	-15	-21	dB
$> 1.4 \text{ } \eta_{opt}$	-12	-7	-5	-1	-5	-9	-13	-21	dB

**Austrittsseite**

Relativer Schallleistungspegel für die Austrittsseite  $L_{W,100}$  bei den Oktavmittelfrequenzen  $f_c$ .

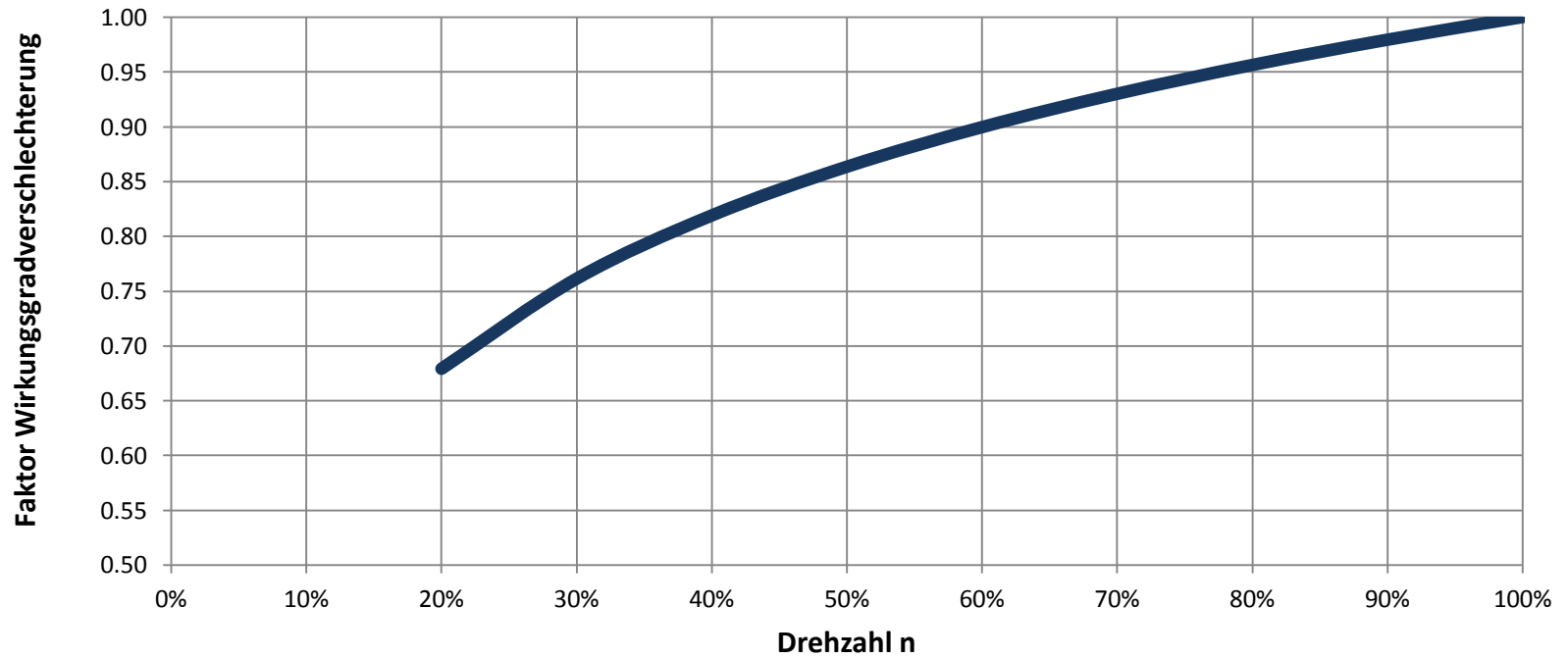
Betriebspunkt	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$\leq 1.4 \text{ } \eta_{opt}$	-4	-8	-6	-1	-5	-11	-15	-24	dB
$> 1.4 \text{ } \eta_{opt}$	-8	-12	-8	-1	-5	-9	-13	-23	dB

# Ventilatorwirkungsgrad je nach Baugrösse (Ventilator+Motor+FU)

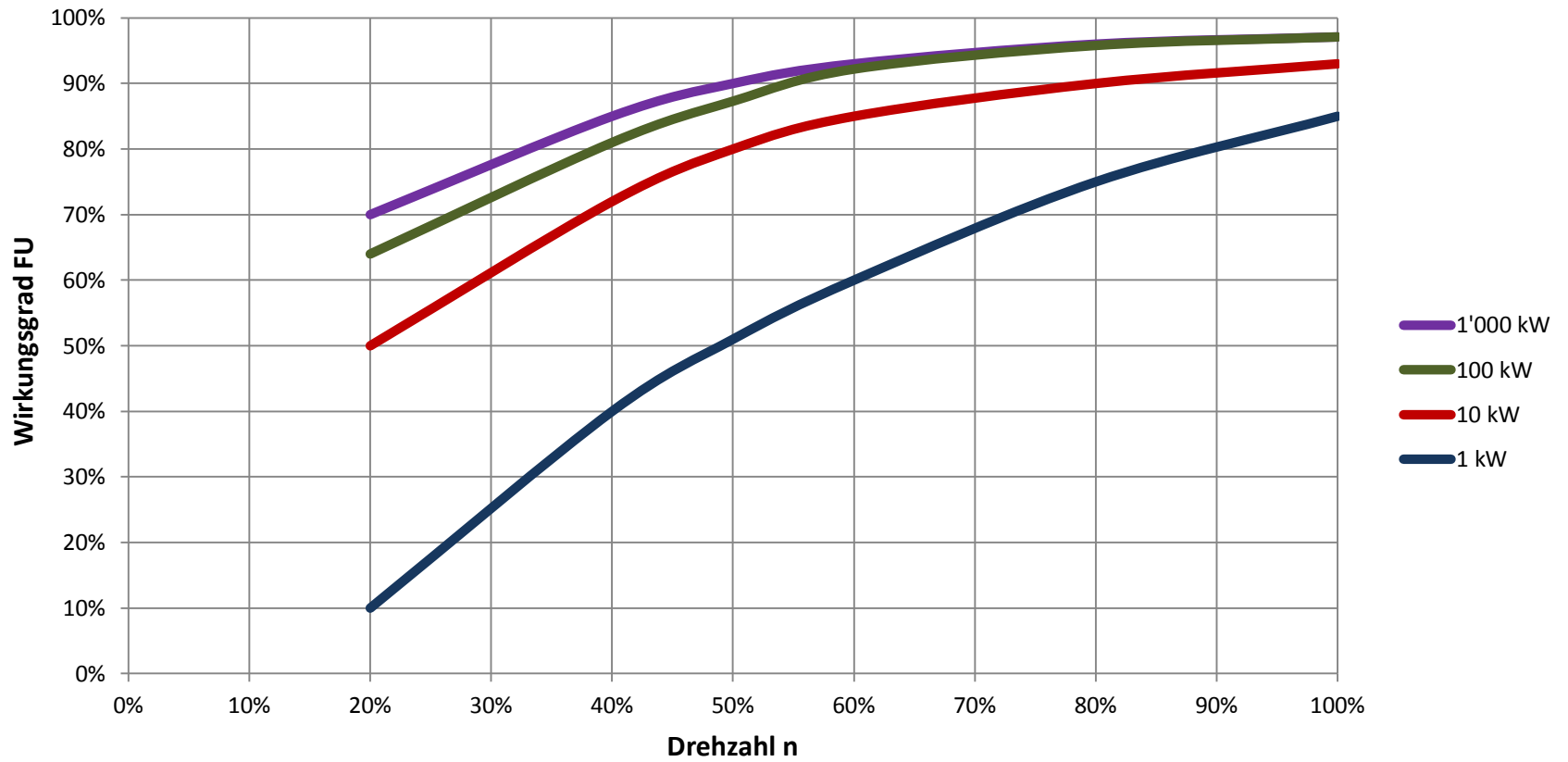


<b>Annahmen Beispiel MB FU</b>			
	ohne FU	mit FU und VVS	
Maximaler Luftvolumenstrom Vmax	27'000	27'000	m3/h
	7.5	7.5	m3/s
Druckverlustanteil mit Exponent 2.0	800	800	Pa
Konstanter Druckverlustanteil	0	50	Pa
Luftleistung bei Vmax	6.0	6.4	kW
$\eta_{M+V}$ im Bestpunkt	0.65	0.65	(0.72 x 0.90)
$\eta_{M+V}$ bei Vmax	0.55	0.55	
Leistungsaufnahme Motor bei Vmax	10.9	11.6	kW
$\eta_{FU}$ bei Vmax		0.95	
Leistungsaufnahme FU bei Vmax		12.2	kW
Gleichzeitigkeitsfaktor			
Gesamtanlage		0.8	(Betrieb, nicht Auslegung)
Minimale Drehzahl Venti		20%	

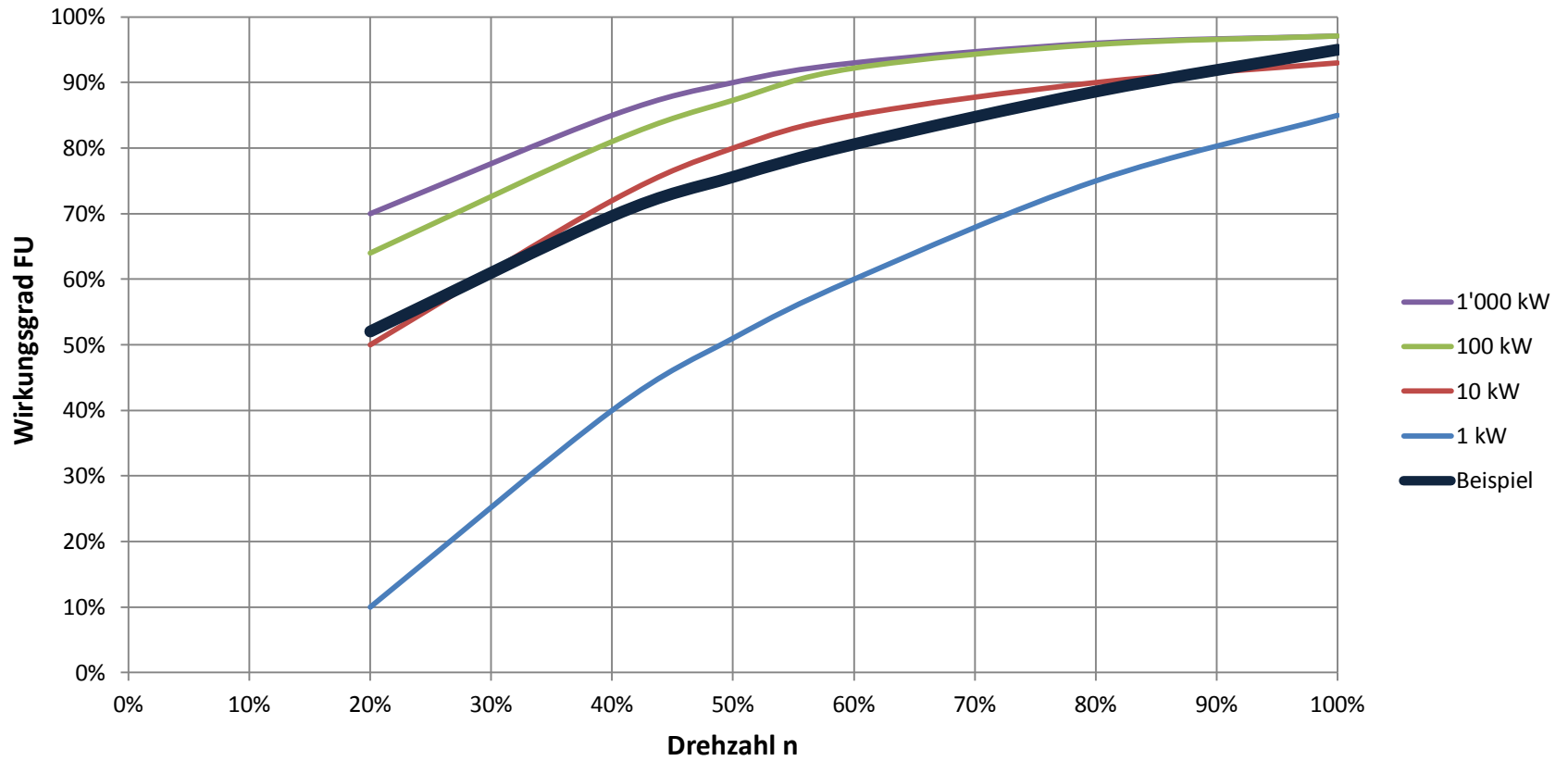
## Teillastfaktor Wirkungsgrad Ventilator+Motor



## Wirkungsgrad FU im Teillastbetrieb

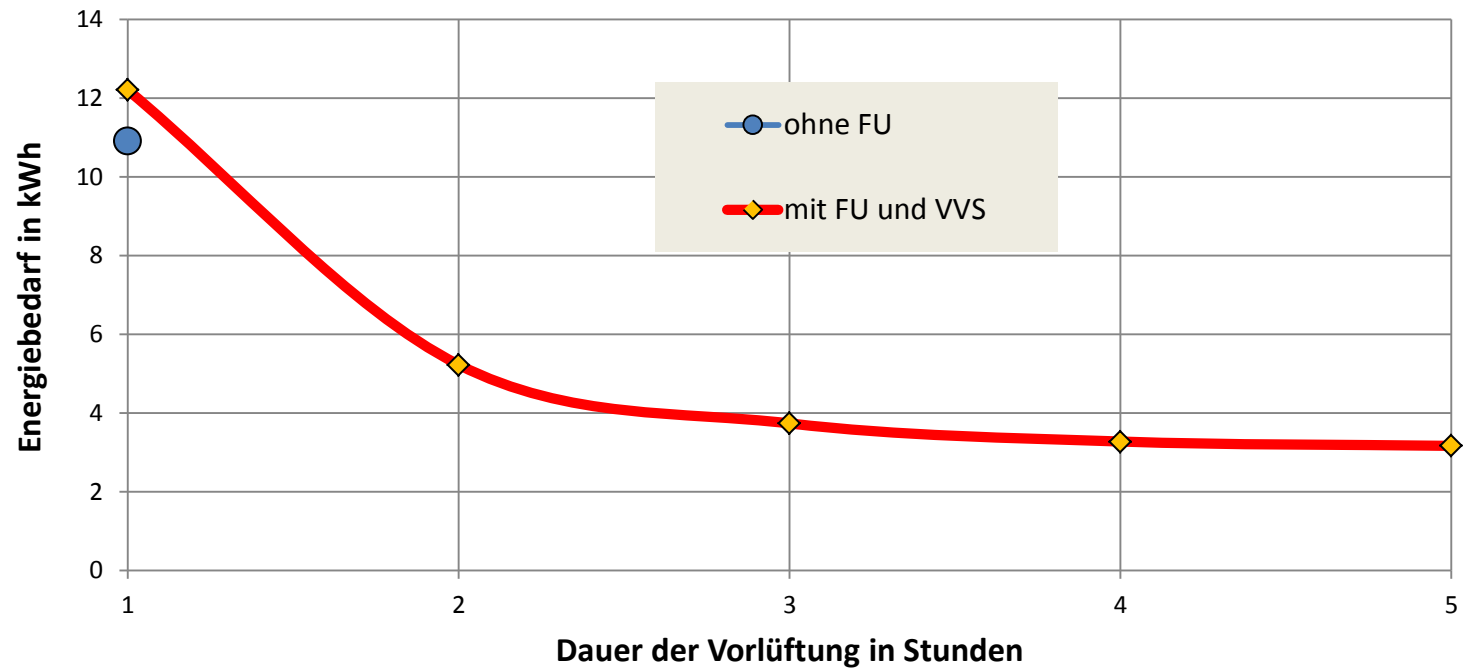


## Wirkungsgrad FU im Teillastbetrieb



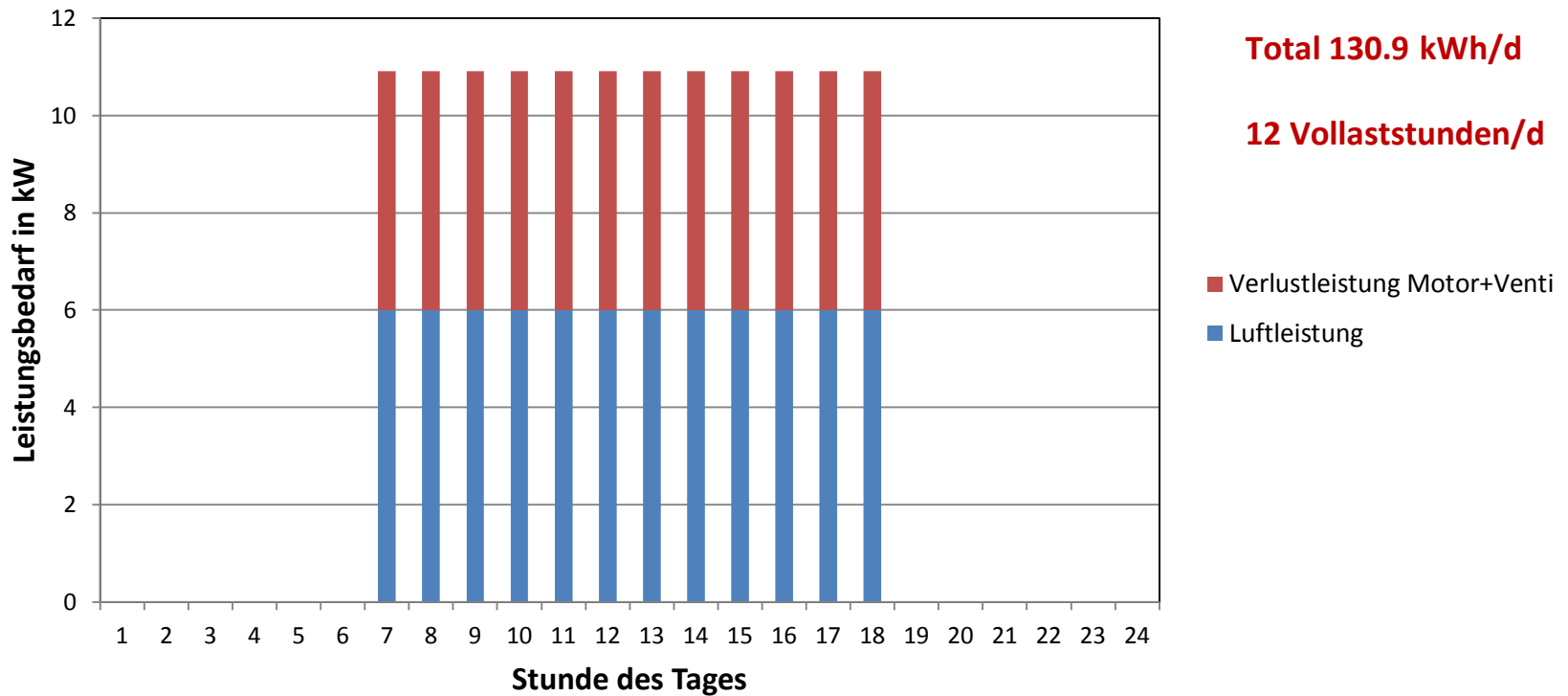
## Varianten der Vorlüftung

(1 h à 100%, 2 h à 50% etc.)

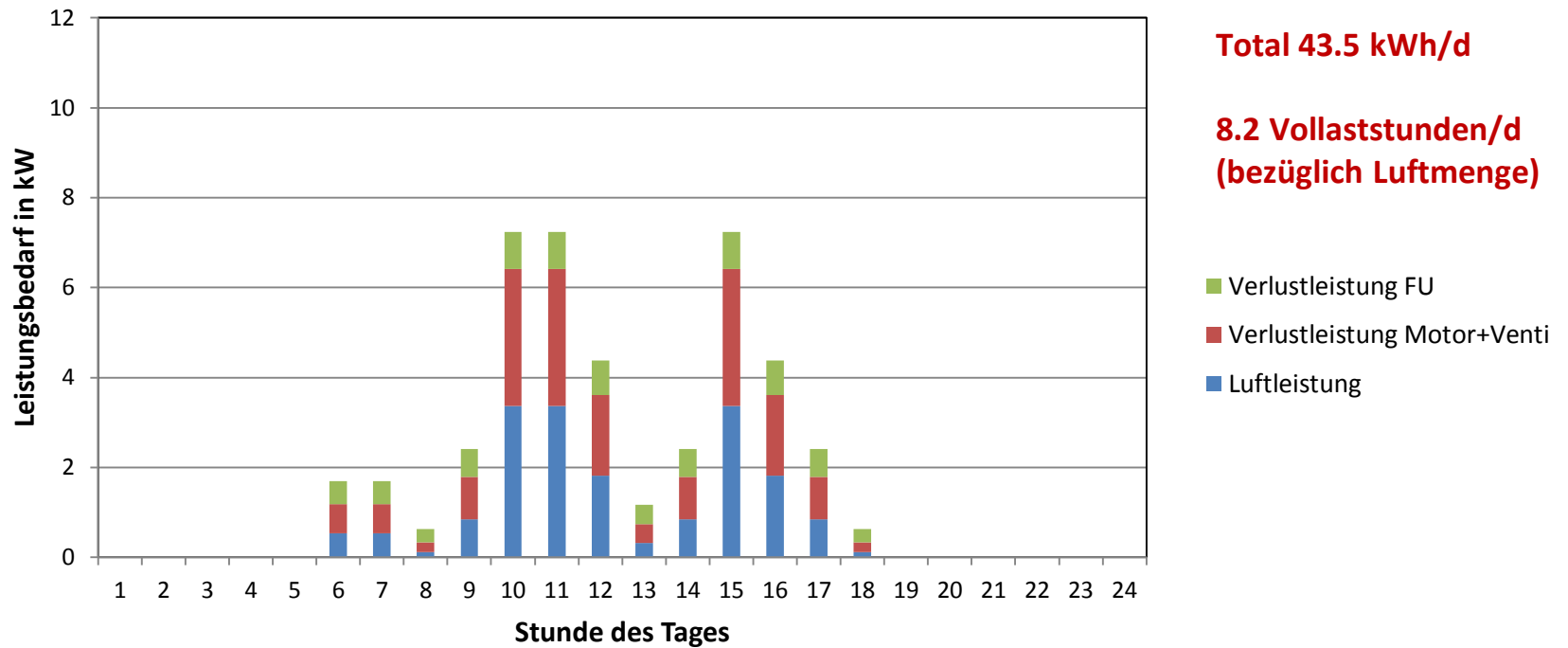




## Elektrischer Leistungsbedarf ohne FU

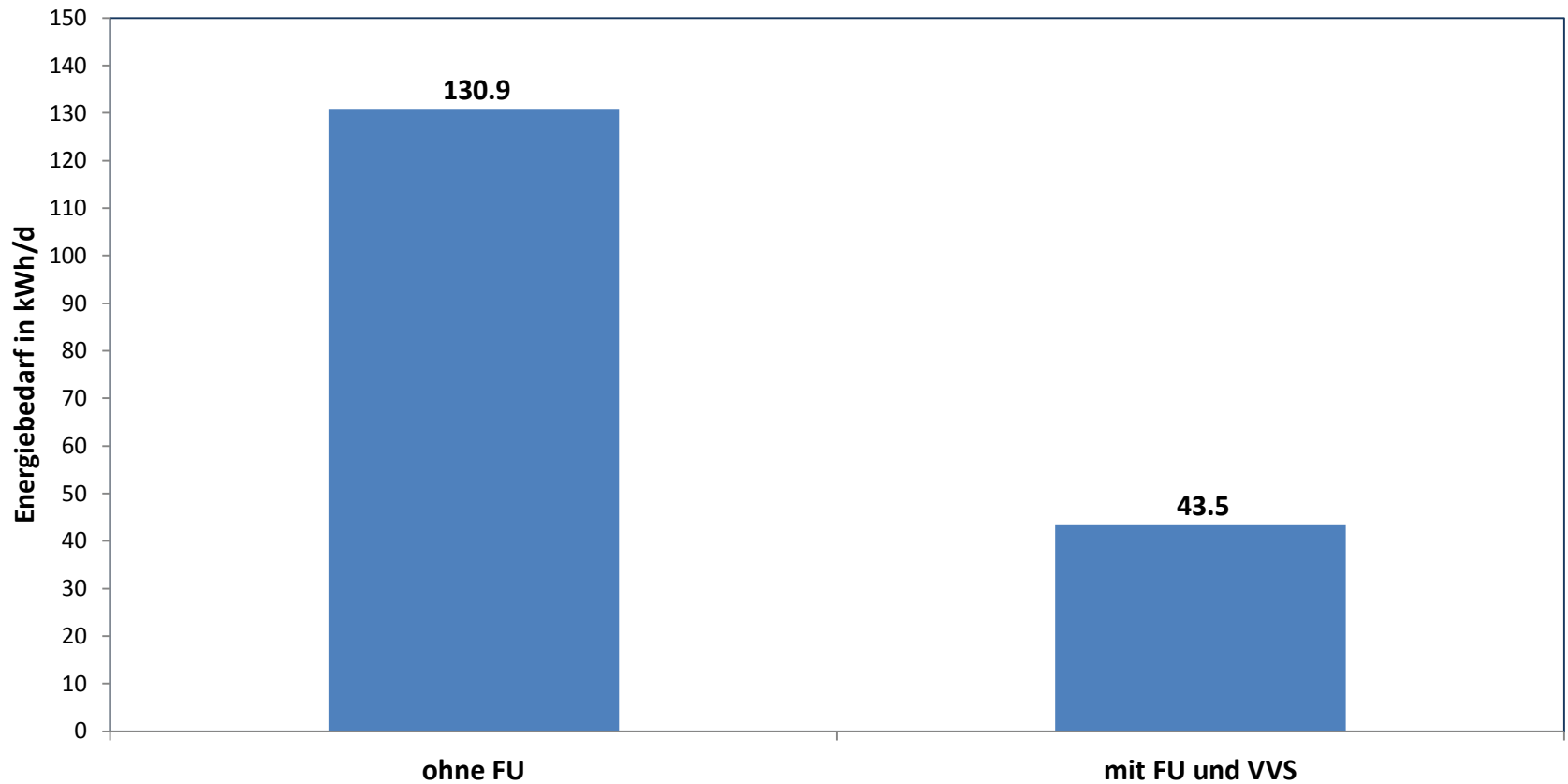


## Elektrischer Leistungsbedarf mit FU und VVS



# Ergebnis Beispiel mit/ohne FU

## Energiebedarf Luftförderung Bürolüftung



# Zusammenfassung

- Mit FU sind erhebliche Energieeinsparungen möglich
- Reduzierte Luftmengen ergeben Einsparungen bei der Luftförderung und auch bei der Luftaufbereitung
- FU haben Verluste. Eine Energieeinsparung ergibt sich nur bei variablem bedarfsgerechtem Betrieb
- FU nur zur einmaligen Einstellung des Betriebspunktes sind ungünstig
- Anteil FU mit konstantem Betrieb?

Danke  
für Ihre  
Aufmerksamkeit