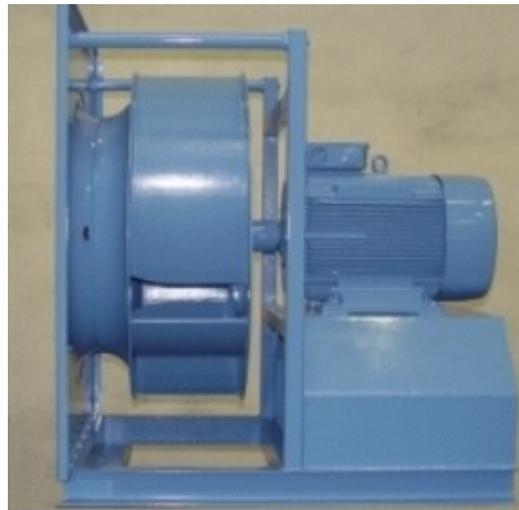
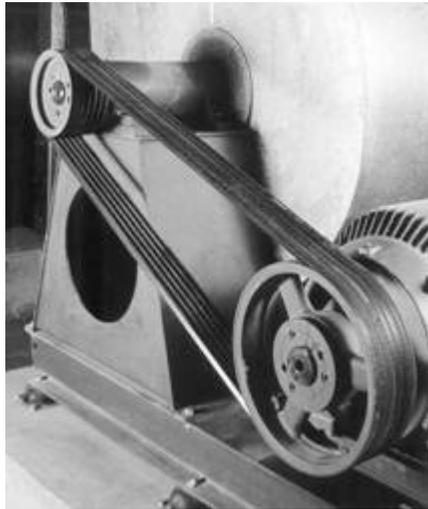


Topmotors Workshop "Transmissionen - effiziente Riemen und Getriebe"
Zürich, 25.11.2013

Transmission am Beispiel der Luftförderung

Heinrich Huber, FHNW, IEBau, Muttenz



Bildquellen: Habasit AG / Luwa Air Engineering AG / ebm-papst AG

Inhalt

- Die Antriebskette
- Transmission bei Ventilatoren
- Vergleich von Keil- und Flachriemen
- Ist ein Direktantrieb immer besser als ein Riemenantrieb?
- Resümee

Elektrizitätsverbrauch für die Luftförderung

$$E = \frac{q_v \cdot \Delta p \cdot t}{\eta_v \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_m \cdot \eta_r}$$

E Elektrizitätsverbrauch für die Luftförderung

q_v Luftvolumenstrom

Δp Druckverlust

t Betriebszeit

η_v Wirkungsgrad Ventilator

η_{tr} Wirkungsgrad Transmission (Riemenantrieb)

η_m Wirkungsgrad Motor

η_r Wirkungsgrad Steuerung/Regelung

$$\eta_r \cdot \eta_m \cdot \eta_{tr} \cdot \eta_v$$

Wirkungsgrad der Luftförderung

Elektronik, FU

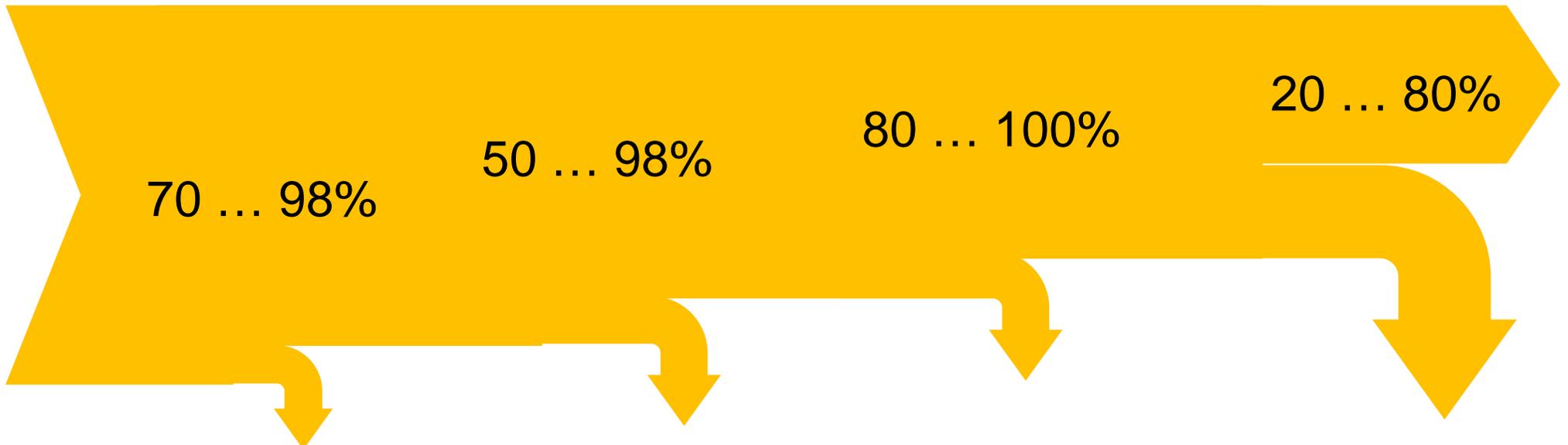
Motor

Transmission

Ventilator



Bilder: EUP Lot 11
und Habasit AG



Transmission bei der Luftförderung

Art der Transmission	Vorteile	Nachteile	Wirkungsgrad
Keilriemen	Günstig Fehlertolerant	Wartung Abrieb	Teillast 70 ... 90% Nennlast 85 ... 98%
Flachriemen	Kaum Abrieb Wenig Wartung Ruhiger Lauf	Anspruchsvoll bei der Installation, Spannkraft	Teillast 90 ... 95% Nennlast 95 ... 99%
Zahnriemen	Kein Schlupf Wenig Wartung	Geräusche Kosten Riemen	Teillast (?) Nennlast 95 ... 99 %
Direktantrieb mit AC-Motor	Kein Schlupf, Keine Wartung	Ev. Frequenzum- former erforderlich	100% (ev. Verluste Frequenzumformer)
Direktantrieb mit DC-Motor	Kein Schlupf Keine Wartung	ev. Teillastbetrieb Motor	100%

Anwendermodule – Merkblatt 24
Entwurf Oktober 2012

Effizienz ist wichtig

Luftförderung

in Gebäuden und bei industriellen Anlagen



topmotors.ch
Effizienz im Antrieb

Die fünf Punkte für energieeffiziente Luftförderung

- Weniger Widerstand: kurze, grosse, möglichst runde und dichte Luftleitungen, keine unnötigen Widerstände von Drosseln, Form- und Querschnittsänderungen, Wärmetauschern, etc.
- Weniger Luft: genaue Abklärung des benötigten Luftvolumenstroms (resp. Kälte/Wärme und Feuchte), bedarfsabhängige Betrieb (Tageszeit, kein Betrieb ohne Nutzen)
- Variabler Bedarf erfordert variablen Volumenstrom und regelbaren Antrieb
- Effizienter Ventilatorbetrieb aller Komponenten im Bereich des optimalen Wirkungsgrades
- Effizienter Motor mit Direktantrieb ohne Transmission und ohne Getriebe

Am 30. März 2011 wurde von der EU die Richtlinie 327/2011 mit Wirkungsgradanforderungen an Ventilatoren publiziert [1]. Sie legt Mindestwirkungsgrade für Ventilatoren im Leistungsbereich zwischen 125 W und 500 kW fest. Relevant ist die elektrische Leistungsaufnahme des Antriebsmotors im Bestpunkt des Ventilators. Eine erste Anforderungsstufe gilt ab 1. Januar 2013 (first tier), eine zweite ab 1. Januar 2015 (second tier). Die EU-Richtlinie nennt im Anhang Bestwerte von Wirkungsgraden, welche heute je nach Ventilatorotyp erreicht werden (Tabelle 1).

Ventilatorotyp	Messanordnung*	Wirkungsgradkategorie	Wirkungsgrad bei 10 kW Leistung %
Axialventilator	A, C	statisch	66 %
	B, D	total	78 %
Radialventilator mit vorwärts gekrümmten oder radial endenden Schaufeln	A, C	statisch	62 %
	B, D	total	65 %
Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln ohne Gehäuse	A, C	statisch	70 %
	A, C	statisch	72 %
Radialventilator mit rückwärts gekrümmten Schaufeln und Gehäuse	A, C	statisch	75 %
	B, D	total	75 %
Diagonalventilator (Mischform von Axial- und Radialventilator)	A, C	statisch	61 %
	B, D	total	65 %
Querstromventilator	B, D	total	32 %



Tabelle 1: Bestwerte für die Wirkungsgrade der verschiedenen Ventilatorotypen gemäss EU-Richtlinie 327/2011.

* A: frei ansaugend, frei ausblasend
B: frei ansaugend, Kanal druckseitig
C: Kanal saugseitig, frei ausblasend
D: Kanal saugseitig, Kanal druckseitig



Merkblatt 24-Ventilatoren | Oktober 2012 | www.topmotors.ch | info@topmotors.ch
Entwurf Oktober 2012

24.1

topmotors.ch Merkblatt 24 Luftförderung

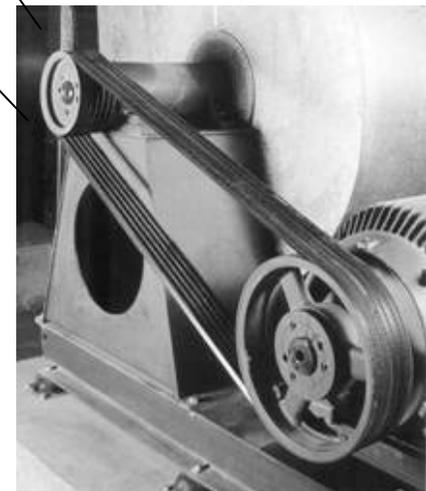
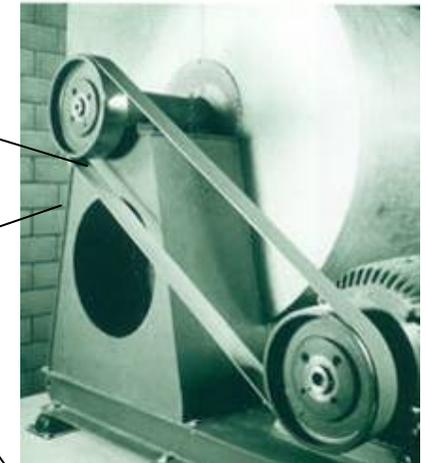
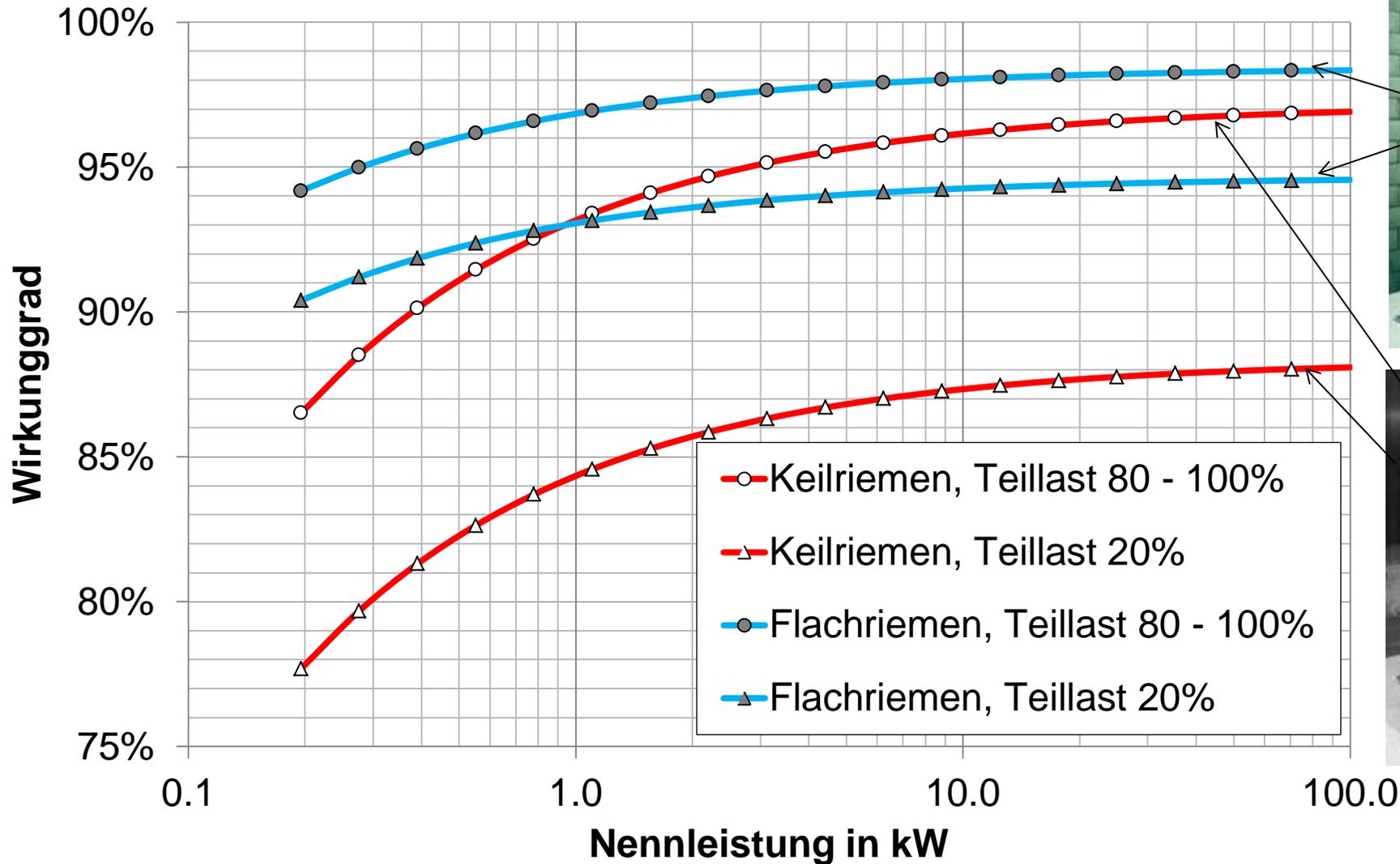
Zielpublikum: Planer, Installateure und Betreiber von Lüftungsanlagen

Inhalt:

- Komponenten: Wirkungsgrade
- Energiebedarf: Einflussgrössen und Optimierung
- Planung von effizienten Anlagen
- Überprüfung von bestehenden Anlagen
- Beispiele

Autoren: Conrad U. Brunner, Bruno Hari, Urs Steinemann, Heinrich Huber

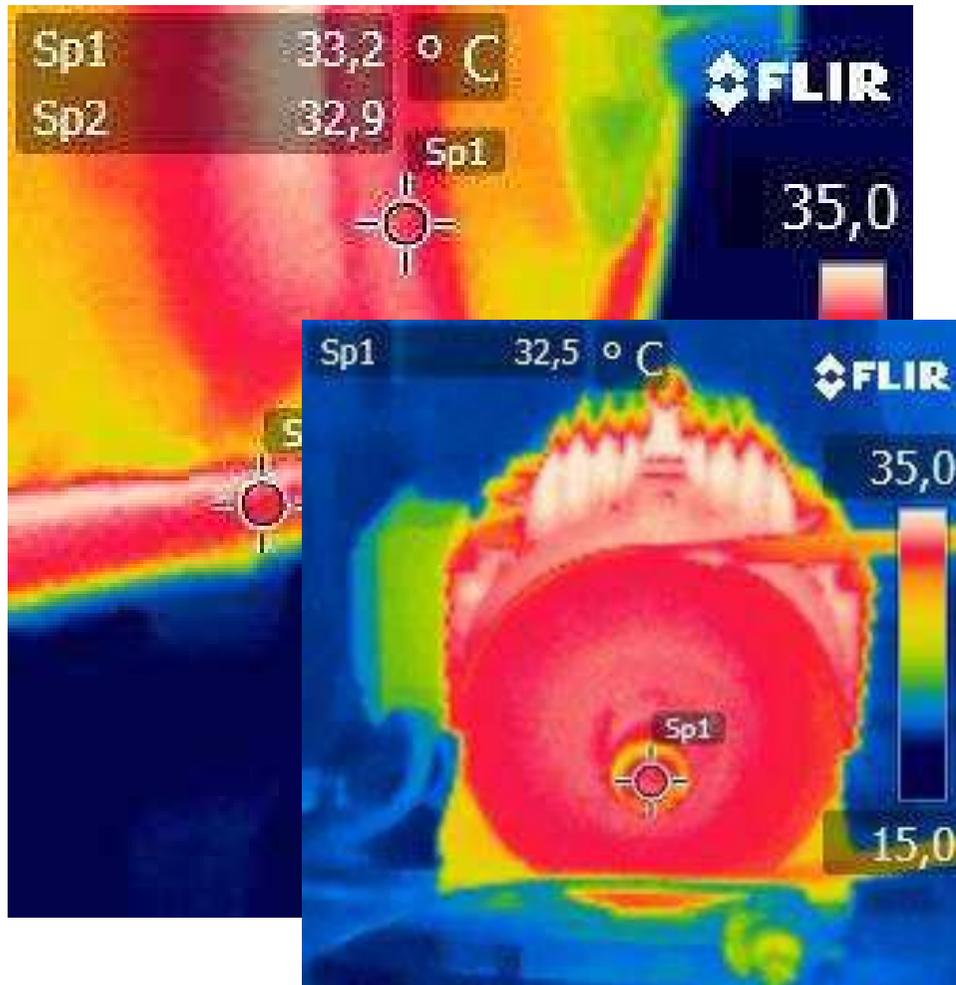
Wirkungsgrade von Keilriemen sind bei kleinen Leistungen und bei Teillast tief



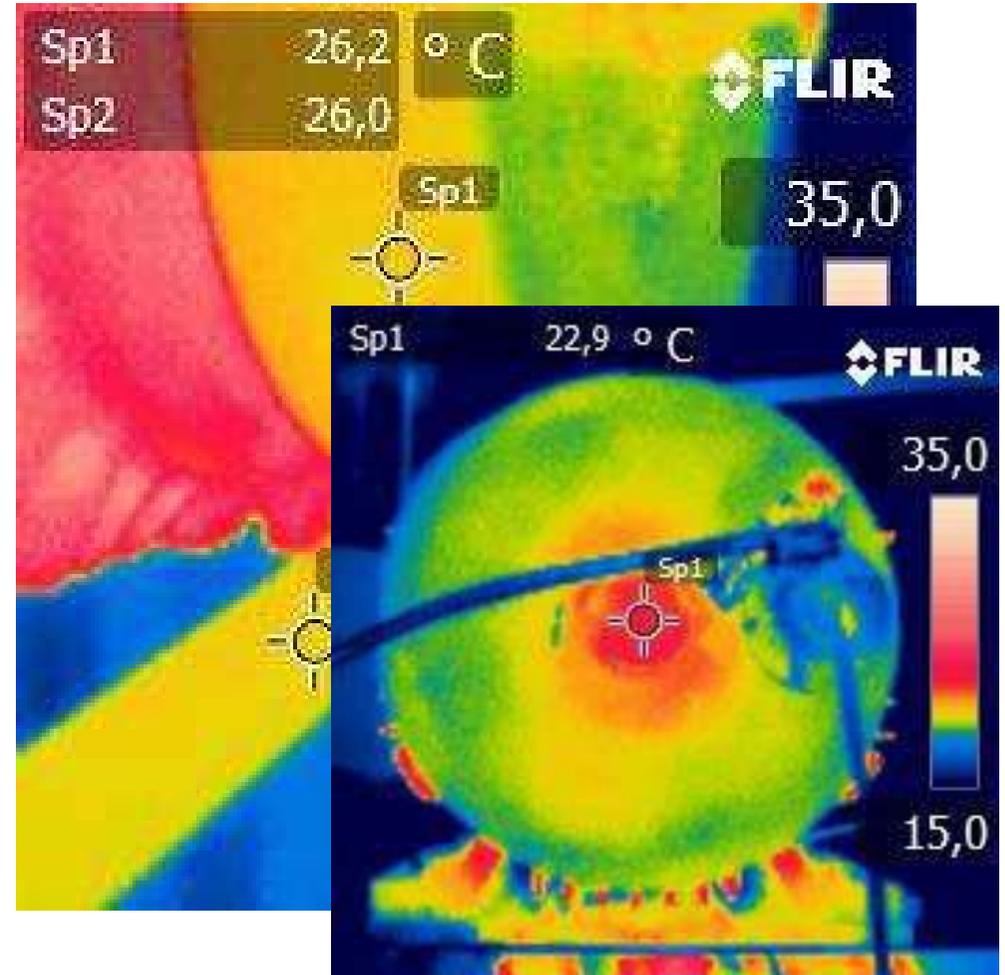
Fotos: Habasit AG

Temperaturen von Keilriemen und Flachriemen beim Motorpulley

Keilriemen



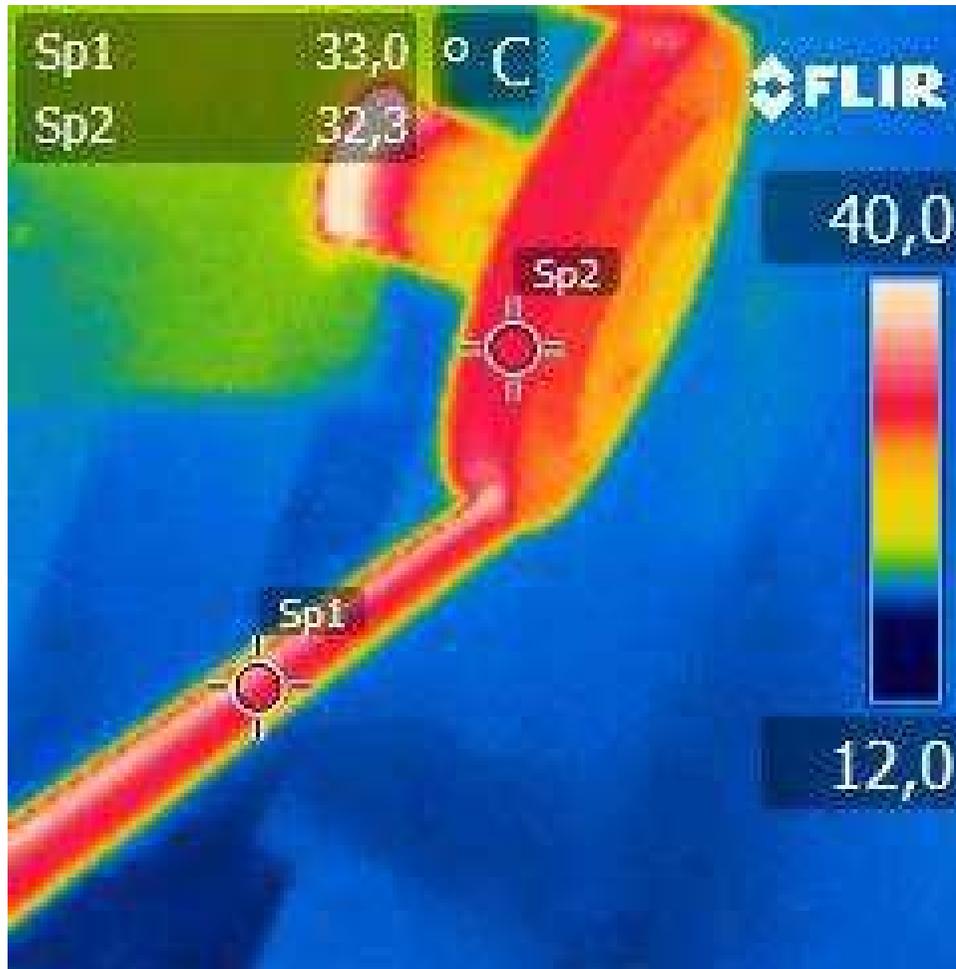
Flachriemen



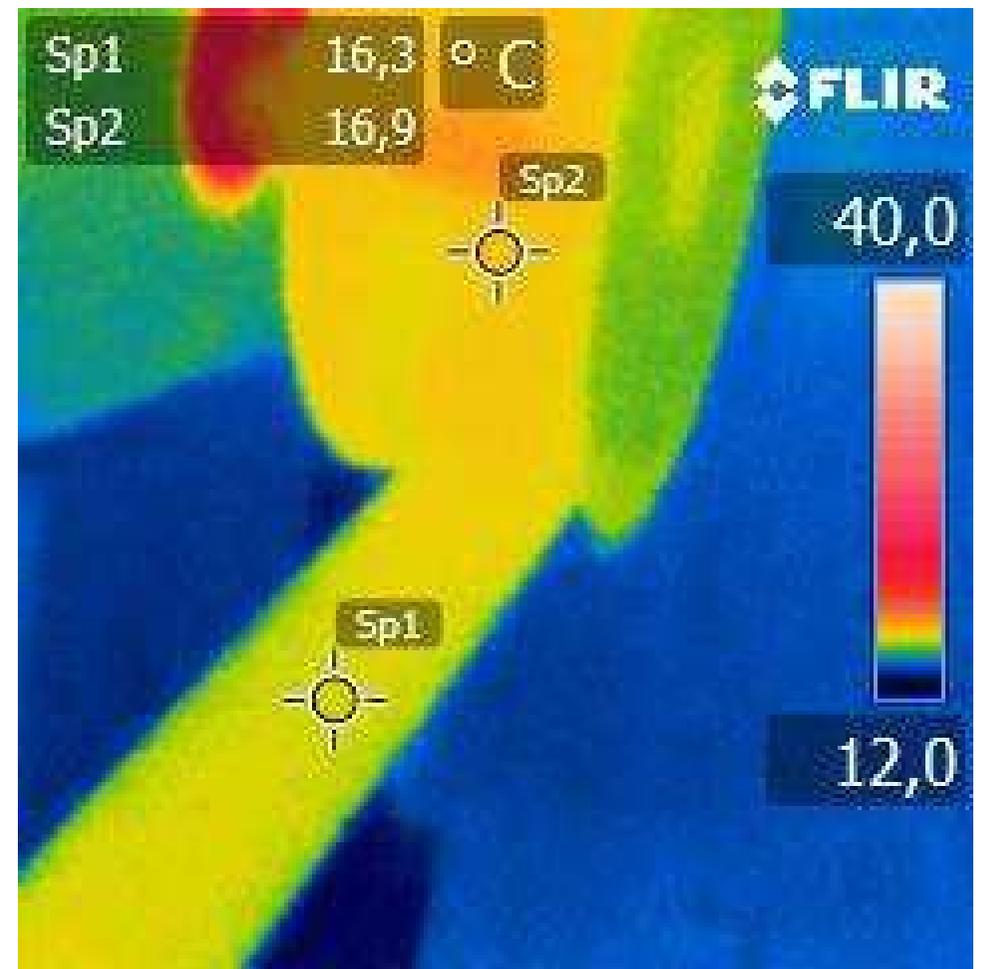
Bildquelle: Projektarbeit «Wirkungsgrad von Riemenantrieben», FHNW, Studiengang EUT 2013

Temperaturen von Keilriemen und Flachriemen beim Ventilatorpulley

Keilriemen



Flachriemen

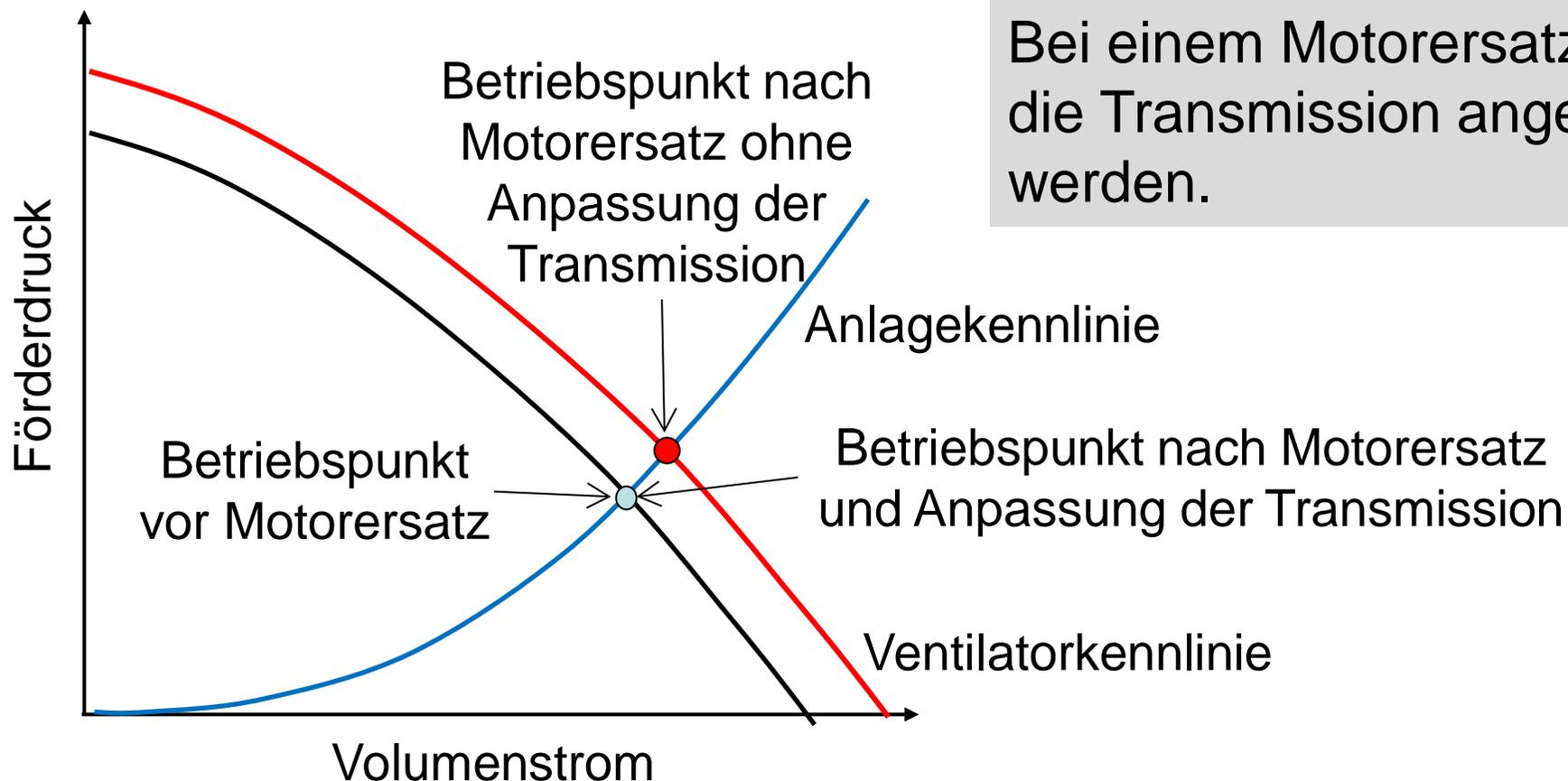


Bildquelle: Projektarbeit «Wirkungsgrad von Riemenantrieben», FHNW, Studiengang EUT 2013

Vorsicht beim Ersatz von Motoren!

Die Drehzahl von effizienten Motoren (IE3) ist 1% bis 5% höher als von alten Motoren (IE1 und IE2)

Bei einem Motorersatz muss die Transmission angepasst werden.



Ist ein Direktantrieb immer besser als ein Riemenantrieb?

Riemenantrieb



Laufraddurchmesser
500 mm

EC-Direktantrieb



Laufraddurchmesser
450 mm

Riemenantrieb

4800 m³/h, 450 Pa
pneumatische Leistung 600 W

Aus Ventilator-Diagramm:

- Drehzahl: 1200 U/min
- Schallleistungspegel $L_{w,A} = 80$ dB
- Wirkungsgrad $\eta_v = 81\%$

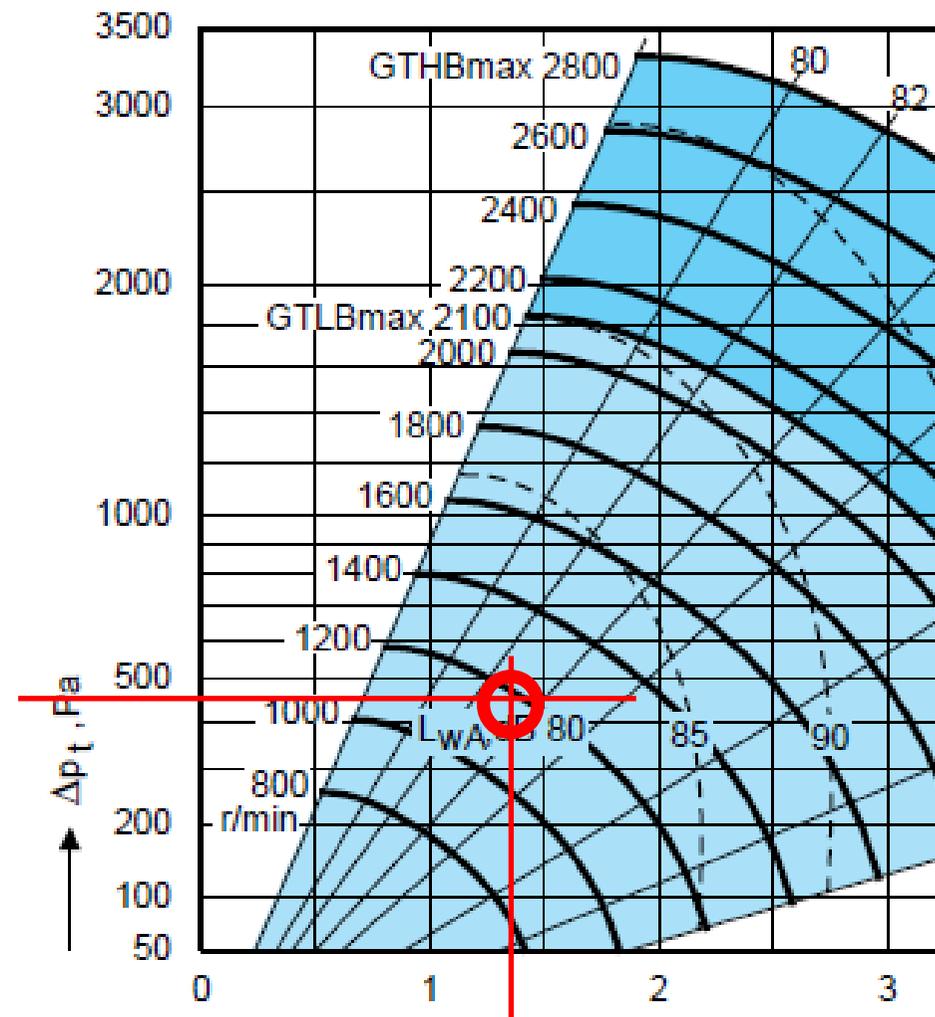
Flachriemen:

Wirkungsgrad $\eta_t = 97\%$

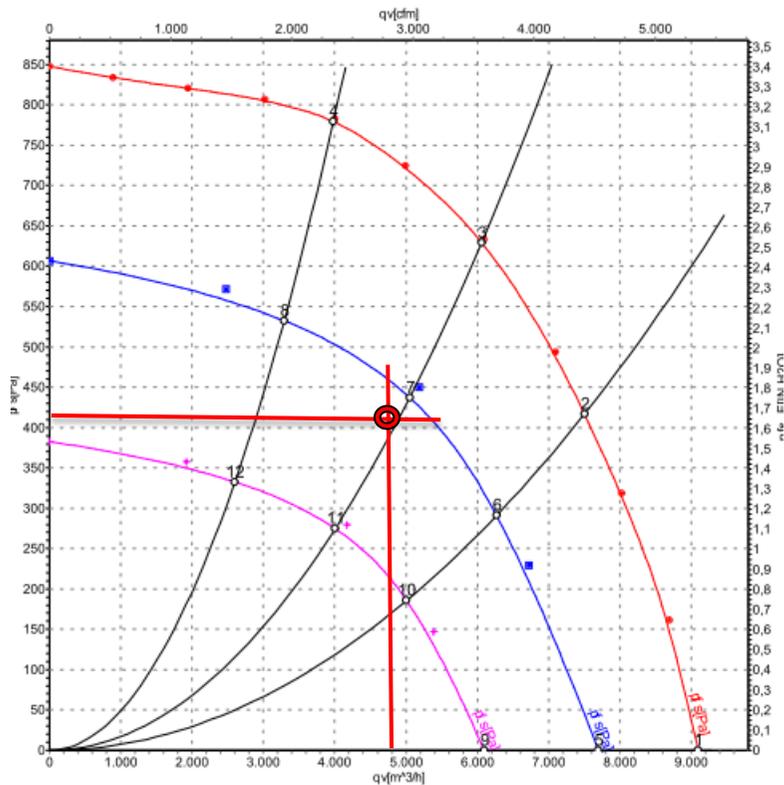
Motor IE3:

Wirkungsgrad $\eta_m = 85\%$

Gesamtwirkungsgrad $\eta_{tot} = 67\%$
elektr. Aufnahmeleistung $P_{el} = 900$ W



Auslegung EC-Direktantrieb mit Katalogdaten



**4800 m³/h, tot. Druck 450 Pa
stat. Druck 410 Pa
pneumatische Leistung 600 W**

Messwerte

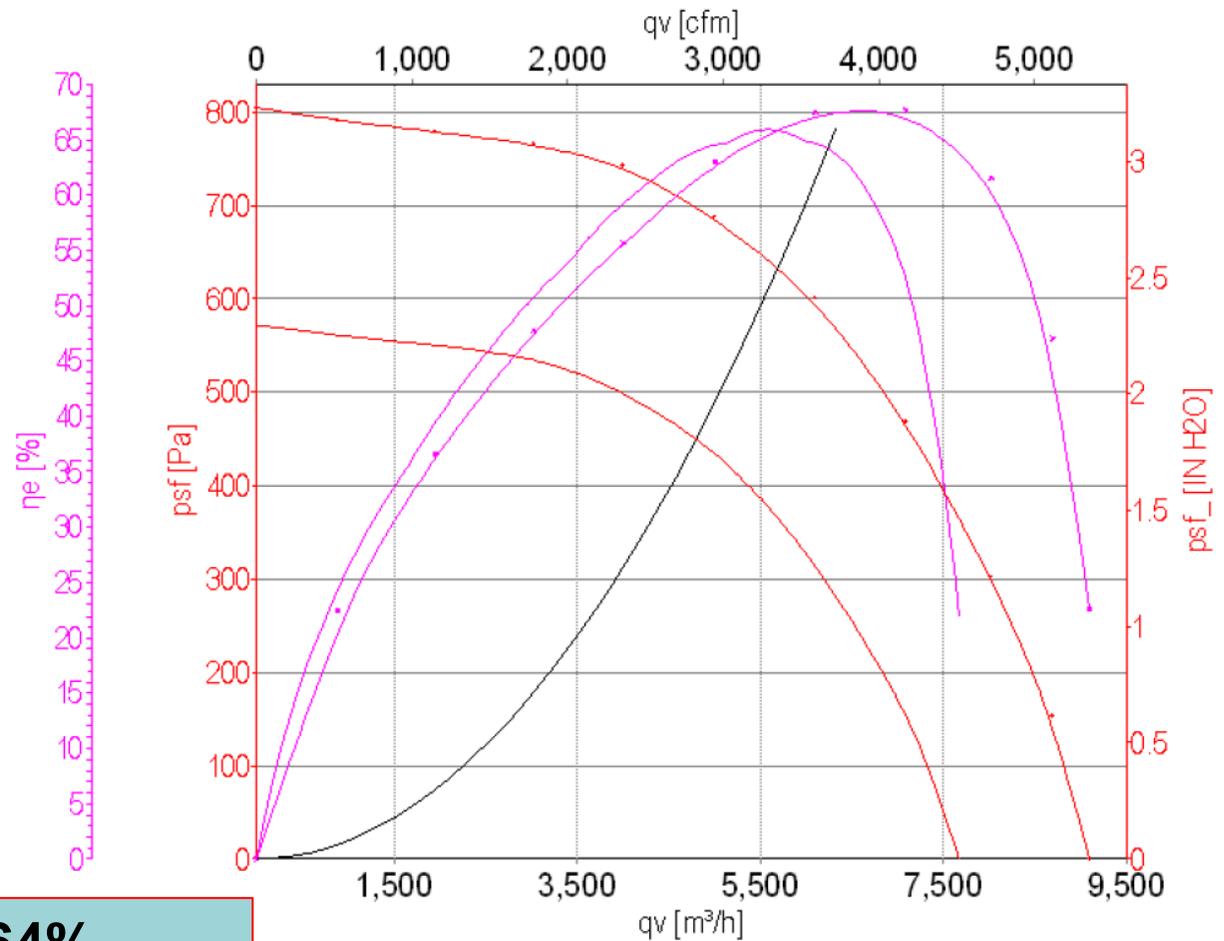
	U	f	n	P _{ed}	I	LpA _{in}	LwA _{in}	qv	P _{fs}
	V	Hz	min ⁻¹	W	A	dB(A)	dB(A)	m ³ /h	Pa
1	400	50	1750	1036	1,61	80	87	9100	0
2	400	50	1750	1457	2,25	72	80	7505	420
3	400	50	1750	1615	2,50	70	77	6065	635
4	400	50	1750	1524	2,33	73	80	3980	785
5	400	50	1450	571	0,92	74	82	7695	0
6	400	50	1450	812	1,28	67	75	6270	294
7	400	50	1450	906	1,42	66	73	5055	456
8	400	50	1450	810	1,27	69	76	3290	535
9	400	50	1155	306	0,56	68	76	6095	0
10	400	50	1155	427	0,73	61	69	5010	188
11	400	50	1155	462	0,77	59	67	4005	285
12	400	50	1155	411	0,70	62	69	2600	334

U = Versorgungsspannung · f = Frequenz · n = Drehzahl · P_{ed} = Leistungsaufnahme · I = Stromaufnahme · LpA_{in} = Schalldruckpegel saugseitig · LwA_{in} = Schalleistungspegel saugseitig
qv = Volumenstrom · p_b = Druckerhöhung

Gesamtwirkungsgrad ca. 66%

Auslegung EC-Direktantrieb mit Auslegungsprogramm

qv	m ³ /h	4800
Psf	Pa	450
Pf	Pa	476
rpm	1/min	1464
Pe	W	992
SFP	kW/(m ³ /s)	0.744
eta e	%	64
eta se	%	60.5
I	A	1.47
LwA(A,in)	dB(A)	73.5
LwA(A,out)	dB(A)	80.4
LwA _{in+out}	dB(A)	81.2
U _{control}	V	8.4
ρ _{measured at}	kg/m ³	1.14



Gesamtwirkungsgrad 64%

Das Beispiel kann nicht verallgemeinert werden, aber:

- Ein Ventilator mit optimal ausgelegtem Riemenantrieb kann einen ähnlich guten Gesamtwirkungsgrad erreichen, wie ein Ventilator mit Direktantrieb.
- Bei Riemenantrieben können die Komponenten optimal aufeinander abgestimmt werden.

Bei variablem Volumenstrom ist beim Riemenantrieb zusätzlich der Frequenzumformer zu beachten.

Die Transmission hat u.a. die Funktion, den korrekten Betriebspunkt mit optimalem Wirkungsgrad zu erreichen.

Resümee

- Bei Riemenantrieben sollen vorzugsweise Flach- oder Zahnriemen eingesetzt werden.
- Effiziente Riemen haben nicht nur bessere Wirkungsgrade, sondern auch weniger Abrieb (weniger Verschmutzung, Filterbelastung) und eine wesentlich längere Standzeit (geringere Wartungskosten).