KAESER KOMPRESSOREN

topmotors.ch Effizienz im Antrieb - **Workshop Merkblatt 26**

Energieeffiziente Anlagen in der Praxis

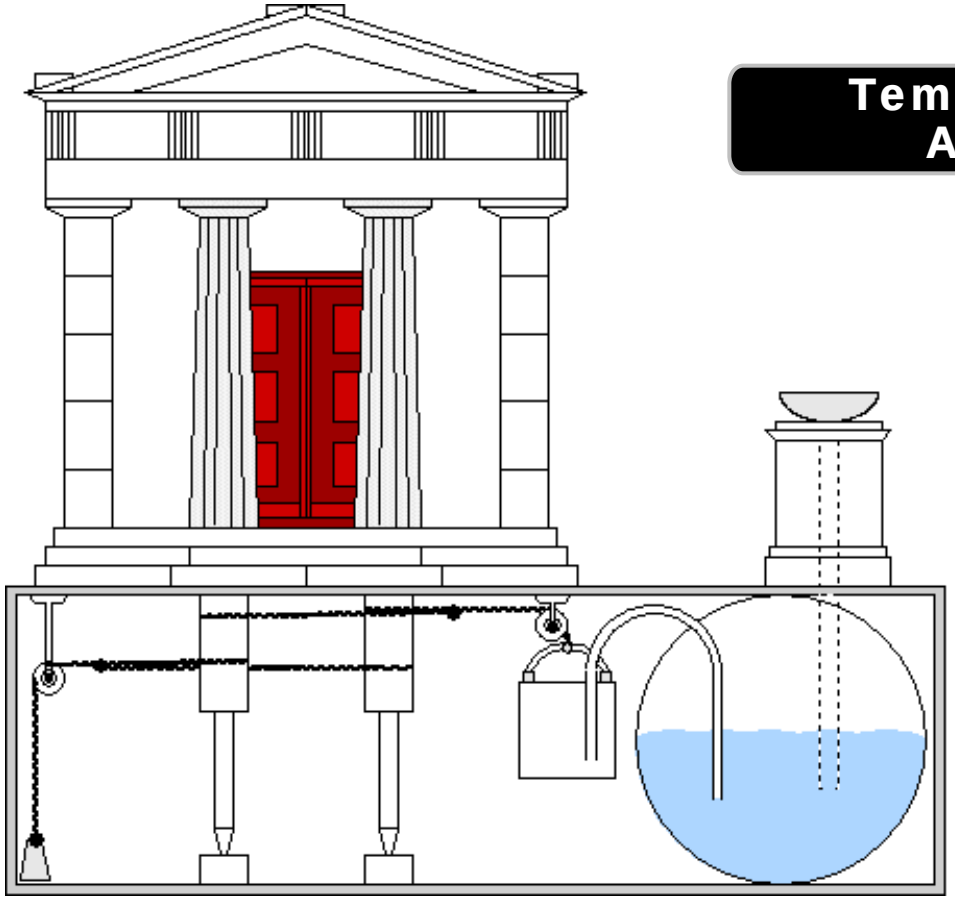
Zürich, den 11.11.2016

Referent

Jakob Spillmann

KAESER Kompressoren AG

Älteste bekannte Druckluft-Anwendung



Tempeltüren von Alexandria

Heron von Alexandria
um 100 n. Chr.

Zusammenfassung Druckluft erzeugen

ölgeschmierte / ölfreie Kolbenkompressoren

für kleine Liefermengen und hohe Drücke im Handwerk und Industrie

fluidgekühlte Schraubenkompressoren

für Handwerk und industrielle Anwendungen; auch Vakuum

trockenverdichtende Schraubenkompressoren

für industrielle Anwendungen

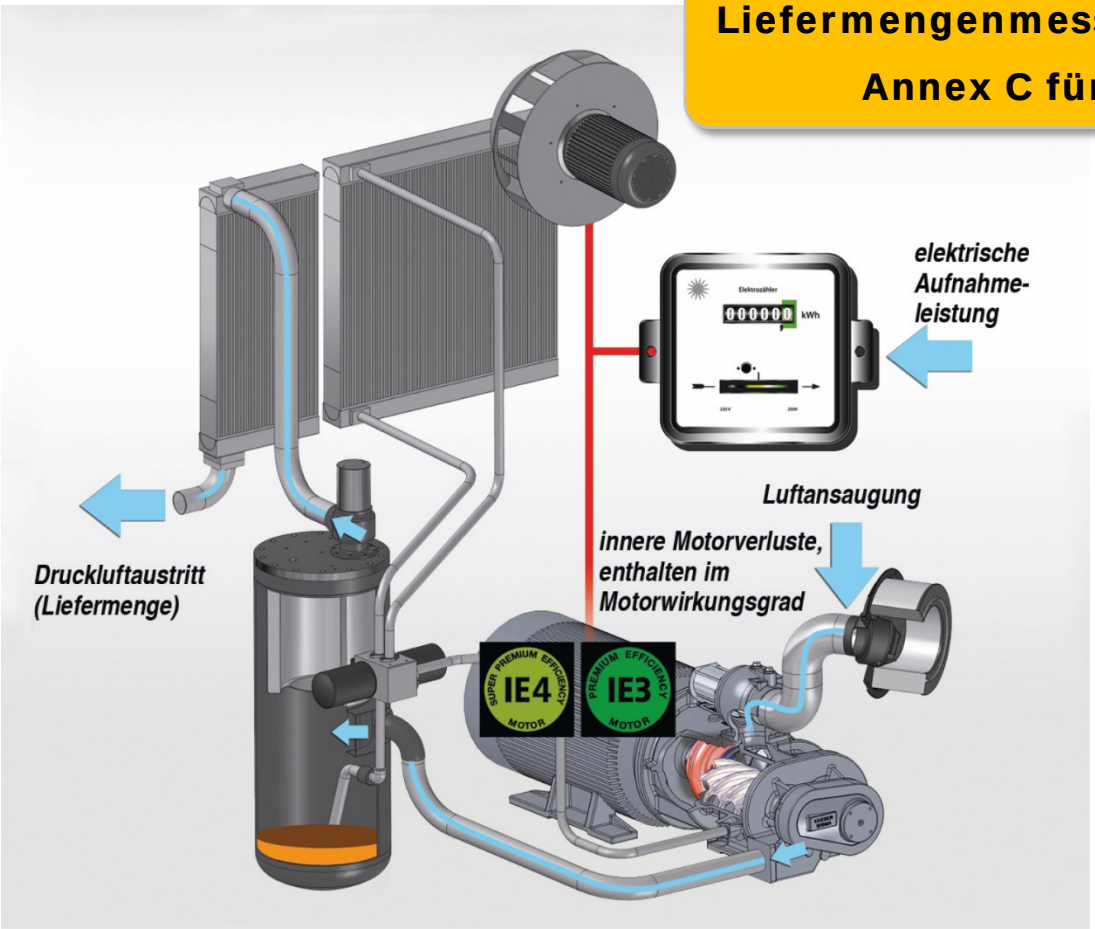
Drehkolbengebläse

für niedrige Drücke und hohe Liefermengen; auch für Vakuum

Fluidgekühlte Schraubenkompressoren

Liefermengenmessung nach ISO 1217:2009

Annex C für die gesamte Anlage



Druckluftqualität nach ISO 8573-1 (2010)

Feststoffe / Staub

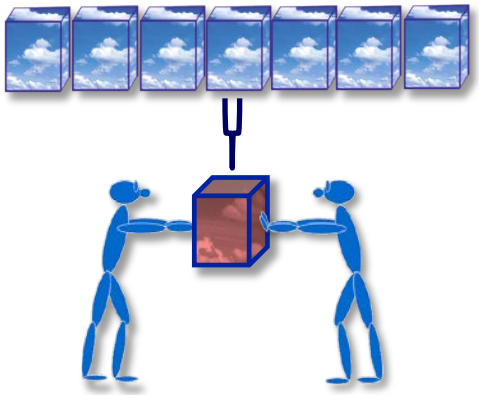
Klasse	max. Partikelzahl je m³ einer Partikelgröße d in µm *		
	0,1 ≤ d ≤ 0,5	0,5 ≤ d ≤ 1,0	1,0 ≤ d ≤ 5,0
0	z. B. für Reinstluft- und Reinraumtechnik nach Rücksprache mit KAESER möglich		
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100
3	nicht definiert	≤ 90.000	≤ 1.000
4	nicht definiert	nicht definiert	≤ 10.000
5	nicht definiert	nicht definiert	≤ 100.000
Klasse	**Partikel Konzentration C_p in mg/m³ ***		
6	$0 < C_p \leq 5$		
7	$5 < C_p \leq 10$		
X	$C_p > 10$		

Wasser

Klasse	Drucktaupunkt, in °C
0	z. B. für Reinstluft- und Reinraumtechnik nach Rücksprache mit KAESER möglich
1	≤ – 70 °C
2	≤ – 40 °C
3	≤ – 20 °C
4	≤ + 3 °C
5	≤ + 7 °C
6	≤ + 10 °C
Klasse	**Konzentration flüssiger Wasseranteil C_W in g/m³ ***
7	$C_W \leq 0{,}5$
8	$0{,}5 < C_W \leq 5$
9	$5 < C_W \leq 10$
X	$C_W > 10$

Öl

Klasse	Gesamtöl-Konzentration (flüssig, aerosol + gasförmig) [mg/m³] *
0	z. B. für Reinstluft- und Reinraumtechnik nach Rücksprache mit KAESER möglich
1	≤ 0,01
2	≤ 0,1
3	≤ 1,0
4	≤ 5,0
X	> 5,0

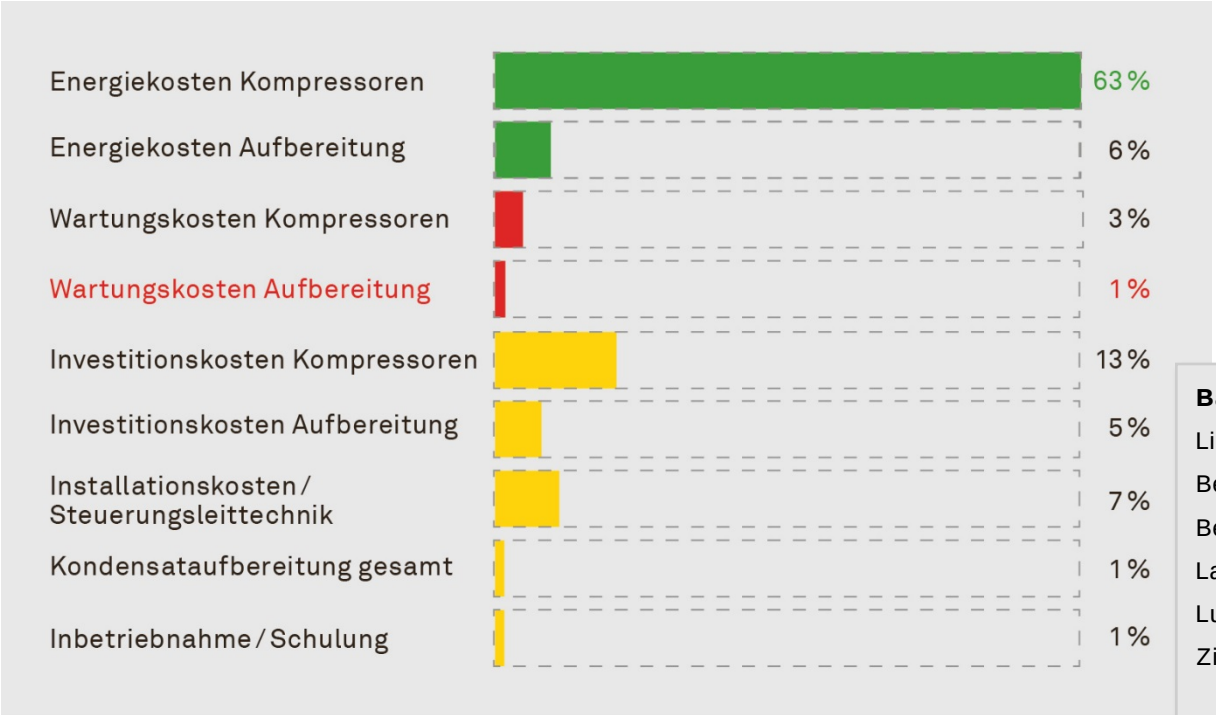


Wasser, Staub, Feststoffe, Aerosole und Dampf

- **Trockner** (Kälte, Adsorption, Diffusion)
- **Koaleszenzfilter**
  Gleichzeitige Filtration von Feststoff-/ Flüssig-Aerosolen und Feststoffpartikel
- **Koaleszenzfilter**
  Gleichzeitige Filtration von Feststoff-/ Flüssig-Aerosolen und Feststoffpartikel, für höhere Druckluftqualität
- **Staubfilter**
  ausschliesslich für die Filtration von Feststoffpartikeln
- **Adsorptionsfilter (Aktivkohle)**
  zur Abtrennung von Spuren von Öldämpfen und adsorbierbaren Kohlenwasserstoffen
- **Verschiedene Filterkombinationen möglich**
  z. B. Kombination aus Koaleszenzfilter und Adsorptionsfilter

Druckabfall Δp durch den Filter:
- bei neuen Filterelementen: ca. 0,02 – 0,2 bar
- Wechsel des verschmutzten Filters bei 0,3 – 0,5 bar

Zusammensetzung Druckluftkosten

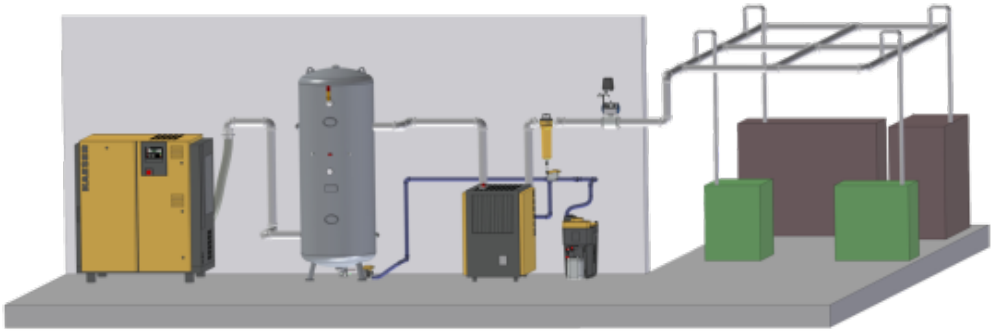


Basis		0,15 CHF/kWh
Liefermenge		20 m³/min
Betriebsstunden pro Jahr		2.000 h
Betriebsüberdruck		7,5 bar
Laufzeit		5 Jahre
Luftkühlung		
Zinssatz		6 %
Druckluftqualität	Öl	1
(nach ISO 8573-1)	Staub	1
	Wasser	4

Prozentangaben sind ca.-Werte.

Druckabfall bei gut ausgelegtem Rohrleitungsnetz

Hauptleitung:	0,03 bar	0,1 bar
Verteilungsleitung:	+0,03 bar	
Anschlussleitung :	+0,04 bar	
Kältetrockner:	+0,2 bar	
Wartungseinheit und Schlauch:	+0,5 bar	
Summe Druckabfall:	**0,8 bar**	



Eingestellter Höchstdruck am Kompressor z. B.:	**7,3 bar (ü)**
Schaltdifferenz:	-0,5 bar
Summe Druckabfall:	-0,8 bar
Druck Verbraucher:	**6,0 bar (ü)**

max. Druckabfall des Rohrleitungsnetzes **≤ 1,5 %** des Betriebsdrucks

KAESER KOMPRESSOREN

Kompensation des Druckabfalls durch Druckerhöhung ist teuer!

Beispiel: $\dot{V}$ = 15 m³/min
erfordert bei 6 bar (ü) 75 kW zur Erzeugung

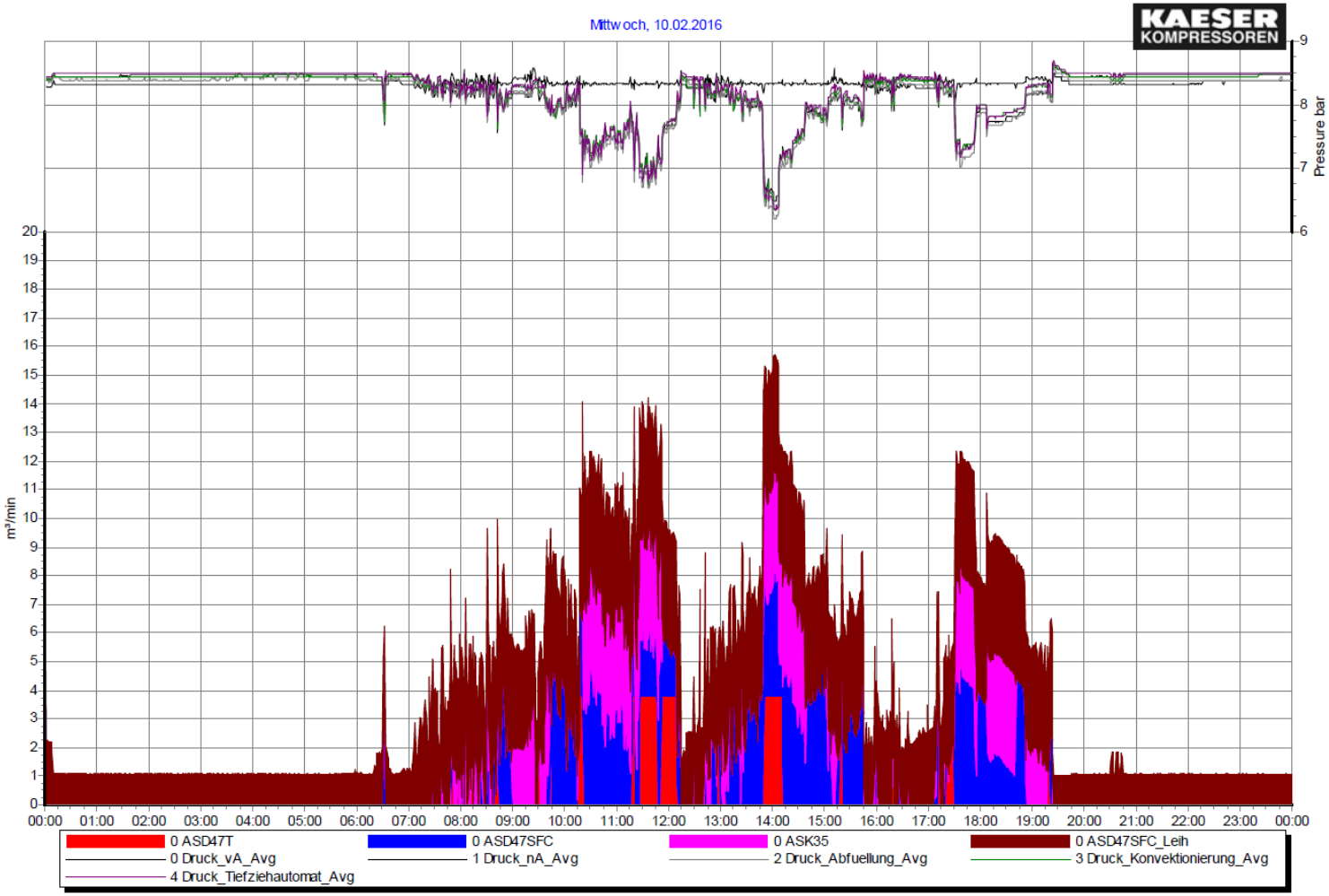
Bei 7 bar (ü) benötigt man ca. 6 % mehr Leistung,
= 4,8 kW mehr für die Erzeugung der Druckluft

Mehrkosten:
4,8 kW x 0,15 CHF/kWh x 4.000 h/Jahr = **2.880,- CHF/Jahr**

Rohrleitungsnetz:
Bei gut ausgelegten Druckluftnetzen rechnet man mit einem **Druckabfall von 0,1 bar** für das Rohrleitungsnetz.

Betriebsdruck z. B. für Druckluftwerkzeuge: 6 bar (ü).

Praxisbeispiel Druckluftverteilung



Kosten für Leckagen

Ein Lochdurchmesser von 2 mm bedeutet einen Luftverlust von **0,257 m³/min** bei 6 bar (ü).

Daraus ergibt sich:

0,257 m³/min x 60 min/h = **15,42 m³/h**

15,42 m³/h x 8.760 h/Jahr = **135.080 m³/a**

135.080 m³/Jahr x (7 kW/(m³/min) / 60 (min/h)) x 0,15 CHF/kWh = **2.364.- CHF/Jahr**

Lochdurchmesser entsprechende Grösse	Luftverbrauch bei 6 bar (ü) m³/min	Verlust	
		kW	CHF/Jahr*)
1 mm	0,065	0,46	604,-
2 mm	0,257	1,80	2.364,-
4 mm	1,03	7,21	9.474,-
6 mm	2,31	16,17	21.247,-

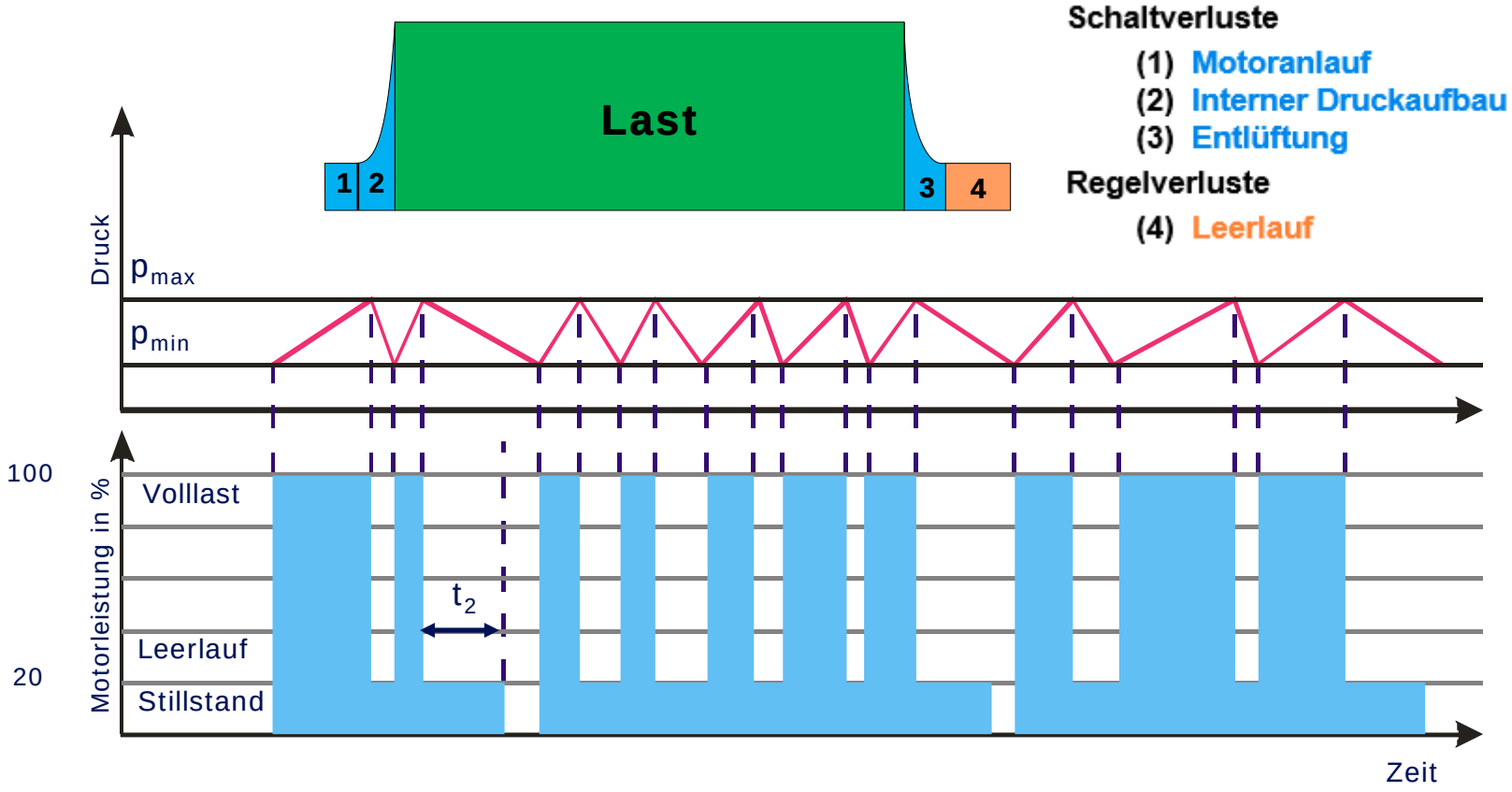
* Strompreis: 0.15 CHF/kWh
Angenommene spezifische Leistung des Kompressors: 7 kW/(m³/min)

Übergeordnete Steuerung

Interne Steuerung

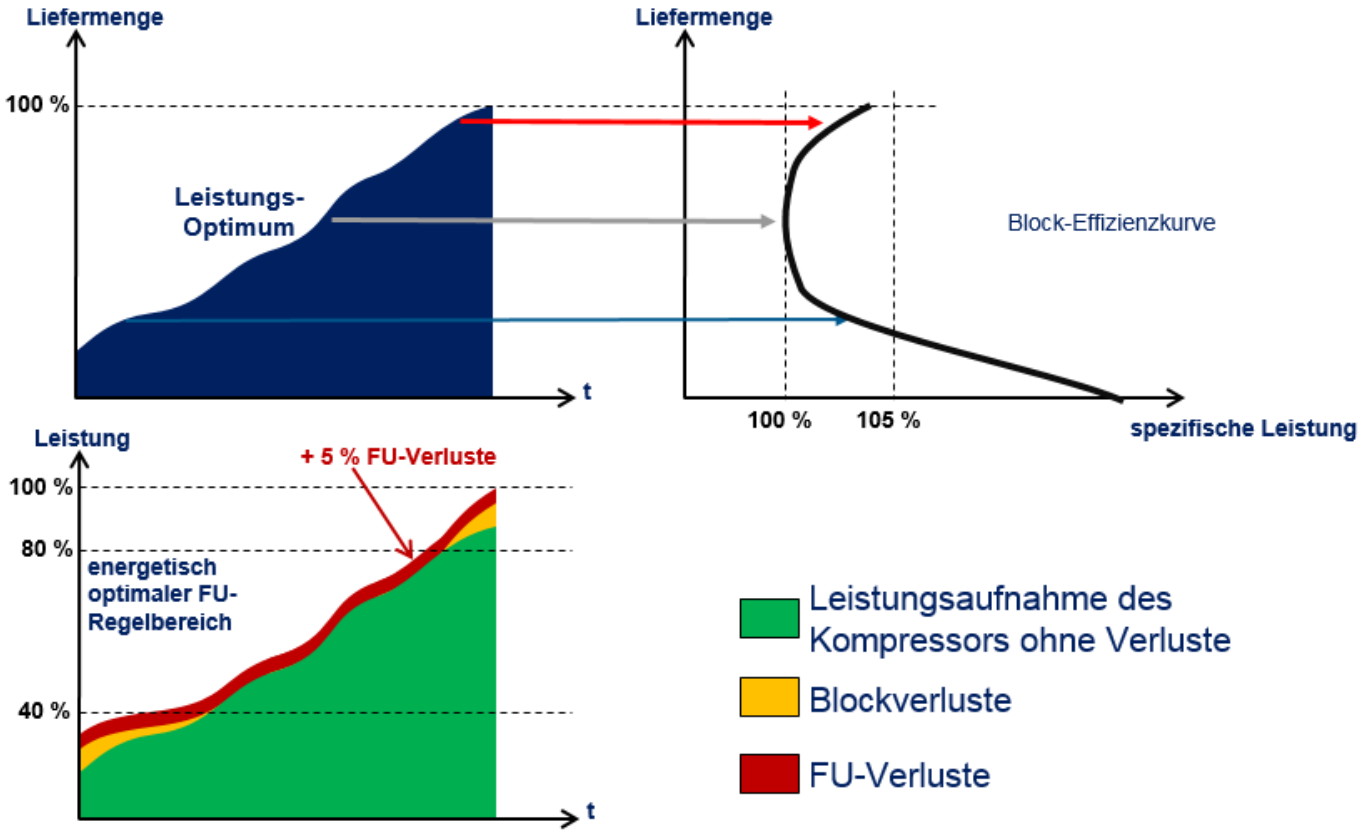
Übergeordnete Steuerung

Regelung durch Last- und Leerlaufbetrieb



Hohe Leerlaufzeiten verschlechtern den Wirkungsgrad der Gesamtanlage!

Regelung durch Drehzahlveränderung «FU» / Jeder Verdichter hat seinen optimalen Betriebspunkt

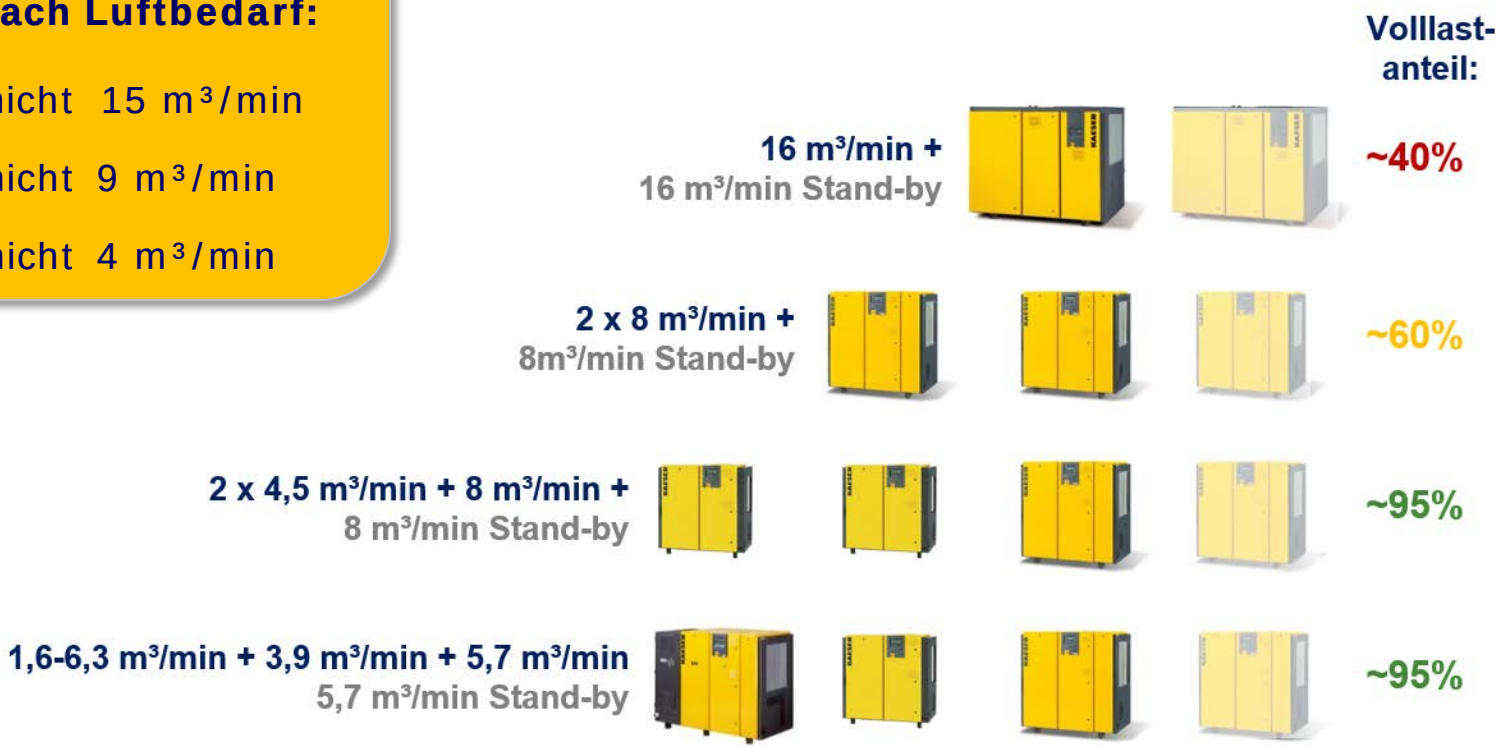


Individuelles Anlagenkonzept

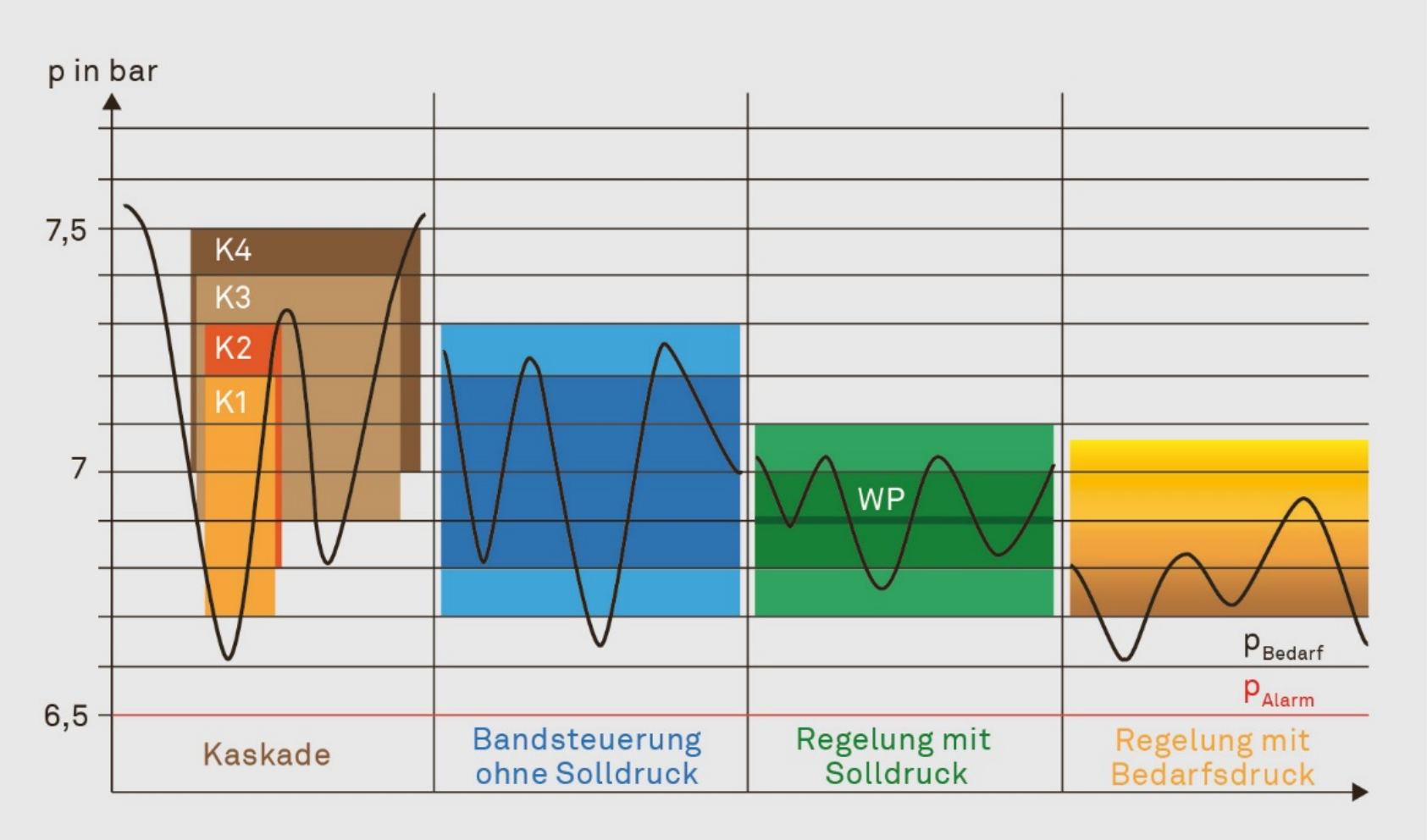
SIGMA AIR MANAGER 4.0

Anlagen-Splitting
je nach Luftbedarf:

1. Schicht 15 m³/min
2. Schicht 9 m³/min
3. Schicht 4 m³/min



Regelungsarten im Vergleich



Wirtschaftliche Drucklufterzeugung

- **Investitionskosten** für Kompressoren sind **viel geringer** als ihre Energiekosten.
- Luftkühlung **spart** teure **Kühlwasserkosten.**
- **Effiziente** Kompressoren arbeiten mit **IE3 / 4 Motoren.**
- Optimal ausgelegte Kompressorblöcke mit **niedrigen Drehzahlen sparen Energie ein.**
- 1 bar Druckoptimierung (Absenkung) **spart ca. 10 % Energie ein.**
- **Druckverlust** im Rohrsystem **max. 1,5 % des Netzdrucks.**
- **Berechnungsprogramme** helfen bei der Auslegung der optimalen Kompressorstation.
- **Qualifizierter Service** sichert niedrige Energiekosten.
- Bis zu **100 % der Aufnahmeleistung als Abwärme nutzbar**!

Bedarf richtig erörtern

- Netzdruck
- Bedarfsvolumen
- Druckluft-Qualität definieren
- Ölgekühlte oder trockenlaufende Kompressoren
- Redundanz
- Zukunft
- Platzverhältnisse
- Kühlsystem
- Abwärmenutzung

KAESER KOMPRESSOREN

topmotors.ch
Effizienz im Antrieb

- Workshop Merkblatt 26

KAESER Kompressoren AG

Ihr Partner für effiziente Druckluftsysteme