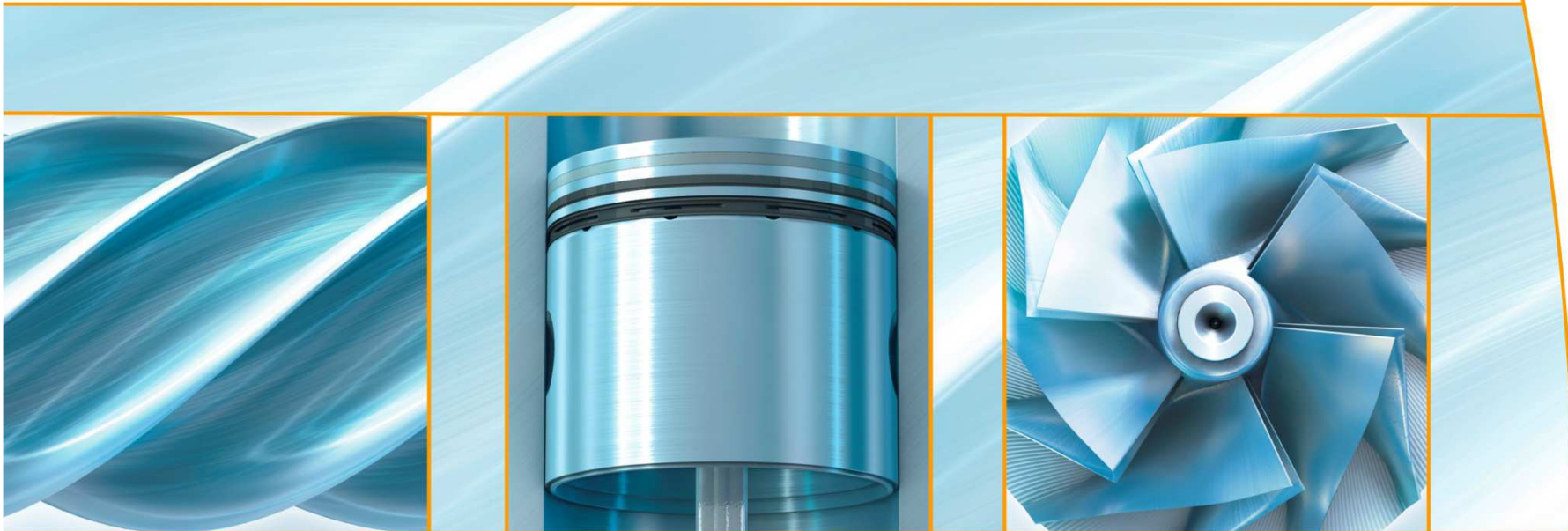


Planung und Optimierung einer Druckluft-Station



Thomas Mächler

ALMiG Kompressoren GmbH



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

ALMiG
since 1923



- Standort: Köngen, Deutschland
- Konstruktion, Produktion, Vertrieb weltweit von
 - öleinspritzgekühlten Schraubenkompressoren
 - ölfreien Schraubenkompressoren
 - Kolbenkompressoren
 - Turbokompressoren
 - Druckluftlösungen für Schienen- und Straßenfahrzeuge
 - Blower
 - Sonderanlagen
 - Steuerungssysteme
 - Komplettes Druckluftzubehör
 - Druckluft-Systemlösungen
- Produktionsfläche: 40.000 m²
- Produktionskapazität: 16.000 Industriekompressoren



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

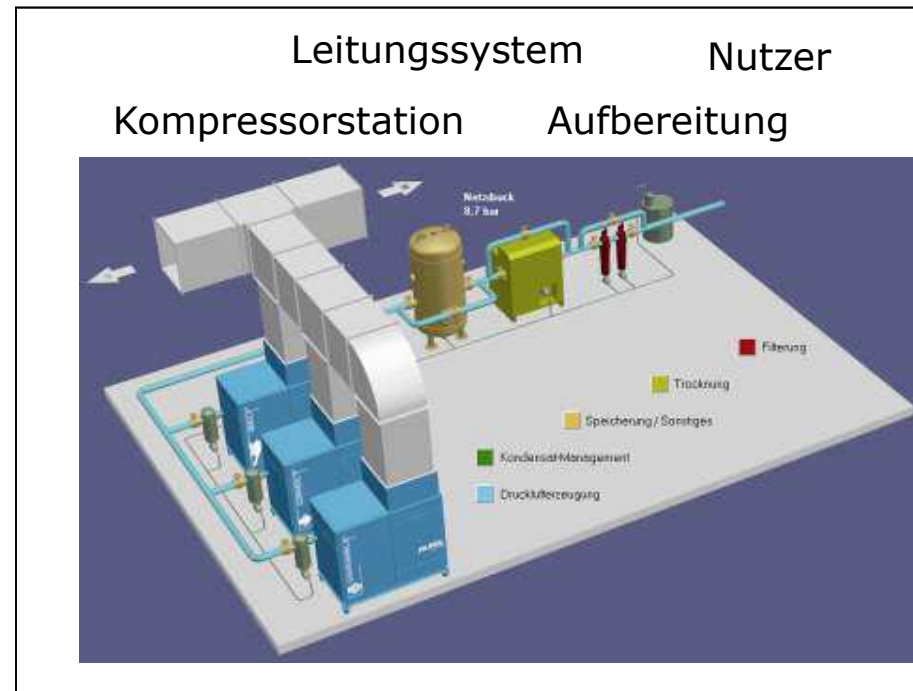
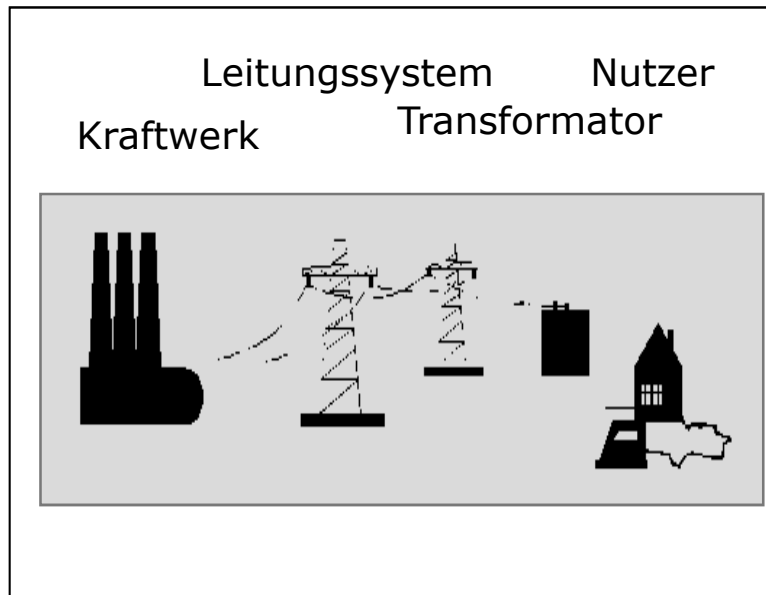
- Was ist Druckluft
- Verdichtersysteme
 - Arten / Funktion / Einsatzgebiete
 - Regelsysteme der Kompressoren / Drehzahlregelung
- Druckluft / Energie – Audit einer Druckluftstation
 - Messen / Analysieren / Simulieren
- Druckluftaufbereitung
 - Druckluftqualitätsklassen
 - Aufbereitungssysteme
- Wärmerückgewinnung
 - Arten / Einsatzgebiete / Einsparpotentiale
- Rohrleitungen + Leckagen
 - Dimensionierung von Rohrleitungen
 - Leckagen Aufspüren / Vermeiden



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Einleitung

Druckluft ist neben der elektrischen Energie die wichtigste Energieform eines modernen Industrie- und Handwerksbetriebes

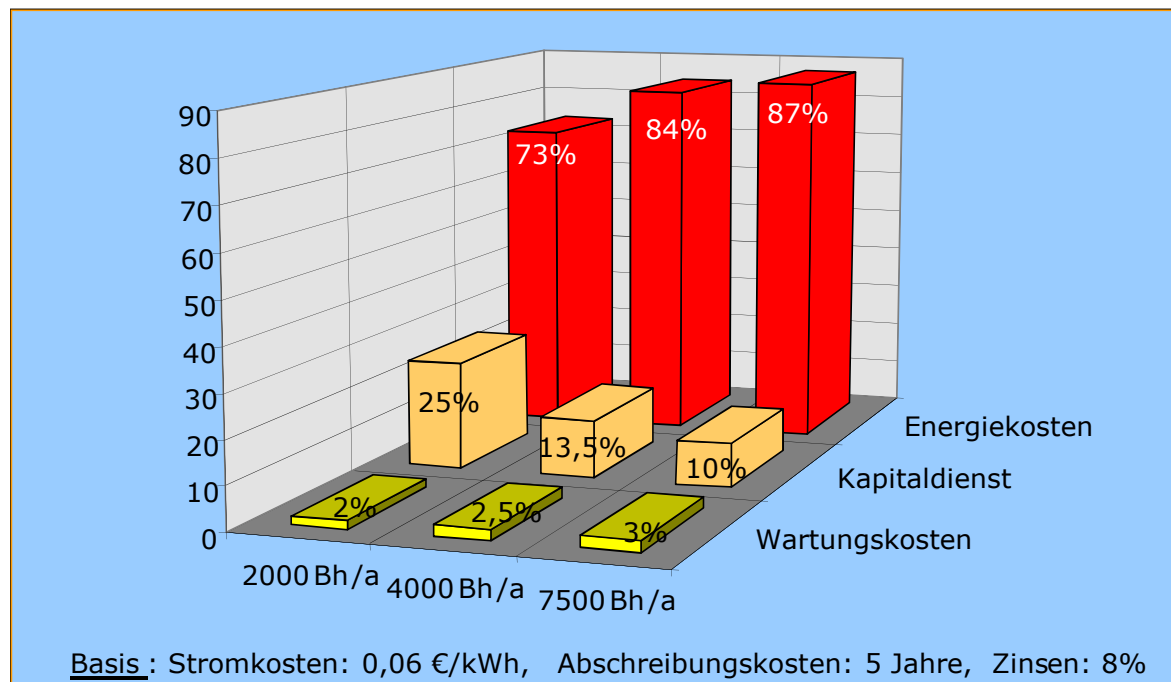




Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

In einer von der EU-Kommission in Auftrag
gegebenen Studie wurde ermittelt ...

Durchschnittliche Gesamtkosten einer Druckluftstation?

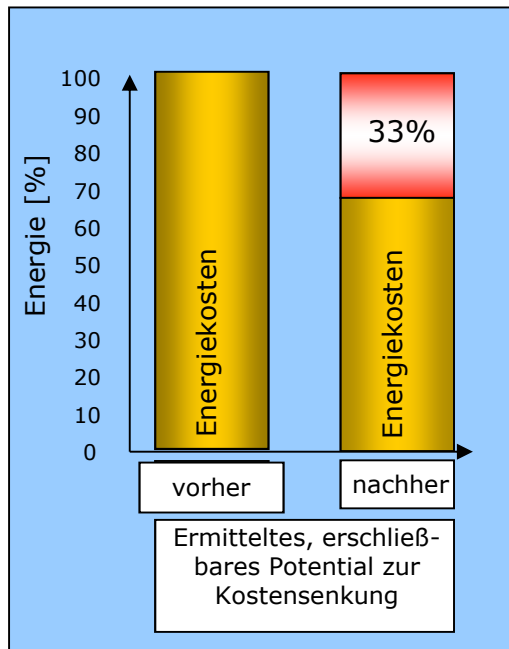


Es werden ca. **40%** mehr an Energie zur
Druckluftherzeugung verbraucht als nötig!!

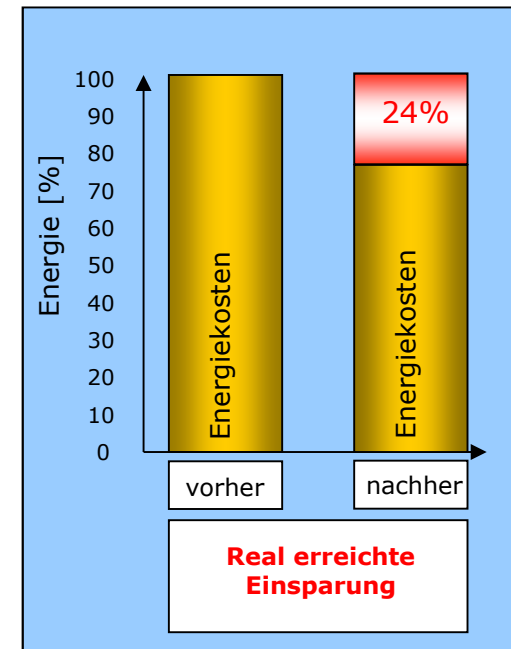


Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Diverse Energie-Agenturen haben Workshops mit Maßnahmenempfehlungen (incl. Druckluftcheck) bei Mittelstands-Unternehmen durchgeführt.



Teilweise
Umsetzung der
Empfehlungen



Anstelle von **100.000 €** Energiekosten / Jahr nur **76.000 €**
➡ Man muss nur etwas tun! ⬅

24.000 € Einsparung ~ **240.000 €** vergleichbarer Umsatz!

Was sind Sie sonst bereit, für eine vergleichbare Umsatzsteigerung zu tun?



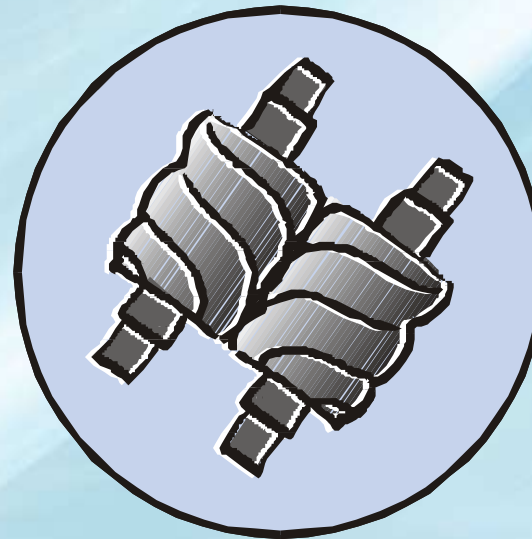
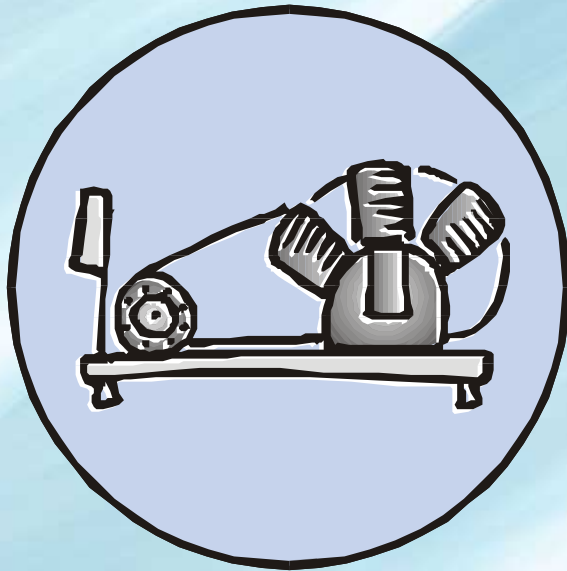
Warum sind die Energiekosten so hoch?

Einsatz von:

- falschen Kompressorsystemen
 - veralteten, energetisch ungünstigen Kompressoren
-
- falsche Druckluftaufbereitung
-
- falscher, meist zu hoch eingestellter Betriebsdruck
 - oftmals bedingt durch zu hohe Druckverluste im System
-
- hohe Leckageraten
-
- fehlende Wärmenutzung



Drucklufterzeugung





Übersicht der verschiedenen Verdichterbauarten

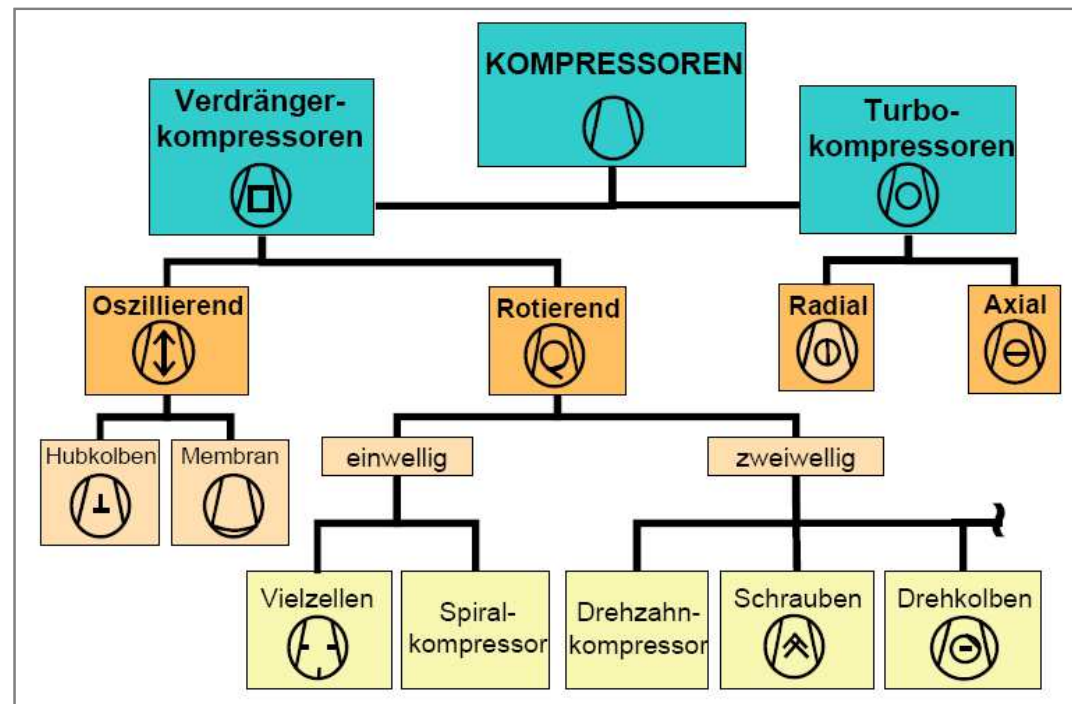


Abb.1: Verdichterbauarten

Die verschiedenen Kompressorensysteme unterteilt man in:

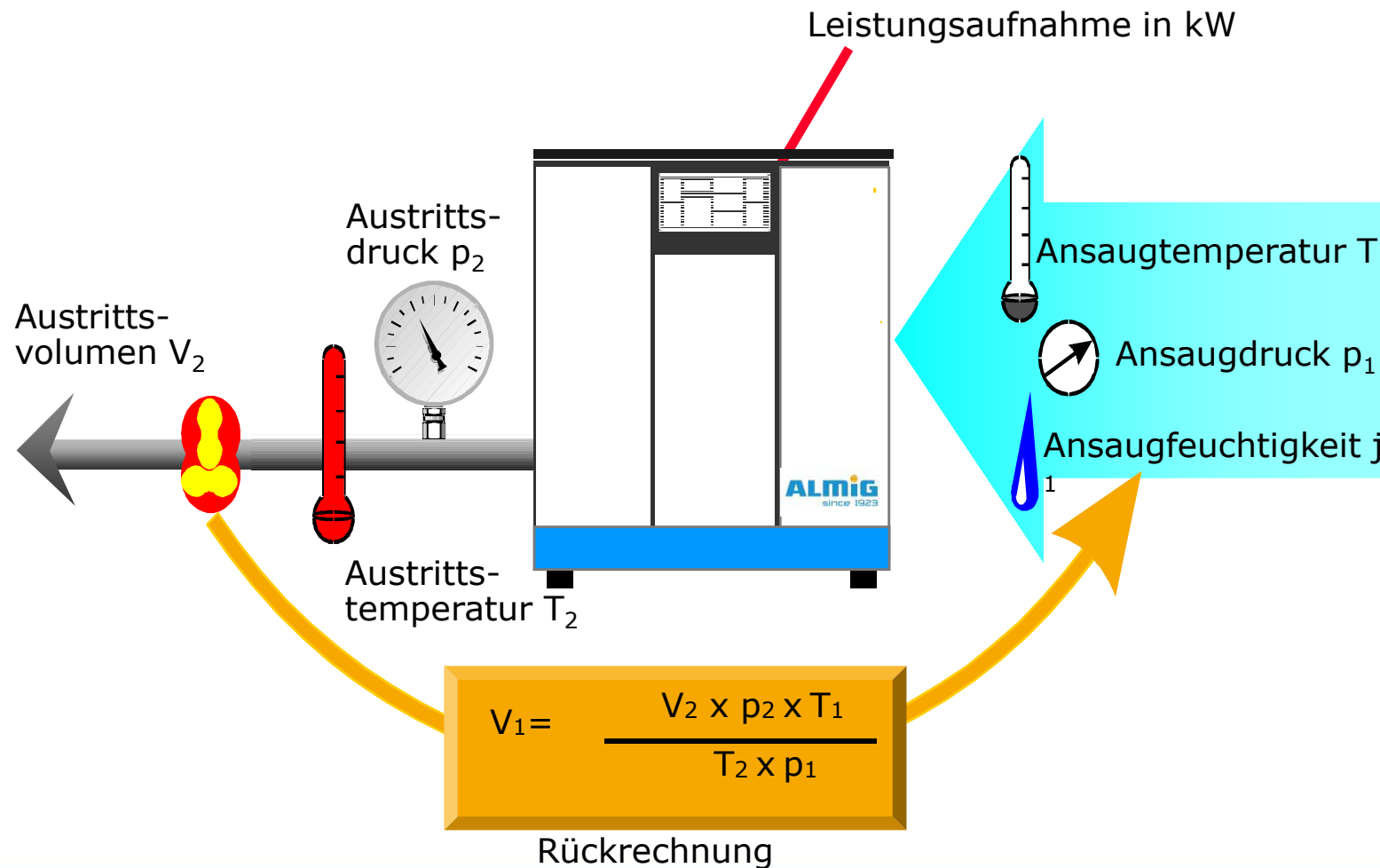
- Verdränger-Verdichter
- Dynamische Verdichter



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Volumenstrom- und Leistungsmessung - nach ISO 1217 Anhang C: (PN2 CPT C2) -





Norm ist nicht gleich Norm !!!

■ seriöse Angaben

- nach "ISO 1217 Annex C" *
- nach "DIN 1945 Anh F"
- nach "PN 2 CPTC 2"

Bei obigen Angaben...

- ... auf Ausgangsbedingungen zurückgerechnet
- ... wird am Entnahmeflansch gemessen.

* Die PN2CPT2 ist inzwischen in die ISO1217 „C“ übernommen

■ fragwürdige Angaben

- nach "ISO 1217 Annex B"
- nach "DIN 1945"

Diese Angaben klingen ähnlich, beruhen aber auf einer anderen Rechengrundlage.

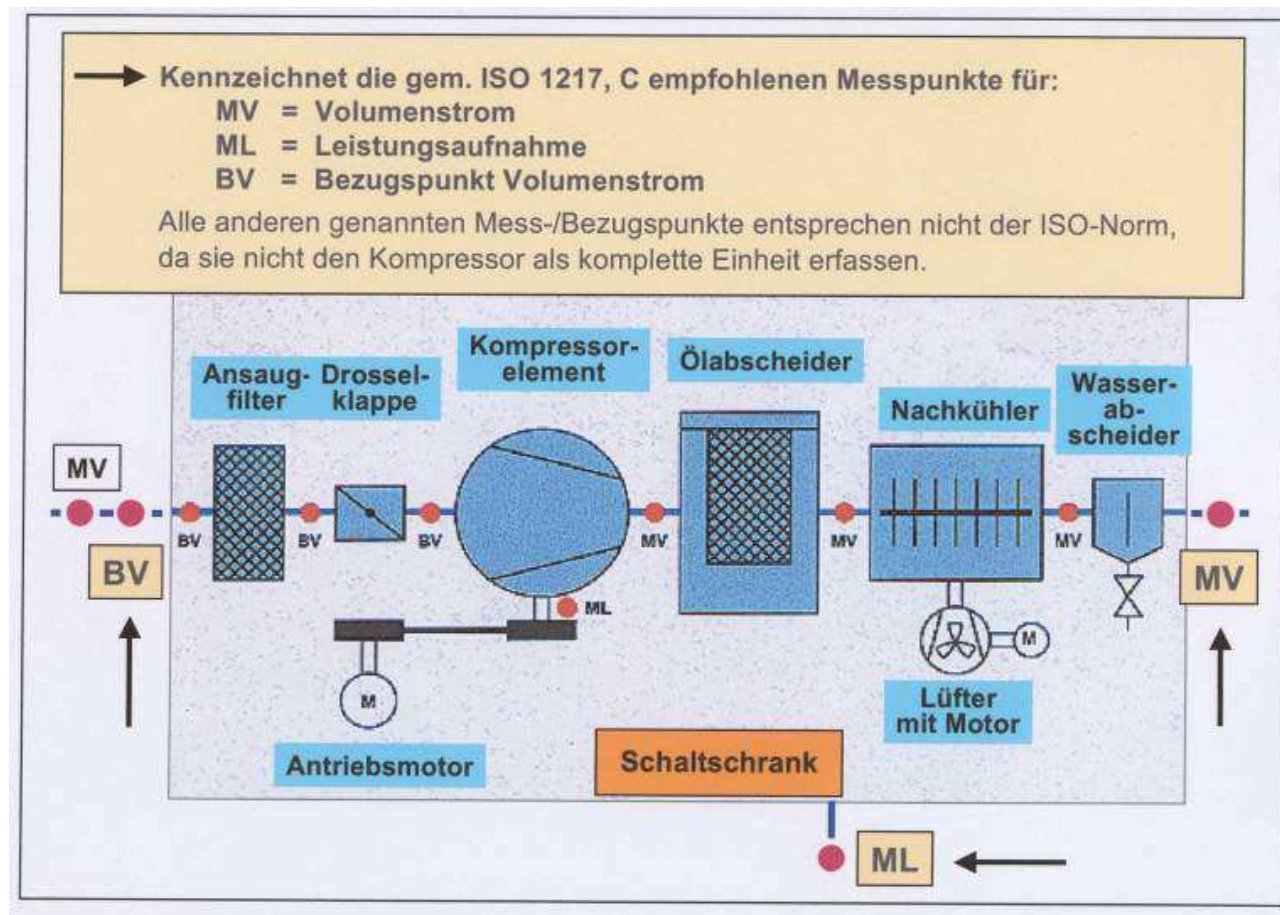
- dient der Verwirrung
- erschwert Vergleichbarkeit zwischen den Anbietern.



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Volumenstrom- und Leistungsmessung - nach ISO 1217 Anhang C: (PN2 CPT C2) -

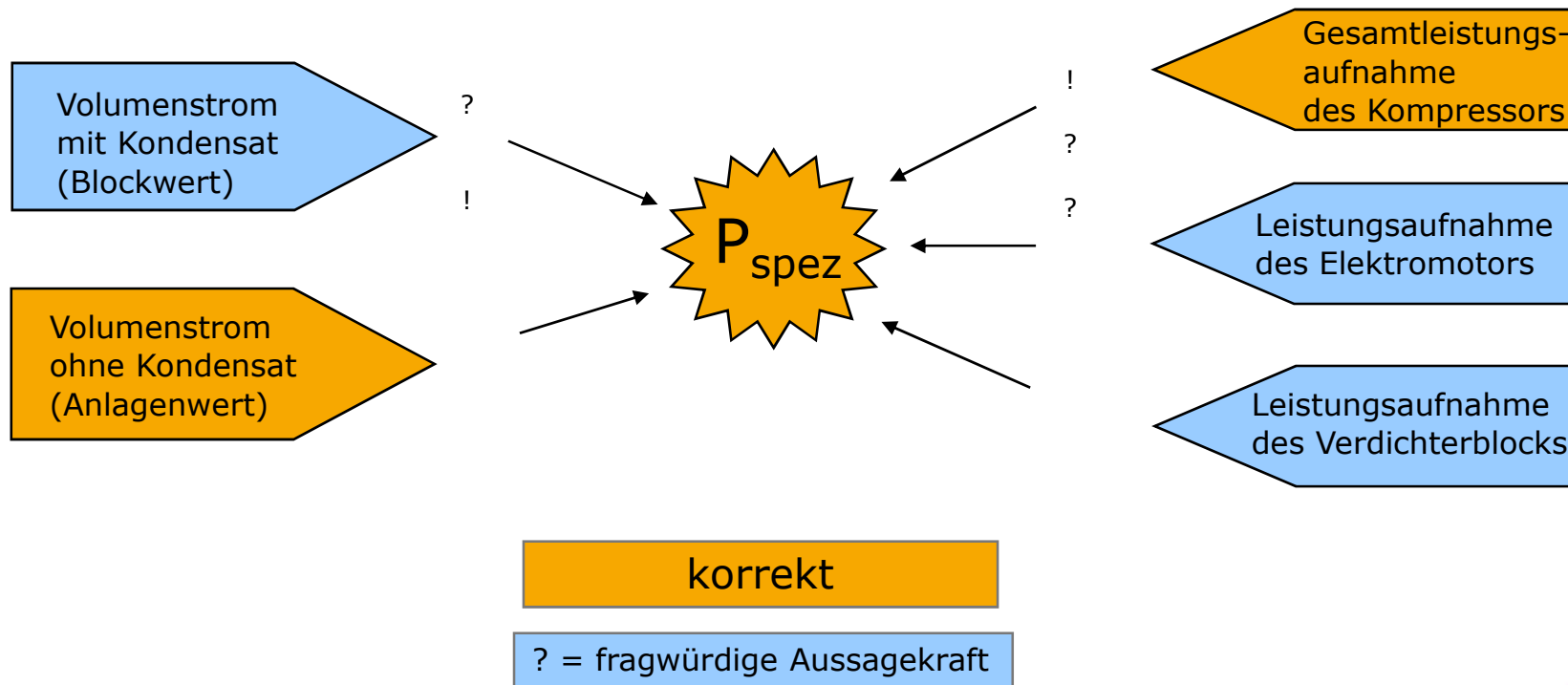




Spez. Leistung; ein Wert mit Aussagekraft?

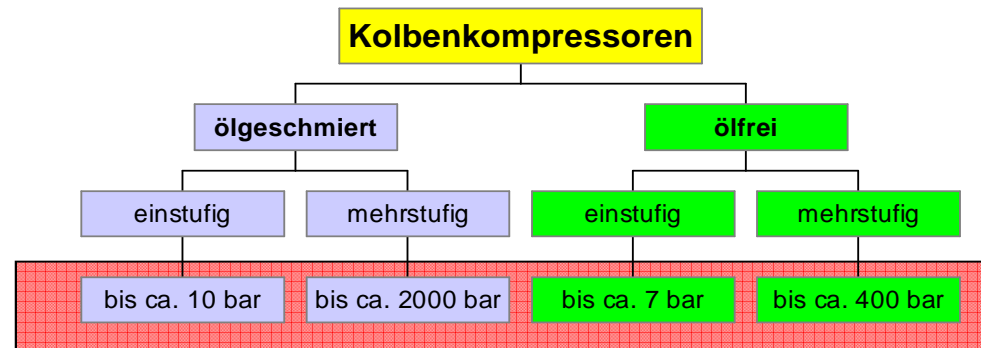
Wesentliche Kennzahl eines Kompressors:

spezifische Leistung $P_{\text{spez.}} = P/V = \left[\frac{\text{KW}}{\text{m}^3/\text{min}} \right]$





Verdichtungssysteme und ihre Betriebsdrücke



Daten können differieren nach System und Hersteller

Einsatzgebiete:

- im kleinen Leistungsbereich bis ca. 11 kW
- bei Betriebsdrücken **größer** 15 bar
- zur Verdichtung von „Sondergasen“
- als Booster um bereits vorverdichtete Luft auf ein höheres Druckniveau zu verdichten

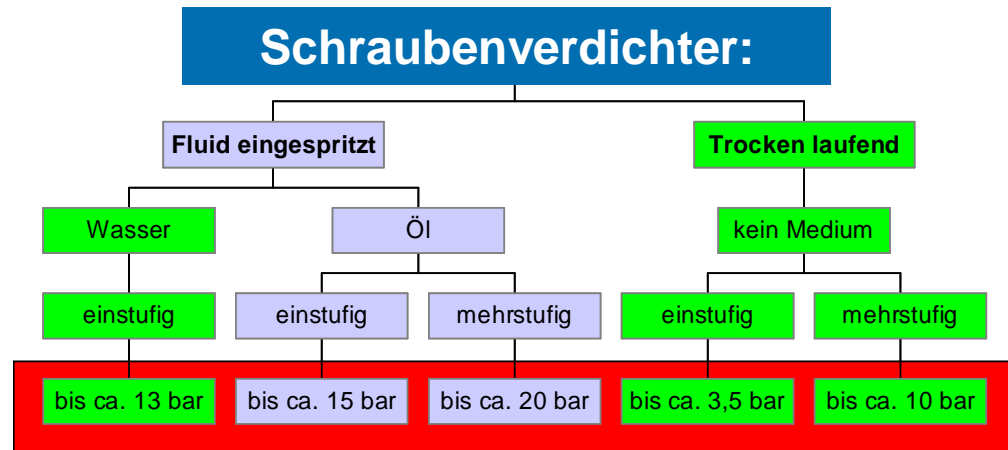
Anmerkung:

Kolbenkompressoren kommen heutzutage in immer weniger Anwendungen zum Einsatz. Sie werden verdrängt durch das angeblich „modernere System“ Schraubenkompressor.



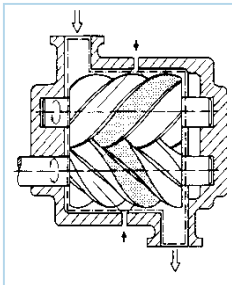


Planung und Optimierung einer Druckluft-Station



Daten können differieren nach System und Hersteller

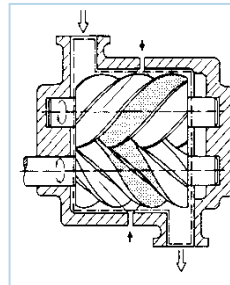
öleingespritzt



1. stufige Verdichtung

- Erzeugung ölarmer Druckluft
Restölgehalt $> 0,003 \text{ mg/m}^3$
- Betriebsdruck max: 15 bar

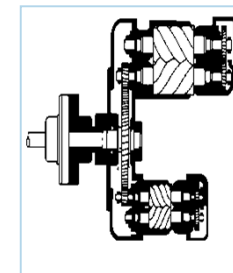
wassereingespritzt



1. stufige Verdichtung

- Erzeugung ölfreier Druckluft
Restölgehalt $< 0,003 \text{ mg/m}^3$
- Betriebsdruck max: 13 bar

trockenlaufend



1. + 2. stufige Verdichtung

- Erzeugung ölfreier Druckluft
Restölgehalt $< 0,003 \text{ mg/m}^3$
- Betriebsdruck max:
einstufig: 3,5 bar
zweistufig: 10,5 bar



Verdichtungssysteme und ihre Betriebsdrücke

Schraubenverdichter:

Einsatzgebiete:

- in nahezu allen Bereichen wo Druckluft benötigt wird (vom kleinsten Handwerksbetrieb bis hin zum größten Industrieunternehmen)
- bei Betriebsdrücken **kleiner** 15 bar ölgeschmiert, 10 bar ölfrei

Anmerkung:

Schraubenkompressoren sind heutzutage die am häufigst eingesetzten Verdichter.

Drehzahlgeregelte Schraubenkompressoren nehmen dabei eine immer wichtigere Rolle ein, da ihr Energie-Einsparpotenzial, systembedingt sehr groß ist.





Was versteht man unter der Drehzahlregelung?

Bei der Drehzahlregelung wird die optimale Anpassung der Liefermenge an den schwankenden Luftverbrauch durch Variation der Motordrehzahl realisiert. D.h.:

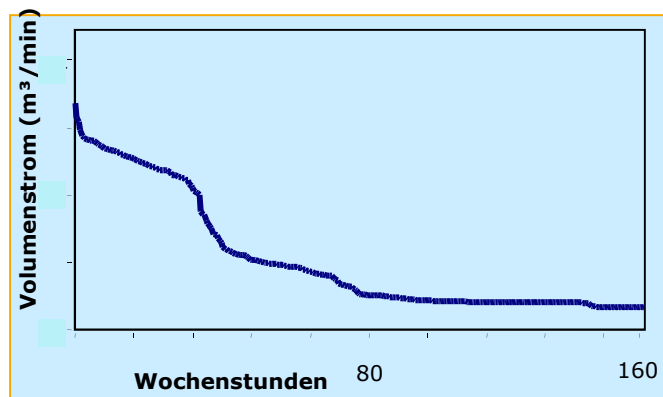
- **steigt der Luftbedarf:** wird die Motordrehzahl und somit direkt die Verdichterrehzahl erhöht. \Rightarrow **Die Liefermenge steigt**
- **fällt der Luftbedarf:** wird die Motordrehzahl und somit direkt die Verdichterrehzahl verringert. \Rightarrow **Die Liefermenge sinkt**



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

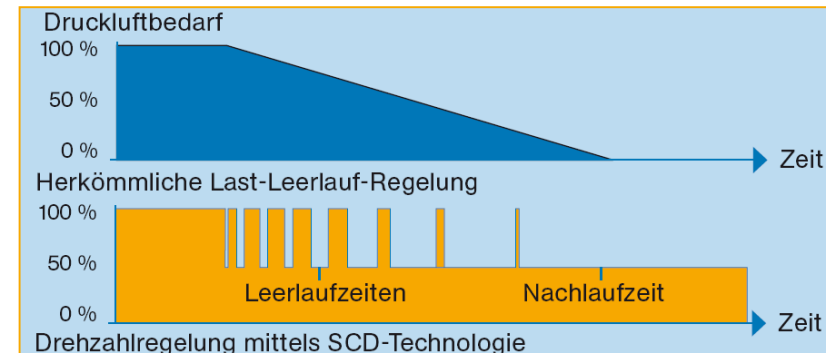
Warum Drehzahlregelung ?

Verbrauchsprofil einer Standard
Druckluft-Station



Schwankender Druckluftbedarf ist die Regel.

Regelcharakteristik eines
Last-Leerlauf-Kompressors



Es kann nur 100% oder 0% Druckluft erzeugt werden bei einer konstanten Liefermenge.

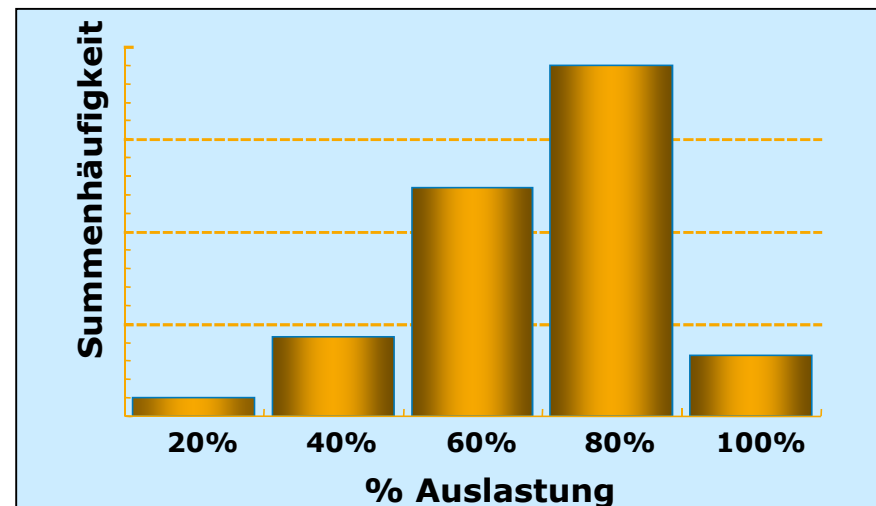
Die Last-Leerlauf-Regelung eines Standardkompressors in Verbindung mit schwankendem Druckluftbedarf verursacht teure Leerlaufzeiten.

Der Betreiber zahlt im Leerlauf 25 - 40% der installierten Motorleistung (bei 100kW = 25 – 40kW) und erhält dafür nicht einen Liter Druckluft !!!



Warum Drehzahlregelung ?

Durchschnittliche Auslastung eines Last-Leerlauf-Kompressors



Untersuchungen vom Fraunhofer Institut zeigen, die meisten Kompressoren sind **nur zu 50 – 70 %** ausgelastet.

Die restliche Zeit befinden sie sich im Regelbetrieb.

Eine Druckluftstation sollte:

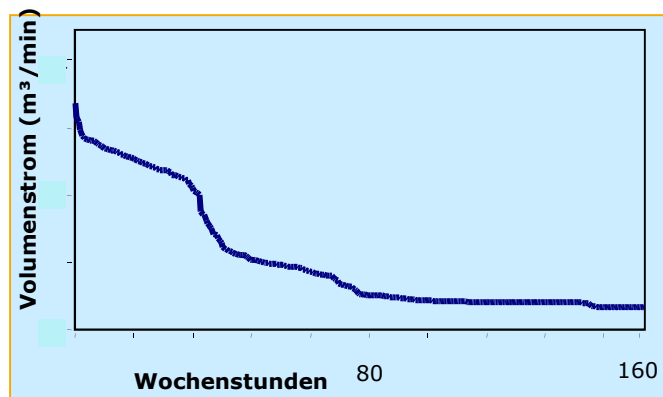
- möglichst viele Lastlaufstunden
- möglichst keine Leerlaufstunden haben





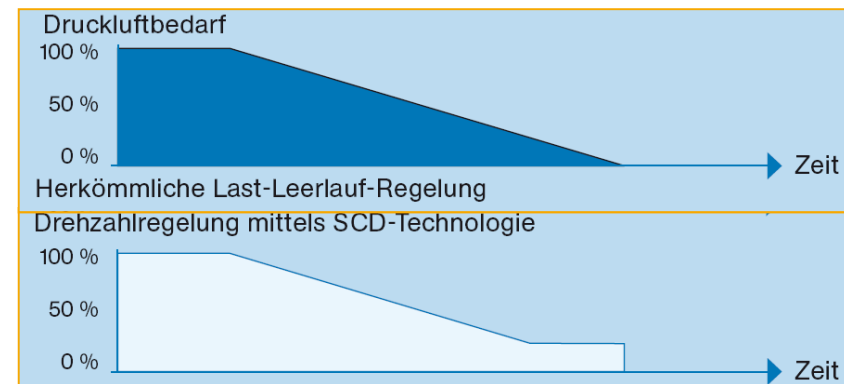
Warum Drehzahlregelung ?

Verbrauchsprofil einer Standard
Druckluft-Station



Schwankender Druckluftbedarf ist die Regel.

Regelcharakteristik eines
drehzahlgeregelten Kompressors



Exakte Liefermengenanpassung, teure
Last- Leerlaufwechsel werden vermieden



Einsparpotenziale durch die Drehzahlregelung

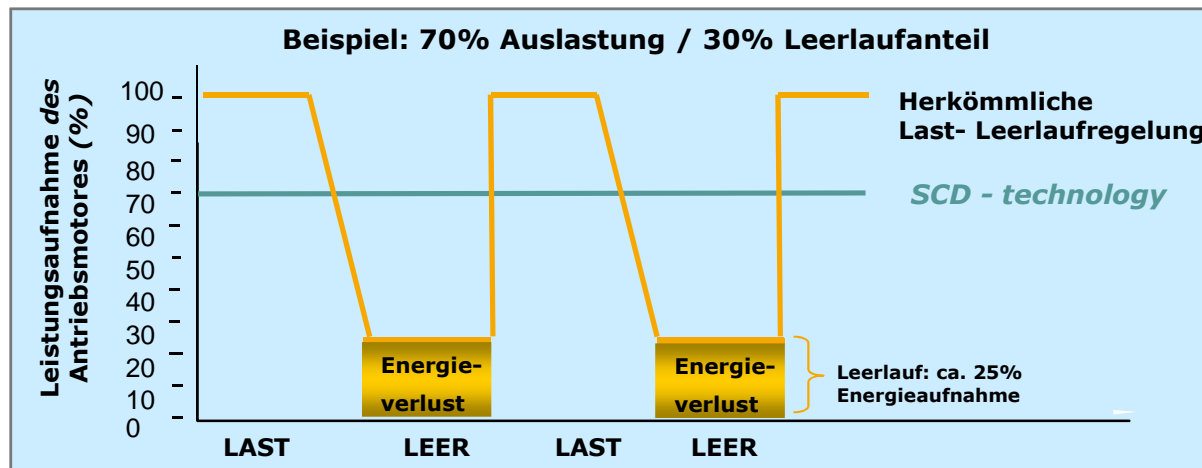
Beispielrechnung:

- Antriebsleistung Kompressor: 60 kW
- Auslastung: 70% Voll-Lastanteil
⇒ 30% Leerlauf mit ca. 25 - 40% Voll-Last
Leistungsaufnahme
- Betriebsstunden pro Jahr: 4.000 h
- benötigter Betriebsdruck: 10 bar
- Energiekosten: 10 Cent / kWh



Einsparpotenziale durch die Drehzahlregelung

1. Leerlaufzeiten der Kompressoren



Im Leerlauf benötigt der Standard-Kompressor ca. 25% - 40 % der Energie, die unter Volllast aufgenommen wird – ohne dabei Druckluft zu produzieren.

Berechnung des Einsparpotenzials:

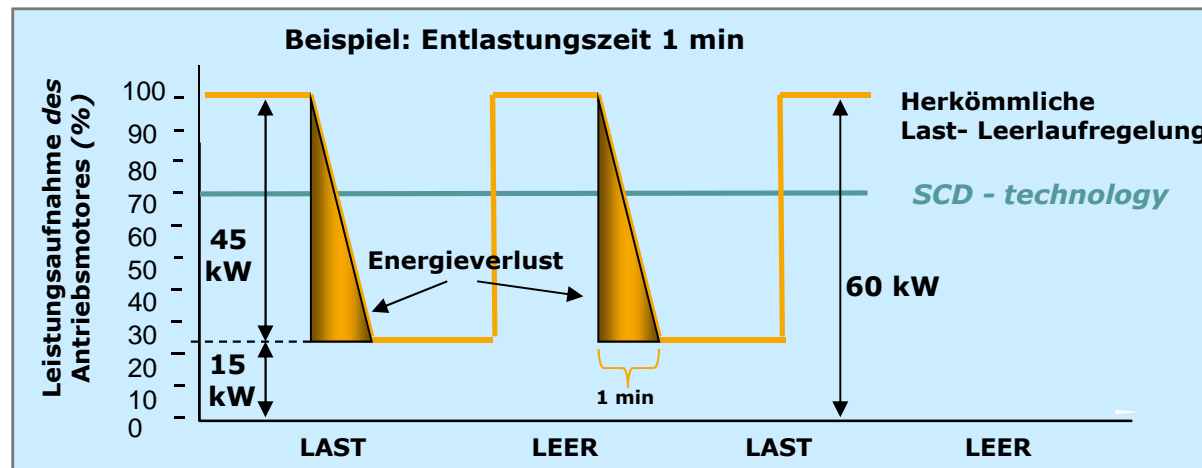
- 4.000 Bh / Jahr x 30% Leerlaufanteil x 25% von 60 kW x Stromkosten (€/kWh)
- 1.200 Bh x 15 kW x 10 (cent/kWh)

1.800 € / Jahr Einsparung



Einsparpotenziale durch die Drehzahlregelung

2. Verringerte Entlastungshäufigkeit



Bei jedem Last-Leerlaufwechsel wird ein Standardkompressor entlastet, d.h. er fährt über eine Zeitspanne in den Leerlauf zurück. Diese Entlastungszeit beträgt mindestens 1 Minute.

Berechnung des Einsparpotenzials: 4.000 Bh/Jahr x 15 Last-Leerlaufwechsel/h x 1 min. Entlastungszeit

→ 60.000 min Entlastungszeit = 1.000h Entlastung x 45/2 kW = 22.500 kWh

→ 22.500 kWh x 10 cent/kWh

2.250 € / Jahr Einsparung



Einsparpotenziale durch die Drehzahlregelung

3. Druckverluste durch Entlastung

Bei Entlastungsvorgängen wird die sich im Kompressor befindliche Druckluft abblasen bis zu einem sehr geringen Restdruck (z.B. 1 bar(ü))

$$P_1 \times V_1 = p_2 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{p_1 \times V_1}{p_2}$$

$$V_2 = \frac{11 \text{ bar (abs)} \times 80 \text{ l}}{2 \text{ bar (abs)}}$$

$$V_2 = 440 \text{ l (DL-Verlust pro Entlastungsvorgang)}$$

Berechnung des Einsparpotenzials: 4.000 Bh/Jahr x 15 Last-Leerlaufwechsel/h

→ 60.000 Wechsel/Jahr x 440l DL-Verlust = 26.400 m³ DL-Verlust/Jahr

→ 26.400 m³ DL-Verlust/Jahr x 3 cent*

* Anmerkung: Druckluft kostet durchschnittlich 3 cent pro m³

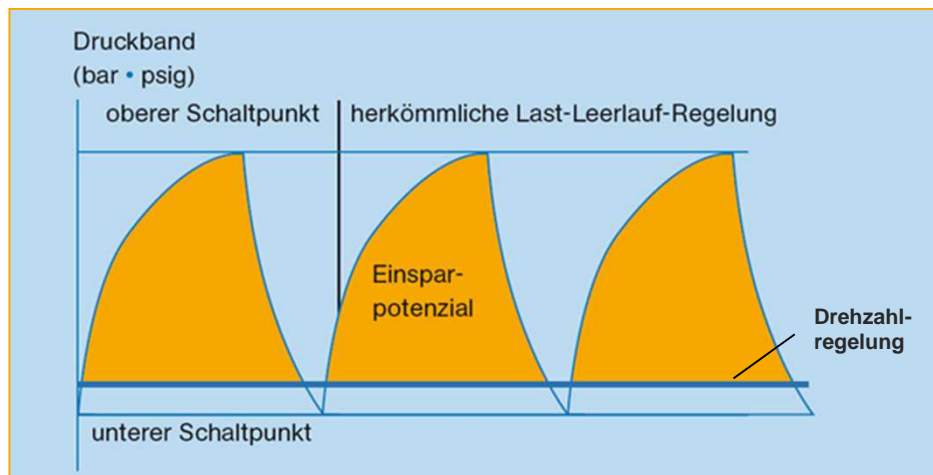
792 € / Jahr Einsparung



Einsparpotenziale durch die Drehzahlregelung

4. Druckbänder der Kompressoren

Die drehzahlgeregelten Kompressoren fahren mit konstantem Betriebsdruck (bis $\Delta p \sim 0,1$ bar).
Da **hoher Druck = hohe Energie** sind hier enorme Energieeinsparungen möglich.



**1 bar höherer Druck ~ 6 – 8 %
höhere Energieaufnahme**

Berechnung des Einsparpotenzials: 0,9 bar Druckbandreduzierung

→ $0,9 \times 7\%$ von $60\text{kW} \times 4.000\text{Bh} \times 10 \text{ cent/kWh}$

1.510 € / Jahr Einsparung



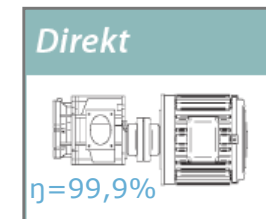
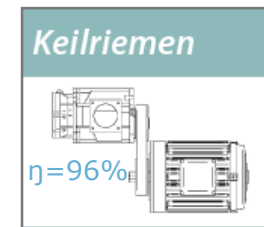
Einsparpotenziale durch die Drehzahlregelung

5. Leistungsverluste bei der Erzeugung von Druckluft

z. B. Einsparung Direkt- zu Keilriemenantrieb

Wirkungsgrad Keilriemenantrieb: ca. 96 %

Wirkungsgrad Direktantrieb: ca. 99,9 %



Berechnung des Einsparpotenzials: $60\text{kW} \times 4\% = 2,4\text{kW}$ Einsparung

→ $2,4\text{kW} \times 4.000\text{Bh} = 9.600\text{ kWh}$

→ $9.600\text{kWh} \times 10\text{cent/kWh}$

960 € / Jahr Einsparung



Einsparpotenziale durch die Drehzahlregelung

6. Leckage im Druckluftnetz

- Druckluftleitungen haben immer Leckagen.
- Untersuchungen haben ergeben, dass die durchschnittliche Leckagerate einer Druckluftstation bei ca. 20 - 30% liegt.
- Bei einer Druckabsenkung von **1 bar** durch z.B. Drehzahlregelung reduzieren sich diese Leckagen um **ca. 10%!**



Berechnung des Einsparpotenzials: Druckbandreduzierung: 0,9 bar

- 25% Leckage von $8,5\text{m}^3/\text{min} = 2,125\text{m}^3/\text{min}$
- $2,125\text{m}^3/\text{min}$ Leckage $\times 9\% = 0,19\text{m}^3/\text{min}$ Leckagereduzierung
- $0,19\text{m}^3/\text{min} \times 4.000\text{Bh} = 45.600\text{m}^3/\text{Jahr}$ Leckagereduzierung
- $45.600\text{m}^3/\text{Jahr} \times 3\text{cent}/\text{m}^3$

1.368 € / Jahr Einsparung



Einsparpotenziale durch die Drehzahlregelung

Gesamteinsparpotenziale im Überblick:

Vermeidung / Reduzierung von:

- | | | |
|----|-----------------------------------|---------|
| 1. | Leerlaufzeiten: | 1.800 € |
| 2. | Entlastungszeiten: | 2.250 € |
| 3. | Druckverluste während Entlastung: | 792 € |
| 4. | Druckoptimierung: | 1.510 € |
| 5. | Direktantrieb: | 960 € |
| 6. | Leckagereduzierung: | 1.368 € |

Gesamteinsparung pro Jahr ca.: 8.680 €

durch den Einsatz einer drehzahlgeregelten Anlage!

(Im Vergleich zum Standardkompressor mit
70% Auslastung, 4000 Betriebsstunden, Energiekosten 10 cent/kWh)

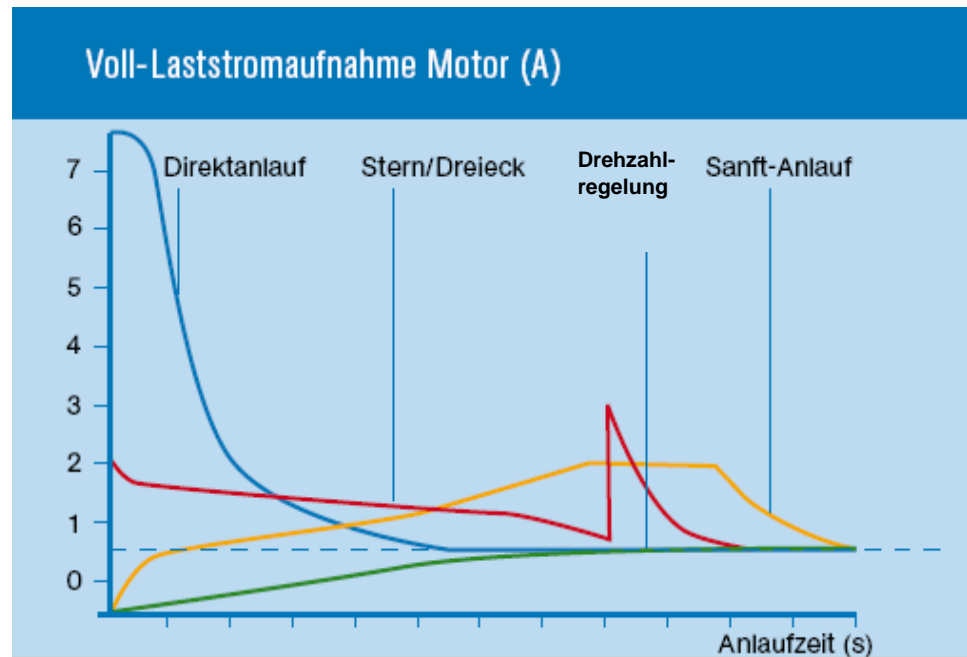
***Da die Energiekosten permanent steigen, sind deutlich höhere Einsparungen über die
Gesamtlaufzeit des Kompressors zu erwarten !!***



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

weitere Vorteile ...

- sehr energieschonendes Anfahrverhalten -



Vorteil Drehzahlregelung:

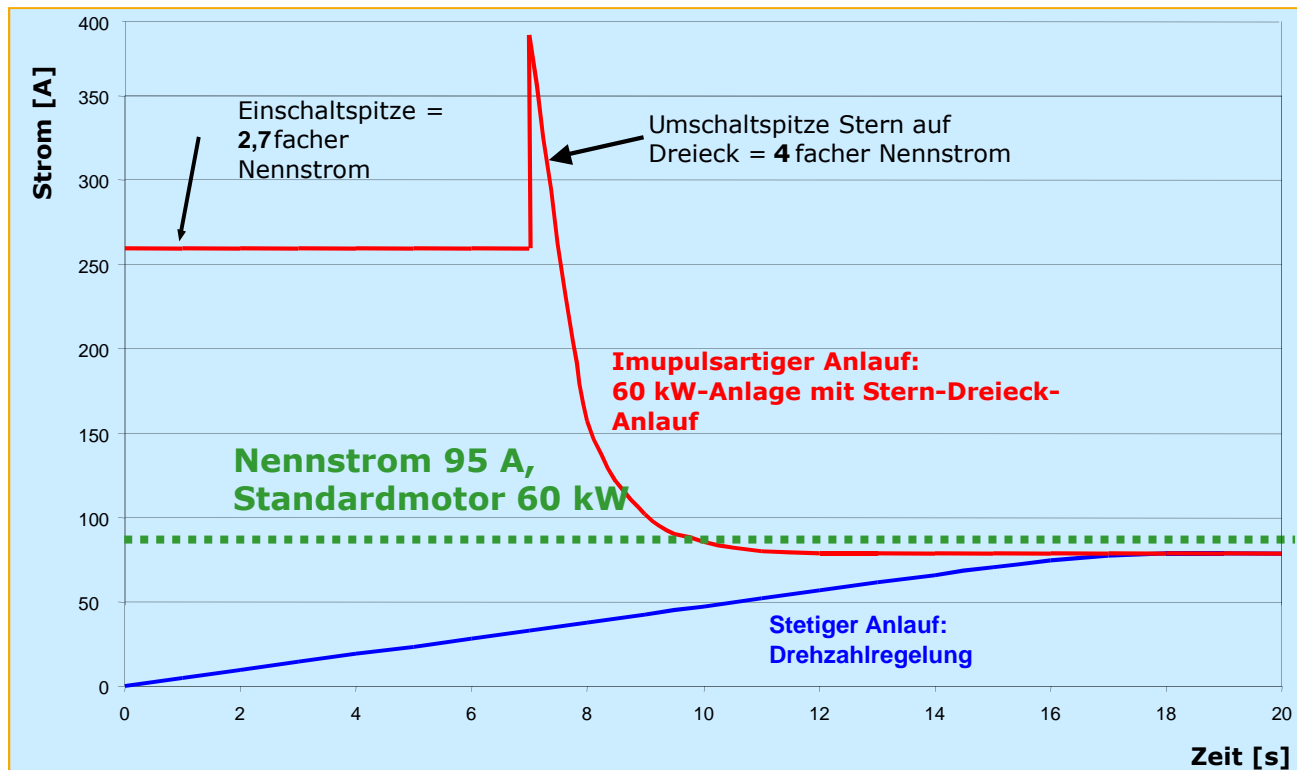
- Viele Kunden zahlen nach Stromspitzen \Rightarrow enorme Einsparung von Stromkosten
- Entlastung von „schwachen“ Netzen
- Enorme Entlastung der mech. Bauteile („Umschaltsschläge“ unterbleiben)



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

weitere Vorteile ...

- sehr energieschonendes Anfahrverhalten -



Im Vergleich: Anlaufstrom bei $\star \triangle$ eines 60 kW IEC Motors

$95 \text{ A} \times 2,7 \Rightarrow \sim 257 \text{ A} + \text{Umschaltspitzen (ca. 4 fach)} \Rightarrow > 380 \text{ A}$

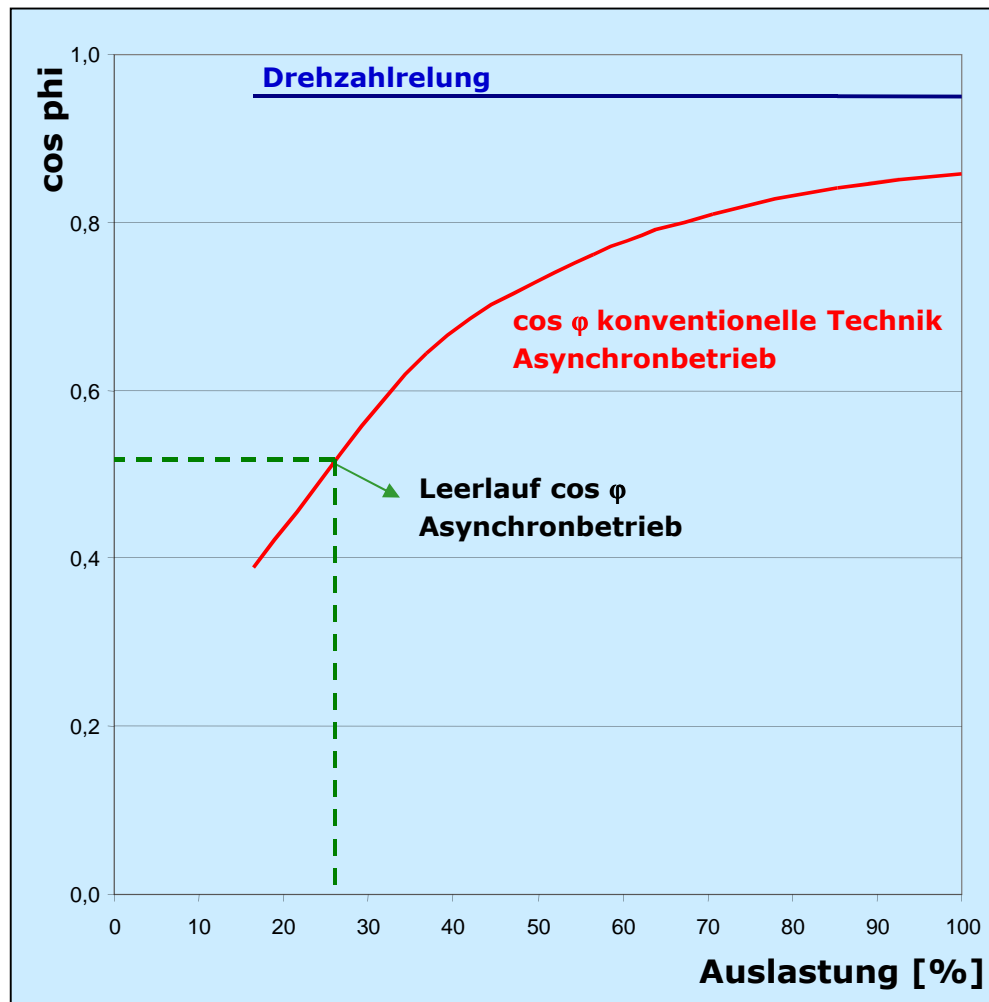
Unternehmen mit Mittelspannungs-Trafostation: Trafostation muss auf die hohen Stromspitzen ausgelegt sein



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

weitere Vorteile ...

- $\cos \varphi$ = konstant -



← $\cos \varphi$ = konstant und **> 0,9!**

← $\cos \varphi$ = 0,9 (Last)
0,5 (Leerlauf)

$\cos \varphi < 0,9$

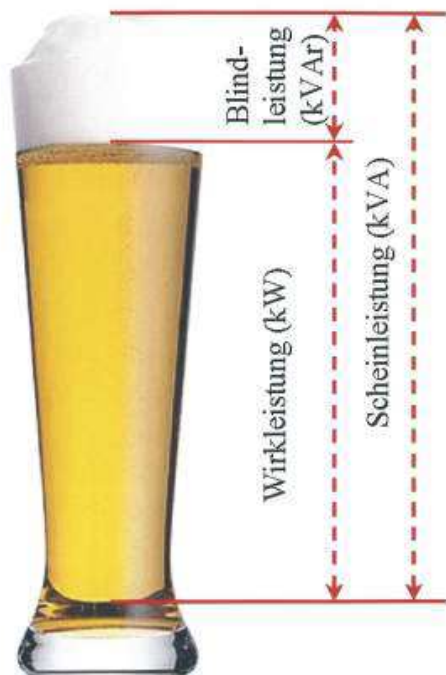
→ Wirkleistung < 50%

→ Blindstromanteil wird größer



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Verhältnis: Scheinleistung – Wirkleistung – Blindleistung



Fakten zum $\cos \varphi$ (Aussage von EnBW):

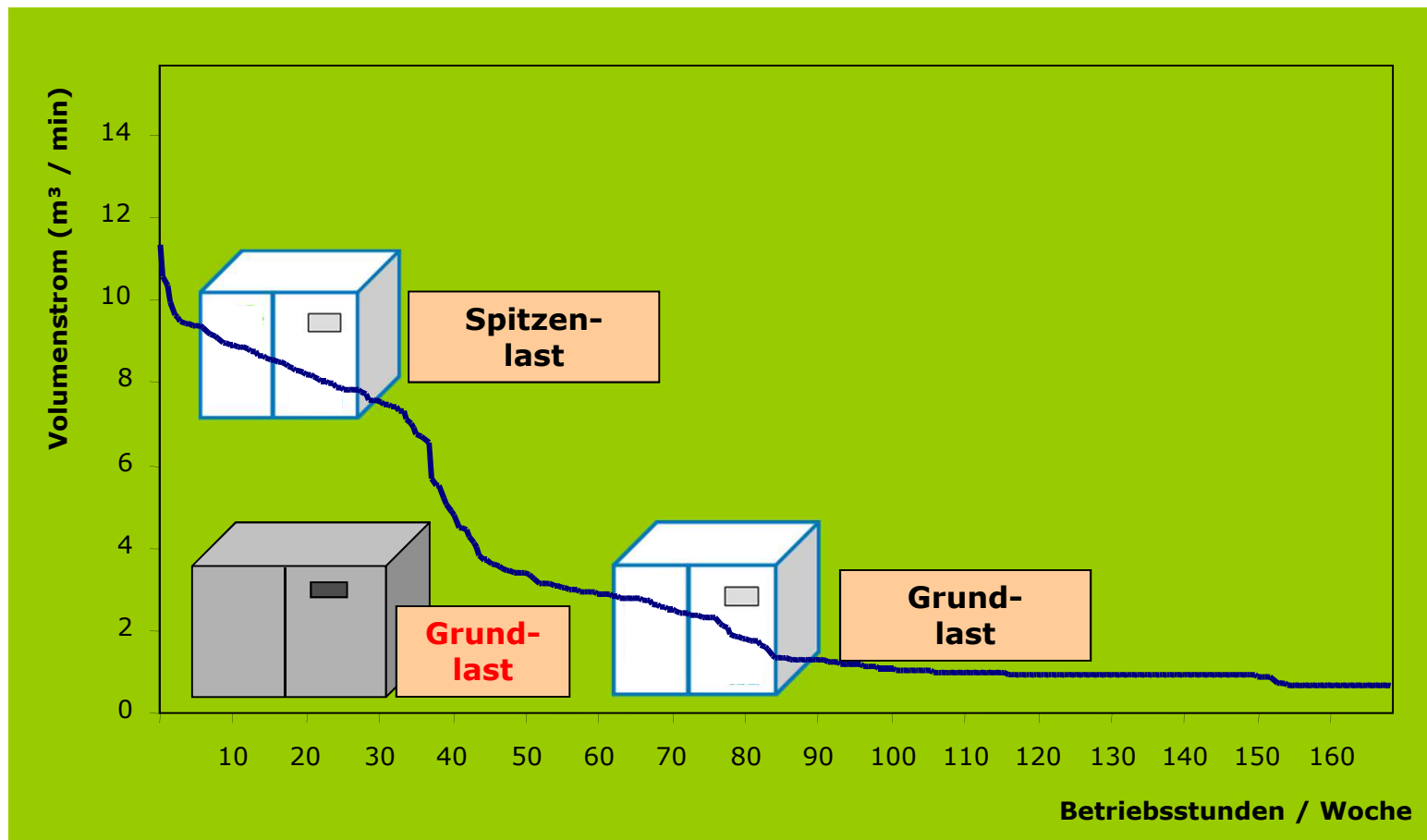
- Verbraucher / Unternehmen mit mehr als 100.000 kWh / Jahr und einem $\cos \varphi < 0,9$
 - benötigen Blindstromkompensationsanlage (teuer)
 - oder müssen Blindstrom bezahlen
- Hinweis: 100.000 kWh/Jahr = 25 kW Kompressor mit 4000 Bh/Jahr
- Kosten für den Blindstrom:
 - ab 100.000 kWh = 1 Cent/kWh
 - (~ ca. 10% höhere Energiekosten)
- Diese Regelung gilt deutschlandweit und EVU-unabhängig

Vorteil Drehzahlregelung, $\cos \varphi > 0,9!$:

- hohe Wirkleistung
 - Netzentlastung
 - Stromkosteneinsparung oder
 - kleinere Blindstromkompensation notwendig



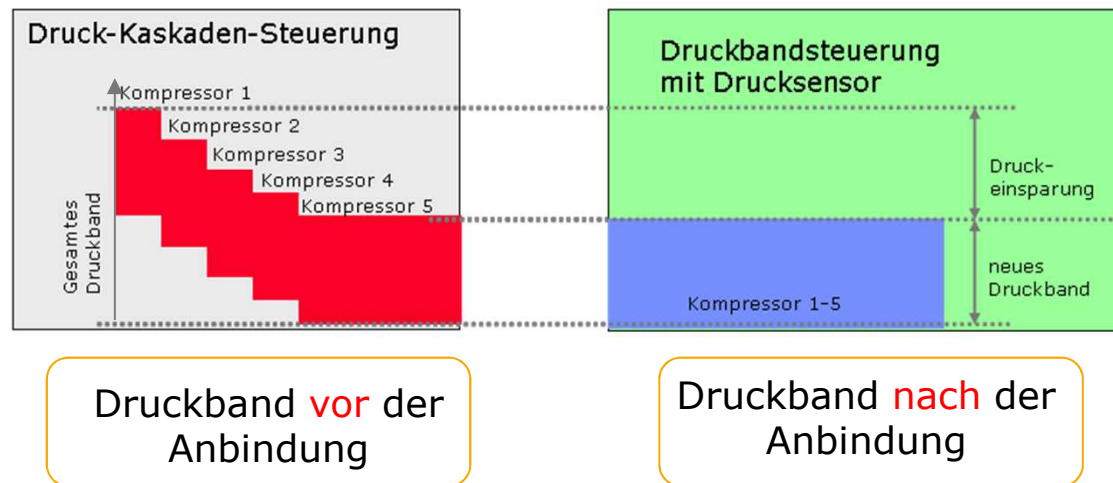
Zusammenspiel mehrerer Kompressoren





Druckbandoptimierung

- **alle Kompressoren „fahren“ in einen gemeinsamen Druckband**
 - Gleiche Ein- Ausschaltpunkte für alle Kompressoren
 - Druckband kann auf ein Minimum reduziert werden (Optimum 0,2 bar)
 - Hohe Energieeinsparung, da hoher Druck = hohe Energie
 - ältere, unwirtschaftliche Kompressoren / Stationen werden schlagartig wirtschaftlicher



1 bar höherer Druck bedeutet 6 – 8 % mehr Gesamtleistungsaufnahme je Kompressor !



Weitere Vorteile der Drehzahlregelung

Geringere Behältergröße

Richtwert für Standard-
Schraubenkompressoren

$$V_B = V_{\text{eff}} \cdot 0,30$$

Richtwert für drehzahlgeregelte
Schraubenkompressoren

$$V_B = V_{\text{eff}} \cdot \mathbf{0,15}$$

V_B = Druckluftbehältervolumen [m^3]

V_{eff} = Volumenstrom des
Grundlastkompressors [m^3/h]

Der Druckluftbehälter kann bis zu 50% kleiner ausgelegt werden im Vergleich zur Behältergröße von Standard-Schraubenkompressoren !!





Weitere Vorteile der Drehzahlregelung

Reduzierter Verschleiß

Drehzahlgeregelte Kompressoren schalten nicht zwischen Last/Leerlauf um, sondern sind meist gleichmäßig und permanent im Betrieb. Dadurch:

- *weniger Verschleiß*
- *weniger Wartungs- und Reparaturkosten*
- *erhöhte Lebensdauer*
- *erhöhte Betriebssicherheit*



Planung und Optimierung
einer Druckluft-Station

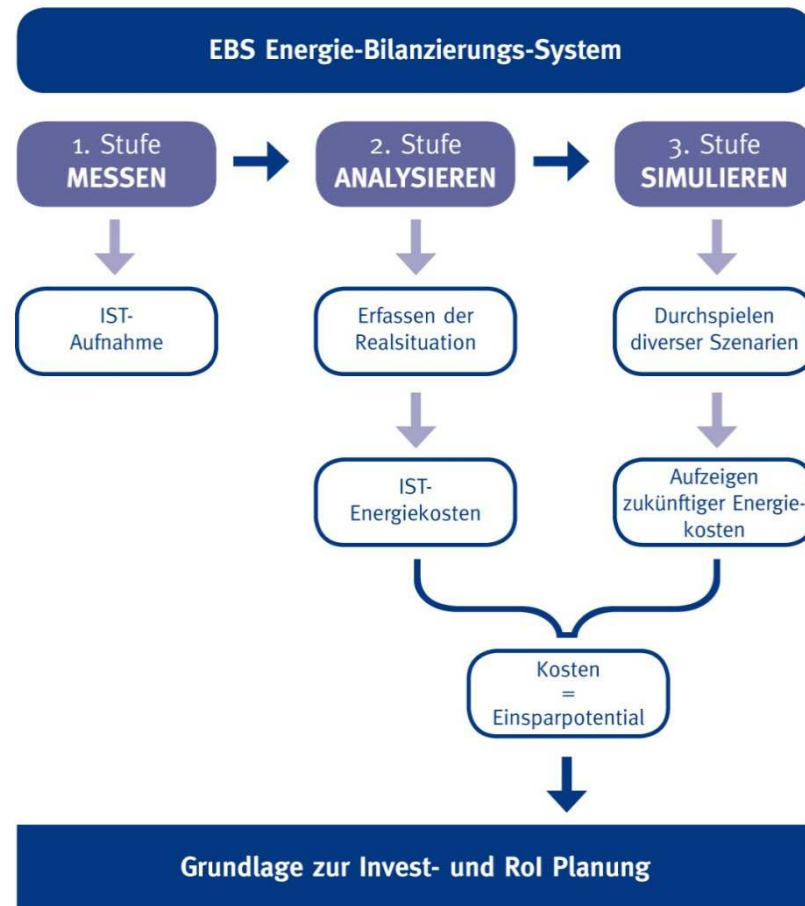
Optimierung des Druckluftsystems





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Verbrauchswerte - Messung





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Verbrauchswerte - Messung

1. Stufe
MESSEN

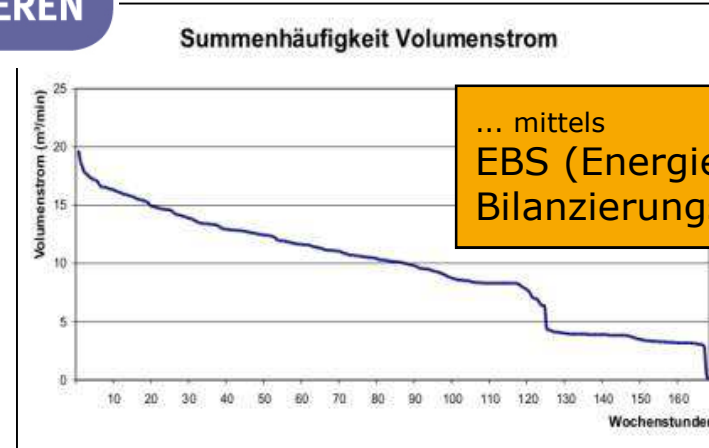
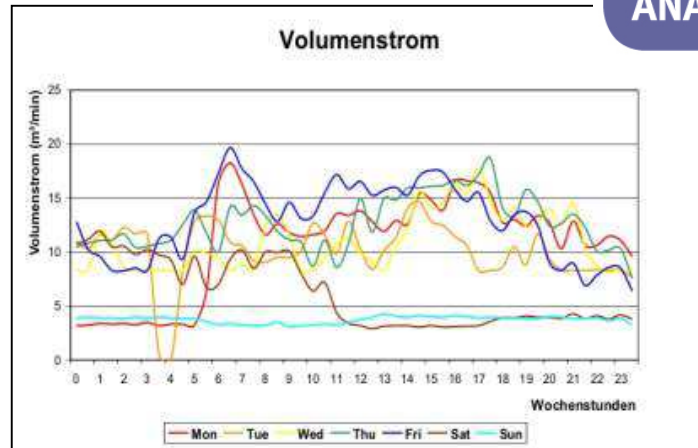


Volumenstrommessung mittels
Energie- Bilanzierungs-System



Verbrauchswerte - Messung

2. Stufe ANALYSIEREN



... mittels
EBS (Energie-
Bilanzierungs-System)

Durch eine Analyse Ihrer Kompressorenstation erhalten Sie einen Überblick über:

- die Leckagemenge
- das aktuelle Druckband
- den Druckluftbedarf als Tages- und Wochenprofil
- den Energieverbrauch der Kompressorenstation
- die Auslastung der einzelnen Kompressoren (Last- / Leerlauf- / Stillstandzeiten)



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

2. Stufe **ANALYSIEREN**

Analyse der Druckluftversorgung

Messzeitraum:

Freitag, 25.01.2008 - Donnerstag, 31.01.2008

Kunde:

Mustermann GmbH
Beispielstraße 11
77777 Musterhausen

Auswertung durch:

ALMiG Kompressoren GmbH
Adolf-Ehmann-Straße 2
73257 Köngen

Ausdruck vom 14.03.2010

ALMiG
since 1923



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

2. Stufe ANALYSIEREN

Ist-Zustand

Kompressor	1	2	5
Hersteller	BLITZ	BLITZ	BLITZ
Typ	BS 25-55	BS 25-55	BS15-30
Motornennleistung in kW	55,0	55,0	30,0
Klemmleistung in kW	63,0	63,0	33,0
Volumenstrom maximal in m³/min	7,7	7,7	4,1
Volumenstrom minimal in m³/min			
Lastlaufzeiten	70%	72%	100%
Leerlaufzeiten	30%	28%	0%
Entlastungen pro Stunde	10	19	1

Messzeitraum: 25.01.2008 - 31.01.2008

Betriebszeit der Druckluftstation *)	168 h
Betriebsstunden Gesamt (Last + Leerlauf aller Kompressoren)	402 h
Liefermenge aller Kompressoren	120.875 m³
Energieverbrauch aller Kompressoren (Last + Leerlauf)	16.398 kWh
Energiekosten aller Kompressoren (Last + Leerlauf)	1.312 EUR

*) mindestens ein Kompressor in Betrieb

Basis der Berechnungen: Energiekosten 0,08 EUR pro kWh

Hochrechnung auf 1 Jahr (50 Wochen)

Betriebsstunden Gesamt (Last + Leerlauf aller Kompressoren)	20.120 h
Liefermenge aller Kompressoren	6.043.758 m³
Energieverbrauch aller Kompressoren (Last + Leerlauf)	819.899 kWh
Energiekosten aller Kompressoren (Last + Leerlauf)	65.592 EUR

EBS Analyse

Mustermann GmbH

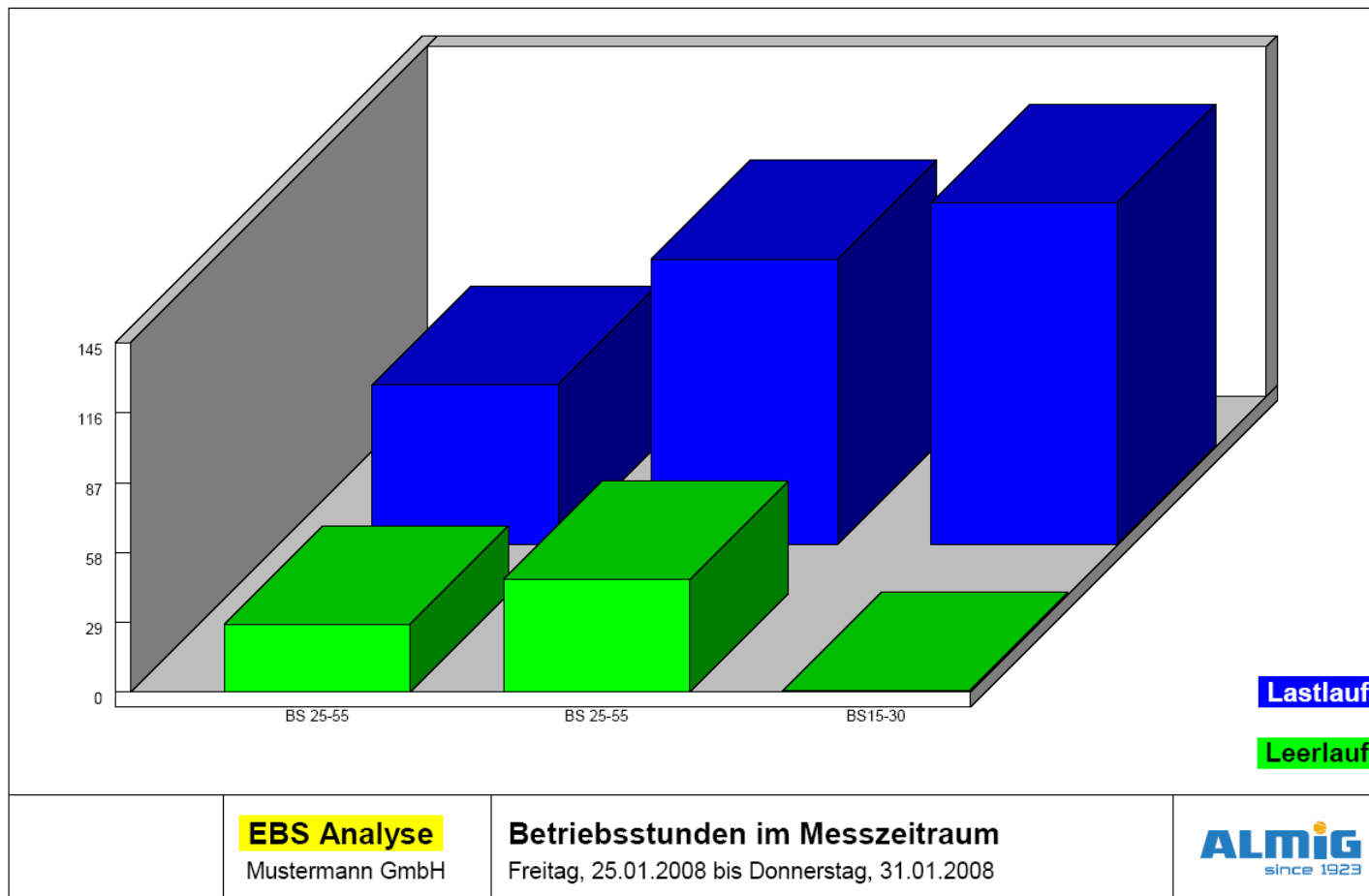
Zusammenfassung Ist-Zustand

ALMIG
since 1923



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

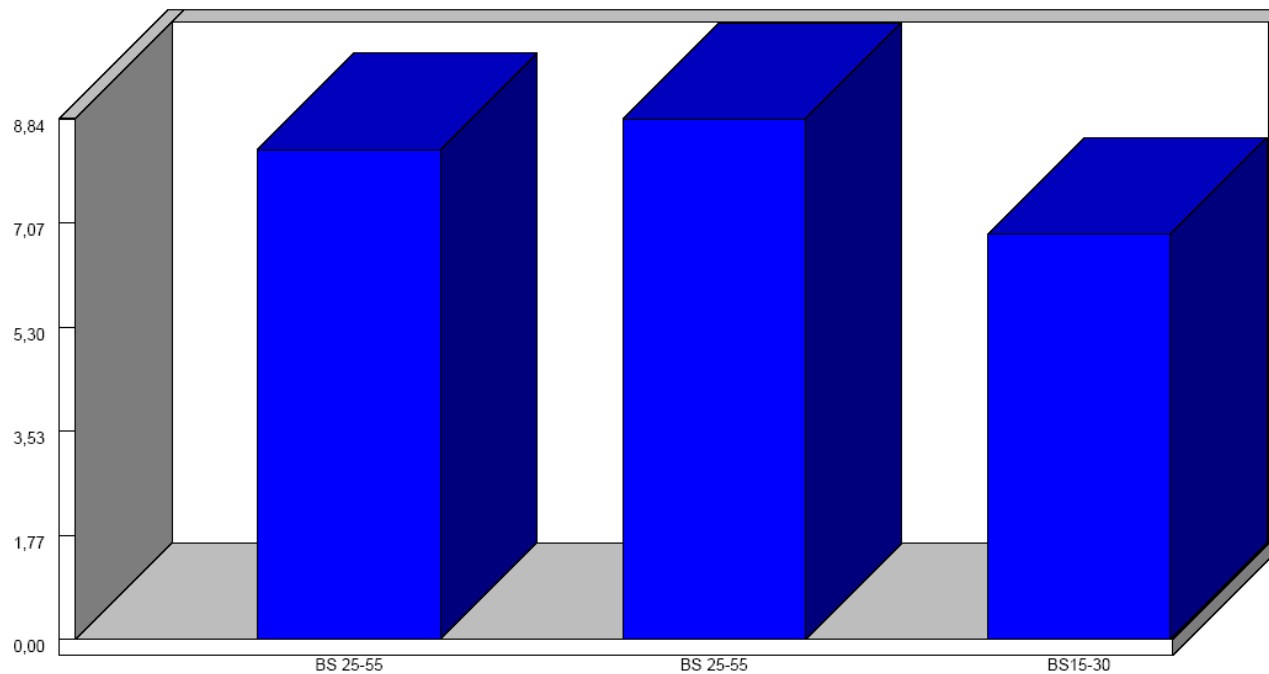
2. Stufe ANALYSIEREN





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

2. Stufe ANALYSIEREN



EBS Analyse
Mustermann GmbH

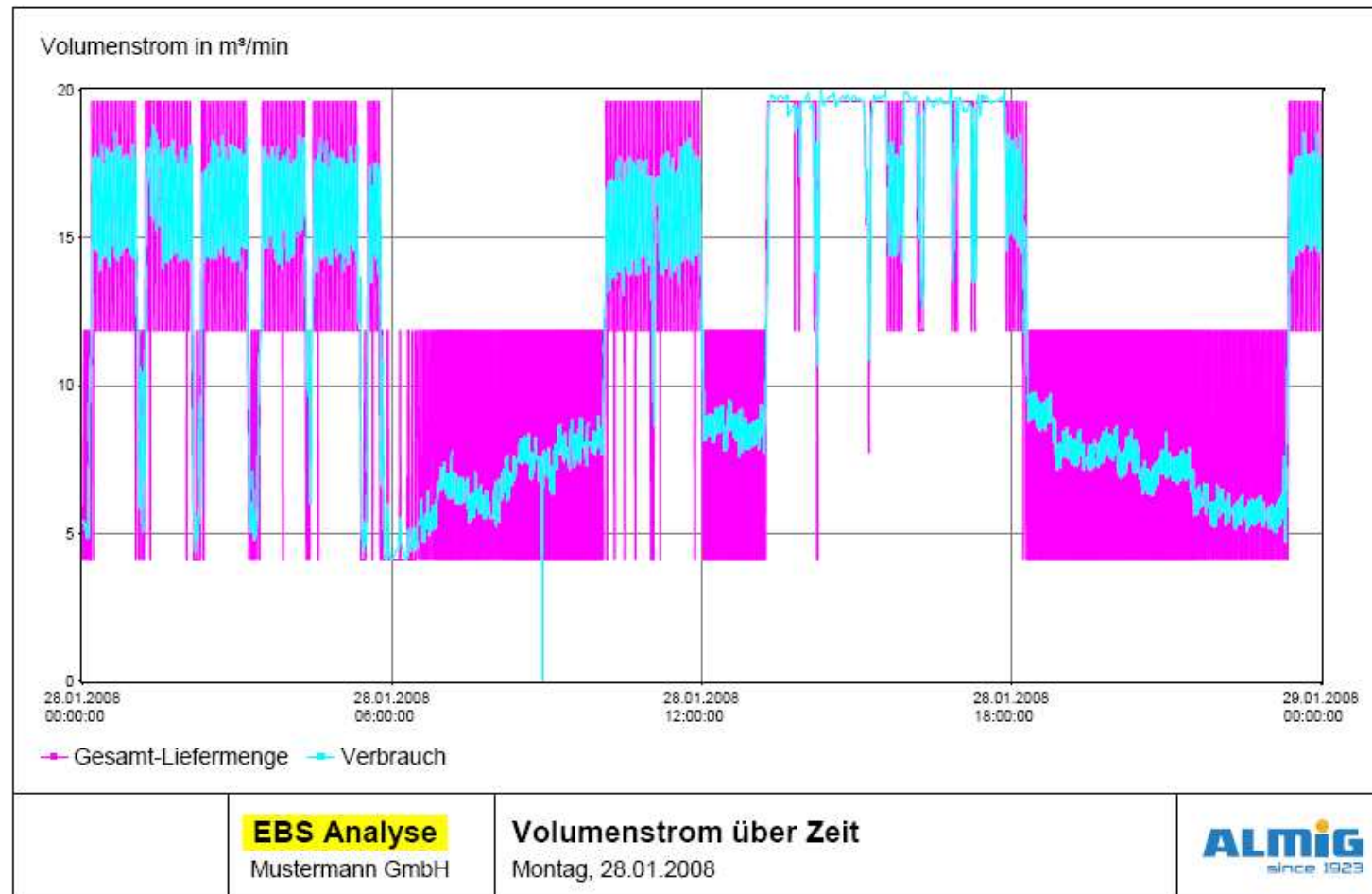
Spezifischer Energieverbrauch Gesamt in kW/(m³/min)
Freitag, 25.01.2008 bis Donnerstag, 31.01.2008

ALMIG
since 1923



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

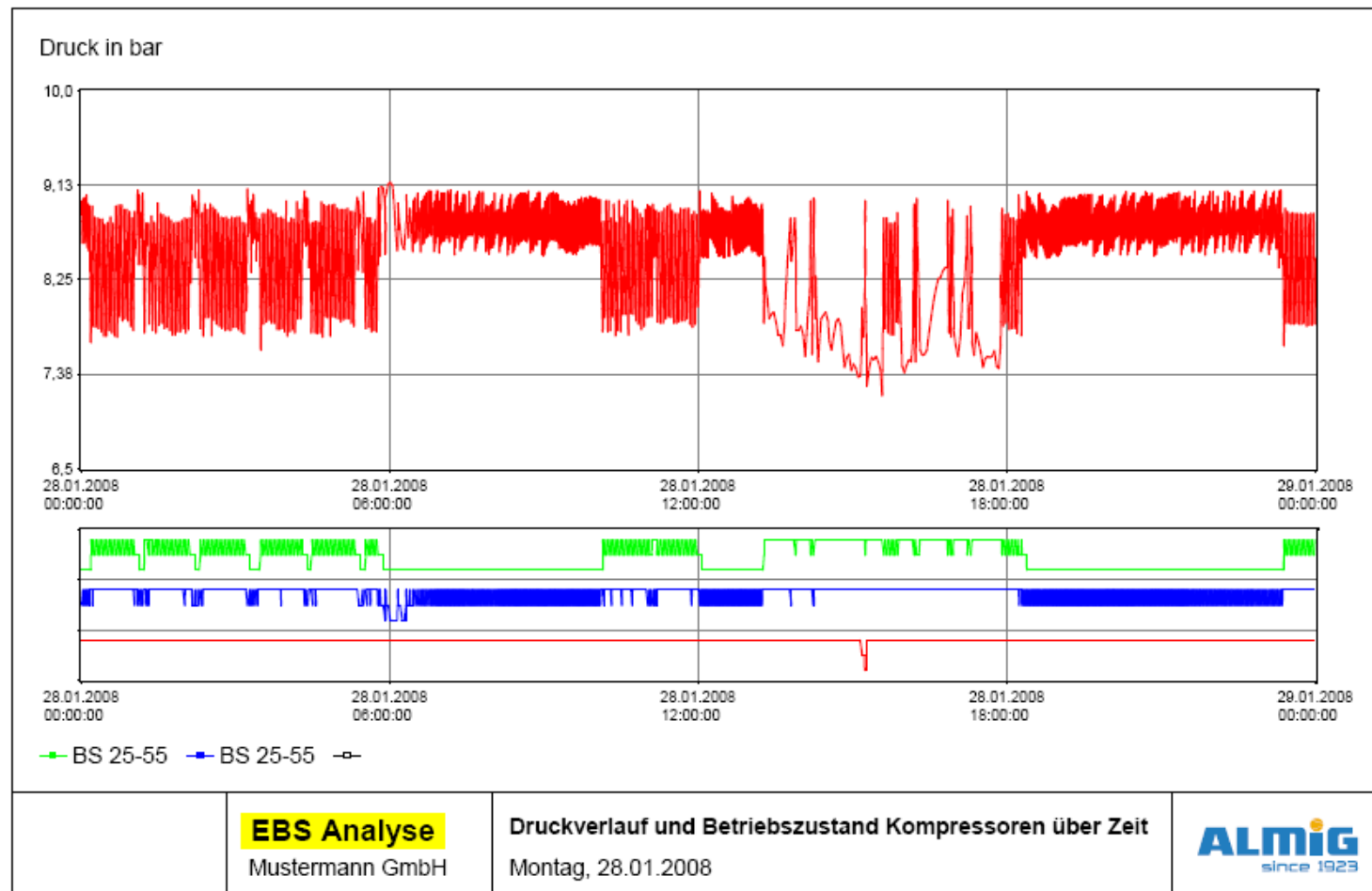
2. Stufe ANALYSIEREN





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

2. Stufe ANALYSIEREN





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

2. Stufe **ANALYSIEREN**

Jetzt ist die Grundlage geschaffen, wir kennen die Station und „WISSEN“ wo der Hebel zur Optimierung angesetzt werden kann.



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

3. Stufe **SIMULIEREN**

Simulation der Druckluftversorgung

Simulationszeitraum:

- * gerechnet auf den Messzeitraum Freitag, 25.01.2008 - Donnerstag, 31.01.2008
- * hochgerechnet auf ein Jahr (50 Arbeitswochen)

Kunde:

Mustermann GmbH
Beispielstraße 11
77777 Musterhausen

Auswertung durch:


ALMiG Kompressoren GmbH
Adolf-Ehmann-Straße 2
73257 Köngen

Ausdruck vom 14.03.2010



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

3. Stufe SIMULIEREN

Steuerungsverbund <div>Station mit Multi Control 3</div>	
Druckband Verbundsteuerung Druckband Pmin <div>7,0</div> bar Druckband Pmax <div>8,0</div> bar	
Netzgröße <div>wie bisher</div> Behältervolumen <div>2000</div> l Rohrlänge Hauptleitung <div>100</div> m Rohrdurchmesser Hauptleitung <div>50</div> mm Rohrlänge Stichleitung <div>115</div> m Rohrdurchmesser Stichleitung <div>25</div> mm	
EBS Simulation Mustermann GmbH	Modifikationen Steuerungsverbund und Netzgröße
	



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

3. Stufe SIMULIEREN

	Kompressor 1	Kompressor 2	Kompressor 3	Kompressor 4	Kompressor 5	Kompressor 6
	neu	neu	neu
	<input checked="" type="checkbox"/> mit FU	<input type="checkbox"/> mit FU	<input type="checkbox"/> mit FU			
Hersteller	ALMIG	ALMIG	ALMIG			
Typ	Variable 70	BELT 55	BELT 55			
Motorenleistung	kW 55,0	kW 55,0	kW 55,5			
Max. Leistungsaufnahme im Lastlauf	kW 91,5	kW 65,8	kW 65,8			
Min. Leistungsaufnahme im Lastlauf	kW 22,5					
Leistungsaufnahme im Leerlauf		kW 15,9	kW 15,9			
Volumenstrom maximal	m3/min 12,30	m3/min 9,40	m3/min 9,40			
Volumenstrom minimal	m3/min 2,80					
Nachlaufzeit *	s 60	s 60	s 60			
Priorität	Höchste	Normal	Normal			

EBS Simulation

Mustermann GmbH

Modifikationen

Kompressoren 1-6



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

3. Stufe SIMULIEREN

Messzeitraum	Hochrechnung auf 1 Jahr
Freitag, 25.01.2008 - Donnerstag, 31.01.2008	
168 h Betriebszeit der Druckluftstation *)	20.120 h Betriebsstunden Gesamt (Last + Leerlauf aller Kompressoren)
402 h Betriebsstunden Gesamt (Last + Leerlauf aller Kompressoren)	6.043.758 m³ Liefermenge aller Kompressoren
120.875 m³ Liefermenge aller Kompressoren	819.899 kWh Energieverbrauch aller Kompressoren (Last + Leerlauf)
16.398 kWh Energieverbrauch aller Kompressoren (Last + Leerlauf)	65.592 EUR Energiekosten aller Kompressoren (Last + Leerlauf)
1.312 EUR Energiekosten aller Kompressoren (Last + Leerlauf)	

*) mindestens ein Kompressor in Betrieb

Messzeitraum	Hochrechnung auf 1 Jahr
Freitag, 25.01.2008 - Donnerstag, 31.01.2008	
159 h Betriebszeit der Druckluftstation *)	12.455 h Betriebsstunden Gesamt (Last + Leerlauf aller Kompressoren)
249 h Betriebsstunden Gesamt (Last + Leerlauf aller Kompressoren)	6.043.863 m³ Liefermenge aller Kompressoren
120.877 m³ Liefermenge aller Kompressoren	537.588 kWh Energieverbrauch aller Kompressoren (Last + Leerlauf)
10.752 kWh Energieverbrauch aller Kompressoren (Last + Leerlauf)	43.007 EUR Energiekosten aller Kompressoren (Last + Leerlauf)
860 EUR Energiekosten aller Kompressoren (Last + Leerlauf)	

*) mindestens ein Kompressor in Betrieb

Das Resultat!

Einsparpotential:

22.585 Euro / Jahr

~ 34%

EBS Simulation

Mustermann GmbH

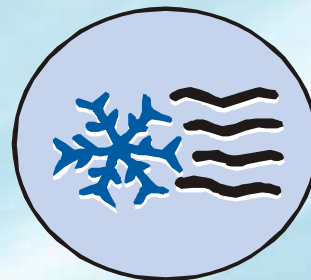
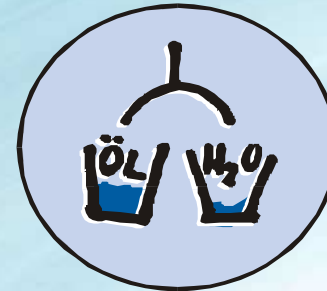
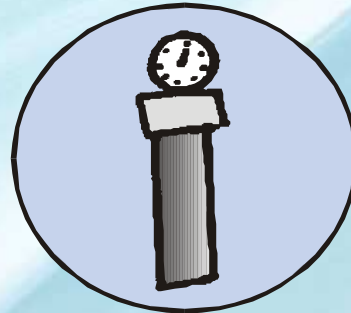
Vergleich

Ist-Zustand / Simulation

ALMIG
since 1923



Druckluftaufbereitung

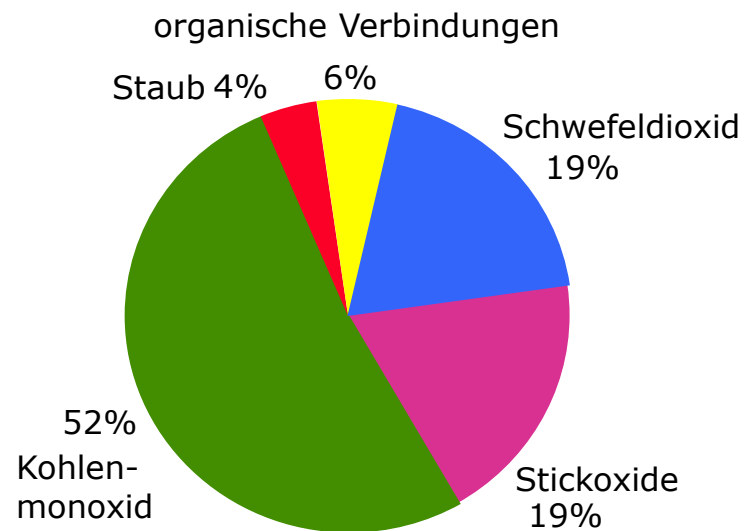




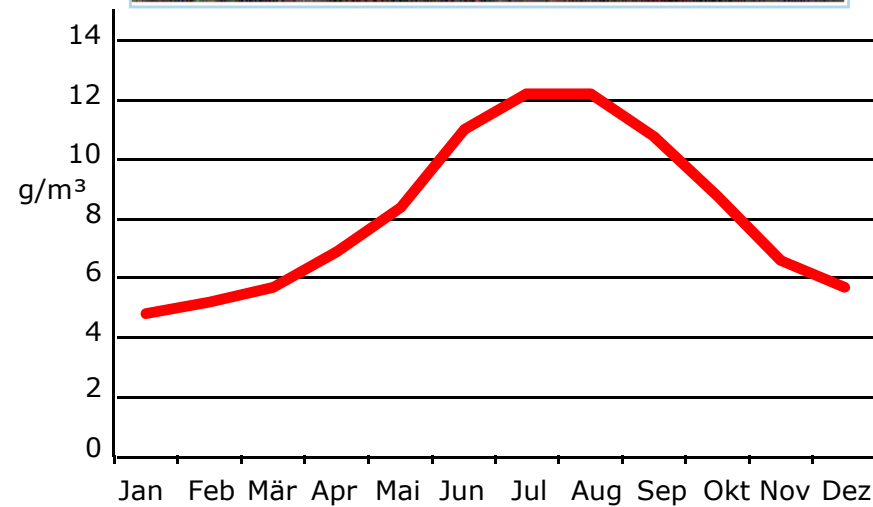
Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Warum Druckluftaufbereitung?

Anteile der Verunreinigungen in
der atmosphärischen Luft*



* Regional unterschiedlich



Durchschnittlicher Wassergehalt der Luft

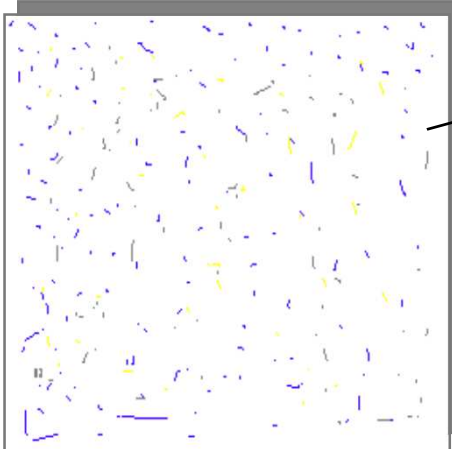


Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

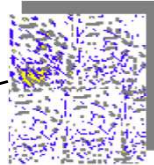
Folgen unaufbereiteter Druckluft

Konzentration der Schadstoffe bei

Atmosphärischer Luft



7 bar Überdruck



Unaufbereitete Druckluft zerstört Druckluftleitungen, Werkzeuge und führt somit zwangsläufig zu teuren Instandhaltungskosten sowie zu Produktionsstillständen. Unaufbereitete Druckluft führt zu Qualitätseinbußen im Produktionsprozess.



Druckluftwerkzeug



Druckluftleitung



Aluminium



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Druckluftqualitätsklassen nach DIN ISO 8573-1:2010

Feuchtigkeit	
Klasse	Drucktaupunkt
0	nach Betreibervorgabe
1	$\leq -70\text{ °C}$
2	$\leq -40\text{ °C}$
3	$\leq -20\text{ °C}$
4	$\leq +3\text{ °C}$
5	$\leq +7\text{ °C}$

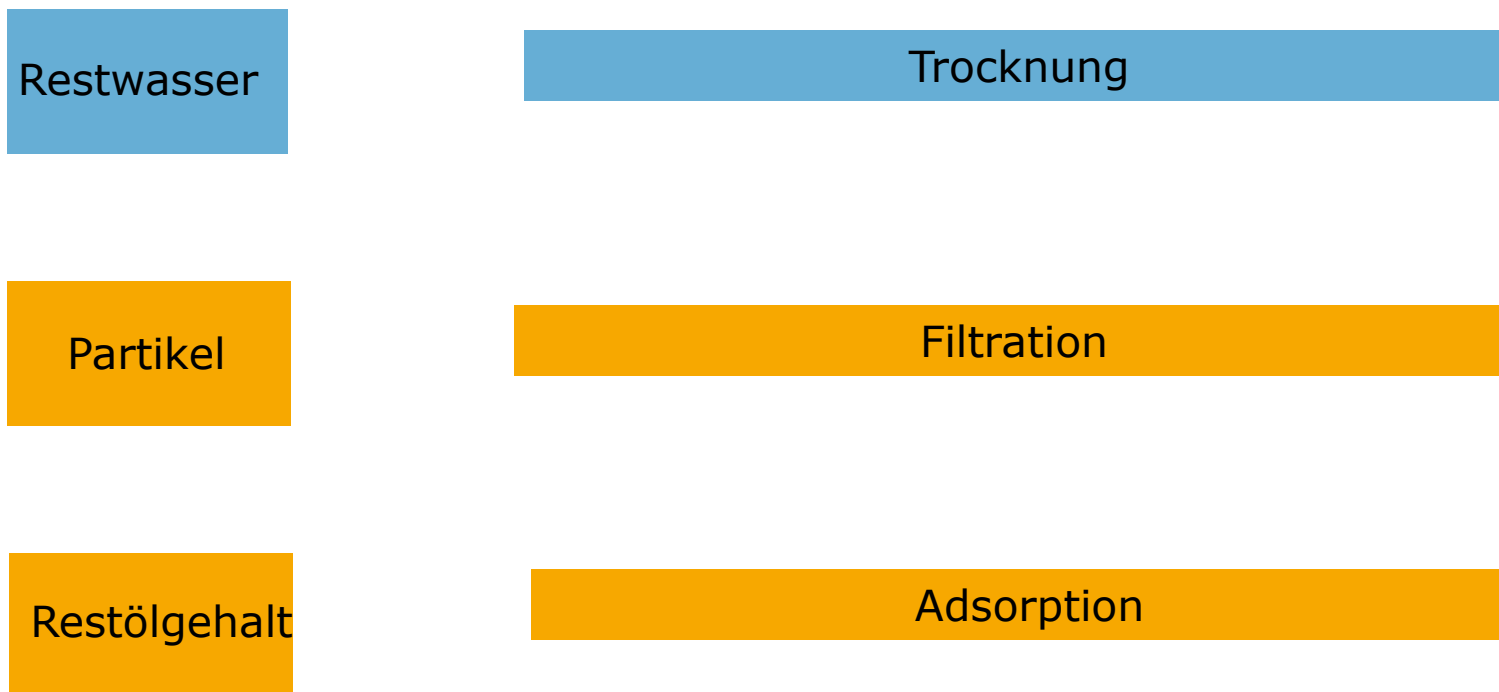
Partikel			
Klasse	$0,1 < d \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 1,0$	$1,0 < d \leq 5,0$
0	nach Betreibervorgabe		
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100
3	-	≤ 90.000	≤ 1.000
4	-	-	≤ 10.000
5	-	-	20.000

Restöl	
Klasse	Restölgehalt mg/m^3
0	nach Betreibervorgabe
1	0,01
2	0,1
3	1
4	5
X	>5



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Verfahren zur Druckluftaufbereitung





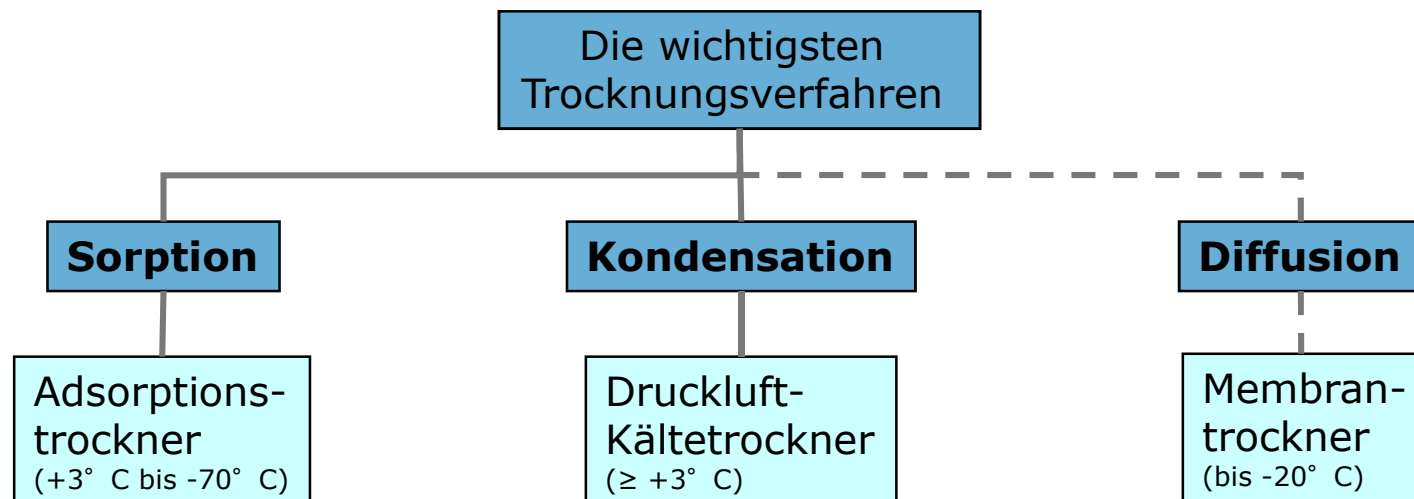
Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

...und so wird die DL-Qualität verbessert

Die Aufnahmefähigkeit der Druckluft für Wasserdampf hängt ausschließlich von der Temperatur und nicht vom Betriebsdruck ab.



Wasseraufnahmefähigkeit der Luft in Abhängigkeit zur Temperatur			
T (°C)	Feuchte (g/m³)	T (°C)	Feuchte (g/m³)
-5	3,23	25	22,83
0	4,87	30	30,08
5	6,79	35	39,29
10	9,36	40	50,67
15	12,74	45	64,85
20	17,15	50	82,26

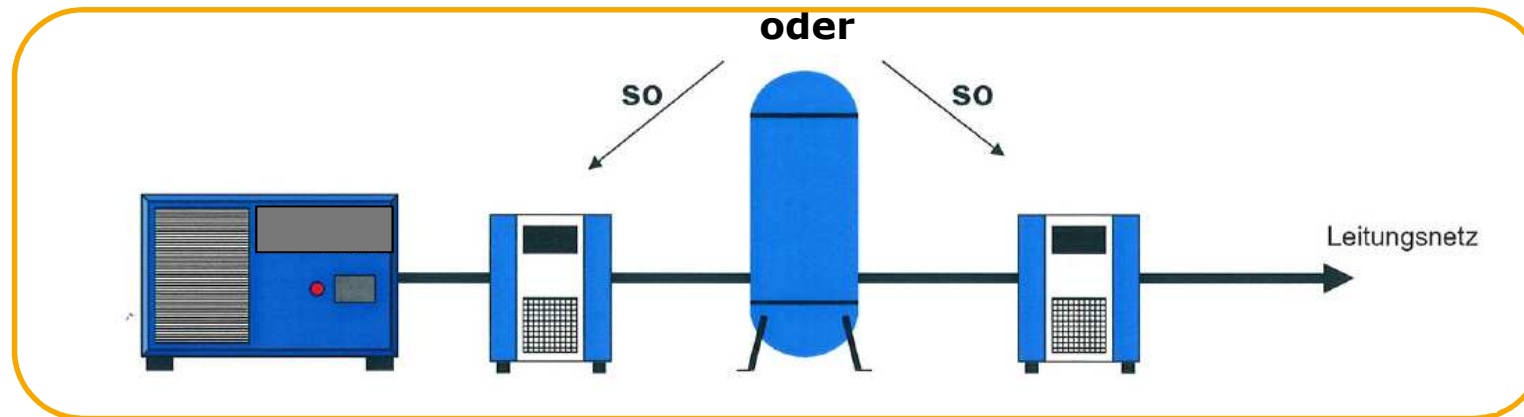




Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

...und so wird die DL-Qualität verbessert

Installation vor oder nach dem Behälter ?



Installation vor dem Behälter

- + Trockner wird immer mit konstantem Volumenstrom vom Kompressor belastet (Trockner wird nicht „überfahren“).
- + Im DL-Behälter fällt kein Kondensat an → Behälter bleibt trocken.
- Hohe Drucklufteintrittstemperatur, da kurze Abkühlstrecke (ggf. größeren Trockner installieren).

Installation nach dem Behälter

- Bei großem Verbrauch kann der Kältetrockner „überfahren“ werden – besonders bei wenigen, aber großen Druckluftverbrauchern.
- Im Behälter fällt Kondensat an → Innenwände müssen gegen Rost geschützt sein.
- + Druckluftabkühlung bis zum Trocknereintritt (ggf. kleinerer Trockner möglich).



...und so wird die DL-Qualität verbessert

Drucktaupunkt unter $+3^{\circ}\text{C}$?

Reicht die Abkühlung auf Werte $+3^{\circ}\text{C}$ (entspricht einer Restfeuchte von $5,95\text{ g/m}^3$) nicht aus, z.B.

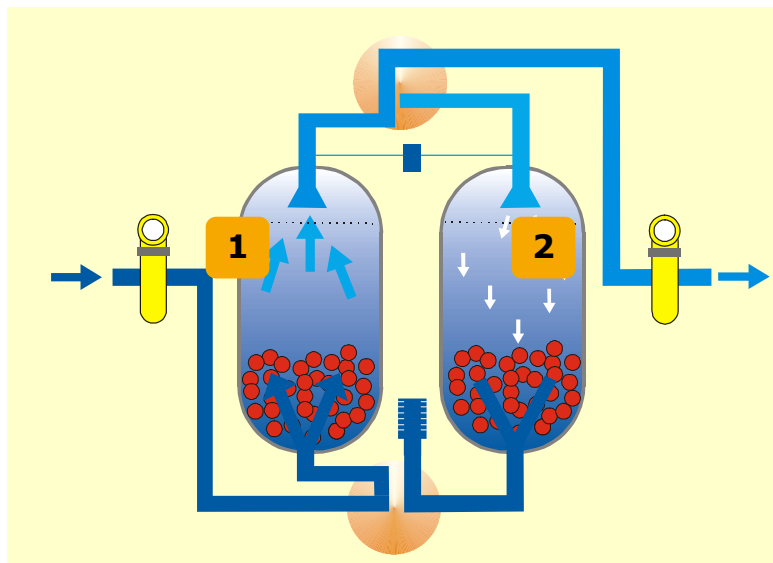
- ➔ Freileitungen (sind im Winter der Kälte ausgesetzt)
- ➔ Behälter / Verbraucher im Freien
- ➔ trockenere Luft ist prozessbedingt notwendig
- ➔ etc.

muss auf das Trocknungssystem
Adsorptionstrockner
ausgewichen werden.



...und so wird die DL-Qualität verbessert

Der Adsorptionstrockner



Absenkung der Feuchte bis zur
ISO Klasse 1-3,
DTP: $\geq -70^{\circ}\text{C}$ / -20°C

Funktionsprinzip

Ein Adsorptionstrockner besteht aus 2 Behältern:

Ein Behälter wird zur Drucklufttrocknung eingesetzt (1).

Im anderen Behälter wird das Trocknungsmittel **regeneriert**, d.h. die Feuchtigkeit wird ausgetrieben (2).

Zwischen diesen Behältern wird beladungsabhängig oder in definierten Zeitintervallen hin- und hergeschaltet.

2 Möglichkeiten der **Regeneration**:

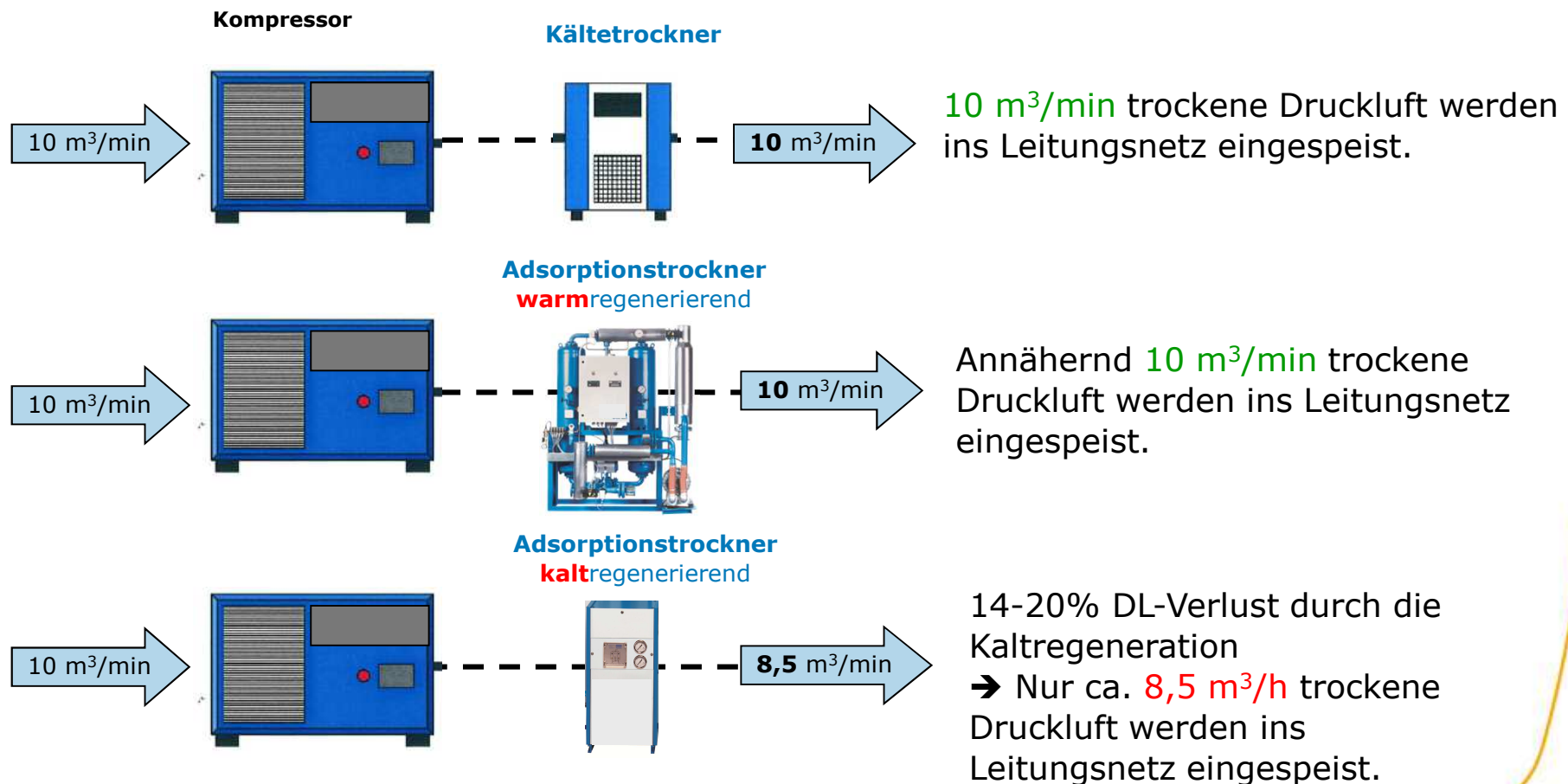
- ➔ **kaltregeneriert** durch bereits getrocknete Druckluft.
- ➔ **warmregeneriert** durch externe Gebläse oder Heizstäbe



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

...und so wird die DL-Qualität verbessert

Vorsicht bei der Auslegung von Adsorptionstrocknern:

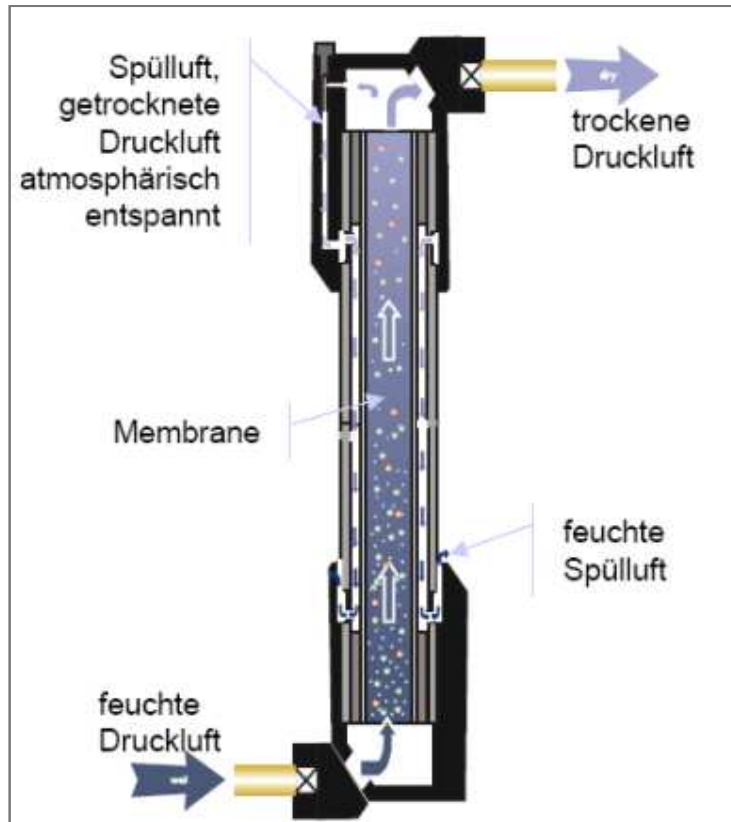




Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Membrantrockner



Zu beachten:

- Verfügbar für kleinere Volumenströme bis ca. 2 m³/min
- Schwankungen von Einsatzbedingungen bei der Dimensionierung berücksichtigen
- Druckluftbedarf des Trockners bei Auslegung des Kompressors beachten
- Druckluft muß vor dem Membrantrockner aufbereitet sein:
 - Ölgehalt Klasse 1
 - Partikelgehalt Klasse 2
- Kondensat- und Ölabscheidung durch Tiefenfiltration

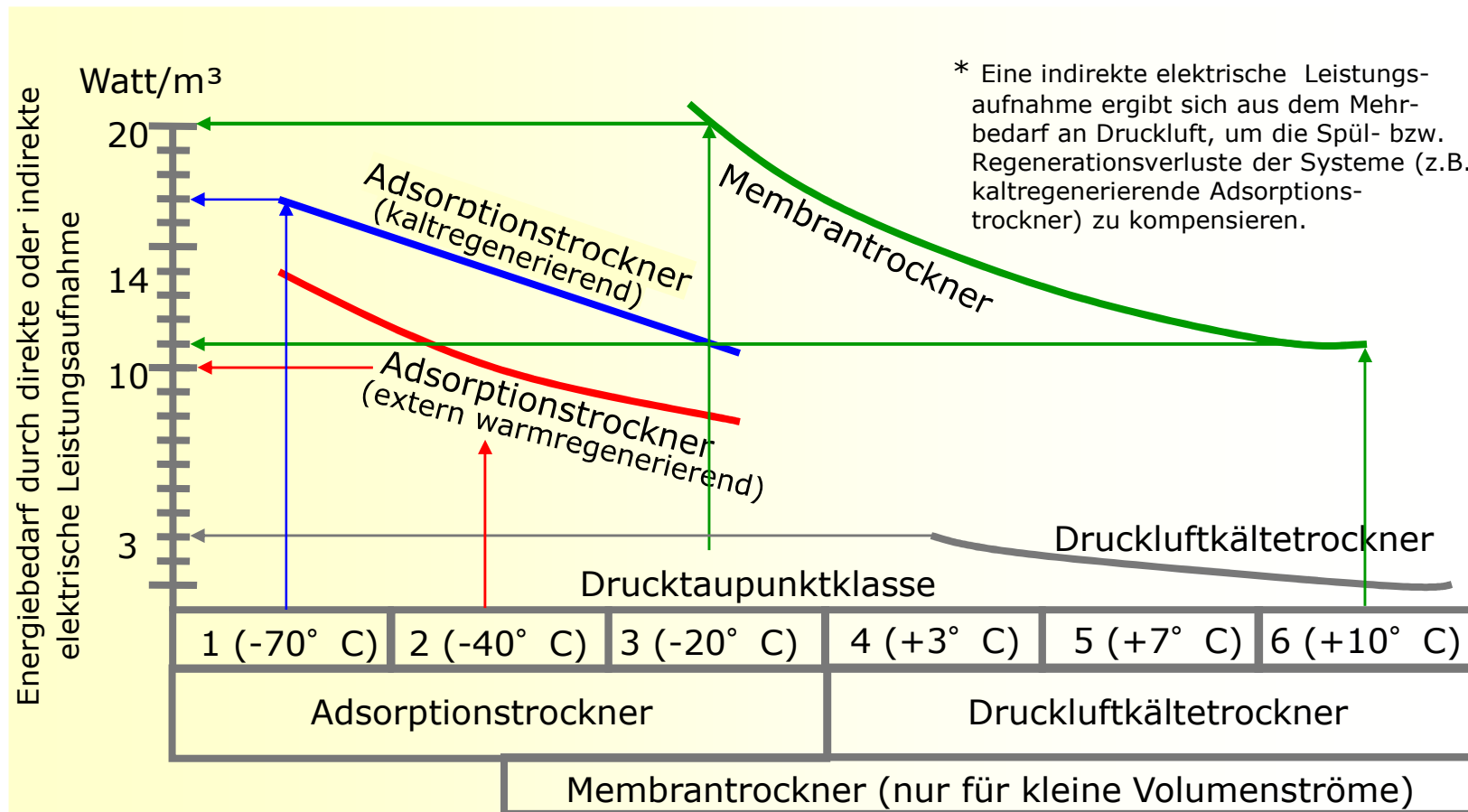
Absenkung der Feuchte
auf ISO Klasse 3 - 5,
DTP: - 20° C



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Drucktaupunktklassen - gemittelter Energiebedarf -





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Verfahren zur Druckluftaufbereitung

Restwasser

Trocknung

Partikel

Filtration

Restölgehalt

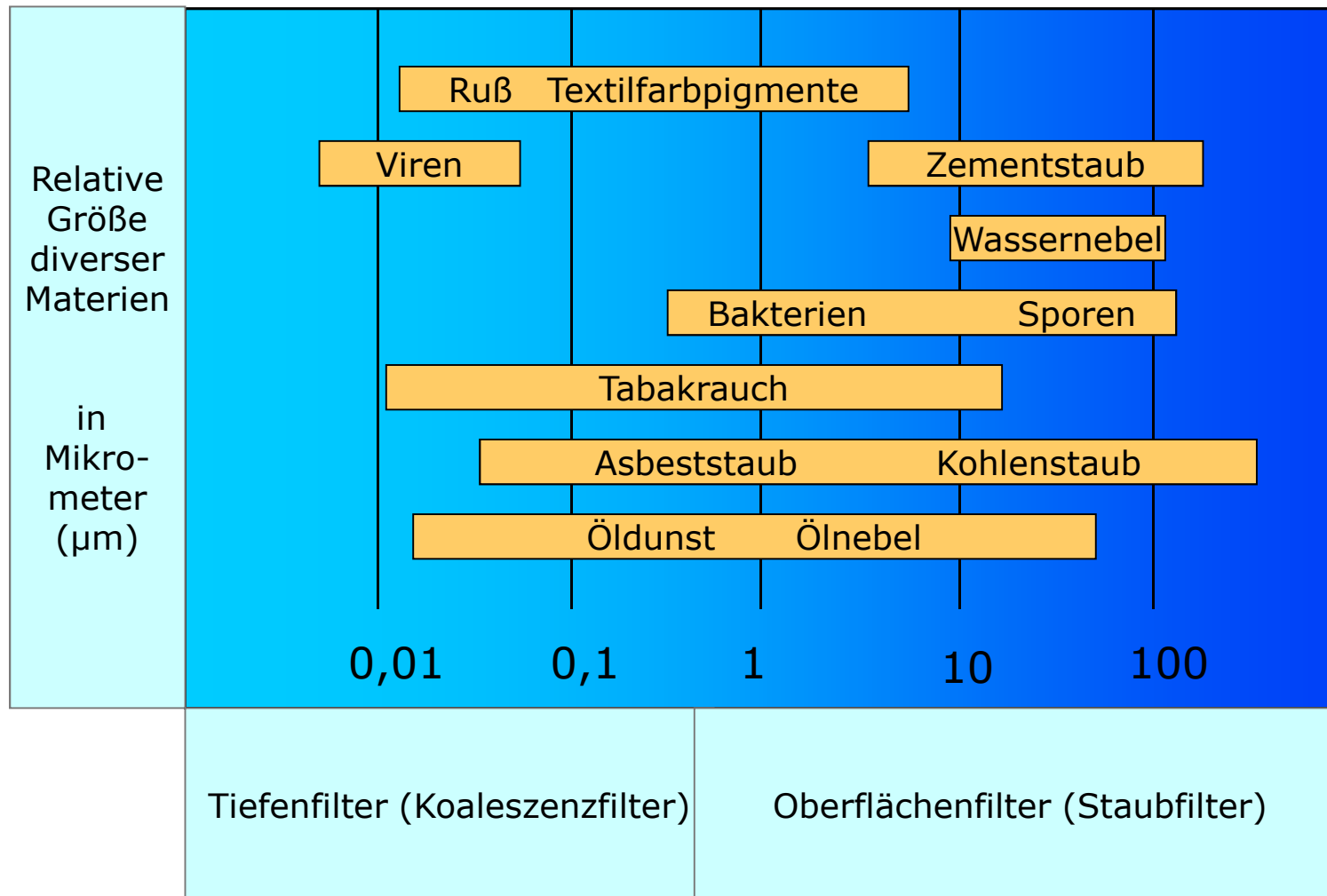
Adsorption



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Das Filtrationsspektrum

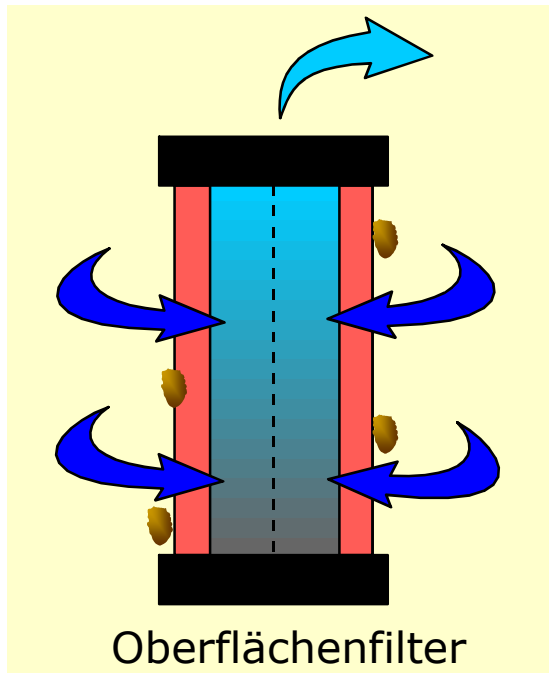




Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Oberflächen- und Koaleszenzfilter



Die Abscheidung der Partikel erfolgt an der Oberfläche, die quer zur Strömungsrichtung liegt. Die Teilchen, die größer als die Poren des Filters sind, werden ausgesiebt und an der Oberfläche zurückgehalten. Bei schlechter Filterwartung kann es zu größerem Druckabfall kommen, weil sich die Verschmutzung an der Filteroberfläche absetzt. Die Durchströmung erfolgt immer von außen nach innen.

Oberflächenfilter werden meist als Vorfilter eingesetzt.

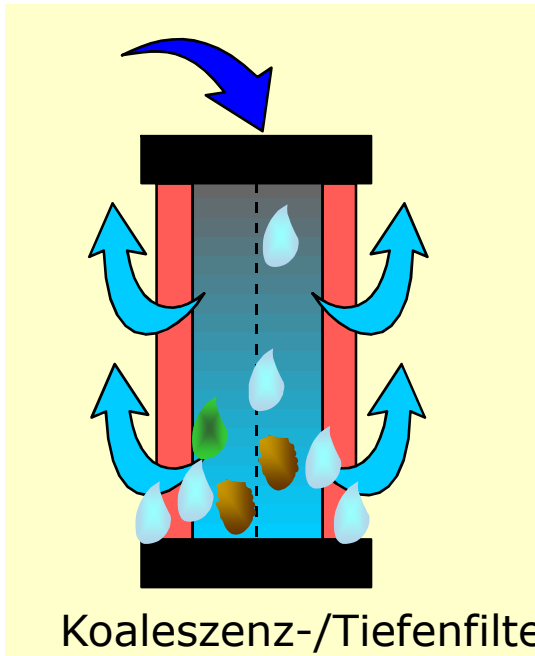
Teilchenabscheidung bis 1 μm	
Partikel	Klasse 2
Öl	Klasse 3



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Koaleszenz-/Tiefenbettfilter



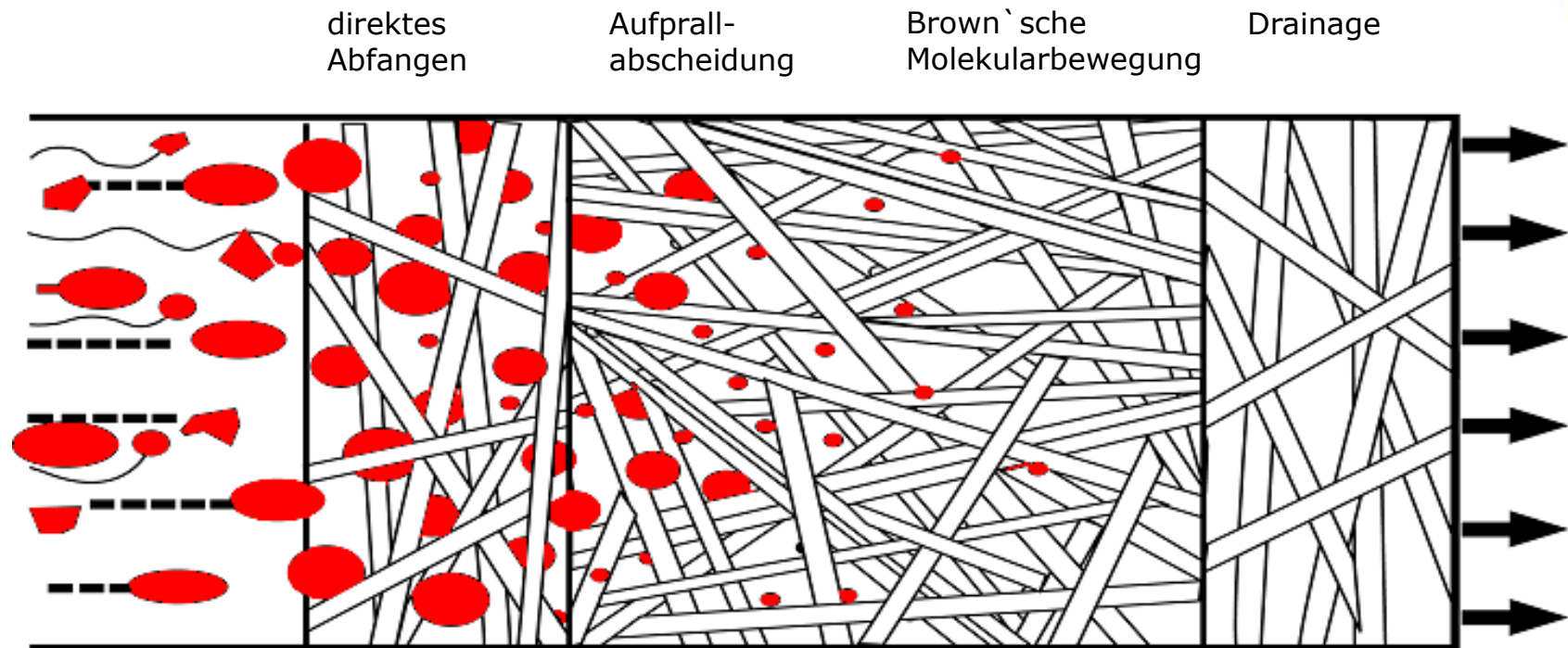
Diese Filterbaureihe wird in der Regel als Mikrofilter od. Koaleszenzfilter bezeichnet.

Die Durchströmung erfolgt von innen nach außen, Partikelabscheidungen unter ca. $0,5 \mu\text{m}$ sind möglich.

Partikelfilter bis	$0,01 \mu\text{m}$
Partikel	Klasse 1-2
Öl	Klasse 1-2



Filtrationsprinzip



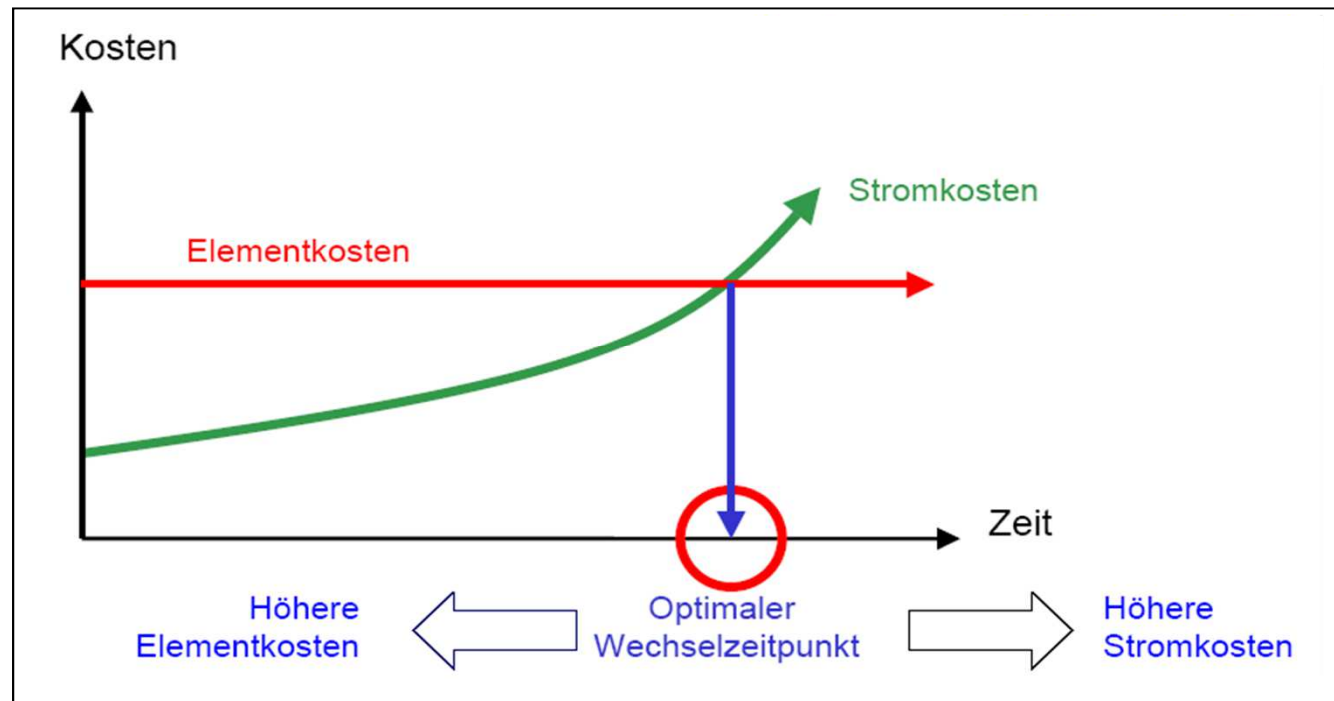
Direktaufprall + Trägheitsmoment + Brownische Molekularbewegung
(>1 mikron) (1 - 0.3 mikron) (0.3 - 0.01 mikron)



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Wechselintervalle für Oberflächen- / Tiefenfilter



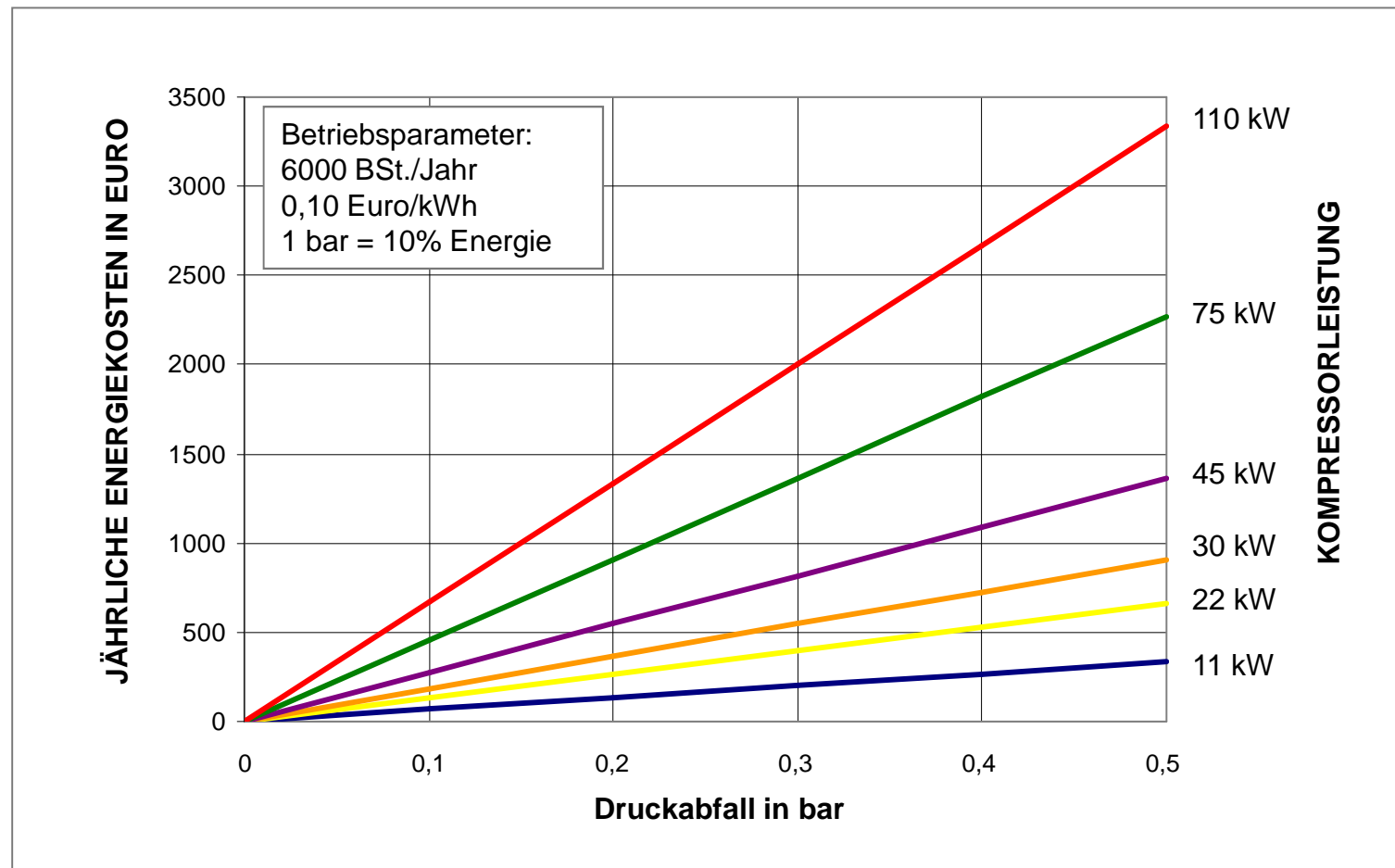
Ein Wechsel ist dann sinnvoll, wenn die Stromkosten die Elementkosten erreichen

➤ Dies ist bei einem Differenzdruck von ca. 0,4 bar der Fall



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Energiekosten durch Druckabfall





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Element Lebensdauer

Bei einem Sättigungsgrad, der einem Differenzdruck von maximal 0,5 bar entspricht, sollte das Element getauscht werden. Die Kosten dafür sind relativ gering im Vergleich zu den Energiekosten, die auftreten, wenn der Kompressor diesen Druckverlust erzeugen muß.

! 0,5 bar Druck kosten ca. 3% mehr an Energieaufwand !

Ein Differenzdruckmanometer zeigt die Filtersättigung an und damit auch einen notwendigen Filterelementwechsel.

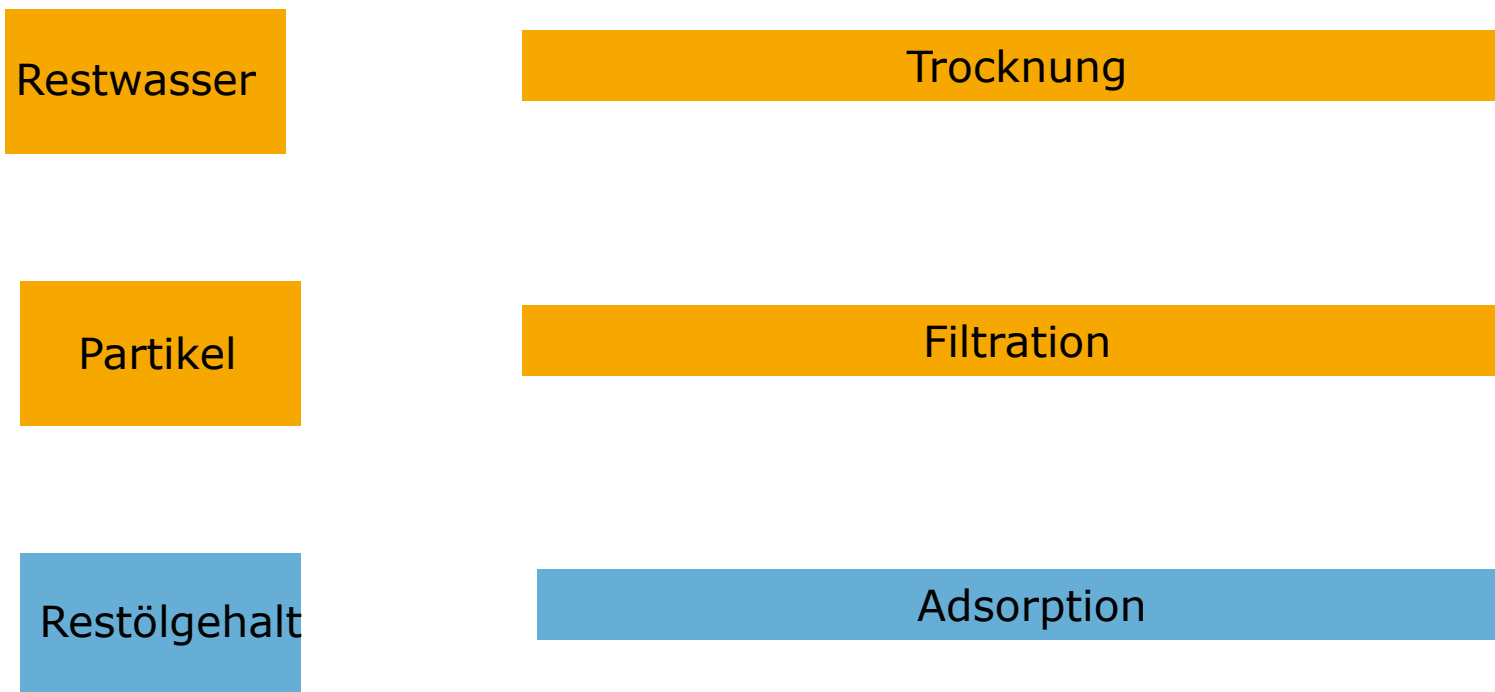


Bei stark verunreinigter Druckluft muß dem oben beschriebenen Mikrofilter ein Vorfilter vorgeschaltet werden. Das erhöht die Standzeit des Filterelementes.



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Verfahren zur Druckluftaufbereitung

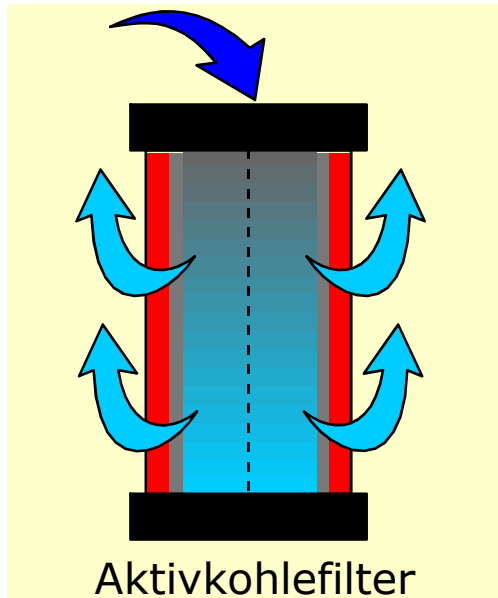




Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Aktivkohlefilter



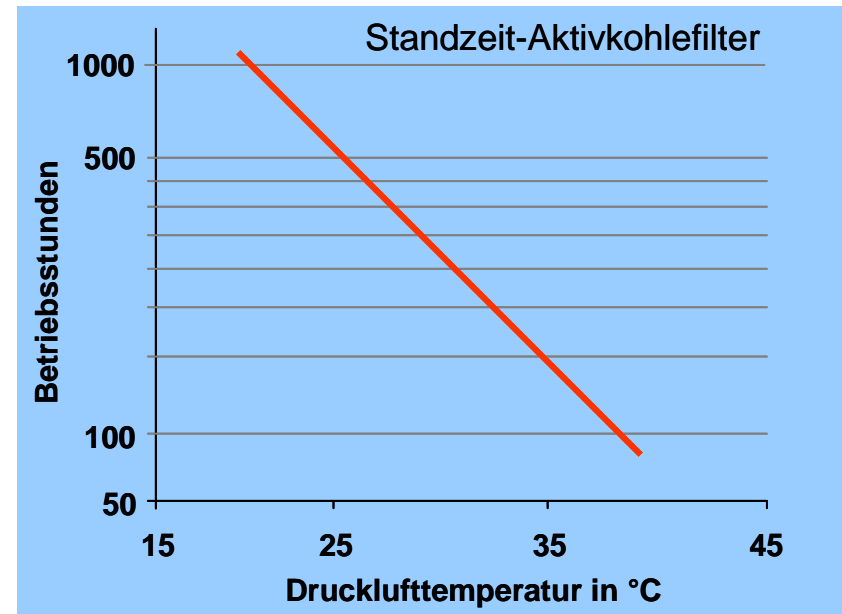
Zu beachten:

- kurze Standzeit
- Vorfiltration

Zu erreichende Qualitätsklassen:

Partikel: Klasse 1

Öl: Klasse 1



Standzeit der Aktivkohlefilter in Abhängigkeit der
Filtereintrittstemperatur



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

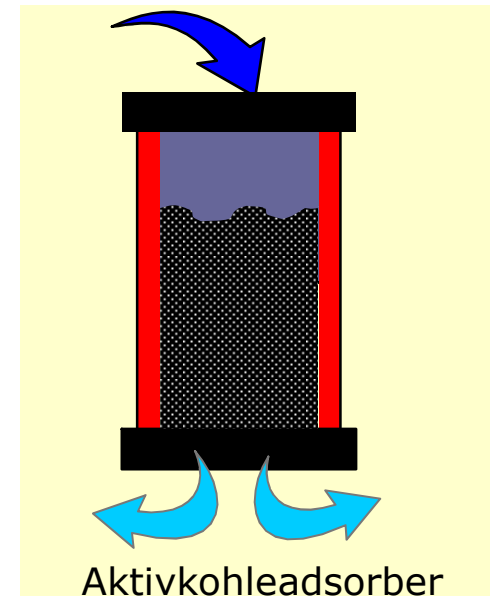
Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Aktivkohleadsorber

Bessere Alternative!

Standzeit ca.
8.000 – 10.000 Stunden

Zu erreichende Qualitätsklassen:
Partikel: Klasse 1
Öl: Klasse 1



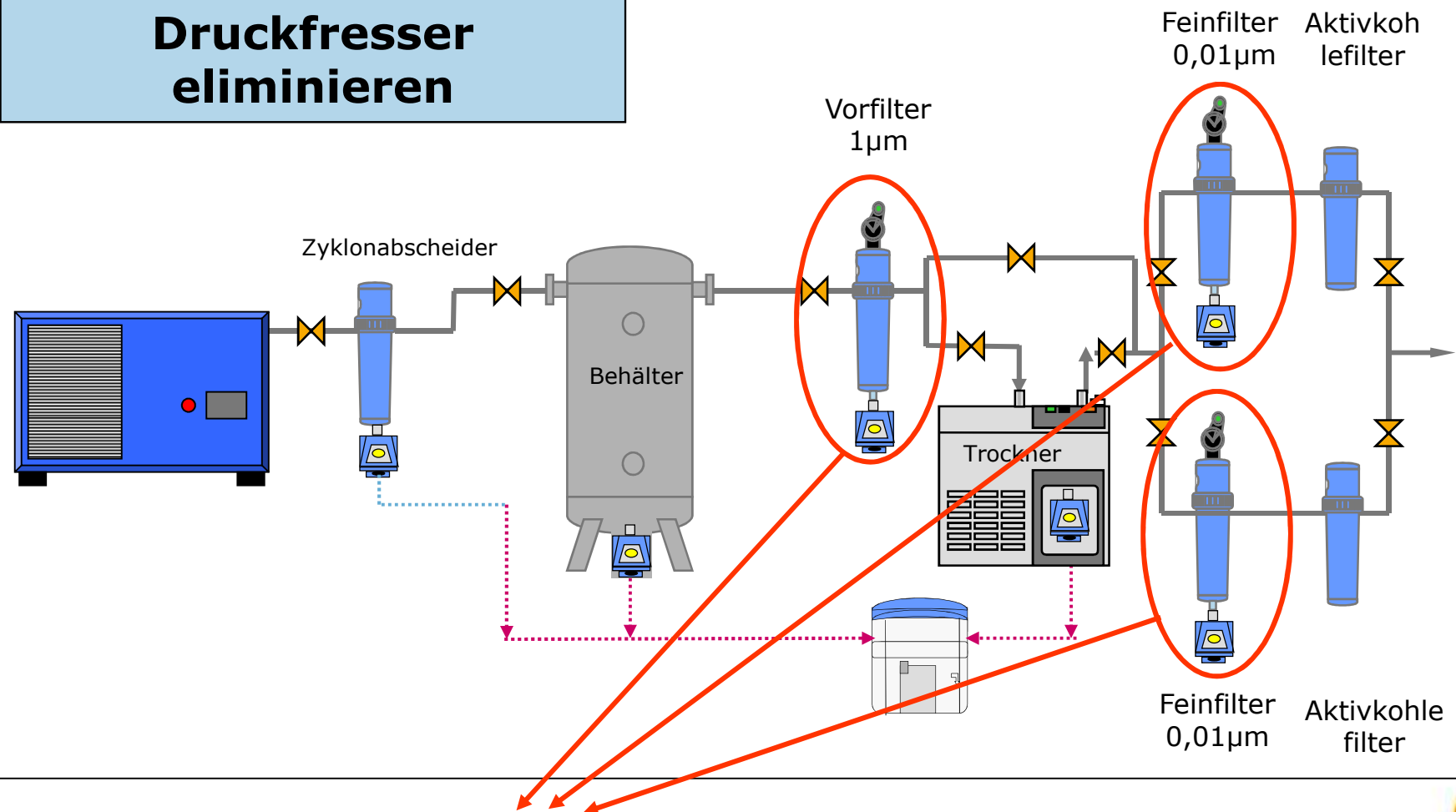
Zu beachten:

- Vor- und Nachfiltration



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Druckfresser eliminieren



Druckverlust: 1 bar Druckverlust = 6 – 8 % Energieverlust

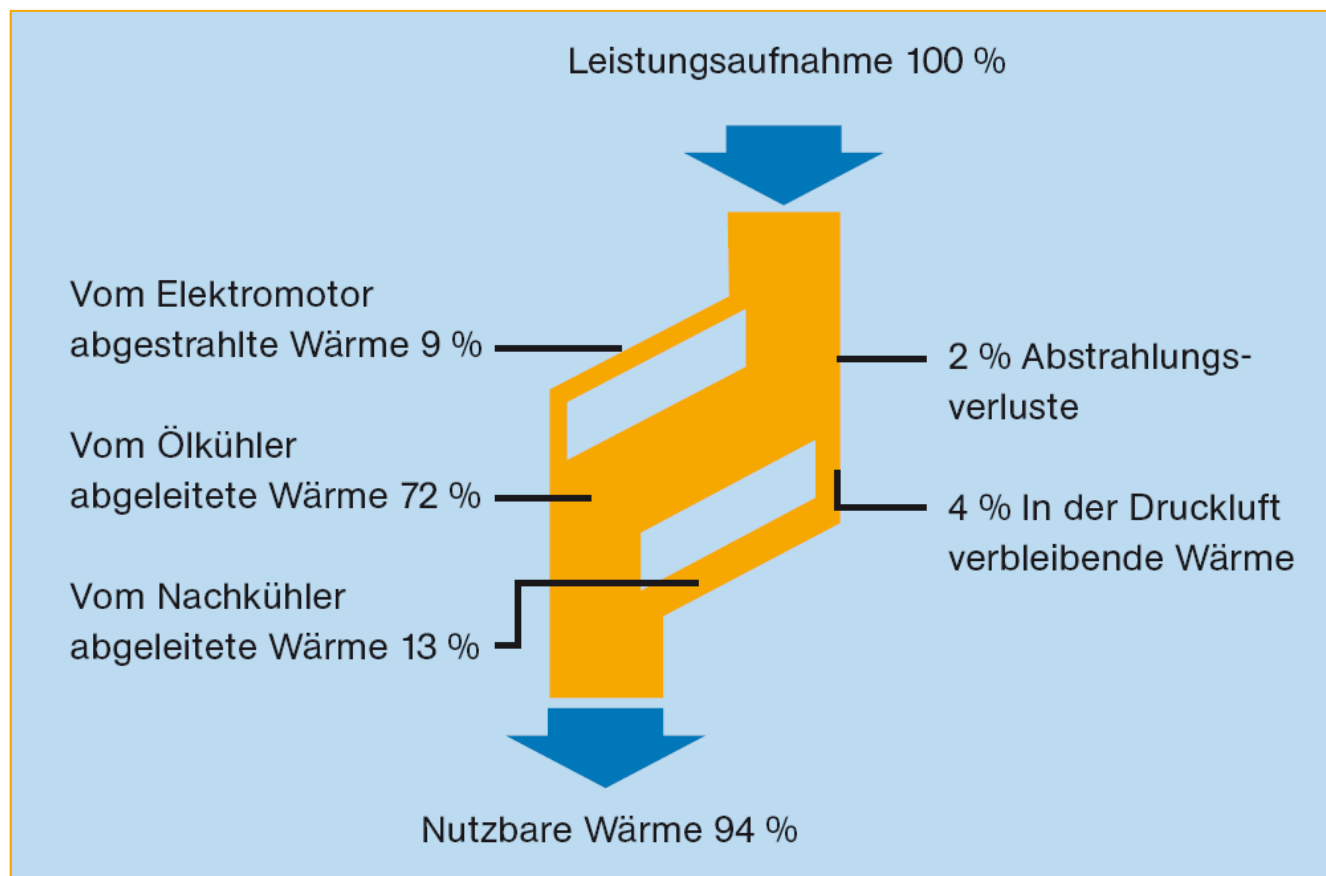


Planung und Optimierung
einer Druckluft-Station

Wärmerückgewinnung



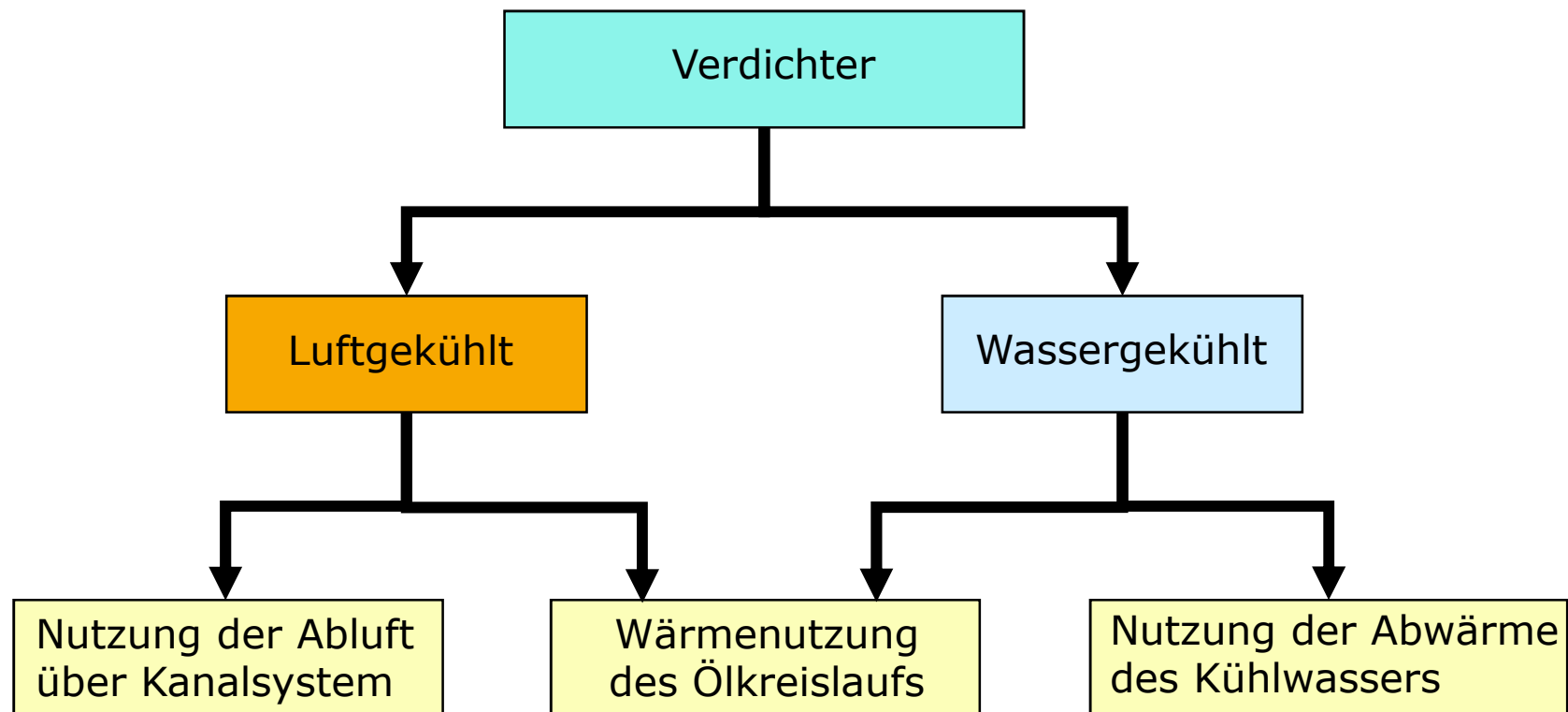
Wärmerückgewinnung



Wärmefluss öleingespritzter Schraubenkompressoren

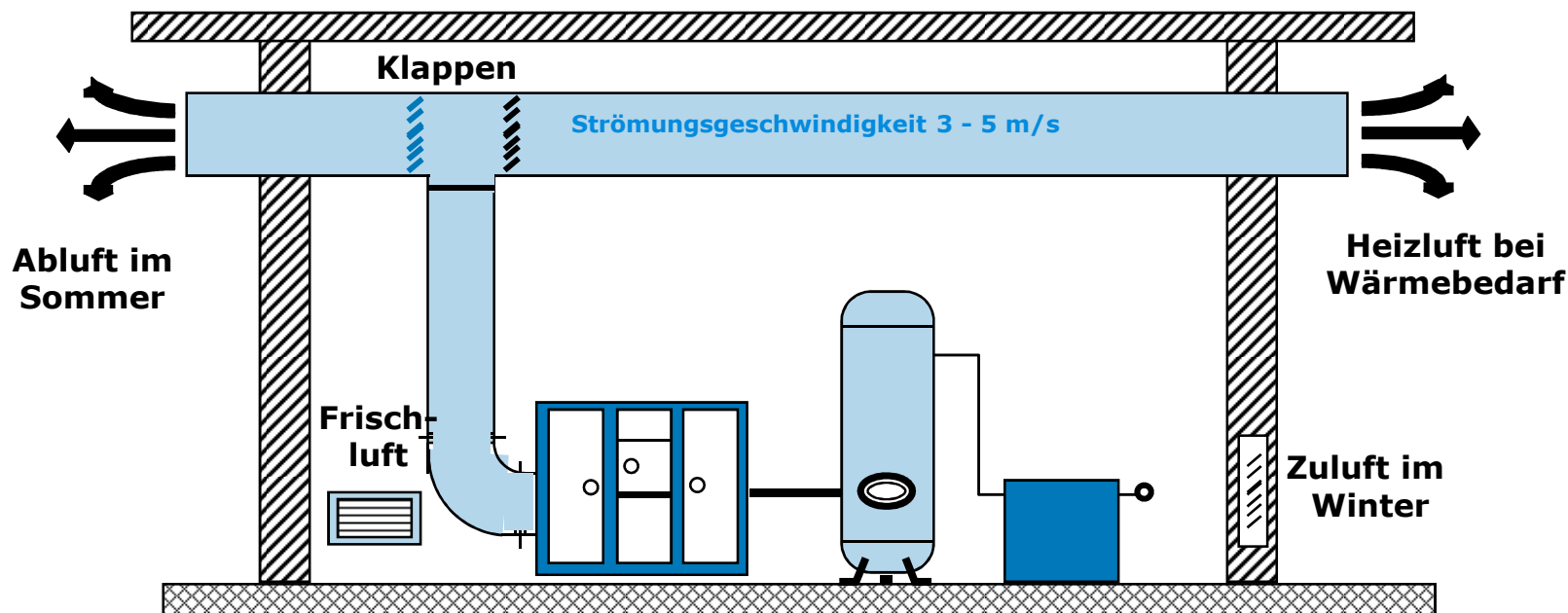


Wärmerückgewinnung





Raumheizung durch Abluftwärme

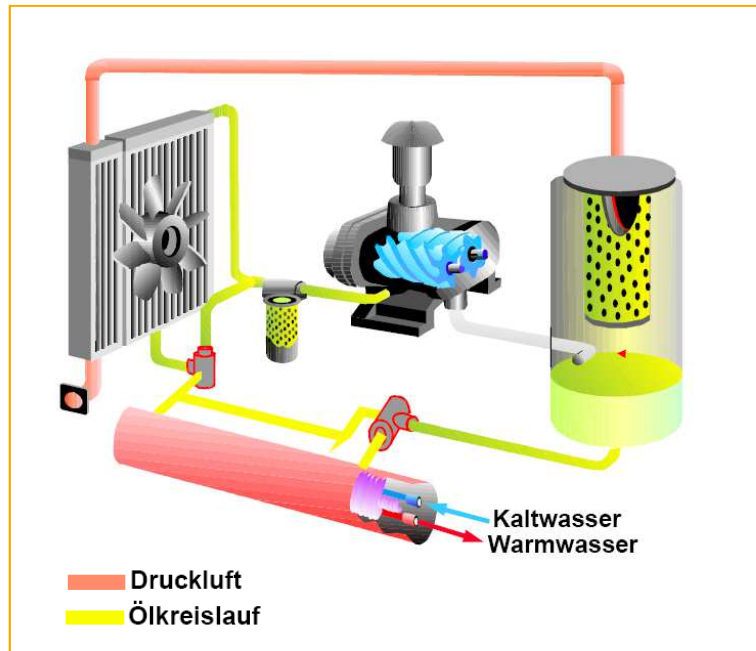


Hinweise:

- Temperaturgesteuerte Klappen für eine geregelte Raumtemperatur sinnvoll
- Restpression des Kompressors begrenzt Kanallänge und Kanalführung
- Zusatzventilatoren für Kanäle mit zu hohem Druckverlust
- Ablufttemperatur ca. 20-25° K über Ansaugtemperatur
- geringe Zusatzinvestitionskosten



Wärmenutzung über den Ölkreislaufs



- Wärmeaustausch im Gegenstrom Öl-Wasser
- Temperaturregelte Ventile versorgen den Verdichterblock mit korrekt temperiertem Öl

Externe Wärmenutzungs-Module



Modul I: HRM 15 – 55

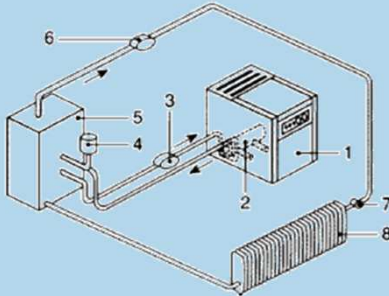
Modul II: HRM 75 – 110

Modul III: HRM 132 – 250



Typische Einsatzfälle für profitable Wärmenutzung

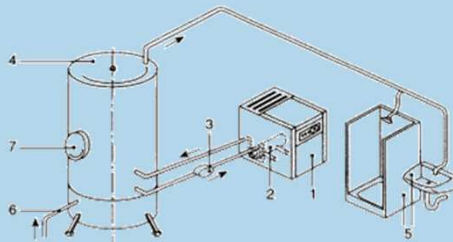
Wärme für Heizwasser



Anwendungen Plattenwärmetauscher (PWT)

- Beheizen von Lager- und Produktionshallen
- Wäschereien
- Kantinen und Großküchen
- Prozesswärme
- Materialreinigung
- Chemische Industrie
- Trocknungsprozesse
- etc

Wärme für Brauchwasser



Anwendungen Sicherheits-Wärmetauscher (SWT)

- Trinkwassererwärmung
- Pharmaindustrie
- Duschen und Bäder
- Lebensmittelindustrie
- etc



Einsparpotenzial durch Wärmenutzung

Kompressor- Nennleistung kW	Nutzbare Wärme über Rückgewinnungs- systeme kW (ca.)	Jährliche Öl- einsparung bei (4.000 Bh/a) [l/a]	Jährliche Ersparnis bei 0,70 €/l Öl [€/a]
15	12	6.430	4.501
18,5	15	8.030	5.621
22	18	9.640	6.748
30	24	12.850	8.995
37	30	16.070	11.256
45	36	19.280	14.784
55	44	23.570	16.494
75	60	32.130	22.792
90	72	38.560	26.782
110	88	47.130	32.869
132	106	56.770	39.685
160	125	68.550	47.992



Planung und Optimierung
einer Druckluft-Station

Druckluftverteilung



Druckluftverteilung

Bei zentraler Druckluftversorgung ist es notwendig, ein Rohrleitungssystem zu installieren, welches die einzelnen Verbraucher mit Druckluft versorgt.

Die Aufgabe des Leitungsnetzes besteht darin, Druckluft

- in ausreichender Menge,
- mit dem nötigen Druck,
- in der benötigten Qualität,
- bei möglichst geringem Druckabfall,
- sicher
- und kostengünstig

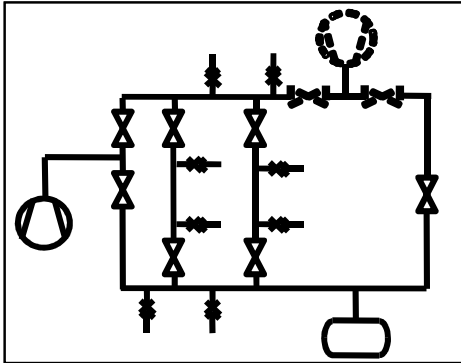
an den Druckluftverbrauchern zur Verfügung zu stellen.



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

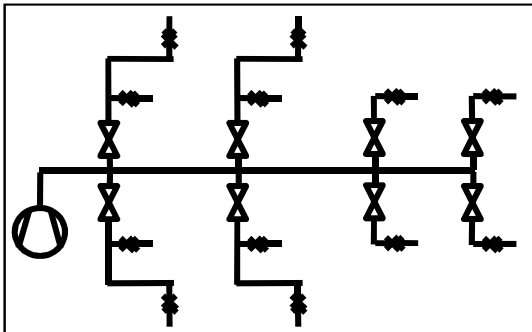
Leitungssysteme



Ringleitung

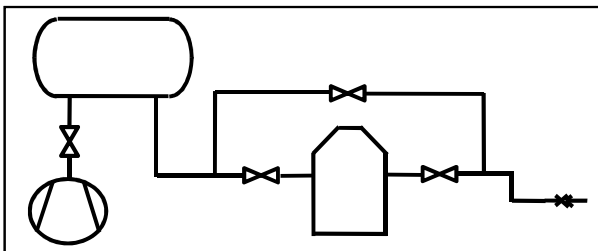
Dimensionierung mit halbem Querschnitt möglich, da die Druckluftanströmung von beiden Seiten erfolgt.

Wichtig: Selektive Absperrmöglichkeiten einzelner Sektoren vorsehen.



Stichleitung

Ist die Verbindungsleitung von der Ringleitung zum Verbraucher. Der Querschnitt ist meist kleiner als bei der Ringleitung.



Einzelversorgungsleitung

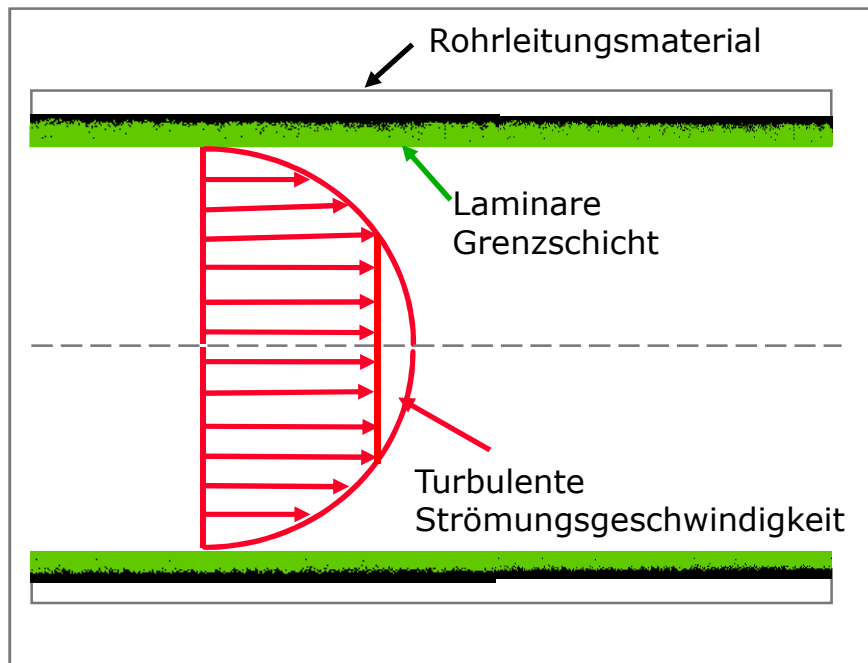
Größerer Leitungsquerschnitt als bei der Ringleitung notwendig.



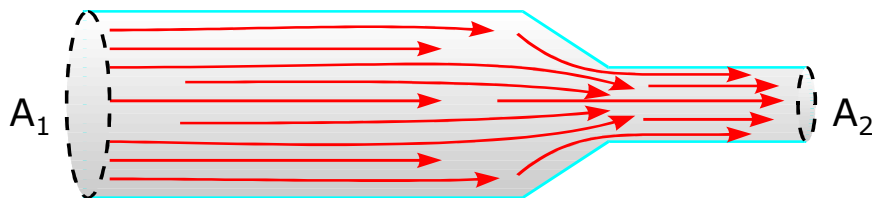
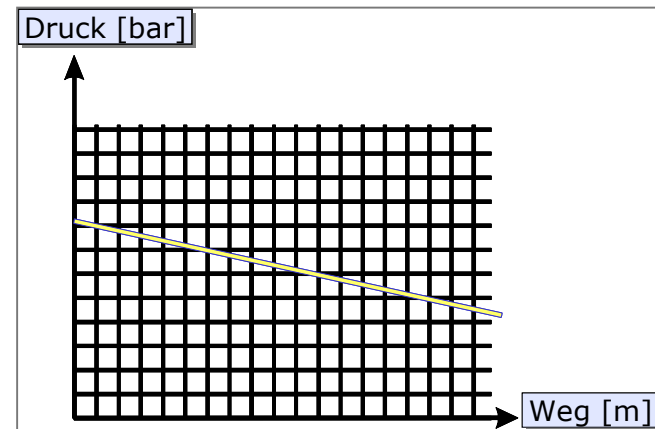
Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Einflüsse auf den Druckverlust



1 bar zusätzlich erhöht die Energiekosten um 6 - 10 % im 8 bar Netz



$$\dot{V} = A_1 \times v_1 = A_2 \times v_2 \quad \frac{A_1}{A_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

\dot{V} = Volumenstrom
 v = Geschwindigkeit
 A = Querschnitt



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Auslegungskriterien für Druckluftleitungen

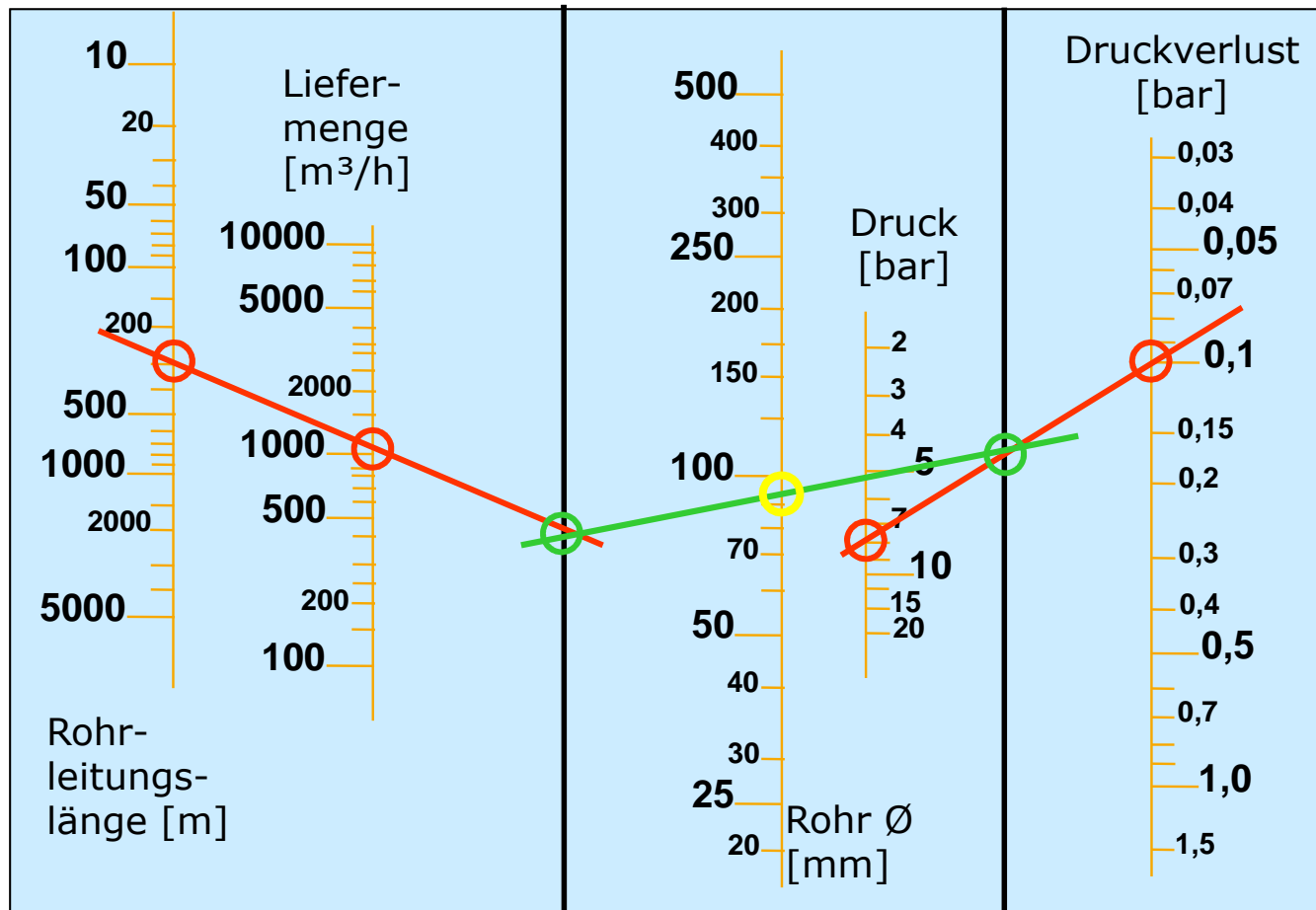
- Volumenstrom
- Betriebsdruck
- Leitungslänge
- Druckabfall



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Nomogramm zur Leitungsdimensionierung





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Tabellen zur Leitungsdimensionierung

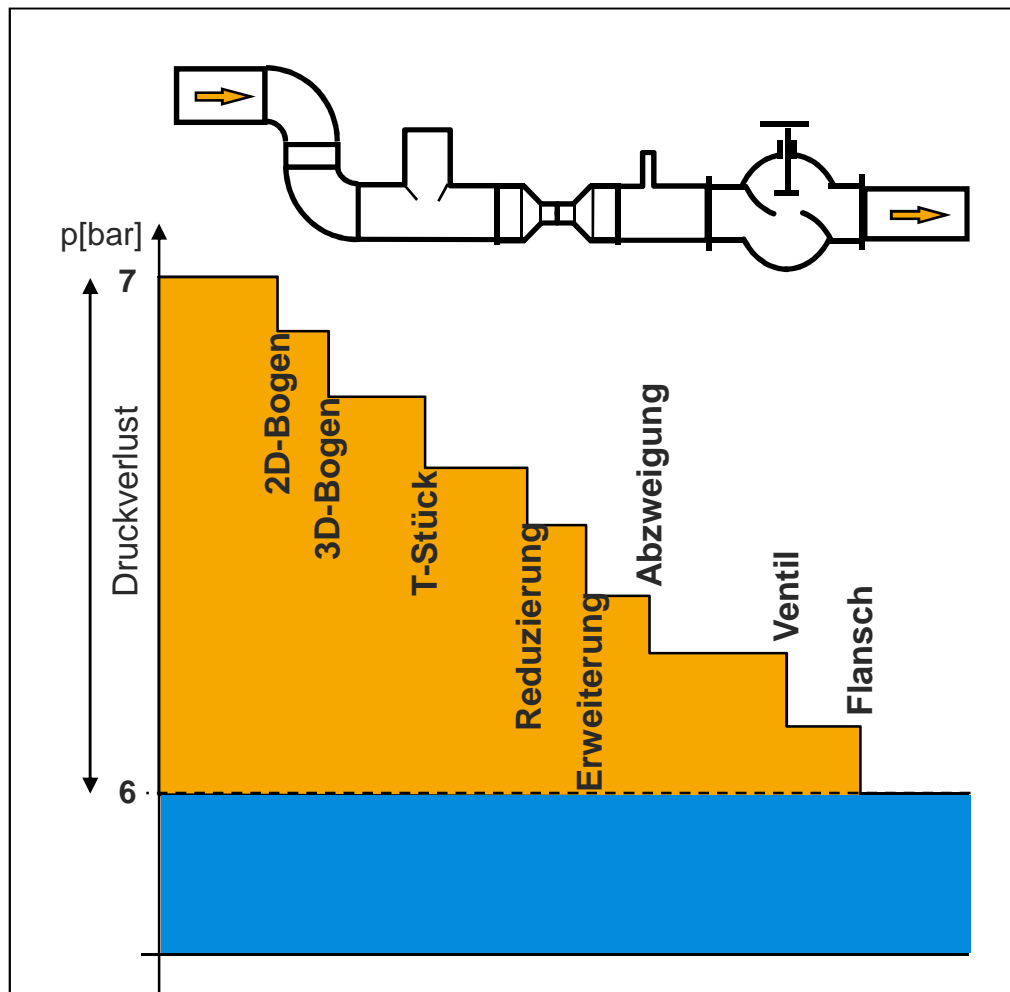
Durchgang (l/min freie Luft)	Rohrleitungslänge (m)																					
	10	20	30	40	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500							
100	1/4"		3/8"																			
200	3/8"																					
300			1/2"																			
400																						
500					3/4"																	
750																						
1000							1"															
1500									1 1/4"													
2000											1 1/2"											
2500													2"									
3000																						
3500																						
4000																						
4500																						
5000																						
6000																						
7000																						
8000																						
Druckabfall: ca. 0,1 bar bei 8 bar Netzdruck																						



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Druckabfall in Druckluftleitungen



Druckfresser:

- Lange Leitungen
- Kleine Innendurchmesser
- Enge Leitungskrümmen
- Verengungen
- Armaturen und Anschlüsse

$\Delta p \rightarrow 0$ bei:

- Kugelhähnen mit vollem Durchgang
- Klappenventilen











Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Quelle: VDMA „Druckluftseminar“

Armaturen und Anschlüsse der Druckluftleitungen

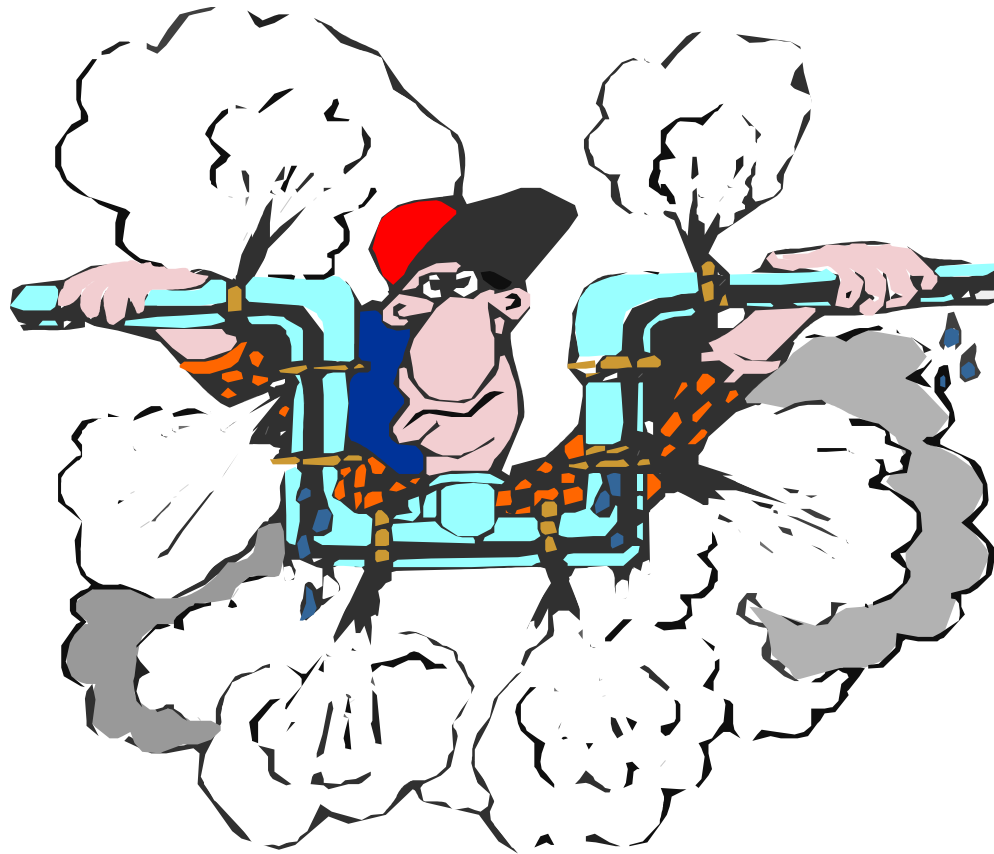
Gleichwertige Rohrlänge [m] / Nennweiten [DN]

	DN 25	DN 40	DN 50	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150
	8	10	15	25	30	50	60
	1,2	2	3	4,5	6	8	10
	0,3	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5
	1,5	2,5	3,5	5	7	10	15
	0,3	0,5	0,6	1	1,5	2	2,5
	0,15	0,25	0,3	0,5	0,8	1	1,5
	2	3	4	7	10	15	20
	0,5	0,7	1	2	2,5	3,5	4



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

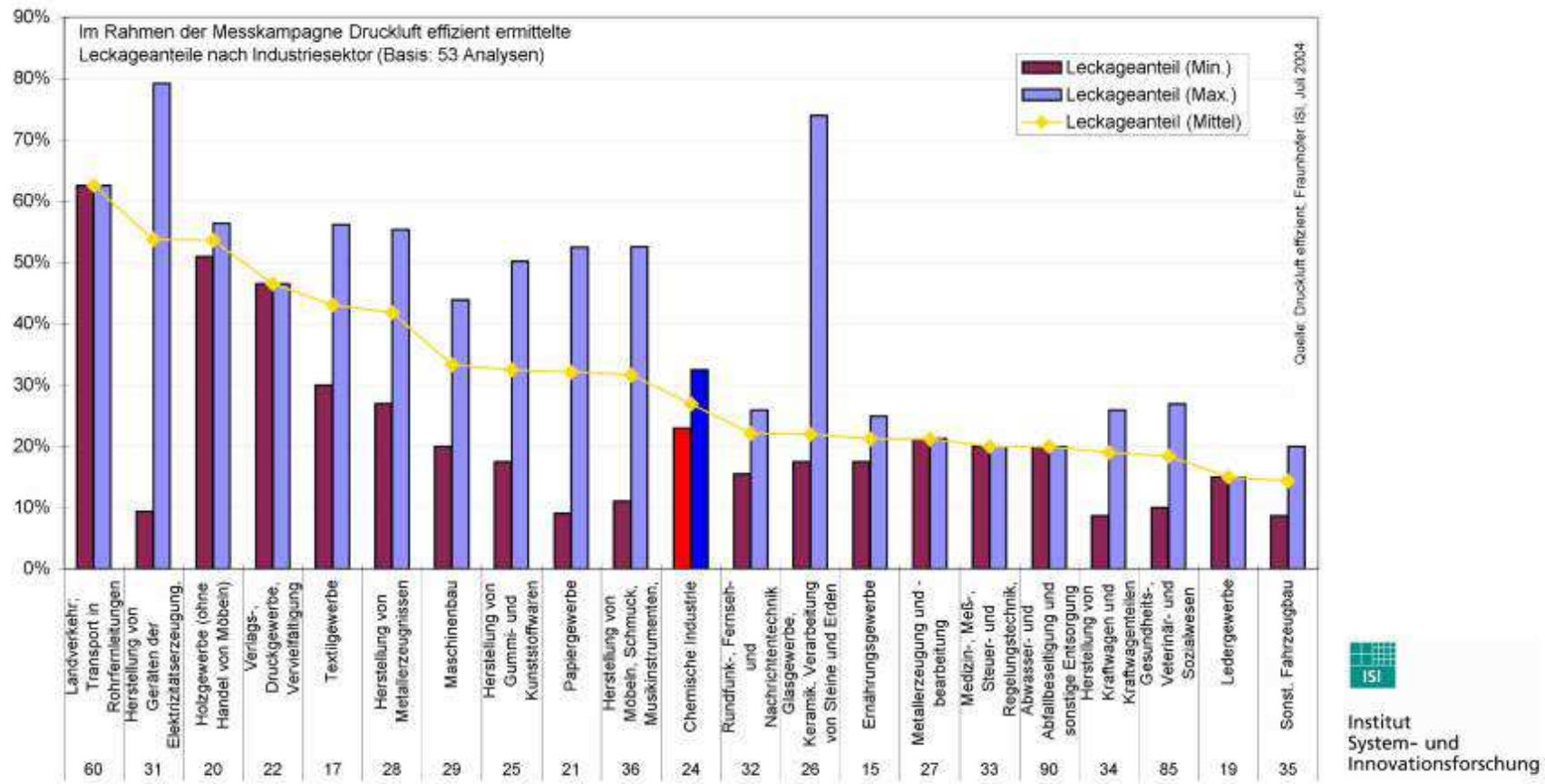
Verluste durch Leckagen





Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Leckageanteile in der Industrie



© Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 2006



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Verluste / Kosten durch Leckagen

Loch- durch- messer [mm]	Luft- verlust bei 6 bar [l/s]	Luft- verlust bei 12 bar [l/s]	Energie- verlust bei 6 bar [kWh]	Energie- verlust bei 12 bar [kWh]	Kosten bei 6 bar [Euro]	Kosten bei 12 bar [Euro]
1	1,2	1,8	0,3	1,0	240	800
3	11,1	20,8	3,1	12,7	2.480	10.160
5	30,9	58,5	8,3	33,7	6.640	26.960
10	123,8	235,2	33,0	132,0	26.400	105.600

(*) kW x 0,10€ x 8000 Bh/a



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Leckagen erkennen

- Einseifen der Anschlüsse
- Geräuschentwicklung
- Leckagespray
- Ultraschallmessgeräte



Wichtig:

Im letzten Drittel der Druckluftverteilung entstehen die meisten Leckagen



Planung und Optimierung einer Druckluft-Station

Energiekosten senken kann so einfach sein:

Schritt 1:

Druckluftverbrauchsmessung

Schritt 2:

Veraltete, unwirtschaftliche Kompressoren austauschen

Schritt 3:

Druckluftaufbereitung optimieren

Schritt 4:

Wärmerückgewinnungssysteme einsetzen

Schritt 5:

Rohrleitungen richtig dimensionieren + Leckagen reduzieren



**Bares Geld
sparen**



Beispiel 1: Alpirsbacher Klosterbräu



Druckluftverbrauchsmessung

Installation LENTO-Kompressor

- Drehzahlregelung
- Wassereinspritzung (ölfrei)
- integr. Wärmenutzung

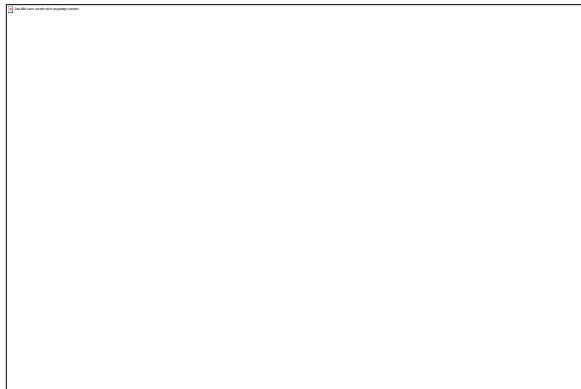
(Aufheizen des Brunnenwassers von
ca. 8 auf 40° C)

Einsparungen

- Wartung, Drehzahlregelung,
Wärmenutzung
- 18.000 EUR durch WRG
- 12-20% Energie gesamt



Beispiel 2: Engeser GmbH in Schramberg



Druckluftverbrauchsmessung

Installation 4x VARIABLE-Kompressor

- Drehzahlregelung
- intell. Steuerung
- integr. Wärmenutzung
(Einspeisung in den Heizkreislauf)

Einsparungen

- Drehzahlregelung, Steuerung
Wärmenutzung
- > 25% Energie gesamt



Planung und Optimierung
einer Druckluft-Station

Finanzierung – intelligente Alternativen



Einleitung

Obwohl wirtschaftlich sinnvoll, erlaubt die betriebliche Situation oft nicht die notwendige Anschaffung einer energiesparenden Druckluftanlage



Mögliche Ursachen:

- ➔ z.Zt eingeschränkte Liquidität
- ➔ die Hausbank vergibt Kredite nur noch mit hohen Auflagen
- ➔ große Aufträge müssen vorfinanziert werden
- ➔ andere wichtige Investitionen haben Vorrang
- ➔ Investitionen in die Betriebstechnik sind nicht geplant
- ➔ etc.



Alternative 1: Leasing

Vorteile*

- Investition ohne Kapitaleinsatz → Schonung der eigenen Liquidität
- Eigenkapital, Kreditlinien und bankmäßige Sicherheiten bleiben unberührt
- Klare Planungs- und Kostengrundlage durch fest vereinbarte Leasing-Zahlungen
- Leasing-Zahlungen als Betriebsaufwand steuerlich voll absetzbar

Beispiel*

Barzahlung: Anschaffungswert des Objekts: 20.000 EUR, Abschreibungsdauer: 8 Jahre → 2.500,00 EUR jährliche Abschreibung

Leasing: Leasingrate pro Monat (bei Laufzeit 4 Jahre): 467,70 EUR → Absetzbar als jährlicher Leasingaufwand: 5.612,40

Bei dem Differenzbetrag von 3112,40 EUR und einem Steuersatz von 30 %
→ **933,72 EUR weniger Steuern !!**



Alternative 2: Contracting



Druckluft wie Strom „aus der Steckdose“ → Anwender zahlt nur die entnommene Druckluft. Der Contracting-Partner ist verantwortlich für die ausreichende und zuverlässige Erzeugung und Bereitstellung der Druckluft.

Vorteile

- Garantie auf einwandfreie Funktion der Druckluftanlage durch den Contracting-Partner
- Keine weiteren Kosten für Wartung, Reparatur und Ersatzteile
- Keine kurzfristige hohe Investition
- Druckluftkosten sind langfristig planbar
- Anwender konzentriert sich auf „sein“ Geschäft



Alternative 3 : Förderprogramme



Für Klein- und Mittelstandsunternehmen gibt es eine Vielzahl an Förderungsmöglichkeiten auf EU-, Bundes- und Regionalebene

Beispiele

- EU Förderprogramme
- Förderprogramme BMU (Bundesumweltministerium)
- Fördermittel KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)
- Energie- und Umweltagenturen auf Landesebene (KEA, SAENA, etc.)
- weitere

Bezug aktueller Informationen über

- ➔ Förderdatenbanken (foerderdatenbank.de , foerderinfo.bund.de),
- ➔ regionale IHKs oder
- ➔ Internet-Recherche

Möglichkeiten und Beantragung teilweise sehr komplex

Unsere Empfehlung: Einbeziehung eines neutralen, selbstständigen Beraters, der über Prozente der erfolgreichen Förderung bezahlt wird.

INTELLIGENTE DRUCKLUFT MADE IN GERMANY

Ihr Ansprechpartner vor Ort:

Thomas Mächler

Haydnstraße 10

85092 Kösching

Fon: 08456 96490-10

Fax: 08456 96490-11

Mobil: 0172 7323412

Email: thomas.maechler@almig.de

Ihr Kontakt zu ALMiG Kompressoren in Köngen:

ALMiG Kompressoren GmbH

Adolf-Ehmann-Straße 2

73257 Köngen

Fon: 07024 9614-0

Fax: 07024 9614-106

Email: info@almig.de

Fon Vertrieb: 07024 9614-240

sales@almig.de

Fon Service: 07024 9614-250

service@almig.de

Fon Service-Hotline: 01805 258-700

Fax Service-Hotline: 01805 258-701