



## Möglichkeiten der Effizienzsteigerung in bestehenden Druckluftanlagen



KAESER Kompressoren, Dipl. Ing. (FH) Heinrich Schraad



**Einleitung**

**Analyse des IST-Zustandes**

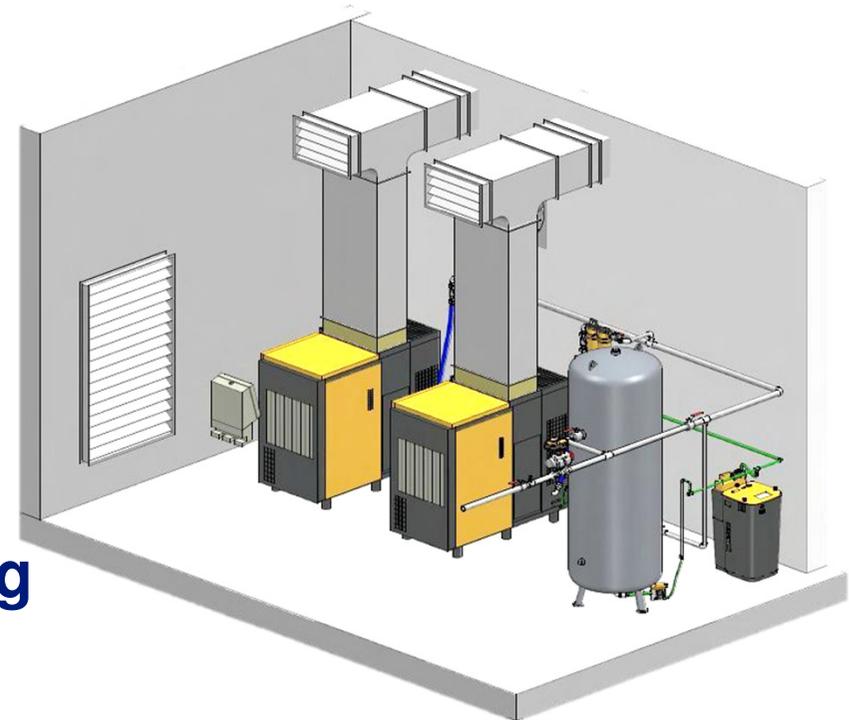
**Steuerungstechnik**

**Aufbereitung**

**Wärmerückgewinnung**

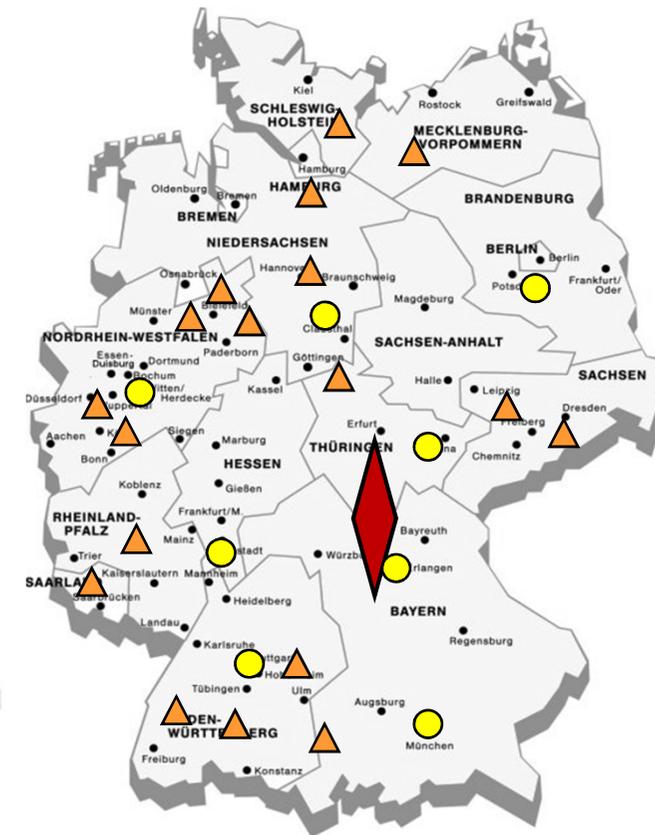
**Effiziente Drucklufterzeugung**

**Einsparpotentiale**



# KAESER Kompressoren - weltweit ca. 4.200 Mitarbeiter

46 Niederlassungen und 64 Partner weltweit

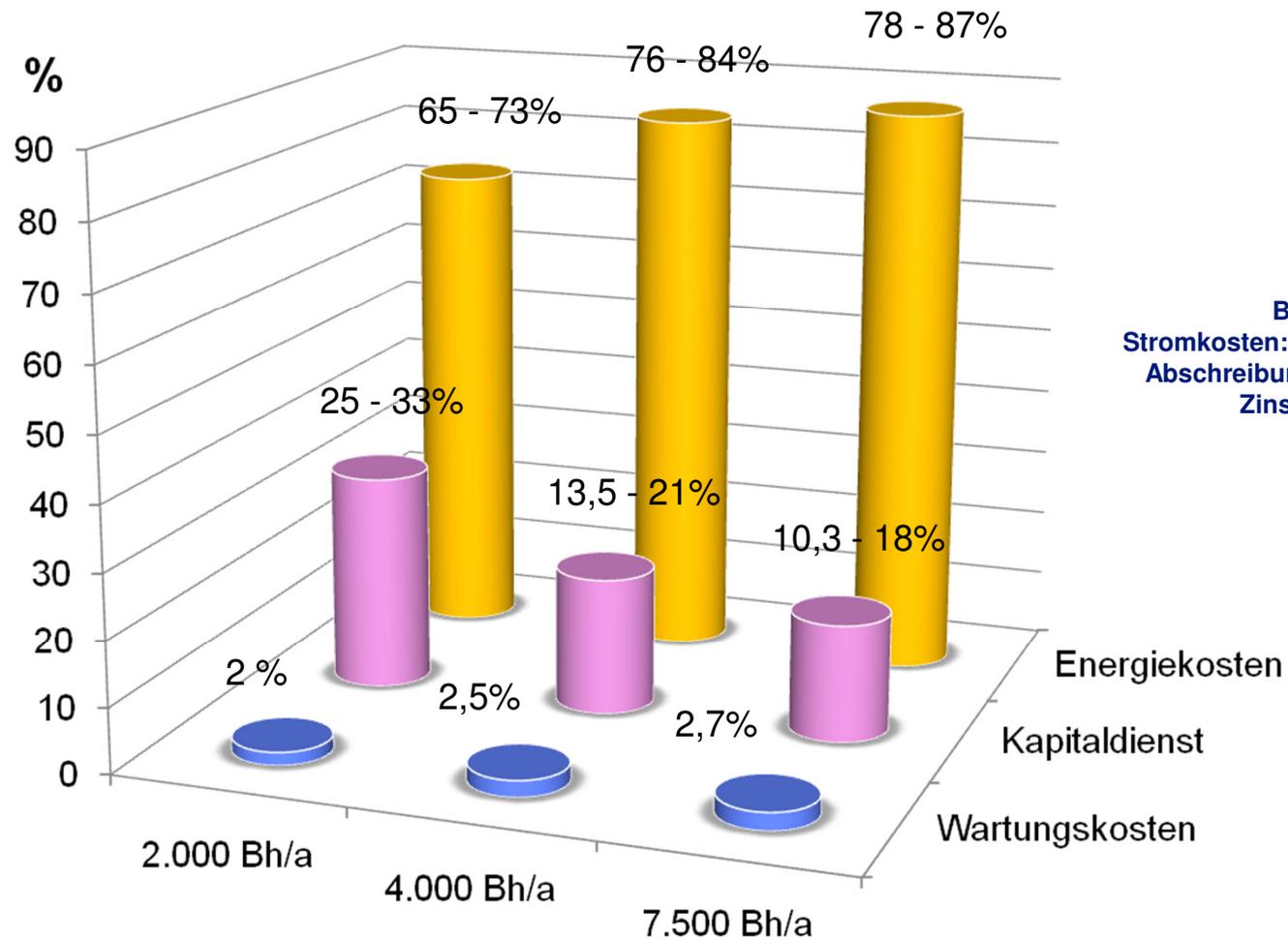


mehr unter → [www.kaeser.de](http://www.kaeser.de)



# Analyse IST-Zustand Zusammensetzung der Druckluftkosten

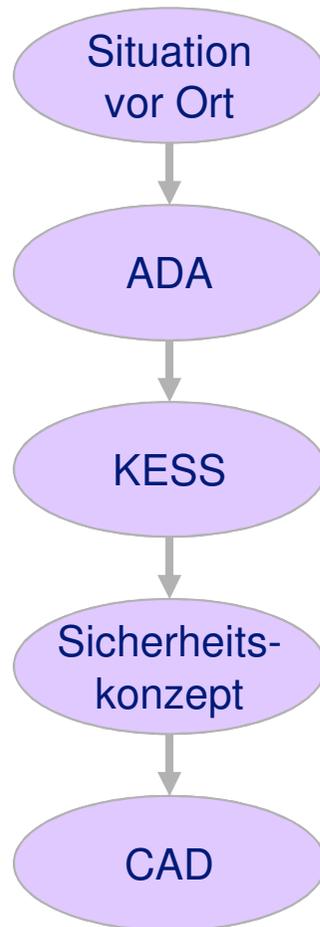
bei ein- und mehrschichtigen Betrieb



**Basis:**  
Stromkosten: 0,08 - 0,12 €/kWh  
Abschreibungszeit: 5 Jahre  
Zinsen: 6 %

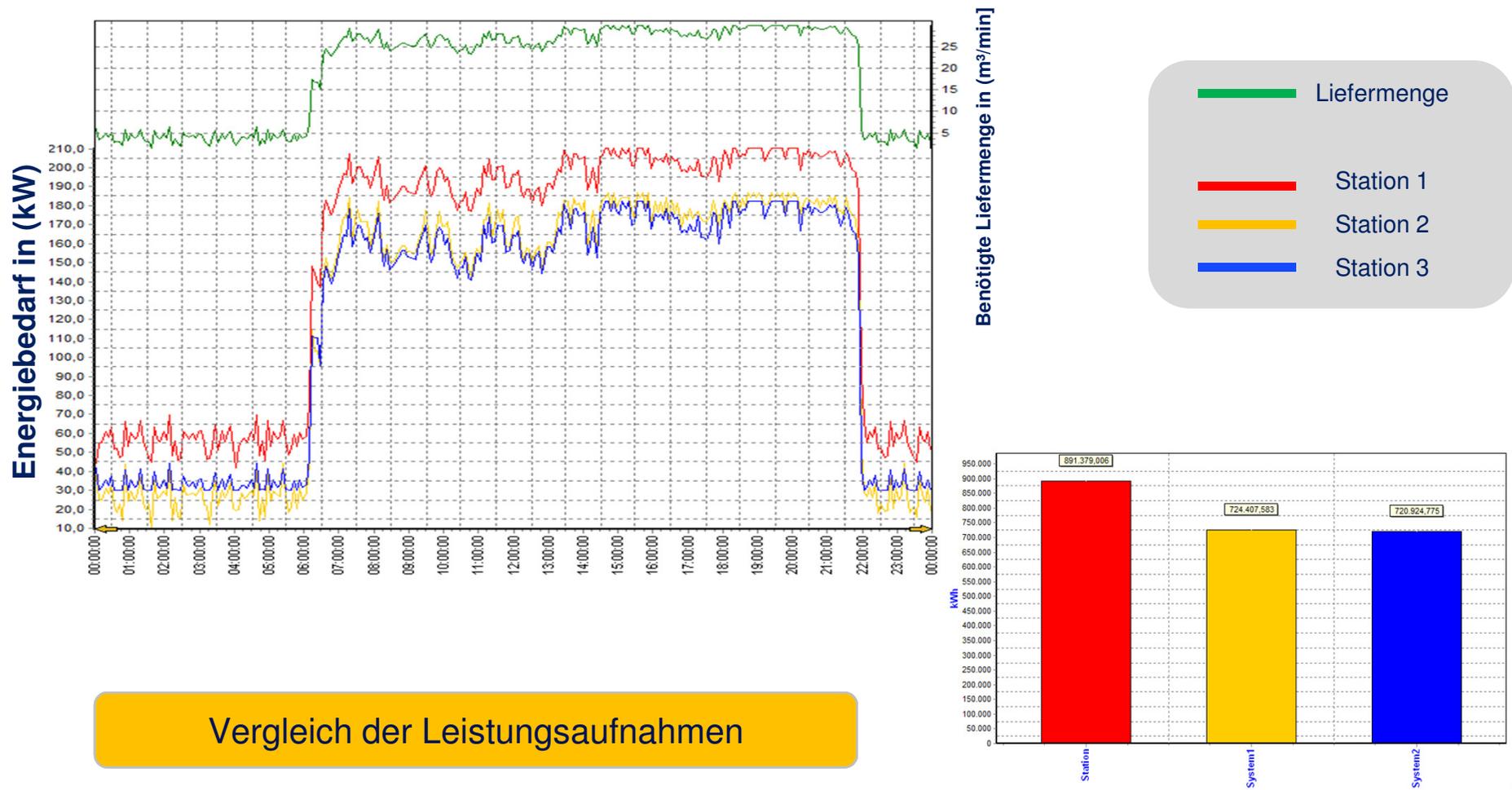
## Analyse IST-Zustand

### Vorgehensweise - generell



- **Situation vor Ort**
  - mit dem Kunden aufnehmen
- **Analyse Der Auslastung**
  - den tatsächlichen Druckluftverbrauch messen
- **KAESER Energie Spar System**
  - die optimale Lösung ermitteln
- **Sicherheitskonzept**
  - Ausarbeiten
- **CAD-Planung\*\***
  - R&I Schemata
  - Aufstellungspläne & 3D-Darstellungen \*\* bei Neubau

## Analyse IST-Zustand mit einer Druckluftverbrauchsmessung



Vergleich der Leistungsaufnahmen

## Analyse IST-Zustand

### Bewertung der Druckluftstation - Beispiele



## Analyse IST - Zustand

### Bewertung der Druckluftstation - Beispiele



## Analyse des IST Zustandes – Beispiele Druckluftverteilung



## Analyse des IST Zustandes – Beispiele Druckluftverteilung



## Analyse des IST Zustandes - Beispiele



## Analyse des IST Zustandes - Beispiele



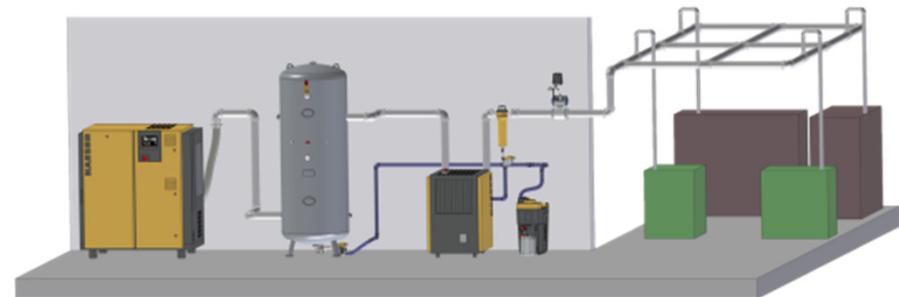
## Analyse des IST Zustandes - Beispiele



## Analyse IST-Zustand - Druckabfall vermeiden

### Druckabfall bei gut ausgelegtem Rohrleitungsnetz

Hauptleitung:	0,03 bar
Verteilungsleitung:	+0,03 bar (bis 0,1 bar)
Anschlussleitung:	+0,04 bar
Kältetrockner:	+0,2 bar
Wartungseinheit und Schlauch:	+0,5 bar
<b>Summe Druckabfall:</b>	<b>0,8 bar</b>



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

**max. Druckabfall** des Rohrleitungsnetzes  $\leq 1,5$  % des Betriebsdrucks

## Welche Kompressorbauarten haben sich bewährt?

### Wichtige Kompressorbauarten:



#### **ölgeschmierte / ölfreie Kolbenkompressoren**

kleine Liefermengen und hohe Drücke für 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 Vakuum



#### **Bitte immer beachten:**

- effektive, wartungsarme Kompressoren
  - energiesparende Motoren
  - effiziente Kühlung

## Aufgaben der interne Steuerung im Kompressor



**Aufgaben der internen Steuerung:**

**Regeln/Steuern**

**Überwachungen**

**Wartungsinformation anzeigen**

**Sicherheitsüberprüfungen ermöglichen**

(Sicherheitsventil, VET)

**Kommunizieren**

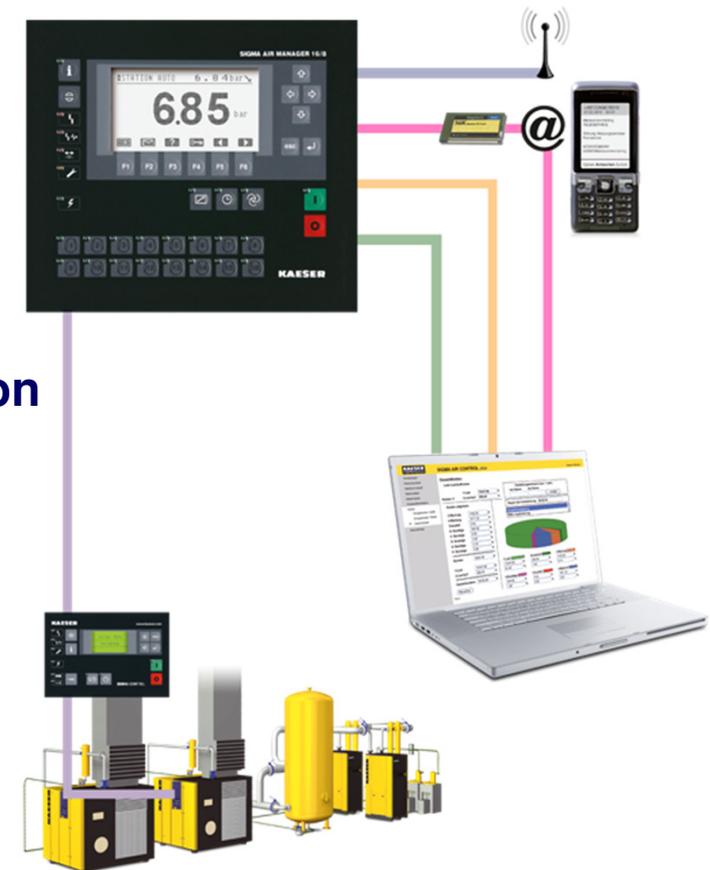
(Signale ect., Leittechnik;

zum Bediener,

HMI (= human machine interface))

## Einsparpotentiale – Einsatz von moderner Steuerungstechnik (Druckluftmanagementsystem - Schnittstelle ISO 50001)

- **Energieeffizient regeln, Anpassen** an veränderte Bedingungen (adaptives Verhalten)
- **Druckluftstation überwachen**
- Mit den **Komponenten der Druckluftstation kommunizieren**
- **Daten speichern**
- Daten **aussagekräftig aufbereiten**

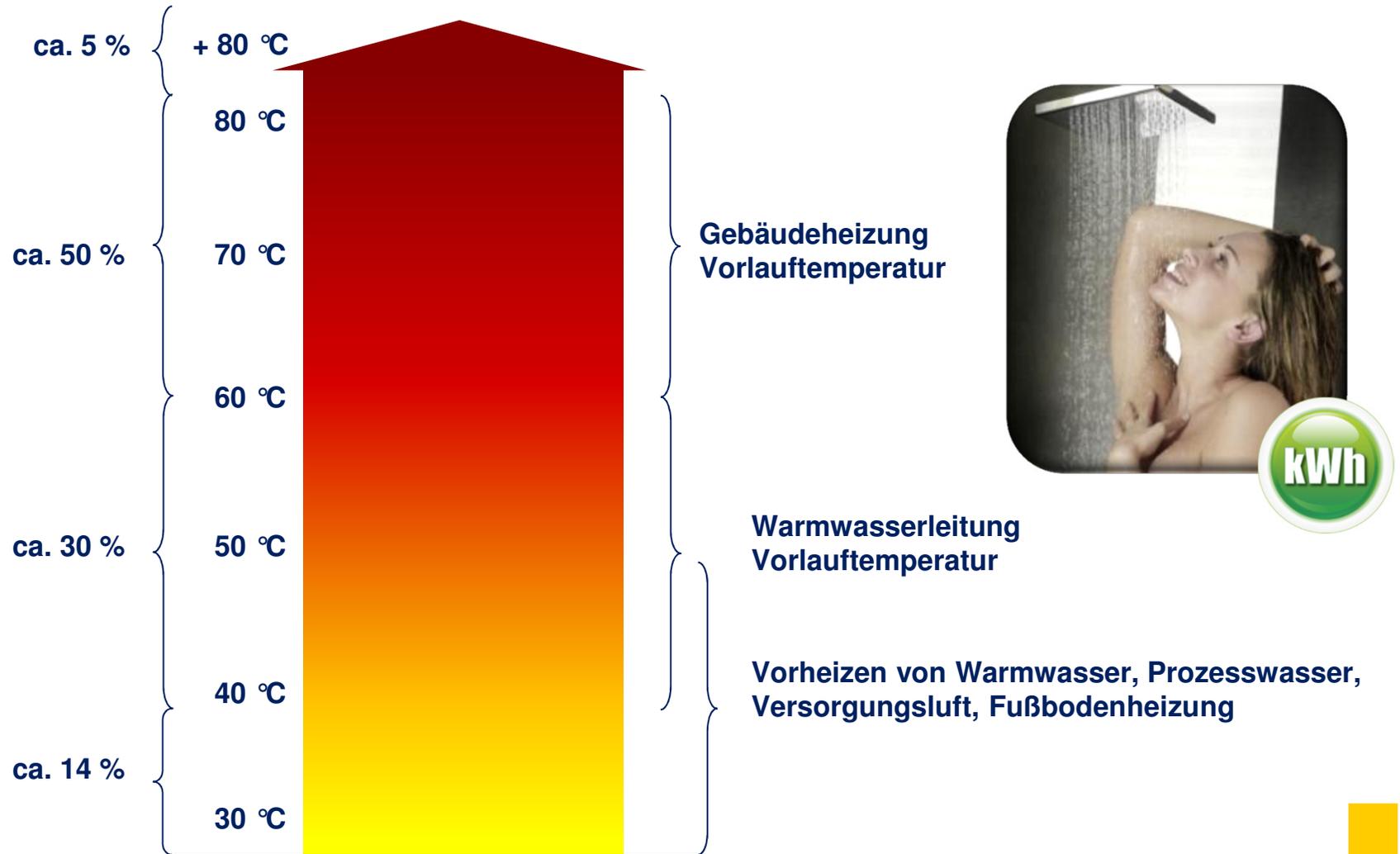


## Anforderungen an ein Druckluft-Managementsystem

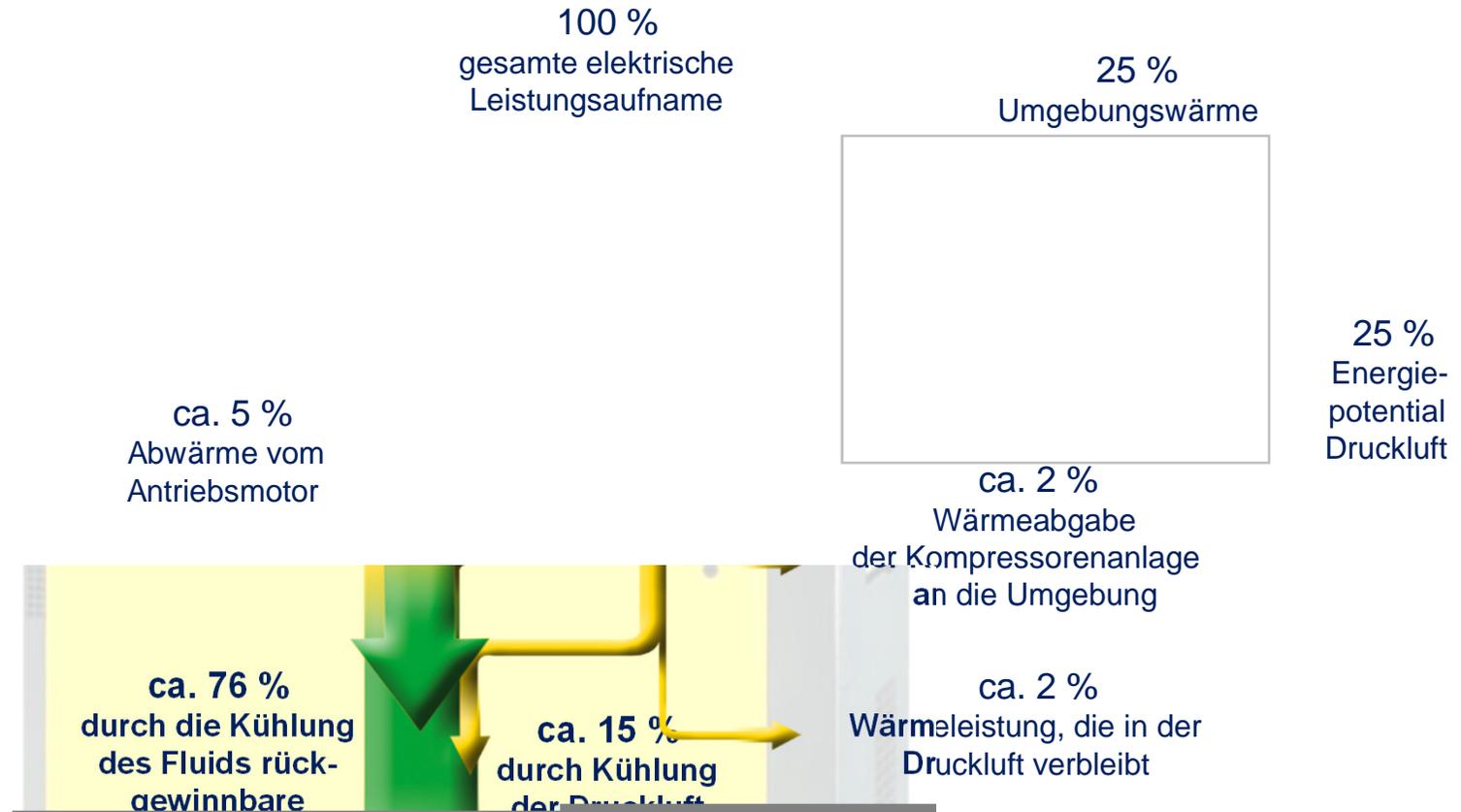
- Höchstmögliche **Wirtschaftlichkeit** der Kompressoren
- Einhaltung der **Druckuntergrenze**
- Automatische **Optimierung der Kompressorauswahl**
- Automat. **Anpassung an die Verbrauchersituation**
- Kosten-Transparenz
- Kostenstellenbericht auf Knopfdruck (für Energieaudits)
- Energiedaten für **Zertifizierung nach ISO 50001**



## Einsparpotentiale über Wärmerückgewinnung Einsatzgebiet - Heißwasser



## Wärmefluss bei einem Schraubenkompressor



Einsparpotentiale Wärmerückgewinnung durch Nutzung der Abluftwärme

Sommer - Abluft

Winter - Heizen



Zuluft

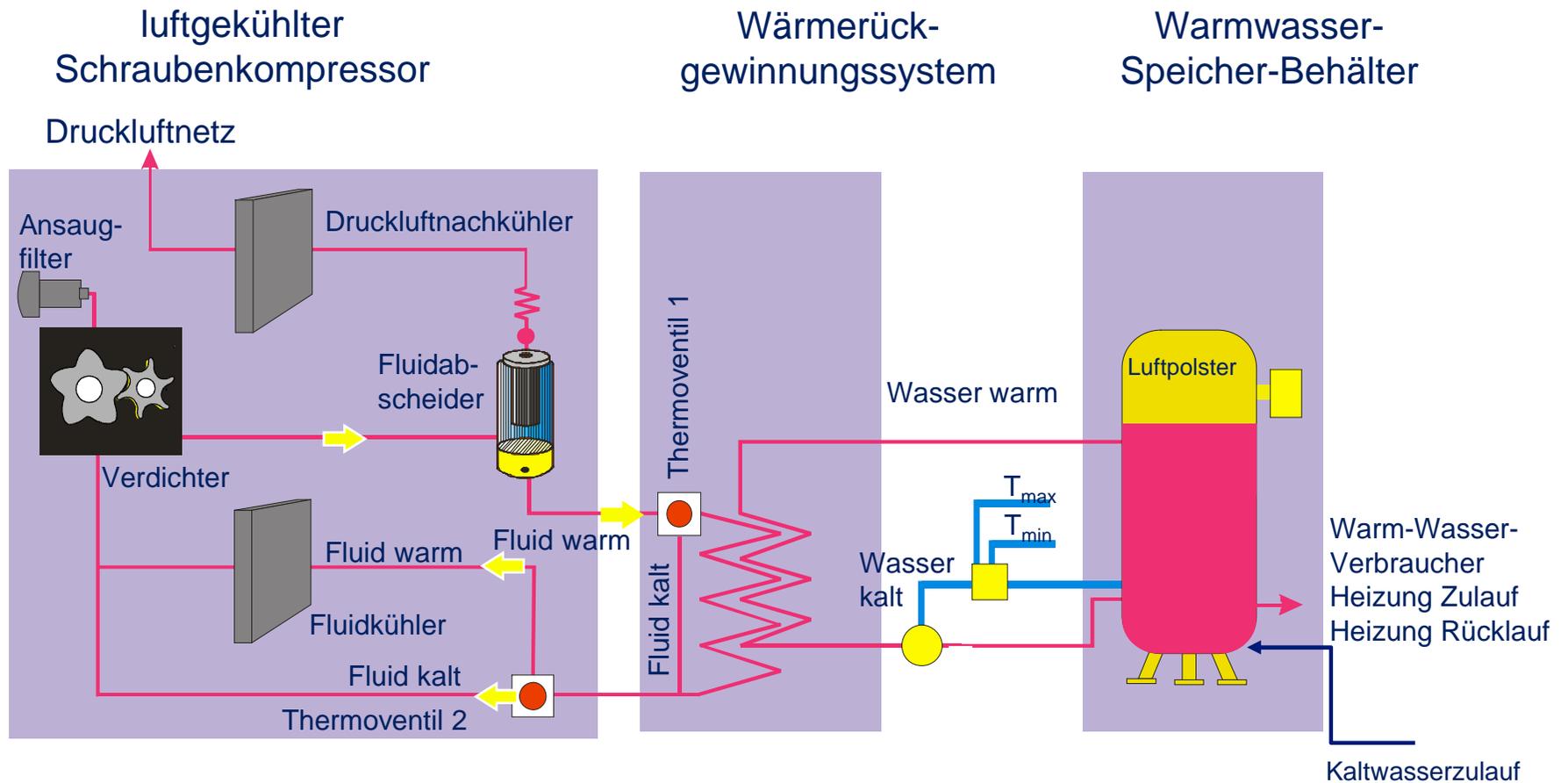
Umluft

96 % der elektrischen Leistungsaufnahme nutzbar.



# Einsparpotentiale Warmwassernutzung

## Installationsbeispiel Warmwasserheizung



# Raumheizung durch Abluftwärme

## Einsparungen durch Warmluftheizung

Rechenbeispiel: luftgekühlter Schraubenkompressor T yp CSD 85

Verdichterwellenleistung: 48,3 kW  
Motorwirkungsgrad: 0,944  
Heizperiode: 125 Tage  
Verdichterlastlaufzeit: 8 Stunden/Tag  
Heizölpreis: 0,70 €/l  
Heizwert des Öls: 35,5 MJ/l = 9,87 kWh/l  
(1 MJ= 0,278 kWh)  
Heizungswirkungsgrad: 0,9  
Gesamte elektr.  
Leistungsaufnahme: 52,5 kW

### Nutzbare Wärmeleistung in der Warmluft:

= 96 % der gesamten Leistungsaufnahme

= 0,96 x 52,5 kW = 50,4 kW

### Einsparung:

nutzbare Energie x Laststunden x Heizölpreis

Heizwert des Öls x Heizungswirkungsgrad

=  $\frac{50,4 \text{ kW} \times 1.000 \text{ h} \times 0,70 \text{ €/l}}{9,87 \text{ kWh/l} \times 0,9}$

= 3.971,- € bei 1.000 Laststunden pro Jahr

# Warmwassernutzung

Einsparung durch Warmwasserheizung

Rechenbeispiel: luftgekühlter Schraubenkompressor T yp CSD 85

Verdichterwellenleistung: 48,3 kW  
Heizperiode: 125 Tage  
Verdichterlastlaufzeit: 8 Stunden /Tag  
Heizölpreis: 0,70 €/l  
Heizwert des Öls: 35,5 MJ/l=9,87 kWh/l  
(1 MJ = 0,278 kWh)  
Heizungswirkungsgrad: 0,9

**Nutzbare Wärmeleistung**  
zur Erwärmung von Industrierwasser:

= 80 % Verdichterwellenleistung

= 0,80 x 48,3 kW = **38,64 kW**

**Einsparung:**

nutzbare Energie x Laststunden x Heizölpreis

Heizwert des Öls x Heizungswirkungsgrad

38,64 kW x 1.000 h x 0,70 €/l

9,87 kWh/l x 0,9

**3.045,-- €** bei 1.000 Laststunden pro Jahr

# Druckluft-Aufbereitung

## Aufstellungsschema für eine Druckluftstation

Schraubenkompressor

Mikrofeinfilter  
(Filtration entsprechend den  
geforderten DL-Qualitäten)

Druckhalteventil bzw.  
Anfahrvorrichtung  
(Um eine Überlastung der  
DL-Aufbereitung beim  
Anfahren gegen ein leeres  
Netz zu vermeiden)

Position für  
Drucktaupunkt-  
Überwachung

Druckbehälter  
mit Kondensatableiter

Kältetrockner mit  
Umgehungsleitung  
(Umgehungsleitung  
entfällt bei Stand-by  
oder hohen Sicherheits-  
anforderungen)

Öl-Wasser-  
Trenner

# Druckluftqualität

Aufbereitungsgrade, nach ISO 8573-1 (2010)



## Zusammenfassung Druckluftaufbereitung

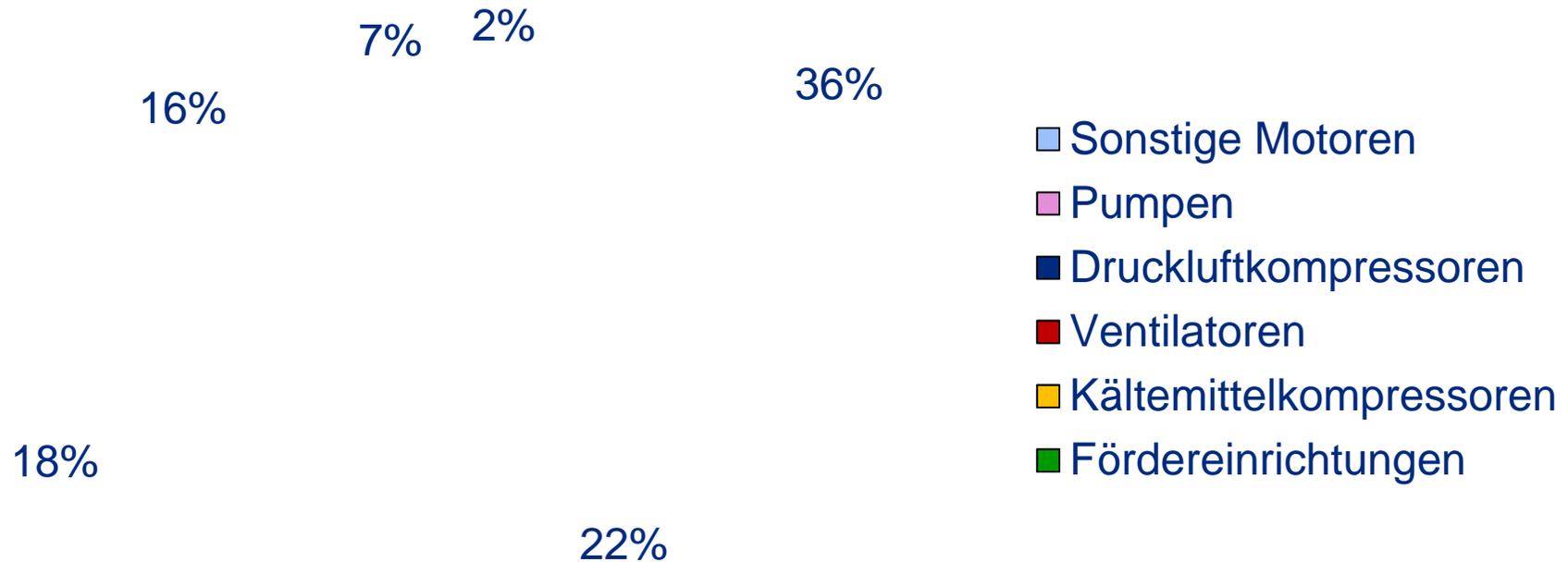
- Für bestimmte Druckluftqualitäten ist immer eine definierte Druckluftaufbereitung notwendig, unabhängig von der Verdichterbauart.
- Jede Anwendung hat eigene Anforderungen an die Druckluftqualität.
- Die wichtigste Reinigung stellt die Drucklufttrocknung dar (Kältetrockner)
- Drucktaupunkt immer nach Notwendigkeit wählen (Kosten- Energieaufwand)
- Filter richtig auslegen und regelmäßig warten.
- Für „technisch ölfreie“ Druckluft wird immer Aktivkohlestufe benötigt

# Kostenverteilung

Energieanteile bei industriell eingesetzten elektrischen Antrieben (EU)

Energieverbrauch 2000: 80 Mrd kWh

geschätzter Energieverbrauch 2015: 127 Mrd kWh



Einsparpotential in Europa 2,5 Mrd. Euro



# **Ermittlung der Einsparpotentiale – Prioritäten setzen!**

## **Energieanteil Kompressoren**



## Ermittlung der Einsparpotentiale

### Stellen Sie im Betrieb Fragen:

1. Kann die erzeugte Wärme genutzt werden?
2. Wie ist der Zustand des Rohrleitungsnetzes (Dichtheit, Dimensionierung, Material...)?
3. Wie werden die Kompressoren gesteuert und überwacht?
4. Ist die Druckluftstation auf dem „Stand der Technik“?
5. Entspricht der erzeugte Druck und die Druckluftaufbereitung den betrieblichen Erfordernissen?

### mit dem Ziel:

**Betrieb einer effizienten Druckluftversorgung  
mit gleichzeitiger Sicherstellung in der Verfügbarkeit von:  
„Druck, Liefermenge und Druckluftqualität“**



## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Carl Nolte Technik und KAESER Kompressoren –  
Ihre Partner für effiziente Druckluftsysteme.

