

KAESER KOMPRESSOREN

Druckluft kann mehr!



Südlicher
Oberrhein



Druckluft kann mehr!

Kurzvorstellung

KAESER
KOMPRESSOREN



Familienunternehmen KAESER
über 100 Jahre Tradition treffen auf Innovation!



Vorstand:
Thomas Kaeser mit Ehefrau
Tina-Maria Vlantoussi-Kaeser
*Die vierte industrielle Revolution –
Industrie 4.0*



Druckluft kann mehr!

Kosten einer Druckluftanlage

**KAESER
KOMPRESSOREN**



Was kostet Druckluft eigentlich und was kann ich davon einsparen?





Der Weg zu einer betriebssicheren und effizienten Druckluftstation

Bestandsaufnahme

Aufnahme der vorhandenen
Druckluftstation(en)

STEP 01



STEP 02

Analyse der Druckluftauslastung

Messung der aktuellen
Druckluftverbräuche
und ggf. -qualitäten

Auslegung eines Neukonzepts

Unterschiedliche Konzepte werden
mit dem aufgenommenen
Verbrauchsprofil simuliert und
Einsparungen dargelegt

STEP 03



STEP 04

Umsetzung und Betrieb

Installation neuer Druckluft-
Komponenten inkl.
Inbetriebnahme und Betrieb
der Anlage (Service)



Druckluftherzeugung



spezif. Leistung: $6,4 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{min})$



spezif. Leistung: $6,6 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{min})$

Druckluftaufbereitung



Filter 1



Filter 2

Druckluftspeicher

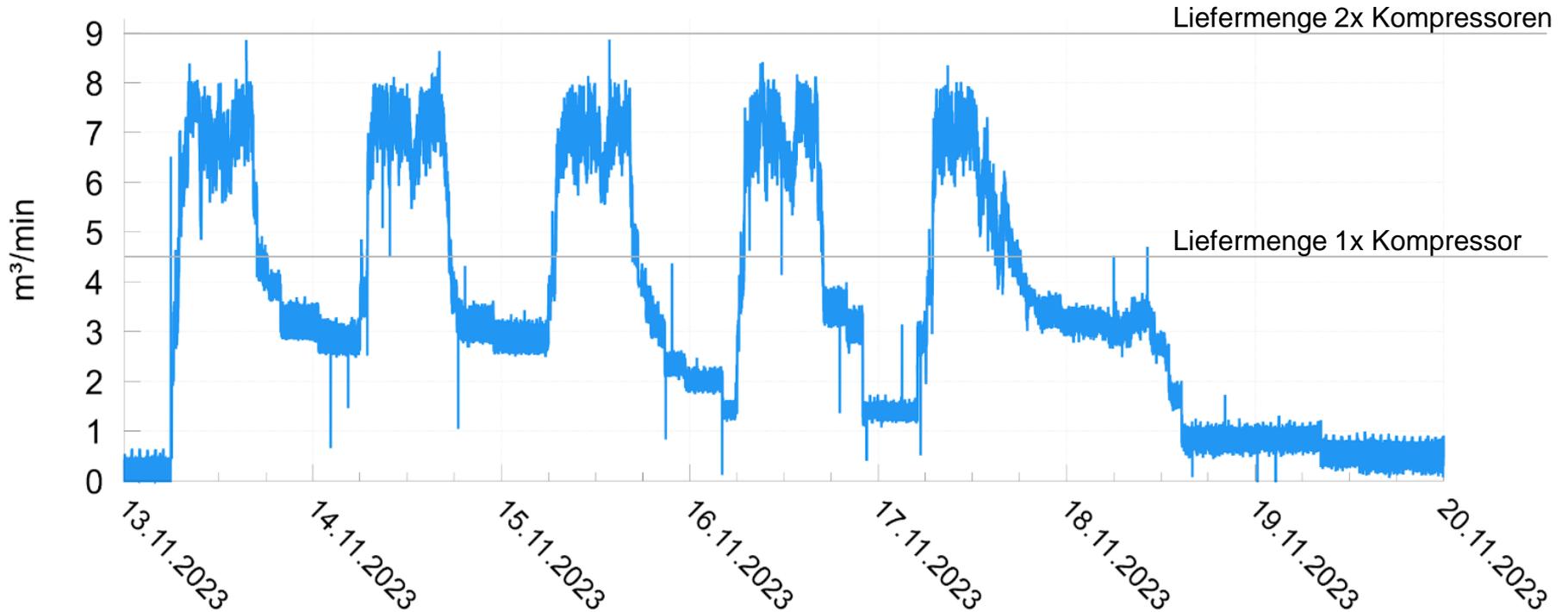


Druckluft- verbraucher

Druckluft kann mehr!

02 - Analyse Bestand

KAESER
KOMPRESSOREN



Druckluft kann mehr!

02 - Analyse Bestand

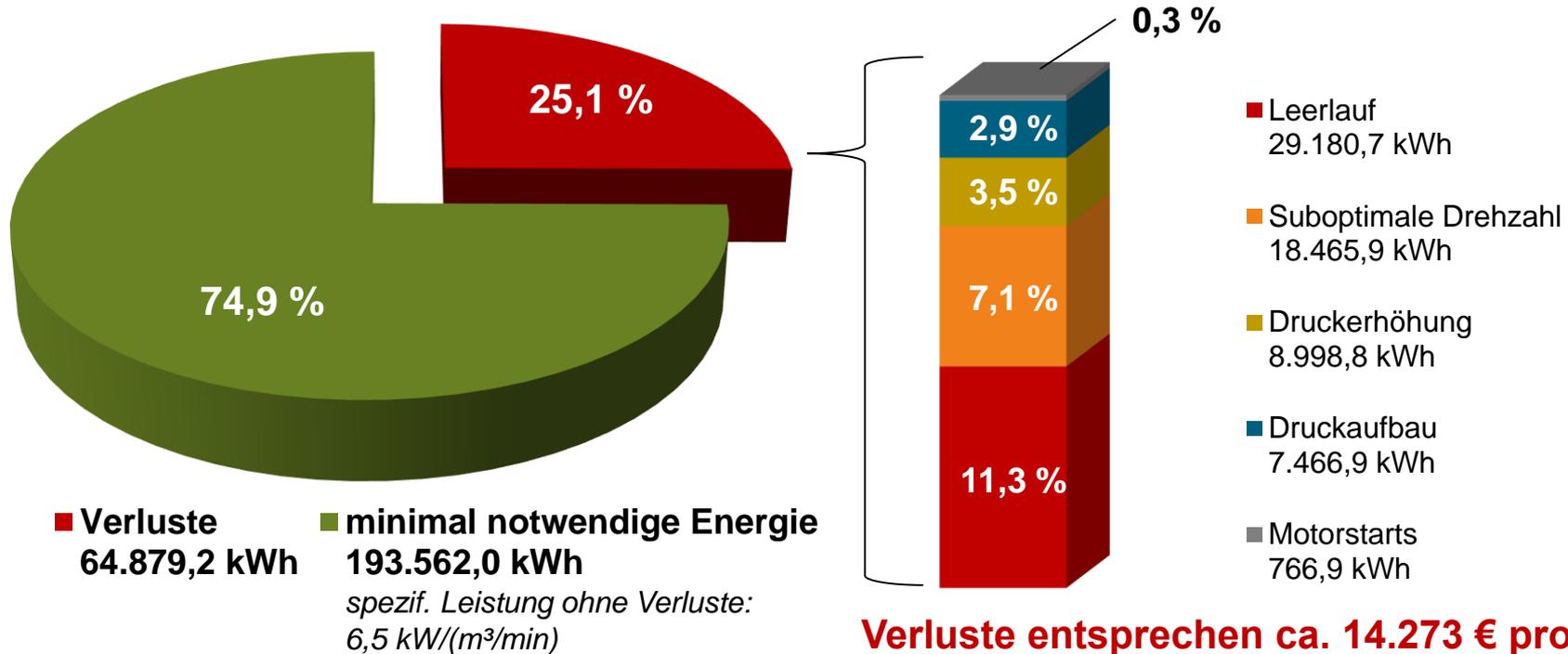
KAESER
KOMPRESSOREN



Messzeitraum	06.11.2023, Mo. 14:55 ⇒ 21.11.2023, Di. 09:24
Analysezeitraum	13.11.2023, Mo. 00:00 ⇒ 20.11.2023, Mo. 00:00
Arbeitswochen pro Jahr	50 Wochen
Jährlicher Druckluftverbrauch	1 786 726 m ³
Strompreis	0,220 €/kWh
CO2 Emissions Faktor	366 g/kWh
maximaler Druck	7,50 bar(g)
minimaler Druck	6,50 bar(g)
Differenzdruck der Druckluftaufbereitung	0,50 bar
spezifische Leistung der Druckluftherzeugung	8,68 kW/(m ³ /min)
Energieverbrauch der Druckluftherzeugung pro Jahr	258.441 kWh
Energiekosten der Druckluftherzeugung pro Jahr	56.857,02 €



Energieübersicht der Druckluftherzeugung



Druckluft kann mehr!

02 - Analyse Bestand

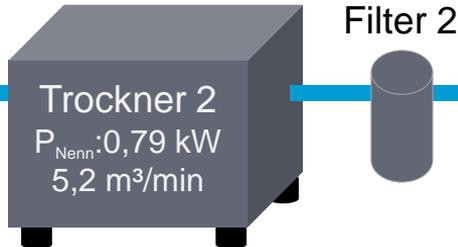
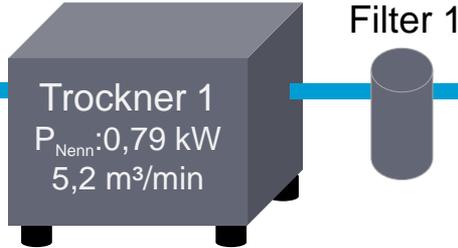
KAESER
KOMPRESSOREN



Druckluftherzeugung



Druckluftaufbereitung



Druckluftspeicher



Druckluftverbraucher

Kennziffern EMS

1.786.726 m³/a
 271.956 kWh/a
 9,13 kW/(m³/min)
 0,1522 kWh/m³

258.441 kWh/a 56.857,02 €	+	13.515 kWh/a 2.973,30 €	=	271.956 kWh/a 59.830,32 €
------------------------------	---	----------------------------	---	------------------------------



Energie-Einsparpotentiale von Druckluftsystemen

Druckluftherzeugung und -aufbereitung

Optimierung der spez.
Leistung der Kompressoren

Reduzierung der Verluste in
der Druckluftherzeugung

Minimierung der
Energieaufnahme
DL-Aufbereitung

Minimierung von
Druckverlusten
DL-Aufbereitung

Wärmerück- gewinnung

bis zu 76% der eingesetzten
elektrischen Energie können
als Wärmeleistung an
„Warmwasser“ abgegeben
werden

Druckluftnetz

Minimierung der Leckagen
und wiederkehrende
Leckageortung

Minimierung von
Druckverlusten im
Rohrleitungsnetz

Druckluftverbraucher

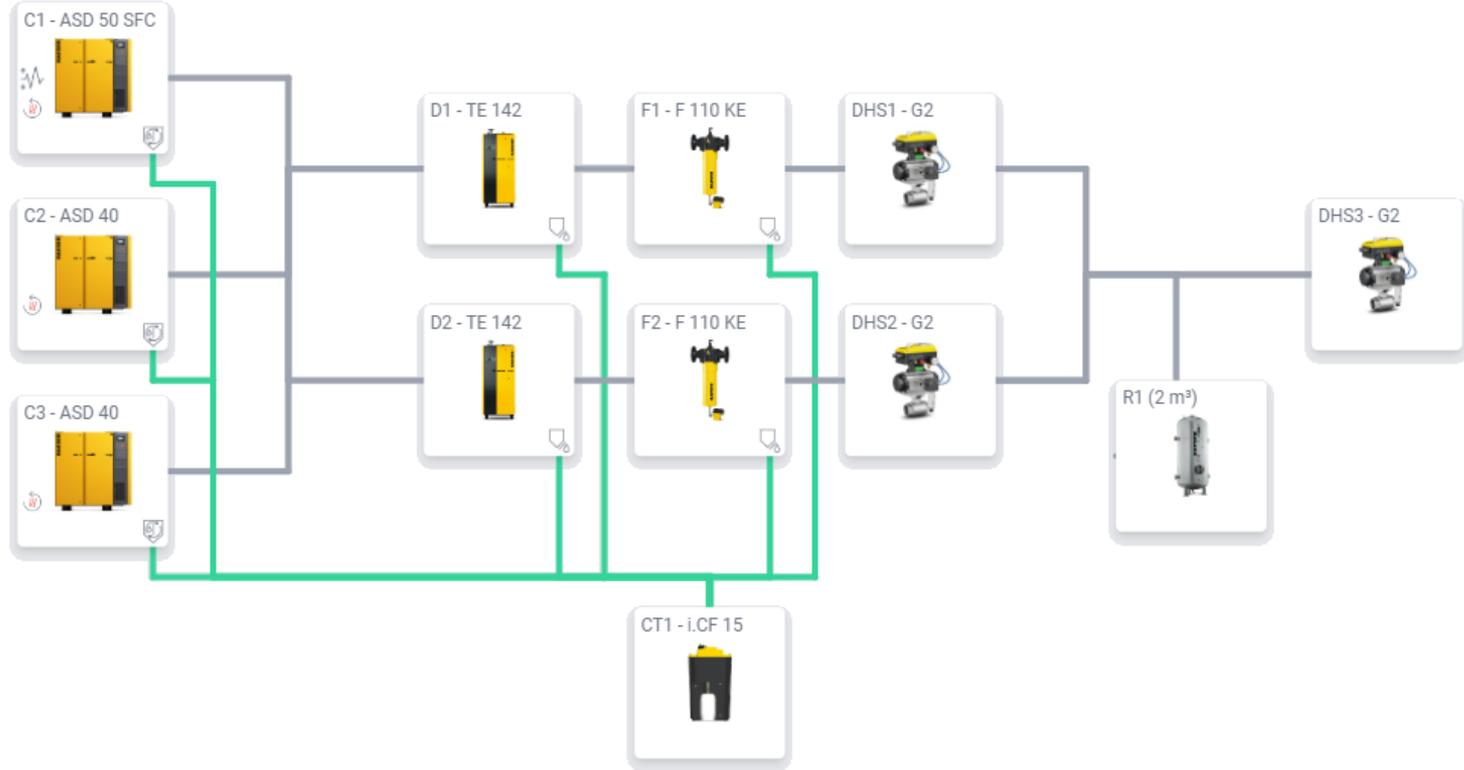
Minimierung des
Druckluftverbrauchs

Reduktion des
Bedarfsdruckes

Druckluft kann mehr!

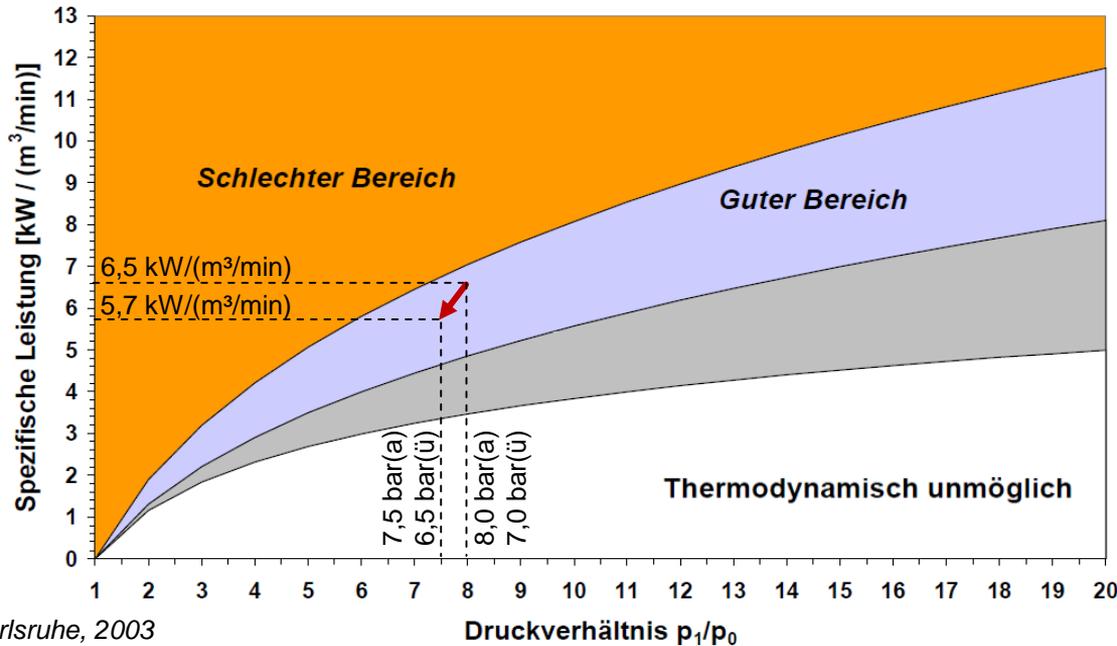
03 - Neukonzept

KAESER KOMPRESSOREN





Optimierung der spezifischen Leistung der Kompressoren und Minimierung des Austrittsdruck am Kompressor



Einsparung:

0,8 kW/m³/min
bzw.
0,01333 kWh/m³

Berechnet auf
1.786.726 m³/a

23.823 kWh
bzw.
5.241,06 €

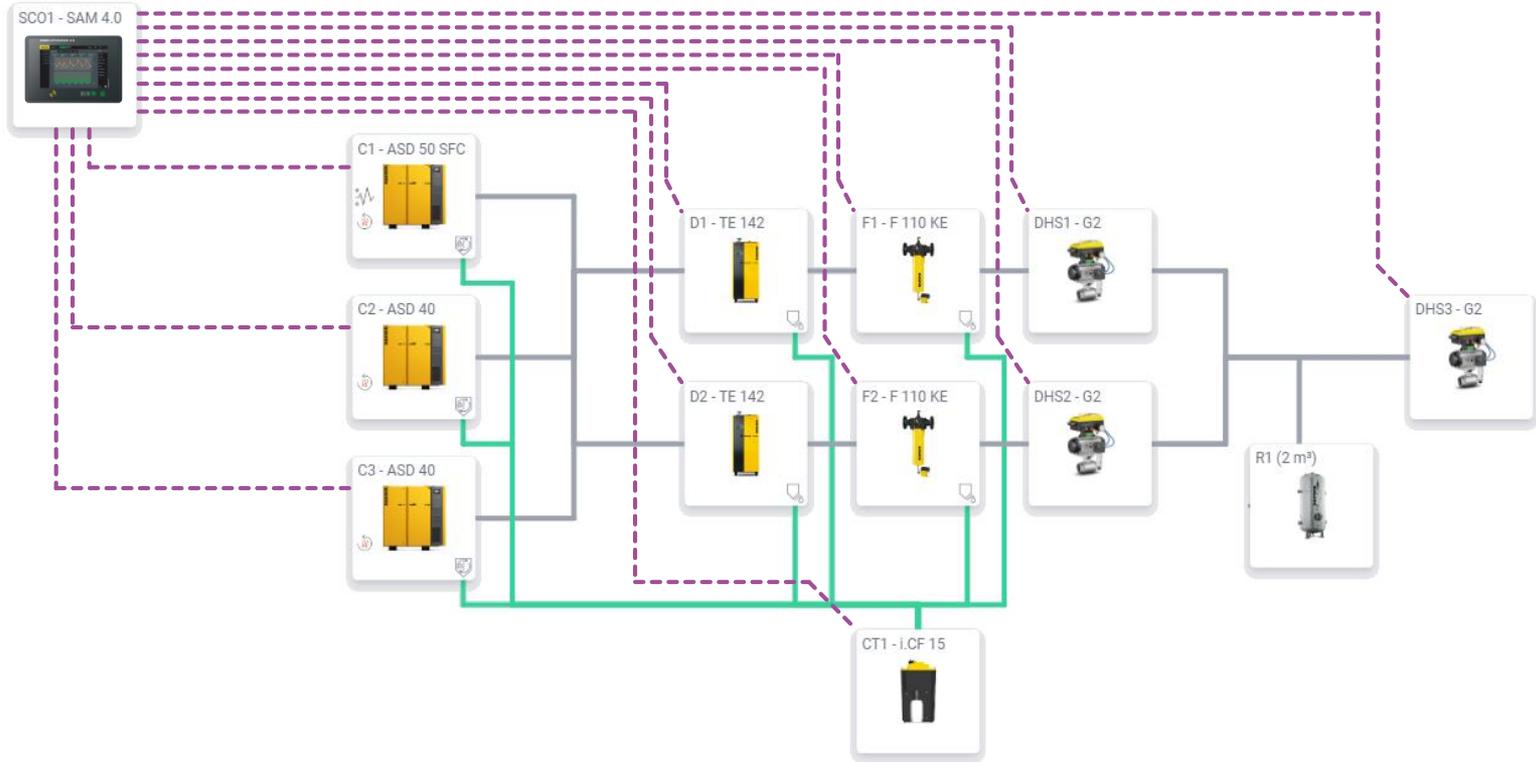
Druckluft
effizient

Quelle: Druckluft effizient,
Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 2003

Druckluft kann mehr!

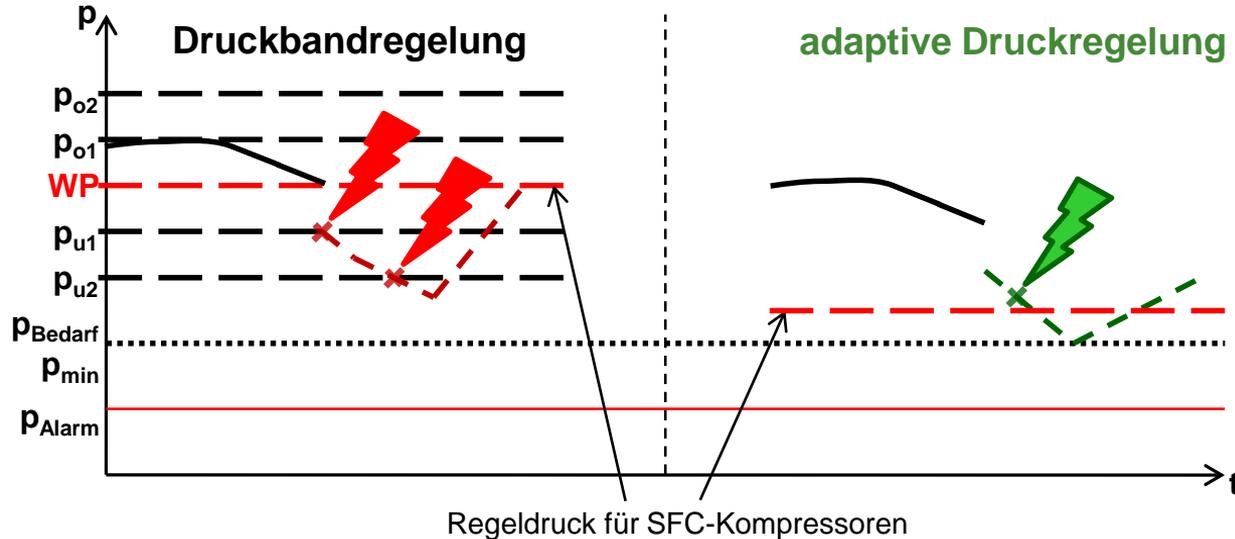
03 - Neukonzept

KAESER
KOMPRESSOREN





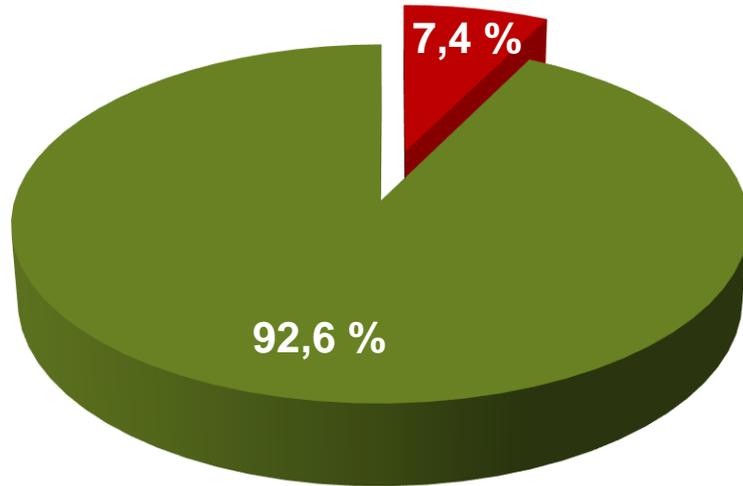
Druckluftmanagementsystem



- Regelung der Kompressoren, nach aktuellem Verbrauch und spezifische Leistung
- Überwachung der Druckluftherzeugung
- Überwachung der Druckluftqualität
- Erfassung des Energiebedarfs und Druckluftverbrauchs
→ Energiereport nach ISO 50.001

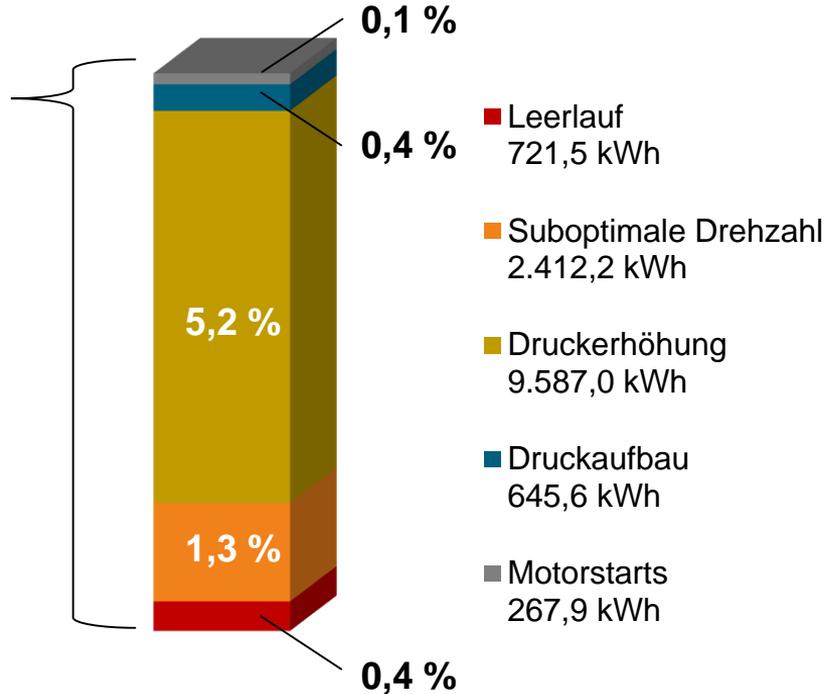


Energieübersicht der Druckluftherzeugung



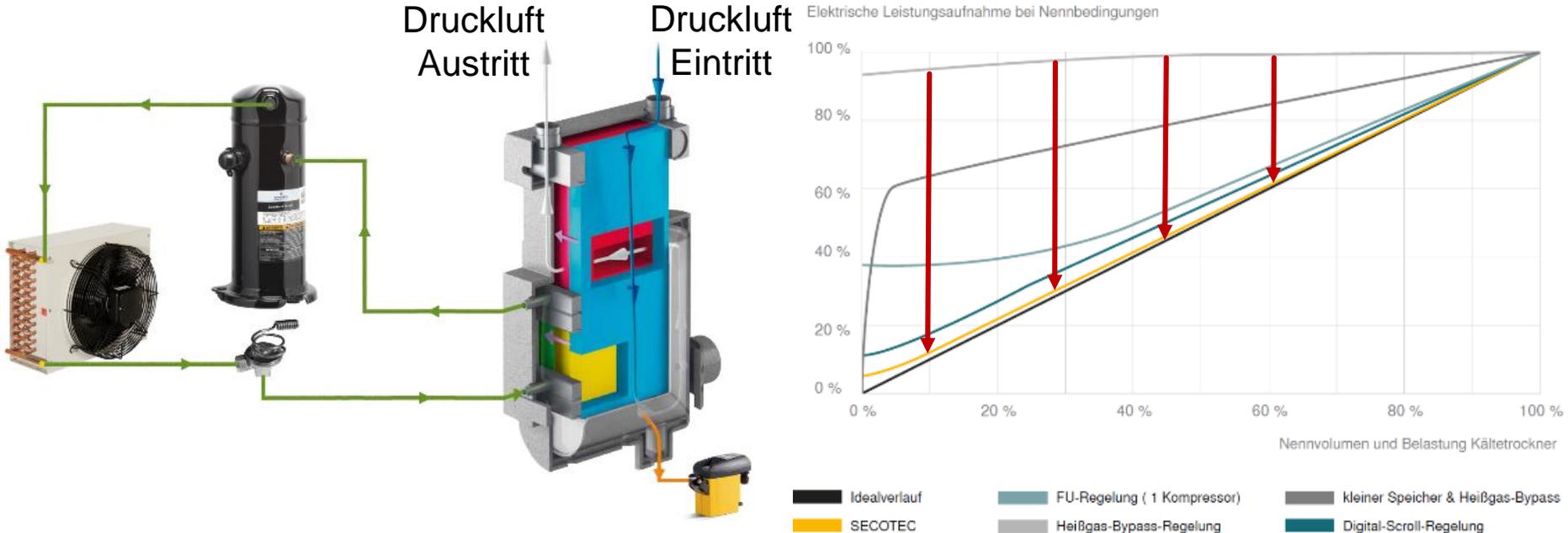
Verluste 13.634,2 kWh
minimal notwendige Energie 169.738,9 kWh

spezif. Leistung ohne Verluste:
5,7 kW/(m³/min)





Minimierung der Energieaufnahme in der Druckluftaufbereitung

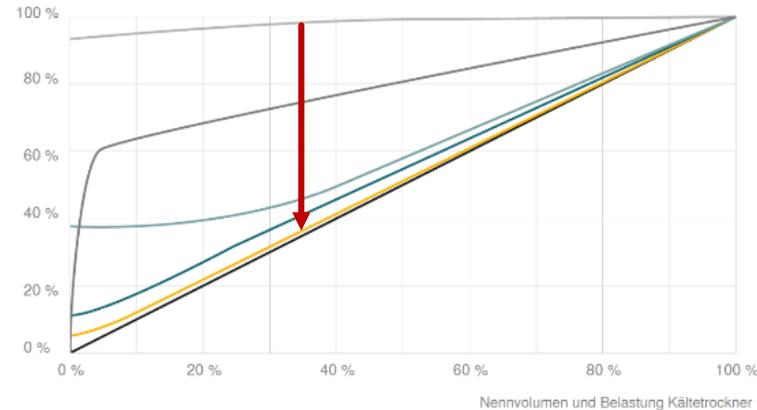




Minimierung der Energieaufnahme in der Druckluftaufbereitung

	Bestand	NEU-Konzept
Typ des Kältetrockner:	ERD 312	TE 142
Anzahl der Trockner:	2	2
Volumenstrom bei Norm (Gesamt):	10,4 m³/min	29 m³/min
Volumenstrom effizient (Gesamt):	7,65 m³/min	21,34 m³/min
Leistung 100% (Gesamt):	1,72 kW	2,96 kW
Leistung 75% (Gesamt):	1,69 kW	2,00 kW
Leistung 50% (Gesamt):	1,66 kW	1,30 kW
Leistung 25% (Gesamt):	1,63 kW	0,62 kW
Leistung 10% (Gesamt):	1,58 kW	0,44 kW
Kältemittel	R407-C	R-513A
Kältemittelfüllmenge je Trockner	0,38 kg	1,60 kg
CO ² - Equivalenz	1.490,4 kg	1.009,6 kg
Prüfintervall	keine Prüfpflicht	keine Prüfpflicht
Druckverlust bei Normbedingungen	0,34 bar	0,14 bar
Leistung bei ø Druckluftbedarf	1,61 kW	0,444 kW
Elektrische Arbeit pro Jahr ø Druckluftbedarf	13.515 kWh	3.728 kWh
Elektrische Arbeit pro Jahr bei 100%	14.448 kWh	24.864 kWh
Stromkosten bei ø Druckluftbedarf	2.973,36 €	820,09 €
Einsparung bei ø Druckluftbedarf		2.153,27 €

	Eingabefelder
Strompreis	0,22 €/kWh
Betriebsstunden pro Jahr	8400 h
Jahres-Druckluftverbrauch	1.786.726 m³/a
max. Volumenstrom	9 m³/min
Betriebsdruck am Eintritt Kältetrockner	7,00 bar
max. Umgebungs- bzw. Kühlwassereintrittstemp	35 °C
max. Drucklufteintrittstemperatur	40 °C
angenommener ø Druckluftbedarf	3,55 m³/min



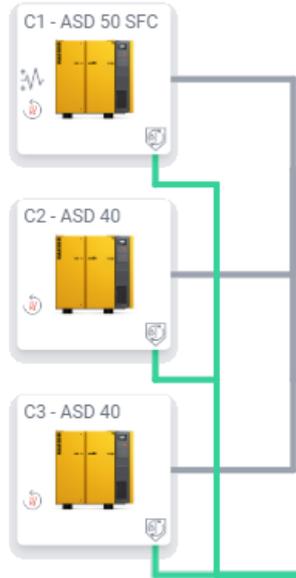
Druckluft kann mehr!

03 - Neukonzept

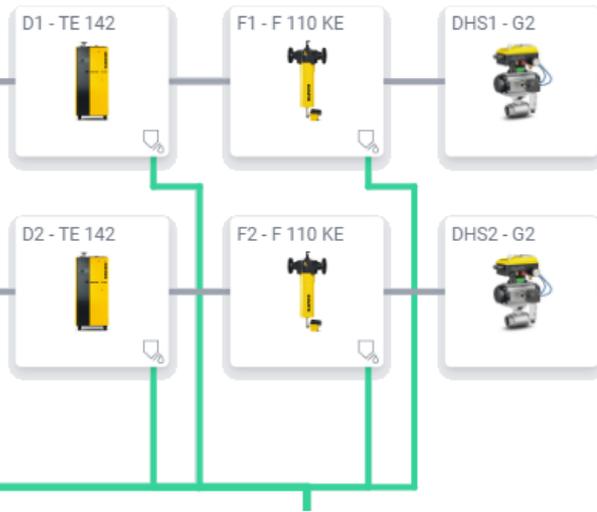
KAESER
KOMPRESSOREN



Druckluftherzeugung



Druckluftaufbereitung



Druckluftspeicher



Druckluftverbraucher



183.373 kWh/a 40.342,08 €	+	3.728 kWh/a 820,09 €	=	187.101 kWh/a 41.162,17 €
------------------------------	---	-------------------------	---	------------------------------

1.786.726 m³/a
187.101 kWh/a
6,28 kW/(m³/min)
0,1047 kWh/m³



Energie-Einsparpotentiale von Druckluftsystemen

Druckluftherzeugung und -aufbereitung

Optimierung der spezif.
Leistung der Kompressoren

Reduzierung der Verluste in
der Druckluftherzeugung

Minimierung der
Energieaufnahme
DL-Aufbereitung

Minimierung von
Druckverlusten
DL-Aufbereitung

Wärmerück- gewinnung

bis zu 76% der eingesetzten
elektrischen Energie können
als Wärmeleistung an
„Warmwasser“ abgegeben
werden

Druckluftnetz

Minimierung der Leckagen
und wiederkehrende
Leckageortung

Minimierung von
Druckverlusten im
Rohrleitungsnetz

Druckluftverbraucher

Minimierung des
Druckluftverbrauchs

Reduktion des
Bedarfsdruckes



Energie-Einsparpotentiale von Druckluftsystemen

Druckluftherzeugung und -aufbereitung

spezif. Leistung: $6,5 > 5,7$
ca. 18.016 kWh
 $6,6\% \cong 3.963,50 \text{ €}$

Verluste: $25,1\% > 7,4\%$
ca. 51.245 kWh
 $18,8\% \cong 11.273,90 \text{ €}$

Energiespar-Trockner:
ca. 9.787 kWh
 $3,6\% \cong 2.153,10 \text{ €}$

Diff. Druck: $0,7 > 0,2 \text{ bar}$
ca. 5.807 kWh
 $2,1\% \cong 1.277,50 \text{ €}$

Wärmerück- gewinnung

bis zu 76% der eingesetzten elektrischen Energie können als Wärmeleistung an „Warmwasser“ abgegeben werden

Druckluftnetz

Minimierung der Leckagen und wiederkehrende Leckageortung

Minimierung von Druckverlusten im Rohrleitungsnetz

Druckluftverbraucher

Minimierung des Druckluftverbrauchs

Reduktion des Bedarfsdruckes

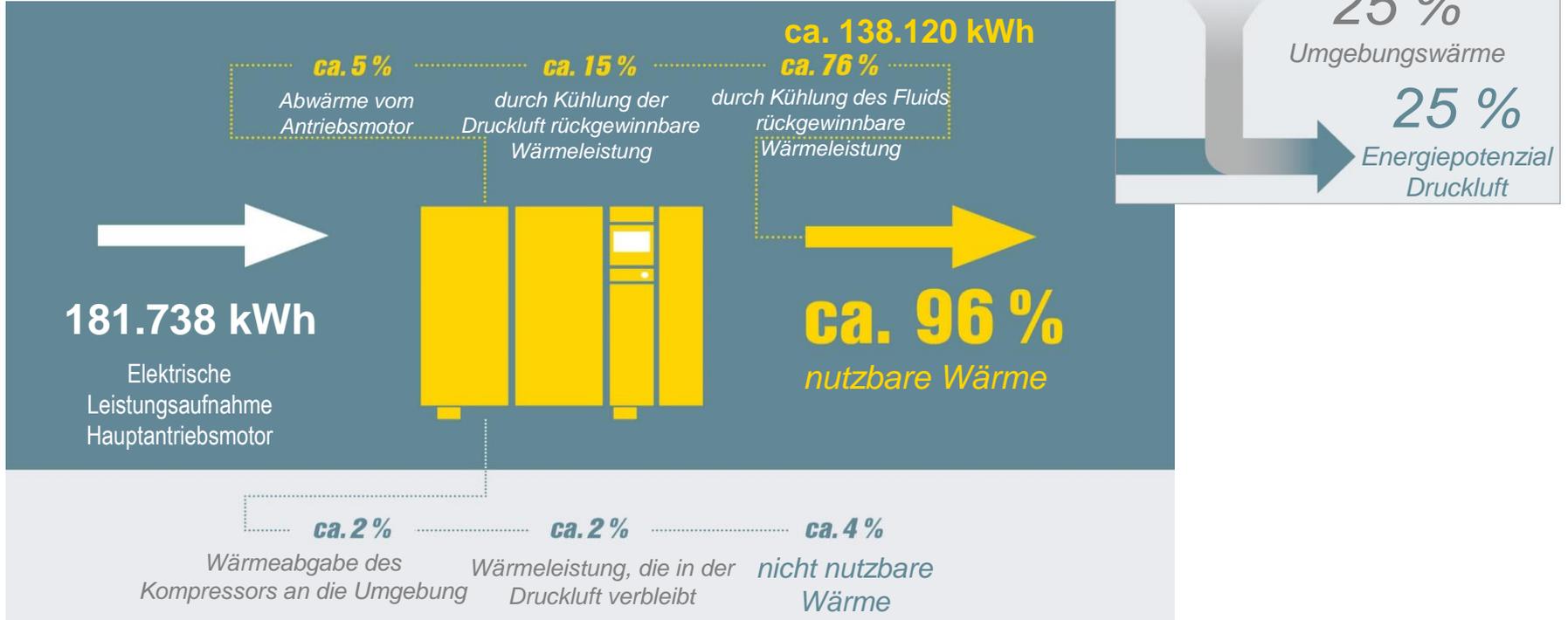
Energie-Einsparungen im Überblick:

Druckluftherzeugung & -aufbereitung: 84.855 kWh $\cong 18.668,10 \text{ €}$

31,2 %

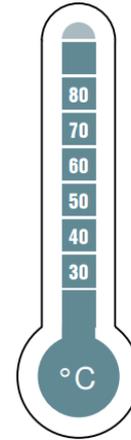
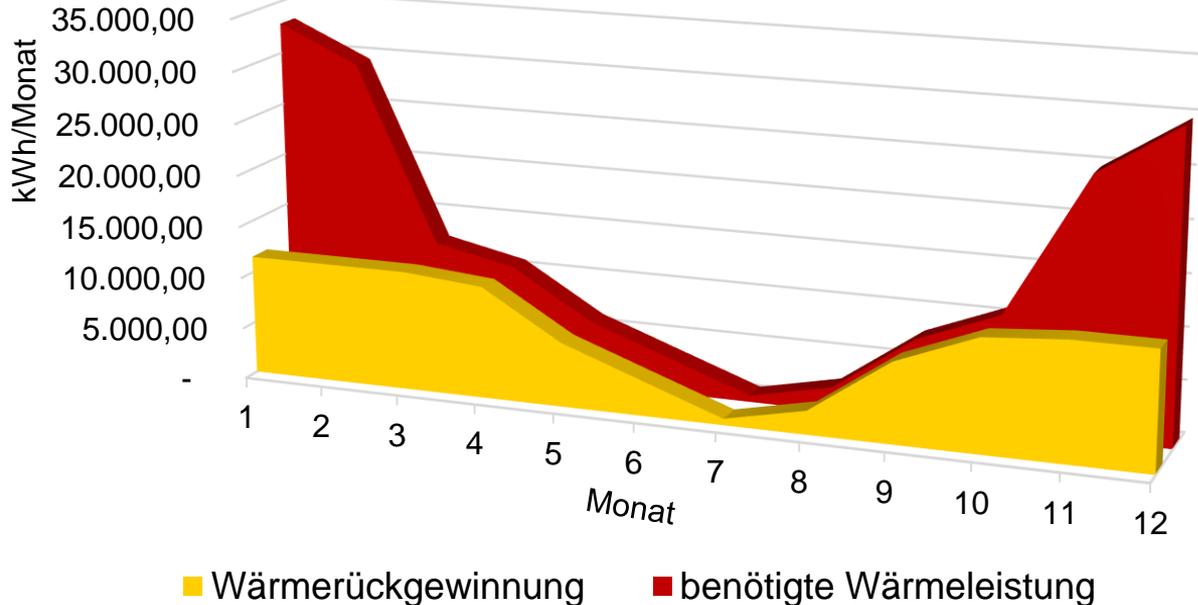


Wärmerückgewinnung





Wärmerückgewinnung



- 80 Einspeisen ins zentrale Heizungssystem
- 70 Galvanik
- 60 Prozesswasser
- 50 Warmluftheizung
- 40 Fußbodenheizung
- 30

Wärmebedarf Heizung:

ca. 171.240 kWh

Maximales Wärmepotential:

ca. 138.120 kWh

Effektives Wärmepotential:

ca. 99.610 kWh



Energie-Einsparpotentiale von Druckluftsystemen

Druckluftherzeugung und -aufbereitung	Wärmerückgewinnung	Druckluftnetz	Druckluftverbraucher	
spezif. Leistung: 6,5 > 5,7 ca. 18.016 kWh 6,6% \triangleq 3.963,50 €	ca. 99.610 kWh 13,3% \triangleq 7.968,80 € WÄRMELEISTUNG Einsparung bei Heizkosten von 8 ct/kWh	Minimierung der Leckagen und wiederkehrende Leckageortung	Minimierung des Druckluftverbrauchs	
Verluste: 25,1% > 7,4% ca. 51.245 kWh 18,8% \triangleq 11.273,90 €		Minimierung von Druckverlusten im Rohrleitungsnetz	Reduktion des Bedarfsdruckes	
Energiespar-Trockner: ca. 9.787 kWh 3,6% \triangleq 2.153,10 €		<u>Energie-Einsparungen im Überblick:</u>		
Diff. Druck: 0,7 > 0,2 bar ca. 5.807 kWh 2,1% \triangleq 1.277,50 €		Druckluftherzeugung & -aufbereitung: 84.855 kWh \triangleq 18.668,10 € Wärmerückgewinnung: 99.610 kWh \triangleq 7.968,80 €	44,5 %	



Minimierung der Druckluftleckagen

Leckagen in Druckluftsystemen:

- neue Druckluftnetze ca. 10 bis 15%
- ältere Druckluftnetze ca. 30 bis 40%

Druck	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm
3 bar	142 €	570 €	1.282 €	2.280 €	3.562 €	5.128 €
4 bar	178 €	712 €	1.602 €	2.850 €	4.453 €	6.412 €
5 bar	213 €	854 €	1.923 €	3.420 €	5.343 €	7.694 €
6 bar	249 €	998 €	2.244 €	3.990 €	6.234 €	8.976 €
7 bar	284 €	1.140 €	2.564 €	4.560 €	7.124 €	10.258 €
8 bar	321 €	1.282 €	2.885 €	5.128 €	8.015 €	11.540 €

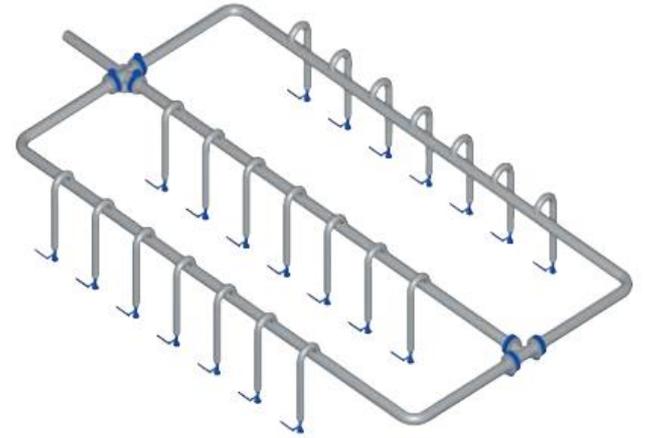
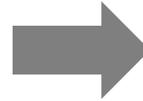
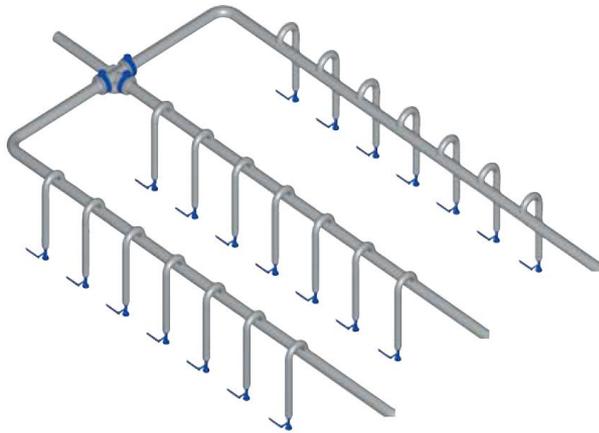


Kosten für Leckagen innerhalb eines Jahres bei Betrieb 24 h / 365 Tage, berechnet mit Druckluftkosten von 3,0 ct/Nm³
> spezifische Leistung von 6 kW/(Nm³/min)
> Stromkosten von 30 ct/kWh



Minimierung der Druckverluste im Netz

- Erstellung von Ringleitungen
- Stichleitungen einziehen
- Vergrößerung der Rohrquerschnitte



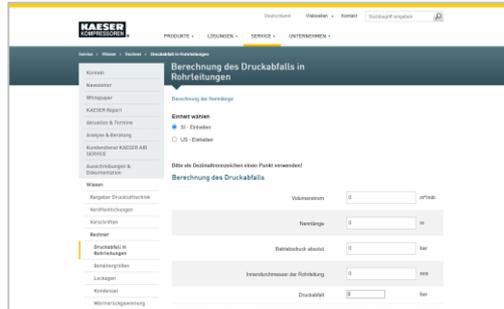


Minimierung der Druckverluste im Netz

Dimensionierung Rohrquerschnitt nach:

- Durchfluss
- Auslegungsdruck
- Länge
- Material

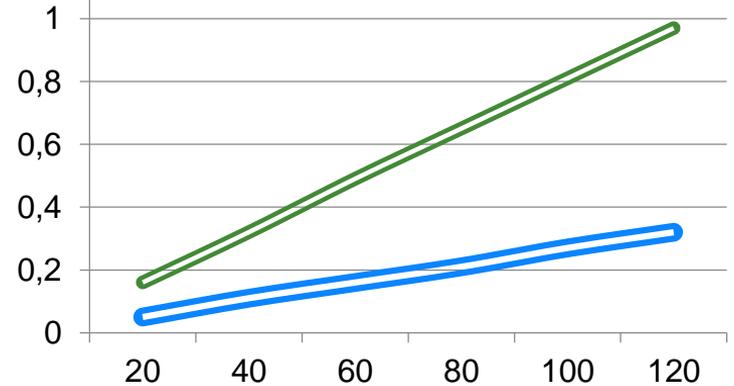
Beispiel: 10 m³/min bei 7 bar



<https://www.kaeser.de/service/wissen/rechner/druckabfall/>

Druckverlust

(bar) 1,2



— DN 40 — DN 50

Leitungslänge (m)



Energie-Einsparpotentiale von Druckluftsystemen

Druckluftherzeugung und -aufbereitung	Wärmerückgewinnung	Druckluftnetz	Druckluftverbraucher	
spezif. Leistung: 6,5 > 5,7 ca. 18.016 kWh 6,6% \triangleq 3.963,50 €	ca. 99.610 kWh 13,3% \triangleq 7.968,80 € WÄRMELEISTUNG Einsparung bei Heizkosten von 8 ct/kWh	221.720 m³/a abgestellt \rightarrow ca. 23.218 kWh 8,5% \triangleq 5.108 €	247.240 m³/a reduziert ca. 2.672 kWh 1,0% \triangleq 587,80 €	
Verluste: 25,1% > 7,4% ca. 51.245 kWh 18,8% \triangleq 11.273,90 €		Diff. Druck: 0,3 > 0,1 bar \rightarrow ca. 2.720 kWh 1,0% \triangleq 598,30 €	Netzdruck: 6,5 > 6,2 bar ca. 1.360 kWh 0,5% \triangleq 299,10 €	
Energiespar-Trockner: ca. 9.787 kWh 3,6% \triangleq 2.153,10 €		<u>Energie-Einsparungen im Überblick:</u>		
Diff. Druck: 0,7 > 0,2 bar ca. 5.807 kWh 2,1% \triangleq 1.277,50 €		Druckluftherzeugung & -aufbereitung: 84.855 kWh \triangleq 18.668,10 € Wärmerückgewinnung: 99.610 kWh \triangleq 7.968,80 € Optimierungen im Netz: 29.970 kWh \triangleq 6.593,40 €		55,5 %

Druckluft kann mehr!

Kontakt Daten

KAESER
KOMPRESSOREN



Artur Kraus

**Technische Beratung und Verkauf
Region Offenburg**

 Artur.Kraus@Kaeser.com

 +49 171 8637 029



Marcus Wagner

**Technische Beratung und Verkauf
Region Freiburg im Breisgau**

 Marcus.Wagner@Kaeser.com

 +49 151 2765 4915

**KAESER
KOMPRESSOREN**



Südlicher
Oberrhein



KAESER Kompressoren SE