



Ihr Förder-Coach

Christian Peters
Dipl.-Ing. (FH), MBA

A und O Energieoptimierung
Lindenstraße 28a
59348 Lüdinghausen

Mobil 01 51 - 57 60 34 56
Tel. 025 91 - 7 94 74 05
Fax 025 91 - 7 94 74 07

mail@AundO-Energieoptimierung.de
www.AundO-Energieoptimierung.de



EFFIZIENZPOTENTIALIALE IM DRUCKLUFTSYSTEM

Ein Leitfaden zur Verbesserung der Energieeffizienz

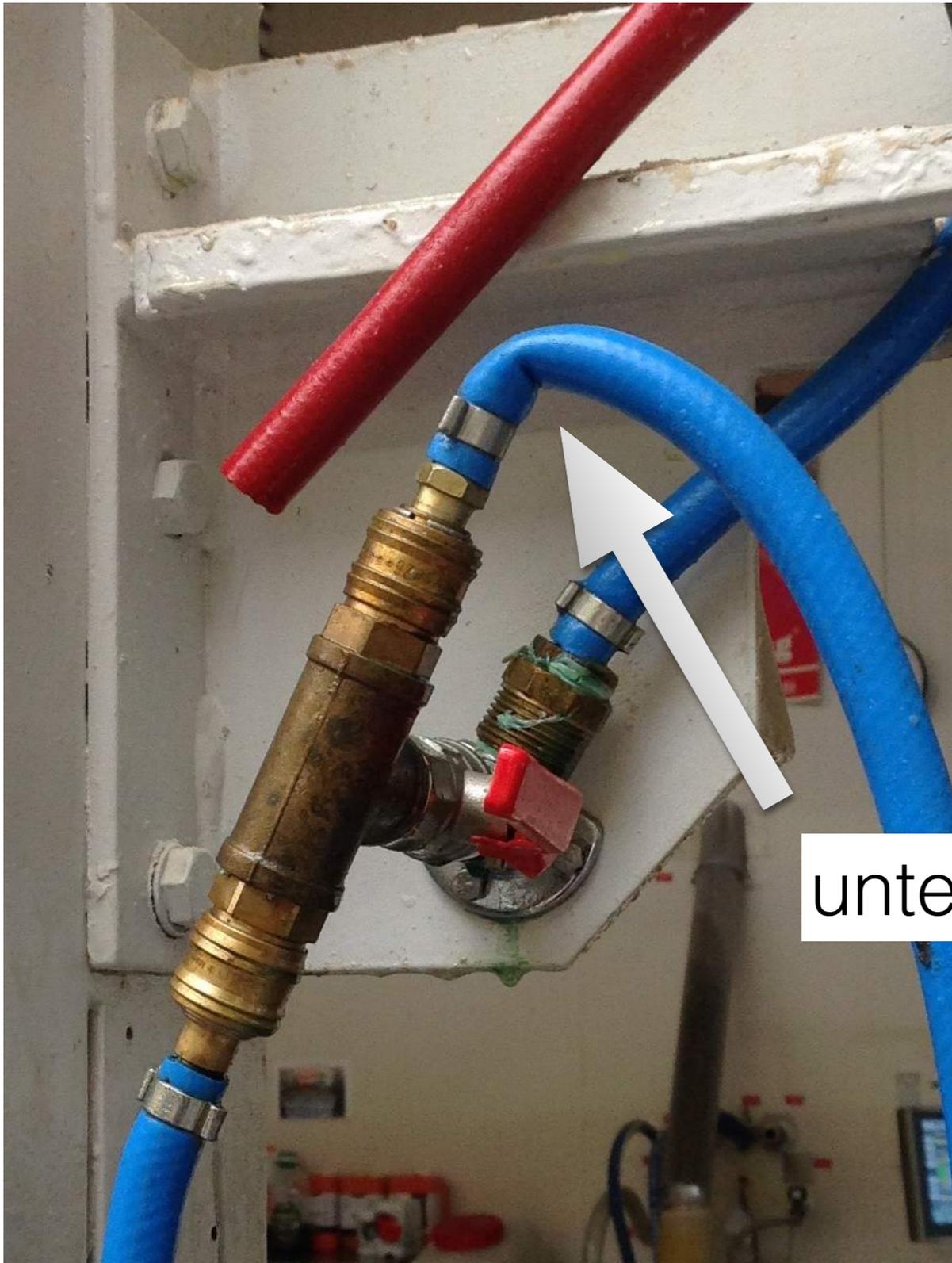
Christian Peters

unabhängiger Experte für
Druckluftsysteme und
Energieeffizienz
Beratung, Planung, Begleitung

Energieberatung
Nichtwohngebäude, Anlagen und
Systeme



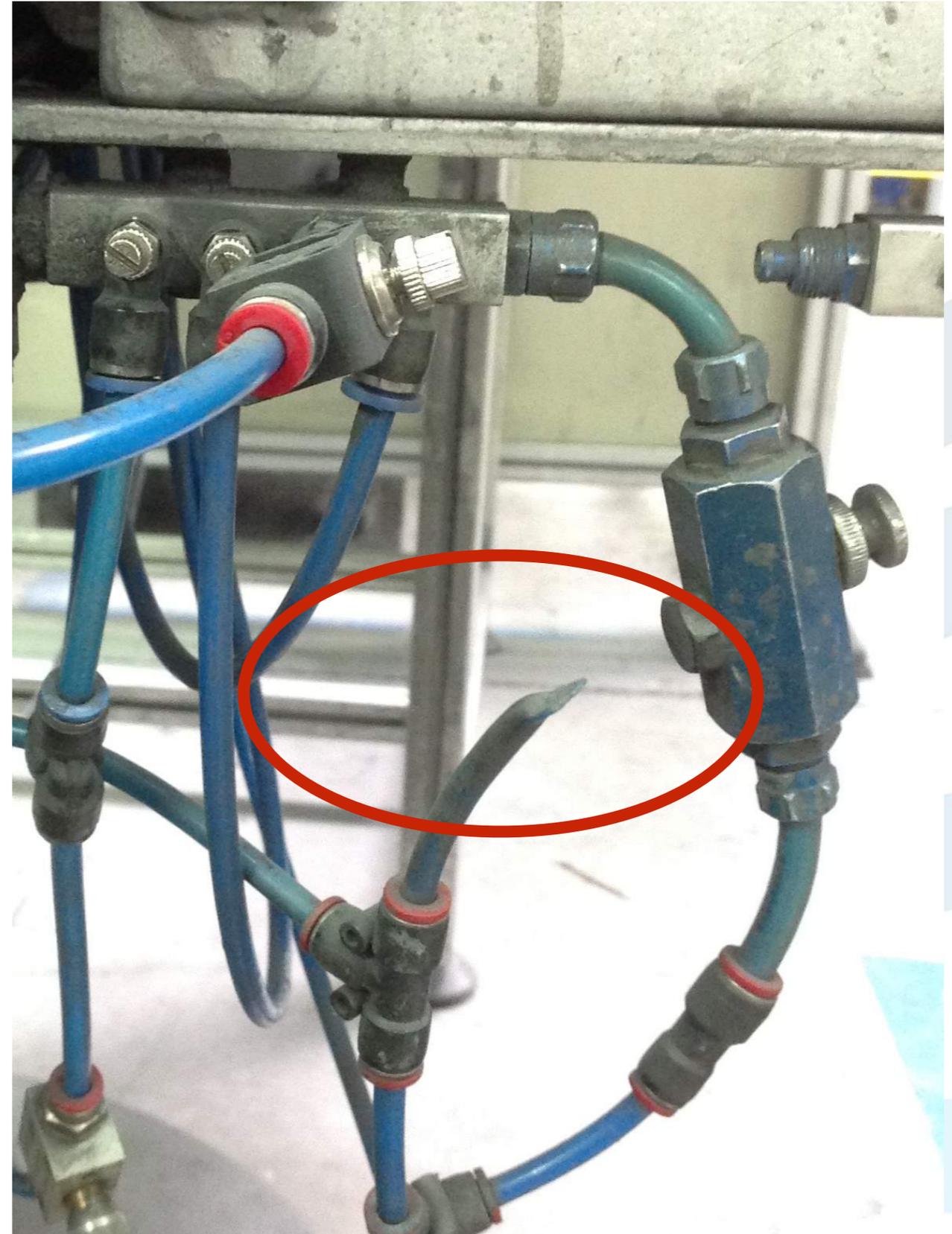
EIGENSCHAFTEN VON DRUCKLUFT



unter Druck oder drucklos?

LECKAGEN VERMEIDEN UND BESEITIGEN

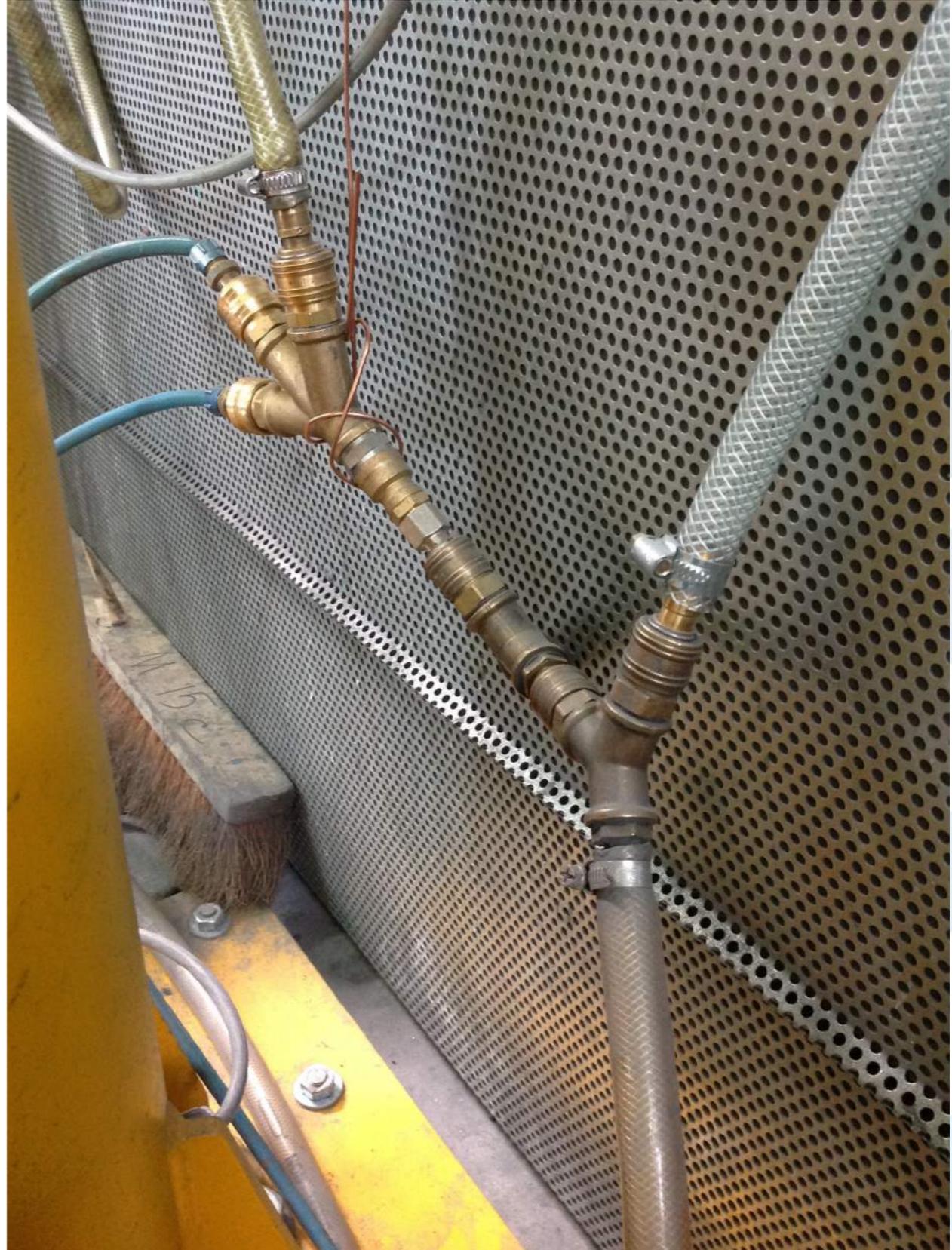




Ihr Partner zur Durchführung Ihres Projektes:



Ihr Partner zur Durchführung Ihres Projektes:



EFFIZIENTES ROHRNETZ

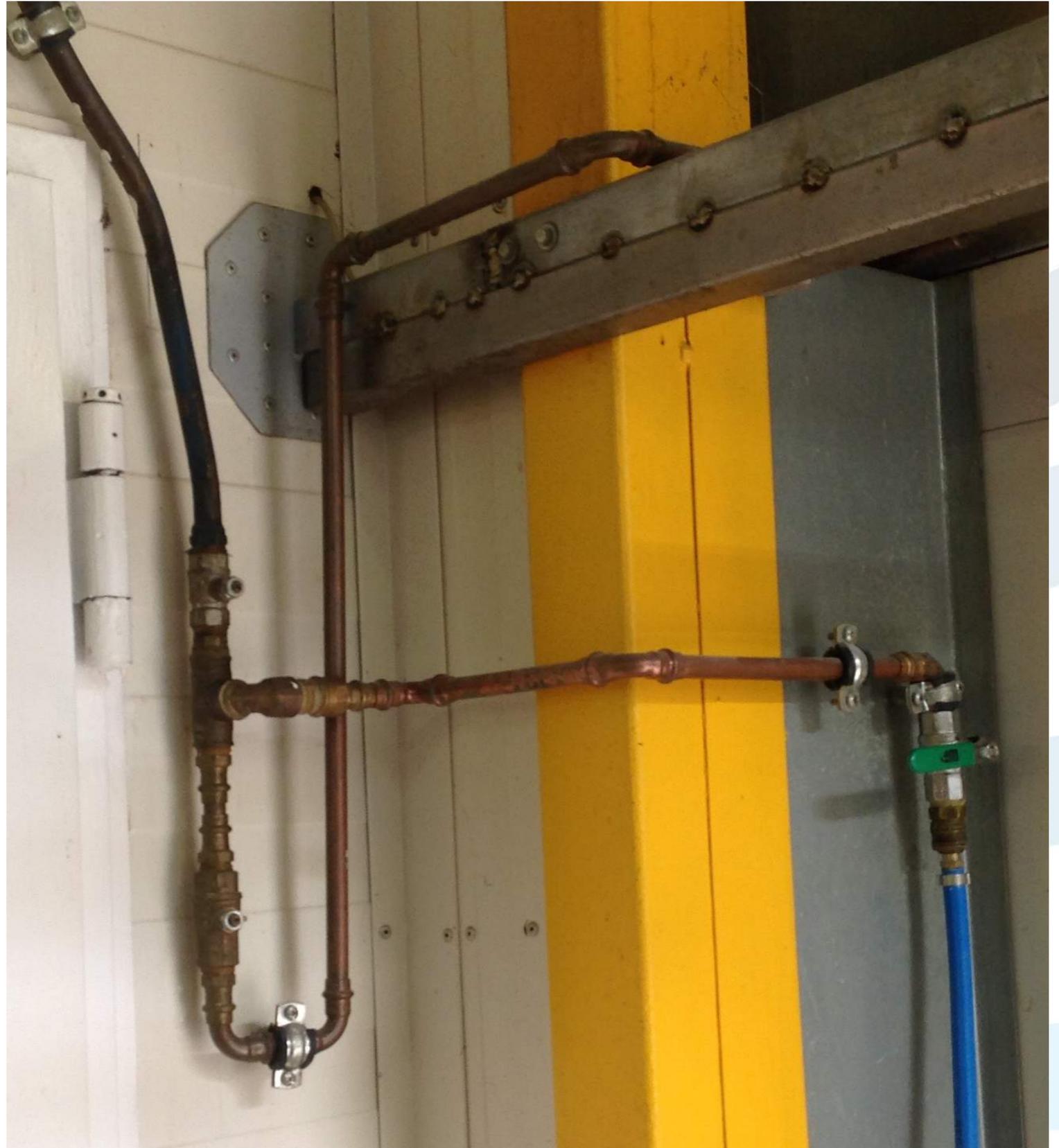
- Materialwahl
- Passgenauigkeit
- Reduzierung der Anzahl Verbindungen
- fachgerechte Montage

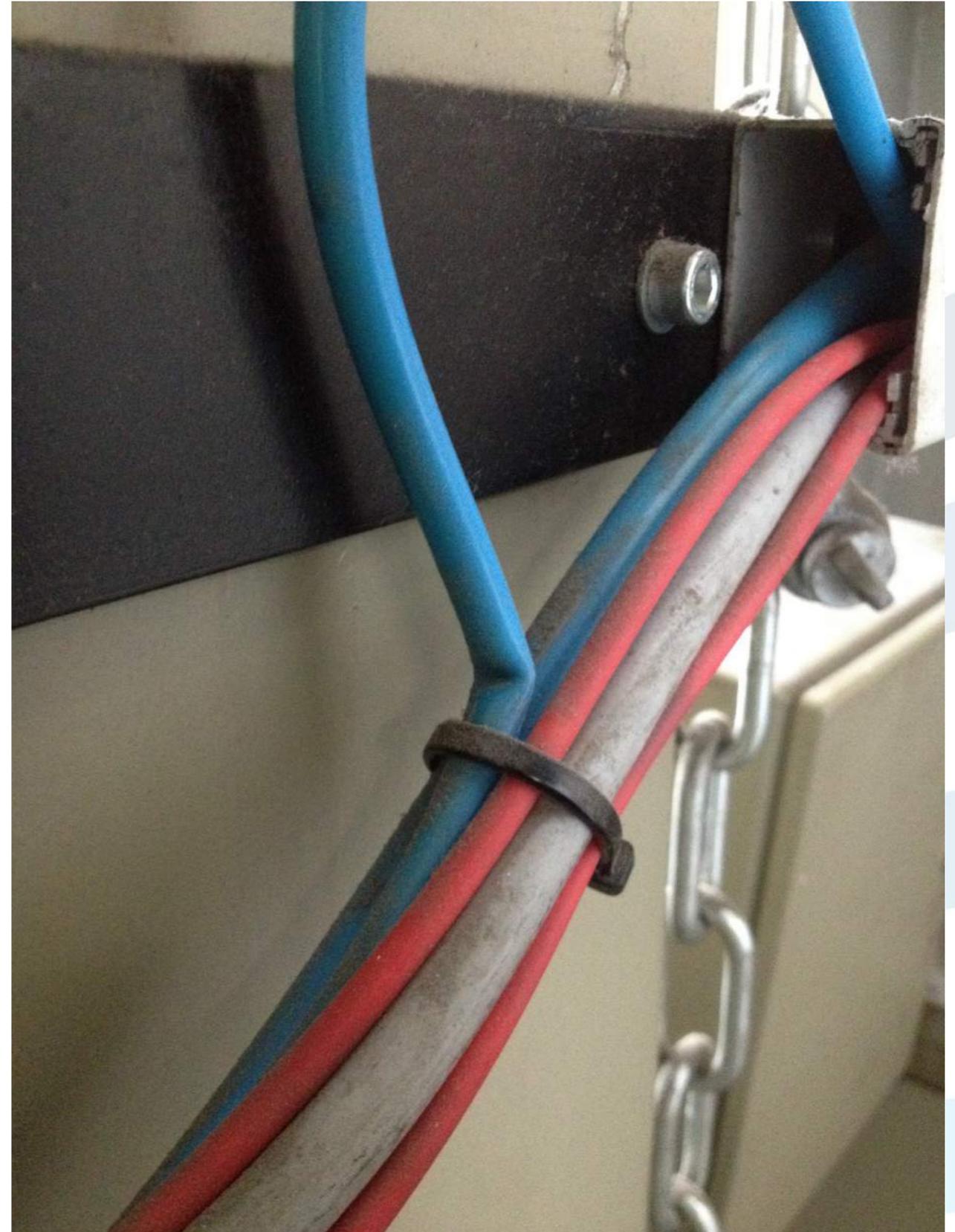
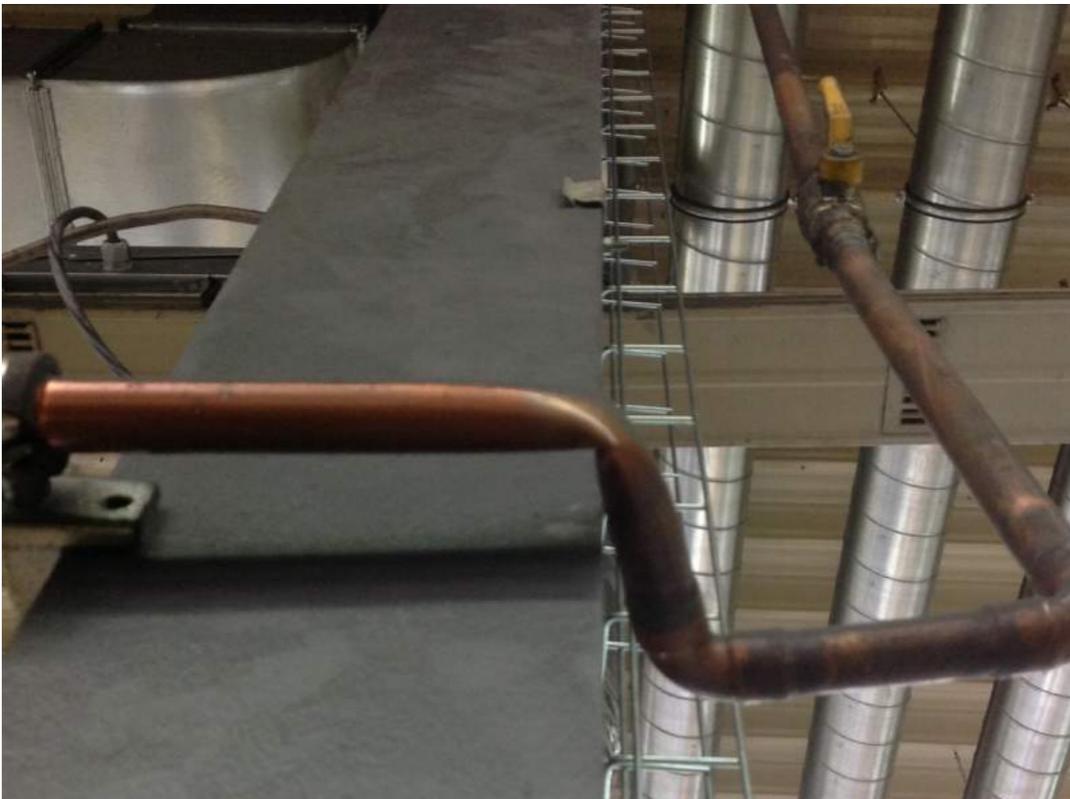
Gut gemacht!
Mit Schutzschlauch
Leckagen vermeiden



DRUCKVERLUSTE VERMEIDEN



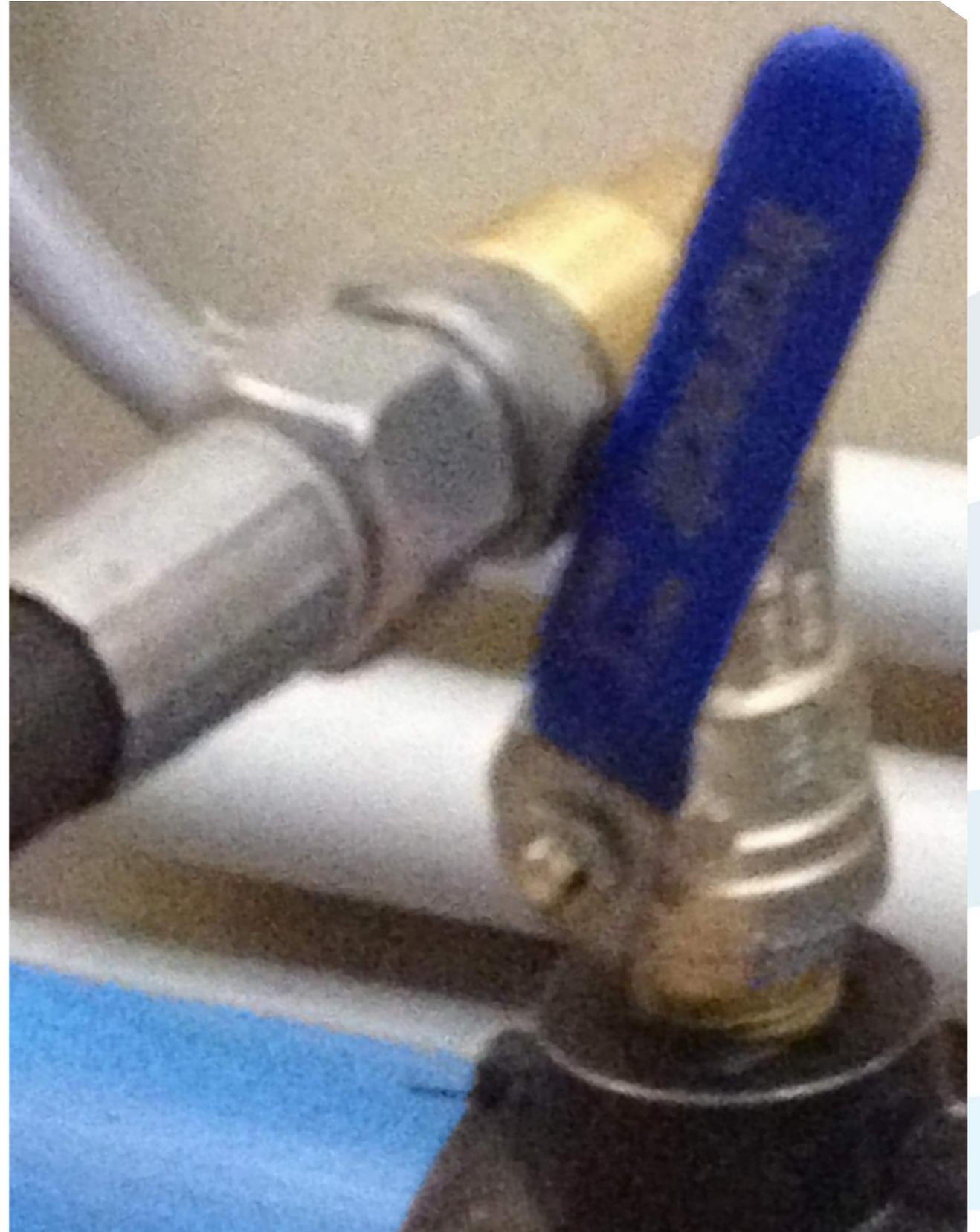






Montagefehler

Hausgemachter
Druckverlust



Gut gemacht!

Haveriesicherheit durch
Anschluss von oben



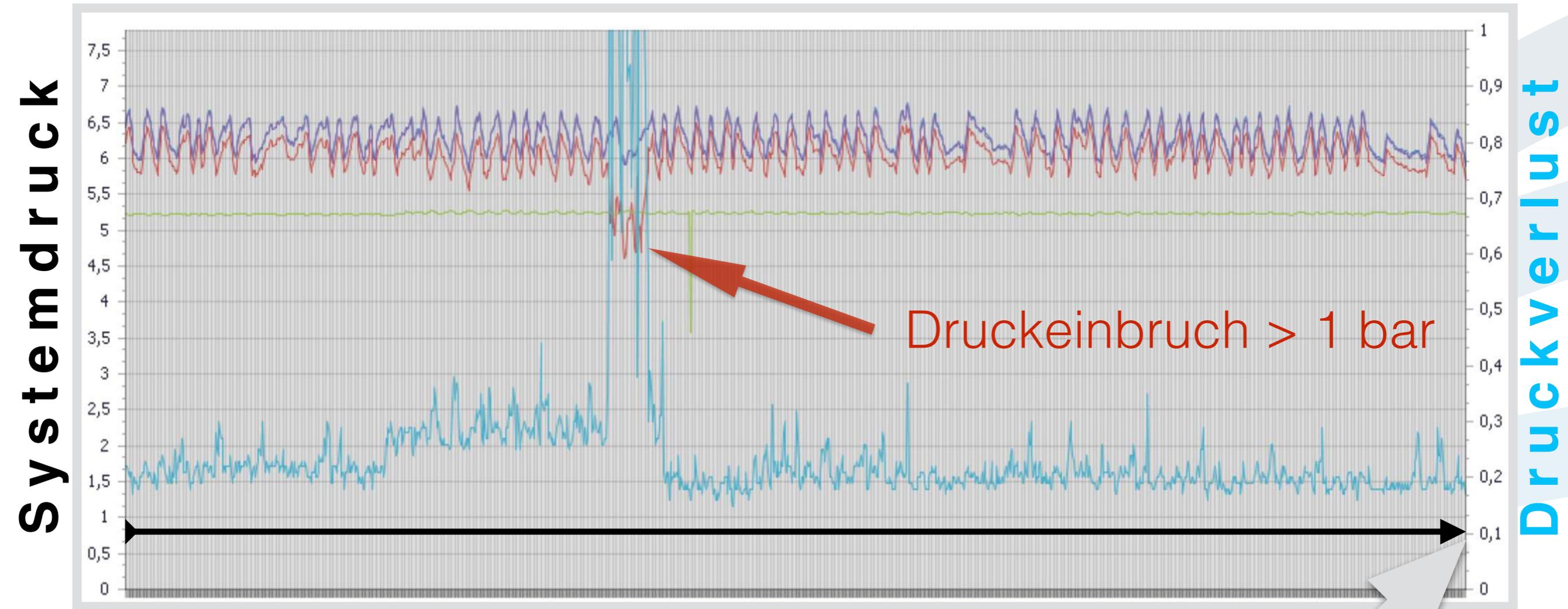
EFFIZIENTES ROHRNETZ

- Entscheidend ist die passende Dimensionierung nicht die Wahl zwischen Ring- oder Stichleitung
- Max. Druckverlust $< 0,1$ bar vom Kompressorenraum bis zu jeder Anwendung
- Auslegung auf den maximalen Durchfluss!

MESSWERTBASIERTE ANALYSE DES ROHRNETZ



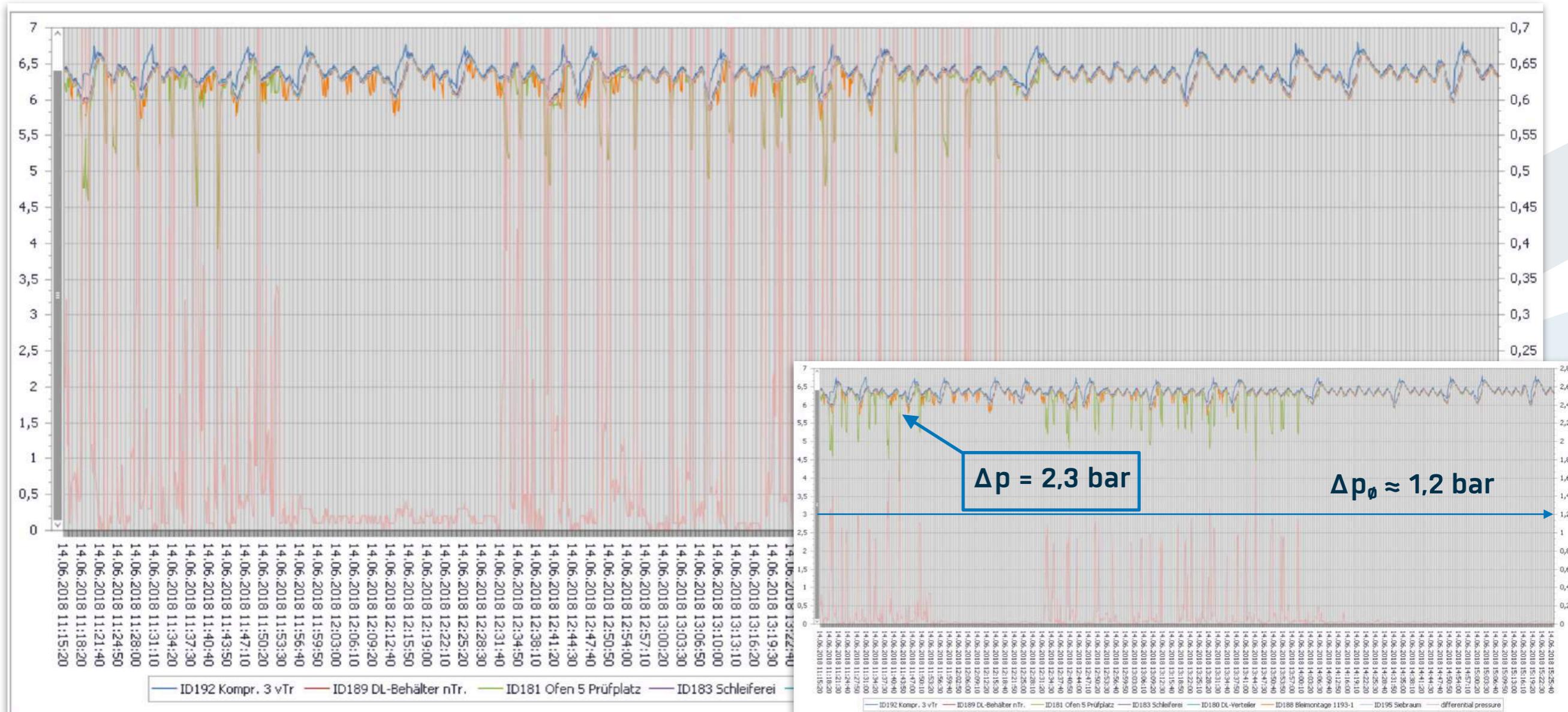
URSACHE FÜR ZU HOHEN NETZDRUCK



Druckverlust-Kurve

ingenieurgemäße Bemessungsgrundlage 0,1 bar

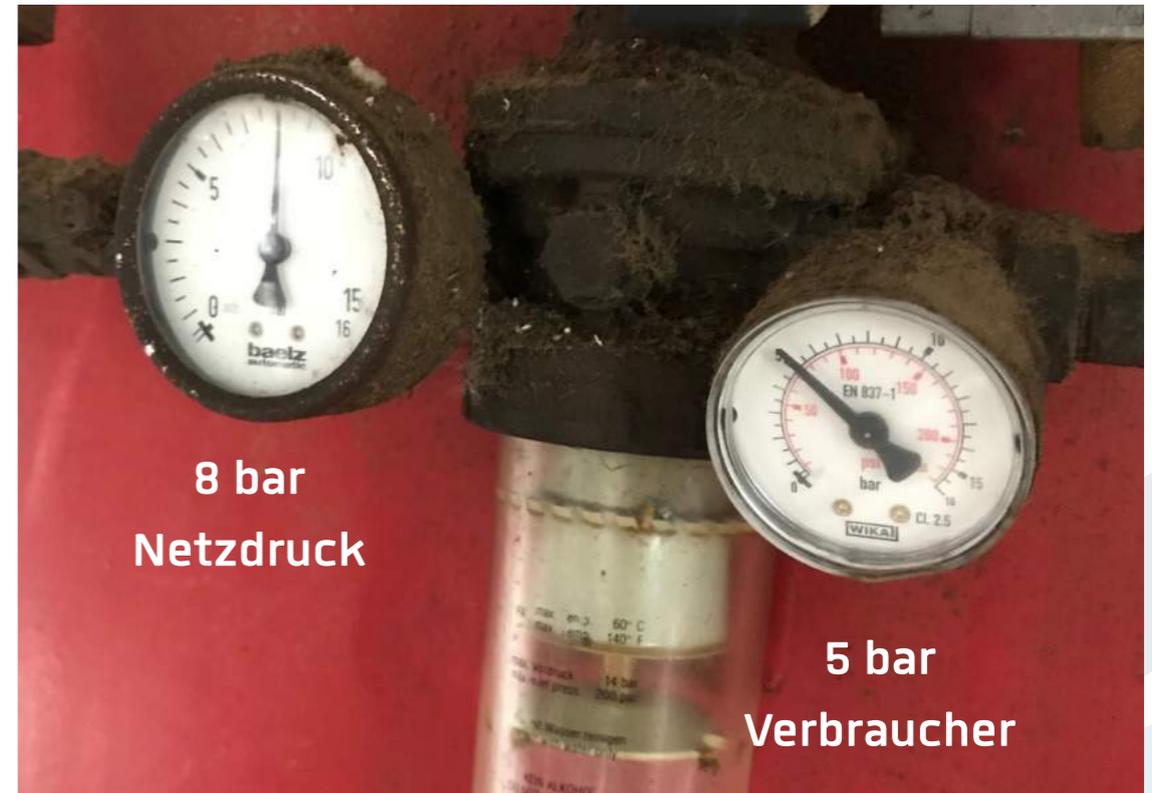
BEISPIEL



Folge: Vermeiden von Störungen durch Druckerhöhung

! Einsparung 9,56 kWh/h ! bei 75 kW Kompressor im Grundlastbetrieb

DRUCKBEDARF NIVELLIEREN



-
- Welcher Druck wird wirklich benötigt?
 - Wie kann der Druckbedarf reduziert werden?

VERBRAUCH REDUZIEREN

DRUCKLUFTVERBRAUCH AN DÜSEN

Lochdurchmesser entsprechende Größe	Luftverbrauch bei 6 bar (ü) m ³ /min	Verlust	
		kW	€/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,-

Druckluft- verbrauch an Düsen

Der Durchfluss steigt
mit dem Durchmesser
und dem Druck

Düsen- Ø [mm]	Arbeitsdruck [bar _ü]			
	4	5	6	7
0,5	12	15	18	22
1,0	45	55	65	75
1,5	95	110	130	150
2,0	180	220	250	290
2,5	280	325	380	430
3,0	400	465	540	710

Quelle: Boge Kompressoren GmbH, Druckluft-Kompendium,

EINSATZ VON SPARDÜSEN

Kostenreduzierung durch WindJet Blasdüsen

Offenes Rohr	Luftverbrauch offenes Rohr (NI/min) *	Gleichwertige Druckluft-Blasdüsen Typ 707 oder Typ 727	Luft-Reduktion durch WindJet Blasdüsen
4 mm	900	1 WindJet Blasdüse	17 %
6 mm	2.000	4 WindJet Blasdüsen	25 %
8 mm	4.500	4 WindJet Blasdüsen	33 %
10 mm	5.700	7 WindJet Blasdüsen	28 %
12 mm	8.600	7 WindJet Blasdüsen	40 %
16 mm	15.000	13 WindJet Blasdüsen	33 %
20 mm	22.000	13 WindJet Blasdüsen	55 %

* Bei 5 bar Druck

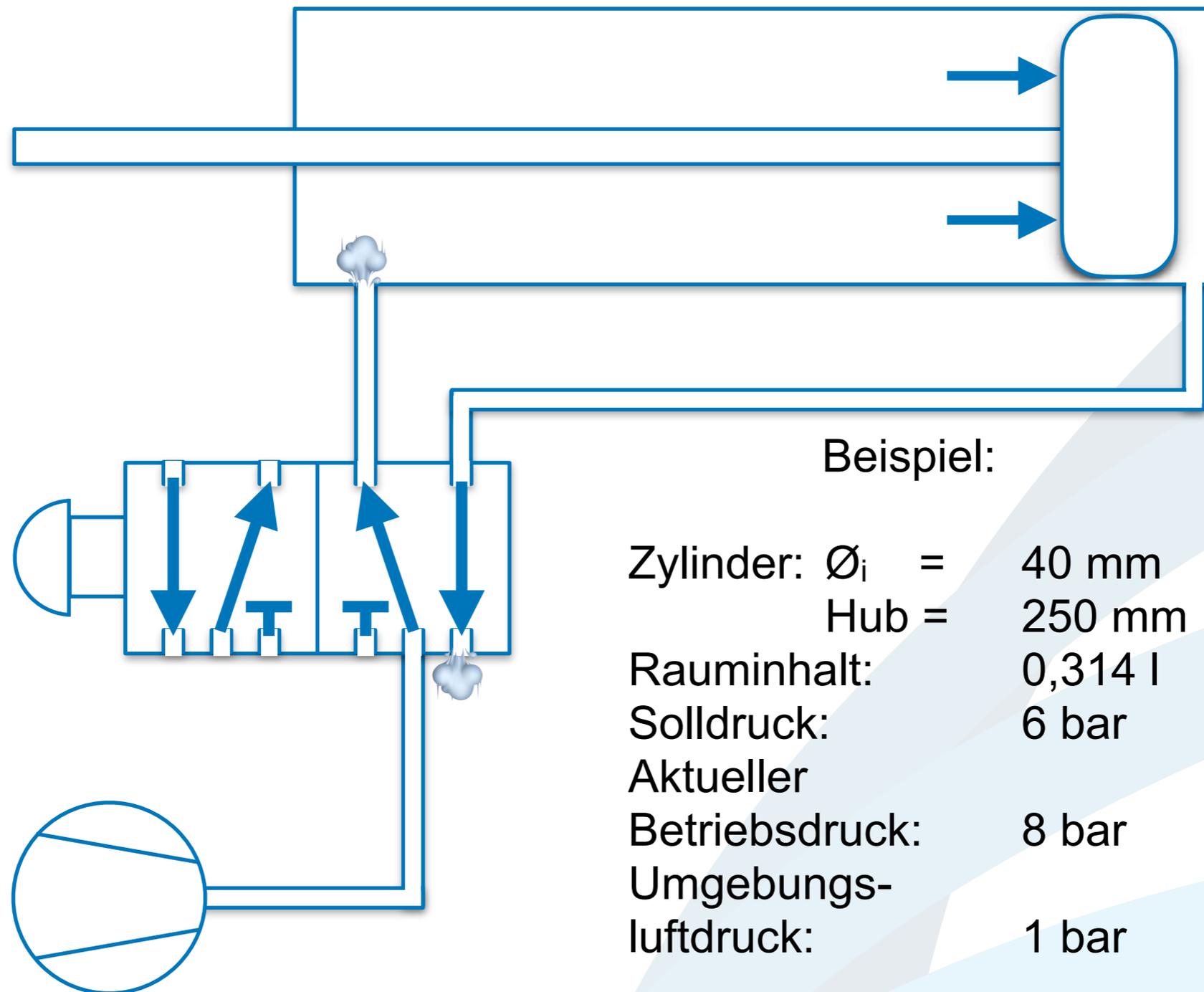
Quelle: BAAS Düsenteknik, Dietrich Baas GmbH, Witten

Kraft und Verbrauch von Zylindern

Prozesse hinterfragen



DRUCKLUFTZYLINDER



Beispiel:

Zylinder: \varnothing_i = 40 mm
Hub = 250 mm
Rauminhalt: 0,314 l
Solldruck: 6 bar
Aktueller Betriebsdruck: 8 bar
Umgebungs-luftdruck: 1 bar

BEISPIEL: ZYLINDER

Zusammenhang zwischen Betriebsdruck und Druckluftverbrauch

l	[mm]	Hub	250
d_i	[mm]	Innendurchmesser des Zylinders	40
V_B	[m ³ /bar]	Rauminhalt des Zylinders bei doppelwirkenden Zylindern ist der Verbrauch doppelt so groß	0,000314
V	[m ³ /h]	max. Bedarfsspitze	berechnen für p ₁ und p ₂
f	[1/h]	Taktfrequenz	600
p_a	[bar]	Absoluter Betriebsdruck 1	7,0
p_a	[bar]	Absoluter Betriebsdruck 2	8,0

$$Q = \frac{d_i^2 \times \pi \times l}{4 \times 10^6 \times 1000} \times p_a \times f$$

$$Q_{6 \text{ bar (ü)}} = 1,3195 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{7 \text{ bar (ü)}} = 1,5080 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$0,1885 \text{ m}^3/\text{h}$$

Mehrverbrauch durch höheren Druck:
14,28%

BEISPIEL: ANSCHLUSSSCHLAUCH

Einfluss des Betriebsdrucks auf den Verbrauch durch die Anschlussleitungen

l [mm]	Schlauchlänge	2.000
d_i [mm]	Schlauchinnendurchmesser	6
V_B [m ³ /bar]	Rauminhalt des Zylinders bei doppelwirkenden Zylindern ist der Verbrauch doppelt so groß	0,000057
V [m ³ /h]	max. Bedarfsspitze	berechnen für p ₁ und p ₂
f [1/h]	Taktfrequenz	600
p_ü [bar]	Absoluter Betriebsdruck 1	6,0
p_ü [bar]	Absoluter Betriebsdruck 2	7,0

$$Q = \frac{d_i^2 \times \pi \times l}{4 \times 10^6 \times 1000} \times p_a \times f$$

$$Q_{6 \text{ bar (ü)}} = 0,2036 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{7 \text{ bar (ü)}} = 0,2375 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$0,0339 \text{ m}^3/\text{h}$$

Mehrverbrauch durch
höheren Druck
16,65%

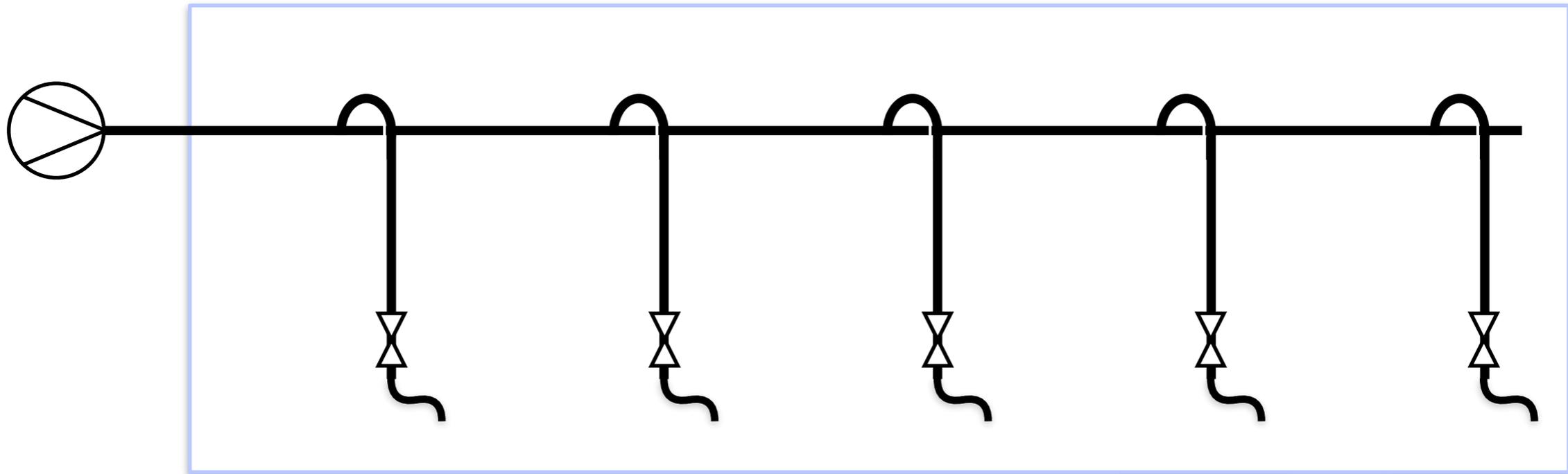
KRAFTLOSE RÜCKFÜHRUNG

- Für die Ausführung einer kraftlosen Bewegung muss lediglich der Zylinderwiderstand überwunden werden. Hierfür reicht ein erheblich reduzierter Druck: z. B. Werkzeugrückführung mit 2 bar (ü)

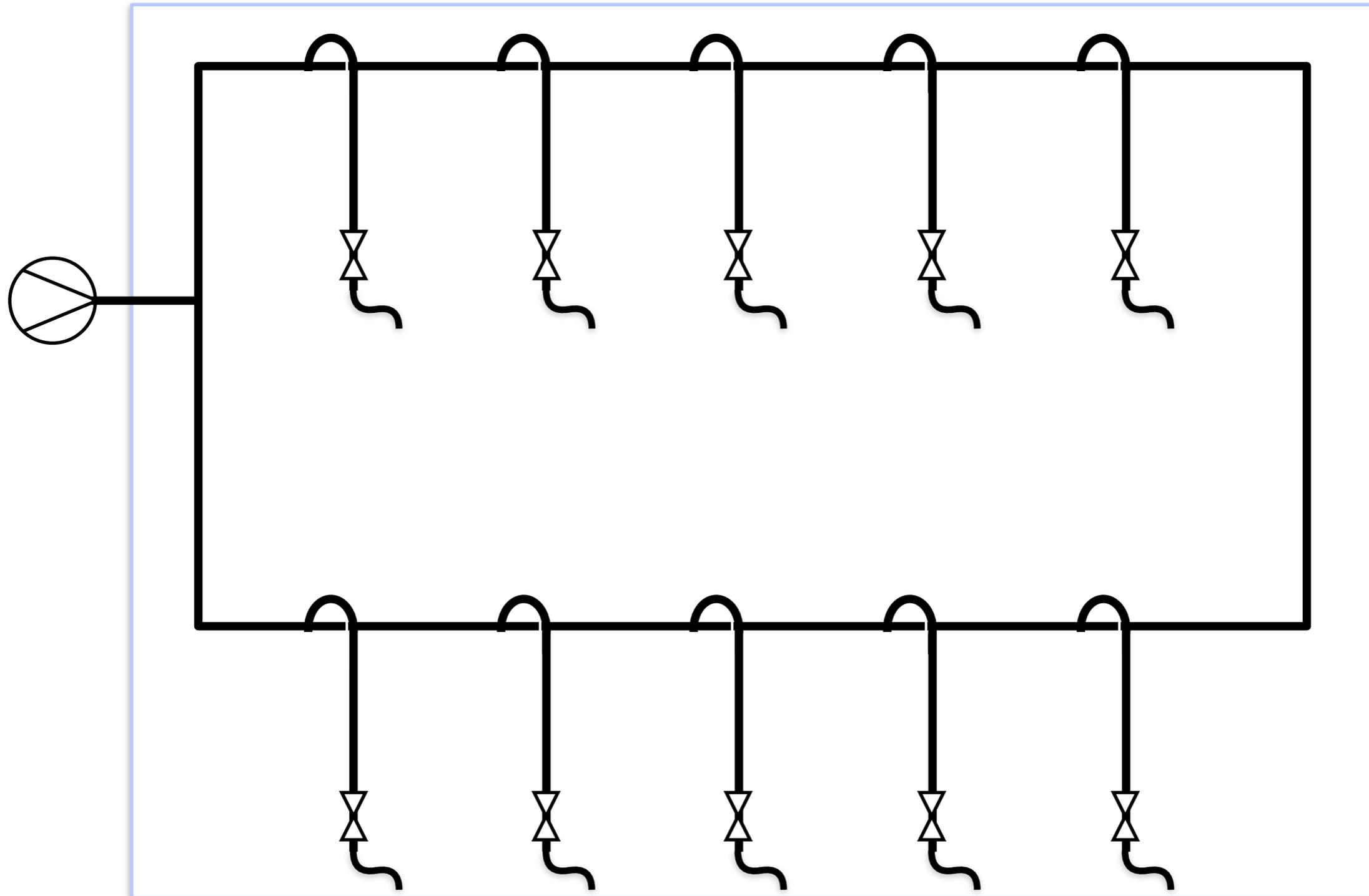
	Einheit	Hinweg	kraftlose Rückführung	kraftlose Rückführung	gesamt doppelwirkend
Betriebsüberdruck	$p_{\ddot{u}}$, bar	6,0	2,0		
Luftdruck	p_a , bar	1,0	1,0		
Zylinder	Q_Z , m ³ /h	3,958	1,696		
Anschlussschlauch	Q_S , m ³ /h	0,713	0,305		
Gesamtverbrauch	Q_{Σ} , m ³ /h	4,671	2,002		
Einsparung	Q_{Σ} , m ³ /h	0,000	2,669	57,1 %	28,6 %

ROHRNETZ UND DIMENSIONIERUNG

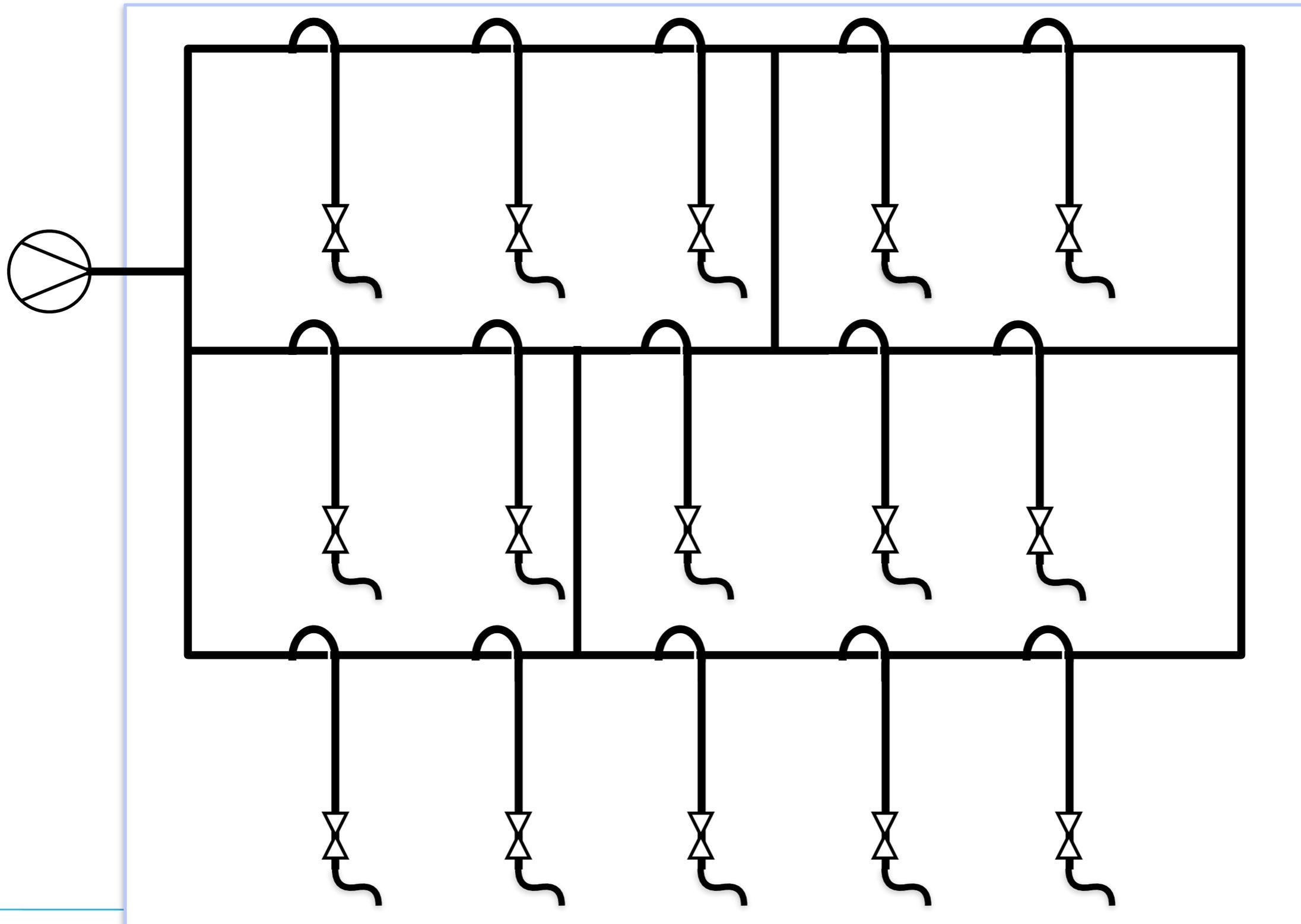
STICHLEITUNG



RINGLEITUNG



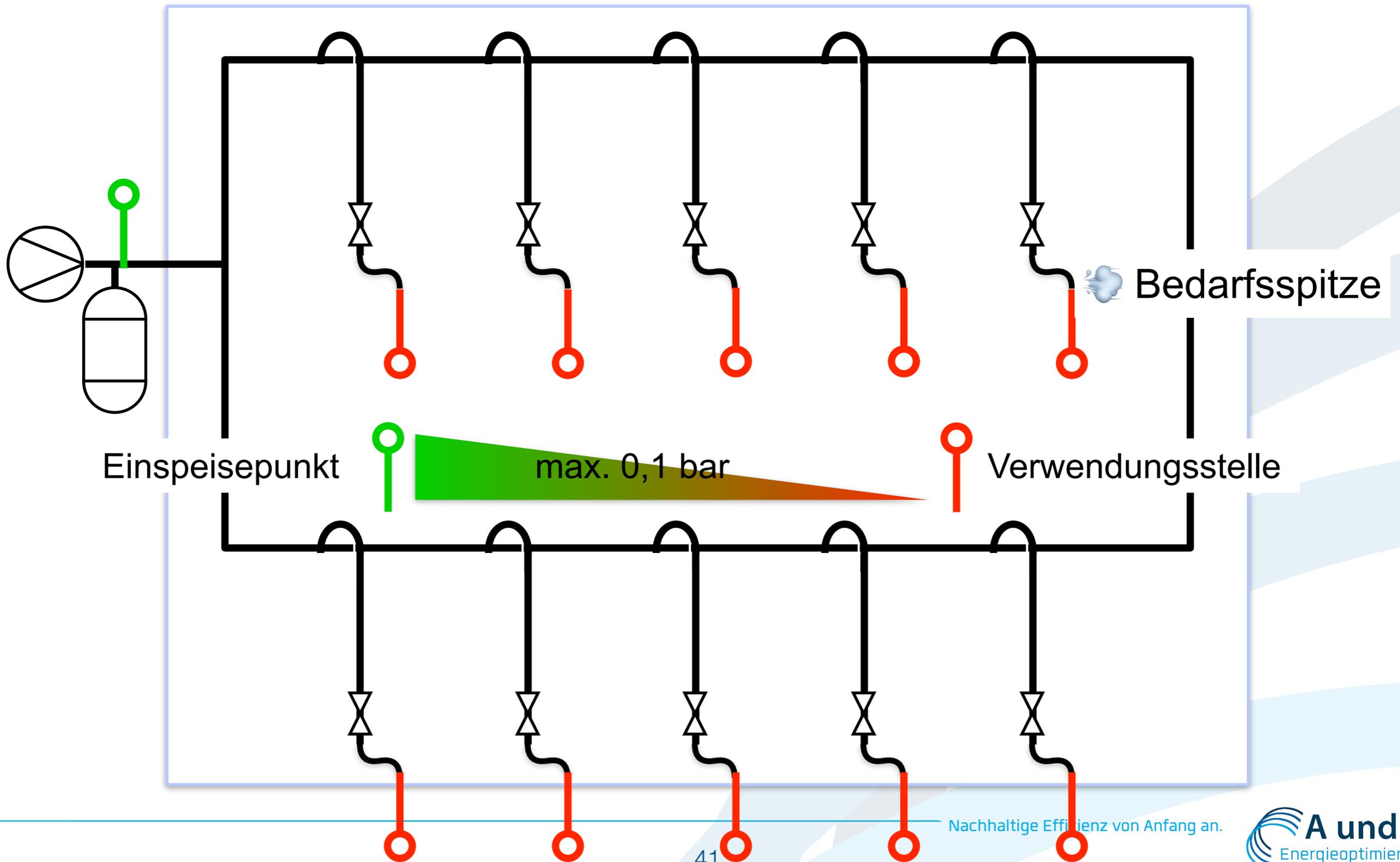
VERMASCHTES LEITUNGSSYSTEM



BERECHNUNGSGRUNDSÄTZE

- Druckverlust maximal 0,1 bar vom Einspeisepunkt bis zur Verwendungsstelle
- Rohrleitungsdimensionierung muss zur Bedarfsspitze im Druckluftsystem passen.
- Bedarfsspitze im Druckluftsystem entsteht unabhängig von der installierten Kompressorenleistung und kann daher auch größer als die Summe der Kompressorenleistung sein.

ROHRNETZBERECHNUNG



ROHRNETZBERECHNUNG

- Einflussgrößen auf den Leitungswiderstand
 - max. strömendes Druckluftvolumen
 - freier Leitungsquerschnitt
 - gesamte Rohrlänge:
 - gerade Rohrlänge zzgl. ...
 - äquivalente Rohrlänge für Einzelwiderstände von Rohrbögen, Abzweigen, andere Fittings und Armaturen

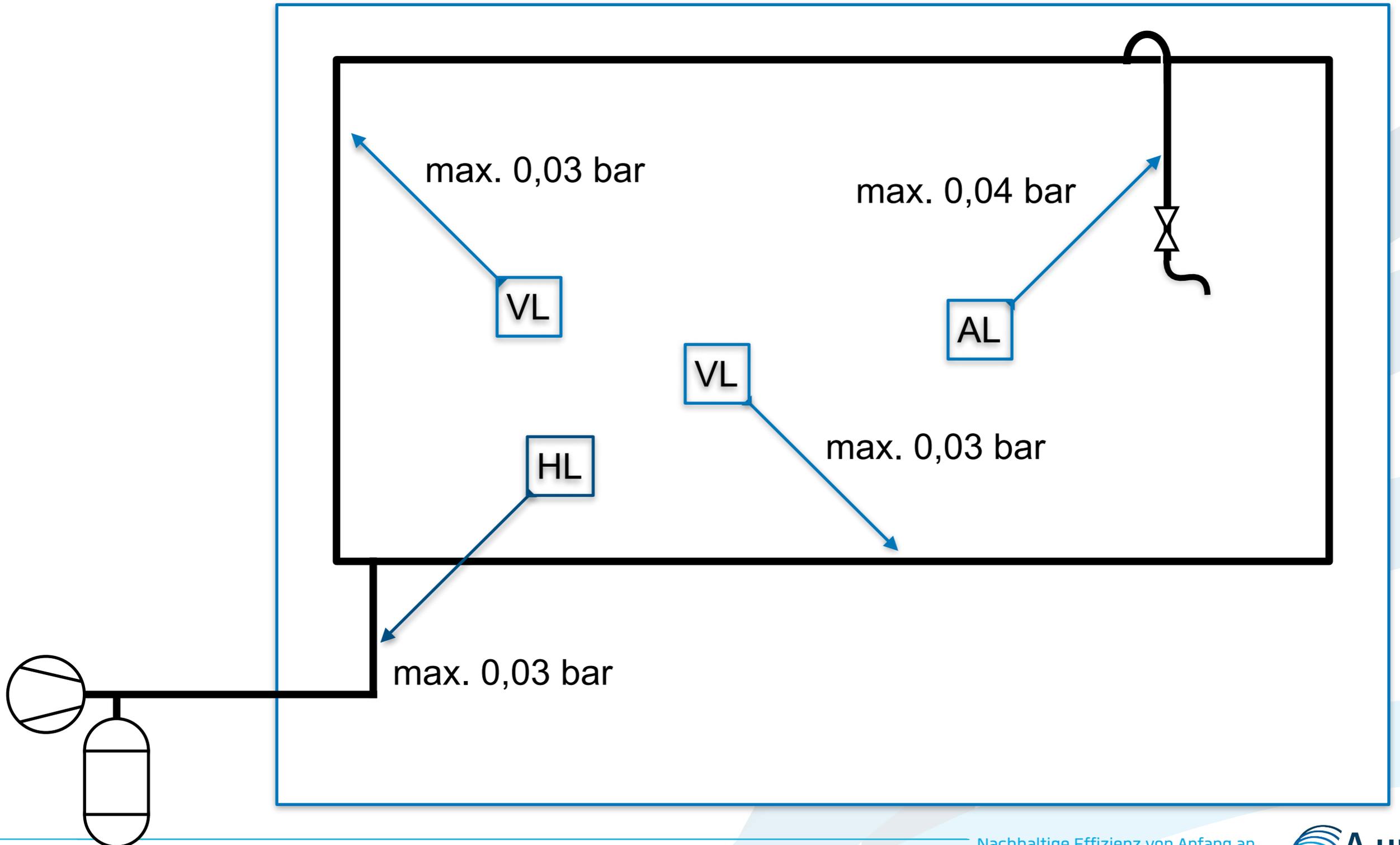
GESTALTUNGSGRUNDSÄTZE

- keine Querschnittänderung im laufenden Rohrstrang oder Ringsystem
- Querschnittänderung gegenüber dem Hauptrohrnetz nur bei Abnahmeleitungen z. B. Maschinenanschlüsse, Unterverzweigung zulässig.
- Bemessungsgröße ist die max. strömende Druckluftmenge Angabe als FAD (Free Air Delivery)

BERECHNUNGSGRUNDSÄTZE

- Aufteilung des Rohrnetzes in ...
 - HL = Hauptleitung
 - VL = Verteilleitung (Ring- oder Stichverteilung)
 - AL = Anschlussleitung
- Aufteilung des max. zulässigen Druckverlusts von 0,1 bar
 - HL max. 0,03 bar
 - VL max. 0,03 bar
 - AL max. 0,04 bar
- Bestimmung oder Abschätzung des max. strömenden Druckluftvolumens im Rohrabschnitt

BEISPIEL: RINGLEITUNGSSYSTEM



ROHRNETZBERECHNUNG

$$d_i = \sqrt[5]{\frac{1,6 \times \dot{V}^{1,85} \times L}{10^7 \times p_{abs} \times \Delta p}} \times 1000$$

d_i	[mm]	Erforderlicher Rohrinne Durchmesser
V	[m ³ /s]	Druckluftvolumenstrom im Ansaugzustand
L	[m]	gesamte Rohrlänge inkl. äquivalente Rohrlänge durch Fittings, ...
p_{abs}	[bar (a)]	Gesamtdruck inkl. Druck der Ansaugluft
Δp	[bar]	max. zulässiger Druckverlust im Rohrabschnitt

ROHRNETZBERECHNUNG

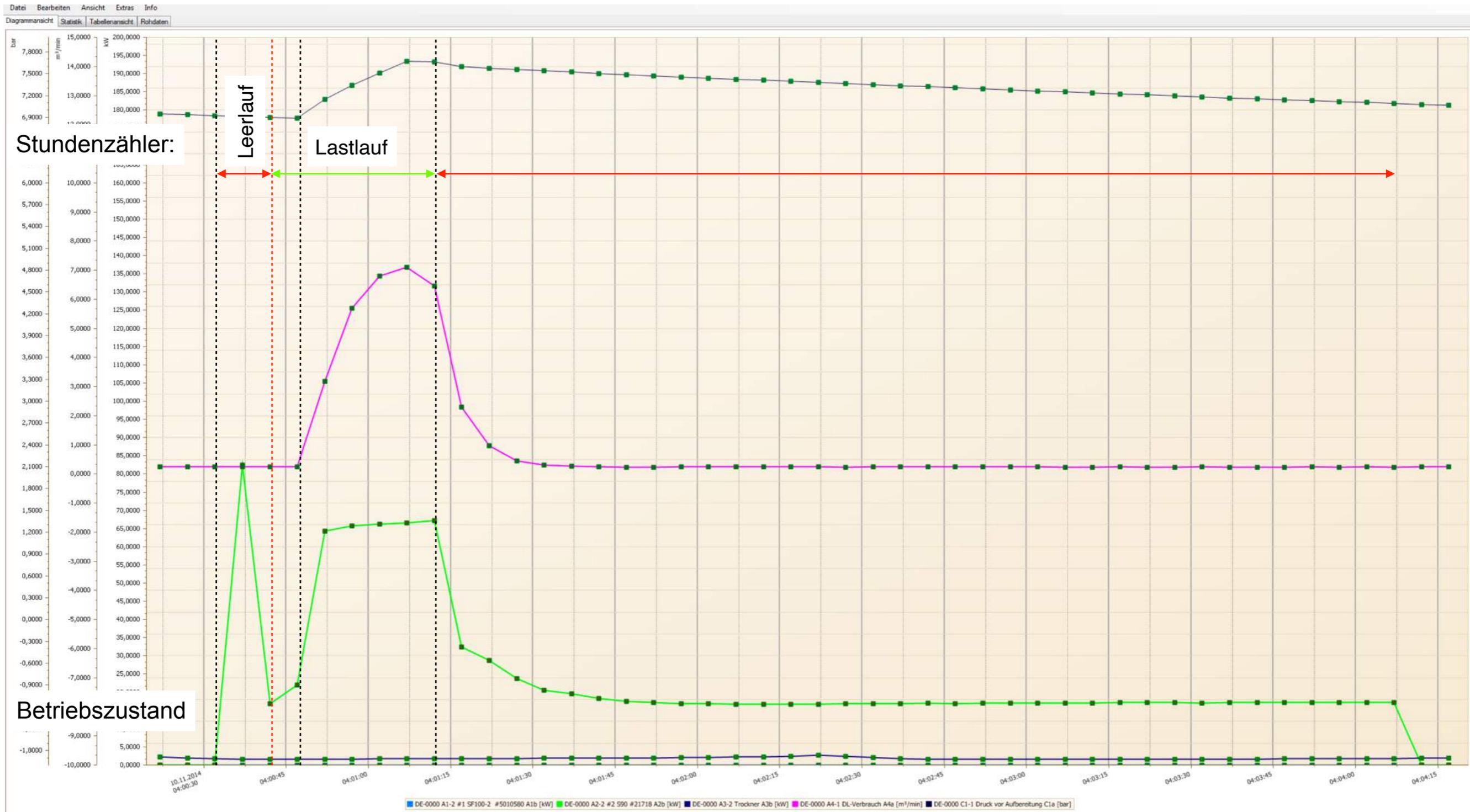
Pos.-Nr.:		3.1.	3.2.	3.3.	3. ...	2.1.	2.2.	2. ...	1
Leitungsabschnitt		AL	AL	AL	AL	VL	VL	VL	HL
Rohrinnendurchmesser	[mm]	18,7	20,3	21,6		84,9	84,9		77,5
kleinster zulässiger Betriebsüberdruck an der Anschlussstelle	[bar (ü)]	6,0	6,0	6,0		6,0	6,0		6,0
max. zulässiger Druckverlust	[bar]	0,03	0,03	0,03		0,03	0,03		0,03
max. Druckluftbedarfsspitze	[m³/min]	1,0	1,0	1,0		10,0	10,0		20,0
gesamte Rohrlänge inkl. Fittings,...	[m]	5,9	8,9	11,9	-	159,0	159,0	-	28,0
gerade Rohrlänge	[m]	5	8	11		150	150		10
Äquivalente Rohrlänge	[m]	0,9	0,9	0,9	-	9,0	9,0	-	18,0
Bogen	[m]	0,2	0,2	0,2		2,0	2,0		4,0
T-Verbinder	[m]	0,5	0,5	0,5		5,0	5,0		10,0
Kugelhahn	[m]	0,1	0,1	0,1		1,0	1,0		2,0
...	[m]	0,1	0,1	0,1		1,0	1,0		2,0
Umrechnung in ...	[m³/s]	0,017	0,017	0,017	-	0,167	0,167	-	0,333
Zwischenrechnung Zähler		0,005	0,007	0,010	-	9,246	9,246	-	5,870
Umrechnung in ...	[bar (a)]	7,0	7,0	7,0	-	7,0	7,0	-	7,0
Zwischenrechnung Nenner		2100000	2100000	2100000	-	2100000	2100000	-	2100000

EFFIZIENTE KOMPRESSOREN UND STEUERUNG

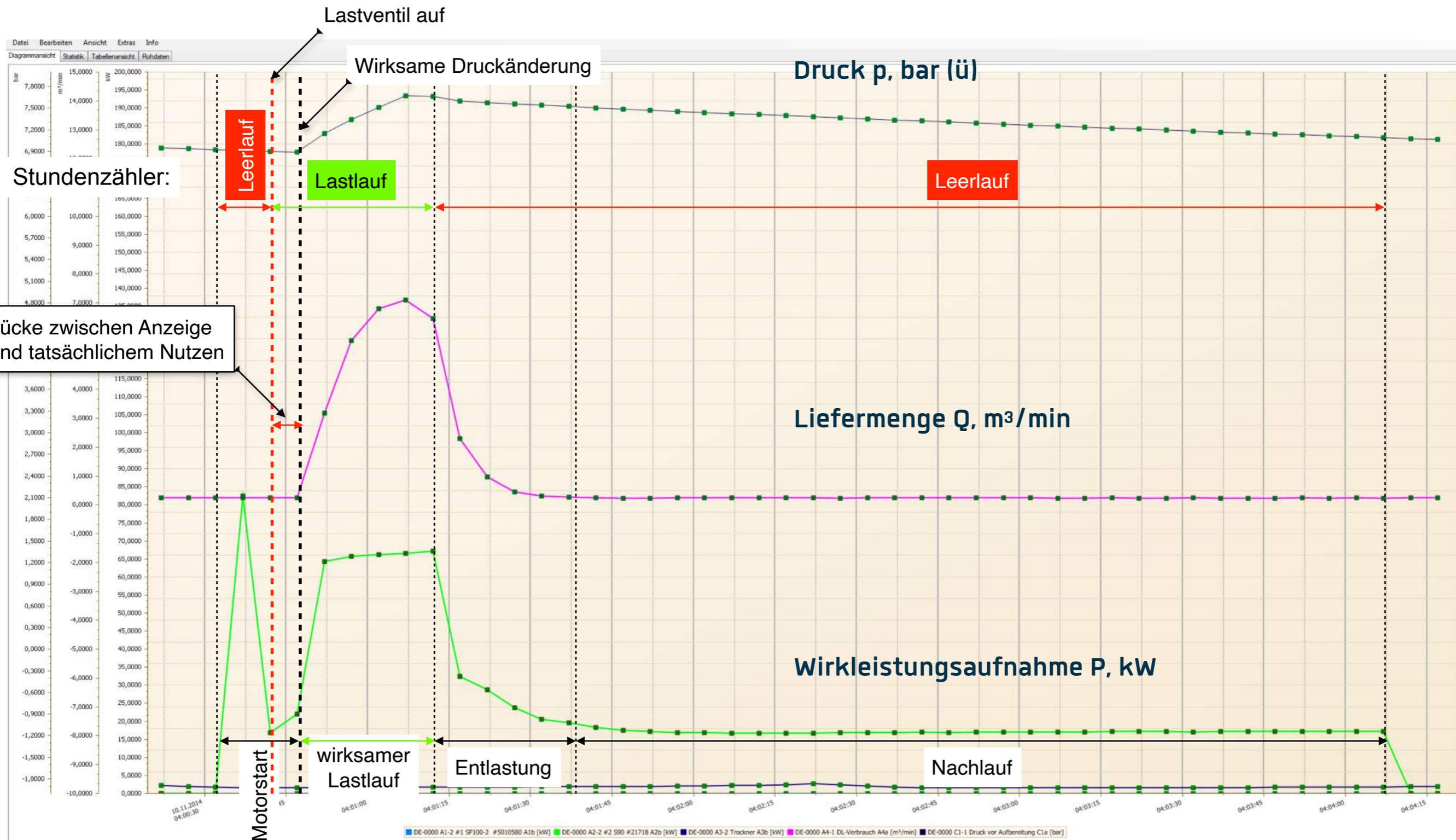
ANTRIEB UND STEUERUNG



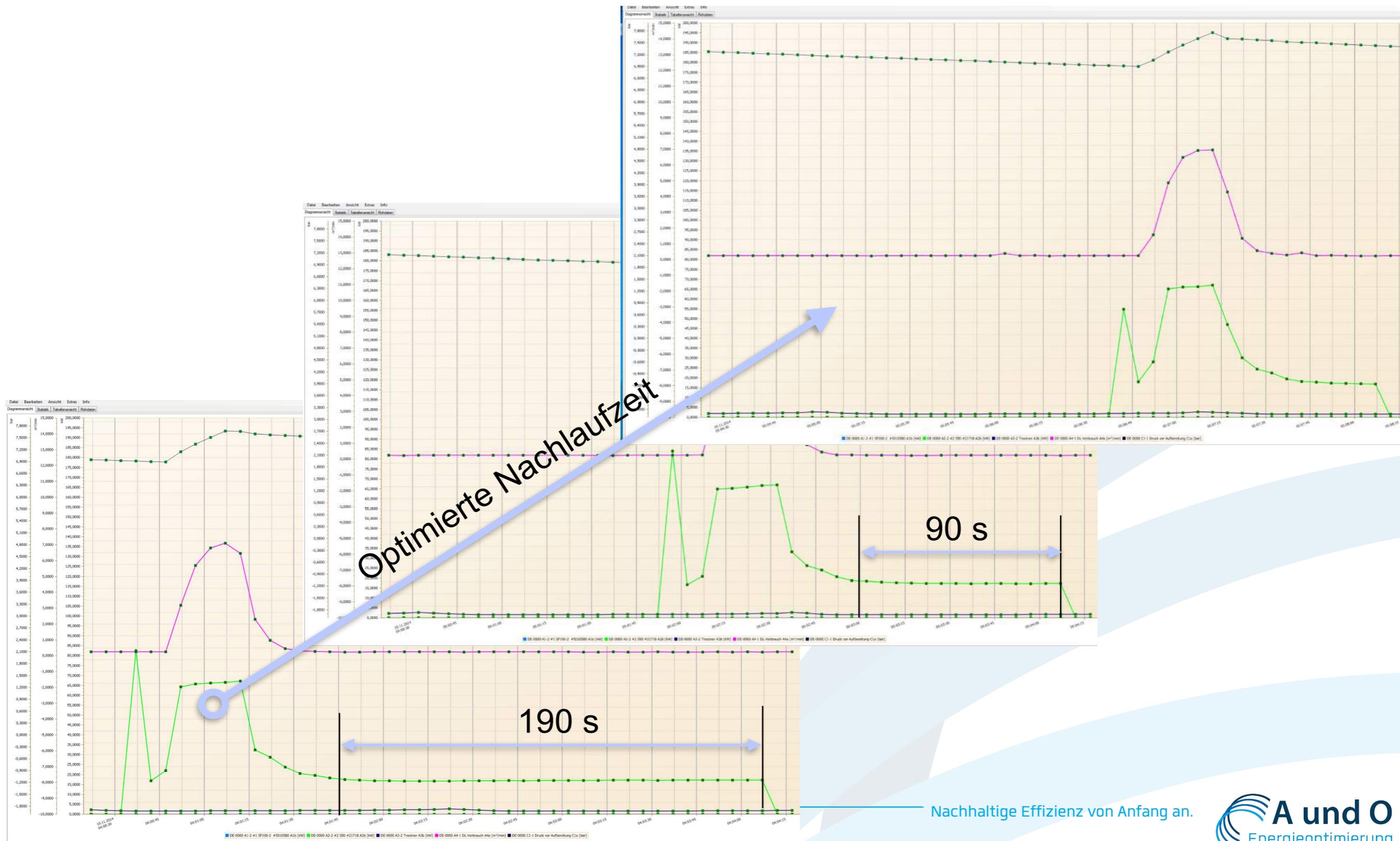
KOMPRESSORENANTRIEB UND -STEUERUNG



LAST-LEERLAUF-STILLSTAND STEUERUNG



OPTIMIERUNGSPOTENTIAL VON STC-KOMPRESSOREN



Nachhaltige Effizienz von Anfang an.

OPTIMIERUNGSPOTENTIAL VON STC-KOMPRESSOREN

Nachlaufzeit 190 s ... 424 Wh/m³ ... 100%

ID	Name	Einheit	Durchschnitt	Min	Zeit von Min	Max	Zeit von Max
2	A1-2 #1 SF100-2 #5010580 A1b	kW	0	0	10.11.2014 04:00:22	0	10.11.2014 04:04:17
6	A2-2 #2 S90 #21718 A2b	kW	22,6985	0	10.11.2014 04:00:22	82,5138	10.11.2014 04:00:37
10	A3-2 Trockner A3b	kW	1,833	1,6116	10.11.2014 04:03:02	2,6907	10.11.2014 04:02:22
13	A4-1 DL-Verbrauch A4a	m ³ /min	0,8902	0,2331	10.11.2014 04:03:27	7,0923	10.11.2014 04:01:07
24	C1-1 Druck vor Aufbereitung C1a	bar	7,2808	6,8885	10.11.2014 04:00:47	7,6738	10.11.2014 04:01:07

Nachlaufzeit 90 s ... 321 Wh/m³ ... -24%

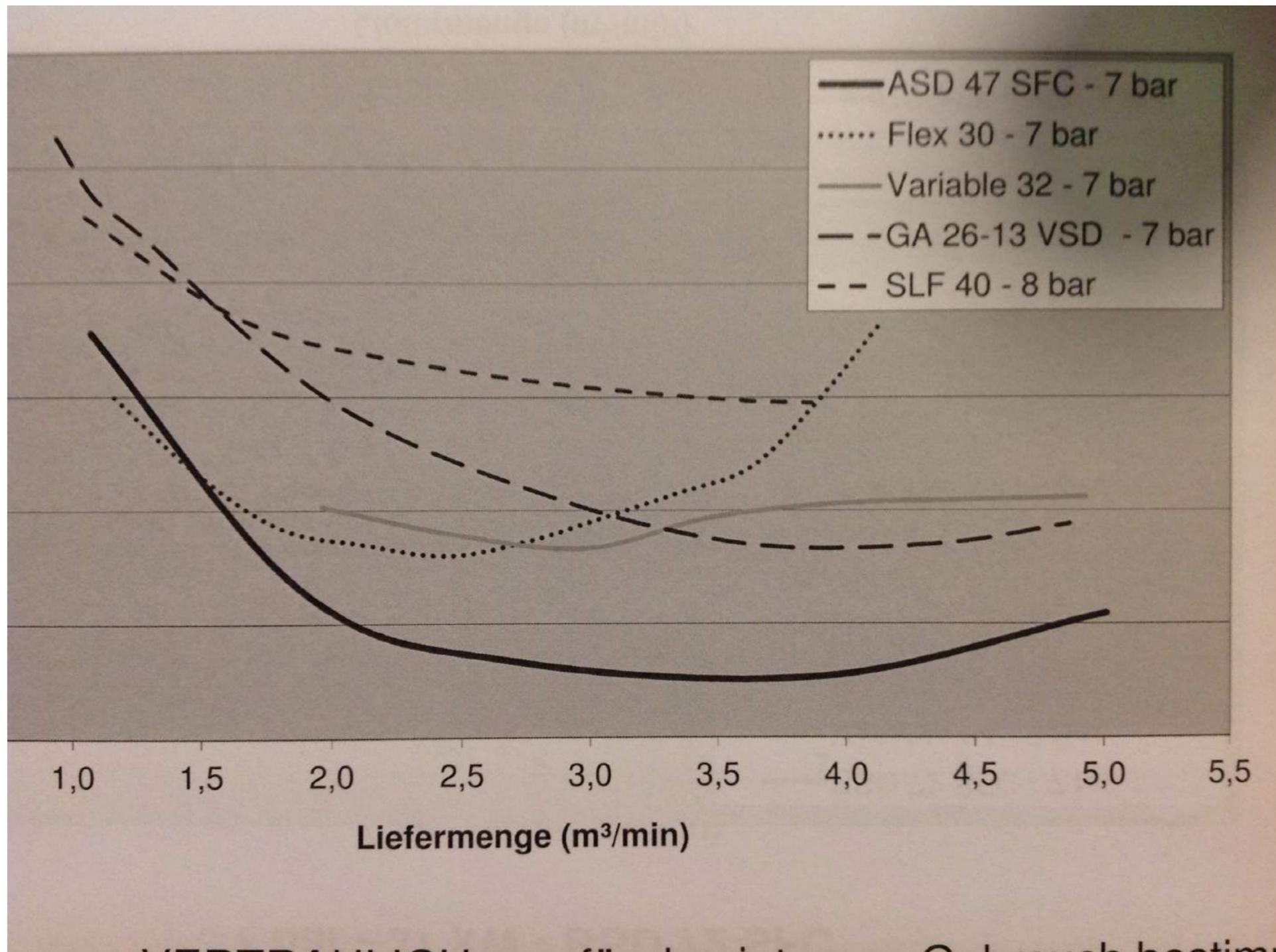
ID	Name	Einheit	Durchschnitt	Min	Zeit von Min	Max	Zeit von Max
2	A1-2 #1 SF100-2 #5010580 A1b	kW	0	0	10.11.2014 05:00:22	0	10.11.2014 05:04:17
6	A2-2 #2 S90 #21718 A2b	kW	17,0751	0	10.11.2014 05:00:22	84,0957	10.11.2014 05:01:57
10	A3-2 Trockner A3b	kW	1,8332	1,6096	10.11.2014 05:03:12	2,6784	10.11.2014 05:02:37
13	A4-1 DL-Verbrauch A4a	m ³ /min	0,8851	0,2342	10.11.2014 05:01:32	7,055	10.11.2014 05:02:27
24	C1-1 Druck vor Aufbereitung C1a	bar	7,2555	6,9045	10.11.2014 05:02:02	7,7122	10.11.2014 05:02:27

Nachlaufzeit 30 s ... 235 Wh/m³ ... -44%

ID	Name	Einheit	Durchschnitt	Min	Zeit von Min	Max	Zeit von Max
2	A1-2 #1 SF100-2 #5010580 A1b	kW	0	0	10.11.2014 05:04:22	0	10.11.2014 05:08:17
6	A2-2 #2 S90 #21718 A2b	kW	12,7868	0	10.11.2014 05:04:22	67,0723	10.11.2014 05:07:12
10	A3-2 Trockner A3b	kW	1,9033	1,6197	10.11.2014 05:07:47	2,6895	10.11.2014 05:04:57
13	A4-1 DL-Verbrauch A4a	m ³ /min	0,9049	0,2325	10.11.2014 05:06:17	6,968	10.11.2014 05:07:12
24	C1-1 Druck vor Aufbereitung C1a	bar	7,2326	6,9003	10.11.2014 05:06:47	7,76	10.11.2014 05:07:12

Trotz der erreichbaren Verbesserungen ist für diesen Bedarf ein kleiner Kompressor effektiv

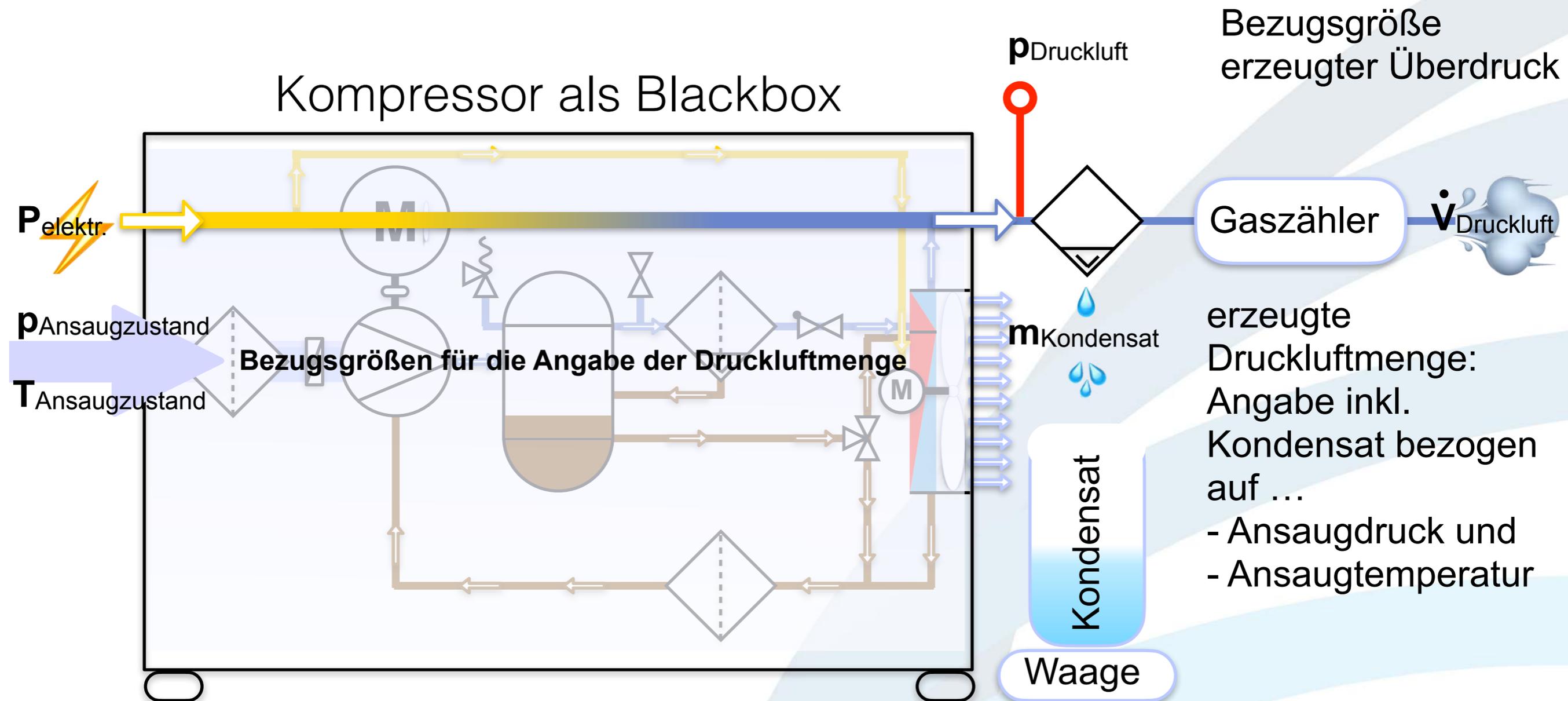
Effizienzveränderung durch Drehzahländerung



GRUNDLAGE ISO 1217 ANNEX C

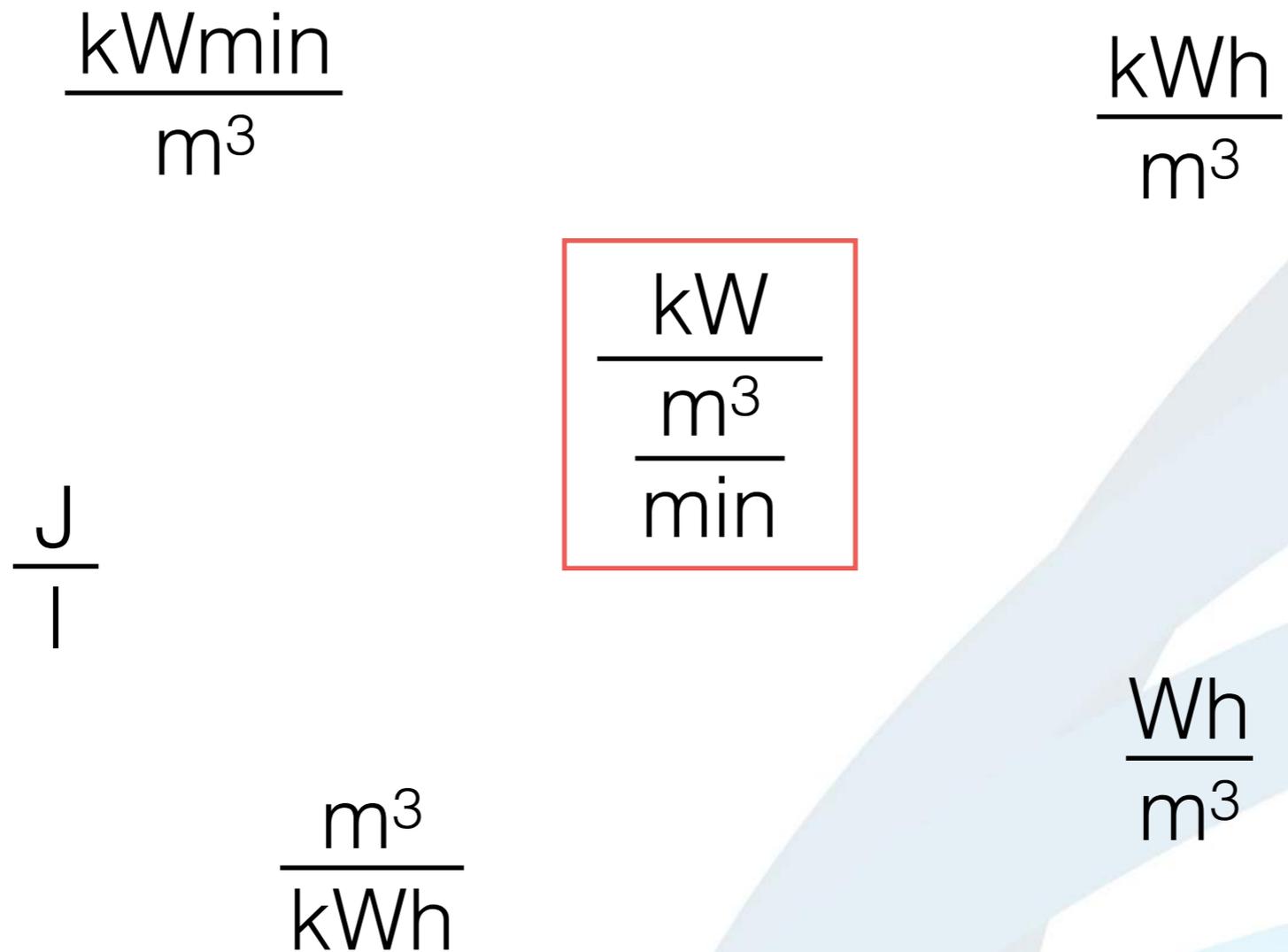
benötigte elektrische
Gesamtwirkleistungsaufnahme

Kompressor als Blackbox



Ihr Partner zur Durchführung Ihres Projektes:

KENNZAHLEN-CHAOS



ANGABE DER ENERGIEEFFIZIENZ

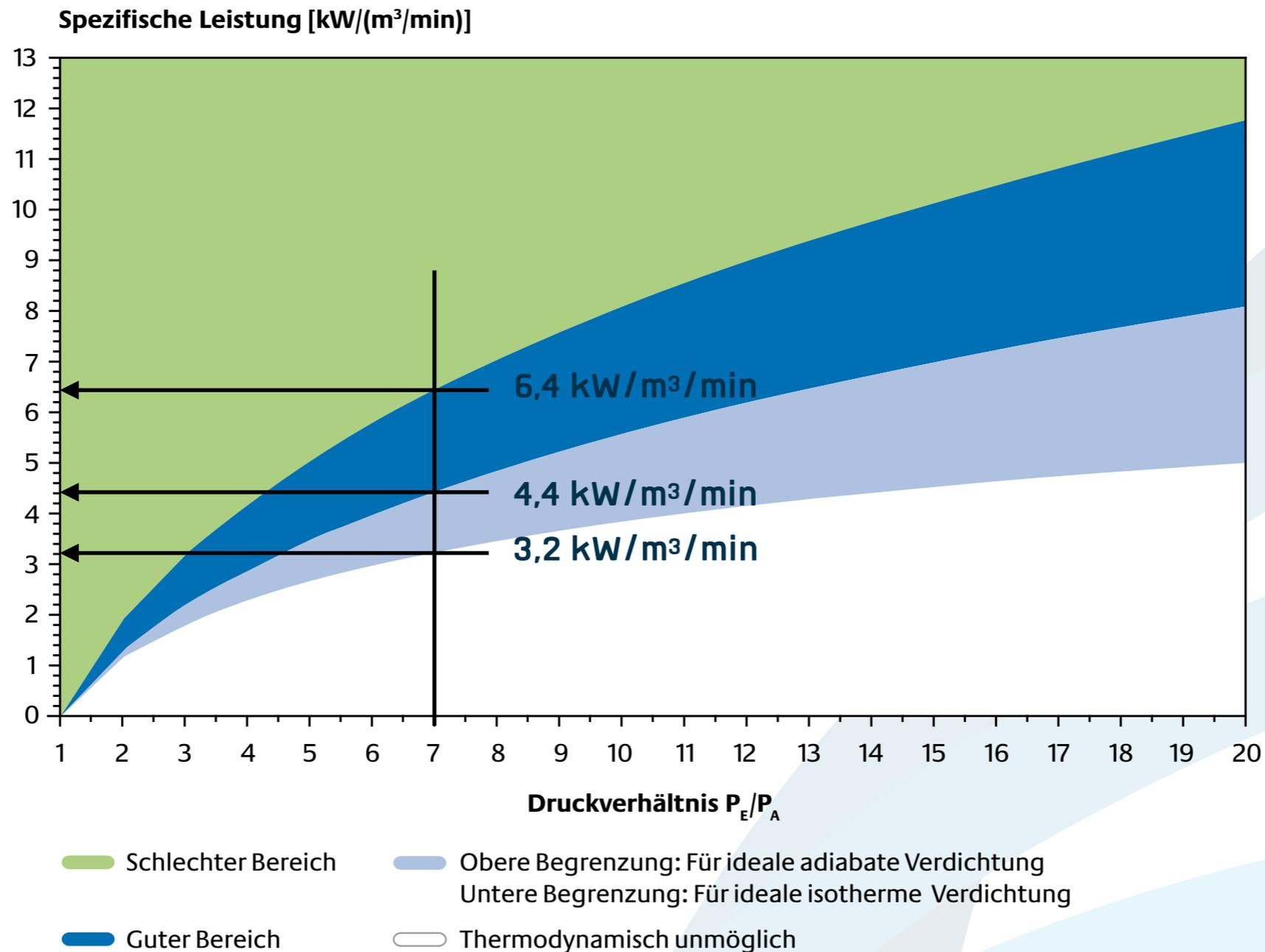
6 kW/(m³/min)

$$= 0,1 \text{ kWh/m}^3 = 100 \text{ Wh/m}^3 = 360 \text{ J/l}$$

$$= 6,0 \text{ kWmin/m}^3 = 1 \text{ Ws/l}$$

$$= 10,0 \text{ m}^3/\text{kWh}$$

SPEZIFISCHE LEISTUNG



BEISPIELE

Motor- Nennleistung in kW	Spezifischer Leistungswert nach ISO 1217:2009 - Nenndruck in bar Überdruck in kW/(m ³ /min)											
	4 bar	5 bar	6 bar	7 bar	8 bar	9 bar	10 bar	11 bar	12 bar	13 bar	14 bar	15 bar
18,5	5,30	5,72	5,97	6,31	6,67	7,16	7,55	7,98	8,48	9,20	9,93	10,46
22	5,24	5,67	5,92	6,25	6,60	7,08	7,47	7,89	8,36	9,07	9,78	10,29
25	5,07	5,51	5,76	6,08	6,42	6,87	7,24	7,65	8,09	8,78	9,45	9,95
30	5,02	5,47	5,72	6,03	6,37	6,81	7,18	7,58	7,99	8,67	9,33	9,82
37	4,98	5,43	5,68	5,99	6,32	6,75	7,11	7,51	7,91	8,58	9,22	9,70
45	4,88	5,40	5,65	5,95	6,28	6,70	7,06	7,45	7,83	8,49	9,12	9,60
55	4,84	5,31	5,56	5,85	6,18	6,59	6,93	7,31	7,68	8,33	8,94	9,40
75	4,81	5,28	5,54	5,82	6,14	6,54	6,89	7,26	7,61	8,25	8,86	9,31
90	4,77	5,25	5,51	5,79	6,11	6,50	6,84	7,21	7,55	8,19	8,78	9,23

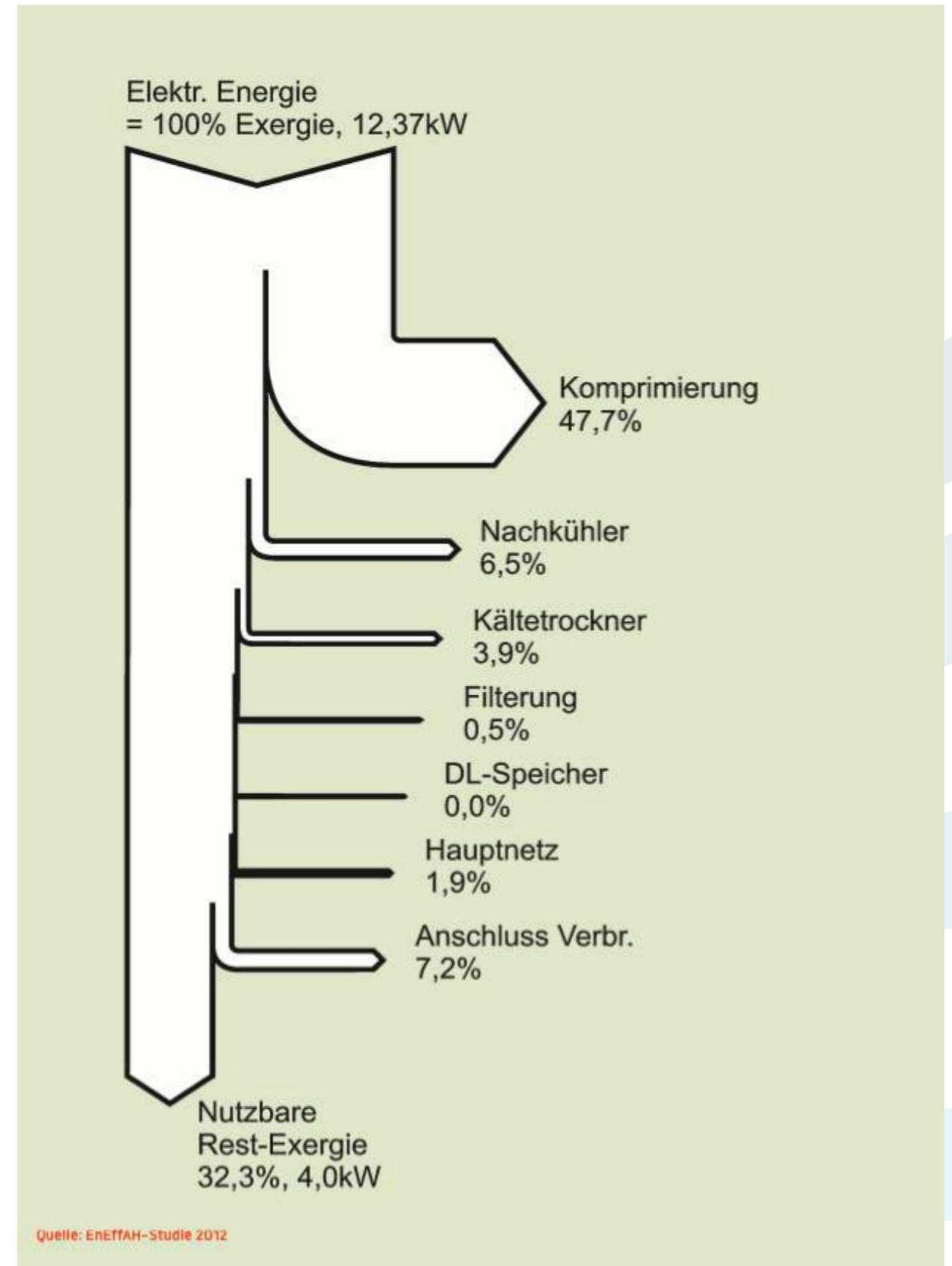
Beispiel: 37 kW Nennleistung 5,99 kW/(m³/min) bei 7,0 bar ü

Anmerkung: BAFA Liste 2019 für 37 kW: 6,10 kW/(m³/min)

DRUCKLUFT-ENERGIEEFFIZIENZ

Nutzen der Druckluft

- exergetischer Wirkungsgrad größer 30 %



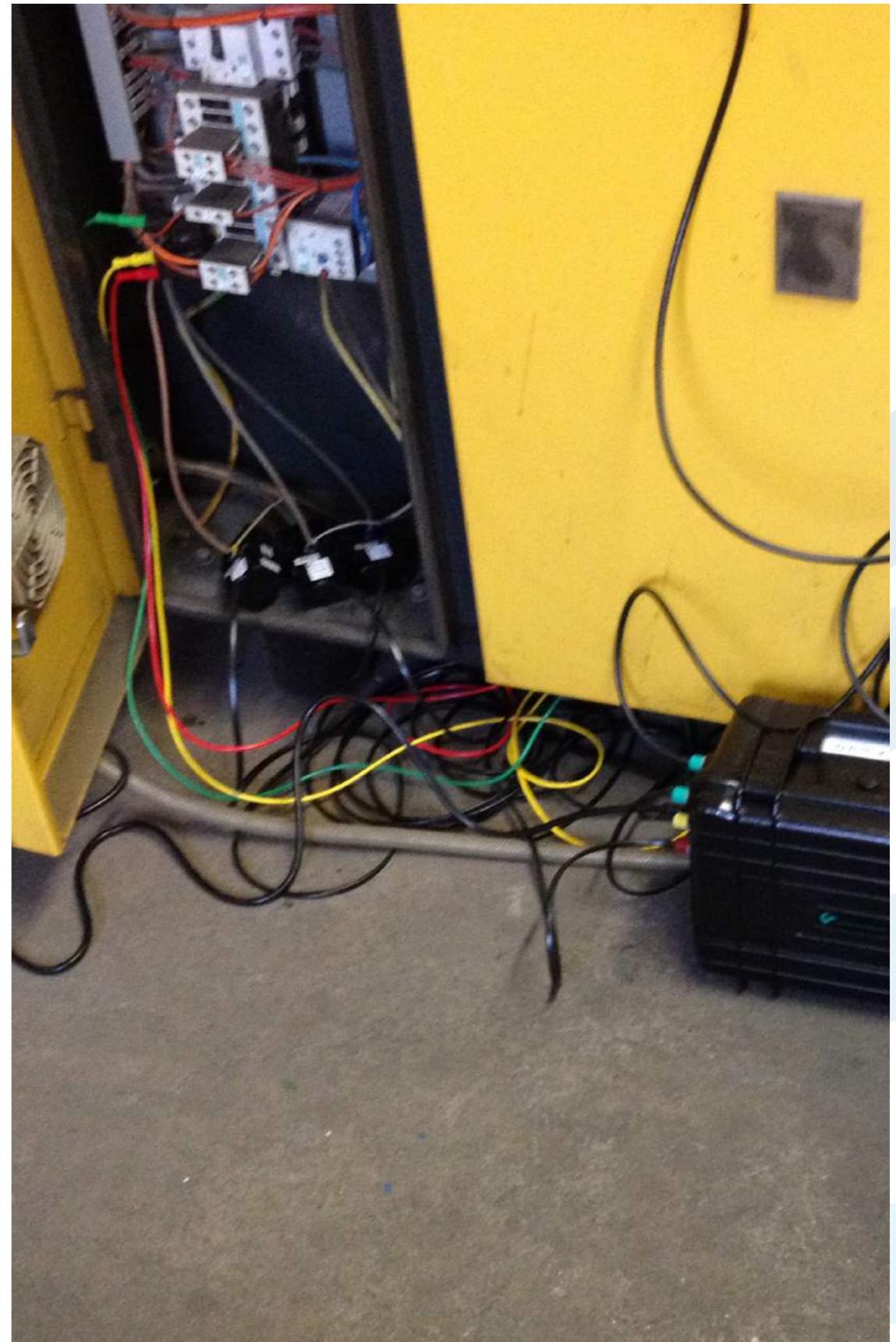
Druckluft- Lastgang

- Durchfluss:
 - Q , m³/h, m³/min
- Druck:
 - p , bar, MPa
- Referenzmesspunkt für die messwertbasierte Rohrnetzanalyse

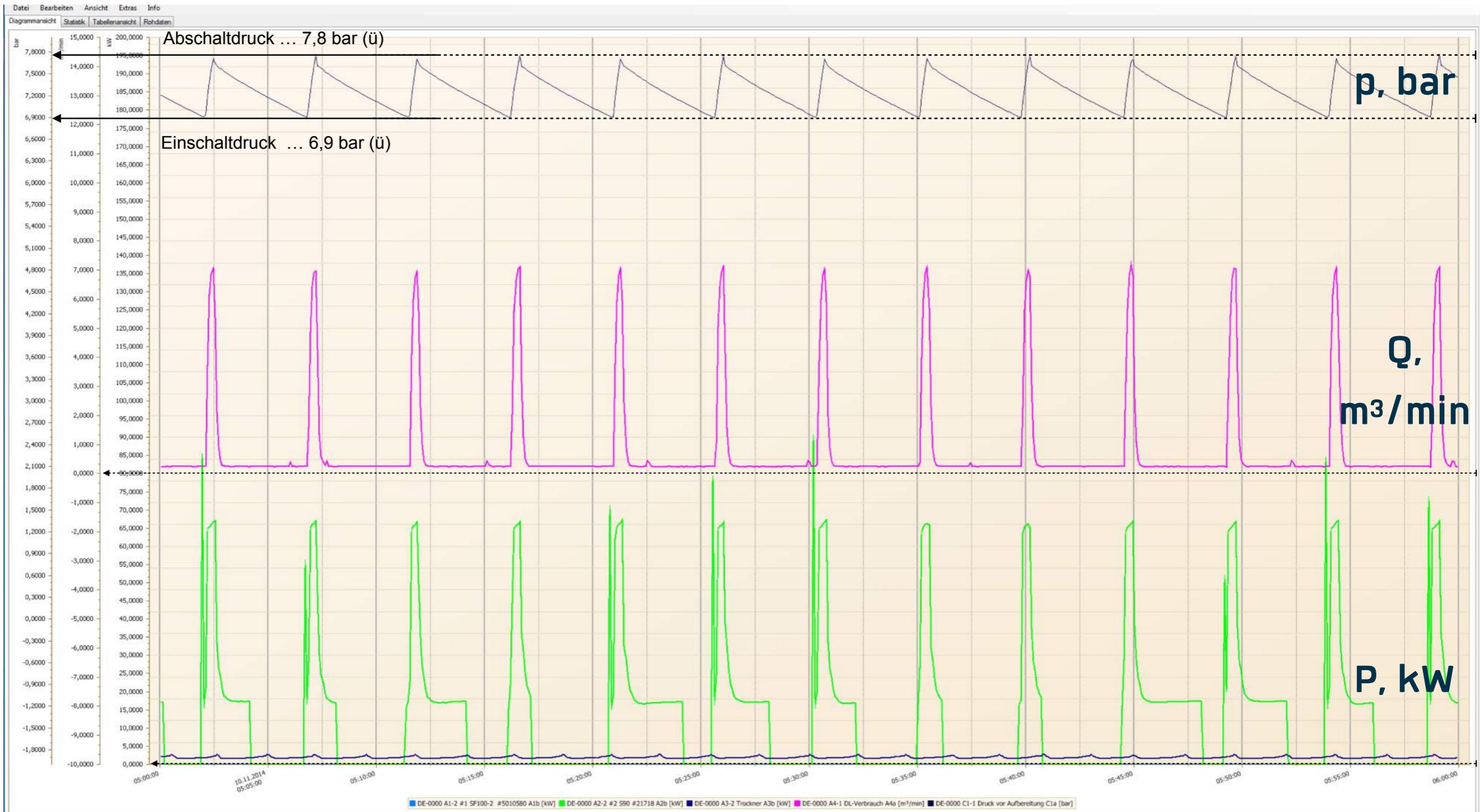


Lastgang der elektr. Leistung

- Wirkleistung:
 - W, kW
- Blindleistung:
 - VAR, var
- Spannung:
 - U, V
- Strom
 - I, A



MESSWERTBASIERTE ANALYSE



HIGHLIGHTS DER MESSWERTB. ANALYSE

Kompressor schaltet nicht Last (24/7 Leerlauf: 13,57 kW)

- ▶ Auch der Service hat es nicht gemerkt.

Leckage am Kompressor durch defektes MDRV (5 m³/min)

- ▶ Man hört sie nicht.

Kompressoren stören sich gegenseitig

- ▶ Energie-zehrendes Regelverhalten. (Reparaturen, Wartungen, ...)

Druckeinstellung viel zu hoch

- ▶ Mehrere Druckbehälter in Reihe durchströmt mit viel zu kleinem Anschlussquerschnitt, Umgehungsleitung auf, alles ist gut!

Vergleiche über Kennzahlen

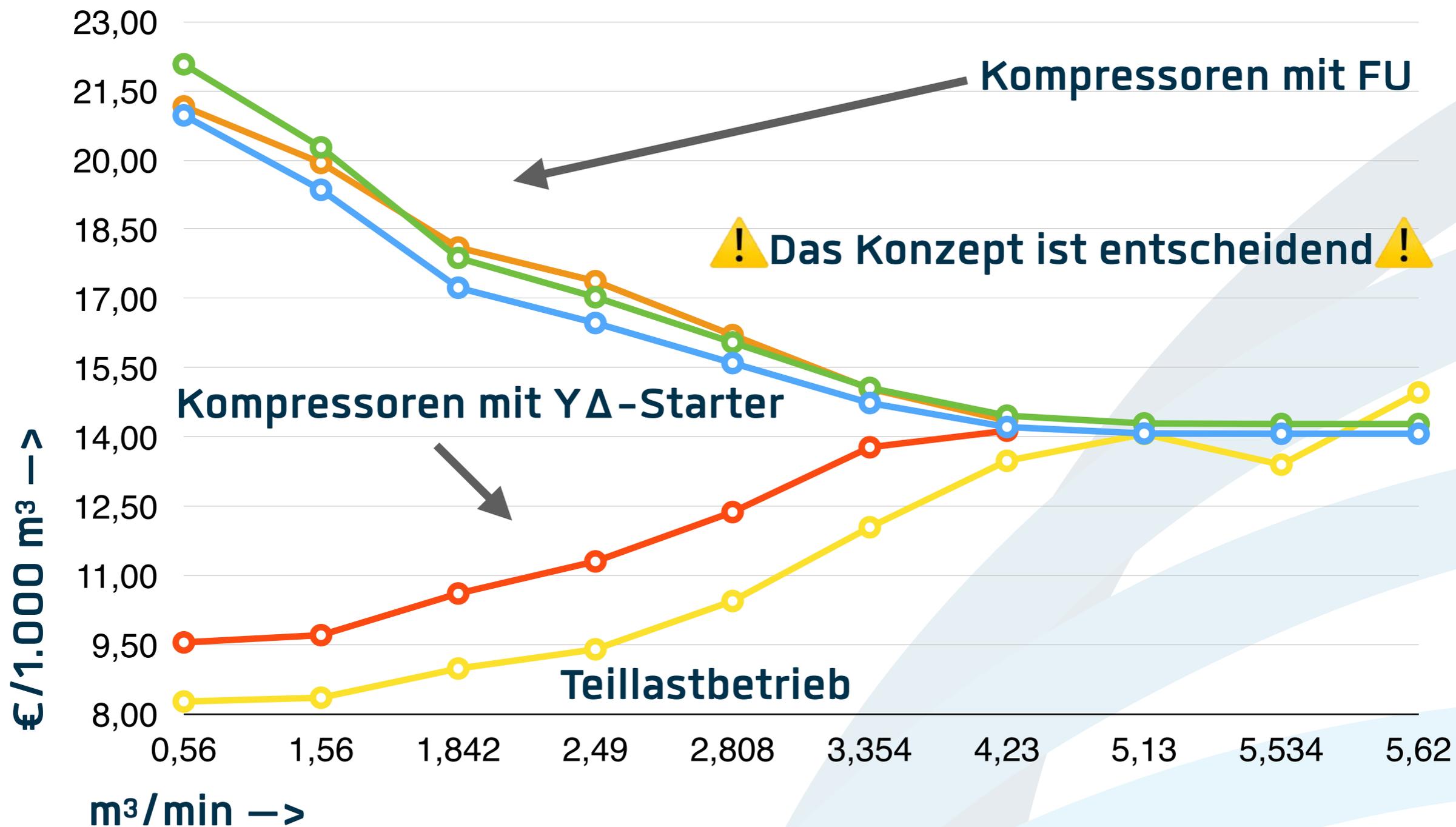
- ▶ Bezogen auf Leistung
kW/m³/min
- ▶ Bezogen auf Arbeit
kWh/m³
- ▶ Bezogen auf Nutzen:
m³/kWh

Motor- Nennleistung in kW	(Klemm-)Leistung in kW pro (m ³ /min)		
	Nenndruck in bar Überdruck		
	5	6	7
4	6,57	6,99	7,40
5,5	6,33	6,74	7,13
7,5	6,15	6,56	6,92
9	6,01	6,41	6,76
11	5,90	6,29	6,62
15	5,80	6,18	6,50
18,5	5,71	6,09	6,40
22	5,63	6,01	6,32
25	5,57	5,94	6,24
30	5,51	5,88	6,17
37	5,45	5,82	6,10
45	5,40	5,77	6,04
55	5,35	5,72	5,99
75	5,31	5,67	5,94
90	5,27	5,63	5,89
110	5,23	5,59	5,84

**DAS RICHTIGE KONZEPT IST ENTSCHEIDEND FÜR
DIE ENERGIEEFFIZIENZ UND GESAMTKOSTEN!**

GESAMTKOSTENVERGLEICH

GA 37 VSD GA 37 VSD BSD 75 SLF 40-3 S 40-3

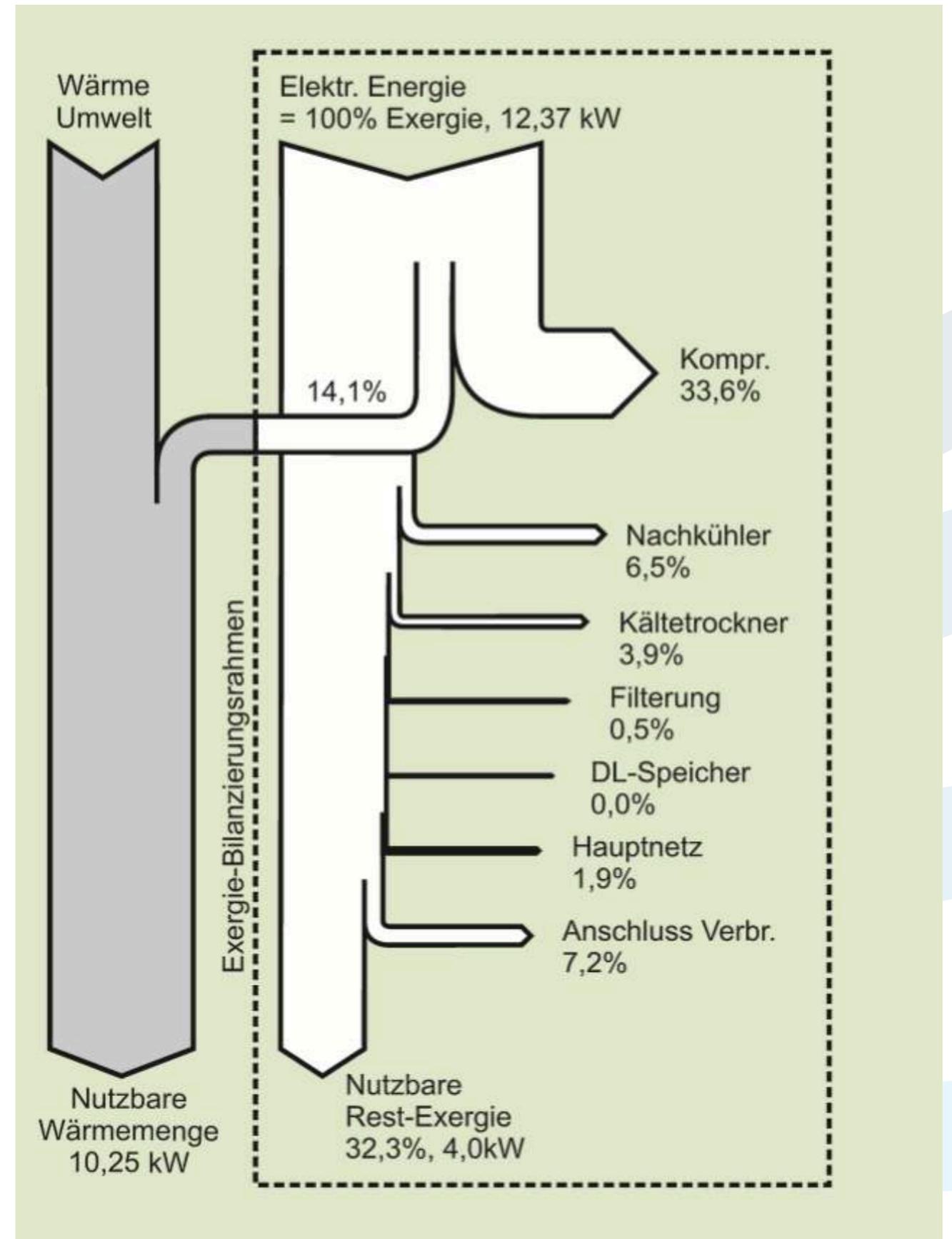


DER KOMPRESSORENRAUM

WÄRMERÜCKGEWINNUNG

Mehrwert durch Wärmerückgewinnung

- mindestens 72 %





FÖRDERUNG VON STAAT UND EU

FÖRDERUNG: ZUSAMMENFASSUNG

- ▶ Förderung gibt es für Effizienz-Verbesserung und CO₂-Reduzierung
- ▶ Gefördert werden kleine, mittlere und große Unternehmen.
- ▶ Fördersummen 200.000 € bis 10 Mill. € je Projekt in Abhängigkeit des Förderprogramms
- ▶ Fachplanung und Einspargutachten wird ebenfalls gefördert werden.

BAFA-FÖRDERUNG

- Antragstellung nach
 - ▶ De-minimis (Nur KMU, Förderung max. 200.000 € innerhalb von 3 Jahren)

Vollzeitstellen	≤ 249 Beschäftigte
jährlicher Umsatz	≤ 50 Mill. € oder
Bilanzsumme	≤ 43 Mill. €
EU-Empfehlung 2003/361	

- ▶ AGVO (Alle Unternehmen, Förderung bis 10 Mill. € je Vorhaben)

FÖRDERSUMMEN

- BAFA Modul 1
 - ▶ max. Förderbetrag von 200.000 € je Vorhaben
- BAFA Modul 4
 - ▶ max. Förderbetrag von 10.000.000 € je Vorhaben
- **⚠ De-minimis ⚠**: max. Fördersumme von 200.000 € innerhalb von 3 Jahren

FÖRDERREGELN

- ⚠ Keine Bestellung vor Zuwendungsbescheid ⚠
- AGVO fördert die Investitionsmehrkosten die durch die Umsetzung CO₂-Einsparenden Maßnahmen entstehen.
 - ✓ Übergeordnete Steuerung
 - ✓ Wärmerückgewinnung
 - ✓ Maßnahmen im Rohrnetz und Anwendungen, die zur Verbesserung der Energieeffizienz beitragen

PRAXISBEISPIEL

Gesamtkosten-Optimierung bei der Effizienzplanung

DRUCKLUFT FÜR NEUE SORTIERANLAGE:

Kompressor:

- $P_{\text{Nenn}} = 75 \text{ kW}$,
- $Q = 13 \text{ m}^3/\text{min}$,
- $p_{\text{max}} = 8 \text{ bar (ü)}$

Adsorptionstrockner:

- $Q_{7\text{bar (ü)}, 35^\circ\text{C}} = 13 \text{ m}^3/\text{min}$
- $D_{\text{tp}} \leq -40 \text{ }^\circ\text{Ctd}$



DRUCKLUFT FÜR NEUE SORTIERANLAGE:

Technische Anforderungen:

Druckluftqualität entsprechend der ISO 8573-1

Partikelgehalt (Staub): Klasse 3

Taupunkt für Temperaturen $>3^{\circ}\text{C}$: Klasse 4

→ Dtp $+3^{\circ}\text{C}$ ($5,95 \text{ g H}_2\text{O}/\text{m}^3$)

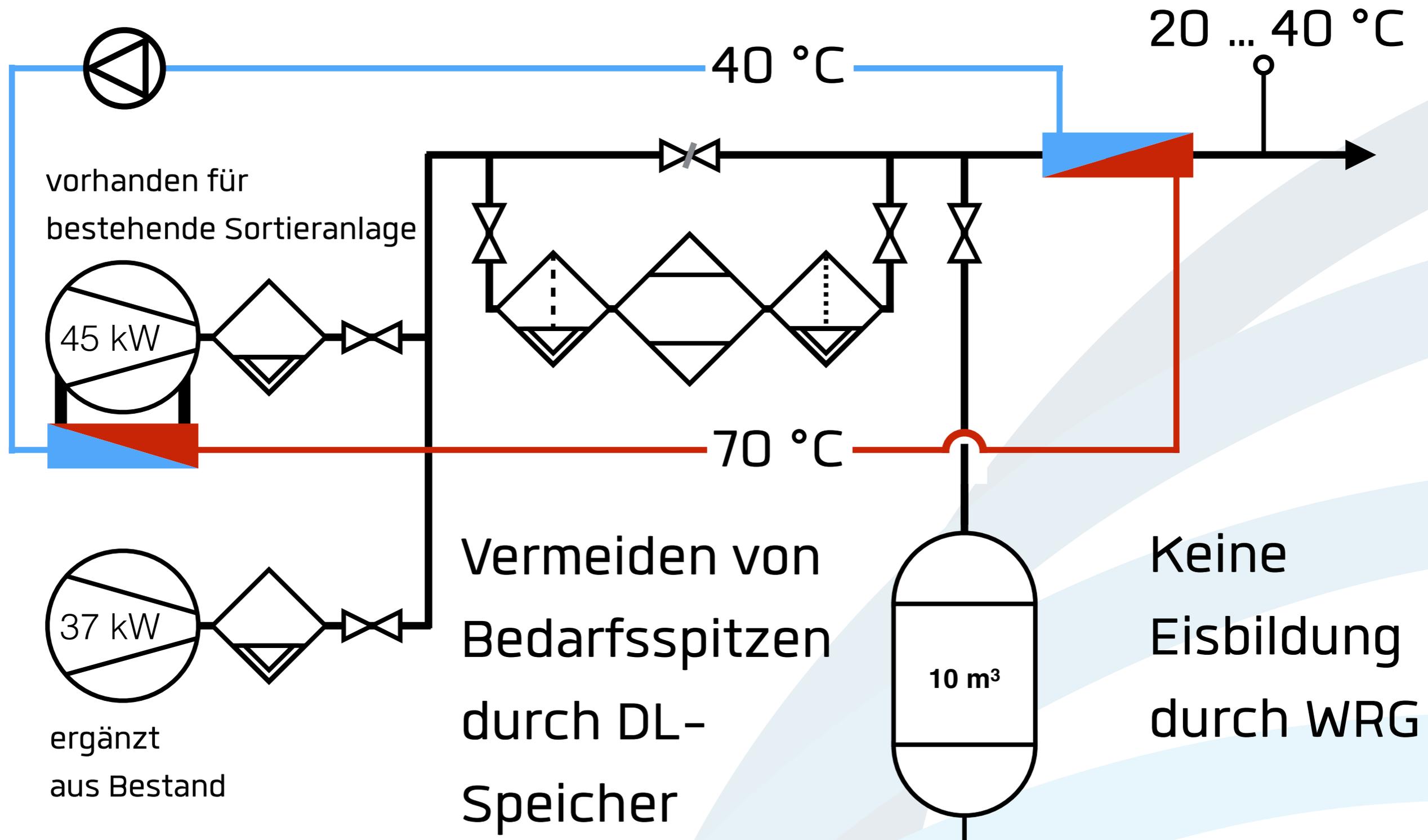
Taupunkt für Temperaturen zwischen -20°C und $+3^{\circ}\text{C}$: Klasse 3

→ Dtp -20°C ($0,88 \text{ g H}_2\text{O}/\text{m}^3$)

Ölkonzentration: Klasse 2 (das verwendete Öl sollte einen Anilinpunkt aufweisen)

Max. Temperatur der Druckluft bei Eintritt in die Maschine: $\leq 45^{\circ}\text{C}$

DRUCKLUFT FÜR NEUE SORTIERANLAGE:



DRUCKLUFT FÜR NEUE SORTIERANLAGE:

Anlagenkomponente	elektrische Leistung	Bemerkungen
Kompressor 1	45 kW	Bedient jetzt zwei Sortieranlagen
Kompressor 2	37 kW	läuft in der Praxis ca. 2.000 Stunden monatlich bei 24/7 Produktionsbetrieb
Kompressoren gesamt	82 kW	
Adsorptionstrockner	12,3 kW	15 % der Kompressorenleistung
Kältetrockner	2,4 kW	Alternative zum Adsorptionstrockner
Energieeinsparung	9,9 kW	

DRUCKLUFT FÜR NEUE SORTIERANLAGE:

erforderlich laut Anlagenhersteller	30.800 €	Adsorptionstrockner
Alternative zur Empfehlung des Anlagenherstellers	18.125 €	Kältetrockner
	5.500 €	Wärmerückgewinnung
	1.500 €	Plattenwärmetauscher zur Druckluftbeheizung
	1.000 €	Rohrleitung, Dämmung, Heizungspumpe, Kleinteile
	1.000 €	Installation
gegenüber Adsorptionstrockner	3.675 €	Investitionseinsparung
Umsetzen eines vorhandenen 37 kW Kompressors zur Sicherheit (dieser Läuft < 2000 h/jährlich bei einem 24/7 Produktionsbetrieb)	35.000 €	nicht gekaufter 75 kW-Kompressor
	38.675 €	Investitionseinsparung Gesamt

FAZIT

ERKENNTNIS

Optimierungsmaßnahmen in den Bereichen

- Verbraucher,
- Maschinenanschluss und
- Rohrnetz

sind besonders nachhaltig 🌳 und die resultierende

CO₂-Einsparung wird über BAFA Modul 4 gefördert  .

-
- Druckluft ist ein teurerer Energieträger

VIELEN DANK 🌸 FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

DISKUSSION UND FRAGEN !?