

## 7.2 Druckluftversorgung

7.2.1	Luftdurchsatz (Compressed air demand)	3
	Luftdurchsatz von Düsen (Air flow rate of nozzles)	3
	Luftdurchsatz von Farbspritzpistolen (Air flow rate of spray guns)	3
	Luftdurchsatz von Rundstrahldüsen (Air flow rate of round jet nozzles)	3
	Luftdurchsatz durch Strahldüsen (Air flow rate of jet nozzles)	4
	Luftbedarf von Kolben- und Rotationsgeräten (Air requirement of piston and rotary devices)	4
7.2.2	Druckluftbedarf (Air consumption)	5
7.2.3	Auslastungsfaktor (Duty cycle)	6
7.2.4	Gleichzeitigkeitsfaktor (Simultaneity factor)	6
7.2.5	Betriebsdruck (Operating Pressure)	8
7.2.6	Ein- und Ausschaltdruck (On- / Off-pressure)	8
7.2.7	Nutzervereinbarung (User agreement)	9
7.2.8	Ermittlung des Druckluftbedarfs (Compressed air demand)	10
	Mittlerer Druckluftbedarf (Average air consumption)	10
7.2.9	Leckagemessung im Druckluftnetz (Measuring air leaks)	11
	Leckagemessung mittels Druckluftbehälter (Pressure decay)	11
	Leckagemessung mittels Druckluftkompressor (Cycle timing)	11
	Leckagemessung mittels Ultraschallmessgerät (Ultrasonic acoustic detector)	11
7.2.10	Drucklufttrocknung (Methods of drying)	12
	Kältetrockner (Refrigerated Air Dryer)	12
7.2.11	Druckluft Filter (Compressed air filters)	13
	Vorfilter (Pre-Filters)	13
	Microfilter (Microfilters)	13
	Aktivkohlefilter (Active carbon filters)	13
	Zyklonabscheider (Cyclone separator)	13
	Sterilfilter (Sterile filters)	13
7.2.12	Filterabscheidegrad (Filter separation efficiency)	14
7.2.13	Druckabfall im Filter (Pressure drop)	14

Dieses Kapitel wurde erstellt unter Mitwirkung von:

**Ernst Dunkel**, dipl. Energieberater  
 Dipl. Heizungs- und  
 Sanitärtechniker TS / VSHL, Thun

## Tabellenverzeichnis

Tab.: 1	Luftdurchsatz von Düsen (Air flow rate of nozzles).....	3
Tab.: 2	Luftdurchsatz von Farbspritzpistolen (Air flow rate of spray guns) .....	3
Tab.: 3	Luftdurchsatz von Rundstrahldüsen (Air flow rate of round jet nozzles).....	3
Tab.: 4	Luftdurchsatz durch Strahldüsen (Air flow rate of jet nozzles).....	4
Tab.: 5	Luftbedarf von Druckluftwerkzeugen mit einem Arbeitsdruck von 0.6 MPa <sub>ü</sub> (Richtwerte) .	5
Tab.: 6	Gleichzeitigkeitsfaktoren in Abhängigkeit der Anzahl Geräte .....	6
Tab.: 7	Gleichzeitigkeitsfaktoren in Abhängigkeit der Anzahl Entnahmestellen .....	7
Tab.: 8	Betriebsdrücke in MPa <sub>ü</sub> .....	8
Tab.: 9	Energieeinsparung.....	8
Tab.: 10	Arbeitsblatt Druckluftbedarf.....	10
Tab.: 11	Korrekturfaktor für Kältetrockner (Richtwerte) .....	13
Tab.: 12	Vorfilter (Pre-Filters).....	13
Tab.: 13	Microfilter (Microfilters).....	13
Tab.: 14	Aktivkohlefilter.....	13
Tab.: 15	Zyklonabscheider bez. Fliehkraftabscheider sondern feste und flüssige Partikel aus Druckluft ab.....	14
Tab.: 16	Sterilfilter (Sterile filters).....	14
Tab.: 17	Korrekturfaktor für Filter (Richtwerte).....	14

## 7.2.1 Luftdurchsatz (Compressed air demand)

Die folgenden Tabellen geben Anhaltswerte für den Druckluftbedarf in Abhängigkeit des Arbeitsdruckes und des Düsendurchmessers an.

Tab.: 1 Luftdurchsatz von Düsen (Air flow rate of nozzles)

Düsendurchmesser in mm	Arbeitsdruck in MPa <sub>ü</sub> für zylindrische Düsen						
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
0.5	0.13	0.17	0.20	0.25	0.18	0.37	0.47
1.0	0.42	0.58	0.75	0.92	1.08	1.25	1.42
1.5	1.00	1.25	1.58	1.83	2.17	2.50	2.83
2.0	1.75	2.42	3.00	3.67	4.17	4.83	5.50
2.5	2.92	3.75	4.67	5.42	6.33	7.17	8.00
3.0	3.83	6.17	6.67	7.75	9.00	11.83	13.17

Luftdurchsatz durch Düsen in l / s (Richtwerte)

Tab.: 2 Luftdurchsatz von Farbspritzpistolen (Air flow rate of spray guns)

Düsendurchmesser in mm	Arbeitsdruck in MPa <sub>ü</sub> für Flach- und Breitstrahldüsen				
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.5	1.67	1.92	2.25	2.67	3.08
1.0	2.08	2.50	2.92	3.33	4.00
1.5	2.67	3.00	3.33	3.75	4.33
2.0	3.08	3.50	3.92	4.42	4.92
2.5	3.50	3.83	4.33	5.00	5.67
3.0	3.83	4.17	4.83	5.50	6.25

Luftdurchsatz von Flach- und Breitstrahldüsen in l / s (Richtwerte)

Tab.: 3 Luftdurchsatz von Rundstrahldüsen (Air flow rate of round jet nozzles)

Düsendurchmesser in mm	Arbeitsdruck in MPa <sub>ü</sub> für Rundstrahldüsen		
	0.2	0.3	0.4
0.5	1.25	1.50	1.75
0.8	1.42	1.67	2.00
1.0	1.58	1.92	2.25
1.2	1.83	2.08	2.50
1.5	2.0	2.33	2.58

Luftdurchsatz von Rundstrahldüsen in l / s (Richtwerte)

Tab.: 4 Luftdurchsatz durch Strahldüsen (Air flow rate of jet nozzles)

Düsendurchmesser in mm	Arbeitsdruck MPa <sub>a</sub> für Strahldüsen				
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
3.0	5.0	6.3	7.8	9.5	11.7
4.0	7.5	9.5	11.7	14.0	16.7
5.0	10.7	14.0	17.5	21.2	25.0
6.0	15.3	20.8	26.7	32.5	36.7
8.0	30.0	37.5	46.7	55.8	66.7
10.0	41.7	53.3	66.7	80.0	100

Luftdurchsatz von Strahldüsen in l / s (Richtwerte)

**Luftbedarf von Kolben- und Rotationsgeräten (Air requirement of piston and rotary devices)**

$$q_v = A \cdot h \cdot z \cdot n \cdot p$$

- q<sub>v</sub> = Druckluftbedarf in l / s
- A = Kolbenfläche in dm<sup>2</sup>
- p = Betriebsdruck in MPa<sub>a</sub>
- h = Länge Kolbenhub in dm
- z = Anzahl Hübe pro s
- n = 10 bei einfach wirkenden Zylindern  
20 bei doppelt wirkenden Zylindern

## 7.2.2 Druckluftbedarf (Air consumption)

Der Druckluftbedarf bzw. der Norm-Volumenstrom  $q_v$  bezieht sich auf atmosphärische, d.h., unverdichtete trockene Luft (1013.25 hPa, 0 °C und 0 % RF).

Tab.: 5 Luftbedarf von Druckluftwerkzeugen mit einem Arbeitsdruck von 0.6 MPa<sub>ü</sub> (Richtwerte)

Druckluftwerkzeug	Erforderlicher Betriebsdruck MPa <sub>ü</sub>	Druckluftbedarf l / s	Auslastungs-faktor % / 100
Abbruchhammer: leicht schwer	0.6	2.5 – 6 13.5	0.6 0.8
Ausblaspistole	0.4 – 0.6	2.25 – 6.5	0.1
Bandschleifer		6 – 7	0.2
Bohrgerät: 6 mm 12 mm 20 mm 45 mm	0.6	5 8 19 28	0.3
Dichtungspistole	0.3 – 0.5	2.5 – 4	0.3
Farbspritzpistole	0.15 – 0.8	0.5 – 5.5	0.4
Fettpresse	0.6 – 0.8	2.5 – 3.5	0.3
Karoseriesäge		3 – 5	0.5
Kittpistole	0.3 – 0.5	2.5 – 4	0.3
Klammer- / Nagelgerät	0.6	0.5 – 2.5	0.15
Kran: Hubkraft <100 N Hubkraft >100 N		35 45	0.2 0.2
Meisselhämmer: 1.5 kg 3 – 5 kg	0.6	2.3 – 5 5 – 10	0.6 0.8
Nadelentrostler	0.6	2.5 – 5	0.5
Nadelpistole	0.6	2 – 4	0.15
Nietpistole	0.6	1 – 2.5	0.15
Polierschleifer		20	0.4
Reifenfüllgerät	0.3 – 0.8	1 – 1.5	0.4
Schlag- und Ratschenschrauber M10 bis M24	0.6	3 – 7.5	0.15
Sandstrahlpistolen	0.6 – 0.8	5 – 8.5	0.4
Saug- / Blaspistole	0.6 – 0.8	3.5 – 6	0.5
Schlagschrauber	0.6	3 – 5	0.15
Schleifer: Ø 150 mm Ø 225 mm		25 35	0.4 0.4
Sprühpistole	0.3 – 0.4	1 – 1.5	0.25
Stabschleifer		4 – 6	0.4
Waschpistole	0.3 – 0.6	1 – 2.5	0.6
Winkelschleifer		6 – 7.5	0.4

### 7.2.3 Auslastungsfaktor (Duty cycle)

Die meisten Druckluftgeräte sind nicht dauernd in Betrieb, d.h., sie werden je nach Bedarf ein- und ausgeschaltet. Bei der Bestimmung des Druckluftbedarfs ist die Auslastung von Bedeutung, diese wird anhand von Erfahrungswerten oder durch Messungen bestimmt.

$$f_{DC} = \frac{t_w}{t_m}$$

$f_{DC}$  = Auslastungsfaktor  
 $t_m$  = Messzeit in s  
 $t_w$  = Betriebszeit in s

### 7.2.4 Gleichzeitigkeitsfaktor (Simultaneity factor)

Nebst der Auslastung muss die Gleichzeitigkeit berücksichtigt werden. Die in der Tab. unten angegebenen Gleichzeitigkeitsfaktoren sind empirische Werte und gelten für nicht automatische betriebene Druckluftgeräte.

Bei automatisch betriebenen Druckluftzylinder und Arbeitsmaschinen wird mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1.0 gerechnet.

**Tab.: 6 Gleichzeitigkeitsfaktoren in Abhängigkeit der Anzahl Geräte**

Anzahl Geräte	Gleichzeitigkeitsfaktor	Anzahl Geräte	Gleichzeitigkeitsfaktor
1	1.0	11	0.69
2	0.94	12	0.68
3	0.89	13	0.67
4	0.86	14	0.66
5	0.83	15	0.65
6	0.80	16	0.64
7	0.77	17	0.63
8	0.75	18	0.62
9	0.73	19	0.61
10	0.71	20	0.60

**Tab.: 7 Gleichzeitigkeitsfaktoren in Abhängigkeit der Anzahl Entnahmestellen**

Anzahl Entnahmestellen	Gleichzeitigkeitsfaktor	Anzahl Entnahmestellen	Gleichzeitigkeitsfaktor
3	1.0	40	0.40
4	0.93	50	0.36
5	0.88	60	0.33
6	0.84	70	0.30
7	0.81	80	0.28
8	0.78	90	0.27
9	0.75	100	0.25
10	0.72	125	0.22
12	0.68	150	0.20
14	0.65	175	0.19
16	0.62	200	0.18
18	0.59	300	0.14
20	0.57	400	0.12
22	0.55	500	0.11
24	0.53	600	0.10
26	0.51	700	0.094
28	0.49	800	0.088
30	0.47	900	0.083

## 7.2.5 Betriebsdruck (Operating Pressure)

Der erforderliche Betriebsdruck richtet sich nach Art der Werkzeuge und Maschinen.

**Tab.: 8 Betriebsdrücke in MPa<sub>i</sub>**

Verwendung	Betriebsdruck
Lackiererei	0.4 MPa
Druckluft-Schrauber	0.6 MPa
Reifenfüllgerät	0.8 MPa bis 0.9 MPa

Eine Druckminderung bewirkt immer eine Leistungsminderung, z.B. ein um 0.1 MPa tieferen Druck mindert die Leistung der Werkzeuge und Maschinen je nach Betriebsdruck um 20 bis 30 % bar.

$$\Delta P = \left( 1 - \frac{(p - \Delta p)}{p} \right) \cdot 100\%$$

$\Delta P$  = Leistungsminderung in %  
 $p$  = Anfangsdruck in MPa  
 $\Delta p$  = Druckänderung in MPa

Aus ökonomischen Gründen ist der Betriebsdruck auf den tiefsten möglichen Druck einzustellen. Durch Senkung des Betriebsdruckes können folgende Energiekosten eingespart werden:

**Tab.: 9 Energieeinsparung**

Betriebsdruck	Energieeinsparung
0.6 auf 0.5 MPa	17 %
0.6 auf 0.4 MPa	33 %
0.6 auf 0.3 MPa	50 %

## 7.2.6 Ein- und Ausschaltdruck (On- / Off-pressure)

**Notwendiger Ausschaltdruck:**

$$p_{\max} = p_W + \Delta p_{\text{Net}} + \Delta p_{\text{Fil}} + \Delta p_{\text{ARD}} + \Delta p_C + p_{\text{Res}}$$

**Notwendiger Einschaltdruck:**

$$p_{\min} = p_{\max} - \Delta p_C$$

- $p_{\max}$  = Kompressor Ausschaltdruck in MPa
- $p_{\min}$  = Kompressor Einschaltdruck in MPa, mind. 0.05 MPa (500 hPa) über Arbeitsdruck
- $p_W$  = Arbeitsdruck in MPa
- $\Delta p_{\text{Net}}$  = Druckverlust im Druckluftnetz in MPa (kleinere Druckluftnetze  $\leq 0.01$  MPa, grössere  $\leq 0.05$  MPa)
- $\Delta p_{\text{Fil}}$  = Druckverlust Filter in MPa (allgemeine Filter  $\leq 0.06$  MPa, Zyklonabscheider  $\leq 0.0050$  MPa)
- $\Delta p_{\text{ARD}}$  = Druckverlust Kältetrockner in MPa ( $\leq 0.02$  MPa)
- $\Delta p_C$  = Schaltdifferenz des Kompressors in MPa  
(Schraubenkompressor = 0.05 – 0.1 MPa, Kolbenkompressor =  $p_{\max} \cdot 0.2 \approx .02$  MPa)
- $p_{\text{Res}}$  = Druckreserve in MPa



## 7.2.7 Nutzervereinbarung (User agreement)

Gemeinsam mit dem Betreiber der Anlage ist eine Nutzervereinbarung zu erstellen diese ist vom Planer und vom Betreiber der Anlage zu unterzeichnen.

Die Nutzervereinbarung muss mind. folgende Inhalte enthalten:

- Druckluftqualität
- Erforderlicher Betriebsdruck
- Maximal Druck des Kompressors
- Anzahl Geräte und deren Druckluftbedarf
- Auslastung und Gleichzeitigkeit
- Leckagen im Verteilnetz und in den Werkzeugen
- Mehrverbrauch für älter werdende Werkzeuge
- Reserve für spätere Erweiterungen

## 7.2.8 Ermittlung des Druckluftbedarfs (Compressed air demand)

### Mittlerer Druckluftbedarf (Average air consumption)

$$q_{v,m} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot q_{v,i} \cdot f_{DC} \cdot f_{SF}$$

- $q_{v,m}$  = Mittlerer Druckluftbedarf in l / s  
 $q_{v,i}$  = Druckluftbedarf im Gerät i in l / s  
 $i$  = Operations Variable  
 $n$  = Anzahl verschiedener Geräte  
 $n_i$  = Anzahl Geräte i  
 $f_{DC}$  = Auslastungsfaktor  
 $f_{SF}$  = Gleichzeitigkeitsfaktor

Tab.: 10 Arbeitsblatt Druckluftbedarf

Geräte	Anzahl Geräte	Druckluft- bedarf l / s	Auslas- tungs- faktor DC	$q_v$ l / s
Summe aller Werkzeuge	$n =$		$\Sigma q_v =$	
Gleichzeitigkeitsfaktor			$f_{SF} =$	
1.1 Luftbedarf aller Werkzeuge			$q_{v,s} = \Sigma q_v f_{SF}$	
1.2 Automatisch betriebene Geräte			$q_{v,aut}$	
1.3 Leckagen im Druckluftnetz Gewerbebetriebe- und kleinere Industriedruckluftnetze 5 – 8 % Mittlere bis grössere Industriedruckluftnetze 10 – 15 % Druckluftnetze in Giessereien, Putzereien u.a.m. 15 – 20 %			$q_{v,lea}$	
1.4 Reserve für die Erweiterung des Druckluftnetzes Druckluftnetz für Gewerbebetriebe 30 – 60 % Druckluftnetze für Industriebetriebe 25 – 50 %			$q_{v,res}$	
1.5 Fehleinschätzungen 5 – 15 %			$q_{v,res}$	
1.6 Erforderliche Volumenstrom zur Auslegung der Druckluftanlage			$q_{v,req}$	

## 7.2.9 Leckagemessung im Druckluftnetz (Measuring air leaks)

Um die Betriebskosten möglichst tief zu halten ist das Druckluftnetz inkl. Steckkupplungen und Werkzeugschläuche periodisch auf Undichtheit zu prüfen und gegebenenfalls zu messen. Die Druckluftgeräte dürfen während der Messung nicht benutzt werden.

### Leckagemessung mittels Druckluftbehälter (Pressure decay)

Leckagen im Druckluftnetz können mit dem Druckluftbehälter gemessen werden. Diese Methode eignet sich für Druckluftnetze mit einem Volumen von max. 10 % des Druckluftbehälters.

$$q_{v,Lea} = \frac{V_{AR} \cdot (p_1 - p_2)}{t \cdot p_{amb}}$$

$q_{v,Lea}$	= Volumenstrom Leckagen in l / s
$V_{AR}$	= Volumen Druckluftbehälter in l
$p_1$	= Anfangsdruck im Druckluftbehälter in hPa oder MPa
$p_2$	= Enddruck im Druckluftbehälter in hPa oder MPa
$p_{amb}$	= Umgebungsdruck in hPa oder MPa
$t$	= Messzeit in s

### Leckagemessung mittels Druckluftkompressor (Cycle timing)

Die Bestimmung der Leckagen im Druckluftnetz kann auch über die Laufzeit des Druckluftkompressors bestimmt werden. Diese Methode der Druckhaltung ist nur anwendbar bei Kompressoren mit Aussetz- und Leerlaufbetrieb.

$$q_{v,Lea} = \frac{q_{v,C} \cdot \sum_{i=1}^n t_{i,C}}{t}$$

$q_{v,Lea}$	= Volumenstrom Leckagen in l / s
$q_{v,C}$	= Volumenstrom Druckluftkompressor in l / s
$t_{i,C}$	= Laufzeit Druckluftkompressor in s
$t$	= Gesamte Messzeit in s

Die gemessenen Leckagen können auch in Prozent angegeben werden:

$$q_{v,Lea} = \frac{t_1}{t_1 + t_2} \cdot 100\%$$

$q_{v,Lea}$	= Leckagen-Volumenstrom in %
$t_1$	= Kompressorlaufzeit in s
$t_2$	= Kompressorruhezeit in s

Als akzeptabel gilt ein Wert von 5 bis 10 %.

### Leckagemessung mittels Ultraschallmessgerät (Ultrasonic acoustic detector)

Der Einbau einer stationären Ultraschallmeseinrichtung erfolgt nach dem Kältetrockner oder direkt nach dem Druckluftbehälter. Gemessen wird der Volumenstrom, mit dieser Einrichtung kann der Druckluftbedarf sowie die Leckagen im System überwacht bzw. gemessen werden.

Anstatt einer stationären Messeinrichtung kann auch eine mobile Messeinrichtung zur Messung der Leckagen bzw. des Druckluft-Volumenstroms eingebaut werden.

## 7.2.10 Drucklufttrocknung (Methods of drying)

Bei der Drucklufttrocknung wird zwischen Kondensation, Sorption und Diffusion unterschieden.

**Abb. 1 Übersicht Drucklufttrocknung**

<b>Kondensation</b>		<b>Sorption</b>		<b>Diffusion</b>	
Die Kondensation ist die Wasserausscheidung durch Unterschreiten des Taupunktes.		Die Sorption ist die Trocknung durch Feuchteentzug.		Die Diffusion ist die Trocknung durch Molekültransfer.	
Überverdichtung	Kältetrocknung	Absorption	Adsorption	Membrantrocknung	

### Kältetrockner (Refrigerated Air Dryer)

Die Leistungsdaten eines Kältetrockners wird nach DIN ISO 7183 wie folgt festgelegt:

Betriebsdruck	p	= 0.7 MPa = 0.8 MPa <sub>a</sub>
Umgebungstemperatur	θ <sub>amb</sub>	= 25 °C = 298 K
Eintrittstemperatur	θ <sub>in</sub>	= 35 °C = 308 K

Wird ein Kältetrockner unter anderen Betriebsbedingungen genutzt, so ändert sich die Durchflussleistung wie folgt:

$$q_{v,AD,eff} = q_{v,AD} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

Die erforderliche Durchflussleistung des Kältetrockners bei anderen Betriebsbedingungen berechnet sich wie folgt:

$$q_{v,AD,req} = \frac{q_{v,c}}{f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4}$$

q <sub>v,AD,eff</sub>	= Volumenstrom Kältetrockner bei Betriebsbedingungen in l / s
q <sub>v,AD</sub>	= Volumenstrom Kältetrockner bei Standardbedingungen in l / s
q <sub>v,req</sub>	= Erforderliche Volumenstrom Kältetrockner bei Betriebsbedingungen in l / s
q <sub>v,c</sub>	= Volumenstrom Kompressor in l / s
f <sub>1</sub>	= Korrekturfaktor Betriebsüberdruck
f <sub>2</sub>	= Korrekturfaktor Umgebungstemperatur
f <sub>3</sub>	= Korrekturfaktor Drucklufteintrittstemperatur
f <sub>4</sub>	= Korrekturfaktor Drucktaupunkt

Bei abweichenden Betriebsdrücken und Temperaturen sind nachfolgende Korrekturfaktoren einzusetzen:

**Tab.: 11 Korrekturfaktor für Kältetrockner (Richtwerte)**

Druck am Trocknereintritt in MPa <sub>ü</sub>	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Korrekturfaktor f <sub>1</sub>	0.73	0.83	0.90	0.95	1.0	1.03	1.07	1.09

Umgebungstemperatur in °C	20	25	30	35	40	45
Korrekturfaktor f <sub>2</sub>	1.02	1.0	0.94	0.88	0.81	0.75

Drucklufteintrittstemperatur in °C	30	35	40	45
Korrekturfaktor f <sub>3</sub>	1.22	1.0	0.83	0.69

Drucktaupunkt in °C	3	5	7
Korrekturfaktor f <sub>4</sub>	1.0	1.20	1.24

## 7.2.11 Druckluftfilter (Compressed air filters)

**Tab.: 12 Vorfilter (Pre-Filters)**

Druckverlust	Abscheidegrad	Partikelgrösse	Restölgehalt
> 30 hPa	99.99 %	< 3 µm	wird nicht zurückgehalten

**Tab.: 13 Microfilter (Microfilters)**

Tiefenfilter bzw. Microfilter werden auch als Koaleszenz- oder Hochleistungsfilter bezeichnet.

Druckverlust	Abscheidegrad	Partikelgrösse	Restölgehalt
> 100 hPa	99.999 %	< 0.01 µm	< 0.01 mg / m <sup>3</sup>

### Aktivkohlefilter (Active carbon filters)

Einem Aktivkohlefilter (AKF) muss immer ein Hochleistungsfilter und ein Kältetrockner vorgeschaltet werden. AKF lassen sich nicht regenerieren, sie müssen nach ca. 300 – 400 Betriebsstunden ausgewechselt werden. Verwendet werden AKF in der Medizintechnik, Pharma- und Lebensmittel-Industrie.

**Tab.: 14 Aktivkohlefilter**

Druckverlust	Abscheidegrad	Partikelgrösse	Restölgehalt
> 20 hPa	99.999 %	< 0.01 µm	< 0.005 mg / m <sup>3</sup>

### Zyklonabscheider (Cyclone separator)

Tab.: 15 Zyklonabscheider bez. Fliehkraftabscheider sondern feste und flüssige Partikel aus Druckluft ab.

Druckverlust	Abscheidegrad	Partikelgrösse	Restölgehalt
> 50 hPa	95 %	> 50 µm	unbeeinflusst

### Tab.: 16 Sterilfilter (Sterile filters)

Mittels Sterilfilter lässt sich nahezu 100%-ige sterile und keimfreie Druckluft erzeugen. Anwendung wie AKF.

Druckverlust	Abscheidegrad	Partikelgrösse	Restölgehalt
> 50 hPa	95 %	> 50 µm	unbeeinflusst

## 7.2.12 Filterabscheidegrad (Filter separation efficiency)

Der Filterabscheidegrad ist ein Mass für die Wirksamkeit eines Filters. Die Konzentration K wird meist in Gewichtseinheiten pro Volumeneinheit (mg / m<sup>3</sup>) der Druckluft gemessen.

$$\eta_{\text{Fil}} = \frac{K_2}{K_1}$$

$\eta_{\text{Fil}}$  = Filterabscheidegrad  
 $K_1$  = Konzentration der Schmutzpartikel vor dem Filter in mg / m<sup>3</sup>  
 $K_2$  = Konzentration der Schmutzpartikel nach dem Filter in mg / m<sup>3</sup>

## 7.2.13 Druckabfall im Filter (Pressure drop)

Um den Druckabfall im Filter festzustellen, wird ein Druck-Differenzmessgerät eingebaut. Der Druckabfall in neuen verschmutzten Filterelementen beträgt **20 bis 200 hPa**. Der max. Volumenstrom der Filter bezieht sich immer auf den Standarddruck von 0.7 MPa<sub>ü</sub>. Bei anderen Betriebsdrücken muss der Volumenstrom umgerechnet werden.

Tab.: 17 Korrekturfaktor für Filter (Richtwerte)

Druck am Filtereintritt in MPa <sub>ü</sub>	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Korrekturfaktor $f_6$	0.5	0.65	0.75	0.88	1.0	1.13	1.25	1.38

$$q_{v,\text{Fil,eff}} = q_{v,\text{Fil}} \cdot f_6$$

$q_{v,\text{Fil,eff}}$  = Volumenstrom Filter bei Betriebsdruck in l / s  
 $q_{v,\text{Fil}}$  = Volumenstrom Filter bei 0.7 MPa<sub>ü</sub> in l / s  
 $f_6$  = Korrekturfaktor Betriebsdruck