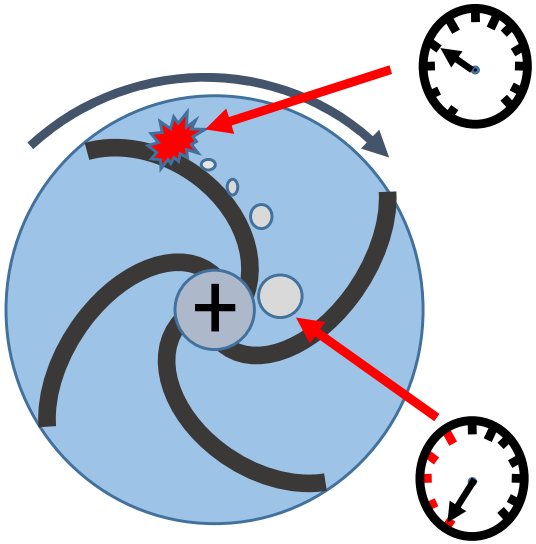
Präsentation zum Lehrgang Maschinisten

Teil 2

4. Feuerlöschkreiselpumpen: Kavitation

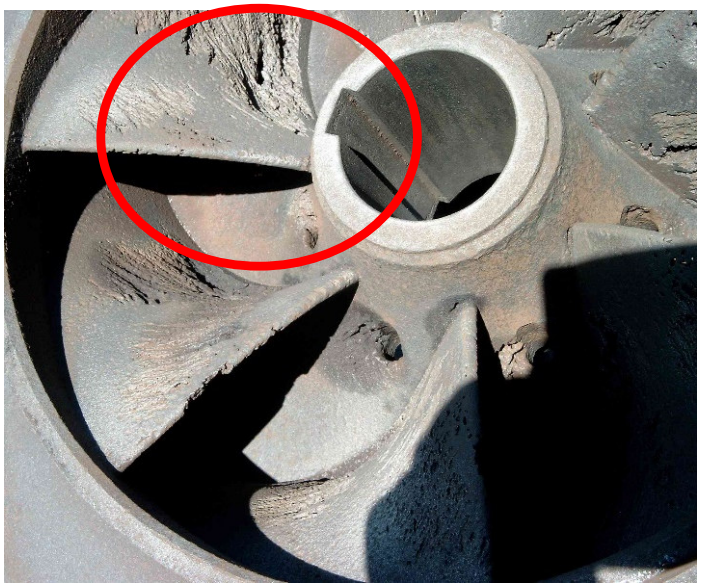
Entstehung der Kavitation:

Wenn eine Feuerlöschkreiselpumpe mehr Wasser fördern soll als überhaupt zufließen kann, dann entsteht vor dem Laufrad im Pumpengehäuse ein übermäßig hoher Unterdruck (Hohlsog). Hierbei kommt es zur Dampfblasenbildung. Bei deren Implosion entstehen sehr hohe Drücke und Temperaturen. Dies führt zu Schäden an Laufrädern und Leitapparaten.



Dampfblase

Implosion



4. Feuerlöschkreiselpumpen

Erkennung der Kavitation:

- Auftreten unüblicher Pumpengeräusche
- Unterdruck steigt stark an
- Ausgangsdruck sinkt stark ab
- Starke Abweichung zwischen manometrischer und geodätischer Saughöhe



Maßnahmen zur Vermeidung von Kavitation:

- Saughöhen über 7,5 m vermeiden
- Nicht mit freiem Auslauf arbeiten
- Drehzahl der Feuerlöschkreiselpumpe und Fördermenge reduzieren
- Verschmutzung im Saugbereich beseitigen

4. Feuerlöschkreiselpumpen

Wassererwärmung in der Feuerlöschkreiselpumpe,

Verbrühungsgefahr!

Entstehung:

Feuerlöschkreiselpumpe in Betrieb, aber keine Wasserabgabe.

Gegenmaßnahmen:

Für ausreichende Wasserabgabe sorgen, ggf. Tankkreislauf durchführen

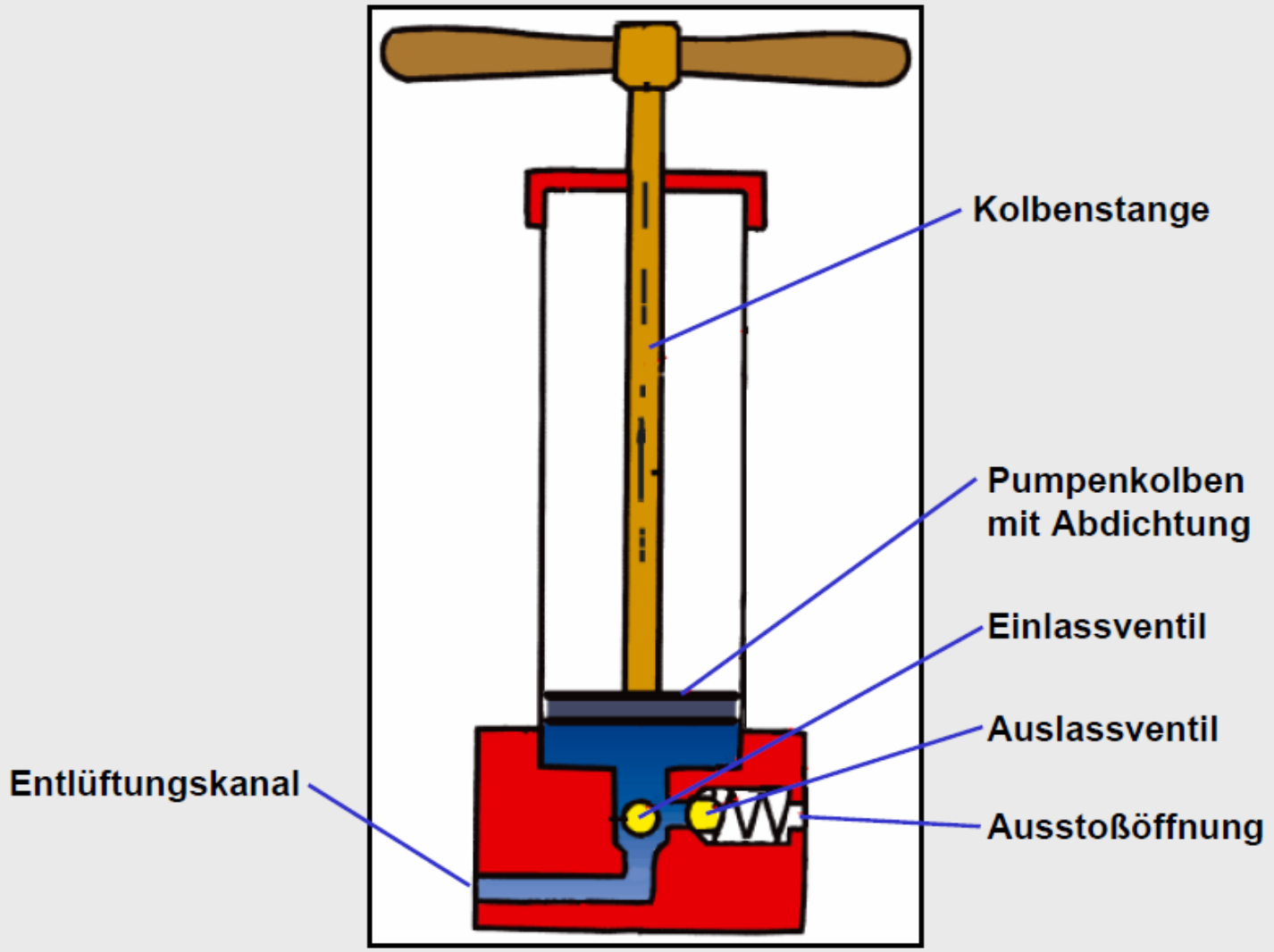
4. Feuerlöschkreiselpumpen: Entlüftungseinrichtungen

Entlüftungseinrichtungen:

- Handkolben – Entlüftungspumpe
- Flüssigkeitsring – Entlüftungspumpen
- Auspuff – Ejektor
- Kolben – Entlüftungspumpen
- Membran - Entlüftungspumpen

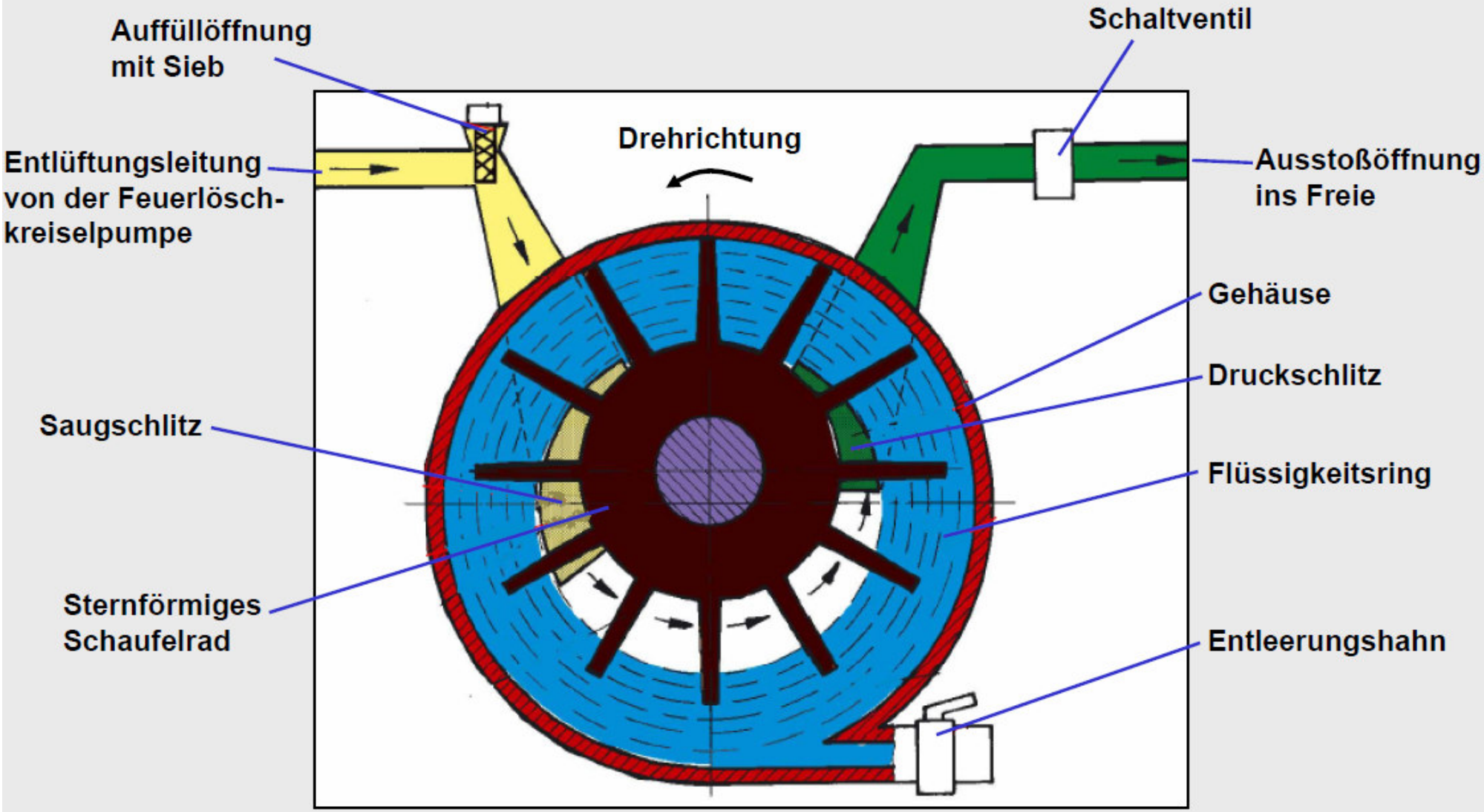
4. Feuerlöschkreiselpumpen: Handkolben-Entlüftungspumpe

Handkolben- Entlüftungspumpe



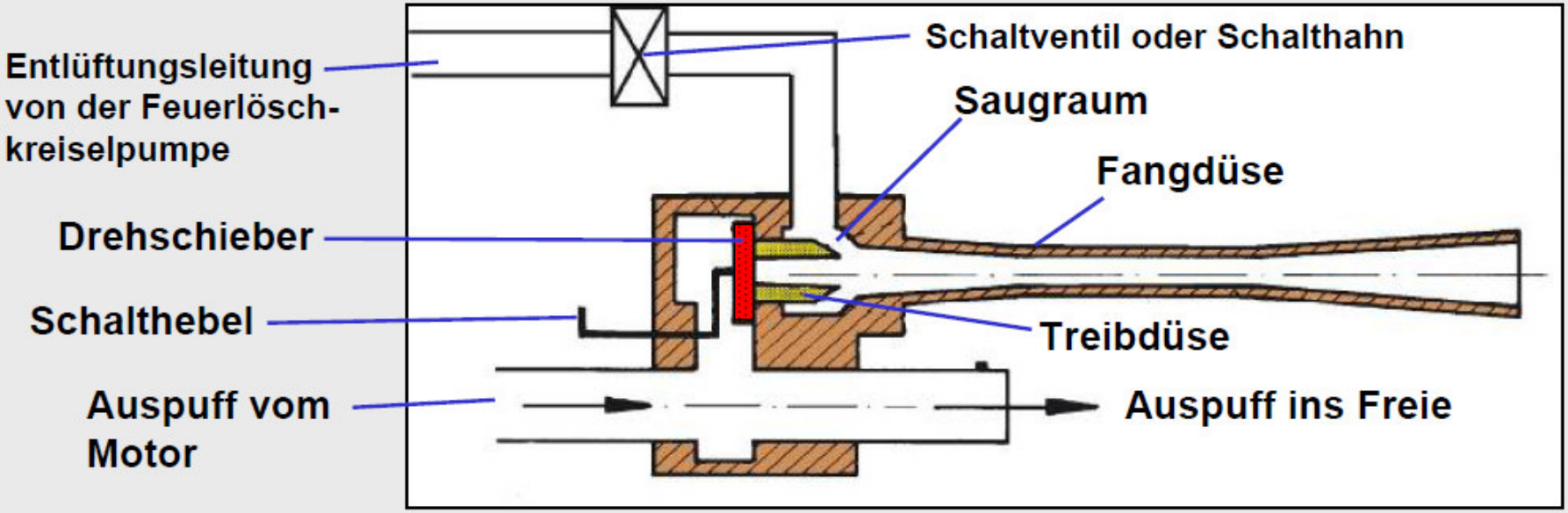
4. Feuerlöschkreiselpumpen: Flüssigkeitsring - Entlüftungspumpe

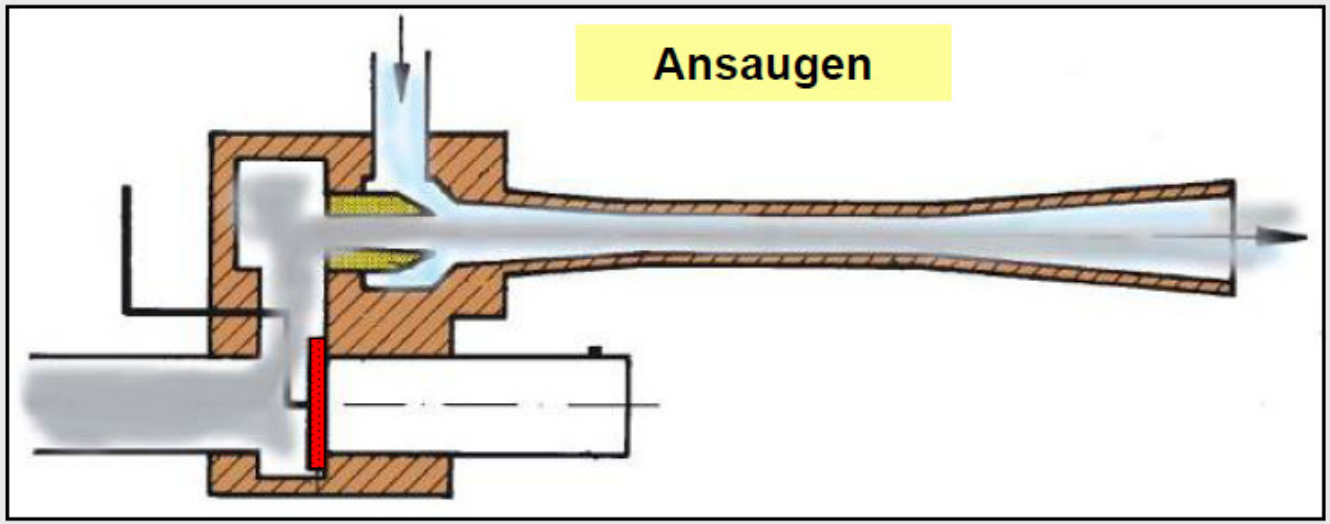
Flüssigkeitsring – Entlüftungspumpe



4. Feuerlöschkreiselpumpen: Auspuff – Ejektor (Gasstrahler)

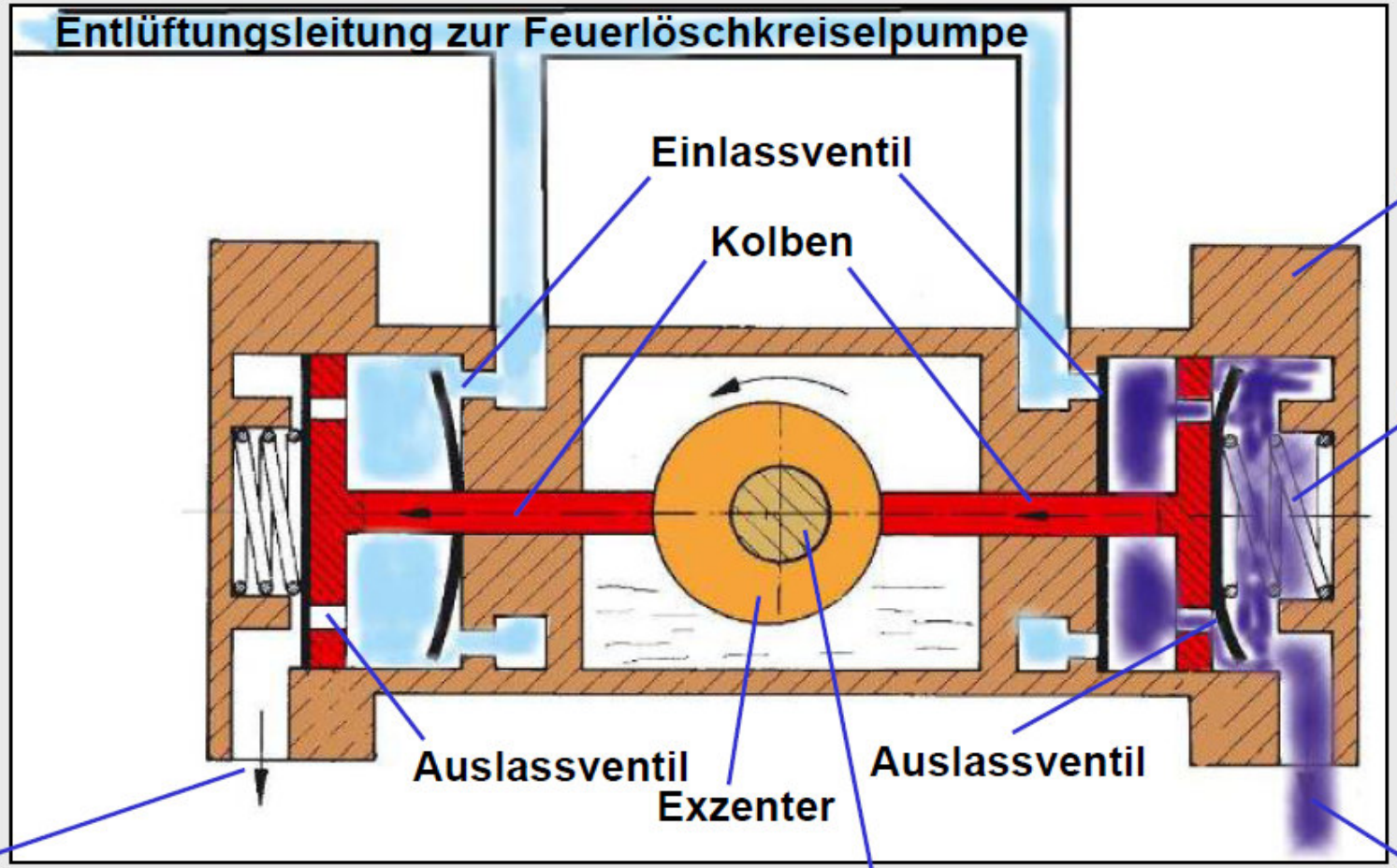
Auspuff-Ejektor (Gasstrahler)





4. Feuerlöschkreiselpumpen: Kolben-Entlüftungspumpe

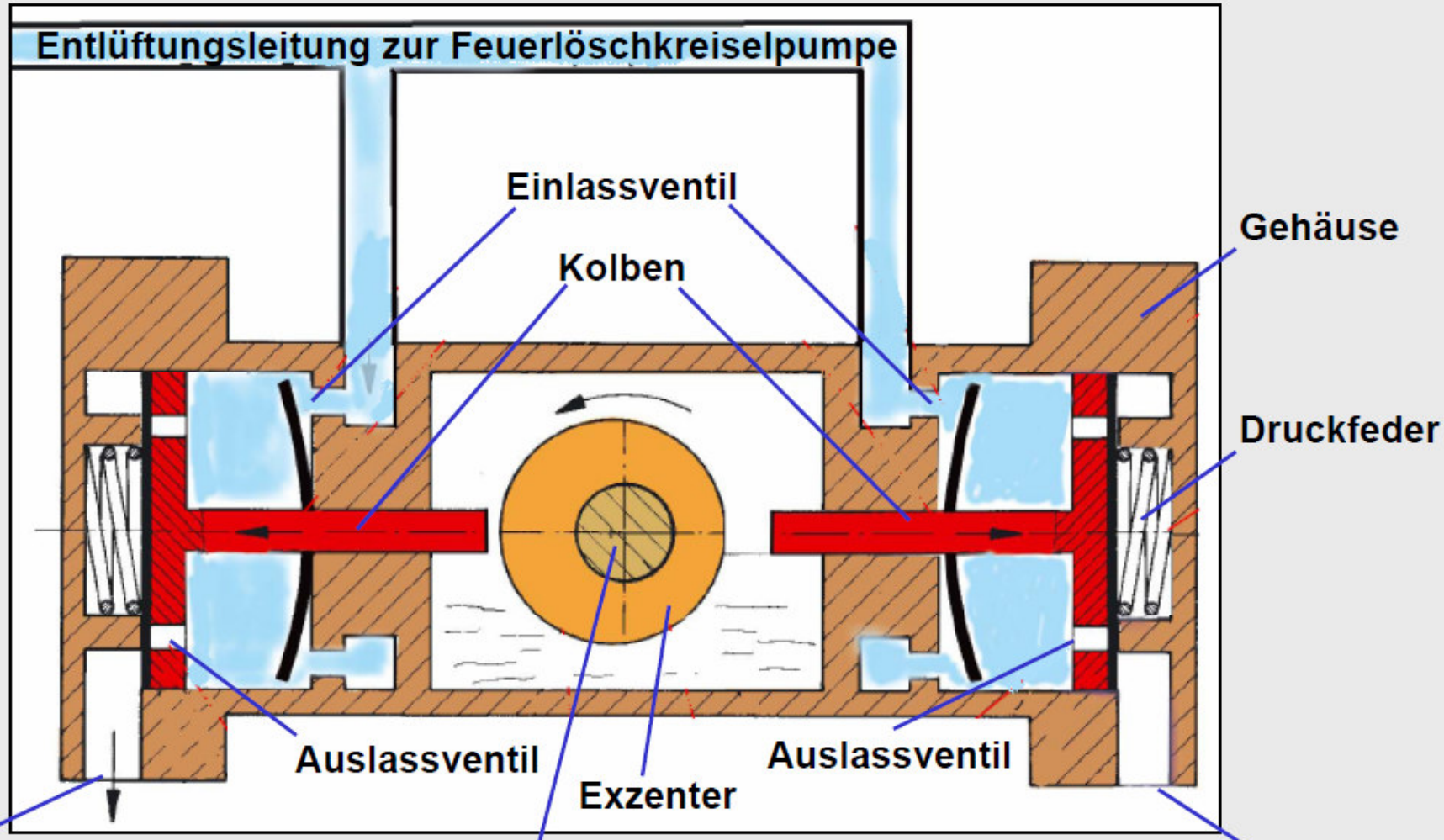
Kolben-Entlüftungspumpe



4. Feuerlöschkreiselpumpen: Kolben-Entlüftungspumpe

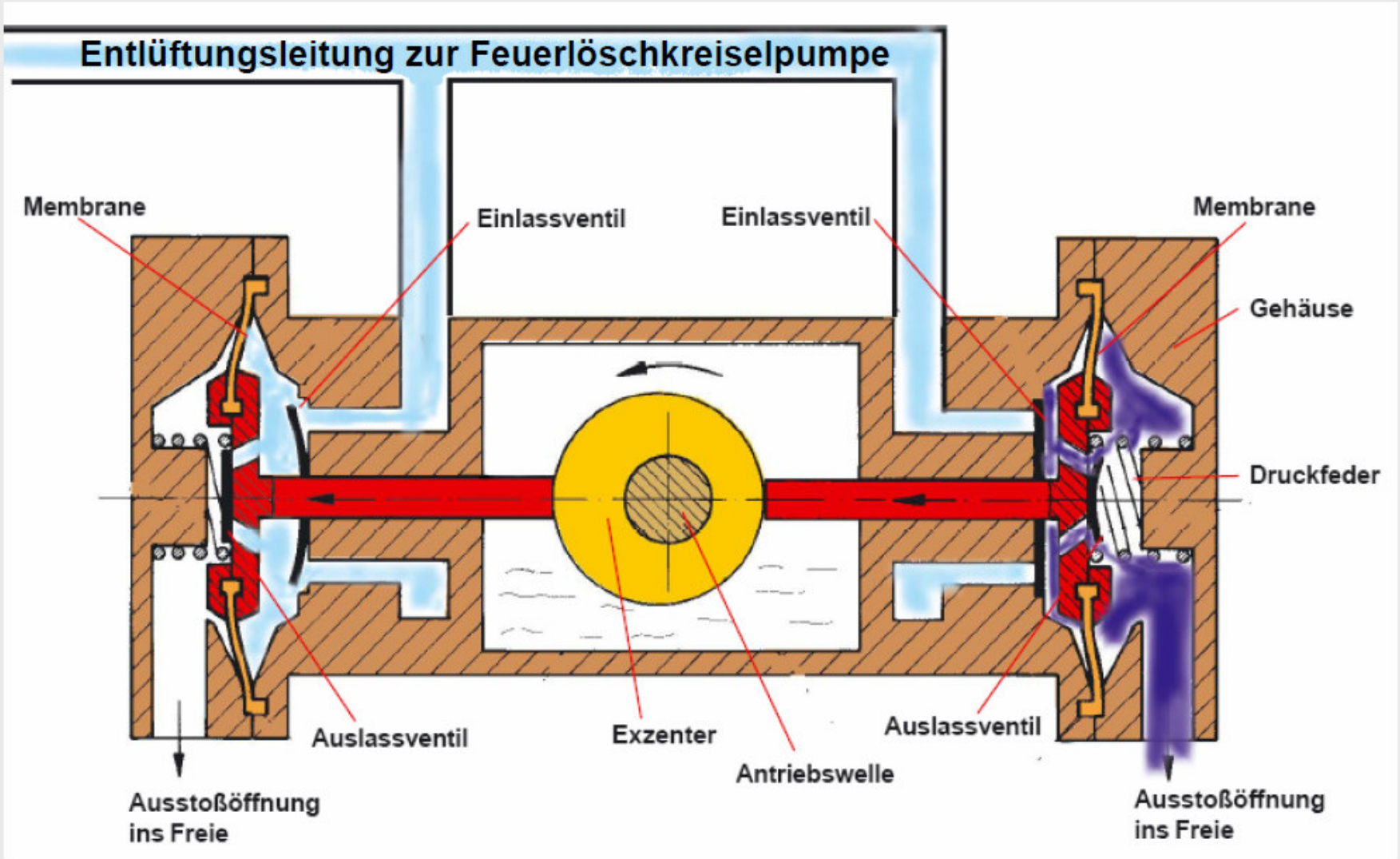
Kolben-Entlüftungspumpe

Abschaltzustand



4. Feuerlöschkreiselpumpen: Membran-Entlüftungspumpe

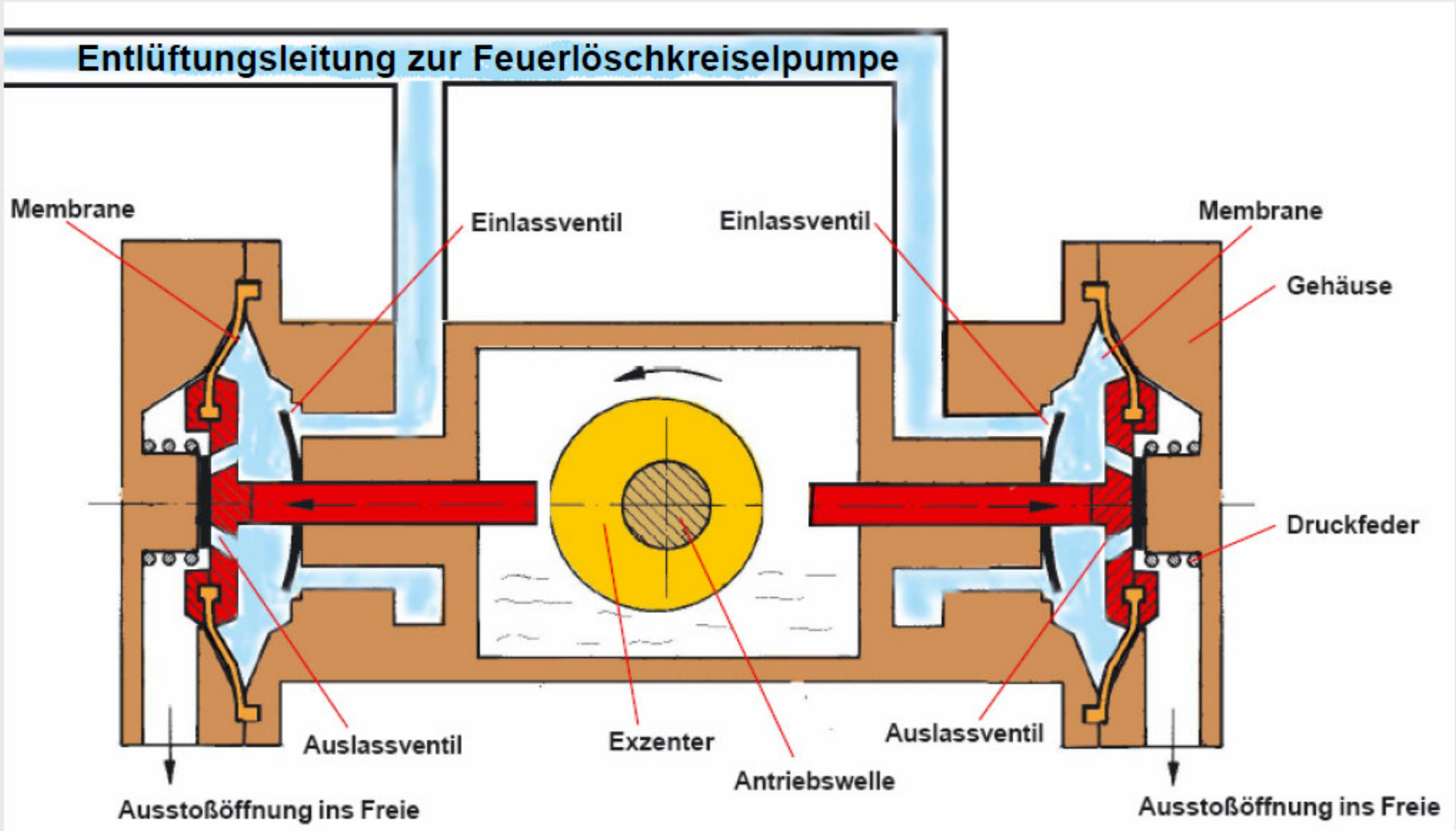
Membran-Entlüftungspumpe



4. Feuerlöschkreiselpumpen: Membran-Entlüftungspumpe

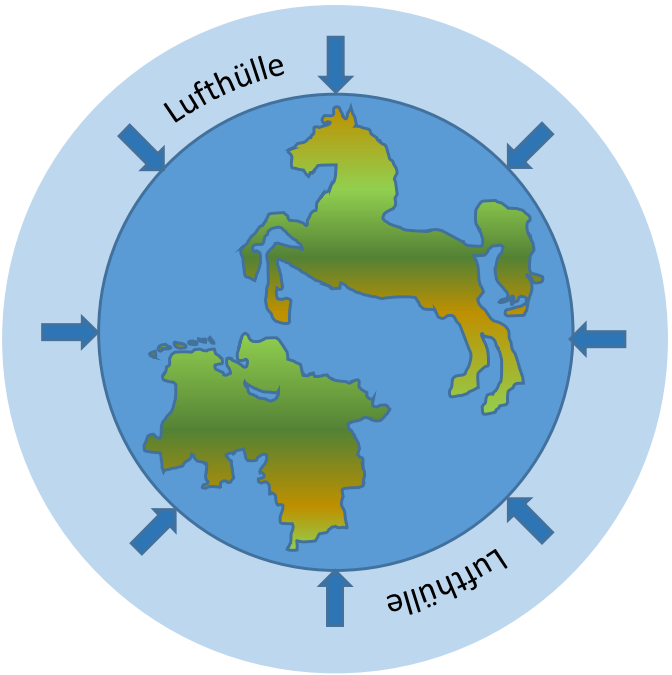
Membran-Entlüftungspumpe

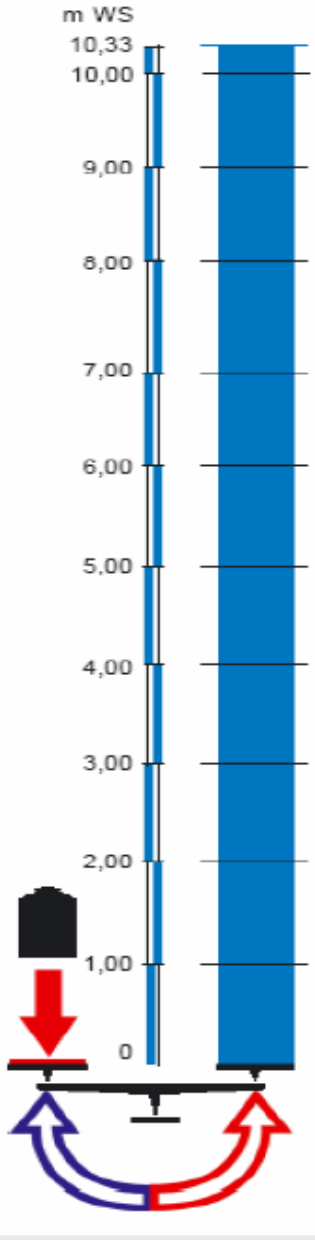
Abschaltzustand



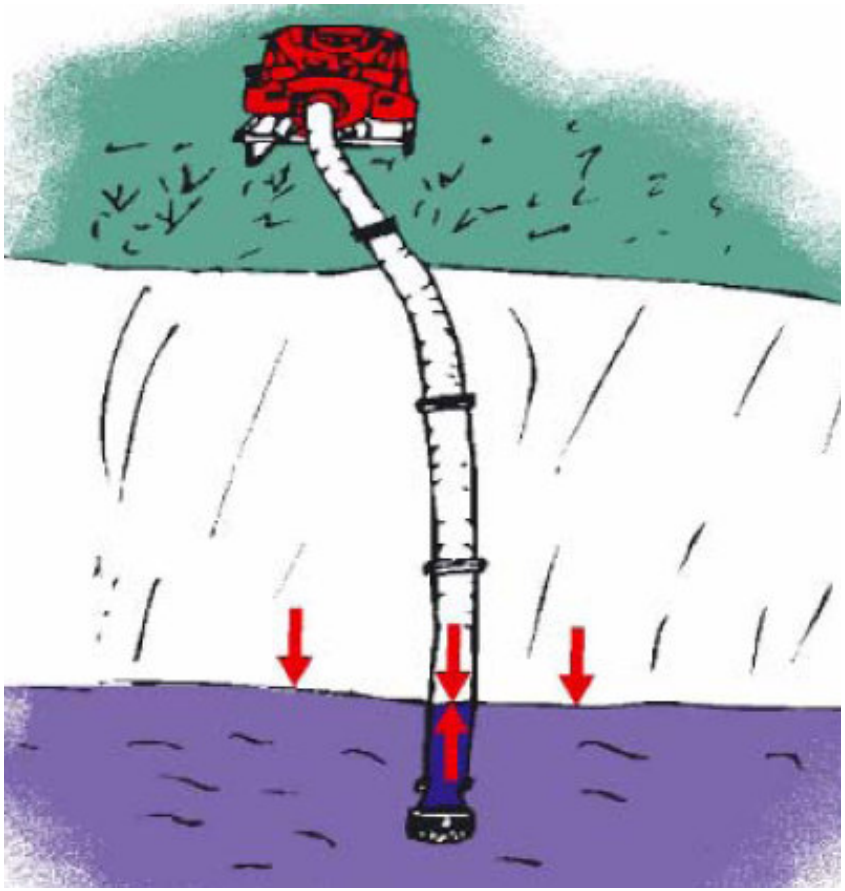
4. Feuerlöschkreiselpumpen: Saugvorgang

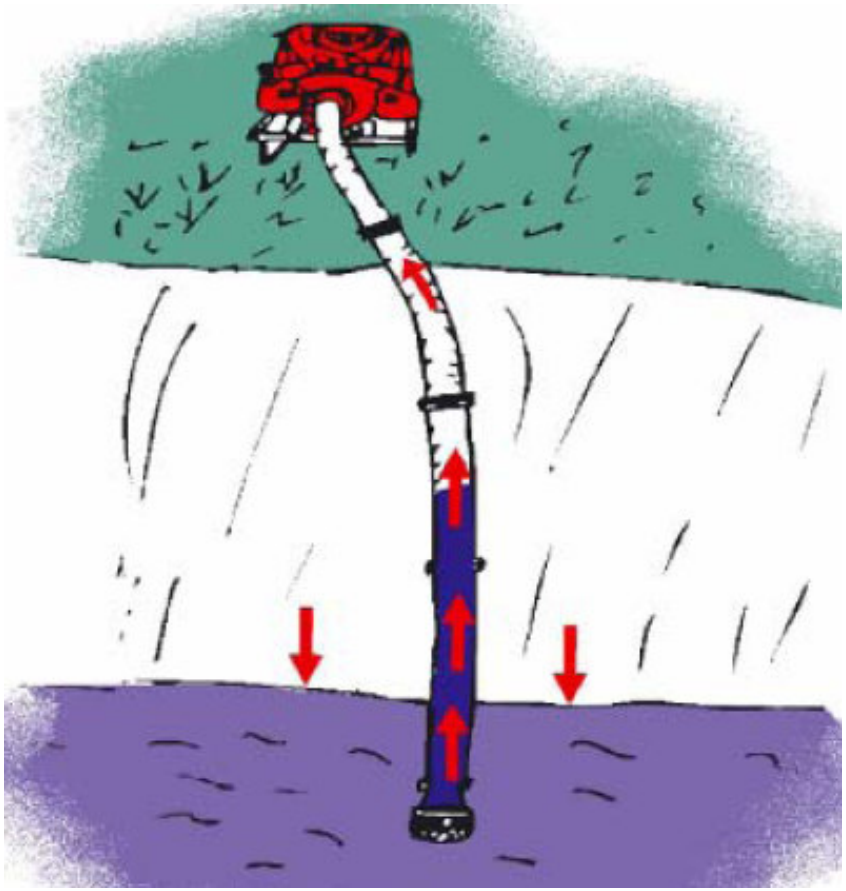
In Meereshöhe lastet bei normalen Luftdruck auf jedem cm^2 der Erdoberfläche eine Luftsäule mit einem Gewicht von 1,033 kg = Gewicht einer Wassersäule (bei + 4°C) mit 1 cm^2 Grundfläche und 10,33 m Höhe.





4. Feuerlöschkreiselpumpen: Entlüften der Saugleitung





Durch das Entlüften verringert sich das Luftgewicht (Luftdruck) in der Saugleitung. Der auf der Wasseroberfläche wirkende höhere Luftdruck drückt das Wasser in die Saugleitung.

4. Feuerlöschkreiselpumpen: Theoretische Saughöhe

- Bei Jahresdurchschnitt des Luftdrucks von 1013 hPa
- Auf Meereshöhe
- Bei 4°C Wassertemperatur

10,33 m

Ändert sich durch folgende Einflüsse:

- Wetterlage
- Höhenlage
- Wassertemperatur

Faustformel:

- Ortsbarometerstand in Hektopascal (hPa) geteilt durch 100 ist die theoretische Saughöhe in Meter

4. Feuerlöschkreiselpumpen: Praktische Saughöhe

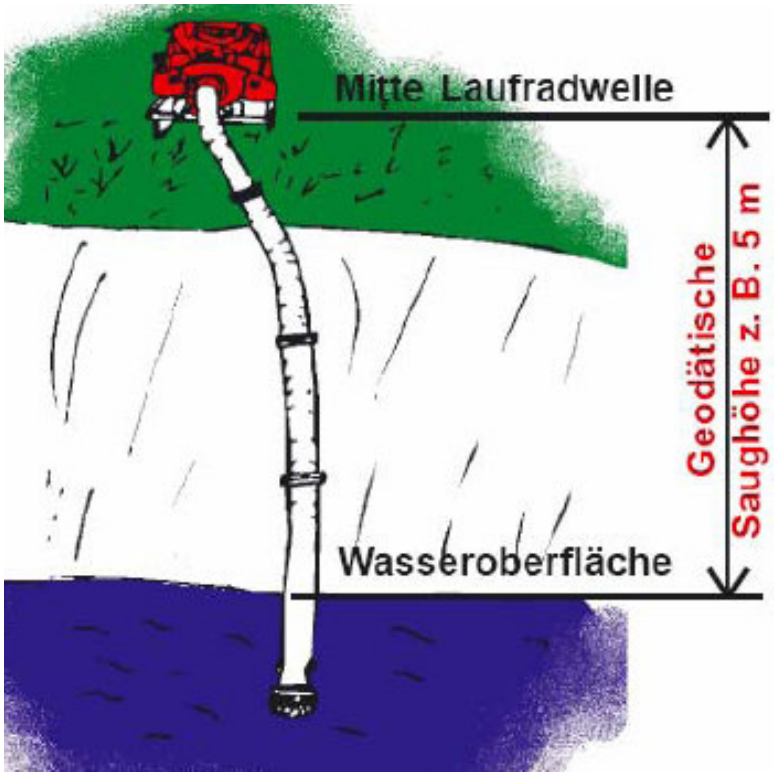
Berechnungsbeispiel:

■ Standort:	600 m über NN	
■ Ortsbarometerstand:	941 hPa	
■ Wassertemperatur:	20°C	

(zunehmende Wassertemperatur = Saughöhenabnahme, da sich die Wasserdampfbildung erhöht und einen Gegendruck bewirkt)

■ Theoretische Saughöhe bei 4°C Wassertemperatur	941: 100	**= 9,41 m**
■ Abnahme bei 20°C		**- 0,24 m**
Verbleibende theoretische Saughöhe		**= 9,17 m**
■ Davon 15% Verlust (Reibungsverluste)		**- 1,38 m**
Praktische Saughöhe		**= 7,79 m**

4. Feuerlöschkreiselpumpen: Geodätische/ Manometrische Saughöhe



Geodätische Saughöhe

Geodätische Saughöhe = Senkrechter Abstand zwischen Wasseroberfläche und Mitte Laufradwelle

Manometrische Saughöhe

Manometrische Saughöhe = Geodätische Saughöhe + Summe aller Saughöhenverluste (wird am Eingangsdruckmanometer abgelesen)

NLBK

5. Motorenkunde

Motorenkunde

Für den Antrieb von Feuerwehrfahrzeugen, Tragkraftspritzen und kraftbetriebenen Geräten werden unterschiedliche Verbrennungsmotoren eingesetzt. Dabei werden zwei Motorenarten unterschieden:

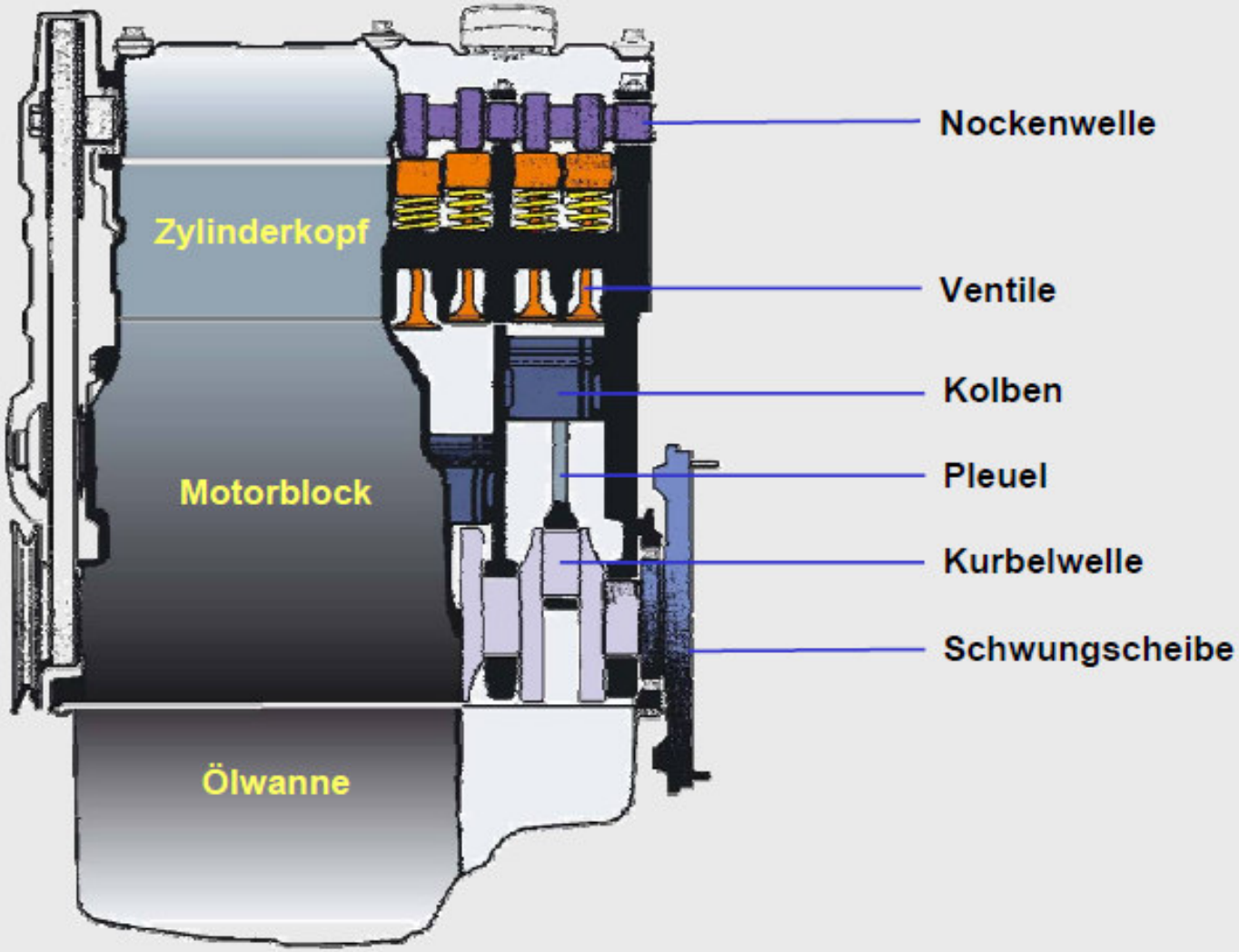
1.Ottomotor

- Viertaktmotor
- Zweitaktmotor

2. Dieselmotor

- Viertaktmotor

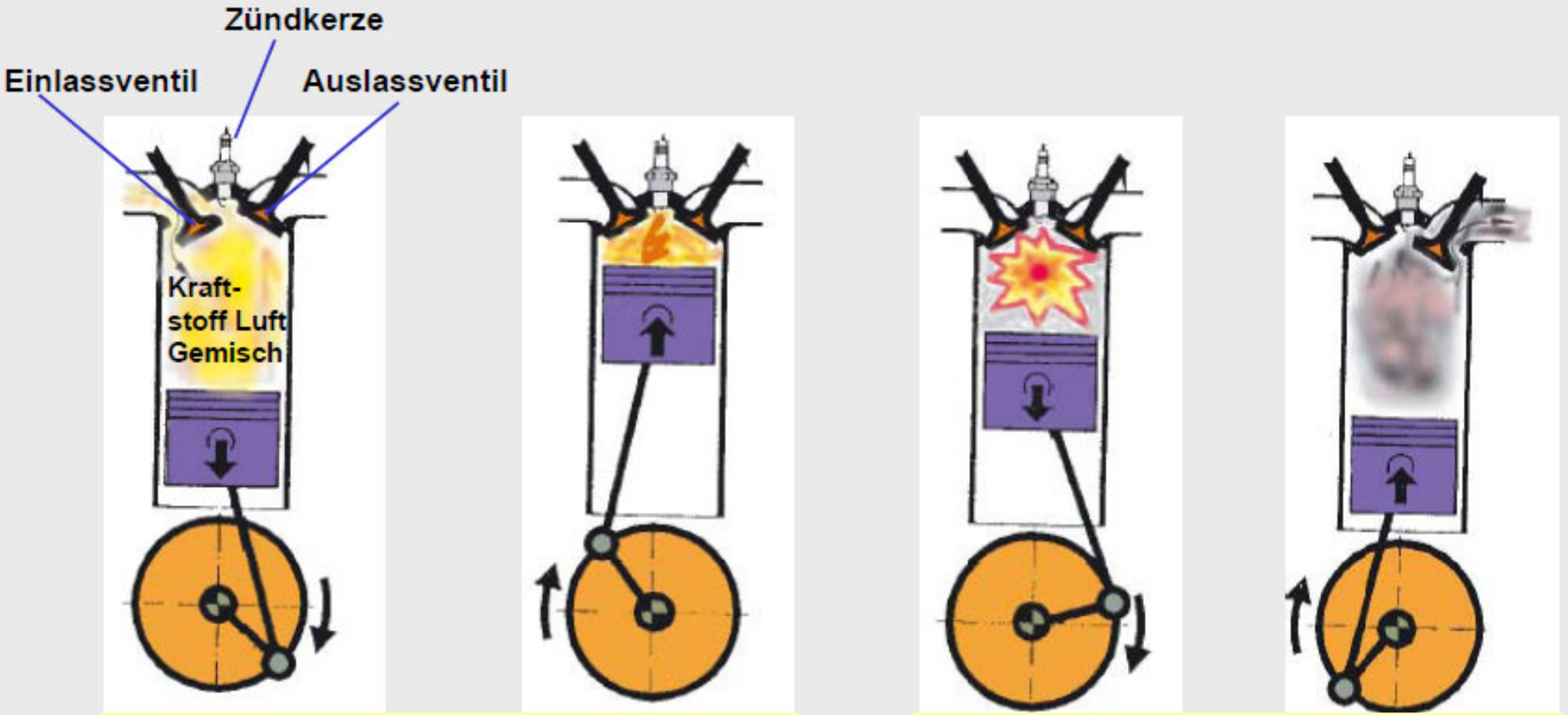
5. Motorenkunde: Aufbau eines 4-Takt Motor



5. Motorenkunde: Arbeitsweise 4-Takt Ottomotor

Arbeitsweise 4-Takt Ottomotor

1. Takt	2. Takt	3. Takt	4. Takt
Ansaugen	Verdichten	Verbrennen	Ausstoßen



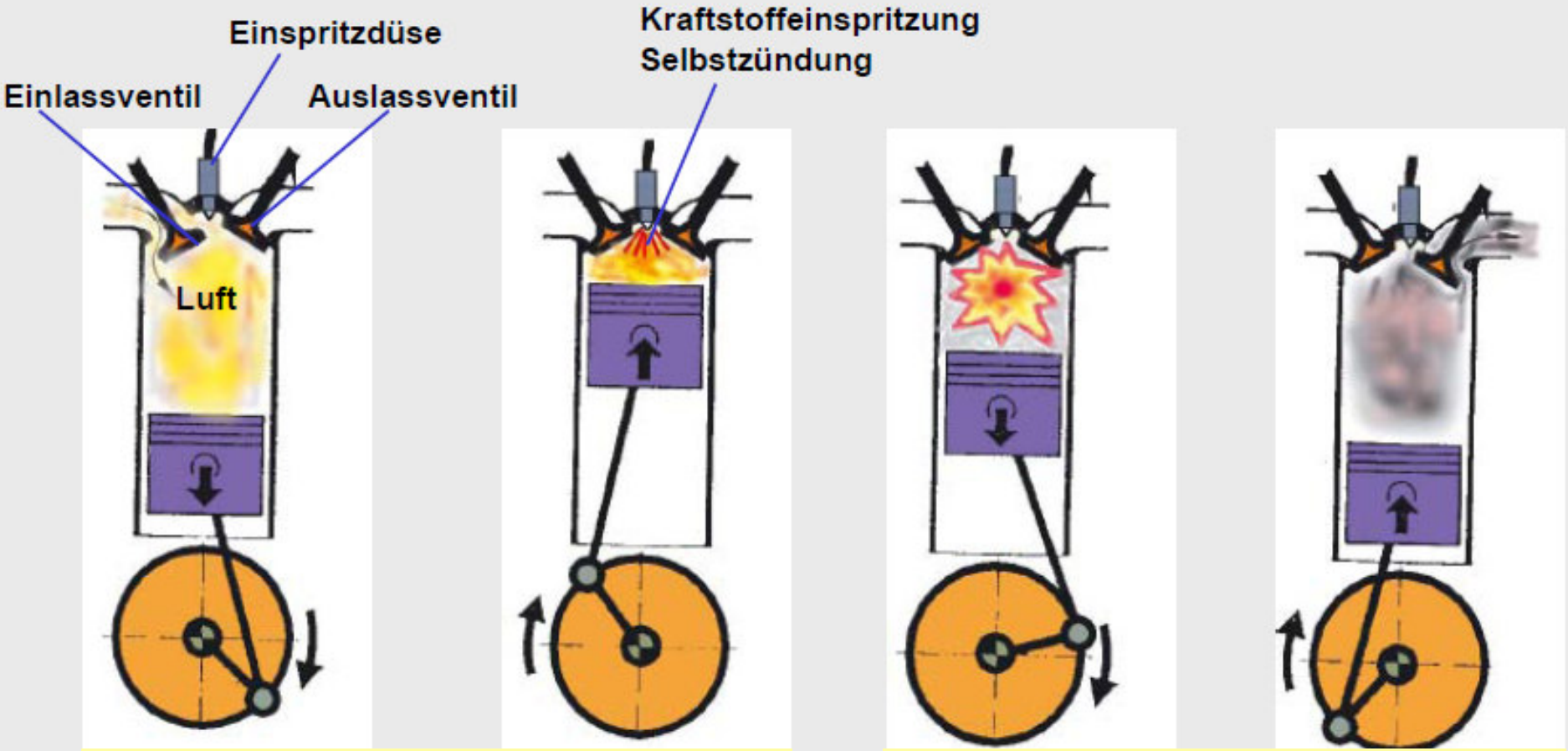
1. Kurbelwellenumdrehung

1. Kurbelwellenumdrehung

5. Motorenkunde: Arbeitsweise 4-Takt Dieselmotor

Arbeitsweise 4-Takt Dieselmotor

1. Takt	2. Takt	3. Takt	4. Takt
Ansaugen	Verdichten	Verbrennen	Ausstoßen



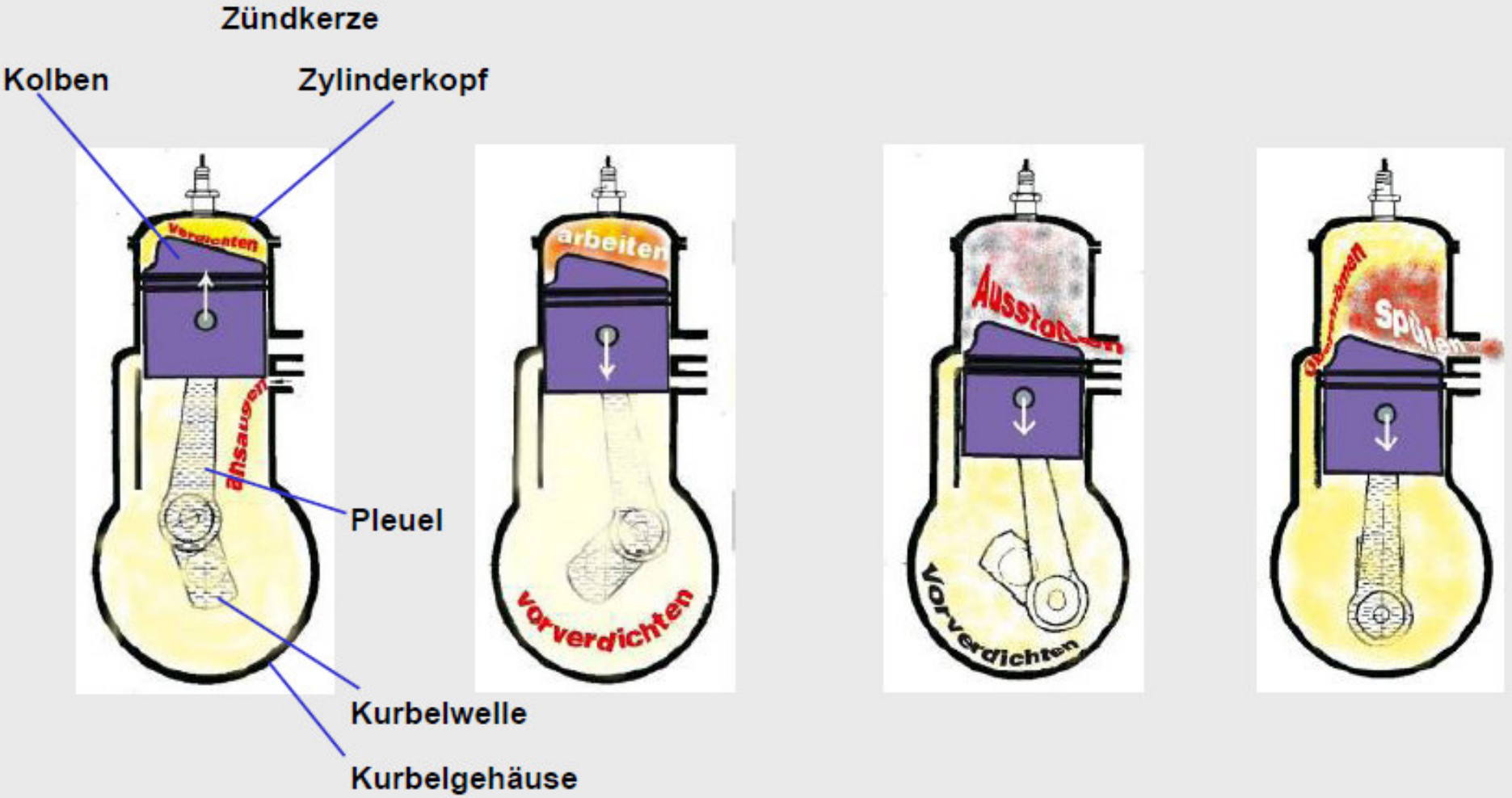
1. Kurbelwellenumdrehung

2. Kurbelwellenumdrehung

5. Motorenkunde: Arbeitsweise 2-Takt Ottomotor

Arbeitsweise 2-Takt Ottomotor

1. Takt	2. Takt	Gaswechsel	Gaswechsel
Verdichten und Ansaugen	Arbeiten und Vorverdichten	Ausstoßen und Vorverdichten	Überströmen und Spülen



6. Wasserförderung: Allgemeines

Allgemeines:

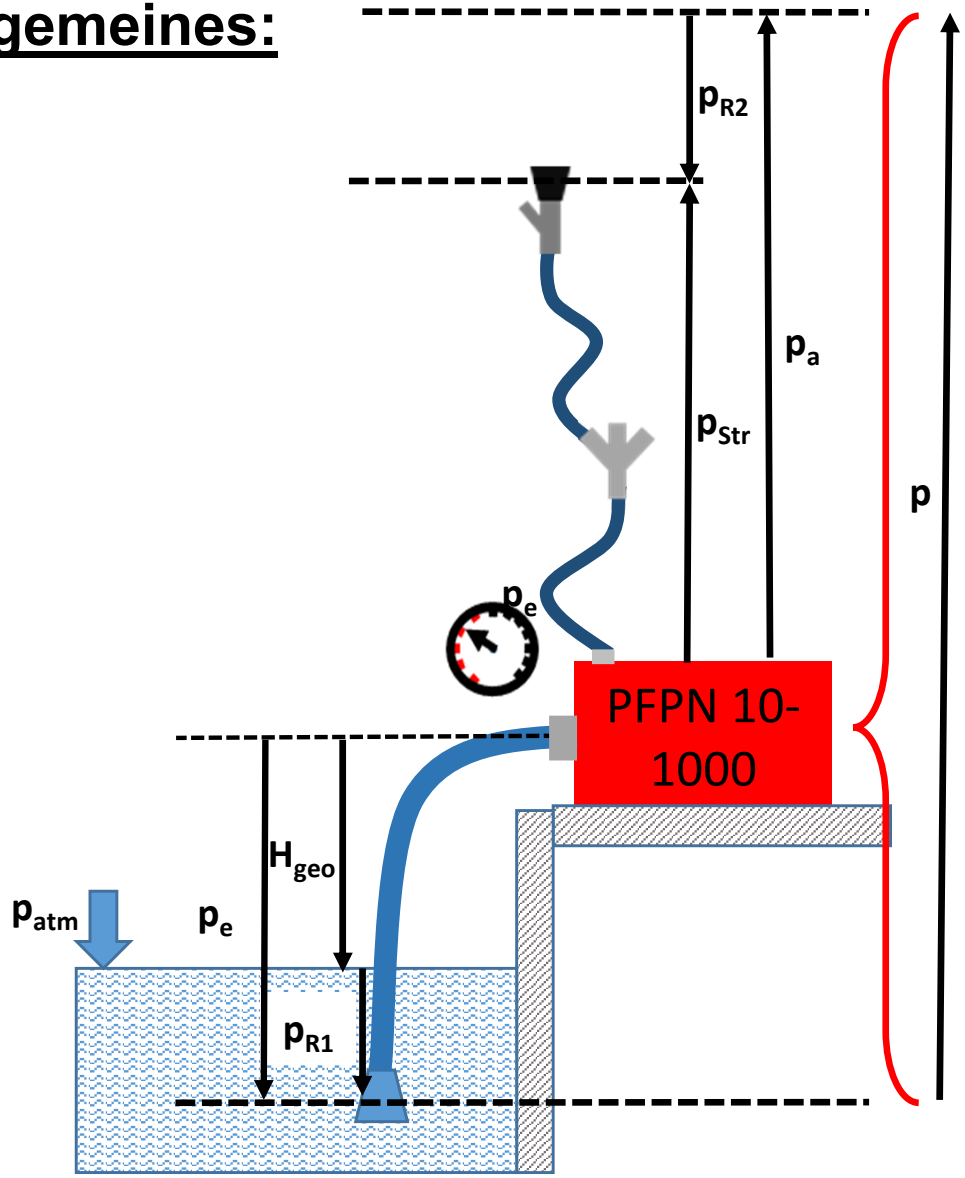
Bei der Löschwasserentnahme wird unterschieden in:

1. **Wasserzuführung zur FP mit Druck**
   - Wasserentnahme zentrale Wasserversorgung (Hydrantenbetrieb)
   - Innerhalb einer Förderstrecke (Geschlossene Schaltreihe)

2. **Wasserzuführung zur FP ohne Druck**
   - Wasserentnahme unabhängige Löschwasserversorgung
   - Innerhalb einer Förderstrecke (Offene Schaltreihe)

6. Wasserförderung: Allgemeines

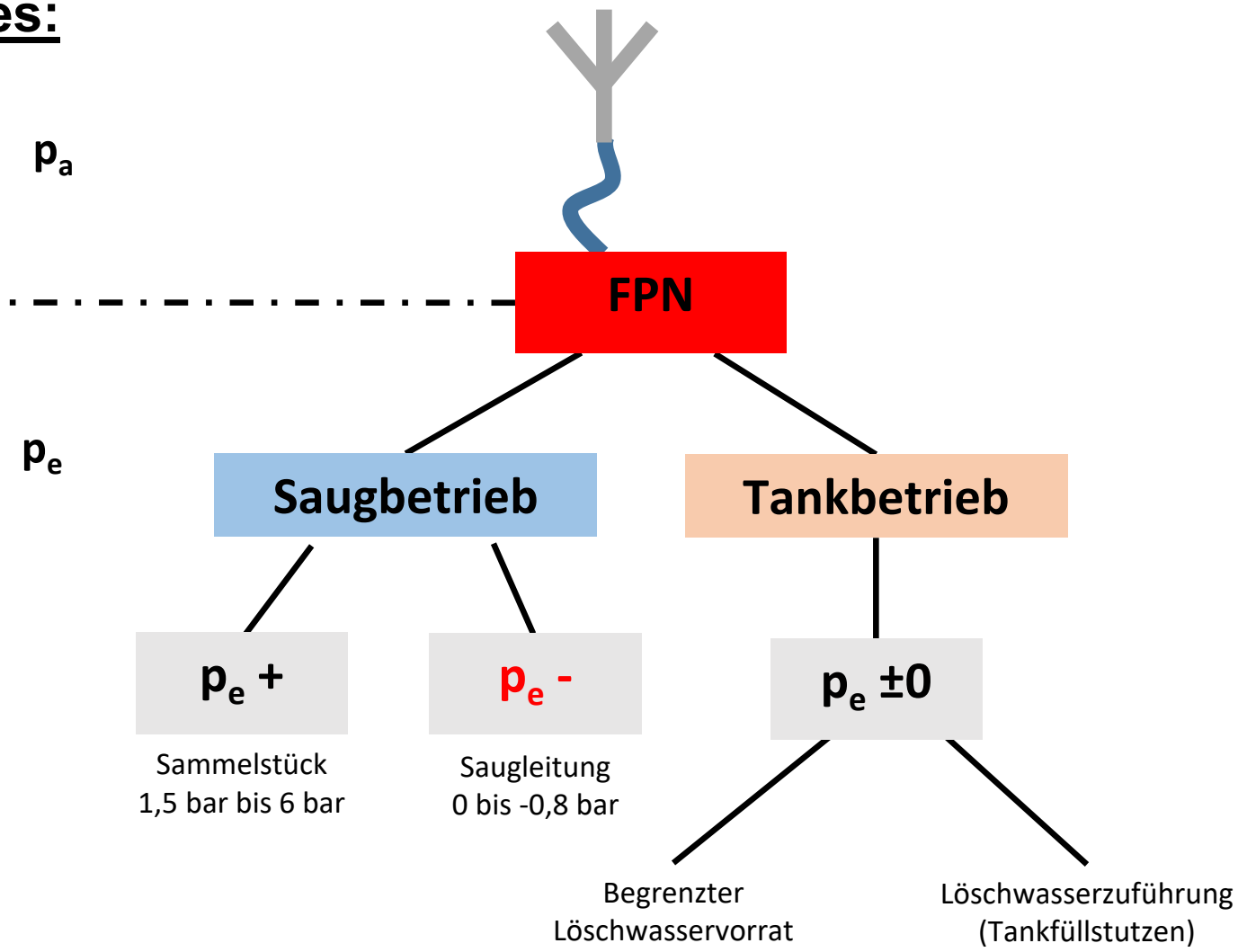
Allgemeines:



p_e	- Pumpeneingangsdruck
H_{geo}	- geodätische Saughöhe
p_{R1}	- Reibungsverluste Saugseite
p_a	- Pumpenausgangsdruck
p_{Str}	- Strahlrohrdruck
p_{R2}	- Reibungsverluste Druckseite
p	- Förderdruck (Pumpenleistung)

6. Wasserförderung: Allgemeines

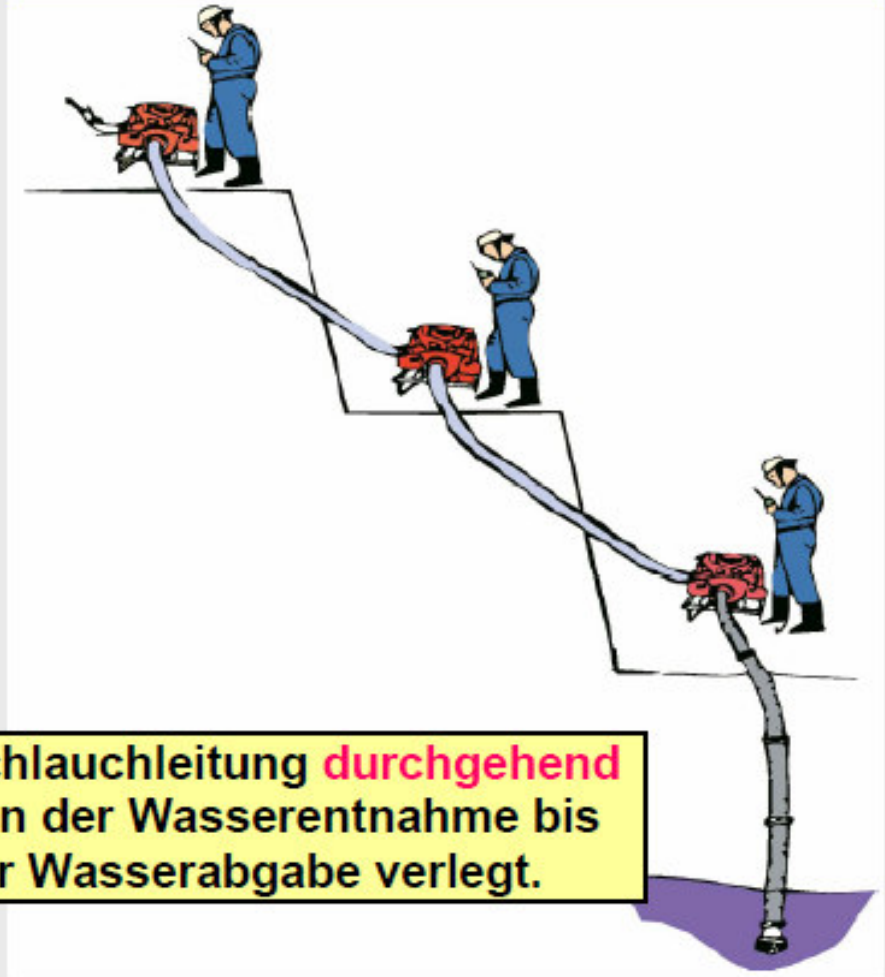
Allgemeines:



6. Wasserförderung: Löschwasser in der Förderstrecke

Löschwasserförderung in der Förderstrecke

Geschlossene Schaltreihe



Schlauchleitung durchgehend von der Wasserentnahme bis zur Wasserabgabe verlegt.

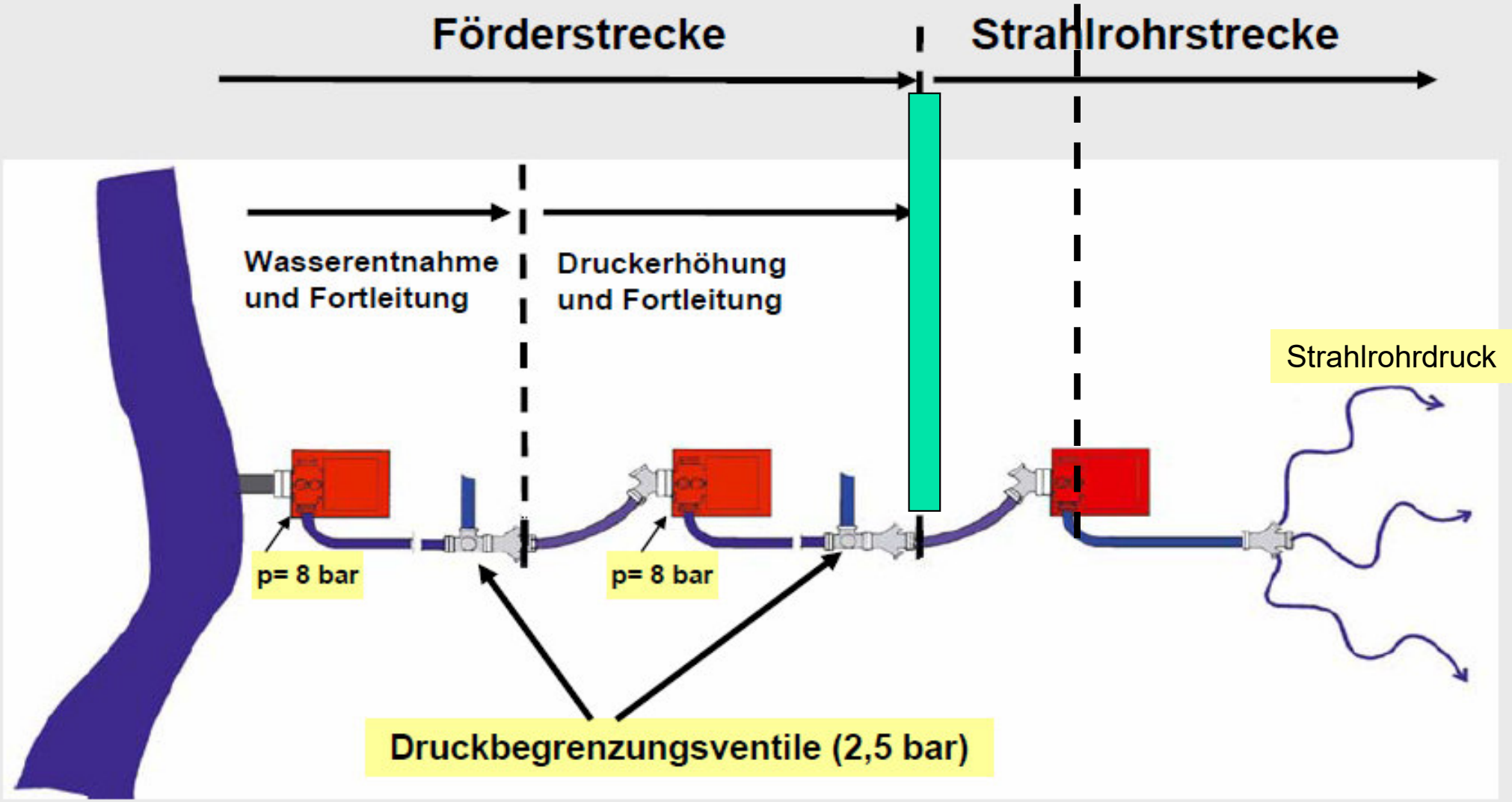
Offene Schaltreihe



Förderstrecke ist unterbrochen z.B. durch einen Faltbehälter oder auch Löschwasserbehälter vom Fahrzeug (Tankbetrieb) der als Puffer dient.

6. Wasserförderung: Aufbau einer Förderstrecke

Aufbau einer Förderstrecke:



6. Wasserförderung: Druckverluste und -gewinne

Physikalische Zusammenhänge bei der Löschwasserversorgung

Der Druckverlust in der Förderstrecke ist abhängig von:

- Reibungsvolumen (Schlauchlänge, Förderstrom)
- Höhenunterschied

Merke:

Pro 10 m Höhenunterschied ändert sich der Druck um 1 bar.

Druckverluste in **bar** für je 100 m Schlauchlänge (ermittelt nach Tabelle 2 in DIN 14811 Blatt 1) abgerundet für den praktischen Verbrauch

Wasser-menge in l/min	B	C 52	C 42
100		0,2	0,6
200	0,1	0,6	2,3
300	0,2	1,2	5
400	0,3	2	8,8
500	0,5	3,3	13,8
600	0,7	4,8	20
700	0,9	6,5	
800	1,1	8,5	
900	1,4	10,9	
1000	1,7	13,5	
1100	2,1	16,5	
1200	2,5	20	
1300	3		
1400	3,5		
1500	4		
1600	4,5		
1800	5,7		
2000	7		
2200	8,4		
2400	10		

Bei 300m Schlauchlänge z.B. würde der Druckverlust das dreifache betragen

6. Wasserförderung

Wasserlieferungstabelle aus Strahlrohrmundstücken nach DIN 14 200

CM-Strahlrohr nach DIN 14 365: mit Mundstück = **9** mm Durchmesser; ohne Mundstück = **12** mm Durchmesser
BM-Strahlrohr nach DIN 14 365: mit Mundstück = **16** mm Durchmesser ohne Mundstück = **22** mm Durchmesser

Druck-höhe in bar	Mundstückdurchmesser d in mm																				
	4	6	8	9	10	12	14	16	18	20	21	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	Wasserdurchfluss Q in l/min																				
1	10	24	42	53	65	94	130	165	210	260	289	315	375	440	510	590	670	755	840	945	1050
1,5	13	29	51	65	80	115	155	205	260	320	354	385	460	540	630	720	820	925	1040	1150	1280
2	15	33	59	74	92	135	180	235	300	370	409	445	530	625	725	830	945	1070	1200	1330	1480
2,5	17	37	66	83	105	150	200	265	335	415	457	500	595	700	810	930	1060	1190	1340	1490	1650
3	18	41	72	91	115	165	220	290	365	455	501	550	650	765	885	1020	1160	1310	1470	1630	1810
3,5	20	44	78	98	120	175	240	315	395	490	541	595	705	825	960	1100	1250	1410	1580	1760	1960
4	21	47	84	**105**	130	**190**	255	**335**	425	525	580	**630**	755	885	1020	1180	1340	1510	1690	1890	2090
4,5	22	50	89	112	140	200	270	355	450	555	614	670	800	935	1090	1250	1420	1600	1800	2000	2220
5	23	53	93	**118**	145	**210**	285	**375**	475	585	647	**705**	840	985	1140	1310	1500	1690	1890	2110	2340
5,5	25	55	98	123	155	220	300	390	495	615	678	740	880	1040	1200	1380	1570	1770	1980	2210	2450
6	26	58	100	129	160	230	315	410	520	640	709	775	920	1080	1250	1440	1640	1850	2070	2310	2560
6,5	27	60	105	134	165	240	325	425	540	665	738	805	960	1130	1310	1500	1700	1920	2160	2400	2660
7	28	62	110	139	175	250	340	440	560	690	765	835	995	1170	1350	1550	1770	2000	2240	2500	2760
7,5	29	64	115	144	180	260	350	460	580	715	793	865	1030	1210	1400	1610	1830	2070	2320	2580	2860
8	30	66	120	149	185	265	360	475	600	740	818	895	1060	1250	1450	1660	1890	2140	2390	2670	2960
8,5	30	69	120	154	190	275	375	490	615	760	844	920	1100	1290	1490	1710	1950	2200	2470	2750	3050
9	31	71	125	158	195	280	385	500	635	785	868	950	1130	1320	1540	1760	2010	2260	2540	2830	3150
9,5	32	72	130	162	200	290	395	515	650	805	892	975	1160	1360	1580	1810	2060	2330	2610	2910	3200
10	33	74	135	167	205	295	405	530	670	825	915	1000	1190	1400	1620	1860	2110	2390	2680	2980	3300
11	35	78	140	175	215	310	425	555	700	865	960	1050	1250	1460	1700	1950	2220	2500	2810	3150	3450
12	36	81	145	183	225	325	445	580	735	905	1003	1090	1300	1530	1770	2040	2320	2620	2930	3250	3600
13	38	85	150		235	340	460	605	765	940	1043	1140	1360	1590	1850	2120	2410	2720	3050	3400	3750
14	39	88	155		245	350	480	625	790	960	1083	1180	1410	1650	1920	2200	2500	2820	3150	3550	3900
15	40	91	160		255	365	495	650	820	1010	1121	1220	1460	1710	1980	2280	2590	2920	3300	3650	4050
16	42	94	165		260	375	510	670	845	1040	1158	1260	1500	1770	2050	2350	2670	3000	3400	3750	4200

6. Wasserförderung: Berechnung der Brandstellenpumpe

$$p_a = p_R + p_{vert} + p_h$$

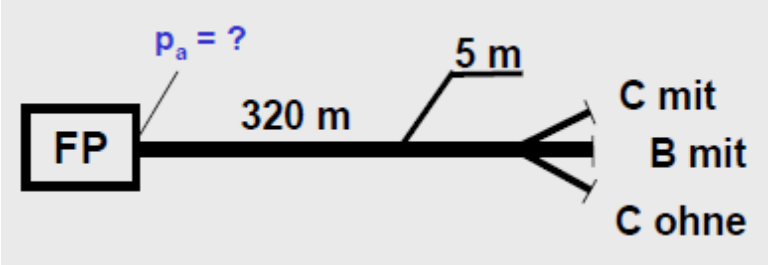
p_a = Ausgangsdruck

p_R = Druckverlust durch Reibung

p_{vert} = Druck am Verteiler (5 bar)

p_h = Druckverlust/-gewinn durch Höhenunterschied

Aufgabe:



Gesucht:

Förderstrom = ?

Ausgangsdruck = ?

Gegeben:

Druck am Verteiler = 5 bar (für Mehrzweckstrahlrohre)

C mit Mundstück = 100 l/min

C ohne Mundstück = 200 l/min

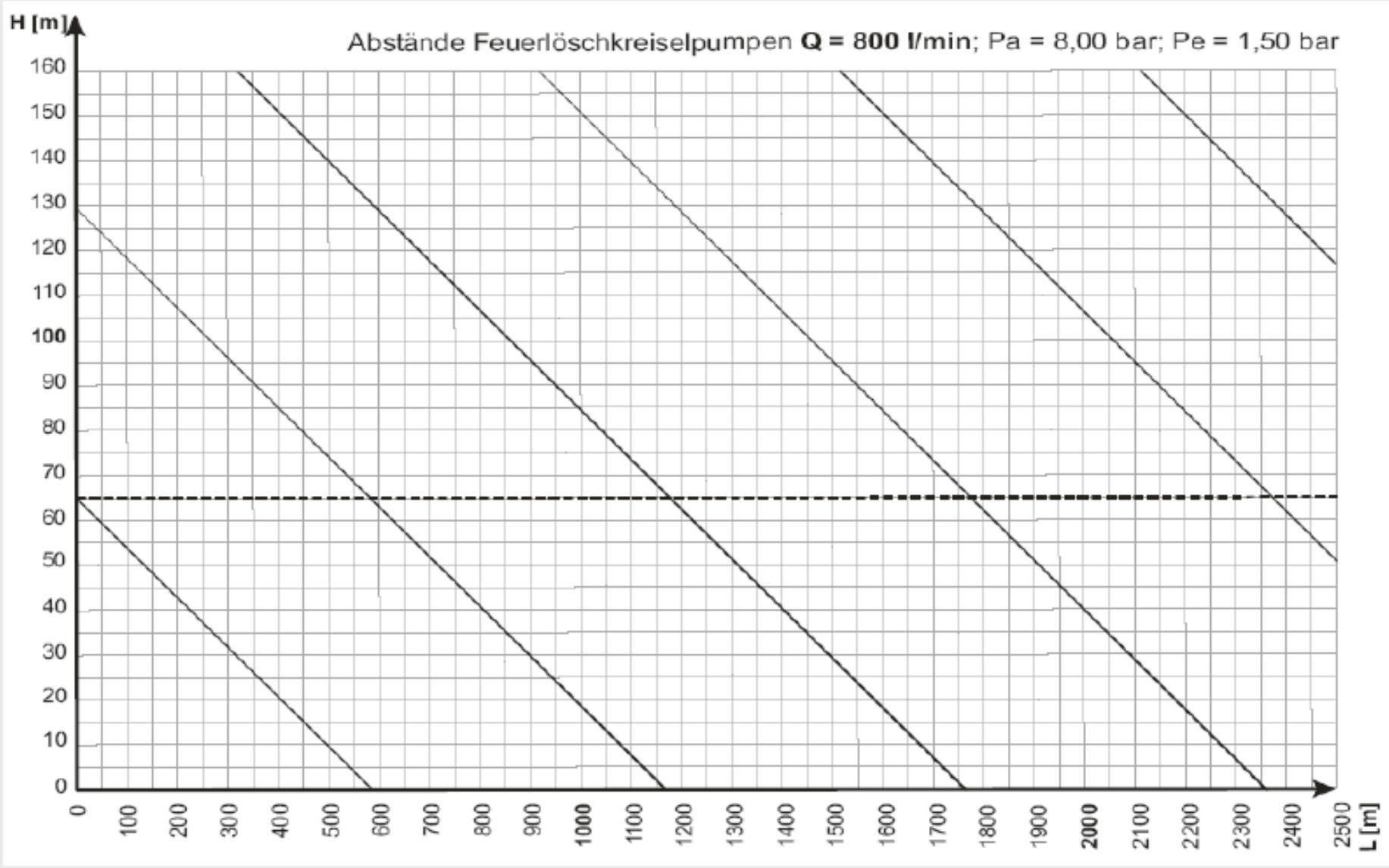
B mit Mundstück = 300 l/min

B ohne Mundstück = 600 l/min

Der Ausgangsdruck der Pumpe ist an die Strahlrohrbauart anzupassen!

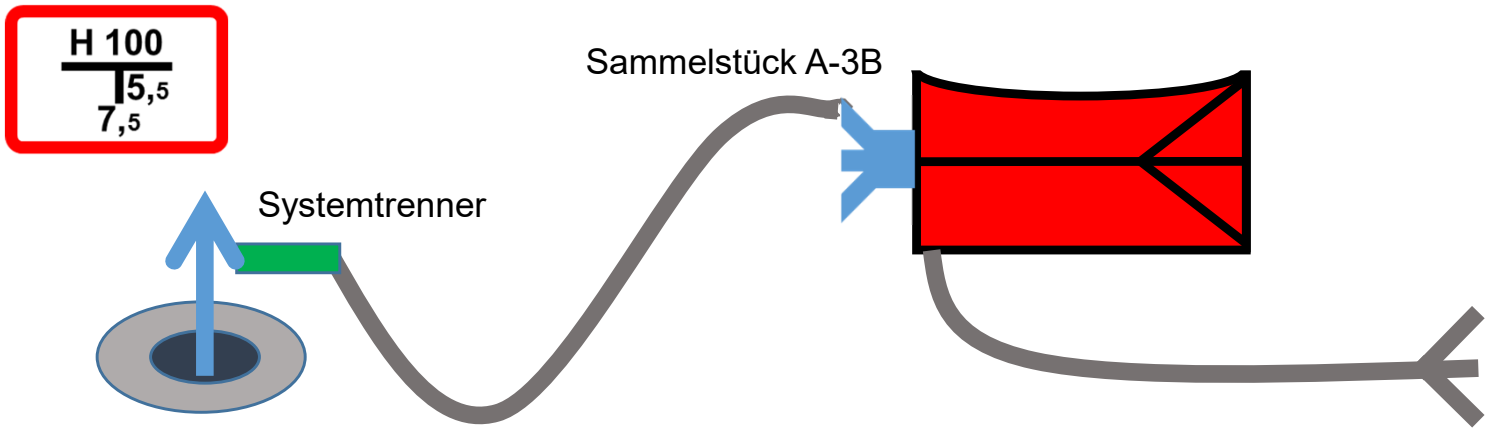
6. Wasserförderung: Wasserförderung über lange Wege

Wasserförderung über lange Wege



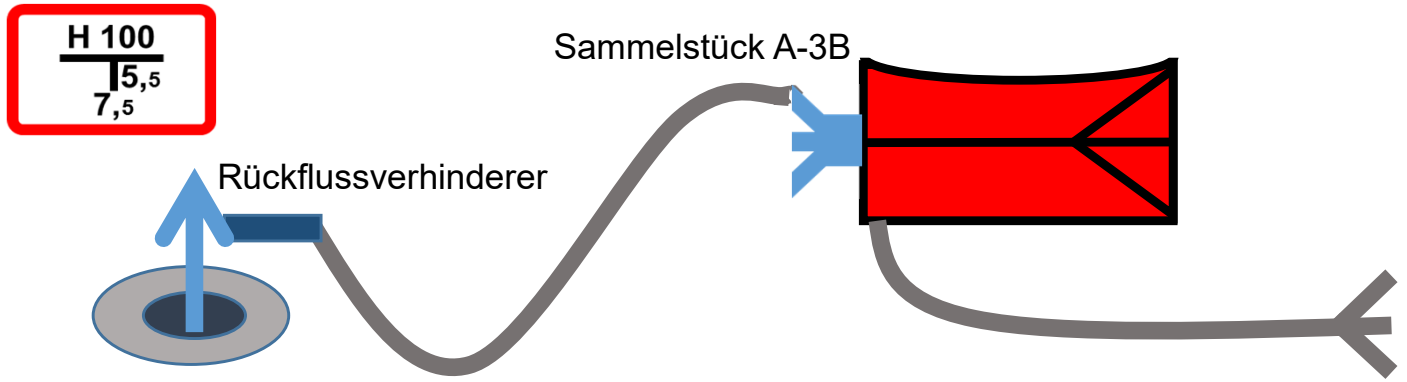
6. Wasserförderung: Trinkwasserschutz

Wasserentnahme aus dem Trinkwassernetz mit einem Systemtrenner

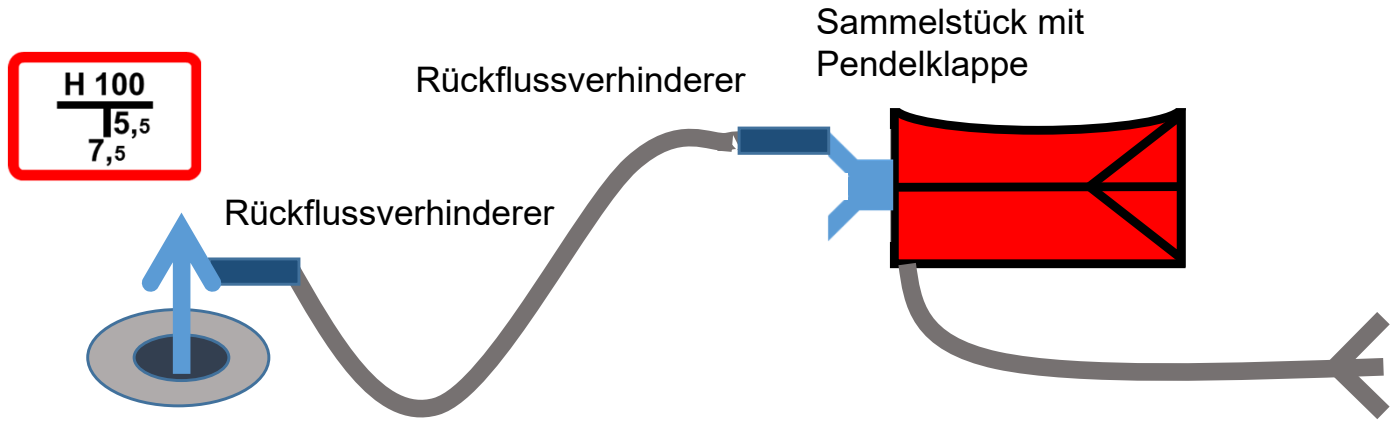


6. Wasserförderung: Trinkwasserschutz

Wasserentnahme aus dem Trinkwassernetz mit Rückflussverhinderer und Sammelstück A-3B (auslaufende Übergangslösung)

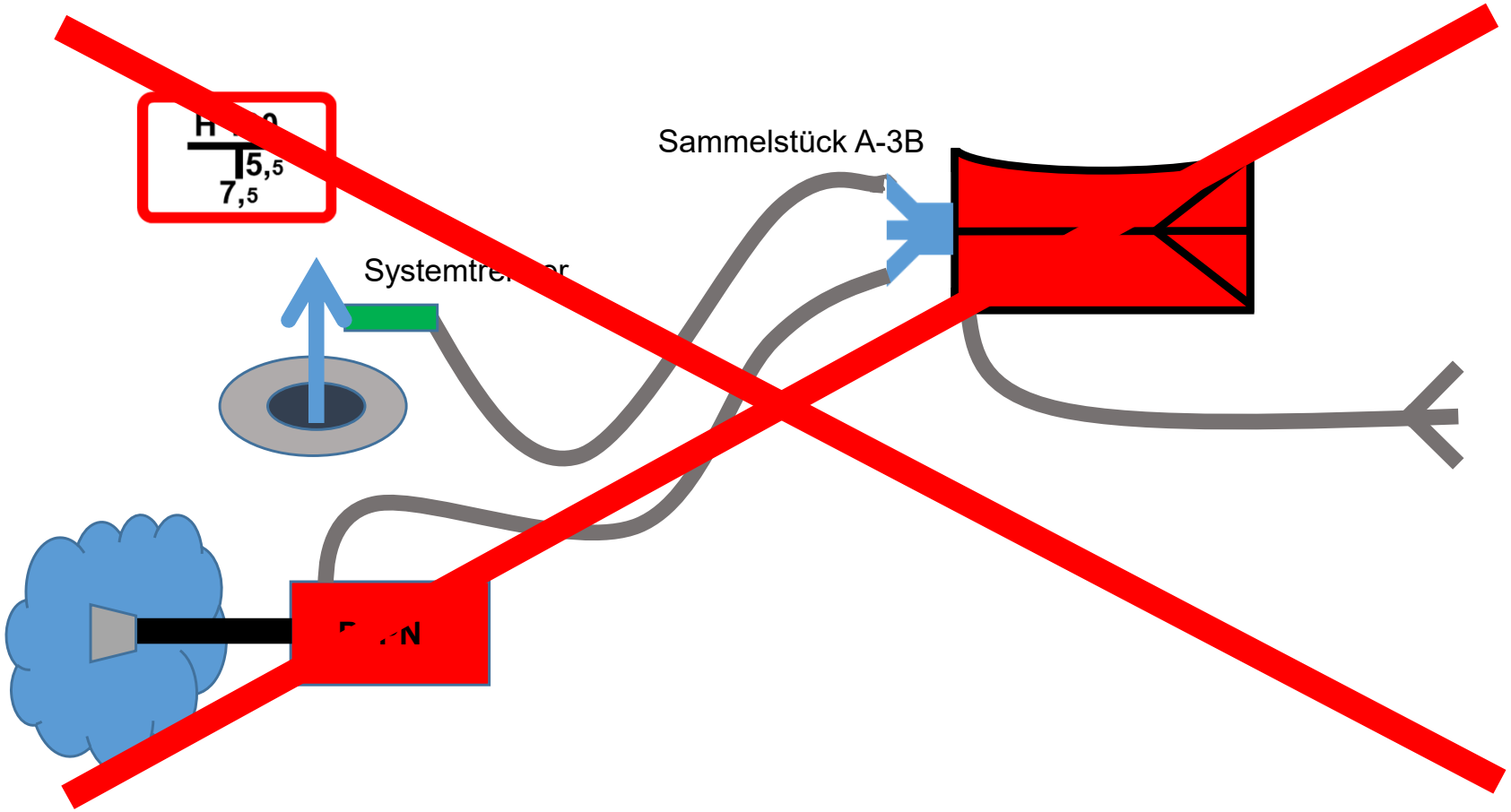


Wasserentnahme aus dem Trinkwassernetz mit zwei Rückflussverhinderern und Sammelstück A-2B mit Pendelklappe (auslaufende Übergangslösung)



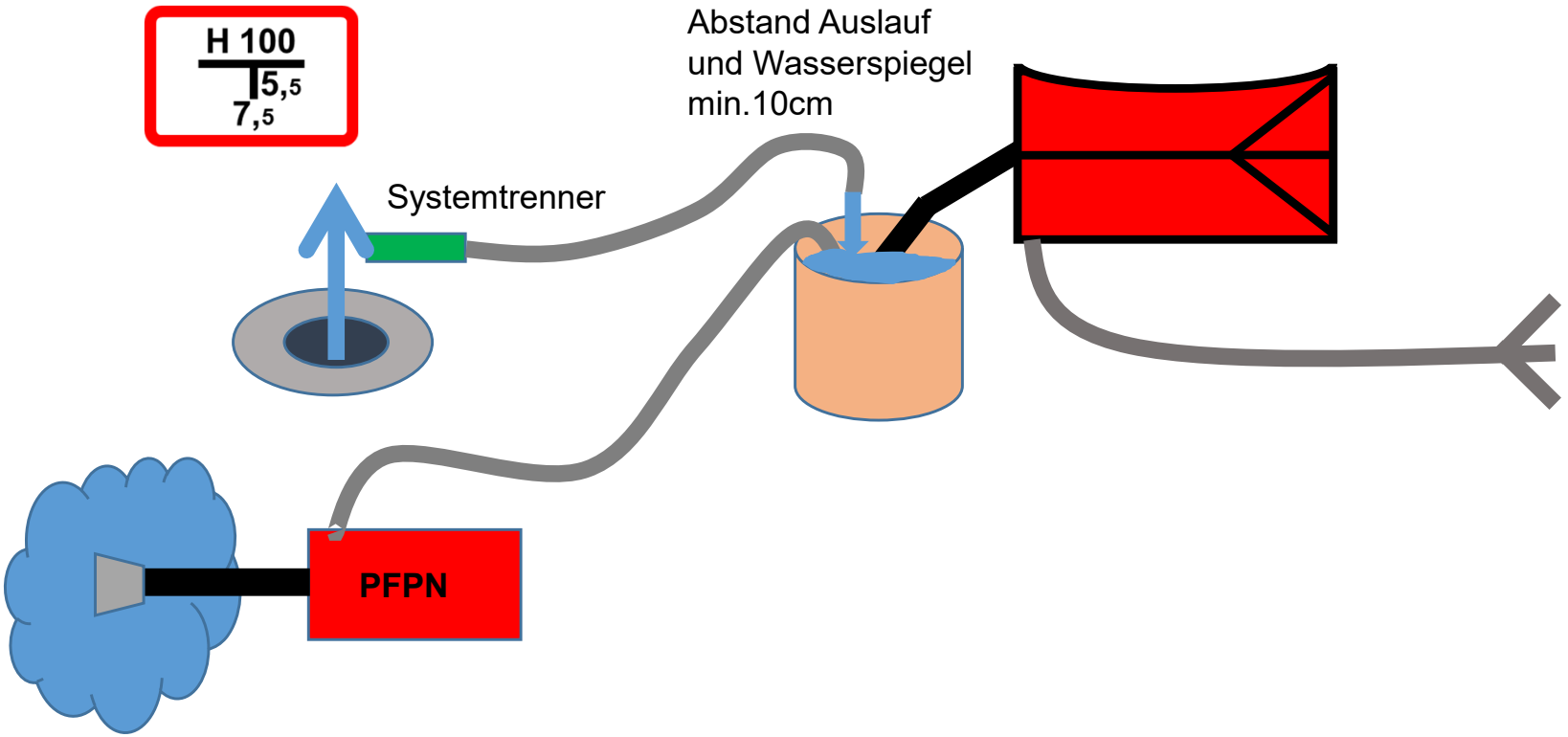
6. Wasserförderung: Trinkwasserschutz

Wenn gleichzeitig Wasser aus dem Trinkwassernetz und einem offenen Gewässer entnommen wird, darf nur mit freiem Auslauf gearbeitete werden



6. Wasserförderung: Trinkwasserschutz

Wenn gleichzeitig Wasser aus dem Trinkwassernetz und einem offenen Gewässer entnommen wird, darf nur mit freiem Auslauf gearbeitete werden



7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Tragkraftspritzen (TS) nach DIN EN 14644

Tragkraftspritze Typ	Mit Feuerlösch-kreiselpumpe nach	Höchstgewicht
TS 8/8	DIN 14420	190 kg
PFPN 6-500	DIN EN 1028	96 kg
PFPN 10-1000	DIN EN 1028	200 kg
PFPN 10-1500	DIN EN 1028	200 kg

7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte

Tragbare Pumpen nach DIN 14410 und DIN EN 14644

Bezeichnung:

z.B. PFPN 10-1000

- **1000** = Nennförderstrom
- **10** = Nennförderdruck in bar
- **P**ortable **F**euerlöschkreisel**p**umpe
- **N**ormaldruck

z.B. TS 8 / 8

- **8** = Nennförderdruck in bar
- **8** x 100 = Nennförderstrom in l/min
- **T**ragkraft**s**pritze

Kraftstoffvorrat:

PFPN 10-1000 (mind. eine Stunde)



TS 8/8 (mind. zwei Stunden)

Traggestell:

- mit Kufen
- Tragegriffe nur vorn und hinten
- TS ≤ 100 kg (z.B. PFPN 6-500) wird von min. 2 Personen
- bzw. TS ≤ 200 kg (z.B. PFPN 10-1000) wird von min. 4 Personen getragen (im Gelände und schweren Bedingungen mit 6 Personen)



7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: tragbare Pumpen



TS 8/8

- Sauganschluss: A
- Druckanschluss: 2 B
- Hauptfarbe: Rot (RAL 3000)
- Gewicht: max. 190 kg



PFPN 10-1000

- Sauganschluss: A
- Druckanschluss: 2 B
- Hauptfarbe: Rot (RAL 3000)
- Gewicht: max. 200 kg

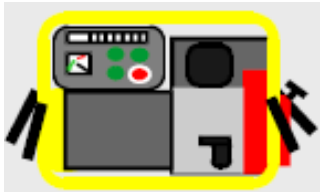
7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Stromerzeuger

Stromerzeuger

Die Leistung der bei der Feuerwehr verwendeten Stromerzeuger wird als Scheinleistung in Kilovoltampere (kVA) angegeben.

Tragbare Stromerzeuger werden in der Regel mitgeführt auf:

- Löschgruppenfahrzeuge
- Rüstwagen
- Gerätewagen
- Drehleitern
- Einsatzleitwagen

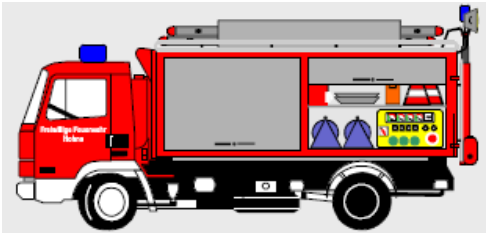


Leistung: nach gültigen Normen ≤ 2 kVA
oder < 5 KVA
oder ≥ 5 kVA

Kraftstoffbehälter: Für eine Betriebsdauer von mind. 1,5 Std. ausgelegt

Festeingebaute Stromerzeuger werden in der Regel mitgeführt auf:

- Rüstwagen

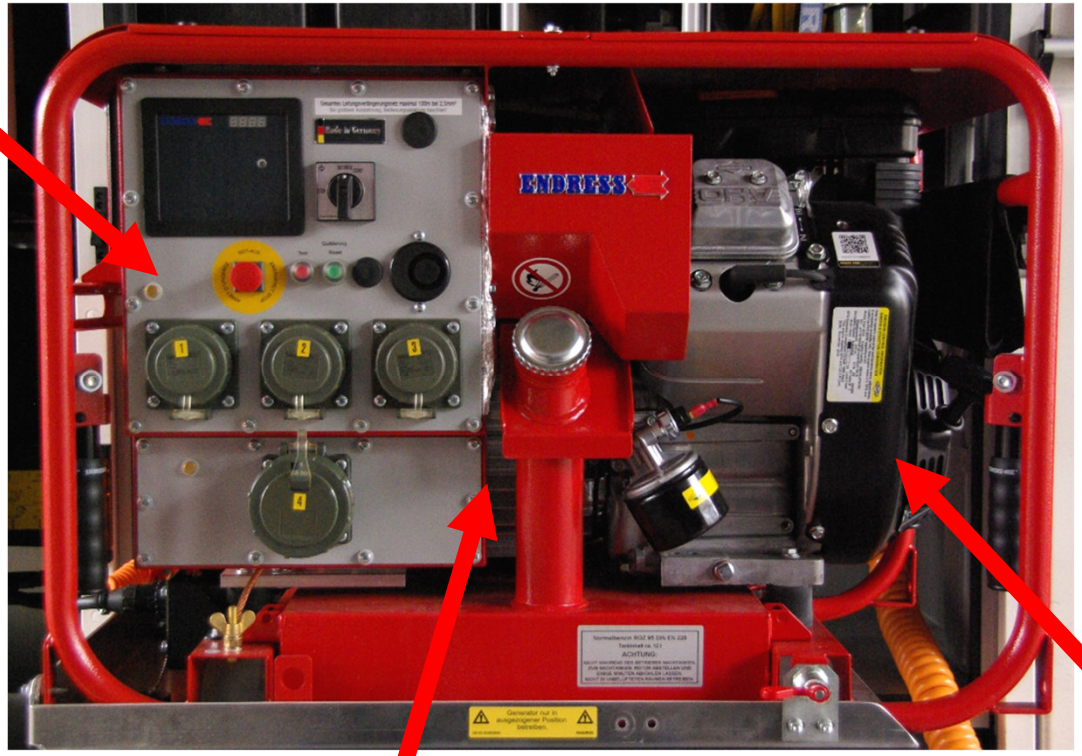


Leistung: - bei RW : ≥ 22 kVA

7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Tragbare Stromerzeuger

wesentliche Bestandteile

Bedienfeld



Generator

Verbrennungsmotor

7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Bedienfeld

wesentliche Bestandteile



Betriebsstundenzähler

Last-/
Spannungsanzeige

Isolations-
überwachung

Steckdosen
Wechselstrom

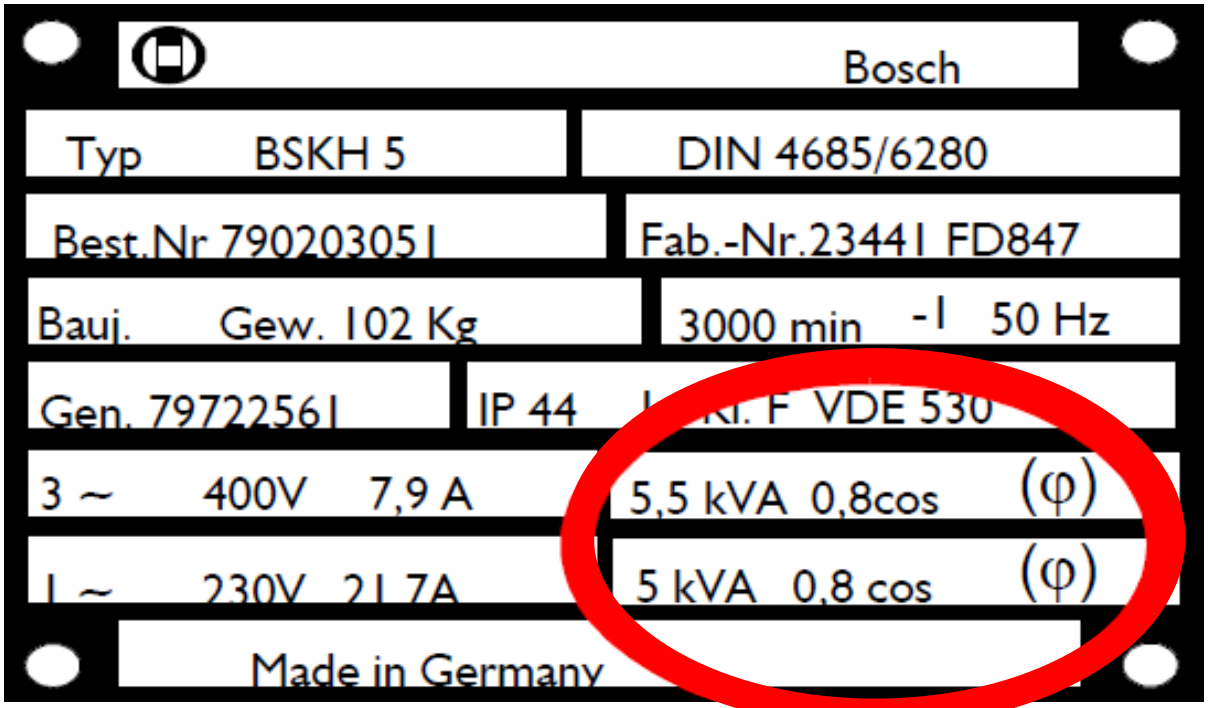
Steckdose
Drehstrom

Leistungsschutz-
schalter



7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Leistung der Stromerzeuger

Leistung der Stromerzeuger

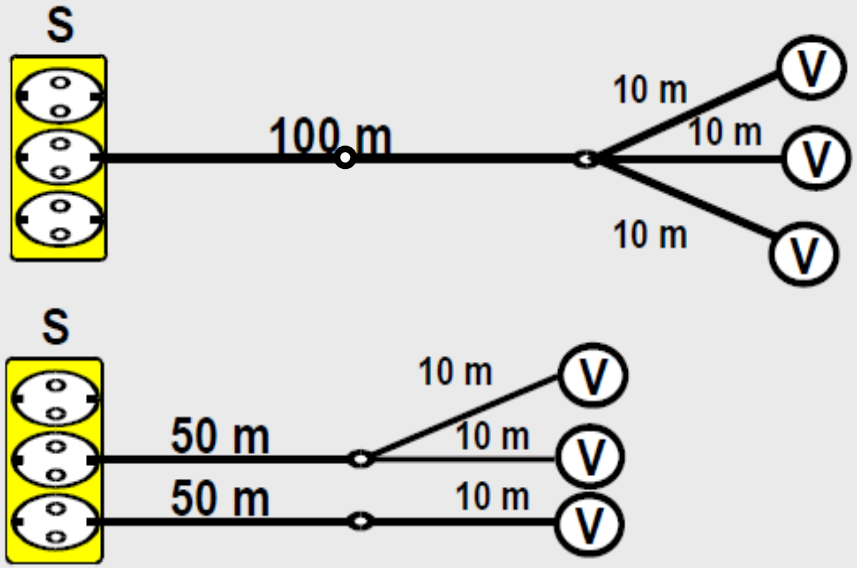


Scheinleistung	x	Leistungsfaktor	=	Wirkleistung
S	x	cos (φ)	=	P
5 kVA	x	0,8	=	4 kW

D.h., der Stromerzeuger kann z.B. mit 4 Scheinwerfern (Wirkverbaucher) zu je 1000 W belastet werden.

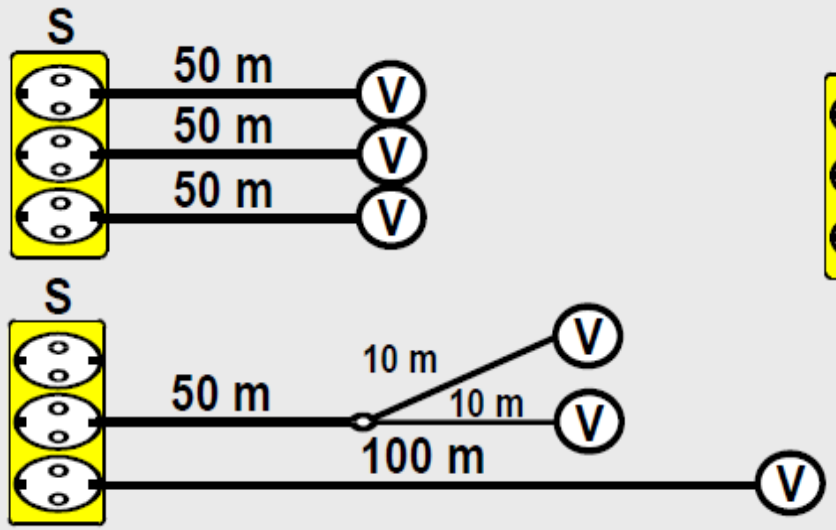
7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Anschlusslängen

Zulässig



- Gesamtleitungslänge max. 100 m
- bis zu 10 m Geräteanschluss-leitung können vernachlässigt werden

Unzulässig



S = Stromerzeuger

V = Verbraucher

7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Trennschleifmaschinen



mit Elektromotor



mit Verbrennungsmotor

Schutzausrüstung



Schutzhandschuhe



Gesichtsschutz



Schutzbrille

7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Tauchmotorpumpe

Tauchmotorpumpe (TP) nach DIN 14425

Pumpengrößen:

TP 4 / 1

- **1** bar Nennförderdruck
- **400 l/min** Nennförderstrom
- **T**auchmotor**p**umpe

Merkmale:
Korndurchlass: 8mm
Pumpenausgang: C

TP 8 / 1

- **1** bar Nennförderdruck
- **800** l/min Nennförderstrom
- **T**auchmotor**p**umpe

Merkmale:
Korndurchlass: 10mm
Pumpenausgang: B

TP 15 / 1

- **1** = Nennförderdruck in bar
- **1500** l/min Nennförderstrom
- **T**auchmotor**p**umpe

Merkmale:
Korndurchlass: 15mm
Pumpenausgang: A

7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Turbinentauchpumpe

Turbinentauchpumpe (TTP) nach DIN 14426

Pumpengrößen:

TTP 8 / 1 / 8

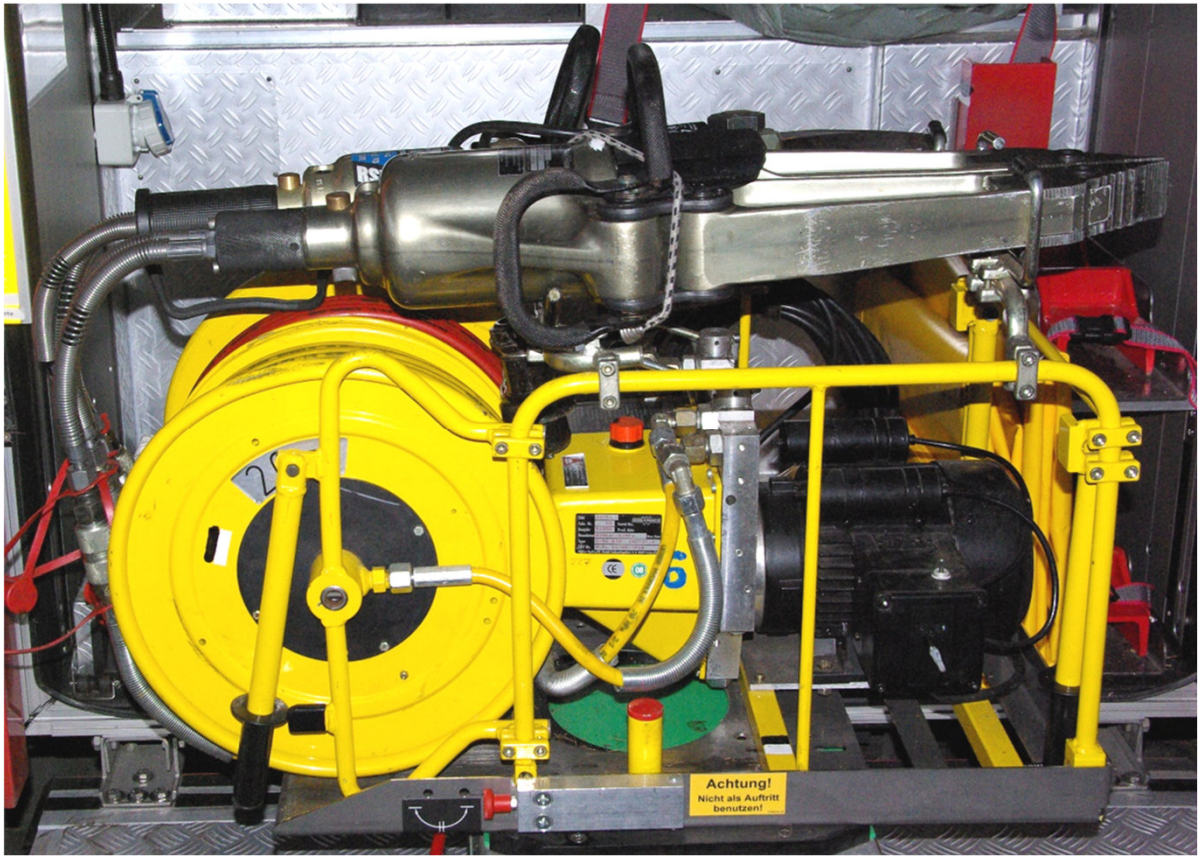
Merkmale:

- **800 l/min Nennförderstrom**
- **1 bar Nennförderdruck**
- **8 bar Treibwasserdruck**
- **Turbinentauchpumpe**



7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: hydr. Rettungsgerät

Hydraulisches Rettungsgerät





7. Kraftbetriebene und sonstige Geräte: Lüftungsgeräte

1. Be- und Entlüftungsgeräte:



Techn. Daten:

- **10000 m³/h**
- **380 V Drehstrommotor**
- **explosionsgeschützt**

2. Drucklüfter



Techn. Daten:

- **Bis 43000 m³/h**
- **400 V Elektromotor**
- **Kein Abgas**
- **Relativ leicht**



Techn. Daten:

- **Bis 96000 m³/h**
- **Benzinmotor**
- **Abgas**
- **1-Mann-Bedienung**

3. Turbinen-Drucklüfter



Techn. Daten:

- **Bis 51000 m³/h**
- **Wasserturbine**
- **2. Pumpe erforderlich**
- **unflexibel**