



Thema

Wasserförderung

Gliederung

1. Einleitung
2. Arten der Wasserförderung
3. Aufbau einer Wasserförderung
4. Physikalische Zusammenhänge bei der Wasserentnahme
5. Physikalische Zusammenhänge bei der Wasserfortleitung
6. Tätigkeiten des Maschinisten
7. Zusammenfassung, Wiederholung, Lernkontrolle

Lernziele

Die Teilnehmer sollen nach diesem Ausbildungsabschnitt folgende Kenntnisse besitzen

Großlernziel

- Die theoretischen Zusammenhänge der Wasserförderung kennen, um die erworbenen Kenntnisse in der Praxis sicher umsetzen zu können

Feinlernziele

- Arten und Aufbau einer Wasserförderung kennen
- Physikalische Zusammenhänge bei der Wasserentnahme kennen
- Physikalische Zusammenhänge bei der Wasserfortleitung kennen
- Tätigkeiten des Maschinisten bei der Wasserförderung kennen

Stunden

Unterricht: 2

Praxis: --



Ausbilderunterlagen

- a) Erforderliche Unterlagen, die den Lerninhalt für den Ausbilder darstellen
- [Merkblatt 8.006 Feuerlöschkreiselpumpen und Entlüftungseinrichtungen](#), Feuerwehr-Lernbar Bayern
- b) Ergänzende Unterlagen (bei Bedarf für den Ausbilder zur Vertiefung und als Hintergrund)
- Keine

Lernhilfen

- a) Hilfsmittel für den Ausbilder
- Folien [MA 6 - 1 bis MA 6 - 8](#)
- b) Hilfsmittel für den Teilnehmer
- [Merkblatt 8.006 Feuerlöschkreiselpumpen und Entlüftungseinrichtungen](#), Feuerwehr-Lernbar Bayern

Vorbereitungen

- Arbeitsprojektor und Folienstifte oder Beamer
- Tafel oder Flipchart vorbereiten
- Wasserglas und ein Blatt Papier
- Flasche und Strohhalm

Anmerkungen

- Keine

Sicherheitsmaßnahmen

- Keine



Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
90 Min.	Thema Wasserförderung	An die Tafel schreiben: <i>Wasserförderung</i>
5 Min.	1. Einleitung Wasserförderung ist der Transport des Löschwassers von der Entnahmestelle bis zur Wasserabgabestelle In der Praxis können zwischen der Wasserentnahme und der Wasserabgabe große Abstände sein Um diese Entfernungen zu überwinden, ist es erforderlich, dass mehrere Feuerlöschkreiselpumpen gleichzeitig zum Einsatz gebracht werden Der Maschinist muss in der Lage sein, jede Feuerlöschkreiselpumpe, ob an der Wasserentnahmestelle oder als Verstärkerpumpe, innerhalb der Förderstrecke richtig zu bedienen Dazu ist es erforderlich, dass er neben der Handhabung der Geräte auch die physikalischen Zusammenhänge innerhalb der Wasserförderung kennt	Pumpenabstände und Förderstrecke sind in einem Einsatzplan festzulegen
5 Min.	2. Arten der Wasserförderung Man unterscheidet zwei Arten der Wasserförderung - Geschlossene Schaltreihe Die Schlauchleitung ist durchgehend von der Wasserentnahme bis zur Wasserabgabe verlegt - Offene Schaltreihe Die Förderstrecke ist unterbrochen, z. B. durch einen Faltbehälter, der als Puffer eingebaut ist	An die Tafel schreiben: <i>Arten der Wasserförderung</i> Folie MA 6 - 1 auflegen, schrittweise aufdecken und erläutern
5 Min.	3. Aufbau einer Wasserförderung Die Wasserförderung besteht aus zwei Teilen - Förderstrecke - Strahlrohrstrecke	An die Tafel schreiben: <i>Aufbau einer Wasserförderung</i>



Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
25 Min.	<p>3.1 Die Förderstrecke</p> <p>Die Förderstrecke besteht aus mehreren Teilabschnitten</p> <ul style="list-style-type: none">- Im „Ersten Teilabschnitt“ erfolgt die Wasserentnahme und die Fortleitung zur nächsten Feuerlöschkreiselpumpe- In den „Weiteren Teilabschnitten“ erfolgt jeweils Druckerhöhung <p>Fortleitung zur nächsten Feuerlöschkreiselpumpe</p> <p>Die Anzahl der „Weiteren Teilabschnitte“ richtet sich nach der Länge der Förderstrecke und den Geländegegebenheiten</p> <p>4. Physikalische Zusammenhänge bei der Wasserentnahme</p> <p>Wie kommt das Wasser z. B. aus einem Bach, Fluss in die Feuerlöschkreiselpumpe?</p> <p>Dieser Vorgang lässt sich mit einem einfachen Versuch darstellen</p> <ul style="list-style-type: none">- Saugen mit einem Strohhalm aus einer offenen Flasche Wasser lässt sich durch den Strohhalm ansaugen- Saugen mit einem Strohhalm aus einer geschlossenen Flasche Wasser lässt sich durch den Strohhalm nicht ansaugen <p>Frage:</p> <p>Welche Erkenntnisse gewinnen wir aus diesem Versuch?</p> <p>Antwort:</p> <p>Die „Umgebungsluft“ (Lufthülle bzw. Atmosphäre) beeinflusst den Saugvorgang</p>	<p>Folie MA 6 - 2 auflegen, schrittweise aufdecken und erläutern</p> <p>An die Tafel schreiben: <i>Physikalische Zusammenhänge bei der Wasserentnahme</i></p> <p>Ausbilder führt vor</p> <p>Frage an die Teilnehmer stellen</p>



Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
	<p>4.1 Lufthülle</p> <ul style="list-style-type: none">- Die Erdkugel wird von einer Lufthülle (Atmosphäre) umgeben <p>Die Lufthülle ist viele Kilometer hoch und wird zum Erdmittelpunkt hin angezogen</p> <p>Sie übt somit einen Druck auf die Erdoberfläche aus, hat also ein „Gewicht“</p> <ul style="list-style-type: none">- Maßeinheit für den Luftdruck <p>Hektopascal (hPa)</p> <p>frühere Einheit:</p> <p>Millibar (mbar)</p> <p>1 hPa = 1 mbar</p> <ul style="list-style-type: none">- Zusammenhang zwischen dem Luftdruck und dem daraus resultierenden „Gewicht“ der Lufthülle auf die Erdoberfläche <p><i>Beispiel</i></p> <p>Bei einem Ortsbarometerstand von 1000 hPa wirkt die Luftsäule mit einem „Gewicht“ von einem Kilogramm pro Quadratzentimeter</p> <p><i>Versuch</i></p> <p>Darstellung der Luftgewichtskraft</p> <ul style="list-style-type: none">Glas mit Wasser füllenmit einem Blatt Papier abdeckenGlas umdrehen <p>Ergebnis</p> <p>Luftgewicht hält das Wasser im Glas</p> <p>4.2 Entlüften</p> <ul style="list-style-type: none">- Entlüften (Saugen) ist das „Luftleermachen“ eines Hohlkörpers, z. B. Saugleitung- Zunächst herrscht innerhalb und außerhalb der Saugleitung der gegebene Luftdruck, z. B. 1000 hPa- Durch das Entlüften verringert sich das Luftgewicht (Luftdruck) in der Saugleitung- Dadurch wird das Gleichgewicht verändert	<p>An die Tafel schreiben: <i>Lufthülle</i></p> <p>Folie MA 6 - 3 auflegen, linke Hälfte aufdecken und erläutern</p> <p>Zur Vereinfachung wird die Gewichtskraft als „Gewicht“ bezeichnet</p> <p>Folie MA 6 - 3 rechte Hälfte aufdecken und erläutern</p> <p>Ausbilder führt vor</p> <p>An die Tafel schreiben: <i>Entlüften</i></p> <p>Folie MA 6 - 4 auflegen und erläutern</p>



Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
	<ul style="list-style-type: none">- Der auf die Wasseroberfläche wirkende höhere Luftdruck drückt das Wasser in der Saugleitung nach oben bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist- Das Entlüften (Saugen) ist somit in Wirklichkeit ein Druckvorgang- Das Entlüften wird mit einer Entlüftungseinrichtung durchgeführt <p>4.3 Theoretische Saughöhe</p> <ul style="list-style-type: none">- Die theoretische Saughöhe beträgt bei einem Jahresdurchschnittswert des Luftdrucks von 1013 hPa auf Meereshöhe und bei 4° C Wassertemperatur 10,33 m <p>Das Wasser hat bei 4° C die größte Dichte</p> <ul style="list-style-type: none">- Die theoretische Saughöhe ändert sich durch folgende Einflüsse <p>Wetterlage</p> <p>Fallender Luftdruck (Tiefdruckgebiet) = Saughöhenabnahme</p> <p>Steigender Luftdruck (Hochdruckgebiet) = Saughöhenzunahme</p> <p>Höhenlage (Ortshöhe)</p> <p>Abnehmende Höhenlage = Saughöhenzunahme Da der Luftdruck (Luftgewicht) zunimmt</p> <p>Zunehmende Höhenlage = Saughöhenabnahme Da der Luftdruck (Luftgewicht) abnimmt</p> <p>Wassertemperatur</p> <p>Zunehmende Wassertemperatur = Saughöhenabnahme Da sich die Wasserdampfbildung erhöht und einen Gegendruck bewirkt</p> <p>Faustformel:</p> <p>Ortsbarometerstand in hPa : 100 = theoretische Saughöhe in Meter</p>	<p>An die Tafel schreiben: <i>Theoretische Saughöhe</i></p> <p>Folie MA 6 - 5 auflegen und erläutern</p> <p>Berechnung der theoretischen Saughöhe bei NN</p> <p>Luftdruck = 1013 hPa 1 kg Wasser = 1,0197 l bei 4° $1013 \times 1,0197 : 100 = 10,33$</p> <p>Meereshöhe = NN (Normalnull) Bezugspunkt Amsterdam</p> <p>Hinweis für die Praxis:</p> <p>Je 100 m Höhendifferenz verändert sich die Saughöhe um 12 cm</p> <p>Hinweis für die Praxis:</p> <p>Je 1° C Temperaturerhöhung nimmt die Saughöhe um ca. 1,5 cm ab (gültig bis 30° C Wassertemperatur)</p>



Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
25 Min.	<p>- Manometrische Saughöhe fällt, Zeiger flattert</p> <p><i>Beispiele</i></p> <p>Saugdichtringe in der Saugleitung oder im Sauganschluss undicht</p> <p>Saugkorb nicht tief genug unter Wasseroberfläche</p> <p>Luftpolster in der Saugleitung</p> <p>Merke</p> <p>Ein Maschinist, der die Manometer nicht beachtet, ist wie ein Autofahrer, der nicht auf den Tachometer achtet</p> <p>5. Physikalische Zusammenhänge bei der Löschwasserfortleitung</p> <p>Nach der Wasserentnahme wird das Löschwasser in den Teilabschnitten der Förderstecke fortgeleitet</p> <p>Der erforderliche Wasserdruck wird durch die Feuerlöschkreiselpumpe erzeugt</p> <p>Dieser wird durch verschiedene Einflüsse aufgebraucht</p> <p>Der Druckverlust ist abhängig von</p> <ul style="list-style-type: none">- Reibungsverlusten Schlauchlänge Förderstrom- Höhenunterschied <p>5.1 Reibungsverlust</p> <p>Druckverluste durch Reibung sind abhängig von</p> <ul style="list-style-type: none">- Schlauchlänge <p>Mit zunehmender Schlauchlänge erhöht sich der Reibungsverlust</p> <p><i>Beispiele</i></p> <p>Bei einem 20 m B-Schlauch und einem Förderstrom von 800 l/min ist der Reibungsverlust 0,24 bar</p> <p>Bei 100 m B-Schlauchlänge und einem Förderstrom von 800 l/min ist der Reibungsverlust 1,2 bar</p>	<p>Saugleitung überhöht verlegt</p> <p>An die Tafel schreiben: <i>Physikalische Zusammenhänge bei der Löschwasserfortleitung</i></p> <p>Es werden die für Bayern gültigen Reibungsverlustwerte des Ausbildungsmaterials verwendet</p> <p>Da in der Regel zur Wasserförderung nur B-Schläuche verwendet werden, bleiben andere Leitungsquerschnitte unberücksichtigt</p>



Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
20 Min.	<p>- Förderstrom</p> <p>Mit steigendem Förderstrom erhöht sich der Reibungsverlust</p> <p>Der Förderstrom wird beeinflusst durch Veränderung des Strahlrohrdrucks (Regelfall 5 bar) Strahlrohrmundstückdurchmessers Anzahl der geöffneten Strahlrohre</p> <p><i>Beispiele</i></p> <p>Bei einem 20 m B-Schlauch und einem Förderstrom von 600 l/min ist der Reibungsverlust ca. 0,14 bar</p> <p>Bei einem 20 m B-Schlauch und einem Förderstrom von 1200 l/min ist der Reibungsverlust ca. 0,48 bar</p> <p>5.2 Druckänderung durch Höhenunterschied</p> <p>- Bei Steigung entsteht Druckverlust</p> <p>- Bei Gefälle entsteht Druckgewinn</p> <p>Merke</p> <p>Pro 10 m Höhenunterschied ändert sich der Druck um 1 bar</p> <p>6. Tätigkeiten des Maschinisten</p> <p>6.1 Beim Befüllen der Schlauchleitung</p> <p>- Im ersten Teilabschnitt: Wasserentnahme</p> <p>Feuerlöschkreiselpumpe muss möglichst waagrecht und nahe an der Wasserentnahmestelle stehen</p> <p>Kupplungsschlüssel, Saugkorb, ggf. Saugschutzkorb, Halte- und Ventilleine bereitlegen</p> <p>Saugleitung anschließen</p> <p>Darauf achten, dass Saugleitung richtig eingebracht ist</p> <p> Saugkorb ca. 30 cm unter Wasseroberfläche</p> <p> Bei verschmutzten Gewässern Saugleitung in Fließrichtung</p> <p>Halteleine befestigen</p> <p>Motor in Betrieb nehmen</p>	<p>In diesem Abschnitt werden nur Tätigkeiten des Maschinisten bei der Wasserförderung erläutert</p>



Ausbilderleitfaden für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns *Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge*

MA 6
Seite 11

Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
	<p>Feuerlöschkreiselpumpe und Saugleitung entlüften Auf Manometer achten</p> <p>Wenn Ausgangsdruck vorhanden, Niederschraubventil langsam öffnen</p> <p>Schlauchleitung mit ca. 3 bar füllen</p> <p>Druck langsam auf befohlenen Ausgangsdruck erhöhen In der Regel 8 bar</p> <p>Manometer immer beobachten ggf. Ausgangsdruck nachregeln</p> <p>Bei einer offenen Schaltreihe ist durch Befüllen des Puffers (z. B. Faltbehälters) weniger Gegendruck vorhanden. Der Ausgangsdruck von 8 bar kann nicht erreicht werden. In diesem Fall besonders auf Manometer achten (Gefahr der Kavitation und ggf. Dauerbetrieb der Entlüftungseinrichtung)</p> <p>- In den weiteren Teilabschnitten: Löschwasserfortleitung</p> <p>Nach Einbau der Feuerlöschkreiselpumpe in Förderstrecke</p> <p>Motor in Betrieb nehmen Feuerlöschkreiselpumpe im Leerlauf</p> <p>Wenn Feuerlöschkreiselpumpe mit Wasser gefüllt</p> <p>Eingangsdruck mind. 1,5 bar</p> <p>Schlauchleitung mit ca. 3 bar füllen</p> <p>Erst auf Befehl (wenn Löschtätigkeit aufgenommen wird) Druck langsam auf befohlenen Ausgangsdruck erhöhen In der Regel 8 bar</p> <p>Manometer immer beobachten ggf. Ausgangsdruck nachregeln</p>	<p>Fülldauer bei 540 m beträgt ca. 3 Min</p>



Ausbilderleitfaden für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns *Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge*

MA 6
Seite 12

Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
	<p>6.2 Beim Betrieb der Löschwasserförderung</p> <ul style="list-style-type: none">- In allen Abschnitten Manometer ständig beobachten ggf. Motordrehzahl nachregeln- Wenn der Eingangsdruck unter 1,5 bar abfällt Ausgangsdruck verringern Gruppenführer verständigen <p>6.3 Beim Abbau der Löschwasserförderung</p> <p>6.3.1 In der Ebene</p> <ul style="list-style-type: none">- In allen Abschnitten Auf Befehl „Wasser halt“<ul style="list-style-type: none">Ausgangsdruck zurücknehmenFeuerlöschkreiselpumpe auskuppelnSchlauchleitung abkuppeln <p>6.3.2 Bei Höhenunterschied</p> <ul style="list-style-type: none">- Auf Befehl „Wasser halt, Entwässern über B-Leitung“- An der Wasserentnahme<ul style="list-style-type: none">Sperrklinke am Druckausgang ziehen und Niederschraubventil ganz öffnenSaugleitung oder Saugkorb abkuppelnAusgangsdruck langsam und gleichmäßig zurücknehmenWasser durch Förderleitung zur Wasserentnahmestelle ablaufen lassen<ul style="list-style-type: none">Dadurch wird die Glatteisbildung bzw. das Ausspülen des Geländes an der Verstärkerpumpe verhindert- Feuerlöschkreiselpumpe auskuppeln- In den weiteren Abschnitten<ul style="list-style-type: none">Niederschraubventil ganz öffnen, dabei Sperrklinke ziehenAusgangsdruck zurücknehmenFeuerlöschkreiselpumpe auskuppeln	



Ausbilderleitfaden
für die Freiwilligen Feuerwehren Bayerns
Maschinist für Tragkraftspritzen und Löschfahrzeuge

MA 6
Seite 13

Zeit	Lerninhalt/Lernschritte	Hinweise (Lernhilfen, Methoden u. ä.)
5 Min.	<p>7. Zusammenfassung, Wiederholung, Lernkontrolle</p> <ul style="list-style-type: none">- Welche Arten der Löschwasserförderung über lange Schlauchstrecken gibt es?- Aus welchen Abschnitten besteht eine Löschwasserförderung über lange Schlauchstrecken?- Was ist die „Geodätische Saughöhe“?- Um wieviel ändert sich der Druck bei 10 m Höhenunterschied?- Wie muss bei der Wasserentnahme aus offenen Gewässern der Saugkorb eingebracht werden?	<p>Fragen an die Teilnehmer stellen, Antworten ggf. ergänzen und korrigieren</p>



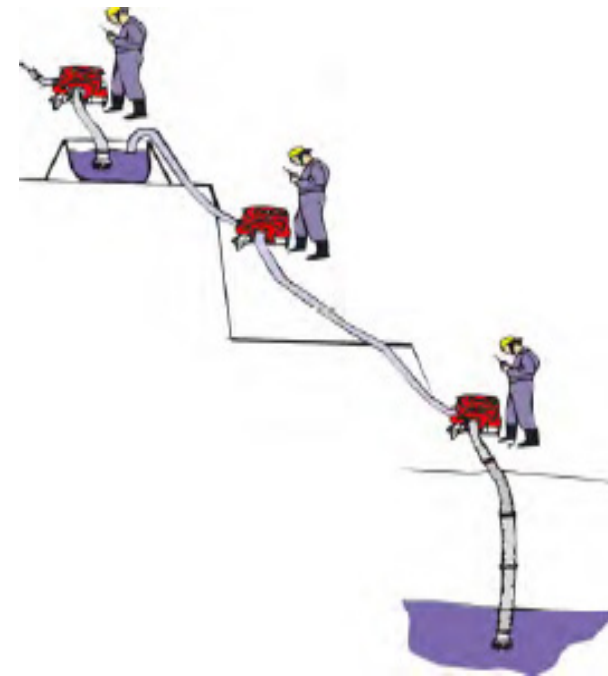
Arten der Wasserförderung

Geschlossene Schaltreihe



Schlauchleitung **durchgehend** von der Wasserentnahme bis zur Wasserabgabe verlegt

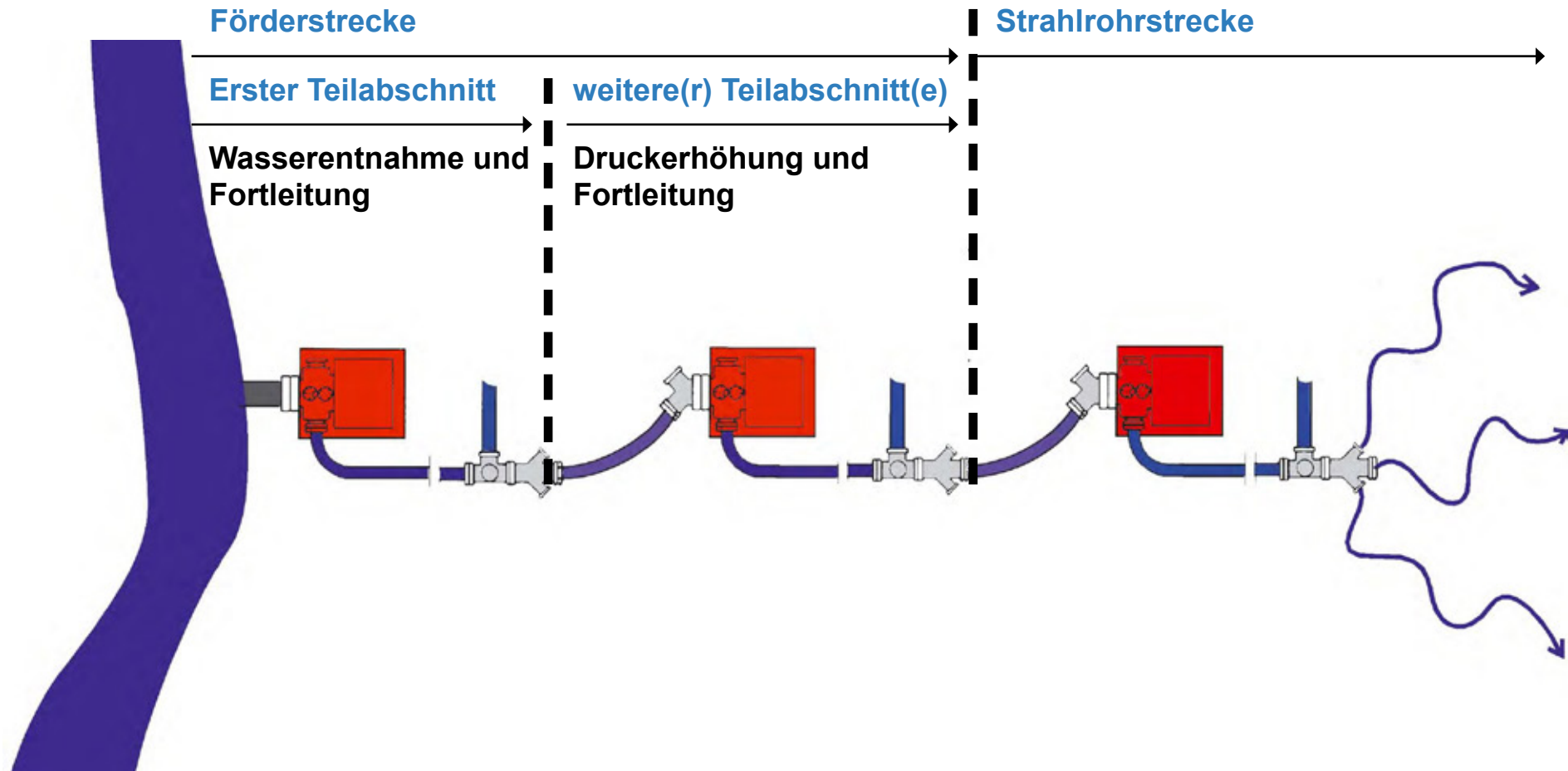
Offene Schaltreihe



Förderstrecke ist **unterbrochen**, z. B. durch einen Faltbehälter der als Puffer eingebaut ist

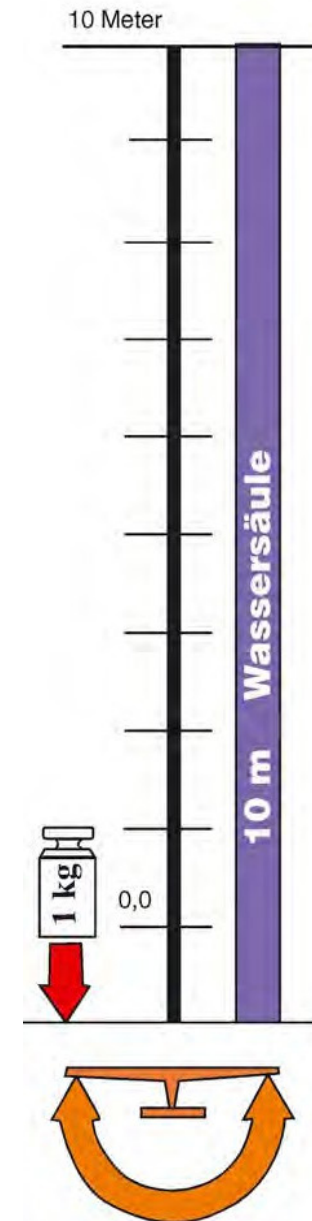


Aufbau der Wasserversorgung



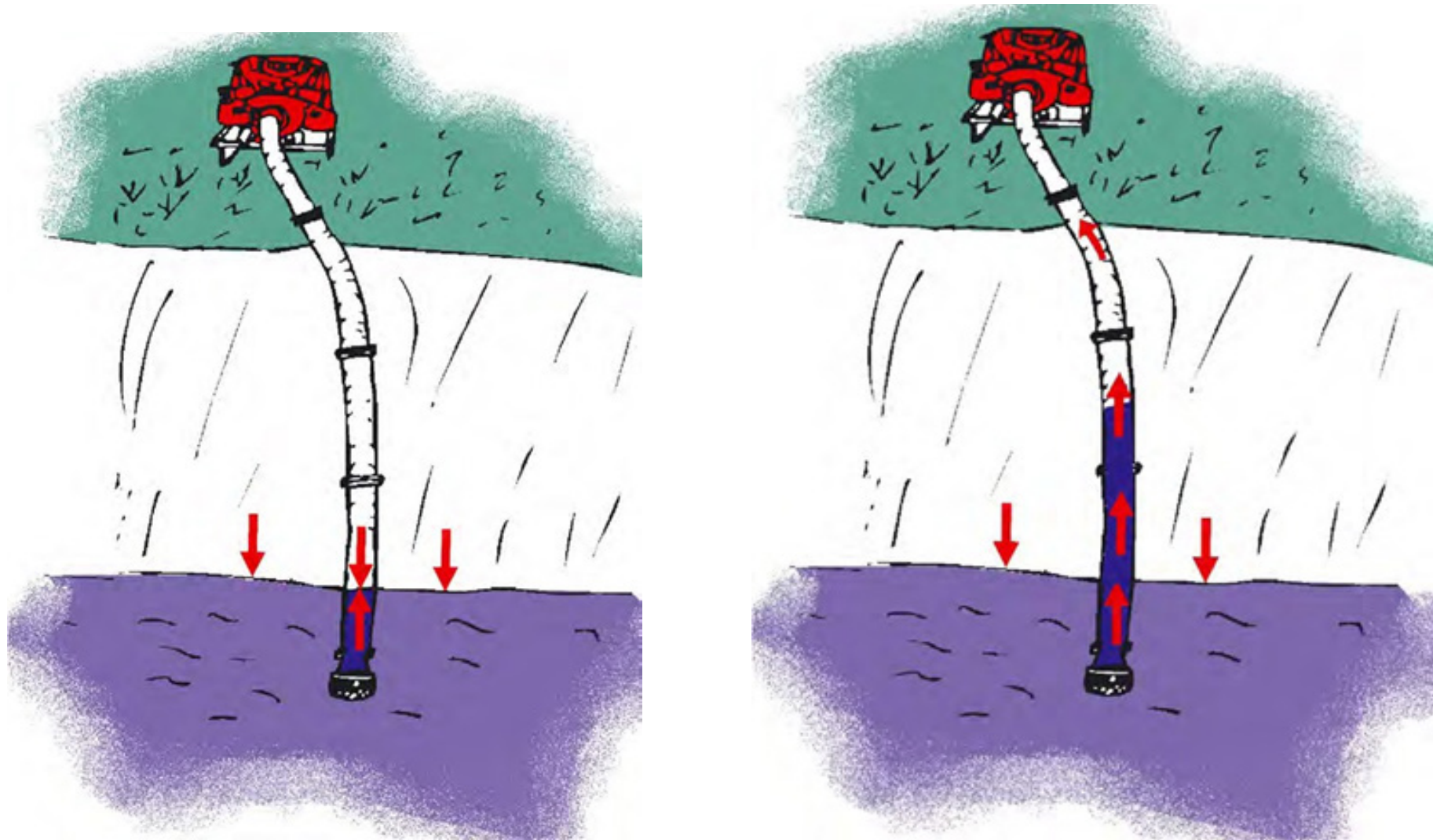


Lufthülle





Entlüften





Theoretische Saughöhe

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

10,33 m

Ändert sich durch folgende Einflüsse:

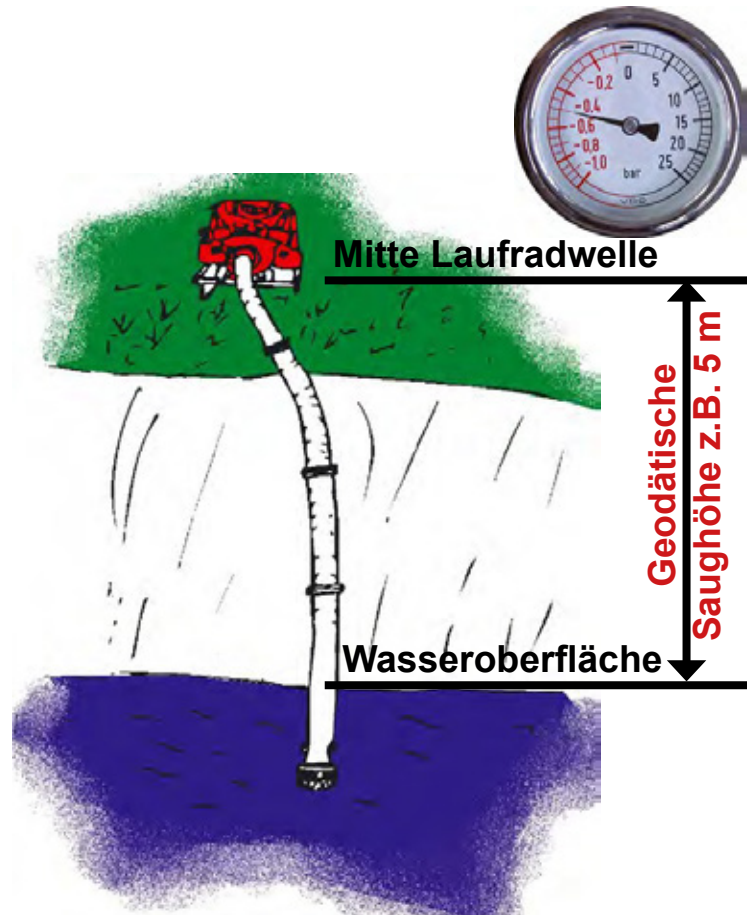
- Wetterlage
- Höhenlage
- Wassertemperatur

Faustformel:

- Ortsbarometerstand in hPa geteilt durch 100 ist theoretische Saughöhe in Meter

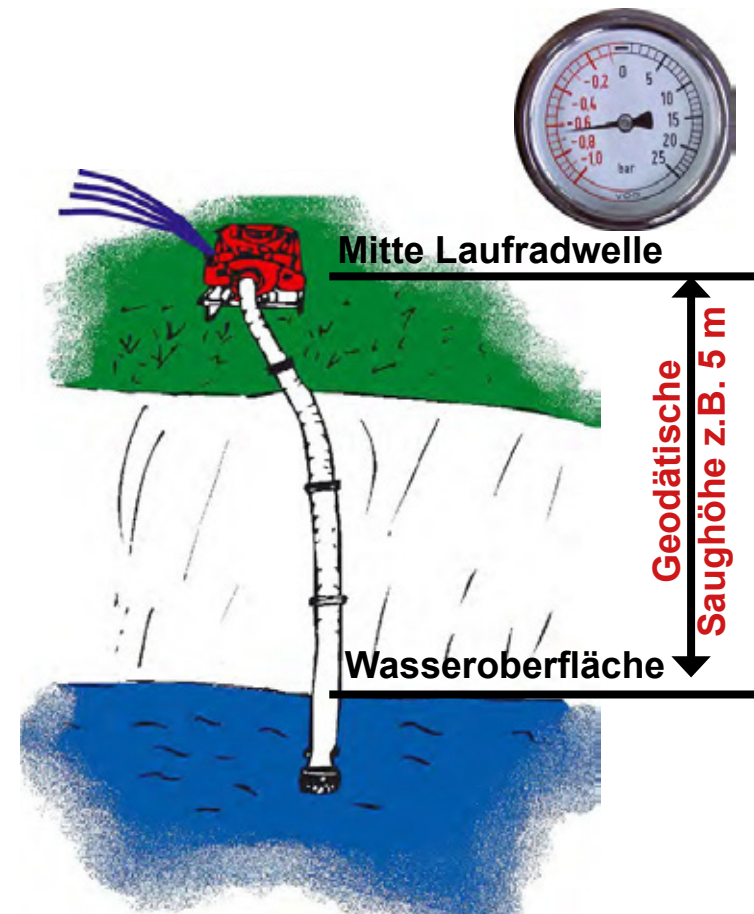


Geodätische Saughöhe



Geodätische Saughöhe = Senkrechter Abstand zwischen Wasseroberfläche und Mitte Laufradwelle

Manometrische Saughöhe



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



Druckmessgeräte



Eingangsdruk



Ausgangsdruk