

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

1 Gespräch über die Funktion einer Pumpe

- Die Funktion einer Pumpe besteht darin, Grundwasser an die Oberfläche zu befördern. Impulsfrage: wo kann man eine solche Pumpe einsetzen? Beispielsweise zur Trinkwassergewinnung (wenn man Wasser aus grossen Tiefen hochpumpt, ist es in der Regel sehr sauber, da es durch viele Bodenschichten gefiltert wird), Gewinnung von Wasser in Gegenden mit Grundwasserabsenkung (z.B. in Wüsten), Gewinnung von Wasser dort, wo man keine Wasserleitung hat (z.B. in Kleingartensiedlungen).
- Frage: Wie kann das Grundwasser von unten in das Rohr gelangen? Am unteren Ende des Rohres sind ganz viele Bohrungen angebracht, damit das Grundwasser einströmen kann. Innerhalb des Rohres ist auch noch ein Filter gegen grobe Partikel eingebaut (feines Drahtgitter).
- Frage: Wie sieht ein Brunnen nach einiger Zeit, bedingt durch das ständige Nachströmen von Wasser, unterirdisch aus, wie kann man sich das vorstellen? Auftrag, zu zeichnen. Gespräch über Bildung und Aussehen einer Kaverne.

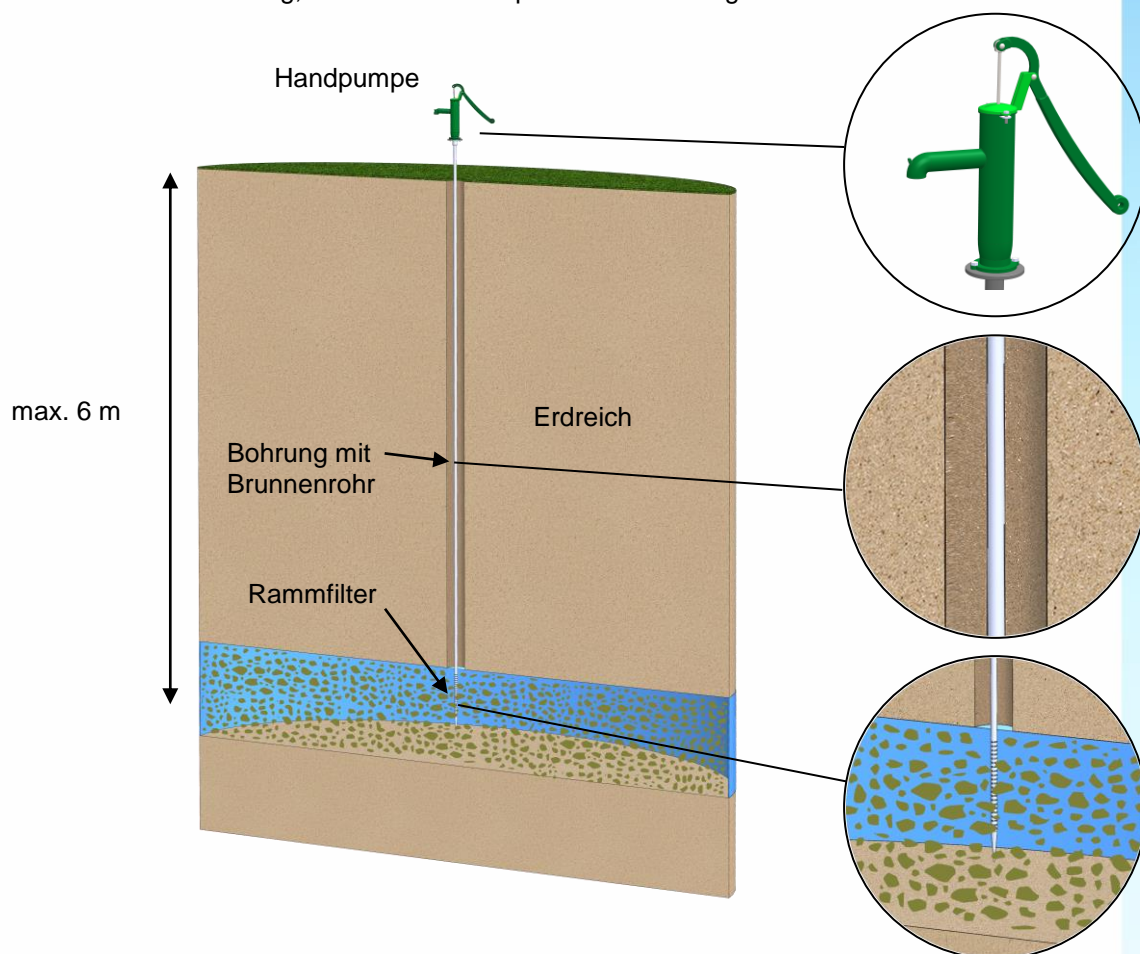


Abb. 1: Querschnitt durch das Erdreich, mit Bohrung und Pumpe (©Schumann)

Es gibt zwei Möglichkeiten, das Brunnenrohr in den Boden zu bekommen: entweder man bohrt mit einem Erdbohrer ein tiefes Loch und steckt das Rohr mit dem Rammfilter am Ende hinein (Brunnen bohren) oder man schlägt das Rohr mit dem Rammfilter mit einer speziellen Vorrichtung in den Boden (Brunnen schlagen). Bei der zweiten genannten Möglichkeit kann das Rohr mit dem Filter nicht wieder herausgenommen werden (z.B. zum Reinigen des Filters), es sitzt irreversibel fest.

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

2 Erkunden: eine Gartenhandpumpe betrachten, über die Funktion der einzelnen Teile nachdenken

- Überlegungen anschliessend mit der Zeichnung einer Pumpe konfrontieren

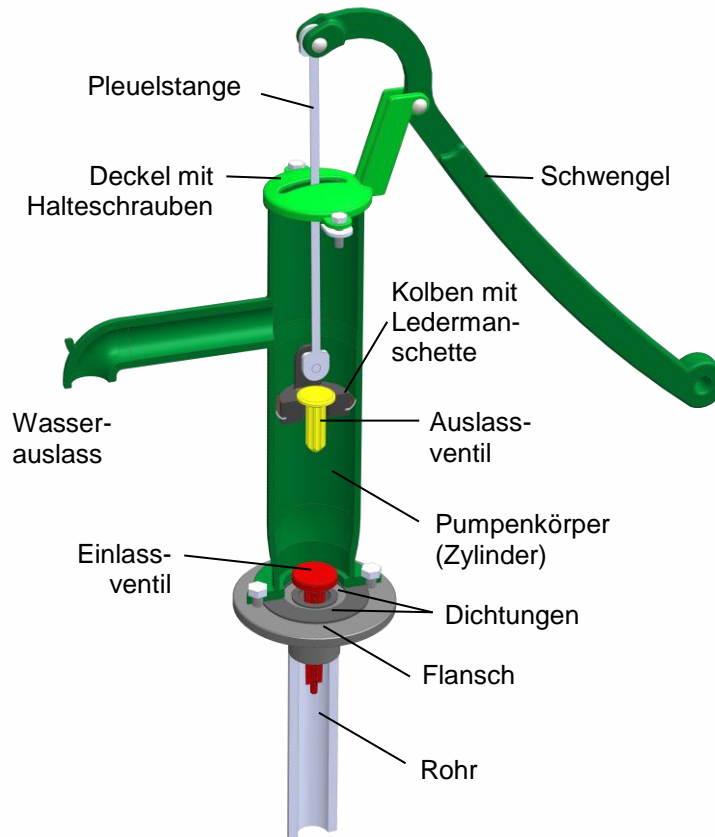
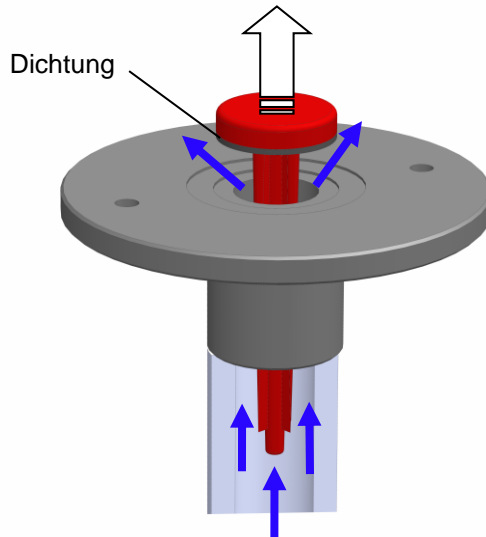


Abb. 2: Gartenhandpumpe, Schnittansicht, mit Bezeichnung der Bauteile (©Schumann)

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

3 Erkunden: Funktion eines Ventils

- Klären im Gespräch: Was ist ein Ventil?



In Rot gezeichnet:
Steckventil, oder auch
Stechventil.

Unter dem Ventilkopf ist
die Gummidichtung zu
sehen.

Abb. 3: Ventil geöffnet durch Druck von unten oder Sog von oben (©Schumann)

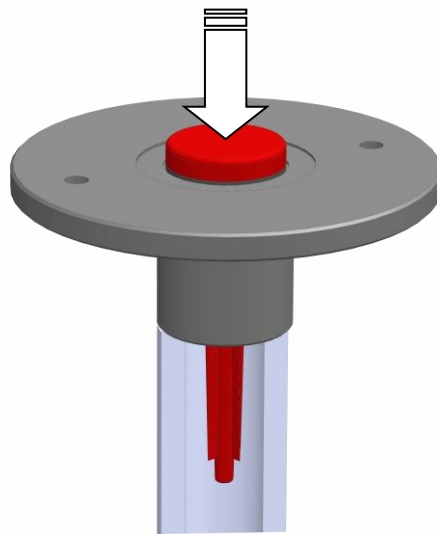


Abb. 4 Ventil geschlossen, Druck von oben; die Gummidichtung verschliesst die Öffnung sicher (©Schumann)

Ventile in einer Pumpe ermöglichen den Transport von Wasser nur in eine Richtung. Anders formuliert: ein Ventil lässt ein Medium (hier: Wasser) nur in eine Richtung fließen. Das Ventil in der Kolbenpumpe benötigt keine komplizierte Mechanik. Das Öffnen und Schließen erfolgt durch die Kraftwirkung des Kolbens in Verbindung mit dem Wasser. Im Stummfilm lässt sich der Vorgang gut beobachten.



- Frage: Wie viele Ventile sind in der Handpumpe enthalten? Warum?
2 Ventile, die gegensätzlich wirken (siehe auch Text ganz unten)

4 Der Kolben mit Auslassventil



Die Ledermanschette dichtet den Kolben gegenüber dem Zylinder ab. Sie muss immer gut mit Wasser vollgesogen sein, um eine optimale Abdichtung zu erzielen.

Impulsfrage: Warum ist das Kolbenoberteil mit einem durch einen Splint gesicherten Bolzen mit der Pleuelstange verbunden? Auf diese Weise lässt sich die ganze Mechanik auseinanderbauen und instandsetzen.

Impulsfrage: warum kann sich das Auslassventil nicht verkanten? Durch die konische Form rutscht das Auslassventil immer in die vorgesehene Position.

- 1 = Kolben-Oberteil
- 2 = Ledermanschette (= Dichtung)
- 3 = Auslassventil
- 4 = Kolben-Unterteil (wird auf das Oberteil aufgeschraubt)
- 5 = Bolzen für Pleuelstange
- 6 = Splint

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

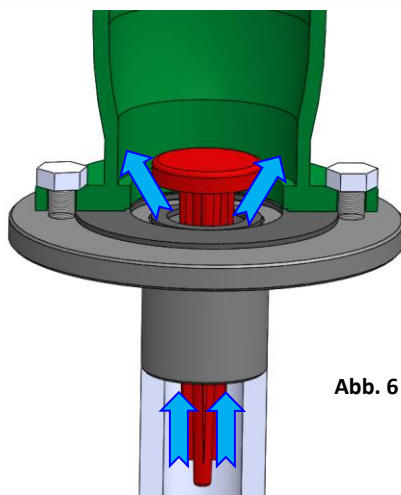
5 Gespräch über die Funktion von Kolben, Kolbenstange und Dichtung (Ledermanschette) im Zusammenspiel mit Handschwengel und Ventilen

Sog- und Druckverhältnisse bzw. Über- und Unterdruck können sich nur aufbauen, weil der Kolben mit einer Ledermanschette versehen ist, welche den Kolben luftdicht verschliesst, sobald das Ventil auf dem Ventilsitz aufliegt.

Wichtig ist, dass das Ventil bzw. die Dichtfläche des Ventils nicht verrostet oder beschädigt ist, ebenso der Ventilsitz im Kolben.

Ausserdem darf sich kein Schmutz (Sandkörner, Steinchen, Laub) auf dem Ventilsitz befinden.

Der komplizierte Vorgang spielt sich wie folgt ab: Wenn man den Kolben hochzieht, indem man den Pumpenarm herunterdrückt, entsteht im Kolben ein grösserer Raum, es baut sich Unterdruck auf und Wasser wird nach oben gesaugt; dabei drückt es den Ventildeckel des unteren Ventils auf. Das Ventil gibt in diese Richtung nach und Wasser strömt ein.



Das untere Ventil wird angehoben und Wasser kann von unten einströmen

Abb. 6 Öffnen des unteren Ventils (©Schumann)

Durch das Einströmen des Wassers wird irgendwann der Unterdruck ausgeglichen und der Ventildeckel des unteren Ventils wird vom darüber befindlichen Wasser heruntergedrückt und schliesst sich. Wenn jetzt der Pumpenarm nach oben gezogen wird, geht der Kolben nach unten und es entsteht ein Überdruck. Das Wasser kann aber nicht nach unten weg, weil es auf dem unteren Ventil lastet und es sich um ein Rückschlagventil handelt - es öffnet nach oben hin und verschliesst nach unten, gegen das Ansaugrohr, hin. Je stärker man drückt, desto stärker macht das untere Ventil dicht. Öffnen muss sich also nun das obere Ventil im Kolben (siehe Abbildung 5) - es gibt dem Druck nach. Das Wasser strömt aus und füllt die Kammer oberhalb des Kolbens, bis dort schliesslich so viel Wasser ist, dass es aus dem Auslaufrohr austritt.

Beim Wechsel zwischen Auf- und Ab-Bewegung des Kolbens sind beide Rückschlagventile für einen Moment gleichzeitig offen, und es entsteht ein geringer Förderverlust.



LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

6 Funktion des Hebelarms

- Der sogenannte Handschwengel ist ein Hebelarm. Man spart Kraft, weil man mit dem langen Hebel einen grossen Weg hat und sich daher die Kraft, die man aufbringen muss, verringert (Hebelgesetz).

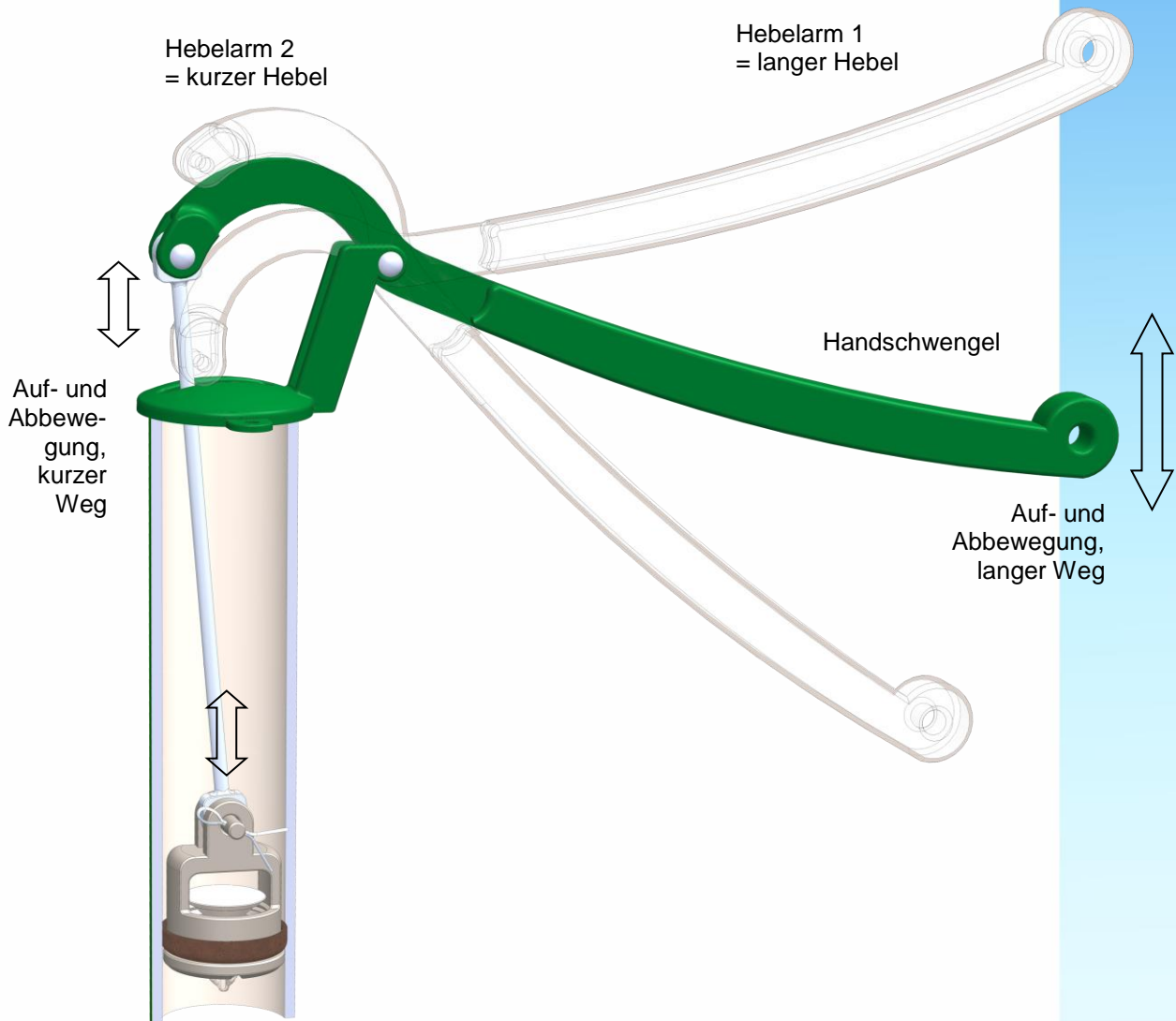


Abb. 7 Hebelarm der Handpumpe (©Schumann)

Zum Pumpen benötigt man einen langen Weg mit der Hand, dafür kann man viel Kraft auf den Kolben (über die Pleuelstange) ausüben.

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

7 Die Alternative: Doppelkolbenpumpe

Die Alternative zur 1-Kolben-Handpumpe ist die Doppelkolbenpumpe:

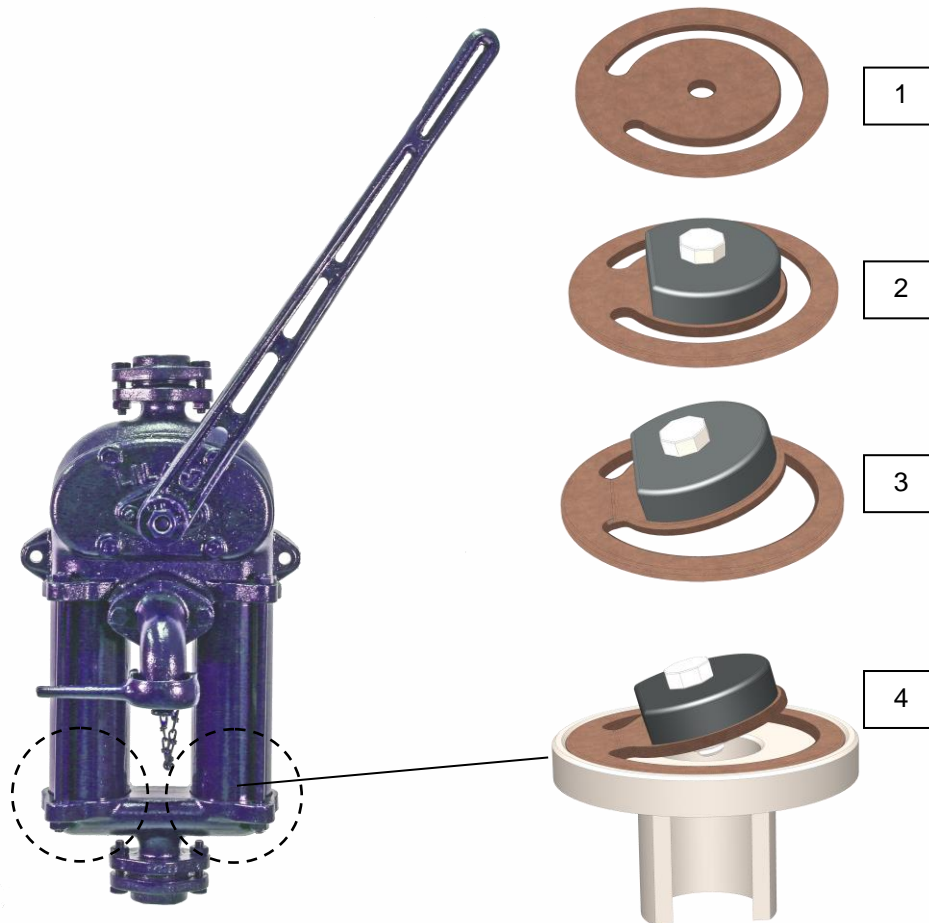


Abb. 8 Doppelkolbenpumpe mit Lederklappen-Ventilen (©Schumann)

Hier arbeiten zwei Kolben in wechselnder Wirkung. Über die Mechanik im oberen Teil der Pumpe wird immer ein Kolben nach unten gedrückt, während der andere nach oben gezogen wird. Somit erhält man einen kontinuierlicheren Wasserfluss. Ein weiterer Vorteil dieser Pumpe: Durch das komplett geschlossene Gehäuse kann man am Wasserauslass ganz oben an der Pumpe Druck aufbauen, und z.B. einen Gartenschlauch anschliessen.

Da im Wasser-Einlassbereich kein Platz für ein Steckventil vorhanden ist, verwendet man hier Lederklappenventile (siehe Abbildungen oben).

- 1 = Lederklappenventil
- 2 = Lederklappenventil mit Gewicht, geschlossen
- 3 = Lederklappenventil mit Gewicht, offen
- 4 = Ventil mit Flansch

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

8 Dialoge führen über das Nicht-Funktionieren der Hand-Gartenpumpe, Ursachen und Problembeseitigungsmassnahmen

- Situation: Die Pumpe zieht kein Wasser, man pumpt also nur Luft

Mögliche Ursachen und Problembeseitigungsmassnahmen:

- a) Im Zylinder ist kein Wasser mehr vorhanden. Das kann passieren, wenn es sehr heiss ist (das Wasser ist verdunstet, weil man längere Zeit nicht gepumpt hat) oder wenn die Pumpe am unteren Flansch (Befestigung zum Brunnenrohr) undicht ist, weil z.B. kleine Steinchen in der Dichtung sitzen.

Problembeseitigungsmöglichkeiten: Pumpe von oben mit Wasser befüllen (Ledermanschette einige Minuten aufquellen lassen); Dichtungsring am Flansch unten reinigen oder defekte Dichtung austauschen.

- b) Die Ledermanschette ist verschlissen.

Problembeseitigungsmöglichkeiten: Pumpe und Kolben zerlegen und neue Manschette einbauen.

- c) Die Wassersäule im Brunnenrohr ist abgefallen (unteres Steckventil ist undicht bzw. verschmutzt).

Problembeseitigungsmöglichkeit: Dichtung am unteren Steckventil reinigen oder ersetzen; die Pumpe wieder sorgfältig auf dem Flansch montieren; dann Pumpenkörper von oben mit Wasser füllen und das Grundwasser wieder neu ansaugen.

Es kann auch sein, dass der Grundwasserpegel zu stark abgefallen ist, so dass der Rammfilter nicht mehr im Wasser steht. Wenn das der Fall ist, kann man nur auf den nächsten Regen warten und hoffen, dass der Wasserpegel wieder ansteigt.

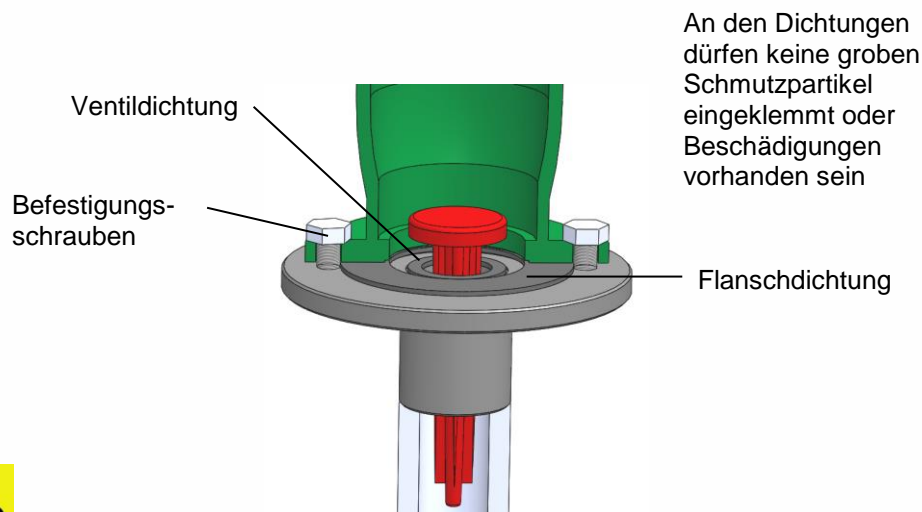


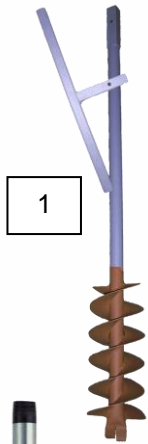
Abb. 9: Flansch mit Dichtung am unteren Ende der Pumpe (©Schumann)

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

9 Bau von Wasserbrunnen

– Pumpen kann man auf unterschiedliche Weisen bauen:

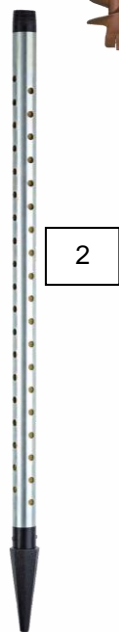
a) Bohren



Es gibt Erdbohrer, die man von Hand bedienen kann, d.h. man dreht den Bohrer in die Erde und zieht dann das aufgebohrte Erdreich heraus (Abbildung [1], Erdbohrer mit Griff zum Drehen). Das ist sehr mühsam und kostet viel Kraft. Man steckt immer weitere Rohre aufeinander. Je tiefer man kommt, desto schwerer ist es, den Bohrer mit dem Erdreich herauszuziehen. Wenn man auf grosse Steine stösst, ist es in der Regel mit dem Bohren von Hand vorbei.

Einfacher ist es, wenn man sich eine Maschine zu Hilfe nimmt. Es gibt kleinere Brunnenbohrgeräte, die sich auch bei engen Platzverhältnissen noch aufstellen lassen. Dann gibt es grosse Brunnenbohrgeräte, die auf einem Lastwagen montiert sind. Um diese aufstellen zu können, braucht man schon viel Platz, z.B. eine grosse Wiese, auf welcher sich solch ein Fahrzeug bewegen kann. Auch benötigt man einen grossen Wassertank, da die Bohrung mit viel Wasser gespült werden muss.

b) Schlagen



Wenn man einen Brunnen schlagen will, so benötigt man ein Brunnenrohr (z.B. ein 5/4 Zoll-Rohr), an dessen Ende ein Rammfilter (Abbildung [2]) angebracht ist. Der Rammfilter hat eine starke Eisenspitze, welche dann mit einer speziellen Vorrichtung samt dem Rohr in den Boden getrieben wird. Oberhalb der Rammspitze befindet sich der Wassereinflussfilter (Bohrungen im Rohr, mit Filtergitter innen). Am oberen Ende des Filterrohres wird das Brunnenrohr angeschraubt. Mit etwas Glück kann man einen Brunnen 8 m tief einschlagen. Mehr Tiefe ist nicht sinnvoll, da man mit einer Handpumpe das Wasser nicht höher hinaufpumpen kann (Wassersäule bricht zusammen – gegen den Luftdruck lässt sich das Wasser nicht mehr hochpumpen).

Wenn man beim Schlagen von Brunnen auf grössere Steine trifft, kann es auch sehr schnell vorbei sein mit dem Einschlagen. Ein Nachteil des geschlagenen Brunns: Man kann das Brunnenrohr mit dem Rammfilter nicht wieder herausziehen, um z.B. den Filter zu reinigen.

Weitere Möglichkeiten:

Man könnte ein sehr tiefes Loch graben, wenn man sicher ist, dass man dabei auf Grundwasser stösst.

Man könnte eine Drainage anlegen, und damit das Oberflächenwasser einfangen und in eine Zisterne leiten. Eine Drainage ist eine künstliche wasserführende Schicht, z.B. aus gröberen Steinen, welche unter der Erde in einer Rinne eingegraben werden.

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

10 Gespräch über Tauchpumpen führen

- Saugpumpen besitzen eine begrenzte Ansaughöhe. Diese liegt bei sehr guten Pumpen zwischen sieben und acht Metern. Höher kann man mit einer Saugpumpe das Wasser nicht hochpumpen, weil der Luftdruck gegen die Wassersäule arbeitet.
- Wenn man aus grösserer Tiefe als sieben oder acht Metern Wasser hochpumpen möchte, muss man eine Tauchpumpe verwenden. Sie kann auch aus über 30 m Tiefe Wasser an die Oberfläche pumpen

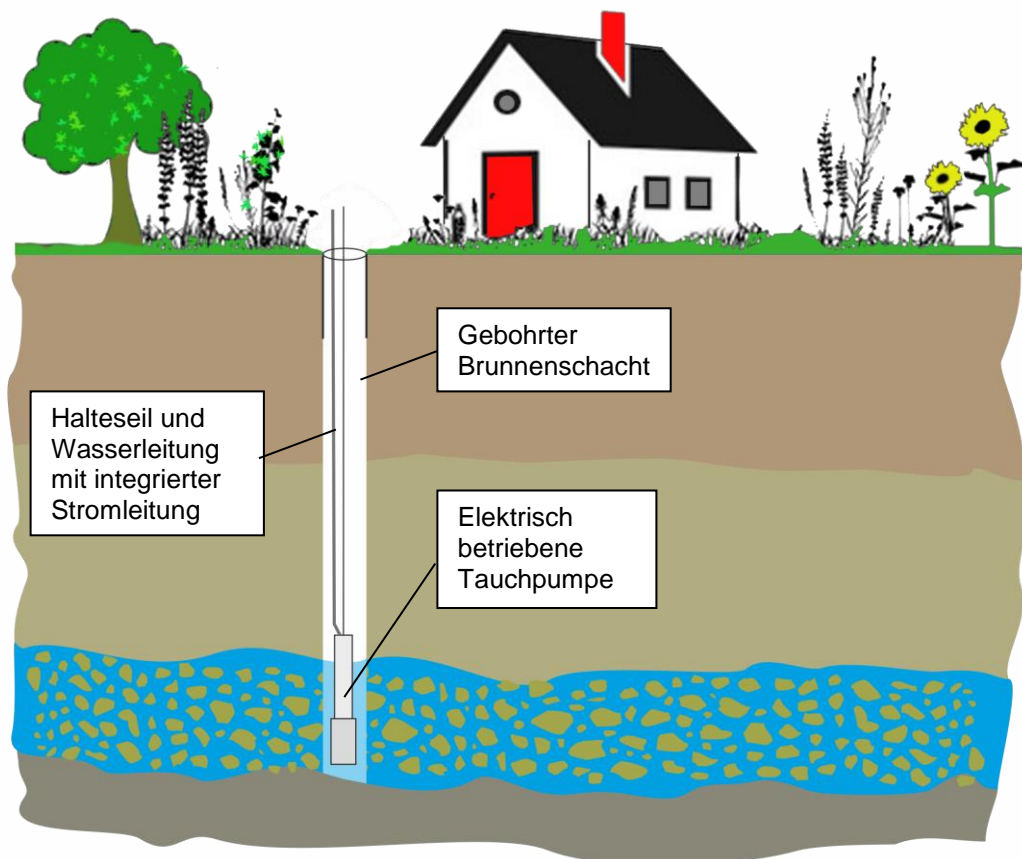


Abb. 10: Hauswasserwerk, elektrische Grundwasserpumpe (©Schumann)

- Tauchpumpen können nur gut arbeiten, wenn ihr Saugbereich komplett ins Wasser eingetaucht ist.
- Ein Hauswasserwerk muss beim Wasserversorgungsinstitut angemeldet werden. Die Menge des entnommenen Wassers muss mit einem Wasserzähler gemessen werden. Entsprechend der entnommenen Menge muss man dann Abwassergebühren bezahlen.

LERNUMGEBUNG GARTEN-HANDPUMPE

11 Auftrag: Text verfassen, der die Funktion einer Hand-Gartenpumpe verständlich in Sprache fasst

- Vorschläge entwerfen, anschliessend verschiedene Vorschläge miteinander vergleichen; Dialog über Schwierigkeiten einer verständlichen Textverfassung führen
- Ggf. diesen Text zum Vergleich hinzuziehen:

Fast überall unter der Erdoberfläche befindet sich Wasser, das sogenannte Grundwasser. Mit einer Handpumpe kann man das Wasser an die Oberfläche befördern. Damit eine Gartenhandpumpe funktioniert, soll die Brunnenbohrung nicht tiefer als sechs Meter sein. Ein Metallrohr wird in den Boden geschlagen oder gedreht. Am unteren Ende des Rohres sind ganz viele Bohrungen angebracht, damit das Grundwasser einströmen kann. Innerhalb des Rohres sollte noch ein Filter gegen grobe Partikel eingebaut sein (feines Drahtgitter). Mit der Zeit bildet sich am unteren Ende des Rohrs eine richtige kleine Bodenhöhle, eine Kaverne.

Die Gartenhandpumpe ist eine Kolbenpumpe, mit der von Hand Grundwasser hochgepumpt wird. Durch Bewegung des Schwengels wird über die Kolbenstange der Kolben auf und ab bewegt. Durch das Hebelverhältnis des Schwengels wird die aufgebrauchte Handkraft in ihrer Wirkung auf den Kolben etwa um das 3,5-fache verstärkt. Im zylinderförmigen Pumpenkörper befinden sich der Kolben und zwei sogenannte Stechventile (oder Steckventile). Das untere Ventil sitzt auf dem Ansaugrohr. Es kann Wasser von unten nach oben durchströmen lassen und verhindert, dass das Wasser wieder nach unten zurückfliessen kann. Es handelt sich um ein sogenanntes Rückschlagventil: es öffnet nach oben hin und verschliesst nach unten, gegen das Ansaugrohr, hin. Das obere Ventil lässt das Wasser in das Auslaufrohr oberhalb des Kolbens strömen. Es ist ebenfalls ein Rückschlagventil. Der Kolben ist mit einer Ledermanschette versehen, welche als Dichtung dient.

Nun fördern wir das Grundwasser von ganz unten in den Pumpenkörper und schliesslich aus der Pumpe heraus. Wir bedienen den Handschwengel. Sobald sich der Kolben nach oben bewegt, wird das Wasser angesaugt und strömt schliesslich durch das untere Ventil in den Pumpenkörper. Wenn der Wasserstand im Pumpenkörper eine bestimmte Höhe erreicht hat, gelangt das Wasser durch das obere Ventil in den Auslaufbereich der Pumpe. Während dem Aufwärtsbewegen des Kolbens ist das obere Rückschlagventil geschlossen. Dadurch entstehen im Arbeitsraum ein Unterdruck und ein Sog, das Wasser strömt vom Ansaugrohr in den Arbeitsraum der Pumpe; das untere Rückschlagventil wird dabei aufgedrückt. Während dem Abwärtsbewegen des Kolbens ist das untere Rückschlagventil geschlossen. Dadurch entsteht im Arbeitsraum ein Druck, und das Wasser strömt vom Arbeitsraum der Pumpe in den Ausguss; das obere Rückschlagventil wird dabei aufgedrückt. Beim Wechsel zwischen Auf- und Ab-Bewegung des Kolbens sind beide Rückschlagventile für einen Moment gleichzeitig offen, und es entsteht ein geringer Förderverlust. Ein Rückschlagventil wird vom aufwärts strömenden Wasser aufgehoben, und klappt mit dem abwärts fallenden Wasser zu. Die Auflagekraft eines geschlossenen Rückschlagventils bei ruhender Pumpe ergibt sich aus der Gewichtskraft der Wassersäule, die über dem Ventil steht, der Wassersäule, die unter dem Ventil „zieht“, und dem Eigengewicht des Rückschlagventils. Beim ersten Ansaugen, wenn der Arbeitsraum noch nicht mit Wasser gefüllt ist, dichtet das Rückschlagventil praktisch nur durch sein Eigengewicht. Da Luft etwa 60-mal dünnflüssiger ist als Wasser, braucht es zum Anpumpen eine schnellere Pumpbewegung. Die Handschwengelpumpe ist eine robuste Einrichtung für den Einsatz im Garten.

- Ggf. auch Text in Form eines Sprechertextes zum Stummfilm „Gartenhandpumpe“ entwerfen



12 Maximale Saughöhe

- Es ist schwierig, zu verstehen, warum man Grundwasser mit Hilfe einer Gartenhandpumpe nicht aus beliebigen Tiefen heraufbefördern kann.
- Eine Gartenhandpumpe, wie beschrieben, ist eine Saugpumpe, d.h. sie saugt Wasser aus der Tiefe nach oben.
- Saugpumpen besitzen eine begrenzte Ansaughöhe. Diese liegt bei sehr guten Pumpen zwischen sieben und acht Metern. Höher kann man mit einer Saugpumpe das Wasser nicht hochpumpen, weil der Luftdruck gegen die Wassersäule arbeitet.
- Die theoretische, maximale Saughöhe beträgt 10,33 m bei Normaldruck (1013 mbar), 4°C Wassertemperatur und Meereshöhe.
- Praktisch liegt die erreichbare Saughöhe aber unter diesen 10,33 m. Die theoretisch maximal erreichbare Saughöhe wird durch verschiedene Einflüsse vermindert, u.a.
 - a) durch den Strömungswiderstand in Saugleitung und Pumpengehäuse,
 - b) durch die ungleichmässigen Strömungsverhältnisse im Pumpvorgang, durch die es u.a. zu lokal auftretendem Vakuum kommen kann,
 - c) durch andere Wassertemperaturen.