

B4 Wir gewinnen Trinkwasser – Methoden der Wasserreinigung

Zur Wasseraufbereitung gibt es verschiedene Trennverfahren, von denen wir einige kennenlernen werden.

Bei allen Versuchen arbeitet ihr im Zweier- oder Dreier-Team. Bevor ihr loslegt, solltet ihr euch alle Materialien für die Versuche bereitlegen. Zudem braucht ihr ein Protokollblatt, um eure Beobachtungen und Versuchsergebnisse zu notieren.

1 Grobe Reinigung des verschmutzten Wassers mit Quarzsand, Aktivkohle und Filterpapier

1.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Akku, 9 V	1
Aktivkohle	1 Kaffeelöffel
Becher, 100 ml	2
Becher, 500 ml	2
Filterpapier (Rundfilter), 12,5 cm	1
Kaffeelöffel oder Spatel	1
Kochsalz	1 Kaffeelöffelstielspitze
LED rot (rotes Gehäuse), 5 V	1
Nägel (Stahl, „Eisen“) als Elektroden	2
Quarzsand („Filtersand“)	nach Bedarf
Schraubdeckel (für Becher 100 ml)	2
Tinte, blau („Aquatint“)	1 Tropfen
Tonerde („Bentonit“)	1 Kaffeelöffelstielspitze
Trichter	1
Verbindungskabel Kroko/Kroko	3
Wasser	nach Bedarf

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

1.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Bei diesem Experiment achte bitte auf folgende mögliche Gefahren:

- Schließe den Akku auf keinen Fall kurz! Es besteht Explosions- und Brandgefahr!
- Am Arbeitsplatz dürfen keine wasserempfindlichen Materialien vorhanden sein.

1.3 Versuchsdurchführung

Für die folgenden Trennverfahren musst du dir zunächst ein geeignetes Schmutzwasser herstellen. Fülle in einen 100-ml-Becher 90 ml Wasser und füge hinzu:

- einen Tropfen Tinte (stellvertretend für ungewünschte Farbstoffe, Geruchsstoffe und Geschmackstoffe)
- eine Löffelspitze Bentonit (stellvertretend für unlösliche Stoffe)
- eine Löffelspitze Kochsalz (stellvertretend für gelöste Salze).

Schraube den Deckel auf den Becher und vermische die Stoffe durch Schütteln.



Abb. 1: Herstellung des „verschmutzten“ Wassers.

- Dann wird ein Papierfilter passend gefaltet (siehe Faltanleitung im Anhang), angefeuchtet und so in den Trichter gegeben, dass er gut anliegt.
- Fülle den Filter ca. 3 cm hoch mit Quarzsand auf.
- Setze den Trichter dann auf den 500-ml-Becher.
- Jetzt schüttelst du das „Schmutzwasser“ noch einmal gut auf und gießt ca. die Hälfte davon in den Trichter.
- Hebe ab und zu den Trichter kurz an, sodass er nicht mehr ins Filtrat eintaucht, damit das Filtrat besser abfließen kann.
- Wenn alles durchgeflossen ist und das ganze Filtrat aufgefangen ist, kannst du den „Sandfilter“ in den Hausmüll entsorgen.



Abb. 2: Filtrieren durch Sand und Filterpapier.

- Die jetzt klare, blau gefärbte Lösung gibst du in einen mit 1 Löffel Aktivkohle befüllten Becher mit Schraubverschluss und schüttelst diesen nach Verschließen ca. 30 Sekunden.
- Dann gießt du den Inhalt wieder in den mit einem neuen Filterpapier versehenen Trichter und filtrierst wieder in einen 500-ml-Becher ab.
- Wie sieht das Filtrat aus?
- Auch hier kannst du den gebrauchten Filter am Ende entsorgen.



Abb. 3: „Ausschütteln“ des Farbstoffs mit Aktivkohle.

- Überprüfe nun die Leitfähigkeit des Filtrats.
- Fülle dazu das Filtrat in einen sauberen 100-ml-Becher um.
- Verwende die beiden Nägel als Elektroden und tauche sie in das Filtrat ein.
- Verbinde die beiden Nägel über die Verbindungskabel mit dem Akku und der LED (siehe Abb. 4). Achte auf die Polung der LED: Pluspol der LED (langes Bein) an Pluspol des Akkus.
- Teste zum Vergleich auch die Leitfähigkeit des Schmutzwassers. Gibt es deutliche Unterschiede?



Abb. 4: Messanordnung zur Bestimmung der Leitfähigkeit.

1.4 Beobachtung

Fasse deine Beobachtungen schriftlich zusammen.

1.5 Auswertung

- a) Wie verändert sich jeweils die Lösung nach dem Filtrationsvorgang?
- b) Hat sich das gelöste Kochsalz mit Sand/Papier-Filter und Aktivkohle entfernen lassen?

2 Feinreinigung von Wasser mit Membranfilter

2.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Akku, 9 V	1
Becher , 100 ml	4
Filterpatrone (Membranfilter) mit Luer Lock	1
Kaffeelöffel oder Spatel	1
Kochsalz	1 Kaffeelöffelstielspitze
LED rot (rotes Gehäuse), 5 V	1
Nägel (Stahl, „Eisen“), als Elektroden	2
Schraubdeckel (für Becher 100 ml)	4
Spritze Luer Lock, 10 oder 50 ml	1
Tonerde („Bentonit“)	1 Kaffeelöffelstielspitze
Verbindungskabel Kroko/Kroko	6
Wasser	nach Bedarf

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

2.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Bei diesem Experiment achte bitte auf folgende mögliche Gefahren:

- Schließe den Akku auf keinen Fall kurz! Es besteht Explosions- und Brandgefahr!
- Am Arbeitsplatz dürfen keine wasserempfindlichen Materialien vorhanden sein.

2.3 Versuchsdurchführung

Für dieses Experiment setzt du mit ca. 50 ml Wasser und je einer Löffelstielspitze Bentonit und Kochsalz wieder „Schmutzwasser“ an.

Ähnlich wie beim Arzt, der auch keine Luftblasen in der Spritze haben darf, müssen wir zunächst die Kombination aus Spritze und Filterpatrone luftfrei mit Wasser füllen. Dazu gehst du folgendermaßen vor:

- Fülle die 50-ml-Spritze mit ca. 10 ml reinem Wasser.
- Halte dazu die Spritze mit dem Anschlussstutzen nach oben (siehe Abb. 5) und drücke die Luft heraus, bis gerade das erste Wasser austritt.



Abb. 5: Ausdrücken der Luft.

- Setze den Membranfilter durch vorsichtiges Anschrauben auf.
 - Drücke nun das restliche Wasser durch die Filterpatrone so weit heraus, dass nur noch der Anschlussstutzen der Spritze und die Filterpatrone mit Wasser gefüllt sind. So stellst du sicher, dass keine Luftblase mehr enthalten ist.
- Jetzt ist unser Filtersystem betriebsbereit.



Abb. 6: Spritze mit aufgeschraubter Patrone vor Herausdrücken des restlichen Wassers.

Erst jetzt beginnt der eigentliche Versuch:

- Tauche die Filterpatronenspitze in das Schmutzwasser und sauge bis zu 20 ml filtriertes Wasser in den Spritzenzylinder. Ziehe dabei gleichmäßig und nicht zu stark am Kolben, denn das Wasser braucht Zeit, bis es durch den Filter gelaufen ist (ca. 1 – 2 Minuten).
- Schraube die Patrone ab und drücke das filtrierte Wasser aus der Spritze in einen sauberen 100-ml-Becher. Stelle den Becher beiseite.
- Damit sich keine Luftblasen bilden oder der Schmutz in der Filterpatrone eintrocknet, musst du nun sofort Spritze und Filterpatrone reinigen.
- Fülle dazu die Spritze einmal voll mit klarem Wasser und drücke sie wieder aus. (Nun ist die Spitze sauber).
- Fülle die Spritze ein zweites Mal voll auf und drücke wie oben beschrieben die Luft heraus. Schraube die Filterpatrone auf und drücke die Spritze leer. (Das in der Patrone sitzende ausfiltrierte Bentonit wird dabei durch Gegenspülung aus der Filtermembran wieder entfernt).
- Zum Abschluss überprüfst du nun wieder die Leitfähigkeit des beiseite gestellten Filtrats. Gibt es Unterschiede zum mit Sandfilter und Aktivkohle gewonnenen Filtrat aus Teilexperiment 1?



Abb. 7: Spritze mit filtriertem Wasser.

2.4 Beobachtung

Fasse deine Beobachtungen schriftlich zusammen.

2.5 Auswertung

- a) Was kannst du über das Resultat nach der Filterung sagen?
- b) Hat sich das gelöste Kochsalz mit dem Membranfilter entfernen lassen?

3 Feinreinigung von Wasser mit Hohlfasermembranfilter

3.1 Benötigte Materialien

Material	Anzahl
Akku, 9 V	1
Becher, 100 ml	4
Einweghahn (passend zu Schlauch 7mm/4mm und Luer Lock)	1
Hohlfasermembran mit Luer Lock für alle Gruppen	1
Kochsalz	1 Kaffeelöffelstielspitze
LED rot (rotes Gehäuse), 5 V	1
Nägel (Stahl, „Eisen“), als Elektroden	2
Schraubdeckel (für Becher 100 ml)	4
Spritze Luer Lock, 10 ml	1
Tonerde („Bentonit“)	1 Kaffeelöffelstielspitze
Verbindungskabel Kroko/Kroko	6
Wasser	nach Bedarf

Achtung: Nach Beendigung des Experiments sind die Materialien gemäß den Anweisungen der Lehrkraft zurückzugeben bzw. fachgerecht zu entsorgen.

3.2 Sicherheitshinweise

Die Materialien dürfen nur derart eingesetzt werden, wie es den Anweisungen der Lehrkraft bzw. der Versuchsanleitung entspricht.

Bei diesem Experiment achte bitte auf folgende mögliche Gefahren:

- Schließe den Akku auf keinen Fall kurz! Es besteht Explosions- und Brandgefahr!
- Am Arbeitsplatz dürfen keine wasserempfindlichen Materialien vorhanden sein.

3.3 Versuchsdurchführung

Für dieses Experiment kannst du das Schmutzwasser aus dem letzten Experiment verwenden. Sonst musst du es, wie dort beschrieben, ansetzen.

- Zuerst schraubst du den Einweghahn auf das eine Ende des Membranschlauchs (siehe Abb. 8). Der Hahn ist geschlossen, d. h. er steht auf Stellung „quer“ zum Anschluss.
- Dann saugst du in die 10-ml-Spritze ca. 5 cm Schmutzwasser und schraubst sie an das andere Ende des Membranschlauchs.

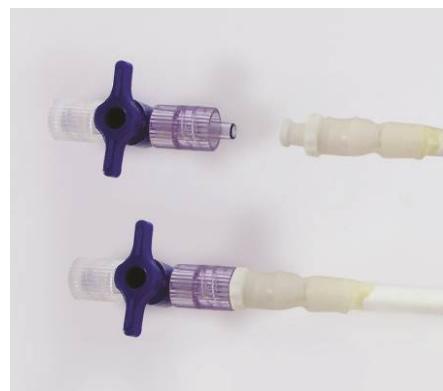


Abb. 8: Montage des Einweghahns an den Membranschlauch.

- Lasse den Membranschlauch in einen 100-ml-Becher hängen und drücke langsam, sodass das filtrierte Wasser aus der Oberfläche des Schlauches perlt und im Becher aufgefangen wird. Stelle das Filtrat beiseite.
- Nun reinigst du sofort den Hohlfaser-membranfilter. Schraube dazu die Spritze ab, spüle die Spritze aus und fülle sie mit reinem Wasser und schließe sie wieder am Hohlfasermembranschlauch an.
- Öffne den Einweghahn (Stellung „längs“ zum Anschluss) und halte die Öffnung über einen anderen Becher. Drücke nun wieder langsam, sodass die Tonerde aus dem Filter wieder ausgespült wird.
- Wiederhole den Reinigungsvorgang mehrmals, bis nur noch klares Wasser aus dem Membranschlauch kommt.
- Überprüfe nun die Leitfähigkeit des beiseite gestellten Filtrats (siehe Teilexperiment 1).



Abb. 9: An der Oberfläche des Membranschlauches austretendes Filtrat.

3.4 Beobachtung

Fasse deine Beobachtungen schriftlich zusammen.

3.5 Auswertung

- a) Welche der angewendeten Filtrationsmethoden war die effektivste? Erkläre!
- b) Begründe, inwiefern die Porengröße des Filters bzw. die Teilchengröße der Verschmutzungspartikel für den Einsatz und das Resultat der Filtermethode eine Rolle spielt.
- c) Überlege, ob alle Verschmutzungspartikel aus dem Wasser mit mechanischem Filtern beseitigt werden können.
- d) Beschreibe, wie sich die Leitfähigkeit des Filtrats nach den einzelnen Trennverfahren veränderte und erkläre das Ergebnis.
- e) Schlage ein weiteres Trennverfahren vor, mit dem man Trinkwasser aus Salzwasser gewinnen kann.

4 Fragen (zusammenfassend für alle Teilexperimente)

- a) Erläutere, warum sauberes Trinkwasser so wichtig für die Menschheit ist. Wie viele Menschen haben kein sauberes Trinkwasser zur Verfügung?
- b) Die Verschlechterung der Trinkwasserqualität nimmt weltweit zu. Welche Erklärungen gibt es dafür?

Wenn du Zugang zum Internet hast:

- c) Ermittle durch Recherche, welche Filtermethoden für welche Teilchengrößen von Schmutzpartikeln geeignet sind. Wie heißen sie? Welche Technik braucht es dafür?
- d) Recherchiere, welche anderen Möglichkeiten der Trinkwasserreinigung es noch gibt.
- e) Erkunde, wie das Verfahren der Umkehrosmose funktioniert, wofür es angewendet wird und welche Vor- und Nachteile es hat.
- f) Was versteht man unter „biologisch abbaubaren“ Verschmutzungen? Nenne Beispiele dafür. Wie funktioniert der Abbau dabei?
- g) Wie ist der Trinkwasserschutz in deinem Staat durch den Gesetzgeber geregelt? Welche Institutionen sorgen für die Einhaltung der Gesetze?

Anhang: So faltest du den Rundfilter, damit er in den Trichter passt

Das Material:

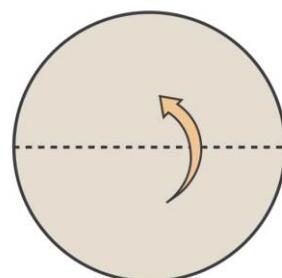
Rundfilter:



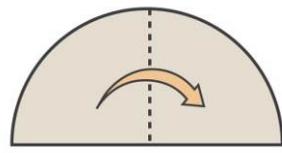
Trichter:



1. Falte den kreisförmigen Filter einmal in der Mitte.



2. Lege ihn so vor dich, dass der entstandene Halbkreis mit der geraden Kante nach vorne zeigt. Fasse die linke Ecke und biege sie bis zur Mittellinie des Halbkreises.



3. Fasse den gefalteten Filter an der Spitze an (in der Abbildung rechts ist die Stelle durch einen Punkt markiert). Drücke dann den Filter auseinander, sodass eine kegelförmige Öffnung entsteht.



- #### 4. Setze den Filter in den Trichter.

