

## Bestimmung der Gesamtwasserhärte

### Versuchsziele

- Gesamthärte als Parameter der Wasserqualität kennenlernen.
- Wasserhärte mit Testreagenzien bestimmen.
- Photometrische Messung mit dem Eintauchphotometer durchführen.

### Grundlagen

Kalkhaltiges Wasser wird auch als hartes Wasser bezeichnet. Das bedeutet, dass viele Magnesium- und Calciumionen im Wasser enthalten sind und als Kalk/ unlösliche Verbindungen ausfallen. Weiches Wasser besitzt hingegen nur wenige Ionen, welche unlösliche Verbindungen bilden können.

Bei Regenwasser handelt es sich allgemein um sehr weiches Wasser, da es durch Verdunstung entsteht und daher keine Magnesium- und Calciumionen besitzt.

Grundwasser kann hingegen auch als sehr hartes Wasser vorkommen. Die Härte des Grundwassers hängt neben der Art des Bodens, in welchem es sich sammelt, auch von der Zusammensetzung der Gesteine oder der Menge an Mineralien ab, durch das es zuvor floss.

Auch in der Trinkwasserversorgung kann die Wasserhärte sehr schwanken. Sie ist abhängig von den Gewässern, aus denen Wasser für die Trinkwasseraufbereitung genommen wird. Sehr hartes Wasser stellt im Haushalt ein Problem dar, weil es zum Verkalken von Haushaltsgeräten führt und Waschmittel ihre Waschkraft verlieren. Daher werden während der Trinkwasseraufbereitung in den Wasserwerken dem Wasser Ionen durch z.B. Entsalzung und Filtration entzogen, bis der zulässige Richtwert eingehalten wird.

Für den Menschen sind die Ionen Magnesium und Calcium essentiell. Allerdings spielt das Trinkwasser bei der Versorgung des Körpers mit diesen Ionen nur eine untergeordnete Rolle.



Abb. 1: Gesamthärte-Bestimmung in einem Gewässer.

In der Natur können starke Schwankungen in der Gesamthärte Einfluss auf die Organismen nehmen, da diese sich an die jeweilige Härte angepasst haben. So müssen z.B. Fische über ihre Osmoregulation ihren Elektrolythaushalt regulieren, indem sie mit ihrem Urin viele oder weniger Ionen abgeben.

Früher wurde die Gesamthärte des Wassers in der Einheit Deutsche Härte ( $^{\circ}dH$ ) angegeben. Diese kann mit dem Faktor 0,18 in mmol/l [Ca/Mg] umgerechnet werden, wie es heute dargestellt wird. Abhängig von der enthaltenden Ionenkonzentration, wird Wasser als „weich“, „mittel“ oder „hart“ bezeichnet (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Abhängigkeit des Härtebereiches von der Ionenkonzentration.

Härtebereich	Gesamthärte	
	(mmol/l)	$^{\circ}dH$
weich	< 1,5	< 7
mittel	1,5 – 2,5	7 – 14
hart	2,5 – 3,8	> 14

In diesem Versuch wird die Gesamthärte von Fluss-, Regen- und Leitungswasser bestimmt. Dafür werden Analysetabletten in den verschiedenen Proben gelöst. Diese reagieren mit den Calcium- und Magnesiumionen der Proben, wodurch ein Farbumschlag hervorgerufen wird. Dieser Farbumschlag wird mit dem Eintauchphotometer gemessen.

### Gefährdungsbeurteilung

Die *Hardcheck P* Tablette ist augenreizend und kann Benommenheit verursachen. Daher Augenkontakt vermeiden und nicht verschlucken.

Hardcheck P	
	<b>Gefahrenhinweise</b> H226 Flüssigkeit und Dampf entzündbar. H319 Verursacht schwere Augenreizung. H336 Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
<b>Signalwort:</b> Achtung	

Sicherheitshinweise	
P210	Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen und anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen.
P303+P361+P353	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen.
P305+P351+P338	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
P304+P340	BEI EINATMEN: Die Person an die frische Luft bringen und für ungehinderte Atmung sorgen.
P312	Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM/Arzt anrufen.
P403+P235	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Kühl halten

Geräte und Chemikalien	
1	*Mobile CASSY 2.....524 005
1	*Eintauchphotometer S.....524 069
1	°Glasrührstab 200 x 8 mm Ø, Satz 10.....665 212ET10
1	°Laborbecher PMP, 25 ml, h.F.....604 009
1	°Hardcheck P Härte-Gesamt, 2-50 mg/l.....AQ4515660
Zusätzlich erforderlich zu untersuchende Gewässers	
* Enthalten in Umwelt-Messrucksack (666 391) und Umwelt-Messkoffer 1 und 2 (666 3802 und 666 3812).	
° Enthalten in Photometrie - Reagenziensatz 1 (mit Koffer und Zubehör, 666 2600).	

**Versuchsdurchführung**

- Mobile CASSY 2 einschalten. Dafür 3 sek **OK** drücken. *Hinweis: Sollen die Messwerte direkt auf einen USB-Stick gespeichert werden, diesen im USB-Port des Mobile CASSY 2 einstecken. Sonst werden die Daten auf dem Mobile CASSY 2 gespeichert und können anschließend auf einen Computer übertragen werden.*
- Das Eintauchphotometer über den Adapter an Steckplatz A aufstecken.
- In der Messgröße „GH, 558 nm“ einstellen. Dazu mit Hilfe der Cursortasten **◀ ▶** **C<sub>A</sub>**-Menu auswählen und öffnen **▼**. Durch Drücken von **OK** die Sensorauswahl öffnen und mit dem Touchwheel **↻** den Sensor auf „GH, 558 nm“ einstellen. Mit **OK** bestätigen. Die gewünschte Messgröße wird nun angezeigt **GH<sub>A</sub>**.
- 10 ml Probe in den Messbecher füllen.
- Eintauchphotometer zum Kalibrieren in die Probe halten. Dabei darauf achten, dass der untere Bereich des Photometers bis zum weißen Übergang komplett mit Flüssigkeit bedeckt ist und sich keine Luftblase im Innenraum des Eintauchphotometers gebildet hat.

- Über die Pfeiltaste **▼** die Option **→ 0 ←** auswählen. **OK** drücken.
- Mit den Cursor-Tasten **↻**-Menü auswählen. Aufnahme „manuell“ einstellen, wodurch Einzelmessungen möglich sind.
- 1 Tablette *Hardcheck P* zur Bestimmung der Härte-Gesamt mit Hilfe des Glasrührstabes in der Probe zerdrücken und durch Umrühren auflösen.
- 5 min warten. Soll die Zeit mit dem Mobile CASSY 2 gemessen werden, muss zunächst im **T<sub>A</sub>**-Menu der Sensor deaktiviert werden. Zeitmessung durch **↻** **OK** starten. Wenn die Inkubationszeit vorbei ist, die Zeitmessung durch **OK** stoppen. Sensor in **T<sub>A</sub>**-Menü wieder auf „558 nm“ und im **C<sub>A</sub>**-Menü auf „GH, 558 nm“ einstellen.
- Im **↵**-Menü Anzeige „Tabelle“ auswählen und bei den y-Spalten **T<sub>A</sub>** (Transmission) und **E<sub>A</sub>** (Extinktion) deaktivieren. Nun wird nur die Gesamthärte angezeigt.
- Mit dem Cursor-Tasten **↻**-Menü auswählen.
- Eintauchphotometer in Proben (Gewässer) halten. Mit **OK** Messwert aufnehmen. *Hinweis: Die Kalibrierung erfolgt jeweils in jeder Probe, die gemessen werden soll.*
- Mit weiteren Proben ebenso verfahren. Dabei die Reihenfolge der Proben notieren.
- Am Ende der Messung Messwerte speichern. Dafür im **↻**-Menü „Messwerte speichern“ auswählen und mit **OK** bestätigen.
- Mobile CASSY 2 über das **ⓘ**-Menu ausschalten.

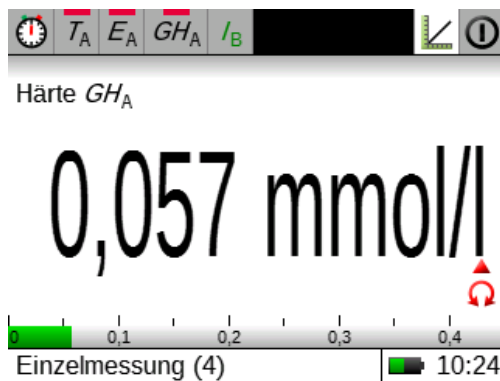


Abb. 2: Messung der Gesamthärte in Regenwasser.

**Beobachtung**

Sobald sich die *Hardcheck P* Analysetabletten in den Proben gelöst haben, färben sich die klaren Proben unterschiedlich stark pink an. Während das Leitungs- und das Flusswasser eine starke Färbung aufweisen, ist das Regenwasser nur schwach gefärbt.

Die photometrischen Messergebnisse sind in Tab. 2 dargestellt. Der subjektive Eindruck der Färbung der Proben wird durch die Messergebnisse bestätigt.

Tab. 1: Messergebnisse der Gesamthärteanalyse.

Medium	Gesamthärte (mmol/l)
Flusswasser	1,002
Regenwasser	0,057
Leitungswasser	1,537

## Auswertung

Bei der Analyse der Gesamthärte werden die photometrischen Messergebnisse im Mobile CASSY 2 direkt in die Gesamthärte umgerechnet und in mmol/l angegeben. Die Einordnung der Messwerte in Härtebereiche (Tab. 1) ergibt, dass das Fluss- und Regenwasser im Bereich des weichen Wassers liegen. Da dem Leitungswasser handelt es sich um Wasser mittleren Härtebereichs.

## Ergebnis

In unserem Versuch wurden unterschiedliche Wasserproben mittels Analysetabletten photometrisch auf ihre Gesamthärte untersucht. Das Regenwasser wies, wie erwartet, eine sehr viel geringere Gesamthärte auf als das untersuchte Fluss- und

Leitungswasser. Einzig bei dem Leitungswasser handelte es sich um Wasser des mittleren Härtebereichs.

Um innerstädtische Unterschiede zu verdeutlichen, könnte das Messergebnis des Leitungswassers z.B. mit den Angaben des örtlichen Wasserwerkes verglichen werden.

## Reinigung und Entsorgung

Das Eintauchphotometer mit klarem Wasser abspülen. Die analysierten Proben in den Abfall für Laborchemikalien mit gefährlichen Stoffen entsorgen.

## Weiterführende Messungen

Da die Gesamthärte von Wassers direkten Einfluss auf die Leitfähigkeit nimmt, bietet sich an, die Proben auch in ihrer Leitfähigkeit zu untersuchen (B4.1.2.3).