

## Bestimmung des Ionengehaltes in Wasserproben

### Versuchsziele

- Leitfähigkeit als Parameter der Wasserqualität kennenlernen.
- Messung der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit durchführen.
- Ionenkonzentration von Gewässern indirekt bestimmen.

### Grundlagen

Gewässer können sich in ihrem Salzgehalt sehr unterscheiden. Daher spricht man z.B. auch von Salzwasser- und Süßwasserseen. Alle in Wasser gelösten Salze liegen in Form von Ionen vor. Je mehr Ionen im Wasser vorkommen, umso besser leitet es den elektrischen Strom. Misst man daher die Leitfähigkeit, können Rückschlüsse über die Menge an Ionen getroffen werden.

Die spezifische elektrische Leitfähigkeit in einer Flüssigkeit ist also ein Maß für die Konzentration und Art der in ihr enthaltenen Ionen. Zusätzlich ist die Leitfähigkeit einer Flüssigkeit geringfügig von der Temperatur abhängig.

Da bei der Leitfähigkeitsmessung die Gesamtionenanzahl betrachtet wird, ist zu berücksichtigen, dass stärker saure Gewässer auf Grund der hohen Beweglichkeit von  $\text{H}_3\text{O}^+$ - und  $\text{OH}^-$ -Ionen immer eine höhere Leitfähigkeit ausweisen, selbst wenn kaum gelöste Salze vorliegen. Daher empfiehlt es sich, neben der Leitfähigkeit auch den pH-Wert zu bestimmen.

Die Maßeinheit für die Leitfähigkeit ist  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bzw.  $\text{mS}/\text{cm}$  (Mikro- bzw. Milli-Siemens pro Zentimeter).

Die geringste Leitfähigkeit weist reines (destilliertes oder entionisiertes) Wasser auf, wobei zwischen hoch reinem, analytischen und Laborwasser unterschieden wird (siehe Tab. 1).

Regenwasser besitzt im Allgemeinen eine bereits deutlich höhere Leitfähigkeit, da es zwar durch Verdampfen entsteht, aber Gase aus der Luft aufnimmt und diese zu Ionen reagieren. Gerade beim Regenwasser kann der pH-Wert auch einen großen Einfluss auf die Leitfähigkeit nehmen (saurer Regen).



Abb. 1: Messung der Leitfähigkeit in einem Gewässer.

Grundwasser besitzt je nach Beschaffenheit des Bodens eine höhere Leitfähigkeit. Diese wird durch die Aufnahme von löslichen Bestandteilen des Bodens (z.B. Erdalkalichloride) bestimmt. Eine Veränderung der Leitfähigkeit im Grundwasser kann durch geologische Veränderungen oder Verunreinigungen durch Mülldeponien oder Düngemitteln hervorgerufen werden.

Tab. 1: Übersicht über die Leitfähigkeit unterschiedlicher Wasserproben.

	Leitfähigkeit (mS/cm)
roch reines Wasser (analytisch)	< 0,0001
reines Wasser (Laborwasser)	< 0,0050
Regenwasser	0,06 – 0,1
Grundwasser	0,1 – 2,5
Trinkwasser	< 2,5
Meereswasser	53,2

In Flüssen kann es zu hohen Leitfähigkeiten kommen. Dies tritt vor allem auf, wenn industrielle Abwässer eingeleitet werden, die nur unzureichend neutralisiert wurden. Die natürliche Auslaugung des Bodens oder das Auswaschen landwirtschaftlicher Düngemittel spielt im Vergleich eine kleinere Rolle.

Meereswasser weist aufgrund seines hohen natürlichen Salzgehaltes einen sehr hohen Leitfähigkeitswert auf.

Ein hoher Salzgehalt in Leitungswasser steigert die Korrosionsanfälligkeit von Rohrleitungen und macht eine direkte Verwendung z.B. als Kühlwasser unmöglich. Auch daher ist die Obergrenze der Leitfähigkeit in der Trinkwasserverordnung festgelegt (Deutschland: 2,5 mS/cm). Wenn das Wasser für die Trinkwasseraufbereitung aus stark salzhaltigem Gewässer entnommen wird, muss das Wasser aufwendig und kostenintensiv entionisiert werden.

Für die meisten pflanzlichen und tierischen Organismen liegen die günstigsten Leitwerte zwischen den Extremen. Es gibt aber auch Arten, die sich an extreme Bedingungen angepasst haben (z.B. Mangroven in tropischen Küstenregionen oder Algen und Bakterien im Toten Meer). Diese werden als halophil (griech. *Halos* = Salz) bezeichnet.

In diesem Versuch wird der Ionengehalt von unterschiedlichen Wassern mit Hilfe des Mobile CASSY 2 und dem Leitfähigkeitssensor bestimmt.

## Gefährdungsbeurteilung

Es werden keine gefährlichen Chemikalien verwendet.

### Geräte und Chemikalien

1	*Mobile CASSY 2.....	524 005
1	*Leitfähigkeits-Sensor.....	529 670
1	*Leitfähigkeits-Adapter S.....	524 0671

Zusätzlich erforderlich  
zu untersuchende Gewässer

\* Enthalten in Umwelt-Messrucksack (666 391) und Umwelt-Messkoffer 1 und 2 (666 3802 und 666 3812).

## Versuchsdurchführung

1. 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.*
2. Den Leitfähigkeits-Sensor über den Leitfähigkeits-Adapter S an Steckplatz A aufstecken. Der Sensor wird automatisch erkannt.
3. Mit den Cursor-Tasten -Menü auswählen. Aufnahme „manuell“ einstellen, wodurch Einzelmessungen möglich sind.
4. Mit dem Cursor-Tasten -Menü auswählen.
5. Leitfähigkeits-Sensor in die Probe halten. Mit **OK** Messwert aufnehmen.
6. Mit weiteren Proben ebenso verfahren. Dabei die Reihenfolge der Proben notieren.
7. Am Ende der Messung Messwerte speichern. Dafür im -Menü „Messwerte speichern“ auswählen und mit **OK** bestätigen.
8. Mobile CASSY 2 über das -Menu ausschalten.

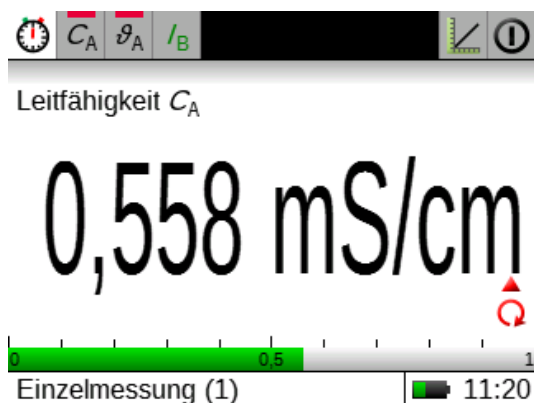


Abb. 2: Messung der Leitfähigkeit in Flusswasser.

## Beobachtung

Die Leitfähigkeit von reinem Wasser, Leitungswasser, Regenwasser und Flusswasser wird analysiert. Das Leitungswasser und das Flusswasser weisen eine hohe Leitfähigkeit auf (siehe Tab. 2).

## Auswertung

Die gemessenen Werte werden mit den Vorgaben (siehe Tab. 1) verglichen. Dabei hält das Leitungswasser den Grenzwert der Trinkwasserverordnung ein (siehe Tab. 1). Das Flusswasser besitzt zwar eine höhere Leitfähigkeit, scheint aber nicht besonders belastet zu sein, da es immer noch im Rahmen der Trinkwasserverordnung liegt.

Im reinen Wasser ist nur eine sehr geringe Leitfähigkeit messbar. Verglichen mit den Leitwerten handelt es sich bei dem reinen Wasser um Laborwasser und nicht um analytisches Wasser. Das Regenwasser weist bereits eine höhere Leitfähigkeit als das reine Wasser auf und liegt ebenfalls im Rahmen unserer Leitwerte.

Tab. 2: Messergebnisse der Leitfähigkeitsanalyse.

Probe	Leitfähigkeit (mS/cm)
reines Wasser	0,003
Leitungswasser	0,558
Regenwasser	0,059
Flusswasser	0,734

## Ergebnis

In unserem Versuch wurden reines Wasser, Leitungswasser, Regenwasser und Flusswasser anhand ihrer Leitfähigkeit untersucht. Die erhaltenen Messergebnisse liegen alle im Rahmen der erwarteten Messbereiche.

Als weiterführende Einordnung der Messergebnisse können diese z.B. mit den Angaben des örtlichen Wasserwerkes verglichen werden.

## Reinigung und Entsorgung

Den Leitfähigkeits-Sensor mit klarem Wasser abspülen.

## Weiterführende Messungen

Die Tatsache, dass die im Regenwasser enthaltenen Ionen aus den Gasen der Luft stammen, kann sehr schön gezeigt werden, indem je eine Regenwasserprobe vom Beginn und Ende eines Regenfalles genommen und verglichen werden. Die spätere Probe besitzt aufgrund des Auswaschens der Luft durch den Regen eine geringere Leitfähigkeit als die erste Probe.

Da die Gesamthärte von Wasser direkten Einfluss auf die Leitfähigkeit nimmt, bietet sich an, die Proben auch auf ihre Gesamthärte zu untersuchen (B4.1.2.4).