



Wasserbox

Messverfahren

*Was die Wasserbox misst und was die
Messdaten aussagen*

Inhalt

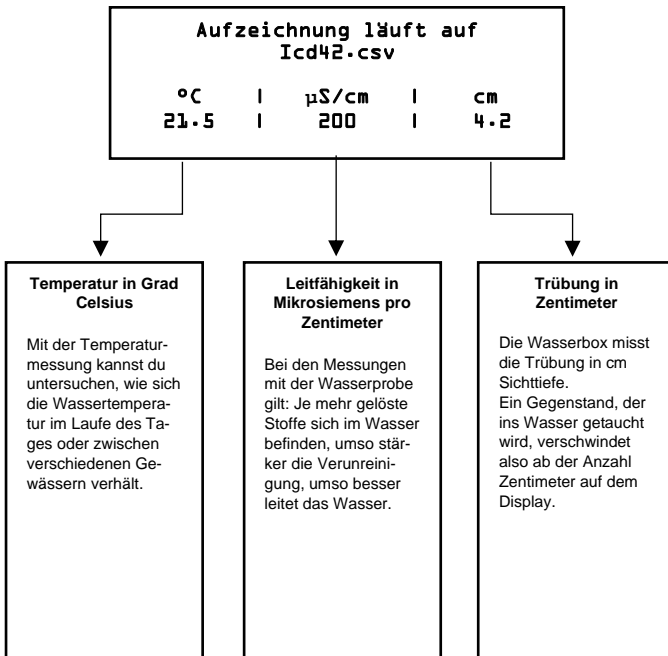
1	Verschiedene Messverfahren	3
2	Temperaturmessung	4
3	Elektrische Leitfähigkeit.....	5
4	Trübung des Wassers	6
5	Kalibrierung der Sensoren.....	7

1 Verschiedene Messverfahren

Die zusammengebaute Wasserbox eignet sich für das forschend-entdeckende Arbeiten draussen an Fliessgewässern und an stehenden Gewässern. Die Wasserbox ist gegen Spritzwasser geschützt aber nicht komplett wasserdicht.

Mit drei verschiedenen Sensoren an Kabeln misst sie Temperatur, Trübung und die elektrische Leitfähigkeit von Wasser und auch anderen Flüssigkeiten.

Für den Einsatz draussen an Gewässern die Power Bank anschliessen, Kunststoffbox verschliessen und die Wasserbox auf die Seitenwand gekippt aufstellen. Die laufende Wasserbox zeigt verschiedene Werte an:



2 Temperaturmessung

Halte die Metall-Messspitze des Sensors in das Gewässer oder fülle den schwarzen Kunststoffbehälter mit Wasser und lege dort die Metall-Messspitze am Ende des schwarzen Kabels hinein.

Warte, bis sich die Temperatur auf dem Display nicht mehr ändert. Das dauert etwa 1-2 Minuten.



Zur Temperaturmessung:

Die Wassertemperatur ist in erster Linie von der Jahreszeit abgänglich, erreicht meist im Februar / März das Jahresminimum und im Juli / August das Jahresmaximum. Die aktuellen und historischen Temperaturen der Schweizer Flüsse und Seen können zum Vergleich auf

www.hydrodaten.admin.ch/

abgerufen werden.

Die Wassertemperatur hat einen grossen Einfluss auf den Sauerstoffgehalt des Wassers: Bei tiefen Temperaturen löst sich mehr Sauerstoff im Wasser als bei hohen Temperaturen.

3 Elektrische Leitfähigkeit

Entferne die weisse Gummi-Hülle und halte die Messspitze (zwei Metall-Kontakte) des Leitfähigkeits-Sensors in das Gewässer oder fülle den schwarzen Behälter mit Wasser auf und lege dort die Messspitze hinein.

Schwenke die Messspitze 5 Sekunden und warte danach, bis sich die Leitfähigkeit auf dem Display nicht mehr ändert. Das dauert etwa 30 Sekunden.



Zur elektrischen Leitfähigkeit:

Die Leitfähigkeit beschreibt, wie viel Strom das Wasser leiten kann. Je mehr gelöste Stoffe sich im Wasser befinden, desto besser leitet es den Strom. Darum kann aus der Leitfähigkeit auch die Anzahl gelöster Stoffe berechnet werden. Zudem entspricht eine Leitfähigkeit von $33 \mu\text{S}/\text{cm}$ einer Wasserhärte von 1°dH .

Hier einige Vergleichswerte gegeben, damit du deine Messung einschätzen kannst:

- Destilliertes Wasser (ohne Salze, Mineralien): $0.05 \mu\text{S} / \text{cm}$
- Regenwasser: etwa $30 - 60 \mu\text{S} / \text{cm}$, je nach Luftverschmutzung (bspw. Land - Stadt)
- Seewasser: etwa $220 \mu\text{S} / \text{cm}$
- Trinkwasser Aarau: etwa $650 \mu\text{S} / \text{cm}$
- Grenzwert von Trinkwasser: $2000 \mu\text{S} / \text{cm}$
- Meerwasser: $42\,000 \mu\text{S} / \text{cm}$ (v.a. Natriumchlorid NaCl : Kochsalz)

Die Werte sind stark abhängig vom Untergrund und dem Gestein, aus dem das Wasser entspringt. Ein Bach auf einem kalkhaltigen Untergrund im Mittelland oder Jura hat mehr gelöste Stoffe und daher eine höhere Leitfähigkeit und eine grössere Wasserhärte als ein Bach auf Granit in den Alpen. **WICHTIG: Den Sensor für die Leitfähigkeit solltest du vor jeder Messung mit der Kalibrierungslösung kalibrieren. Details dazu im letzten Abschnitt dieser Messanleitung.**

4 Trübung des Wassers

Fülle das Wasser in den schwarzen Messbehälter bis ganz an den oberen Rand.

Schraube den Deckel mit dem angeschlossenen Sensor fest zu, damit die Messung in kompletter Dunkelheit abläuft.

Warte, bis sich der Wert für die Trübung nicht mehr ändert, das dauert etwa 15 Sekunden.



Zur Trübung des Wassers:

Die Trübung ist ein wichtiger Wert um unsere Wasserqualität zu messen und wird auch in vielen verschiedenen Bereichen in der Chemie eingesetzt.

Mit der Trübung zeigt sich, wie weit man durch eine Flüssigkeit hindurchsehen kann (Sichtweite). Die Trübung hängt davon ab wie viele Partikel es im Wasser hat. Je mehr Partikel im Wasser, desto verschmutzter und trüber ist das Wasser.

Beim Messverfahren wird ein Lichtstrahl durch das Wasser geschickt. Durch die Partikel im Wasser wird der Lichtstrahl gestreut, das Licht, wird aus seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt. Der Rest dieses Streulichts wird von einem Sensor gemessen führt zum Messresultat. Je mehr Partikel es im Wasser hat, desto mehr streut sich das Licht, desto weniger Licht trifft im Sensor ein und der Wert für die Trübung steigt.

Um ein möglich genaues Ergebnis zu erhalten, müssen Störfaktoren wie z.B. eine fremde Lichteinwirkung möglichst vermeiden werden. Darum wird die Trübung des Wassers in der schwarzen Trübungsbox gemessen wo möglichst kein Licht eindringt.

5 Kalibrierung der Sensoren

Die Genauigkeit der Messungen mit der Wasserbox ist nicht mit professionellen Messgeräten zu vergleichen. Mit einer Kalibrierung oder mit dem Wissen um die Mess-Ungenauigkeit ist die Wasserbox aber ein brauchbares Messgerät für akzeptable Messresultate. Hier einige Hinweise für die verschiedenen Messgrößen:

Temperatur: Dieser Sensor muss nicht kalibriert werden. Vergleiche mit anderen Temperatursonden zeigten sehr ähnliche Werte über verschiedene Temperaturbereiche. Die Messunterschiede zwischen Sensoren anderer Hersteller und dem Wasserbox-Sensor lagen im Bereich der **Ungenauigkeit des Wasserbox-Sensors von $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (für Temperaturen zwischen -10°C bis $+85^{\circ}\text{C}$)**

Leitfähigkeit: Für eine gute Messung muss dieser Sensor zwingend kalibriert werden. Dazu nutzt man die beigelegte Kalibrierlösung (siehe Bild \rightarrow). Bereits nach einem Monat nach der Kalibrierung wichen Messwerte um mehr als 10% ab. Dieses Verhalten zeigten auch Leitfähigkeits-Sensoren anderer Hersteller.

Vorgehen zur Kalibrierung (Einpunkt-kalibrierung): Den Leitfähigkeitssensor in den Beutel der Kalibrierlösung eintauschen. Jetzt sollte der Wert für die Leitfähigkeit $1413\text{ }\mu\text{S/cm}$ anzeigen bei $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Um den Sensor auf diesen Wert einzustellen, wird bei eingetauchtem Sensor im Experten-Modus der Wasserbox (siehe Dokument "Über WLAN mit Wasserbox verbinden") der Befehl

setconductivitycalib f1413

einggegeben. Nun ist der Leitfähigkeitssensor auf die Kalibrierlösung eingestellt.

Nach der Kalibrierung weichen die Messwerte der Wasserbox und die eines kommerziellen Leitfähigkeitssensors (Hanna Dist3) um weniger als 3% voneinander ab. **Der Messbereich der Wasserbox liegt zwischen $0 - 1560\text{ }\mu\text{S/cm}$.**



Trübungssensor: Dieser Sensor muss nicht kalibriert werden, liefert aber nur Schätzwerte für die Sichttiefe in cm. Der Trübungssensor liefert Spannungen zwischen 0 - 4.5 V an die Wasserbox. Laut Sensor-Dokumentation übersetzen sich diese wie folgt in die Einheit NTU (nephelometrische Trübungs-Einheit):

Messwerte [Volt]	Trübungswert [NTU]
3.27	500
4.10	50
4.21	0.5

In der Literatur findet man NTU-Werte für verschiedene Flüssigkeiten:

Medium	Trübungswert [NTU]
sauberstes Wasser	0.02
Trinkwasser	0.05-0.5
Quellwasser	0.5-10
Abwasser	100-2000
Formazin	4'000
Milch (1.5% Fett)	50'000

In Seen wird die Trübung mit einer Secchi-Scheibe gemessen: Dazu wird eine Scheibe an einem Seil in die Tiefe gelassen und die Distanz gemessen, bei der die Scheibe unsichtbar wird. Für Trübungsmessungen in Fließgewässern wird ein Plexiglas-Rohr verwendet, welches so weit mit Wasser gefüllt wird, bis eine Markierung am Boden-Ende des Rohrs unsichtbar wird. Dies ist die Sichttiefe in cm. Die Wasserbox wurde auf "Sichttiefe im Plexiglas-Rohr" kalibriert mit einer Wasser-Milch-Emulsion:

Sichttiefe in Plexiglas-Rohr (Wassersäule maximal 121 cm bei voller Füllung)		Messwerte [Volt]
Leitungswasser: > 121cm sichtbar	121	4 V
Einige Tropfen Milch pro Liter Wasser	22.5 cm	3.9 V
	13.5 cm	3.9 V
	7 cm	3.7 V
1.5 Teelöffel Milch pro Liter Wasser	6 cm	3.4 V
3 Teelöffel Milch pro Liter Wasser	4 cm	2.9 V