



Bestimmung der Wasser-Gesamthärte Messgeräte und Vorgehen



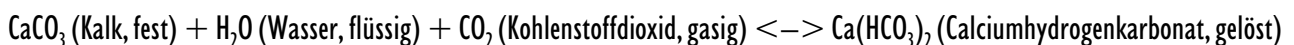
**BrauLabor
3**
Physik/Chemie

Wasserhärte
eine weitere
Schlüsselgröße

Aufwand: mittel	Material: mittel-aufwändig	Zeit: gering	Experimenttyp: Messungen	Anspruch: mittel
---------------------------	--------------------------------------	------------------------	------------------------------------	----------------------------

Einführung

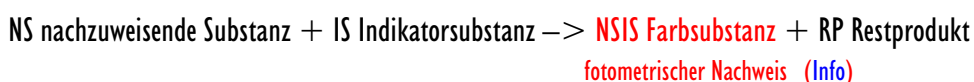
Wasser kommt zunächst einmal als Regen vom Himmel und gelangt in den Boden. Bei dieser Bodenpassage findet ein intensiver Stoffaustausch statt. Sowohl das im Regenwasser aufgenommene und das in der Humusschicht durch die mikrobielle Aktivität gebildete Kohlenstoffdioxid CO_2 löst im Untergrund mineralische Stoffe, vor allem Kalk CaCO_3 (Calciumkarbonat) als Calciumhydrogenkarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Dabei stellt sich ein "Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht" ein:



Analog diesem Vorgang wird auch Magnesiumkarbonat MgCO_3 gelöst. Ein Teil der im Wasser gelösten Calcium-Ionen Ca^{2+} und Magnesium-Ionen Mg^{2+} ist auch auf die relativ gute Löslichkeit von Calcium- und Magnesiumsulfat $\text{CaSO}_4/\text{MgSO}_4$ zurückzuführen: $\text{CaSO}_4/\text{MgSO}_4 + n \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$. Die ebenfalls zu den Erdalkalimetallen ([Info](#)) gehörenden Strontium- und Bariumverbindungen sind nur in sehr geringen Mengen vorhanden und können bei der Bestimmung der Wasserhärte (= Gesamthärte) vernachlässigt werden.

Die Wasserhärte (Gesamthärte GH) setzt sich aus der **Karbonathärte KH** und **Nichtkarbonathärte NKH** zusammen: $\text{GH} = \text{KH} + \text{NKH}$. Die Karbonathärte umfasst alle Calcium- und Magnesiumverbindungen mit **Hydrogenkarbonaten HCO_3^-** und **Karbonaten CO_3^{2-}** , welche durch Kochen ausgetrieben werden können und daher auch als temporäre oder vorübergehende Härte bezeichnet wird: Calcium $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow \text{ (Ausfällung)} + \text{CO}_2 \uparrow \text{ (Entweichung)} + \text{H}_2\text{O}$. Übrig bleibt die Nichtkarbonathärte oder permanente bzw. bleibende Härte, worunter die Sulfat-, Chlorid- und Nitratverbindungen von Calcium und Magnesium gezählt werden (z.B. CaSO_4 Gips, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ Magnesiumnitrat, CaCl_2 Calciumchlorid).


Die im Folgenden beschriebene Nachweismethode mit dem "eXact iDip Smart Photometer System" ist eine sehr einfache, elegante fotometrische Methode, die viele andere Ionen nachweisen lässt nach dem Grundschemata:



Die Qualität des Brauwassers abschätzen durch Bestimmung der wichtigsten Wasserparameter. Einer dieser Kardinalwerte ist die Gesamtwasserhärte. Die folgende Messung der Gesamt-Wasserhärte mit dem einfach zu handhabenden exact iDip-Fotometersystem ist typisch für alle weiteren Messungen und wird hier deshalb exemplarisch ausführlich behandelt.

Materialien

Glaswaren/Geräte/ andere Materialien	eXact iDip Photometer System (Info , Info): eXact iDip® 525 Photometer, Reinigungsbürste, Handbuch (hier > Idip Manual, English pdf), exact iDip-App (Apple , Android), Smart Phone oder iPad/Android-Tablet (weitere passende Geräte). Info . Braukit total /Smart Brew Starter or Advanced Kit): Info Info (inkl. Video).
---	--

Verbrauchsmaterial	Wassertests: z.B. für Gesamthärte: Teststreifen Hardness - Total High (as CaCO ₃) [THH - High Range Total Hardness, 90-600 ppm, Art.Nr. 486656 Info Test and Reagents > Hardness, Total High (as CaCO ₃) Art.Nr. 486656]	
Verbrauchsmaterial	bzw. Hardness - Teststreifen Total Low (as CaCO ₃) [THL - Total Hardness Low Range, 1-80 ppm, Art.Nr. 486630 Info , oder Info Test and Reagents > Hardness, Total High (as CaCO ₃) Art.Nr. 486656] Wasser, Linsoft (Kosmetiktüchlein)	
Chemikalien	destilliertes oder entionisiertes Wasser	
Untersuchungsobjekte	Brauwasser	

I. Bestimmung der Gesamthärte mit dem eXact iDip Fotometer

I. Aufbau des Universal-Messgerätes für Wasserproben eXact iDip:

Der Fotometer eXact iDip kann für ganz verschiedene Wasseranalysen eingesetzt werden: eine Übersicht aller möglicher Messparameter siehe [hier](#) > S. 31/32 oder [hier](#). Der Testkoffer mit dem Fotometer und Grundteststreifen für die Brauwasseruntersuchung ist in zwei Variationen erhältlich, als Grundausrüstung (Abb. 2) oder erweitert mit separatem digitalem pH-/Temperaturmessgerät. Das Fotometer ist in Abb. 1 mit den Bedienelementen vorgestellt. Der Grundausrüstung "Smart Brew Starter Kit" ist in Abb. 2 zu sehen.



Abb. 1. Das eXact iDip Minifotometer.

- 1: Probeküvette für 4 mL Wasserprobe.
- 2: Messung: bei 525 nm Wellenlänge, 11 mm Küvettendicke.
- 3: LCD-Display für Testbezeichnung und Resultate.
- 4: READ: startet Messung.
- 5: ZERO/ON: Einschalten
- 6: Fach für Batterien
- 7: Basis mit herausnehmbarer Schutzkappe für Messküvette (→ zum Mischen, als Schutz vor intensivem Licht)
- 8: Display mit verschiedenen Anzeigen



Abb. 2. Start-Grundkoffer eXact iDip für Brauwasseranalysen. Zusätzlich wird ein Smartphone oder Tablett benötigt (oben rechts).

Der Koffer enthält

1. den Minifotometer
2. 5 Teststreifenbehälter mit folgenden Tests: Gesamthärte, Calcium-Härte, Sulfattest, Chlorid-Test und Gesamt-Alkalinität. Die Tests können beliebig erweitert werden: neben den Teststreifen (cf. [Info](#) > Tests and Reagents) benötigt man noch die dazugehörige Software, die im App-Store (vgl. Abb. 3) > Testidip > Wahl der gewünschten nachzuweisenden Substanz im exact-iDip-App gegen Bezahlung herunter geladen werden kann
3. Anleitungsbroschüre (unten rechts)
4. Reinigungsbürste für Küvette.

2. Typisches Vorgehen mit dem exact iDip Fotometer: siehe Video [hier](#) > Instructions > Hardness Total HR > Video



2.1. Fotometer mit Smartphone/Tablett verbinden:

- exact iDip-App auf Smartphone/oder Tablett öffnen (cf. Startbildschirm Abb. 3)
- “Kunden” öffnen > gewünschten Kunden (z.B. erstmals eingerichteter eigener Name) wählen
- Menü-Icon (3 Striche-Symbol) antippen > “Bluetooth Test” antippen
- iDip-Fotometer auf “ZERO/ON” starten > iDip BOOAFDv69.02 “Nicht angeschlossen” antippen
- Hinweise vor der Messung in Abb. 4 beachten

2.2. Vorbereitung THH-Test (Konzentrationsbereich 90-600 ppm):

- Küvette durch Deckelwegnahme öffnen
- mit dest./ention. Wasser füllen und mit Bürste sanft sauber reiben (mehrfach drehen und hochziehen in der Küvette)
- 3 x mit dem Probenwasser spülen und ausleeren
- pH-Wert Probenwasser bestimmen: sollte um pH 7.0 sein
- Küvette mit Probenwasser vollständig füllen

2.3. Messung durchführen:

- auf “Test auswählen” tippen: hier Hardness, Total High THH —> im Fotometer-Display als auch im Smartphone/Tablett-Display erscheint der Test “Hardness, Total High THH ppm (as CaCO₃)” und “THH”
- Küvette mit Deckel schliessen und “ZERO/ON” drücken —> Anzeige wechselt auf “0 ppm” (Nullabgleich)
- THH-Teststreifen aus Behälter entnehmen und Behälter wieder schliessen
- Deckel von Küvette entfernen und “READ” drücken
- sofort mit Teststreifen in wassergefüllte Küvette eintauchen und rühren: 20 sec lang (Zeitanzeige erscheint im Display!), je 2 Rührbewegungen pro sec

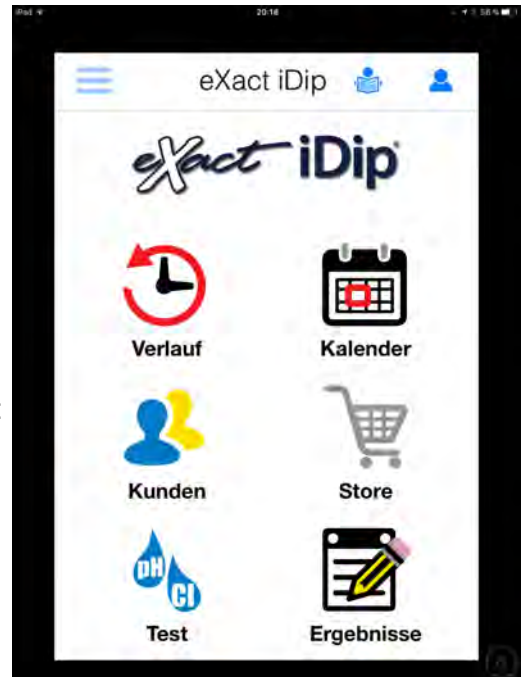


Abb. 3. Startbildschirm exact iDip-App.

- bei t = 1 sec: Teststreifen entnehmen und Küvette wieder mit Deckel schliessen
- --> **Resultat ablesen:** z.B. 70 ppm —> cf. Pkt. 2.5. Datenmanagement

2.4. Messsystem reinigen:

- Küvette entleeren und mit dest./ention. Wasser füllen
- mit Bürste reinigen
- Deckel 3 x mit dest./ention. Wasser spülen und entleeren

TIPS

- Before running test unlock Total Hardness High test by purchasing in the Store.
- Before running test, verify that the pH of the sample is approximately 7. If not, then adjust the pH to 7.
- Total Alkalinity must be in the range of 40-220ppm (as CaCO₃) for the Total Hardness High test to function properly.
- If Total Alkalinity value is greater than 220ppm, purchase eExact Strip Micro THH Conditioner and proceed to step 7a on printed instructions.
- To obtain optimal accuracy when testing in direct sunlight, use the Cell Cover when zeroing and reading the sample.
- It is recommended to use the Cell Cleaning Brush with water to clean the CELL after each test to remove reagents which coat the CELL wall.
- Be careful while dipping the strip. Do not spill the sample from the CELL.

Abb. 4. Hinweise für bestmögliche Genauigkeit der Härtebestimmung.



2.5. Datenmanagement:

- nach Durchführung **aller** Messungen: “Results” tippen → alle Messresultate erscheinen
- Notizen zufügen: auf passendes Messresultat tippen → unter dem entsprechenden Messresultat (z.B. Hardness, Total High THH 215 ppm) in die Notizenbox den Eintrag eintippen (Abb. 5) → Ergebnisse antippen, um zu den Ergebnissen zurück zu kehren
- Resultate und ergänzende Notizen durch “Speichern” sichern
- unter “Verlauf” können die bislang gespeicherten Resultate (cf. Abb. 6) ausgewählt, editiert, oder als E-Mail verschickt werden
- weitere Möglichkeiten wie z.B. geografische Zuordnung der Resultate inkl. Verlauf unter “Karte”

Für genauere Infos cf. ausführlicheres pdf-Handbuch [hier](#).

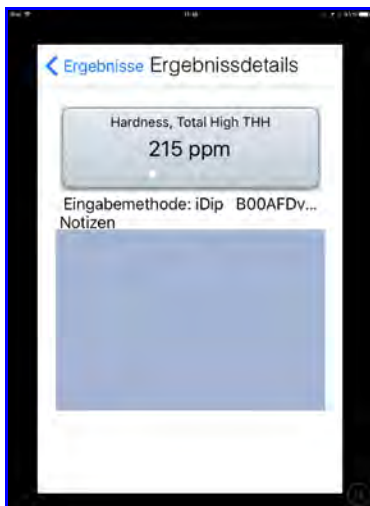


Abb. 5. iDip-Notizeneingabe.
Zu den einzelnen Messresultaten können Notizen festgehalten werden.

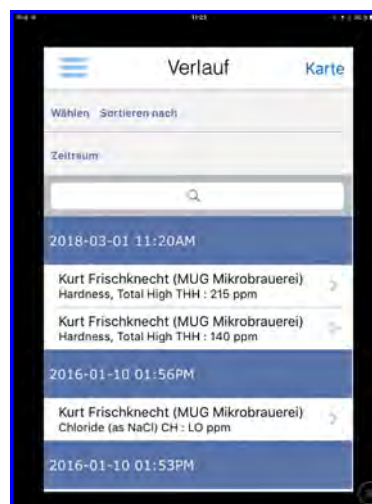


Abb. 6. Verlauf (History).
Unter “Verlauf” sind die bisherigen Messungen gespeichert und bearbeitbar.

Bestimmung der Wasserhärte im Konzentrationsbereich I-90 ppm (THL):

- die Bestimmung der Wasserhärte im tieferen Konzentrationsbereich läuft vollständig analog der THH-Vorschrift ab
- einziger Unterschied: es müssen Teststäbchen THL verwendet werden (Teststreifen Total Low (as CaCO₃) [THL - Total Hardness Low Range, 1-80 ppm, Art.Nr. 486630 [Info](#)], Abb. 5)
- Vorgehen: siehe auch Video [hier](#) > Instructions > Hardness Total LR > Video.



Abb. 6. Box mit Härte-Teststäbchen THL für Messbereich I - 80 ppm



Fotoreportage einer Messabfolge: Abb. 7.1 - 7.14.



Abb. 7.1. iDip-Messsystem.
1. iDip-Fotometer, 2. iPad (Smartphone, Tablets - Android oder Apple), 3. Teststäbchen (z.B. THH für Wasserhärte), 4. Wasser: dest./ention. Wasser für Reinigungszwecke, Brauwasser im Becherglas für die Untersuchung).

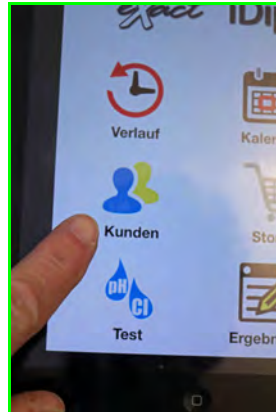


Abb. 7.2. App - Start der Messung.
idip-App öffnen, Kunden anklicken.

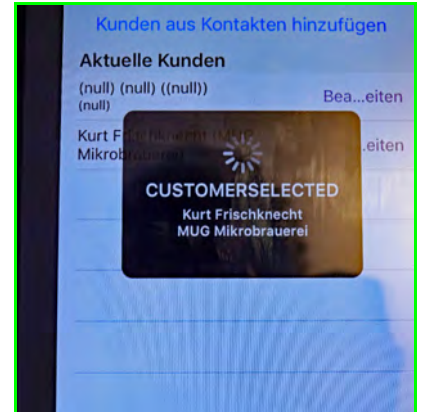


Abb. 7.3. App - Kundenauswahl.
Kunde für die Messung auswählen.



Abb. 7.4. iDip-Fotometer anschalten
ZERO/ON drücken startet das Fotometer.

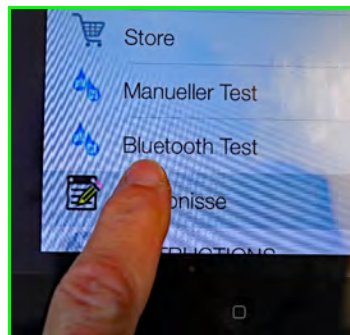


Abb. 7.5. App - Bluetooth Test.
Auf Bluetooth Test tippen.

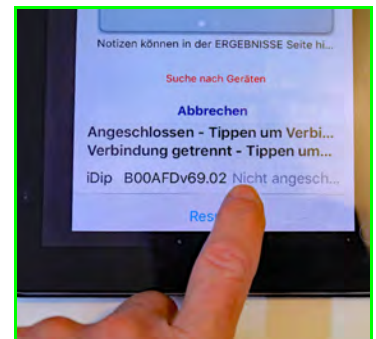


Abb. 7.6. App - Verbindung mit Fotometer.
iDip B00AFDv69.02 Nicht angeschlossen antippen.

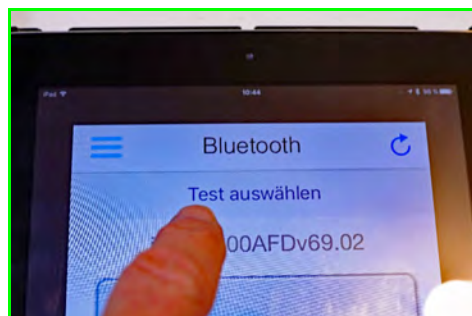


Abb. 7.7. App - Testlistenwahl.
Auf "Test auswählen" tippen.

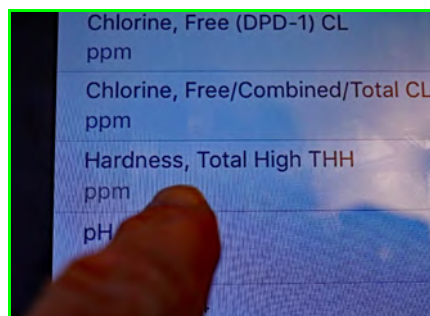


Abb. 7.8. App - Testauswahl konkret.
Auf gewünschten Test tippen (hier: Gesamthärte).

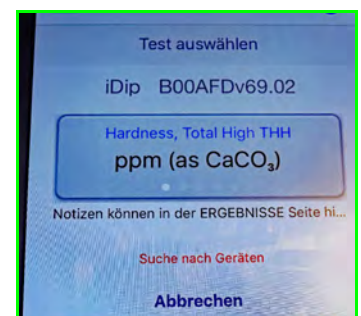


Abb. 7.9. App-Anzeige Härte test.
Fotometer mit Wunschttest messbereit.



Abb. 7.10. Messküvette reinigen.

Die Messküvette wird mit dem zu untersuchenden Brauwasser gereinigt: Wasser eingießen - mit der Bürste von oben nach unten mehrfach reinigen - mit Wasser nachspülen; Spülung 2 x wiederholen. Dann mit Brauwasser Küvette bis oben flach auffüllen.



Abb. 7.11. Messküvette auf Null setzen.

1: Mit Plastikcappe wassergefüllte Küvette lichtdicht zudecken und "ZERO/ON" drücken.

2: iDip-Fotometer muss nun den Nullwert zeigen.



Abb. 7.12. Messung starten.

1. Kappe von Küvette entfernen, 2. entsprechenden Teststreifen (hier: THH) eintauchen, 3. simultan "READ" drücken → Timer ab t = 20 sec läuft.

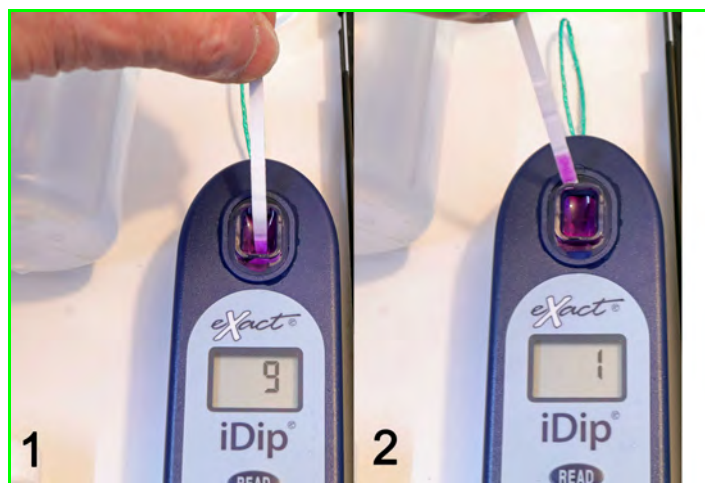


Abb. 7.13. Messung und Ende Messung.

1: Teststäbchen sanft hin und her schwenken, ca. 2 x pro sec.

2: 1 sec vor Ende der Messung Teststäbchen heraus ziehen (nur bei hellem Umgebungslicht: Messküvette wieder mit Deckel abdecken).

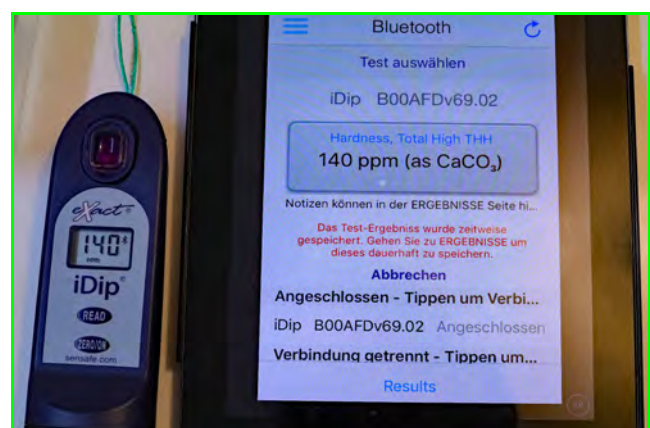


Abb. 7.14. Messung abgeschlossen: Resultat.

Das Resultat der Härtebestimmung wird auf beiden Displays gezeigt.