



Bestimmung der Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Härte essenzielle Ionen für die Maischeprozesse



**BrauLabor
6**
Physik/Chemie
**Ca/Mg -Ionen
essenzielle Ionen**

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

Einführung

Calcium in Form der Ca^{2+} -Kationen sind für die Absenkung des pH-Werts während dem Maischeprozess wesentlich verantwortlich. Ca^{2+} -Ionen erniedrigen daher die Restalkalität (cf. BrauLabor Physik/Chemie 7: Bestimmung der Restalkalität hier). Calcium ist auch der wichtigste Verursacher der Nichtkarbonathärte NKH (syn. permanente Härte, cf. BrauLabor Physik/Chemie 5: Bestimmung der Nichtkarbonathärte hier).

Magnesium in Form der Mg^{2+} -Kationen sind die zweite wichtige Komponente der Nichtkarbonathärte. Auch Mg^{2+} senkt die Restalkalität, wenn auch nur halb so stark wie Ca^{2+} .

Brautechnische Bedeutung.

Calcium in der richtigen Konzentration senkt den pH-Wert in den für die Maischenzyme günstigen pH-Bereich zwischen 5.2 bis 5.8. Calcium ist zusätzlich für einen ausreichenden Eiweissbruch von Bedeutung und verbessert das Absetzen der Hefen. Eine ungünstige hohe Ca-Konzentration verursacht eine harsche Hopfenbittere. Als Richtwert sollte Brauwasser ca. 50 - 100 mg/L Calcium enthalten, maximal aber 150 mg/L.

Magnesium senkt ebenfalls die Restalkalität, aber nur zur Hälfte im Vergleich zu Calcium. Magnesium ist für den Hefestoffwechsel essenziell und fördert die Wirkung von Enzymen, z.B. der eiweissabbauenden Peptidasen. Höhere Mg-Konzentrationen machen sich ungünstig bemerkbar (Zunge zusammenziehend, unangenehme Bittere, trockener Geschmackseindruck), zumal der Eintrag aus dem Malz relativ hoch ist. Der ideale Konzentrationsbereich liegt deshalb tief zwischen 0 bis 30 mg und maximal 50 mg Mg/L.



Kernwissen für Braupraxis: Calcium Ca^{2+} und Magnesium Mg^{2+}

Die Erdalkali-Kationen Ca^{2+} und Mg^{2+} sorgen im Maischeprozess für zusätzliche Säurefreisetzung (→ Erniedrigung der Restalkalität, Erniedrigung Maische-pH-Wert).

Calcium begünstigt Proteinausfällung während Bruchbildung sowie das Absetzen der Hefe. Ca-Gehalt: um 100 mg/L, ab > 150 mg/L → kratzende Hopfenbittere.

Magnesium wird durch Malz in grösseren Mengen eingebracht, insbes. bei höherer Stammwürze. Wichtiger Hefenährstoff. Mg-Gehalt: 0-30 mg/K, ab > 50 mg/L → unangenehme Bittere, trockener Geschmackseindruck.

Der Ca- und Mg-Gehalt wird zur Berechnung der Restalkalität benötigt.

Nachweisverfahren von Calcium:

1. Titrimetrisch mit Titrierpipette:

Calcium-Ionen bilden in alkalischer Umgebung mit dem Indikator Eriochromschwarz T eine rotviolette Komplexverbindung. Aus dieser wird beim Titrieren mit einer Lösung von Titriplex III (= Ethylendinitrotriacessigsäure Dinatriumsalz-Dihydrat [[Info](#)] der Indikator freigesetzt. Am Endpunkt der Titration erfolgt ein Farbumschlag nach Blauviolett. Die Calciumkonzentration ergibt sich aus dem Verbrauch an Titrierlösung.

Merck Millipore MColorstest Calcium 1.11110.0001, [Info](#) > Broschüren > Produktbeilage. Messbereich: 2 - 200 mg/L Ca^{2+} , 1 Tropfen aus der Titrierpipette entspricht 2 mg/L $\text{Ca}^{2+} \equiv 0.28 \text{ }^\circ\text{dH}$.

Macherey-Nagel Visocolor Eco Calcium 931012, [Info](#) > [Beipackzettel](#). Messbereich: 5 - 50 mg/L Ca^{2+} , 1 Tropfen aus Tropfflasche entspricht 5 mg/L $\text{Ca}^{2+} \equiv 0.7 \text{ }^\circ\text{dH}$.

2. **Kolorimetrisch-halbquantitativ mit Teststäbchen** (Merck Millipore Mquant Calcium-Test I.110083.0001, [Info](#) > Produktbeilage) Calcium-Ionen Ca^{2+} bilden in Gegenwart von Wasserstoffperoxid H_2O_2 mit dem selektiven Reagenz Calciumrot (Glyoxalhydroxylanil, [Info](#)) zur Identifizierung von Calcium(II)-Ionen in alkalischer Lösung einen roten Niederschlag (Komplex). Die Calciumkonzentration kann auch halbquantitativ durch visuellen Vergleich der Reaktionszone des Teststäbchens mit den Feldern einer Farbskala ermittelt (Messbereich/Abstufung der Farbskala 10 - 25 - 50 - 100 mg/L Ca^{2+}).



3. Fotometrische Nachweismethode mit "eXact iDip Smart Photometer System"

ist eine sehr einfache, elegante fotometrische Methode, mit der sich viele andere Ionen nachweisen lassen nach dem Grundschemata:

NS nachzuweisende Substanz + **IS** Indikatorsubstanz → **NSIS** Farbsubstanz + **RP** Restprodukt
fotometrischer Nachweis ([Info](#) > Spektralphotometer)

Nachweisverfahren von Magnesium:

Aus den Daten der Gesamthärte und der Calciumhärte kann der Gehalt an Magnesium rechnerisch ermittelt werden. Die Ermittlung der Gesamthärte ist auf der Seite "Physikalisch-chemisches Braulabor" [hier](#) > Kap. 3.3. Die Bestimmung der Wasserhärte GH (Gesamthärte), Versuchsanleitung "Bestimmung der Wasser-Gesamthärte, Messgeräte und Vorgehen" als [pdf hier](#) beschrieben.



Diese Anleitung soll Einblick in verschieden mögliche Testverfahren geben: klassisch-nasschemisch und modern-fotometrisch. Calcium und Magnesium sind zwei Schlüsselionen im Brauwasser. Der Nachweis kann klassisch-chemisch (mit titrimetrischen bzw. komplexometrischen Testbestecken) und fotometrisch erfolgen. Da mit dem einen Verfahren die Summe der beiden brauwassermässig entscheidenden Ionen Ca^{2+} und Mg^{2+} erfasst wird (Wassergesamthärte), mit dem anderen Verfahren nur die Calciumhärte, kann Magnesium rechnerisch bestimmt werden.

Materialien

Glaswaren/Geräte/ andere Materialien	eXact iDip Photometer System (Info , Info): eXact iDip® 525 oder 570 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	<p>Wassertests zur Calciumbestimmung: MERCK Millipore-Tests: Merck Millipore MColorTest Calcium titrimetrisch, Art.Nr. I.11110.0001, Info > Broschüren > Produktbeilage. Messbereich: 2 - 200 mg/L Ca^{2+}, 1 Tropfen aus der Titrierpipette entspricht 2 mg/L $\text{Ca}^{2+} \equiv 0.28$ °dH. Merck Millipore Mquant Calcium-Test mit Teststäbchen, Art.Nr. I.110083.0001, Info > Produktbeilage. Messbereich/Abstufung der Farbskala: 10 - 25 - 50 - 100 mg/L Ca^{2+}. MACHEREY-NAGEL: MN Visocolor ECO Calcium, Art.Nr. 931012, Info > Beipackzettel deutsch (pdf hier). Messbereich: 5 - 50 mg/L Ca^{2+}, 1 Tropfen aus Tropfflasche entspricht 5 mg/L $\text{Ca}^{2+} \equiv 0.7$ °dH.</p> <p>Wassertests zur indirekten Bestimmung der Magnesium-Konzentration: MERCK Millipore-Tests: Merckoquant Gesamthärte-Test, kolorimetrisch mit Teststäbchen, Art.Nr. 110029, Info > Broschüren > Produktbeilage "110029 MQuant Gesamthärte-Test (Einzelne Teststäbchen)". Merck McolorTest Gesamthärte-Test, titrimetrisch, Art.Nr. 1.08047.0001, Info > Broschüren > "108047 McolorTest Gesamthärte-Test" MACHEREY-NAGEL: MN Aquadur Wasserhärte, Teststäbchen, Info > Beipackzettel. MN Diquant Wasserhärte, semiquantitative Teststreifen, Art.Nr. 932009, Info > Beipackzettel. Visocolor ECO Gesamthärte, titrimetrisch, Art.Nr. 931029, Info > Beipackzettel. Messbereich: 1 Tropfen = 1 °dH. MN Visocolor alpha Gesamthärte, titrimetrisch, Art.Nr. 935042, Info > Beipackzettel. Messbereich: 1 Tropfen = 1 °dH.</p> <p>iDip-System zur Calcium- und Gesamthärte-/Magnesiumbestimmung: Calciumhärte: iDip-Teststreifen "eXact Strip Micro Calcium Hardness, Art.Nr. 486629 Info, Info > Instructions > Calcium, Fresh CA > Print, Video Magnesiumbestimmung:rechnerisch Gesamthärte - Calciumhärte Gesamthärte: iDip-Teststreifen "eXact Strip Micro Hardness - Total High (as CaCO_3) [THH - High Range Total Hardness, 90-600 ppm, Art.Nr. 486656 Info, Info > Instructions > Hardness, Total High Fresh THH > Print, Video]. Wasser, Linsoft (Kosmetiktüchlein)</p>
Chemikalien	wässrige Lösungen für Temperaturmessungen, z.B. Hefe-Anzuchtnährlösung, Hefestarter-Nährlösung, Maische, Anstellwürze, Bier Eiswürfel für Eiswasser, destilliertes oder entionisiertes Wasser
Biologische Objekte	Brauwasser (Leitungswasser), aufbereitetes Brauwasser

1. Bestimmung der CALCIUMHÄRTE mit dem eXact iDip Fotometer



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

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

2. Typisches Vorgehen mit dem exact iDip Fotometer:

- siehe allg. Video [hier](#)

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



Abb. 1. Start-Grundkoffer eXact iDip für Brauwasseranalysen ([Info](#)). Zusätzlich wird ein Smartphone oder Tablett benötigt (oben rechts).

Der Koffer enthält

1. den Minifotometer

2. 5 Teststreifenbehälter mit folgenden Tests: Gesamthärte THH, Calcium-Härte CA, Sulfattest SO₄, Chlorid-Test und Gesamt-Alkalinität AL. 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.

Abb. 1. Das eXact iDip Minifotometer.

1: Probeküvette für 4 mL Wasserprobe.

2: Messung: bei 525 bzw. 570 nm Wellenlänge, 11 mm Küvettenlänge, 11 mm Küvettenstärke.

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

- Menü-Icon (3 Striche-Symbol) antippen > "Bluetooth Test" antippen
- iDip-Fotometer auf "ZERO/ON" starten > iDip B00AFDv69.02 "Nicht angeschlossen" antippen
- das iDip-Fotometer sollte automatisch mit der app verbunden werden

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

- Küvette durch Deckelwegnahme öffnen
- mit dest./ention. Wasser füllen und mit Bürste sanft sauber reiben (Bürste mehrfach in der Küvette drehen und hochziehen)
- 3 x mit dem Probenwasser spülen und ausleeren
- Küvette für CA-Test mit Probenwasser vollständig füllen

2.3. Messung durchführen: Abb. 4, Abb. 5

- auf "Test auswählen" tippen: hier "Calcium, Fresh CA" → im Fotometer-Display als auch im Smartphone/Tablett-Display erscheint der Test "Calcium CA ppm (as CaCO₃)"
- **Küvette mit Deckel schliessen** und "ZERO/ON" drücken → Anzeige wechselt auf "0 ppm" (Nullabgleich)
- CA-Teststreifen aus Behälter entnehmen und Behälter wieder schliessen
- Deckel von Küvette entfernen und "READ" drücken
- sofort mit Teststreifen in wassergefüllte Küvette eintauchen und rühren: Abb. 5
- 20 sec lang (Zeitanzeige erscheint im Display!), je 2 Rührbewegungen pro sec
- bei t = 1 sec: Teststreifen entnehmen und Küvette wieder mit Deckel schliessen
- --> **Resultat ablesen**: z.B. 70 ppm → cf. Pkt. 2.5. Datenmanagement

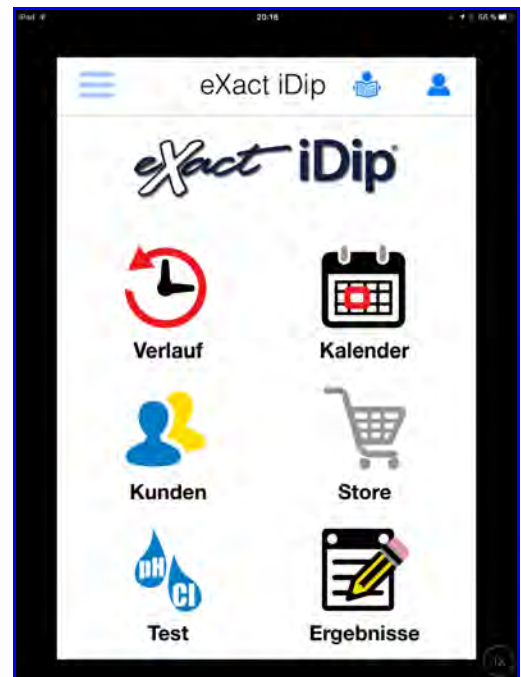


Abb. 3. Startbildschirm exact iDip-App.

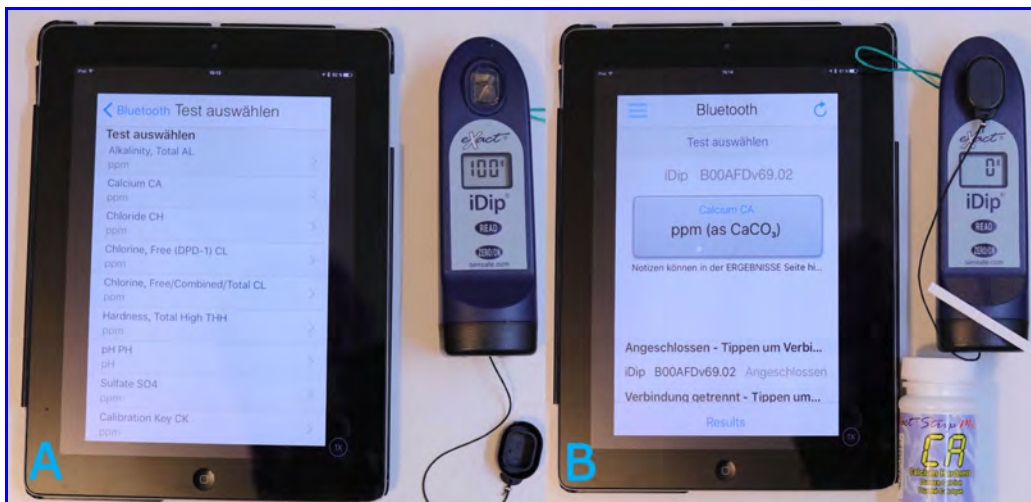


Abb. 4. Calciumhärte-Test mit iDip: Testwahl.
A: Testauswahl "Calcium CA ppm"
B: Test erscheint auf Anzeigegerät (hier iPad). Aus der Teststreifen-Box wurde bereits das CA-Teststäbchen bereit gelegt.

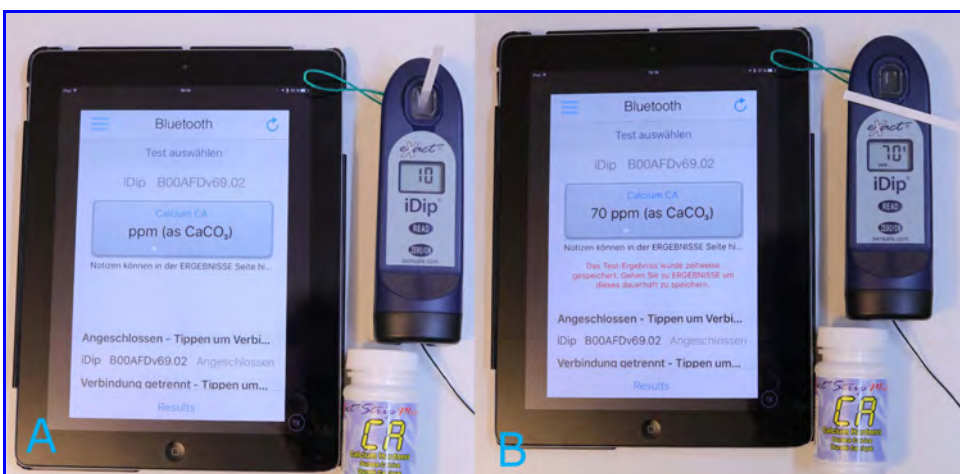


Abb. 5. Calciumhärte-Test mit iDip: Messung.
A: Teststäbchen wurde bereits 10 sec (=Anzeige) in der Probenküvette hin- und her geschwenkt.
B: Resultat erscheint im iDip- und iPad-Display: 70 ppm.



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

2.5. Datenmanagement:

- nach Durchführung **aller** Messungen: unten auf “Results” bzw. ≡ “Ergebnisse” tippen → alle Messresultate erscheinen
- Notizen zufügen: auf passendes Messresultat tippen → unter dem entsprechenden Messresultat in die Notizenbox den Eintrag eintippen → 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](#).

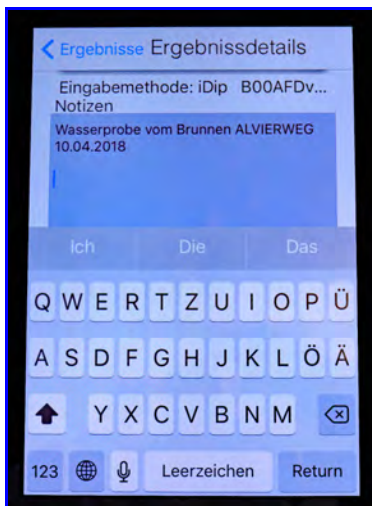


Abb. 6. iDip-Notizeneingabe.

Zu den einzelnen Messresultaten können Notizen festgehalten werden.

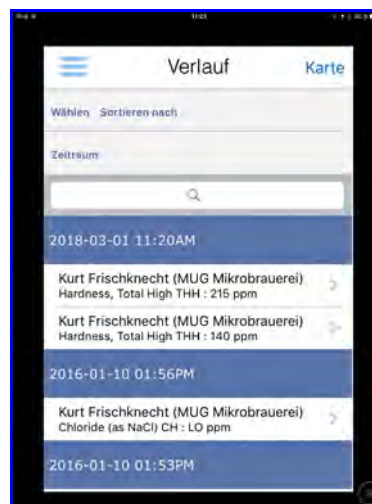


Abb. 7. Verlauf (History).

Unter “Verlauf” sind die bisherigen Messungen gespeichert und bearbeitbar.

2. Bestimmung der MAGNESIUMHÄRTE indirekt mit dem eXact iDip Fotometer oder den Wasseranalyse-Testbestecken

Magnesium wird nicht direkt bestimmt als Mg^{2+} -Ion, sondern rechnerisch nach erfolgter Bestimmung der **Gesamthärte** und der **Calciumhärte**.

- **Bestimmung der Gesamthärte:** cf. Seite “Physikalisch-chemisches Braulabor” ([hier](#)) > 3.3. Die Bestimmung der Wasserhärte GH (Gesamthärte) > PDF-Dokument "Bestimmung der Wasser-Gesamthärte. Messgeräte und Vorgehen"
- **Bestimmung der Calciumhärte:** cf. Seite “Physikalisch-chemisches Braulabor” ([hier](#)) > 3.6. Die Bestimmung der Calcium- und Magnesiumionen > PDF-Dokument "Bestimmung der Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Härte" bzw. dieses PDF-Dokument S. 1-5

Berechnung:

Konzentration von Magnesiumionen cMg [ppm bzw. mg/L] = Gesamthärte [ppm bzw. mg/L] – Calciumhärte [ppm bzw. mg/L]

Konzentration von Magnesiumionen cMg [°dH] = Gesamthärte [°dH] – Calciumhärte [°dH] * 1 °dH = 7.15 mg/L Ca

Konzentration von Magnesiumionen cMg [°fH] = Gesamthärte [°fH] – Calciumhärte [°fH] * 1 °fH = 4.00 mg/L Ca

Beispiel Münchner Trinkwasser (Analysenwerte Januar 2018, [Info](#)):

Gesamthärte 16.2 °dH, Calciumkonzentration 81.5 mg/L → Calciumhärte [°dH] = $81.5/7.15 = 11.4$ [°dH]

cMg [°dH] = $16.2 - 11.4 = 5.1$ [°dH] = $4.8 \times *4.33$ mg/L Mg =

20.8 mg/L bzw. 20.8 ppm *1 °dH = 4.33 mg/L Mg

Vergleich mit publiziertem Wert: 21.1 mg/L Mg → $\Delta = 0.3$ mg/L:

wahrscheinlich Analysentoleranz; diese Abweichung ist praktisch vernachlässigbar.



Beispiel Zürcher Trinkwasser ([Info](#) > [Trinkwasserqualität deutsch.pdf](#))

Gesamthärte 15.4 °fH, Calciumkonzentration 50.3 mg/L →

Calciumhärte [°fH] = $50.3/4.00 = 12.6$ [°fH]

cMg [°dH] = $15.4 - 12.6 = 2.8$ [°fH] = $2.8 \times *2.43$ mg/L Mg =

6.8 mg/L bzw. 6.8 ppm *1 °fH = 2.43 mg/L Mg

Vergleich mit publiziertem Wert: 7.0 mg/L Mg → $\Delta = 0.2$ mg/L:

Analysentoleranz; diese Abweichung ist praktisch vernachlässigbar.

*: siehe Wasserhärter-Umrechner

Wasserhärte-Umrechner

<input type="text"/>	°dH (deutscher Härtegrad, 10 mg CaO/l)
<input type="text"/>	°fH (franz. Härtegrad, 10 mg CaCO ₃ /l)
<input type="text"/>	°e (engl. Härtegrad, grain CaCO ₃ /gal(UK))
<input type="text"/>	ppm (mg CaCO ₃ /l)
<input type="text"/>	mmol/l (millimol pro Liter)
<input type="text"/>	mval/l (millival pro Liter)
<input type="text"/>	gr/gal(US) (grain CaCO ₃ /gal(US))
<input type="text"/>	mg CaO/l
<input type="text"/>	mg CaCO ₃ /l
<input type="text"/>	mg Ca ²⁺ /l
<input type="text"/>	mg Mg ²⁺ /l

Die Ergebnisse sind auf signifikante Stellen gerundet.

Abb. 8. Der Wasserhärten-Umrechner - ein sehr nützliches Werkzeug (auf Abb. klicken)

3. Bestimmung der Calciumhärte mit einem Calcium-Testset, Bsp. Visocolor ECO Calcium

Das Macherey-Nagel visocolor ECO Calcium-Testbesteck enthält eine komplexometrische Titration in stark alkalischer Lösung. Es enthält alle notwendigen Chemikalien und Gefäße.

Vorgehen:

1. Brauwasserprobe abfüllen:

Mit der 5-mL-Kunststoffspritze wird das zu untersuchende Brauwasser aufgesogen und exakt 5.0 mL in das Probengefäß mit der Ringmarkierung eingefüllt.

2. NaOH-Zugabe:

Aus dem Ca-1-Behälter werden vorsichtig 2 Tropfen der starken NaOH-Lösung zugegeben und das Probengefäß mehrfach für eine gute Durchmischung umgeschwenkt.

Hinweis: die Wasserprobe kann sich leicht trüben.

3. Titration mit Ca-2:

- Tropfflasche Ca-2 exakt senkrecht über dem Probengefäß halten und langsam tropfenweise das Reagenz Ca-2 zuführen: Probe dabei ständig umschwenken, um optimale Durchmischung zu erreichen.

- Anzahl zugeführter Tropfen zählen, bis sich die Probe von **ROT** nach **BLAU** verfärbt.

4. Auswertung/Interpretation der Messwerte: cf. Abb. 9

1 Tropfen der Ca-2-Lösung (= Titriplex III) entspricht 5 mg/L Calcium.

Calcium-Konzentration cCa [mg/L Ca] = cCa [ppm Ca] = Anzahl Tropfen x 5.0 mg/L Ca

Calciumhärte [°dH] = cCa [mg/L Ca] x 0.14

Calciumhärte [°fH] = cCa [mg/L Ca] x 0.25

Tropfen	mg/L Ca	mg/L CaCO ₃	°d	°f	mmol/L Ca
1	5	13	0.7	1.3	0.13
2	10	25	1.4	2.5	0.25
3	15	38	2.1	3.8	0.38
4	20	50	2.8	5.0	0.50
5	25	62	3.5	6.2	0.62
6	30	75	4.2	7.5	0.75
7	35	87	4.9	8.7	0.87
8	40	100	5.6	10.0	1.00
9	45	112	6.3	11.2	1.12
10	50	125	7.0	12.5	1.25



Abb. 9. Umrechnungstabelle:

Anzahl Tropfen Ca-2 in verschiedene Härtegrade.

Beispiel: 5 Tr. Ca-2 in [mg/L Ca] → 5 Tr. = 25 mg/L = 3.5 °dH = 6.2 °fH [Quelle: [Beipackzettel](#)]

5. Reinigung, Lagerung:

- nach Ca-Bestimmung jeweils sowie am Schluss die Tropfflaschen sofort gut verschliessen - Tropfer nicht berühren, evtl. Mit Kosmetiktüchlein reinigen
- Probengefäss gründlich mit dest./ention.Wasser reinigen
- Analysenproben mit den Chemikalien Ca-1 und Ca-2 dürfen unter Verdünnung mit Leitungswasser im WC-/Küchenausguss über die Kanalisation entsorgt werden.

Bierstil	Calciumhärte [°dH]		Magnesiumhärte [°dH]		Restalkalität [°dH]
	Calciumkonz. [mg/L] [ppm]		Magnesiumkonz. [mg/L] [ppm]		
Richtwerte	7-14	50-100	0-7	0-30	cf. Tab. 2.2
Maximalwert	21	150	11.5	50	cf. Tab. 2.2
England: Burton-on-Trent [IPA, Ale]	41.3	295	12.7	55	10
England: London [British Bitter]	7.3	52	12.7	55	7.2
Irland: Dublin [Stout, Porter]	18.9	135	11.5	50	18.2
Deutschland: München [dunkles Bier]	10.5	75	7.4	32	10.6
Deutschland: Köln [Kölsch]	15.4	110	3.4	15	7.6
Deutschland: Dortmund [Export]	35.7	255	6.9	30	5.6
Deutschland: Berlin [Müggelland]	15.8	113	3.0	13	4.5
Österreich: Wien [Lager, Märzen]	22.8	163	15.8	68	22.1
Tschechien: Pilsen [Pilsner]	1.4	10	0.9	4	0.9
Schweiz: Fontnas [diverse Biersorten]	5.6	40	1.6	7	4.6

Abb. 10. Eine Hilfe zur Einordnung bzw. Interpretation der Calcium- und Magnesiumhärte, insbesondere bei der Aufbereitung für eine speziellen Bierstil. [Info](#) (Target water profiles).Gute Links: [Link 1](#), [Link 2](#).