

Laborjournal NAP

Damian Köppel, Gian Claudio Köppel, Gruppe 1402

19. April 2012

1 Härtebestimmung

1.1 Probewasserentnahme

Als erstes spülen wir die Wasserleitungen, damit wir frisches Wasser entnehmen konnten, da bei abgestandenem Wasser andere Werte gemessen werden könnten. Dazu öffnen wir die beiden Handventile und lassen mithilfe der Wasseruhr ca 20 Liter in den Abguss fließen.

Tabelle 1: Stand der Wasseruhr

Zähler	links [m^3]	rechts [m^3]
Vor spülen	61.4277	86.2430
Nach spülen	61.4510	86.2655

Danach spülen wir die Probenahmeflässe mit dem jeweiligen Probewasser. Dabei haben wir auch den Hahn zur Probewasserentnahme gespült. Wir entnehmen je ca. 2 Liter der drei Probenflüssigkeiten. Diese sind Britawasser, Kalkexwasser und Leitungswasser.

1.2 Kochen des Probewassers

Je 200ml von jedem Probewasser geben wir zusammen mit 2 Siedesteinchen in Erlenmeyerkolben mit Schliff. Diese stellen wir auf den Kocher und lassen sie während einer Stunde kochen.

Tabelle 2: Kochzeiten

Flüssigkeit	Startzeit	Endzeit
Kalkexwasser	13:43	14:43
Leitungswasser	13:45	14:45
Brittawasser	13:45	14:45

Nach dem Kochen stellen wir bei Leitungswasser und Kalkexwasser weisse Ausfällungen fest, die sich im Erlenmeyerkolben absetzten. Quantitativ sind die Ausfällungen sowohl beim Leitungswasser als auch beim Kalkexwasser gleich gross. Beim Brittawasser können wir keine Ausfällungen feststellen. Nach dem Kochen lassen wir die Flüssigkeiten etwas abkühlen, verschliessen sie mit einem Stopfen und kühlen sie im Wasserbad vollständig ab. Danach filtern wir die Flüssigkeiten.

1.3 Hydrogenkarbonatbestimmung durch Neutralisation mit Salzsäure

Mit einer Vollpipette entnehmen wir von jeder der drei Probenflüssigkeiten und den drei gekochten Probenflüssigkeiten 100ml und geben diese in Erlenmeyerkolben. Zwischen allen Entnahmen spülten wir die Vollpipette mit deionisiertem Wasser, um eine Verfälschung der Messergebnisse zu verhindern. Zu jeder Probe fügen wir 2 Tropfen Eriochromschwarz als Mischindikator und einen Rührmagneten. Danach titrieren wir Salzsäure bis zum Farbumschlag von blaugrün nach hellrosa. Die Salzsäure hat eine Konzentration von 0.1mol/l. Bis zum Farbumschlag verwenden wir folgende Mengen:

Tabelle 3: HCl-Lösung

Flüssigkeit	Menge [ml]
Kalkexwasser	6.738
Kalkexwasser, gekocht	0.932
Leitungswasser	6.674
Leitungswasser, gekocht	1.012
Brittawasser	2.346
Brittawasser, gekocht	1.25

1.4 Komplexometrische Härtebestimmung

Von jeder der Probenflüssigkeiten entnehmen wir mit einer Vollpipette 50ml und geben diese in ein Glas des Titrierautomaten. Jede der Proben versetzen wir mit 10ml Pufferlösung und 1ml Eriochromschwarz-Lösung. Das Glas befestigen wir am Titrierautomaten und starten der Messung. Der Automat gibt der Flüssigkeit EDTA-Lösung hinzu. Die Konzentration der EDTA-Lösung ist $c(Na_2 - EDTA \cdot 2H_2O) = 0.1mol/l$. Wir stellen folgenden Verbrauch fest:

Tabelle 4: EDTA-Verbrauch

Flüssigkeit	Menge [ml]
Kalkexwasser	1.775
Kalkexwasser, gekocht	0.324
Leitungswasser	1.774
Leitungswasser, gekocht	0.326
Brittawasser	0.705
Brittawasser, gekocht	0.387

1.5 Gesamthärtebestimmung mittels Schnelltest

Wir tauchen den Schnelltest gemäss Anleitung auf der Verpackung in die Testflüssigkeit ein, schütteln sie, warten eine Minute und lesen die Werte ab. Dabei stellen wir folgende Werte fest:

Tabelle 5: Schnelltest

Flüssigkeit	Resultat [°fH]
Kalkexwasser	$x > 45$
Kalkexwasser, gekocht	$9 < x < 18$
Leitungswasser	$x > 45$
Leitungswasser, gekocht	$9 < x < 18$
Brittawasser	$9 < x < 18$
Brittawasser, gekocht	$9 < x < 18$

1.6 Beurteilung des Filtrerrückstandes

Nach dem abkochen der Probenflüssigkeiten haben wir diese gefiltert. Bei Kalkexwasser und Leitungswasser blieb Kalk im Filter zurück. Dieses lösen wir in wenig deionisiertem Wasser und betrachten es unter dem Mikroskop. Dabei können wir keine Unterschiede zwischen den beiden Rückständen feststellen.

1.7 Interpretation

Die Nichtkarbonathärte lässt sich auf zwei verschiedene Möglichkeiten bestimmen. Durch den Kochvorgang wird die Karbonathärte ausgefällt. Die gekochten Proben haben eine tiefe Karbonathärte, die Nichtkarbonathärte verändert sich aber während dem Kochvorgang nicht. Die andere, hier verwendete Methode ist die Berechnung mit der Formel:

Nichtkarbonathärte = Gesamthärte - Karbonathärte verwenden.

Bei unseren Messungen sind Abweichungen davon aufgetreten. Diese führen wir auf Messungenauigkeiten zurück.

Die getätigten Messungen zeigen ganz klar dass die Wasserenthärtung mit Britafilter funktioniert. Wir konnten keine Ausfällungen beim Abkochen des Britawassers messen, zudem ist die Härte wesentlich tiefer als bei Leitungswasser. Bei Kalkexwasser hingegen stellten wir genau die gleichen Messwerte fest und beobachteten genau das gleiche wie beim Leitungswasser. Daraus schliessen wir dass die Wasserenthärtung mit dem Kalkex-Prinzip nicht funktioniert und daher keine Investition wert ist.

1.8 Berechnungsrundlagen für Härtebestimmung

Die folgende Formel haben wir verwendet um die Resultate der Titration in Wasserhärte umzurechnen.

	c = Konzentration	HCO_3^- = Hydrogenkarbonat
V = Volumen	n = Stoffmenge	HCl = Salzsäure

Abbildung 1: Bestimmung der Hydrogenkarbonatkonzentration

$$c(HCO_3^-) = \frac{n(HCO_3^-)}{V(Probloesung)} = \frac{V(HCl) \cdot c(HCl)}{V(Probloesung)}$$

Abbildung 2: Bestimmung der Karbonathärte

$$c(KH) = \frac{1}{2}c(HCO_3^-)$$

Abbildung 3: Bestimmung der Gesamthärte

$$c(GH) = \frac{n(GH)}{V(Probloesung)} = \frac{V(EDTA) \cdot c(EDTA)}{V(Probloesung)}$$

Abbildung 4: Bestimmung der Nichtkarbonathärte

$$c(NKH) = c(GH) - c(KH)$$

1.9 Resultate der Härtebestimmung

Tabelle 6: Resultate der Härtebestimmung in $\frac{mmol}{l}$

$\frac{mmol}{l}$	Hydrogenkarbonat	Karbonathärte	Gesamthärte	Nichtkarbonathärte
Kalkexwasser	6.738	3.369	3.55	0.181
Kalkexwasser gekocht	0.9320	0.466	0.648	0.182
Leitungswasser	6.674	3.337	3.548	0.211
Leitungswasser gekocht	1.012	0.506	0.652	0.146
Brittawasser	2.346	1.173	1.41	0.237
Brittawasser gekocht	1.25	0.625	0.774	0.149

Tabelle 7: Resultate der Härtebestimmung in fH

fH	Karbonathärte	Gesamthärte	Nichtkarbonathärte
Kalkexwasser	33.69	35.5	1.81
Kalkexwasser gekocht	4.66	6.48	1.82
Leitungswasser	33.37	35.48	2.11
Leitungswasser gekocht	5.06	6.52	1.46
Brittawasser	11.73	14.1	2.37
Brittawasser gekocht	6.25	7.74	1.49

Abbildung 5: Matlab Code zur Berechnung der Wasserhärte

```
1      close all;
2      clear all;
3
4      VolProbeHCL = 0.10; %l
5      VolProbeKomplex = 0.05; %l
6
7      %Kalkex: Kalkex gekocht; Leitung; Letiung gekocht;
8      %   Britta; Britta gekocht
9      HCLVerbrauch = [6.738 0.932 6.674 1.012 2.346 1.25];
10     EDTAVerbrauch = [ 1.775 0.324 1.774 0.326 0.705 0.387];
11
12     StoffHCL = 0.1; %mol/l
13     StoffEDTA = 0.1; %mol/l
14
15     %Hydogenkarbonat konzentration
16     for i=1:6
17         cHCO(i)=(StoffHCL*HCLVerbrauch(i))/VolProbeHCL;
18     end
19
20     %Karbonathaerte
21     for i=1:6
22         cKH(i)= 0.5*(cHCO(i));
23     end
24
25     %Gesamthaerte
26     for i=1:6
27         cGH(i)=(EDTAVerbrauch(i)*StoffEDTA)/VolProbeKomplex;
28     end
29
30     %Nichtkarbonathaerte
31     for i=1:6
32         cNKH(i)=cGH(i)-cKH(i);
33     end
34
35     disp('Kalkex, Kalkex gekocht; Leitung;
36         Leitung gekocht; Britta; Britta gekocht')
37     cHCO
38     cKH
39     cGH
40     cNKH
```