## V4 – Quantitative Härtebestimmung mit Aquamerck-Kästen

Unterscheidung: Bei diesem Versuch werden quantitativ die Gesamtwasserhärte sowie die Calciumhärte des Wassers bestimmt. Aus der Differenz ergibt sich die Magnesiumhärte. Zur Ermittlung dieser Werte werden Aquamerck-Kästen verwendet. Die SuS sollten bereits wissen, welche Ionen Wasserhärte hervorrufen, dass diese gemessen werden kann und die Gesamthärte sich aus der Summe der Magnesiumionen und Calciumionen ergibt.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Gefahrenstoffe** | | | | | | | | |
| Gesamthärte-Test Reagenz 1 | | | H: 302-334/317 | | | P: 260-262-280+281-101-308+ 313-310-307+311  - 301+310-309+311-342+311 | | |
| Gesamthärte-Test Reagenz 2 | | | H: - | | | P: - | | |
| Calcium-Test Reagenz 1 | | | H: 314 | | | P: 313-305+351+338-280+281  -45-313-310-307+311  - 301+310-309+311 | | |
| Calcium-Test Reagenz 2 | | | H: - | | | P: - | | |
| Calcium-Test Reagenz 3 | | | H: - | | | P: - | | |
| Wasserproben | | | H: - | | | P: - | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Materialien: Aquamerck-Kästen:

Gesamthärte-Test – Enthält: Probenbecher, 5 mL Spritze

Calcium-Test: Enthält: Testglas, 5 mL Spritze, Spritze/Pipette mit Ableseskala der Calciumkonzentration, kl. Spatel

Chemikalien: Gesamthärte-Test: Reagenz H-1, Reagenz H-2, Calcium-Test: Reagenz 1, Reagenz 2, Reagenz 3, Wasserproben

Durchführung: Gesamthärtetest:

Testglas und Spritze werden mehrmals mit der vorbereiteten Probe gespült. 5 mL der Testsubstanz werden mit der Spritze in das Testglas gegeben. Reagenz H-1 (1 Tablette) wird hinzugegeben und das Testglas so lange geschwenkt, bis sich die Tablette aufgelöst hat. Wenn sich die Probe rot färbt, sind Härtebildner vorhanden. Reagenz H-2 wird tropfenweise zugegeben, bis die Probe eine grüne Farbe annimmt. Nach jedem Tropfen wird das Testglas geschwenkt.

Calcium-Test:

Testglas und Spritze werden mehrmals mit dem zu prüfenden Wasser gespült. Mit der Spritze werden 5 mL der Probe in das Testglas gegeben. 10 Tropfen der Reagenz 1 werden zur Probe hinzugegeben, anschließend 2 Spatelspitzen der Reagenz 2. Bei Anwesenheit von Calciumionen färbt sich die Lösung rotviolett. Die Titrierpipette wird lose auf Reagenz 3 aufgesetzt und mit der Reagenz 3 gefüllt. Reagenz 3 wird mit der Titrierpipette tropfenweise der Probe hinzugegeben, bis ein Umschlag ins blauviolette erfolgt. Nach jedem Tropfen wird das Testglas geschwenkt. Die Konzentration von Calciumionen kann auf der Titrierpipette abgelesen werden.

Beobachtung: Gesamthärte-Test:

Das destillierte Wasser färbt sich nach Zugabe von Reagenz H-1 grauschwarz und wird nach Zugabe von Reagenz H-2 grün. Die anderen Proben färben sich nach Zugabe von Reagenz H-1 grau und werden nach Zugabe von Reagenz H-2 zunächst grauschwarz und dann grün.

|  |  |
| --- | --- |
| **Probe** | **Tropfen bis Umschlag** |
| Destilliertes Wasser | 1 |
| Leitungswasser | 6 |
| Vilsa naturelle | 8 |
| Evian | 17 |
| Wasser aus der Leine | 23 |

Calcium-Test:

Das destillierte Wasser ist nach Zugabe von Reagenz 1 und Reagenz 2 schon blauviolett; die anderen Proben werden erst durch zusätzliche Zugabe von Reagenz 3 blauviolett.

|  |  |
| --- | --- |
| **Probe** | **Auf der Titrierpipette abgelesene Konzentration an Calciumionen [mg/l]** |
| Destilliertes Wasser | 0 |
| Leitungswasser | 36 |
| Vilsa naturelle | 52 |
| Evian | 70 |
| Wasser aus der Leine | 118 |



Abb. 7 - Testkit für den Gesamthärte-Test



Abb. 8 – Testkit für den Calcium-Test

Deutung: Gesamthärte: Folgende Konzentrationen liegen in den Proben vor:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Probe** | **Tropfen bis Umschlag** | **Härtegrad** | **Konzentration Calciumionen und Magnesiumionen [mg/L]** | **Konzentration Calciumionen und Magnesiumionen [mmol/L]** |
| Destilliertes Wasser | 1 | 1 °d | 7,1 | 0,178 |
| Leitungswasser | 6 | 6 °d | 42,6 | 1,068 |
| Vilsa naturelle | 8 | 8 °d | 56,8 | 1,424 |
| Evian | 17 | 17 °d | 120,7 | 3,026 |
| Wasser aus der Leine | 23 | 23 °d | 163,3 | 4,094 |

Beispielrechnung:

Angabe im Begleitheft zum Merckkasten: 1 Tropfen ≙ 1 °dh ≙ 7,1 mg/L ≙ 0,178mmol/L

Leitungswasser: 6 Tropfen 🡪 6 °dh.

1°dh ≙ 7,1mg/L 🡪 6 °dh ≙ 6 x 7,1 mg/L = 42,6 mg/L

1 °dh ≙ 0,178 mmol/L 🡪 6 °dh ≙ 6 x 0,178 mmol/L = 1,068 mmol/L

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Probe** | **Konzentration an Calciumionen [mg/L]** | **Konzentration an Calciumionen [mmol/L]** |
| Destilliertes Wasser | 0 | 0 |
| Leitungswasser | 36 | 0,9 |
| Vilsa naturelle | 52 | 1,3 |
| Evian | 70 | 1,75 |
| Wasser aus der Leine | 118 | 2,95 |

Beispielrechnung:

Angabe im Begleitheft zum Merckkasten: 2 mg/L Calcium ≙ 0,05 mmol/L

Leitungswasser: 36 mg/L Calcium ≙ (36 x 0,025) mmol/L = 0,9 mmol/L

Die Konzentration der Magnesiumionen ergibt sich aus der Differenz zwischen Gesamthärte und Calciumionenkonzentration

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Probe** | **Konzentration an Magnesiumionen [mg/L]** | **Konzentration an Magnesiumionen [mmol/L]** |
| Destilliertes Wasser | 7,1 | 0,178 |
| Leitungswasser | 6,6 | 0,168 |
| Vilsa naturelle | 4,8 | 0,124 |
| Evian | 50,7 | 1,276 |
| Wasser aus der Leine | 45,3 | 1,144 |

Beispielrechnung Leitungswasser:

Konzentration von Magnesiumionen [mg/L]= Gesamthärte [mg/L] – Calciumhärte [mg/L]

= 7,1 mg/L - 0  mg/L = 7,1 mg/L

Konzentration von Magnesiumionen [mmol/L]

= Gesamthärte [mmol/L] – Calciumhärte [mmol/L]

= 0,178 [mmol/L] – 0 [mmol/L] = 0,178 [mmol/L]

Entsorgung: Abwasser

Literatur: E. Merck, Aquamerck Gesamthärte-Test, Darmstadt.

E.Merck, Aquamerck Calcium-Test, Darmstadt.

**Unterrichtsanschlüsse:** Die Aquamerck-Kästen sind die einfachste Methode, Wasserhärte quantitativ zu bestimmen. Sie bieten außerdem einen Einblick in die Vorgehensweise beim Testen von Wasser, wie es z.B. durch das Gesundheitsamt erfolgt.