

Einfache Versuche mit Ionenaustauschern aus Haushaltswasserfiltern

MARTIN SCHWAB

Die Versuche demonstrieren die Arbeitsweise und Leistungsfähigkeit eines Haushaltswasserfilters auf der Basis von Ionenaustauschern. Verwendet wird der Inhalt von verbrauchten Kartuschen, die normalerweise in den Müll gegeben werden. Die Regeneration kann im Unterricht problemlos erfolgen, der Ionenaustauscher ist also immer wieder verwendbar.

Mit dieser Versuchsreihe werden gleichermaßen Themen aus dem Alltag, der Umwelt, der Medizin und der Chemie angesprochen, eine Möglichkeit, ein Thema fächerübergreifend zu bearbeiten. Die Ionenaustauscher können unter Wasser in mit Stopfen verschlossenen Ionenaustauschersäulen aufbewahrt werden, und sind so immer einsatzbereit. Die Regeneration erfolgt mit Natriumchloridlösung und ist für die Schülerübung gut geeignet.

Geräte/Chemikalien

Ionenaustauschersäulen, Tüpfelplatte (für Nitratnachweis), Reagenzgläser, Inhalt der Wasserfilterkartuschen z.B. von Britta bzw. Aqua select Wasserfiltern (nur mit Kationenaustauscher) eventuell Brompton Crystal bzw. Selector Junior Nitratwasserfilter (Anionen- und Kationenaustauscher), Leitfähigkeitsmeßgerät, kalkhaltiges Leitungswasser, dest. Wasser, gesättigte Ammoniumoxalatlösung, verd. Natriumnitratlösung, Lunge-Reagenz (Nachweisreagenz für Nitrit und Nitrat [nach Reduktion] mit Sulfanilsäure und α -Naphthylamin, die als getrennte Lösungen in Essigsäure bereitet werden), Teebeutel, Wasserfilter mit frischer Kartusche

Durchführung

Nachweis von Calciumionen
Ammoniumoxalat wird als Nachweisreagenz

für Calciumionen und damit für kalkhaltiges (Leitungs-)Wasser vorgestellt. Im Wasser entsteht eine milchig weiße Trübung von Calciumoxalat.

Vorstellen des Wasserfilters und des Austauschers

Der Wasserfilter wird vorgestellt (Aqua select, Britta-Filter). Die Bestandteile des Ionenaustauschers werden nach Aussehen unterschieden (Ionenaustauscher in Kugelform, schwarze Aktivkohlestückchen).

Kalkhaltiges Wasser fließt durch den verbrauchten Ionenaustauscher, die Calciumionen werden nicht zurückgehalten (Prüfen mit Calciumoxalat).

Regeneration des Austauschers

Regeneration des Ionenaustauschers mit Natriumchloridlösung ($w = 6\%$). Der Ionenaustauscher befindet sich in einer Chromatographie- oder Austauschersäule. Man verwendet die doppelte Portion Natriumchloridlösung im Vergleich zum Volumen des Austauschers und läßt langsam durchtropfen. Nachdem die Hälfte der Lösung durchgeflossen ist, Hahn zudrehen und 15 min einwirken lassen.

Danach muß man mit destilliertem Wasser solange waschen, bis kein Chlorid mit Silbernitrat im Waschwasser nachzuweisen ist.

Entkalkung

Man läßt hartes Leitungswasser über den Austauschere fließen. Die erste Probe wird verworfen (noch Waschwasser). Es lassen sich keine Calciumionen nachweisen.

Ist der Filter auch ein Nitratfilter?

Lunge-Reagenz wird als empfindlicher Nachweis für Nitrat bzw. Nitrit vorgestellt. Man läßt eine verdünnte Natriumnitratlösung über den Austauscher laufen. Nach Zugabe von Zinkpulver (Reduktion von Nitrat zu Nitrit) ist der Nitratnachweis positiv. Nitrat wird nicht zurückgehalten.

Kombinierte Kationen- und Anionenaustauscher als sogenannte Nitratfilter

Bei Verwendung von Kartuschen, die neben dem Kationenaustauscher einen Anionenaus-

tauscher enthalten (Brompton Crystal Nitratwasserfilter oder Selektor junior) läßt sich auch Nitrat aus dem Wasser entfernen. Dafür ist im Wasser Chlorid nachweisbar. Die Regeneration dieser Austauscher erfolgt ebenfalls mit Natriumchloridlösung.

Begrenzte Kapazität eines Ionenaustauschers
Mit einer konzentrierten Calciumchloridlösung kann man die begrenzte Kapazität des Ionenaustauschers vorführen.

Teezubereitung

Aufbrühen von Schwarzem Tee, einmal mit kalkhaltigem Leitungswasser, und einmal mit kalkfreiem Wasser (frische Filterpatrone verwenden). Bei einer Tasse Tee die Frage besprechen, ob Haushaltswasserfilter die Lösung für unsere Wasserprobleme sind (Reinigung am falschen Ende).

Ansprechen weiterer Probleme: Verkeimung der Wasserfilter, Salzbelastung des Wassers bei Einsatz von Entkalkungsanlagen für das gesamte Brauchwasser.

Erfahrungen/Einsatz

Die Versuchsreihe habe ich einmal in einer Übung der 10. Klasse durchgeführt. Ich hatte eine Doppelstunde zur Verfügung. Das Thema stieß auf großes Interesse, weil etwas erklärt wurde, mit dem die Schüler häufig umgehen, aber die Funktionsweise nicht kannten.

Alle vorgeschlagenen Versuche passen nicht in eine Doppelstunde. Eine Auswahl sollte so erfolgen, daß eine Diskussion beim Teetrinken möglich ist (das, wie man sich vorstellen kann, sehr gut ankam). Auch verstehen die Schüler die Funktionsweise eines Ionenaustauschers besser, wenn sie die Regeneration selbst durchgeführt haben. In diesem Jahr werde ich die Übung wiederholen, wobei ich diese mit einer Exkursion zum hiesigen Wasserwerk verbinden werde.