

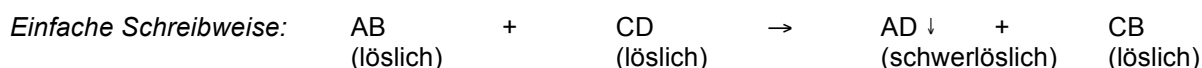
## Fällungsreaktionen

### Einführung

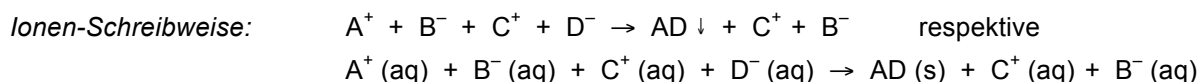
In diesem Praktikum sollst du einige der typischen Reaktionen wässriger Lösungen vertieft kennen lernen. Diese Reaktionen bilden die Grundlage der klassischen analytischen Chemie.

### Fällungsreaktionen

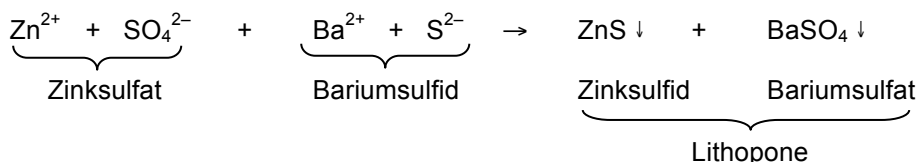
Vermischt man zwei verschiedene Salzlösungen (Ionenverbindungen!) miteinander, so erhält man eine Verteilung von 4 verschiedenen Ionen im Wasser: Kation A und Anion B von Salz 1 und Kation C und Anion D von Salz 2. Es kann nun sein, dass durch Neukombination der Ionen 2 Ionensorten sich stark anziehen<sup>1</sup>, so dass ein Ionenverband gebildet wird. Es wird also in diesem Fall durch Neukombination der Ionen eine schwerlösliche Verbindung gebildet, die dann als *Niederschlag* aus der Lösung *ausfällt*:



Eine solche chemische Reaktion läuft offensichtlich ohne Transfer von Elektronen ab. Eine solche Reaktion heisst *Fällungsreaktion*. Jenes Salz, das als Niederschlag ausfällt ( $\downarrow$  = 'fällt aus'), bewirkt eine sichtbare *Trübung* der Lösung. Nach *Arrhenius* kann man einen solchen Vorgang als *Ionenreaktion* schreiben:



Unter Umständen können sogar 2 schwerlösliche Verbindungen entstehen, wie es zum Beispiel bei der Bildung von Lithopone – einer weissen Malerfarbe – geschieht:



### Molekül-Ionen

Das letzte Beispiel zeigt, dass es nicht nur geladene Atome (z. B. Sulfid-Ion:  $\text{S}^{2-}$ ), sondern auch geladene Atomgruppen (z. B. Sulfat-Ion:  $\text{SO}_4^{2-}$ ) gibt. Solche geladene Atomgruppen heissen *Molekül-Ionen*. In diesem Praktikum kommen folgende Molekül-Ionen vor:

Molekül-Ion	Lewis-Formel	Name	Formel und Name eines bekannten Salzes
$\text{SO}_4^{2-}$		Sulfat	$\text{CaSO}_4$ ( $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ ) (Calciumsulfat [Gips])
$\text{NO}_3^-$		Nitrat	(Kaliumnitrat [Kalialpeter])

<sup>1</sup> Die Anziehungskräfte zwischen den Ionen sind in einem solchen also grösser als die Anziehungskräfte zwischen den Ionen und den umgebenden Wassermolekülen (vgl. GFCH-Skript Teil D, S. 25).

$\text{CrO}_4^{2-}$		Chromat	(Kaliumchromat)
---------------------	--	---------	-----------------

Salze sind umso schwerlöslicher, je kleiner und geladener ihre Ionen sind (Anziehungskräfte zwischen den Ionen sind dann höher, vgl. Coulomb-Gesetz). Alkalisalze, Chloride und Nitrate (= einfach geladene Ionen) sind deshalb im Allgemeinen gut löslich, während Sulfate, Chromate und Sulfide (= zweifach geladene Ionen) sowie Fluoride (Fluorid = sehr kleines Ion) schlecht löslich sind.

Im Folgenden wirst du eine Reihe schwerlöslicher Ionenkombinationen kennen lernen, die auch als *Nachweisreaktionen für bestimmte Ionen* gebraucht werden können.

- Lernziele:**
- Du kannst an einem beliebigen Beispiel in Worten und mit einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise darlegen, was man unter einer Fällungsreaktion versteht.
  - Du bist in der Lage, die Nachweissubstanzen für einzelne Ionen zu nennen.
  - Du kannst die Formeln der hier verwendeten Ionen auswendig angeben und entsprechende Ionenverbindungen mit dem korrekten Namen bezeichnen.

## Versuche

### Geräte / Material

- Set bestehend aus RG-Gestell mit:
  - Pastetten ( $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{BaCl}_2$ )
  - Pastetten (1, 2, 3, 4, 5)
- Mini-RGs (Kunststoff)
- Handlupe

### Chemikalien

- Lösungen zum Nachfüllen der Pastetten (alle zentral):
  - Natriumsulfid  $\text{Na}_2\text{S}$  (0.5 M)
  - Kaliumnitrat  $\text{KNO}_3$  (1 M)
  - Zinksulfat  $\text{ZnSO}_4$  (0.5 M)
  - Silbernitrat  $\text{AgNO}_3$  (0.1 M)
  - Bariumchlorid  $\text{BaCl}_2$  (0.1 M)
  - Kaliumchlorid  $\text{KCl}$  (1 M)
  - Kaliumchromat  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (0.1 M)
- Set bestehend aus RG-Gestell mit:
  - Unbekannte Lösungen Nr. 1–5

### Versuch 1 Fällungsreaktionen mit bekannten Lösungen

(1.1) Bei den in der Tabelle auf der nächsten Seite aufgeführten Salzlösungen soll paarweise getestet werden, ob durch Ionenneukombination ein schwerlösliches Salz ausfällt, d.h. ob eine Trübung auftritt.

Sich wiederholende Kombinationen sind mit einem Kreuz markiert.

(1.2) Gib mithilfe von Pastetten je einen Tropfen Lösung vom ersten und zweiten Salz zusammen in ein Mini-RG.

**Achtung:** Pastettenspitzen nicht verunreinigen mit anderen Lösungen → Mit Pastettenspitze nicht eintauchen, sondern Tropfen ins Mini-RG fallen lassen!

Fällt ein Niederschlag aus, so erhält das entsprechende Feld im Schema ein Pluszeichen.

Beobachte mit der Lupe ausserdem Farbe und Aussehen (z.B. flockig weiss, sedimentiert rasch/langsam) des Niederschlags. Notiere deine Beobachtungen in die Tabelle.

(1.3) Wiederhole Schritt (1.2) für alle anderen Ionenneukombinationen.

Am besten legst du die Mini-RG in der Reihenfolge der Tabelle auf der Arbeitsfläche ab. Für Versuch 2 ist nämlich ein Blick auf die Produkte dieses Versuchs hilfreich.



## Wissen

### Medizinisches Kabinett

# Krank vom Hüftgelenk

Seit neun Monaten hörte und sah die 58-jährige immer schlechter. Sie klagte darüber, dass ihre Hände und Füße sich taub anfühlen würden und ihre Beine schwach seien. Mit der leichten Schilddrüsenunterfunktion, die vor drei Wochen festgestellt worden war und seither behandelt wurde, liess sich das nicht erklären.

Zwei der zwölf Hirnnerven funktionierten nicht so, wie sie sollten: Der zweite Hirnnerv, zuständig für das Sehen, und der achte, der das Hören ermöglicht, waren beidseits geschädigt. Das sahen die Neurologen bei der Untersuchung. Hinter den Beschwerden steckten weder ein Hirntumor noch eine Stoffwechselerkrankung oder eine Infektion. Die Ärzte tippten auf eine Entzündung und rieten der Patientin, zwei Monate lang ein entzündungshemmendes Cortison-Präparat zu nehmen. Es brachte rein gar nichts.

### Erbblindet, schwerhörig, lahm

Drei Monate später war die Frau erblindet, extrem schwerhörig und sass im Rollstuhl. Ihre Beine waren zu schwach geworden. Nun zogen die Mediziner

eine mögliche Vergiftung in Betracht. Damit lagen sie richtig: Das Blut der Patientin enthielt Unmengen von Kobalt und Chrom. Der Kobaltwert lag bei 549 (Mikrogramm pro Liter Blut), normal sind höchstens 2,7. Der Chromwert betrug 54 (Mikrogramm pro Liter Blutserum) anstelle von maximal 0,5.

### Schädigt auch die Schilddrüse

Normalerweise ist Kobalt nur in winzigen Mengen in Form von Vitamin B12 (das auch Cobalamin heisst) nötig. Überdosiert kann das Schwermetall verschiedene Enzyme hemmen, welche die Körperzellen brauchen, um Energie zu gewinnen. Bei Kobaltvergiftungen wurde beobachtet, dass die Sehnerven zugrunde gingen und der Herzmuskel Schaden nahm. Auch eine Schilddrüsenunterfunktion oder Taubheitsgefühle an den Beinen können die Folge sein. Warum das Metall vor allem zwei der zwölf Hirnnerven und die Nerven in der Peripherie angreift, wissen die Mediziner nicht.

Doch wie kam die Patientin zu derart hohen Kobaltwerten? Hinter der Vergiftung steckte ihr Hüftgelenk. Im Jahr

2001 hatte sie links eine künstliche Hüfte bekommen.

Rund fünf Jahre später musste der gebrochene Keramik-Hüftkopf ausgetauscht werden. Er wurde durch einen Metallkopf ersetzt. Wenige Monate da-

### Skurrie Fälle

Immer am Samstag auf der «Wissen»-Seite.



aufgeraut und abgenutzt. Um das Gelenk herum hatte sich das Gewebe von Metallablagerungen stellenweise schwarz verfärbt. Das sahen die Orthopäden, die das künstliche Hüftgelenk wieder entfernten.

### Fast vollständig geheilt

Nach der Operation und der Behandlung mit metallbindenden Medikamenten sanken die Chrom- und Kobaltwerte im Blut der Kranken, und ihr Zustand verbesserte sich. Inzwischen hört sie wieder gut, die Beinschwäche sowie ihr Taubheitsgefühl sind verschwunden. Ihre Sehfähigkeit erlangte die Frau jedoch nur zum Teil wieder.

Auf ein neues Hüftgelenk verzichtete sie nach dieser Erfahrung. Stattdessen fanden die Orthopäden eine Lösung, bei der der Oberschenkelknochen von Hüftpfanne und Beckenschaukel gestützt wird. So kann die Frau zwar nur mit einer Gehhilfe, aber doch schmerzfrei laufen.

Martina Frei

Quellen: [www.medizinischeskabinett.tagesanzeiger.ch](http://www.medizinischeskabinett.tagesanzeiger.ch)

Viele Schwermetalle sind in geringer Konzentration toxisch (giftig), da sie unter anderem die Funktion von körpereigenen, für den Stoffwechsel notwendigen Eiweisse (= Enzyme) hemmen können. Dazu müssen sie allerdings in löslicher Form (also in Ionen-Form) vorliegen. Das elementare Metall (bestehend aus einem Gitter aus Metallatomen) ist kaum giftig und löslich. Doch genügt es oft schon, wenn sich durch chemische Prozesse geringe Mengen an Schwermetall lösen können (Übergang vom Atom zum Ion unter Elektronenabgabe), sofern diese Konzentrationen über längere Zeiten auf den menschlichen Organismus wirken können. Eine solche Langzeitexposition kann zu einer Schwermetall-Vergiftung führen: