

Basen und Säuren

Formelmäßig sieht diese Reaktion für Natriumhydroxid wie folgt aus:

$\text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NaOH}$ (ausgesprochen: ein Natrium-Ion plus ein Hydroxid-Ion ergibt Natriumhydroxid).

Wie würde nun die Reaktion aussehen, wenn du statt Natriumhydroxid Calciumhydroxid herstellen möchtest? Tipp: Schau zuerst nach, in welcher Hauptgruppe Calcium (Ca) steht. Richtig, in der 2.! Deshalb hat Ca nicht ein, sondern zwei Außenelektronen.

Gedanklich kannst du diese Reaktion wie folgt herleiten:

1. Schritt: $\text{Ca}^{++} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CaOH}$

Dem Calcium-Ion wurden aufgrund der Zugehörigkeit zur 2. Hauptgruppe richtigerweise zwei positive Ladungen gegeben.

Beim Notieren chemischer Formeln werden diese beiden Ladungen zusammenaddiert und deshalb als hochgestellte **2+** geschrieben.

2. Schritt: $\text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{CaOH}$

Jetzt haben wir allerdings ein kleines Problem: Den beiden positiven Ladungen des Calcium-Ions steht lediglich eine negative Ladung des OH-Ions gegenüber. Wir benötigen aber zwei negative Ladungen, damit das entstandene Calciumhydroxid ladungsmäßig neutral wird. Folglich müssen wir die Formel ausgleichen. Das geschieht in der Weise, dass eine 2 als Multiplikator vor das Hydroxid-Ion geschrieben wird (2OH^-). Diese 2 fungiert sowohl als Multiplikator für den Sauerstoff, den Wasserstoff als auch die negative Ladung. In mathematische Einzelteile zerlegt, würde dieses 2OH^- also wie folgt aussehen: $2 \cdot \text{O} + 2 \cdot \text{H} + 2 \cdot -$

3. Schritt: $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{CaOH}$

Schauen wir uns erneut die Gleichung an. Auf der linken Seite haben wir ein Calcium-Ion und zwei Hydroxidionen. Auf der rechten Formelseite steht ebenfalls ein Calcium und ein Hydroxid. Damit eine Übereinstimmung entsteht, benötigen wir rechts aber ebenfalls zwei Hydroxidanteile. Weil das Calciumhydroxid jedoch nicht in ionaler Schreibweise notiert wird, darf die 2 auch nicht als Multiplikator vor das Hydroxid gesetzt werden. Stattdessen muss das Hydroxid in Klammern gesetzt und mit einer Fußnoten-Zwei als Multiplikator versehen werden. Diese Fußnoten-Zwei stellt dann den Multiplikator für alle in der Klammer enthaltenen Elemente, also sowohl für das H als auch das O, dar.

4. Schritt: $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ Fertig.

Als vereinfachte Strukturformel kannst du dir das $\text{Ca}(\text{OH})_2$ so vorstellen: HO-Ca-OH.

Aufgabe 4: Aus Ammoniak (auch Salmiakgeist genannt) und Wasser entsteht eine Base, die Ammoniumhydroxid heißt. Die Formel für Ammoniak lautet NH_3 . Stelle die formelmäßige Gleichung dafür auf.

Hinweis: Wie es die Bezeichnung bereits aussagt, muss das Ammoniumhydroxid eine Hydroxidgruppe enthalten. Es entsteht nur ein Reaktionsprodukt.

Basen und Säuren

Aufgabe 5: Stelle eine Reaktionsgleichung auf, bei der du das Hydroxid-Ion aus dem Ammoniumhydroxid abspaltest.

Schauen wir uns nun ein paar Beispiele für Säuren an:

Chlorwasserstoff, auch Salzsäure genannt	HCl	
Schwefelsäure	H₂SO₄	
Kohlensäure	H₂CO₃	und
Salpetersäure	HNO₃	

Hier eine kleine Eselsbrücke, wie du dir die Formel der Salpetersäure schnell einprägen kannst: Zum **H**als-**N**asen-**O**hren-Arzt muss (Sal)Peter **3**-mal.

Aufgabe 6: Suche jetzt eine Gemeinsamkeit, die in allen zuvor genannten Säureformeln enthalten ist.

Nun eine kleine Fleißaufgabe. Dazu ist es erforderlich, dass du die ionalen Reste der wichtigsten Säuren auswendig lernst. Am besten schreibst du die folgende Tabelle auf einen Zettel und pinnt diesen an eine Wand in deinem Zimmer, damit du ihn immer vor Augen hast. Indem du in der Folgezeit öfters auf diesen Zettel schaust, lernst du die Formeln sozusagen nebenbei auswendig.

<u>Die Ionen der</u>		<u>Formel</u>	
Salzsäure	heißen	Chlorid-Ion	Cl⁻
Schwefelsäure		Sulfat-Ion	SO₄²⁻
Schwefligen Säure		Sulfit-Ion	SO₃²⁻
Phosphorsäure		Phosphat-Ion	PO₄³⁻
Kohlensäure		Carbonat-Ion	CO₃²⁻
Salpetersäure		Nitrat-Ion	NO₃⁻

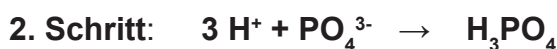
Damit diese Säurerest-Ionen, die alle negativ geladen sind, zu Säuren werden, müssen sie sich mit so viel Wasserstoff-Ionen verbinden, dass ein Ladungsausgleich stattfindet. Eine fertige Säure darf also, genau wie eine fertige Base, keine Ladung mehr tragen, sondern muss durch die Verbindung mit Wasserstoff-Ionen einen neutralen und zugleich stabilen Zustand erreichen.

Basen und Säuren

Schauen wir uns das einmal am Beispiel des Phosphat-Ions an, das Bestandteil der Phosphorsäure ist.



Wenn wir zunächst die Ladungen vernachlässigen, steht sowohl auf der linken als auch auf der rechten Seite der Gleichung jeweils ein PO_4 . Anders sieht es mit dem Wasserstoff aus. Links befindet sich ein Wasserstoff-Ion, rechts stehen drei Wasserstoff-Ionen (H_3). Somit fehlen links 2 zusätzliche Wasserstoff-Ionen. Diesen Ausgleich erreichst du, indem vor das H eine 3 als Multiplikator geschrieben wird.



Betrachte nun erneut die Formel. Sie ist vollständig ausgeglichen. Wir besitzen sowohl rechts als auch links jeweils drei Wasserstoffteilchen sowie je eine PO_4^{3-} -Gruppe. Ebenso sind die Ladungen ausgeglichen, dass kannst du auf der linken Seite der Gleichung nachprüfen: Jedes der drei Wasserstoff-Ionen bringt jeweils eine positive Ladung mit (zusammen also 3) und das Phosphat-Ion besitzt 3 negative Ladungen. Dadurch heben sich die Ladungen gegeneinander auf.

Ein kleiner Merksatz für den Umgang mit konzentrierter Schwefel-, aber auch mit anderen Säuren, die mit Wasser verdünnt werden sollen:

Zuerst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das Ungeheure.

Was bedeutet das? Wenn man Wasser in konzentrierte Schwefelsäure gießt, entsteht derartig viel Wärme und Energie, dass es passieren kann, dass die Säure aus dem Gefäß herausspritzt. Um das zu vermeiden, ist es richtig, die Säure stets in kleinen Mengen und über einen längeren Zeitraum in das Wasser zu gießen und diese Flüssigkeit dabei ständig mit einem Glasstab gut umzurühren. Dadurch gewährleistest du, dass das mit Säure versetzte Wasser immer wieder Wärme an die Luft abgeben kann und nicht zu kochen beginnt.

Bleiben wir bei den Säuren und Basen. Hierzu kannst du dir noch einen weiteren wichtigen Merksatz einprägen, der dir hilft, Reaktionsgleichungen leichter zu erstellen. Er lautet

Base + Säure ergibt Salz + Wasser.

Basen und Säuren

Schauen wir uns hierzu ein Beispiel an.

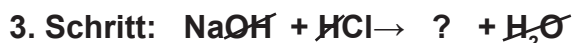
Natriumhydroxid (auch Natronlauge genannt) plus Chlorwasserstoff (auch Salzsäure genannt) ergibt das Salz Natriumchlorid (Kochsalz) und Wasser.

Erstellen wir nun dafür die Reaktionsgleichung.



Die Formel von Wasser hast du sicherlich schon gewusst und konntest diese sofort auf die rechte Seite schreiben. (Falls nicht, lässt sich die Formel des Wassers mit folgendem Eselsbrücken-Reim merken: Bist du des Lebens nicht mehr froh, dann stürze dich ins H_2O .)

2. Schritt: Jetzt gehen wir weiter systematisch vor und stellen uns die Frage: Woher stammt dieses Wasser? Ganz einfach, es ist aus dem Hydroxid-Ion des Natriumhydroxids und dem Wasserstoff-Ion des Chlorwasserstoffs entstanden. Wenn wir uns die im Wasser enthaltenen Ionen beziehungsweise das Wasser sowohl auf der linken als auch rechten Seite der Reaktionsgleichung einmal wegdenken (diese wurden bei 3. einmal durchgestrichen), bleiben nur noch Natrium-Ion und Chlorid-Ion übrig, die wir zu Natriumchlorid zusammenfügen und auf die rechte Seite der Gleichung schreiben.



In einem letzten Schritt müssen wir nur noch die im Wasser enthaltenen Ionen beziehungsweise das Wasser auf beiden Seiten der Gleichung gedanklich wieder hinzufügen. Fertig.



Aufgabe 7: Was entsteht, wenn Schwefelsäure und Kaliumhydroxid miteinander reagieren? Stelle dazu die Reaktionsgleichung schrittweise auf und gleiche sie entsprechend aus.

Aufgabe 8: Stelle schrittweise die Reaktionsgleichung auf, wenn Calciumhydroxid mit Phosphorsäure reagiert. Wie heißt die entstandene Verbindung?

Die Nebengruppen

Wir wollen uns nun etwas genauer den **Nebengruppen** zuwenden. Eine Gemeinsamkeit aller Nebengruppenelemente besteht darin, dass es sich um Metalle handelt. So sind zum Beispiel Gold (Au, von dem lateinischen aurum), Silber (Ag, von dem lateinischen argentum; übrigens steckt dieser Begriff auch in Argentinien, was übersetzt so viel wie „Silberland“ heißt) und Kupfer (Cu, von dem lateinischen cuprum) Vertreter der Nebengruppenelemente. Diese Elemente zeichnen sich deshalb durch die für Metalle typischen Eigenschaften wie etwa eine gute elektrische Leitfähigkeit aus.

Insgesamt gibt es 10 Nebengruppen, die allerdings – aufgrund ihrer Positionierung im Periodensystem – nicht mit der ersten, sondern mit der 3. Nebengruppe beginnen. Die nachfolgende Auflistung zeigt die umgangssprachlichen Bezeichnungen für die einzelnen Nebengruppen, die alle nach ihrem Anfangselement benannt sind. Im Unterschied zu den Hauptgruppen erfolgt die Nummerierung der Nebengruppen nicht mit römischen, sondern mit arabischen Ziffern.

- | | | |
|-----|---------------------|-----------------------|
| 3. | Nebengruppe: | Scandiumgruppe |
| 4. | Nebengruppe: | Titangruppe |
| 5. | Nebengruppe: | Vanadiumgruppe |
| 6. | Nebengruppe: | Chromgruppe |
| 7. | Nebengruppe: | Mangangruppe |
| 8. | Nebengruppe: | Eisengruppe |
| 9. | Nebengruppe: | Cobaltgruppe |
| 10. | Nebengruppe: | Nickelgruppe |
| 11. | Nebengruppe: | Kupfergruppe |
| 12. | Nebengruppe: | Zinkgruppe |

Wegen gewisser Eigenschaften werden die Eisen-, Cobalt- und Nickelgruppe auch als eine einzige Nebengruppe betrachtet, weshalb sie oft (allerdings als separate Untergruppen) zusammengefasst als 8. Nebengruppe bezeichnet werden.

Im Unterschied zu den Hauptgruppenelementen, bei denen du bis zur Ordnungszahl 20 sofort den Atomaufbau und die damit im Zusammenhang stehende Besetzung der Schalen ablesen kannst, ist das bei zahlreichen Nebengruppenelementen etwas komplizierter. Das liegt in erster Linie daran, dass alle Nebengruppenelemente mit Ausnahme von jenen aus der 3. Nebengruppe Ionen bilden können, die eine unterschiedliche Anzahl an positiven Ladungen aufweisen. Ein ganz typisches Beispiel ist das Eisen (Fe). Sein Symbol wurde von dem lateinischen Wort ferrum abgeleitet. Eisen kann sowohl zwei- als auch dreiwertig sein.

Aufgabe 1: *Erstelle schrittweise die Reaktionsgleichungen, wenn*

a) *zweiwertiges Eisen und*

b) *dreiwertiges Eisen*

mit Sauerstoff reagieren. Beachte dabei, dass Sauerstoff als Molekül auftritt.

Schreib in dein Heft/deinen Ordner.