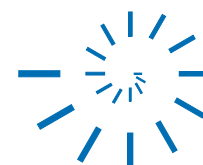


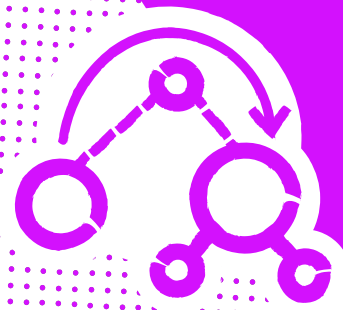
# LÖSUNGSBEISPIELE ZUM THEMA SÄUREN → COLA

Autor: Katrin Schüßler

Herausgeber: Katrin Schüßler, Markus Emden und Elke Sumfleth

- » **TEIL I:** Saure Lösungen (Cola).....
- » **TEIL II:** pH-Wert (Cola) .....
- » **TEIL III:** Neutralisation (Cola) .....





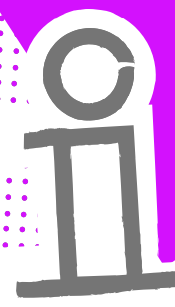
# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



## Das erwartet dich hier

Mithilfe des folgenden Textes lernst du etwas über Säuren. Du erfährst, welche Bedeutung die Elektronegativität für die Dissoziation von Säuremolekülen hat. Außerdem wirst du nachvollziehen können, wie polar gebundene Wasserstoffatome als Protonen von Säuremolekülen auf Wassermoleküle übertragen werden, so dass aus einem Proton und einem Wassermolekül ein Oxonium-Ion entsteht. Außerdem kannst du lernen, dass Lösungen, die Oxonium-Ionen und Säurerest-Anionen enthalten, als saure Lösungen bezeichnet werden.



# EINFÜHRUNG

BEVOR DU LOSLEGST, BITTE LESEN

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



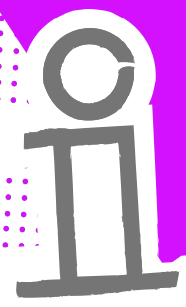
## Zur Arbeit mit dem Material

Es ist wichtig, dass du dir den folgenden Text aufmerksam durchliest, so dass du möglichst viel lernst. Wenn du zwischendurch zurückblättern möchtest, um etwas noch einmal nachzuschauen oder eine Textstelle noch einmal zu lesen, kannst du dies jederzeit machen.

Der Text besteht aus Abschnitten. Um erfolgreich mit dem Text lernen zu können, solltest du dir am Ende jedes Abschnitts überlegen:

1. Was habe ich in diesem Abschnitt Neues erfahren?
2. Wie passt das, was ich neu erfahren habe, zu dem, was ich vorher schon wusste oder bereits gelesen habe?
3. Welche Fragen habe ich noch?

Lies erst danach den nächsten Abschnitt.



# EINFÜHRUNG

BEVOR DU LOSLEGST, BITTE LESEN

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



## Zum Aufbau des Materials

Am Ende einiger Abschnitte wirst du kleine Aufgaben finden. Schätze zunächst wieder ein, ob du den vorangegangenen Abschnitt verstanden hast und bearbeite danach die Aufgabe. Blättere um, wenn du die Aufgabe so gut wie möglich bearbeitet hast.



Einige Aufgaben kannst du direkt am Bildschirm bearbeiten und deine Lösungen abspeichern. Dieses Symbol verdeutlicht dir, dass du die Lösung direkt in das pdf in das vorgesehene Kästchen schreiben und abspeichern kannst.



Du kannst dir aber auch natürlich einen normalen Schreibblock und einen Stift an die Seite legen und dort all das notieren, was für dein Lernen hilfreich ist. Dann kannst du auch solche Aufgaben bearbeiten, bei denen du etwas zeichnen musst.

Schreib dir am besten immer oben auf die Seite im Schreibblock, welchen Text du dort gerade bearbeitest.



Am Ende jedes Textes erwarten dich zusammenfassende Aufgaben, mit denen du überprüfen kannst, was du gelernt hast. Außerdem gibt es am Ende jedes Textes noch einmal eine Übersicht, in der die wichtigsten neuen Begriffe kurz erklärt werden. Diese Übersicht kannst du auch nutzen, um zu überprüfen, ob du die letzte Aufgabe richtig gelöst hast.

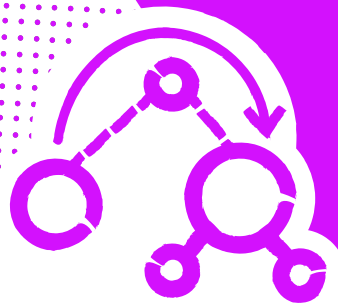


### Jetzt geht es los mit

#### TEIL I: Saure Lösungen (Cola)

Deniz liegt im Schwimmbad auf dem Bauch auf seinem Handtuch und rollt gelangweilt seine Colaflasche von der linken in die rechte Hand und wieder zurück. Schon den vierten Tag in Folge verbringt er mit seinen beiden Freunden Sascha und Pascal im Freibad. Gestern Abend hat Sascha sich beschwert, wie uncool es sei, jeden Tag im Freibad abzuhängen: „Wie die Synchronschwimmer“, hat er gesagt. Aber da er auch keine bessere Idee hatte, was sie stattdessen unternehmen könnten, hängen sie heute wieder hier rum.

Sascha tut immer ein bisschen cooler, als er wirklich ist. So wie gerade, als er dieses Mädchen angesprochen hat. Sascha spricht oft Mädchen an, eigentlich immer ohne Erfolg. Deniz fragt sich manchmal, ob Sascha wirklich glaubt, irgendwann mal mit seinen Sprüchen Erfolg zu haben, oder ob er nur zeigen will, wie cool er ist. Deniz war schon bei Saschas erstem Wort klar, dass das nichts wird. Kaum hatte sich das Mädchen auf ihr Handtuch gesetzt und einmal suchend umgesehen, hatte Sascha laut: „Eeyy!“ über den Rasen gebrüllt. Saschas Sprüche fangen meist mit *Eeyy* an. Vermutlich ist das ein Grund dafür, dass er mit ihnen keinen Erfolg hat. Deniz hat sich auf jeden Fall von diesem ersten Wort an für seinen Freund fremdgeschämt. Leider ging der Spruch auch nicht besser weiter: „Bist du allein hier?“ Wenigstens hat ihre Antwort ihn zum Schweigen gebracht: „Das wirkt nur so. Ich treffe mich hier mit meinem unsichtbaren Freund.“



# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Genervt rollt Deniz die Colaflasche wieder von rechts nach links und von links nach rechts. Natürlich sind Ferien besser als Schule, aber in der Schule ist wenigstens immer etwas los; ganz im Gegensatz zum fünften Tag, den man in Folge im Freibad verbringt. Pascal und Sascha diskutieren immer noch, ob Sascha die drei mit seinem Spruch gerade „voll blamiert“ hat (wie Pascal behauptet) oder ob es auch hätte klappen können (das behauptet Sascha). Deniz überlegt unterdessen, dass die Cola vermutlich schrecklich schmecken wird, so lauwarm und durchgeschüttelt wie sie mittlerweile ist. Auch wenn es jetzt wahrscheinlich keinen Unterschied mehr macht, hört Deniz auf die Flasche von links nach rechts zu rollen. Sie bleibt so liegen, dass das Etikett mit den Inhaltsstoffen nach oben zeigt. gelangweilt überfliegt Deniz die Liste: „Zucker, jede Menge merkwürdige Stoffe und ... Phosphorsäure.“ Deniz liest zur Sicherheit nochmal nach, aber da steht wirklich Phosphorsäure!





# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Ey Jungs!“, unterbricht Deniz die Sticheleien seiner Freunde, „Hier steht, dass in Cola Phosphorsäure drin ist.“

Pascal und Sascha sind sofort still und sehen ihn ungläubig an. „Laber' nicht“, sagt Pascal, während Sascha nach der Colaflasche greift, um Deniz' Aussage selbst zu überprüfen.

„Krass“, ruft Sascha. „Da ist ja echt Phosphorsäure drin!“

„Ist das nicht voll gefährlich?“, fragt Pascal, der sich jetzt auch über die Flasche beugt.

Sascha hat schon sein Handy in der Hand und sucht im Internet: „Übel! Hier steht *Gefahr* und *Ätzend*! Und da sind diese Bilder, die auch immer im Chemieraum sind. Mit dem tropfenden Reagenzglas und der verätzten Hand.“



Bild 1: Gefahrensymbol Ätzend



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Krass! Wieso ist das in deiner Cola drin?“, fragt Pascal.

„Hast du schon davon getrunken?“, fragt auch Sascha nach.

„Klar“, antwortete Deniz und präsentiert den beiden noch mal die halbvolle Flasche.

„Und?“, fragt Pascal erwartungsvoll.

„Was *und?!*“, fragt Deniz zurück. „Hat wie Cola geschmeckt. Wie immer halt.“

„Müsstest du nicht verätzt sein oder so?“, fragt Pascal und sieht Deniz an, als würde er erwarten, dass der sich gleich vor seinen Augen in Luft auflöst.

„Von Cola wird man doch nicht verätzt!“, mischt Sascha sich wieder ein.

„Aber wenn da dieses krasse Zeug drin ist ...“, erwidert Pascal.

„Phosphorsäure“, ergänzt Deniz.

„Ja, Phosphorsäure“, greift Pascal auf. „Sag' ich doch. Also, wenn da diese Phosphorsäure drin ist, verätzt die einem dann nicht die Zunge, wenn man trinkt? Ich meine, warum darf so ein Zeug ... diese Phosphorsäure überhaupt in der Cola drin sein?“

**Beschreibe das Problem, das Deniz, Pascal und Sascha entdeckt haben, bevor du weiter liest.**







# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Die drei sehen sich ratlos an.

„Kein Plan“, sagt Deniz.

„Vielleicht tötet das Bakterien ab oder so“, überlegt Sascha.

„Was für Bakterien, Alter!?!“, entgegnet Pascal.

„Hast du eine bessere Idee?“, erwidert Sascha.

„Nee, kein Plan“, gibt Pascal zu.

„Hat es denn echt wie Cola geschmeckt? Und nicht irgendwie krass sauer ... so wie Zitronensaft oder so?“, fragt Sascha.

„Die Cola schmeckt wie immer“, bestätigt Deniz noch mal. „Diese Phosphorsäure ist doch bestimmt auch immer in Cola drin und nicht nur in meiner Flasche. Sonst würden die das doch auch nicht auf das Etikett drucken.“

Sascha und Pascal überlegen kurz und nicken dann.

„Aber warum ist das Zeug da drin, ja?“, überlegt Pascal wieder.



# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Sascha und Deniz sehen ihn ratlos an.

„Meint ihr, Robin ... ?“, setzt Deniz an.

Robin ist ein Oberstufenschüler, der Sascha manchmal Nachhilfe in Chemie gibt. Außerdem arbeitet er als Bademeister im Freibad.

„Ey ja, lass uns Robin fragen!“, ruft Sascha sofort und springt auf. Pascal und Deniz folgen ihm.



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Deniz, Sascha und Pascal machen sich sofort auf den Weg zum Nichtschwimmerbecken, an dem Robin heute Aufsicht hat. Schnell haben sie ihm von ihrem Problem erzählt.

„Robin, warum ist diese Phosphorsäure in der Cola drin?“, schließt Deniz seinen Bericht.

„Und wie kann Cola normal nach Cola schmecken, wenn da Säure drin ist. Müsste das nicht total sauer schmecken?“ ergänzt Pascal.

„Und ist das nicht gefährlich, wenn so eine Säure da drin ist?“, wirft Sascha ein.

„Naja, du weißt ja sicher, dass Cola nicht das gesündeste Getränk ist“, setzt Robin an Sascha gewandt an, „aber das liegt nicht ausschließlich an der Phosphorsäure, sondern vor allem am Zucker.“

„Aber im Internet steht, dass Phosphorsäure ätzend ist und eine Gefahr!“, unterbricht Pascal ihn.

„Das stimmt ja auch“, bestätigt Robin.

„Aber wie kann das denn sein?“, fragt Deniz nach. „Manchmal ist es gefährlich aber in Cola nicht?“



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Naja ...“, setzt Robin an, „alle **Säuren** bilden saure Lösungen. Das ist die Eigenschaft, auf Grund der sie als eine Stoffklasse betrachtet werden. Aber saure Lösungen sind nicht alle gleich. Und nicht jede saure Lösung stellt sofort eine Gefahr dar.“

„Hä?“, macht Sascha.

„Wie soll das denn gehen?“, fragt auch Deniz nach.

„Die sind alle sauer, aber nicht alle sind gefährlich sauer?“, überlegt Pascal.

„Vielleicht sollten wir zunächst klären, was Säuren sauer macht“, schlägt Robin vor. „Also, ich meine, was *sauer* in der Chemie eigentlich bedeutet.“

„Ok“, stimmt Pascal zu.

„Als Säuren werden von Chemikern die Stoffe bezeichnet, deren Moleküle in der Lage sind Protonen abzuspalten“, erklärt Robin. „Die Abspaltung des Protons geschieht meist, wenn Säuren gelöst werden, zum Beispiel in Wasser. Durch die Abgabe der Protonen entsteht dann eine saure Lösung.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„So wie Zitronensaft?“, fragt Pascal.

„Im Prinzip schon; nur ist Zitronensaft ein Gemisch von vielen Stoffen. Viele Säuren, wie zum Beispiel die im Zitronensaft, wurden entdeckt, bevor es die Chemie als Wissenschaft gab, so wie wir sie heute kennen“, erläutert Robin. „Zu dieser Zeit wurden beispielsweise Essig und einige andere Stoffe aufgrund ihres sauren Geschmacks als Säuren bezeichnet. Heute werden in der Chemie natürlich keine Geschmacksproben mehr von Stoffen genommen, sondern Stoffe werden auf Grund gemeinsamer Eigenschaften zu Stoffklassen zusammengefasst. Heute weiß man außerdem, dass die Moleküle, aus denen Essig, Zitronensäure und Phosphorsäure bestehen, ähnlich aufgebaut sind.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Mit so einem Proton?“, fragt Deniz nach.

„Was ist denn dieses Proton?“, fragt Sascha dazwischen.

„Als **Protonen** werden Wasserstoffatome bezeichnet, die kein Elektron mehr besitzen“, erklärt Robin.

„Sind das diese  $H^+$ ?“, fragt Deniz nach.

„Genau. Ein Wasserstoffatom, das sein Elektron abgegeben hat, wird als Proton bezeichnet und dieses Proton ist positiv geladen“, setzt Robin an.





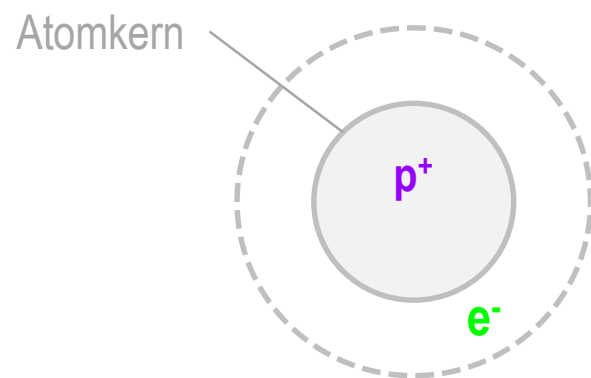
# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Also ein  $H^+$ ?“, fragt Deniz noch mal nach.

Robin nickt: „Ein Wasserstoffatom besteht aus einem **Proton**, das den Atomkern bildet, und einem **Elektron**. Protonen im Atomkern werden in der Chemie mit  $p^+$  abgekürzt. Das Elektron mit  $e^-$ .



Wasserstoffatom (H)

Bild 2: Aufbau eines Wasserstoffatoms



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Wenn das **Elektron** abgespalten wird, bleibt vom Wasserstoffatom nur das **Proton** übrig“, fährt Robin fort. „Daher werden Wasserstoff-Ionen meist auch nur als Protonen bezeichnet. Damit klar ist, dass das Proton aus einem Wasserstoffatom entstanden ist, schreibt man **H<sup>+</sup>**.“

„Weil H für Wasserstoff steht“, fügt Sascha hinzu.

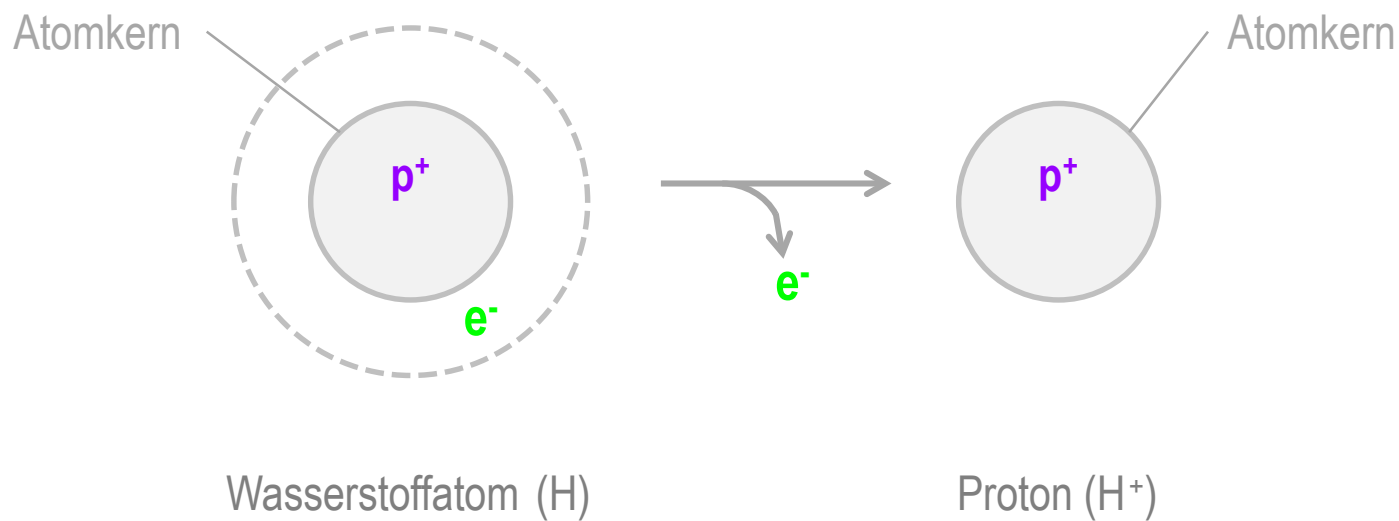


Bild 3: Elektronenabgabe eines Wasserstoffatoms



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Jedes Säuremolekül verfügt über mindestens ein **polar gebundenes Wasserstoffatom**“, fährt Robin fort.

„Was war noch mal *polar gebunden*?“, fragt Sascha nach.

„Das ist das mit der **Elektronegativitätsdifferenz**“, weiß Pascal, „Wenn das eine Atom eine höhere **Elektronegativität** hat als das andere. Das mussten wir bei Herrn Müller-Trosdorf letz- tens doch immer ausrechnen.“

„Ach ja, stimmt!“, erinnert Sascha sich. „Elektronegativität bezeichnet, wie stark ein Atom die Bindungselektronen zu sich ziehen kann, oder?“

Pascal nickt.

„Und wenn da eine große Elektronegativitätsdifferenz ist, dann bedeutet das, dass ein Atom die Bindungselektronen stärker zu sich zieht als das andere Atom“, fügt Deniz hinzu. „Ein bis- schen wie Tauziehen. Der eine ist halt stärker. Das elektronegativere Atom zieht die Bindungs- elektronen weiter zu sich, und wenn die Elektronen dichter bei dem einen Atom sind als bei dem anderen, nennt man das polare Bindung.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„So eine polare Atombindung hat man zum Beispiel in einem Molekül, das aus einem Fluor- und einem Wasserstoffatom besteht“, fügt Robin hinzu. „ $p^+$  steht wieder für die **Protonen** im Kern, und  $e^-$  für die **Elektronen**.  $n^0$  steht für die **Neutronen**. Neutronen sind Kernbausteine, die für uns hier aber nicht von Interesse sind, da wir uns ja nur für die Verteilung der Bindungselektronen zwischen Fluoratom und Wasserstoffatom interessieren. Weil für uns eben nur die Bindungselektronen zwischen Fluoratom und Wasserstoffatom interessant sind, fasse ich den Atomkern und die innen liegende Schale des Fluoratoms als Atomrumpf zusammen.

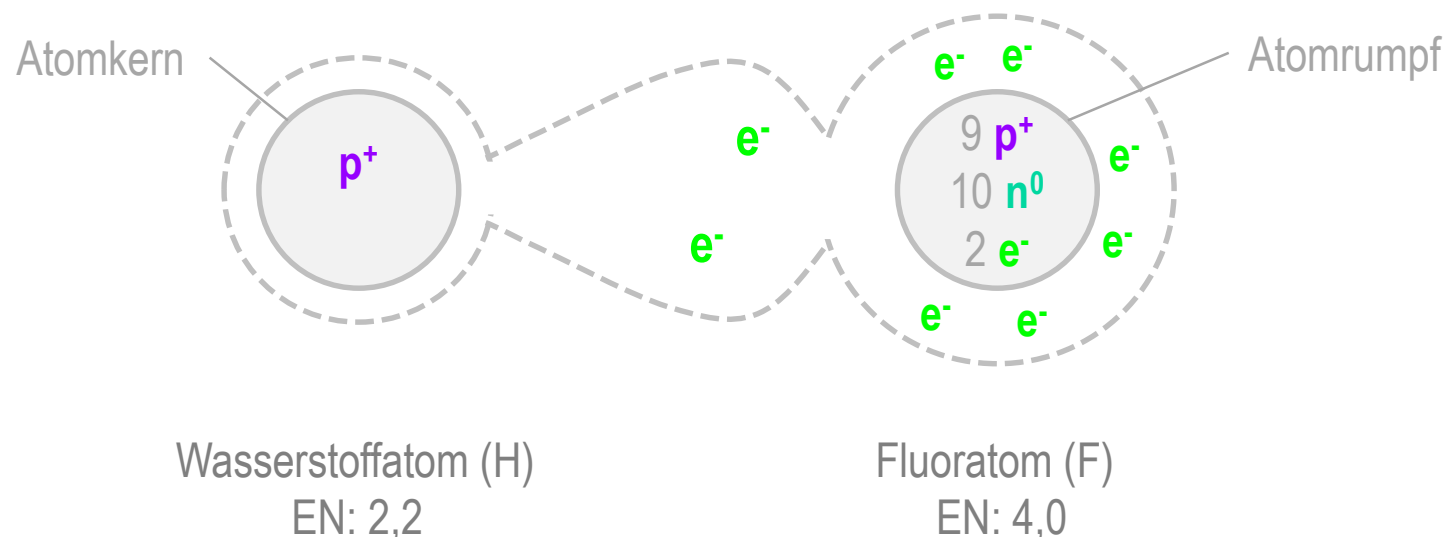


Bild 4: Elektronenverteilung einer polaren Atombindung



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Das Fluoratom ist wesentlich elektronegativer als das Wasserstoffatom, das könnt ihr an dem höheren Elektronegativitätswert, der hier mit **EN** abgekürzt ist, erkennen“, fährt Robin fort. „Daher halten sich die **Bindungselektronen** deutlich näher am Fluoratomrumpf auf als am Wasserstoffatomkern.“

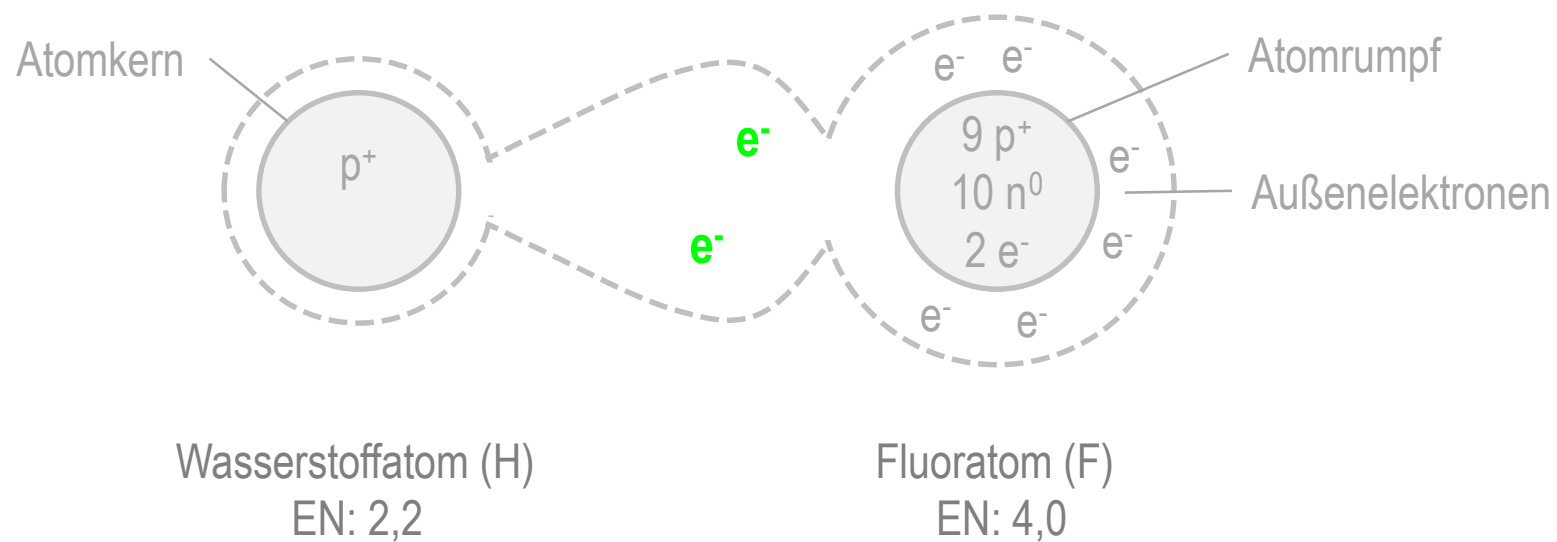


Bild 5: Elektronenverteilung einer polaren Atombindung



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Ach ja!“, erinnert Pascal sich. „Ab einer Elektronegativitätsdifferenz von 0,5 ist eine Bindung polar, sagt Herr Müller-Trosdorf immer.“

„Obwohl das Chemiebuch was anderes sagt“, berichtet Sascha.

„Die Grenze von 0,5 hat Herr Müller-Trosdorf bestimmt genannt, um für euch die Entscheidung einfacher zu machen, ob eine Bindung polar ist oder nicht. Es ist also eher eine Art Faustregel“, erläutert Robin. „Denn eigentlich sind auch Bindungen mit einer Elektronegativitätsdifferenz zwischen 0,1 und 0,4 polar. Sie sind aber nur schwach polar im Vergleich zu Bindungen mit einer höheren Elektronegativitätsdifferenz. Bindungen, die nur schwach polar sind, sind für Chemiker aber oft nicht so interessant, daher werden sie häufig wie unpolare Bindungen betrachtet.“

„Ok“, stimmt Sascha zu.





# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Ein Phosphorsäuremolekül, wie es in eurer Cola enthalten ist, sieht so aus“, erklärt Robin und zeichnet dabei auf einen kleinen Block, den er aus seiner Tasche geholt hat.

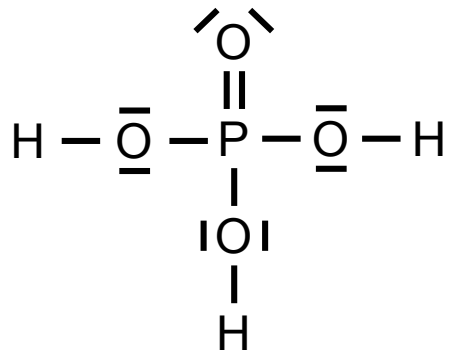


Bild 6: Strukturformel des Phosphorsäuremoleküls

„Das P ist Phosphor, oder?“, fragt Sascha.

„Das P steht für ein Phosphoratom“, korrigiert Robin ihn.

„Und das O steht für ein Sauerstoffatom!“, ergänzt Pascal. „Und H ist Wasser.“

„H steht für ein Wasserstoffatom!“, korrigiert Deniz ihn.

„Ach ja“, stimmt Pascal zu.



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Schaut doch mal, ob ihr mithilfe von Herrn Müller-Trosdorfs Faustregel im Phosphorsäuremolekül polare Atombindungen finden könnt“, fordert Robin sie auf. „Weil ihr die Elektronegativitätswerte der Atome ja vermutlich nicht auswendig kennt, schreibe ich sie direkt dazu.“

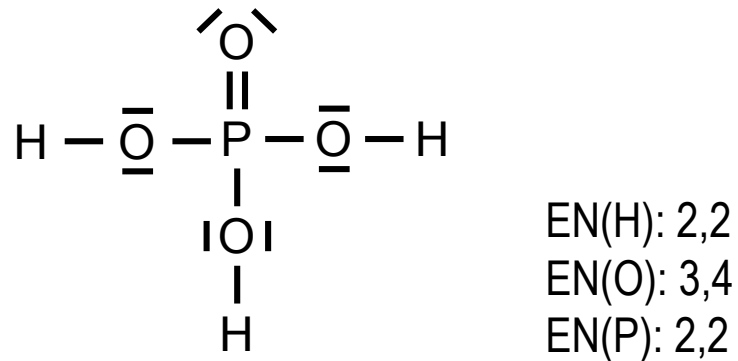


Bild 7: Strukturformel des Phosphorsäuremoleküls mit Elektronegativitätswerten

**Ermittle, welche Bindungen zu Wasserstoffatomen im Phosphorsäuremolekül polar sind, und erkläre, wie du zu dieser Einschätzung gekommen bist, bevor du weiter liest.**





# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Hm, wenn man die Elektronegativitätsdifferenzen ausrechnet, ist das für O und P ...“, setzt Sascha an.

„Es geht doch um die Hs!“, erinnert Deniz ihn.

„Ach ja“, erinnert Sascha sich, „Ok, dann ist die Differenz ... eh ... 1,2 ... , weil 3,4 minus 2,2 gleich 1,2 ist ... Also sind die Hs mit den Os polar gebunden.“

„Die *Wasserstoffatome* sind polar an die *Sauerstoffatome* gebunden“, korrigiert Robin ihn.

„Ja“, stimmt Sascha widerstrebend zu, „mein' ich doch! Die Wasserstoff- und die Sauerstoffatome sind polar gebunden. ... sogar ganz schön dolle, weil 1,2 ja viel mehr ist als Herrn Müller-Trosdorfs Grenze von 0,5.“

$$\Delta EN(O,H): 3,4 - 2,2 = 1,2 \rightarrow \text{polare Atombindung}$$

.....  
*Bild 8: Berechnung der Elektronegativitätsdifferenzen*



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)

„Wenn die Atome polar gebunden sind, dann malt man da so ein Dreieck“, erinnert Deniz sich, „Um zu zeigen, dass die Bindung polar ist und die Bindungselektronen stärker vom Sauerstoffatom angezogen werden als vom Wasserstoffatom. Ich zeichne das mal ein.“

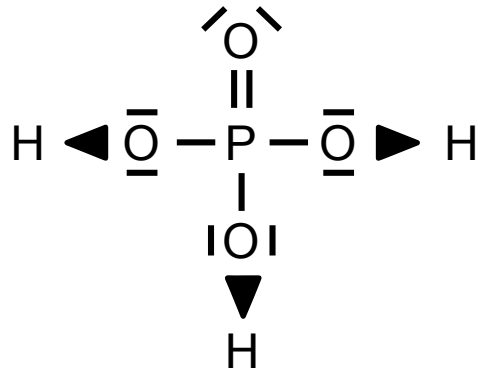


Bild 9: polare Bindungen zwischen Sauerstoff- und Wasserstoffatomen im Phosphorsäuremolekül

„Dann sind die drei Wasserstoffatome ja alle drei polar gebunden“, stellt Pascal fest.



# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Genau“, bestätigt Robin. „Alle drei Wasserstoffatome sind mit polaren Atombindungen in dem Molekül gebunden. Daher können auch alle drei Wasserstoffatome als Protonen abgespalten werden. Chemiker bezeichnen diesen Vorgang, bei dem das Wasserstoffatom als Proton vom Molekül abgespalten wird, als **Dissoziation**.

„Also wird das polar gebundene Wasserstoffatom ohne Elektron – also als  $H^+$  – vom Molekül abgespalten“, überlegt Pascal.



# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Robin nickt und fährt fort: „Die Bindungselektronen bleiben nach der Dissoziation beim Sauerstoffatom zurück. Der sogenannte **Säurerest** verfügt dadurch für jedes abgespaltene Proton über ein zusätzliches Elektron und ist daher ein **Anion**.“

„Also hat das Sauerstoffatom, an dem das Wasserstoffatom im Phosphorsäuremolekül hing, nach der Dissoziation das Elektron, das vorher dem Wasserstoffatom gehört hat?“, fragt Sascha nach.





# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Ja“, bestätigt Robin. „Die Elektronen, die die polare Atombindung zwischen Wasserstoffatom und Sauerstoffatom gebildet haben, entfernen sich während der Dissoziation vom Wasserstoffatom, das dadurch zum Proton wird, und rücken noch näher an das Sauerstoffatom heran“, erklärt Robin. „Irgendwann verliert das Wasserstoffatom dann die Verbindung zum Molekül. Ich zeichne euch die Gleichung für die Dissoziation hier mal beispielhaft für ein polar gebundenes Wasserstoffatom des Phosphorsäuremoleküls auf.“

Die **gestrichelte grüne Linie** soll zeigen, dass ein Proton vom Molekül abgespalten wird, der **grüne Pfeil** zeigt, zu welchem Atom die Bindungselektronen nach der Dissoziation gehören. Weil die Dissoziation meist in wässriger Lösung stattfindet, steht über dem Reaktionspfeil *in Wasser*.“

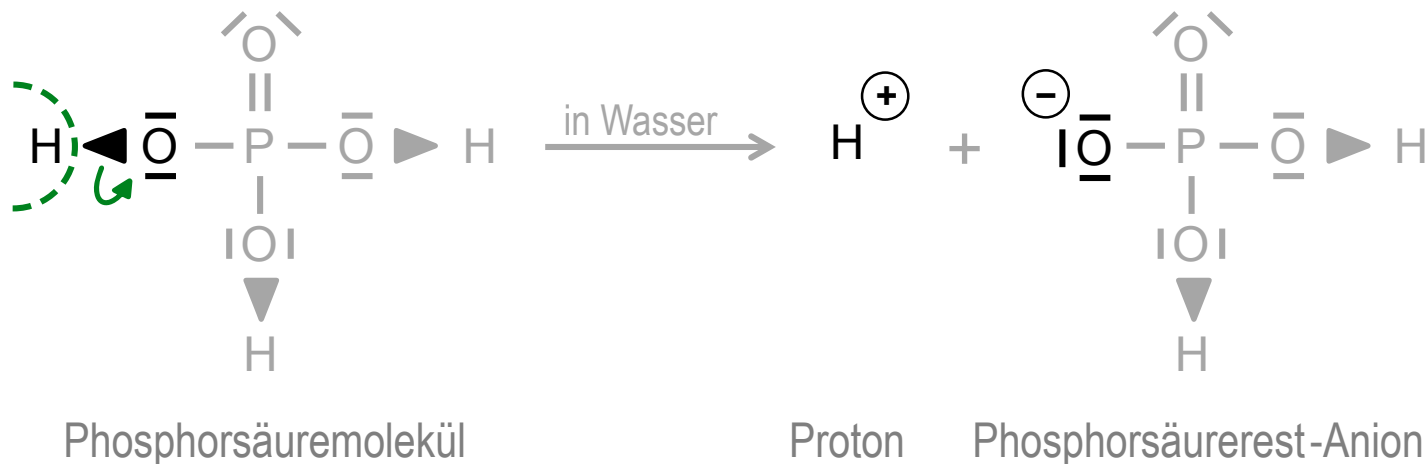


Bild 10: Dissoziation eines Protons aus einem Phosphorsäuremolekül



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Also ist Dissoziation, wenn aus einem Säuremolekül die Protonen abgespalten werden?“, fragt Pascal nach.

„Das ist *ein* Beispiel für eine Dissoziation“, korrigiert Robin. „Es gibt noch andere Fälle, in denen man auch von Dissoziation spricht, aber die sind für uns jetzt nicht so wichtig.“

„Ok. Und wenn jetzt da noch ein zweites Proton abgeht, ist das auch eine Dissoziation?“, fragt Pascal trotzdem noch mal nach.

„Genau“, bestätigt Robin. „Versuch doch mal die Gleichung dafür aufzustellen.“

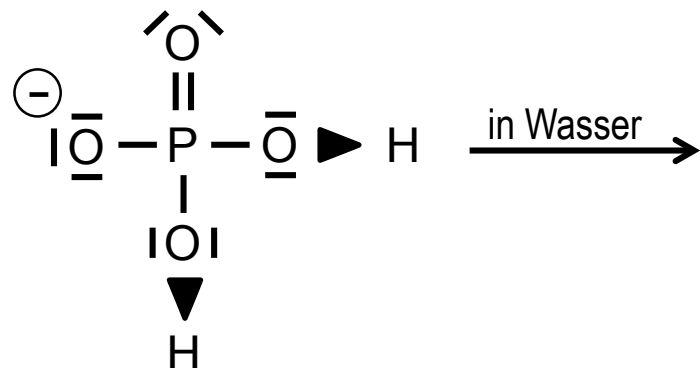
Pascal lässt sich von Robin Block und Stift geben.

„Denk' aber daran, dass du nicht mehr von einem vollständigen Phosphorsäuremolekül ausgehst, sondern von einem Säurerest, der bereits ein Proton abgegeben hat.“

„Also einem Phosphorsäurerest-Anion“, sagt Sascha.



**Ergänze die Gleichung und stelle die Dissoziation eines weiteren Protons dar, bevor du weiter liest.**



Phosphorsäurerest-Anion



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„So?“, fragt Pascal und präsentiert den anderen sein Ergebnis.

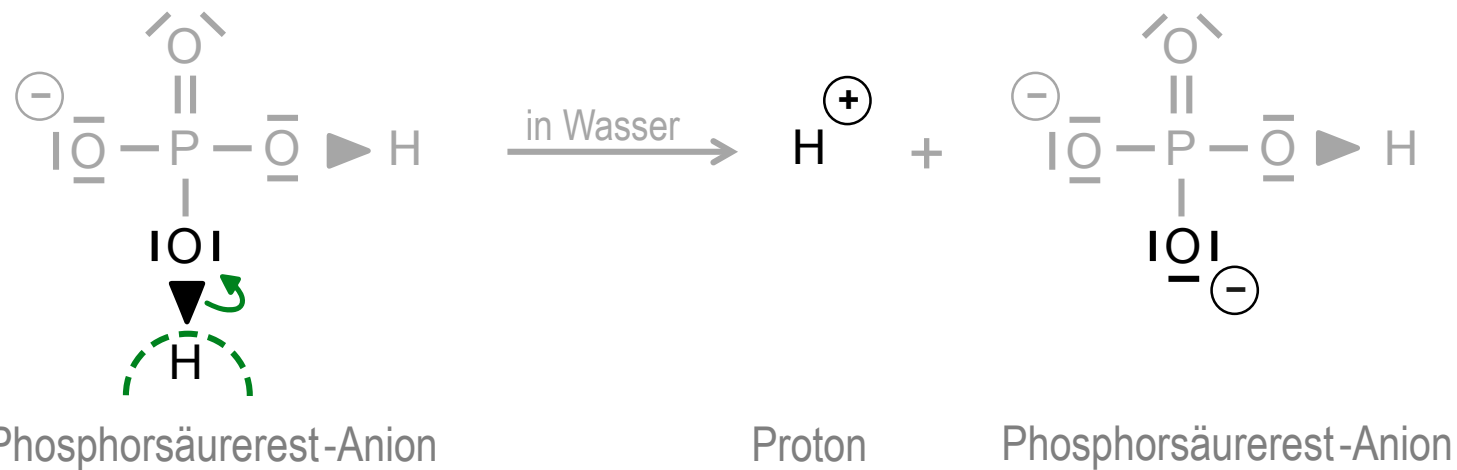


Bild 11: Dissoziation eines zweiten Protons

„Korrekt“, ruft Sascha. Robin nickt.

„Das Wasserstoffatom wurde als Proton abgespalten und ist jetzt also positiv geladen. Die Bindungselektronen sind beim Phosphorsäurerest-Anion geblieben, daher ist das jetzt an dieser Stelle auch noch negativ geladen“, kontrolliert Deniz. „... und alles andere ist unverändert.“

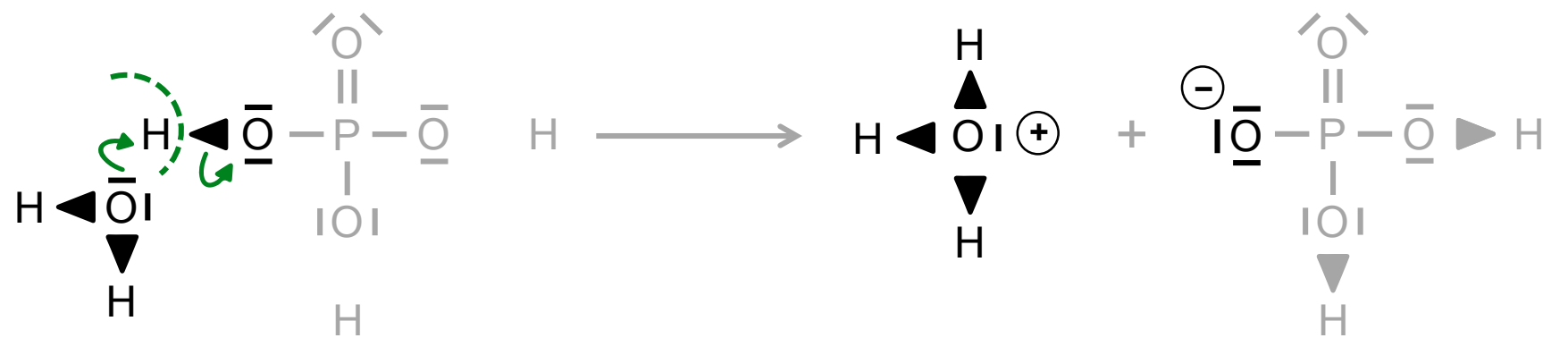


# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Die Dissoziation von Säuren findet in der Regel dann statt, wenn sie gelöst werden, zum Beispiel in Wasser“, erklärt Robin. „Wenn die Säuremoleküle von Wassermolekülen umgeben sind, lösen sich die Protonen leichter vom Säurerestmolekül und verbinden sich mit den Wassermolekülen. Die **Protonen** werden also nicht einfach vom Säuremolekül abgespalten, so wie wir es gerade vereinfacht dargestellt haben, sondern sie werden beim Lösen auf ein Wassermolekül **übertragen**. Der **grüne Pfeil**, der vom freien Elektronenpaar des Wassermoleküls zum Wasserstoffatom des Phosphorsäuremoleküls zeigt, deutet an, dass das Wassermolekül mit einem seiner freien Elektronenpaare das Proton bindet.“



Wassermolekül    Phosphorsäuremolekül

Phosphorsäurerest-Anion

Bild 12: Protonenübertragung



# SÄUREN → COLA

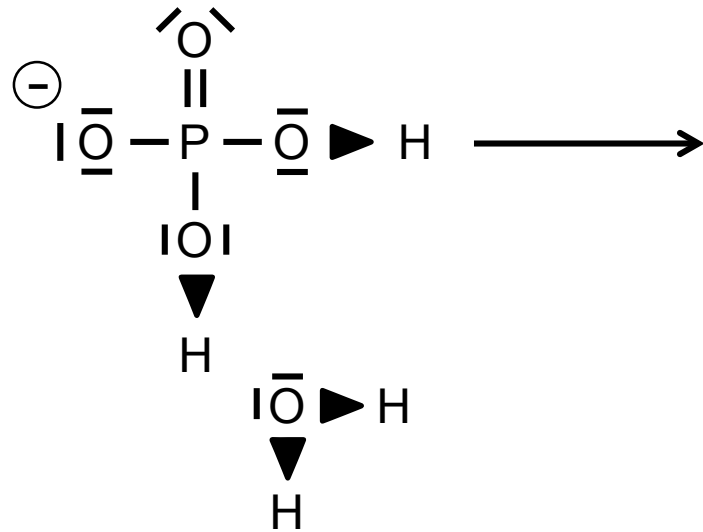
## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Und wenn noch ein zweites Proton auf ein zweites Wassermolekül übertragen wird, sieht das so aus?“, fragt Pascal und beginnt zu zeichnen.

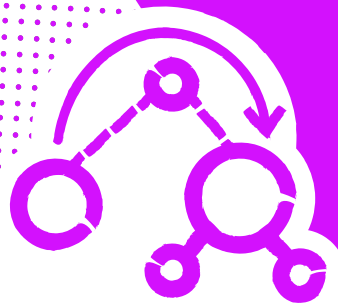


**Ergänze die Gleichung und stelle die Protonenübertragung eines weiteren polar gebundenen Wasserstoffatoms des Phosphorsäurerest-Anions auf ein weiteres Wassermolekül dar, bevor du weiter liest.**



Phosphorsäurerest-Anion

Wassermolekül

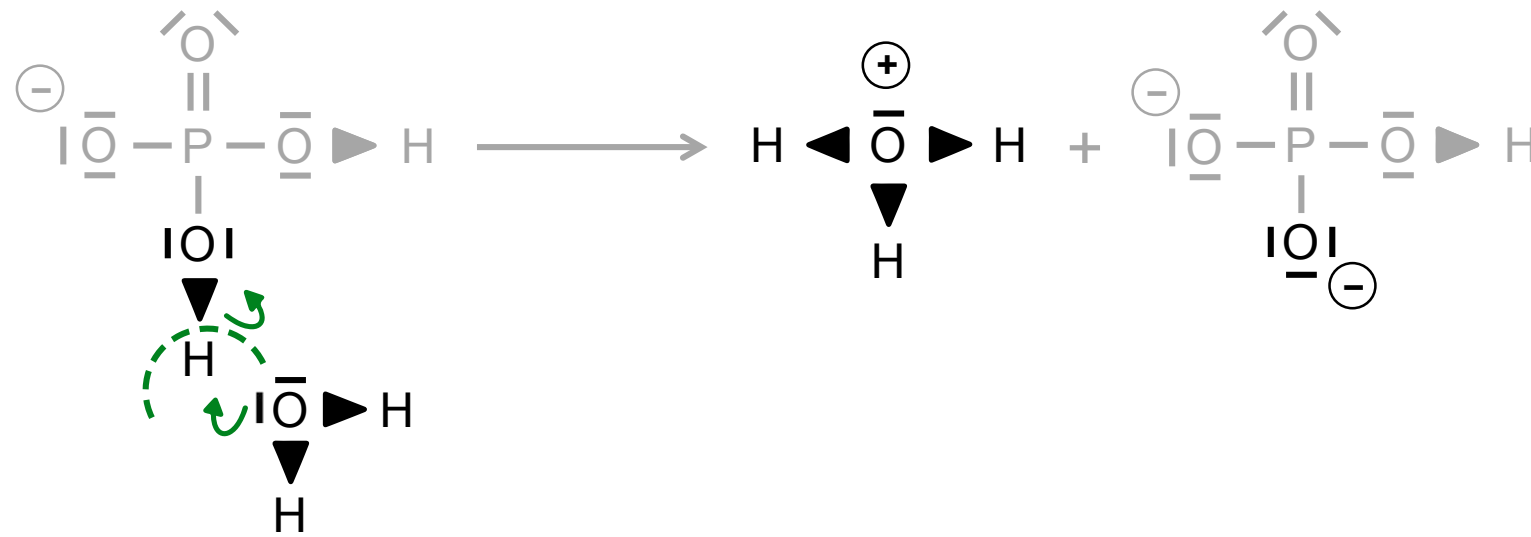


# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Als Pascal zu Ende gezeichnet hat, präsentiert er den anderen sein Ergebnis.



Phosphorsäurerest-Anion

Wassermolekül

Phosphorsäurerest-Anion

Bild 13: Protonenübertragung

„Genau“, bestätigt Robin. „Das Wassermolekül stellt sein freies Elektronenpaar für eine Bindung mit dem polar gebundenen Wasserstoffatom des Phosphorsäurerest-Anions zur Verfügung.“



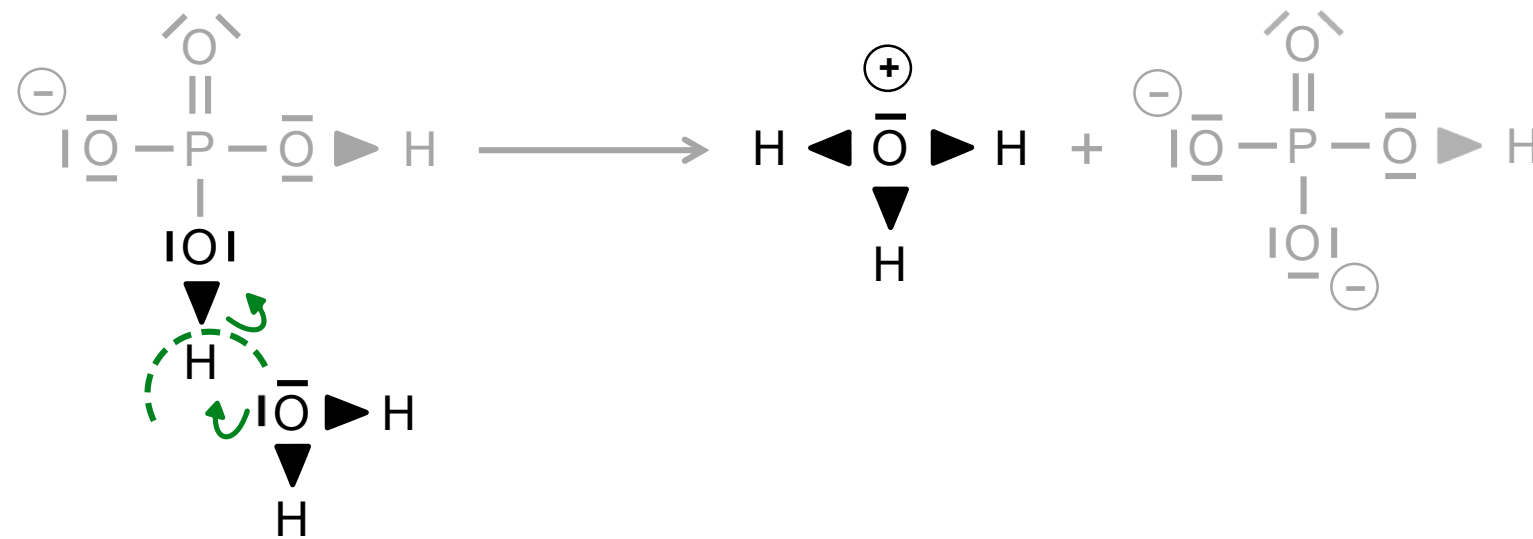


# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Das Molekül, das aus einem Proton und einem Wassermolekül entsteht, wird **Oxonium-Ion** genannt“, fährt Robin fort.



Phosphorsäurerest-Anion

Wassermolekül

Oxonium-Ion

Phosphorsäurerest-Anion

Bild 14: Bildung des Oxonium-Ions durch Dissoziation des Phosphorsäurerest-Anions in Wasser



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)

„Also ist so ein Oxonium-Ion ein Wassermolekül, das ein Wasserstoffatom zu viel hat?“, fragt Sascha nach.

„Nee!“, meint Deniz sofort. „Das Wassermolekül nimmt doch ein Proton, also ein  $H^+$  auf.“

„Dann ist ein Oxonium-Ion ein Wassermolekül, das ein zusätzliches Proton bindet?“, versucht Sascha es zum zweiten Mal.

Deniz und Pascal nicken.

„Deswegen ist es ja auch positiv geladen“, sagt Pascal.



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)

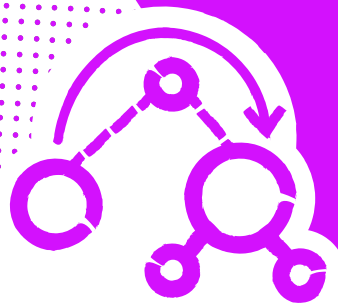
„Aber warum sollte denn das Sauerstoffatom vom Wassermolekül seine Elektronen mit dem Proton teilen, wenn das Sauerstoffatom im Phosphorsäuremolekül das nicht macht?“, will Sascha wissen. „Ich mein', die sind doch beide Sauerstoffatome.“

„Da hast du recht“, bestätigt Robin. „Das Sauerstoffatom im Wassermolekül hat die gleiche Elektronegativität wie das Sauerstoffatom im Phosphorsäuremolekül, es teilt seine Elektronen also auch nicht gerecht mit dem Proton, wie ihr an den eingezeichneten polaren Atombindungen erkennen könnt. Das heißt, dass dieses Proton jederzeit wieder von diesem Wassermolekül auf ein anderes übertragen werden kann.“

„Kann das Proton auch wieder an das Sauerstoffatom von der Phosphorsäure übertragen werden?“, hakt Sascha nach.

„Grundsätzlich ist das möglich“, räumt Robin ein. „Da sich in der Lösung aber viel mehr Wassermoleküle befinden als Säuremoleküle, trifft das Proton häufiger auf Wassermoleküle als auf Phosphorsäuremoleküle“, erläutert Robin, „und deswegen werden auch häufiger Protonen auf Wassermoleküle übertragen als auf Phosphorsäurerest-Anionen.“

„Aha“, macht Sascha.



# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Und das mit den Protonen ... diese Dissoziation ... machen alle Säuren?“, fragt Pascal noch mal nach.

„Fast“, bestätigt Robin. „Die Säuren, die du aus Glasflaschen im Chemieraum kennst, verfügen alle über mindestens ein polar gebundenes Wasserstoffatom, das als Proton abgespalten werden kann. Dies geschieht meist dann, wenn Säuren gelöst werden. Das Proton wird dann vom Säuremolekül auf ein Wassermolekül übertragen, so dass ein Oxonium-Ion und das Säurerest-Anion entstehen.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



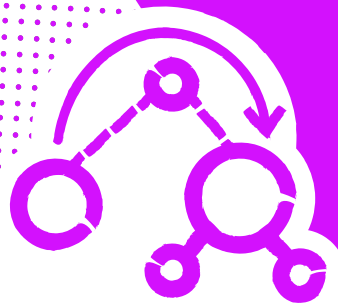
Durch die Protonenübertragung auf die Wassermoleküle entsteht dann eine **saure Lösung**“, fährt Robin fort.

„Dann sind Säuren also Stoffe, die Protonen abgeben können ...“, überlegt Sascha.

„Säuren sind Stoffe, *deren Moleküle* Protonen abspalten können“, korrigiert Robin.

„ ... und dadurch saure Lösungen bilden“, fügt Deniz hinzu.

„Genau“, bestätigt Robin.



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Und das ist nicht gefährlich?“, fragt Pascal. „Oder doch?“

„Nicht jede saure Lösung ist gefährlich“, beruhigt Robin ihn. „Lösungen, die sehr wenige Oxonium-Ionen enthalten, stellen für unseren Körper gar kein Problem dar. Es ist sogar normal, dass Wasser auch ein paar Oxonium-Ionen enthält. Das schadet dir nicht, wenn du es auf die Haut bekommst oder trinkst. Problematisch sind Lösungen, die sehr sehr viele Oxonium-Ionen enthalten. Diese Lösungen darf man nicht auf die Haut auftragen oder trinken, weil sie das Gewebe zerstören können“, erklärt Robin weiter.



# SÄUREN → COLA

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Und was ist jetzt mit der Phosphorsäure in der Cola?!“, unterbricht Sascha ihn.

„Ja man, ist das gefährlich oder nicht?!“, fragt auch Pascal nach.

„Die Cola enthält durch die Phosphorsäure sozusagen mittelviele Oxonium-Ionen“, antwortet Robin. „Wenn du gelegentlich Cola trinkst oder Cola auf die Haut bekommst, passiert dir nichts. Wenn du aber stundenlang in Cola badest, täglich Cola trinkst oder die Cola sehr sehr lange im Mund behältst, ist das nicht gut für deine Haut und deine Zähne, weil sie von der Säure geschädigt werden können.“

„Aha“, sagt Pascal.

Sascha grummelt noch: „Dann hat meine Mutter ja doch recht.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



„Und warum ist die Phosphorsäure in der Cola drin?“, fragt Deniz, „Es wäre doch viel besser, wenn die nicht drin wäre ... “

„So ganz genau weiß man nicht, warum die Hersteller der Cola Phosphorsäure verwenden. Vermutlich trägt die Phosphorsäure zum Geschmack der Cola bei. Ohne Säure würde die Cola nicht so schmecken, wie du es gewohnt bist. In der Lebensmittelindustrie werden häufig Säuren genutzt, um Lebensmitteln einen bestimmten Geschmack zu verleihen. Die meisten Limonaden würden ohne die Säuren, die sie enthalten, einfach nur wie Zuckerwasser schmecken. Erst durch die Säuren ist es möglich ihnen einen süßen aber gleichzeitig auch fruchtigen Geschmack zu verleihen.“

„Hm“, macht Deniz und wirft noch einen misstrauischen Blick auf seine Cola Flasche, bevor die drei sich bei Robin bedanken und zu ihren Handtüchern zurück schlendern.





# TESTE DEIN WISSEN

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



Erkläre die folgenden Begriffe kurz in eigenen Worten, bevor du weiter liest:

1) Säuren

4) Elektronegativitätsdifferenz

2) Protonen

5) polar gebundene Wasserstoffatome

3) Elektronegativität

6) Dissoziation





# TESTE DEIN WISSEN

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



7) Säurerest-Anion

Blank area for writing the answer to question 7.

9) Oxonium-Ion

Blank area for writing the answer to question 9.

8) Protonenübertragung

Blank area for writing the answer to question 8.

10) saure Lösungen

Blank area for writing the answer to question 10.





# TESTE DEIN WISSEN

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



- 1) Säuren:**  
Stoffe, deren Moleküle über mindestens ein polar gebundenes Wasserstoffatom verfügen, das beispielsweise auf ein Wassermolekül übertragen wird.
- 2) Protonen:**  
Wasserstoff-Ionen, die entstehen, wenn Wasserstoffatome ein Elektron abgeben. Sie werden daher mit  $H^+$  abgekürzt.
- 3) Elektronegativität:**  
Fähigkeit eines Atoms Bindungselektronen anzuziehen. Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in ihrer Elektronegativität.
- 4) Elektronegativitätsdifferenz:**  
Tritt auf, wenn sich die beiden, an einer Elektronenpaarbindung beteiligten Atome in ihrer Elektronegativität unterscheiden.
- 5) polar gebundene Wasserstoffatome:**  
Wenn die Bindungselektronen zwischen einem Wasserstoffatom und einem elektropositiveren Atom deutlich zu dem elektropositiveren Atom hin verschoben sind, wird die Bindung zum Wasserstoffatom als polar bezeichnet. Solche polaren Bindungen können durch ein Dreieck dargestellt werden, dessen Spitze zum weniger elektropositiven Bindungspartner hindeutet. Viele Säuremoleküle enthalten mindestens ein polar gebundenes Wasserstoffatom.
- 6) Dissoziation:**  
Die Abspaltung eines polar gebundenen Wasserstoffatoms aus einem Säuremolekül als Proton ist ein Beispiel für eine Dissoziation.





# TESTE DEIN WISSEN

TEIL I: Saure Lösungen (Cola)



## 7) Säurerest-Anion:

Rest des Säuremoleküls, das nach der Dissoziation übrig bleibt. Säurerest-Anionen sind negativ geladen, da sie an der Stelle, an der zuvor das Wasserstoffatom gebunden war, über ein überzähliges Elektron verfügen, das sich in einem freien Elektronenpaar befindet.

## 8) Protonenübertragung:

Reaktion, die zwischen Säuremolekülen und Wassermolekülen stattfinden kann: Wassermoleküle können mit einem ihrer freien Elektronenpaare ein polar gebundenes Wasserstoffatom eines Säuremoleküls anziehen, so dass das polar gebundene Wasserstoffatom als Proton vom Säuremolekül auf das Wassermolekül übertragen wird. Dabei entsteht aus dem Proton und dem Wasserstoffatom ein Oxonium-Ion.

## 9) Oxonium-Ion:

Positiv geladenes Molekülion, das aus der Verbindung eines Wassermoleküls mit einem Proton entsteht. Es wird mit  $\text{H}_3\text{O}^+$  abgekürzt.

## 10) saure Lösungen:

Entstehen beispielsweise, wenn Säuren in Wasser gelöst werden, weil Säuremoleküle, wie beispielsweise Phosphorsäure, polar gebundene Wasserstoffatome abspalten. Saure Lösungen enthalten Oxonium-Ionen.

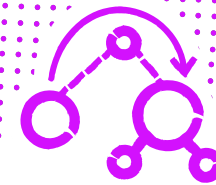


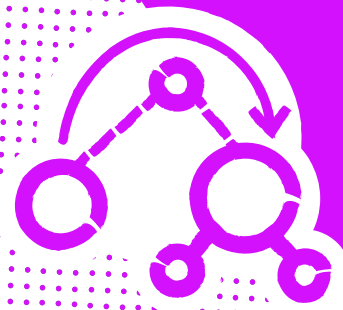


## SUPER, DAS WAR TEIL I

Zum nächsten Teil:

- » **TEIL II:** pH-Wert (Cola) .....
- » **TEIL III:** Neutralisation (Cola) .....





# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)

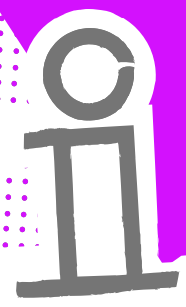


## Das erwartet dich hier

Mithilfe des folgenden Textes wiederholst du, welche Bedeutung die Elektronegativität für die Dissoziation von Säuremolekülen hat. Du wiederholst auch, wie polar gebundene Wasserstoffatome als Protonen von Säuremolekülen auf Wassermoleküle übertragen werden, so dass aus einem Proton und einem Wassermolekül ein Oxonium-Ion entsteht. Lösungen, die Oxonium-Ionen und Säurerest-Anionen enthalten, werden als saure Lösungen bezeichnet.

Außerdem lernst du, dass der pH-Wert die Protonenkonzentration in einer Lösung angibt. Die Protonenkonzentration sagt aus, welche Menge Protonen sich in einer bestimmten Flüssigkeitsmenge befinden. Je höher die Protonenkonzentration einer Lösung ist, desto niedriger ist ihr pH-Wert. Wasser hat einen pH-Wert von 7 (neutral). Saure Lösungen weisen daher pH-Werte von 0 bis 6 auf (sauer).





# EINFÜHRUNG

BEVOR DU LOSLEGST, BITTE LESEN

TEIL II: pH-Wert (Cola)



## Zur Arbeit mit dem Material

Es ist wichtig, dass du dir den folgenden Text aufmerksam durchliest, so dass du möglichst viel lernst. Wenn du zwischendurch zurückblättern möchtest, um etwas noch einmal nachzuschauen oder eine Textstelle noch einmal zu lesen, kannst du dies jederzeit machen.

Der Text besteht aus Abschnitten. Um erfolgreich mit dem Text lernen zu können, solltest du dir am Ende jedes Abschnitts überlegen:

1. Was habe ich in diesem Abschnitt Neues erfahren?
2. Wie passt das, was ich neu erfahren habe, zu dem, was ich vorher schon wusste oder bereits gelesen habe?
3. Welche Fragen habe ich noch?

Lies erst danach den nächsten Abschnitt.



# EINFÜHRUNG

BEVOR DU LOSLEGST, BITTE LESEN

TEIL II: pH-Wert (Cola)



## Zum Aufbau des Materials

Am Ende einiger Abschnitte wirst du kleine Aufgaben finden. Schätze zunächst wieder ein, ob du den vorangegangenen Abschnitt verstanden hast und bearbeite danach die Aufgabe. Blättere um, wenn du die Aufgabe so gut wie möglich bearbeitet hast.



Einige Aufgaben kannst du direkt am Bildschirm bearbeiten und deine Lösungen abspeichern. Dieses Symbol verdeutlicht dir, dass du die Lösung direkt in das pdf in das vorgesehene Kästchen schreiben und abspeichern kannst.



Du kannst dir aber auch natürlich einen normalen Schreibblock und einen Stift an die Seite legen und dort all das notieren, was für dein Lernen hilfreich ist. Dann kannst du auch solche Aufgaben bearbeiten, bei denen du etwas zeichnen musst.

Schreib dir am besten immer oben auf die Seite im Schreibblock, welchen Text du dort gerade bearbeitest.



Am Ende jedes Textes erwarten dich zusammenfassende Aufgaben, mit denen du überprüfen kannst, was du gelernt hast. Außerdem gibt es am Ende jedes Textes noch einmal eine Übersicht, in der die wichtigsten neuen Begriffe kurz erklärt werden. Diese Übersicht kannst du auch nutzen, um zu überprüfen, ob du die letzte Aufgabe richtig gelöst hast.





### Jetzt geht es los mit

#### TEIL II: pH-Wert (Cola)

Deniz und Pascal lassen sich tropfnass auf ihre Handtücher fallen. Sascha richtet erst mal seine Frisur. Nach ihrem Gespräch mit Robin waren die drei über eine Stunde lang am Becken mit dem Sprungturm. Immer wieder sind sie aus den verschiedenen Höhen ins Becken gesprungen. Pascal hat alle mit einem Kopfsprung vom drei-Meter-Brett beeindruckt. Da sich aber mittlerweile eine ganze Horde Fünftklässler am drei-Meter-Brett versammelt hat, die oben auf dem Brett immer ewig überlegen, ob sie wirklich springen oder doch lieber in einem unbeobachteten Moment wieder die Leiter runterklettern, haben Deniz und seine Freunde beschlossen eine Pause einzulegen.

Jetzt liegen sie auf ihren Handtüchern in der Sonne und sehen sich im Schwimmbad um. Ziemlich voll ist es geworden. Allerdings sieht Deniz kaum Jugendliche in ihrem Alter, sondern vor allem Familien mit deutlich jüngeren Kindern. Vielleicht sollten die drei morgen wirklich mal etwas anderes unternehmen ... Die einzigen in ihrem Alter, die Deniz entdecken kann, sind das Mädchen, das Sascha vorhin angesprochen hat, und ihre Freundin. Sie sitzen auf ihren Handtüchern, essen Süßigkeiten und lachen die ganze Zeit ... hoffentlich nicht immer noch über Saschas peinlichen Spruch.

Deniz nimmt erst mal einen Schluck Cola und überlegt, während er trinkt, was Robin ihm über die Cola und die darin enthaltene Phosphorsäure erzählt hat.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



Die Moleküle vieler Säuren verfügen über mindestens ein **polar gebundenes Wasserstoffatom**. Das heißt, dass die Bindung zu mindestens einem Wasserstoffatom sehr stark in Richtung des anderen Bindungspartners verschoben ist. Phosphorsäuremoleküle weisen sogar drei solcher polar gebundenen Wasserstoffatome auf. Wenn die **Säure** nun beispielweise in Wasser gelöst wird, können die polar gebundenen Wasserstoffatome der Säuremoleküle in Form von **Protonen** abgespalten werden. Diese Abspaltung der Protonen aus dem Molekül wird als **Dissoziation** bezeichnet. Die **Protonen** werden dabei auf Wassermoleküle **übertragen** und bilden mit den Wassermolekülen **Oxonium-Ionen**. Die saure Wirkung der Lösung ist auf diese Protonen zurückzuführen. Alle Stoffe, die in wässriger Lösung Protonen abspalten und dadurch **saure Lösungen** bilden, werden wegen dieser gemeinsamen Eigenschaft in der Stoffgruppe der Säuren zusammengefasst.



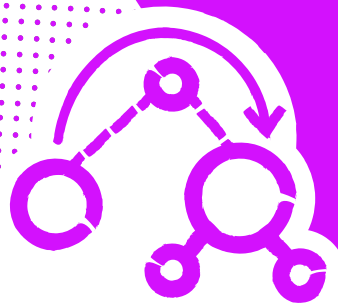
# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



Trotzdem schmeckt die Cola nicht sauer. Der Nachgeschmack ist sogar ziemlich süß. Vermutlich wegen des vielen Zuckers. Vielleicht sollte er in Zukunft doch lieber Wasser trinken, überlegt Deniz und nimmt dann trotzdem noch einen Schluck Cola. *Saure Lösung* ist wirklich eine merkwürdige Bezeichnung für etwas, das so süß schmeckt ... angeblich soll diese Lösung sogar relativ stark sauer sein ...

Aber woher will Robin das eigentlich wissen? Klar, er hat voll Ahnung von diesem Chemiekram, aber ... so richtig vorstellen kann Deniz sich das alles nicht, was Robin ihnen da vorhin erklärt hat. Vielleicht haben Pascal und Sascha ja mehr verstanden als er selbst.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)

„Ey Jungs, irgendwie check' ich das nicht mit diesen sauren Lösungen“, sagt Deniz.

Sascha hat schon wieder zu den Mädchen rüber gesehen und wirkt etwas verwirrt. Auch Pascal braucht einen Moment, bis er sich erinnert. „Wieso?“, fragt er dann. „Da sind diese Moleküle, die die Protonen abspalten, und die machen dann die Lösung sauer.“

„Ja, ich weiß“, sagt Deniz, „aber woher weiß man das?“

„Woher weiß man was?“, fragt Pascal.

„Woher weiß man das mit den Molekülen und den Protonen. Also, ich mein', wie soll man wissen, dass diese Protonen da drin sind und dass die Lösung deswegen jetzt sauer ist“, sagt Deniz und schüttelt dabei vielsagend seine Cola Flasche, „Man merkt da nämlich nix von beim Trinken. Es schmeckt gar nicht sauer, sondern süß. Wie will man da wissen, dass das eine saure Lösung ist?“

**Beschreibe selbst noch mal das Problem, das Deniz entdeckt hat, bevor du weiter liest.**





# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)

Sascha und Pascal sehen Deniz ratlos an. „Kein Plan, Alter“, sagt Sascha.

Pascal zuckt mit den Schultern. Nach einer Weile fragt er: „Sollen wir noch mal ...?“

„Yo, lass uns Robin fragen“, sagt Sascha und rappelt sich von seinem Handtuch auf.

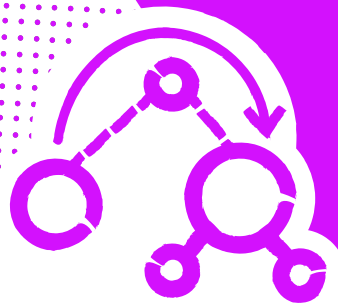
Robin steht immer noch am Rand des Nichtschwimmerbeckens und verbietet gerade zwei kleinen Jungs, mit Anlauf vom seitlichen Beckenrand ins Wasser zu springen.

„Ey Robin!“, ruft Pascal, um ihn auf sich und seine Freunde aufmerksam zu machen. Die beiden kleinen Jungs nutzen die Gelegenheit, um sich zu verdrücken. „Wir haben da noch mal 'ne Frage zu dieser Sache mit der Cola.“

„Also, du hast doch gesagt, dass diese Protonen die Lösung sauer machen“, setzt Deniz an.

Robin nickt.

„Aber, wie will man wissen, dass das so ist, wenn die Lösung gar nicht sauer schmeckt?“, fragt Deniz weiter.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Ich verstehe, was ihr meint“, antwortet Robin. „Aber wir hatten vorhin schon gesagt, dass Cola sehr viel Zucker enthält. Cola enthält also mindestens zwei Geschmackskomponenten: süß und sauer. Beim Trinken nimmst du vor allem den süßen Geschmack der Cola wahr, während die Säure lediglich dafür sorgt, dass die Cola irgendwie frisch und ... eben typisch nach Cola schmeckt“, setzt Robin an.

„Also würde Cola sauer schmecken, wenn da kein Zucker drin wäre?“, unterbricht Sascha ihn.

„Vermutlich ja. Unser Geschmackssinn nimmt wahr, ob besonders viele Protonen in einer Lösung sind oder nicht. Wenn viele Protonen enthalten sind, ruft dies die saure Geschmacksempfindung hervor.“

„Und wenn man nur Phosphorsäure ohne Zucker hat, kann man das schmecken ... also dass es sauer ist?“, fragt Sascha wieder nach.

„Wahrscheinlich könnte man es dann schmecken. Aber in der Chemie werden heute keine Geschmacksproben mehr genommen, daher ist der Geschmack von Stoffen nicht immer bekannt“, erklärt Robin.

„Aber woher weiß man denn dann, ob eine Lösung sauer ist oder nicht? Wenn man sie nicht trinken darf?“, fragt Pascal weiter.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Hä?! Wenn da Säuremoleküle drin sind, weißt du doch automatisch, dass die Lösung sauer ist“, protestiert Sascha.

„Das ist im Prinzip richtig. Es ist allerdings etwas schwieriger, wenn du eben nicht schon *vorher* weißt, was eine Lösung enthält. Viele Säuren bilden mit Wasser farblose Gemische. Das heißt, auf den ersten Blick kannst du so eine Lösung nicht von Wasser unterscheiden“, mischt Robin sich ein.

„Ja, und wie macht man das dann?“, fragt Sascha.

„Wie findet man raus, ob etwas einfach nur Wasser ist, oder ob es eine saure Lösung ist?“, fragt nun auch Deniz nach.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Eine Möglichkeit herauszufinden, ob eine Flüssigkeit mehr Protonen enthält als die Menge Protonen, die normalerweise im Wasser ist, besteht darin den **pH-Wert** zu messen“, erklärt Robin. „Mit speziellem Papier, sogenanntem pH-Papier, kann man den pH-Wert einer Lösung leicht bestimmen. Man muss lediglich einen Tropfen der Lösung auf das pH-Papier geben. Wenn die Flüssigkeit nur die Menge Protonen enthält, die auch normal in Wasser enthalten ist, färbt sich das pH-Papier grün. Eine solche Lösung bezeichnet man als **neutral**. Bei einer Lösung, in der mehr Protonen enthalten sind als in Wasser, färbt sich das pH-Papier gelb, orange oder rot. Je nachdem wie viele Protonen in der Lösung enthalten sind. Diese Lösungen werden als **sauer** bezeichnet.

Die Färbungen des pH-Papiers sehen etwa so aus.

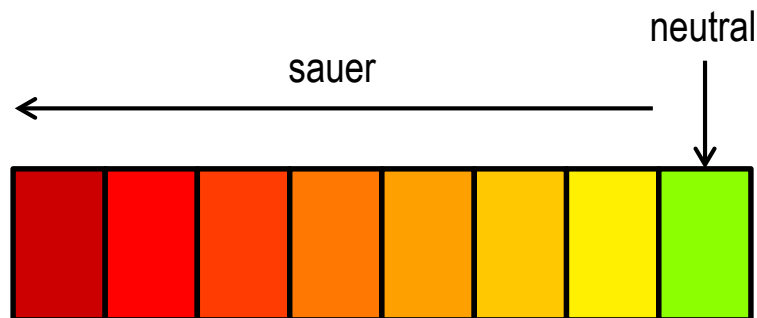


Bild 1: mögliche Färbungen von pH-Papier





# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



Neben der Farbskala gibt es auch noch Zahlenwerte für den pH-Wert“, fährt Robin fort. „Saure Lösungen haben einen pH-Wert zwischen 0 und 6. Neutrale Lösungen haben einen pH-Wert von 7.

Je niedriger der pH-Wert ist desto stärker sauer ist die Lösung.

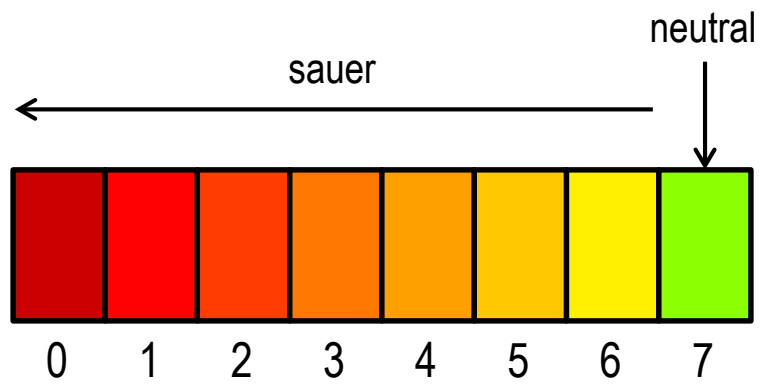


Bild 2: pH-Skala



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Also wenn das pH-Papier dunkelrot wird, ist das pH-Wert 0?“, fragt Deniz nach.

„Richtig“, bestätigt Robin.

„Und grün ist pH-Wert 7?“, fragt Pascal weiter.

„Genau.“

„Aha. Und rot, also pH 0, ist ganz sauer mit ganz vielen Protonen, orange ist so mittelsauer mit mittelvielen Protonen und grün ist nicht sauer, also neutral“, fasst Sascha noch mal zusammen.

„Im Prinzip stimmt das“, bestätigt Robin. „Eine Lösung mit einem sehr niedrigen pH-Wert enthält sehr viele Protonen und eine Lösung mit relativ hohem pH-Wert – zum Beispiel pH 6 – enthält vergleichsweise wenige Protonen.“



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



Allerdings reicht es nicht aus nur auf die Protonenanzahl in einer Flüssigkeit zu achten, sondern man muss immer auch die Flüssigkeitsmenge berücksichtigen, in der diese Protonen enthalten sind“, erläutert Robin.

„Wie jetzt?“, fragt Pascal dazwischen.

„Wie meinst du das mit der Protonenanzahl und der Flüssigkeitsmenge?“, fragt auch Deniz nach.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Stellt euch doch mal vor ihr habt eine Tüte Gummibärchen“, fordert Robin sie auf: „Solange die Gummibärchen in der Tüte sind, ist es ziemlich einfach in die Tüte zu greifen und dort ein Gummibärchen zu finden.“

Pascal, Sascha und Deniz sehen ein bisschen irritiert aus, nicken aber.

„Wenn ihr euch aber vorstellt, jemand hat alle Gummibärchen aus der Tüte in eurem Zimmer verteilt, dann wird es schon etwas schwieriger ein Gummibärchen zu finden, obwohl die Anzahl der Gummibärchen gleich geblieben ist“, erklärt Robin, „einfach weil der Raum, in dem sich die Gummibärchen verteilen, größer ist.“

Wenn ich die gleiche Anzahl Gummibärchen in einem noch größeren Raum – zum Beispiel im ganzen Haus – verteile, wird es noch schwieriger, sie zu finden.

Obwohl die Anzahl der Gummibärchen in allen drei Situationen gleich bleibt, macht es einen großen Unterschied wie groß der Raum ist, in dem sie sich verteilen“, erklärt Robin.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



Deniz und Pascal nicken. Sascha murmelt: „Meine Mutter macht immer schon Stress, wenn nur ein Gummibärchen runterfällt ... “

„Wenn ihr euch vorstellt, ihr werft nur einen kurzen Blick in das Zimmer oder das Haus mit den Gummibärchen“, erklärt Robin weiter. „Dann seht ihr vielleicht nur ein einziges Gummibärchen. Ihr könntet das Gefühl haben, dass so eine Gummibärchentüte *mehr* Gummibärchen enthält als das Haus. Aber eigentlich ist die Anzahl der Gummibärchen in allen drei Fällen gleich, nur der Raum, in dem sie sich verteilen, ist ein anderer.“



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Wenn wir uns fragen, wie viele Protonen in deiner Cola Flasche enthalten sind und wie viele Protonen im Schwimmerbecken enthalten sind, ist das so ähnlich wie mit den Gummibärchen in unserem Beispiel ... .“

**Nutze Robins Beispiel mit den Gummibärchen, um einzuschätzen, ob in Deniz' Cola oder im Wasser des Schwimmerbeckens mehr Protonen enthalten sind, bevor du weiter liest.**





# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Dann sind in der Cola mehr drin wegen der Phosphorsäure! Und im Schwimmerbecken ist ja nur Wasser drin!“, unterbricht Sascha.

„Das könnte man im ersten Moment denken“, korrigiert Robin, „Aber bei deiner Überlegung hast du nicht berücksichtigt, wie viel Flüssigkeit in der Cola Flasche und wie viel Flüssigkeit im Schwimmerbecken enthalten ist.“

Hier in Deniz' Flasche ist vielleicht noch ein halber Liter Cola enthalten. Im Schwimmerbecken sind etwa  $2300 \text{ m}^3$  Wasser enthalten. Das wären 2 300 000 Cola Flaschen ... .“

„Oha“, macht Pascal.

„Also unvorstellbar viel mehr Flüssigkeit als in meiner Cola Flasche“, überlegt Deniz.

„Aber, das ist doch eben nur Wasser!“, argumentiert Sascha weiter.

„Du hast recht das ist *nur* Wasser“, stimmt Robin zu, „aber auch in Wasser sind immer einige Protonen enthalten.“



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



Wenn ich das Wasser im Schwimmerbecken mit einem halben Liter Cola vergleiche, ist das ein bisschen wie in unserem Gummibärchen-Beispiel mit der Tüte und dem Haus.

Wenn die Gummibärchen alle in der Tüte sind, verteilen sie sich auf sehr kleinem Raum, so wie die Protonen in Deniz' Cola Flasche. Im Schwimmerbecken verhält es sich mit den Protonen eher so wie mit den Gummibärchen, die im ganzen Haus verteilt wurden ... .“

„Ah, ja klar!“, ruft Sascha. „Im ersten Moment denkt man, dass im Schwimmerbecken ja nur Wasser ist und deswegen da fast keine Protonen drin sind, aber man vergisst dabei, wie *übelst*-groß das Schwimmerbecken ist und wie viel Platz die Protonen haben, um sich zu verteilen ... .“





# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Richtig“, bestätigt Robin. „Wenn wir eine Flasche Wasser aus dem Schwimmerbecken abfüllen, enthält die natürlich deutlich weniger Protonen als Deniz’ Cola. Aber das Schwimmerbecken umfasst eben nicht nur so viel Flüssigkeit, wie in eine Flasche passt, sondern unglaublich viele ...“

„Und in dem vielen Wasser im Schwimmerbecken sind dann insgesamt vielleicht sogar mehr Protonen als in dem bisschen Cola in Deniz’ Flasche, weil das so unglaublich viel mehr Wasser ist“, überlegt Sascha weiter.

„Richtig“, bestätigt Robin. „Daher reicht es nicht aus, einfach nur zu sagen, dass eine Lösung viele, sehr viele oder wenige Protonen enthält. Weil eine Aussage über die Flüssigkeitsmenge, in der man die Menge Protonen findet, fehlt. Chemiker nutzen deswegen das Konzept der **Konzentration**.



Die Konzentration gibt an, wie viel von einem Stoff in einem bestimmten Flüssigkeitsvolumen enthalten ist“, fährt Robin fort. „Dargestellt wird die Konzentration durch diese Formel:

Konzentration —  $c = \frac{n}{V}$

Stoffmenge (n) —  
Volumen (V) —

.....  
*Bild 3: Konzentration*

Das kleine c steht für die Konzentration, das kleine n beschreibt die **Stoffmenge** und V das **Volumen der Flüssigkeit**“, erklärt Robin. „Normalerweise betrachten Chemiker immer die Menge eines Stoffes, die in einem Liter Flüssigkeit enthalten ist.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



Wenn wir also wieder die **Protonenkonzentration** in Cola und Schwimmerbecken vergleichen wollen, würden wir also gar nicht versuchen herauszufinden, wie viele Protonen im gesamten Schwimmerbecken verteilt sind, sondern nur eine Stichprobe entnehmen“, erklärt Robin weiter.

Wir könnten zum Beispiel einen Liter Cola mit einem Liter Wasser aus dem Schwimmerbecken vergleichen. Das heißt, wir müssten einen Liter Wasser aus dem Becken entnehmen und die Protonenkonzentration bestimmen und diese dann mit der Protonenkonzentration vergleichen, die ein Liter Cola enthält. Wenn wir das machen würden, dann würden wir feststellen, dass ein Liter Cola eine deutlich höhere Protonenkonzentration aufweist als ein Liter Wasser.“



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Und dieses pH-Papier, von dem du vorhin gesprochen hast, kann herausfinden, wie viele Protonen eine Lösung enthält?“, fragt Deniz.

„J-ein. Natürlich kann das pH-Papier nicht zählen, wie viele Protonen eine Lösung enthält. Der pH-Wert sagt aber etwas über die Protonenkonzentration in einer Lösung aus“, erklärt Robin.

„Protonenkonzentration?“, fragt Sascha.

**Erkläre, was die Protonenkonzentration aussagt, bevor du weiter liest.**



A large rectangular area with a dotted blue border, intended for a student's response to the question above.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Wie viele von den Protonen da drin sind halt!“, sagt Pascal.

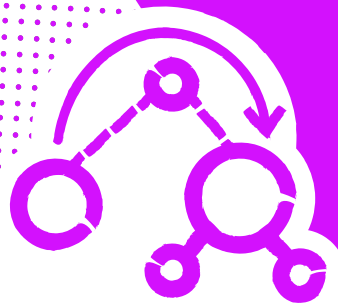
„Das ist, wie viele Protonen in einem Liter oder in einem Tropfen drin sind, glaub' ich“, sagt Deniz.

„Wenn ihr wieder an unser Gummibärchenbeispiel denkt“, sagt Robin, „und euch vorstellt ihr sollt eine Aussage über die Gummibärchenkonzentration machen, dann würden wir nicht stundenlang unterm Bett und hinter den Schränken suchen, ob da noch weitere Gummibärchen versteckt sind, sondern lediglich eine bestimmte Stelle im Haus betrachten – zum Beispiel den Küchentisch – und dann eine Aussage über die Konzentration der Gummibärchen in dieser Stichprobe machen.“

Entweder liegt auf dem Küchentisch die ganze Gummibärchentüte, dann haben wir eine hohe Gummibärchenkonzentration, oder aber dort liegt nur ein Gummibärchen, dann haben wir eine niedrige Gummibärchenkonzentration.“

„Ach so“, ruft Pascal. „Dann muss ich gar nicht wissen, wie viele Gummibärchen im ganzen Haus versteckt sind, sondern es reicht zu sagen, die Gummibärchenkonzentration in der Probe ist gering.“

„Richtig“, bestätigt Robin.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Und wenn ich einen Tropfen aus dem Schwimmerbecken mit einem Tropfen aus Deniz' Cola vergleiche, dann sind in dem Colatropfen mehr Protonen als in dem Wassertropfen“, überlegt Pascal weiter, „und dafür ist es ganz egal, ob im Schwimmerbecken insgesamt aber viel mehr Flüssigkeit ist und dadurch vielleicht sogar insgesamt mehr Protonen sind ... “

Robin nickt. „Wenn wir einen Tropfen Wasser und einen Tropfen Cola vergleichen, dann enthält der Wassertropfen deutlich weniger Protonen als der Colatropfen. Man sagt also: *die Protonenkonzentration in Cola ist höher als die Protonenkonzentration in Wasser.*“



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Aber es ist immer auch Wasser drin?“, fragt Deniz. „Also ich mein, egal wie hoch die Protonenkonzentration von einer Säure ist, in dem Tropfen ist immer noch Platz für ein bisschen Wasser?“

„In der Regel liegen Säuren in Lösung mit Wasser vor“, erklärt Robin. „Phosphorsäure ist als Reinstoff beispielsweise ein Feststoff. Das heißt, immer wenn du es mit flüssiger Phosphorsäure zu tun hast, handelt es sich in Wirklichkeit um eine Lösung mit Wasser. Bei Salzsäure ist das ähnlich. Wenn man aus der Salzsäure das gesamte Wasser entfernt, bleibt nur ein gasförmiger Stoff übrig. Auch diese Säure findet man daher meist in Lösung vor.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Und das pH-Papier kann dann feststellen, wie hoch die Protonenkonzentration ist“, setzt Pascal an.

„Das pH-Papier zeigt die Protonenkonzentration an“, korrigiert Robin ihn.

„Also es zeigt die Protonenkonzentration an“, beginnt Pascal wieder, „und dann weiß man, wenn es grün wird, sind ein bisschen Protonen drin und bei rot sind mega-viele Protonen drin.“

„Man weiß es sogar noch genauer“, erklärt Robin, „die pH-Skala ist so aufgebaut, dass sich von einem pH-Wert zum nächsten die Anzahl der Protonen verzehnfacht.“

„Wenn bei pH 7 in einem Wassertropfen also ein Proton drin wäre, wären in einer schwach sauren Lösung mit pH 6 also schon zehn Protonen drin“, überlegt Deniz.



pH-Wert: 7  
Protonen: 1



pH-Wert: 6  
Protonen: 10

Bild 4: Tropfenmodell

**Überlege, wie viele Protonen, nach Deniz' Überlegung, bei niedrigeren pH-Werten in einem Tropfen enthalten sein müssten, bevor du weiter liest.**







# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Und in pH 5 schon 100“, ruft Pascal.

„Und in pH 4 tausend Protonen und in pH 3 zehntausend und in pH 2 hunderttausend ...“, überlegt Sascha.

„Krass!“, ruft Pascal, „Das sind ja richtig mega-viele!“

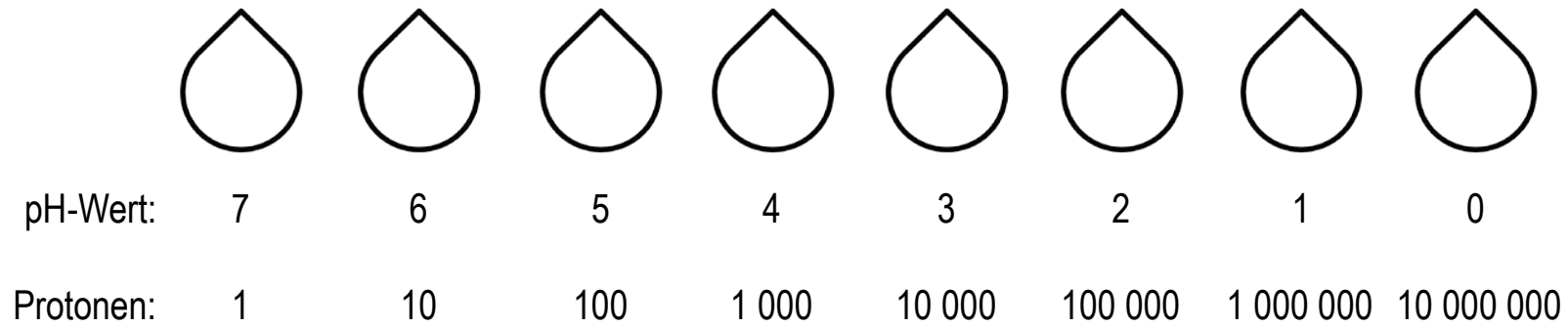


Bild 5: Tropfenmodell



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Und in einer Säure sind dann immer so mega-viele Protonen drin und in Wasser nicht?“, überlegt Deniz.

„Nicht jede saure Lösung muss immer unzählig viele Protonen enthalten“, erläutert Robin. „Stellt euch doch mal vor, wir nehmen jetzt Deniz' halbvolle Cola Flasche, deren Inhalt im Moment eine relativ hohe Protonenkonzentration aufweist, und füllen sie mit Wasser auf, bis die Flasche wieder voll ist ... Dann vermischt sich die Cola mit dem Wasser“, erklärt Robin, während Deniz sich bei dem Gedanken ein bisschen schüttelt, „und die Protonenkonzentration in dem Cola-Wasser-Gemisch nimmt – im Vergleich zur reinen Cola - ab. Dadurch würde der pH-Wert der Lösung in der Flasche ansteigen.“



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Stimmt“, sagt Deniz. Auch Sascha nickt.

„Wenn wir jetzt ein größeres Gefäß hätten, könnten wir noch mehr Wasser zu der Cola hinzugeben ...“, führt Robin den Gedanken fort.

„... und dann würde die Protonenkonzentration noch weiter abnehmen und der pH-Wert noch weiter steigen!“, ruft Deniz. „Dann muss eine Säure ... ach nee ... eine saure Lösung also gar nicht immer mega-krass sauer sein, sondern es kommt drauf an, wie das Mischverhältnis von Säure und Wasser ist“, überlegt er weiter. „Wenn ich ganz wenig Säure in ganz viel Wasser habe, ist der pH-Wert eher so 6 und wenn ich mehr Säure habe, sinkt er immer weiter.“

Sascha überlegt noch: „Du meinst, wenn ich Deniz' Cola jetzt hier ins Becken kippe ...

**Führe Saschas Gedanken weiter und beschreibe, was mit den Protonen aus der Cola passiert, wenn Sascha die Cola in das Schwimmbecken schüttet. Überlege auch, wie sich das auf den pH-Wert des Schwimmbeckens auswirkt, bevor du weiter liest.**





# SÄUREN → COLA

## TEIL II: pH-Wert (Cola)



... dann verteilen sich die Protonen in dem ganzen Becken ... und weil das so groß ist merkt das dann keiner mehr?“

„Im Prinzip ist das richtig“, sagt Robin, der von der Idee allerdings wenig begeistert wirkt, „der pH-Wert des Wassers wird sich durch die Zugabe eines halben Liters Cola nicht spürbar verändern, weil die Protonen sich im ganzen Becken verteilen können. Allerdings würde sich euer Freibadaufenthalt deutlich verkürzen, wenn ich euch dabei erwische, wie ihr Cola ins Becken schüttet.“

„Alles klar man, war ja nur so ein Gedanke!“, lenkt Sascha schnell ein, „damit ich es mir besser vorstellen kann, weißt du. Aber jetzt hab ich es gecheckt:

Dieses pH-Papier gibt Auskunft darüber, wie hoch die Protonenkonzentration in einer Lösung ist. Also, wie viele Protonen sich in einem bestimmten Volumen einer Flüssigkeit verteilen“, fasst Sascha noch mal zusammen, um zu zeigen, dass er wirklich alles verstanden hat.

„Und wenn diese Konzentration sehr, sehr hoch ist, dann färbt sich das pH-Papier rot und der pH-Wert ist 0“, fährt Pascal fort. „Und wenn sie eher gering ist, ist das pH-Papier gelb und der Wert liegt bei 5 oder 6.“



# SÄUREN → COLA

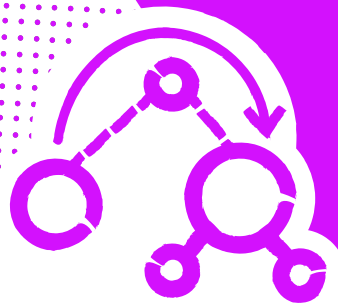
TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Und mit diesem pH-Papier kann man herausfinden, ob eine Lösung sauer ist oder nicht, ohne, dass man sie trinken muss“, ergänzt Deniz.

„Und weil man Säuren mit Wasser verdünnen kann, ist die Protonenkonzentration nicht in jeder sauren Lösung gleich, also nicht jede saure Lösung hat pH 0, sondern manche auch nur pH 3 oder sogar nur pH 6?“, fragt Sascha.

„Ganz genau“, bestätigt Robin.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Und die Phosphorsäure in der Cola?“, fragt Deniz. „Ist die dann ganz, ganz dolle verdünnt?“

„Leider nein“, antwortet Robin, „Cola hat einen pH-Wert zwischen 2 und 3.“

„Krass“, unterbricht Sascha.

„Aber dann ist die Phosphorsäure darin doch sehr stark“, überlegt Deniz.

„Und da sind heftig viele Protonen drin!“, ruft Pascal.

„Ist das dann nicht doch gefährlich?“, fragt Deniz.

„Wie wir bereits besprochen haben: Die Cola stellt zunächst keine direkte Gefahr dar, daher kann man sie auch in jedem Supermarkt kaufen. Du brauchst nicht befürchten, dass ein Schluck Cola dir direkt die Zähne auflöst. Wenn du aber deinen Zahnarzt fragst, wird er dir trotzdem sagen, dass regelmäßiger Colagenuss schlecht für deine Zähne ist, und das nicht nur wegen des Zuckers.“

„Ok“, stimmt Deniz zu.



# SÄUREN → COLA

TEIL II: pH-Wert (Cola)



„Alles klar“, sagt Sascha schnell und richtet noch mal seine Frisur. „Wir gehen dann mal wieder zum Sprungturm“, schließt er etwas lauter als nötig. Als Deniz sich umsieht, wird ihm auch klar warum: Hinter ihnen schlendern gerade die beiden Mädchen am Beckenrand entlang.



# TESTE DEIN WISSEN

TEIL II: pH-Wert (Cola)



Erkläre die folgenden Begriffe kurz in eigenen Worten, bevor du weiter liest:

1) pH-Wert

5) Stoffmenge (n)

2) neutral

6) Volumen der Flüssigkeit (V)

3) sauer

7) Protonenkonzentration

4) Konzentration (c)







# TESTE DEIN WISSEN

TEIL II: pH-Wert (Cola)



- 1) **pH-Wert:** gibt die Protonenkonzentration in einer Lösung an. Wasser hat einen pH-Wert von 7. Saure Lösungen weisen pH-Werte von 0 bis 6 auf. Es gilt: Je höher die Protonenkonzentration einer Lösung ist, desto niedriger ist der pH-Wert.
- 2) **neutral:** pH-Wert von Wasser. Bei pH 7 liegen eher wenige Protonen in der Lösung vor.
- 3) **sauer:** pH 0 bis pH 6. In sauren Lösungen ist die Konzentration der Protonen höher als die natürliche Protonenkonzentration in Wasser; saure Lösungen haben daher einen niedrigeren pH-Wert als Wasser.
- 4) **Konzentration (c):** Angabe über die Menge eines Stoffes (Stoffmenge (n)), die in einer bestimmten Flüssigkeitsmenge (Volumen (V)) enthalten ist, zum Beispiel in einem Liter (L).
- 5) **Stoffmenge (n):** Angabe über die Menge eines Stoffes.
- 6) **Volumen der Flüssigkeit (V):** Angabe über den Raum, den beispielsweise eine Flüssigkeit einnimmt. Das Volumen wird meist in Litern (L) angegeben.
- 7) **Protonenkonzentration:** Angabe über die Menge der Protonen, die sich in einem bestimmten Flüssigkeitsvolumen befinden.

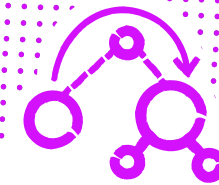


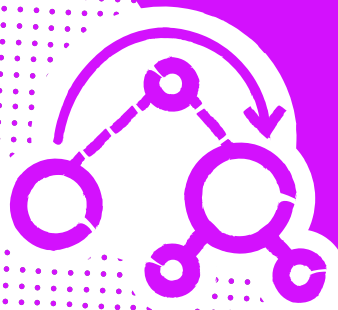


## SUPER, DAS WAR TEIL II

Zum nächsten Teil:

» **TEIL III: Neutralisation (Cola)** .....





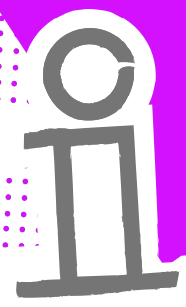
# SÄUREN → COLA

TEIL III: Neutralisation (Cola)

## Das erwartet dich hier

Mithilfe des folgenden Textes wiederholst du, welche Bedeutung die Elektronegativität für die Dissoziation von Säuremolekülen hat. Du wiederholst auch, wie polar gebundene Wasserstoffatome als Protonen von Säuremolekülen auf Wassermoleküle übertragen werden, so dass aus einem Proton und einem Wassermolekül ein Oxonium-Ion entsteht. Lösungen, die Oxonium-Ionen und Säurerest-Anionen enthalten, werden als saure Lösungen bezeichnet. Du wiederholst auch, dass der pH-Wert die Protonenkonzentration in einer Lösung angibt. Die Protonenkonzentration sagt aus, welche Menge Protonen sich in einem bestimmten Flüssigkeitsvolumen befinden. Je höher die Protonenkonzentration einer Lösung ist, desto niedriger ist der pH-Wert. Wasser hat einen pH-Wert von 7 (neutral). Saure Lösungen weisen daher pH-Werte von 0 bis 6 auf (sauer).

Außerdem lernst du, dass es sich bei basischen Lösungen um wässrige Lösungen mit Protonenmangel handelt. Beispiele für Basen sind Metallhydroxide, die aus einem Metall-Kation und einem Hydroxid-Anion bestehen, die in wässriger Lösung dissoziieren. Hydroxid-Anionen bestehen aus einem Wasserstoffatom und einem Sauerstoffatom, das eine negative Ladung trägt. Hydroxid-Anionen machen Lösungen basisch (pH-Wert 8 bis 14). Je höher die Konzentration der Hydroxid-Ionen in einer Lösung ist, desto höher ist ihr pH-Wert. Hydroxid-Anion und Proton können zu einem Wassermolekül reagieren. Wenn alle überschüssigen Protonen in einer Lösung mit allen überschüssigen Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen reagieren, ist die Lösung anschließend neutral (pH 7).



# EINFÜHRUNG

BEVOR DU LOSLEGST, BITTE LESEN

TEIL III: Neutralisation (Cola)



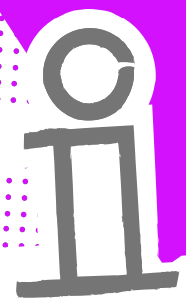
## Zur Arbeit mit dem Material

Es ist wichtig, dass du dir den folgenden Text aufmerksam durchliest, so dass du möglichst viel lernst. Wenn du zwischendurch zurückblättern möchtest, um etwas noch einmal nachzuschauen oder eine Textstelle noch einmal zu lesen, kannst du dies jederzeit machen.

Der Text besteht aus Abschnitten. Um erfolgreich mit dem Text lernen zu können, solltest du dir am Ende jedes Abschnitts überlegen:

1. Was habe ich in diesem Abschnitt Neues erfahren?
2. Wie passt das, was ich neu erfahren habe, zu dem, was ich vorher schon wusste oder bereits gelesen habe?
3. Welche Fragen habe ich noch?

Lies erst danach den nächsten Abschnitt.



# EINFÜHRUNG

BEVOR DU LOSLEGST, BITTE LESEN

TEIL III: Neutralisation (Cola)



## Zum Aufbau des Materials

Am Ende einiger Abschnitte wirst du kleine Aufgaben finden. Schätze zunächst wieder ein, ob du den vorangegangenen Abschnitt verstanden hast und bearbeite danach die Aufgabe. Blättere um, wenn du die Aufgabe so gut wie möglich bearbeitet hast.



Einige Aufgaben kannst du direkt am Bildschirm bearbeiten und deine Lösungen abspeichern. Dieses Symbol verdeutlicht dir, dass du die Lösung direkt in das pdf in das vorgesehene Kästchen schreiben und abspeichern kannst.



Du kannst dir aber auch natürlich einen normalen Schreibblock und einen Stift an die Seite legen und dort all das notieren, was für dein Lernen hilfreich ist. Dann kannst du auch solche Aufgaben bearbeiten, bei denen du etwas zeichnen musst.

Schreib dir am besten immer oben auf die Seite im Schreibblock, welchen Text du dort gerade bearbeitest.



Am Ende jedes Textes erwarten dich zusammenfassende Aufgaben, mit denen du überprüfen kannst, was du gelernt hast. Außerdem gibt es am Ende jedes Textes noch einmal eine Übersicht, in der die wichtigsten neuen Begriffe kurz erklärt werden. Diese Übersicht kannst du auch nutzen, um zu überprüfen, ob du die letzte Aufgabe richtig gelöst hast.





### Jetzt geht es los mit

#### TEIL III: Neutralisation (Cola)

Deniz und seine Freunde Pascal und Sascha liegen wieder an ihrem Platz unter einem Baum auf ihren Handtüchern und bräunen sich in der Nachmittagssonne. Um sie herum leert sich das Schwimmbad langsam. Die meisten Familien mit jüngeren Kindern sind schon nachhause gegangen. Die anderen packen gerade ihre Sachen zusammen. Hoffentlich ist dann gleich endlich wieder genug Platz, um Fußball zu spielen. Einfach nur in der Sonne zu liegen, findet Deniz nämlich eigentlich ziemlich langweilig.

Allerdings haben sich die Jungs bei den anderen Freibadbesuchern reichlich unbeliebt gemacht, als sie sich vorhin den Ball zugekickt haben. Nachdem Sascha das dritte Mal versehentlich den Ball auf die Decke von diesem riesigen Typ und seiner Freundin da drüben geschossen hatte, haben sie sicherheitshalber beschlossen, erst mal ein bisschen zu chillen und später weiterzuspielen. Deniz hat für seinen Geschmack allerdings schon genug gechillt, aber leider sieht der Kerl nicht so aus, als ob er bald gehen würde. Jetzt gerade cremt er sich jedenfalls erst mal ausgiebig seinen Stiernacken mit Sonnencreme ein. Das mit dem Fußball wird wohl heute nichts mehr. Pascal scheint in diesem Moment den gleichen Gedanken gehabt zu haben. Er wirft dem Typen mit der Sonnencreme einen finsternen Blick zu (natürlich als der gerade *nicht* hinguckt) und kramt dann eine Tüte Zwiebelringe aus seiner Tasche hervor. Er greift sich selbst ein paar Zwiebelringe und bietet dann Deniz und Sascha welche an. Sascha ist mit seinem Handy beschäftigt und bekommt nichts mit, aber Deniz greift sich ein paar. Nachdem er die Zwiebelringe gegessen hat, greift er nach seiner Cola-Flasche, um etwas zu trinken.



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

„Alter, trinkst du das Zeug etwa immer noch?!“, fragt Pascal ihn entsetzt.

Deniz hält inne und sieht Pascal fragend an.

„Ey, ich trink' nie wieder Cola. Was da alles drin ist. Überleg doch mal!“, fährt Pascal fort. „Nicht nur diese Säure, sondern auch der ganze Zucker!“

Deniz geht nicht darauf ein, überlegt aber kurz, was er heute über Cola erfahren hat ...



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

Cola enthält Phosphorsäure. In **Säuren**, wie der Phosphorsäure, verfügen die Moleküle über **polar gebundene Wasserstoffatome**, die in Wasser abgespalten werden können und so zu einer **sauren Lösung** führen.

Saure Lösungen können unterschiedlich sauer sein. Wie sauer eine Lösung ist, kann mithilfe von **pH-Papier** ermittelt werden. Die Farbe, die das pH-Papier annimmt, ist abhängig davon, wie sauer die Lösung ist. Sehr saure Lösungen färben das pH-Papier dunkelrot. Diese Lösungen weisen eine hohe **Protonenkonzentration** auf. Wenig saure Lösungen haben eine geringere Protonenkonzentration und färben das pH-Papier gelb. Cola ist eine mittelsaure Lösung und würde das pH-Papier daher orange färben.

Die Protonenkonzentration in der Cola ist relativ hoch. Robin sagt, dass sie trotzdem keine unmittelbare Gefahr darstellt; Deniz muss beim Trinken also nicht befürchten, dass sich seine Zähne gleich auflösen. Trotzdem sollte man nicht täglich Cola trinken, nicht nur wegen der Säure, sondern auch wegen des vielen Zuckers ... Ohne die Kombination aus Säure und Zucker würde die Cola vermutlich nicht wie Cola schmecken, sagt Robin. Eigentlich komisch, dass süß und sauer zusammen wie Cola schmecken sollen ...





# SÄUREN → COLA

TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Warum schmeckt Zucker und Phosphorsäure eigentlich zusammen so wie Cola halt schmeckt?“, fragt Deniz Pascal.

„Weil das ohne die Säure wie Zuckerwasser schmecken würde“, antwortet Pascal etwas irritiert.  
„Hat Robin doch gesagt!“

„Ja, aber wird süß und sauer zusammen Colageschmack? Müsste sich das nicht irgendwie auslöschen?“, fragt Deniz weiter.



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



Pascal überlegt kurz, auch Sascha blickt von seinem Handy auf.

„Du hast recht“, stimmt Pascal nach einer Weile zu, „süß und sauer sind ja so zwei Gegenteile ...“

„Vielleicht kann man die Cola deshalb auch trinken“, überlegt Sascha weiter, „weil der Zucker die Säure irgendwie weg macht oder so, und dadurch ist die dann nicht mehr so gefährlich.“

„Aber warum ist die Säure dann da drin?“, fragt Pascal. „Wenn die sich eh mit dem Zucker irgendwie ausgleicht ... Dann ist die doch eigentlich gar nicht mehr da!“

„Stimmt auch wieder“, gibt Deniz zu.

„Aber Robin sagt doch, dass die für den Geschmack da ist“, erwidert Sascha. „Die Säure macht, dass es nicht nur nach Zucker schmeckt. Die beeinflussen sich bestimmt irgendwie gegenseitig. Also der Zucker macht die Säure irgendwie schwächer ... und die Säure den Zucker.“

„Aber dann würde es doch nach nichts schmecken!“, entgegnet Deniz.

Pascal ruft „Hä?!“, dazwischen und beschwert sich: „Das macht doch irgendwie keinen Sinn, Jungs!“

„Hast du 'ne bessere Erklärung?“, erwidert Sascha.

„Vielleicht sollten wir noch mal ...“, schlägt Deniz vor.

„Na gut“, stimmt Sascha zu.

„Aber letztes Mal, Alter!“, beschwert sich Pascal.



# SÄUREN → COLA

TEIL III: Neutralisation (Cola)



Beschreibe das Problem, das Deniz, Pascal und Sascha entdeckt haben, bevor du weiter liest.



A large empty rectangular box with a dotted border, intended for writing the answer to the question above.



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

Gemeinsam gehen die drei erneut zum Nichtschwimmerbecken. Hier ist mittlerweile fast nichts mehr los. Robin sitzt auf einer Bank am Beckenrand und sieht ein bisschen gelangweilt aus. Als er Deniz und seine Freunde entdeckt, grinst er. „Na, noch eine Frage?“, begrüßt er sie.

„Na ja“, nuschelt Sascha ungewohnt zurückhaltend.

„Wir haben uns gefragt, ob der Zucker und die Säure in der Cola sich nicht irgendwie gegenseitig neutralisieren“, beginnt Deniz das Problem zu schildern.

„Also süß ist doch das Gegenteil von sauer“, ergänzt Pascal, „deswegen dachten wir, dass die sich ja irgendwie auslöschen müssten.“

„Aber dann dürfte es doch eigentlich nicht nach Cola schmecken, sondern müsste irgendwie nach nichts schmecken“, setzt Deniz fort.

„Also, ich glaube ja“, mischt sich jetzt auch Sascha ein, „dass die den Geschmack machen, wie du gesagt hast, aber sich trotzdem auch abschwächen oder auslöschen oder so ... , so dass die Säure halt nicht mehr so gefährlich ist und man die Cola deswegen trinken kann.“

„Aber du hast doch gesagt, dass die Säure ein bisschen gefährlich ist, weil sie so mittelsauer ist!“, beschwert sich Pascal.

„Alter! Das ist Cola!“, erwidert Sascha.

Bevor Pascal etwas erwidern kann, fragt Deniz schnell: „Also neutralisieren die Säure und der Zucker sich jetzt gegenseitig, oder nicht?“

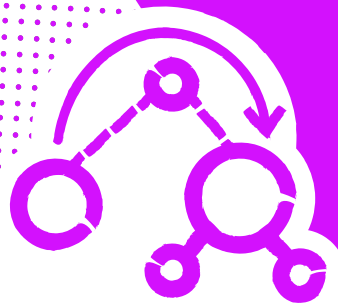


# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Im Zusammenhang mit Geschmacksrichtungen habt ihr recht: Dort werden süß und sauer häufig als Gegensätze betrachtet. Obwohl auch beim Geschmack ein süßer Geschmack einen sauren Geschmack nicht verschwinden lässt, sondern nur dazu führt, dass beide Geschmacksempfindungen schwächer wahrgenommen werden. Chemisch gesehen ist aber nicht süß das Gegenteil von sauer, sondern **basisch**“, erklärt Robin.



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

„Was ist denn das?“, fragt Pascal nach.

„Wir hatten doch gesagt saure Lösungen enthalten zu viele **Protonen**“, setzt Robin an.

„Weil die Säuren ihre Protonen abgeben“, ergänzt Sascha.

„Genau. **Basische Lösungen** könnt ihr euch vorstellen als Lösungen, die quasi zu wenige Protonen enthalten. Sie können also noch Protonen aufnehmen“, fährt Robin fort.

„Wie geht denn das?“, fragt Pascal wieder.

„Saure Lösungen enthalten Säuren, deren Moleküle die Protonen abgeben. Basische Lösungen enthalten umgekehrt Stoffe, die Protonen aufnehmen. Diese Stoffe werden als **Basen** bezeichnet.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Was ist das denn jetzt schon wieder?“, fragt Sascha.

„Also diese Basen sind Stoffe, die ein Proton haben wollen?“, versucht Deniz noch mal zusammenzufassen. „Und wenn man die löst, entsteht eine basische Lösung?“

„Aber was sind das denn für Stoffe, diese Basen? Und warum fehlt denen ein Proton?“, fragt Pascal.

„Sind die dann  $H^-$ ?“, ruft Sascha dazwischen.

„Nein, Basen enthalten keine *negativ* geladenen Wasserstoff-Ionen“, korrigiert Robin, „sondern Basen können ein *positiv* geladenes Wasserstoff-Ion, also ein Proton aufnehmen.“

„Aber müssen die dafür dann nicht irgendwie Minus sein?“, fragt Sascha weiter.

„Basen müssen nicht zwangsläufig negativ geladen sein“, erklärt Robin. „Aber alle Basen verfügen über ein **freies Elektronenpaar**, an das ein Proton gebunden werden kann.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„So ähnlich wie bei dem Wasser und dem Proton, die ein **Oxonium-Ion** werden?“, will Deniz wissen.

„**Protonenübertragung**“, nuschelt Pascal dazwischen.

„Richtig“, bestätigt Robin, „Wie bei der Protonenübertragung vom Säurerest auf das Wassermolekül können Protonen auch auf Basen übertragen werden. Dazu nutzen Basen ihr freies Elektronenpaar.“





Typische Beispiele für Basen sind **Metallhydroxide**. **Metallhydroxide** bestehen aus einem **Metall-Kation**. Für dieses Metall-Kation steht das **M<sup>+</sup>**. Neben dem Metall-Kation enthalten Metallhydroxide noch ein negativ geladenes **Hydroxid-Anion**. Für das **Hydroxid-Anion** steht das **OH<sup>-</sup>**.”

Metallhydroxid



Metall-Kation



Hydroxid-Anion

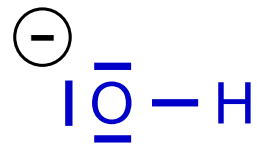


Bild 1: Metallhydroxid



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Dieses O mit dem Minus und das H werden Hydroxid-Anion genannt?“, fragt Deniz noch mal nach.

„Ja. **Hydroxid-Anionen** bestehen immer aus einem Wasserstoff- und einem Sauerstoffatom und tragen eine negative Ladung“, antwortet Robin und fährt dann fort: „Wenn **Metallhydroxide** in Wasser gelöst werden, **dissoziieren** sie, so dass in der Lösung **Metall-Kation** und **Hydroxid-Anion** getrennt voneinander vorliegen.“



Metallhydroxid

Metall-Kation

Hydroxid-Anion

Bild 2: Dissoziation eines Metallhydroxids



# SÄUREN → COLA

TEIL III: Neutralisation (Cola)



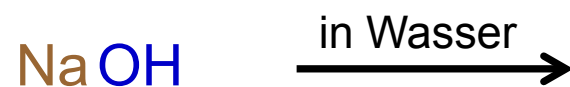
„Also wenn jetzt irgendein Metall-Kation ... hm ... zum Beispiel ein Natrium-Kation ... mit diesem Hydroxid-Anion zusammen ist, dann sind die so ein Metallhydroxid?“, überlegt Pascal.

Robin nickt.

„Und wenn man dieses **Natriumhydroxid** dann in Wasser löst ...“, überlegt Pascal weiter und greift nach Stift und Block.



**Stelle die Dissoziation von Natriumhydroxid in Wasser dar, bevor du weiter liest.**



Natriumhydroxid



# SÄUREN → COLA

TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Dann müsste das zu **Na<sup>+</sup>** und diesem **Hydroxid-Anion** dissoziieren ... “, murmelt Pascal beim Schreiben.



Natriumhydroxid

Natrium-Kation

Hydroxid-Anion

*Bild 3: Dissoziation von Natriumhydroxid*



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Also, so wie bei den Säurerest-Anionen und den Protonen?“, fragt Sascha nach.

„Richtig“, bestätigt Robin, „allerdings führt die Dissoziation der Säure dazu, dass der pH-Wert sinkt, während die Dissoziation von Metallhydroxiden dazu führt, dass der pH-Wert steigt.“

Lösungen, die mehr Hydroxid-Ionen enthalten als sowieso schon in Wasser enthalten sind, werden als basisch bezeichnet. Je mehr Hydroxid-Ionen eine Lösung enthält, desto basischer ist sie.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Wie mit den Protonen also?“, fragt Sascha noch mal.

„Erinnert euch noch mal an die pH-Skala, über die wir gesprochen haben“, fordert Robin die drei auf.

„Links war dunkelrot“, erklärt Pascal, „also pH 0 und übelst sauer mit super-vielen Protonen und dann wird es nach rechts immer weniger sauer mit immer weniger Protonen bis pH 6.“

„Und dann kommt noch pH 7, also neutral, da sind nur noch ein paar Protonen drin und das pH-Papier wird grün“, ergänzt Deniz.

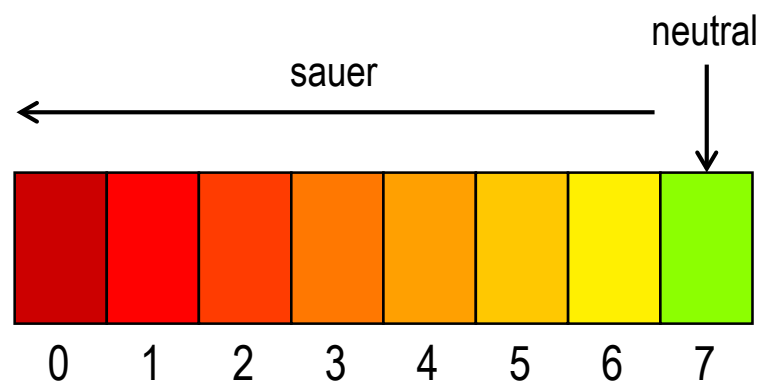
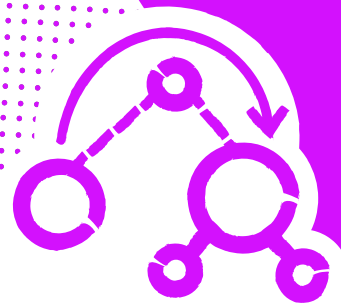


Bild 4: pH-Skala (sauer bis neutral)



# SÄUREN → COLA

TEIL III: Neutralisation (Cola)

„Richtig“, bestätigt Robin. „Das ist aber nur die eine Hälfte der pH-Skala. Eigentlich reicht die pH-Skala von 0 bis 14. Rechts neben neutral gibt es nämlich noch den basischen pH-Bereich mit den **pH-Werten 8 bis 14.**“

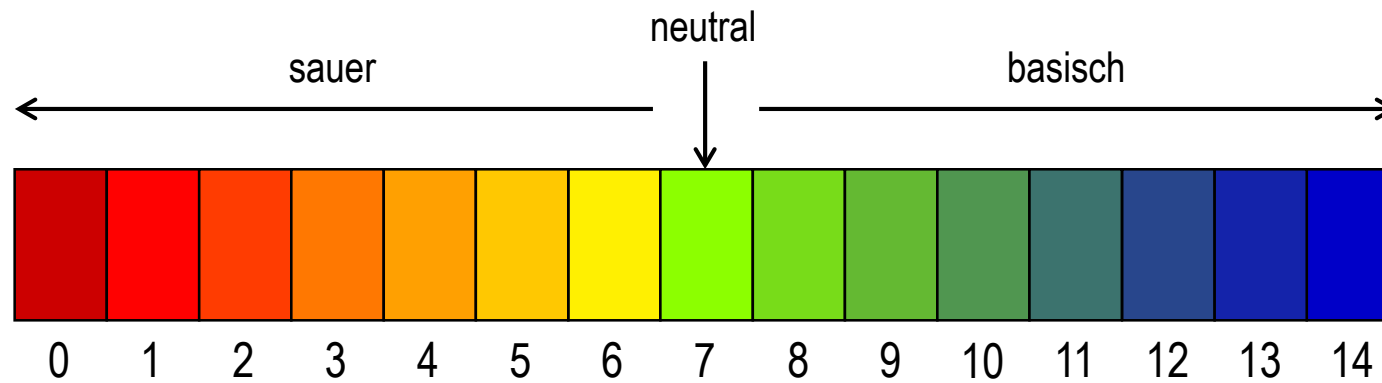


Bild 5: pH-Skala



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

„Und da sind dann diese Hydroxid-Ionen?“, fragt Pascal.

„Richtig. Wenn ihr noch mal an Wasser denkt, müsst ihr euch vorstellen, dass im Wasser nicht nur ein paar Protonen enthalten sind, sondern auch genauso viele – oder besser: genauso wenige – Hydroxid-Ionen.

In basischen Lösungen sind mehr Hydroxid-Ionen enthalten als in normalem Wasser. Von pH 7 zu pH 8 nimmt also die Anzahl der Hydroxid-Ionen zu.“





# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Wieder zehn mal so viele?“, fragt Deniz.

„Genau“, bestätigt Robin, „von pH 7 zu pH 8 verzehnfacht sich die Anzahl der Hydroxid-Ionen.“

„Und zu pH 9 verzehnfacht es sich noch mal!“, ruft Pascal.

„Ganz genau“, antwortet Robin, „Wenn wir uns wieder vorstellen, wir haben einen Tropfen, der bei pH 7 ein **Hydroxid-Ion** enthält ... “



pH-Wert: 7

Hydroxid-Ionen: 1

Bild 6: Tropfenmodell



Ergänze die Anzahl der Protonen, die, Robins Überlegung entsprechend, in Tropfen mit den pH-Werten 8, 9, 10 und 11 enthalten sein müssten, bevor du weiter liest.



pH-Wert: 7

Hydroxid-Ionen: 1




# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Dann sind es bei pH 8 zehn **Hydroxid-Ionen**, und bei pH 9 schon hundert **Hydroxid-Ionen**“, rechnet Pascal sofort aus.

„ ... und bei pH 10 dann tausend ... und bei pH 11 dann zehntausend ... “, überlegt Sascha weiter.

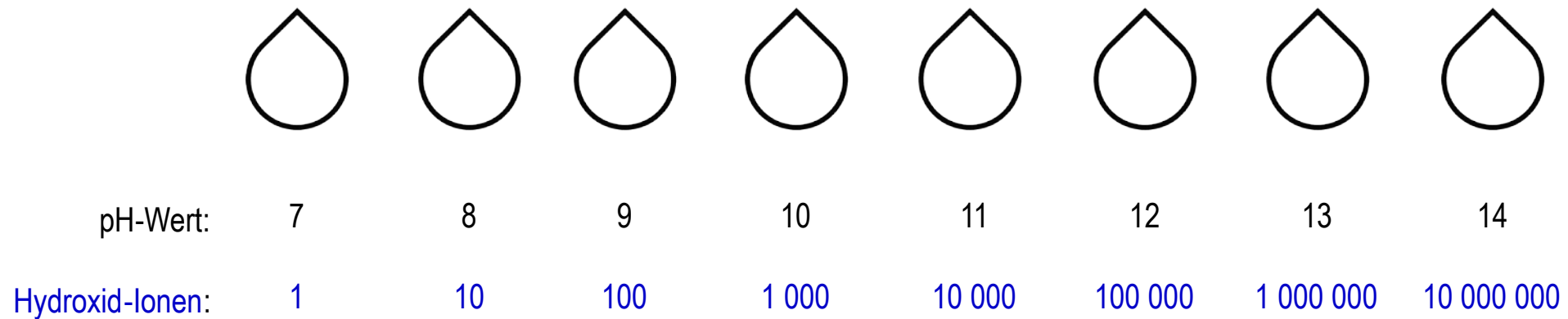


Bild 7: Tropfenmodell



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Ok, in diesen alkalischen Lösungen sind dann also diese Hydroxid-Ionen drin und je nachdem wie viele das sind, ist die Lösung leicht, mittel oder sehr basisch“, fasst Deniz zusammen. „Und dunkelgrün ist ein bisschen basisch ... also so pH 8 oder 9 und blaugrün ist mittel basisch so pH 11 und blau ist so richtig basisch und pH 14.“

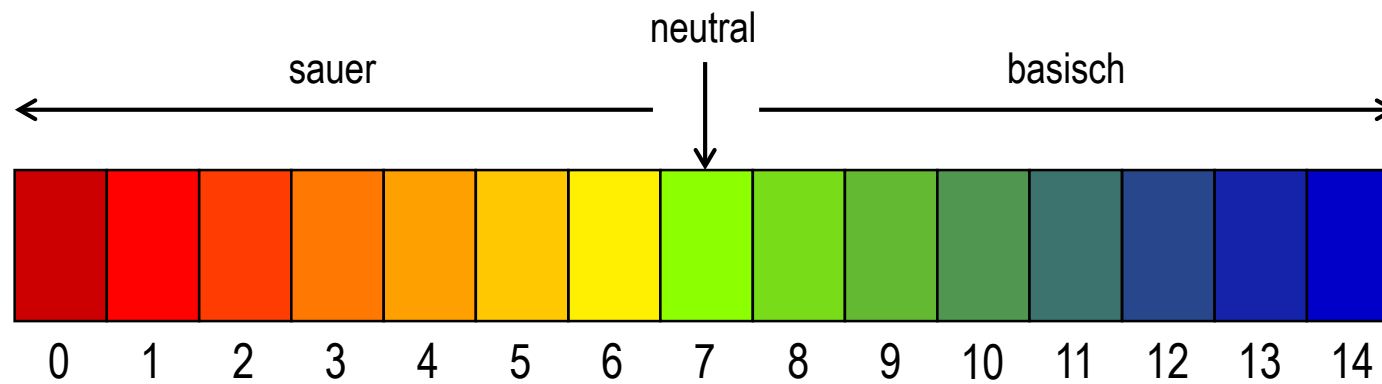


Bild 8: pH-Skala



# SÄUREN → COLA

TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Richtig“, bestätigt Robin, „Denkt aber daran, dass man auch bei Hydroxid-Ionen in der Regel nicht über die genaue Anzahl der Hydroxid-Ionen spricht, sondern über die **Konzentration der Hydroxid-Ionen** in einer Lösung.“

„Wo war da noch mal der Unterschied?“, fragt Sascha nach.



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

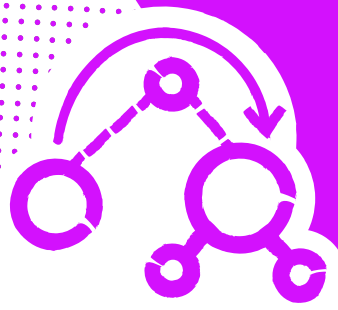


„Die Konzentration sagt, wie viel von einem Stoff, also zum Beispiel den Hydroxid-Ionen, in einem Liter Flüssigkeit enthalten sind. Bei der Anzahl wüsstest du erst mal nur, wie viele Hydroxid-Ionen insgesamt da sind. Aber weil man ja meist wissen will, ob eine Lösung sehr sauer oder nur ein bisschen sauer ist, ist es wichtiger die Konzentration zu kennen. Denn es ist ja eigentlich egal, ob irgendwo ganz viele Protonen oder Hydroxid-Ionen drin sind: Wenn sie sich in einem unendlich großen Flüssigkeitsvolumen verteilen, ist die Lösung vermutlich trotzdem neutral“, erklärt Deniz.

„Ach ja“, stimmt Sascha zu. „Und bei einer hohen Hydroxid-Ionen-Konzentration ist eine Lösung also basisch.“

„Und das Gegenteil von einer sauren Lösung?“, fragt Pascal.

Robin nickt.



# SÄUREN → COLA

TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Wie schmeckt so eine Lösung denn?“, überlegt Pascal weiter.

„Basisch hat nichts mit dem Geschmack zu tun“, erklärt Robin, „auf einige Säuren ist man auf Grund ihres Geschmacks aufmerksam geworden, daher gibt es Parallelen zwischen der Geschmacksrichtung sauer und dem chemischen Konzept sauer. Bei basischen Lösungen gibt es das nicht. Basische Lösungen findet man häufig im Badezimmer, nicht in der Küche. Seifen, Waschmittel und Putzmittel bilden basische Lösungen und die möchte ich nicht probieren müssen“

Auch Pascal schüttelt sich ein bisschen: „Alles klar.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Aber basisch ist das Gegenteil von diesem chemischen sauer? Und dieses chemische sauer und das *basisch* können sich dann gegenseitig **neutralisieren**, oder?“, fragt Sascha weiter.

„Richtig“, bestätigt Robin. „Wenn ihr euch jetzt vorstellt, wir haben eine saure Lösung, die quasi zu viele **Protonen** enthält – verglichen mit Wasser – und gleichzeitig haben wir eine zweite, basische Lösung, die, verglichen mit Wasser, zu wenig Protonen enthält – also zu viele **Hydroxid-Ionen** ... “

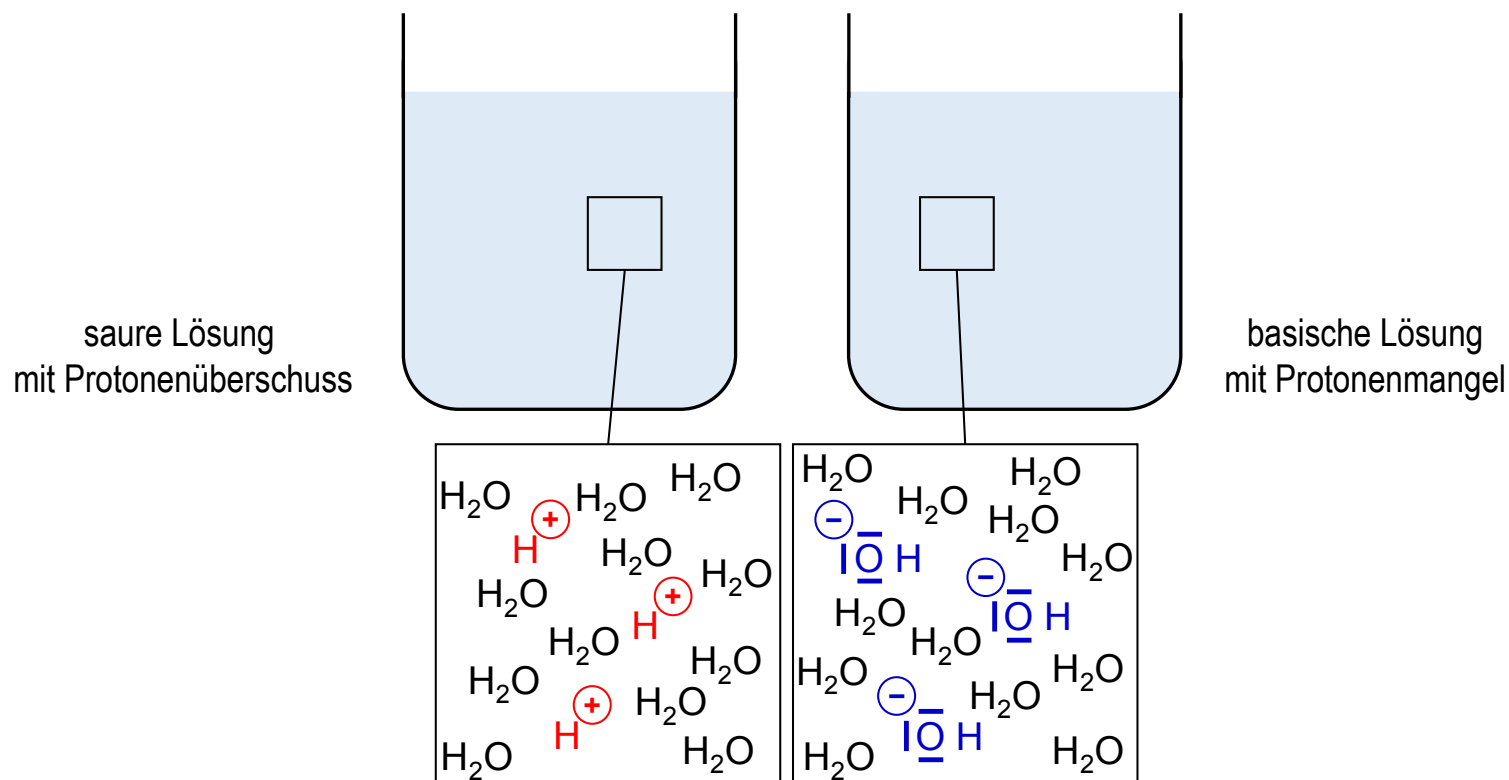


Bild 9: Saure und basische Lösung

„Dann könnte die eine Lösung der anderen ja Protonen abgeben ...“, überlegt Deniz.



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Genau“, bestätigt Robin. „Wenn eine saure und eine basischen Lösung vermischt werden, reagieren die Protonen der sauren Lösung mit den Hydroxid-Ionen der basischen Lösung ... “

„Das wird ja dann **Wasser**“, ruft Deniz aufgeregt dazwischen.

„Hä?“, unterbricht Pascal ihn.

„Wenn ein Proton, also ein  $H^+$ , mit einem Hydroxid-Ion, also einem  $OH^-$ , reagiert, entsteht  $H_2O$ , also Wasser!“, erklärt Deniz.





# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Wenn die **Protonen** einer sauren Lösung mit den **Hydroxid-Ionen** einer basischen Lösung reagieren, entstehen Wassermoleküle, so wie Deniz es gerade erklärt hat“, bestätigt Robin. „Das freie Elektronenpaar des **Hydroxid-Ions** bindet dabei das Proton, wie der **grüne Pfeil** andeutet.“

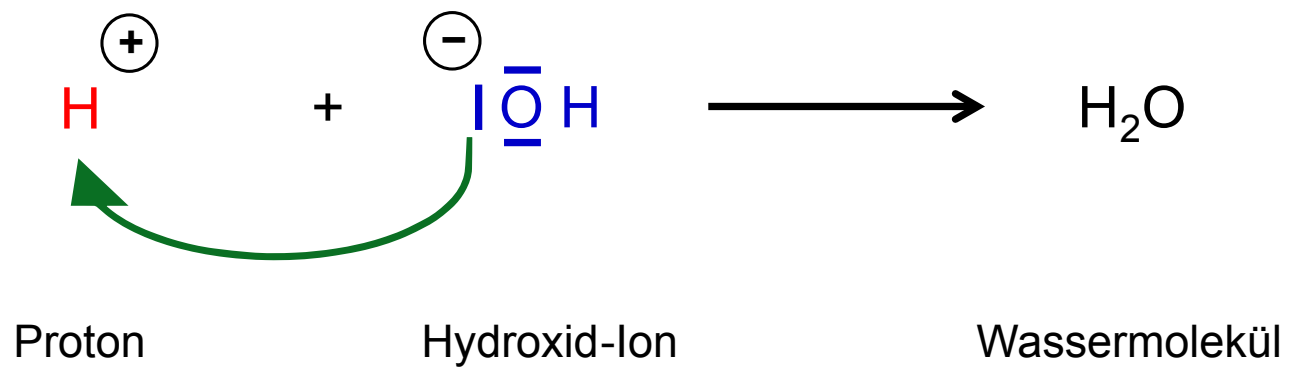


Bild 10: Neutralisation



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

„Und wenn die Protonen und Hydroxid-Ionen alle weg sind, ist die Lösung neutral“, ruft Sascha.

„Fast richtig“, korrigiert Robin. „Wenn die *überschüssigen* Protonen und Hydroxid-Ionen sich zu Wassermolekülen verbunden haben, ändert sich der pH-Wert der Lösung.“



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Und wenn welche überbleiben?“, fragt Pascal.

„Du meinst, wenn einige Protonen oder Hydroxid-Ionen keinen Reaktionspartner finden?“, fragt Robin nach.

„Ja“, sagt Pascal und nickt, „dann ist die Lösung doch trotzdem noch sauer oder basisch.“

„Das stimmt“, erklärt Robin, „wenn ich eine saure mit einer basischen Lösung mische, führt das nicht zwangsläufig zu einer neutralen Lösung. Denn es kann natürlich sein, dass zum Beispiel die saure Lösung mehr Protonen enthält als die basische Lösung Hydroxid-Ionen ... “



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Wie jetzt?“, fragt Sascha nach.

„Na ja, denk' doch noch mal an unsere Beispiele mit den Tropfen“, fordert Robin ihn auf. „Wenn du dir vorstellst, du mischst den Tropfen mit pH 5, der 100 überschüssige **Protonen** enthält, mit einem Tropfen mit pH 8, der nur 10 überschüssige **Hydroxid-Ionen** enthält ... “

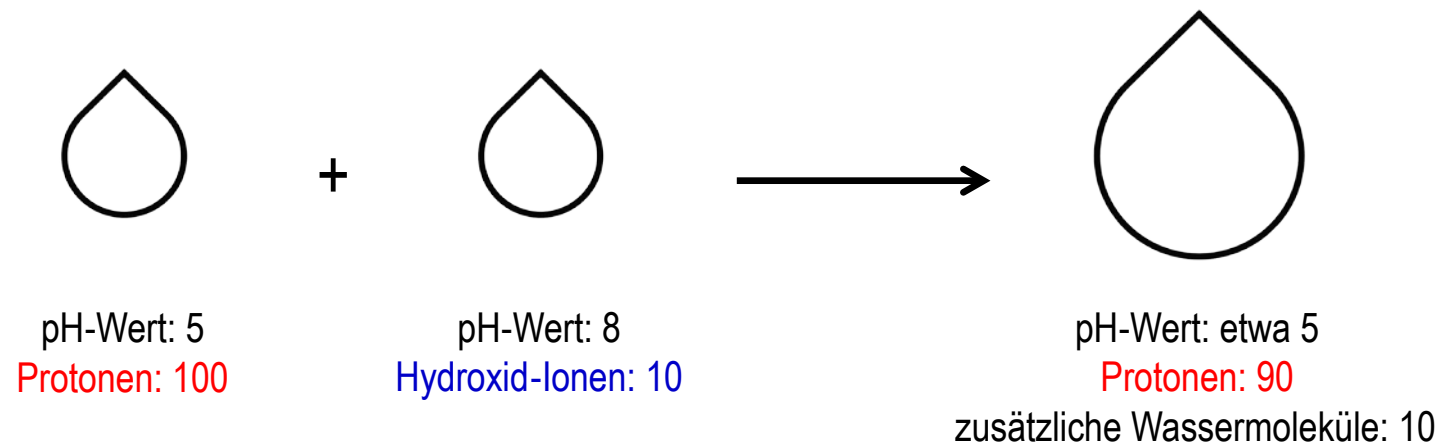


Bild 11: Tropfenmodell unvollständige Neutralisation

„Ach so!“, ruft Sascha. „Dann reagieren die zehn **Hydroxid-Ionen** mit zehn **Protonen**, aber die anderen ... äh ... 90 **Protonen** bleiben übrig.“

„Dann ist die Lösung zwar weniger sauer als vorher, aber immer noch sauer“, ergänzt Pascal.



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Richtig. Bei der Neutralisation spielen Konzentration und das gemischte Flüssigkeitsvolumen also wieder eine wichtige Rolle“, erklärt Robin.

„Also, wenn anders herum der Tropfen mit pH 10, der 1000 überschüssige **Hydroxid-Ionen** hat, mit einem Tropfen mit pH 5, der nur 100 überschüssige **Protonen** hat, vermischt wird ...“, überlegt Deniz.



Überlege, wie viele Hydroxid-Ionen einen Reaktionspartner finden und in welchem pH-Bereich die Lösung nach der Reaktion liegt, bevor du weiter liest.

pH-Wert: 10  
Hydroxid-Ionen: 1000

+ pH-Wert: 5  
Protonen: 100

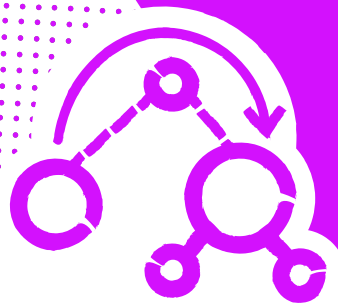
→

pH-Wert:

Protonen:

Hydroxid-Ionen:

zusätzliche Wassermoleküle:



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Dann finden 100 **Hydroxid-Ionen** ein **Proton**, mit dem sie zu Wassermolekülen reagieren können, aber ... 900 **Hydroxid-Ionen** bleiben übrig und die Lösung in dem Tropfen ist weiterhin basisch ... “

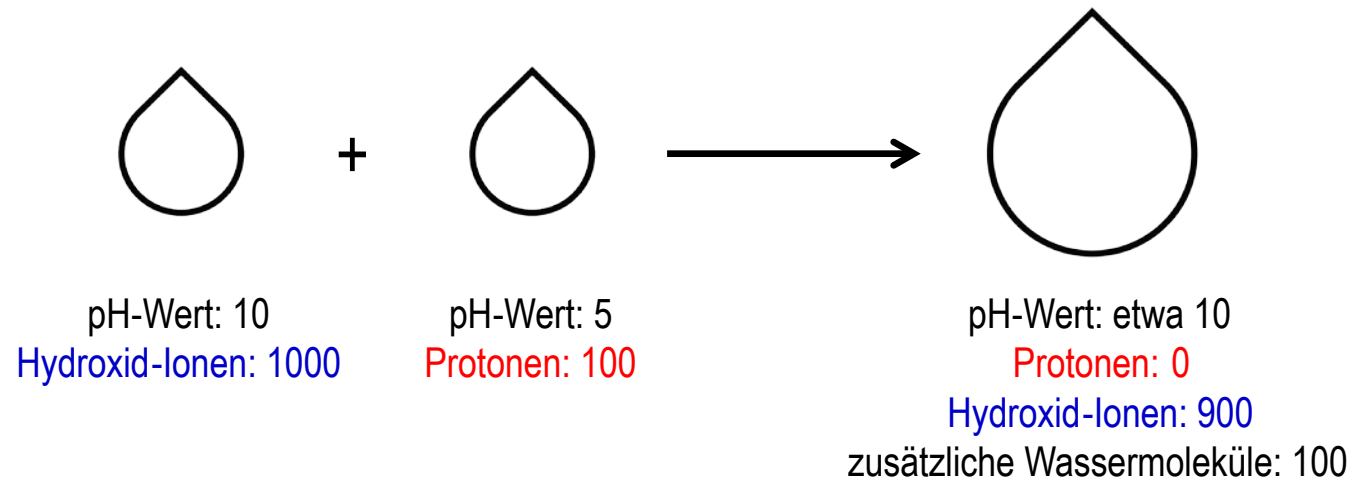


Bild 12: Tropfenmodell unvollständige Neutralisationsreaktion



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)



„Richtig“, bestätigt Robin. „Man bräuchte also – nach unserer Überlegung – zehn Tropfen mit pH 5, die jeweils 100 **Protonen** enthalten, um einen Tropfen mit pH 10 zu neutralisieren, der 1000 **Hydroxid-Ionen** enthält.“

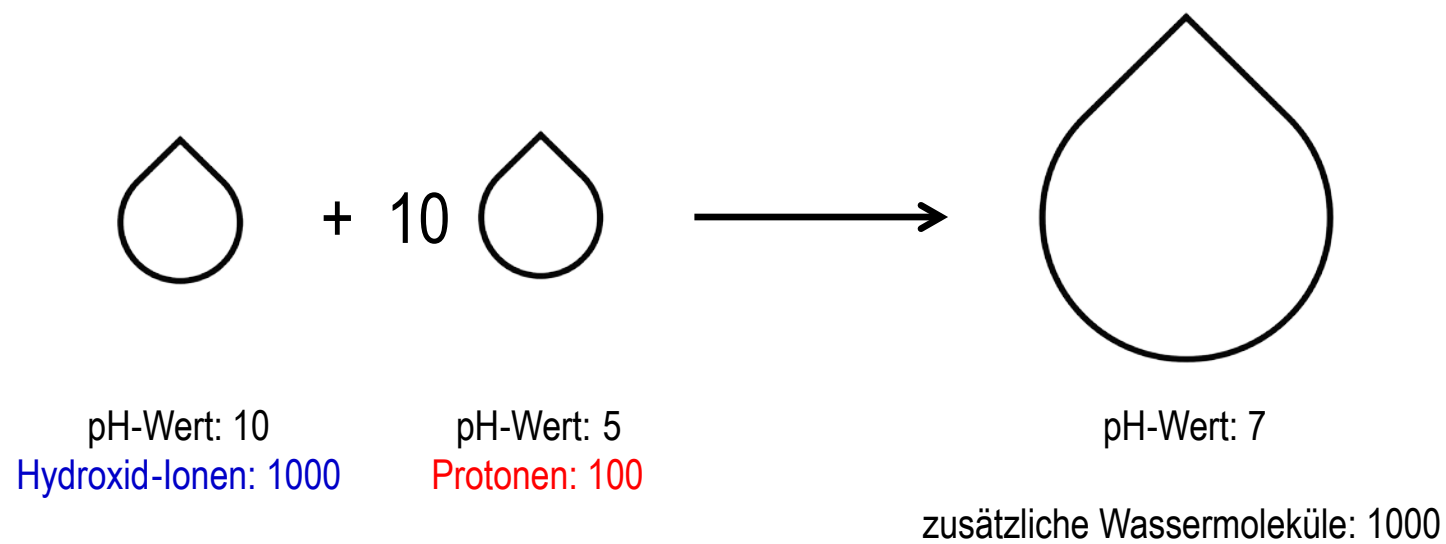


Bild 13: Tropfenmodell vollständige Neutralisationsreaktion

„Ja klar“, ruft Sascha, „Dann haben wir wieder genauso viele **Protonen** wie **Hydroxid-Ionen**!“



# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

„Also, in der Chemie ist basisch das Gegenteil von sauer“, versucht Pascal zusammenzufassen, bevor jemand noch weitere Berechnungen anstellen kann.

„Nicht süß“, ergänzt Sascha schnell.

„Und basische Lösungen entstehen, wenn Metallhydroxide in Wasser gelöst werden“, fährt Pascal fort.

„Nicht Metallhydroxide, Alter! Basen“, unterbricht Sascha wieder.

„Metallhydroxide sind doch Beispiele für Basen, Jungs“, greift Deniz schlichtend ein.

„Ok“, setzt Pascal wieder an: „Also basische Lösungen entstehen, wenn Basen, zum Beispiel Metallhydroxide, in Wasser gelöst werden. Eine solche basische Lösung enthält diese Hydroxid-Ionen. Also quasi zu wenig Protonen und will noch welche davon aufnehmen.“

„Das machen die Hydroxid-Ionen mit ihrem freien Elektronenpaar“, ergänzt Deniz.

„Richtig“, sagt Pascal und nickt. „Und wenn ich eine saure Lösung neutralisieren möchte, kann ich das mit einer basischen Lösung machen, weil die Protonen dann mit den Hydroxid-Ionen zu Wassermolekülen reagieren.“

„Aber die Lösung wird nur neutral, wenn es gleich viele Protonen und Hydroxid-Ionen sind, weil ja sonst nicht jeder einen Reaktionspartner findet“, erinnert Sascha ihn. „Die Konzentration der Lösungen und das eingesetzte Volumen der Flüssigkeiten müssen also zusammen passen.“





# SÄUREN → COLA

## TEIL III: Neutralisation (Cola)

„Dann ist die Säure in meiner Cola also nicht neutralisiert“, überlegt Deniz ein bisschen enttäuscht.

„Nein“, bestätigt Robin, „deine Cola enthält nur Phosphorsäure und keine Base, die die Säure neutralisieren könnte.“

„Kannst ja einen Schuss Seife reingeben“, schlägt Pascal schadenfroh vor.

Bevor Deniz etwas erwidern kann, stößt Sascha ihn mit dem Ellenbogen in die Seite: „Ey Jungs! Da vorne geht grad der Stiernacken-Typ mit seiner Freundin. Das heißt die Wiese ist jetzt frei ...“

„Na endlich!“, ruft Pascal erleichtert.

Deniz bedankt sich noch kurz bei Robin und schlendert dann hinter seinen Freunden her, die es jetzt eilig haben zu ihren Handtüchern und dem Fußball zu kommen.

Schon von Weitem kann Deniz sehen, dass die beiden Mädchen mit den Süßigkeiten wieder auf ihren Handtüchern sitzen. Hoffentlich haben *die* nichts gegen Fußball.

Pascal und Sascha kicken sich bereits den Ball zu, als Deniz bei den Handtüchern eintrifft. Er nimmt noch einen Schluck aus seiner Colaflasche und überlegt kurz, dass er vielleicht wirklich mal was anderes trinken sollte, bevor er die Flasche wegstellt und losläuft, um Sascha den Fußball abzunehmen.



# TESTE DEIN WISSEN

TEIL III: Neutralisation (Cola)



Erkläre die folgenden Begriffe kurz in eigenen Worten, bevor du weiter liest:

1) basische Lösung

4) Hydroxid-Anion

2) Base

5) basisch

3) Metallhydroxid

6) Neutralisieren





# TESTE DEIN WISSEN

TEIL III: Neutralisation (Cola)



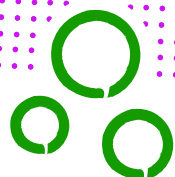
- 1) basische Lösung:**  
Lösung mit Protonenmangel.
- 2) Base:**  
beispielsweise Metallhydroxide.
- 3) Metallhydroxid:**  
besteht aus einem Metall-Kation und einem Hydroxid-Anion; in wässriger Lösung dissoziieren Metallhydroxide.
- 4) Hydroxid-Anion:**  
besteht aus einem Wasserstoffatom und einem Sauerstoffatom, das negativ geladen ist.
- 5) basisch:**  
pH-Wert 8 bis 14. pH-Bereich, in dem eine Lösung mehr Hydroxid-Anionen enthält, als normalerweise in Wasser enthalten sind.
- 6) Neutralisieren:**  
Reaktion, bei der Protonen und Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen reagieren. Wenn alle überschüssigen Protonen in einer Lösung mit allen überschüssigen Hydroxid-Anionen zu Wassermolekülen reagieren, ist die Lösung anschließend neutral (pH 7).



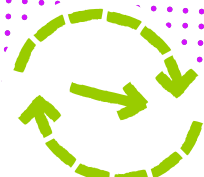


SUPER, DAS WAR  
TEIL III

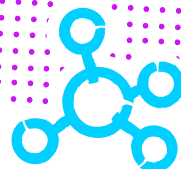
Weitere THEMENBEREICHE:



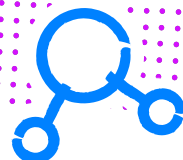
STOFFE



REDOXREAKTION



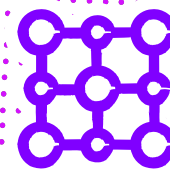
ALKANE



WASSER



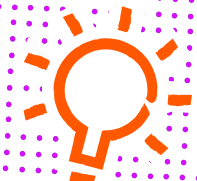
ATOMBAU



SALZE



MODELL-  
VORSTELLUNGEN



ERKENNTNIS-  
GEWINNUNG