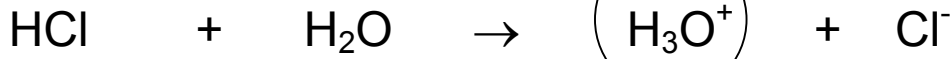


## Expertenwissen: PROTOLYSE

Protolyse ist die Abspaltung von Protonen ( $H^+$ ) unter der Einwirkung von Wasser.

Beispiel: Auflösen von Chlorwasserstoff (HCl) in Wasser:



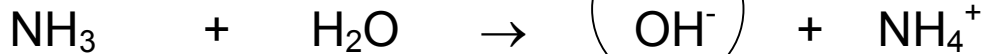
Aus der **SÄURE** wird mit **WASSER** eine **SAURE LÖSUNG**

$H_3O^+$  - Ion .....Hydroniumion (ist für die **saure Reaktion** verantwortlich!!!)

$H^+$  (Proton) geht von der Säure über zum Wasser.

HCl-Molekül wurde gespalten, es ist PROTOLYSIERT!

Beispiel: Auflösen von Ammoniak ( $NH_3$ ) in Wasser:



Aus der **BASE** wird mit **WASSER** eine **BASISCHE LÖSUNG (LAUGE)**

$OH^-$  - Ion .....Hydroxid (ist für die **basische Reaktion** verantwortlich!!!)

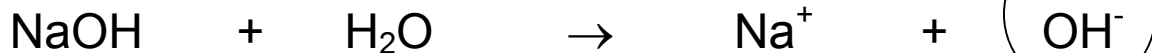
$H^+$  (Proton) geht vom Wasser über zur Base.

$H_2O$ -Molekül wurde gespalten, es ist PROTOLYSIERT!

## **Säuren geben Protonen ab!** **Basen nehmen Protonen auf!**

Basen liegen oft (ohne Wasser) in Salzform (Ionen, Ionengitter!) vor. Bei der Reaktion mit Wasser zerfällt das Ionengitter und die Ionen liegen im Wasser als Metallion und Hydroxid-Ion frei beweglich vor.

Beispiel NATRIUMHYDROXID:



Natriumhydroxid (fest)

Natronlauge (wässrige Lösung)

## pH-WERT:

Der pH-Wert ist eine Maßzahl für den sauren oder basischen Charakter einer Lösung.

pH-Wert: 0 bis 7 : SAUER

pH-Wert: 7 : NEUTRAL

pH-Wert: 7 bis 14 : BASISCH

Der pH-Wert gibt die  $H_3O^+$ -Ionenkonzentration in einer Lösung an (positiver Exponent der  $H_3O^+$ -Ionenkonzentration).

zB:  $H_3O^+$ -Ionenkonzentration = 0,1 mol/L =  $10^{-1}$  mol/L ..... pH-Wert = 1

**TEAM:** .....

## ÜBUNG: PROTOLYSE

Für diesen Versuch brauchst du:

2 trockene Uhrgläser

trockene Proberöhre

Proberöhrenhalter

Laborbrenner

Indikatorpapier

Spatel

Spritzflasche mit Wasser

Zitronensäure fest

Natriumhydroxid NaOH fest

(VORSICHT ÄTZEND!!!!!!!!!!!!!!)

Ammoniumchlorid (NH<sub>4</sub>Cl) fest

Versuchsdurchführung:

### **VERSUCH A**

1. Nimm die 2 trockenen Uhrgläser und lege je ein kurzes Stück Indikatorpapier darauf.
2. Gib mit der Spatel einige Körnchen Zitronensäure auf ein Indikatorpapier, auf das andere ein kleines Stückchen NaOH (wenig!!).

Notiere deine Beobachtungen :

.....

3. Nun befeuchte die Stoffe samt dem Indikatorpapier mit einigen Tropfen Wasser.

Notiere deine Beobachtungen :

.....

.....

### **VERSUCH B**

1. Gib eine Spatelspitze NH<sub>4</sub>Cl in die trockene Proberöhre.
2. Nimm ein etwa 15 cm langes Stück Indikatorpapier befeuchte es ganz wenig mit Wasser und stecke es in die Proberöhre (nur hineinhängen); fixiere das äußere Ende des Indikatorpapiers mit dem Proberöhrenhalter
3. Erhitze die Proberöhre vorsichtig mit der Flamme und beobachte das Indikatorpapier (beende das Erhitzen, sobald das Papier zu verkohlen beginnt!!)

Notiere deine Beobachtungen :

.....

.....

**ENTSORGUNG: Alle Stoffe gemeinsam in das vorgesehene Gefäß geben!!**

**KNIFFLIGE FRAGEN:**

Warum verändert sich bei VERSUCH A das Indikatorpapier bei der Zugabe von Wasser (möglichst genau erklären)?

Hat feste Zitronensäure einen pH-Wert?  
(Bitte Antwort erklären!)

Welche 2 gasförmigen Stoffe entstehen beim VERSUCH B?  
Nochmals die Formel von Ammoniumchlorid:

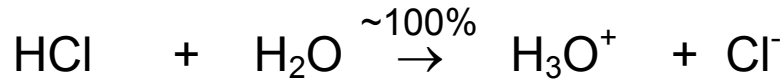


Wodurch werden diese Stoffe nachgewiesen?

## Expertenwissen: STARKE UND SCHWACHE SÄUREN

Das Bestreben einer Säure, **PROTONEN** abzuspalten (Protolyse), bezeichnet man als die **STÄRKE** einer Säure. Sie ist vom Aufbau des Säuremoleküls abhängig.

Beispiel: Auflösen von Chlorwasserstoff (HCl) in Wasser:

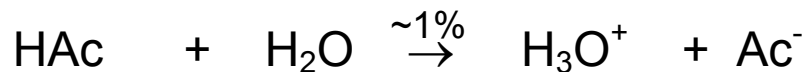


Diese Reaktion läuft praktisch zu 100% ab; **Protolysegrad = 100%**  
Praktisch alle Säuremoleküle reagieren mit Wasser und bilden  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen.

HCl ist eine **STARKE SÄURE**

Typische starke Säuren: HCl,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )

Beispiel: Auflösen von Essigsäure (HAc) in Wasser:



Diese Reaktion läuft nur zu etwa 1% ab; **Protolysegrad = 1%**  
Nur wenige Säuremoleküle reagieren mit Wasser und bilden  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen. 99% der Essigsäuremoleküle liegen noch ungespalten vor!

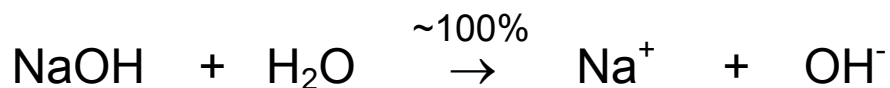
Essigsäure ist eine **SCHWACHE SÄURE**

Typische schwache Säuren: Essigsäure, Zitronensäure, Kohlensäure

Analoges gilt für BASEN:

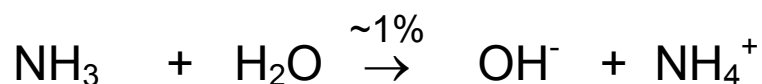
STARKE BASEN: NaOH, KOH

Praktisch alle Basenmoleküle reagieren mit Wasser und bilden  $\text{OH}^-$ -Ionen.



SCHWACHE BASEN:  $\text{NH}_3$

Nur wenige Basenmoleküle reagieren mit Wasser und bilden  $\text{OH}^-$ -Ionen.



**TEAM:** .....

## ÜBUNG: STARKE UND SCHWACHE SÄUREN

Für diesen Versuch brauchst du:

pH-Meter

Waage

Uhrgläser

Spatel

Spritzflasche mit Wasser

Bechergläser

Meßkolben 100 mL

HCl-Lösung 0,1 mol/L

Essigsäurelösung 0,1 mol/L

Zitronensäure fest (Molmasse = 192 g/mol)

Weinsäure (Molmasse = 150 g/mol)

(als Alternative!)

Versuchsdurchführung:

### **ZITRONENSÄURELÖSUNG 0,1 mol/L:**

1. Berechne die benötigte Menge an Zitronensäure für 100 ml einer 0,1 molaren Lösung:

Hilfestellung: für 1 L einer Zitronensäurelösung 1,0 mol/L braucht man 192g

für 100 mL einer Zitronensäurelösung 1,0 mol/L braucht man.....g

für 100 mL einer Zitronensäurelösung 0,1 mol/L braucht man.....g

2. Wäge die benötigte Menge an Zitronensäure ein (Waage, Uhrglas), löse die Zitronensäure in etwa 50 mL Wasser in einem Becherglas auf und fülle die Lösung in den Meßkolben. Spüle die Flüssigkeitsreste sorgfältig in den Meßkolben und fülle genau auf 100 mL auf (VORSICHT: zuviel eingefülltes Wasser kann NICHT mehr herausgenommen werden!!!)

### **pH-MESSUNG: (BITTE mit der pH-Elektrode sehr sorgfältig hantieren!!!!)**

3. Nimm 3 trockene Bechergläser und fülle die 3 Lösungen ein (HCl-Lösung, Essigsäurelösung und Zitronensäurelösung)
4. Ziehe die pH-Elektrode aus der Aufbewahrungslösung und spüle sie mit Wasser aus der Spritzflasche gründlich ab.
5. Tauche die Elektrode in je eine Lösung und notiere den pH-Wert
6. NACH JEDER Messung muß die Elektrode gründlich abgespült werden
7. Nach Beendigung der Meßserie: Tauche die abgespülte Elektrode in die Aufbewahrungslösung.
8. Die HCl- und Essigsäurelösung bleibt für die nächste Gruppe in den Bechergläsern
9. Die Zitronensäurelösung wird über den Ausguß entsorgt
10. Alle Glasgefäße gründlich mit Leitungswasser reinigen!!

LÖSUNGEN	pH-WERTE
HCl-Lösung 0,1 mol/L	
Essigsäurelösung 0,1 mol/L	
Zitronensäurelösung 0,1 mol/L	

**ENTSORGUNG: Zitronensäurelösung in den Ausguß geben!!**

**%**

**pH-WERTE von Coca Cola und Almdudler**

1. Fülle je etwas Cola und Almdudler in ein Becherglas und miss den pH-Wert

LÖSUNGEN	pH-WERTE
Coca Cola	
Almdudler	

**KNIFFLIGE FRAGEN:**

Berechne aufgrund der gemessenen pH-Werte die  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionenkonzentration in den 3 Lösungen:

Hilfestellung: Wenn du noch nicht die Übung PROTOLYSE gemacht hast, dann erkundige dich bei jenem Team, das diese Übung jetzt durchführt!!!

LÖSUNGEN	pH-WERTE	$\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionenkonzentration
HCl-Lösung 0,1 mol/L		
Essigsäurelösung 0,1 mol/L		
Zitronensäurelösung 0,1 mol/L		

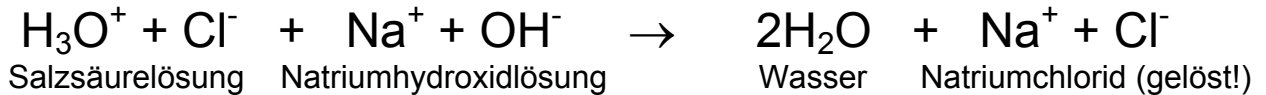
Warum kann man Zitronensäurelösungen gefahrlos trinken, konzentrierte HCl-Lösungen dagegen nicht?

Erkläre die unterschiedlichen pH-Werte von Coca Cola und Almdudler:

## Expertenwissen: NEUTRALISATION

Mischt man gleiche Mengen einer starken Säurelösung und einer starken Basenlösung (gleiche Anzahl von  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen bzw.  $\text{OH}^-$ -Ionen!), so entsteht eine neutrale Lösung ( $\text{pH} = 7$ ). Säure- und Basenlösung heben einander in ihrer Wirkung auf.

**Beispiel:** Salzsäurelösung und Natriumhydroxidlösung



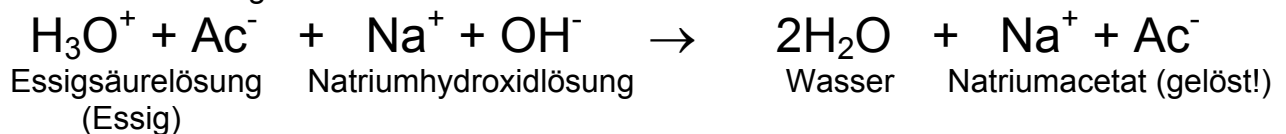
Die Neutralisation ist eine Säure-Base-Reaktion, bei der  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen mit  $\text{OH}^-$ -Ionen unter Bildung von Wasser reagieren. Der Säurerest ( $\text{Cl}^-$ ) und das Metallion ( $\text{Na}^+$ ) bilden ein Salz.

Die Neutralisationsreaktion wird verwendet, um die Menge (unbekannte Konzentration) einer Säure oder Base in einer Probe zu bestimmen. Bei dieser sogenannten **TITRATION** wird zu einer Säurelösung unbekannter Konzentration solange eine basische Lösung bekannter Konzentration zugegeben, bis die Lösung neutral ist (alle  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionen haben mit  $\text{OH}^-$ -Ionen reagiert). Aus der Menge der benötigten basischen Lösung kann dann die Konzentration der Säurelösung berechnet werden. Der sogenannte Neutralpunkt ( $\text{pH} = 7$ ) wird mit Hilfe eines Indikators angezeigt.

**Anwendung:** Bestimmung des Essigsäuregehalts eines Speiseessigs

Kurzbezeichnung für Essigsäure: HAc

Na-Salz der Essigsäure: Na-Acetat



Berechnungsbeispiel:

Konzentration der Natriumhydroxidlösung: 1 mol/L

Zu 10 mL Essig werden 10 mL Natriumhydroxidlösung: 1 mol/L zugegeben; der verwendete Indikator (Phenolphthalein) zeigt an, dass die Lösung neutral reagiert!

NaOH-Lösung 1 mol/L, Verbrauch (bis zum Neutralpunkt): 10 mL

1 mol/L:	in 1000mL NaOH .....	1 mol	
	1 mL NaOH .....	0,001 mol	
	10 mL NaOH .....	0,01 mol	10 mL NaOH enthalten 0,01 mol

d.h. diese 10 mL NaOH entsprechen 10 mL Essig

d.h. weiters in den 10 mL Essig sind 0,01 mol Essigsäure enthalten!

in 10mL Essig ..... 0,01mol

1000mL Essig ..... 1 mol Konzentration Essig: 1 mol/L

Molmasse von Essigsäure: 60g/mol  $\rightarrow$  1 mol HAc ..... 60g

in 1 L Essig sind 60g Essigsäure enthalten

Dichte der Essigsäure: 1,05g/mL  $\rightarrow$  d.h. 60g Essigsäure sind 57,14mL

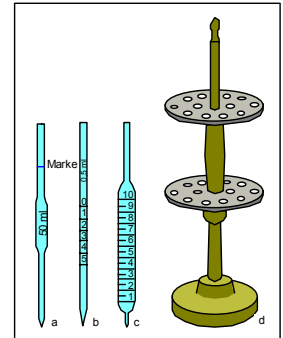
**Der untersuchte Essig enthält 5,7 Vol% Essigsäure!**

TEAM: .....

## ÜBUNG: NEUTRALISATION

Für diesen Versuch brauchst du:

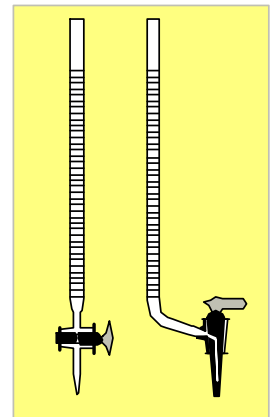
- 1 Bürette
- 1 Vollpipette 10 mL
- Pipettierball
- Glaskolben
- Phenolphthaleinlösung
- Spritzflasche mit Wasser
- Becherglas



NaOH-Lösung 1 mol/L (VORSICHT ÄTZEND!!!!!!!!!!!!!!)  
Speiseessig

Versuchsdurchführung:

1. Die gefüllte Bürette (mit NaOH-Lösung 1 mol/L) steht bereit
2. Stelle den Flüssigkeitsspiegel durch Ablassen in das Becherglas auf einen definierten Wert ein und notiere diesen Anfangswert
3. Dosiere mit Hilfe der Pipette und dem Pipettierball genau 10 mL Speiseessig in den Glaskolben (**NICHT MIT DEM MUND AUFSAUGEN!!!!!!**)
4. Füge 2 Tropfen Phenolphthaleinlösung hinzu
5. Tropfe unter Umschwenken NaOH-Lösung zu, bis ein vollständiger Farbumschlag eingetreten ist (vollständige Rosafärbung der Lösung!).



Notiere deine Beobachtungen :

.....

6. Sollten Flüssigkeitstropfen der NaOH-Lösung am Rand des Glaskolbens haften, so kann man diese mit reinem Wasser (Spritzflasche) hineinspülen.
7. Notiere den Endwert und berechne durch Subtraktion den Verbrauch an NaOH-Lösung
8. Berechne analog zum Berechnungsbeispiel den Gehalt an Essigsäure in Vol%

**ENTSORGUNG: Alle Stoffe in den Ausguß geben!!**

%



**KNIFFLIGE FRAGEN:**

Warum tritt der vollständige Farbumschlag erst am Neutralpunkt auf?

Warum kann man am Rand des Glaskolbens haftende Flüssigkeitstropfen mit reinem Wasser (Spritze) hineinspülen, ohne das Ergebnis zu verfälschen?

Mit welcher Lösung könnte man den Gehalt eines Flüssigwaschmittels an Waschkalkalien bestimmen?

## Expertenwissen: SAURE UND BASISCHE SALZE

Salzlösungen können unterschiedliche pH-Werte aufweisen:

Salze starker Basen und starker Säuren reagieren im Wasser NEUTRAL.

Salze starker Basen und schwacher Säuren reagieren im Wasser BASISCH.

Salze schwacher Basen und starker Säuren reagieren im Wasser SAUER.

Das Bestreben einer Säure, **PROTONEN** abzuspalten (Protolyse), bezeichnet man als die **STÄRKE** einer Säure. Sie ist vom Aufbau des Säuremoleküls abhängig.

Das Bestreben einer Base, **PROTONEN** aufzunehmen, bezeichnet man als die **STÄRKE** einer Base. Sie ist vom Aufbau des Basemoleküls abhängig.

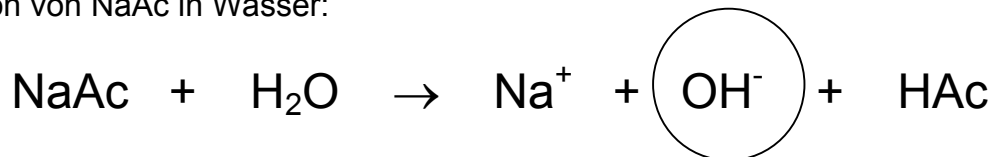
Beispiel: Salz einer starken Base und einer schwachen Säure: Na-Acetat (NaAc)

Starke Base: NaOH

Schwache Säure: Essigsäure HAc



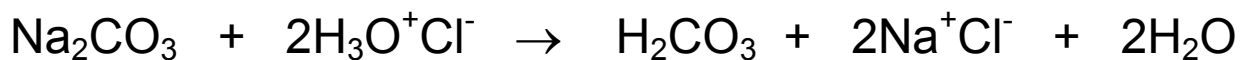
Reaktion von NaAc in Wasser:



Die freien OH<sup>-</sup>Ionen in der Lösung sind für die alkalische Reaktion verantwortlich!!

Gewinnung schwacher Säuren: Schwache Säuren werden oft aus ihren Salzen durch Zugabe einer starken Säure gewonnen.

Beispiel: Gewinnung von CO<sub>2</sub> aus Soda (so wurde früher CO<sub>2</sub> für Erfrischungsgetränke gewonnen, daher der Name „Sodawasser“)



Soda

Salzsäurelösung

Kohlensäure

Kochsalz (gelöst)

Kohlensäure zerfällt sofort:  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$  und CO<sub>2</sub> entweicht!

Nach dem gleichen Prinzip sind Brausetabletten und Brausepulver aufgebaut; als Salz dient der Stoff Natriumhydrogencarbonat (Speisesoda, Natron NaHCO<sub>3</sub>) und als feste Säure wird Zitronensäure verwendet. Kommen beide Stoffe in Wasser, so löst sich die Zitronensäure, es bildet sich eine saure Lösung; diese reagiert mit dem Speisesoda unter Freisetzung von Kohlensäure (wie oben beschrieben!).

**TEAM:**.....

## ÜBUNG: SAURE UND BASISCHE SALZE

Für diesen Versuch brauchst du:

3 Proberöhren	Kochsalz (NaCl)
Proberöhrenständer	Soda (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )
Spatel	Ammoniumchlorid (NH <sub>4</sub> Cl) fest
Spritzflasche mit Wasser	
Universalindikator	

Versuchsdurchführung:

4. Fülle in 3 Proberöhren etwa 2 cm hoch Wasser
5. Gib in jede Proberöhre 2 Tropfen Universalindikator dazu

Notiere deine Beobachtungen :

.....

6. Nun gib je eine Spatelspitze der 3 Salze dazu und schüttele

Notiere deine Beobachtungen :

.....

.....

**ENTSORGUNG: Alle Stoffe in den Ausguß geben!!**

## Übung: BRAUSEPULVER

Für diesen Versuch brauchst du:

Marmeladegläser trocken mit Deckel	Speisesoda (Natron)
Kaffeelöffel	Zitronensäure
Becher	Staubzucker
	Lebensmittelfarben

Versuchsdurchführung:

1. Nimm ein trockenes Marmeladeglas und gib folgende Stoffe hinein:  
3 Kaffeelöffel voll Staubzucker  
2 Kaffeelöffel voll Zitronensäure  
1 Kaffeelöffel voll Speisesoda
2. Verschließe das Glas mit dem Deckel und schüttele gut
3. Nimm einen trockenen Becher und gib von der eben hergestellten Mischung 1 Kaffeelöffel voll hinein; füge nun eine Messerspitze Lebensmittelfarbe deiner Wahl hinzu.
4. Fülle mit frischem, kaltem Leitungswasser auf; rühre um, sodass sich aller Zucker auflöst.
5. Lass dir die Brause gut schmecken!

**KNIFFLIGE FRAGEN:**

Versuche, die den 3 Salzen zugrunde liegenden Säuren und Basen zu ermitteln und die jeweilige Stärke (stark/schwach) dazuzuschreiben:

<b>Salz</b>	<b>Säure</b>	<b>Base</b>
Kochsalz (NaCl)		
Soda (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )		
Ammoniumchlorid (NH <sub>4</sub> Cl)		

Aufgießen einer Brause: Hat die Temperatur des Wassers einen Einfluß auf das Aufbrausen? Wenn ja warum?