

## Wir definieren „Säuren“ - der Geschichte auf der Spur

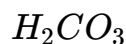
In der vergangenen Stunde haben wir Säuren anhand der folgenden Kriterien definiert: (vermuteter) saurer Geschmack; färben pH-Papier rot; geeignet, um Kalk zu lösen.

Das entspricht weitgehend der ersten wissenschaftlichen Definition von Säuren. Diese wurde von Robert Boyle (1626-1691) aufgestellt und von Antoine Lavoisier (1743-1794) erweitert: „Nichtmetalloxide reagieren mit Wasser zu Säuren“.

Reaktionsgleichung am Beispiel Kohlenstoffdioxid:

Justus von Liebig (1803-1873) erweiterte die Definition erneut: „Säuren sind Wasserstoffverbindungen, in denen der Wasserstoff durch ein Metall ersetzt werden kann“

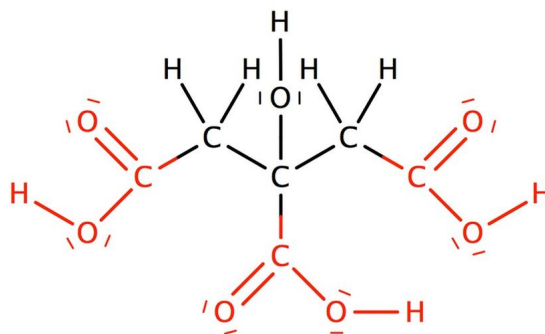
Wir prüfen auch dies, ebenfalls am Beispiel Kohlensäure (und Natrium als Metall) - existiert das Ergebnis?:



Für die nächst komplexere Definition benötigen wir nochmal die Zitronensäure aus unseren Beispielstoffen und betrachten ihre kristalline und ihre gelöste Form.

## Säuren und saure Lösungen

Was passiert eigentlich, wenn Zitronensäure in Wasser gelöst wird, um das Reinigungsmittel Zitronensäurelösung herzustellen? Die Formel von Zitronensäure zeigt uns, dass es sich trotz der kristallinen Strukturen des Feststoffs nicht um eine Ionenverbindung handelt:



- ① Entwickle ausgehend von der Hypothese „Wenn Zitronensäure in Wasser gelöst wird, entstehen keine Ionen, da es sich nicht um eine Verbindung mit Ionenbindungen handelt“ einen Versuchsaufbau, mit dem sie gestützt oder falsifiziert werden kann.
  - Beziehe Dich dabei auf das Vorwissen zu Salzen, Wasser und Lösungen von Ionenverbindungen in Wasser.
  - Nutze die Eigenschaften von Ionenverbindungen, um die Hypothese zu stützen oder zu falsifizieren.

## Leitfähigkeitsuntersuchung von Zitronensäurelösung

**Material:** Becherglas, Leitfähigkeitsmesser, Spatel

**Chemikalien:** demineralisiertes Wasser, Zitronensäure

**Durchführung:** Zunächst wird die Leitfähigkeit von demineralisiertem Wasser gemessen. Dann wird eine Spatelspitze Zitronensäure zugegeben und erneut gemessen.

**Hinweis:** Beachte, dass die Elektrode des Leitfähigkeitsmessgerätes nach Benutzung mit demineralisiertem Wasser gespült werden und ordnungsgemäß verpackt werden muss.

**Beobachtungen:**

| Versuchsnr. \ Wert | $\sigma$ (demin. Wasser) | $\sigma$ (Zitronensäurelösung) |
|--------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                    |                          |                                |
|                    |                          |                                |
|                    |                          |                                |
|                    |                          |                                |
|                    |                          |                                |
|                    |                          |                                |

**Deutung:**

- ② Informiere Dich über die Säuredefinition von Arrhenius und erkläre, inwiefern dieser Versuch diese zur Erklärung benötigt.

## Was Arrhenius erklärt

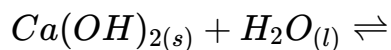
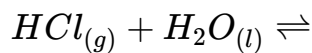


### Arrhenius-Definition

Eine Säure ist ein Stoff, der in Wasser in ein Säurerestion und ein oder mehrere Protonen dissoziiert.

Eine Base ist ein Stoff, der in Wasser in ein Restion und ein oder mehrere Hydroxidionen dissoziiert.

Beispielreaktionen:



### charakteristische Teilchen für Arrhenius-Säuren/Basen

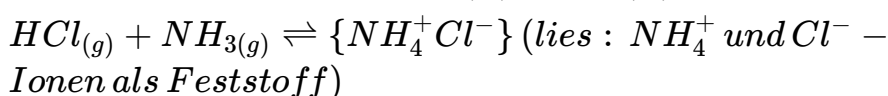
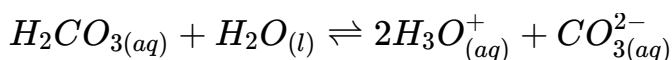
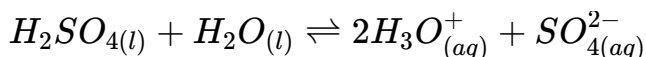
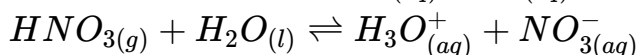
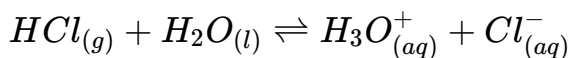
für saure Lösungen: Proton ( $H^+_{aq}$ )

für Laugen: Hydroxid-Ion ( $OH^-_{aq}$ )

## Was Arrhenius nicht erklären kann...

Löst man Ammoniakgas ( $NH_3_{(g)}$ ) in Wasser, so erhält man eine Flüssigkeit, die pH-Papier blau färbt - sie enthält Hydroxidionen. Diese Reaktion zeigt, dass die Definition von Arrhenius erweitert werden muss!

- ③ Erkläre, warum diese Reaktion zeigt, dass die Arrhenius-Definition erweitert werden muss.
- ④ Analysiere die folgenden Reaktionsgleichungen und formuliere eine charakteristische Gemeinsamkeit aller Säurereaktionen (das erste Edukt ist jeweils die Säure):



## Gestatten? Brönsted...



### Brönsted-Definition

Säure: Protonendonator

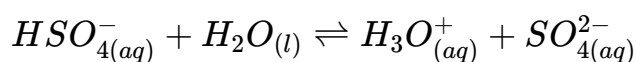
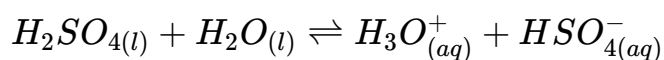
Base: Protonenakzeptor

- ⑤ Prüfe, ob mit dieser Definition die Reaktion von Ammoniak mit Wasser korrekt als Säure-Base-Reaktion erkannt wird.
- ⑥ Nimm Stellung zu der Aussage, dass die Brönsted-Definition universeller ist als die Arrhenius-Definition.



### Protolysereaktion

Eine Säure-Base-Reaktion nach Brönsted bezeichnen wir als Protolysereaktion, weil eines der Edukte ein Proton abgibt. Ein typisches Beispiel für Protolysereaktionen sind Reaktionen mit Wasser, die saure Lösungen ergeben. Dabei wird jedes abgegebene Proton in einer einzelnen Protolysegleichung angegeben:



## Vokabelteil

- ⑦ Einige Säuren, Basen, saure Lösungen und Laugen kommen so oft vor, dass es sich lohnt, sie wie Vokabeln zu lernen. Suche die Formeln der folgenden Stoffe heraus und befülle eine Tabelle wie nachstehend mit den Ergebnissen:
  - Schwefelsäure, Chlorwasserstoff, Salpetersäure, Kohlensäure, Phosphorsäure, Ammoniak, Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Calciumhydroxid

| Säure            | Formel                         | Restion         | Formel                        |
|------------------|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Schwefelsäure    | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Hydrosulfat-Ion | HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> |
| Hydrosulfat-Ion  | HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>  | Sulfat-Ion      | SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>  |
| Chlorwasserstoff | ...                            | ...             | ...                           |