



## Zum Warmwerden... Löse folgendes Quiz zum Thema Säuren und Basen!

### 1. Alle Säuren

- A ☐ haben einen pH-Wert größer 7,
- B ☒ färben Universalindikator rot,
- C ☒ leiten den elektrischen Strom,
- D ☐ enthalten Hydroxid-Ionen,
- E ☒ sind ätzend.

### 2. Folgende Stoffe ergeben mit Universalindikator einen Farbumschlag nach blau:

- A ☒ Brezellaug,
- B ☐ Meerwasser,
- C ☐ Regenwasser,
- D ☒ Kalkwasser,
- E ☐ Kochsalz-Lösung.

### 3. Eine alkalische Lösung

- A ☒ nennt man auch Lauge,
- B ☒ erhält man aus Calciumoxid und Wasser,
- C ☐ leitet nicht den elektrischen Strom,
- D ☒ enthält immer Hydroxid-Ionen.

### 4. Salzsäure

- A ☐ besteht aus HCl-Molekülen,
- B ☒ enthält Säurerest-Ionen,
- C ☐ ist ein Reinstoff,
- D ☒ reagiert mit Calcium,
- E ☐ enthält Salz.

### 5. Bei einer Neutralisation

- A ☒ entsteht eine Salzlösung,
- B ☐ reagiert ein Metall mit einem Nichtmetall,
- C ☐ sinkt die Temperatur,
- D ☒ entsteht Wasser.

### 6. Bei der Reaktion von verdünnter Schwefelsäure mit Magnesium

- A ☒ entsteht ein brennbares Gas,
- B ☐ entsteht Magnesiumsulfid,
- C ☐ findet eine Neutralisation statt,
- D ☒ bilden sich Magnesium-Ionen.

### 7. Bei folgendem Stoff handelt es sich nicht um einen Indikator

- A ☐ Universalindikator
- B ☐ Phenolrot
- C ☒ Kaliumpermanganat
- D ☐ Thymolblau

### 8. Eine Lösung mit $\text{pH} < 7$ ist

- A ☒ sauer
- B ☐ neutral
- C ☐ alkalisch

### 9. Kreuze alles an, was auf das $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Molekül zutrifft.

- A ☒ Es kann zwei Protonen abgeben.
- B ☒ Es ist eine Brönsted-Säure.
- C ☐ Es ist eine Brönsted-Base.
- D ☒ Das Sulfat-Ion ist sein Säurerest-Ion.

### 10. Alle Säuren

- A ☐ entstehen aus Nichtmetalloxiden,
- B ☒ bilden in Wasser in Oxonium-Ionen,
- C ☒ besitzen ein positiv polarisiertes H-Atom,
- D ☐ sind Sauerstoff-Verbindungen.

## **EINHEIT 5: Carbonsäuren**



Am Montag nach der letzten Abi-Feier sind den Hausmeistern der Stadthalle beim Aufräumen ein paar offene Flaschen mit Weinresten in die Hände gefallen. Sie schütteten die Reste in den Abguss, als ihnen ein stechend saurer Geruch in die Nase stieg, der mit lieblichem Wein so gar nichts mehr zu tun hatte. Der Wein ist zu Essig geworden. Wie kann man sich das chemisch erklären?

### **5.1. Essig und Essigsäureherstellung**

**Aufgabe 1:** Schon seit mehr als 4000 Jahren ist die Essigherstellung aus Wein bekannt. Lies den Info-Text und beantworte die darunter stehenden Fragen.

#### Aus Umwelt und Technik: **Essigsäureherstellung gestern und heute**

Schon seit mehr als 4000 Jahren ist die Essigherstellung aus Wein bekannt. Das älteste **Rezept** dafür ist ganz einfach:

*„Man nehme Wein, fülle ihn in einen offenen Tonkrug oder Holzbottich und lasse ihn 3–4 Wochen lang darin stehen. Dann ist aus dem Wein Essig geworden.“*

Schon damals diente der Essig zum Würzen von Speisen und zum Haltbarmachen von Lebensmitteln. Er hatte aber noch eine andere Aufgabe: Jeder römische Legionär trug bei den großen Feldzügen stets ein Gefäß mit Weinessig bei sich. Daraus konnte er sich jederzeit durch Verdünnen mit viel Wasser ein Erfrischungsgetränk herstellen.

Der Weinessig wirkte gleichzeitig desinfizierend. Wahrscheinlich ist es ihm zu verdanken, daß damals während der großen Feldzüge nicht mehr Seuchen ausbrachen.

Der grundlegende Vorgang der Essiggewinnung – das Versäuern von Alkohol durch Essigsäurebakterien – ist bis heute erhalten geblieben. Dabei sind zwei Verfahren gebräuchlich: das traditionelle Verfahren im **Essigbildner** und das moderne **Submersverfahren**.

**Essigbildner** sind riesige Holzbottiche mit einem Fassungsvermögen von bis zu 100 000 Litern; sie sind mit Buchenholz-Rollspänen gefüllt (Bild 4). Diese Holzspäne bieten den Essigsäurebakterien ideale Siedlungsmöglichkeiten.

Oben auf die Holzspäne wird die sog. **Maische** gesprüht (Bild 5). Das ist ein Gemisch aus verdünntem Ethanol mit etwas fertigem Essig und Nährstoffen. Die Maische rieselt bei etwa 30 °C mehrmals über die Holzspäne nach unten. Gleichzeitig wird von unten ständig Luft durch die Holzspäne geblasen, damit die Essigsäurebakterien den lebensnotwendigen Sauerstoff erhalten.

Nach etwa 6 Tagen hat sich der Alkohol in sogenannten **Rohessig** verwandelt. Er muß – genau wie junger Wein – noch lagern, um zu reifen. Dazu pumpst man ihn für etwa ein Jahr in

große Lagerbehälter. Erst dann wird er gefiltert und in Flaschen abgefüllt.

Wesentlich schneller als im Essigbildner geht die Essigerzeugung nach dem **Submersverfahren** (lat. *submersus*: untergetaucht). Dabei siedeln die Essigsäurebakterien nicht auf Buchenholzspänen, sondern schwimmen in der Maische. Sie vermehren sich sehr stark und produzieren so reichlich Enzyme, daß der Alkohol bereits nach 24 Stunden zu Essig oxidiert ist. Dann wird automatisch die Hälfte des Essigs abgelassen und frische Maische nachgefüllt. So kann die Essigerzeugung ununterbrochen fortgesetzt werden.

Durch unterschiedliche Ausgangsstoffe oder Aromastoffe, die man hinzüft, entstehen **mehrere unterschiedliche Essigsorten**:

**Weinessig** wird nur aus Wein hergestellt. Er enthält 6 % Essigsäure, ist sehr kräftig im Geschmack und wird als Gewürz für feine Speisen besonders geschätzt.

**Tafelessig** (*Branntweinessig*) enthält 5% Essigsäure und ist preiswerter als Weinessig. Er wird aus Alkohol hergestellt, der aus Korn, Kartoffeln oder Zuckerrüben gewonnen wurde.

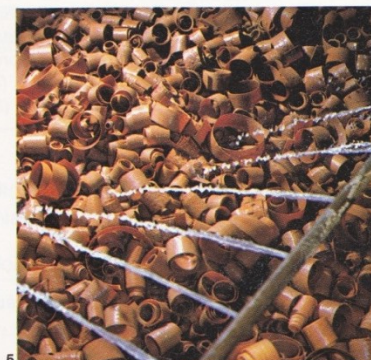
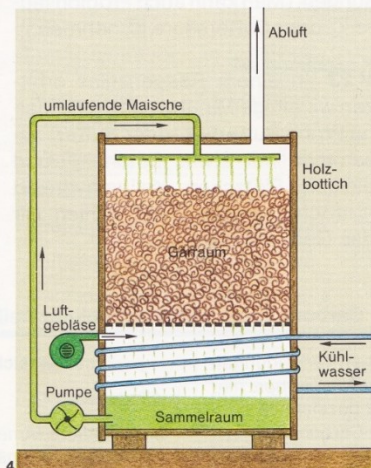
**Wein-Branntwein-Essig** ist eine Mischung aus Weinessig und Tafelessig. Er ist nicht teuer, hat aber das geschätzte Weinaroma.

**Kräuternessig** entsteht dann, wenn Tafelessig eine Zeitlang auf bestimmte Kräuter einwirken kann.

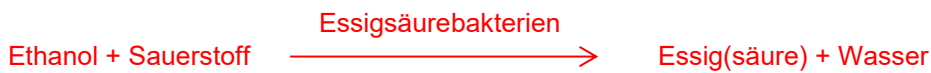
**Obstessig** wird meist aus Apfelwein hergestellt; er erhält dadurch ein fruchtiges Aroma.

**Essigessenz** ist 25%ige Essigsäure; sie wird **synthetisch** (d.h. künstlich) hergestellt. Daher enthält sie keine natürlichen Aromastoffe. Vor Gebrauch muß die Essigessenz verdünnt werden.

**Eisessig** ist reine, konzentrierte Essigsäure. Sie ist eine farblose, stechend riechende Flüssigkeit, die bei 16,6 °C schon erstarrt. Reine Essigsäure wirkt stark ätzend.



a) Formuliere eine Wortgleichung für die Essigsäuregärung.



b) Beschreibe die Essigsäuregewinnung und begründe, warum mit diesem Verfahren keine hochkonzentrierte Essigsäure (max. 15%) hergestellt werden kann.

• Bei beiden biochemischen Verfahren wird die ethanolhaltige Flüssigkeit über Essigbakterien geleitet:

Im Essigbildner befinden sich die Essigsäurebakterien auf Holzspänen und werden von unten mit Sauerstoff versorgt. Im Submersverfahren schwimmen die Bakterien direkt in der Maische.

• Bei einer höheren Konzentration an Essigsäure würden die Essigsäurebakterien absterben.

c) Die Herstellung von höher konzentrierter Essigsäure (z.B. Essigessenz) erfolgt durch die katalytische Oxidation von Ethanal.

→ Formuliere eine Wortgleichung für die synthetische Herstellung.



→ Nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede von biochemischer und katalytischer Herstellung von Essigsäure. Um welchen Reaktionstyp handelt es sich bei beiden Reaktionen?

- Gemeinsamkeit: Es findet immer eine Oxidation statt, entweder von Ethanol oder von Ethanal zu Essigsäure

- Unterschied: Biologische Oxidation: Enzyme (Biokatalysatoren) der Bakterien beschleunigen die Reaktion

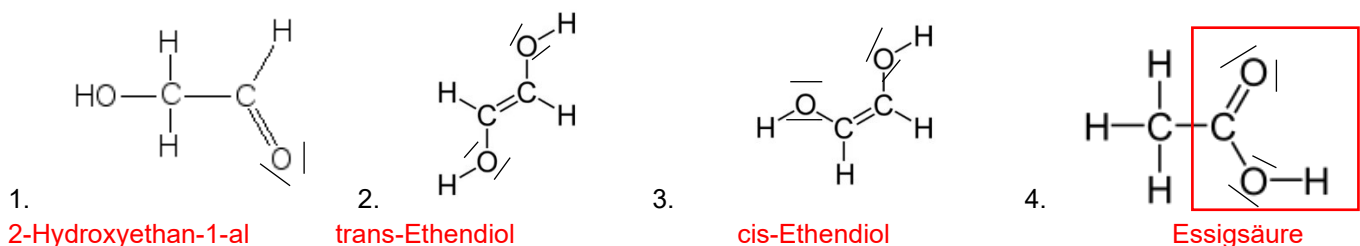
↔ Katalytische Oxidation: Katalysator, der die Aktivierungsenergie erniedrigt und so die Reaktionsgeschwindigkeit erhöht

## 5.2. Die Struktur des Essigsäure-Moleküls

**Aufgabe 2:** Die Summenformel des Essigsäure-Moleküls ist  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ . Im Folgenden sind Isomere dieser Summenformel dargestellt.

a) Benenne die Moleküle 1-3 nach IUPAC.

b) Begründe anhand deines Wissens zu Säuren und sauren Lösungen (vergleiche Wiederholung letzte Woche..) warum *Strukturformel 4* die *richtige Darstellung* des Essigsäure-Moleküls ist.



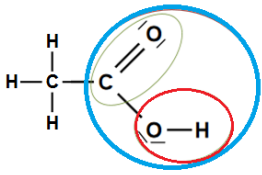
→ Die Moleküle 1.-3. weisen uns bereits bekannte funktionelle Gruppen auf: Molekül 1 ist ein Aldehyd, die Moleküle 2. und 3. gehören zu den Alkoholen, da sie eine Hydroxylgruppe als höchst oxidierte aufweisen. Die Essigsäure hat ihren Namen vermutlich daher, weil sie als Säure fungieren kann. Brönstedt-Säuren sind definiert als Protonendonatoren, d.h. Moleküle, die leicht ein positiv geladenes Wasserstoff-Ion (ein sogenanntes Proton  $\text{H}^+$ ) abgeben. Damit ein Molekül als Protonendonator fungieren kann, muss das H-Atom positiv polarisiert sein. Molekül 4 weist eine uns bisher unbekannte funktionelle Gruppe auf, die die Voraussetzung eines positiv polarisierten H-Atoms erfüllt. Deshalb muss es das Essigsäure-Molekül sein.

**Aufgabe 3:** Lies im Chemiebuch S. 294 und beantworte folgende Fragen.

a) Nenne den systematischen Namen nach IUPAC für die Essigsäure. → **Ethansäure**

b) Nenne den Namen der funktionellen Gruppe (in der Strukturformel rot markiert) des Essigsäuremoleküls.

→ **Carboxyl-Gruppe**, ist die Kurzform für **Carbonylhydroxyl-Gruppe**, weil sie eine Carbonylgruppe mit einer Hydroxyl-Gruppe vereint. Kurzform der Carboxylgruppe:  $\text{-COOH}$



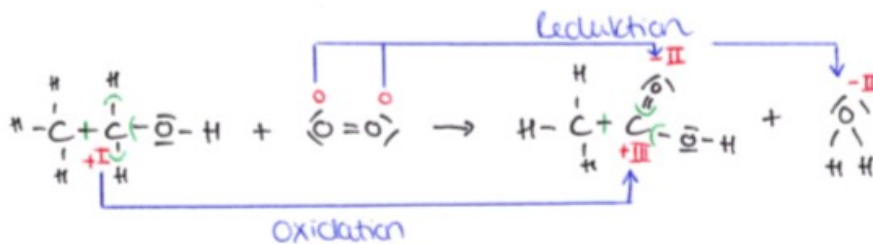
c) Nenne den Namen der Stoffklasse, die als charakteristische funktionelle Gruppe die in b) genannte aufweisen.

Ergänze mit dem Namen dieser Stoffklasse die Überschrift auf diesem Blatt. → **Carbonsäuren**

d) Vervollständige den Merksatz.

**MERKE:** Alle organischen Stoffe, in deren Molekül eine oder mehrere Carboxylgruppen als funktionelle Gruppe enthalten sind, werden als Alkansäuren oder Carbonsäuren bezeichnet.

**Aufgabe 4:** Stelle die Reaktionsgleichung für die Essigsäuregärung aus Aufgabe 1a) in Strukturformeln auf. Zeige anhand von Oxidationszahlen, dass es sich um eine Redoxreaktion handelt. Gib an, welche Stoffe oxidiert bzw. reduziert worden sind.



→ Es genügt die OZ für die Atome anzugeben, an denen nach der Chem. Kkt. eine Veränderung stattgefunden hat.

**Vertiefung:** Auch die Zitronensäure gehört zur selben Stoffklasse wie die Essigsäure. Schau dir zur Vertiefung folgendes Video an: <https://www.br.de/mediathek/video/chemie-carbonsaeuren-eigenschaften-av:58aae2a51862a10012b53dcf>

