



Bier brauen

die klassische Landolt'sche Zeitreaktion

- erstaunliche chemische Reaktion**
- brauen Sie ihr eigenes „Helles“
(nicht trinkbar!)**
- Versuch für Fortgeschrittene**
- mit frischer Stärkelösung wird's ein
„Dunkles“**

Was Du erhältst

Starterset - hell

- 20 ml „Hopfen“ (KJO_3 Lösung)
- 20 ml „Malz“ (saure Na_2SO_3 Lösung)
- 20ml „Schaum“ (Abwaschmittel)
- 1 x 5.0 dl Kunststoffbecher
- 2 x 2.5 dl Kunststoffbecher
- Anleitung

Starterset - dunkel

- 1 Starterset – hell
- Stärkelösung
(**Achtung:** muss vor Gebrauch aufgekocht werden!)

Was Du sonst noch brauchst

- Hahnenwasser

Wie entsteht das „Bier“?

In der Chemie verlaufen Reaktionen zwischen verschiedenen Chemikalien mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ab. Bei der Landolt'schen Zeitreaktion reagieren Sulfid und Jodat in einer dauernden Wechselwirkung. Nach einer bestimmten Zeit kippt das Gleichgewicht. Es entsteht elementares Jod. Dieses erscheint in wässriger Lösung gelb. Das helle „Bier“ ist fertig.

Beim dunklen Bier reagiert das Jod mit Stärke zu einem dunkelblauen Farbkomplex.

Beim Mischen der Lösungen wird noch Abwaschmittel beigegeben, so dass der Eindruck erscheint, es handle sich um Bierschaum.

Wie beim richtigen Bierbrauen mischen wir „Hopfen“ und „Malz“ mit Wasser, lassen das Gebräu „gären“ und nach genügender Lagerzeit entsteht ein „Bier“.

Tip: Wenn Du die Zuschauer verblüffen willst, dann schenke dem Versuch ein identisches Glas oder Becher richtiges Bier ein. Vertausche unauffällig die Becher und nimm vom richtigen Bier einen ordentlichen Schluck.

Achtung: Becher nicht verwechseln!

Jetzt wird gebraut!



In den grossen 5dl Becher gibst Du unbemerkt den „Schaum“, für das **dunkle Bier** zusätzlich die Stärkelösung.



In die 2.5 dl Becher gibst Du je einmal „Hopfen“ und einmal „Malz“ und füllst diese bis zur Markierung mit Hahnenwasser auf.



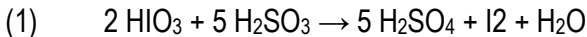
Die Lösungen der zwei 2.5 dl Becher werden gleichzeitig und in einem Guss in den 5dl Becher gegeben, so dass sich Schaum bildet.



Wie jedes gute Bier muss auch dieses lagern. Nach ca. 20-30 Sekunden, je nach Temperatur, ist das Bier gereift. Die Lösung wird gelb oder dunkel.

Noch etwas Chemie

Als Landolt-Reaktion (Schweizer Chemiker Hans Heinrich Landolt, 1886) bezeichnet man die zeitlich verzögerte Bildung von Iod aus Iodsäure und schwefliger Säure. Die Reaktionslösung färbt sich gelb.

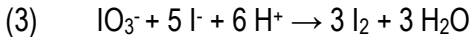


Bei Zugabe von Stärke führt das entstehende Iod zu einer Blaufärbung der Lösung. Eine relative Bekanntheit erlangte diese Reaktion, weil die Farbe nicht sofort auftritt, sondern erst plötzlich nach einer gewissen Zeit. Aus diesem Grund wird sie auch Landoltsche Zeitreaktion genannt.

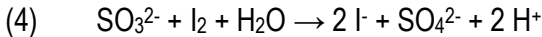
Die Reaktionsgleichung (1) beschreibt lediglich den Gesamtumsatz, nicht jedoch die Teilreaktionen, die mit unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten ablaufen und zu einer verzögerten Iodbildung führen. Als Edukte verwendet man im Allgemeinen nicht direkt die Säuren, sondern ihre Salze, Iodate bzw. Sulfite oder Hydrogensulfite, in saurer Lösung. Die relevanten Teilreaktionen sind aber immer dieselben: Iodat und Sulfit bilden in einer Redoxreaktion Iodid-Ionen.



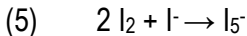
Iodid und Iodat reagieren in einer Komproportionierung zu Iod.



das jedoch sofort wieder zu Iodid reduziert wird, solange in der Lösung noch Sulfit vorliegt.



Reaktion (4) ist so schnell, dass in der Lösung praktisch kein Iod vorhanden ist. Erst wenn das Sulfit infolge der Reaktionen (2) und (4) verbraucht ist, kommt es zur Bildung einer nachweisbaren Menge Iods, das mit überschüssigem Iodid Polyiodid bildet (gelb)



I_5^- wird in den linearen Helixkanälen der Amylose in Stärke stabilisiert und erscheint blau.

Landolt ermittelte auch eine Gleichung zur Berechnung der Zeit vom Mischen der Edukte bis zum Farbumschlag der Lösung.

$$t = \frac{906.05 - 23.01 T + 0.1888 T^2}{C_S^{0.904} \cdot C_J^{1.642}} \text{ Sekunde}$$

Darin sind T die Temperatur in °C, C_S die Konzentration der schwefligen Säure und C_J die Konzentration der Iodsäure, jeweils in mg/l. Diese Gleichung ist empirisch und besitzt nur Gültigkeit im Temperaturbereich 5°C bis 40°C, $t < 60\text{s}$ und $C_S < 3C_J$. Die Reaktion ist also stark temperaturabhängig.

Quelle: Wikipedia

Sicherheitshinweise

Hinweise für Erwachsenen, die das Experiment begleiten:

Lies die Sicherheitshinweise genau durch, bevor Du mit dem Experiment beginnst. Die nicht korrekte Verwendung von Chemikalien kann die Gesundheit gefährden.

Verwende deshalb nur Chemikalien die hier aufgelistet sind. Das Experiment sollte von Kindern nur unter Aufsicht eines Erwachsenen durchgeführt werden. Die möglichen Gefahren sind mit den Kindern vorgängig zu diskutieren. Während des Experiments sollten keine Lebensmittel in unmittelbarer Nähe aufbewahrt oder zu sich genommen werden.

„Hopfen“ $KJ\text{O}_3$ Lösung

Es handelt sich um eine schwache Kaliumjodatlösung. Im Fall von Augen- und Hautkontakt sind die Betroffenen Körperteile mit viel Wasser zu reinigen. Nicht einnehmen!

„Malz“ Na_2SO_3 Lösung

Es handelt sich um eine schwache Natriumsulfitlösung, die mit Schwefelsäure angesäuert ist.

Im Fall von Augen- und Hautkontakt sind die Betroffenen Körperteile mit viel Wasser zu reinigen. Nicht einnehmen!

Die Sulfitlösung riecht unangenehm.

„Schaum“ Abwaschmittel

Das Abwaschmittel dient beim Experiment zur Schaumbildung.

Nach Beendigung des Experiments Hände waschen.

**Das Reaktionsprodukt „Bier“ ist ungeniessbar!
Nicht einnehmen!!**

Haftung

Die Durchführung des Experiments erfolgt auf eigene Verantwortung. Ausreichende chemische und technische Kenntnisse sowie notwendige Schutzvorrichtungen werden vorausgesetzt.

Entsorgung

Das Reaktionsprodukt können aufgrund ihrer geringen Konzentration über das Abwasser entsorgt werden.