Schlagworte

Hefe, Gärung, Herstellung von Alkohol, Zucker, Ethanol, Kohlenstoffdioxid, anaerob, Gäransatz, Gärröhrchen, ChemZ, Nachweis Kohlenstoffdioxid

Didaktisch-methodische Hinweise

Die Gärversuche bilden fachinhaltlich den Ausgangspunkt und roten Faden des Moduls, u. a. durch die logisch folgende Betrachtung

- der Bedingungen des Gärprozesses,
- der Sinnhaftigkeit des Gärprozesses (**Energieausbeute, Bindungsbruch -und Neuknüpfung bei Stoffwechselprozessen**),
- der Trennung des Gärproduktes durch **Destillation,**
- und der Frage „Methanol und/oder Ethanol?“ **Gaschromatografische Untersuchung** des Destillats.

Als Ansatz für den Versuch hat sich an Stelle von Obstsäften eine Mischung aus Wasser, Glucose und Trockenhefe bzw. Backhefe bewährt. Zum einen kann man preiswert genügend Produkte erstellen, die man weiter untersuchen kann, zum anderen bewahrt dies vor der Versuchung, das Gärprodukt später zu verkosten.



Daneben lohnt es sich, die Gärung auch mit der Spritzentechnik ChemZ im handlichen Maßstab zu untersuchen (s. Handbuch ChemZ, Gasentwicklung in einer Spritze mit Teebeutel). Hiermit ist sowohl eine optionale Betrachtung der Bedingungen der Gärung durch diverse Variationen möglich, als auch ein einfacher Nachweis des entstehenden Kohlenstoffdioxids.

Möglicher Ablauf

1 *Themenfeld entdecken und Vorstellungen entwickeln:*

Man kann von der Frage der (kulturgeschichtlichen) Herstellung von Ethanol (Alkohol) ausgehen oder alternativ (zudem) auch einen Filmausschnitt aus „Die lustige Welt der Tiere“ zeigen. Ebenso zeigt ein mitgebrachter Federweißer den Prozess hervorragend und regt zum Nachdenken an:

- Warum verschwindet mit der Zeit die Süße?
- Welche Feststoffe bewirken die Trübung in der Flasche?
- Wieso bedarf es einer spezielle Lagerung bzw. eines speziellen Verschlusses?
- Welches Gas entsteht dort offensichtlich?
- …

2 *Lernmaterial bearbeiten / Lernprodukt erstellen:*

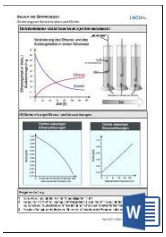
Anleitungen für eigene Gärversuch findet man so zahlreich, dass wir hier auf eine Beschreibung verzichten. Wir verrühren einfach in einem Erlenmeyerkolben Trockenhefe und eine Zuckerlösung und verschießen den Ansatz per Gärröhrchen. Vor dem Ansetzen lohnt sich der Einsatz eines Informationstextes - z. B. ein Auszug aus dem AB zur theoretischen Betrachtung (s. u.) - aus dem sowohl die grundsätzlich ablaufenden Reaktionen als auch ein möglicher Aufbau hervorgehen können.



Gäransätze, Gregor von Borstel unter CC-BY-SA.

Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA

Gemeinsam sollte man schon beim Ansetzen die Versuchsbedingungen erörtern, da dies für Verständnis sorgt, z. B. warum wird ein Gärröhrchen verwendet? *Kein Sauerstoff! Anaerob! Aber möglicherweise entstehende Gase sollen entweichen.* Die Verwendung eines Laborschüttlers hat sich als ideal herausgestellt, da hiermit die Ansätze über mehrere Tage stehen bleiben und danach untersucht weiter werden können.



Parallel oder binnendifferenzierend können hier bereits Diagramme zur Dichte/Konzentration eingesetzt werden, die dann nachfolgend in eine theoretische Betrachtung überleiten.

Ebenso kann hier oder nachfolgend der Gärversuch auch in einer Spritze (s. o) umgesetzt werden. Hiermit lässt sich besonders leicht zeigen, dass tatsächlich Kohlenstoffdioxid entsteht. Ebenso wäre eine offene Untersuchung der Reaktionsbedingungen möglich, z. B. in dem man Zuckersorten oder -mengen variiert.

3 *Lernprodukt präsentieren, diskutieren/verhandeln und sichern*

Nach einiger Zeit ist ein Alkoholgeruch unverkennbar, häufig kommt die Gasentwicklung zum Erliegen.

Was ist passiert? Ist die Hefe tot? Ist der Zucker alle? Die Fragen eröffnen den Raum für weitere Untersuchungen und lassen sich trivial z. B. durch „Nachschenken“ prüfen.

Eine Betrachtung der Kalkwasserprobe mit Hilfe von Reaktionsgleichungen ist denkbar.

Calciumhydroxid in Wasser (“Kalkwasser”) ist eine Calcium-Ionen-haltige Lauge

$$Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

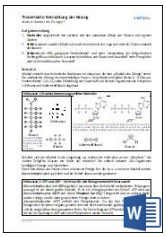
Bei Zugabe von Kohlenstoffdioxid bildet sich schwerlöslicher Kalk

$$Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) + CO_2 \rightleftharpoons CaCO_3\,(s) + H_2O\,(l)$$

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei der Gärung (tödlicher) Alkohol (genauer: Ethanol) und Kohlenstoffdioxid entstehen. Letztlich sollte dann die gesamte Reaktionsgleichung zur Glucose-Zersetzung erläutert werden:

$$C_6H_{12}O_6 \rightleftharpoons 2\,CH_3CH_2OH + 2\,CO_2$$

4 *Anknüpfungen oder Vernetzungen, die sich im Folgenden anschließen können:*



Auf die Dauer schaufeln sich Hefezellen doch ihr eigenes Grab, oder!? Mit dieser provokanten Aussage wird dazu übergeleitet, dass die Gärung einen Prozess darstellt, der eigentlich nur im Notfall abläuft und wenig Energie bereitstellt.

Die genauere Betrachtung könnte man überspringen. Sie ist aber eine ideale Vorübung für „**polare Bindungen und Oxidationszahlen**“ und stellt zudem eine fachübergreifende Betrachtung biochemischer Prozesse dar, die auch Orientierung für den Biologieunterricht liefern kann. Hier bietet sich zudem ein kleiner Exkurs zu anaeroben Abläufen im Stoffwechsel des Menschen an.

Links & Literatur zum Weiterlesen

- Heimann, Rebekka; Jung, Sebastian; Eckert, Thomas **Gärung – eine Lebensäußerung der Hefe?**: In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie,(2008) 103, S. 38–43
- Handbuch ChemZ S. 11 - 13.
- Der Chemie Wettbewerb in NRW hatte 2017 die Gärung im Blick. Hier war eine Untersuchung in Spritzen (anstelle von Zipp-Beuteln) besonders zielführend.

Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC-BY-SA