

Weinherstellung



Bildquelle: istockphoto.com

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungsniveau	Durchführungsniveau	Vorbereitung
Sek 1/2	Organik	Gärung	•	•	unterschiedlich

Von der Weintraube zum Wein

Der Wein als Themengebiet ist sehr vielfältig. Die Rebe an sich bietet einen breiten Raum, um viele Aspekte der Lehrpläne für Chemie, Biologie und Physik abzudecken. Biologie als Zweitfach öffnet einen weiten Blickwinkel und lässt das Potential erkennen, zwischen welch vielseitigen Themengebieten der Chemie und der Biologie Verbindungen hergestellt werden können.

Wein

Wein (über mittelhochdeutsch und althochdeutsch wīn aus lateinisch vinum) ist ein alkoholisches Getränk aus dem vergorenen Saft der Beeren der Edlen Weinrebe (*Vitis vinifera*). Wein ist ein Genuss- und Rauschmittel. Durch spezifische önologische Ausbaumethoden kommt es bei der Lagerung zu zahlreichen biochemischen Reifeprozessen, die sehr vielfältig sein können und auch dazu führen, dass manche Weine jahrzehntelang reifen und haltbar sind.

Definitionen

Handelsbezeichnung Wein: Nur ein Getränk, das von Früchten der Weinrebe stammt, darf die Handelsbezeichnung „Wein“ (ohne weitere Erklärung) tragen. Laut der Gesetzgebung in der EU muss ein Wein mindestens 8,5 Volumenprozent Alkohol enthalten.

Als Weine im weiteren Sinne werden auch bezeichnet:

Likörweine oder verstärkte Weine: Bei verstärkten Weinen wird der Alkoholgehalt in der Regel durch eine Zugabe von Weinbrand erhöht. Da die Hefen bei 17,5 Volumenprozent Alkohol absterben, kann die Gärung gestoppt werden und die Restsüße bleibt erhalten. Zu den verstärkten Weinen zählen u. a. Madeira, Marsala, Sherry, Portwein, der Vin Doux Naturel Banyuls und der Schweizer Gletscherwein.

Schaumweine: Als Schaumweine – wegen des Gehaltes an perlendem Kohlendioxidgas mit einem Druck von mehr als 3 bar – gelten der französische Crémant und Champagner, der deutsche Sekt und der Winzersekt, der spanische Cava sowie der italienische Spumante. Aufgrund eines Drucks von weniger als 2,5 bar in der Flasche werden der deutsche Perlwein, der französische vin pétillant und der italienische Frizzante als halbschäumender Wein bezeichnet.

Nicht ausgegorener Wein: Wein, der noch während der Gärungsphase getrunken wird, ist unter dem Oberbegriff Neuer Wein als Federweißer, Federroter, Sauser, Sturm, Bremser oder dergleichen im Handel.

Weinhaltige Getränke enthalten außer Wein noch andere Stoffe – zur Aromatisierung oder zur Verdünnung. Zu den weinhaltigen Getränken gehören Sangría, Vermouth, Weinschorle.

Weinähnliche Getränke sind solche, die nicht aus dem Saft der Beeren der Weinrebe hergestellt werden, sondern aus dem fruchtzuckerhaltigen Saft anderer Früchte oder aus sonstigen zuckerhaltigen Grundstoffen, wie Obstwein, Met (aus Honig), Rhabarber-

Wein. Weine aus anderen Früchten als Weintrauben müssen immer den Namen der vergorenen Frucht enthalten (beispielsweise Wein aus Äpfeln = Apfelwein). Vergorene Erzeugnisse aus stärkehaltigen Grundstoffen wie Reiswein werden nicht als weinähnliche Getränke bezeichnet.

Geschichte

Wein und Götter: Athene füllt aus einer Oinochoe Wein in den Kantharos des Herakles; Tondo einer attisch-rotfigurigen Trinkschale des Python und Duris, um 480/70 v. Chr.

Im Altertum erfuhr der Weinanbau eine erhebliche Beachtung und Ausbreitung. Weinbau wurde schon seit dem 6. Jahrtausend v. Chr. in Vorderasien betrieben. Georgien sowie das heutige Armenien gelten als die Ursprungsländer des Weines.

Der Wein spielte seit dem Altertum als landwirtschaftliches Erzeugnis eine bedeutende Rolle, sowohl in der Wirtschaft als auch in der Medizin sowie im sozialen und rituellen Leben. Insbesondere aber war und ist er ein Symbol zahlreicher Mythologien und Religionen.

Wein war und ist ein wesentlicher Bestandteil ritueller Praktiken in verschiedenen Kulturen. Die im Weingenuss gesuchte Ekstase wurde als etwas betrachtet, das Nähe zu einer Gottheit schaffen kann.

In der antiken Mythologie waren es Osiris (Ägypten), Dionysos (Griechenland), Bacchus (römische Mythologie) oder Gilgamesch (Babylonien), die den Wein und den Weingenuss repräsentierten.

In der griechischen Antike war der Wein ein Gegenstand religiöser Verehrung und Sinnbild der Kultur. Er stand im Mittelpunkt der Kulte und Mysterien des griechischen Gottes Dionysos. Die Bedeutung des Weines im antiken Kulturraum spiegelt sich auch in den Festen, die zu seinen Ehren abgehalten wurden: Im Dezember feierte man die Lenäen, das Fest der Weinpresse. Dabei wurde Dionysos der neue Wein geopfert. Im Februar folgten die Anthesterien, wo der Wein der letzten Ernte gekostet wurde. Wein war zudem wichtiger Teil des griechischen und römischen Libationsopfers. Dabei wurde Wein direkt auf die darzubringenden Opfer, auf die Erde oder ins Feuer verspritzt. Die Römer verehrten Bacchus als Gott des Weines. Die Herstellung des Weines war von religiösen Normen bestimmt: Priester setzen die Tage des Erntebeginns fest. Selbst das Stutzen der Rebstöcke war eine religiöse Pflicht. Der Wein war auch ein wichtiger Bestandteil religiöser Feste im alten Rom, so zum Beispiel beim Frauenfest der Bona Dea, Göttin der weiblichen Fruchtbarkeit.

Antike und mittelalterliche Medizin

Neben Öl, Wasser und Essig wurde Wein aufgrund seines Alkoholgehalts seit Anbeginn seiner Entdeckung auch in der Medizin vielfach eingesetzt. Sehr früh und gerne nutzte man Wein auf diesem Gebiet als Desinfektionsmittel für Wunden, einen Rauschzustand auslösend als eines der ersten Schmerzmittel und bediente sich seiner besonders im Mittelalter als Konservierungsmittel sowie zur Herstellung von einfachen Arzneien, Tinkturen und Extrakten. Im Allgemeinen schrieb man Wein, wie zahlreiche mittelalterliche Enzyklopädien belegen, ausgehend von der Antike, eine sogenannte „feurige Natur“ zu und sagte ihm nach verdauungsfördernd, harntreibend und reinigend auf den Körper einzuwirken. Seine medizinische Anwendung im Zusammenhang von Arzneien ist sehr ausführlich unter anderem im 12. Jahrhundert in den Schriften der Äbtissin Hildegard von Bingen belegt. Abgesehen von Konservierungszwecken wurde Wein in Kombination von Kräutern und Mineralien im Mittelalter durch Einlegen, Bedampfen und anderen zum Teil komplexen Extraktionsverfahren zur Herstellung von einfachen Arzneimitteln eingesetzt. Mit der Entdeckung verbesserter Destillationsverfahren zur Gewinnung von reinem Alkohol wurde Wein spätestens seit der Neuzeit in der Medizin aber weitestgehend abgelöst.

Wein - Inhaltsstoffe

Jeder Wein verfügt über folgende Grundbestandteile:

Wasser

Säure und Zucker

sind im Saft der Traube enthalten. Der Zucker wird bei der Gärung in Alkohol umgewandelt. Ein Teil davon kann aber als Restzucker erhalten bleiben – eine große Menge Restzucker ergibt süßen, eine geringe Menge trockenen Wein. Bei Weinen aus der Weinbauzone A und B ist der Zusatz von Zucker vor der Gärung erlaubt. Säure als Bestandteil aller Früchte ist hingegen notwendig, um den Wein frisch und geschmacksintensiv zu machen.

Phenole (Farbstoffe und Tannine (Gerbstoffe))

Die Phenole im Wein umfassen eine Gruppe einiger hundert chemischer Substanzen aus der Stoffgruppe der Polyphenole. Die Phenole beeinflussen im Wesentlichen die Farbe, den Geruch, den Geschmack sowie die Textur des Weins. Sie sind verantwortlich für den Unterschied zwischen Weiß- und Rotwein. Tannine befinden sich in der Schale, den Stielen und den Kernen der Traube. Sie verursachen den bitteren Geschmack und können im Mund ein pelziges, zusammenziehendes Gefühl

hinterlassen. Die richtige Menge jedoch kann die Textur und den Geschmack eines Weins enorm verbessern.

Tannine und Säure haben darüber hinaus die positive Eigenschaft, konservierend zu wirken. Weine mit einem hohen Anteil an einem oder beiden Stoffen halten sich in der Flasche oft viele Jahre lang. Weißwein hingegen verfügt über keinen nennenswerten Tannin-Gehalt.

Alkohol

Der Alkoholgehalt ist ein wichtiges Qualitätskriterium und ist ein wichtiger Träger der Weinaromen, mildert die Säuren und intensiviert den Geschmack.

Wein enthält verschiedene Alkohole.

Ethanol: Neben Wasser ist Ethanol (Ethylalkohol) der Hauptbestandteil. Wein enthält in der Regel zwischen 9 und 13 Volumenprozent Alkohol (das sind 72 – 104 g/l). Der Alkoholgehalt wird mit Hilfe eines Önometers bestimmt. Einen Alkoholgehalt über 16,5 Volumenprozent hinaus können Weine durch natürliche Gärung nicht erreichen, da die Hefen durch die erhöhte Menge des Zellgifts Alkohol absterben.

Methanol: Neben Ethanol entsteht durch den enzymatischen Pektin-Abbau auch Methanol. Der natürliche Methanol-Gehalt ist gering und liegt bei Weißwein zwischen 17 - 100 mg/l und bei Rotwein zwischen 60 - 230 mg/l. Der Unterschied ergibt sich durch die unterschiedliche Kontaktzeit mit der Maische. Methanol ist giftig und hat eine akute, nicht jedoch eine chronische Giftwirkung.

Höhere Alkohole: Diese sind nur in relativ geringen Mengen (150-700 mg/l) enthalten. Diese haben teilweise ausgeprägte Geruchs- und Geschmackseigenschaften und spielen eine wichtige Rolle für das Weinaroma. Die höheren Alkohole werden unter dem Begriff „Fuselöle“ zusammengefasst. Eine Ausnahme stellt das Glycerin dar: Es verleiht dem Wein Vollmundigkeit.

Aroma

Das Weinaroma setzt sich nach derzeitigen Erkenntnissen aus fast 1000 verschiedenen Komponenten zusammen. Die geschmacksbildenden Stoffe im Wein sind in erster Linie von der Rebsorte abhängig. Die Standortfaktoren (auch als Terroir bezeichnet) beeinflussen die Aromenbildung in den Beeren in der Reifephase. Andere Aromen werden erst durch die Beerенverarbeitung, die Gärung, den Ausbau und die Lagerung des fertigen Weins gebildet.

Weinherstellung

Zur Herstellung von Wein werden Weintrauben durch Pressen entsaftet (Keltern). Für die Weißweinherstellung wird der Saft (Most) von den Rückständen (Treber) vor der Gärung abgetrennt.

Bei Rotweinen erfolgt die Gärung vor der Abtrennung, damit die in der Schale lokalisierten roten Farb- und Gerbstoffe in den Most übergehen.

Vor der Gärung wird der Most mit schwefliger Säure versetzt (Entfernen von Restsauerstoff durch Sulfit-Oxidation, Bildung von Carbonyl-Additionsverbindungen zur Bindung von geschmacklich unerwünschten Begleitstoffen, Verhinderung der Bräunung durch Phenoloxidasen und Infektion durch Essigsäurebakterien, wilde Hefen und Schimmelpilze).



Bildquelle: istockphoto.com

Die Gärung mittels Hefen setzt spontan ein, da diese in der Erde als Sporen überwintern und durch Wind, Staub und Insekten – zusammen mit anderen Mikroorganismen – auf die Trauben gelangen. In modernen Verfahren der Bereitung von W. werden dem Most Reinkulturen (Weinhefe) zugesetzt. Die Gärungstemperatur liegt für Weißwein bei 12-14 °C, für Rotwein bei 20-24 °C.

Nach Beendigung der Hauptgärung (ca. 7 Tage) ist der Zucker zum größten Teil in Ethanol umgewandelt. Neben Ethanol entstehen als Nebenprodukte Glycerin (3-4 g/l) und 2,3-Butylenglycol (0,3-0,5 g/l) sowie Säuren und Aromastoffe.

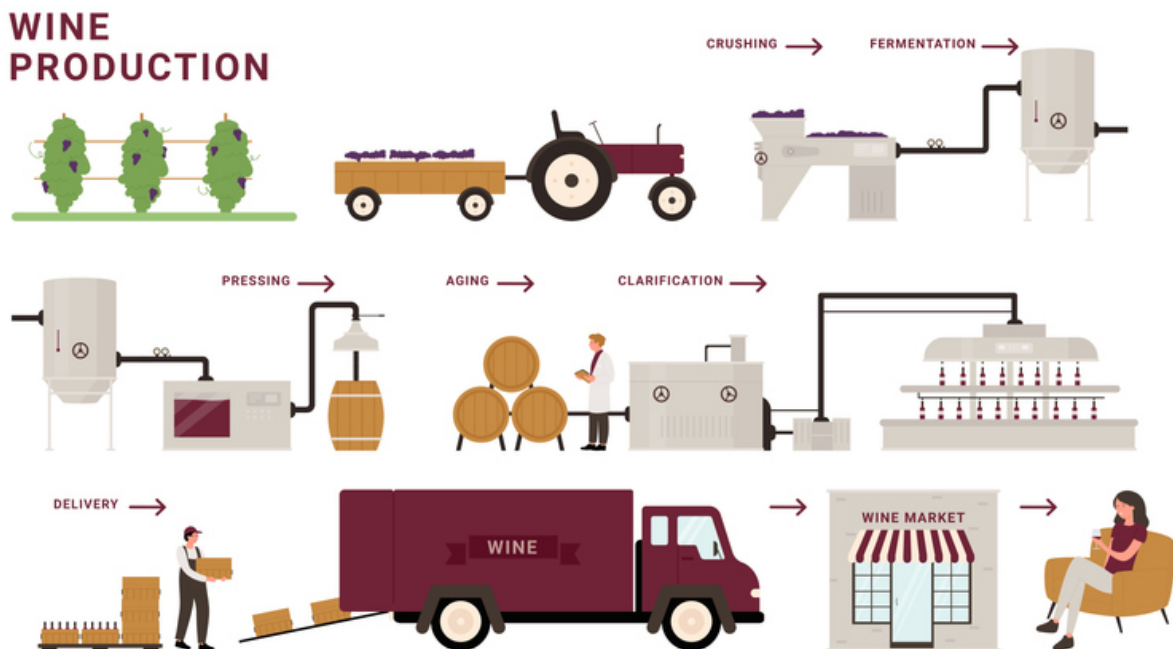
Zu Beginn der Gärung laufen noch oxidative Reaktionen ab, die zur Bildung von sogenannten "harten Säuren" (Bernstein- und Äpfelsäure u. a.) führen. Trübstoffe setzen sich am Boden ab, und Weinsäure wird als Weinstein (Kaliumhydrogentartrat) ausgeschieden.

Der junge Wein ("Federweißer") unterliegt noch einige Wochen bis Monate der Nachgärung. In dieser Zeit wird der Restzucker nahezu vollständig abgebaut, und die Hefen und weiterer Weinstein scheiden sich ab. In der Nachgärung wird die gebildete Äpfelsäure zu Milchsäure umgewandelt, die dem Wein einen milden Geschmack und bessere Stabilität verleiht.

Vor der Lagerung und Abfüllung des Weins wird er von dem am Boden der Fässer bzw. Tanks sich absetzenden Trub und Hefen abgezogen, häufig nochmals "geschwefelt" und über die Kellerbehandlung der endgültigen Geruchs- und Aromabildung überlassen. Die Klärung des Weins erfolgt durch Fällung der Trübstoffe und nachfolgende Filtration oder – vor allem in Großbetrieben – Zentrifugation.

Im Rahmen gesetzlicher Auflagen kann er durch Zuckering, Entsäuerung, Verschnenden nachträglich verbessert werden, um ihn in gleichmäßiger Qualität auf den Markt zu bringen.

[Quelle: 1998 Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg]



Bildquelle: istockphoto.com

Weinherstellung als Schulexperiment

Ziel des Experiments:

Das Ziel dieses Experiments ist es, den Schülern die grundlegenden chemischen Prozesse bei der Weinherstellung zu vermitteln. Durch die praktische Umsetzung sollen sie ein besseres Verständnis für die Rolle von Enzymen, Hefen und chemischen Reaktionen im Weinherstellungsprozess entwickeln.

Materialien (je Ansatz)

- Weintrauben oder Bananen (ca. 200 g)
- Zucker (200 g)
- Hefe (1/8 Würfel Bäckerhefe oder Weinhefe)
- Trichter
- Gummihandschuhe
- Messbecher
- Reagenzglas
- 1 große Flasche (ca. 2 l)
- 1 kleinere Flasche
- 1 Stopfen mit Gäraufsatz

Durchführung:

Vorbereitung der Hefe: Füllen Sie ein Reagenzglas mit warmem Wasser und fügen Sie einen Teelöffel Zucker hinzu. Mischen Sie gut und geben Sie dann einen kleinen Teelöffel Hefe hinzu. Lassen Sie die Mischung stehen, um die Hefe zu aktivieren.

Zuckerlösung vorbereiten: Mischen Sie in einem Messbecher Wasser mit Zucker, um eine Zuckerlösung herzustellen.

Traubensaft herstellen: Entsaften Sie die Weintrauben und sammeln Sie den Saft in einem sauberen Behälter. Wenn Sie mit Bananen arbeiten, zerdrücken Sie die Bananen zu einem Brei.

Versuchsansätze vorbereiten:

a. Setzen Sie verschiedene Ansätze an, indem Sie unterschiedliche Mengen Hefe und Zuckerlösung zum Traubensaft / Bananenbrei hinzufügen.

b. Kontrollansatz: Verwenden Sie nur Traubensaft / Bananenbrei ohne Zugabe von Hefe oder Zucker.

Gärung beobachten:

Gießen Sie die verschiedenen Ansätze in separate Gärballons und verschließen Sie diese mit einem Gäraufsatz oder einem Luftballon als Gärverschluss.

Tragen Sie Gummihandschuhe bei jedem Schritt, um eine sterile Umgebung zu gewährleisten.

Lassen Sie alles an einem warmen Ort für eine Woche stehen.

Temperaturkontrolle: Messen Sie die Temperatur in jedem Gärballon regelmäßig mit einem Thermometer.

Beobachtungen: Überwachen Sie die Gärung in den Gärballons. Der aufsteigende Luftballon zeigt die Freisetzung von Kohlendioxid während des Gärungsprozesses an.

Nach einer Woche kann der Flascheninhalt durch ein feines Leinentuch gefiltert werden und das Filtrat für weitere zwei Wochen in einer kleineren Flasche ruhen lassen.

Erklärung:

Die Hefe nutzt den Zucker als Nährstoff und produziert während der Gärung Kohlendioxid und Alkohol.

Der aufsteigende Luftballon zeigt die Freisetzung von Kohlendioxid an, das während der Gärung entsteht.

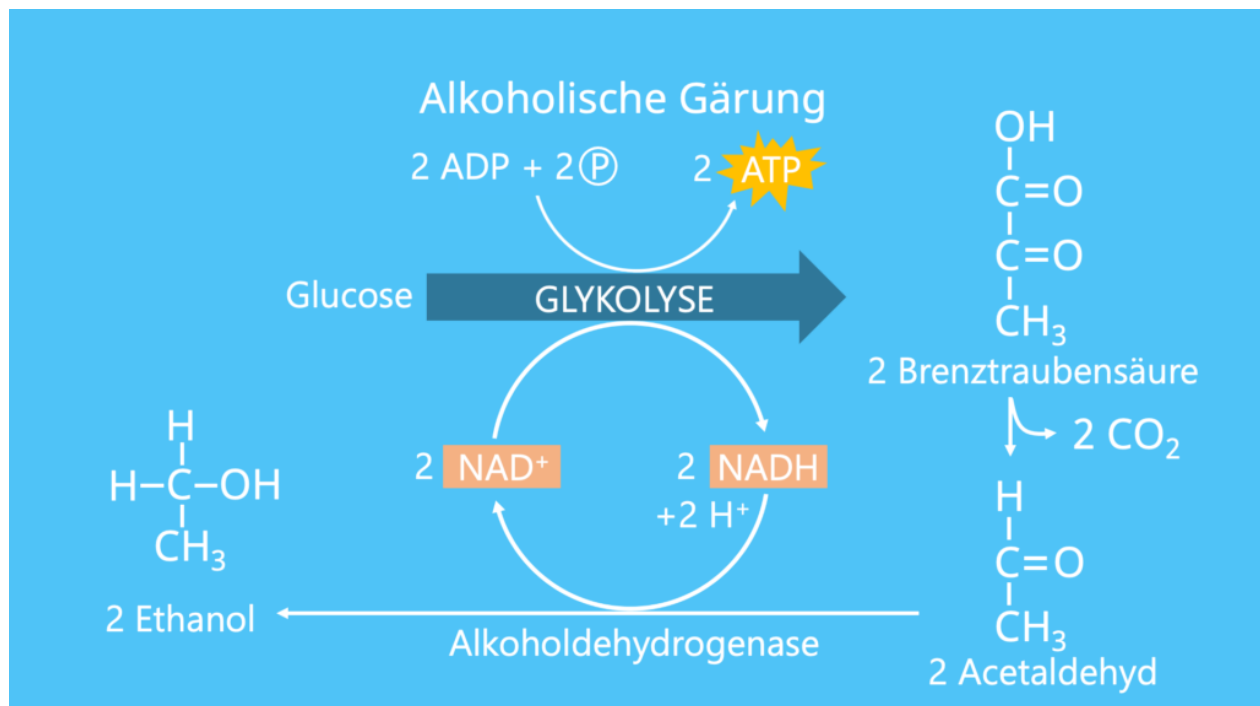
Die Temperaturkontrolle dient dazu, den Schülern zu zeigen, wie die Gärung bei verschiedenen Temperaturen beeinflusst wird.

Schrittweise Erklärung der alkoholischen Gärung:

1. Substrat: Das Ausgangsmaterial für die alkoholische Gärung ist ein fermentierbarer Zucker, häufig Glucose. In Weinherstellung kommt der Zucker oft aus Trauben, während in der Bierbrauerei der Zucker aus Getreidemalz gewonnen wird.

2. Hefe als Mikroorganismus: Hefe, insbesondere *Saccharomyces cerevisiae*, ist der Schlüsselmikroorganismus, der in der alkoholischen Gärung eingesetzt wird. Die Hefe ist in der Lage, den Zucker zu vergären, indem sie ihn in Alkohol und Kohlendioxid umwandelt.

3. Glykolyse: Die alkoholische Gärung beginnt mit der Glykolyse, einem anaeroben Stoffwechselweg. In diesem Schritt wird eine Molekül Glucose in zwei Moleküle Pyruvat umgewandelt, wobei Energie freigesetzt wird.
4. Umwandlung von Pyruvat zu Acetaldehyd: Unter anaeroben Bedingungen, in denen kein Sauerstoff vorhanden ist, wird das Pyruvat weiter zu Acetaldehyd umgewandelt. Dieser Schritt wird durch Enzyme in der Hefe katalysiert.
5. Reduktion von Acetaldehyd zu Ethanol: Schließlich wird das Acetaldehyd durch ein weiteres Enzym zu Ethanol (Alkohol) reduziert. Dabei wird NADH (Nicotinamidadenindinukleotid) zu NAD⁺ regeneriert, was für die Fortführung der Glykolyse wichtig ist.
6. Freisetzung von Kohlendioxid: Während des gesamten Prozesses wird Kohlendioxid als Nebenprodukt freigesetzt. Dies ist oft sichtbar, da es Blasen oder Schaum in der fermentierenden Flüssigkeit erzeugt.
7. Abschluss der Gärung: Die Gärung endet, wenn der verfügbare Zucker aufgebraucht ist oder wenn der Alkoholgehalt ein Niveau erreicht, bei dem die Hefe nicht mehr lebensfähig ist.



Bildquelle: <https://studyflix.de/chemie/alkoholische-garung-2315>

In der Weinherstellung wird die alkoholische Gärung sorgfältig überwacht, um den gewünschten Alkoholgehalt und Geschmack zu erreichen. Die richtige Kontrolle von Faktoren wie Temperatur, pH-Wert und Hefemenge ist entscheidend, um einen erfolgreichen Gärprozess zu gewährleisten.

Diskussion:

Diskutieren Sie mit den Schülern die Bedeutung der verschiedenen Faktoren in der Weinherstellung, wie die richtige Menge an Hefe, Zucker und die Kontrolle der Gärungstemperatur. Betonen Sie die Bedeutung der chemischen Reaktionen in diesem Prozess und wie sie letztendlich zur Weinproduktion führen.

Quellenangaben:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Wein>

<https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Wein>

<https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/wein/9919>

<https://www.spektrum.de/leseprobe/mit-bio-und-chemie-durchs-jahr-oktober/1784153>

<https://www.ardalpha.de/lernen/schulfernsehen/chemische-verbindungen-alkohole100.html>

Adolf Rapp: Aromastoffe des Weines. In: Chemie in unserer Zeit. 26, Nr. 6, 1992, S. 273–284, doi:10.1002/ciuz.19920260606.

Karl Kroemer und Gottfried Krumbholz: Untersuchungen über osmophile Sprosspilze Pflanzenphysiologischen Versuchsstation Geisenheim a. Rh., Geisenheim a. Rh., Deutschland, 1931

Richard Meißner: Des Küfers Weinbuch. 2. Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart 1921.

Julius Wortmann: Anwendung und Wirkung reiner Hefen in der Weinbereitung. Parey, Berlin 1895