



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

Verwandlung des Zuckers in Weingeist

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-88906)

VII. Verwandlung des Zuckers in Weingeist. 587

4) Alle Pflanzen enthalten, wenn auch nicht immer in grosser Menge, einen oder mehrere dieser Stoffe; wir schliessen aus dieser allgemeinen Verbreitung auf eine wichtige Bestimmung derselben.

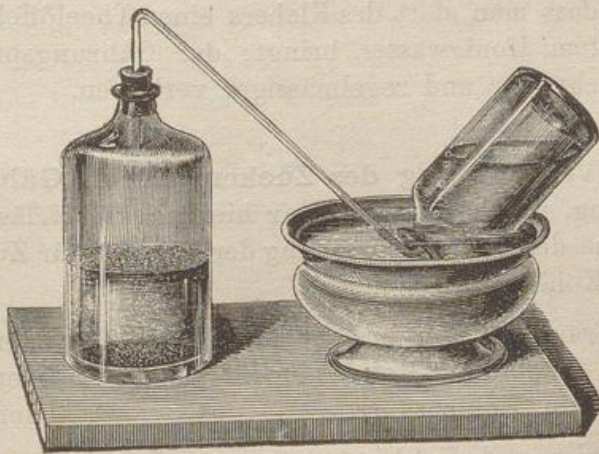
5) Diese Bestimmung besteht ohne Zweifel darin, dass durch sie die Ernährung und das Wachsthum der Thiere vermittelt werden soll.

6) Bei dieser Verwendung dienen die Proteinstoffe (Nh) zur Erneuerung und Vermehrung der Körpertheile (plastische Nährmittel), während den Kohlenhydraten (Nl) die Aufgabe zufällt, die Wärme des Thierkörpers durch den Athmungsprocess zu unterhalten (Respirationsmittel).

VII. Verwandlung des Zuckers in Weingeist.

(Geistige Gährung.)

635. Gährung von Honig. *Versuch.* 30 Grm. Honig werden in $\frac{1}{4}$ Liter Wasser gelöst und zu der Lösung etwas von Fig. 182.



dem in Zersetzung begriffenen Kleber oder Casein aus dem Versuche 632 gebracht: die Flüssigkeit wird an einem mässig

warmen Orte (bei 18 bis 24° C.) bald in Gährung gerathen und eine reichliche Menge von Gas entwickeln. Stellt man den Versuch in einem mit einer gebogenen Glasröhre versehenen Fläschchen an und leitet die Glasröhre in ein zweites, mit Wasser gefülltes Gläschen, welches verkehrt in einer pneumatischen Wanne aufgestellt ist, so lässt sich das Gas leicht auffangen; es besteht aus Kohlensäure. Schmeckt die Flüssigkeit nach dem Aufhören der Gasentwicklung noch süß, so setzt man noch eine neue Portion von dem Kleber hinzu, wodurch die Gährung von Neuem hervorgerufen wird. Am Ende wird aller Zuckergeschmack verschwunden sein und die Flüssigkeit dafür einen branntweinartigen (geistigen) Geschmack angenommen haben. Man nennt die gegohrene Flüssigkeit Meth; sie enthält statt des Zuckers Weingeist, und dieser ist Ursache, dass ihr Genuss berauschend wirkt. Von dem Kleber findet man einen Theil, in einen bräunlichen Schlamm umgeändert, am Boden des Gefässes.

Wie der faulende Kleber, so wirken alle in Zersetzung begriffenen eiweissartigen Stoffe, z. B. alter Käse, faulendes Fleisch, Blut etc.; am stärksten aber besitzt diese gährungserregende Kraft der veränderte Kleber der Gerste, den man in grosser Menge als Nebenproduct bei dem Brauen des Bieres erhält, die Hefe.

Versuch. Man wiederhole den vorigen Versuch mit der Abänderung, dass man statt des Klebers einen Theelöffel voll Bierhefe zu dem Honigwasser bringt; der Gährungsprocess wird jetzt viel schneller und regelmässiger verlaufen.

636. Veränderung des Zuckers durch Gährung. Die Veränderung, welche der Zucker hierbei erfährt, lässt sich recht deutlich aus der Zusammenstellung der Formeln für Zucker, Weingeist und Kohlensäure ersehen.

1 Mol. Traubenzucker besteht aus $C_{12}H_{22}O_{11}$ oder $C_6H_{11}O_5$,
daraus entstehen 2 Mol. Weingeist C_2H_5O oder $C_4H_{10}O_2$
und 2 Mol. Kohlensäure C_4O_8 oder C_2O_4 .

Weingeist und Kohlensäure zusammenaddirt, drücken die Zusammensetzung des Zuckers aus. Der Traubenzucker zerfällt also bei der Gährung in Weingeist und Koh-

lensäure. Ausserdem erzeugen sich hierbei immer noch kleine Mengen von Glycerin und Bernsteinsäure.

Weingeist und Kohlensäure waren vorher nicht fertig gebildet im Zucker, sondern sie sind neue Producte einer eigenthümlichen Zerlegung desselben; eigenthümlich deswegen, weil sie sich ausschliesslich auf die Elemente des Zuckers beschränkt, ohne dass von diesen etwas weggeht oder etwas hinzutritt.

Fermente. Auch der faulende Kleber wirkt auf dieselbe eigenthümliche Art, denn er ruft eine Zersetzung des Zuckers hervor, ohne sich doch mit dem Zucker zu verbinden oder ihm etwas zu nehmen oder zu geben; seine Wirkungsweise hat Aehnlichkeit mit der der Schwefelsäure, wenn diese Stärke in Zucker umgewandelt (605). Von der eben gedachten Wirkung der Schwefelsäure ist aber die des Klebers wieder deswegen verschieden, weil er selbst nicht unverändert bleibt, sondern während der Gährung in Folge aus der Luft hinzugetretener Keime oder Sporen zu mikroskopischen Pilzen verschiedener Arten oder Formen (*Saccharomyces cerevisiae*, *S. conglomeratus*, *S. exiguus*, *S. Pastorianus* etc.) auswächst, welche die Hefe darstellen.

Man hat sonach in der gährenden Flüssigkeit zweierlei neben einander vor sich gehende Veränderungen: 1) die vegetative Umbildung des gelösten stickstoffhaltigen Klebers in Hefenzellen, 2) die chemische Zerspaltung des Zuckers in Weingeist und Kohlensäure. Neuere Untersuchungen machen es jedoch wahrscheinlich, dass beide Vorgänge in einem organischen Zusammenhange mit einander stehen, und zwar so, dass der Zucker erst zu einem Bestandtheile der Hefenzellen werde und dass Kohlensäure und Weingeist als Ausscheidungsproducte der letzteren zu gelten haben. Bei Abschluss von Sauerstoff wächst die Hefe nicht weiter und nur diese nicht wachsende Hefe vermag Gährung zu erregen. Hiermit steht im Einklange, dass durch eine begrenzte Hefenmenge nur eine bestimmte Menge von Zucker zerlegt und durch eine begrenzte Zuckermenge nur eine bestimmte Menge von Hefe gebildet wird. Die Gährung kann in dem einen Falle wegen Mangels an stickstofffreiem Material (Zucker) zum Stillstand kommen, in dem anderen wegen Mangels an stickstoffhaltigem Material (Kleber etc.). Nach dem lateinischen Worte für Gährung: *fermentatio*, nennt man solche Körper, welche im Stande sind,

Gährungen hervorzurufen, Fermente. Die Hefe ist das kräftigste Weingeistferment (641).

Gährung von Rohrzucker. Bringt man statt des Honigs eine Lösung von weissem Zucker (Rohrzucker) mit Hefe zusammen, so tritt die Gährung erst später ein, weil der Rohrzucker zuvor in Invertzucker (624) übergehen muss, ehe seine Zerlegung in Weingeist und Kohlensäure beginnen kann. Dieser Uebergang erfolgt unter Einwirkung des Ferments einfach durch Aufnahme von 1 Mol. Wasser.

Wein.

637. *Bereitung.* Alle süßen Pflanzensäfte gehen von selbst in Gährung über, ohne dass man ihnen ein Ferment zusetzen braucht, weil sie immer Zucker und einen der eiweissartigen Stoffe, also Eiweiss, Legumin oder Kleber, enthalten.

Versuch. Man bringe frisch gepressten Möhrensaft in eine Temperatur von ungefähr 20 bis 25° C.: der Saft wird bald brausen, Hefe absetzen und in eine geistige Flüssigkeit (Möhrenwein) übergehen. Auf gleiche Weise bereitet man sich aus Johannis- oder Stachelbeeren den Johannis- oder Stachelbeerwein, aus Aepfeln den Aepfelwein oder Cider, aus Kirschen durch Gährung und nachherige Destillation das sogenannte Kirschwasser etc.

Traubenwein. Am bekanntesten unter den Gährungen dieser Art ist die Gährung des Traubensaftes und das dadurch erzielte Product: der Wein. Um blanken Wein zu gewinnen, presst man die Trauben aus, füllt den Saft (Most) in Fässer und lässt ihn darin in dem Keller liegen. Da die Temperatur hier eine ziemlich niedrige ist, so geht die Gährung so langsam von Statten, dass sie erst in einigen Monaten vollendet ist. Der von der Hefe abgezogene junge Wein kommt in frische Fässer; er enthält noch eine kleine Quantität von Zucker und eiweissartigem Stoff, welche beide sich allmählig noch weiter, der erstere in Weingeist und Kohlensäure, der letztere in Hefe verwandeln (Nachgährung). Bei der Bereitung des Rothweins lässt man die zerquetschten blauen Trauben mit Schalen und Stielen zusammen abgähren, wobei sich aus den Schalen rother Farbstoff, aus den Stielen und Kernen aber Gerbstoff auszieht, welcher letztere

diesem Weine den beliebten zusammenziehenden Geschmack ertheilt. Moussirende oder brausende Weine (Champagner) werden dadurch erzeugt, dass die Nachgährung in verstopften Flaschen erfolgt, wobei die gebildete Kohlensäure in dem Weine zurückgehalten wird.

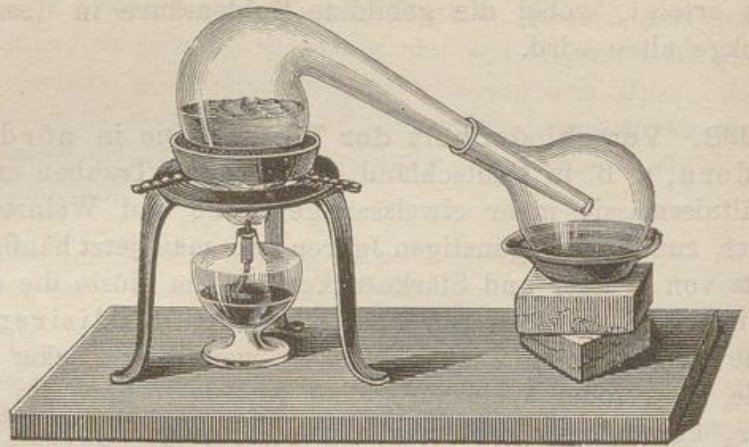
638. Verschiedenheit der Weine. Die in nördlichen Ländern, z. B. in Deutschland, wachsenden Trauben enthalten verhältnissmässig mehr eiweissartige Stoffe und Weinstein, als Zucker, zumal in ungünstigen Jahren, wo man jetzt häufig durch Zusatz von Wasser und Stärkezucker zu dem Moste die ersteren vermindert, den letzteren aber vermehrt (Gallisiren). Die Weine dieser Länder sind nicht süß, weil aller Zucker zerlegt wurde, ihr reicher Weinsäuregehalt veranlasst aber die Bildung feiner, ätherartiger Parfüms (Blume, Bouquet). Als die Ursache des eigenthümlichen, allen Weinen gemeinsamen Weingeruches sieht man den Oenanthyläther und Caproyläther an, welche man aus dem Fuselöl der Weintreber dargestellt hat.

In den Trauben südlicher Länder, z. B. Spaniens, wird in Folge der höheren Temperatur viel Zucker, dagegen weniger Weinstein und eiweissartiger Stoff gebildet. Hier reicht der letztere nicht hin, um bei der Gährung die Verwandlung des ganzen Zuckers zu bewirken, ein Theil davon bleibt deshalb unzerlegt und der gebildete Wein schmeckt süß. Ferner entstehen hierbei, weil es an der genugsamen Menge von Weinstein fehlt, keine besonderen Aetherarten oder Parfüms und deswegen besitzen die Weine dieser Art kein eigentliches Bouquet.

639. Spiritus aus Wein. Versuch. Wird Wein in eine Retorte gebracht und bei gelinder Erhitzung der Destillation unterworfen, so geht zuerst der flüchtigere Weingeist nebst dem Oenanthyläther, einem Gemisch verschiedener Aetherarten, über. Man erhält auf diese Weise einen sehr angenehm riechenden Spiritus, welcher im Handel unter dem Namen Cognac, Sprit oder Franzbranntwein bekannt ist. — In der Regel benutzt man in den Weinländern hierzu die beim Ziehen der Weine übrigbleibende Hefe, da diese in dem aufgequollenen, breiartigen

Zustande, wie sie sich in den Fässern ablagert, eine grosse Quantität von Wein mechanisch zurückhält.

Fig. 183.



Bier.

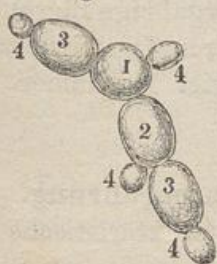
640. *Bereitung.* Nächst dem Wein sind Bier und Branntwein die wichtigsten gegohrenen Getränke. Die Darstellung derselben unterscheidet sich von der des Weins wesentlich dadurch, dass hierzu Materialien angewendet werden, welche keinen fertig gebildeten Zucker, sondern statt dessen Stärkemehl enthalten, als: Gerste, Weizen, Roggen, Kartoffeln etc. Das Stärkemehl kann nicht, wie der Zucker, direct in Weingeist und Kohlensäure zerfallen; um es zur Weingeistbereitung zu benutzen, muss es vorher in Zucker umgewandelt werden. Dies geschieht in den vorliegenden Fällen immer durch das Diastas des Gerstenmalzes (556) bei dem sogenannten Maischprocesse der Brauer und Branntweinbrenner.

Versuch. 20 Grm. zerquetschtes Malz werden mit einem Gemenge von 60 Grm. kaltem und 80 Grm. kochendem Wasser übergossen und einige Stunden an einen warmen Ort gestellt, wo die Mischung ungefähr eine Temperatur von 65 bis 70° C. erlangt; man erhält eine süsse Flüssigkeit, die aus Dextrin und Zucker besteht und in der sich zugleich etwas von dem im Malz enthaltenen Kleber, welcher hierbei auflöslich wird, befindet. Der Brauer nennt diese Flüssigkeit Würze. Man presst sie durch ein

Läppchen und kocht sie einige Zeit, bis sie klar und durchsichtig geworden ist, lässt sie dann bis 30° C. abkühlen und versetzt sie mit einem Theelöffel voll Bierhefe: sie wird bald in Gährung gerathen und nach einigen Tagen sich wieder klären; die klare, gegohrene Flüssigkeit ist Bier. Auf diese Weise bereitet man die nicht bitteren, sogenannten Weissbiere. Setzt man der Würze während des Kochens etwas Hopfen (Fruchtzapfen der Hopfepflanze hinzu, so löst sich daraus ein aromatisch-bitterer Stoff (Lupulin) auf, der dem Bier nicht nur einen angenehmen und kräftigen Geschmack, sondern auch grössere Haltbarkeit giebt.

641. Obergährung und Oberhefe. Was bei der erwähnten Gährung (Obergährung) besonders auffallen muss, das ist die grosse Menge von Hefe, welche sich dabei ausscheidet. Sie rührt von dem Kleber der Gerste her, der während des Maischprocesses aufgelöst, während des Gährungsprocesses aber, als unlösliche Hefe, wieder niedergeschlagen wird. Diese Hefe heisst Oberhefe, weil sie in Folge der starken Kohlensäureentwicklung in die Höhe gehoben, und wenn die Fässer voll sind, oben aus dem Spundloche ausgestossen wird; sie ist das beste Ferment und die hier erhaltene Menge reicht hin, um die Würze aus einem ganzen Pfunde Malz zur vollständigen Gährung zu bringen. Ihre gährungserregende Kraft geht verloren, wenn man sie scharf austrocknet, oder kocht, oder sehr fein zerreibt; ebenso durch Zusatz von fäulnisswidrigen Substanzen, z. B. von Weingeist, Holzessig, schwefliger Säure, Salicylsäure, flüchtigen Oelen etc. Unter dem Vergrösserungsglase giebt sich die Oberhefe als ein einfaches, aus einzelnen runden oder ovalen Zellen oder Bläschen bestehendes Pflänzchen (636) zu erkennen; auch erfolgt ihre Vermehrung in der Würze auf dieselbe Weise wie bei den einfach-

Fig. 184.



sten Pflanzen durch Knospung, so nämlich, dass sich an jedes Bläschen der alten Hefe, welches eine Mutterzelle (1) darstellt, fortschreitend neue Generationen von Zellen oder Knospen (2, 3, 4 etc.) ansetzen. Diese Bläschen bestehen aus einer Hülle von Cellulose und sind mit einer stickstoffhaltigen anfangs dünnen, später dicker und körnig werdenden Masse angefüllt. Mit ihrem

Wachsen und Absterben geht die Zerlegung des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist Hand in Hand.

Nachgärung. Das frische Bier enthält noch etwas Zucker und Kleber aufgelöst, es erfährt daher, ebenso wie der Wein, beim Aufbewahren eine zweite, schwache Gärung (Nachgärung). Lässt man diese in verstopften Flaschen vor sich gehen, so dass die Kohlensäure nicht entweichen kann, so erhält man, ähnlich wie bei der Champagnerbereitung, moussirendes Bier (Flaschenbier). Aller Kleber wird aber auch durch die zweite Gärung nicht ausgeschieden, deshalb verändert sich das obergährige (leichte) Bier noch weiter, wenn es an der Luft stehen bleibt; jetzt ist es aber der Weingeist, der durch den in Zersetzung begriffenen Proteinstoff mit verändert wird; derselbe geht in Essig über und das Bier wird sauer (667).

642. Untergärung und Unterhefe. *Versuch.* Wiederholt man den vorigen Versuch mit der Abänderung, dass man die Würze bis unter 10° C. abkühlt, ehe man Hefe zusetzt, und lässt man dann die Flüssigkeit an einem kühlen Orte stehen, so tritt ein sehr langsames Wachsen der Hefenzellen und eine sehr langsame Gärung ein, welche erst in einigen Wochen, ja Monaten, ihr Ende erreicht. Dabei entwickelt sich die Kohlensäure in sehr kleinen Bläschen und die Hefe lagert sich am Boden des Gefäßes ab (Untergärung, Unterhefe). Diese Art von Hefenzellen pflanzt sich durch Sporen fort. Das so bereitete Bier enthält nur noch sehr kleine Mengen von Kleber oder Hefe und hält sich deshalb lange Zeit ohne sauer zu werden; ferner ist dasselbe reicher an Kohlensäure als das durch Obergärung gewonnene, weil es bei der niedrigen Temperatur und bei der allmäligen Entwicklung des kohlensauren Gases mehr davon zurückhalten konnte. Auf diese Weise stellt man allgemein die stärkeren Biersorten (baierische, Lager- oder untergährige Biere) dar. Die hierbei sich abscheidende dichte Unterhefe wirkt zwar auch gegen Zucker gährungerregend, aber viel langsamer und schwächer als die schaumige Oberhefe.

643. Vergleichung der Ober- und Untergärung. Die nachstehende Zusammenstellung wird das Charakteristische der beiden Gärungsmethoden deutlicher machen.

Obergährung:

Untergährung.

- a) erfolgt bei höherer Temperatur (12 bis 20°);
- b) erfolgt schnell (in 3 bis 4 Tagen);
- c) dabei unvollständige Abscheidung der Hefe durch Ausstossen;
- d) Oberhefe ist feinertheilt und schaumig;
- e) Oberhefe ist schnell Gährung erregend;
- f) obergähriges Bier wird bald sauer;
- g) obergähriges Bier enthält weniger Kohlensäure;
- h) dient zur Darstellung schwacher Biere;
- i) durch Erniedrigung der Temperatur kann die Obergährung in Untergährung verwandelt werden.

- bei niedrigerer Temperatur (5 bis 10°);
- langsam (in 6 bis 8 Wochen);
- dabei vollständige Abscheidung der Hefe durch Absetzen;
- Unterhefe compact und schwerer;
- Unterhefe langsam Gährung erregend;
- untergähriges Bier nicht;
- untergähriges Bier mehr;
- dient zur Darstellung starker Biere;
- durch Erhöhung der Temperatur kann die Untergährung in Obergährung verwandelt werden.

644. Bestandtheile der Biere. *Versuch.* Man unterwerfe eine gewogene oder gemessene Menge Bier der Destillation (Fig. 183): es wird zuerst, nebst der Kohlensäure, ein dünner Weingeist, zuletzt nur eine wässrige Flüssigkeit übergehen. Der Rückstand liefert, eingetrocknet, eine braune Masse (Bierextract), die hauptsächlich aus Dextrin, Zucker und Hopfenbitter besteht. Bestimmt man die Stärke und Menge des erhaltenen Weingeistes und das Gewicht des gewonnenen Extractes, so hat man die zwei wichtigsten Factoren zur Bestimmung der Beschaffenheit und Güte eines Biers.

Bierstein. Unter dem Namen Bier- oder Getreidestein hat man ein aus Bierwürze und Hopfen dargestelltes und zur Trockne eingekochtes Extract in den Handel gebracht, aus dem

man sich durch Auflösen und Versetzen mit Hefe an jedem Orte schnell Bier erzeugen kann.

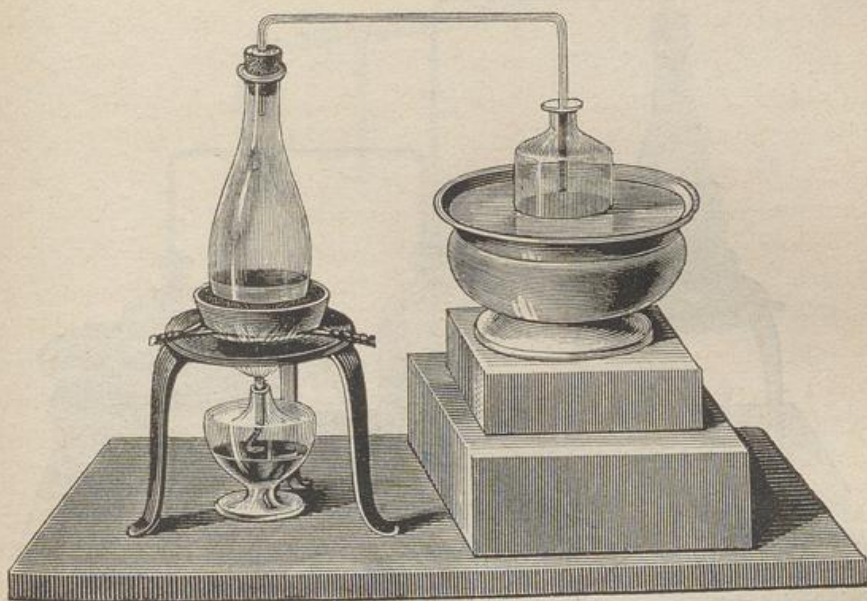
Branntwein.

645. *Bereitung.* Diese hat insofern Aehnlichkeit mit der Bereitung von Bier, als man dazu ebenfalls stärkehaltige Substanzen anwendet, deren Stärke vor der Gährung erst in Zucker umgewandelt werden muss. Dies geschieht, wie dort, durch den Maischprocess, d. h. durch die Einwirkung des Diastases des Malzes auf die Stärke. Zu dem Ende rührt man entweder gekochte und zerriebene Kartoffeln oder Roggenschrot mit zerkleinertem Gerstenmalz und heissem Wasser zu einem Breie an und erhält diesen so lange bei einer Temperatur von 70° C., bis eine vollständige Zuckerbildung erfolgt ist; dann setzt man Bierhefe oder sogenannte künstliche Gährmittel zu der süssen, zuvor abgekühlten Maischflüssigkeit, wodurch sie in Gährung geräth. Bei Roggen kann man hierbei aus der neuerzeugten Hefe durch Abschöpfen, Absetzen und Abpressen die teigartige Presshefe gewinnen. Ist die Gährung beendigt, so bringt man die Masse in eine kupferne Blase und destillirt den flüchtigen Weingeist von den nichtflüchtigen Theilen ab. Was zurückbleibt, ist ein Gemenge von Hülsen, Faserstoff, Kleber, Stärke, Dextrin, Zucker, Milchsäure etc., und wird unter dem Namen Schlempe oder Branntweinspülicht als ein äusserst nahrhaftes Futtermittel benutzt. In früherer Zeit wendete man zu dieser Destillation einfache Destillirblasen an und erhielt einen dünnen Weingeist (Branntwein oder Lutter), der ungefähr aus $\frac{1}{3}$ Weingeist und $\frac{2}{3}$ Wasser bestand; jetzt aber sind allgemein zusammengesetzte Brennapparate im Gebrauch, mittelst deren man einen noch einmal so starken Weingeist gewinnt (rectificirter Weingeist). Die Principien, worauf diese Apparate beruhen, werden durch folgende Versuche klar werden.

646. *Einfache Rectification. Versuch.* Man bringe 100 C C. gewöhnlichen Branntweins in ein geräumiges Kochfläschchen und destillire behutsam die Hälfte davon in ein Glas über, welches durch sehr kaltes Wasser, besser noch durch Schnee abgekühlt

wird. Hatte der Branntwein 30°, so werden die zuerst übergehenden 50 CC. Weingeist wenigstens 50° zeigen. Der Wein-

Fig. 185.

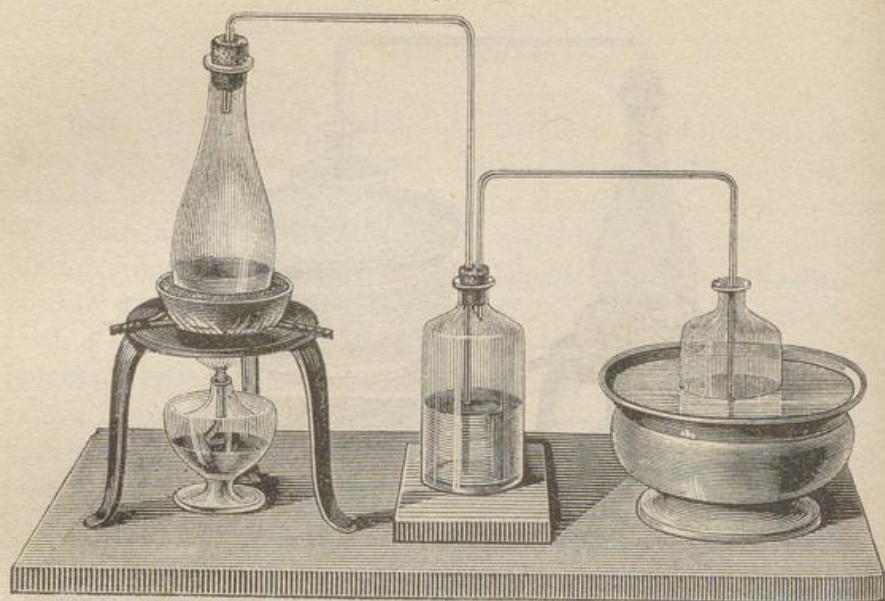


geist ist flüchtiger als Wasser, er destillirt daher, in Gemeinschaft mit einer geringeren Quantität von letzterem, zuerst über, während die grössere Quantität des Wassers nebst dem im Branntwein etc. enthaltenen Fuselöle in dem Kochfläschchen zurückbleibt (Phlegma).

647. Doppelte Rectification. Versuch. Bringt man mit dem Kochfläschchen und der Vorlage ein Zwischengefäss, z. B. ein grösseres Opodeldocglas, in Verbindung, was mittelst zweier rechtwinklig gebogener Glasröhren und eines doppelt durchbohrten Korkes leicht zu bewerkstelligen ist, und wiederholt man dann den eben beschriebenen Destillationsversuch, so verdichten sich die übergehenden Weingeistdämpfe zuerst in dem Mittelfässe. Da dieses Gefäss nicht abgekühlt wird, so geräth die darin condensirte Flüssigkeit endlich auch ins Kochen, und die hierbei sich bildenden Dämpfe strömen in die mit kaltem Wasser umgebene Vorlage und verdichten sich darin zum zweiten Male. Man bewirkt also auf diese Weise eine doppelte Destillation

(Rectification). In dem Kochfläschchen ist kochender Branntwein (von 30°); in dem Zwischengläse kochender rectificirter

Fig. 186.



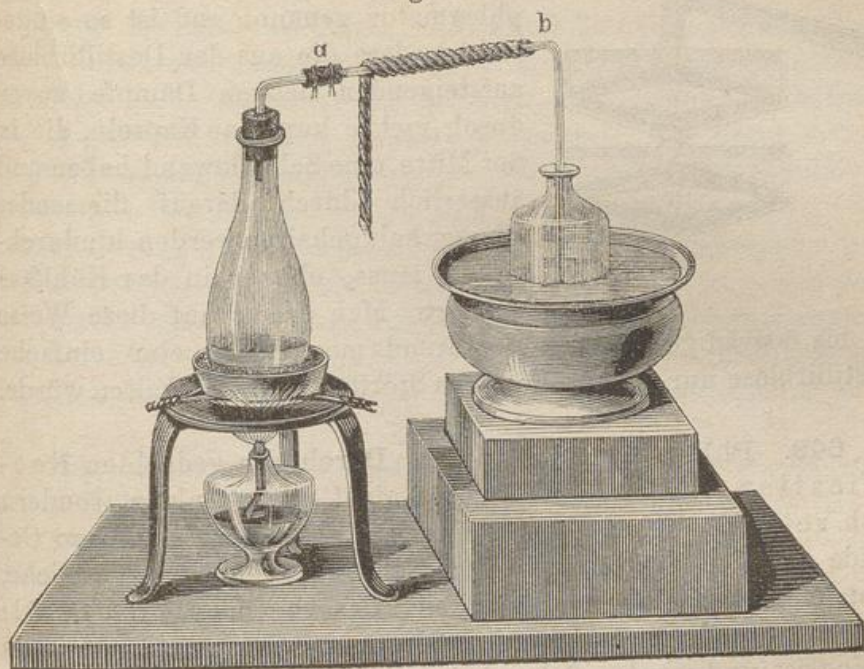
Weingeist (von ungefähr 50°). Nach Beendigung des Versuches findet man in dem ersten Gefäße Phlegma, in dem zweiten schwachen Weingeist, in dem dritten Gefäße sehr starken, höchst-rectificirten Weingeist, sogenannten Alkohol (von 70 bis 80°).

Kochpunkt des Weingeistes. Befestigte man in den Korken der beiden ersten Gefäße ein Paar Thermometer, die bis in die Flüssigkeit hinabreichen, so würde man finden, dass die Flüssigkeit in dem Kochfläschchen zu Anfange des Versuches bei 85° C., zu Ende des Versuches bei 95 bis 100° C., die des zweiten Gefäßes aber zuerst bei 80° C., zuletzt bei 85 bis 90° C. siedet. Man ersieht hieraus, dass starker Spiritus bei viel niedrigerer Temperatur kocht, als schwacher. Der allerstärkste Weingeist (absoluter) kocht schon bei 78° C., also um 22 Grade leichter als Wasser.

648. Rectification durch partielle Abkühlung. Versuch. Mit einem Kochfläschchen verbinde man eine ziemlich weite Glasröhre, welche so gebogen ist, dass ihr mittlerer Theil etwas aufwärts steigt, wie es die Figur 187 zeigt; von *b* an wird diese

Röhre mit einem angefeuchteten Dochte umwickelt, dessen Ende bei *a* herabhängt. Bei *a* binde man einen mehrfach zusammen-

Fig. 187.

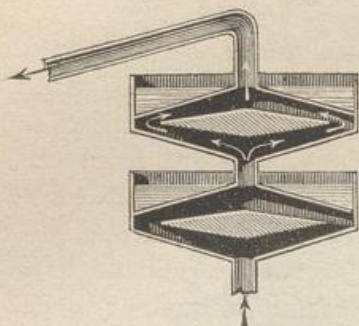


gelegten und mit einigen Tropfen Baumöl eingeriebenen Tuchstreifen fest, damit das Wasser aus dem Dochte nicht auf das Kochfläschchen herablaufe. Nun destillire man, wie früher, 100 CC. Branntwein, tröpfe aber während der Destillation fortwährend kaltes Wasser bei *b* auf den Docht, um dadurch den Branntweindampf unterwegs etwas abzukühlen. Das während des Herablaufens erwärmte Wasser fängt man in einem unter das Dochtende gestellten Gefässe auf. Die Destillation wird unterbrochen, wenn ungefähr $\frac{1}{3}$ der Flüssigkeit übergegangen ist; man wird einen weit stärkeren Spiritus in der Vorlage haben, als bei dem Versuche 647, weil durch die theilweise Abkühlung des Branntweindampfes hauptsächlich der schwer flüchtige Wasserdampf verdichtet wurde und daher ein weingeistreicherer Dampf in die Vorlage gelangte. Das unterwegs verdichtete Wasser ist in das Kochfläschchen zurückgeflossen.

Beckenapparat. Mit dem schönsten Erfolge hat man das Princip der partiellen Abkühlung auf die Destillation des

Branntweins im Grossen angewendet. Der bekannteste hierzu

Fig. 188.



dienende Apparat wird Becken-
apparat (Pistorius'scher) oder De-
phlegmator genannt und ist so einge-
richtet, dass die aus der Destillirblase
aufsteigenden heissen Dämpfe zuvor
durch mehre kupferne Kapseln, die in
der Mitte eine Scheidewand haben und
äusserlich durch darauf fliessendes
Wasser kalt gehalten werden, hindurch-
gehen muss, ehe er in das Kühlfass
gelangt. Man erhält auf diese Weise

70- bis 80grädigen Spiritus, während man durch eine einfache
Destillirblase nur einen schwachen Spiritus von 30° erhalten würde.

649. Phlegma und Fuselöl. Durch die gedachten Rec-
tificationen wird der Weingeist nicht nur stärker, sondern
auch reiner. Neben dem Weingeist bildet sich aus dem Ge-
treide und den Kartoffeln bei der Gährung auch eine ölähnliche,
unangenehm riechende Flüssigkeit, das sogenannte Fuselöl;
ausserdem auch etwas Essig. Beide sind schwerer flüchtig als
Weingeist und werden daher bei der letztgedachten Rectification
mit dem zurückfliessenden Wasser zum grössten Theile verdichtet.
Was man, wie oben erwähnt, Phlegma nennt, ist hiernach ein
Gemisch von Wasser mit etwas Weingeist, Fuselöl und Essig.
Vollständig von dem Fuselöle reinigen lässt sich der Weingeist
dadurch, dass man ihn mit frisch ausgeglühter Holzkohle einige
Zeit stehen lässt und dann abfiltrirt, oder besser abdestillirt; das
Fuselöl bleibt hierbei in den Poren der Kohle zurück (114). Noch
vortheilhafter ist es, die Weingeistdämpfe vor ihrer Verdichtung
bei der Destillation durch einen über dem Beckenapparate ange-
brachten, mit Holzkohle gefüllten Cylinder streichen zu lassen.

Die genauere Untersuchung des Fuselöls hat ergeben, dass
es in gereinigtem Zustande nicht eine Oelart, sondern vielmehr
eine Alkoholart ist (Amylalkohol oder Amyloxydhydrat), die in
ihrer Zusammensetzung und ihren Verbindungen sich dem Wein-
geist und Holzgeist ganz ähnlich verhält und daher richtiger
Fuselgeist genannt werden sollte. Sie ist brennbar wie diese,
schwimmt auf Wasser, ohne sich darin zu lösen, und hat einen

widrigen, erstickenden Geruch und einen brennenden Geschmack. Näheres hierüber in 686.

650. Arrak und Rum. Auf ähnliche Weise, wie bei uns, aus dem Getreide und den Kartoffeln Branntwein gebrannt wird, bereitet man in Ostindien aus dem Reis durch Einmaischen, Gähren und Destilliren eine geistige Flüssigkeit, die durch Zusatz von Catechupalmen-Samen einen eigenthümlichen, rumähnlichen Geschmack und Geruch erhält und Arrak genannt wird. Die durch Gährung von Zuckersaft und Zuckersyrup gewonnene geistige Flüssigkeit liefert den Rum, dessen Geruch von einem dem Zuckerrohr eigenthümlichen Stoffe herrührt. Zu Nachbildungen von Arrak und Rum benutzt man Weingeist, Cedernholz und gebrannten Zucker, unter Zusatz von Butteräther, Ameisenäther u. a.

651. Geistige Getränke. Alle gegohrenen Getränke enthalten Weingeist; diesem verdanken sie ihre berauschende Kraft. Wie gross die Menge ist, die sich davon in den bekanntesten geistigen Getränken findet, wird sich aus folgender Zusammenstellung ergeben:

Reiner Weingeist.

In 100 Maass von gewöhnlichem Bier sind enthalten: $1\frac{1}{2}$ bis 2 Maass;			
„ „ „ Lagerbier	„ „	3	5
„ „ „ Porter oder Ale	„ „	6	8
„ „ „ Wein	„ „	10	15
„ „ „ Madeirawein	„ „	18	24
„ „ „ Branntwein u. Franzbranntw.,	„ „	40	45
„ „ „ Liqueur	„ „	45	50
„ „ „ Rum oder Arrak	„ „	50	60
„ „ „ rectificirtem Weingeist	„ „	60	70
„ „ „ Spirit	„ „	70	75
„ „ „ höchstrectificirtem Weingeist oder Alkohol			
sind enthalten		86	90

Aethylalkohol oder Weingeist.

$C_2H_5O_2$ oder $C_2H_5\Theta$.

652. Wasserfreier oder absoluter Weingeist. Die Gährung des Zuckers ist bis jetzt der einzige Weg, auf dem wir

Weingeist im Grossen erzeugen können. Im Kleinen ist es gelungen, ihn mittelst des Acetylens künstlich aus seinen Elementen zusammenzusetzen (674). Wie der auf ersterem Wege gebildete Weingeist abgeschieden, wie er verstärkt, wie er gereinigt wird, davon ist schon in den vorigen Abschnitten die Rede gewesen. Dies geschieht durch partielle Destillation oder durch partielle Abkühlung, da der Weingeist leichter zu verflüchtigen, der Weingeistdampf aber schwerer zu verdichten ist als Wasser oder Wasserdampf. Alles Wasser lässt sich indessen auf diese Weise nicht von dem Weingeist trennen, weil der Weingeist $\frac{1}{10}$ Wasser so fest hält, dass er ihm weder durch Destillation noch durch Abkühlung entzogen werden kann. Um ihn ganz wasserfrei zu erhalten, muss man einen Körper hinzubringen, der grössere Affinität zu dem Wasser hat und dieses so fixirt, dass es beim Siedepunkte des Weingeistes nicht mit verdampfen kann. Ein solcher Körper ist der gebrannte Kalk.

Versuch. Man schütte in ein Kochfläschchen 50 Grm. gebrannten und in kleine Stücken zerklopfen Kalk und darauf 50 CC. ganz starken Alkohol, verbinde mit dem Fläschchen, wie bei dem Rectificationsversuch 646, eine Vorlage und lasse das Gemenge einen Tag lang ruhig stehen. Der Kalk verbindet sich allmählig mit dem Wasser des Alkohols (er löscht sich), und man erhält den letzteren wasserfrei, wenn man ihn bei gelinder Wärme, am besten im Wasserbade (165), abdestillirt. Der wasserfreie Weingeist führt auch den Namen: absoluter Weingeist oder Alkohol. Man darf bei diesem Versuche die anzuwendenden Gefässe nicht etwa vorher mit Wasser ausspülen, sondern dies muss mit starkem Weingeist geschehen, weil ausserdem die in den ersteren hängenbleibende Feuchtigkeit den wasserfreien Alkohol wieder zu wasserhaltigem machen würde.

653. Eigenschaften des Alkohols. Der Alkohol hat einen brennenden Geschmack und einen durchdringenden, angenehmen Geruch. Starker Weingeist, voraus absoluter, wirkt giftig, wenn er verschluckt wird; der verdünnte dagegen wirkt, wie bekannt, belebend und berauschend.

Weingeist in der Kälte und Wärme. Der starke Weingeist ist bis jetzt noch nie, selbst nicht durch eine Kälte von -100° C., zum Gefrieren gebracht worden; er eignet sich

deshalb vortrefflich zur Anfertigung von Thermometern, mit denen hohe Kältegrade gemessen werden sollen. Ebenso leistet er aus diesem Grunde bei der Gasbeleuchtung gute Dienste, um zur Winterszeit das Gefrieren des in den Gasleitungsröhren sich absetzenden Wassers, und somit das Verstopfen dieser Röhren, zu verhindern. Man lässt nämlich das aus den Gasometern kommende Leuchtgas durch Alkohol streichen ehe es weiter fortgeleitet wird, wodurch dem Gase einerseits Wasserdämpfe entzogen, anderseits Weingeistdämpfe mitgetheilt werden. Die sich nunmehr in den Röhren verdichtende Flüssigkeit enthält so viel Weingeist, dass sie bei der Kälte unserer Winter nicht gefriert.

Wird gewöhnlicher Weingeist in einem offenen Gefässe hingestellt, so verdunstet der Weingeist schneller als das dabei befindliche Wasser. Starker Weingeist vermag auch Feuchtigkeit aus der Luft anzuziehen. Hieraus erklärt es sich, warum alle geistigen Flüssigkeiten in unverstopften Gefässen schwächer und wasserreicher werden müssen. Durch die Spirituslampen wird der Anfänger oft genug an diesen Vorgang erinnert: sie wollen nicht anbrennen, wenn sie einige Zeit ohne Kapsel an der Luft gestanden haben. Warum nicht? Der Spiritus aus dem Dochte ist verflogen, das Phlegma darin zurückgeblieben.

Von dem Kochen und Verdampfen des Weingeistes ist schon bei 646 und 647, von dem Verbrennen desselben aber bei 127 und 133 die Rede gewesen. Der Weingeist enthält so wenig Kohlenstoff, dass bei seiner Verbrennung kein Russ ausgeschieden wird; deshalb leuchtet auch die Weingeistflamme nur schwach. Die geeignetste Stärke für den Brennspritus ist die von 75° bis 80° Tralles; wendet man ihn schwächer an, so verdampft nicht alles Wasser während des Verbrennens und es bleibt Phlegma übrig.

654. Weingeist und Wasser. Mit dem Wasser lässt sich der Weingeist in jedem Verhältnisse vermischen, und er wird in dem Maasse specifisch schwerer, als er mehr Wasser enthält; man hat daher in dem specifischen Gewichte ein sehr einfaches und zugleich sicheres Kennzeichen für die grössere oder geringere Stärke des Weingeistes. Am bequemsten ermittelt man diese durch das Aräometer (Alkoholometer, Spirituswage). Der absolute Weingeist hat ein specifisches Gewicht von 0,792, d. h.

ein Gefäss, in welches 1000 Grm. Wasser gehen, wird schon von 792 Grm. absoluten Weingeistes vollgefüllt; er ist also ungefähr

Fig. 189.



um $\frac{1}{5}$ leichter als Wasser. In diesem Weingeist sinkt das Weingeistäräometer bis zur obersten Spitze der Scala, bis zu 100°, ein, während es in reinem Wasser bis zu dem unteren Anfange der Scala, der mit 0 bezeichnet ist, emporsteigt (18). Die bekanntesten Scalen sind die von Tralles und Richter, die sehr stark von einander abweichen, weil Tralles die Mischungen von Weingeist und Wasser, aus denen er die Grade bestimmte, dem Maasse oder Volumen nach, Richter aber dem Gewichte nach machte. Der Erstere z. B. nannte einen Weingeist 50grädig, welchen er aus 1 Maass absolutem Weingeist und 1 Maass Wasser mischte; der Letztere aber gab diese Zahl einem Gemische, welches er sich aus 1 Pfund absolutem Weingeist und 1 Pfund Wasser darstellte. In der zuletzt gedachten Mischung muss natürlich mehr Weingeist sein als in der ersteren, weil 1 Pfund Weingeist ein grösseres Volumen ein-

nimmt als 1 Pfund Wasser, und es erklärt sich hieraus, warum ein und derselbe Weingeist an der Tralles'schen Senkwage mehr Grade zeigt, also stärker scheint, als an der Richter'schen. Der letzteren sehr nahe steht die Stopani'sche Wage, die früher häufig im Gebrauche war. In Deutschland ist jetzt die Tralles'sche gesetzlich eingeführt; ihre Grade repräsentiren demnach Volumprocente. Ueber den Einfluss der Temperatur auf das specifische Gewicht s. 19.

Verdichtung. Mischt man 50 Maass Weingeist und 50 Maass Wasser, so erhält man nicht 100 Maass, sondern nur ungefähr 97; es findet also hierbei, ebenso wie beim Vermischen der Schwefelsäure mit Wasser (212), eine Verdichtung Statt. Hieraus erklärt sich die Erwärmung, welche man wahrnimmt, wenn Wasser und Weingeist gemischt werden. Für die Kaufleute, die jetzt häufig den Branntwein durch Verdünnung von starkem Spiritus mit Wasser darstellen, ist die Kenntniss dieser Thatsache von ökonomischer Wichtigkeit, da diese Flüssigkeit gewöhnlich dem Maasse nach verkauft wird.

655. Benutzung des Weingeistes. Der Weingeist ist, wie das Wasser, ein Lösungsmittel für viele Stoffe, und zwar löst er nicht nur manche Stoffe auf, die auch im Wasser löslich sind, z. B. Gerbstoff, Zucker etc., sondern auch manche andere, die sich im Wasser nicht oder kaum lösen, z. B. Harze, flüchtige Oele etc.

Galläpfeltinctur. Versuch. Man übergiesse in einem Gläschen 5 Grm. zerklopfte Galläpfel mit 40 Grm. Wasser, in einem anderen eben so viel Galläpfel mit 40 Grm. Weingeist, überbinde beide Gläser mit feuchter Blase, in die man mit einer Stecknadel einige Löcher sticht, und stelle sie einige Tage an einen warmen Ort (Digestion). Man erhält in beiden Fällen eine dunkelgefärbte, sehr zusammenziehend schmeckende Flüssigkeit (Tinctur), die durch Filtriren geklärt wird. Was sich darin aufgelöst hat, ist ein eigenthümlicher Stoff der Galläpfel, der Gerbstoff oder Gerbsäure heisst. Bei längerer Aufbewahrung wird die wässerige Tinctur unter Bildung von Schimmelpflanzen sich zersetzen, die geistige aber nicht, weil der Weingeist die Fähigkeit hat, das Eintreten der Fäulniss zu verhindern. Dieser Fähigkeit wegen wendet man den Weingeist auch zur Conservirung von anatomischen Präparaten und zoologischen Naturalien an.

Zimmttinctur. Versuch. Auf die eben angegebene Weise bereite man sich aus 5 Grm. zerstoßener Zimmtrinde und Wasser einen Auszug oder eine Tinctur. Man erhält eine schwach gefärbte Flüssigkeit, die, auf einem warmen Ofen verdampft, ein fast geschmackloses Gummi hinterlässt, welches sich durch zugegossenes Wasser leicht wieder auflöst. Der übrig gebliebene Zimmt wird nun mit Weingeist übergossen und einige Tage damit digerirt; man wird eine dunkelbraune, feurig, gewürzhalt und zusammenziehend schmeckende Tinctur Zimmttinctur, erhalten. Dampft man von dieser etwas zur Trockne ab, so bleibt eine braune, glänzende Masse (Harz) zurück, die sich nicht im Wasser, wohl aber im Weingeist wieder auflöst. Ausser mehreren anderen Stoffen hat also das Wasser hauptsächlich Gummi, der Weingeist hauptsächlich Harz (und flüchtiges Oel) aus der Zimmtrinde aufgelöst.

Diese Beispiele werden genügen, um anzudeuten, wie mannichfach der Weingeist als Auflösungs- und Conservationsmittel

benutzt werden kann. Von den damit bewirkten Auflösungen sind die bekanntesten:

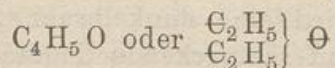
- a) die Tincturen der Pharmacie, geistige Auszüge von medicinischen Kräutern, Wurzeln, Rinden etc.;
- b) die Lackfirnisse, Auflösungen von Harzen in Weingeist;
- c) die sogenannten wohlriechenden Wasser, z. B. Eau de Cologne, Auflösungen von flüchtigen Oelen in Weingeist;
- d) die Liqueure, mit Zucker versüsste Auflösungen von flüchtigen Oelen (Kümmelöl, Pfeffermünzöl etc.) oder von bitteren und aromatischen Stoffen (Calmuswurzel, Nelken, Pomeranzen etc.) in Weingeist.

Von den vielfachen Veränderungen, welche der Aethylalkohol erleiden kann, sind besonders zwei wichtig geworden, nämlich seine Umwandlung in Aether und Essig, deren Betrachtung zunächst folgt.

Weitere Alkoholarten sind: Aethylenalkohol, Methylalkohol, Amylalkohol. Näheres über diese folgt in den Abschnitten IX, XIII, XIV, XV.

VIII. Verwandlung des Weingeistes in Aether.

Aethyläther oder Aethyloxyd.



656. Aethylschwefelsäure. *Versuch.* Man vermische 40 Grm. starken Alkohols von 90° unter Umrühren mit einem Glasstabe mit 50 Grm. englischer Schwefelsäure: es tritt eine Erhitzung ein und eine chemische Veränderung, welche sich schon an der bräunlichen Farbe und dadurch zu erkennen giebt, dass das Gemisch einen eigenthümlichen, vom Weingeist verschiedenen Geruch zeigt. Es zerfällt hierbei der