

Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift
Band: 9 (1899)
Heft: 6

Artikel: Chemisches Praktikum : im Anschluss an Dr. H. Wettsteins "Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen : 4. Teil

Autor: Wartenweiler, T.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-788748>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Chemisches Praktikum,

im Anschluss an Dr. H. Wettsteins „Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen“.

Von T. Wartenweiler.

6. Kohlenstoff = C.

a) Gegenstände. 1. Diamant (Glaserdiamant). 2. Tafelglasstücke. 3. Bleistiftfabrikation nach Hardtmuth.*). 4. Runde Spirituslampe. 5. Bleistift. 6. Junger und alter Torf. 7. Braunkohle. 8. Steinkohle. 9. Knochenkohle. 10. Kolben mit Glastrichter und weissem Papierfilter. 11. Rotwein. 12. Schwarzbedrucktes Papier mit frischem Tintenfleck. 13. Sauerkleesalz.

Erläuterungen.

3. Bleistiftfabrikation nach Hardtmuth in Wien enthält rohen und pulverisierten Graphit, geschlemmten Ton, sowie die verschiedenen Stadien der Bleistiftfabrikation in natura.

b) Experimente.

1. Tafelglasstücke werden mittelst des Glaserdiamanten geritzt und gebrochen. (Erfunden durch Louis de Berquem 1746). 2. Graphit färbt leicht ab. Vorweisung des Kartons: Bleistiftfabrikation, zusammengestellt durch die Firma Hardtmuth in Wien. 3. Wir halten einen gespitzten Bleistift längere Zeit in eine Spiritusflamme: das Holz verbrennt, die Graphitmine bleibt unverändert und färbt nach wie vor ab. 4. Vorweisung von Torf, Braun- und Steinkohle. 5. In das Papierfilter (Nr. 10) schütten wir 30 cm^3 Knochenkohle und darauf realen Rotwein (Nr. 11): die Flüssigkeit fliesst entfärbt ab. 6. Wir befeuchten den Tintenfleck auf dem schwarz bedruckten Papier und streuen Sauerkleesalz darauf: der Tintenfleck verschwindet, die Buchdruckfarbe (bestehend aus Russ und Leinölfirnis) bleibt unverändert. (Kohlehaltige Tinte in ca. 2000 Jahre alten römischen Dokumenten aus Herculaneum nachgewiesen.)

*) Zu beziehen durch das „Pestalozzianum“ Zürich.

Anwendungen:

1. Diamant: als Edelstein, zum Schneiden, Schleifen und Bohren.
2. Graphit: zu Bleistiften, Schmelztiegeln, als feuerbeständige Anstrichfarbe für eiserne Öfen etc., als Schmiermittel für Maschinenwellen.
3. Torf, Braun-, Stein- und Holzkohle zu Heiz-, Destillations-, und Reduktionszwecken.
4. Russ: zu Tusch (mit Gummi arabicum), Buchdruckerschwärze, Anstrichfarbe, Lacken.
5. Knochenkohle zum Reinigen und Entfärben von Zuckersaft, Paraffin, Glycerin etc. Wasser bleibt in Fässern, die inwendig verkohlt sind, jahrelang trinkbar. Pfahlbautenreste. Eingestreutes Kohlenpulver verhindert das Keimen und Faulen von Kartoffeln.

7. Kohlensäure = CO_2 ; Kohlenoxyd = CO ; Methan, Grubengas = CH_4 .

- a) Gegenstände:
1. Flasche mit durchbohrtem Ppropf und Glasrohr.
 2. Kautschukschlauch (20 cm) mit Glasrohr (35 cm).
 3. Marmorstücke.
 4. Salzsäure.
 5. Drei Gasflaschen.
 6. Brettchen mit 20 cm Magnesiumband.
 7. Drahtkerze (P. Z. 1898, Seite 304).
 8. Blaue Lackmuslösung.
 9. Zündhölzchen.
 10. Barytwasser.
 11. Drei Bechergläser.
 12. Glasröhre (40 cm).
 13. Pneumatische Wanne.
 14. Ausatmungsrohre,
 15. Glasplatte.
 16. Brunnenwasser.
 17. Destilliertes Wasser.
 18. Kerzentreppe.
 19. Petroleumlampe.
 20. Äther.
 21. Holzspäne.
 22. Davysche Sicherheitslampe.*)

Erläuterungen:

10. *Barytwasser.* Barythhydrat ist, um es vor Kohlensäureaufnahme zu bewahren, vor Luftzutritt zu schützen. Das Barythhydrat ist in destillirtem (Regen-) Wasser (1 cm^3 Bh. in 2 dl) einige Stunden vor Gebrauch aufzulösen und wegen seiner geringen Löslichkeit wiederholt tüchtig zu schütteln und an freier Luft zu filtriren. 14. *Ausatmungsrohre:* Glasröhre unter einem spitzen Winkel gebogen, Schenkel 5 cm und 40 cm. 18. *Kerzentreppe.* Aus einem dünnen Brettchen, dessen Breite dem Durchmesser einer Gasflasche gleichkommt, sägt man 3 Stufen und fügt unten eine Querleiste ein behufs Standfestigkeit. An den Stufen klappt man Kerzenhalter (wie solche für Christbäume gebraucht werden) mit Kerzchen ein. 22. *Davysche Sicherheitslampe.* Ein Korkppropf von 3,5 cm Durchmesser wird samt Schutzblech an einem Draht befestigt. Ein Drahtnetz mit Maschen von $1/4 \text{ mm}^2$, 12 cm lang und 12 cm breit wird mittelst 2 Drahtstiften rings um genannten Kork befestigt. Ein zweiter, gleich grosser Kork wird mit einer 2 cm langen Kerze und auf der entgegengesetzten Seite mit einem Drahtring als Handhabe versehen.

b) Experimente.

1. Analyse der Kohlensäure aus Marmor (nach Lewin). In eine Gasflasche bringen wir Marmorstücke und einige cm^3 Salzsäure. Prüfung auf CO_2 mit der Drahtkerze. Führen wir brennendes Magnesium (Nr. 6) ein, so verbindet sich dasselbe mit dem O der Kohlensäure, während sich Kohle ausscheidet. Füllen wir das Gefäss mit Wasser, so schwimmen zahlreiche Kohlenflocken darin herum. 2. Kohlensäure reagirt sauer. Die Marmorstücke im Kolben (Nr. 1) werden

mit Salzsäure übergossen und die austretende Kohlensäure mittelst des Kautschukschlauchs und des eingeschobenen Glasrohrs zu blauer Lackmuslösung geleitet, sie wird rot: Säure. 3. Reagentien. Wir leiten Kohlensäure auf den Grund einer Gasflasche. Die Drahtkerze erlöscht darin. Klares Barytwasser trübt sich infolge Bildung von Baryumkarbonat. 4. Wir atmen Kohlensäure aus. In zwei Bechergläser je 1 dl Barytwasser! Durch das Glasrohr (Nr. 10) atmen wir in das eine Becherglas aus: Trübung. — Aus einer Gasflasche wird durch Wasser sämtliche Luft verdrängt und dieselbe verkehrt in eine pneumatische Wanne gestellt. Durch das Ausatmungsrohr (Nr. 12) atmen wir in diese Gasflasche aus, bis sämtliches Wasser verdrängt ist. Mit der Glasplatte (Nr. 13) schliessen wir die ausgeatmete Luft ab und stellen die Gasflasche auf den Tisch. Die eingeführte Drahtkerze erlöscht sofort darin. 5. Wasser löst Kohlensäure auf. Eine Gasflasche füllen wir zu $\frac{1}{3}$ mit Wasser und leiten auf den Grund des Wassers Kohlensäure. Nun erlöscht die zum Teil ins Wasser getauchte Drahtkerze nicht, weil das Wasser die Kohlensäure absorbirt hat. (Obwohl kohlensaure Wasser die Verdauung anregen, so ist doch vor einem allzuhäufigen Genuss derselben zu warnen.) — 6. Brunnenwasser enthält Kohlensäure. In einem Becherglas, zur Hälfte mit Brunnenwasser gefüllt, schütten wir klares Barytwasser: Trübung. Probe mit destillirtem Wasser: keine Trübung. 7. Kohlensäure ist schwerer als atmosphärische Luft; die Kerzenflamme produzirt Kohlensäure. Wir stellen die brennende Kerzentreppe (Nr. 16) in eine Gasflasche: die unterste Kerze erlöscht zuerst, dann die folgenden. Nach Entfernung der Kerzentreppe schütteln wir darin Barytwasser, welches sich trübt. 8. Die atmosphärische Luft enthält Kohlensäure. Lassen wir klares Barytwasser einige Tage an der Luft stehen, so bildet sich darauf ein Häutchen von Baryumkarbonat. Dies ist jedoch nur der Fall, wo der Stoffwechsel organischer Wesen (Atmung, Gährung, Verwesung) stattfindet, so auch in Oasen. Die Grundluft der Wüste enthält keine Kohlensäure, wie Pettenkofer nachgewiesen hat. (Sanatorium für Phtisiker in der Nähe von Kairo.) 9. Kohlenoxyd. Schrauben wir den Docht der Petroleumlampe unter den Brennerrand, so kann die Luft keine Verbrennung unterhalten, das Kohlenoxyd brennt mit blauer Flamme und ist sehr giftig. Da es geruchlos ist, wird es oft nicht beachtet. Es ist also übelangebrachte Sparsamkeit, den Lampendocht tief zu schrauben. Kohlenoxyd aus Kohlenglätteisen und Staub. Im Herbst sind vor dem Heizen sämtliche Ofenrohre etc. sorgfältig von Staub zu reinigen. 10. Davysche Sicherheitslampe. (Nach Arendt.)

In eine Gasflasche giessen wir ca. 2 cm^3 Äther und schwenken um; Entzünden mit einem Span! Dann giessen wir wieder 2 cm^3 Äther ein und führen die brennende Davysche Lampe (Nr. 20) ein: das explosive Äthergas (Ätherdampf und atmosphärische Luft) dringt durch das Drahtgitter und entzündet sich im Innern, während das umgebende Äthergas sich nicht entzündet. Entfernen wir die Sicherheitslampe, so können wir den Gasrest in der Gasflasche entzünden. Halten wir die Davysche Lampe längere Zeit brennend in der Gasflasche, so wird, nachdem das Drahtgitter heiss geworden ist, sämtliches Äthergas sich entzünden. Dieser Versuch ist völlig ungefährlich. Analog sind die Erscheinungen betr. Methan oder Grubengas in Bergwerken (schlagende Wetter). Methan bildet sich auch in Sümpfen und Jauche und kann durch Stochern ausgelöst und entzündet werden.

8. Die Flamme.

a) *Gegenstände:* 1. Kerze auf Holzplatte mit Wollappen. 2. Glashölzchen mit Tubus (P. Z. 1898, Nr. 304). 3. Zwei Holzstäbe zum Unterlegen $1 \text{ cm} : 1 \text{ cm} : 10 \text{ cm}$. 4. Zündhölzchen. 5. Wage (für $0,01 \text{ g}$ empfindlich). 6. Lampenglas mit zwei Drahtetagen.*). 7. Ätznatron in Blättchen.*). 8. Lampenglas mit Querwand. 9. Brettchen. 10. Alaunpapier (P. Z. 1899, S. 50). 11. Runde Spirituslampe. 12. Eisenfeillicht. 13. Wasserstoffapparat* (P. Z. 1898, S. 48). 14. Baumwolle mit Faden. 15. Benzin. 16. Retortenhalter. 17. Stumpfwinklige Glasröhre. 18. Kobaltchlorürpapier*) (P. Z. 1899, S. 97). 19. Drahtnetz. 20. Leuchtgasapparat*). 21. Pulverisierte Steinkohle. 22. Lange Spirituslampe. 23. Creolin. 24. Fluorescein. 25. Fuxin. 26. Acetylenlampe. 27. Calciumcarbid. 28. Acetylenapparat mit automatischer Regulirung von A. Wartenweiler*). 29. Weites Wassergefäß.

Erläuterungen.

1. *Kerze auf Holzplatte* mit Wollappen. In einem Brettchen $7 : 7 : 2,5 \text{ cm}$ wird für eine 2 cm dicke Kerze ein Loch gebohrt und ein Wollappen mit Ausschnitt für die Kerze behufs hermetischen Abschlusses aufgelegt. 6. Lampenglas mit zwei Drahtetagen. Ein Lampenglas von 29 cm Länge und Enddurchmessern von 6 cm und 4 cm hat am einen Ende zwei bauchige Ausweitungen, in welchen zwei Drahtnetze mit Maschen von 1 mm^2 in 5 cm Entfernung eingelegt sind. Längs des Glases sind zwei Drähte, die oben eine Oese für die Wage und unten einen Halter für eine $1,5 \text{ cm}$ lange Kerze bilden. 8. *Lampenglas mit Querwand*. In den engern Teil eines Lampenglases mit Enddurchmessern von 5 cm und $3,5 \text{ cm}$ wird ein 2 mm dickes Brettchen von $3 \text{ cm} : 16 \text{ cm} : 3,5 \text{ cm}$ geschoben. 17. *Stumpfwinklige Glasröhre* mit $3—4 \text{ mm}$ Weite und Schenkellängen von 5 cm und 10 cm Länge. Ein durchbohrter Ppropf in der Mitte des längern Schenkels dient zum Einklemmen im Retortenhalter.

b) Experimente.

1. *Wasserausscheidung der Flamme*. Neben die angezündete Kerze (Nr. 1) werden die Holzstäbe (Nr. 3) gelegt und darauf

*) Zu beziehen durch das „Pestalozzianum“ Zürich.

die Glasglocke mit Tubus (Nr. 2), deren Ppropf etwas gelüftet wird. Bald beschlagen sich die Wände mit Tröpfchen, die auf Kobaltchlorürpapier (Nr. 18) als Wasser reagiren. 2. Die Verbrennungsprodukte der Kerze, Kohlensäure und Wasser sind schwerer als die verbrannte Kerze. In jede Etage des Lampenglases (Nr. 6) bringen wir ca. 25 g Ätznatron. Dies muss rasch geschehen, damit keine Wasseraufnahme aus der Luft stattfindet. Die Flasche mit Ätznatron ist sofort zu schliessen. Wir bringen das Lampenglas an der Wage genau ins Gleichgewicht und entzünden die Kerze. Die Verbrennungsprodukte werden, durch die erste Etage etwas abgekühlt, von der zweiten um so besser absorbirt und die Wage sinkt bald. Man setze diesen Versuch nicht zu lange fort, indem bei steigender Temperatur des Glases das absorbirte Wasser verdampft und die Wagschale wieder steigt. 3. Luftzutritt zur Flamme (nach Stöckhardt). Stülpen wir das Lampenglas (Nr. 8) ohne Querwand über die Kerzenflamme (Nr. 1), so erlöscht sie bald. Holzstäbe (Nr. 3) zu beiden Seiten der Kerze! Die Kerze brennt nun im Lampenglas fort. Ein Brettchen auf dem Lampenglas macht sie erlöschen. Stülpen wir das Lampenglas samt Querwand hermetisch auf den Wolllappen, so brennt die Flamme fort, aber unruhig, weil Kohlensäure und Luft abwechselnd durch die zwei Kanäle streichen. 4. Halten wir ein Drahtnetz in die Flamme, so wird sie infolge Abkühlung abgeschnitten. 5. Das Innere der Flamme ist kalt. Halten wir das Alaunpapier (Nr. 10) in die Flamme, so scheidet sich Kohle ringförmig aus (Heumann). Brandringe in gewöhnlichem Papier. 6. Leuchtende und nichtleuchtende Flamme. Streuen wir in die nichtleuchtende Flamme des Spiritus Eisenfeillicht (Nr. 12), so leuchtet sie blitzartig auf (verwendet in Feuerwerksätszen). Senken wir Baumwolle, mit Benzin getränkt, an einem Faden auf das Zink des Wasserstoffapparates (Nr. 13), so wird die farblose H-Flamme zu einer bis 25 cm langen leuchtenden Flamme. 7. Leuchtgas aus der Kerzenflamme (nach Faraday). Die stumpfwinklige Glasröhre (Nr. 17) schrauben im Retortenhalter fest und tauchen den senkrechten Schenkel derselben bis auf 2 mm Abstand vom Dochtende in die Kerzenflamme. Leuchtgas entweicht durch die Röhre und lässt sich am Ende des schiefen Schenkels entzünden. Entfernen wir behutsam die Kerze, so brennt das produzirte Gas noch einige Zeit fort. 8. Leuchtgas aus Steinkohle. Das Bassin des Leuchtgasapparates des Verf. (Fig. 9) wird bei gesenkter Glasglocke (Gasometer) mit Wasser gefüllt, so dass das Niveau 2 mm unter dem Gasometerboden

zurückbleibt. Das Standglas des senkrechten Reagensglases ist mit Wasser zu füllen. Das horizontale Reagensglas wird zu $\frac{1}{3}$ mit Stein-kohlenpulver beschickt, an den Asbestpfropf hermetisch angeschoben und allmälig mit der langen Spirituslampe erhitzt. Wasserdampf und Theer werden im senkrechten Reagensglas kondensirt, und das Leuchtglas kann am Rohrende entzündet werden. Schliessen wir mit der Klappe den horizontalen Schlauch, so erlöscht die Flamme, und der Gasometer steigt. Entfernen wir die Klappe und drücken auf den Gasometer, so wird die Flamme 20—30 cm lang. Der Gasometer lässt sich so wiederholt füllen. Ein Gemisch von 7—30 % Leuchtgas mit atmosphärischer Luft ist explosiv. Vorweisen von Theerprodukten: Kreolin, in der Medizin gegen Wunden gebraucht. Farbstoffe: Fluorescein, Fuxin. Der Rest im hori-

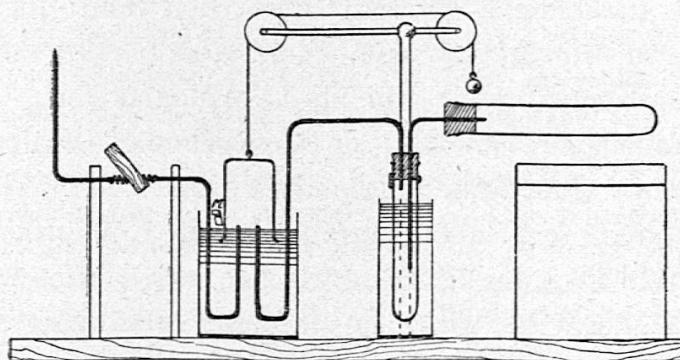


Fig. 9.

zontalen Reagensglase, Coaks, dient als Brenn- und Füllmaterial bei Bauten, sowie zu Kohlen für galvanische Elemente und elektrisches Bogenlicht. 9. Acetylen. Der ausgeweitete Teil der Acetylenlampe (Fig. 10) wird weggenommen, in den untern Becher 100 cm^3 Calciumkarbid und mit dem Deckel in ein weites Gefäss mit Wasser gebracht. Durch die nadelfine Öffnung im Boden dringt Wasser ein, und nach wenigen Minuten kann das intensiv riechende Acetylengas entzündet werden. Ist die Gasentwicklung zu energisch, so dringt Acetylen in Blasen aus dem Wasser, mischt sich unterwegs mit der atmosphärischen Luft und explodirt, ohne übrigens irgendwelche Gefahr nach sich zu ziehen. Der Brenner besteht aus Speckstein, weil ein Metallbrenner die Flamme zu stark abkühlen und durch ausgeschiedene Kohle verstopfen würde. 5—20 % Acetylen, mit Luft vermischt, sind explosiv. 10. Acetylenapparat mit automatischer Regulirung (Fig. 11).

Die Glasflasche neben dem Gasometer wird zu $\frac{1}{4}$ mit Calciumkarbid beschickt, das obere und das Gasometerbassin mit Wasser gefüllt. Ist der Hahn offen, so fliesst Wasser auf das Karbid und das entstehende Acetylen hebt den Gasometer und kann am Brenner entzündet werden. Ist der Gasometer vollständig mit Acetylen gefüllt, so schliesst der mit dem Hahn verbundene Draht den Wasserzufluss ab und sistirt die Gasentwicklung, bis dieselbe infolge Senkung des Gasometers von neuem beginnt. Dieser Apparat kann auch für Projektionen etc. verwendet werden.

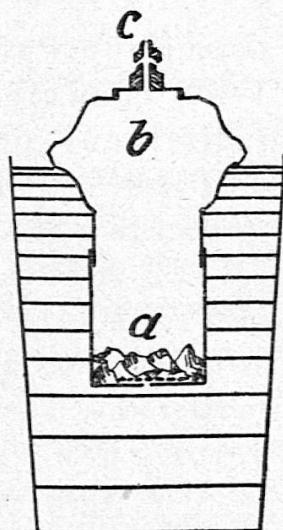


Fig. 10.

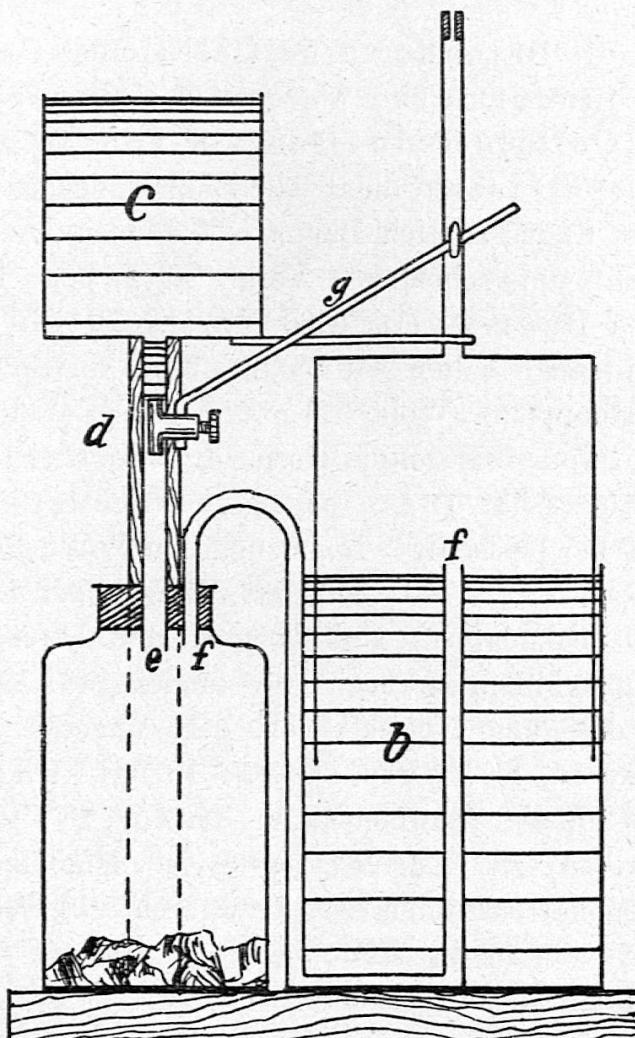


Fig. 11.

c) Aufbewahrung.

Der Wasserstoffentwicklungsapparat ist vollständig zu entleeren und die Drahtnetze an der Spiritusflamme zu trocknen.

10. Cellulose = $C_6 H_{10} O_5$.

a) Gegenstände.

1. Baumwolle.
2. Holundermark.
3. Weisser Löschkarton in Streifen.
4. Baumwoll-, 5. Leinen-, 6. zwei Woll-, 7. Seidenlappen.
8. Mikroskop.
9. Glasstreifen mit Baumwoll-, Leinen-, Woll- und Seidenfasern.
10. Spirituslampe.
11. Zündhölzchen.
12. Kristallisationsschale mit Wasser.
13. Kleines Becherglas.
14. Grosses Becherglas mit 2 dl Wasser.
15. Schwefelsäure (wasserhelle).
16. Salmiakgeist.
17. Vegetabilisches Pergament.
18. Teller.
19. Tannenholzspäne.
20. Pyroxylgarn.
21. Eisenplatte.
22. Hammer.
23. Plattzange.
24. Collodium.
25. Glasplatte.
26. Collodiumballon.
27. Celluloidschalen.
28. Tuschschale (für den Celluloidrückstand).
29. Zwei Brettchen.
30. Rauchloses Pulver.
31. Schwarzpulver.

Erläuterungen.

Nr. 3 eignet sich der grössern Festigkeit wegen besser denn weisses Filtrirpapier. 4—7 sind 4 cm : 4 cm in möglichst gleicher Dicke zu beschaffen. 9. Die Fasern sind mit gummirten Papierstreifen auf den Glasstreifen zu befestigen. 12. (P. Z. 1898, S. 304). 15. Siehe Einleitung P. Z. 1898, Seite 114. 17. Z. B. als Zwischenlage von einem Konservenglas. 20. Wird z. B. zum Anzünden von Christbaumkerzchen verwendet, in Spielwarengeschäften zu haben. 22. Muss eine quadratische Fläche von wenigstens 4 cm² haben (grösser als der Knäuel). 27. Z. B. von Celluloid-Spielbällen.

b) Experimente.

1. Beinahe reine Cellulose (C₆H₁₀O₅) sind Baumwolle, Holundermark, weisses Löschkpapier (Nr. 1—3). Vorweisen. 2. Cellulose in Gestalt von Baumwolle, Leinen- oder Nesselfasern dient als Bekleidungsmaterial. Durch das Mikroskop (Nr. 8) lassen sich Baumwoll-, Leinen-, Woll- und Seidenfasern (Nr. 9) leicht unterscheiden. Vergl. auch bez. Illustrationen! 3. Prüfung von Baumwolle und Wolle durch die Flamme. Mittelst der Plätzange halten wir Baumwolle in die Spiritusflamme und hernach einen Wolllappen. Wolle verbrennt mit charakteristischem Geruche, ähnlich dem von verbranntem Horn. 4. Die Bekleidungsstoffe benetzen sich sehr ungleich mit Wasser (Rubner). Wir legen nach gleicher beidseitiger Benetzung den Woll-, Baumwoll-, Leinen- und Seidenlappen (Nr. 4—7) auf das Wasser der Kristallisationsschale (Nr. 12): der Seidenlappen sinkt sofort, der Leinenlappen nach 1 Minute, der Baumwolllappen nach 1 Stunde, die Wolle sinkt überhaupt nicht. (Wollregime, Normalkleider nach Jäger.) 5. Verhalten der Zellulose zu Schwefelsäure: In das kleine Becherglas (Nr. 13) giessen wir 1/2 dl Schwefelsäure (Nr. 15) zu 1/2 dl Wasser, in das grosse (Nr. 14) zu 2 dl Wasser 4 cm³ Salmiakgeist. a) Wir tauchen einen Löschkartonstreifen (Nr. 3) während 40 Sekunden (bis 40 zählen!) etwa 3 cm tief in die verdünnte Schwefelsäure (Nr. 15): Die Zellulose behält ihre Farbe unverändert bei, dagegen ist sie in eine schleimige Masse, Dextrin (C₆H₁₀O₅), einen in Wasser löslichen Klebstoff übergegangen, welcher auch im Bier enthalten ist. (Auf den Teller (Nr. 18) legen!) b) Einen zweiten Zellulosestreifen (Nr. 3) tauchen wir während 6 Sekunden in die verdünnte Schwefelsäure und verhindern die weitere Einwirkung der Schwefelsäure durch Eintauchen des Streifens in den verdünnten Salmiakgeist (Nr. 14): Das Papier ist, soweit es in die Schwefelsäure eingetaucht war, durchscheinend und zähe geworden: vegetabilisches Pergament (Nr. 17), welches als hermetisch schliessendes Packmittel Ver-

wendung findet. 6. **Zellulose, Holz und Schwefelsäure:** Einen Holzspan (Nr. 19) tauchen wir während 3 Sekunden in die Schwefelsäure: Das Holz wird schwarz, indem die Schwefelsäure C ausscheidet (Holzstoff ist reicher an C als die nicht entfärbte Zellulose). Zellulose ist verdaulich, Holzstoff unverdaulich (verholzte Pflanzenteile, Fruchtschalen etc.). 7. **Schiessbaumwolle oder Pyroxylin verbrennt durch Schlag oder Berührung mit einem heissen Körper (100°).** a) 20 cm Pyroxylgarn (Nr. 20) wird als dichter Knäuel auf die Eisenplatte (Nr. 21) gelegt. Durch einen Schlag des Hammers (Nr. 22) explodirt das Pyroxylgarn heftig ohne irgendwelchen Rückstand (völlig gefahrlos!). b) Mit der Plattzange (Nr. 23) halten wir 20 cm Pyroxylgarn, das wir mit einem heissen Draht oder einem glühenden Span berühren: Das Pyroxylin ($\text{NO}_2 \cdot \text{O}_3)_3 \cdot \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2$ verbrennt mit einer blitzartigen Flamme, während die Baumwolle, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ (Versuch 3) sehr langsam und unvollständig verbrannte. — Schiessbaumwolle dient als Ersatz des Schiesspulvers (Torpedofüllung) und als Sprengmittel. 8. **Kollodiumhäutchen.** Warm bereitete Schiessbaumwolle löst sich in einem Gemisch von 20 Teilen Alkohol absolut. und 80 Teilen Äther auf (kalt bereitete Sch. ist unlöslich). Giessen wir eine solche Lösung, Kollodium (Nr. 24) auf die Glasplatte (Nr. 25), so verdunsten Äther und Alkohol, und es bleibt auf der Glasplatte ein feines Pyroxylinhäutchen zurück (Photographie). Durch Aufgiessen von Kollodium auf eine Wunde wird diese vor Luft- und Bakterienzutritt geschützt. Schwenkt man in einem Glaskolben Kollodium herum, so kann man davon einen Kollodiumballon (Nr. 26) ablösen. Kollodium, durch eine feine Öffnung fliessend, gibt künstliche Seide, welche leicht direkt gefärbt werden kann und explosiv ist. 9. **Celluloid (Nr. 27) verbrennt mit leuchtender Flamme, der geringe Rückstand riecht nach Kampfer.** Wird Schiessbaumwolle unter Wasser fein gemahlen, abgepresst und mit ihrem halben Gewicht pulverisiertem Campfer gemischt unter starkem Druck auf 300° erhitzt, so erhält man das im Wasser unlösliche, sehr zähe Zelluloid. 10. **Rauchloses Pulver.** Durch Auflösen von Schiessbaumwolle in Essigester (Essigsäure-Äthylester), Kneten und Walzen des gelatinartigen Breies, sowie Austrocknen und Zerschneiden zu Würfeln wird das rauchlose Pulver (Nr. 30) gewonnen. a) Wir schütten auf ein Brettchen (Nr. 29) rauchloses Pulver: es explodirt durch Entzündung mit grosser Flamme ohne Rauch und Rückstand. b) Wir entzünden auf dem andern Brettchen Schwarzpulver (Nr. 31): Ausser der Rauchbildung bemerken wir einen Rückstand.

11. Stärke, Amylum = $C_6H_{10}O_5$.*a) Gegenstände:*

1. Stärke.
2. Vier Reagensgläser.
3. Wasser.
4. Spirituslampe.
5. Jod.
6. Spiritus.
7. Brot.
8. Platinblech.
9. Platzzange.
10. Reines Weizenmehl.
11. Schwerspat (pulverisiert).
12. Weizenmehl mit Schwerspat gemischt.
13. Dextrin.

b) Experimente.

1. Stärke löst sich in kaltem Wasser nicht. 1. Reagenzglas.
 2. $1/3 \text{ cm}^3 = 0,5 \text{ g}$. Stärke im 2. R. mit Wasser erhitzt (50°): Die Stärke löst sich, Kleister. 3. Jodtinktur. Im 3. R. werden einige Körnchen Jod in ca. 4 cm^3 Spiritus gelöst. 4. Giessen wir in das 2. R. oder in noch mehr verdünnten Kleister einige Tropfen Jodtinktur, so färbt sich die Stärke blau, ebenso verhält sich Brot (Nr. 7). 5. Erhitzen wir den blau gefärbten Kleister, so wird die Lösung entfärbt, weil J. sich verflüchtigt. 6. Kleister auf 200° erhitzt gibt das im Wasser lösliche Dextrin (Nr. 13), ein Klebmittel: vorweisen! Beim Brotbacken wird die Stärke oberflächlich in Dextrin verwandelt. 7. Stärke verbrennt ohne Rückstand auf dem Platinblech. 8. Weizenmehl hinterlässt eine Spur Asche. 9. Weizenmehl, mit mineralischen Stoffen (z. B. Schwerspat) vermischt, hinterlässt beim Verbrennen einen vermehrten Rückstand. — Weizenmehl enthält 45—60% Stärke; Kartoffeln mit 1,08 spez. Gewicht enthalten 13%, bei 1,15 spez. Gew. 28,9% Stärke. Stärke ist auch das Rohmaterial zur Bereitung von Dextrin, Traubenzucker und Alkohol.

12. Die Gärung.*a) Gegenstände.*

1. Drei Fläschchen (2 cm weit, 6—7 cm hoch) = 30 cm^3 .
2. Tannenholzspäne.
3. Spirituslumpe.
4. Erlenmeier-Kolben ($1\frac{1}{2} \text{ l}$) mit durchbohrtem Kautschukpfropf und S-Rohr ($5:40:5 \text{ cm}$ Winkel = 60°).
5. Traubenzucker 150 g.
6. Bierhefe.
7. Aräometer.
8. Kristallisationsschale mit Wasser.
9. Kalk- oder Barytwasser.
10. Blaues und rotes Lackmuspapier.
11. Glasplatte.

b) Experimente.

1. Ein brennender Span brennt in einem Fläschchen (Nr. 1) fort.
2. Gärung ruft eine Spaltung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol hervor. — Der Erlenmeier-Kolben (S. P. Z. 1898, Seite 298) (Nr. 4) wird mit 150 g Traubenzucker, 1 l kalten und 3 dl warmen Wassers beschickt, so dass der Inhalt wenigstens 8 cm unter dem Kolbenende zurückbleibt. Umschütteln! 3. Mittelst des Aräometers wird das spez. Gewicht der Zuckerlösung bestimmt und notiert. 4. Zuckerlösung ist indifferent gegen blaues und rotes Lackmuspapier. 5. Wir fügen 30 cm^3

Bierhefe hinzu, schütteln und verpfropfen, so dass das Gasrohrende in der Kristallisationsschale 2—3 cm mit Wasser bedeckt ist. Ein mit Wasser gefülltes Fläschchen (Nr. 1) wird über das Rohrende gestülpt. Ist die Entwicklung im Gange, so erhalten wir in za. 7 Minuten 30 cm³ Gas, verschliessen mit der Glasplatte unter Wasser und stellen das Fläschchen samt Glasplatte auf den Tisch. — Dann stülpen wir das zweite Fläschchen über das Rohrende und nachher das dritte Fläschchen. 6. Gärende Zuckerlösung entwickelt Kohlensäure: a) Ein brennender Span erlischt im ersten Fläschchen. b) Klares Kalkwasser trübt sich im zweiten Fläschchen. c) Blaues Lackmuspapier (angefeuchtet) rötet sich, so weit es in das dritte Fläschchen ragt. 7. Alkohol. Nach za. 8 Tagen hört die Gärung auf; Eiweissstoffe, Hefe und Weinsäure (Weinstein) bilden einen Niederschlag. — Die Flüssigkeit aufbewahren behufs Darstellung von Alkohol! 8. Trauben- und Fruchtzucker gären auch infolge alleiniger Veranlassung durch Gärpilze der Luft (10—15° C.). Rohrzuckerlösung gärt nur infolge Vermischung mit gärenden Stoffen, die Stärke der Gerste wird durch Keimung in gärfähigen Zucker übergeführt und die Gärung durch Hefezusatz beschleunigt (Bier). 9. Um alkoholfreie Getränke darzustellen,*) wird nach dem System Müller-Thurgau die Gärung von Traubensaft etc. dadurch verhindert, dass dieser während 20 Minuten auf 65° C. erwärmt wird. Durch den Gärungsprozess findet ein solcher Verlust an Nährstoff, namentlich Zucker, statt, dass sich derselbe nach den Berechnungen von Prof. Müller-Thurgau für die Schweiz per Jahr auf rund 10 Millionen Franken beläuft, gestützt auf folgende Tatsachen: Die Schweiz produziert durchschnittlich per Jahr:

an Wein 1,000,000 hl zu 15 kg Zucker = 15,000,000 kg

an Obstwein 800,000 hl zu 10 kg Zucker = 8,000,000 kg

Gesamtzuckermenge = 23,000,000 kg

23 Millionen kg Zucker zu Fr. 0,45 = Fr. 10,350,002, also rund 10 Millionen. (Dabei ist nicht eingerechnet der Verlust an Eiweissstoffen.)

13. Destillation des Alkohols (C₂H₆O).

Vorbermerkung. Da die Gärpilze in 14prozentigem Alkohol unwirksam werden, so kann in der Natur kein stärkerer (als 14prozentiger) Alkohol gebildet werden. Um zu einem stärkeren Alkohol zu gelangen, müssen wir die 86 % Wasser ganz oder teilweise ausscheiden durch fraktionirte Destillation.

*) Ausführlicheres, auch betr. Kleinbetrieb, findet sich in der Schrift: „Die Herstellung unvergorener und alkoholfreier Obst- und Traubenweine“, von Prof. Dr. H. Müller-Thurgau. V. Auflage. Frauenfeld, Huber, 1898.

a) Gegenstände:

1. *Kolben* (250 cm^3) mit doppelt durchbohrtem Pfropf für zylindrisches Thermometer und rechtwinkliges Rohr. 2. *Retortenhalter*. 3. Flüssigkeit vom fünften Versuch betr. „Gärung“ (Seite 337). 4. *Gastrockner* (S. P. Z. 1898, Seite 308). 5. *Spirituslampe*. 6. *Uhrglas auf Kolben*. 7. *Holzspan*. 8. *Filtrir- oder Kobaltchlorürpapier*. 9. *Standglas mit Aräometer*. 10. *Kolben* (250 cm^3) mit durchbohrtem Pfropf und senkrecht aus gezogenem Glasrohr (1 m).

b) Experimente.

1. In den Kolben (Nr. 1) bringen wir etwa 200 cm^3 der Flüssigkeit im Erlenmeier-Kolben (s. Gärung). Im Retortenhalter befestigen wir den Kolben Nr. 1 und verschliessen ihn mit dem Thermometerpfropf. Das rechtwinklige Rohr setzen wir durch den Schlauch mit dem Gastrockner (Nr. 4) in Verbindung. — Bei der Erwärmung des Kolbens achten wir darauf, dass die Temperatur zwischen 78° und 90° bleibt, indem wir zeitweilig die Spirituslampe etwas entfernen. (Das Thermometer reicht nur etwa 3 cm in den Dampfraum des Kolbens.) Der Alkohol destillirt über, und nach 5 Minuten sind $3-4 \text{ cm}^3$ Alkohol im Reagensglas des Gastrockners. 2. Wir giessen das Destillationsprodukt auf das Uhrglas (Nr. 6) und entzünden: in der farblosen Flamme entzünden wir einen Holzspan (Nr. 7). Schliesslich bleibt ein Wasserrest, den wir mit Filtrir- oder Kobaltchlorürpapier (Nr. 8) vorweisen. — Die Spiritusflamme ist nicht farblos, weil dem Brennsprit behufs Denaturirung 5 % Holzgeist ($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$) und 0,5 % Pyridin ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) beigefügt sind. 3. Da Alkohol nicht nur der Luft, sondern auch festen Körpern Wasser entzieht, so wird er auch zur Konservirung von Pflanzen und Tieren verwendet. 4. Aräometer im Alkohol. 5. Nachweis des Alkohols im Wein nach Gubler. In einem Kolben (250 cm^3) mit durchbohrtem Pfropf und senkrecht, 1 m langem, zugespitzten Glasrohr wird 1 dl Wein erhitzt. Der Wasserdampf kühlte sich unterwegs ab und der austretende Alkoholdampf brennt, entzündet, mit lebhafter Flamme.

14. Essigsäure = $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$.

Vorbereitung. Nur weingeisthaltige Körper können durch Essigpilz bei $12-36^\circ$ in Essig übergeführt werden. Da unter 7° keine Essigbildung möglich ist, bewahren wir Wein etc. in kalten Räumen (Keller) auf.

a) Gegenstände:

1. *Fläschchen* (2 : 6,5 cm). 2. *Spiritus oder Alkohol absol.* 3. *Lackmuspapier*. 4. *Kolben* (250 cm^3). 5. *Glastrichter* (oben 10 cm weit). 6. *Filtrirpapier*. 7. *Essigmutter* (oder Essig). 8. *Holzwolle*. 9. *Tuschschale*. 10. *Blanker Kupferblechstreifen*. 11. *Bleizucker*.

b) Experimente.

1. Spiritus oder Alkohol absolut. im Fläschchen Nr. 1. entfärbt weder blaues noch rotes Lackmuspapier. 2. Auf das Papierfilter bringen wir Holzwolle mit einigen cm^3 Essigmutter oder Essig. Alkohol aufgiessen! Das Filtrat rötet blaues Lackmuspapier: Essigsäure. 3. In die Tuschschale giessen wir Essig: Der gekrümmte und über den Schalenrand hervorragende Kupferblechstreifen überzieht sich nach einiger Zeit mit Kupferacetat oder Grünspan. 4. Bleizucker ist essigsaurer Bleioxyd oder Bleiacetat. 5. Essig enthält 2—10 % Essigsäure.

15. Öle, Seife.*a) Gegenstände.*

1. Becherglas. 2. Olivenöl. 3. Blechschale mit Ölrohr. 4. Glaserkitt. 5. Benzin. 6. Reagensglas. 7. Talg. 8. Dreifuss. 9. Porzellanschale (Abdampforschale). 10. Rizinusöl. 11. Spirituslampe. 12. Glasstab. 13. Glasplatte. 14. Ätznatron (15 g in 150 cm^3 destillirtem Wasser gelöst). 15. Papier-(Federn-) Schachtel. 16. Vier Fläschchen (2 cm : 6,5 cm) mit Korkpfropfen. 17. Destillirtes Wasser. 18. Brunnenwasser. 19. Kalkwasser. 20. Kochsalz.
(NB. a) Nr. 3, Blechschale 4 cm weit und 8 mm tief, trägt in der Mitte ein durchgehendes Glasröhrchen von 5 mm Länge und 1,5 mm Weite. — b) Ätznatron löst sich in Wasser unter bedeutender Wärmeentwicklung.)

b) Experimente.

1. Siedendes Öl unterhält eine Flamme. In ein zur Hälfte mit Wasser gefülltes Becherglas (Nr. 1) giessen wir $1/3$ dl Olivenöl und lassen darauf eine Blechschale mit kommunizirendem Glasrohr (Nr. 3) schwimmen. Ein brennendes Zündhölzchen bringt das Öl zum Sieden, der Öldampf brennt. — Schliesst der Docht einer Petroleumlampe den betr. Brennerraum nicht vollständig, so kann durch Blasen von oben eine Explosion des Öldampfes im Ölbehälter erfolgen. 2. Glaserkitt ist ein Gemenge von Kreide und dem trocknenden Leinöl, anfänglich plastisch, wird es steinhart. Vorweisen! 3. Benzin, ein Destillationsprodukt des Roh-Petroleums löst Fette auf. $1/2$ cm^3 Talg löst sich in einem Reagensglas mit Benzin nach einigem Umschütteln völlig auf. (Chemische Wäsche.) 4. Fettsaures Natron = Natronseife. In der Porzellanschale (Nr. 9) erwärmen wir gelinde 30 cm^3 Rizinusöl bei beständigem Umrühren mit dem Glasstäbe Natronlauge (Nr. 14) zufügend 10—15 Minuten lang, bis eine Probe sich fadenförmig abzieht und klar erscheint (Seifenleim). Wird der Leim nicht ganz klar, so bringt man einen Tropfen davon auf eine Glastafel. Bildet sich vor dem Verkalten um den Tropfen ein grauer Ring, so ist Lauge hinzuzufügen. Überzieht sich der Tropfen rasch mit einem grauen Häutchen, so ist noch etwas Öl

nötig. Unter fortdauerndem Erhitzen bringen wir etwa 20 g Kochsalz hinein: Der Seifenleim wird flüssiger, gerinnt bald, und wir füllen damit die Papierschachtel (Nr. 15). 5. Seife löst sich in destillirtem Wasser. Vom erkalteten Rest, Kernseife bringen wir in drei Fläschchen (Nr. 16) je 2—3 cm³. Das erste Fläschchen füllen wir zu $\frac{2}{3}$ mit destillirtem Wasser, verpfropfen und schütteln um: Die Seife löst sich, und es entsteht ein mit Wasser stark schäumendes Alkalosalz. 6. In kalkhaltigem Wasser löst sich Seife unvollständig. Zur Seifenlösung im destillirten Wasser (zweites Fläschchen) giessen wir Kalkwasser: es scheidet sich unlöslicher, fettsaurer Kalk in Flocken aus; trotz des Schüttelns entsteht kein Schaum. 7. Brunnenwasser löst Seife unvollständig, eine Folge seines Kalkgehaltes (drittes Fläschchen). Destillirtes oder gekochtes Wasser bei der Wäsche (Sodazusatz). 8. In Salzwasser ist Seife unlöslich. Im vierten Fläschchen lösen wir einige cm³ Kochsalz auf und fügen 2—3 cm³ Seife hinzu: Die Seife wird nicht aufgelöst. 9. Erkaltete Seife kann mit wenig Wasser geschmolzen und in Formen gegossen werden.

16. Harze.

a) Gegenstände:

1. Drei Reagensgläser (1,5 cm : 14 cm) und drei Reagensgläser (2 cm : 16 cm).
2. Reagensgläsergestell.
3. Terpentinöl.
4. Alkohol absolut.
5. Schellack.
6. Asphalt.
7. Brettchen (Hartholz, Zigarrenkistchen).
8. Wasser.
9. Spiritus.

b) Experimente.

1. Schellack löst sich in Terpentinöl (kleines Reagensglas) nicht. Umschütteln!
2. Schellack löst sich in Alkohol absolut. (grosses R.): Firniss.
3. Asphalt löst sich in Terpentinöl (kl. R.): Schwarzer Lack.
4. Asphalt löst sich in Alkohol nicht (gr. R.).
5. Wasser scheidet Harze als weissen Niederschlag aus. In kl. R. giessen wir etwas Schellacklösung; in ein gr. R. Asphaltlösung, dazu Wasser.
6. Absoluter Alkohol mischt sich mit Wasser, die Mischung bleibt klar (gr. R.).
7. Wasser scheidet aus Spiritus einen weissen Niederschlag aus (denaturirende Stoffe).
8. Spiritus löst Kolophonium auf. (Entfernen von Harzflecken aus Kleidern.)