Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift

Band: 9 (1899)

Heft: 2

Artikel: Chemisches Praktikum : im Anschluss an Dr. H. Wettsteins "Leitfaden für den Unterricht in der Naturkunde an Sekundarschulen : 3. Teil

Autor: Wartenweiler, T.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-788736

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: 15.07.2025

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“.[1])

Von T. Wartenweiler.

5. Wasser = H_2O.

a) Gegenstände.

1. *Permanenter Wasserstoffentwicklungsapparat*.* 2. *Blanke Zinkplatte.* 3. *Zündhölzchen.* 4. *Blaues und rotes Lackmuspapier*.* 5. *Wasserzersetzungsapparat* mit Kautschukhütchen und Pfropfen*. 6. *Bunsen-Batterie* mit 4 Elementen. 7. *Leitungsdrähte.* 8. *Wasser.* 9. *Schwefelsäure.* 10. *Glasstab.* 11. *Holzspäne.* 12. *Runde Spirituslampe.* 13. *Trichter für Knallgas-Elektrolyse.* 14. *Destillirtes (Regen-) Wasser.* 15. *Seife.* 16. *Messer.* 17. *Induktionsapparat* mit zwei Leitungsdrähten. 18. *Knallgasgasometer** (Seite 120). 19. *Zwei Reagensgläser* mit Kautschukringen. 20. *Fuxin*.* 21. *Spiritus.* 22. *Essöl.* 23. *Vier dünnwandige Trinkgläser.* 24. *Frisches Ei.* 25. *Kochsalz.* 26. *Fusszylinder.* 27. *Drahtnetz.* 28. *Übermangansaures Kali.* 29. *Fluorescin*.* 30. *Bergkristall oder Quarz.* 31. *Kobaltchlorürpapier,** drei Blätter. 32. *Zwei quadratische Glasplatten.* 33. *Zwei Holzklappen.* 34. *Grünes Pflanzenblatt.* 35. *Sand, Sägspäne.* 36. *Kolben.* 37. *Schnurstück,* 10 *cm* lang. 38. *Glastrichter mit Papierfilter.* 39. *Abdampfschale* mit Dreifuss. 40. *Kristallisirte Soda.* 41. *Wage* mit Gewichtsatz. 42. *Glasschale.* 43. *Phosphorcalciumpfropf* mit Trichterglocke.* 44. *Phosphorcalcium.**

Erläuterungen.

1. *Permanenter Wasserstoffentwicklungsapparat* (siehe Wasserstoff S. 48).

2. *Blanke Zinkplatte* 120 *mm* : 50 *mm* : 8 *mm.* Dieselbe dient zum Nachweis, dass das Verbrennungsprodukt der H-Flamme Wasser ist, indem auf einer Zinkplatte mitten in der H-Flamme eine zusammenhängende, verhältnismässig viel grössere Wassermasse ausgeschieden wird, als an den Wänden eines Glasgefässes, das über die H-Flamme gehalten worden ist. Das Zink eignet sich wegen seines vorzüglichen Wärmeleitungsvermögens besonders zu genanntem Zwecke. Zudem verwenden wir diese Zinkplatte zum Nachweis der Ausscheidung von Russ durch eine leuchtende Flamme.

5. *Wasserzersetzungsapparat.* Sehr viele Apparate für elektrische Analyse des Wassers leiden an dem Übelstande, dass es meist sehr schwierig ist, die Reagensgläser vollständig mit Wasser zu füllen, und ebenso schwierig die Prüfung der produzirten Gase vorzunehmen. Allerdings gestatten die „Hofmannschen

[1]) Siehe pag. 48.

*) Zu beziehen durch das „Pestalozzianum“ Zürich.

Apparate" eine bequeme und vollständige Füllung der Elektrodenröhren, sind aber sehr zerbrechlich und haben den fernern Nachteil, dass die Gase nicht für sich, sondern erst nach ihrem Austritt aus den Glashähnen d. h. nach ihrem Eintr tt in die atmosphärische Luft geprüft werden können. Diesem Übelstande ist dadurch abzuhelfen, dass an Stelle von Reagensgläsern offene graduirte Glasröhren von 1,25 *mm* Weite *a* Fig. 7 verwendet werden, die mittelst Kautschukhütchen *b* geschlossen werden können. An einem Querstabe aus Hartholz *c d* sind mittelst Schrauben zwei Metallklemmen festgeschraubt, um die Elektrodenröhren in beliebiger Höhe festzuhalten. Diese Vorrichtung kann an vielen schon vorhandenen Wasserzersetzungsapparaten sehr leicht angebracht werden.

6. Bunsenbatterie mit vier Elementen. Der einfachen Behandlung und leichten Reinigung zuliebe ziehen wir eine Batterie mit nur einer Flüssigkeit vor. Es hat sich herausgestellt, dass doppeltchromsaures Kali am Zink einen gallertartigen Überzug zurücklässt, so dass dieser Überzug jeweilen nach Gebrauch durch verdünnte Salzsäure entfernt werden musste. Diesem Übelstande sind wir bei der von Bruno Kolbe in seiner „Einführung in die Elektrizitätslehre" vorgeschlagenen Anwendung von doppeltchromsaurem Natron nicht begegnet; zudem hält sich diese Lösung sehr lange leistungsfähig. Kolbe schreibt vor auf 100 *g* Wasser 25 *g* Schwefelsäure und 12 *g* doppeltchromsaures Natron. Für vier gewöhnliche Bunsenelemente mit Kohlenzylindern lösen wir in einem Tongefässe in 1½ *l* warmem Wasser 180 *g* doppeltchromsaures Natron auf und fügen tropfenweise 375 *g* Schwefelsäure hinzu. Diese Flüssigkeit bewahren wir in Flaschen mit paraffinirten Etiquetten bis zum Gebrauche auf. Da Kohlenplatten beim Manipuliren leicht abbrechen, sind Kohlenzylinder wegen ihrer Dauerhaftigkeit vorzuziehen. Die Kupferringe sind, soweit sie nicht mit den Kohlenzylindern in Kontakt stehen sollen, mit einem dreimaligen Anstrich von Eisenlack vor Oxydation zu schützen. Ein Übelstand der gewöhnlichen Tauchbatterien beruht darin, dass dieselben meist nur eine Schaltung zulassen, indem die Zink- und Kohlenpole durch Kupferblechstreifen so verbunden sind, dass eine andere als die Hintereinanderschaltung sehr umständlich ist. Zudem lassen sich die Blechstreifen nicht leicht blank scheuern und bieten dem Durchgang des Stromes oft sehr grossen Widerstand. Verfasser versah deshalb jede Zinkplatte und jeden Kupferring mit einer Klemmschraube, so dass mit passenden S-förmigen Kupferdrahtstücken von 2 *mm* Durchmesser leicht Hintereinander-, Parallel- und gemischte Schaltung bewerkstelligt werden kann. Die Schaltungsdrähte können so mit Schmirgelpapier blank gescheuert werden.

7. Leitungsdrähte. Es empfiehlt sich, die beiden Leitungsdrähte, welche blanke Enden haben müssen, mit verschiedenfarbiger Umhüllung zu wählen.

11. Knallgasgasometer (siehe Sauerstoff Seite 119, Nr. 21 und Seite 120, Nr. 18 und 19) enthält noch ⅓ O, das anlässlich der O-Bereitung in den Gasometer eingeführt und seither im Schranke aufbewahrt wurde.

19. Zwei Reagensgläser mit Kautschukringen. Die Kautschukringe, die als Marken für die Abnahme des Volumens von Lösungen in Wasser dienen, sind schmale Abschnitte von dünnen Kautschukschläuchen passender Dimension.

23. Sechs dünnwandige Trinkgläser. Die leicht zerbrechlichen Bechergläser kann man durch dünnwandige Trinkgläser, die in neuerer Zeit in bezug auf Reinheit und Dauerhaftigkeit in vorzüglicher Qualität hergestellt werden, ersetzen.

31. Kobaltchlorürpapier. Man löst etwa 3 *g* Kobaltchlorür in Wasser auf, giesst diese Lösung in einen Teller und legt weisses, etwa ¾ *mm* dickes Löschpapier von quadratischer Form (ca. 12 *cm* Seitenlänge) darein. Nachdem sich das Papier mit der Lösung völlig gesättigt hat, hängt man es an Haken aus

Stecknadeln an einer Schnur auf. Das Papier, das in feuchtem Zustande rot ist, wird völlig trocken, intensiv blau.

32. Zwei quadratische Glasplatten (siehe Sauerstoff Seite 117, Nr. 4).

33. Zwei Holzklemmen, wie solche für Befestigung von Linge etc. verwendet werden.

44. Phosphorcalcium (Calcium phosphoratum) darf nur in einer Glasflasche mit Glasstöpsel an einem durchaus trockenen Orte aufbewahrt werden. Auch ist darauf zu achten, dass das Präparat ja nie mit Wasser oder einem feuchten Körper in Berührung kommt.

45. Phosphorcalciumpfropf mit Bleiring, Drahthandhabe und Trichterglocke. Ein Pfropf von etwa 3 *cm* Durchmesser wird zu $^2/_3$ seiner kleineren Kreisfläche 1 *cm* tief ausgehöhlt. Im gleichen Durchmesser werden mit einer Rundfeile der Längsrichtung nach zwei Seitenkanäle $^1/_3$ *cm* tief ausgefeilt. Am Rande des grösseren Kreises wird ein Bleiring umgelegt, damit der Pfropf auf dem Grunde im Wasser feststeht. Ein Eisendraht von 1 *mm* Dicke wird quer durch den Pfropf gestossen und so befestigt, dass er in dieser Lage zum Pfropfe verharrt. Am obern Ende wird der Draht zu einem Ringe gebogen, der als Handhabe dient. Eine kleine Glasglocke von 3 *cm* Durchmesser und 3 *cm* Höhe endigt in eine $^1/_2$ *cm* lange und 4 *mm* weite Glasröhre. Diese kleine Glasglocke passt als Deckel über den ausgehöhlten Pfropf.

b) Experimente.

1. Das Oxyd des Wasserstoffs ist Wasser. Wir öffnen den Glashahn des permanenten Wasserstoffentwicklungsapparates (Nr. 1) und entzünden das austretende Wasserstoffgas. Wir halten die blanke Zinkplatte (Nr. 2) mitten in die Flamme und bemerken, dass sich auf der Zinkplatte eine klare, geruchlose Flüssigkeit ausgeschieden hat. Wir prüfen diese Flüssigkeit mittelst Lackmuspapier. Sie entfärbt weder rotes noch blaues Lackmuspapier, sie ist ein indifferentes Oxyd und entsprechend den früher untersuchten Sauerstoffverbindungen (Seite 303) Wasser, d. h. das ausströmende H hat sich, nachdem es erwärmt worden war, mit O der atmosphärischen Luft verbunden zu Wasser, indem die Erwärmung von H durch die Flamme sich fortsetzte.

2. Analyse des Wassers. Um die Frage zu beantworten, in welchem Volumenverhältnis sich H und O verbunden haben, zerlegen wir das Wasser in seine Bestandteile mit Hülfe des elektrischen Stroms. Wir füllen die Batteriegläser etwas mehr als zur Hälfte mit der Chromsäurelösung (Erläuterung 6, Seite 97), schrauben drei S-förmige Kupferdrähte so ein, dass je ein Zinkende mit dem nächstfolgenden Kohlenende verbunden, die Batterie also „hintereinander“ geschaltet ist. Dann schrauben wir in das freie (negative) Zinkende einen Leitungsdraht und den zweiten (andersfarbigen) Leitungsdraht in das freie (positive) Kohlenende ein, während die Kohlenzylinder noch nicht in die Zellflüssigkeit eintauchen. Dann schrauben wir die andern Enden der Leitungsdrähte in die Klemmschrauben des Wasserzersetzungsapparates ein. Damit dieser die Gase

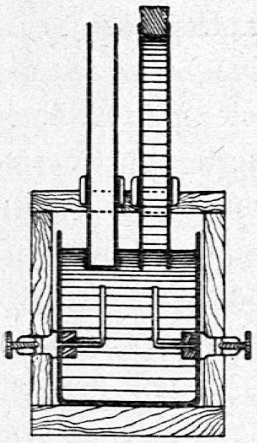

Fig. 7.

in richtigen Volumina produzire, darf weder die eine, noch die andere Platinelektrode ganz oder teilweise mit Kupfer überzogen sein. Der Kupferüberzug würde nämlich eine grössere Leitungsfähigkeit bedingen und mehr Gas produziren, als die von Kupfer freie Elektrode vermöchte, weil die Leitungsfähigkeit des Platins zehnmal geringer ist, als diejenige des Kupfers. Im fernern ist sehr zu beachten, dass Breite, Länge und Dicke beider Elektroden ganz genau übereinstimmen. Auch müssen die Zuleitungen im Innern des Wasserzersetzungsapparates bis zu den Elektroden hin vollkommen isolirt sein. Ist dies nicht der Fall, so verbindet sich die verdünnte Schwefelsäure z. B. mit Kupfer zu schwefelsaurem Kupferoxyd, und neben der Trennung von H und O geht auch eine Zerlegung des schwefelsauren Kupferoxyds vor sich, was natürlich die Bestimmung der H- und O-Volumina in Bezug auf Wasser stört. Wir giessen so viel Wasser in das Elektrodengefäss, dass das Niveau 2—3 *cm* über den obern Elektrodenenden zu stehen kommt, stülpen über die in cm^3 graduirten Glasröhren je ein dünnes Kautschukhütchen, klemmen beide Röhren in die Metallklemmen über den Elektrodenenden so ein, dass die Kautschukhütchen wenigstens $1^1/_2$ *cm* ins Wasser eintauchen, und giessen in beide Röhren so viel Wasser, dass dessen Oberfläche gewölbt ist. In jede Röhre setzen wir von oben einen Kautschukpfropf ein. Da sich das Wasser nicht zusammenpressen lässt, so entfernen sich die Kautschukhütchen von selbst von den Röhren und schwimmen obenauf, während beide Röhren vollständig voll Wasser bleiben. Wir schieben beide Röhren noch etwas weiter abwärts, so dass sie etwa 2 *cm* der Elektroden umschliessen. — Wir tauchen die Kohlenzylinder in die Zellflüssigkeit; allein wir nehmen keine Gasentwicklung wahr, weil eben reines Wasser den elektrischen Strom nicht leitet; giessen wir etwa $^1/_2$ cm^3 Schwefelsäure ins Wasser, das wir mittelst eines Glasstabes umrühren, so bemerken wir eine lebhafte Gasentwicklung, weil verdünnte Schwefelsäure den Strom verhältnismässig gut leitet. Die Gasentwicklung ist am negativen Pole viel reichlicher als am positiven Pole; nach einer Minute sehen wir am — Pole 2 cm^3 und am + Pole 1 cm^3 durchsichtigen Gases. Das Wasser wurde also in zwei gasförmige Bestandteile im Raumverhältnis von 2 : 1 zerlegt. Dieses Raumverhältnis bleibt sich bei weiterer Einwirkung des elektrischen Stromes gleich. — Sobald am negativen Pole das entwickelte Gas sämtliches Wasser aus der Röhre verdrängt hat (nach za. 5 Minuten), prüfen

wir dasselbe. Wir halten, nachdem wir den Kautschukpfropf der negativen Elektrodenröhre entfernt haben, einen brennenden Span an das Rohrende und sehen, dass das Gas am negativen Pole mit farbloser Flamme brennt, es ist Wasserstoff. Unterdessen dauerte die Gasentwicklung am positiven Pole fort und erreichte wohl ebenfalls das Niveau des äussern Wassers. Sollte dies nicht der Fall sein, so warte man zu; denn ist nur wenig Gas darin, so senkt sich die Wassersäule in der Röhre der positiven Elektrode und saugt das gleiche Volumen atmosphärische Luft nach, was auf das Reagens störend wirkt. Lüften wir den Pfropf der positiven Elektrodenröhre, indem wir gleichzeitig einen glühenden Span einführen, so bemerken wir, dass das Gas am positiven Pole nicht brennt, dagegen den glühenden Span zu lebhaftem Brennen bringt, wie wir dies früher beim O (Seite 120, Nr. 13) konstatirt haben. Hieraus folgt: 1. Am positiven Pole scheidet sich O aus, am negativen Pole H. 2. Das Wasser enthält dem Raume nach doppelt so viel H als O.

3. Knallgas, durch den elektrischen Strom entwickelt. Im Mittelpunkt eines Holzstücks von etwa 120 *mm* Länge, 30 *mm* Breite und 6 *mm* Dicke bohren wir ein Loch, in das wir einen durchbohrten Pfropf schieben, in den ein kleiner Trichter von etwa 5 *cm* Durchmesser passt. Nachdem über das enge Trichterende ein dünnwandiger Kautschukschlauch von 15—20 *cm* Länge gestülpt worden, setzen wir den Trichter so auf das Gefäss, dass der Trichter beide Elektroden umschliesst. Führen wir mittelst Leitungsdrähten den Gleichstrom wieder ein, so gelangen jetzt H und O im Raumverhältnis von 2 : 1 gemeinsam in den Trichter und durch den Schlauch. — Um diese Gasmischung zu prüfen, bereiten wir uns zuvor in einem offenen Gefässe, z. B. in einer Reibschale oder einem Eierbecher Seifenwasser (Nr. 14, 15 und 16), indem wir etwa $^1/_2$ cm^3 Seife schaben, Regen- (destillirtes) Wasser zugiessen und umrühren. — In einiger Entfernung zünden wir die runde Spirituslampe an und halten die Holzspäne bereit. Wir verbinden die Leitungsdrähte der Batterie mit den Klemmen des Wasserzersetzungsapparates und halten den Trichterschlauch in das Seifenwasser. Das austretende Gas füllt nun Seifenblasen. Wir klemmen den Trichterschlauch mit zwei Fingern zu und entfernen ihn vom Seifenwasser. Wir halten einen brennenden Span an die Seifenblasen hin und bemerken, dass das Gas (wegen des Natrongehalts der Seife) mit gelber Flamme brennt und zugleich einen heftigen Knall hervorruft. Dieses Gas, also ein Gemisch von $^2/_3$ H und $^1/_3$ O wird Knallgas genannt.

3a. Knallgas durch elektrischen Wechselstrom. Verbinden wir die Leitungsdrähte der Batterie mit der primären Spule eines Induktions-

apparates, so wird in der geschlossenen sekundären Spule ein Strom induzirt, welcher im Moment des Stromschlusses der primären Spule dem primären Strome entgegengesetzt und infolge der Unterbrechung des primären Stroms durch den „Wagnerschen Hammer“ dem primären Strome gleichgerichtet ist. In der sekundären Spule sind also momentane Stromstösse von entgegengesetzter Richtung vorhanden, welches Phänomen wir „Wechselstrom“ nennen. Leiten wir den sekundären Strom, oder wie wir ihn auch zu nennen berechtigt sind, den Wechselstrom in den Wasserzersetzungsapparat, nachdem wir die beiden Elektrodenröhren, wie früher erklärt wurde, mit Wasser gefüllt haben, so ist in dem einen Momente der Pol *a* negativ und scheidet also H aus. Im nächsten Momente ist *a* positiv und scheidet O aus. Dieser Stromwechsel und die damit verbundene Gasabgabe ist auch bei der andern Elektrode vorhanden, weshalb in beiden Röhren Knallgas ausgeschieden wird, was sich beim Entzünden des Elektrodenproduktes zeigt. Wir sehen, dass bei Wechselstrom 1. die Gasentwicklung viel geringer ist, als bei Gleichstrom und 2., dass beide Elektroden genau gleichviel Knallgas produziren.

4. Synthese des Wassers. Durch den elektrischen Gleichstrom haben wir das Wasser in seine Bestandteile: $^2/_3$ H und $^1/_3$ O zerlegt, analysirt, wir haben die Zerlegung, die Analyse des Wassers durchgeführt. Setzen wir mit Berücksichtigung der durch die Analyse in Erfahrung gebrachten Volumina aus H und O Wasser zusammen, so stellen wir Wasser synthetisch dar, wir nehmen die Synthese des Wassers vor. Zu diesem Zwecke haben wir anlässlich der O-Bereitung nach Anleitung auf Seite 120, Nr. 18 und 19, Fig. 1 in den Knallgasgasometer $^1/_3$ O eingeleitet und aufbewahrt. Den Schlauch des Knallgasgasometers stülpen wir über die Mündung der Gasröhre des Wasserstoffentwicklungsapparates, nachdem der Gashahn geöffnet worden war. Entfernen wir die Holzklappe des Schlauches (Fig. 1), so dringt H durch den Schlauch in den Gasometer. Wir lassen H einströmen, bis dieser bis zum dritten Teilstrich gefüllt ist, d. h. bis zu $^1/_3$ O noch $^2/_3$ H in den Gasometer gelangt ist. Nun schliessen wir ungesäumt mittelst der Holzklappe den Schlauch. Erst nachdem die Holzklappe den Schlauch gehörig klemmt, entfernen wir den Schlauch von der Mündung des Wasserstoffentwicklungsapparates, andernfalls das Gasgemisch ungeprüft entweichen würde. — In einiger Entfernung brennt die runde Spirituslampe. Wir klemmen den Knallgasschlauch mit zwei Fingern und entfernen die Holzklemme. Nun halten wir das Schlauchende in das Seifenwasser und füllen Seifenblasen mit Knallgas. Durch Zusammen-

drücken des Schlauches mit den Fingern unterbrechen wir den Austritt des Knallgases aus dem Gasometer und entfernen das Schlauchende sorgfältig von den Seifenblasen. Mittelst eines brennenden Spans entzünden wir das Knallgas, das heftig explodirt. Da die Reibschale nach oben offen und zugleich dickwandig ist, so ist irgendwelche Gefahr ausgeschlossen. Die Gasmenge, 150 cm^3 genügt für mehrere Explosionen. Die ersten Explosionen werden durch nachfolgende übertroffen werden, weil die innige Mischung der Gase einige Zeit in Anspruch nimmt. Obwohl wir absichtlich das spezifisch schwerere Gas O (welches 16mal schwerer ist als H) oben im Gasometer plazirt haben, mischt es sich doch verhältnismässig langsam mit dem unter O plazirten leichteren H. Gas von der Mischungsgrenze ($^1/_3$—$^2/_3$) verursacht die heftigsten Detonationen. — Das Produkt der Explosion von Knallgas resp. der Verbindung von H und O ist Wasser. Knallgas bildet nur Wasser, wenn es (wie hier durch den brennenden Span) erwärmt wird. Viele chemische Verbindungen kommen nur bei erhöhter Temperatur zu stande. Allerdings bilden sich auch chemische Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur.

Im Stadium der chemischen Vereinigung von H und O nimmt der entstandene Wasserdampf infolge der hohen Temperatur der Wasserstoffflamme plötzlich einen viel grössern Raum ein als die ihn bildenden kalten Gase und treibt die ihn umgebenden Luftteilchen energisch auseinander, so dass eine heftige Lufterschütterung erfolgt. Schliesslich kühlt sich der Wasserdampf ab, und wir haben ein neues chemisches Gebilde, Wasser, das in den meisten seiner Eigenschaften wesentlich von denen seiner ursprünglichen Bestandteile abweicht. Nur in drei Punkten stimmen H, O und Wasser überein: alle drei sind geschmack-, geruch- und farblos. Dagegen sind H und O bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig, Wasser ist flüssig. H verbrennt mit heisser Flamme, Wasser brennt nicht. O vermag einen glühenden Span zu lebhaftem Brennen zu veranlassen, Wasser löscht den glühenden Span. O vermag das animalische Leben zu unterhalten, Wasser vermag nicht einmal das Leben der Fische zu unterhalten, wenn es nicht zuvor atmosphärische Luft bezw. O durch Auflösung aufgenommen hat.

5. Atomgewicht. Das Gasgemisch, das wir Knallgas nennen, stimmt mit dem produzirten Wasser im Gewicht, dagegen nicht im Volumen überein. Dem spezifischen Gewicht der Physik ist bekanntlich das Gewicht reinen Wassers bei 4° C. und 760 *mm* Barometerstand zu Grunde gelegt. Da wir in der Chemie häufig mit viel leichtern Stoffen, wie Gasen, zu tun haben, war Wasser zur Gewichtsvergleichung nicht geeignet. An Stelle des Wassers legen wir den Gewichtsver-

gleichungen in der Chemie das 11199 mal leichtere Wasserstoffgas bei 0° C. und 760 *mm* Barometerdruck (1 *l* Wasser = 1000 *g*. 1 *l* H = 0,08936 *g*. 1000 *g* : 0,08936 *g* = 11190) zu Grunde.

Wir treiben aus einem Litergefäss durch Verdampfung von Wasser oder mittelst einer geeigneten Luftpumpe die Luft aus, verpfropfen hermetisch und bestimmen ganz genau das Gewicht dieser luftleeren Flasche samt Pfropf. Mittelst Quecksilber verdrängen wir sämtliche Luft aus der Flasche und füllen sie in einer Quecksilberwanne mit H, welches wir unter Quecksilber durch denselben Pfropf, wie vorhin, abschliessen. (Wasser kann für solche Untersuchungen nicht verwendet werden, weil Wasser adhärirt und dadurch die Wägung ungünstig beeinflusst, während dieser Übelstand beim Quecksilber nicht vorhanden ist.[1]) Wägen wir das Litergefäss mit H, so finden wir, dass es schwerer geworden ist und zwar um 0,08936 *g*, d. h. 1 *l* H wiegt 0,08936 *g*. H wurde als der leichteste aller Körper als Grundlage des Atomgewichts angenommen. Alle andern Körper sind schwerer, also gibt es keinen Körper, der spezifisch leichter wäre als H oder mit andern Worten, dessen Atomgewicht kleiner wäre als 1. (Bekanntlich gibt es Körper, deren spezifisches Gewicht in bezug auf Wasser kleiner ist als 1; Tannenholz etc.) Dem „spezifischen Gewicht" ist Wasser, dem „Atomgewicht" der Wasserstoff zu grunde gelegt worden. Füllen wir unsere Literflasche unter Quecksilber mit O, so ergibt sich eine Gewichtsvermehrung von 1,430 *g*.

1 *l* H = 0,08936 *g*
1 *l* O = 1,430 *g*
1,430 *g* : 0,08936 *g* = 16,

d. h. O ist 16 mal schwerer als H. Da wir nach dem heutigen Stande der Atomtheorie annehmen, dass alle Atome, also auch die Atome von O und H genau gleich gross seien, d. h. dass in gleichen Volumina genau gleich viele Atome von H und O, überhaupt eines Gases (gleichen Druck vorausgesetzt) vorhanden sind, so muss jedes O-Atom 16 mal schwerer sein als das genau gleich grosse H-Atom. Hieraus erklärt sich die Benennung „Atomgewicht". Wägen wir auf vorhin erwähnte Art 1 *l* N, so finden wir eine Gewichtsvermehrung von 1,251 *g*, d. h. N ist (1,251 *g* : 0,08936 *g* [Gewicht von 1 *l* H]) = 14 mal schwerer als H, oder N ist 14 mal schwerer als das gleiche Volumen H; N hat

[1]) Obwohl solche Wägungen in der Sekundarschule nicht oder selten vorgenommen werden, erachtet es der Verfasser als unerlässlich, die Schüler nicht bloss mit den Resultaten (der Atomgewichtstabelle, die doch in den meisten Leitfäden der Chemie aufgeführt ist), sondern auch mit der Methode der Atomgewichtsbestimmung (wenn auch nicht experimentell, so doch theoretisch) bekannt zu machen.

das Atomgewicht 14. Chlor hat das Atomgewicht 35,5 etc. Es würde uns hier zu weit führen, die Bestimmung des Atomgewichts von Eisen, Natrium etc. darzustellen.

6. Das Molekul. Unter einem Molekul versteht man nach Kleyer die denkbar kleinste, aus Atomen zusammengesetzte Menge eines Elements. Ein Molekul eines Elements hat man sich als eine Vereinigung von mindestens 2 Atomen eines Elementes zu denken. 1 H-Molekul z. B. besteht aus 2 H-Atomen. — Das Molekul einer chemischen Verbindung hat man sich als die Verbindung von mindestens je 1 Atom aller in der Verbindung enthaltenen Elemente zu denken, also bestehend aus mindestens 2 Atomen. 1 Molekul Kochsalz, Chlornatrium, ist zusammengesetzt aus 1 Atom Chlor und 1 Atom Natrium. Ein Molekul Schwefelsäure ist zusammengesetzt aus 2 Atomen H, 1 Atom S und 4 Atomen O.

7. Die chemische Wertigkeit oder Valenz der Elemente. Wir haben durch die Elektrolyse des Wassers erfahren, dass dasselbe zusammengesetzt ist aus 2 Volumina H und 1 Vol. O. Denken wir uns den Knallgasgasometer Fig. 1 so eingerichtet, dass in die Wandung des Gasometers (welche, um genügenden Widerstand zu bieten, sehr stark sein müsste) zwei Platindrähte eingeschmolzen sind, welche mit einer Batterie verbunden werden können. Im fernern nehmen wir an, dass neben dem Aufhängering des Gasometers ein Glashahn vorhanden sei, um Gasproben aus dem Gasometer[1]) zu entnehmen. Wir bringen in das Bassin statt Wasser Quecksilber, welches den Gasometer vollständig ausfüllt. Nun leiten wir $^1/_3$ O und $^2/_3$ H ein, so haben wir 150 cm^3 Knallgas, das wir durch den elektrischen Funken im Innern des Gasometers zur Explosion und damit zur chemischen Verbindung bringen. Es ist Wasserdampf, und aus diesem ist Wasser entstanden, welches nun auf dem Quecksilber, das infolge des Luftdrucks von unten eingedrungen ist, schwimmt und nur $^1/_{2000}$ des Knallgasvolumens einnimmt. Würden wir in ein über den Gasometer gestülptes Gefäss Wasserdampf strömen lassen, so würde sich das aus dem Knallgas gebildete Wasser im Gasometer in Wasserdampf verwandeln und sich selbstverständlich ausdehnen. Allein dieser Wasserdampf von 100° C. nimmt nicht mehr 150 cm^3 Raum ein, wie die Bestandteile H und O, sondern nur noch 100 cm^3, 100 Raumteile, während selbstverständlich

[1]) Obwohl man statt eines Gasometers nach Fig. 1 in praxi ein Eudiometer zu solchen Zwecken verwendet, so behalten wir, um den Schüler nicht durch Vorführung eines anders geformten Gasometers, eben des Eudiometers, zu verwirren, nur unsern bekannten Knallgasometer im Auge.

das Gewicht sich gleich geblieben ist. Eine solche Raumverminderung findet übrigens auch bei andern chemischen Verbindungen statt.

Nehmen wir zum Zwecke der Rechnung an, unser Gasometer fasse statt 150 cm^3 ein Gasvolumen von $1^1/_2$ *l*.

	1 *l* H	= 0,08936 *g*
	$^1/_2$ *l* O	= 0,71500 *g*
$1^1/_2$ *l*	Knallgas	= 0,80436 *g*
1 *l*	Wasserdampf	= 0,80436 *g*

Da 1 *l* H = 0,08936 *g*, so wiegt 1 *l* Wasserdampf 0,80437*g* = 9 mal mehr als 1 *l* H. Demnach ist das Atomgewicht des Wasserdampfes 9. Dasselbe Resultat erzielen wir mit Hülfe der Atomgewichte.

2 Volumina H wiegen	= 2.1	= 2
1 Volumen O wiegt	= 1.16	= 16
3 Volumina Knallgas		= 18
2 Volumina Wasserdampf		= 18
1 Volumen Wasserdampf		= 9,

also 9 mal so viel als das gleiche Volumen H. Aus $1^1/_2$ *l* Wasserdampf hätten wir also erhalten 0,80436 *g* Wasserdampf oder 0,80436 *g* Wasser = 0,80436 cm^3 Wasser, was gegenüber den dazu verwendeten $1^1/_2$ *l* = 1500 cm^3 Knallgas annähernd den 2000sten Teil (Raumteil) ausmacht.

Würden wir in unsern mit Quecksilber gefüllten Gasometer 70 cm^3 H und 80 cm^3 O leiten, so würde uns nach der Explosion durch den elektrischen Funken ausser dem entstandenen Wasser noch eine beträchtliche Menge Gas, nämlich 45 cm^3 zurückbleiben. Wir halten einen glühenden Span an den geöffneten Hahn des Gasometers. Das ausströmende überschüssige Gas bringt den Span zum Entflammen: der Gasrest, welcher keine chemische Verbindung mit H einging, ist O. Betrachten wir diesen Vorgang näher, so finden wir:

Urprünglich hatten wir 70 cm^3 H + 80 cm^3 O = ...	150 cm^3
Der Gasrest O betrug	45 cm^3
Also bildete sich die chemische Verbindung Wasser aus . .	105 cm^3
wovon H einnahm	70 cm^3
Also betrug die von H chemisch gebundene Menge O . . .	35 cm^3

oder dem Volumen nach genau die Hälfte des Volumens von H (70 cm^3). — Wir können also nicht, wie bei mechanischen Gemengen, beliebige Quantitäten chemisch vereinigen.

Wir wollen noch eine derartige Untersuchung anstellen und dabei mehr H, statt wie vorhin O, in den Gasometer eintreten lassen. Wir leiten beispielsweise in den Gasometer 110 cm^3 H und 40 cm^3 O. Nach

dem Durchschlagen des elektrischen Funkens bleiben über dem Quecksilber ausser Wasser noch 30 cm^3 Gas. Wir halten an den geöffneten Hahn des Gasometers einen brennenden Span und sehen, dass der austretende Gasrest mit farbloser Farbe brennt, es ist H. Diesmal wurde also nicht aller H zur chemischen Verbindung verwendet.

Ursprünglich hatten wir 110 cm^3 H + 40 cm^3 O = . . .	150 cm^3
Der Gasrest H betrug	30 cm^3
Also bildete sich die chemische Verbindung Wasser aus . .	120 cm^3
Hiezu wurde verwendet an O	40 cm^3
folglich betrug die chemisch verbundene Menge H	80 cm^3

oder genau das doppelte Volumen des bei diesem Versuche verwendeten O.

Aus solchen Versuchen nun hat man gefunden, dass die chemischen Verbindungen immer genau in denselben Volumenverhältnissen vor sich gehen oder, da gleichen Volumen gleiche Gewichtsverhältnisse entsprechen, können wir auch sagen, dass die chemischen Verbindungen stets nach den gleichen Gewichtsverhältnissen vor sich gehen. Statt zu sagen: es verbinden sich stets 2 Volumina H mit 1 Volumen O, können wir auch sagen: 2 × 1 Gewichtsteil H = 2 Gewichtsteile H, welche sich verbinden mit 1 × 16 Gewichtsteilen O = 16 Gewichtsteilen O oder 1 Gewichtsteil H verbindet sich mit 8 Gewichtsteilen O; d. h. im Wasser ist dem Gewichte nach die achtfache Gewichtsmenge O mit der einfachen Gewichtsmenge H chemisch verbunden.

Da zur Sättigung eines O-Atoms zwei H-Atome nötig sind, nennen wir O ein zweiwertiges Element, ein Element mit zwei chemischen Angriffspunkten oder Valenzen und H nennen wir ein einwertiges Element, ein Element, das nur einen chemischen Angriffspunkt, nur eine Valenz hat. Um nun die chemischen Verbindungen möglichst kurz und zugleich deren volumetrischen Zusammensetzung noch genau zu bezeichnen, schreiben wir z. B. für Wasser = H_2O, wobei zu bemerken ist, dass wir dasjenige Element, welches sich an der negativen Elektrode ausscheidet, hier also H zuerst, und dasjenige Element, welches sich an der positiven Elektrode ausscheidet, hier also O zuletzt nennen. — Giessen wir in den Wasserzersetzungsapparat statt Wasser wässerige Salzsäure, so wird diese durch den elektrischen Gleichstrom in Chlor, ein gelbgrünes Gas und Wasserstoff zerlegt. Wir sehen ferner, dass die Volumina in beiden Elektrodenröhren genau gleich sind. Hieraus schliessen wir: Die Salzsäure ist eine chemische Verbindung eines Raumteils Chlor mit einem Raumteil H. Chlor ist

ein einwertiges Element wie H. Wir bezeichnen die Salzsäure, da sich Chlor am positiven Pol ausgeschieden hat, mit Cl H.

Eine Auflösung von Ammoniak lässt sich durch den elektrischen Strom zerlegen in 3 Volumina H und 1 Volumen N, also ist N dreiwertig. Diese Verhältnisse sind aber nicht nur bei den Gasen, sondern auch bei festen Körpern zu konstatiren. Haben wir beispielsweise behufs Darstellung von Schwefeleisen zu viel Schwefel zugesetzt, so können wir, nachdem wir diese Verbindung durch Wasser eingeleitet haben, den überflüssigen Schwefel deutlich erkennen. Erhitzen wir eine Mischung von Schwefel und Eisen, in welcher wir absichtlich zu viel Eisen eingefügt haben, so können wir mittelst des Magneten das überschüssige Eisen erkennen, während die chemische Verbindung, Schwefeleisen, vom Magneten nicht angezogen wird. — Durch Versuche nun hat man festgestellt, dass es 1-, 2-, 3-, 4- und 5wertige Elemente gibt. Da es sehr wünschenswert ist, die Konstitution der chemischen Verbindungen graphisch klar zu machen, wurden entsprechend der Wertigkeit den Zeichen der Elemente Striche beigefügt, z. B. H— O= C≡, wie bei Arendt u. a., auch wie bei Casselmann-Krebs, „Leitfaden für den wissenschaftlichen Unterricht in der Chemie“ wurde die Valenz der Elemente durch perlenschnurartig angeordnete Kreise versinnbildlicht. Verfasser schlägt nun eine andere Bezeichnung vor, welche eine leichtere Übersicht der chemischen Konstitution gestattet, und bezeichnet die einwertigen Elemente durch einen Kreis mit angefügter Spitze als chemischen Angriffspunkt, zweiwertige mit zwei Spitzen, dreiwertige durch ein Dreieck, vierwertige durch ein Quadrat und fünfwertige durch ein regelmässiges Fünfeck, Fig. 8. Hieraus ersehen wir, dass zur Sättigung eines O-Atoms 2 H-Atome nötig sind, H_2O. Haben wir ein Eisenatom, so können wir durch ein O-Atom nur 2 chemische Angriffspunkte des Fe-Atoms sättigen. Wir fügen deshalb noch ein zweites O-Atom hinzu; allein nun ist ein Angriffspunkt des O-Atoms ungesättigt und wir fügen ein zweites Fe-Atom hinzu, dessen weitere zwei Angriffspunkte wir durch ein drittes O-Atom zu sättigen haben, so dass wir als Symbol der Verbindung setzen Fe_2O_3. Der Kohlenstoff C hat 4 chemische Angriffspunkte, also kann er durch 2 O-Atome gesättigt werden, CO_2, während wir bei C O zwei chemische Angriffspunkte ungesättigt haben. Dieses Gas, das Kohlenoxyd, sucht darum so begierig

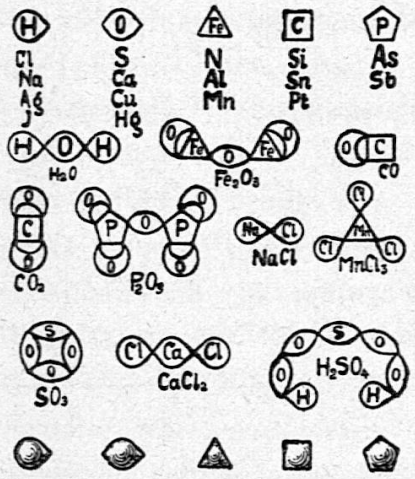

Fig. 8.

O aufzunehmen und durch solchen O-Entzug, d. h. durch Bildung von Kohlensäure CO_2 auf Kosten der Blutkörperchen wird der menschliche Körper geschädigt, CO wirkt als Gift. Solche ungesättigte Verbindungen sind z. B. auch Eisenoxydul Fe O, Eisenchlorür $FeCl_2$, Phosphorchlorür PCl_3. — Wollen wir den fünfwertigen P durch O sättigen, so bedürfen wir dazu 2 Atome P und 5 Atome O, so dass sich Phosphorsäure darstellt als P_2O_5. Natürlich lassen sich so auch viele andere Verbindungen graphisch darstellen, wie z. B. Na Cl, $CaCl_2$, $MnCl_3$, SO_3, H_2SO_4 etc. — Selbstverständlich müssen wir uns die Atome, ungeachtet ihrer Kleinheit, körperlich vorstellen und nicht flächenhaft als Dreiecke, Vierecke etc. Wir können uns also ein einwertiges Atom z. B. vorstellen als eine Kugel mit einem Ansatz, ähnlich wie z. B. den Fortsatz eines Pollenkorns, das zum Fruchtknoten einer Pflanzenblüte wächst. 1-, 2-, 3-, 4-, 5wertiges Atom können wir uns vorstellen als Kugel mit 2, 3, 4, 5 Ansätzen. Auch hindert uns nichts, diese Ansätze der Atome als von demselben grössten Kreise der Kugel ausgehend anzunehmen und das Dreieck, Viereck etc. als Projektion jener stereometrisch aufgefassten Atome zu betrachten (Fig. 8), bloss um ein bequemeres Mittel für die graphische Darstellung der Atome zu haben. Es liesse sich ferner auch der Weg betreten, dass man verschiedenfarbige Kugeln herstellen würde mit hervorragenden Metallspitzen je nach der Zahl der Valenzen. Die Metallspitzen verschiedener Atome könnte man durch dickwandige Gummischlauchstücke mit einander verbinden zur Darstellung der Atom-Komplexe. Im übrigen ist für die theoretische Erörterung die Zeichnung meistens ausreichend und eine Hindeutung auf die stereometrische Bedeutung der Symbole genügend. Schliesslich dürfen wir uns nicht verhehlen, dass wir uns hier überhaupt bis auf weiteres auf hypothetischem Boden bewegen.

8. H und atmosphärische Luft. Aus dem Verhältnis der chemischen Zusammensetzung des Knallgases geht auch hervor, dass, wenn wir H mit atmosphärischer Luft mischen wollen, für die chemische Verbindung nur O in Betracht kommen kann. In 5 Vol. atmosphärischer Luft haben wir 1 Vol. O (Seite 306). Zur Sättigung dieses einen Volumens O bedarf es 2 Volumina H. Also müssen wir, um alles H sättigen zu können, 2 Volumina H mit 5 Volumina atmosphärischer Luft mischen. Zu diesem Zwecke heben wir unsern Gasometer aus dem Bassin des „Knallgasgasometers“ über das Wasser, so dass atmosphärische Luft in denselben dringt und lassen so viel Luft durch den Schlauch ausströmen, dass $^5/_7$ Raumteile des Gasometers mit atmosphärischer Luft erfüllt sind. Wir leiten noch $^2/_7$ H ein und erhalten sehr energische Wirkungen des im Seifenwasser aufgefangenen Knallgases.

9. Die Auflösungsfähigkeit des Wassers. Dass das Wasser Gase auflösen kann, haben wir beim Ammoniak gezeigt (Seite 308). Wie wir später näher betrachten werden, lösen sich auch Kohlensäure, Chlor und andere Gase im Wasser auf. Kaltes Wasser vermag grössere Mengen Gase aufzulösen als warmes Wasser, während feste Körper sich in warmem Wasser in grösseren Mengen auflösen als in kaltem Wasser. Dass O und N in Wasser unlöslich sind, haben wir bei der Darstellung von O (Seite 120, Nr. 14) und bei der Analyse der atmosphärischen Luft gezeigt. — Auch flüssige Körper sind in Wasser löslich. Wir füllen ein Reagensglas (Nr. 19) zu $^1/_3$ mit Wasser und streuen behutsam einige Fuchsinkörnchen (Nr. 20) auf das Wasser. Das Wasser bleibt klar, weil Fuchsin sich in Wasser nur schwer löst. Giessen wir bei schiefer Lage des Probirgläschens sorgfältig Spiritus ein bis zum Kautschukring, so löst sich das Fuchsin sofort in Spiritus und der leichtere, schön rot gefärbte Spiritus schwimmt auf dem klaren Wasser. Verschliessen wir das Probirglas mit dem Finger und schütteln, so mischen sich die beiden Flüssigkeiten und der ganze Inhalt des Reagensglases erscheint rot gefärbt. Gleichzeitig bemerken wir, dass das Probirglas merklich warm geworden ist. Zudem reicht der Inhalt nicht mehr bis zur Ringmarke, die Lösung hat ein kleineres Volumen als die Bestandteile der Lösung für sich. Spiritus ist im Wasser löslich. — Giessen wir in ein anderes Reagensglas (Nr. 19) Wasser und bis zur Ringmarke Öl (Nr. 22), so scheidet sich trotz des Schüttelns das gelbe Öl aus dem farblosen Wasser immer wieder ab. Es findet auch keine Verminderung des Volumens und keine Erwärmung statt: Öl ist unlöslich. — Löslichkeit fester Körper. In ein dünnwandiges Trinkglas (Nr. 23) zu $^2/_3$ mit Wasser gefüllt, bringen wir ein frisches Ei (Nr. 24), es sinkt unter. In das zweite Glas Wasser bringen wir Kochsalz, bis die Lösung gesättigt ist: ein Ei, das im reinen Wasser auf den Grund sank, schwimmt darin. (Hinweis auf den Tiefgang der Schiffe im Süss- und Meerwasser.) Da die Salze meist spezifisch schwerer sind als Wasser, so lösen sie sich rascher von oben her im Wasser. Legen wir auf einen mit Wasser vollständig gefüllten Fusszylinder (Nr. 26) ein Drahtnetz (Nr. 27) und streuen einige Körnchen übermangansaures Kali (Nr. 28) darauf, so sehen wir, wie das Salz von oben nach unten, oft in zierlichen Spiralen sich allmälig im Wasser löst. Dass bei der Lösung in Wasser sich manchmal die Färbung ändert, sehen wir beim Fluoreszin. Dieses braunrote Pulver erteilt dem Wasser, gegen das Licht gehalten, eine schön grüne Färbung, während allerdings im diffusen Lichte die Lösung schwach bräunlich erscheint. — Bergkristall oder Quarz

(Nr. 30), also Kieselsäure löst sich im Wasser nicht auf. Der Chemiker nennt sie unlöslich, während im Ackerboden, allerdings in langer Zeit, das Wasser auch Kieselsäure auflöst und so zum Gedeihen kieselhaltiger Pflanzen, wie der Gräser wesentlich beiträgt.

10. Ausatmung von Wasser durch organische Körper. Über einer Spiritusflamme trocknen wir unter sorgfältigem Hin- und Herbewegen ein Blatt Kobaltchlorürpapier (Nr. 31), so dass es intensiv blau wird. Benetzen wir dieses Papier mit einem Tropfen Wasser, so wird diese Stelle sofort rot. Durch Erwärmen wird diese Stelle wieder blau. Dann legen wir das Papier auf eine trockene Glasplatte (Nr. 32), bedecken es zur Hälfte mit einer zweiten trockenen Glasplatte. Atmen wir nun darauf aus, so bemerken wir nach wenigen Atemzügen, dass der behauchte Teil rot geworden ist, während der durch die zweite Glasplatte bedeckte Teil schön blau geblieben ist. — Wir legen auf eine trockene Glasplatte ein Blatt blaues Kobaltchlorürpapier, darauf ein grünes Pflanzenblatt (Nr. 34) und decken es mit blauem Kobaltchlorürpapier. Mittelst zwei Holzklemmen klemmen wir alles zusammen, jedoch nicht so, dass eine Blattrippe gequetscht würde. Nach etwa 20 Minuten sehen wir beim Auseinandernehmen an den geröteten Stellen: 1. dass die Ober- und Unterfläche eines grünen Pflanzenblattes Wasser ausscheiden, und 2. dass die Unterfläche (mit ihren Spaltöffnungen) mehr Wasser ausatmet, als die Oberfläche. Diese Ausscheidung von Wasser übt quasi eine Saugwirkung aus in bezug auf die Saftströmung von den Wurzeln her.

11. Feste, ungelöste Stoffe können durch Filtration aus dem Wasser entfernt werden. Wir bringen in ein Glas Wasser Sand, Sägspäne etc. (Nr. 35), rühren tüchtig um und filtriren. Das Wasser fliesst klar ab und die festen Bestandteile bleiben im Filter zurück. (Hinweis auf die Filtration von Fluss- und Seewasser durch Kies und Sand behufs Reinigung; Filtration von Pflanzenextrakten bei der Herstellung von Magenbitter etc.; Schlemmen, geschlemmte Kreide.)

12. Kristallisation. Wir verdampfen Kochsalzlösung in der Abdampfschale (Nr. 39). Das Kochsalz bleibt zurück und zeigt genau dieselben Eigenschaften wie vor der Auflösung. — Einen andern Teil des Salzwassers lassen wir einige Tage an der Sonne stehen, so dass infolge „Verdunstung“ des Wassers das Kochsalz in schönen, würfelförmigen Kristallen ausgeschieden wird. Erhitzen wir solche Kristalle auf einem Drahtnetz, so zerspringen, dekrepiren sie, weil das Wasser, das bei der Kristallbildung beteiligt war, nun als Dampf die einzelnen Teilchen auseinander sprengte. — Lassen wir Salzwasser gefrieren, so scheidet sich das Kochsalz ebenfalls aus. (Hinweis auf die verschiedenen Gewinnungsmethoden des Kochsalzes.)

13. Verwittern. Legen wir kristallisirte Soda (Nr. 40), welche 63 % sogen. Kristallwasser enthält, an die Luft, so verdunstet Wasser und es bildet sich als Rückstand ein weisses Pulver, welches leicht zerfällt, sogen. „calcinirte“ Soda, die selbstverständlich leichter ist als die

wasserhaltige kristallisirte Soda, aus der die calcinirte Soda entstanden ist, was sich auch mit der Wage zeigen lässt.

14. Hygroskopische Körper. Während Soda Wasser an die Luft abgibt, gibt es wieder Körper, welche Wasser aus der Luft aufnehmen. Bringen wir eine Glasschale (Nr. 42) mit Schwefelsäure auf einer Wage (Nr. 42) ins Gleichgewicht, so nimmt sie aus der Luft begierig Wasser auf, und die Wagschale mit der Flüssigkeit senkt sich nach kurzer Zeit. Durch solche Wasseraufnahme nimmt der Spiritus an Heizkraft ab. Spiritus ist also vor Luftzutritt zu schützen. (Hinweis auf andere hygroskopische Körper, Hygrometer etc.)

15. Chemische Wirkungen des Wassers. Wir schütten auf den durchaus trockenen Phosphorcalciumpfropf (Nr. 43) etwa $^2/_3$ cm^3 pulverisirtes Phosphorcalcium (Nr. 45), stülpen darüber unsere kleine Trichterglocke und senken das Ganze auf den Grnnd eines mit Wasser gefüllten Trinkglases (Nr. 23). P des Phosphorcalciums trennt sich infolge seiner grössern Affinität zum H vom Calcium und entweicht mit demselben als Phosphorwasserstoff, welcher sich beim Austritt aus dem Wasser an der atmosphärischen Luft von selbst mit intensiv gelber Flamme entzündet und bei ruhiger Luft die bekannten Rauchringe bildet, welche lebhaft rotiren und mit dem Aufsteigen sich vergrössern. Bei dieser Anordnung ist die Darstellung von Phosphorwasserstoff völlig ungefährlich. (Hinweis aufs Irrlicht und die Bildung von Acetylen aus Calciumcarbid.)

16. Zusammenfassung. 1. Das Wasser ist durch die Auflösung der Nährstoffe und deren Vermittlung im Saftkreislaufe der organischen Körper unentbehrlich, bestehen doch die Pflanzen zu 80—90 % und die Tiere bis 70 % aus Wasser. Die wasserlose Wüste entbehrt des organischen Lebens. 2. Das Wasser ist in bezug auf seine reinigenden und heilkräftigen Eigenschaften für die Gesundheit des Menschen von höchster Bedeutung. 3. In flüssigem oder dampfförmigem Zustande dient es zur Bewegung der verschiedensten Maschinen und so auch indirekt zur Erzeugung von Elektrizität. 4. In der Baukunst, in der Technik ist es unentbehrlich, ebenso in den verschiedenen Industrien und zur Darstellung von chemischen Produkten aller Art.

c) Aufbewahrung.

1. Sämtliche Gefässe sind zu reinigen. 2. Die Zellflüssigkeit der Batterie ist zu leeren und in gut verpfropften Flaschen aufzubewahren. In die Zellen ist Wasser zu giessen, die Kohlenzylinder werden mit dem Zink eingetaucht. Nach je 1—2 Tagen ist das Wasser durch frisches zu ersetzen, bis dasselbe klar bleibt. Dann lässt man die Kohlenzylinder an einem schattigen Orte trocknen. Sollten sich mit der Zeit in der Nähe der Kupferringe durch Kapillarität Salze suspendirt haben, so schraube man die Kohlenzylinder los und wässere dieselben in einem grösseren Gefässe. 3. Der Hahn des Wasserstoffentwicklungsapparates ist zu schliessen. 4. Die Chemikalien, besonders das Phosphorcalcium, sind sorgfältig aufzubewahren.