

saurem Ammoniak mit einer gewissen Menge Dippel'schen Oeles darzustellen.

Das Hirschhornsalz wird an sich zu Salben und Pflastern äußerlich angewendet und giebt mit Bernsteinsäure neutralisirt den *Liquor cornu cervi succinatus*, *Liquor ammonii succinici* der Apotheken. Wp.

Hirschhornspiritus s. Hirschhorngest.

Hirschtalg s. Fette. S. 110.

**Hisingerit.** Ein nach dem Schwedischen Mineralogen Hisinger benanntes und von demselben untersuchtes Mineral, welches zu Riddarhyttan in Südermanland vorkommt. Mineralien von ganz ähnlicher Beschaffenheit sind ferner zu Bodenmais in Baiern (der sogenannte Thraulit) und in der Gillinge-Grube, Svärta-Kirchspiel in Schweden (der Gillingit) gefunden worden. Sie bestehen sämmtlich aus Kieselerde, Eisenoxyd, Eisenoxydul und Wasser, jedoch in so abweichenden Verhältnissen, dass sich keine allgemeine Formel für dieselben entwerfen lässt. Der eigentliche Hisingerit (von Riddarhyttan) besteht, nach Hisinger, aus 36,30 Kieselerde, 44,39 Eisenoxyd-oxyl und 20,70 Wasser (Summa 101,39), welche Zusammensetzung, unter der Annahme, dass  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{FeO}$  in dem Verhältniss von 1 At. zu 1 At. vorhanden sind, sehr nahe der Formel  $\text{FeO} \cdot \text{SiO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_3 + 6\text{HO}$  entspricht. Der Thraulit besteht, nach Hisinger's und v. Kobell's Analysen, aus 31,775 — 31,28 Kieselerde, 49,869 — 49,12 Eisenoxyd-oxyl und 20,0 — 19,12 Wasser; der Gillingit, nach Berzelius, aus 27,50 Kieselerde, 51,50 Eisenoxyd, 11,75 Wasser, 0,77 Mangan-oxyl und 5,50 Thonerde. Da alle diese Mineralien nicht krystallisirt, undurchsichtig und von dunkelschwarzer (pechschwarzer) Farbe sind, so lässt sich eine mechanische Verunreinigung derselben schwer entdecken. Auch kann es leicht der Fall seyn, dass von dem ursprünglich im Minerale vorhandenen Eisenoxydul ein Theil durch spätere Oxydation in Oxyd umgewandelt worden ist. Beide Ursachen können zur geringen Uebereinstimmung der angeführten Analysen mitgewirkt haben. — Der Hisingerit ist fettglänzend, von unvollkommen muschligem Bruch, besitzt etwa die Härte des Kalkspathes und ein specif. Gew. von 3,0. — Säuren zersetzen ihn leicht und scheiden Kieselerde im schleimigen Zustande ab. Th. S.

Höllenstein s. salpetersaures Silberoxyd.

**Hoffmann's Tropfen**, *Liquor anodynus mineralis Hoffmanni*, Hoffmann's schmerzstillende mineralische Flüssigkeit, der jetzige *Spiritus sulphurico-aethereus* oder Schwefelätherweingeist der Officinen, wurde ursprünglich von Hoffmann durch Destillation eines Gemisches von Alkohol und Schwefelsäure bereitet. In diesem Falle muss das Destillat zur Abscheidung von etwa vorhandener schwefliger Säure mit etwas Braunstein geschüttelt und alsdann in gelinder Wärme rectificirt werden. Jetzt schreiben die Pharmakopöen vor, 1 Th. Aether mit 3 Th. farblosem Spirit oder höchst rectificirtem Alkohol zu mischen. Das Gemisch wird entweder gleich so, wie es ist, verwendet oder zuvor in sehr gelinder Wärme rectificirt, indem man auf 16 Unzen der Mischung eine Unze zurücklässt. Durch die Rectification bekommt das Product einen feinern

Geruch, indem die gewöhnliche Verunreinigung des Schwefeläthers, das sogenannte schwere Weinöl dabei zurückbleibt.

Der Schwefelätherweingeist riecht stark nach Aether. Das specif. Gew. des blofs gemischten ist 0,885 — 0,895. Der durch Destillation von Schwefelsäure und Alkohol dargestellte und rectificirte enthält leicht mehr Aether und hat deshalb ein geringeres specif. Gew. = 0,820 — 0,825. Ein zu großes Verhältniss von Alkohol wird theils an dem höhern specif. Gew. erkannt, theils dadurch, dass man den Liquor mit gleichen Theilen einer Auflösung von essigsauerm Kali (1 Th. essigs. Kali und 1 Th. Wasser) in einer graduirten Glasröhre schüttelt. Es muss sich der vierte Theil an Aether abscheiden. Eine Mischung von 1 Th. Essigäther und 3 Th. Alkohol hat im Gegensatz zu der obigen den jetzt freilich auch nicht eben mehr gebräuchlichen Namen *Liquor anodynus vegetabilis*.  
Wp.

Hohlspath s. Chiastolith.

Hohofen s. Schachtofen.

Holländische Flüssigkeit, Holländisches Oel hat man das Oel des ölbildenden Gases (s. Kohlenwasserstoffe) benannt, weil es zuerst von vier holländischen Chemikern entdeckt wurde.

Hollunderblüthöl, Fliederblüthenöl. *Ol. Sambuci*. Wenn man frisch getrocknete Blüthen von *Sambucus officinalis* mit Wasser übergießt und in der Destillirblase zum Sieden erhitzt, so geht, ehe das Wasser überdestillirt, eine geringe Menge des in den Blumen enthaltenen Oeles als Dampf über, der stark wie diese riecht und beim Einathmen betäubend wirkt. Das übergehende Wasser ist stark gelb gefärbt, und scheidet gelbe Flocken ab, noch mehr, wenn man es mit Kochsalz sättigt; diese sind das flüchtige Stearopten, dem die Blüthen ihren Geruch verdanken. Schüttelt man das Wasser mit Aether, so entzieht dieser ihm das Oel und entfärbt dadurch das Wasser. Die ätherische Lösung hinterlässt beim freiwilligen Verdampfen gelbe Krystallblättchen; auch in Alkohol sind sie löslich und daraus krystallisirt zu erhalten. Von kohlen-sauerm Kali werden sie ebenfalls mit gelber Farbe gelöst, durch Essigsäure daraus gefällt. Blumen, die schon  $\frac{1}{2}$  Jahr und darüber aufbewahrt sind, geben das gelbe Stearopten nicht mehr. V.

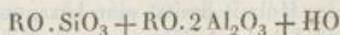
Holmit, Holmesit (von Thomson nach Dr. Holmes in Montreal benannt), Clintonit, rhomboedischer Perlglimmer, Chrysophan. Alle diese Namen trägt ein im körnigen Kalke bei Warwick in Orange County, New-York, vorkommendes glimmerartiges Mineral von gelblich- bis dunkel- und röthlichbrauner Farbe. Es ist etwas härter als Flussspath, besitzt ein specif. Gew. von 3,07 — 3,09, Glasglanz auf den Bruchflächen und Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen. Krystallisirt in hexagonalen Prismen mit vollkommener basischer Spaltbarkeit. In dünnen Blättchen biegsam und durchsichtig, sonst schwach durchscheinend. Der Holmit ist von Richardson<sup>1)</sup> und neuerlich von Plattner<sup>2)</sup> analysirt worden.

<sup>1)</sup> Journ. f. prakt. Chem. XIV, 38.

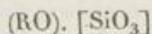
<sup>2)</sup> Breithaupt's Mineralogie, Bd. II, S. 385.

	Richardson	Plattner
Kieselerde . . .	19,35	21,4
Thonerde . . .	44,75	46,7
Eisenoxyd . . .	4,80	4,3
Talkerde . . .	9,05	9,8
Kalkerde . . .	11,45	12,5
Manganoxydul . .	1,35	—
Wasser . . .	4,55	3,5
Zirkonerde . . .	2,05	—
Flusssäure . . .	0,90	—
	<hr/> 98,25	<hr/> 98,2

Der von Richardson gefundene Zirkonerdegehalt dürfte wohl auf einem Irrthume beruhen. Hiervon abgesehen, stehen beide Analysen in ziemlich naher Uebereinstimmung. Das nach der Plattner'schen Analyse sich ergebende Sauerstoffverhältniss ist  $\text{SiO}_3:\text{R}_2\text{O}_3:\text{RO}:\text{HO} = 11,11:23,28:7,45:3,11$ , welches annähernd gleich ist  $3:6:2:1$  und durch die Formel



ausgedrückt werden kann. Setzt man  $3\text{HO} = 1\text{RO}$  und  $3\text{R}_2\text{O}_3 = 2\text{SiO}_3$  (s. Isomorphie, polymere), so erhält man die Sauerstoff-Propor tion  $[\text{SiO}_3]:(\text{RO}) = 26,63:8,49$  oder (wenn jenes approximative Verhältniss  $3:6:2:1$  zu Grunde gelegt wird)  $= 7:2\frac{1}{3} = 3:1$ . Die Zusammensetzung des Holmit kann folglich auch ganz einfach durch die Formel



dargestellt werden.

Einige Mineralogen sind der Meinung, dass der Seybertit und wahrscheinlich auch der Xanthophyllit mit dem Holmit zu einer Species zu vereinigen seyen. Das erstgenannte dieser Mineralien wurde von Clemson<sup>1)</sup>, das andere von Meitzendorf<sup>2)</sup> analysirt. Die Resultate dieser Analysen sind folgende:

	Seybertit.	Xanthophyllit.
Kieselerde . . .	17,0	16,30
Thonerde . . .	37,5	43,95
Eisenoxyd . . .	5,56	—
Talkerde . . .	24,3	19,31
Kalkerde . . .	10,7	13,26
Eisenoxydul . . .	—	2,53
Natron . . .	—	0,61
Wasser . . .	3,6	4,33
	<hr/> 98,76	<hr/> 100,29

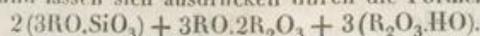
Das Eisen im Seybertit ist hierbei als Eisenoxyd in Rechnung gebracht, obgleich es Clemson als Oxydul angiebt. Der Seybertit besitzt eine bräunlich rothe Farbe und ist in dünnen Blättchen roth durchscheinend, wodurch die erste Annahme hinreichend unterstützt wird. Die angeführte Zusammensetzung des Xanthophyllit ist das Durchschnitts-Resultat von vier nahe mit einander übereinstimmenden Analysen. Als Sauerstoffverhältnisse für diese Mineralien ergeben sich:

<sup>1)</sup> Sillim. Journ. XXIV, 171.

<sup>2)</sup> Pogg. Ann. LVIII, 163.

	SiO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO	HO
Seybertit	8,82	19,25	12,38	3,19
Xanthophyllit	8,47	20,53	12,38	3,85.

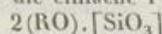
Beide einander sehr ähnliche Sauerstoffverhältnisse sind annähernd = 2:5:3:1, und lassen sich ausdrücken durch die Formel:



Setzen wir dagegen auch hier, wie beim Holmit,  $3HO = RO$  und  $3R_2O_3 = 2SiO_3$ , so erhalten wir die Sauerstoff-Propportionen:

	[SiO <sub>3</sub> ]	(RO)
Seybertit	21,65	13,72
Xanthophyllit	22,15	13,66,

also annähernd 3:2, woraus die einfache Formel



resultirt. Seybertit und Xanthophyllit, deren Identität in chemischer Beziehung wohl nicht zweifelhaft ist, dürften daher dem Holmit an die Seite zu stellen, doch gewiss nicht mit ihm zu einer Species zu vereinigen seyn. Auch von krystallographischer Seite erscheint diese Ansicht gerechtfertigt; denn der Holmit besitzt eine hexagonale Krystallgestalt, während Seybertit und Xanthophyllit, so weit die bisherigen Beobachtungen reichen, klinorhombisch krystallisiren. — Der Seybertit findet sich zu Amity in Orange County, New-York, in einem mit Serpentin gebildeten verbundenem Kalksteine, begleitet von Hornblende, Spinell, Augit und Graphit. Der Xanthophyllit kommt in der Gegend von Slatoust (Ural) in Talkschiefer eingewachsen vor. Th. S.

**Holz.** Das feste Gerüste oder das Skelett der Pflanze besteht, wie in dem Art. *Pflanzenzellenstoff* näher angeführt wird, bei allen Pflanzen gänzlich aus zwei Hauptarten elementarer Organe, den Zellen und den Gefäßen. Beide sind ursprünglich gebildet aus einer durchsichtigen, äußerst dünnen und zarten Membran, welche sowohl dem Volum wie dem Gewicht nach nur einen verhältnismäßig geringen Theil des Pflanzenkörpers ausmacht, während der größere Theil der Masse desselben vom Saft gebildet wird. So lange dieses der Fall ist, ist der betreffende Pflanzentheil saftig oder krautartig, d. h. er lässt sich leicht zerdrücken und zertheilen, und dabei eine große Menge Saft ausfließen. Bei zunehmendem Alter nehmen indess viele Pflanzentheile eine andere Beschaffenheit an; ihr Gehalt an fester Masse vermehrt sich, während die Saftmenge immer geringer wird; zugleich werden sie mehr oder weniger fest, hart und schwieriger zertheilbar, kurz das, was man holzig nennt. Der Vorgang bei dieser Veränderung, der Verholzung, besteht wesentlich darin, dass gewisse in dem Saft aufgelöste Stoffe sich in den Zellen und Gefäßen im festen Zustande ausscheiden, sich innen an die Wand derselben ablagern und dieselben incrustiren, zum Theil wohl auch, insofern die Zellen- oder Gefäß-Membran selbst mit Saft getränkt ist, sich in derselben absetzen, und so, gewissermaßen in molecularer Vereinigung mit der Materie, woraus diese Membran ursprünglich besteht, einen innigen Zusammenhang derselben mit der aufgelagerten Schicht vermitteln. Indem in dieser Art fortwährend neuer fester Stoff sich auf die Membran absetzt, wird die Flüssigkeit aus den Zellen mehr und mehr verdrängt, und diese können sich zuletzt fast ganz mit fester Masse ausfüllen und stellen so den Zustand vollendeter Verholzung dar. Ein

solcher Zustand, in qualitativ und quantitativ verschiedenem Maasse ausgebildet, tritt bei den verschiedensten Pflanzentheilen ein, z. B. bei dem Stengel und der Wurzel, bei vielen Fruchtschaalen, die zum Theil sehr fest und fast steinartig werden, unter gewissen Umständen bei manchen Früchten etc. Am meisten ausgeprägt zeigt er sich jedoch in dem Stamme der mehrjährigen baum- und strauchartigen Gewächse, und bildet hier das, was man im engeren Sinn Holz nennt, und den Gegenstand dieses Artikels ausmacht.

Eine später holzartig werdende Pflanze besteht in ihrer ersten Jugend ganz und gar aus Zellen. Schon in der frühesten Entwicklungsperiode verwandeln sich indess gewisse Zellen, indem die sie trennenden Wände aufgelöst oder resorbirt werden, und dadurch viele in einer Reihe liegende Zellen zu einer Röhre verwachsen, in Gefäße. Zugleich bilden sich sogenannte Faserzellen, d. h. Zellen, die in der Richtung des Stengels verhältnissmäßig sehr lang sind; diese verlaufen parallel mit den Gefäßen, unmittelbar neben und zwischen denselben, und bilden im Verein mit ihnen das, was man Gefäßbündel nennt, und was dem Stengel seine faserige Beschaffenheit ertheilt. Ein System solcher Gefäßbündel steigt von der Spitze der Wurzel aus durch den Stengel aufwärts, und vertheilt sich von da seitwärts in die Zweige und Blätter, auf deren Fläche es sich als Adern und Nerven ausbreitet. In der Wurzel bildet es den centralen Theil oder die Achse und ist hier vom Zellgewebe umgeben; beim Eintritt in den Stengel zertheilt es sich, wenigstens bei den dicotyledonischen Pflanzen, zu denen alle einheimischen Bäume gehören, in eine gewisse Anzahl getrennter Bündel, und diese ordnen sich im Stengel zu einem Cylinder, welcher ein ganz aus Zellen bestehendes Gebilde, das Mark, umschließt und von Zellgewebe umgeben ist. Im Anfange sind die diesen Cylinder bildenden Gefäßbündel weit von einander entfernt, und lassen Streifen von Zellgewebe, die sogenannten Markstrahlen, zwischen sich, durch welche das Mark mit dem äußeren oder Rinden-Zellgewebe in Verbindung steht. Bei fortschreitender Entwicklung der Pflanze rücken sie, indem aus den Zellen der Markstrahlenschicht immer neue Gefäßbündel entstehen, immer dichter zusammen, und die Markstrahlen werden in demselben Maasse schmaler, jedoch nie ganz verdrängt. Der so gebildete Gefäßbündelkreis theilt sich schon im ersten Jahre in zwei in ihrer elementaren Anordnung, wie in ihren Functionen, bestimmt verschiedene Systeme. Der innere und verhältnissmäßig größere Theil besteht nämlich aus Faserzellen mit dazwischen liegenden sich nicht verzweigenden Gefäßen; er ist zur Bildung des Holzkörpers bestimmt. Der äußere verhältnissmäßig dünne, mit jenem concentrische Theil dagegen bildet den Bast; er besteht ebenfalls aus, meist längeren und zäheren Faserzellen und aus Gefäßen, letztere sind aber von den Gefäßen des Holzkörpers dadurch verschieden, dass sie sich netzartig verzweigen und in ihnen eine nach abwärts gerichtete Bewegung des Saftes wahrnehmbar ist. Letzterer ist bei ihnen oft trübe und bildet einen sogenannten Milchsaft, weshalb man sie mit dem allgemeinen Namen Milchsaftgefäße bezeichnet. Beide Systeme sind von einander getrennt durch eine dünne, meist grünlich gefärbte Zellschicht, welche den Namen Cambium führt, und bei der Holzbildung eine wichtige Rolle spielt. Wiewohl der Vorgang dabei keineswegs im Einzelnen vollständig bekannt ist, so lässt sich doch soviel mit ziemlicher Sicherheit annehmen,

dass die Gefäße und Faserzellen des Holzkörpers hauptsächlich den rohen zur Verwendung in der Pflanze noch nicht geeigneten Nahrungssaft in die Blätter führen, dass derselbe sich in dem Zellgewebe derselben vertheilt und ausbreitet, hier durch die dünne Zellenmembran hindurch mit den Bestandtheilen der Luft, welche durch die Spaltöffnungen der Blätter in die Intercellularräume tritt, sich in chemische Wechselwirkung setzt, und, dadurch zur Verwendung in der Pflanze geschickt gemacht, durch den Bast und namentlich durch die Milchsaftegefäße wieder hinabsteigt, um sich von da aus in das Cambium zu ergießen. Dieses bildet nun den Ort, wo der während einer Vegetationsperiode von der Pflanze zubereitete Saft während des darauf folgenden Winters aufbewahrt und wahrscheinlich noch weiter zubereitet wird; es ist die Schicht, aus welcher im Frühjahr bei manchen Bäumen, z. B. den Birken, eine so große Menge zuckerhaltigen Saftes erhalten werden kann. Es ist ferner der Ort, von wo die Bildung neuer fester Masse, das Wachstum des Stengels in die Dicke, ausgeht. Der während des ersten Winters in ihm abgelagerte und zubereitete Saft organisirt sich in ihm in der zweiten Vegetationsperiode zu Faserzellen und Gefäßen; ein Theil derselben, in seiner elementaren Anordnung dem Gefäßbündelsystem des ersten Jahres ähnlich, legt sich als concentrischer Cylinder um diesen herum und bildet eine zweite Holzschicht; ein anderer Theil, aus Faserzellen und Milchsaftegefäßen bestehend, legt sich innen an den schon vorhandenen Bast und bildet eine neue Bastschicht. Zwischen beiden bleibt eine Schicht von Cambium übrig und diese spielt in der dritten und in jeder folgenden Periode wieder dieselbe Rolle. Sie nimmt den in jeder Periode gebildeten Saft während des Winters in sich auf, verarbeitet ihn weiter, und giebt in der nächst folgenden Periode zur Bildung einer neuen äußeren Holz- und einer neuen inneren Bastschicht Veranlassung, so dass demnach die Anzahl der nach einander abgesetzten Holz- und Bastschichten der Anzahl der Jahre, die der Baum alt ist, gleich sein wird. Die Markstrahlen werden dabei zunehmend schmaler und reduciren sich endlich auf dünne Platten oder Lamellen, welche in radialer Richtung die Holz- und Bastschichten durchsetzen, und so einerseits das Mark, andererseits das den Bast umgebende und durch das Wachsen des Stammes häufig rissig werdende Rindenzellgewebe mit dem Cambium in Verbindung halten. Die nach einander abgesetzten Bastschichten sind in der Regel sehr dünn, innig mit einander verwachsen, und von gleichmäßiger Textur und Farbe, daher auf dem Querschnitt des Stammes nur un deutlich oder gar nicht von einander zu unterscheiden. Die einzelnen Holzschichten dagegen sind nicht nur meist dicker, sondern die Theile, aus denen sie bestehen, sind in ihnen auch meist ungleichmäßig vertheilt; die Gefäße liegen nämlich in jeder Schicht im Allgemeinen hauptsächlich in der Nähe der inneren Seite, und ertheilen, indem sie einen größeren Durchmesser haben und ihre Wände meist heller gefärbt sind wie die der Faserzellen, diesen Theilen eine mehr poröse Beschaffenheit und hellere Farbe, während die äußere Partie jeder Schicht vorzugsweise aus den engeren, dicht zusammen liegenden, sich stark incrustirenden, und dadurch dunkel gefärbten Faserzellen besteht, und deshalb eine dichtere Beschaffenheit und dunklere Farbe besitzt. Dadurch wird es möglich, auf dem Querschnitt des Stammes die Holzschichten der einzelnen Jahre von einander zu unterscheiden; sie zeigen sich hier als unregelmäßige,

durch locale Einflüsse an verschiedenen Stellen oft ungleich entwickelte und daher ungleich breite Ringe, sogenannte Jahresringe, deren Anzahl mit dem Jahresalter des betreffenden Stammes oder Astes übereinstimmt. Die Holzschichten sind übrigens, so wie sie sich aus dem Cambium bilden, noch nicht fertiges Holz; jede Schicht besteht vielmehr im Anfange aus nicht incrustirten, mit Saft gefüllten Faserzellen und Gefäßen und geht erst allmählig in den Zustand des vollkommenen Holzes über, dadurch, dass ihre Theile, und namentlich die Faserzellen, welche die grössere Masse des Holzes ausmachen, sich auf angegebene Art incrustiren und mehr oder weniger mit fester Materie ausfüllen. Diese Incrustation oder eigentliche Holzbildung erfordert zu ihrer möglichst vollständigen Ansbildung bei manchen Bäumen eine lange Zeit, woher es kommt, dass das Holz solcher Bäume nur bei verhältnissmässig grossem Alter die Dichte und Festigkeit annimmt, deren es fähig ist, während bei anderen Bäumen schon in weit kürzerer Zeit das Maximum der Verholzung eintritt. Allgemein ist in jedem Baum die Verholzung in den innersten Schichten am meisten, in den äusseren und namentlich den dem Cambium zunächst liegenden Schichten am wenigsten vorgeschritten; jene bilden das eigentliche Holz, das Kernholz, diese das noch unvollkommen holzige, erst später ganz zu Holz werdende Gewebe, den Splint. Es ist übrigens bis jetzt nicht bekannt, welche in dem Saft aufgelöste Substanz die Incrustation und dadurch die Holzbildung bewirkt, und eben so wenig, aus welcher Materie die Zellen- und Gefäßwand ursprünglich entsteht, obgleich man geneigt ist, als letztere Dextrin oder Gummi (und Zucker) anzunehmen; man kann indess wohl mit Bestimmtheit annehmen, dass erstere sowohl wie letztere aus dem im Cambium angehäuften Saft her stammt, welcher sich von diesem aus, vielleicht hauptsächlich durch Vermittelung der Markstrahlen, in die Holzschichten verbreitet.

In ihrem Aeußeren oder ihren physikalischen Eigenschaften sind nicht nur die verschiedenen Hölzer sehr verschieden, sondern es kann auch eine und dieselbe Holzart je nach ihrem Alter, dem Klima und Standort, welchem sie entnommen wurde, darin beträchtliche Abweichungen zeigen, so jedoch, dass man an der Gesammtheit der Eigenschaften bei gehöriger Uebung die hauptsächlichsten Holzarten meist mit Sicherheit erkennen und unterscheiden kann. — Die Farbe der Hölzer, von meist nicht genau bekannten organischen Materien herrührend, ist bekanntlich sehr verschieden, und je nach der Vertheilung dieser Materien in den verschiedenen Partien der Holzmasse, meist ungleich, in Streifen, Flecken, Wolken etc. vertheilt. Die einheimischen Holzarten haben meist eine helle, weisse, gelbliche oder bräunliche Farbe von nicht sehr ausgezeichnetem Ansehen; die außereuropäischen Hölzer haben dagegen zum Theil eine dunkle und schöne Färbung, und einzelne, wie das Ebenholz, sind ihrer ganzen Masse nach schwarz. Im Allgemeinen wird die Farbe bei einer Holzart um so dunkler, je älter sie wird, und die meisten Hölzer haben auferdem die Eigenschaft, nach ihrer Fällung mehr oder weniger ihre Farbe zu ändern oder nachzudunkeln, was gewöhnlich in einer chemischen Veränderung der färbenden Materie durch den Sauerstoff der Luft seinen Grund zu haben scheint. — Hinsichtlich ihrer Härte werden die Holzarten gewöhnlich in harte, halbharte und weiche eingetheilt. Zu den ersteren gehört das Holz der Eiche, Ulme, Roth- und Weisbuche, des Buchsbaums, das

Birn-, Pflaumen- und Kastanienbaumholz u. a.; zu den halbharten zählt man das Eschen-, Ahorn-, Akazien-, Birken-, Erlen-, Lärchen- und Kieferholz; weiche Hölzer liefern die Fichte, Tanne, Linde, Pappel, Weide etc. Diese Eintheilung ist jedoch insofern unbestimmt und willkürlich, als zwischen diesen drei Classen keine scharfen Gränzlinien vorhanden sind, sondern die Holzarten in Wirklichkeit unzählige Abstufungen der Härte darbieten. — Das specif. Gewicht des Holzes kann in zweifachem Sinn genommen werden, je nachdem man nämlich die eigentliche von eingeschlossener Luft gänzlich befreite feste Holzmasse, wie sie durch Zertheilung des Holzes und Verdrängung der adhären- den Luft durch eine Flüssigkeit erhalten wird, oder das Holz, wie es sich direct darstellt, d. h. mit Einschluss seiner zum Theil mit Luft gefüllten Poren (Zellen- u. Gefäßräume), in Betracht zieht. Im ersten Sinn genommen, ist alles Holz specifisch schwerer wie Wasser, und zeigt bei verschiedenen Hölzern im specif. Gewicht nur geringe Abweichungen; die Holzfaser von Tannen- und Ahornholz hat z. B. 1,46, die von Eichen- und Buchenholz 1,53, von Birken- und Pappelholz 1,48, von Mahagoniholz 1,68 specif. Gewicht. Betrachtet man dagegen, wie es gewöhnlich geschieht und für die Praxis allein von Interesse ist, das Holz mit Einschluss seiner Poren, so fällt das specif. Gewicht viel geringer und verschieden aus, je nachdem die Hölzer mehr oder weniger porös, und mehr oder weniger trocken, d. h. die Poren mehr oder weniger mit Luft oder mit Wasser ausgefüllt sind. Nur bei den dichtesten ist dasselbe so groß, dass sie in Wasser zu Boden sinken, was jedoch bei allen erfolgt, wenn das Wasser sie vollständig durchdringt und alle Luft aus ihnen verdrängt. Es ist übrigens nicht bloß bei verschiedenen Hölzern sehr ungleich, sondern auch bei einer und derselben Holzart zeigen sich darin beträchtliche Abweichungen, indem das Klima und der Standort der Bäume auf die Dichtigkeit des Holzes Einfluss haben, und auch mit dem Alter des Baumes die Dichtigkeit zunimmt (weshalb z. B. das Kernholz specifisch schwerer ist wie der Splint von demselben Baum). Daher lässt sich für das specifische Gewicht einer Holzart keine bestimmte Zahl angeben, sondern es lassen sich nur zwei Gränzwerte aufstellen, zwischen denen das specif. Gewicht der betreffenden Holzart gewöhnlich liegt, und die zum Theil weiter auseinander liegen, wie die specif. Gewichte zweier verschiedenen Holzarten. Solche Gränzwerte sind in der nachfolgenden, aus Karmarsch's Grundriss der mechanischen Technologie entlehnten Tabelle für die gebräuchlichsten Holzarten zusammengestellt:

Namen der Holzarten.	Specifisches Gewicht.				Gewicht von 1 Cub. Fufs, luft-trocken, nach der Mittelzahl.
	Im frischen (grünen) Zustande		Im lufttrockenen Zustande		
	Gränzen	Mittelzahl	Gränzen	Mittelzahl	
Ahorn . . . . .	0,843—0,944	0,893	0,645—0,750	0,697	37 Pfd. <sup>1)</sup>
Apfelbaum . . . . .	0,960—1,137	1,048	0,734—0,793	0,763	41 "
Birke . . . . .	0,851—0,987	0,919	0,688—0,738	0,713	38 "
Birnbaum . . . . .			0,646—0,732	0,689	37 "
Buche (Rothbuche) . . . . .	0,852—1,109	0,980	0,690—0,852	0,771	41 "
Buchsbaum . . . . .			0,912—1,031	0,971	52 "
Ceder . . . . .			0,561—0,575	0,568	30 "
Ebenholz (schwarzes) . . . . .			1,187—1,331	1,259	67 "
Eiche . . . . .	0,885—1,062	0,973	0,650—0,920	0,785	42 "
Erle . . . . .	0,809—0,994	0,901	0,505—0,680	0,592	31 "
Esche . . . . .	0,778—0,927	0,852	0,540—0,845	0,692	37 "
Fichte (Rothtanne) . . . . .	0,848—0,993	0,920	0,454—0,481	0,467	25 "
Föhre . . . . .	0,811—1,005	0,908	0,763	0,763	41 "
Grenadillholz (braunes) . . . . .			0,973	0,973	52 "
„ (braun Eisen-grenadill) . . . . .			1,185	1,185	63 "
„ (schwarz Eisen-grenadill) . . . . .			1,283	1,283	68 "
Lärche . . . . .	0,694—0,924	0,809	0,565	0,565	30 "
Linde . . . . .	0,710—0,878	0,794	0,559—0,604	0,581	31 "
Pappel . . . . .	0,758—0,956	0,857	0,383—0,591	0,487	26 "
Pockholz . . . . .			1,263—1,342	1,302	69 "
Tanne (Weifstanne) . . . . .	0,894	0,894	0,498—0,746	0,622	33 "
Ulme . . . . .	0,878—0,941	0,909	0,568—0,671	0,619	33 "
Weide . . . . .	0,838—0,855	0,846	0,392—0,530	0,461	25 "
Weifsbuche (Hainbuche) . . . . .	0,939—1,137	1,038	0,728—0,790	0,759	40 "

Aufser der Farbe, der Härte und dem specif. Gewicht würden bei einer erschöpfenden Behandlung noch mancherlei Eigenschaften, in denen die Hölzer zum Theil auch sehr verschieden sind, wie z. B. Festigkeit, Structur, Spaltbarkeit etc., in Betracht zu ziehen seyn, diese müssen indess, insofern sie hauptsächlich nur auf die mechanische Verarbeitung des Holzes Bezug haben, hier übergangen werden.

Was die Zusammensetzung und die chemische Beschaffenheit des Holzes anlangt, so besteht dasselbe zunächst aus der festen Holzmasse und aus dem Saft. Erstere wird gebildet durch die ursprüngliche Zellen- und Gefäßmembran, durch die incrustirende Materie, welche sich später auf- und in derselben ablagert, und dadurch die Verholzung bewirkt, und durch andere, möglicherweise sehr verschiedenartige Stoffe, welche sich ebenfalls im unlöslichen Zustande ausgeschieden haben, z. B. Harze, Stärke etc. Der Saft besteht aus Wasser, welches verschiedene Stoffe aufgelöst enthält, die sich im Allgemeinen in organische und unorganische eintheilen lassen. Letztere bleiben beim Verbrennen des Holzes zurück und bilden dann die Holzasche. Es ist jedoch anzunehmen, dass auch die feste Holzmasse immer unorganische Stoffe, wie Kieselsäure, Kalk etc. enthält, sey es, dass diese mit der in-

<sup>1)</sup> Hannov. Maafs und Gewicht.

crustirenden Materie oder vielleicht auch mit der Zellenmembran innig verbunden, oder dass sie unter sich oder mit organischen Säuren zu unlöslichen Salzen vereinigt sind. Diese bleiben beim Verbrennen des Holzes ebenfalls zurück und vermehren die Menge der Asche. Nach einer anderen Rücksicht bei der Eintheilung kann das ganze frische oder lufttrockene Holz auch angesehen werden als bestehend aus den drei Hauptstoffen: Wasser, unorganischer und organischer Materie, wobei die beiden letzteren theils der festen Holzmasse, theils dem Saft angehören. Da nun das relative Verhältniss dieser drei Stoffe, und die Zusammensetzung des Gemenges der beiden letzteren von Interesse ist, und überdies in Bezug auf die relative Menge und die Zusammensetzung der in gelöster und in ungelöster Form im Holze enthaltenen unorganischen Stoffe bis jetzt keine specielle Versuche vorliegen, so mag, bevor die einzelnen näheren Bestandtheile des Holzes einer Erörterung unterliegen, die Zusammensetzung des Holzes zunächst in Bezug auf diese drei Stoffe betrachtet werden.

Der Wassergehalt des lebenden oder frisch gefällten Holzes ist von mehreren Umständen abhängig. Er wird zunächst bedingt durch das Alter und die Dichtigkeit des Holzes und nimmt mit Zunahme derselben ab; er ist also gröfser im Splint und in dem Holz jüngerer Zweige, wie in dem Kernholz eines alten Stammes. Er hängt ferner, wie die Versuche von Schübler und Neuffer gezeigt haben, von der botanischen Art ab, und ist im Allgemeinen bei den weichen Hölzern gröfser wie bei den harten. Diese Beobachter fanden nämlich in dem frisch gefällten Holz der nachstehenden Bäume in 100 Gewichtstheilen die nebenstehenden Wassermengen:

Hainbuche, <i>Carpinus betulus</i> . . . . .	18,6
Saalweide, <i>Salix Caprea</i> . . . . .	26,0
Ahorn, <i>Acer pseudoplatanus</i> . . . . .	27,0
Vogelbeere, <i>Sorb. aucuparia</i> . . . . .	28,3
Esche, <i>Fraxin. excelsior</i> . . . . .	28,7
Birke, <i>Betula alba</i> . . . . .	30,8
Mehlbeere, <i>Crataeg. torminal.</i> . . . .	32,3
Traubeneiche, <i>Querc. Robur</i> . . . . .	34,7
Stieleiche, <i>Querc. pedunculat.</i> . . . .	35,4
Weifstanne, <i>Pin. Abies dur.</i> . . . . .	37,1
Rosskastanie, <i>Aescul. Hippocast.</i> . . . .	38,2
Kiefer, <i>Pin. sylvestr. Linn.</i> . . . . .	37,7
Rothbuche, <i>Fag. sylvatica</i> . . . . .	39,7
Erle, <i>Betul. alnus</i> . . . . .	41,6
Espe, <i>Popul. Tremula</i> . . . . .	43,7
Ulme, <i>Ulmus campestr.</i> . . . . .	44,5
Rothanne, <i>Pin. Picea dur.</i> . . . . .	45,2
Linde, <i>Tilia europaea</i> . . . . .	41,1
Ital. Pappel, <i>Popul. dilat.</i> . . . . .	48,2
Lärche, <i>Pin. Larix</i> . . . . .	48,6
Baumweide, <i>Popul. alba</i> . . . . .	50,6
Schwarzpappel, <i>Popul. nigra</i> . . . . .	51,8

Der Wassergehalt des lebenden Holzes variirt ausserdem offenbar nach dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft und des Bodens, und hängt

überdies sehr von der Jahreszeit ab, ist nämlich im Frühjahr und Sommer erheblich größer wie im Spätherbst und Winter, weshalb letztere Jahreszeit, wo nicht andere Gründe dagegen sind, die passendste Fällungszeit ist. Schübler und Neuffer fanden z. B. im Holze von *Pin. abies* und von *Fraxin. excelsior* im Januar beziehungsweise 52,7 und 28,8, im April dagegen 61,0 und 38,6 Proc. Wasser. Lässt man das frisch gefällte Holz, vor Regen geschützt, längere Zeit, z. B. ein Jahr lang oder länger, an der Luft liegen, so verliert es eine gewisse Menge seines Wassers durch Verdunstung, und gelangt dabei zuletzt zu einem Trockenheitsgrade, bei welchem es, so lange die äußeren Umstände dieselben sind, kein Wasser mehr verliert, und demnach sein Gewicht nicht mehr verringert. Das von der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft abhängige Verdampfungsvermögen des Wassers hat sich dann mit der hygroskopischen Eigenschaft des Holzes, welche wohl am richtigsten als eine Flächenanziehung, als eine Verdichtung des Wasserdampfes durch die verhältnissmäßig sehr große Oberfläche der Faserzellen und Gefäße anzusehen ist, in's Gleichgewicht gesetzt. Sobald die Temperatur der Luft größer oder geringer wird, oder ihr relativer Feuchtigkeitsgehalt ab- oder zunimmt, wird dieses Gleichgewicht gestört, und das Holz wird in dem einen Fall noch eine gewisse Menge Wasser durch Verdunstung verlieren, im anderen Fall Wasserdampf aus der Luft verdichten, und dieser Vorgang wird von einer entsprechenden Aenderung des Volums begleitet seyn, welche in der Praxis unter den Benennungen Schwinden und Quellen des Holzes bekannt und vielfach unerwünscht ist. Der Wassergehalt des lufttrockenen Holzes ist demnach veränderlich, jedoch nur innerhalb gewisser einander nahe liegender Gränzen. Nach den Versuchen von Rumford ist er bei den verschiedenen Hölzern unter übrigens gleichen Umständen nicht sehr verschieden, jedoch im Allgemeinen bei den weichen Hölzern größer wie bei den harten; in ersteren (Pappel) fand er als Maximum seiner Versuchsreihe 19,55, in letzteren (Eiche) als Minimum 16,64 Proc. Als mittlerer Wassergehalt des lufttrockenen Holzes kann hiernach, und da dasselbe meist nicht so lange liegen bleibt, bis es in aller Strenge lufttrocken geworden ist, etwa 20 Proc. angenommen werden. Die vollständige Austrocknung des Holzes, wie sie zur Bestimmung seines Wassergehaltes erforderlich ist, kann nur dadurch erreicht werden, dass man es längere Zeit einer über 100° liegenden Temperatur aussetzt. Rumford trocknete bei seinen Versuchen das Holz z. B. bei 136°. Liefs er das so ausgetrocknete Holz an der Luft liegen, so zog dasselbe innerhalb 24 Stunden im Winter (bei 7°,4 C.) 17 bis 19, im Sommer (bei 16°,6 C.) 6 bis 9 Proc. Wasser wieder an, woraus die außerordentlich große Anziehungskraft der Holzfaser zum Wasserdampfe hervorgeht.

Die unorganischen Bestandtheile des Holzes sind bisher im Allgemeinen nur in dem Zustande untersucht worden, wie sie beim Verbrennen oder dem Einäschern des Holzes zurückbleiben. Bei dieser Operation werden aber in der Verbindungsweise dieser Stoffe zum Theil sehr bedeutende Aenderungen hervorgebracht, und die Zusammensetzung der Asche giebt daher über ihre Verbindungsweise in der lebenden Pflanze und mithin über den Zweck, den sie für dieselbe erfüllen, nur sehr mangelhaften Aufschluss. Ein großer Theil der unor-

ganischen Basen ist in der lebenden Pflanze mit organischen Stoffen verbunden; diese werden beim Verbrennen gänzlich zerstört und die Basen in kohlensaure Salze verwandelt. Bei nicht mit besonderer Vorsicht ausgeführter Einäscherung kann ferner die Kieselsäure vorhandene Salze von anderen Säuren zersetzen, und dadurch entweder, wie bei phosphorsauren Salzen, die quantitative Zusammensetzung derselben verändern, oder auch die Säuren, wie Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, geradezu austreiben, welche dann, letztere durch die Kohle zu Phosphor reducirt, sich verflüchtigen; in anderen Fällen können Alkalien, Chlormetalle etc. verdampfen u. a. m. (s. d. Art. Asche, Pflanzen-). Um die Verbindungsweise der unorganischen Stoffe in der lebenden Pflanze zu ermitteln, giebt es wohl, wenigstens in Bezug auf die mit organischen Materien verbundenen, kein anderes Mittel, als die Pflanze, und zwar ihre verschiedenen Theile, z. B. Holz und Bast, für sich, mit Wasser auszuziehen und diesen Auszug allseitig zu untersuchen, und ebenso die unlöslichen Verbindungen wo möglich durch geeignete Lösungsmittel aufzulösen und ihrer Natur nach zu bestimmen, oder doch wenigstens die Pflanzentheile erst nach dem Ausziehen mit Wasser einzuäschern, und die so erhaltene Asche der Untersuchung zu unterwerfen. Was die bisherigen Untersuchungen über die Aschenbestandtheile des Holzes ergeben haben, besteht in einigen empirischen Thatsachen, welche nun in der Kürze anzuführen sind. Zunächst hat sich gezeigt, dass nicht blofs botanisch verschiedene Bäume, sondern auch verschiedene Individuen einer und derselben botanischen Art, auf verschiedenem Boden gezogen, sowohl beim Verbrennen eine sehr ungleiche relative Aschenmenge zurücklassen, als auch in der Zusammensetzung der Asche sehr von einander abweichen können. Es scheint darnach, dass, wenn auch, wie nicht zu bezweifeln ist, die Bäume einen gewissen Theil der unorganischen Stoffe zur Erreichung gewisser Lebenszwecke nöthig haben und verwenden, sie doch auch Stoffe aus dem Boden aufnehmen, die für sie direct keinen Zweck haben, sondern die blofs deshalb in sie eingehen, weil sie zufällig in dem Wasser des Bodens gelöst sind. Belege hierfür finden sich in den nachstehenden Tabellen, von denen die erste eine Zusammenstellung der von verschiedenen Beobachtern beim Verbrennen der nebenstehenden lufttrockenen Hölzer oder Sträucher und ihrer Theile gefundenen procentischen Aschenmenge enthält, in der zweiten dagegen zur Vergleichung beispielsweise zwei Analysen der Asche von Buchenholz von verschiedenen Standpunkten, so wie Analysen der Asche von Buchenrinde, Tannenholz, Tannenrinde und Tannennadeln zusammengestellt sind <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> In Betreff weiterer Angaben über die Zusammensetzung der Holzasche s. d. Art. Pottasche und Asche, Pflanzen-.

Art		Aschenmenge von 100 Theilen nach								
der Gewächse	des Organs	Karsien	Berthier	Mollrat	Saussure	Hertwig	Chevaudier			
Eiche . . .	Holz . . . . .	{jung 0,15 {alt 0,11	3,30	1,40	0,2		1,94			
	Aeste . . . . .							0,4	1,49	
	Junge Zweige								1,32	
	Rinde . . . . .							6,00	6,0	
	Blätter . . . . .								5,5	
Rothbuche	Holz . . . . .	{jung 0,37 {alt 0,40		0,612		0,38	0,73			
	Aeste . . . . .								1,54	
	Junge Zweige								0,72	
	Rinde . . . . .								6,62	
Hainbuche	Holz . . . . .	{jung 0,32 {alt 0,35		1,14	0,6					
	Splint . . . . .							0,7		
	Rinde . . . . .							13,4		
Erle . . . . .	Holz . . . . .	{jung 0,35 {alt 0,40		1,39						
Birke . . .	Holz . . . . .	{jung 0,25 {alt 0,30	1,00	1,07			0,57			
	Aeste . . . . .								1,00	
	Junge Zweige								0,48	
Kiefer . . .	Holz . . . . .	0,15		1,68						
Tanne . . .	Holz . . . . .	{jung 0,22 {alt 0,25								
	Rinde . . . . .					1,78				
	Nadeln . . . . .					2,31				
Fichte . . .	Holz . . . . .	{jung 0,12 {alt 0,15	0,83	1,80	1,19					
	Nadeln . . . . .								2,60	6,25
Espe . . . .	Stamm u. Aeste						1,49			
	Aeste . . . . .						2,38			
Linde . . . .	Holz . . . . .	0,40	5,00	1,45						
Weide . . .	Holz . . . . .						2,94			
	Aeste . . . . .						3,66			
Pappel . . .	Holz . . . . .			1,306	0,80					
Ulme . . . .	Holz . . . . .			2,28						
Esche . . . .	Holz . . . . .			2,30						
Hollunder	Stamm . . . . .		1,64	1,39						

Bestandtheile	der Asche von					
	Buchenholz n. Souchay	Buchenholz	Buchenrinde	Tannenholz	Tannennrinde	Tannennadeln
	nach Hertwig					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kohlensaures Kali . . . . .	14,80	11,72	3,02	11,30	2,95	29,09
„ Natron . . . . .	3,02	12,37		7,42		
Schwefelsaures Kali . . . . .		3,49				
Chlornatrium . . . . .	0,13					
Kohlensaurer Kalk . . . . .	68,75	49,54	64,76	50,94	64,98	15,41
Talkerde . . . . .	7,16	7,74	16,90	5,60	0,93	3,89
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	1,47					
Phosphorsaurer Kalk . . . . .	2,55	3,32	2,71	4,43	5,03	38,36
„ „ Talkerde . . . . .		2,92	0,66	2,90	4,18	
„ „ Eisenoxyd . . . . .	1,18	0,76	0,46	1,04	1,04	
„ „ Thonerde . . . . .		1,51	0,84	1,75	2,42	
„ „ Manganoxydul . . . . .		1,59				
Kieselsäure . . . . .	0,94	2,46	9,04	13,37	17,28	12,36

Die erste dieser Tabellen giebt in auffälliger Weise zu erkennen, wie sehr die Aschenmenge sowohl bei derselben, wie bei verschiedenen Holzarten variiren kann, was offenbar der verschiedenen Beschaffenheit des Bodens zugeschrieben werden muss. Während sie einerseits bis auf 0,11 Proc. sinkt, steigt sie andererseits (bei Lindenholz) bis auf 5 Proc. Die Vergleichung der Aschenmengen von verschiedenen Theilen eines und desselben Baumes führt ferner, wenn auch Ausnahmen davon sich zeigen, doch im Allgemeinen zu dem Resultat, dass die jüngeren Organe oder im Allgemeinen diejenigen, welche noch in einer lebhaften Entwicklung oder Umbildung begriffen sind, oder zur Entwicklung anderer Theile in sehr thätiger Weise mitwirken, wie die Zweige, Blätter, Rinde, weit mehr unorganische Stoffe enthalten, wie das eine weniger active Rolle spielende Holz, wodurch es sich bestätigt, dass die unorganischen Stoffe an den in der Pflanze vor sich gehenden Processen der Entwicklung und Umbildung einen wesentlichen Antheil nehmen. Aus der zweiten Tabelle, welche zugleich über die Zusammensetzung der Holzasche im Allgemeinen Aufschluss giebt <sup>1)</sup>, geht hervor, dass die Asche von einer und derselben Holzart, z. B. vom Buchenholz, wenn sie von verschiedenen Standpunkten her stammt, eine ganz abweichende

<sup>1)</sup> Die hier aufgeführten Analysen, welche schon vor längerer Zeit und daher nicht mit den jetzt zu Gebote stehenden Hilfsmitteln ausgeführt wurden, würden, wenn man sie wiederholte, wohl einige Berichtigungen erfahren. So ist z. B. das Vorkommen von Thonerde in Pflanzenaschen bis jetzt nicht erwiesen, und sogar ganz unwahrscheinlich, da keine lösliche Thonerde-Verbindung im Boden bekannt ist. Ferner ist die Masse, welche bei Behandlung der Asche mit Wasser und Säure zurückbleibt, nicht bloß Kieselsäure, wie bei diesen Analysen wahrscheinlich angenommen ist, sondern meist ein unlösliches Silicat von verschiedenen erdigen Basen. Ein Theil der Kieselsäure ist ferner in löslicher Verbindung mit Alkali, ein anderer oft in durch Salpetersäure aufschließbarer Verbindung mit Kalk oder Talkerde vorhanden etc.

Zusammensetzung haben kann. Dabei ist indess bemerkenswerth, dass, wenn in der einen Asche die Menge irgend einer der mit Kohlensäure verbundenen Basen geringer ist, wie in einer anderen, dafür in der Regel eine andere Basis in um so größerer Menge auftritt. So ergab z. B. die Analyse in der Asche I. einen weit geringeren Alkaligehalt, wie in der Asche II, dafür ist aber der Gehalt an Kalk in ersterer um so größer. Es lässt sich daraus schliessen, dass die Basen, welche in den Pflanzen mit organischen Stoffen verbunden sind, sich gegenseitig vertreten können, oder dass eine Pflanze, die zur Erzeugung irgend eines ihrer Bestandtheile einer Basis bedarf, dazu z. B. Kali, Natron oder Kalk in wechselnden Verhältnissen verwendet, je nachdem der Boden ihr den einen oder anderen dieser Stoffe in größerer Menge darbietet, weshalb die Vertretung der Basen auch, wie Liebig zuerst hervorgehoben hat, im Verhältniss ihrer Mischungsgewichte statt zu finden scheint. Die Möglichkeit einer solchen Vertretung, ohne dass dadurch das Gedeihen der Pflanze beeinträchtigt wird, gilt jedoch wohl immer nur bis zu einem gewissen Grade, denn es giebt gewiss viele Fälle, wo das Kali oder Natron, deren die Pflanze für einen gewissen Zweck bedarf, keineswegs z. B. durch Kalk vollständig ersetzt werden kann, und wieder andere, wo der Kalk einen gewissen Zweck erfüllt, zu welchem das Alkali nicht brauchbar seyn würde. Die zweite Tabelle lässt ausserdem erkennen, dass die Aschen von verschiedenen Theilen eines und desselben Baumes sehr abweichend zusammengesetzt sind, was offenbar darin seinen Grund hat, dass in verschiedenen Organen oft ungleiche chemische Prozesse stattfinden, und dass jedes Organ vorzugsweise diejenigen unorganischen Stoffe aufnimmt, welche ihm für diese Prozesse nöthig sind.

Die organische Masse des Holzes, d. h. das Gemenge von fester Holzsubstanz und Saftbestandtheilen, wie es nach dem vollständigen, durch Wärme bewirkten Austrocknen des Holzes (mit Einschluss der Aschenbestandtheile) zurückbleibt, ist von mehreren Chemikern analysirt worden. Wir lassen die Resultate dieser Analysen hier folgen:

Art des Holzes	Bestandtheile in 100 Th.			Beobachter
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	
Ahorn ( <i>Acer campestre.</i> )	49,80	6,31	43,89	Schödler u. Petersen
Birke ( <i>Betula alba</i> ) . . .	48,60	6,37	45,02	„ „ „
Buche ( <i>Fag. sylvatica</i> ) .	48,53	6,30	45,17	„ „ „
	51,45	5,82	42,73	Gay-Lussac u. Thénard
	54,35	6,25	39,50	Payen
Eiche ( <i>Querc. Robur</i> ) . .	49,43	6,07	44,50	Schödler u. Petersen
	52,54	5,69	41,78	Gay-Lussac u. Thénard
	54,44	6,24	39,32	Payen

Art des Holzes.	Bestandtheile in 100 Th.			Beobachter.
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	
Eiche ( <i>Fraxin. excelsior</i> )	49,36	6,07	44,57	Schödler u. Petersen
Fichte ( <i>Pin. sylvestris</i> )	49,94	6,25	43,81	„ „ „
Kiefer ( <i>Pin. picea</i> ) . . .	49,59	6,38	44,02	„ „ „
Lärche ( <i>Pin. Larix</i> ) . . .	50,11	6,31	43,58	„ „ „
Linde ( <i>Tilia europaea</i> )	49,41	6,86	43,73	„ „ „
Pappel ( <i>Popul. nigra</i> ) . .	49,70	6,31	43,99	„ „ „
Tanne ( <i>Pin. Abies</i> ) . . .	49,95	6,41	43,65	„ „ „
Ulme ( <i>Ulm. campestr.</i> ) . .	50,19	6,43	43,39	„ „ „
Weide ( <i>Salix fragil.</i> ) . .	48,44	6,36	44,80	„ „ „
	50,00	5,55	44,44	Prout

In Betreff dieser Analysen ist zu bemerken, dass diejenigen von Gay-Lussac und Thénard, so wie die von Prout, sich auf Holz beziehen, welches durch vorhergehende Behandlung mit Weingeist, Alkalien und Säuren von den darin löslichen Stoffen befreit war. Durch diese Behandlung wird aber, wie aus den noch anzuführenden Versuchen von Payen hervorgeht, der Kohlenstoffgehalt des Holzes verringert, und es ist daher anzunehmen, dass der von ihnen gefundene Kohlenstoffgehalt für gewöhnliches, nicht mit Lösungsmitteln behandeltes Holz eher zu klein als zu groß ist. Dies bestätigt sich auch durch die Analysen von Payen, welche sich auf unverändertes Holz beziehen. Vergleicht man aber diese mit den Analysen von Schödler und Petersen, so findet sich in letzteren ohne Ausnahme ein weit geringerer Kohlenstoffgehalt. Die Vermuthung erscheint daher nicht unbegründet, dass Schödler und Petersen bei ihren Analysen keine vollständige Verbrennung des Holzes erreichten, und daher den Kohlenstoffgehalt kleiner fanden, als er in Wirklichkeit ist; es ist deshalb eine Wiederholung der Analysen wünschenswerth. Im Uebrigen ergeben die Analysen das Resultat, dass die botanisch verschiedenen Holzarten in der Zusammensetzung ihrer organischen Masse nur wenig von einander abweichen, und nahezu dieselbe Zusammensetzung haben. Es erklärt sich dieses dadurch, dass die Zellen- und Gefäßmembran, und wahrscheinlich auch die eigentliche incrustirende Substanz, in allen Holzarten dieselbe Zusammensetzung haben, und dass die übrigen Bestandtheile, welche bei den verschiedenen Hölzern zum Theil nicht dieselben sind, und daher eine abweichende Zusammensetzung bedingen müssten, im Verhältniss zu diesen einen zu geringen Theil der Holzmasse ausmachen, um diesen Einfluss in sehr merklichem Grade auszuüben. Da die Wärmemenge, welche durch Verbrennen des Holzes erzeugt wird, von seinem Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff abhängt, so lässt sich aus der nahezu gleichen Zusammensetzung der verschiedenen Hölzer weiterhin schließen, dass sie auch in ihrem Wärme-Effect näherungsweise übereinstimmen, d. h. dass gleiche Gewichte der verschiedenen Hölzer, gleichen Trockenheitsgrad vorausgesetzt, durch

Verbrennen gleich viel Wärme erzeugen, woraus folgt, dass die durch Verbrennen gleicher Raumtheile der Hölzer erzeugten Wärme-Mengen den specif. Gewichten der Hölzer proportional sind. Daraus folgt jedoch nicht, dass die verschiedenen Hölzer in Bezug auf Wärme-Erzeugung durch Verbrennen sich in jeder Hinsicht gleich verhalten, es findet vielmehr in dieser Beziehung der Unterschied Statt, dass die weichen Hölzer, weil sie wegen ihrer lockeren Beschaffenheit dem Sauerstoff mehr Zutritt in's Innere gestatten, im Allgemeinen leichter und rascher verbrennen, und deshalb bei gleichem Gewicht zwar keine größere Wärme-Menge geben, wie die harten Hölzer, aber diese Wärme-Menge in kürzerer Zeit zu entwickeln und daher einen höheren Hitzgrad zu erzeugen im Stande sind, eine Verschiedenheit im Verhalten, auf welche übrigens noch mancherlei andere Umstände, wie der Grad der Zertheilung, der Trockenheitszustand, die Menge der zuströmenden Luft etc. von Einfluss sind. — Als Ergebniss der aufgeführten Analysen ist noch hervorzuheben, dass alle Hölzer mehr Wasserstoff enthalten, wie nöthig wäre, um mit dem in ihnen enthaltenen Sauerstoff Wasser zu bilden. Noch ist zu bemerken, dass unter den Saftbestandtheilen der Bäume sich auch stickstoffhaltige befinden, dass die Hölzer daher auch, wenn auch in geringer Menge, Stickstoff enthalten, welcher bei den Analysen nicht bestimmt wurde <sup>1)</sup>.

Nachdem die über den Wassergehalt, und über die organische und unorganische Masse des Holzes bekannten Thatsachen mitgetheilt worden, bleibt nun noch übrig, die einzelnen näheren Bestandtheile des Holzes, so weit man sie kennt, einer Betrachtung zu unterwerfen. Sie sind, wie angeführt, theils solche, die in dem Saft gelöst waren, und durch Wasser aus dem Holz ausgezogen werden können, theils solche, die im Wasser unlöslich sind und die eigentliche Holzmasse bilden. In Bezug auf erstere ist sehr wenig zu bemerken, weil über sie gar keine specielle Untersuchungen angestellt sind. Sie können im Allgemeinen sehr mannigfacher Art seyn, und sind theils solche, die im Pflanzenreich allgemein verbreitet sind, wie Gummi, Pflanzeneiweiß, Pflanzenleim, Gerbsäure etc., theils solche, die nur in gewissen botanischen Arten vorkommen, wie Farbstoffe, Bitterstoffe etc. Die letzteren werden, so weit sie bekannt sind, in den betreffenden Artikeln dieses Werkes abgehandelt. Im Betreff der Menge der im Holz enthaltenen Saftbestandtheile fehlt es ebenfalls an zuverlässigen Angaben. Jedenfalls ist sie im Verhältniss zur unlöslichen Masse des Holzes gering und wird im Allgemeinen um so geringer, je älter und dichter das Holz wird. Die unlösliche Masse des Holzes besteht, wie angeführt, hauptsächlich aus der Zellen- und Gefäßmembran, und der Substanz, welche sich in und auf dieselbe absetzt und dadurch die Verholzung bewirkt. Letztere hat die Namen Holzsubstanz, Lignin, incrustirende Materie erhalten. Dass ein solcher besonderer Stoff, welcher die

<sup>1)</sup> Den oben aufgeführten Analysen sind hier noch die von Chevandier ausgeführten hinzuzufügen, bei denen auch auf den Stickstoffgehalt Rücksicht genommen wurde. Chevandier fand im Holz der

	Buche	Eiche	Birke	Zitterpappel	Weide
Kohlenstoff	— 49,89	— 50,64	— 50,61	— 50,31	— 51,75
Wasserstoff	— 6,07	— 6,03	— 6,23	— 6,32	— 6,19
Sauerstoff	— 43,11	— 42,05	— 42,04	— 42,39	— 41,08
Stickstoff	— 0,93	— 1,28	— 1,12	— 0,98	— 0,98

Bildung des eigentlichen Holzes bedingt, existirt, ist allerdings wohl aufser Zweifel, und die nahezu gleiche Zusammensetzung der Hölzer lässt auch mit großer Wahrscheinlichkeit schliessen, dass dieselbe bei den verschiedenen Hölzern von gleicher Zusammensetzung ist. Daraus folgt jedoch nicht, dass nicht in gewissen Fällen auch andere Materien durch ihre Ablagerung auf die Zellenwand eine Verholzung bewirken, dieses ist vielmehr, wenn auch nicht für das eigentliche Holz, doch für andere verholzende Pflanzentheile mit größter Wahrscheinlichkeit anzunehmen, wenn gleich gewisse Beobachtungen anzudeuten scheinen, dass die auf die Zellenmembran sich ablagernden Substanzen bei sehr verschiedenen Pflanzen eine ziemlich gleiche Beschaffenheit haben. Solche Beobachtungen sind namentlich von Schleiden angestellt. Er kochte incrustirte Gefäße und Zellen verschiedener Pflanzen mit Kalilauge und betrachtete sie dann durch das Mikroskop; die ursprüngliche Membran zeigte sich dabei immer unverändert, die incrustirende Substanz war dagegen in eine gelatinöse Masse verwandelt. Wurde das Kali durch Säure neutralisirt und dann Jod hinzugefügt, so blieb die Membran farblos, die veränderte incrustirende Substanz wurde dagegen entweder blau oder orange gefärbt. Erstere Farbe zeigte sich im Allgemeinen bei sehr jungen wenig incrustirten Zellen, letztere bei stark incrustirten Zellen und namentlich bei dem eigentlichen Holz, und in einigen Fällen zeigten sich beide Farben, wo dann die unmittelbar auf die Membran abgelagerte Schicht blau und die weiter nach innen liegende orange wurde. Wie es nun auch mit der Natur der incrustirenden Materie im Allgemeinen sich verhalten mag, so viel ist jedenfalls gewiss, dass im Holz, aufser dem Lignin, sich noch mancherlei andere Stoffe unlöslich abscheiden, und demselben innig beigemischt seyn können. Ein solcher Stoff ist z. B. die Stärke, welche, nach Hartig, oft in so großer Menge in den Poren des Holzes abgelagert ist, dass sie  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{4}$  vom Gewicht desselben ausmacht. Sie findet sich im Holz in größter Menge zur Zeit des Winters, und kann aus dem in Sägespäne verwandelten und dann gemahlten Holz in gewöhnlicher Weise durch Kneten mit Wasser abgeschieden werden. Andere derartige Stoffe sind die Harze, die z. B. in den Nadelhölzern in größter Menge sich finden, unlösliche Salze von Kalk und anderen erdigen Basen u. a. m. Die bisherigen Untersuchungen haben sich mit diesen einzelnen Bestandtheilen noch gar nicht beschäftigt, sondern hauptsächlich nur den Zweck verfolgt, die Zusammensetzung der Zellenmembran und des Lignins zu ermitteln, ohne jedoch, wenigstens was letzteres betrifft, diese allerdings schwierige Aufgabe gelöst zu haben. Die ersten und umfassendsten Versuche hierüber verdankt man Payen. Er behandelte viele verschiedene und namentlich junge und wenig oder gar nicht verholzte Pflanzentheile nach einander mit Wasser, Weingeist, Alkalien und Säuren, um die Zellenmembran von allen ihr anhängenden Stoffen möglichst zu befreien, worauf er dieselbe der Analyse unterwarf. Er kam dabei zu dem Resultat, dass sie bei allen jungen nicht verholzten Pflanzentheilen eine gleiche, der Formel  $C_{12}H_{10}O_{10}$  entsprechende Zusammensetzung habe (vgl. den Art. Pflanzenzellenstoff). Er unterwarf darauf das Holz derselben Behandlung und fand dabei, dass Alkalien im Stande sind, die incrustirende Materie aufzulösen, während die Zellenmembran davon wenig oder gar nicht afficirt wird. Eichen-

Buchen- und Pappelholz gaben ihm, nachdem er sie mit Natronlauge ausgezogen hatte, bei der Analyse folgende Resultate:

	Eichenholz	Buchenholz	Pappelholz
Kohlenstoff	— 49,68	— 49,40	— 48,00
Wasserstoff	— 6,02	— 6,13	— 6,40
Sauerstoff	— 44,30	— 44,47	— 45,56

und durch nochmaliges Ausziehen mit Alkali verringerte sich beim Pappelholz der Kohlenstoffgehalt auf 47,71 Proc. Bei Vergleichung dieser Zahlen mit der oben angeführten Zusammensetzung derselben nicht vorher mit Lösungsmitteln behandelten Hölzer ergibt sich, dass der Kohlenstoffgehalt des Holzes durch Behandlung mit Alkali geringer wird, woraus folgt, dass die incrustirende Substanz einen größeren Kohlenstoffgehalt besitzt, wie die Zellenmembran. Die Verringerung des Kohlenstoffgehalts, also die Auflösung der incrustirenden Substanz erfolgt, nach Payen, auch durch Digeriren des Holzes mit concentrirter Salpetersäure, und er wandte dieses Mittel an, um die Zellenmembran, welche nach ihm dadurch nicht verändert wird, noch vollständiger von der Holzsubstanz zu befreien. Fein zertheiltes Eichen- und Buchenholz wurde zu diesem Zweck 30 Stunden lang mit einem großen Ueberschuss concentrirter Salpetersäure digerirt, dann mit Natron und darauf mit Wasser gewaschen und bei 160° getrocknet. Die Analyse desselben ergab dann folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	— 43,85
Wasserstoff	— 5,86
Sauerstoff	— 50,28

welche nahezu der Formel  $C_{12}H_{10}O_{10}$  entspricht. Payen nimmt darnach an, dass die Membran der Zellen und Gefäße des Holzes mit der Zellenmembran junger Pflanzen identisch und gleich zusammengesetzt sei. Erscheint auch diese Annahme ziemlich begründet, so ist dies doch nicht der Fall mit derjenigen, welche in Bezug auf die Holzsubstanz von ihm gemacht wird. Er suchte dieselbe dadurch zu erhalten, dass er den alkalischen Auszug des Holzes mit einer Säure vermischte, wodurch ein Niederschlag entstand, den er als unveränderte Holzsubstanz ansah. Nach der Analyse dieses Niederschlages nimmt er die Formel  $C_{175}H_{12}O_{10}$  oder  $C_{35}H_{24}O_{20}$  als Zusammensetzung der Holzsubstanz an. Dass indess diese Annahme ganz unzulässig ist, ergibt sich sowohl daraus, dass die Holzsubstanz durch Behandlung mit Alkali verändert und der Niederschlag also ein Zersetzungsproduct seyn kann — nach Mulder wird die Holzsubstanz durch Behandlung mit Alkalien in Ulminsäure verwandelt —, wie aus dem von Fromberg gefundenen Umstande, dass auch die Zellenmembran in einem gewissen Grade durch Alkalien gelöst und daraus durch Säuren gefällt, also nach der Darstellungsmethode von Payen, dem Niederschlag beigemischt wird. — Die Versuche Payen's wurden später von Fromberg, durch die Analyse des jungen, mit Auflösungsmitteln erschöpften Zellgewebes verschiedener Pflanzen, wiederholt, und dadurch die stets gleiche Zusammensetzung der Zellenmembran bestätigt. Die gefundenen Zahlen führen indess Fromberg zu der Annahme, dass die Formel  $C_{12}H_{10}O_{10}$  nicht die Zusammensetzung der Membransubstanz ausdrücke, sondern dass  $C_{24}H_{21}O_{21}$  der richtige Ausdruck dafür sey (s. Artikel Pflanzenzellenstoff). Im Verein mit v. Baumhauer analysirte Fromberg darauf das Holz, und diese beiden Chemiker fanden für dasselbe

als mittlere Zusammensetzung 52,5 Proc. Kohlenstoff, 5,9 Proc. Wasserstoff und 41,6 Proc. Sauerstoff. Sie leiten daraus für Holz die Formel  $C_{64}H_{44}O_{39}$  ab. Von dieser Formel subtrahiren sie die Formel der Zellensubstanz  $C_{24}H_{21}O_{21}$  und nehmen den Rest  $C_{40}H_{23}O_{18}$  als Ausdruck für die Zusammensetzung der Holzsubstanz an. Es ist indess einleuchtend, dass dieses Verfahren ganz willkürlich ist und jeder Begründung entbehrt. Einmal lässt sich für das Holz als eine gemengte Substanz gar keine Formel aufstellen, wenn dieselbe nicht etwa blofs die Bestimmung hat, das Mengen-Verhältniss der Elemente nach Mischungsgewichten auszudrücken, zu welchem Zweck die Formel aber auch eben so gut z. B. verdoppelt oder halbirt werden könnte. Dann ist, wenn man das Holz auch als blofs aus Zellenmembran und Holzsubstanz bestehend ansieht, gar kein Grund vorhanden zu der Annahme, dass diese beiden Stoffe im Verhältniss ihrer Mischungsgewichte im Holz enthalten sind, es ist vielmehr anzunehmen, dass dieses Verhältniss mit den Mischungsgewichten gar nicht zusammenhängt, und bei verschiedenen Hölzern, wie bei jungem und altem Holz, sehr verschieden seyn kann. Damit wird aber der Bestimmung von Fromberg und v. Baumhauer ihre Grundlage entzogen, ganz abgesehen davon, dass auch die für die Zellensubstanz angenommene Formel nichts weiter als ein empirischer Ausdruck der Analyse ist. Soll auf dem eingeschlagenen Wege die Zusammensetzung der Holzsubstanz ermittelt werden, so ist dazu nöthig, das von allen sonstigen Beimengungen möglichst befreite und also so viel möglich blofs aus Zellenmembran und Holzsubstanz bestehende Holz zu analysiren, dann die darin enthaltenen relativen Mengen von Zellenmembran und Holzsubstanz durch irgend ein Mittel zu bestimmen, und endlich von der Zusammensetzung des Holzes die Bestandtheile der Zellenmembran in dem gefundenen Verhältniss abzuziehen, worauf der Rest allerdings die Zusammensetzung der Holzsubstanz ausdrücken müsste<sup>1)</sup>.

Ueber die Eigenschaften der näheren Bestandtheile des Holzes ist hier nichts Weiter anzuführen, theils weil dieselben, wie bei der incrustirenden Materie, überhaupt nicht bekannt sind, theils weil sie, was die bekannten Stoffe, wie Gerbsäure, Harze etc. anlangt, in den betreffenden Artikeln ihre Erledigung finden, was hinsichtlich der Zellen- und Gefäßmembran in dem Artikel Pflanzenzellenstoff geschehen wird. In Betreff der Producte, welche durch Zersetzung des Holzes unter dem Einfluss chemischer Agentien entstehen, wird ebenfalls auf diesen Artikel verwiesen. Hier soll nur noch die freiwillige Zersetzung oder die Fäulniss des Holzes, weil sie bei dessen Verwendung oft von grossem und nachtheiligem Einfluss ist, im Zusammenhang mit den dagegen vorgeschlagenen oder in Anwendung gekommenen Mitteln erörtert werden, wobei jedoch von der Art der chemischen Veränderung,

<sup>1)</sup> Ausser den vorstehend angeführten liegen über die Holzsubstanz noch Versuche vor von Poumarède und Figuier (Compt. rend. XXIII. 918). Sie erhielten bei der Analyse der Zellenmembran verschiedener Holzarten dieselben Zahlen wie Payen, fanden aber, dass die incrustirende Materie durch Behandlung mit heifser Alkalilauge zersetzt werde. Sie stellten sie daher dar, indem sie das Holz 12 Stunden lang mit Natronlauge von 36° macerirten, daraus durch Säure fällten, und dann mit Aether und Alkohol behandelten. Sie hat, so dargestellt, nach ihnen dieselbe Zusammensetzung wie die Holzfasern und ist in ihren Eigenschaften dem Pectin sehr ähnlich.

welche das Holz dabei erleidet, abgesehen und in dieser Hinsicht auf den Art. Humus verwiesen wird.

Die bedingenden Einflüsse, unter denen die in Rede stehende Zersetzung des Holzes eintritt, sind im Allgemeinen dieselben, wie für die Fäulniß überhaupt, nämlich Gegenwart von Wasser und Luft, und ein gewisser, weder zu hoher noch zu niedriger Wärmegrad. Feuchtigkeit allein, obschon sie die hauptsächlichste und wirksamste Ursache seyn mag, scheint die Zersetzung des Holzes noch nicht oder nur langsam zu veranlassen, wenigstens lehrt die Erfahrung, dass Holzwerk, welches ganz und beständig von fließendem Wasser bedeckt ist, z. B. eingeramte Pfähle, die sich ganz unter Wasser befinden, sehr lange der Zerstörung widersteht. Welche Rolle die Luft dabei spielt, ist zweifelhaft; vielleicht ist sie nur zum Beginn der Zersetzung, nicht zum Fortschreiten derselben durchaus nöthig, obschon man andererseits wieder zu der Vermuthung Grund hat, dass sie in einem gewissen Stadium der Zersetzung dieselbe wesentlich beschleunigt, indem sie auf den Kohlenstoff und Wasserstoff der Holzbestandtheile oxydirend wirkt, und dadurch den Process der Fäulniß in eine Verwesung überführt. Jedenfalls scheint so viel gewiss zu seyn, dass ein freier, ungehinderter Luftzutritt der Zersetzung des Holzes nicht günstig ist, vielmehr eher derselben entgegenwirkt, dass dagegen eine stagnirende Luftschicht, die nur unvollkommen wechseln und sich erneuern kann, und dabei mit den moderich riechenden Zersetzungsproducten des Holzes angeschwängert wird, den Fortgang der Zersetzung in sehr wirksamer Weise befördert. Man unterscheidet beim Holz zwei Arten der Fäulniß, nämlich die nasse, welche bei Holz, welches beständig oder sehr häufig der Nässe ausgesetzt ist, eintritt, und die trockene, auch Trockenfäule, Vermodern, Verstocken etc. genannt, welche sich einstellt, wenn das Holz nicht direct der Nässe ausgesetzt, aber von feuchter, wenig wechselnder Luft umgeben, oder, insofern es selbst feucht war, am Austrocknen gehindert ist, wie z. B. die Dielen der Fußböden und überhaupt das Holzwerk in feuchten Gebäuden, die Zimmerung in Schächten etc. Bei beiden Arten der Fäulniß verliert das Holz zunächst seine natürliche Festigkeit und den Zusammenhang seiner Fasern, weiterhin wird auch die Structur mehr und mehr undeutlich, und zuletzt verwandelt es sich in eine erdartige, leicht zerreibliche Masse. Bei der nassen Fäulniß nimmt es dabei eine dunkelbraune Farbe an, bei der trockenen Fäulniß dagegen bleibt seine Farbe meist ziemlich ungeändert, oder wird oft sogar heller, so dass der Rückstand wie gebleicht aussieht. Beide Arten der Fäulniß sind übrigens in vielen Fällen nicht scharf zu unterscheiden und finden auch oft, je nach den äußeren Umständen, gleichzeitig oder nach einander an demselben Holzstück Statt. Es ist überhaupt zweifelhaft, ob sie hinsichtlich ihrer Ursachen und ihrer inneren Natur wesentlich verschieden sind. Viele nehmen an, dass dies nicht der Fall ist, sondern dass die trockene Fäulniß hauptsächlich nur durch den langsameren Fortgang der Zersetzung sich von der nassen unterscheidet. Andere sind dagegen der Meinung, dass beide in Ursache und Verlauf ganz verschieden sind, dass nämlich die nasse Fäulniß lediglich ein Zerfallen der organischen Masse in unorganische oder einfacher zusammengesetzte Producte, also ein rein chemischer Process sey, die trockene Fäulniß aber darin bestehe, dass niedrige pflanzliche Organismen sich in dem Holz erzeugen, die Substanz derselben, und

zwar weniger die Holzfaser, als die Saftbestandtheile, Stärke etc., zu ihrer Entwicklung und Ernährung verwenden, und dadurch den Zusammenhang der Fasern aufheben und die Zerstörung des Holzes herbeiführen. Es ist nämlich eine sehr gewöhnliche Erscheinung, dass bei der Fäulnis und namentlich bei der Trockenfäule in dem Holz zugleich der sogenannte Schwamm oder Holzschwamm sich einstellt. Es sind dies verschiedene Arten von Pilzen oder Schwämmen (*Xylöphagus lacrymans*, *Boletus destructor* u. a.), welche sowohl im Innern des Holzes, wie an der Oberfläche sich erzeugen; oft durch die ganze Masse desselben sich hinziehen und, wenn ihre Bildung einmal begonnen hat, mit großer Schnelligkeit sich weiter ausbreiten und in auffallendem Maße die Zerstörung des Holzes beschleunigen. Ueber die Entstehungs- und Wirkungsweise dieser Pilze hat man noch keine vollständige Kenntniss. Nach der Ansicht derer, welche die nasse und trockene Fäulnis für wesentlich gleich halten, sind sie nicht die Ursache der Zersetzung des Holzes, sondern sie entstehen erst, wenn diese schon begonnen und in einem gewissen Stadium angelangt ist, tragen aber dann durch ihr Wachstum ausnehmend zur Zerstörung des Holzes bei. Nach der zweiten Ansicht dagegen, nach welcher diese Pilze nur bei der trockenen Fäulnis auftreten, und diese dadurch eigentlich charakterisirt ist, entstehen sie schon in dem noch gesunden Holz und bilden, indem sie ihre Nahrung aus demselben ziehen, die eigentliche Ursache der Zerstörung desselben. Die Anhänger dieser Ansicht führen für dieselbe an, dass, während die nasse Fäulnis, als von äußeren Einflüssen abhängig, stets von außen nach innen fortschreite, die trockene Fäulnis meist im Inneren des Holzes beginne, und sich vom Kern nach dem Umfange hin ausbreite, und dass bei der Trockenfäule schon beim ersten Beginnen, anfangs jedoch nur durch das Mikroskop, schimmel- oder pilzartige, zwischen den Fasern sich hinziehende Fäden als Anfang des Holzschwammes zu bemerken seyen. Es ist übrigens auch thatsächlich, dass ein Uebermaß von Feuchtigkeit, wodurch die eigentliche oder nasse Fäulnis so sehr befördert wird, der Trockenfäule entgegen wirkt, weil die den Holzschwamm bildenden Pilze dabei nicht gedeihen, so dass man z. B. beim Harzer Bergbau, um die Trockenfäule abzuhalten, die Grubenzimmerung absichtlich durch aufgeleitetes Wasser nass erhält.

Wie es nun auch mit den Urschen und dem Verlauf der Fäulnis des Holzes sich verhalten mag, darüber ist man im Allgemeinen einig, dass die eigentlich Holzfaser, also der Zellenstoff und wahrscheinlich auch die incrustirende Materie, nicht zuerst der Zersetzung unterliegt, sondern als eine unlösliche und mit einer beträchtlichen chemischen Stabilität versehene Substanz derselben an und für sich ziemlich hartnäckig widersteht; dass vielmehr hauptsächlich die Saftbestandtheile, als mehr complexe und zum Theil stickstoffhaltige Stoffe, zunächst von der Fäulnis ergriffen werden, und dann, in gleicher räthselhafter Art, wie es überhaupt bei den Fäulnis-Erscheinungen stattfindet, die Holzfaser anstecken oder den Zustand der Zersetzung auf dieselbe übertragen. Die Belege für diese Behauptung ergeben sich einfach daraus, dass Holzspähne, welche durch wiederholtes Auskochen mit Wasser möglichst von Saftbestandtheilen befreit wurden, sich sehr lange im feuchten Zustande aufbewahren lassen, ohne eine merkliche Veränderung zu erleiden; dass dagegen die durch das Auskochen gewonnene

Flüssigkeit bei der Aufbewahrung alsbald einen übeln Geruch annimmt, sich mit Schimmel bedeckt und in Fäulniß übergeht; und dass Holzspäne, mit dieser, etwa vorher durch Verdunstung concentrirten Flüssigkeit übergossen, weit rascher als sonst sich verändern und alsbald einen mürben und zerreiblichen Zustand annehmen. Außerdem sind die Saftbestandtheile, wie man an dem zur Trockne verdunsteten wässerigen Holzextract wahrnehmen kann, zum Theil sehr hygroskopischer Natur, sie verhindern also das Austrocknen des Holzes und ziehen die Feuchtigkeit der Luft an, wodurch die Zersetzung ebenfalls befördert wird.

Die zahlreichen Mittel, welche gegen die Fäulniß des Holzes oder zur Conservation desselben in Vorschlag gebracht oder in Anwendung gekommen sind, kommen theils darauf zurück, die der Fäulniß günstigen Einflüsse abzuhalten oder zu beseitigen, theils bestehen sie darin, das Holz durch geeignete Behandlung in einen solchen Zustand zu versetzen, dass es mehr oder weniger jenen Einflüssen zu trotzen und der Fäulniß zu widerstehen vermag. Sie lassen sich hiernach, je nach dem bei ihrer Anwendung zu Grunde liegenden Princip, in folgende Abtheilungen bringen:

1) Möglichste Austrocknung des Holzes vor seiner Verwendung und Abhaltung der Feuchtigkeit während derselben. Es ist eine allgemein anerkannte Thatsache, dass gehörig ausgetrocknetes Holz an einem trockenen Orte sich sehr lange gesund und unverändert erhält, obgleich dies nicht bei allen Holzarten in gleichem Maasse der Fall ist, sondern die dichteren im Allgemeinen am längsten der Verderbniss widerstehen, auch oft andere Umstände, wie Insecten etc., den Ruin des Holzes mit herbeiführen helfen; dass dagegen nicht gut ausgetrocknetes Holz, wenn es nicht etwa nach der Verarbeitung solchen Umständen ausgesetzt ist, dass es den Rest der Feuchtigkeit durch Verdunstung verlieren kann, den Keim der Verderbniss in sich trägt und einer baldigen Zerstörung entgegen geht. Das erste und einfachste Mittel, dessen Wirksamkeit auch in der Praxis allgemein anerkannt wird, ist daher, das Holz vor seiner Verwendung möglichst lufttrocken werden zu lassen, dann aber, in sofern es nachher einem feuchten Raum übergeben wird, es mit Substanzen zu überziehen, welche das Eindringen der Feuchtigkeit in das Innere des Holzes zu verhindern geeignet sind. In diesem Sinn wirkt das Bestreichen des Holzes mit Leinöl, Oelfarbe, Firniß, Holz- oder Steinkohlentheer etc., wobei jedoch zu bemerken ist, dass dasselbe bei feuchtem Holz keinen Nutzen bringt, vielmehr sogar nachtheilig wirken kann, in sofern es das nachherige Austrocknen des Holzes verhindert.

2) Entfernung der Saftbestandtheile aus dem Holz. Da, wie angeführt, die Saftbestandtheile hauptsächlich die Fäulniß des Holzes bedingen, so besteht eins der wirksamsten Mittel zur Verhinderung derselben darin, dieselben vor der Verarbeitung des Holzes aus demselben zu entfernen. Das Auslaugen mit Wasser, welches zu diesem Zwecke mit dem Holz vorgenommen werden muss, wird in verschiedener Weise ausgeführt; entweder legt man das Holz in fließendes Wasser und lässt es längere Zeit in demselben liegen; oder man kocht es mit Wasser aus; oder das Holz wird gedämpft, d. h. man bringt es in einen möglichst dicht zu verschließenden Kasten, und leitet in denselben anhaltend einen Strom Wasserdampf, um durch Verdichtung desselben zu Wasser die Saftbestandtheile aufzulösen, welche Auflösung durch einen

an dem Kasten angebrachten Hahn abgelassen wird. In allen Fällen wird das Holz nachher langsam getrocknet. Die erste dieser Methoden führt aus nahe liegenden Gründen nur langsam und unvollkommen zum Ziel; bei der zweiten ist der Erfolg vollständiger, sie ist aber bei größeren Holzmassen nicht ohne Weitläufigkeiten ausführbar; die dritte Methode giebt den vollkommensten Erfolg, und hat sich hinsichtlich der Beschaffenheit des so behandelten Holzes, sowohl was seine Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss, als seine sonstigen Eigenschaften, wie Festigkeit, Verminderung der hygroskopischen Eigenschaften etc. betrifft, bereits als sehr brauchbar bewährt. Eine vierte Methode, durch welche der Zweck eben so vollständig erreichbar und die in der Ausführung in manchen Fällen einfacher zu seyn scheint, ist die von Boucherie vorgeschlagene, von ihm jedoch nur zur Imprägnirung des Holzes mit aufgelösten Stoffen bestimmte Methode der Verdrängung, darin bestehend, dass man die gefällten Holzstämme vertikal aufrichtet, auf ihr oberes Ende in geeigneter Art ein Rohr aufsetzt, und dieses mit Wasser gefüllt erhält, welches dann allmählig den Saft verdrängt und nach unten hinaustreibt, so dass die Poren zuletzt blofs mit Wasser gefüllt sind.

3) Chemische Veränderung der Saftbestandtheile, um sie dadurch in einen Zustand überzuführen, in welchem sie nicht mehr oder weniger leicht der Fäulniss unterliegen. Hierher gehört zunächst das Mittel, Holzwerk, welches der Nässe ausgesetzt werden soll, z. B. in die Erde zu rammende Pfähle, durch Erhitzen oberflächlich zu verkohlen, wodurch die Holzbestandtheile bis zu einer gewissen Tiefe zersetzt, und gegen Fäulniss unempfindlich gemacht, und ausserdem das Holz mit einer Schicht von Kohle bedeckt wird, welche schon an und für sich der Fäulniss entgegen wirkt. Dabei ist indess zu bemerken, dass die inneren nicht von der Verkohlung betroffenen Holztheile, wenn die Feuchtigkeit anderweitig zu ihnen Zutritt hat, durch dieses Mittel nicht geschützt werden, dass es daher z. B. bei einzurammenden Pfählen nicht genügt, blofs den in die Erde zu versenkenden Theil zu verkohlen, sondern auch der über der Erde befindliche Theil durch irgend ein Mittel gegen das Eindringen des Wassers geschützt werden muss. Statt das Holz durch Hitze zu verkohlen, kann dasselbe auch mit concentrirter Schwefelsäure bestrichen und dadurch im Wesentlichen derselbe Erfolg erhalten werden. Bei einer anderen Classe von Mitteln wird das Holz seiner ganzen Masse nach mit gewissen Stoffen imprägnirt, welche, indem sie sich mit den Saftbestandtheilen verbinden oder dieselben in irgend einer Weise verändern, theilweise auch im Innern der Poren eine unlösliche schützende Decke bilden, jenen Zustand der Widerstandsfähigkeit gegen Fäulniss herbeiführen sollen. Hierzu dienen theils die Auflösungen verschiedener Salze, welche sogleich angeführt werden sollen, theils empyreumatische kreosothaltige Flüssigkeiten, wie sie durch Destillation des Holzes und der Steinkohlen gewonnen werden, welche bekanntlich in ausgezeichnetem Maasse fäulnisswidrig wirken, und überdies auch dadurch, dass sie das Holz weniger hygroskopisch und weniger leicht durch Wasser durchdringbar machen, einen günstigen Einfluss üben mögen. Prechtl empfiehlt hierzu den Dampf von Holz- oder Steinkohlentheer, den man durch Erhitzen daraus entwickelt und beim Dämpfen des Holzes, nachdem durch den Wasserdampf die Saftbestandtheile entfernt sind, in den

Kasten leitet, so dass er die Poren des Holzes durchdringt und dasselbe mit den flüchtigeren Theerbestandtheilen imprägnirt wird. Moll hat in gleicher Art das erste, vorzüglich aus Eupion und Kreosot bestehende Destillat von Holztheer empfohlen; nach Bethell wird aus dem in einem geschlossenen Behälter befindlichen Holz die Luft ausgepumpt und dann die conservirende Substanz, wie Theeröl, Holzsäure, holzsaures Eisen etc. im flüssigen Zustande hineingepresst. Nach letzterem Verfahren zubereitete Schwellen haben auf mehreren englischen Eisenbahnen Anwendung gefunden und sich dabei gut bewährt. Die hauptsächlichsten Salze, welche zur Conservation des Holzes anempfohlen sind, und mit deren wässriger Lösung das Holz entweder nur durch Bestreichen, oder, wie meist geschieht, durch längere Zeit dauerndes Einlegen, — wobei jedoch in beiden Fällen, weil die Flüssigkeit das Innere der Holzmasse nicht vollständig durchdringt, der Zweck meist nur unvollkommen erreicht wird, — oder durch Hineinpressen mittelst des Luftdrucks oder einer besonderen Druckvorrichtung, nachdem es zuvor durch Auspumpen von seinem Luftgehalt befreit wurde, oder endlich durch hydrostatischen Druck und Saftverdrängung nach der schon angeführten Methode von Boucherie, imprägnirt wird, sind folgende: Kochsalz, oder statt seiner Salzsoole oder Meerwasser, die dann aber nicht bloß durch das Kochsalz, sondern zugleich durch ihren Gehalt an Chlorcalcium, Chlormagnesium etc. wirksam sind. Ueber die Wirksamkeit des Kochsalzes zur Conservirung des Holzes liegen verschiedene günstige Erfahrungen vor, auch spricht dafür schon die lange Dauer des Holzwerks in den Schächten der Salzbergwerke, der Sookästen etc. Chlorcalcium, von Boucherie empfohlen. Chlorcalcium und Eisenvitriol, in solcher Art angewendet, dass die Lösungen dieser Salze nach einander in das Holz gepresst werden, so dass sie sich in den Poren desselben gegenseitig zersetzen (Payne). Ueber dieses Verfahren liegen zum Theil günstige Erfahrungen vor. Alaun; meist in Vermischung mit anderen, z. B. mit Eisensalzen. Eisensalze, wie Eisenvitriol, holzsaures Eisen etc. Sie üben erfahrungsmäßig auf das Holz eine kräftige conservirende Wirkung aus, und namentlich scheint das holzsaure Eisen ein sehr wirksames Conservationsmittel zu seyn. Ihre Wirksamkeit lässt sich theilweise dadurch erklären, dass sie im Innern des Holzes durch Ausscheidung von basischem Oxydsalz, und durch Verbindung mit Gerbsäure, Farbstoffen etc. unlösliche, die Faser einhüllende Verbindungen bilden. Nach einem Vorschlag von Payne soll zu diesem Zweck nach dem Imprägniren mit dem Eisensalz noch eine gerbstoffhaltige Flüssigkeit in das Holz eingepresst werden. Später hat derselbe empfohlen, das Holz zuerst mit Schwefelbaryum oder oder Schwefelcalcium, und dann mit Eisenvitriol zu imprägniren, so dass im Innern des Holzes Schwefeleisen und zugleich schwefelsaurer Baryt und schwefelsaurer Kalk ausgeschieden wird. Dieses Verfahren, welches bei mehreren großen Gebäuden Londons in Anwendung gekommen ist, hat außer der Verwahrung gegen Fäulniß noch den Zweck, das Holz weniger brennbar zu machen, so dass es bei Feuerbrünsten die Gluth nicht so leicht fortpflanzt, was auch in befriedigendem Maasse dadurch erreicht zu seyn scheint. Denselben Zweck verfolgten Buchner und v. Eichthal durch Imprägniren des Holzes mit Eisenvitriol und dann mit einer Lösung von Wasserglas (kieselsaurem Kali), wodurch die Poren des Holzes mit kieselsaurem Eisenoxy-

dul ausgefüllt werden. (Mineralisirtes, petrificirtes, metallisirtes, incrustirtes Holz, welche Benennungen indess mit großer Willkür für mit irgend einer unorganischen Substanz imprägnirte Hölzer überhaupt gebraucht werden.) Ransome u. A. suchten dasselbe durch Imprägniren mit Wasserglas und darauf folgende Tränkung mit einer Säure zu erreichen. Chlorzink, von Burnett zur Tränkung des Holzes empfohlen, und bereits mehrfach im Großen angewendet, hat sich nach den gemachten Erfahrungen als vorzüglich wirksam bewährt. Kupfersalze, wie Kupfervitriol, Grünspan etc. (Margary), oder eine Mischung von Kupfer- und Eisenvitriol (Earle). Letzteres Mittel wurde von der amerikanischen Marineverwaltung adoptirt, und soll sich sehr wirksam zeigen. Quecksilberchlorid, zuerst von Knowles und Davy, später von dem Engländer Kyan empfohlen, nach welchem das Imprägniren des Holzes mit demselben auch Kyanisiren genannt wird. Dieses Salz hat unter den verschiedenen Conservationsmitteln bis jetzt wohl die allgemeinste Anwendung gefunden. Das Holz wird mit der Lösung desselben, die auf 1 Thl. Salz 50,80 bis 130 Thle. Wasser enthält, meist durch Einlegen, welches je nach der Dicke des Holzes kürzere oder längere Zeit dauern muss, besser aber durch Einpressen, imprägnirt, bei welcher Arbeit wegen der Giftigkeit dieses Salzes natürlich die größte Vorsicht nöthig ist. In der Mehrzahl der Fälle hat es sich als vorzüglich wirksam gezeigt, es liegen jedoch auch Fälle vor, wo dies nicht der Fall war, sondern damit getränktes Holzwerk, z. B. Eisenbahnschwellen, dennoch in einigen Jahren der Fäulniss unterlag. Seine Wirksamkeit beruht hauptsächlich darauf, dass es mit den stickstoffhaltigen eiweißartigen Saftbestandtheilen unlösliche, der Fäulniss widerstehende Verbindungen bildet, zum Theil wohl auch darauf, dass es an gewisse organische Holzbestandtheile Chlor abgibt, und diese dadurch in andere Verbindungen überführt, während es selbst zu Quecksilberchlorür reducirt wird, welches allmählig als weißer Auswitterung zum Theil an der Oberfläche des Holzes erscheint. Das kyanisirte Holz enthält daher, wenigstens nachdem es einige Zeit gelegen hat, wohl wenig oder gar kein unverändertes Chlorid mehr, sondern statt dessen unlösliche Quecksilberverbindungen. Die Befürchtung, dass mittelst solchen Holzes durch Verflüchtigung von Quecksilberchlorid nachtheilige Wirkungen auf die Gesundheit entstehen könnten, welche bei der geringen Flüchtigkeit dieses Salzes schon an sich ziemlich unbegründet erscheint, verliert dadurch noch mehr an Bedeutung. Man hat übrigens empfohlen, das kyanisirte Holz, nachdem es einige Zeit gelegen hat, durch Auslaugen mit Wasser von dem noch darin enthaltenen unveränderten Chlorid zu befreien. Schn.

Holzäther s. Methyloxyd.

Holzalkohol s. Holzgeist

Holzasbest s. Bergholz.

Holzasche s. Holz, Pottasche u. Asche, Pflanzen-.

Holzessig, Holzsäure, *acidum pyrolignosum*, *acide pyroligneux*, *pyrolignous acid*. Mit diesem Namen bezeichnet man die

wässrige saure Flüssigkeit, welche bei der trockenen Destillation des Holzes mit übergeht, und im Großen fabrikmäßig dargestellt wird. Sie enthält als Hauptbestandtheile Wasser und Essigsäure, und verdankt hauptsächlich der letzteren ihre technische Benutzung; in geringerer Menge enthält sie außerdem noch verschiedene andere durch die Zersetzung des Holzes gebildete Producte (vergl. d. Art. *trockene Destillation*, Bd. II. S. 559). So wie sie, mit diesen Stoffen beladen, durch Destillation des Holzes gewonnen wird, führt sie den Namen roher Holzessig; durch nochmalige Destillation oder durch andere Mittel in verschiedenem Grade davon befreit, wird sie gereinigter Holzessig genannt.

Die Darstellung des rohen Holzessigs besteht immer wesentlich darin, dass man Holz in einem geeigneten Apparate bei Abschluss oder bei unvollkommenem Zutritt der Luft einer allmählig bis zum Glühen gesteigerten Hitze aussetzt, dass man die dabei entweichenden condensirbaren Zersetzungsproducte, Holzessig und Theer, durch Abkühlung verdichtet, und dann, nachdem beide sich in der Ruhe von einander gesondert haben, den Holzessig mechanisch von dem Theer abscheidet. Die Ausführung einer solchen Operation geschieht in verschiedener Weise, je nachdem die Gewinnung der flüchtigen Producte, oder die Gewinnung der zurückbleibenden Holzkohle der Zweck derselben ist. Im letzteren Fall, bei der eigentlichen Holzverkohlunq, wohin namentlich die Verkohlunq des Holzes in Meilern und Haufen gehört, lässt man die flüchtigen Producte oft ganz unbenutzt entweichen, theils, weil eine Bedingung zu ihrer reichlichen Gewinnung, vollkommener Ausschluss des Luftzutritts, nicht erfüllt ist, vielmehr es im Princip des gewöhnlichen Verfahrens der Holzverkohlunq liegt, einen Theil der flüchtigen Producte zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen, und dadurch die Wärme zur Verkohlunq des noch unzersetzten Holzes zu erzeugen; theils weil die Verdichtung und Aufsamm lung der unverbrannt entweichenden Zersetzungsproducte praktische Schwierigkeiten hat und leicht auf den Betrieb der Holzverkohlunq und die Beschaffenheit der erzielten Kohle in ungünstiger Weise einwirkt; theils auch, weil an manchen Orten, wo die Verkohlunq ausgeführt wird, Holzessig und Theer nur geringe Verwendung finden und daher gar nicht oder nur zu geringem Preise verwerthbar sind. Wo man bei der Holzverkohlunq die flüchtigen Producte aufsammelt, bilden dieselben doch fast immer ein verhältnissmäßig geringfügiges Nebenproduct, und da hier die Gewinnung der Holzkohle immer die Hauptsache ist, so wird hinsichtlich der Mittel und Vorrichtungen, die bei derselben zum Behufe der Aufsamm lung der flüchtigen Producte vorgeschlagen oder in Ausführung gebracht sind, auf den Art. Kohle verwiesen. Hier soll nur das Verfahren beschrieben werden, welches in dem Fall, wo die trockene Destillation des Holzes speciell zur Gewinnung von Holzessig ausgeführt wird, zur Anwendung kommt. In der Hauptsache besteht dasselbe immer darin, dass man das Holz in einer eisernen Retorte bis zum Glühen erhitzt, die flüchtigen Producte durch ein Rohr daraus ableitet und in einer Vorlage verdichtet. Da für solche Retorten, um auch den Kern der Holzmasse zum Glühen zu bringen, bei der geringen Wärme-Leitungsfähigkeit des Holzes nur geringe Dimensionen zulässig sind, so wird die Holzkohle hierbei nur in geringerer Menge gewonnen, und hierin, so wie in dem Umstande, dass an dem Orte, wo die Holzessigfabrik sich befindet, zu ergiebiger Be-

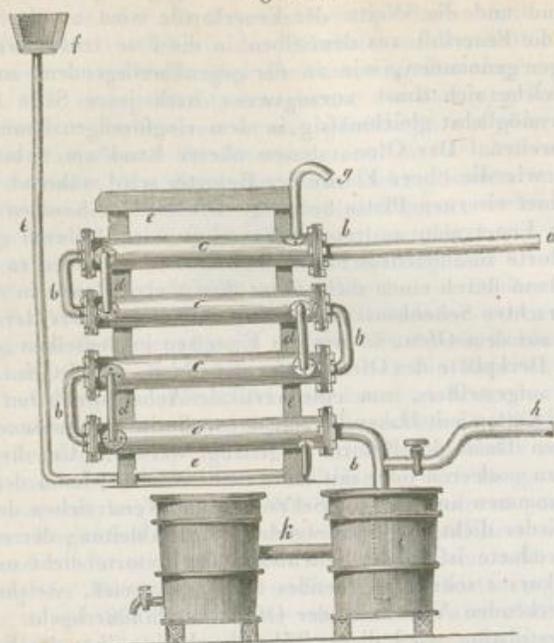
nutzung und Verwerthung der Holzkohle oft keine Gelegenheit ist, liegt es, dass dieselbe hierbei nur mehr als Nebenproduct auftritt.

Die Retorten, welche in den Fabriken zur Destillation des Holzes benutzt werden, sind theils über der Feuerung fest eingemauert, theils beweglich, d. h. so angebracht, dass sie aus der Feuerung herausgehoben werden können. Bei ersteren ist man genöthigt, entweder nach beendeter Operation jedesmal die Retorte sammt ihrem Inhalt so weit sich abkühlen zu lassen, dass die Kohlen nicht mehr glimmen und ohne Gefahr des Verbrennens herausgezogen werden können, welches Verfahren aber aufser der jedesmaligen Unterbrechung der Operation den wesentlichen Nachtheil hat, dass auch das die Feuerung und die Retorte umgebende Mauerwerk sich abkühlt, und daher das zur Erhitzung desselben erforderliche Wärmequantum größtentheils verloren geht; oder einen verschließbaren Behälter oder ein anderes Mittel, wie Kohlenlösch etc., bereit zu halten, um die Kohlen glühend aus den Retorten ziehen und sie, vor Luftzutritt geschützt, erkalten lassen zu können. Die beweglichen Retorten werden dagegen nach beendeter Destillation aus der Feuerung herausgehoben, eine zweite mit Holz beschickte an ihre Stelle gebracht, und mit derselben die Destillation sogleich fortgesetzt, so dass die im Mauerwerk angesammelte Wärme nicht verloren geht; die erste Retorte hat inzwischen Zeit, sich abzukühlen, worauf sie von den Kohlen entleert und wieder mit Holz besetzt wird, um dann nach abermaliger Beendigung der Destillation gegen die zweite Retorte ausgetauscht zu werden u. s. w. Die Retorten der ersteren Art sind theils aus gusseisernen Platten zusammengefügte Kasten, um welche der Feuerkanal spiralförmig herumläuft, und von deren oberem Ende seitwärts ein Rohr zum Condensator führt, theils, wie z. B. in manchen englischen Fabriken, gusseiserne Cylinder. Letztere haben 3 bis 4 Fufs Durchmesser und 6 bis 8 Fufs Länge, und sind, nach Art der Gasretorten, horizontal über einer Feuerung eingemauert, so dass die Feuerluft sie frei umspielen kann. Am vorderen offenen Ende werden sie mit gespaltenem Holz voll gesetzt, dann die Mündung durch eine eiserne mit Lehm verkittete Scheibe geschlossen, und die Destillation begonnen, wobei die Retorte zuletzt in volles Glühen kommt. Das andere ebenfalls aus dem Mauerwerk hervorstehende Ende ist durch eine eiserne Scheibe geschlossen, von deren Mitte ein eisernes Rohr ausgeht, welches die Theer- und Holzessig-Dämpfe dem Verdichtungsapparat zuführt. Die beweglichen Retorten, welche in Frankreich und Deutschland mehr in Anwendung sind, sind stehende Cylinder von z. B. 3 bis 4 Fufs Durchmesser und 6 bis 8 Fufs Höhe, und bestehen aus zusammengesetztem starken Eisenblech. Um sie gegen die zerstörende Wirkung des Feuers einigermaßen zu schützen, werden sie außen mit Lehm- oder Schlamm bestrichen. Eine solche Retorte ist in einem gemauerten cylindrischen Ofen so aufgestellt, dass alle Theile ihrer Oberfläche möglichst gleichmäfsig der Hitze ausgesetzt sind, und sie zugleich leicht aus dem Ofen herausgehoben und in denselben eingesetzt werden kann. Zu ersterem Zweck ruht sie in dem Ofen auf der oberen ebenen Fläche eines Gewölbes, unter welchem die Feuerung sich befindet und durch welches der Boden der Retorte direct erhitzt wird. Die Feuerluft dringt durch mehrere ringsum an der Peripherie in diesem Gewölbe angebrachte Oeffnungen durch dasselbe hindurch und vertheilt sich oberhalb desselben in einen oder mehrere Kanäle, welche an der Innenwand des Ofens spiralförmig in die Höhe steigen.

Letztere hat von der Retortenwand nur einen geringen Abstand, und dieser Abstand und die Weite der Feuerkanäle wird an der Seite des Ofens, wo die Feuerluft aus demselben in die Esse tritt, zweckmäßig etwas geringer genommen, wie an der gegenüberliegenden, so dass die Flamme, welche sich sonst vorzugsweise nach jener Seite hinziehen würde, sich möglichst gleichmäßig in dem ringförmigen Raum um die Retorte ausbreitet. Der Ofen, dessen oberer Rand um 6 bis 12 Zoll höher liegt, wie die obere Fläche der Retorte, wird während der Operation mit einer eisernen Platte bedeckt. Die aus den Kanälen und dem ringförmigen Feuerraum austretende Feuerluft wird dadurch genöthigt, über der Retorte zusammenzuschlagen und dieselbe von oben zu erhitzen, worauf sie dann durch einen dicht unter dem oberen Rande in der Ofenwand angebrachten Seitenkanal in die Esse entweicht. Das Herausziehen der Retorte aus dem Ofen, so wie das Einsetzen in denselben geschieht, nachdem die Deckplatte des Ofens entfernt worden, mittelst eines in dem Arbeitslocal aufgestellten, um eine vertikale Achse drehbaren Krahn, von welchem Ketten mit Haken herabhängen, die in angemessener Weise an dem oberen Theile der Retorte eingehängt werden. Um die Retorte von Kohlen zu entleeren oder mit Holz zu beschicken, kann der eiserne Deckel abgenommen und mittelst Schrauben und Verstreichen der Fugen mit Lehm wieder dicht aufgesetzt werden. Zur Ableitung der erzeugten flüchtigen Producte ist in die Seitenwand der Retorte dicht unter dem Deckel ein kurzes seitwärts gehendes Rohr eingesetzt, welches durch einen entsprechenden Ausschnitt der Ofenwand hindurchgeht. Bei beginnender Destillation wird dieses Rohr durch eine über das Ende desselben geschobene und in das Ende der Kühlröhre eingesetzte Vorstofs- röhre oder in anderer angemessener Art mit dem Verdichtungsapparat in Verbindung gesetzt. Letzterer hat in verschiedenen Fabriken eine verschiedene Einrichtung. Gewöhnlich geschieht die Abkühlung durch kaltes Wasser, und der Kühlapparat besteht dann entweder in einem geraden oder schlangenförmigen kupfernen Rohr, welches innerhalb eines Kühlfasses, eines mit kaltem Wasser angefüllten Behälters, angebracht ist, oder er hat die durch Fig. 115 (s. folgende Seite) dargestellte Einrichtung.

Das in einem Gestell *e* aufgestellte Kühlrohr *b*, in welches die aus der Retorte kommenden Dämpfe bei *a* einströmen, ist zickzackförmig gebogen und in den horizontalen oder wenig geneigten Theilen von weiteren gußeisernen Cylindern oder Mänteln *c* umgeben, in deren Enden es wasserdicht befestigt ist. Die einzelnen Mäntel stehen durch Zwischenröhren *d* mit einander in Verbindung. Die Mäntel sind mit kaltem Wasser angefüllt und vertreten die Stelle des Kühlfasses. Das warm gewordene Wasser wird in ihnen nach Bedarf durch kaltes ersetzt, welches durch das Rohr *l* von dem höher stehenden Behälter *f* aus in den untersten Mantel eintritt, während das erwärmte Wasser durch das Rohr *g* und dem obersten Mantel abfließt. Das erwärmte Wasser ist demnach mit dem heißesten Theil des Kühlrohrs, auf welchen es also am ersten noch abkühlend wirken kann, das neu hinzuließende Wasser dagegen mit dem kältesten Theile, auf den das warme Wasser nicht mehr abkühlend wirken könnte, in Berührung, und da außerdem das hinzutretende Wasser sich möglichst wenig mit dem erwärmten Wasser mischt, vielmehr dasselbe vor sich her drückt, so ist dieser Apparat sehr geeignet, mit möglichst geringen Wassermengen eine berächtliche Ab-

Fig. 115.



kühlung zu bewirken. — Neben den condensirbaren flüchtigen Producten entwickelt sich bei der Destillation des Holzes eine beträchtliche Menge permanenter Gase; diese bestehen im Anfange hauptsächlich aus Kohlensäure, welcher sich alsbald ölbildendes Gas zugesellt; weiterhin, wenn die Hitze stärker wird, und dabei die glühende Kohle auf die sich bildende Kohlensäure einwirkt, und zugleich die Kohlenwasserstoff-Verbindungen sich durch die höhere Temperatur mehr und mehr zersetzen und wasserstoffreicher werden, bestehen sie hauptsächlich aus Kohlenoxydgas, Sumpfgas und Wasserstoffgas. Mit diesen genannten Gasen entweicht zugleich ein gewisser Theil der Theerdämpfe, indem die flüchtigsten Theile derselben sich der Verdichtung entziehen und gasförmig mit fortgehen, andere im verdichteten Zustande durch das Gas mit fortgerissen werden und dasselbe rauchig und trübe machen. Das Gemisch dieser Stoffe würde, wenn man es in die Luft ausströmen und unbenutzt entweichen lassen wollte, nicht nur die Fabrik und ihre Umgebung durch seinen Geruch belästigen, sondern es würde auch in den brennbaren Gemengtheilen desselben eine beträchtliche Menge Brennstoff verloren gehen. Man befolgt daher, von welcher Art auch der Kühlapparat seyn mag, in den Fabriken das Verfahren, diese Gasarten und Dämpfe in die Feuerung unter die Retorte zu leiten, wo sie zu Kohlensäure und Wasser, also zu geruchlosen Producten, verbrennen, und durch die dabei erzeugte Wärme in erheblichem Maasse zur Heizung der Retorte beitragen, so dass in den späteren Perioden der Destillation wenig oder gar kein Brennstoff mehr nachgelegt wird. Die Abkühlung derselben in den Ofen geschieht durch das mit einem Hahn versehene Rohr *h*, welches dicht über der Stelle, wo die condensirte Flüssigkeit aus dem Kühlrohr

abfließt, von demselben ausgeht. Damit das Gasgemenge durch dieses Rohr, und nicht aus der Mündung des Kühlrohrs austritt, muss letztere innerhalb der ersten Vorlage *i* sich beständig unter dem Niveau der Flüssigkeit befinden. Diese Vorlage steht zu diesem Zweck durch ein höher liegendes Seitenrohr *k* mit der zweiten Vorlage in Verbindung, so dass die Flüssigkeit nur durch dieses Seitenrohr abfließen kann und deshalb in der ersten Vorlage ihr Niveau constant beibehält. Der Theer lagert sich wegen seines größeren specifischen Gewichts zu Boden, und sammelt sich deshalb hauptsächlich in der ersten Vorlage an, während der Holzessig mit einer geringeren Menge noch darin schwimmenden Theers in die zweite Vorlage übergeht. Statt der hier angenommenen hölzernen Vorlagen hat man in größeren Fabriken zwei oder mehrere in die Erde eingelassene gemauerte Cisternen, von denen jede durch ein am oberen Ende befindliches Rohr mit der nächst folgenden in Verbindung steht. Bei dieser Anordnung sammelt sich der größte Theil des Theers in der ersten Cisterne, während in den folgenden nur noch eine geringere Menge davon sich absetzt, und der Holzessig, von mechanisch darin schwimmendem Theer befreit, in die letzte Cisterne übergeht, von welcher aus er der weiteren Verwendung übergeben wird. Der Theer wird, wenn er sich in den Cisternen bis zu einer gewissen Höhe angesammelt hat, durch Pumpen, die bis auf den Boden derselben reichen, herausgeschafft.

Beim Betrieb einer solchen Holzdestillation lässt man zweckmäfsig im Anfang die Retorte aufer Verbindung mit dem Kühlrohr, bis das in dem Holz enthaltene Wasser größtentheils verdampft und ausgetrieben ist, und die Zersetzung des Holzes begonnen hat, was man an dem Geruch und der ganzen Beschaffenheit der aus dem Retortenrohr austretenden Dämpfe erkennt. Mit dem Wasserdampf ist dann auch der größte Theil der in der Retorte enthaltenen Luft ausgetrieben. Die Retorte wird nun durch die Vorstofsrohre mit dem Kühlrohr in Verbindung gesetzt, und die Destillation nimmt ihren Anfang; die Oeffnung des Rohrs *h*, um die Gase in den Ofen austreten und verbrennen zu lassen, darf indess nicht eher geschehen, als bis man sicher ist, dass der Apparat wenig oder gar keine Luft mehr enthält, weil sonst die Verbrennung sich in das Innere desselben fortpflanzen und eine gefährliche Explosion veranlassen könnte. Die Destillation wird nun ohne Unterbrechung fortgesetzt, bis der Retorteninhalt zuletzt ganz glühend ist und das Entweichen flüchtiger Producte aufhört, was man z. B. daran erkennt, dass an der Mündung des Rohrs *h* nur noch eine schwache Flamme sichtbar ist und das obere Ende des Kühlrohrs anfängt kalt zu werden. Sie dauert, nach Schubarth, wenn die Retorte  $\frac{1}{2}$  Decastère oder nahezu  $1\frac{1}{2}$  Klafter Holz fasst, etwa 8 Stunden, so dass also in 24 Stunden 3 Destillationen ausgeführt und  $4\frac{1}{2}$  Klafter oder ein Haufen Holz abgetrieben werden können.

Die relativen Mengen der aus dem Holz entstehenden Producte sind hauptsächlich von der Art des angewandten Holzes abhängig. Nach Stoltze, welcher darüber viele Versuche angestellt hat, geben die verschiedenen Hölzer, gleichen Trockenheitsgrad vorausgesetzt, bei der Destillation nicht sehr verschiedene Mengen überdestillirte Flüssigkeit, aber diese hat einen sehr verschiedenen Gehalt an Essigsäure. Die meiste und stärkste Säure geben die harten Laubbölzer, namentlich Birken-, Buchen- und Eichenholz, die schwächste dagegen die harzreichen Nadelhölzer. Werden die Hölzer zuvor mit verschiedenen Flüssigkeiten

ausgelaugt und von Harz und anderen löslichen Stoffen befreit, so geben sie sämtlich gleiche Mengen überdestillirte Flüssigkeit, nämlich 15 Loth von einem Pfund, aber diese hat gleichwohl einen sehr verschiedenen Säuregehalt. Das Stammholz giebt auch im Allgemeinen eine stärkere Säure, wie das Holz der jungen Zweige. Die nachfolgende Tabelle enthält einen Auszug der von Stoltze gefundenen Resultate:

100 Gewichtstheile der nachstehenden Hölzer, bis 30° R. getrocknet, geben:	Holz- säure.	Menge des K <sub>2</sub> O,CO <sub>2</sub> , in Granen, welche durch eine Unze der Holz- säure gesättigt wird.	Brenz- liches Oel.	Kohlen.	Gasarten und nicht conden- sirte Dämpfe.
Birke, <i>Betula alba</i> . . . . .	45,0	55	8,60	24,4	22,00
Buche, <i>Fagus sylvatica</i> . . . . .	44,0	54	9,55	24,6	21,85
Traubeneiche, <i>Quercus Robur</i>	43,0	50	9,06	26,2	21,74
Esche, <i>Fraxinus excelsior</i> . . . . .	46,8	44	8,80	22,1	22,30
Weißer Pappel, <i>Populus alba</i>	45,8	39	8,05	23,4	22,75
Ahlkirsche, <i>Prunus Padus</i> . . . . .	43,7	37	10,35	21,6	24,30
Wachholder, <i>Juniperus com- munis</i> . . . . .	45,8	29	10,73	22,7	20,77
Tanne, <i>Pinus Abies</i> . . . . .	41,2	29	13,70	21,2	23,90
Fichte, <i>Pinus sylvestris</i> . . . . .	42,4	28	11,80	21,5	24,30

Den Quantitäten von 28 und 55 Gran kohlen-sauren Kali's auf 1 Unze Holzessig, welche hiernach die Extreme für das Sättigungsvermögen desselben bilden, entsprechen beziehungsweise 4,3 und 8,44 Proc. wasserfreie Essigsäure. Der Gehalt des rohen Holzessigs an letzterer wird demnach in der Regel zwischen diesen Zahlen liegen, oder, da man meist harte Hölzer anwendet, und der Mangel so vollständiger Austrocknung dadurch, dass man das hygroskopische Wasser des Holzes zu Anfang der Destillation größtentheils entweichen lässt, mehr oder weniger compensirt wird, der letzteren Zahl näher kommen. Unter Voraussetzung der letzteren Zahl giebt z. B. das Birkenholz bei der trockenen Destillation 3,798 Proc. seines Gewichts wasserfreie Essigsäure. Die Mengen-Verhältnisse der Zersetzungsproducte werden indess noch durch einen andern Umstand bedingt, nämlich durch den langsameren oder rascheren Gang der Destillation. Die Erfahrung hat in dieser Beziehung (durch die Versuche von Stoltze, Winkler und Karsten) gelehrt, dass die Menge der flüchtigen kohlenstoffhaltigen Producte, also des Holzessigs und des Theers, weit größer ist, wenn das Holz möglichst rasch den vollen Hitzgrad erhält, als wenn es langsam und allmähig zum Glühen gelangt, dass nämlich in dem letzteren Fall der entweichende Wasserstoff und Sauerstoff weniger Kohlenstoff zu flüchtigen Verbindungen disponiren, sondern in größerer Menge unter sich zu Wasser zusammentreten, daher denn auch die Menge der rückständigen Kohle weit größer, und für die Holzverkohlung ein langsamer Gang der Operation am angemessensten ist. Nach vorhandenen Angaben gewinnt man im Großen, wenn das Holz auf beschriebene Art destillirt wird, von 100 Ctr. Holz (welches nicht näher bezeichnet ist)  $25\frac{9}{16}$  Ctr. Kohlen, 59 Ctr. oder 2400 Quart Holzessig von 1,027 spec. Gew. und 9 Ctr. Theer.

Der rohe Holzessig ist eine dunkelbraune klare Flüssigkeit von säuerlich theer- und rauchartigem Geruch und entsprechendem Geschmack.

Er enthält aufer Wasser, Essigsäure, einer geringen Menge essigsauren Ammoniaks und vielleicht noch anderen aus dem Holz gebildeten sauren oder basischen Stoffen Holzgeist und essigsaures Methyloxyd, Pyroxanthin, hauptsächlich aber, als Materien, denen er seine charakteristische Beschaffenheit verdankt, eine gewisse Menge der eigentlichen Theerbestandtheile, nämlich sogenanntes Brandharz, Brandextract und Brandöle. Einem dieser letzteren, dem Kreosot, welches z. B. im Holzessig aus Buchenholz zu  $1\frac{1}{2}$  Prc. enthalten seyn soll, verdankt er die Eigenschaft, organische Stoffe zu conserviren und in ausgezeichnetem Maasse vor Fäulniss zu schützen. Fleisch, mit Holzessig bestrichen, trocknet indess zu einer zähen und harten Masse aus, die kaum noch genießbar ist, weshalb die Anwendung des Holzessigs zu diesem Zweck wenig Eingang gefunden hat. Es ist indess zu vermuthen, dass diese ungünstige Wirkung hauptsächlich in der zu großen Concentration des Holzessigs seinen Grund hat, und dass man bei angemessener Verdünnung desselben mit Wasser das Fleisch in einem vollkommen genießbaren Zustand erhalten und dadurch das Räuchern ersetzen kann. Mehr Anwendung findet diese Eigenschaft des Holzessigs, um Holzwerk etc. vor Fäulniss zu schützen, indem man es mit Holzessig für sich, oder nachdem man ihn mit einer Basis gesättigt hat, bestreicht. Am wirksamsten dürfte dazu wohl das holzessigsaurer Eisen seyn. Auch in der Medicin, um von gewissen Wunden, namentlich Krebschäden, die Fäulniss abzuhalten, wird diese Eigenschaft des Holzessigs benutzt. Der bei Weitem größere Theil des Holzessigs dient indess, theils um verschiedene essigsaure Salze, die in der Färberei und beim Zeugdruck in großer Menge verbraucht werden, und dazu schon im mehr oder weniger unreinen Zustande brauchbar sind, daraus anzufertigen, theils zur Darstellung reiner concentrirter Essigsäure oder essigsaurer Salze, oder endlich eines zum Gebrauch an Speisen geeigneten Essigs, welche letztere Verwendung indess wegen der beträchtlichen mit der gänzlichen Entfernung der brenzlichen Stoffe verbundenen Kosten nur in den Ländern, wo, wie z. B. in Großbritannien, die Essigerzeugung aus Alkohol wegen hoher Steuer sehr kostspielig wird, mit ökonomischem Vortheil auszuführen ist. Die unreinen essigsauren Salze, zu denen der Holzessig verarbeitet wird, sind hauptsächlich essigsaures Eisenoxydul und essigsaure Thonerde (Eisen- und Alaunbeize, s. d. Art.), welche beide gewöhnlich nur im aufgelösten Zustande angefertigt und verkauft werden. Zu ihrer Bereitung wird der rohe Holzessig am besten vorher nochmals destillirt und dadurch von dem größten Theil der brenzlichen Stoffe befreit. Das essigsaure Eisenoxydul entsteht dann dadurch, dass man Eisenspähne, Nägel etc. in die Säure legt, und damit in Berührung lässt, bis sie sich unter Wasserstoffentwicklung mit Eisenoxydul gesättigt hat. Das ungelöste Eisen kann von den Theerstoffen, welche sich darauf niederschlagen und die Einwirkung der Säure verhindern, durch Ausglühen wieder befreit werden. Die essigsaure Thonbeize wird theils in den Holzessigfabriken selbst, theils in den Färbereien und Druckereien dargestellt. In den ersteren bereitet man zu diesem Zweck meistens ein unreines essigsaures Bleioxyd, oft auch essigsauren Kalk, welche Salze dann mit Alaun oder schwefelsaurer Thonerde niedergeschlagen werden, worauf man die Lösung von dem Bodensatz decantirt. Das essigsaure Bleioxyd wird durch Auflösen von Bleioxyd in einmal umdestillirtem Holzessig dargestellt, worauf man die Flüssigkeit abdampft, bis sie, durch Bindung des noch vorhan-

denen Wassers als Krystallwasser, beim Erkalten zu einer schwarzbraunen unkrystallinisch aussehenden und theerartig riechenden Masse erstarrt. Auch in reinerer krystallisirter Form, als Bleizucker, wird dieses Salz in großer Menge aus Holzessig dargestellt, derselbe muss indess zu diesem Zweck schon ziemlich rein und von Brandöl befreit seyn, weil sonst das Salz nicht zum Krystallisiren zu bringen ist, sondern nur schwammartige Efflorescenzen bildet. Nach Colin kann man in einem solchen Fall, wenn der Gehalt an Brandöl nicht zu groß ist, die Krystallisation dadurch bewirken, dass man die Lösung mit geringem Zusatz von Salpetersäure zum Kochen erhitzt, die dadurch ausgeschiedene braune Materie absondert, und die Flüssigkeit, welche nun eine rothe Farbe angenommen hat, mit Kohlenpulver behandelt, worauf sie durch Abdampfen ausgebildete Krystalle von Bleizucker giebt. Der essigsaurer Kalk wird durch Sättigen des Holzessigs mit Kalkhydrat oder Kreide dargestellt, und fällt deshalb verhältnissmäßig rein aus, weil bei der Sättigung ein großer Theil der Theerbestandtheile in Verbindung mit Kalk sich unlöslich ausscheidet und entfernt wird, worauf man die Lösung, nachdem sie sich geklärt hat, klar abzieht und, insofern sie nicht mit Alaun gefällt werden soll, zur Trockne verdampft. In gewissen Fabriken wird aus dem so bereiteten Kalksalz, nachdem es auf eisernen Platten ganz ausgetrocknet worden, die Säure durch Zusatz von mit ihrem gleichen Gewicht Wasser verdünnter Schwefelsäure abdestillirt, und in diesem Zustande zur Darstellung von krystallisirtem Bleizucker verwendet.

Unter den Mitteln, den Holzessig weiter zu reinigen, ist das einfachste die Destillation, welche gewöhnlich aus einer kupfernen Destillirblase mit kupfernem Kühlapparat vorgenommen wird. Im Anfange geht dabei eine durch Pyroxanthin gelb gefärbte Flüssigkeit (roher Holzspiritus) über, welche aus Wasser, Holzgeist, essigsauerm Methyloxyd, Xylit etc. besteht, und meist für sich genommen wird. Später wird das Destillat immer reicher an Essigsäure. Bei vorsichtiger langsamer Erhitzung werden, nach Stoltze, die ersten  $\frac{7}{8}$  des Destillats vollkommen farblos erhalten; darauf folgt  $\frac{1}{16}$  sehr starke, aber gelb oder braun gefärbte Säure, und der Rückstand besteht aus Brandharz und Brandextract, welche schon theilweise verkohlt sind. Die überdestillirte farblose Säure hat noch einen sehr starken brenzlichen Geruch und Geschmack; an der Luft färbt sie sich allmählig wieder gelb, indem die brenzlichen Stoffe sich oxydiren und verändern. Eine solche gelb gewordene Säure wird durch nochmalige Destillation wieder farblos, hat aber ihren unangenehmen Geruch und Geschmack in ziemlich unvermindertem Grade beibehalten, und durch bloße wiederholte Destillation kann der Holzessig überhaupt nicht davon befreit werden.

Die bekannten Methoden, dem Holzessig die letzten Antheile der brenzlichen Stoffe zu entziehen, führen sämmtlich nur schwer und unvollständig zum Ziel. Sie zerfallen in zwei Abtheilungen, je nachdem die Reinigung des Holzessigs ohne Sättigung mit einer Basis geschieht, oder derselbe in ein essigsaurer Salz verwandelt, und daraus durch eine stärkere Säure die Essigsäure wieder abgeschieden wird. Zu der ersteren Abtheilung gehören die von Stoltze gemachten Vorschläge, nach denen der Holzessig zunächst zur Trockne abdestillirt, und dann in dem Destillat der Rest der brenzlichen Stoffe durch Behandlung mit oxydierenden Materien zerstört wird. Stoltze giebt dazu namentlich folgende drei Vorschriften; 1) Zu einem Oxhoft destillirter Säure werden 12 Pfund

feingepulverter Braunstein gemengt, und dieses Gemenge 12 Stunden lang einer Temperatur von etwa  $90^{\circ}$  ausgesetzt. Darauf werden 90 Pfund gut gebrannte, zerstoßene Holzkohle zugefügt und das Gemenge noch 12 Stunden lang bei derselben Temperatur gehalten. Der brenzliche Geruch der Flüssigkeit ist dann größtentheils verschwunden, und sie wird nun bis zur Trockne abdestillirt. Ein Theil der Essigsäure bleibt dabei als essigsaures Manganoxydul in Rückstand. 2) Statt dessen werden zu derselben Menge destillirter Säure entweder bloß 12 Pfund Schwefelsäure oder besser  $7\frac{1}{2}$  Pfund Braunstein und 11 Pfund Schwefelsäure genommen, und dann auf gleiche Weise wie in 1) verfahren. Der brenzliche Geruch verschwindet hier noch schneller und die Säure kann daher eher abdestillirt werden. 3) Zu einem Oxhoft destillirter Säure werden 9 Pfund Kochsalz,  $3\frac{1}{2}$  Pfund Braunstein und  $5\frac{1}{2}$  Pfund Schwefelsäure genommen und im Uebrigen auf dieselbe Art verfahren. Die von einem dieser Gemische abdestillirte Säure ist farblos, hat aber immer noch einen schwachen brenzlichen Geruch. Sie muss daher noch 12 Stunden lang mit  $\frac{1}{3}$  ihres Gewichts gepulverter Holzkohle hingestellt und digerirt werden. Die mit Zusatz von Schwefelsäure gereinigte Säure enthält außerdem schweflige Säure, weshalb mit dem Kohlenpulver zugleich Braunstein zugesetzt wird, von welchem man die Säure nachher abdestillirt. Hat sie dann noch einen fremden Geruch, so wird sie nochmals mit  $\frac{1}{8}$  Holzkohle umdestillirt. Stoltze giebt an, nach diesen Methoden aus Holzessig ganz reine Essigsäure erhalten zu haben, es scheint jedoch nicht, dass sie für die Ausführung im Großen irgendwo Eingang gefunden haben. — Nach einer andern, dieser Abtheilung angehörenden, und von P a s c h angegebenen Methode, über deren fabrikmässige Ausführung dem Verf. indess auch nichts Näheres bekannt geworden ist, wird der Holzessig zuerst destillirt und dabei zugleich nach einem geheim gehaltenen Verfahren von einem Theil seines Wassers befreit. Dann filtrirt man ihn durch ein Dumont'sches Filter, welches mit gut ausgeglühter, vor der Anwendung schon mit gereinigtem Essig durchtränkter Birkenholzkohle angefüllt ist. Der durchfiltrirte Essig, welcher von brenzlichem Geruch noch nicht frei ist, wird hierauf mit etwas Knochenkohle, die vorher mit Salzsäure ausgezogen wurde, behandelt, und dann nochmals filtrirt, worauf er im Wesentlichen rein seyn soll. Durch ein als Geheimniss bewahrtes Mittel wird er indess außerdem noch von einer Substanz befreit, durch welche hineingelegte Zwiebeln, Fleisch und andere Nahrungsmittel eine anfänglich rothe und dann braune Farbe erhalten.

Das in den Fabriken zur Gewinnung reiner Essigsäure aus Holzessig gewöhnlich und in großem Maafsstabe angewendete Verfahren gehört der zweiten Abtheilung an und wurde der Hauptsache nach von M o l l e r a t angegeben. Es besteht wesentlich darin, dass man aus dem Holzessig zunächst durch Sättigung mit Kalk und Fällen der Lösung mit Glaubersalz essigsaures Natron herstellt, dass man dieses Salz durch Krystallisation reinigt, und dann im trockenen Zustande so weit erhitzt, dass es selbst noch nicht zersetzt wird, die beigemengten brenzlichen Stoffe aber verkohlt und dadurch unlöslich werden, worauf man das reine Salz durch Auslaugen aus der Kohle auszieht und daraus die Essigsäure wieder ausscheidet. Der Holzessig wird zu diesem Zweck, theils mit, theils ohne vorausgegangene Destillation, in einen großen Kessel oder Behälter gebracht, und in der Wärme und unter Umrühren

mit kohlenurem Kalk oder Kalkhydrat gesättigt. Bei Anwendung von kohlenurem Kalk werden die letzten Antheile der Säure durch Hinzufügung von Kalkhydrat neutralisirt. Während der Sättigung wird ein Theil der brenzlichen Stoffe in Verbindung mit Kalk als braune Masse ausgeschieden, die sich zum Theil auf die Oberfläche begiebt und abgeschöpft wird. Die neutralisirte Flüssigkeit lässt man ruhig stehen, bis sich der überschüssige Kalk abgesetzt hat, zieht sie dann klar ab, und verdampft sie in einem Kessel bis zu 15° B. Sie wird hierauf mit einer concentrirten Lösung von Glaubersalz in Wasser vermischt und damit tüchtig umgerührt, wobei schwefelsaurer Kalk als dicker Niederschlag sich ausscheidet und essigsäures Natron gelöst bleibt. Wenn diese Zersetzung vollständig stattfände und überhaupt hierbei kein anderer Umstand zu berücksichtigen wäre, so würde man die von dem Glaubersalz erforderliche Menge aus der Quantität und dem Säuregehalt des angewandten Holzessigs berechnen können. Versuche haben indess gezeigt, dass der essigsäure Kalk durch Glaubersalz nicht vollständig zersetzt wird, sondern dass ein Theil desselben, selbst wenn überschüssiges Glaubersalz in der Flüssigkeit vorhanden ist, unzersetzt bleibt, eine Erscheinung, die vielleicht in der Bildung eines Doppelsalzes ihren Grund hat. Außerdem soll ein Theil des schwefelsauren Natrons sich in Verbindung mit schwefelsaurem Kalk als schwerlösliches oder unlösliches Doppelsalz niederschlagen. Die Menge des Glaubersalzes lässt sich daher nicht durch Rechnung finden, sondern wird am besten durch einen im Kleinen angestellten Versuch bestimmt, indem man einem bestimmten Maafs der Kalklösung so lange Glaubersalz-Auflösung hinzufügt, als dadurch noch, wenn auch erst nach einiger Zeit, ein Niederschlag entsteht, das Volumen der verbrauchten Auflösung bestimmt und darnach die für die ganze Kalklösung nöthige Menge berechnet. Der durch Glaubersalz nicht zersetzbare Antheil des essigsäuren Kalks kann zuletzt durch Soda zersetzt und dadurch die ganze Essigsäure in Natronsalz übergeführt werden. Nachdem der Gyps sich möglichst ausgeschieden und sich vollständig abgesetzt hat, wird die Flüssigkeit klar davon abgezogen, der Bodensatz wieder mit etwas Wasser angerührt, und dieses nach dem Absetzen ebenfalls abgezogen und mit der ersteren Flüssigkeit vereinigt. Die ganze Lösung von essigsäurem Natron wird hierauf in flachen Pfannen abgedampft, wobei sich noch Brandharz in großer Menge auf der Oberfläche ausscheidet, welches beständig abgeschäumt wird. Das Abdampfen wird, je nach der Jahreszeit, bis zu dem specif. Gew. 1,225 oder 1,23 fortgesetzt. Die Flüssigkeit bleibt hierauf noch kurze Zeit in der Pfanne, damit der durch das Verdampfen etwa ausgeschiedene Gyps sich absetzt, und wird hierauf in Fässer abgezogen, in welchen das essigsäure Natron innerhalb einiger Tage in großen, gut ausgebildeten, aber stark gefärbten Krystallen anschießt. Die Mutterlauge wird wiederholt abgedampft und dadurch noch mehr von dem krystallisirten Salz gewonnen. Zuletzt bleibt eine Flüssigkeit übrig, die keine Krystalle mehr giebt und eine schwarzbraune Farbe hat. Sie kann zur Trockne abgedampft und der Rückstand durch Glühen in kohlenures Natron verwandelt und so verwertbet werden. Die gewonnenen Krystalle werden noch ein oder einige Male umkrystallisirt, bis sie für die nachfolgende Operation, das Schmelzen oder Rösten, hinreichend rein erscheinen. Diese wird gewöhnlich in einem halb kugelförmigen eisernen Kessel vorgenommen, welcher oft so groß ist, dass darin 1000 Pfund essigsäures Natron auf

einmal behandelt werden können. Das in den erwärmten Kessel eingetragene Salz schmilzt zunächst in seinem Krystallwasser, verliert dann dasselbe allmählig und wird dabei wieder fest. Die Hitze wird nun nach und nach verstärkt, wobei die brenzlichen Stoffe theils verflüchtigt, theils verkohlt oder durch den Sauerstoff der Luft oxydirt werden, das essigsaure Natron aber so viel als möglich unzersetzt bleiben soll. Um diesen Erfolg zu erreichen, muss die Hitze nur langsam und allmählig und auch gegen das Ende der Operation nicht höher als auf etwa 260° gesteigert, und die Masse, die im Anfange fest ist, später aber, durch das Schmelzen des wasserfreien Salzes, wieder flüssig wird, dabei unausgesetzt mit eisernen Rechen umgerührt werden, damit alle ihre Theile möglichst gleichmäÙig die Einwirkung der Hitze erfahren und kein Theil lange mit der heißen Kesselwand in Berührung bleibt. Dies ist um so mehr nothwendig, als die Zersetzung, wenn sie erst einen Theil des Salzes ergriffen hat, mit Schnelligkeit um sich greift und dann leicht die ganze in Arbeit befindliche Portion zerstört. Ein kleiner Antheil des Salzes wird übrigens immer, auch bei richtig geleiteter Operation, zersetzt. Die Operation ist zu Ende, wenn das Salz rubig wie Oel fließt und nicht mehr aufschäumt, was bei einer Quantität von 1000 Pfund nach etwa 24 Stunden eintritt; man lässt es dann in dem Kessel oder in Formen, in welche es im noch flüssigen Zustande gegossen wird, erkalten und erstarren, worauf es eine schwarze Masse bildet. Diese wird endlich mit heißem Wasser ausgezogen, die Lösung durch Absetzen von der Kohle getrennt, zu welchem Zweck sie nicht über 15° B. stark seyn darf, und dann wieder krystallisiren gelassen. Ist das so erhaltene Salz noch nicht hinreichend farblos und rein, so wird es nochmals geschmolzen, wieder aufgelöst und krystallisiren gelassen.

Das essigsaure Natron wird theils als solches in den Handel gebracht, theils zur fabrikmäßigen Darstellung der Essigsäure verwendet. Letztere besteht darin, dass man das krystallisirte Salz, welches 6 At. Wasser enthält, mit 1 At. oder 36 Proc. seines Gewichts Schwefelsäure von 1,85 specif. Gew. der Destillation unterwirft, wodurch eine Säure erhalten wird, die auf 1 At. wasserfreie Essigsäure 7 At. Wasser, oder in 100 Th. 44,7 Th. wasserfreie Säure (= 52,6 Th. Essigsäurehydrat) enthält. Nach Schubarth wird diese Destillation aus einer gusseisernen, 240 Quart fassenden, Blase mit kupfernem Helm und Kühlrohr vorgenommen. In die Blase werden 200 Pfund des Salzes geschüttet, der Helm aufgesetzt und lutirt, und dann durch eine mit Stöpsel versehene Oeffnung die nöthige Menge Schwefelsäure nach und nach in die Blase eingegossen, worauf die Essigsäure abdestillirt wird. Das in der Blase bleibende schwefelsaure Natron wird mit Hülfe von Brecheisen herausgebrochen. Die überdestillirte Säure enthält etwas Kupfer aufgelöst, und wird daher, namentlich die zu Speisen bestimmte, noch ein zweites Mal aus einer kupfernen Blase mit silbernem Helm und Kühlrohr umdestillirt, wobei man zugleich das Destillat portionenweise auffangen und dadurch eine Säure von verschiedener Stärke darstellen kann. Die so erhaltene Essigsäure hat immer noch einen gewissen Nachgeschmack, und einen unbedeutenden, jedoch bemerklichen Geruch nach Brandöl, der sich indess durch Behandlung mit einer geringen Menge Beinkohle ganz wegnehmen lässt, von welcher, wenn sie vorher mit Salzsäure ausgezogen war, die Säure nur abgegossen zu werden braucht. Sie ist dann, in gehörigem Maasse mit Wasser verdünnt, zu allen Zwecken,

wozu Essig gebraucht wird, anwendbar, hat aber meist einen weniger angenehmen und schärfer sauren Geschmack, wie ein durch Gährung gewonnener Essig von gleichem Säuregehalt, was darin seinen Grund hat, dass der letztere meist noch andere organische Stoffe enthält, welche den sauren Geschmack milder machen. Der aus dem Holzeßig bereitete Speiseessig wird daher, um ihn dem durch Gährung gewonnenen ähnlicher zu machen, meist mit gewissen Stoffen, z. B. Essigäther oder Wein, vermischt und ihm außerdem durch gebrannten Zucker eine gelbliche Farbe ertheilt.

Statt des Natronsalzes wird auch oft der durch Sättigung des Holzeßigs mit Kalk und Abdampfen zur Trockne dargestellte essigsäure Kalk geröstet, um dabei in gleicher Art, wie bei jenem, die brenzlichen Stoffe zu zerstören. Der essigsäure Kalk wird jedoch schon bei weit niedrigerer Temperatur zersetzt wie das Natronsalz, und die Zerstörung der brenzlichen Stoffe ist daher nicht zu erreichen, ohne zugleich einen beträchtlichen Theil desselben zu zersetzen, wodurch der Vortheil der gröfseren Wohlfeilheit des Kalksalzes wieder aufgehoben wird. Er lässt sich indess gewiss in den Fällen mit Vortheil anwenden, wo man nicht eine ganz reine Essigsäure, sondern nur eine solche, die zur Darstellung von Bleizucker und andern Salzen brauchbar ist, herstellen will, welcher Fall auch im Vorhergehenden bereits berührt wurde. *Schn.*

#### Holzfasern s. Pflanzenfaser.

Holzgeist, Holzspiritus, Holzalkohol, *esprit de bois, esprit pyro-xylique, pyroligneous spirit, pyroxyt-spirit*. Unter diesen Benennungen versteht man theils ein Gemenge verschiedener flüchtiger Producte, welche durch Zersetzung des Holzes in der Wärme gebildet werden, theils eins dieser Producte, welches den Hauptbestandtheil jenes Gemenges ausmacht, im reinen Zustande. Letzteres Product führt in der wissenschaftlichen Sprache den Namen Methyloxydhydrat, und wird unter diesem Namen abgehandelt werden, im vorliegenden Artikel ist dagegen blofs von dem Gemenge jener flüchtigen Stoffe die Rede. Wenn das Holz, wie es im Grofsen zur Gewinnung des Holzeßigs geschieht, der trockenen Destillation unterworfen wird, so verdichten sich die condensirbaren flüchtigen Producte zu zwei Flüssigkeiten, dem Holztheer und dem Holzeßig, welche beide von sehr gemengter Natur sind, und hinsichtlich deren auf die betreffenden Artikel verwiesen wird. Der Holzeßig wird, um ihn behufs Erzeugung von Essigsäure oder essigsäuren Salzen zu reinigen, gewöhnlich zunächst der Destillation unterworfen, entweder für sich, in welchem Falle die Essigsäure selbst überdestillirt, oder nachdem man ihn vorher mit Kalk gesättigt hat, in welchem Falle die Gewinnung des Holzgeistes der einzige Zweck der Destillation ist. Das bei der Destillation zuerst übergehende, aus den flüchtigsten Beimengungen des Holzeßigs bestehende, geistig und zugleich brenzlich riechende Destillat bildet das, was man rohen Holzgeist nennt. Es hat eine gelbe Farbe, die von aufgelöstem Pyroxanthin und zugleich von brenzlichen Stoffen herrührt und an der Luft allmählig dunkler wird, und ist ein Gemenge von mancherlei verschiedenen Stoffen, deren Natur zum Theil noch nicht genügend aufgeklärt ist und die auch in wechselnden Mengenverhältnissen darin vorkommen scheinen. Die hauptsächlichsten Bestandtheile, welche man

darin unterschieden hat und hinsichtlich deren im Uebrigen auf die betr. Artikel verwiesen wird, sind, aufser Wasser, Essigsäure — welche jedoch in dem Falle, dass der Holzessig vor der Destillation mit Kalk gesättigt wurde, fehlt — und etwas Ammoniak, Methyloxydhydrat, essigsaures Methyloxyd (Reichenbach's Mesit), Aceton, Xylit (Lignon, Formosals, Xylit) und Mesit von Weidmann und Schweizer, Pyroxanthin, brenzliche Oele u. a., und zwar sind von diesen das Methyloxydhydrat und das essigsaure Methyloxyd diejenigen, welche gewöhnlich in größter Menge vorzukommen scheinen und den Holzgeist hauptsächlich charakterisiren. Diese beiden, so wie die übrigen geistig riechenden Flüssigkeiten haben ein geringeres specif. Gewicht als Wasser, man kann daher, um den Zeitpunkt, bis zu welchem das Destillat für sich aufzufangen ist, zu bestimmen, das Aräometer anwenden, wobei indess zu bemerken ist, dass durch das Wasser, die Essigsäure und das essigsaure Ammoniak das specif. Gewicht vergrößert wird, und man daher erst erfahrungsmäßig feststellen muss, bei welchem specif. Gewichte das Destillat noch hinreichend viel von den geistigen Flüssigkeiten enthält, um es als Holzgeist ansehen und verwenden zu können. Nach Berzelius richtet man sich blofs nach dem geistigen Geruch und der gelben Farbe des Destillats und wechselt die Vorlage, wenn beide merklich abnehmen. Im Allgemeinen gewinnt man so von 100 Th. Holzessig 10 bis 15 Th. rohen Holzgeist.

Der rohe Holzgeist ist wegen seines beträchtlichen Gehalts an Wasser, Essigsäure und brenzlichen Stoffen zu Anwendungen nicht geeignet, sondern er muss dazu erst von diesen Beimengungen einigermaßen befreit und seine eigentlich geistige Masse in concentrirterer Form dargestellt werden, in welchem Zustande man ihn dann gereinigten Holzgeist nennt. Das Mittel, welches dazu gewöhnlich in Anwendung kommt, ist der Kalk; dieser neutralisirt die Essigsäure und schlägt das Pyroxanthin und einen großen Theil der aufgelösten brenzlichen Stoffe als eine gelbbraune harzartige Masse nieder; zugleich zersetzt er aber auch das essigsaure Methyloxyd, damit essigsauren Kalk und Methyloxydhydrat bildend, welche Zersetzung jedoch nur schwer, und nur dadurch, dass man den Kalk längere Zeit und in der Wärme auf den Holzgeist wirken lässt, einigermaßen vollständig zu Stande kommt. Der Kalk wird im gelöschten Zustande, als pulveriges Hydrat, angewendet, mit welchem man — nach Berzelius 8 Maafs Kalkhydrat auf 100 Maafs Holzgeist — den Holzgeist unter öfterem Umschütteln einige Zeit in Berührung lässt, worauf die Mischung destillirt und das übergehende geistige Destillat als gereinigter Holzgeist aufgefangen wird. Derselbe ist nun um Vieles reiner wie zuvor, hat aber noch eine gelbe Farbe und brenzlichen Geruch; er wird zur weiteren Reinigung wieder mit Kalk in Berührung gebracht und destillirt, und dieses Verfahren, bei welchem zugleich wieder ein Antheil Wasser im Destillirgefäß zurückbleibt, nach Befinden noch mehrere Male wiederholt. Man erhält dadurch den Holzgeist zuletzt als eine farblose Flüssigkeit, die sich auch an der Luft nicht mehr färbt und mit Wasser sich ohne Trübung mischen lässt, gleichwohl aber durch den Geruch meist noch einen Gehalt an brenzlichen Oelen zu erkennen giebt und außerdem eine gewisse Menge freies Ammoniak enthält. Von den brenzlichen Oelen kann man ihn, nach Berzelius, befreien, indem man ihn in einem Dumont'schen Filter durch gepulverte und gut ausgeglühte Birken-

kohle filtrirt, und dann mit einem fetten Oele schüttelt, welches den Rest der brenzlichen Stoffe aufnimmt; das Ammoniak lässt sich nach ihm am besten dadurch entfernen, dass man den Holzgeist mit einer geringen Menge einer concentrirten Alaunauflösung vermischt, wobei schwefelsaures Ammoniak und Thonerdehydrat gebildet wird, welches die letzte Spur der brenzlichen Stoffe mit niederschlägt, worauf dann durch Abdestilliren der Holzgeist möglichst rein erhalten wird. In diesem Zustande besteht er zwar hauptsächlich aus Methyloxydhydrat, enthält aber immer noch eine gewisse Menge Wasser und mehr oder weniger von den aufgezählten geistigen Flüssigkeiten, namentlich auch, trotz der wiederholten Behandlung mit Kalk, meist noch unzersetztes essigsäures Methyloxyd, welches jedoch für seine Anwendungen ohne erheblichen Nachtheil ist <sup>1)</sup>. In Betreff der Mittel, durch welche das Methyloxydhydrat aus ihm im reinen Zustande dargestellt werden kann, ist auf den Art. Methyloxydhydrat zu verweisen.

Der Holzgeist hat hinsichtlich der Natur seiner Hauptbestandtheile, was seine Brennbarkeit, sein Auflösungsvermögen etc. betrifft, große Aehnlichkeit mit dem Alkohol, und kann daher für manche Zwecke diesen in der Anwendung ersetzen. Man benutzt ihn deshalb zum Brennen als wärmegebendes Material, wobei er jedoch rascher verdunstet und weniger Wärme giebt wie der Alkohol, weil er flüchtiger und an brennbaren Elementen relativ ärmer ist. In Vermischung mit  $\frac{1}{4}$  seines Volums Terpentinöl, welches Gemisch mit leuchtender Flamme brennt, kann er in gleicher Art, wie es mit einem entsprechenden Alkoholgemisch in den Lüdersdorf'schen Lampen geschieht, zum Brennen als Beleuchtungsmaterial benutzt werden. Man verwendet ihn außerdem zur Tischlerpolitur und zu Harzfirnissen, wozu er jedoch schon ziemlich rein seyn muss und wobei seine raschere Verdunstung ein Uebelstand ist, ferner in der Färberei zur Auflösung des Alkanna-Farbstoffs etc. Seine Benutzung hat indess bis jetzt keine große Bedeutung erlangt, theils weil er nur in geringeren Mengen producirt wird, theils weil er, wenigstens wenn er nicht gehörig gereinigt ist, den Alkohol nur unvollkommen ersetzt, daher wohlfeiler seyn muss wie dieser, dieses aber mit den zu seiner Reinigung aufzuwendenden Kosten meist nicht verträglich ist. In England, wo wegen der hohen Steuer der Weingeist viel theurer ist und die Holz-Destillation auch zur Erzeugung von Essig in größerer Ausdehnung betrieben wird, wird er jedoch ganz allgemein statt des Weingeistes angewendet. *Schn.*

### Holzgeistöl, Method. s. Xylit.

**Holzgrün.** Durch Ausziehen eines in Fäulniss begriffenen grün gefärbten Holzes, welches man häufig in dichten Waldungen antrifft, mit Ammoniak und Fällen der alkalischen Lösung mit verdünnter Säure erhielt Döbereiner einen harzigen Farbstoff, das sogenannte Holz-

<sup>1)</sup> Wird der Holzessig vor der Destillation mit Kalk gesättigt und von der so erhaltenen Flüssigkeit der Holzgeist abdestillirt, so ist derselbe schon frei von Essigsäure und enthält auch eine viel geringere Menge von brenzlichen Stoffen. Er wird daher in diesem Falle oft nicht wieder mit Kalk behandelt, sondern zu seiner Reinigung bloß für sich wiederholt destillirt. So behandelter Holzgeist, wie er namentlich in englischen Fabriken producirt wird, hat auch fast oder ganz den ursprünglichen Gehalt an essigsäurem Methyloxyd.

grün, als dunkelgrünen glanzlosen Niederschlag; derselbe ist luft- und lichtbeständig, in Wasser und Aether unlöslich, in Alkohol wenig, in Alkalien, concentrirter kalter Schwefelsäure und Salpetersäure mit smaragdgrüner Farbe leicht und ohne Zersetzung auflöslich. Beim Erhitzen entwickelt es, ohne zu schmelzen, weiße vanilleartig riechende Dämpfe. Seine Zusammensetzung ist unbekannt.

H. K.

Holzhuminsäure s. Humin.

Holzkohle s. Kohle.

Holz kupfererz (*Wood-Copper*). Ein faseriger Olivenit (s. d.) von einer Structur, welche an die des Holzes erinnert. Auf Kupfererzgängen in Cornwall und an einigen anderen Orten. Th. S.

Holzöl, *Wood-oil*, *huile empyreumatique de bois* wird das Oel genannt, welches bei der Holzessig- und Theerbereitung zuerst übergeht und durch Rectification erhalten werden kann. Seine Beschaffenheit ist sehr wechselnd nach der Art des Holzes, woraus es gewonnen wird, da bei harzreichen Hölzern Terpentinöl in Menge darin enthalten ist, bei anderen die Zersetzungsproducte ihrer eigenthümlichen Bestandtheile. Es enthält Eupion, Paraffin und Kreosot, ist frisch rectificirt gelblich, stark riechend, und bräunt sich bald an der Luft. Im Holzessig ist es in der Essigsäure gelöst vorhanden.

V.

Holzopal s. Opal.

Holz säure s. Holzessig.

Holzschwefelsäure, *acide vegeto-sulfurique*. Braconnot machte zuerst die Entdeckung, dass aus der Pflanzenfaser durch Behandlung mit Schwefelsäure eine gepaarte Säure entsteht. Er nannte dieselbe *acide vegeto-sulfurique*, welcher Name im Deutschen durch Holzschwefelsäure wiedergegeben wurde. Um sie zu erhalten, wird, nach Braconnot, Pflanzenfaser, z. B. leinene Lumpen oder Sägespähne, unter möglichster Vermeidung des Erhitzens mit concentrirter Schwefelsäure zusammen gerieben, bis sich alles zu einer gleichförmigen Masse gelöst hat. Diese Masse wird dann mit einer größeren Menge Wasser gemischt, und die Mischung mit kohlen-saurem Bleioxyd oder kohlen-saurem Baryt gesättigt, wobei die im Ueberschuss zugesetzte Schwefelsäure abgeschieden wird. Die filtrirte Flüssigkeit, welche neben einer gewissen Menge Dextrin und Zucker Holzschwefelsäure in Verbindung mit Bleioxyd oder Baryt enthält, wird von diesen Basen durch Schwefelwasserstoff oder in richtigem Verhältniss zugesetzte Schwefelsäure befreit, dann in gelinder Wärme zur Syrupconsistenz abgedampft und hierauf mit Alkohol behandelt, welcher das Dextrin abscheidet und die Holzschwefelsäure nebst dem Zucker auflöst. Der Alkohol wird wieder abgedampft, und der zurückbleibende Syrup mit Aether geschüttelt, welcher die Säure, mit Zurücklassung des Zuckers, auflöst. Durch Verdunsten der etwas gelb gefärbten Aetherlösung erhält man die Holzschwefelsäure als eine syrupartige, nicht krystallisirbare Masse, welche aus der Luft Feuchtigkeit anzieht, einen sehr sauren Geschmack besitzt und die Zähne stark angreift. In der Wärme wird sie sehr leicht zersetzt; schon bei einer noch nicht ganz 100° erreichenden Temperatur

wird sie schwarz, und enthält dann freie Schwefelsäure, so dass sie durch Barytsalze gefällt wird. Ueber 100° wird sie unter starker Entwicklung von schwelliger Säure gänzlich zerstört. Sie giebt mit Baryt und Bleioxyd und überhaupt mit allen Basen leicht lösliche Salze, welche zu gummiartigen Massen eintrocknen, und bei der trockenen Destillation unter reichlicher Entwicklung von schwelliger Säure ein mit Kohle gemengtes schwefelsaures Salz zurücklassen.

Später hat Blondeau de Carolles<sup>1)</sup> über die Holzschwefelsäure eine Untersuchung ausgeführt, deren Resultate, im Nachstehenden zusammengestellt, jedoch nicht zuverlässig zu seyn scheinen. Er nimmt zunächst, in Folge einer mit Baumwolle, welche nach einander mit verdünnter Schwefelsäure, Kali, Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen war, von ihm angestellten Analyse, an, dass die Pflanzenfaser gleich viel Atome von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalte, und folgert aus seinen Analysen der Holzschwefelsäure, dass ihre Zusammensetzung durch die Formel  $C_{18}H_{18}O_{18}$  auszudrücken sey. Die Holzschwefelsäure liess er durch Zusammenreiben von reiner Pflanzenfaser (also wahrscheinlich von auf angegebene Art behandelter Baumwolle) mit Schwefelsäure entstehen, worauf die gleichförmig gewordene Masse sogleich mit Wasser gemischt und mit kohlensaurem Bleioxyd gesättigt wurde. Die vom gebildeten schwefelsauren Bleioxyd abfiltrirte Flüssigkeit wurde durch Schwefelwasserstoff von ihrem Bleigehalt befreit, durch Verdunsten concentrirt und dann mit einem Gemenge von Alkohol und Aether gemischt, worin die Holzschwefelsäure, nach Blondeau de Carolles, unlöslich ist, wodurch sie also gefällt wird. Sie bildet, auf diese Weise dargestellt, eine syrupförmige, sehr saure zerfließliche Masse, in welcher sich jedoch als Spuren einer Krystallisation, nach einiger Zeit kleine weisse Punkte bilden. Beim Erwärmen ihrer wässrigen Lösung zerfällt sie in Schwefelsäure und Dextrin; dasselbe geschieht, wenn ihre Lösung mit salpetersaurem Baryt oder basisch-essigsäurem Bleioxyd vermischt wird, wobei schwefelsaurer Baryt oder schwefelsaures Bleioxyd sich ausscheidet, und Dextrin gelöst bleibt. Ihre Salze sind sehr leicht veränderlich und werden zum Theil schon durch die Kohlensäure der Luft zersetzt. Bei der trockenen Destillation entwickeln sie als Zersetzungsproduct Essigschwefelsäure. Das Barytsalz, durch Sättigen der Säure mit kohlensaurem Baryt und Verdunsten im Vacuo dargestellt, ist eine weisse, zerreibliche, in Wasser leicht lösliche Masse, und nach der Formel  $C_{18}H_{20}O_{20}, 2SO_3 \cdot BaO$  zusammengesetzt. Das Kalksalz, auf entsprechende Art dargestellt, ist dem Barytsalz ähnlich, und besteht aus  $C_{18}H_{20}O_{20}, 2SO_3 \cdot CaO$ . Das Bleisalz, durch Auflösen von kohlensaurem Bleioxyd in Holzschwefelsäure dargestellt, bildet federartige Krystalle, oder durch Austrocknung eine amorphe, leichtlösliche Masse. Es hat die Zusammensetzung  $C_{18}H_{20}O_{20}, 2SO_3 \cdot PbO$ .

Lässt man die Schwefelsäure längere Zeit auf die Pflanzenfaser einwirken, so hat die entstandene Holzschwefelsäure nach Blondeau de Carolles eine andere Zusammensetzung, indem die Pflanzenfaser sich dabei in einfacher zusammengesetzte Verbindungen spaltet. Wird die Mischung von Pflanzenfaser mit Schwefelsäure 12 Stunden stehen gelassen und dann erst mit Wasser verdünnt, und hierauf mit kohlen-

<sup>1)</sup> Journ. f. prakt. Chem. Bd. 32. p. 427.

saurem Kalk gesättigt, so erhält man durch Filtriren eine bräunlich gefärbte Flüssigkeit und aus derselben durch Verdunsten ein gelbliches Kalksalz (von Blondeau de Carolles zum Unterschiede von dem vorhergehenden, dessen Säure er mit a. Holzschwefelsäure bezeichnet, b. holzschwefelsaurer Kalk genannt), welches nach der Formel  $C_{10} H_{12} O_{12}, 2 SO_3 \cdot CaO$  zusammengesetzt ist. Wird die Mischung dagegen erst nach 24stündigem Stehen mit Wasser verdünnt und mit kohlen-saurem Kalk gesättigt, so hat das auf gleiche Art erhaltene Kalksalz (c. holzschwefelsaurer Kalk) die Zusammensetzung  $C_3 H_6 O_6, 2 SO_3 \cdot CaO$ . Schn.

### Holzspiritus s. Holzgeist.

Holztheer, *tar, goudron de bois, Pix liquida*, wird die dicke Flüssigkeit genannt, welche man bei der trockenen Destillation des Holzes erhält. Ueber die in diesem Gemenge enthaltenen Bestandtheile S. Bd. II. S. 560. Aufser der bisweilen bei der Verkohlung des Holzes in Meilern und namentlich bei der in Haufen stattfindenden Gewinnung von Holzessig und Holztheer (S. Art. Holzessig und Kohle), betreibt man an manchen Orten auch die Theergewinnung als Hauptfabrikation in sogenannten Pech- oder Theeröfen. Dieselben haben die Form eines oben durch einen Kegel geschlossenen Cylinders und sind mit einem Mantel von gleicher Gestalt umgeben, dessen Spitze aber offen ist. Der Zwischenraum zwischen Mantel und Ofen wird mit schlechtem Brennmaterial gefüllt; die Sohle des Ofens ist conisch nach der Mitte zu vertieft, von ihr führt ein enger gemauerter Kanal nach einer aufserhalb des Mantels angebrachten Grube und ist an seinem Ende mit einem abwärts gehenden Rohre versehen, welches in die in der Grube aufgestellten Fässer geleitet wird. Die Mündung des Kanals im Ofen ist mit einer gusseisernen Platte lose bedeckt, um das Einfallen von Kohle zu verhindern. Man füllt den Ofen von unten und oben mit möglichst harzreichen Holzabfällen, vermauert die Einsatzöffnungen und zündet das Brennmaterial zwischen Ofen und Mantel an. Die erste Einwirkung der Hitze bewirkt das Abfließen eines sauren Wassers gemengt mit ausgebratenem Terpentinöl und Harz; letztere schwimmen als gelbe weiche Masse oben auf und werden weifser Theer genannt. Bei weiter schreitender Wirkung der Hitze werden die Producte dunkler und zäher, zuletzt fast schwarz. Man gewinnt 10—12 Procent des Gewichtes des Holzes an Theer. Durch Destillation des weifsen Theers erhält man ein mit etwas brenzlichem Oel gemischtes, Kienöl genanntes, Terpentinöl, der Rückstand ist, wenn die Destillation nicht zu weit getrieben wird, weifses Pech. Destillirt man den schwarzen Theer mit Wasser, so bekommt man das Pechöl, ein Gemisch von Terpentinöl mit viel Brandöl und Brandharz, was durch Rectification farblos erhalten werden kann. Durch das Einkochen des Theers in eisernen Gefäfsen, wobei ein grofser Theil der flüssigen Oele verjagt wird, gewinnt man das schwarze oder Schiffspech.

Man gebraucht den Theer als Wagenschmiere, um Holz vor Luft und Feuchtigkeit zu schützen, zum Theeren der Schiffe, der Taue, des wasserdichten Seegeltuches, zum Trockenlegen feuchter Mauern etc., mit etwa seinem dreifachen Gewicht Ziegelmehl gemengt als Brunnenmacherkitt. Die flüssigeren durch einmalige Destillation zu erhaltenden Oele können vortheilhaft zur Leuchtgasfabrikation verwendet werden.

In Russland gewinnt man aus Birkenholz Theer, Deggut oder Doggert genannt, welcher sehr flüchtig ist und zum Einschmieren des Juften-Leders verwendet wird. V.

Holzulminsäure s. Humus.

Holzanthogensäure s. Methyloxydsulfokohlensäure.

Holzzinn (*Wood-Tin*). Faseriger Zinnstein (s. d.) von Holzstructur und gewöhnlich auch Holzfarbe. Findet sich besonders im zinnsteinführenden Schuttlande (Zinnseifen) in Cornwall und Brasilien und scheint ursprünglich ein Gangerzeugniß zu seyn. Th. S.

Hombert's Phosphor nennt man ein Gemenge von Chlorcalcium mit Kalk, wie man es z. B. bei der Bereitung von Ammoniak aus Salmiak mit überschüssigem Kalkhydrat erhält, weil diese Substanz, geglüht und einige Zeit in einem verschlossenen Gefäße der Sonne ausgesetzt, die Eigenschaft erlangt, nachher im Dunkeln zu leuchten. V.

Hombert's Pyrophor. Diese Mischung von Kohle, Thonerde und Schwefelkalium erhält man durch Glühen eines Gemenges von 3 Th. Alaunpulver mit 1 Th. Mehl. Man bringt dasselbe in ein mit einem Kreidestöpsel verschlossenes Medicinglas, welches in einen Tiegel eingesetzt und mit Sand umschüttet wird, und glüht so lange, bis kein Rauch mehr entweicht und die Masse grau geworden ist.

Das Schwefelkalium bleibt hierbei in außerordentlich feiner Vertheilung, eben so wie die Kohle. Bei Berührung mit der Luft nimmt es rasch Sauerstoff auf unter starker, bis zum Entzünden der Kohle sich steigernder Wärmeentwicklung. Schwefelsaure Thonerde eben so wenig wie schwefelsaurer Baryt, wohl aber schwefelsaures Kali, mit Mehl oder Rufs geglüht, giebt einen ähnlichen Pyrophor. V.

Honig (*Honey, Miel*). Der Honig ist, wie bekannt, eine von den Bienen aus den Nectarien der Blumen gesammelte süße Substanz. Es ist keine bestimmte Art von Zucker, sondern ein Gemenge von einem dem Traubenzucker ähnlichen, festen und einem dem Zuckersyrup (Melasse) ähnlichen flüssigen Zucker, der außerdem ein eigenthümliches, zum Theil von den aromatischen Theilen der genossenen Pflanzensäfte abhängiges Aroma enthält. Im unreineren Zustande findet man darin Farbstoff, Wachs, eine Säure, Mannit und eine stickstoffhaltige Substanz.

Die Consistenz des Honigs ist so verschieden wie seine Farbe. Auf dem Berge Ida und auf Cuba z. B. erhält man flüssigen, klaren, fast farblosen Honig; der Narbonner und der auf dem Jura in der franz. Schweiz gewonnene ist ganz blassgelb und so fest, dass er sich in Klumpen, die nicht wieder zusammenfließen, aus den Gefäßen ausstechen lässt. Es hängt dies von dem verschiedenen Gehalt an flüssigem und festem Zucker ab. Gewöhnlich ist er stärker gefärbt und etwas weicher als letzterer. Den reinsten, sogenannten Jungfernhonig gewinnt man durch freiwilliges Ausfließenlassen aus den Waben an der Sonne. Durch Auspressen erhält man eine zweite, aber unreinere Sorte.

Für den medicinischen Gebrauch löst man den Honig in kaltem

Wasser, lässt absetzen, gießt das Helle ab, colirt oder filtrirt den Rest, kocht auf, schäumt ab und verdampft zu starker Syrupconsistenz. Das Präparat führt den Namen *Mel despumatum*; mit dem gleichen Volumen Essig versetzt, liefert es den sogenannten *Oxymel*. Verdünnt man Honig mit Wasser und lässt ihn gähren, so erhält man ein Getränk, dem Meth der alten Deutschen wahrscheinlich ähnlich oder gleich, welches in Russland und Polen häufig bereitet werden soll und von den Franzosen *Hydromel* genannt wird. Der Honig wird in der Bäckerei häufig zum Süßen verwendet, ferner dient er, nachdem man den in der Ukraine und Moldau gewonnenen sehr schönen Honig mehrere Wochen dem Frost in verschlossenen Gefäßen ausgesetzt hat, zur Versüßung des Danziger Liqueurs, des Maraschino von Zara und des Rosoglio.

Den festen Zucker des Honigs gewinnt man am leichtesten im reinen Zustande, wenn man möglichst festen und farblosen Honig in Alkohol vertheilt, der in der Kälte wenig von dem festen, aber leicht den flüssigen Zucker aufnimmt, auspresst, den Rückstand mehrmals mit kaltem Alkohol abwäscht, in heißem Wasser auflöst, mit Thierkohle kocht, filtrirt, abdampft und aus siedendem Alkohol mehrmals umkrystallisirt, dem man zum vollständigen Entfärben etwas Knochenkohle zusetzt.

V.

**Honigstein** (*Mellite*) — so genannt wegen seiner honiggelben Farbe — ist ein aus wasserhaltiger, honigsteinsaurer Thonerde bestehendes Mineral, welches bisher nur zu Artern in Thüringen (hier aber in ziemlich beträchtlicher Menge) gefunden worden ist. Es wurde zuerst von Klaproth, später von Wöhler analysirt. Nach Wöhler's Analyse besteht es aus 41,4 Honigsteinsäure, 14,5 Thonerde und 44,1 Wasser, der Formel  $Al_2O_3 \cdot 3M + 15HO$  entsprechend. Hierbei ist die Zusammensetzung der Honigsteinsäure nach Liebig und Pelouze zu  $C_4H_4O_4$  angenommen. — Der Honigstein ist durchsichtig bis durchscheinend, fettglänzend, von honiggelber bis wachsgelber und hyacinthrother Farbe, wenig härter als Steinsalz. Specif. Gew. = 1,58—1,66. Er krystallisirt in quadratischen Oktaedern, welche einzeln in Braunkohle eingewachsen oder auf derselben aufgewachsen, mitunter auch zu Gruppen verbunden sind. — Bis zum Glühen erhitzt schwärzt er sich; durch ein oxydirendes Feuer brennt er sich weiß und hinterlässt reine Thonerde. Sowohl von starker Säure, als von Aetzkalilauge wird er vollständig aufgelöst.

Th. S.

### Honigsteinsäure s. Mellithsäure.

**Honigthau.** Man bezeichnet mit diesem Namen eine süße Flüssigkeit, die sich bisweilen auf den Blättern von Pflanzen vorfindet, dann wohl auch auf die unterliegenden Gegenstände abtröpfelt und dieselben befeuchtet.

Ihre Entstehung scheint von einer unverhältnismäßigen Bildung stickstofffreier Substanz im Vergleich zu der stickstoffhaltigen<sup>1)</sup> herzurühren. Während einer sehr langen Trockenheit beobachtete Langlois die Bildung des Honigthaus auf Lindenbäumen in so großer Menge, dass man von einem mäßigen Baume leicht mehrere Pfunde hätte sammeln

<sup>1)</sup> Liebig, *Agricultur-Chemie* S. 136, 6. Auflage.

können. Er enthielt vorzüglich Mannit und Traubenzucker. Die lange Trockenheit mag die Zuführung anorganischer basischer Bestandtheile aus dem Boden durch Mangel an Feuchtigkeit und zugleich die Aufnahme von Ammoniak aus der Atmosphäre durch Ausbleiben der feuchten ammoniakreichen Niederschläge vermindert und dadurch die übermäßige Zuckerbildung und Ausscheidung desselben bewirkt haben. Wären genug Stickstoff und anorganisch basische Körper zugeführt worden, so hätten sich alle aufgenommenen Bestandtheile, welche bei dem angegebenen Mangel Zucker bildeten und ausgeschieden wurden mit jenen, zu Theilen des pflanzlichen Organismus, Holz, Blättern u. s. w., vereinigt.

V.

#### Honigzucker s. Honig und Zucker.

**Hopeit** (von Brewster nach Prof. Hope in Edinburg so benannt) ist ein in den Galmeigruben am Altenberge bei Aix la Chapelle vorkommendes Mineral, von dessen Zusammensetzung bisher weiter nichts ermittelt ist, als dass es Zinkoxyd (kadmiumhaltig), Wasser und Borsäure oder Phosphorsäure enthält.

Th. S.

**Hopfenbitter.** Lupulin, auch Lupulit genannt. Jo es machte zuerst darauf aufmerksam, dass ein eigenthümliches gelbes, dem Samenstaub von *Lycopodium* ähnliches Pulver die Schuppen der weiblichen Kätzchen des Hopfens überziehe und nannte dies Lupulin. Genauere Untersuchungen dieses Pulvers, welches etwa 13 Procent der Kätzchen beträgt, wurden von Payen und Chevallier angestellt und später von ihnen mit Pelletan gemeinschaftlich wiederholt. Sie übertrugen den Namen Lupulin mit Recht auf den in dem gelben Staube enthaltenen bitteren Extractivstoff, das eigentliche Hopfenbitter.

Das gelbe Pulver enthält außer dem Hopfenbitter ein ätherisches Oel, ein rothgelbes Harz, Gerbsäure und Aepfelsäure, Gummi, eine fette Substanz und eine geringe Menge eines stickstoffhaltigen Körpers. Um aus dem Hopfenstaub das Hopfenbitter rein darzustellen, zieht man es mit Alkohol aus, setzt der Tinctur Wasser zu, destillirt den Alkohol ab und verdünnt den Rückstand mit noch mehr Wasser, wodurch fast die Hälfte des angewandten Hopfenstaubes an Harz ausgeschieden wird. Aus dem überstehenden Wasser fällt man durch Kalk die Gerb- und Aepfelsäure, verdampft die Flüssigkeit zur Trockne, behandelt den Rückstand mit Aether, der noch etwas Harz aufnimmt, und löst alsdann das Hopfenbitter durch Alkohol auf, der die Salze zurücklässt. Beim Verdampfen scheidet sich der Lupulin schwach gelblich, undurchsichtig ab. Ist die Temperatur höher oder das Lösungsmittel Wasser, so scheidet es sich in braunen durchsichtigen Tropfen ab, die nach dem Erkalten eine spröde zerreibliche Masse bilden. Es ist in Alkohol leicht, in Wasser schwerer löslich; letzteres nimmt bei 100° nicht über 5 Proc. davon auf; die Lösung ist blassgelb. In Aether ist es unlöslich. Es ist geruchlos, nur wenn man es stark erhitzt, riecht es nach Hopfen, der Geschmack ist der bekannte bittere des Hopfens. Es hat weder saure noch basische Eigenschaften, weder Säuren noch Alkalien verbinden sich damit, und wirken im verdünnten Zustande eben so wenig wie die Lösungen der meisten Metallsalze darauf ein. Es enthält keinen Stickstoff und liefert bei trockener Destillation kein Ammoniak.

V.

**Hopfenharz.** Das aus dem Hopfenstaube auf die bei Hopfenbitter beschriebene Weise erhaltene Harz stellt, wenn es mit heissem Wasser, so lange als dieses noch etwas auflöst, ausgewaschen wird, eine rothgelbe durchsichtige Masse dar, die sich leicht pulvern lässt, schwach hopfenähnlich riecht, schwach aromatisch, lakritzenähnlich, und wenn es rein ist, gar nicht bitter schmeckt, und in Alkohol und Aether leicht, in Wasser nicht löslich ist. Es beträgt dem Gewichte nach etwa die Hälfte des Hopfenstaubes.

V.

**Hopfenöl.** Wenn die weiblichen Kätzchen des Hopfens oder der zwischen ihren Schuppen enthaltene gelbe Staub mit Wasser destillirt wird, so geht mit demselben ein ätherisches Oel und etwas essigsaures Ammoniak über. Das Oel ist die Ursache des aromatischen Geruches des Hopfens; es beträgt etwa 2 Proc. vom Hopfenstaub, ist farblos, ziemlich löslich in Wasser, und scheint schwefelhaltig zu seyn, da das zugleich überdestillirende Wasser Silber schwärzt. Es scheint sich leicht an der Luft zu verharzen.

V.

**Hordein.** Die Stärke der Gerstenkörner, aus Gerstenmehl durch Kneten mit Wasser und Absetzen dargestellt, hat nach Proust die Eigenschaft, beim Erwärmen mit säurehaltigem Wasser sich nicht vollständig aufzulösen, sondern eine gewisse Menge eines pulverigen Körpers ungelöst zu lassen. Diesen Körper hielt Proust für einen eigenthümlichen und nannte ihn Hordein; er nahm an, dass er sich beim Keimen der Gerste in Stärke verwandele. Er bildet ein gelbliches sägespäntartiges Pulver, welches, nach Proust, bei der trockenen Destillation kein Ammoniak giebt, also stickstofffrei zu seyn scheint. Nach Braconnot und Guibourt, welche die Versuche von Proust wiederholten, scheint dieser Körper eine gemengte Substanz zu seyn, welche keinen besonderen Namen, wohl aber eine nähere Untersuchung verdient.

Schn.

**Horn.** Die Hornsubstanz hat in ihren Eigenschaften grofse Aehnlichkeit mit der Epidermis und dem Epithelium. Sie besteht aus bündelförmig vereinigten Fäden, welche bei der Behandlung mit Kalilauge in regelmäßige Zellen zerfallen, die den Epidermiszellen nahe kommen. Die Hornsubstanz ist also keine einfache Materie, sondern besteht aus Formelementen. Mit Wasser gekocht wird das Horn weich, giebt aber keinen Leim ab, es entwickelt sich Schwefelwasserstoff. Alkohol und Aether extrahiren daraus geringe Mengen Fett. Von concentrirter Schwefelsäure wird das Horn langsam gelöst, Salpetersäure färbt es gelb (Xanthoproteinsäure). In verdünnter Kalilauge löst sich die Hornsubstanz bis auf wenig Flöckchen, die alkalische Lösung wird durch Essigsäure präcipitirt und das Niederschlag vom einem Ueberschuss derselben nicht wieder gelöst. Nur eine sehr geringe Menge eiweisartiger Materie wird daraus aufgenommen und lässt sich aus dem Filtrat durch Kaliumeisencyanür wieder niederschlagen.

Für die Hornsubstanz im Ganzen fand Scheerer <sup>1)</sup> bei der Untersuchung des Büffelhorns folgende Zusammensetzung:

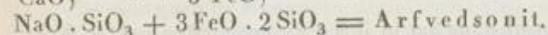
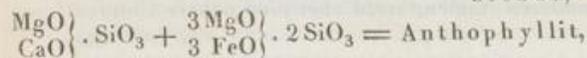
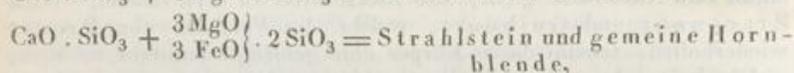
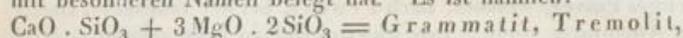
C 51,99 H 6,72 N 17,28 O + S 24,01.

<sup>1)</sup> Annal. der Chem. und Pharm. Bd. 40. S. 56.

Tilanus gelangte zu übereinstimmenden Zahlen. Den Schwefelgehalt bestimmte derselbe zu 3,42 und 3,33 Proc. F.

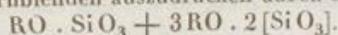
**Hornblei, Bleihornerz.** Findet sich als vulkanisches Sublimationsproduct am Krater des Vesuvs. Nach einer von Klaproth angestellten und von Berzelius später corrigirten Analyse besteht es aus 85,5 Bleioxyd, 14,0 Salzsäure und 6,0 Kohlensäure. Dies entspricht annähernd der Formel  $Pb\ Cl + PbO \cdot CO_2$ , welche 79,22 Bleioxyd, 12,93 Salzsäure und 7,85 Kohlensäure verlangt. — Theils vollkommen farblos und wasserhell, theils weiß und schmutzig weiß ins Gelbe, Grünliche und Braune. Von Kalkspathhärte und einem specif. Gew. = 6,06. Krystallisirt in tetragonalen Säulen. Bildet meist einen mehr oder weniger krystallinischen Ueberzug. — Dem Hornblei nahe verwandt ist der Cotumit (s. d.). Th. S.

**Hornblende (Amphibole).** Ein zu den Silikaten gehöriges Mineral, welches in verschiedenen Gesteinen der Ur- und Uebergangs-Formation eine wichtige Rolle spielt. Der Hornblendefels und Hornblendeschiefer bestehen fast nur aus Hornblende; im Diorit (Grünstein), Syenit, Hornblendegneus u. s. w. tritt die Hornblende als wesentlicher Gemengtheil auf. Ihre chemische Zusammensetzung wird, nach zahlreichen Analysen von v. Bonsdorf, Hisinger, Kudernatsch und Anderen, durch die allgemeine Formel  $RO \cdot SiO_3 + 3RO \cdot 2SiO_3$  ausgedrückt. Die verschiedene Beschaffenheit von RO bedingt Varietäten von mehr oder weniger abweichenden Eigenschaften, welche man mit besonderen Namen belegt hat. Es ist nämlich:



Die hier aufgestellten Formeln lassen sich mit vollkommener Schärfe nicht auf alle, sondern nur auf die thonerdefreien Hornblenden anwenden. Mehrfache analytische Untersuchungen haben nämlich gezeigt, dass manche Hornblenden thonerdehaltig sind, und dass die Mengen der darin auftretenden Thonerde sehr variiren. Dieselben gehen von einer Spur bis zu 14 Proc. und vielleicht noch darüber, was offenbar auf eine isomorphe Erstattung hindeutet. Nun finden sich aber in allen Hornblenden, aufser der zuweilen darin vorhandenen Thonerde, nur Basen von der Form RO. Zwischen diesen und  $Al_2O_3$  kann wohl schwerlich ein solcher Austausch angenommen werden, um so weniger als die relative Menge von RO bei steigendem Thonerdegehalte nicht abnimmt. Letzteres ist dagegen hinsichtlich der Kieselerde der Fall; die thonerdereichsten Hornblenden enthalten beträchtlich weniger Kieselerde als die thonerdefreien. Dies brachte v. Bonsdorf zu der Ansicht, dass Kieselerde und Thonerde einander isomorph ersetzen können, und zwar dergestalt, dass 2 Atome Kieselerde durch 3 Atome Thonerde vertreten werden. Zu einem solchen Verhältniss führen die analytischen Resultate. Die v. Bonsdorf'sche Ansicht wurde jedoch wenig beachtet, indem man gegen sie einwarf, dass eine derartige isomorphe

Erstattung ohne Beispiel dastehe. Wiederholte Analysen thonerdehaltiger Hornblendens (und Augite) stellten es aber immer unzweifelhafter heraus, dass eine gewisse Isomorphie zwischen Kieselerde und Thonerde stattfinden müsse, und einige Mineralogen bequemen sich daher zu der Annahme, dass 1  $\text{SiO}_3$  durch 1  $\text{Al}_2\text{O}_3$  isomorph ersetzt werden könne. Allein die genaue Berechnung der Sauerstoff-Propportionen der uns bis jetzt zu Gebote stehenden Hornblende- (und Augit-) Analysen <sup>1)</sup> ergeben, dass das Verhältniss  $2\text{SiO}_3 : 3\text{Al}_2\text{O}_3$  der Wahrheit ungleich näher kommt, als das Verhältniss  $1\text{SiO}_3 : 1\text{Al}_2\text{O}_3$ . Der v. B o n s d o r f'schen Ansicht dürfte daher die Anerkennung wohl nicht länger zu entziehen seyn, zumal sie jetzt durch analoge Facta unterstützt wird (s. Isomorphie, polymere). Mit Berücksichtigung dieser eigenthümlichen Erstattung der Kieselerde durch Thonerde ist die chemische Zusammensetzung der thonerdehaltigen Hornblendens auszudrücken durch die allgemeine Formel



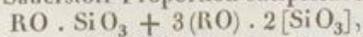
Die eckige Klammer, welche  $\text{SiO}_3$  des zweiten Gliedes einschließt, soll jene polymer-isomorphe Erstattung andeuten. — Es hat den Anschein, dass in einigen Hornblendens basisches Wasser auftritt, namentlich im Anthophyllit. Nach den Analysen von V o p e l i u s und von T h o m s o n sind die Bestandtheile des Anthophyllit

	v. Kongsberg:	v. Canada:
Kieselerde . . . . .	56,74	57,60
Thonerde . . . . .	—	3,20
Kalkerde . . . . .	—	3,55
Talkerde . . . . .	24,35	29,30
Eisenoxydul . . . . .	13,94	2,10
Manganoxydul . . . . .	2,38	—
Wasser . . . . .	1,67	3,55
	<hr/> 99,08	<hr/> 99,30

Hieraus ergeben sich folgende Sauerstoff-Propportionen:

	[ $\text{SiO}_3$ ]	(RO)
A. von Kongsberg . . . . .	29,5	13,8
A. von Canada . . . . .	30,4	13,9
im Mittel	29,95	13,85.

Diese mittlere Sauerstoff-Proportion entspricht sehr nahe der Formel



nach welcher das Sauerstoff-Verhältniss = 30 : 13,33 seyn sollte. — Die äußeren Charaktere der Hornblendens, besonders Farbe und specifisches Gewicht, sind durch die gedachte verschiedene Zusammensetzung bedeutenden Verschiedenheiten unterworfen. Der Grammatit ist weiß, der Strahlstein und einige gemeine Hornblendens sind grün, der Anthophyllit ist gelblich oder grünlich grau, auch bräunlich bis nelkenbraun gefärbt; die gewöhnlichste Farbe der gemeinen Hornblende ist schwarz. Das specif. Gew. variirt zwischen 2,93 und 3,4. — Die Krystallform der Hornblende ist monoklinometrisch. Zwei sehr deutliche, sich unter  $124^\circ$  schneidende Spaltungsflächen sind charakteristisch. — Man sehe ferner Uralit.

Th. S.

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. Bd. LXX. S. 545; über die chemische Constitution der Augite, Amphibole und verwandter Mineralien.