

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen

Agricola, Georg

Berlin, 1928

Zwölftes Buch: Von den Salzen und vom Glas

ZWÖLFTES BUCH



Im vorhergehenden Buche habe ich die Vorschriften behandelt, wie man Silber vom Kupfer scheidet, und es bleibt nun noch der Teil übrig, der sich mit den Verdichtungsprodukten aus Lösungen beschäftigt¹⁾. Man kann nun zwar der Ansicht sein, daß dieser Teil mit dem eigentlichen Berg- und Hüttenwesen nichts zu tun hat; ich habe aber schon im zweiten Buche auseinandergesetzt, warum er von diesen Gebieten nicht getrennt werden darf. Diese Verdichtungsprodukte entstehen aus Wasser, das durch Vorgänge in der Natur oder durch künstliche Maßnahmen mit den entsprechenden Stoffen gesättigt wurde, oder aus solchen verflüchtigten Stoffen selbst, oder aus gemischten Mineralien. Kluge Menschen beobachteten einst, daß die Gewässer mancher Seen von Natur aus verschiedene Stoffe gelöst enthielten und sie unter der eintrocknenden Wirkung der Sonnenwärme in verdichtetem Zustande ausschieden, und daß auf diese Weise feste Körper entstanden. Es ist nun wahrscheinlich, daß man solche Gewässer an andere Stellen fließen ließ und sie an tiefliegende Stellen leitete, wo sie durch die Sonnenhitze eintrocknen konnten. Man sah aber, daß man auf diese Weise solche Verdichtungsprodukte nur im Sommer gewinnen konnte und auch nicht in allen Gegenden, sondern nur in warmen und gemäßigten, wo es im Sommer wenig regnet; und man fing deshalb an, solche Gewässer in Gefäßen durch daruntergebrachtes Feuer einzukochen. Auf diese Weise konnte man zu allen Jahreszeiten, in allen Gegenden, auch in recht kalten, aus salzhaltigen Wassern, die von Natur aus oder durch künstliche Maßnahmen mit diesen Salzen gesättigt waren, solche Verdichtungsprodukte gewinnen. Später sah man, daß von manchen gebrannten Steinen Flüssigkeiten tropften; man kochte solche Flüssigkeiten in Töpfen ein und gewann auf diese Weise feste Körper. In welchen Mengen und nach welchen Verfahren man diese festen Körper gewinnen kann, das kennenzulernen ist der Mühe wert.

Ich beginne mit dem Kochsalz. Es wird aus Wasser gewonnen, das von Natur aus oder durch menschliche Maßnahmen salzhaltig ist, aus Salzlösung oder Salzlauge. Aus natürlichem Salzwasser wird entweder in Salzgärten durch die Sonnenwärme oder in Pfannen und Rinnen mittels Eindampfen durch Feuer Salz gewonnen. Ebenso erhält man das Salz aus künstlich hergestelltem Salzwasser durch Eindampfen in der Hitze.

Salzgärten legt man in größerer Zahl an, sofern es die Art und Beschaffenheit der Gegend erlaubt und die Verhältnisse es nötig machen, aber nie mehr als nötig.

¹⁾ Lat. succi concreti. Erstarrte Lösungen, Verdichtungsprodukte. Agricola erläutert den Begriff „succus concretus“ hier recht genau: Stoffe, die sich aus natürlichen oder künstlich hergestellten Lösungen abcheiden. In feinen anderen Schriften bespricht er diese „succu concreti“ ziemlich oft und ausführlich. Z. B. De Natura Fossilium, Lib. I. Basel 1546. S. 185: „Eine erstarrte Lösung (succus concretus) ist eine trockene und ziemlich harte Mineralsubstanz, die mit Wasser befeuchtet nicht erweicht, sondern gelöst wird.“— Oder z. B. De Ortu et Causis Subterraneorum, Lib. 3 in der gleichen Ausgabe S. 46. „So pflege ich diejenigen Mineralien zu nennen, die sich nicht schwer in Wasser lösen. Allerdings bestehen auch manche Steine und sogar Metalle aus erstarrten Lösungen. Sie sind aber durch die Kälte so stark verdichtet, daß sie sich schwer oder gar nicht lösen.“ Vor allem gehören solche Stoffe zu den „succu concreti“, die später häufig als „Salze“ bezeichnet wurden. S. 7. Buch Anm. 24.

Man soll nämlich nur so viel Salz herstellen, als man verkaufen kann. Die Tiefe der Gruben soll mäßig und ihr Boden soll eben sein, damit alles Salzwasser durch die Sonnenwärme eingedampft wird. Das Einsickern des Wassers wird dabei durch die Salzsicht verhindert, die sich zunächst ansetzt. Das Eingießen oder Einleiten von Seewasser in Salzgärten wird von alters her und an vielen Orten ausgeführt. Nicht weniger alt, aber weniger gebräuchlich ist das Einfüllen von Salzsole in Salzgärten nach der Angabe von Plinius²⁾ in Babylonien und auch in Cappadocien, wo man nicht nur künstlich hergestelltes Salzwasser, sondern auch natürliche Salzquellen verwendet habe. In warmen Gegenden kann jede Art von Salzwasser, auch aus Seen, in solche Salzgruben gebracht, d. h. eingegossen oder eingeleitet werden, in denen es durch die Sonnenwärme eingetrocknet wird, wobei das Salz zurückbleibt. Wenn aber starke und häufige Regenfälle eintreten, so wird das Eintrocknen des Salzwassers, das in den Gruben durch die Sonnenwärme geschehen soll, sehr behindert. Regnet es seltener, so bekommt das Salz einen etwas strengen, unangenehmen Geschmack, wie auch dann, wenn man anderes süßes Wasser in die Salzgruben bringt.

Aus dem Seewasser wird nun das Kochsalz auf folgende Weise gewonnen³⁾. An solchen Stellen der Küste, wo das Meer Lagunen bildet und wo weite, ebene Flächen sind, die von der Flut nicht überschwemmt werden, zieht man drei, vier, fünf oder sechs Gräben, die 6 Fuß breit, 12 Fuß tief und 600 Fuß lang sind oder auch länger, sofern jene Ebene sich weiter ausdehnt. Diese Gräben sind 200 Fuß voneinander entfernt und zwischen ihnen zieht man drei Quergräben. Ein Hauptgraben wird so angelegt, daß er das Wasser aus der Lagune in die Gräben leitet und weiter in die Salzgruben, die in der Ebene zwischen den Gräben liegen. Die Salzgruben sind mäßig tief ausgehobene Flächen, und die Erdmassen, die man beim Ausheben und Herrichten der Gruben gewann, werden um sie herum aufgeschüttet, so daß zwischen den Gruben Dämme entstehen, die 1 Fuß hoch sind und das Wasser in ihnen zurückhalten. Die Gräben haben Durchlässe, durch welche die ersten Gruben das Wasser empfangen, und auch die Gruben haben Durchlässe, durch die das Wasser von einer Grube in die anderen fließen kann. Das Gefälle läßt dann das Wasser von einer Grube in die andere fließen und sie füllen. Wenn dies alles richtig und ordentlich ausgeführt ist, zieht man das Wehr und öffnet so die Schleuse zur Lagune, die Seewasser mit Regenwasser oder Süßwasser gemischt enthält. So werden alle Gräben gefüllt. Dann werden die Zuflüsse der ersten Gruben geöffnet, die dann mit ihrem Wasser die übrigen Bassins füllen. Das Salz, das beim Verdunsten dieses Wassers zurückbleibt, setzt sich an allen Stellen der Gruben an und bildet so Krusten, die frei von erdigen Verunreinigungen sind. Dann füllt man wieder die ersten Bassins mit Hilfe des nächsten Grabens mit solchem Wasser und läßt es darin, bis es durch die Sonnenwärme zum Teil verdunstet und der Rückstand etwas eingedickt ist. Man öffnet dann den Durchlaß und läßt

²⁾ Plinius XXXI 39.

³⁾ Ähnliche Salzgärten, wie sie hier von Agricola geschildert werden, sind auch heute noch an den Küsten des Atlantischen Ozeans und des Mittelländischen Meeres, in Frankreich, Spanien, Portugal, Italien in Gebrauch. In Frankreich werden sie Marais Salant genannt. Eine gute Beschreibung findet sich bei Dumas, J., Handbuch der angewandten Chemie, a. d. Franz. überf. v. Engelhart, Nürnberg 1832, Bd. 2 S. 479; hier auch ein Plan einer solchen Anlage, die der von Agricola beschriebenen ähnlich ist.

Über Salzgewinnung vgl. auch Ullmann, Encyclopädie der technischen Chemie, Bd. 8. Berlin und Wien 1920.



Das Meer A. Die Lagune B. Schleuse C. Gräben D. Salzkrusten E. Rechen F. Schaufel G.

dieses Wasser in die zweite Grube fließen, wo es einige Zeit bleibt. Durch eine Öffnung fließt es dann in eine dritte Grube, wo es ganz zu Salz erstarrt. Das Salz wird herausgenommen, und die Gruben werden immer wieder mit Seewasser gefüllt. Das Salz wird mit hölzernen Rechen zusammengefcharrt und mit Schaufeln herausgeschafft.

Salzwasser wird ferner in Pfannen eingekocht, und zwar in Gebäuden in der Nähe der Brunnen, aus denen man es schöpft⁴⁾. Diese Gebäude sind gewöhnlich nach einem Tier genannt oder nach einem Gegenstand, dessen Bild auf einer Tafel am Haus angebracht ist. Die Wände dieser Gebäude sind aus gebranntem Lehm oder aus mit fettem Lehm verstrichenen Fachwerk, manchmal auch aus Steinen oder Ziegeln erbaut. Die letzteren sind meist 16 Fuß hoch und, wenn das Dach 24 Fuß hoch aufsteigt, so soll die Vorder- und Rückwand 40 Fuß hoch sein und ebenso die innere Zwischenwand. Das Dach besteht aus Brettern, die 4 Fuß lang, 1 Fuß breit und 2 Finger dick sind. Sie sind auf langen schmalen Latten befestigt, die ihrerseits auf Balken liegen, die unten auseinandergehen und oben miteinander verbunden und befestigt sind. Auf die Unterseite des Bretterdaches wird eine fingerdicke Schicht aus Stroh mit Lehm gebracht, und die obere, äußere Seite des Daches wird mit einer 1½ Fuß dicken Lage von Stroh mit Lehm bedeckt, damit die Gebäude feuerficher und vor Regen geschützt sind und die Wärme zusammenhalten können, die zum Trocknen der Salzmassen nötig ist. Jedes Gebäude ist in drei Abteilungen geteilt. In der ersten Abteilung wird Holz und Stroh aufbewahrt, in der zweiten, die von der ersten durch eine Zwischenwand getrennt ist, befindet sich der Herd, auf dem die Pfanne steht, und rechts davon eine Kufe, in die das von Trägern in das Gebäude gebrachte Salzwasser geschüttet wird. Links steht eine Bank, auf der wenigstens 30 Stücke Salz Platz haben. Dreimal mehr kann in dem hinteren Teil des Haufes untergebracht werden, der aus Lehm und Asche hergestellt ist und 8 Fuß höher liegt als der Fußboden. Die gleiche Höhe hat auch die Bank. Der Siedemeister und seine Gehilfen, die das Salz von dem Kessel wegtragen, gehen von der zweiten Abteilung des Gebäudes in die letzte in der Weise, daß sie auf der rechten Seite des Kessels nicht auf Stufen, sondern auf einer schiefen Ebene aus Erde in die Höhe steigen. Oben in der hinteren Wand befinden sich zwei kleine Fenster; durch ein drittes im Dach zieht der Rauch ab, der aus dem hinteren und dem vorderen Teile des Herdes kommt, von einer Haube aufgefangen wird und von da zu den Fenstern steigt. Diese Haube besteht aus Brettern, die etwas übereinandergreifen und von zwei kleinen Balken gehalten werden, die wiederum auf Balken des Gebäudes ruhen. Die mittlere Wand hat in der Nähe des Herdes einen offenen Durchgang, der 8 Fuß hoch und 4 Fuß breit ist. Es entsteht so ein leichter Luftzug, der den Rauch in den hintersten Teil des Gebäudes treibt. Einen ebenso hohen und breiten Durchgang hat die erste Wand auf der anderen Seite, und beide Türen haben diese Größe, damit man Holz, Stroh und Salzwasser hineinbringen und das fertige Salz heraustragen kann. Bei starkem Wind werden die Türen geschlossen, damit das Salzfieden nicht gestört wird; die Fenster in der ersten Wand haben Glascheiben, um den Wind abzuhalten und Licht durchzulassen.

⁴⁾ Im folgenden beschreibt Agricola ausführlich die Salzgewinnung aus Solen, wobei es sich in der Hauptsache um natürliche Salzquellen handeln wird.

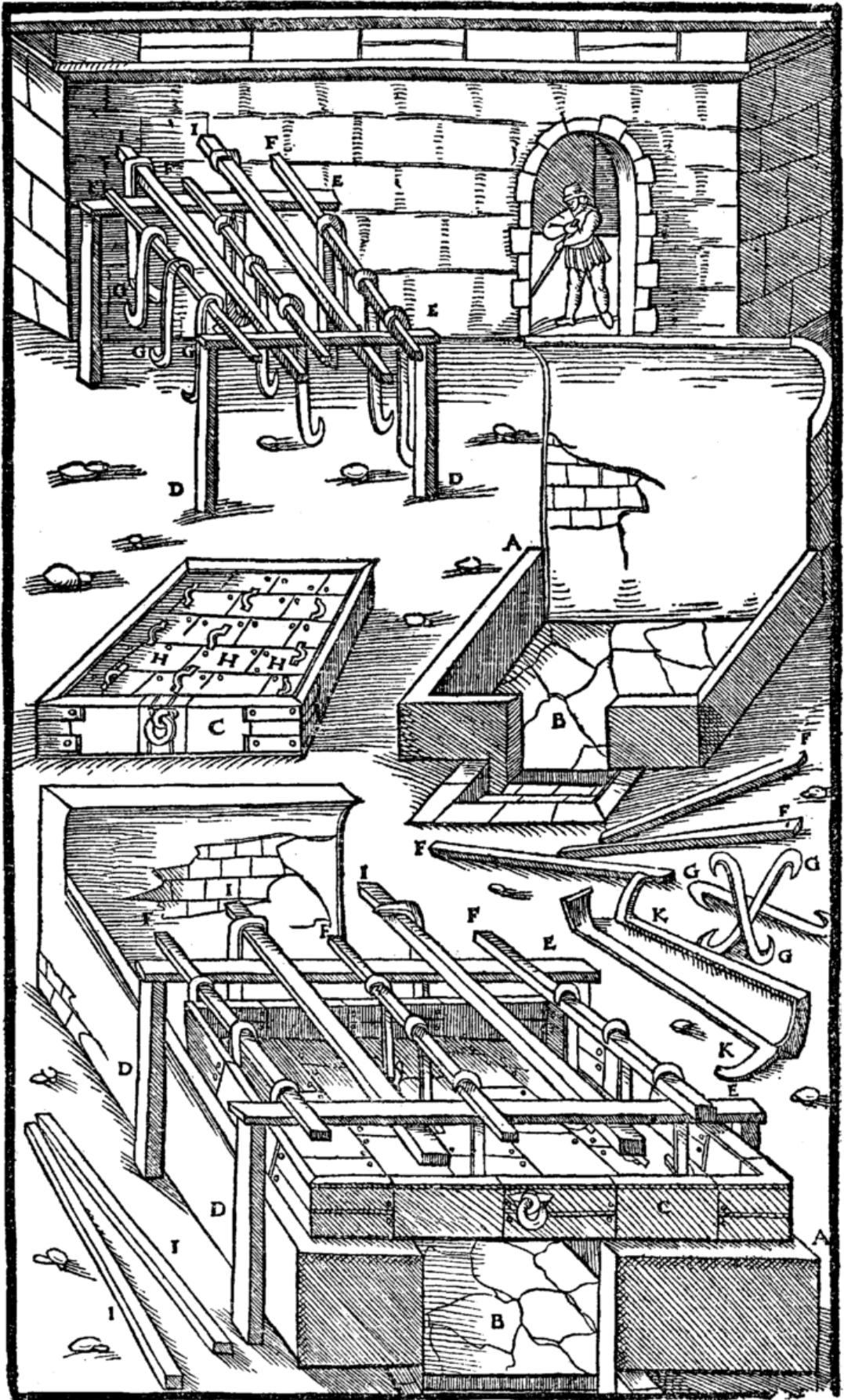


Die Sudhütten A. Gemalte Bilder B. Die erste Abteilung der Hütte C. Die mittlere Abteilung D. Die hintere E. Zwei kleine Fenster in der hinteren Wand F. Ein drittes Fenster im Dach G. Brunnen H. Eine andere Art Brunnen I. Bottich K. Tragstange L. Gabelförmige Stöcke, auf welche die Träger, wenn sie ermüdet sind, die Tragstange auflegen M.

Den Herd baut man meistens aus Salzsteinen und Erde, die mit Salz vermischet und mit Salzwasser angefeuchtet ist. Solche Mauern werden durch das Feuer sehr hart und fest. Man macht den Herd $8\frac{1}{2}$ Fuß lang, $7\frac{3}{4}$ Fuß breit und, wenn man mit Holz heizt, etwa 4 Fuß hoch; wenn mit Stroh, 6 Fuß hoch. Dann bringt man einen eisernen, etwa 4 Fuß langen Stab in die Öffnung eines eisernen Fußes, der auf dem Boden des 3 Fuß breiten, mittleren Ofenloches steht. In dieses Ofenloch wirft man das Stroh und schiebt es hinein. Die Pfannen stellt man aus Eisen- oder Bleiblechen, die 3 Fuß lang und ebenso breit sind, in viereckiger Form her, 8 Fuß lang, 7 Fuß breit und $\frac{1}{2}$ Fuß hoch. Die Bleche sind nicht sehr dick, damit das Wasser schneller heiß wird und einkocht. Je salzreicher das Wasser ist, desto rascher erstarrt es zu Salz. Die Pfanne bestreicht man an den Stellen, wo die Bleche durch Niete miteinander verbunden sind, mit einem Kitt aus Ochsenleber, Ochsenblut und Asche, damit kein Salzwasser ausfließt oder ausschwitzt. An jeder Seite des Herdes, und zwar an seinem mittleren Teil, gräbt man zwei viereckige Pfoften in die Erde ein, die 3 Fuß lang und $\frac{1}{2}$ Fuß breit und dick sind, und zwar so, daß sie 1 Fuß voneinander entfernt und $1\frac{1}{2}$ Fuß höher sind als die Pfanne. Wenn nun die Pfanne auf die Herdmauer aufgelagert ist, so werden zwei Balken, die gleich breit und dick, aber 4 Fuß lang sind, auf jene Pfoften aufgelegt und, damit sie nicht herunterfallen, mit kurzen Holzstücken befestigt. Quer über diese Balken legt man der Länge nach drei Latten, die 3 Fuß lang, 3 Finger breit, 2 Finger dick und 1 Fuß voneinander entfernt sind. An jeder hängen drei Haken aus eisernen Stäben, zwei dicht an den Balken, einer in der Mitte. Die Haken sind 1 Fuß lang und an beiden Seiten gekrümmt; die eine Hakenkrümmung geht nach rechts, die andere nach links, und die unteren Haken greifen in Öfen ein, die auf beiden Seiten mit Nägeln am Boden der Pfanne befestigt und in der Mitte nach oben gebogen sind. Außerdem sind zwei Latten vorhanden, die 6 Fuß lang, 1 Hand breit und 3 Finger dick sind. Ihr eines Ende liegt unter dem vorderen Balken, ihr anderes auf dem hinteren Balken obenauf. Ihre hinteren Enden werden von eisernen Haken gefaßt, die 2 Fuß lang und 3 Finger dick sind und deren unteres, gekrümmtes Ende die Pfanne festhält. Das hintere Ende der Pfanne liegt nämlich nicht ganz auf den hinteren Ecken des Herdes auf, sondern steht etwa $\frac{2}{3}$ Fuß von ihnen ab, damit die Flamme und der Rauch herauschlagen und entweichen kann. Dieser hintere Teil des Herdes ist $\frac{1}{2}$ Fuß dick und um $\frac{1}{2}$ Fuß höher als die Pfanne; und die gleiche Stärke und Höhe hat auch die Scheidewand zwischen dieser Abteilung des Gebäudes und der dritten Abteilung. Diese Mauer ist aus Erde und Asche errichtet und nicht, wie die anderen Wände, aus Salzsteinen. Die Pfanne ruht auf den vorderen zwei Ecken der Seitenwände des Herdes, die mit Asche dicht gemacht werden, damit die Flammen nicht aus dem Herd herauschlagen. Wenn ein Eimer voll Salzwasser, den man in die Pfanne schüttet, in alle ihre Ecken fließt, so ist die Pfanne richtig auf dem Herd aufgestellt.

Ein Eimer faßt 10 römische Sextarien⁵⁾, und 1 Zuber 8 Eimer. Das aus dem Brunnen geschöpfte Salzwasser wird in diese Zuber gegossen und von den Trägern, wie oben erwähnt, in die Hütte gebracht und in die Kufe gegossen. An Orten, wo die Sole sehr salzreich ist, wird sie ohne weiteres aus den Eimern in die Pfanne geschüttet. Da, wo die Sole weniger kräftig ist, wird sie zuerst mit einem

⁵⁾ 1 sextarius faßt 0,625 l, 1 Eimer also $6\frac{1}{4}$ l und 1 Zuber 50 l.



Der Herd A. Das Ofenloch B. Die Pfanne C. Die in die Erde eingegrabenen Balken D. Die darübergerlegten Querbalken E. Die kürzeren Latten F. Die kleinen Eisenhaken G. Die Öfen H. Die langen Latten I. Die größeren Eisenhaken K.

tiefen Löffel, der mit dem Stiel zusammen aus einem Holzstück gearbeitet ist, in kleine Kufen geschüttet, in die man Salzstücke gebracht hat, um die Sole stärker zu machen ⁶⁾. Sie wird dann in Rinnen gegossen und durch sie in die Pfanne geleitet. Aus 37 Eimern Sole gewinnt der Siedemeister und sein Stellvertreter, der abwechselnd mit ihm arbeitet, zu Halle in Sachsen zwei kegelförmige Stücke Salz. Jeder hat einen Gehilfen oder an seiner Stelle seine Frau, die ihm bei der Arbeit hilft. Es ist ferner ein Bursche da, der Holz oder Stroh unter die Pfanne bringt. Sie alle tragen wegen der Hitze in der Hütte Strohhüte auf dem Kopf und einen Schurz, sind aber im übrigen nackt. Sobald nun der Siedemeister den ersten Eimer Sole in die Pfanne geschüttet hat, zündet der Bursche das daruntergebrachte Holz oder Stroh an. Wenn man Holz oder Reisig brennt, wird das Salz weiß; bei Verwendung von Stroh nicht selten schwärzlich, weil die Flugasche mit dem Rauch in die Haube und von dort in die Sole gelangt und sie verunreinigt. Um das Einkochen der Sole zu beschleunigen, gießt der Siedemeister, wenn er 2 Zuber und 2 Eimer Sole in die Pfanne bringt, etwa $1\frac{1}{2}$ römische Cyathus ⁷⁾ Rinderblut, Kalbsblut oder Bocksblut, oder ein Gemenge davon, in jeden 19. Eimer Sole, verrührt und verteilt es gleichmäßig in alle Ecken der Pfanne ⁸⁾. Bisweilen mischt man statt Blut Bier darunter. Wenn man auf der kochenden Sole schmutzigen Schaum sieht, hebt man ihn mit einer Schaufel ab und bringt ihn, sofern man Steinsalz verarbeitet, durch die Öffnung, durch die der Rauch entweicht, in den Herd, wo er zu Salzstein eintrocknet. Andernfalls gießt man den Schaum auf den Boden der Hütte. Das Kochen und Abschäumen kann in einer halben Stunde geschehen. Dann läßt man eine Viertelstunde weiter einkochen, wobei die Ausscheidung des Salzes beginnt. Das sich ausscheidende Salz rührt der Siedemeister und sein Gehilfe mit hölzernen Spateln beständig um und läßt noch eine Stunde kochen. Er gießt dann $1\frac{1}{2}$ Cyathus Bier hinein. Damit der Luftzug nicht in die Pfanne bläst, setzt der Siedemeister ein $7\frac{1}{2}$ Fuß langes, 1 Fuß hohes Brett davor und legt auch auf die beiden Seiten je ein $3\frac{3}{4}$ Fuß langes Brett. Das erstgenannte Brett ist fest, weil die Pfanne mit ihm durch Zapfen verbunden ist; und die zwei Seitenbretter haben Halt, weil sie auf jenem Brett und dem ersten Querbalken ruhen. Der Siedemeister hebt dann diese Bretter auf, setzt zwei Körbe, die 2 Fuß hoch, oben ebenso breit und unten 1 Hand breit sind, zwischen die Längsbalken und schaufelt das Salz in sie hinein. Er braucht eine halbe Stunde, um sie zu füllen. Dann legt er die Bretter wieder auf die Pfanne und läßt die Sole noch drei Viertelstunden lang kochen. Darauf wird das neu ausgeschiedene Salz wieder mit einer Schaufel in die Körbe gebracht, und wenn diese voll sind, in Haufen zusammengeschüttet. An manchen Orten gibt man dem Salz verschiedene Formen. In den Körben bekommt man z. B. kegelförmige Stücke. Aber nicht nur in diesen Körben stellt man Salzstücke her, sondern auch in anderen Formen, die allerlei Dinge darstellen, z. B. in tafelartigen Formen, in die man das Salz bringt. Die mit Salz gefüllten Formen und Körbe legt man auf den erhöhten Platz in dem erwähnten dritten Raum, oder ebenso auf die hohe Bank, damit das Salz in der warmen Luft besser austrocknet.

⁶⁾ Das ist eine Anreicherung schwacher Solen durch Auflösen von Steinsalz oder von Salz, das durch Verdunsten von Salzlösung an der Luft gewonnen wurde.

⁷⁾ Ein cyathus oder Becher ist der zwölfte Teil eines sextarius = 52 ccm, obige Menge also etwa 78 ccm.

⁸⁾ Der Zusatz von Ochsenblut ist auch in neuerer Zeit noch bekannt, um die Absonderung des auch von Agricola erwähnten Schaumes zu erleichtern, und wird z. B. bei Dumas a. a. O. erwähnt.

Der Siedemeister und sein Stellvertreter siedeln abwechselnd Tag und Nacht, die Festtage ausgenommen, Sole, und gewinnen Salz. Keine Pfanne widersteht länger wie ein halbes Jahr der Einwirkung des Feuers. Der Siedemeister wäscht sie jede Woche mit Wasser aus, legt sie auf eine Unterlage von Stroh und klopft sie. Eine neue Pfanne behandelt man in dieser Weise in den ersten zwei Wochen dreimal, in den späteren zweimal. Bei dieser Behandlung fallen die Krusten vom



Die Sammelgrube A. Die Töpfe B. Schöpflöffel C. Die Pfanne D. Die Zange E.

Boden der Pfanne. Wenn man sie nicht entfernt, geht die Salzausscheidung auch bei stärkerem Feuer langsamer vor sich. Man braucht mehr Sole, und die Platten der Pfanne werden verbrannt. Risse, die sich in der Pfanne zeigen, werden mit Kitt verstrichen. Das Salz, das in den ersten zwei Wochen gewonnen wird, ist weniger gut, weil es gewöhnlich durch den Rost am Boden, an dem sich noch keine Krusten angesetzt haben, verunreinigt ist. Auf diese Weise wird Salz aus Salzbrunnen und Salzquellen gewonnen. Es kann aber ebenso auch aus Fluß-, See- und Meerwasser bereitet werden, und auch aus Wasser, das künstlich salzhaltig gemacht worden ist. Denn an Orten, an denen man Salz gräbt, wirft man unreine Brocken und Abfälle in Süßwasser, das dann beim Einkochen Salz ausscheidet.



Die großen eisernen Töpfe A. Der Dreifuß B. Großer Schöpflöffel C.

Bisweilen siedet man auch Seesalz noch einmal in Süßwasser und bringt es in die Form von kleinen Kegeln.

Manchmal bereitet man Salz aus Sole, die heiß aus der Erde fließt, in folgender Weise. In eine Grube, in welche solches Wasser aus der Erde sprudelt, setzt man irdene Töpfe, die man zur Hälfte mit dem Wasser füllt, das man mit Löffeln aus dem Sprudel geschöpft hat. Die ständige Hitze des Wassers in der Grube siedet das Salzwasser in den Töpfen ganz so, wie die Hitze des Feuers die Sole in den Pfannen einkocht. Sobald nun die Salzlösung zu erstarren beginnt, was dann eintritt, wenn sie auf den dritten Teil oder noch weiter eingekocht ist, nimmt man die Töpfe mit Zangen heraus und gießt ihren Inhalt in kleine viereckige eiserne Pfannen, die ebenfalls in die Grube gestellt werden, und deren Innenraum gewöhnlich 3 Fuß lang, 2 Fuß breit und 3 Finger hoch ist. Da diese Pfannen auf vier schweren Füßen stehen, umgibt sie das Wasser von allen Seiten, ohne hineinzufließen. Da das Wasser ständig aus der Grube durch Rinnen abfließt und der Sprudel reichlich stets neues Wasser liefert, so ist es immer heiß und kann das Wasser in den Pfannen zu Salz einkochen. Das Salz wird dann mit Schaufeln herausgenommen, und diese Arbeit wiederholt sich. Wenn das Salzwasser noch andere Stoffe enthält, was bei heißen Quellen meist der Fall ist, so soll aus ihm kein Salz bereitet werden.



Die ausgehobene Grube A. Gefäß, in das die Sole geleitet wird B. Schöpflöffel C. Schöpfer mit eingelassenem Stiel D.

Bisweilen fiedet man Salzwasser, besonders Meerwasser, in großen eisernen Töpfen, gewinnt aber dabei ein schwärzliches Salz, da hierbei meist mit Stroh geheizt wird⁹⁾. An manchen Orten fiedet man in solchen Töpfen auch Fischlake, erhält aber dabei ein Salz, das nach Fisch schmeckt und riecht.

Manchmal versucht man auch Salz in der Weise zu bereiten, daß man Salzwasser auf brennendes Holz gießt. Man zieht in diesem Falle Gräben, in die man das Holz bringt, die 12 Fuß lang, 7 Fuß breit und $2\frac{1}{2}$ Fuß tief sind, damit das hineingegossene Wasser nicht herausläuft. Man kleidet die Gräben mit Salzsteinen aus, wenn man sie zur Verfügung hat, damit die Gräben das Wasser nicht auffaugen, und damit die Erde an den beiden Enden und an den Seiten des Grabens nicht einstürzt. Da nun die Kohlen zusammen mit dem Salzwasser zu Salz werden, so glauben die Spanier, wie Plinius schreibt, daß es dabei auf die Holzart ankomme¹⁰⁾.

⁹⁾ Auch reines Salz wurde früher bisweilen durch Eindampfen von Seewasser gewonnen, wobei Holzfeuer verwendet wurde. Solches „Sel ignifère“ wurde z. B. früher bei Avranchin in der Normandie nach einem ziemlich umständlichen Verfahren gewonnen, wobei auch der salzhaltige Sand der Küste ausgelaugt wurde.

¹⁰⁾ Plinius XXXI. 40. In diesen und den folgenden Äußerungen Agricolas wird Kochsalz und Pottasche K_2CO_3 in merkwürdiger Unkenntnis verwechselt oder gleichgesetzt.

Eichenholz ist das beste, da es von sich aus durch seine reine Asche die Kraft des Salzes liefert ¹¹⁾. Sonst wird Haselholz empfohlen. Aus welchem Holz nun auch Salz bereitet wird, es wird nicht sehr geschätzt, da es schwarz und wenig rein ist. Aus diesem Grunde wird auch diese Art der Salzbereitung von Deutschen und Spaniern verschmäht.

Eine Salzlösung aber, aus der man Salz herstellt, entsteht aus Salzerde oder aus Erde, die reich an Salz und Salpeter ist. Lauge dagegen wird aus Asche von Rohr und Binsen bereitet. Aus Salzerde ¹²⁾ entsteht eine Lösung, aus der beim Sieden nur Kochsalz gewonnen wird. Aus anderen Salzerden, von denen ich gleich sprechen werde, wird eine Lösung erhalten, aus der Salz und Salpeter gewonnen wird. Aus Asche erhält man eine Lauge, aus der ebenfalls nur Salz entsteht ¹³⁾. Asche und Erde werden zunächst in eine große Kufe gebracht, dann wird Süßwasser darübergegossen, das mit Hilfe von Stangen mit der Asche und Erde verrührt wird. Im Laufe von 12 Stunden nimmt das Wasser das Salz auf. Man zieht dann den Zapfen aus der Kufe, läßt die Lösung in eine Wanne laufen und füllt mit Schöpfern die Salzlösung oder die Lauge in kleine Kufen. Zuletzt bringt man die Lösung in eiserne oder bleierne Pfannen und kocht, bis das Wasser verdunstet und die Lösung zu Salz erstarrt.

Das sind etwa die Verfahren der Salzgewinnung. Soda wird aus sodahaltigem Wasser gewonnen oder aus einer Lösung oder Lauge. So wie Meerwasser oder anderes Salzwasser in Salzgruben geleitet und durch die Sonnenwärme verdunstet und in festes Salz verwandelt wird, ebenso wird sodahaltiges Nilwasser in Sodagruben gegossen oder geleitet und ebenfalls durch die Sonnenwärme zu Soda verdampft ¹⁴⁾. Und wie das Meer aus eigener Kraft den Boden Ägyptens überflutet und Salz zurückläßt, so fließt auch der Nil, wenn er zur Zeit der Hundstage aus seinen Ufern tritt, von selbst in Sodagruben und scheidet hier Soda aus.

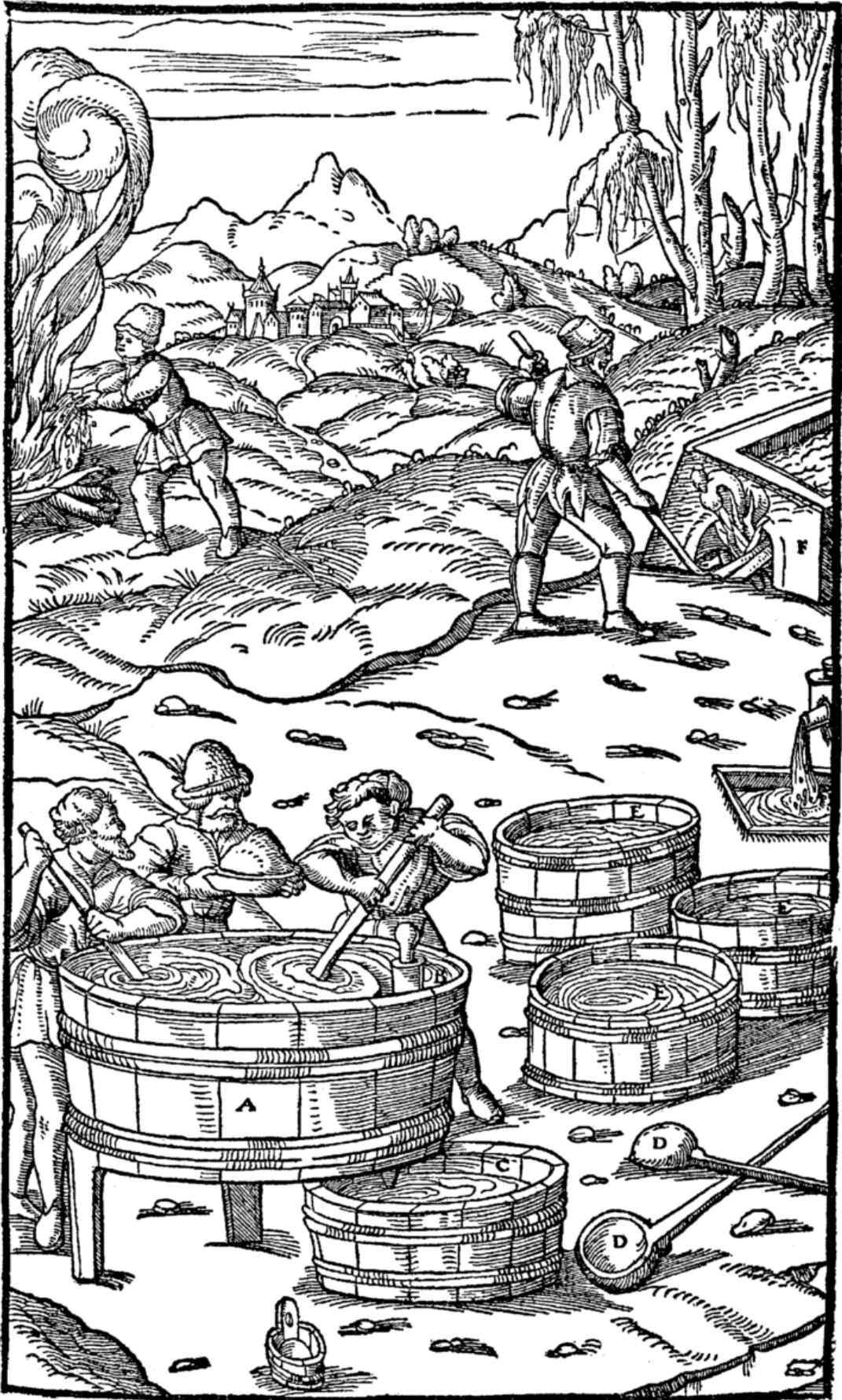
Die Lösung, aus der Soda bereitet wird, entsteht aus Süßwasser, das durch sodahaltige Erde hindurchsickert; und ebenso entsteht Lauge dadurch, daß Wasser durch Asche aus Steineiche oder gewöhnlicher Eiche durchsickert. In beiden Fällen wird die Lösung in Bottichen aufgefangen, in viereckige kupferne Pfannen gebracht und in diesen so lange eingekocht, bis sie zu Soda erstarrt. Natürliche und auch künstlich gewonnene Soda wird in Kufen mit Harn von Knaben

¹¹⁾ Eichenholz wird insofern mit Recht genannt, als die Eichenholzasche viel Kali enthält, und zwar etwa 39% K_2O . Auch die Aschen einiger anderer Holzarten enthalten ebensoviele und noch etwas mehr Kali; von *Abies Pectinata* z. B. bis 44,62%. Der Mindestgehalt in Holzaschen ist etwa 5% K_2O . Vgl. Czapek, *Fr., Biochemie der Pflanzen*, Bd. II, Jena 1905, S. 400 ff. Über Kaliindustrie usw. f. Ullmann, *Enzyklop. d. techn. Chemie*, Bd. 6, S. 618. Wiesner, J. v., *Die Rohstoffe des Pflanzenreiches*, Bd. II. Holzasche enthält außer K_2CO_3 noch K_2SO_4 , KCl , Na_2CO_3 , Kalk, Magnesia, Mangan, Eisen usw.

¹²⁾ Salzerde, terra salsa, aus der nur Salz gewonnen wird, kann z. B. der salzhaltige Sand sein, der in Anm. 7 erwähnt ist. Da Agricola aber nicht immer scharf genug zwischen Kochsalz (Chlornatrium) und anderen Salzen unterscheidet, so kann es sich auch vielleicht um Salpeter oder um andere Substanzen handeln.

¹³⁾ Agricola setzt hier wieder merkwürdigerweise die Produkte aus Kochsalzlösung und Aschenlauge, also Kochsalz und Pottasche, gleich. Vgl. Anm. 10 in diesem Buche.

¹⁴⁾ Lat. nitrum, das ist Soda, Natriumkarbonat. Diese Ausführungen gehen auf die Schilderung bei Plinius XXXI, 46 zurück. In der Hauptsache stammt die ägyptische Soda aus den Salzseen Unterägyptens, z. B. im Wadi Natrún, einem etwa 40 km westlich von Kairo, 10 bis 20 m unter der Oberfläche des Mittelländischen Meeres gelegenen Tal. Das Wasser dieser Seen enthält Natriumkarbonat, Natriumchlorid und Natriumsulfat. Die im Sommer durch teilweises Eintrocknen ausgeschiedenen Massen bestehen hauptsächlich aus einer Verbindung, der Trona ($Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$). Vgl. Ullmann, *Enzyklop. d. techn. Chemie*, Bd. 8, S. 382, und Dammer-Tietze, *Die nutzbaren Mineralien I*, S. 468 f. (Stuttgart 1913).



Die große Kufe A. Der Zapfen B. Die Wanne C. Tiefer Schöpflöffel D.
Kleinere Kufen E. Die Pfanne F.



Der Nil A. Sodagraben, wie ich mir sie vorstelle B.

verfetzt und in den gleichen Pfannen eingekocht. Die eingekochte Lösung wird in Kufen gegossen, in denen Kupferstäbe stehen; an diesen setzen sich die erstarrten Teile ab. So entsteht Chryfokolla oder, mit einem maurischen Namen, Borax ¹⁵⁾. Daß Nitrum früher außer mit Harn mit cyprischem Grünspan erwärmt und mit cyprischem Kupfer in Kupfermörfern verrieben wurde, berichtet Plinius. Chryfokolla wird übrigens auch aus Alaun und Salmiak dargestellt.

Salpeter wird aus einer trockenen, etwas fetten Erde dargestellt, die, einige Zeit im Munde gehalten, einen salzigen und gleichzeitig scharfen Geschmack verursacht. Diese Erde wird mit einem Pulver zusammen abwechselnd in Schichten,

¹⁵⁾ Agricola bringt hier eine Fülle von Unklarheiten und Mißverständnissen, die zum Teil auf Plinius zurückgehen (Plinius XXXIII, 26 und folgende Kapitel). Chryfokolla wurde bisweilen mit Borax verwechselt, da beide Substanzen zum Löten verwendet wurden. Das griechische Wort Chryfokolla bedeutet „Goldleim“ und war vielleicht eine Bezeichnung für Malachit, natürlich vorkommendes basisches Kupferkarbonat. Die im folgenden von Agricola erwähnte Stelle bei Plinius steht im XXXIII. Buche, Kap. 29, und schildert die Bereitung einer Art „Chryfokolla“ zum Löten des Goldes aus Grünspan, Harn und Soda. Man kann hier an die Bildung von basischem Kupferkarbonat denken, das man heute durch Fällen von Kupfervitriollösung mit Natrium- oder Kaliumkarbonat darstellt. Die letzte Bemerkung Agricolas über Chryfokolla aus Alaun und Salmiak hat mit der vorher erwähnten Chryfokolla gar nichts zu tun. Vgl. zu beiden vorft. Anm. auch 7. Buch Anm. 16.



*Kufe, in der Soda mit Harn vermischt wird A. Die Pfanne B.
Kufe, in der sich die Chryfokolla abscheidet C. Kupferstäbe D. Mörser E.*

die eine Hand hoch find, in Kufen gebracht. Dieses Pulver besteht aus 2 Teilen gebranntem, nicht mit Wasser gelöschtem Kalk und 3 Teilen Afche von Eiche, Steineiche, Zerreiche oder ähnlichen Arten. Die Kufen werden damit in abwechselnden Lagen gefüllt, und zwar bis auf $\frac{3}{4}$ Fuß unterhalb des oberen Randes. Dann gießt man bis zum Rande Wasser darauf, das durch die Erde hindurchsickert und den Salpeter, der darin enthalten ist, auflöst ¹⁶⁾. Schließlich zieht man den Zapfen aus der Kufe, läßt die Lösung in einen Bottich fließen und gießt sie mit Schöpfern in kleinere Kufen. Wenn der Geschmack recht salzig und etwas scharf ist, so ist es recht, andernfalls nicht. Man läßt dann die Lösung noch einmal durch die gleiche oder durch andere frische Erde durchsickern. Man läßt

¹⁶⁾ Agricola folgt in dem Kapitel über Salpeter in der Hauptsache den Angaben, die Biringuccio in der *Pirotechnia* macht (vgl. die ausgezeichnete deutsche Ausgabe von Otto Johannsen, Braunschweig 1925, S. 476 ff.). Die Nitrate entstehen durch Zersetzung stickstoffhaltiger Stoffe und wurden in sog. Salpeterplantagen z. B. durch Zusammenhäufen tierischer Abfälle u. dgl. mit Erde, Kalk, Jauche und Blut und späteres Auslaugen – nach Monaten und Jahren – mit Wasser gewonnen. Oder sie bilden sich an Mauern, die mit Jauche begossen wurden. Das rohe Salz enthielt dann u. a. Kalziumnitrat, das mit Pottasche umgesetzt wurde, wobei sich Kalziumkarbonat und Magnesiumkarbonat absetzten. Die Lauge, die Kaliumnitrat und auch einige andere Salze, wie Chlornatrium, enthielt, wurde eingedampft. Im Gegensatz zu Biringuccio sagt aber Agricola über die Herkunft der trocknen, etwas fetten Erde nichts. Vgl. auch 7. Buch Anm. 18.

auch zwei oder drei Mengen Wasser durch die gleiche salpeterhaltige Erde durchsickern, vermischt aber die einzelnen Lösungen nicht, falls sie nicht alle den gleichen Geschmack haben, was selten oder nie vorkommt. Die erste Lösung wird vielmehr für sich in eine Kufe gebracht, die zweite Lösung in eine andere, die dritte Lösung in eine dritte Kufe. Die zweite und dritte Lösung läßt man jeweils an Stelle von reinem Wasser durch frische Erde sickern und bringt diese Lösungen zu der ersten. Sobald man eine gewisse Menge davon hat, schüttet man sie in eine viereckige kupferne Pfanne und kocht zur Hälfte ein. Dann bringt man die Lösung in eine andere Kufe, auf die ein Deckel gelegt wird, und läßt die erdigen Teile sich absetzen. Die geklärte Lösung gießt man in die gleiche oder eine andere Pfanne und läßt noch einmal einkochen. Wenn die Flüssigkeit beim Kochen schäumt, schüttet man 3 oder 4 Pfund Lauge hinein, die aus 3 Teilen Eichenholzasche oder ähnlicher Asche und 1 Teil ungelöschtem Kalk bereitet ist. Man erreicht dadurch, daß die Lösung nicht überläuft und daß sie gleichzeitig noch weiter gereinigt wird. Bevor man das Wasser hineinbringt, löst man natürlich vorkommenden Alaun darin auf, und zwar 5 Pfund Alaun in 120 Pfund Wasser. Bald darauf sieht man, daß die Lösung klar und bläulich wird¹⁷⁾. Man kocht dann, solange noch Wasser verdampft, und nimmt das Salz, das zum größten Teil auf dem Boden der Pfanne sitzt, mit Schaufeln heraus. Die Mutterlauge aber gießt man in eine Kufe, in der wagrecht und senkrecht gelagerte Stäbe eingefügt sind. An diesen erstarrt nach dem Erkalten die Mutterlauge zu Salpeter, und zwar wenn es eine größere Menge ist, in drei oder vier Tagen. Die nicht erstarrte Lösung wird ausgegossen, beiseitegestellt und nochmals eingedampft. Der Salpeter wird ausgeschlagen, mit der eigenen Mutterlauge gewaschen und auf Bretter gebracht, damit die anhängende Flüssigkeit verdunstet und der Salpeter selbst trocken wird. Man erhält aus der Lösung viel oder wenig Salpeter, entsprechend der größeren oder kleineren Menge Mutterlauge, die er aufsaugt. Durch die dazugegoffene Aschenlauge wird er gereinigt, und man erhält ihn dann rein und hell.

Aber am reinsten und klarsten, weil frei von Salz und Beimengungen, gewinnt man ihn auf folgende Weise: Zu einer bestimmten Zahl von Amphoren der Lösung, die in die Pfanne gebracht werden, gießt man die gleiche Anzahl Congien¹⁸⁾ der eben erwähnten Lauge; und in die gleiche Pfanne wirft man so viel von dem schon dargestellten Salpeter, wie von der Lösung und der Lauge aufgelöst wird. Sobald die Mischung siedet und schäumt, gießt man sie in eine andere Kufe, in die gewaschener Flußsand geworfen wird. Die Kufe wird mit einem Tuch zugedeckt. Man zieht dann den Zapfen aus der Öffnung im Boden und läßt die Mischung durch den Sand hindurchsickern und in einen Bottich laufen. Sodann bringt man sie in die gleiche oder in eine andere Pfanne und läßt sie einkochen, bis der größere Teil der Flüssigkeit verdampft ist. Wenn die Lösung stark kocht und schäumt, gibt man etwas Lauge dazu. Man gießt die Flüssigkeit dann in eine andere Kufe, in der Stäbe angebracht sind. An diesen setzt sie sich an und erstarrt, und zwar, wenn es eine kleine Menge ist, in zwei Tagen, wenn es

¹⁷⁾ Außer Pottasche benutzte man auch Kaliumsulfat für die Darstellung des Kaliumnitrats aus dem Kaliumnitrat der rohen Lösung. Vielleicht wurde auch Alaun (Kaliumaluminiumsulfat) dafür verwendet. Daß die Lösung dabei klarer wird, bestätigen neuere Berichte über die Verwendung von Kaliumsulfat. Die bläuliche Färbung, welche durch die Klärung sichtbar wird, ist durch Kupfer aus der Pfanne verursacht.

¹⁸⁾ Ein amphora faßt 8 congii, das Verhältnis der beiden Lösungen ist also 8 : 1.

viel ist, in drei oder höchstens in vier Tagen. Der nicht erstarrte Teil der Lösung wird wieder in die Pfanne gegossen, auf die Hälfte eingekocht und in eine Kufe geschüttet, wo man sie erkalten läßt. Das muß so oft wiederholt werden, wie es das Gelingen der Sache erfordert.

Bisweilen reinigt man den Salpeter auf andere Art und Weise. Man füllt einen Kupferkessel mit Salpeter, bedeckt den Kessel mit einem kupfernen Deckel,



Die Pfanne A. Die Kufe, in die Sand geschüttet wird B. Der Zapfen C.
Kleinere Kufe D. Kufe mit Kupferstäben E.

setzt den Kessel auf glühende Kohlen und erhitzt, bis der Inhalt schmilzt. Den zugedeckten Kessel verstreicht man nicht mit Lehm, damit man den Deckel, der einen Handgriff hat, lüften kann, um zu sehen, ob der Inhalt flüchtig geworden ist oder nicht. Wenn der Inhalt geschmolzen ist, streut man gepulverten Schwefel darauf und zündet ihn an, falls er sich beim Zurückbringen des Kessels auf das Feuer nicht von selbst entzündet. Mit dem Schwefel zusammen verbrennt hierbei die obenauf schwimmende dicke, fettartige Verunreinigung des Salpeters, und dieser selbst bleibt rein zurück¹⁹⁾. Man entfernt dann den Kessel vom Feuer und

¹⁹⁾ Diese Erwähnung der Verwendung von Schwefel stammt ganz von Biringuccio, der u. a. bemerkt: „Der Schwefel verbrennt nur die Oberfläche und gewisse fettige Verunreinigungen des Salpeters.“ (Biringuccio, Piro-technia, deutsch von Johannsen, S. 483.)

nimmt nach dem Abkühlen den ganz reinen Salpeter heraus, der wie weißer Marmor aussieht. Der erdige Rückstand bleibt auf dem Boden des Kessels.

Die Erde, aus welcher der Salpeter durch Löfen gewonnen wurde, wird mit Ästen von Eichen oder ähnlichen Bäumen in abwechselnden Lagen²⁰⁾ unter freiem Himmel aufgeschichtet und mit salpeterhaltigem Wasser besprenkt. Nach fünf oder sechs Jahren kann man dann wieder eine Lösung daraus herstellen. Reiner Salpeter, der in jahrelang ruhig lagernder Erde entstanden ist, und solcher, den Steinmauern von Weinkellern und schattigen Örtlichkeiten ausschwitzen, wird mit der erstgenannten Lösung vermischt und mit ihr eingekocht.

Im Vorhergehenden habe ich die Verfahren zur Salpeterdarstellung beschrieben, die nicht weniger zahlreich und verschiedenartig sind, wie die der Salzbereitung. Jetzt will ich die Alaundarstellung besprechen, die ebenfalls nicht immer gleich und nicht einfach ist. Der Alaun wird aus alauhaltigem Wasser gewonnen, das bis zur Alaunabscheidung eingedampft wird, oder aus Alaunlösung, die man aus einer Erdart, aus gewissen Gesteinen, aus Kiesen und anderen Mineralien herstellt²¹⁾. Von der erwähnten Erde wird zunächst so viel in zwei Behälter geschüttet, als man mit 300 Schubkarren heranschaffen kann. Dann läßt man Wasser dazulaufen und vermengt, falls die Erde vitriolhaltig ist, mit Knabenharn. Die Arbeiter sollen aber die Masse täglich öfters mit langen, dicken Stangen rühren, um sie mit dem Wasser und dem Harn zu vermischen. Man zieht dann die Zapfen aus den Behältern und läßt die Lösung in einen Trog laufen, der aus einem Baum, oder aus zweien, ausgehauen ist. Wenn aber ein Fundort eine reichliche Ausbeute an solcher Alaunerde liefert, so bringt man sie nicht gleich in die Behälter, sondern führt sie auf einen offenen Lagerplatz und häuft sie da zusammen. Je länger sie nämlich der Luft und dem Regen ausgesetzt ist, desto besser wird sie. Einige Monate nach dem Ausschütten der Mineralmassen auf dem Lagerplatz bilden sich nämlich Stoffe, welche die ursprünglich in der Erde enthaltenen an Güte weit übertreffen. Man schafft diese Massen dann in sechs oder mehr große Behälter, die etwa 9 Fuß lang und breit und 5 Fuß tief sind, und läßt Wasser hineinlaufen. Wenn das Wasser den Alaun aufgenommen hat, zieht man den Zapfen und läßt die Lösung in einen runden Behälter laufen, der einen Durchmesser von 40 Fuß und eine Tiefe von 3 Fuß hat. Die Mineralerden bringt man dann aus den ersten Behältern in andere, läßt Wasser hineinlaufen, gießt Knabenharn dazu und verrührt mit Stangen. Nach dem Ziehen der Zapfen gelangt das Gelöste in den

²⁰⁾ Man brachte wohl noch tierische und pflanzliche Abfälle, also stickstoffhaltige Stoffe, dazu. Ausführliches über die älteren Verfahren der Salpetergewinnung, über Salpeteranlagen, Salpeterreinigung u. dgl. bei: J. Macquer-Leonhardi, Chymisches Wörterbuch, 5. Teil, Leipzig 1790. A. F. Gehlen, Anleitung zu der Erzeugung und Gewinnung des Salpeters, Nürnberg 1815. J. J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie, 4. Bd. 1835. J. Dumas-Engelhart, Handbuch der angew. Chemie, 2. Bd. Neuere: Ullmann, Enzyklop. d. techn. Chemie, Bd. 6.

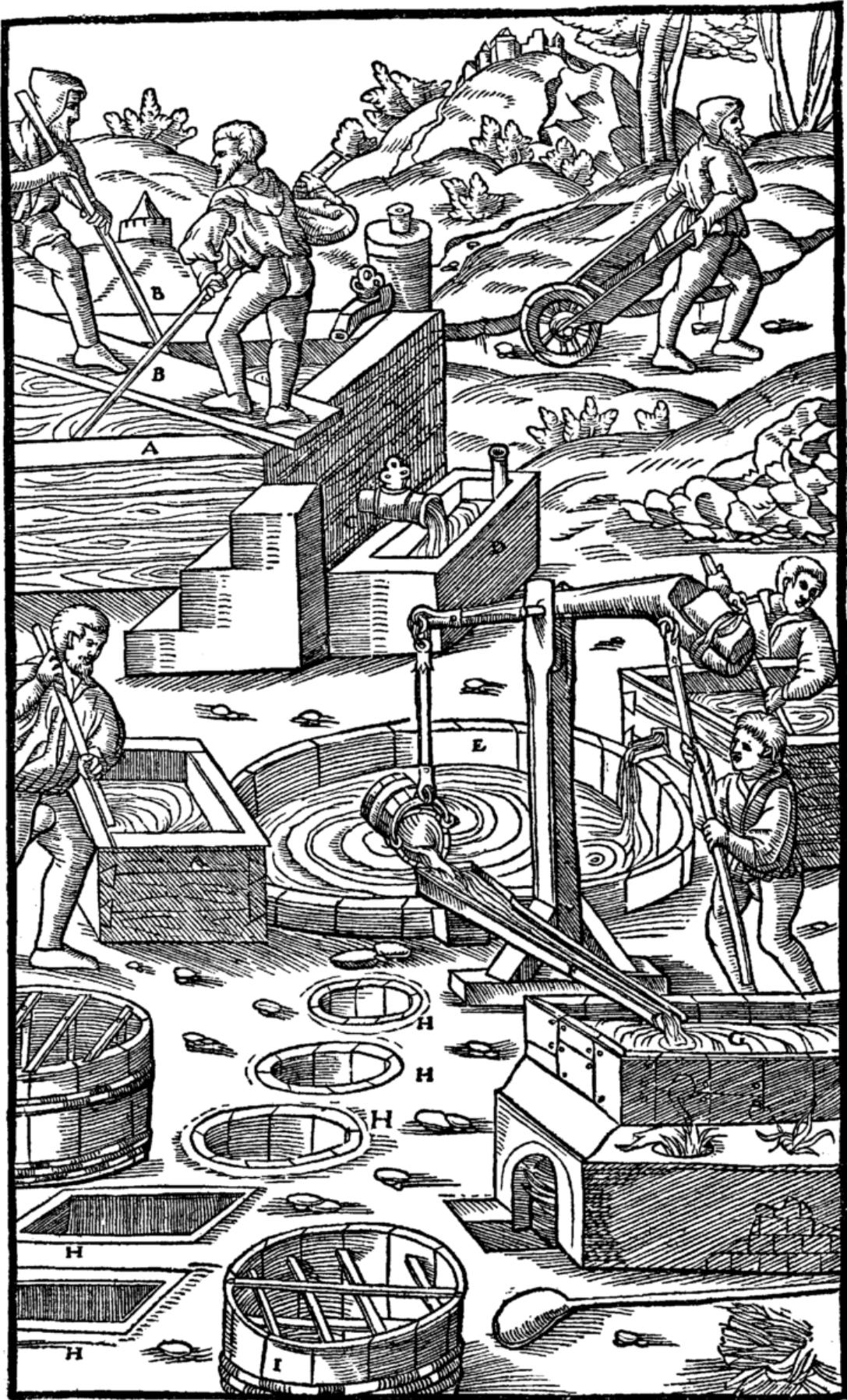
²¹⁾ Diese Schilderungen Agricolas beziehen sich auf die Verarbeitung von Alaunschiefer bzw. Alaunerde, die durch Verwitterung des Schiefers entsteht und das gleiche Material in lockerer Form ist, nämlich tonschieferartiges Gestein mit fein verteiltem Schwefelkies. Derartige Gestein wurde erhitzt (geröstet) und lange Zeit im Freien gelagert, um es verwittern zu lassen. Aus dem Schwefelkies entstand dadurch Eisenvitriol und Schwefelsäure, und dann, mit dem Ton zusammen, Aluminiumsulfat, und durch Zusatz von Kali- oder Ammoniumsalzen Alaun. Durch Auslaugen und Eindampfen konnte Alaun und Eisenvitriol gewonnen werden. Bei dem Zusatz des Harns wirkte offenbar sein Ammoniakgehalt in genanntem Sinne ein. Es bildete sich Ammonium-Alaun, der schwerer löslich ist als Eisenvitriol, und sich abschied, während der Vitriol in Lösung blieb und erst nach dem Eindampfen auskristallisierte. Diese verwickelten Verhältnisse waren in ihren wahren Zusammenhängen für Agricola und seine Zeit nicht zu erkennen. Die alten Mißverständnisse über Alaun und Vitriol wurden dadurch noch vergrößert.

gleichen Behälter. Nach einigen Tagen läßt man es von da durch Ausschöpfen in Rinnen in viereckige Bleipfannen fließen und in ihnen einkochen, bis der größte Teil des Wassers verdampft ist und die erdigen Teile sich abscheiden. Sie setzen sich auf dem Boden der Pfannen ab, sind fettartig und alaunhaltig und bilden meist dünne Krusten, die nicht selten ein sehr weißes und leichtes Pulver von Amiant oder Gips enthalten. Eine daraus hergestellte Lösung sieht dann so aus, als sei sie voll Mehl. Manche gießen die mäßig gekochte Lösung, um sie zu klären und zu reinigen, in eine Kufe, bringen sie dann in die Pfanne zurück und kochen sie weiter ein, bis sie mehlig wird. Die auf die eine oder andere Weise eingekochte Lösung bringt man zum Abkühlen in hölzerne, in die Erde eingegrabene Gefäße und nach dem Abkühlen in Kufen mit senkrechten und wagrechten Stäben, an denen sich der ausgeschiedene Alaun ansetzt. Es bilden sich kleine, weiße, durchscheinende Würfel, die in einen warmen Raum gebracht und getrocknet werden.

Wenn beim Lösen vitriolhaltiger Alaunerden in Wasser kein Harn zugesetzt wurde, so soll man sie in die klare und reine Lösung einbringen, wenn diese noch einmal eingekocht wird. Der Harn scheidet nämlich den Vitriol von dem Alaun. Der letztere setzt sich auf dem Boden ab, und der erstere schwimmt oben. Man bringt beide Teile getrennt für sich in kleinere Gefäße und von diesen in Kufen zum Eindicken. Wenn aber beim wiederholten Einkochen der Lösung keine Trennung eintritt, so bringt man die Lösung aus den kleineren Gefäßen in größere, die man zudeckt. In diesen wird der Vitriol, getrennt vom Alaun, fest. Beide Produkte werden ausgeschlagen, in einem warmen Raum getrocknet, und sind dann verkaufsfertig. Die in den Gefäßen und Kufen nicht erstarrte Mutterlauge wird in die Pfanne zurückgegossen und nochmals eingekocht. Die Erde, die sich auf dem Boden der Pfannen absetzt, wird herausgeholt und in dem Behälter zusammen mit den Alaunerden mit Wasser und Harn der Laugung unterworfen. Die Erde aber, die in den Behältern zurückbleibt, nachdem man die Lösung hat ausfließen lassen, wird herausgeschafft und zusammengehäuft, wobei sie täglich mehr und mehr Alaungehalt bekommt, ganz so wie die Erde, aus der man Salpeter bereitet. Man bringt die Erde dann wieder in die Behälter und läßt Wasser hindurchsickern.

Alaunhaltiges Gestein wird zuerst in einem Ofen gebrannt, der dem Kalkbrennofen ähnlich ist ²²⁾. Auf dem Boden des Ofens stellt man aus diesem Gestein eine gewölbte Feuerstelle her und füllt den übrigen leeren Raum des Ofens mit dem gleichen Alaungestein aus, das durch das Feuer gebrannt wird, bis es rotglüht und schwefelhaltigen Rauch ausstößt. Das geschieht, je nach der Natur des Gesteins, in einem Zeitraum von 10, 11, 12 oder mehr Stunden. Der Meister soll besonders darauf achten, daß das Gestein nicht mehr und nicht weniger gebrannt wird, als nötig ist. In dem einen Falle wird es nämlich durch daraufgesprengtes Wasser nicht erweicht, im anderen wird es zu hart, oder zerfällt zu Asche. In keinem von diesen Fällen gewinnt man aus dem Gestein reichlich Alaun, da er

²²⁾ Das ist die Gewinnung von Alaun aus Alaunstein, Alunit, z. B. dem altbekannten Vorkommen von Tolfa bei Civita Vecchia bei Rom; daher römischer Alaun, der durch seine Reinheit von jeher bekannt war. Die von Agricola erwähnte Färbung des Gesteins ist durch einen Eisengehalt verursacht. Der Alaun (Kaliumalaun) ist in dem Alaunstein schon enthalten und wird durch Rösten, Behandeln mit Wasser, Eindampfen und Auskristallisieren gewonnen.

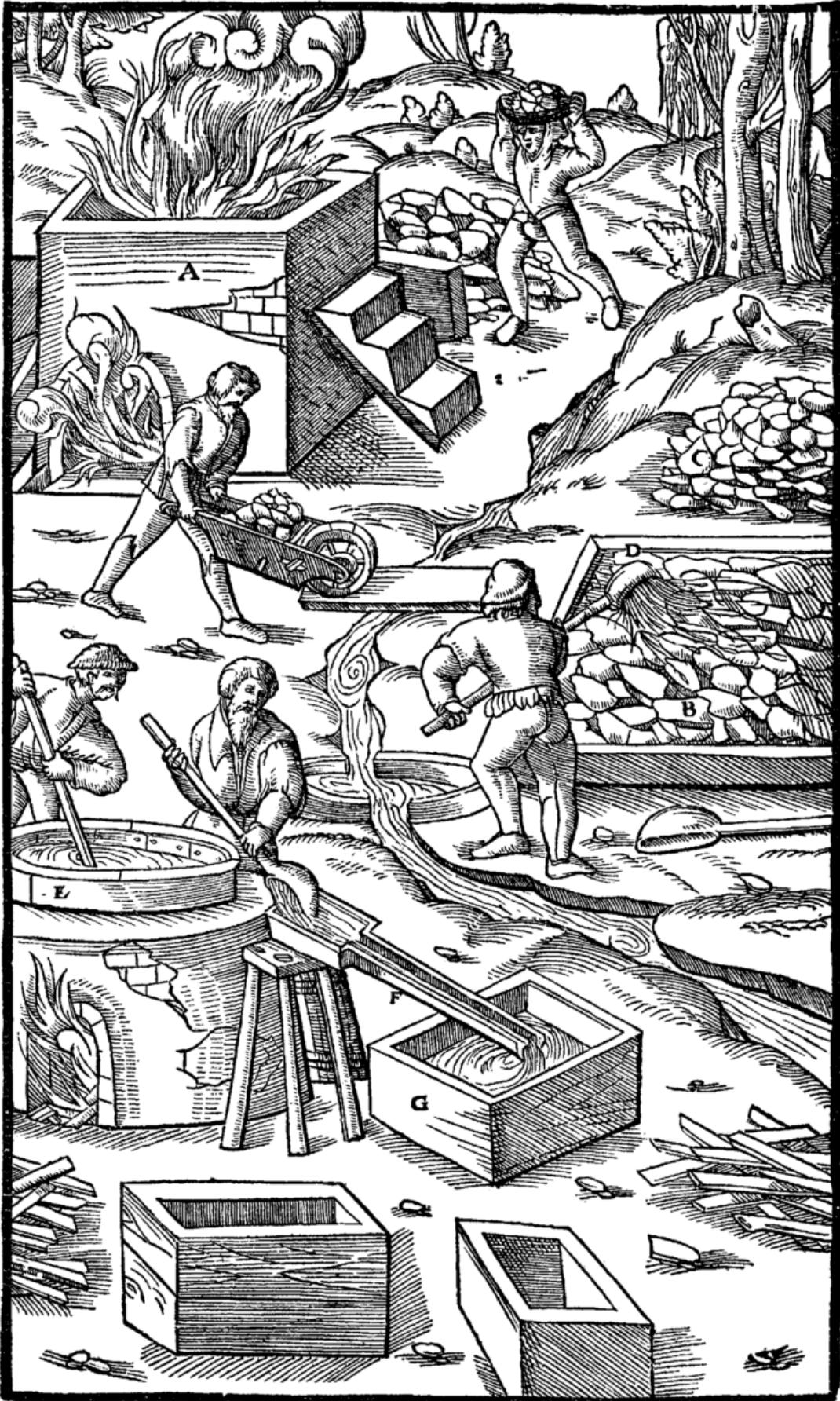


Der große Behälter A. Stangen B. Der Zapfen C. Wanne D. Der runde Behälter E.
Die Rinne F. Die Bleipfanne G. In die Erde eingegrabene Gefäße H. Kufe mit Stäben I.

feine Eigenschaften verliert. Nach dem Abkühlen zieht man dann das Gestein aus dem Ofen heraus, bringt es auf den Lagerplatz und schichtet es übereinander, so daß ein Haufen entsteht, der 50 Fuß lang, 8 breit und 4 Fuß hoch ist. Man besprengt ihn 40 Tage lang mit Wasser, das man mit tiefen, löffelartigen Gefäßen schöpft, und zwar im Frühjahr morgens und abends, im Sommer auch mittags. Durch das lange Anfeuchten zerfällt das Gestein wie gelöschter Kalk, und es bildet sich sozusagen eine neue Masse, die den später zu gewinnenden Alaun enthält und weich ist, ähnlich wie das in Gesteinen vorkommende flüssige Steinmark. Die Masse ist weiß, wenn das Gestein vor dem Brennen weiß war, und sie ist rötlich, wenn das Gestein rot mit einem weißen Schimmer war. Aus dem ersteren entsteht weißer Alaun, aus letzterem rötlicher Alaun.

Der Ofen zum Eindampfen soll rund sein, und sein unterer Teil soll, um die Gewalt der Hitze aushalten zu können, aus Steinen errichtet werden, die im Feuer nicht schmelzen und auch nicht zu Pulver zerfallen. Diese Steine werden korbartig zusammengefügt; darüber erhebt sich, 2 Fuß hoch aus gleichen Steinen gebaut, die Ofenmauer, auf welcher ein großer Kessel ruht, dessen Boden aus Kupferplatten besteht, rund und konkav ist und einen Durchmesser von 8 Fuß hat²³⁾. In den Hohlraum unter dem Boden des Kessels wird das Brennholz gelegt. Auf dem Rand des Bodens wird der Kessel aus Steinen in Form eines Kegels aufgebaut, und zwar derart, daß der Durchmesser unten am Boden 7 Fuß und oben an der Öffnung 10 Fuß und seine Höhe 8 Fuß beträgt. Innen wird der Kessel mit Öl ausgerieben und dann verkittet, damit er kochendes Wasser halten kann. Der Kitt wird aus frischgebranntem Kalk bereitet, dessen Stücke mit Wein gelöscht werden, ferner aus Eisenhammer Schlag und Schneckenhäufeln, die mit Eiweiß und Öl zerstoßen und vermischt werden. Auf den oberen Rand des Kessels wird ein Holzring gelegt, der 1 Fuß dick und $\frac{1}{2}$ Fuß hoch ist; auf ihn legen die Arbeiter ihre Holzschaukeln, mit denen sie das Wasser von Erde und nicht aufgelösten Gesteinstücken säubern, die sich auf den Boden der Pfanne absetzen. Der in dieser Weise gebaute Kessel wird fast ganz mit Wasser gefüllt, das man in einer Rinne zufließen läßt und dann mit starkem Feuer zum Kochen erhitzt. Sodann werden von der Masse, die aus den gebrannten Steinen und daraufgesprengtem Wasser vorbereitet wurde, acht Schubkarren voll allmählich in die Pfanne geworfen, und zwar von vier Arbeitern, die sie dann mit Schaukeln, die bis auf den Boden reichen, von unten her umwenden und mit dem Wasser vermischen. Mit diesen Schaukeln holen sie auch die nicht gelösten Gesteinsbrocken aus der Pfanne heraus. Auf diese Weise schaffen sie die ganze Masse in drei bis vier Arbeitsgängen in die Pfanne, mit Unterbrechungen von je zwei bis drei Stunden. In dieser Zeit beginnt nämlich das Wasser, das durch die hineingeworfenen Gesteinsmassen abgekühlt wurde, jedesmal wieder zu kochen. Sobald die Lösung gereinigt und für die Abscheidung der Mineralstoffe geeignet geworden ist, schöpft man sie mit tiefen, löffelartigen Gefäßen heraus und läßt sie durch Rinnen in 30 Wannen aus gewöhnlichem Eichen- oder Zerreichenholz laufen, deren Hohlraum 6 Fuß lang, 5 Fuß tief und 4 Fuß

²³⁾ Biringuccio, dessen *Pirotechnia Agricola* mit großer Sorglosigkeit vieles, so auch große Teile des Kapitels über den Alaun, entnommen hat, sagt deutlicher, daß nur der Boden des Kessels aus Kupfer oder Bronze besteht und die Form eines Zinntellers hat, also die Form einer flachen Schale mit einem niedrigen Rand. Auf diesem Rand wird der übrige Teil des Kessels aufgemauert. Biringuccio bringt auch schon fast wörtlich die Beschreibung des Dichtmachens des Innenraums mit einem Kitt oder Mörtel aus zerstoßenen Schneckenhäufeln usw.

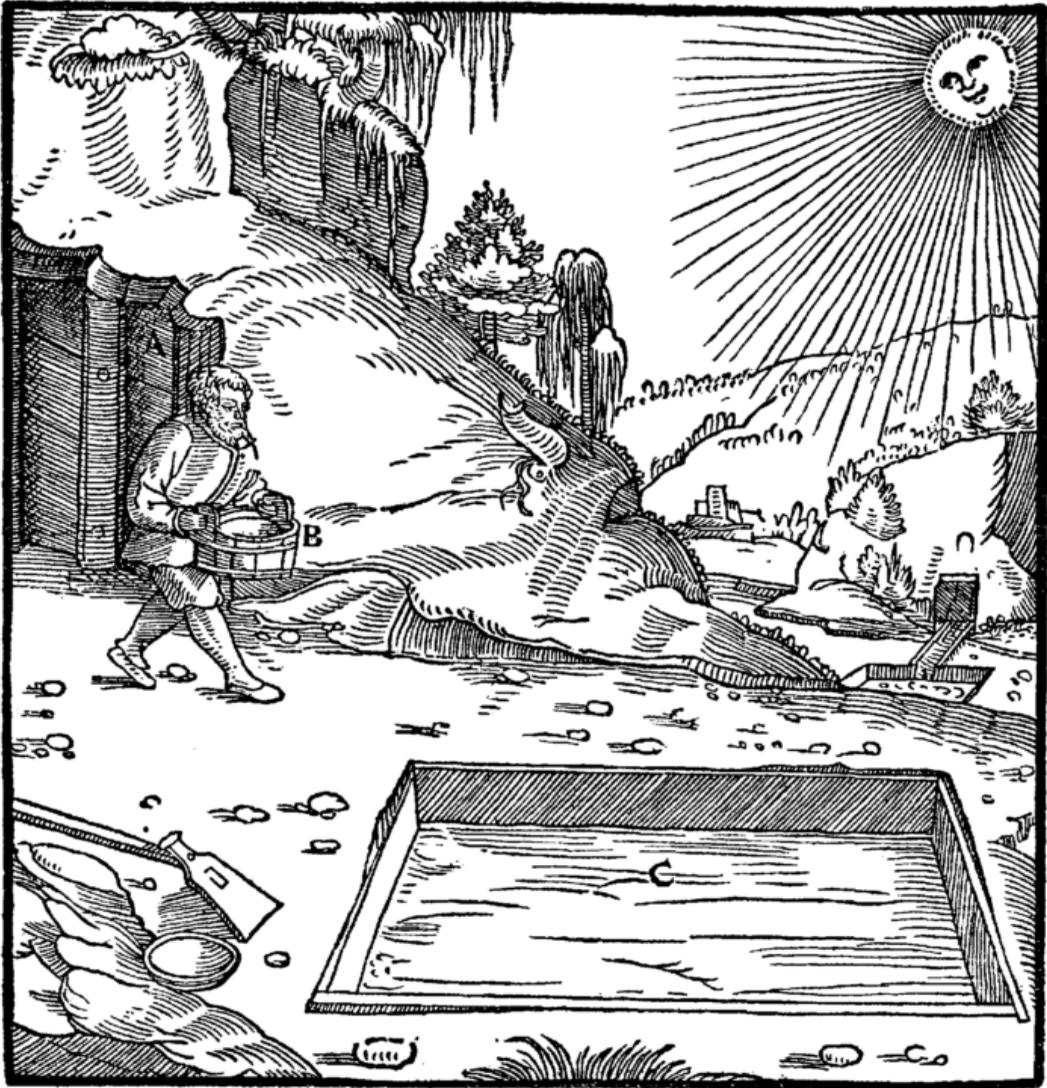


Der Ofen A. Platz für die Lagerung des Gesteins B. Gestein C. Schöpflöffel D.
Der Kessel E. Die Rinne F. Die Wanne G.

breit ist. In diesen Wannen erfarrt die Lösung, und der Alaun scheidet sich ab, im Frühjahr in vier, im Sommer in sechs Tagen. Dann öffnet man die Ausflüsse am Boden der Wannen, läßt die flüßig gebliebene Lösung in Gefäße laufen und bringt sie in den Kessel zurück oder hebt sie zunächst in Trögen auf, damit der Meister sie erst prüfen und dann von den Arbeitern in die Pfanne zurückschütten lassen kann. Denn diese Lösungen, die noch etwas Alaun enthalten, sind immer noch besser als solche, die ganz und gar frei davon sind. Der Alaun wird dann mit dem Schabeisen oder mit Messern ausgeschlagen; er wird je nach Beschaffenheit des Gesteins verschieden gehaltvoll und gut fein, und zwar weiß oder rötlich, entsprechend der Farbe des Gesteins. Das erdige Pulver, das sich 3 bis 4 Finger dick auf dem Boden der Behälter absetzt und alaunhaltig ist, wird mit frischem Alaungestein in den Kessel gebracht und nochmals verkocht. Schließlich wird der Alaun ausgeschlagen, gewaschen, getrocknet und verkauft.

Aus rohen Kiesen und anderen gemischten Alaungesteinen wird Alaun auf folgende Weise gewonnen. Zunächst werden sie auf einem Lagerplatz gebrannt, dann einige Monate der Luft ausgesetzt, damit sie weich werden, und schließlich in Kufen geworfen und gelaugt. Die Lösung wird in viereckige Bleipfannen geschüttet und eingekocht, bis sich der Alaun ausscheidet. Kiese und andere Gesteine, die nicht nur mit Alaun gemischt sind, sondern auch noch Vitriole enthalten, was meistens der Fall ist, werden in der von mir geschilderten Art und Weise auf beide Erzeugnisse verarbeitet. Und wenn schließlich in den Kiesen oder anderen gemischten Gesteinsarten Metalle enthalten sind, so werden diese gelaugten Erze getrocknet und durch Schmelzen in Öfen auf die betreffenden Metalle, wie Gold, Silber oder Kupfer, verarbeitet. Vitriol kann nach vier Verfahren gewonnen werden; nach zwei Verfahren aus Vitriolwasser, nach einem aus Lösungen, die grauen, schwarzen oder roten Vitriol enthalten²⁴⁾, und schließlich nach einem Verfahren aus vitriolhaltigen Erden, Steinen oder gemischten Mineralien. Vitriolwasser wird in Behältern gesammelt; und wenn es von da nicht abgeleitet werden kann, so schöpfen es die Arbeiter mit Eimern heraus und gießen es in warmen Gegenden und im Sommer auf Plätze, die unter freiem Himmel etwas vertieft angelegt sind, oder man bringt das Vitriolwasser mit Hebezeugen aus den Schächten heraus und leitet es durch Rinnen in die Gruben, in denen es durch die Sonnenwärme verdichtet wird.

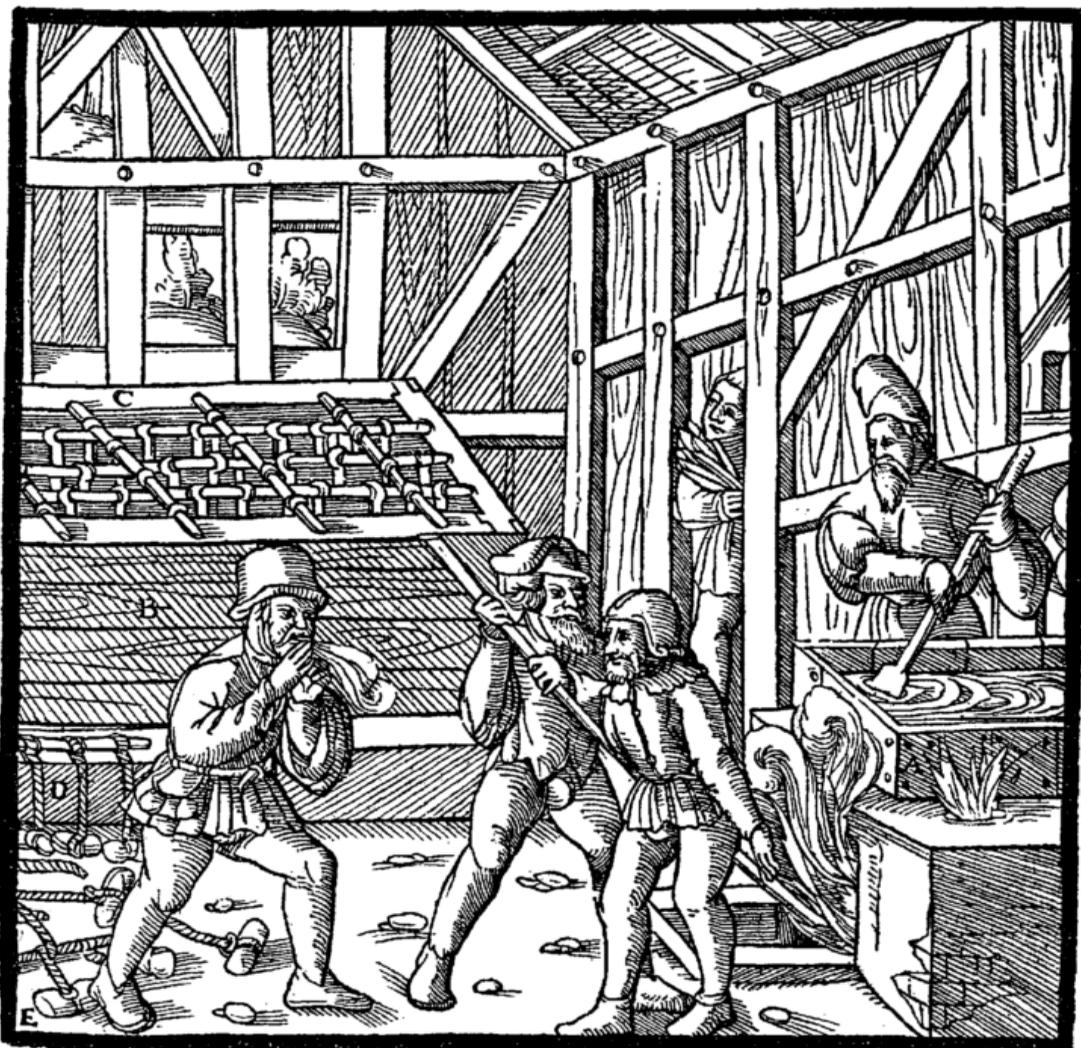
²⁴⁾ Lat. Melantheria, Sory, Chalkitis und später Misy. Es sind dies in der Hauptsache Gemenge von Schwefelkies, Kupferkies und ihrer Verwitterungsprodukte, Eisen- und Kupfervitriol. Über die antiken Anschauungen im Zusammenhange mit diesen Bezeichnungen vgl. die ausführlichen, aber nicht immer klaren Ausführungen bei Plinius XXXIV, 30, 31, 32, und Dioskurides (Ausgabe von M. Wellmann, Berlin 1914), Buch V, 99, 100, 101, 102. Übersetzung von Berendes, S. 527 ff. Ferner H. Blümner, Gewerbe u. Künste bei Griechen u. Römern, Leipzig 1886, Bd. 4, S. 91 ff. Agricola selbst spricht ausführlich über diese Mineralien in „De Natura Fossilium“, Lib. III, Ausgabe Basel 1546, S. 218 ff., und sagt z. B. (S. 219): „Ex pyrite enim, qui est quasi stirps horum succorum omnium, gignuntur . . . sory et melantheria; ex sory chalcitis, chalcitide diversae species atramenti sutorii . . .“ – Aus dem Pyrit, der gewissermaßen die Wurzel, das Ausgangsmineral aller dieser Stoffe (Vitriole usw.) ist, entstehen Sory und Melantheria; aus der Sory entsteht Chalcitis und aus Chalcitis verschiedene Arten von Atramentum sutorium (Eisenvitriol). Agricola sagt dann weiter, daß die genannten Stoffe (Sory usw.) immer Naturprodukte seien, Atramentum sutorium auch ein Kunstprodukt. Sory und Melantheria seien grau und schwarz, Chalcitis kupferrot, Misy bräunlich und goldgelb, Atramentum sutorium verschiedenfarbig, weiß, blau und grün. Heute hat man noch die mineralogischen Bezeichnungen: Melantherit für Eisenvitriol ($\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$) als Verwitterungsprodukt von Schwefelkies und Markasit, z. B. bei Goslar; Misy, $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$, (Copiapit, Vitriolocker usw.), durch Oxydation von Eisenvitriol entstanden; Chalkanthit für Kupfervitriol ($\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$) als Verwitterungsprodukt von Kupferkiesen.



Der Stollen A. Der Bottich B. Der Sammelbehälter C.

In kalten Gegenden und im Winter wird Vitriolwasser und süßes Wasser zu gleichen Teilen zuerst in viereckigen Bleifannen eingekocht und dann nach dem Abkühlen in Kufen oder Tröge gefüllt, die Plinius hölzerne Fischbehälter nennt, an denen oben eine Art Rost oder Gitterwerk befestigt ist. Von ihm hängen Schnüre herab, die durch kleine Steine gespannt werden; an den Schnüren setzt sich die eingedunstete Flüssigkeit an und verdichtet sich zu durchsichtigen Vitriolwürfeln und Beeren, die sich in Form von Trauben ansetzen.

Nach dem dritten Verfahren wird Vitriol aus grauen und schwarzen Vitriolerden gewonnen, während man die roten und besonders die gelben gewöhnlich verschmätzt, sofern die Gruben genügend graue und schwarze liefern. Aus roten und gelben Erden, besonders aber aus letzteren, gewinnt man nämlich gefleckten Vitriol. Diese Erden werden, wenn sie aus der Grube kommen, in Kufen geworfen und zunächst mit Wasser gewaschen. Die Lösung wird dann in andere Kufen überführt, die 9 Fuß weit und 3 Fuß tief sind. Dies geschieht, damit man die Kiese, aus denen nicht selten Kupfer gewonnen werden kann und die sich auf dem Boden der Kufen absetzen, herausnehmen kann. Zweige und Holzstücke, die obenaufschwimmen, werden mit Reißigbafen entfernt, und wenn sich der ganze



Die Pfanne A. Der Trog B. Die rostartigen Stäbe C. Die Schnüre D. Kleine Steine E.

dicke Bodensatz niedergeschlagen hat, gießt man die Lösung in eine viereckige Bleipfanne, die 8 Fuß lang und 3 Fuß breit und tief ist. Man läßt die Lösung in der Pfanne einkochen, bis sie dick und klebrig wird, und läßt sie dann durch eine Rinne in eine andere Bleipfanne fließen, die der oben beschriebenen gleich ist. Nach dem Abkühlen läßt man die Flüssigkeit durch zwölf Rinnen in ebenso viele Holzbehälter fließen, die $4\frac{1}{2}$ Fuß tief und 3 Fuß breit sind. Auf diese Behälter werden Latten gelegt, und zwar mit 4 oder 6 Finger breitem Abstand voneinander. Die Latten sind durchbohrt, und von den Löchern hängen dünne Ruten herunter, die darin mit Pflöcken oder Keilen befestigt sind und bis zum Boden des Behälters reichen. An ihnen setzt sich der Vitriol an und erstarrt in einigen Tagen in Form von Würfeln, die abgenommen und in Räume gebracht werden, deren mit Brettern belegter Boden schief geneigt sein soll, damit die Flüssigkeit, die vom Vitriol abtropft, in ein daruntergestelltes Gefäß abfließen und mit der Lösung zusammen nochmals eingekocht werden kann. Das gleiche geschieht auch mit der Lösung in den genannten zwölf Gefäßen, die, wenn sie zu verdünnt geworden ist, nicht erstarrt und daher keinen Vitriol mehr ausgeschieden hat.

Nach dem vierten Verfahren wird Vitriol aus vitriolhaltigen Erden und Gesteinsarten gewonnen. Solche Stoffe werden zunächst zusammengefahren, auf-



Der Holzbottich A. Die Querstäbe B. Die Ruten C. Der Behälter mit geneigtem Boden D. Das daruntergestellte Gefäß E.

gehäuft, fünf bis sechs Monate lang dem Frühjahrs- oder Herbstregen, der sommerlichen Wärme und dem Winterfrost ausgesetzt und öfters mit Schaufeln umgewendet, damit die Teile, die unten lagen, nach oben kommen. Auf diese Weise wird alles der Luft ausgesetzt und abgekühlt; die Erde wird lose und locker, und das Gestein, das vorher hart war, wird weich. Die Masse wird dann zugedeckt oder unter Dach gebracht und bleibt auch hier wieder sechs, sieben oder acht Monate liegen. Dann wird eine genügende Menge davon in einen großen Behälter gebracht, der zur Hälfte mit Wasser gefüllt und 100 Fuß lang, 24 Fuß breit und 8 Fuß tief ist. Am Boden soll er eine Türe haben, die man öffnen kann, um die Rückstände der Masse, die den Vitriol liefert, entfernen zu können. Die Tür hat 1 Fuß hoch über dem Boden drei oder vier Öffnungen, die, wenn sie geschlossen sind, die Flüssigkeit zurückhalten und, wenn geöffnet, sie ausfließen lassen. Die Gesteinsmassen werden also mit Wasser vermischt und mit Stangen verrührt und bleiben so lange in dem Behälter, bis ihre erdigen Teile sich auf dem Boden absetzen und ihre löslichen Teile vom Wasser aufgenommen worden sind. Man läßt dann die Lösung durch die Öffnungen aus dem Behälter auslaufen und in einen anderen, unterhalb aufgestellten Behälter einfließen, der die gleiche Länge hat, aber 12 Fuß



Die Pfanne A. Die Näpfe B. Kuchenförmige Stücke C.

breit und 4 Fuß tief ist, damit er die Lösung fassen kann. Wenn diese Lösung nicht genug Vitriol enthält, so löst man frische Mengen des Gesteins in ihr auf. Wenn die Lösung zwar ziemlich viel Vitriol enthält, aber doch nicht allen Vitriol des reichen Gesteins in sich aufgenommen hat, so tut man gut, dasselbe nochmals mit gewöhnlichem Wasser zu behandeln. Die Lösung läßt man dann, sobald sie klar ist, durch Rinnen in viereckige Bleipfannen fließen, in denen man sie so lange einkocht, als noch Wasser verdampft. Dann wirft man Eisenblechschnitzel hinein, die sich darin lösen sollen²⁵⁾, und zwar nur so viel, wie die Natur der Lösung es erfordert, und läßt weiter einkochen, bis die Lösung so reich geworden ist, daß sich nach dem Abkühlen der Vitriol ausscheidet. Wenn es soweit ist, bringt man die Lösung in Wannen, Kufen oder andere Gefäße, in denen im Laufe von zwei bis drei Tagen alles erstarrt, was überhaupt erstarren kann. Das nicht Erstarrte wird entweder gleich in die Pfanne zurückgegossen und nochmals eingedampft oder aufbewahrt, um frisches Gestein damit zu lösen. Es eignet sich dazu besser als gewöhnliches Wasser. Der ausgeschiedene Vitriol wird ausgeschlagen, nochmals in die Pfanne geworfen und erhitzt, wobei er flüßig wird. Das Geschmolzene gießt man in Näpfe, damit sich kuchenförmige Stücke bilden. Wenn der Vitriol

²⁵⁾ Bei der Verwitterung von Schwefelkiesen entsteht neben Eisenvitriol auch freie Schwefelsäure, die durch das in die Lösung gebrachte Eisen gebunden werden soll.

zunächst nicht genügend fest wird, gießt man das Flüssiggebliebene ab, macht das Erstarrte von neuem zwei- bis dreimal in der Pfanne flüßig und läßt es nach dem Eingießen in die Nöpfe wieder erstarren. So erhält man aus dem Vitriol reine und schön aussehende kuchenförmige Stücke.

Vitriolhaltige Kiese, die zu den gemischten Gesteinsarten gehören, werden wie alaunartige Kiese gebrannt und mit Wasser behandelt. Die Lösung wird in Bleipfannen eingekocht, bis sich Vitriol ausscheidet. Oft gewinnt man gleichzeitig Alaun und Vitriol aus diesen Mineralien, und das ist kein Wunder, weil diese beiden Salze verwandt sind und sich nur dadurch voneinander unterscheiden, daß der Alaun weniger, und der Vitriol mehr erdartig ist. Kiese dieser Art, die Metalle enthalten, werden in Öfen verschmolzen. Ebenso wird aus anderen vitriol- und metallhaltigen Gemengen Vitriol und Metall gewonnen.

Wenn die Erze reich an vitriolhaltigen Kiesen sind, so spalten manche Bergleute mäßig große Bäume in der Mitte auseinander und schneiden die Teile wieder in so lange Stücke, daß sie der Weite der Querschläge und Stollen entsprechen, in denen sie die Hölzer quer legen. Dies geschieht der Festigkeit wegen in der Weise, daß der flache Teil nach vorn geneigt liegt und der runde Teil nach hinten. Unten können sie miteinander verbunden werden, oben nicht. Der leere Raum zwischen ihnen wird mit Kiesen ausgefüllt, und auf diese Kiese und auf die Hölzer werden zerkleinerte Kiese geschüttet, um für die Hinein- und Hinausgehenden einen ebenen, gleichmäßigen Weg zu schaffen. Diese Kiese werden durch das Wasser, das in den Querschlägen und Stollen herabtropft, naß, und es entstehen Vitriol und verwandte Stoffe aus ihnen. Wenn das Wasser aufhört herabzutropfen, trocknet dieser Vitriol, erhärtet und kann aus der Grube herausgeschafft werden zugleich mit Kiesen, die noch nicht durch Wasser ausgelaugt sind. Diese Kiese und die aus den Stollen herausgeschafften werden in Kufen und Gruben geschüttet. Man gießt heißes Wasser darüber, löst den Vitriol und laugt so die Kiese aus. Die grüne Lösung wird in andere Kufen und Gruben übergeführt, damit sie klar und rein wird, und sodann in Bleipfannen eingekocht, bis sie dickflüßig ist. Man gießt sie dann in Holzgefäße, in denen sie an Schnüren, Ruten oder Zweigen ansetzt und zu grünem Vitriol erstarrt.

Schwefel wird aus schwefelhaltigen Wässern, aus Schwefelerzen oder aus schwefelhaltigen Gemengen gewonnen.

Die Wässer werden in Bleipfannen geleitet und bis zur Ausscheidung von Schwefel eingekocht²⁶⁾. Wenn ein Gemisch von solchem Schwefel und Eisenhammer Schlag zusammen erhitzt und in Töpfe gebracht wird, die dann mit Lehm und künstlich gewonnenem Schwefel verfrichen werden, so entsteht eine andere Art von künstlichem Schwefel, den man Roßschwefel nennt²⁷⁾.

²⁶⁾ Diese Darstellung ist unklar. Eine eigentliche wässerige Lösung von Schwefel gibt es nicht. In Schwefelquellen ist Schwefelwasserstoff enthalten, der durch den Sauerstoff der Luft zu Schwefel und Wasser oxydiert wird, wobei auch niedere Organismen Vermittler sein können.

²⁷⁾ Lat. caballinum. Roßschwefel wurde gelegentlich roher Schwefel aus Schwefelkiesen u. dgl. genannt, wohl auch ein Gemenge aus solchen Erzen und Schwefel, aus dem durch Sublimation reiner Schwefel gewonnen wurde. Der sulphur caballinum crudum sah schwärzlich aus. Den Namen hatte er von seiner Verwendung in der Tierheilkunde. Ruland in seinem Lexicon Alchemiae verzeichnet sulphur caballinum factitium, Roßschwefel, schwarzer Schwefel. Eine solche künstlich hergestellte Masse, die in der Hauptsache aus Schwefeleisen besteht, ist es auch, die hier von Agricola als „eine Art von künstlichem Schwefel“ ziemlich ungechickt bezeichnet wird. Er wird von Agricola auch in „De Natura Fossilium“, Basel 1546, S. 227, erwähnt.

Erze, die aus Schwefel und Erde, feltener aus anderen Mineralien bestehen²⁸⁾, werden in bauchigen, irdenen Töpfen erhitzt. Die Öfen, die zwei solche Töpfe aufnehmen können, sind in drei Abteilungen geteilt. Die unterste ist 1 Fuß hoch und soll an der Vorderseite eine Öffnung für den Luftzug haben. Oben soll dieser Teil mit Eisenplatten gedeckt sein, die in der Nähe des Randes Öffnungen haben und von eisernen Stäben getragen werden. In diesen Teil des Ofens wird das Feuerholz gebracht. Der mittlere Teil soll $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch sein und an der Vorderseite eine Öffnung haben, um das Holz in den Ofen bringen zu können. Oben sollen Stäbe angebracht sein, auf denen die Töpfe stehen. Der oberste Teil ist etwa 2 Fuß hoch. Die Töpfe sind ebenfalls 2 Fuß hoch und 1 Finger dick und haben unterhalb der Öffnung eine lange, enge Nase. Die Töpfe werden mit einem Deckel verschlossen, der ebenfalls aus Ton besteht und in die Öffnung paßt. Zu je zweien dieser Töpfe gehört ein einzelner Topf von gleicher Größe und Form. Er hat keine Nase, aber drei Öffnungen, von denen zwei, die sich unterhalb des oberen Randes befinden, die Nasen der zwei Töpfe aufnehmen. Aus der dritten Öffnung, die an der entgegengesetzten Seite unten am Boden angebracht ist, fließt der Schwefel aus. Die Öfen, in die je zwei Töpfe mit Nasen eingesetzt sind, haben einen Abschluß von eisernen Platten, die 2 Finger dick mit Lehm verstrichen sind. Die Öfen sind damit vollständig geschlossen, bis auf zwei oder drei Luftlöcher. Außerdem ragt auch der obere Teil der Töpfe über die Ofenplatte hinaus. Außerhalb jedes Ofens, auf der einen Längsseite, wird der Topf ohne Nase aufgestellt, in dessen Löcher die Nasen der zwei erwähnten Töpfe hineinreichen. Er wird auf zwei Seiten mit Ziegelsteinen ummauert, damit er feststeht. Wenn die Töpfe mit den Schwefelerzen in den Ofen gebracht worden sind, deckt man sie fest zu und verstreicht die Verbindungsstellen von Topf und Deckel mit Lehm, damit der Schwefel hier nicht entweichen kann. Aus dem gleichen Grunde werden die untergesetzten Töpfe mit Deckeln verschlossen und mit Lehm verstrichen. Man zündet dann das Brennholz an und erhitzt das Erz, bis der Schwefel verdampft. Der aufsteigende Dampf geht durch die Nasen in den untergesetzten Topf und verdichtet sich zu Schwefel, der sich wie geschmolzenes Wachs auf den Boden setzt. Er fließt aus der erwähnten Bodenöffnung aus, und der Arbeiter macht kuchenförmige Stücke daraus, oder er formt Röhren oder Stäbe oder stellt Schwefelhölzer her, indem er kleine Holzstücke in den Schwefel eintaucht. Man zieht dann das brennende Holz und die Glut aus dem Herd, öffnet nach dem Erkalten die zwei Töpfe und nimmt die Rückstände heraus, die, wenn das Erz aus Erde und Schwefel bestand, aussieht wie Asche von Holz, welches vorzeitig von selbst ausgelöscht ist. Wenn das Erz aus Schwefel, Erde und Steinen zusammengesetzt war oder nur aus Schwefel und Steinen, so sieht der Rückstand wie vollkommen getrocknete Erde aus oder wie stark gerösteter Stein. Man füllt dann die Töpfe von neuem mit Erz und wiederholt die ganze Arbeit.

Schwefelhaltige Gemenge, die nur aus Steinen und Schwefel bestehen oder aus Steinen, Schwefel und metallischen Erzen, werden in Töpfen erhitzt, die

²⁸⁾ Die folgenden Beschreibungen Agricolas beziehen sich auf die Gewinnung von Schwefel aus verschiedenen schwefelhaltigen Erzen, aus schwefelhaltigen Erden und vor allem aus Schwefelkies. Wenn letzterer bei Luftabschluß erhitzt wird, geht Schwefel fort nach folgender Gleichung: $\text{FeS}_2 = \text{FeS} + \text{S}$. Bei Verwendung einer geschlossenen Vorlage, wie sie Agricola beschreibt, bekam man als Produkt geschmolzenen Schwefel. Fein verteilter Schwefel – Schwefelblumen – entsteht, wenn der sublimierende Schwefel in größeren Kammern aufgefangen wird.



Die Gefäße mit Nasen A. Das Gefäß ohne Nase B. Der Deckel C.

ähnlich sind, aber einen durchlöchernten Boden haben. Der Herd aber soll folgendermaßen beschaffen sein: An der Mauer der Hütte werden zwei Ziegelwände erbaut, die 7 Fuß hoch, 3 Fuß lang und $1\frac{1}{2}$ Fuß stark sind. Sie sind 27 Fuß voneinander entfernt, und zwischen ihnen werden sieben niedrige, nämlich 2 Fuß und ebenso viele Finger hohe Mauern errichtet. Sie sind wie die erwähnten Ziegelwände 3 Fuß lang, aber nur 1 Fuß stark und stehen in gleichen Abständen, nämlich $2\frac{1}{2}$ Fuß, voneinander und von den erwähnten Ziegelwänden. Oben sind eiserne Stäbe befestigt, die eiserne Platten von 3 Fuß Länge und Breite und 1 Finger Stärke tragen, um die schwere Last der Töpfe und die Gewalt des Feuers aushalten zu können. Die Platten haben in der Mitte eine runde Öffnung, die $1\frac{1}{2}$ Finger weit ist; auf diesen Platten — es haben nicht mehr als acht Stück davon Platz — werden ebenso viele unten durchbohrte Töpfe gesetzt. Ebenso viele nicht durchlöchernte Töpfe werden darunter gesetzt. Die ersteren Gefäße werden mit dem Erz beschickt und mit einem Deckel verschlossen. Die unteren Gefäße enthalten Wasser und reichen mit ihrem oberen Rand bis an die erwähnten Platten. Um die oberen Töpfe herum wird Brennholz gelegt und angezündet. Die Erze in den Gefäßen werden dadurch erhitzt und sondern roten, gelben und grünen ²⁹⁾

²⁹⁾ Die Färbungen entstehen durch Verunreinigung mit kleinen Teilen der erhitzten Erze.



Die lange Mauer A. Die hohen Mauern B. Die niedrigen Mauern C. Eisenplatten D.
Die oberen Töpfe E. Die unteren Töpfe F.

Schwefel ab, der durch die Öffnungen fließt, von den Töpfen aufgenommen wird, die unter den Platten stehen und durch das Wasser in den Töpfen abgekühlt wird. Wenn diese gemischten Mineralien Metalle enthalten, so werden die Rückstände aufbewahrt und verschmolzen; andernfalls werden sie weggeworfen. Der Schwefel kann übrigens aus solchen gemischten Mineralien am besten gewonnen werden, wenn die oberen Töpfe in einem überwölbten Ofen aufgestellt werden, ähnlich wie die Gefäße, von denen ich im achten Buche, im Zusammenhang mit hüttenmännischen Fragen, gesprochen habe. Jene Gefäße haben keinen Boden, sondern innen eine Art Rost, die Töpfe werden auch dort aufeinander gesetzt. Aber die Platte muß in diesem Falle eine größere Öffnung besitzen ³⁰⁾.

Andere graben ein krugartiges Gefäß in die Erde ein und setzen ein anderes, unten durchlöcherteres Gefäß darüber, in welchem sie Kiese, Kadmia oder anderes schwefelhaltiges Erz so unterbringen, daß der Schwefel sich nicht verflüchtigen kann. Wenn mit heftigem Feuer erhitzt wird, sondert das Erz Schwefel ab, der in das untere Gefäß fließt, das Wasser enthält ³¹⁾.

³⁰⁾ S. 240.

³¹⁾ Dieses Verfahren und die vorhergehenden entsprechen einigermaßen der „Destillatio per descensum“ der Alchimisten, bei der die zu gewinnende Substanz nach unten abfließt. Vgl. Darmstaedter, E.: Die Alchemie des Geber, Berlin 1922.

Bitumen wird aus bituminösen Gewässern, aus flüssigem Bitumen und aus bituminösen gemischten Mineralien gewonnen. Bituminöses und auch salzhaltiges Wasser wurde in Babylon, wie Plinius schreibt³²⁾, von Salzbrunnen aus in die Salzwerke geleitet, von der starken Sonnenglut eingedunstet und verdichtet, teils zu flüssigem Bitumen, teils zu Salz. Das Bitumen, das leichter ist, geht an die Oberfläche, das schwerere Salz nach unten.



Das obere Gefäß A. Das untere Gefäß B. Der Deckel C.

Flüssiges Bitumen, das in größeren Mengen auf dem Wasser von Quellen, Bächen oder Flüssen schwimmt, wird mit Eimern oder anderen Gefäßen abgeschöpft. Kleine Mengen werden mit Hilfe von Gansflügeln, leinenen Tüchern, Haarbüscheln, Häutchen von Binsenrohr und anderen Dingen, an denen sich das Bitumen leicht anhängt, gesammelt, in großen kupfernen oder eisernen Gefäßen gekocht und in der Wärme verdichtet. Man verwendet es für verschiedene Zwecke, und manche vermischen es mit Pech, andere mit alter Wagenschmiere, um deren Zähigkeit zu mildern. Hart wird das Bitumen aber nicht, auch nicht beim Kochen in Töpfen. Gemischte Mineralien, die Bitumen enthal-

³²⁾ Plinius XXXI, 39. Salzwasser aus Brunnen; ölartiges Bitumen auf Salzlauge in Babylon. Über Bitumen, Asphalt u. dgl. schreibt Agricola auch in *De Natura Fossilium*, Liber IV, Basel 1546, S. 229, und erwähnt dort auch die Bezeichnung „Petroleum“.

ten, werden in der gleichen Weise wie die schwefelhaltigen in Töpfen mit durchlochtem Boden erhitzt. Man macht das allerdings feltener, da solches Bitumen nicht sehr geschätzt ist.

Alle Salze, die reichlich und im Überfluß im Wasser enthalten sind, und auch alle Erden setzen sich in Quellen und auf dem Boden von Flüssen und Bächen ab, und auch Steine, die darin liegen, werden von ihnen überzogen. Diese ausgechie-



*Die bitumenhaltige Quelle A. Der Bottich B. Das kupferne oder eiserne Gefäß C.
Der Deckel D.*

denen Salze und Erden bedürfen nicht der Wärme der Sonne oder des Feuers, um zu erhärten. Kluge Leute, die das beobachteten, erfanden Verfahren, um auch andere Salze und manche wertvollen Erden zu gewinnen. Sie fassen nämlich solches Wasser, das aus Quellen oder Stollen herausfließt, in hölzerne Wannen oder Behälter, die hintereinander angeordnet sind. Es bildet sich darin ein Niederschlag, der jedes Jahr abgeschabt und gesammelt wird, so z. B. Chryfokolla in den Karpathen und Ocker im Harz³³⁾.

³³⁾ Vgl. Agricola, De Natura Fossilium. Libri III. Froben. Basileae MDXLVI, S. 221 „Bei Neufohl in den Karpathen fließt grünes Wasser aus einem alten Stollen, das Chryfokolla mit sich führt.“ Es ist Neufohl in Ungarn gemeint, wo sich Kupferbergwerke befinden. Das aus der Grube herausfließende Wasser enthält Eisen- und Kupfervitriol.

Es ist nun noch das Glas zu besprechen, dessen Darstellung hierher gehört, weil es aus gewissen Salzen und aus grobem und feinem Sand durch die Wirkung des Feuers und nach einem kunstvoll ausgearbeiteten Verfahren hergestellt wird. Es ist durchsichtig wie einige Salze, Edelsteine und auch wie manche anderen Steine, und es kann wie schmelzbare Steine und Metalle geschmolzen werden. Ich will nun zunächst über die Rohstoffe sprechen, aus denen das Glas bereitet wird, dann



Das Stollenmundloch A. Das Gerinne B. Die Behälter C. Die Überläufe D.

über die Öfen, in denen es geschmolzen wird, und schließlich über die Art und Weise der Glasbereitung selbst.

Das Glas wird aus schmelzbaren Steinen hergestellt und aus erstarrten Lößungen und auch aus anderen Stoffen, die sich mit den genannten auf Grund natürlicher Verwandtschaft verbinden. Schmelzbare und dabei helle und durchscheinende Steine sind anderen vorzuziehen, und man hält deshalb die Kristalle³⁴⁾ für die besten Ausgangsstoffe. Aus diesen Kristallen, die man zuerst zerkleinert, macht man in Indien, wie Plinius schreibt, ein Glas, das so hervorragend durchsichtig ist,

³⁴⁾ Gemeint ist hier offenbar Bergkristall, der besser und reiner ist als die im folgenden erwähnten „Steine“, nämlich gewöhnlicher Quarz oder Quarzand.

daß kein anderes damit verglichen werden kann. An zweiter Stelle kommen Steine in Betracht, die zwar nicht so hart wie Kristalle sind, aber fast ebenso hell und durchscheinend, und schließlich an dritter Stelle solche Steine, die zwar hell sind, aber nicht durchscheinend. Die Steine müssen zunächst gebrannt und dann in Pochwerken zerstoßen, zerkleinert und dadurch in die Form von grobem Gries gebracht werden, der dann gesiebt wird. Wenn die Glasmacher solchen Gries oder Sand an Flußmündungen finden, so bleibt ihnen die Arbeit des Brennens und Zerkleinerns erspart.

Was nun die Salze betrifft, so verwendet man in erster Linie Soda, ferner weißes und durchscheinendes Steinsalz und drittens Salz, das aus Lauge dargestellt wird, die man aus der Asche von Anthyllum³⁵⁾ oder anderen Salzkräutern gewinnt. Manche schätzen übrigens dieses Salz mehr als das vorhergenannte. 2 Teile von grobem oder feinem, aus schmelzbaren Steinen gewonnenem Sand werden mit 1 Teil Soda, Steinsalz oder aus Salzkraut hergestelltem Salz vermischt. Dazu bringt man kleine Stücke von Magnetstein. Wie in früheren Zeiten glaubt man nämlich auch in unseren Tagen an die außerordentliche Fähigkeit des Magnetsteins, die flüssige Substanz des Glases an sich zu ziehen, wie er das Eisen anzieht. Und diese Substanz, die er anzieht, reinigt er auch und macht aus grünem und gelbem Glas weißes³⁶⁾. Der Magnetstein selbst wird dann vom Feuer verzehrt. Wenn man die genannten Salze nicht hat, nimmt man 2 Teile Asche von Eiche, Steineiche, Zerreiche oder, wenn solche nicht zur Verfügung steht, von Buche oder Fichte und vermischt sie mit 1 Teil groben oder feinen Sandes. Man setzt etwas Salz hinzu, das aus Sole oder Meerwasser gewonnen ist, und ein kleines Stück Magnetstein. Aber diese Rohstoffe ergeben ein weniger helles und durchsichtiges Glas.

Die Asche gewinnt man aus alten Bäumen, deren Stamm in einer Höhe von 6 Fuß ausgehöhlt wird. In dieser Höhle entzündet man ein Feuer, das den ganzen Baum verbrennt und in Asche verwandelt. Das geschieht im Winter, wenn lange Zeit Schnee liegt, oder im Sommer, wenn es nicht regnet. Durch Regenfälle, die in den anderen Jahreszeiten häufiger sind, wird nämlich die Asche mit Erde ver-

³⁵⁾ Plinius XXI, 103. „Anthyllum wächst auf sandigen, sonnigen Plätzen . . . es schmeckt etwas salzig.“ Gemeint sind vielleicht Anthyllisarten, die z. B. am Ufer des Mitteländischen Meeres wachsen und wohl Alkali enthalten. Andere Pflanzen, die Kalium- und Natriumkarbonat enthalten, sind *Salsola soda* und *Salsola kali*, *Salicornia*-arten und *Atriplex halimus*. Vgl. Strasburger, Eduard: Streifzüge an der Riviera, 3. Aufl., Jena 1913. Zur Sodabereitung aus Pflanzen werden diese an der Luft getrocknet und in Gruben verbrannt. Das Produkt ist eine salzige, harte, halbgeschmolzene Masse, die außer Soda natürlich auch andere Stoffe enthält, wie Kochsalz, Kalk, Kieselsäure. Solche Pflanzenfodaprodukte, die früher gebraucht wurden, sind z. B. die *Barilla* aus Spanien, mit 25 bis 30% Natriumkarbonat, und das *Salikor* von Narbonne aus *Salicornia*-arten.

³⁶⁾ Die alte, auch bei Plinius vorkommende Verwechslung von Magnetstein (Magnetit) und Braunstein (Pyrolusit). Plinius z. B. XXXVI, 66: „man glaubte, der Magnetstein ziehe wie das Eisen auch das flüssige Glas an sich.“ Agricola hat also diese Stelle fast wörtlich übernommen. Über *Magnes lapis* und Mangan sowie über die Entstehung dieser Bezeichnung aus „Manganesium“ vgl. Kopp, Hermann: Geschichte der Chemie 4, Braunschweig 1843/1847, S. 82 ff. Braunstein, Mangandioxyd, wirkt als Zusatz bei der Glasfabrikation teils physikalisch, indem es durch Komplementwirkung die durch Eisen verursachte gelbgrüne Färbung durch Manganviolett aufhebt, teils chemisch durch Oxydation und Veränderung der grünen Eisenfärbung in weniger sichtbares Gelb. Die Rohstoffe für die Glasfabrikation sind, wie kurz erwähnt werden kann, Quarzsand, Pottasche, Soda oder Glauberfals (Natriumsulfat) und Kalk (Marmor, Kreide u. dgl.), sowie manchmal Bleioxyd. Vgl. Springer, L.: Das Glas. Halle (Saale) 1922. Schnurpfeil, P. K. Ed.: Die Glasfabrikation, 6. Aufl. von E. Tischeuchners Handbuch der Glasfabrikation. Leipzig 1923. Dralle, R.: Die Glasfabrikation. München 1911, 2. Aufl. I. Bd. 1926. Ältere Literatur: Neri, Ant.: *L'arte vetraria* . . . , Firenze 1612, deutsche Ausgabe. Neri, Anthonii: . . . *Glaßmacher-Kunst* . . . Frankfurt u. Leipzig 1678. Johannis Kunckelii: *Ars Vitriaria Experimentalis* oder Vollkommene Glasmacher-Kunst . . . Frankfurt u. Leipzig 1679.



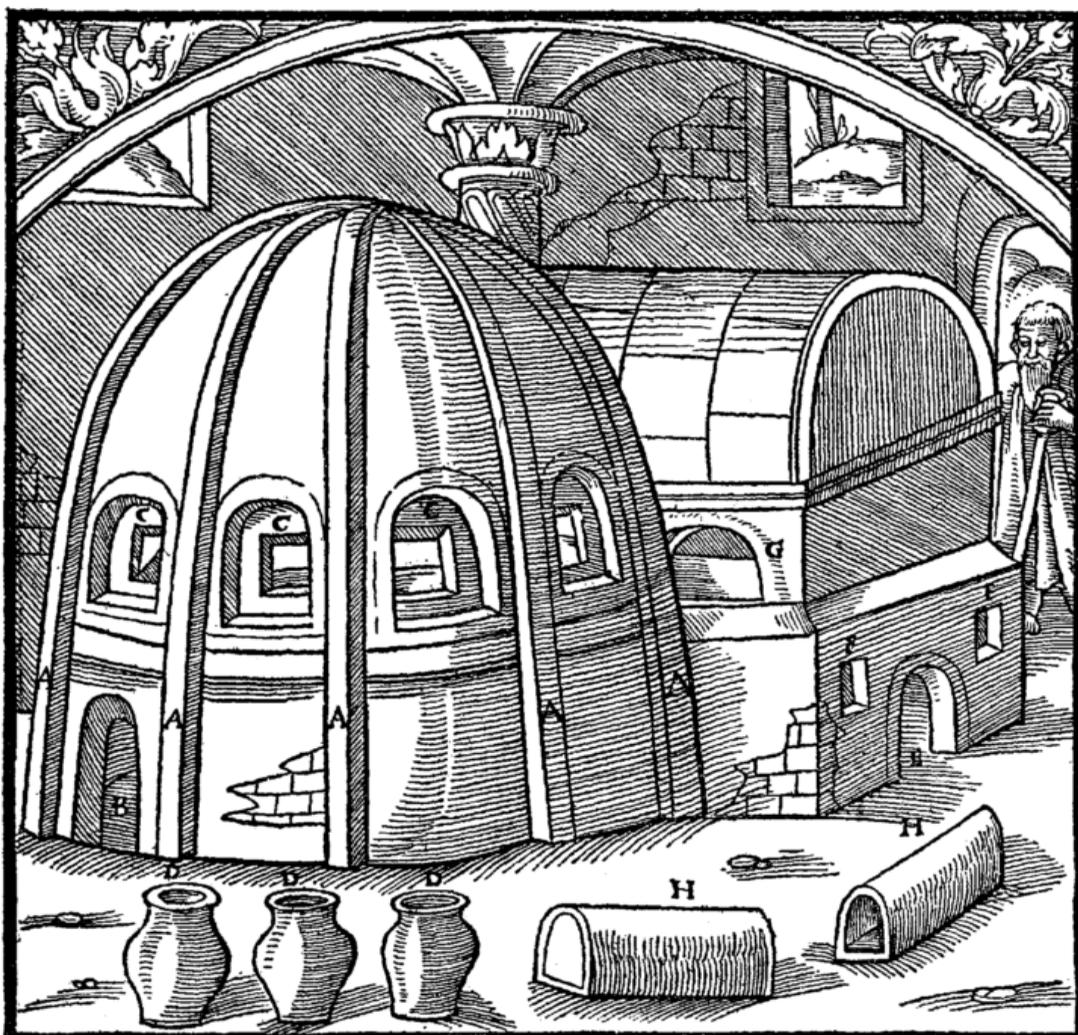
Die untere Kammer des ersten Ofens A. Die obere Kammer B. Glasstücke C.

mischt und dadurch verunreinigt. Deshalb zerfchneidet man auch folche Bäume in mehrere Teile, verbrennt diefe unter Dach und gewinnt fo Afche aus ihnen.

Manche Glasmacher verwenden drei Öfen, andere zwei und manche nur einen Ofen. Die Glasmacher, die drei Öfen verwenden, fchmelzen im erften Ofen die Rohstoffe zufammen, fchmelzen die Maffe im zweiten Ofen noch einmal und laffen im dritten Ofen die glühenden Glasgefäße und andere Waren abkühlen. Der erfte Ofen diefer Glasmacher ift überwölbt und hat Ähnlichkeit mit einem Backofen. In der oberen Ofenkammer, die 6 Fuß lang, 4 Fuß breit und 2 Fuß hoch ift, werden die zufammengemifchten Rohstoffe durch ein fcharfes Feuer aus trockenem Holz erhitzt, bis fie fchmelzen und in eine Glasmafse verwandelt find. Diefes Glas ift noch nicht frei von Glasgallen. Man läßt es abkühlen, nimmt es heraus und zerbricht es in Stücke. Im gleichen Ofen werden die Töpfe erhitzt, die fpäter diefe Glasstücke aufnehmen ³⁷⁾.

Der zweite Ofen ift rund, hat einen Durchmesser von 10 und eine Höhe von 8 Fuß. Damit er größere Feftigkeit bekommt, wird er außen von fünf Bögen umfpannt, die $1\frac{1}{2}$ Fuß dick find. Auch diefer Ofen befteht aus zwei Kammern. Das Gewölbe der unteren Kammer befitzt eine Dicke von $1\frac{1}{2}$ Fuß. An der Vorder-

³⁷⁾ Nämlich um fie nochmals umzufchmelzen und dadurch zu „läutern“.



Die Bögen des zweiten Ofens A. Sein unteres Ofenloch B. Die Fenster der oberen Kammer C. Die bauchigen Gefäße D. Das Ofenloch des dritten Ofens E. Raum für die Aufnahme der länglichen Behälter F. Öffnungen der oberen Kammer G. Die länglichen Behälter H.

seite hat dieser Raum eine enge Öffnung, um Brennholz in die Feuerstelle, die sich am Boden befindet, hineinbringen zu können. Ganz oben in der Mitte besitzt das Gewölbe eine große, runde Öffnung, die zur oberen Kammer führt, damit die Flammen in diese hineinschlagen können. In der Mauer der oberen Kammer zwischen den Bögen befinden sich acht Fenster, die so groß sind, daß durch sie hindurch bauchige Gefäße auf dem Boden der Kammer um die große Öffnung herum aufgestellt werden können. Diese Gefäße sind etwa 2 Finger dick, etwa 2 Fuß hoch; ihr Durchmesser beträgt an der weitesten Stelle $1\frac{1}{2}$ Fuß und am oberen Rand und am Boden 1 Fuß. Im hinteren Teil des Ofens ist eine viereckige Öffnung angebracht, die 1 Hand breit und hoch ist. Durch diese Öffnung dringt die Hitze in den dritten, angrenzenden Ofen, der viereckig, 8 Fuß lang, 6 Fuß breit ist und ebenfalls aus zwei Kammern besteht. Die untere hat an der Vorderseite eine Öffnung, um Brennholz in den Feuerraum am Boden des Ofens hineinbringen zu können. Auf jeder Seite dieser Öffnung befindet sich ein Raum, der etwa 4 Fuß lang, 2 Fuß hoch und $1\frac{1}{2}$ Fuß breit ist und der die länglichen Tongefäße aufnimmt. Die obere Kammer soll 2 Öffnungen haben, je eine auf der rechten und auf der

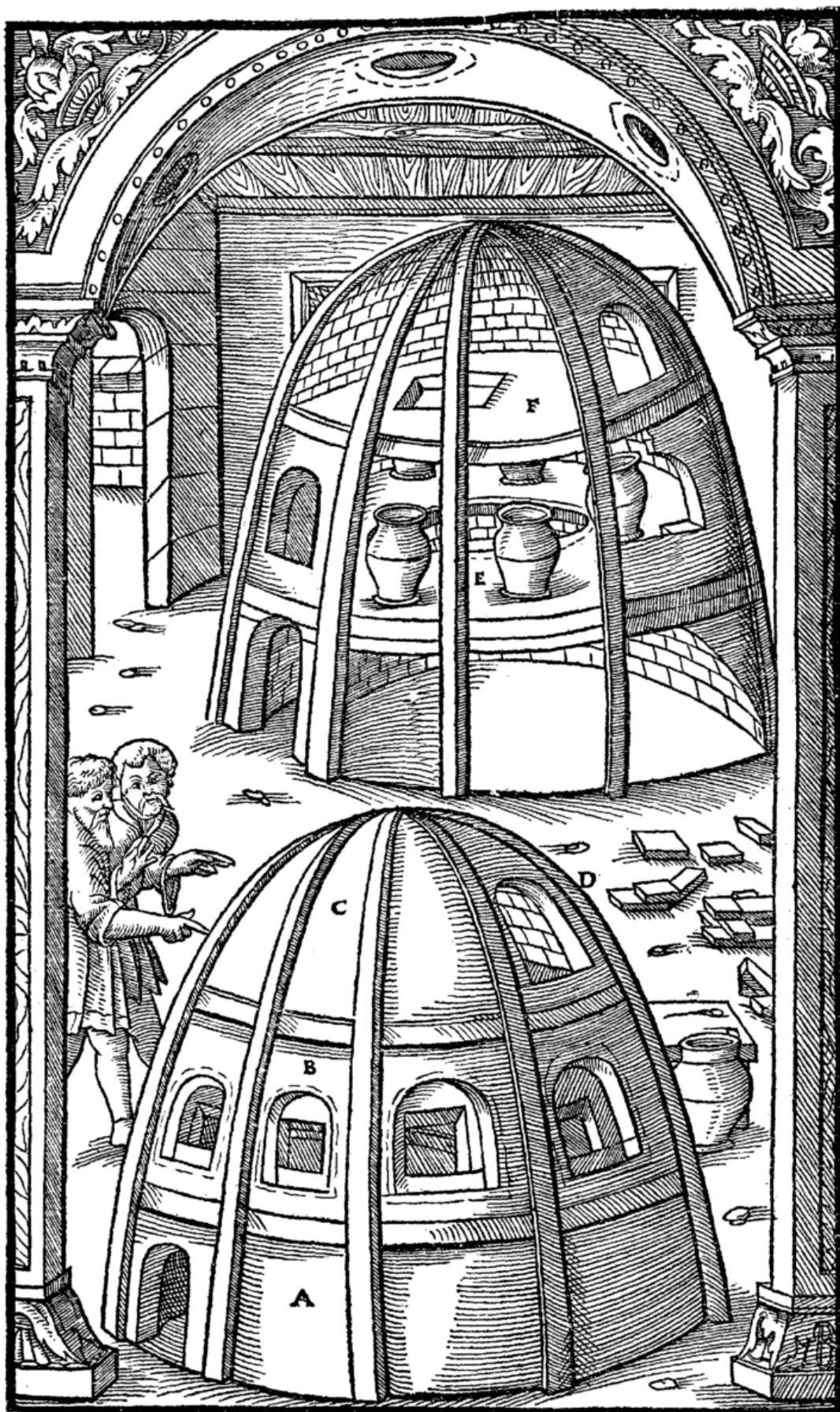
linken Seite, so weit und hoch, daß man die Gefäße bequem in die Kammer stellen kann. Diese Gefäße sind 3 Fuß lang, $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch, unten 1 Fuß breit und oben gewölbt. In sie werden die schon fertigen Glaswaren eingesetzt, damit sie bei geringerer Hitze abkühlen. Denn wenn das Glas nicht auf solche Weise langsam abgekühlt wird, zerpringt es. Diese Gefäße werden dann aus der oberen Kammer herausgenommen und zum Abkühlen sofort in die erwähnten Aufnahmeräume gesetzt.

Da, wo man nur zwei Öfen verwendet, schmilzt man im ersten Ofen die miteinander vermischten Rohstoffe zusammen und wiederholt das Schmelzen der Glasmasse im zweiten Ofen. Außerdem setzt man in letzteren auch die fertigen Glaswaren zum Abkühlen hinein. Bisweilen führt man die erste und die wiederholte Schmelzung in verschiedenen Kammern des zweiten Ofens aus und bringt die fertige Glasware zum Abkühlen in den dritten Ofen. In diesem Falle kann man den ersten Ofen entbehren, im vorher genannten Falle den dritten Ofen. Dieser zweite Glasofen unterscheidet sich aber von dem anderen zweiten Ofen in folgenden Punkten. Er ist ebenfalls rund, aber sein Hohlraum hat einen Durchmesser von 8 Fuß, und seine Höhe beträgt 12 Fuß. Er besteht aus drei Kammern, deren unterste der unteren Kammer des anderen zweiten Ofens ähnlich ist. In der Mauer der mittleren Kammer sind sechs Rundbogenfenster angebracht, die nach dem Einsetzen der erhitzten Gefäße mit Lehm verschlossen werden, wobei man nur kleine Schaulöcher frei läßt. Oben an der Decke dieser mittleren Kammer, und zwar in der Mitte, befindet sich eine viereckige Öffnung, 1 Hand hoch und breit, durch welche die Hitze in die oberste Kammer dringen kann. Diese oberste Kammer hat an der hinteren Seite eine Öffnung, in die man ein längliches Tongefäß mit der Glasware stellen kann, die langsam abkühlen soll. Auf dieser Seite ist der Boden der Werkstatt erhöht, oder es ist hier eine Bank aufgestellt, damit die Glasarbeiter hinauffsteigen und die Ware bequemer im Ofen aufstellen können.

Wenn man den ersten Ofen nicht zur Verfügung hat, bringt man abends nach vollbrachtem Tagwerk den Glasatz in die Töpfe. Er wird die Nacht hindurch erhitzt, schmilzt und wird zu Glas. Zwei Knaben unterhalten abwechselnd Tag und Nacht durch Einlegen von trockenem Brennholz in den Feuerraum das Feuer. Da, wo man sich nur eines Ofens bedient, benutzt man die zweite Art, die aus drei Kammern besteht. In diesem Falle bringt man den Glasatz abends in die Töpfe, entfernt in der Frühe die Glasgalle, macht die Glasware fertig und bringt sie, wie es auch sonst geschieht, in die oberste Kammer. Der zweite Ofen besteht aus zwei oder drei Kammern und wird, ebenso wie der erste Ofen, aus rohen Ziegeln gebaut, die an der Sonne getrocknet sind. Diese Ziegel werden aus einer Erde gestrichen, die im Feuer nicht schmilzt und auch nicht zu einem Pulver zerfällt. Sie soll von kleinen Steinen gefäubert und mit Stöcken geschlagen werden³⁸⁾. Mit der gleichen Erde statt mit Kalk werden auch die Ziegel aufeinander gemauert, und aus dergleichen Erde formen die Töpfer auch die Gefäße und Töpfe, die sie dann im Schatten trocknen.

Nun bleibt noch ein Drittes zu besprechen. Die Glasmasse wird im ersten Ofen auf die angegebene Art und Weise zusammengeschmolzen und dann in Stücke

³⁸⁾ Offenbar um Steine aus der Erde oder dem Lehm oder Ton zu entfernen. Manchmal wurde der Lehm zu diesem Zweck auch mit Füßen durchgetreten.



Die untere Kammer eines andern zweiten Ofens A. Die mittlere Kammer B.
Die oberste Kammer C; deren Fenster D. Die runde Öffnung E. Die viereckige Öffnung F.

zerbrochen. Die Arbeiter heizen den zweiten Ofen, um die Bruchstücke nochmals zu schmelzen, und wärmen gleichzeitig während der genannten Tätigkeit die Töpfe im ersten Ofen zunächst bei gelindem Feuer an, um die Feuchtigkeit auszutreiben. Dann erhitzen sie die Gefäße mit schärferem Feuer, bis sie trocken und rot werden³⁹⁾. Die Glasmacher öffnen dann die Ofenmündung, fassen die Töpfe mit einer Zange, setzen sie, sofern sie keine klaffenden Risse bekommen haben, schnell in den zweiten Ofen und füllen sie, wenn sie wieder heiß geworden sind, mit Bruchstücken von roher Glasmasse oder Bruchstücken von fertigem Glas. Dann verschließen sie alle Fenster des Ofens mit Lehm und Ziegeln und lassen nur je zwei kleine Öffnungen frei. Durch die eine können sie hineinschauen und mit einer Pfeife geschmolzenes Glas aus den Töpfen herausnehmen. Durch die andere Öffnung schieben sie eine andere Pfeife in den Ofen, um sie heiß werden zu lassen. Beide Pfeifen bestehen aus Messing, Bronze oder Eisen und sind 3 Fuß lang. Vor den kleinen Öffnungen ist auf der Ofenmauer eine Marmorplatte befestigt, auf ihr wird etwas Erde zusammengehäuft und ein Eisenstück daraufgelegt. Letzteres hält die in den Ofen geschobene Pfeife fest, erstere schützt die Augen der Arbeiter vor der Glut des Feuers. Wenn das alles ordentlich vorbereitet ist, gehen die Glasmacher ans Werk.

Mit trockenem Brennholz, das eine Flamme gibt, aber keinen Rauch macht, werden die Glasstücke eingeschmolzen. Je länger man sie schmilzt, desto reiner und durchsichtiger, fleckenloser und blasenfreier wird das Glas, desto leichter bringen die Glasmacher ihr Werk zu einem guten Ende. Wenn man den Glasatz, aus dem das Glas gemacht wird, nur eine Nacht schmilzt und dann sofort die Glaswaren daraus herstellt, so werden diese weniger rein und durchsichtig, als wenn man zuerst eine Glaschmelze herstellt und ihre Bruchstücke dann nochmals einen Tag und eine Nacht hindurch schmilzt. Aber auch das letztere Erzeugnis ist noch weniger rein und durchsichtig als das Glas, das man durch erneutes Schmelzen während zweier Tage und Nächte erhält. Die Güte des Glases liegt nämlich nicht nur in den Rohstoffen, aus denen es hergestellt wird, sondern auch in der Art des Schmelzens.

Die Glasmacher entnehmen öfters eine Probe mit ihren Pfeifen und, sobald sie daraus ersehen, daß die wiederholt geschmolzenen Glasstücke genügend gereinigt sind, tauchen sie die andere Pfeife in den Topf. Sie wird langsam gedreht und nimmt etwas Glas heraus, das sich wie ein zäher, klebriger Saft anhängt und sich kuglig zusammenballt. Der Arbeiter nimmt aber nur ebensoviele heraus, als für die geplante Arbeit genügt, preßt den Glasballen an die Marmorplatte und dreht ihn hin und her, um ihm mehr Zusammenhalt zu geben. Dann bläht er ihn durch die Pfeife hindurch blasenartig auf. Jedesmal, wenn er durch die Pfeife geblasen hat, und dies muß oft geschehen, nimmt er die Pfeife rasch vom Mund weg und bewegt sie etwas nach der Wange zu, um beim Einatmen nicht die Flamme in den Mund zu ziehen. Er hebt dann die Pfeife hoch und schwenkt sie im Kreis um den Kopf, wodurch die Glasmasse eine längliche Form bekommt. Oder er formt die Glasmasse durch Drehen in einem ausgehöhlten Bronzestück. Durch wiederholtes Erhitzen, Blasen, Anpressen und Aufblasen formt der Arbeiter aus

³⁹⁾ Es kann zweifelhaft sein, ob gemeint ist, daß die Gefäße infolge des Brennens sich stärker rot färben oder daß sie rotglühend geworden sind.



Die Pfeifen A. Die kleinen Fenster B. Die Marmorplatten C. Die Zange D.
Formen für die Gestaltung der Glaswaren E.

der Glasmasse Trinkgläser, Gefäße oder andere Gegenstände, die er herstellen will. Schließlich preßt er das Glas wieder an das Marmorstück, verbreitert so den Boden und treibt ihn mit der anderen Pfeife nach innen. Er schneidet dann mit einer Zange den Rand von der Pfeife ab und setzt, wenn nötig, Füße und Henkel an. Wenn es erforderlich ist, vergoldet er auch das Glas oder bemalt es mit verschiedenen Farben. Schließlich bringt er es in das längliche Tongefäß, das in den dritten Ofen oder in die oberste Kammer des zweiten Ofens eingesetzt ist, und läßt es da langsam abkühlen. Wenn ein solches Tongefäß mit Glasware angefüllt ist, schiebt der Arbeiter einen breiten Eisenstab darunter, stützt ihn mit dem linken Arm und setzt ihn in einen der Aufnahmeräume des Ofens.

Die Glasmacher fertigen verschiedene Gegenstände an, wie Becher, Krüge, Flaschen, Kolben, Schüsseln, Schalen, Fensterscheiben, Figuren von Tieren, Bäumen, Schiffen. Ich habe viele solche ausgezeichnete und bewundernswerte Gegenstände betrachten können, als ich einst zwei Jahre in Venedig lebte. Besonders am Himmelfahrtstag wurden sie zum Verkauf von Murano gebracht, wo die allerbesten Glasfabriken sind. Ich habe das bei verschiedenen Gelegenheiten gesehen, besonders aber damals, als ich zu bestimmten Zwecken mit Andreas Naugerius⁴⁰⁾ in seinem dortigen Haus gemeinsam mit Franciscus Afulanus zusammenkam.

⁴⁰⁾ Andreas Naugerius (Naugero), geboren in Venedig 1483, Historiograph der Republik Venedig, auch in diplomatischen Missionen tätig, z. B. bei Carl V. — Seine Schriften erschienen 1718 in Padua mit einer Lebensbeschreibung von Volpi. Franciscus Afulanus, ein Sohn des Andreas Afulanus (Andrea Torrefani D'Afola). Andreas Afulanus war der Schwiegervater des bedeutenden Druckers Aldus Manutius. Agricola war als Mitarbeiter der Familie und Firma Afulanus-Manutius und als Mitherausgeber wissenschaftlicher Werke tätig, z. B. bei der großen Galenausgabe, die 1525 in Venedig erschien. Vgl. Darmstaedter, E., Georg Agricola, S. 82.

ENDE
DER ZWÖLF BÜCHER
VOM BERG- UND
HÜTTENWESEN

*