

Analytische Operationen auf nassem Wege.

Die analytischen Operationen auf trockenem Wege wurden zunächst dadurch veranlaßt, daß man die ganze Menge eines bekannten Bestandtheils aus einer Verbindung ausscheiden wollte; im Gegensatz hierzu bot das Bestreben, sich über die bloße Anwesenheit eines bestimmten Stoffs in einem Körper zu belehren, den Anlaß zu den analytischen Operationen auf nassem Wege. Bei der Ausübung gewisser Künste, bei der Arzneibereitung, mußte sich schon früh Aufforderung bieten zur Untersuchung, ob gewisse Substanzen, die man anwenden wollte, wirklich die gehörige Beschaffenheit hätten, insofern, daß ihnen nicht ein anderer Stoff zugemengt sei, der den gewünschten Erfolg stören könne; und es genügte hier, nur zu entscheiden, ob ein solcher Stoff vorhanden sei oder nicht; es bedurfte nicht der Entscheidung, in welcher Menge allenfalls dieser Stoff zugegen sei. Die Verfälschungen der in der Technik und in der Pharmacie angewandten Körper ließen auf Mittel denken, sich vor ihnen sicher zu stellen, und zwar auf möglichst leicht ausführbare Weise, und diese fand man in der Reaction auf nassem Wege. Später wandte man diese Verfahrungsweise auch an, um überhaupt auf den Gehalt einer Verbindung an Bestandtheilen (nicht bloß an künstlich zugefügten, sondern auch an natürlichen) zu schließen, und namentlich die Untersuchung der Mineralwasser war es, an welche sich bald die analytische Chemie auf nassem Wege vorzugsweise anlehnte. Ueber ihren Gehalt an wirksamen Bestandtheilen zu entscheiden, fand man sich schon früh veranlaßt; man suchte nach Mitteln, sie zu bestimmen, und in diesen Versuchen hauptsächlich bildete sich die analytische Chemie auf nassem Wege aus.

In diesem Abschnitte haben wir also besonders zu betrachten die erste Benützung von Reagentien überhaupt, die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, die Entdeckung von Scheidungsmethoden auf nassem Wege, die Auffindung einer Methode der Analyse auf nassem Wege, wie sie sich hauptsächlich an der Untersuchung von Mineralwassern heranbildete, die

Erkenntnis
der analytischen
Operationen auf
nassem Wege.

allgemeine Anwendung dieser Art von Analyse auf alle Körper endlich, namentlich auch ihre Bervollkommnung zu quantitativer Forschung.

Erkenntniß der
analytischen Ope-
rationen auf nas-
sem Wege.

Der erste Versuch von analytischen Operationen auf nassem Wege scheint durch Verfälschung oft gebrauchter Substanzen hervorgerufen worden zu sein, und der Reactionen in diesem Sinne bediente man sich, soviel uns bekannt ist, erst zur Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung. Der einfachste und am frühesten erkannte Fall mochte wohl der sein, wenn eine lösliche oder in Wasser aufweichende Substanz mit einer unlöslichen und harten verfälscht war, wo die bloße Behandlung mit Wasser hinreichend ist, die letztere wahrnehmen zu lassen. Eine solche Prüfung schreibt Dioscorides vor, wo er der Verfälschung des Grünspans durch beigemengten Bimsstein oder Marmor erwähnt; man soll eine kleine Menge der Substanz mit dem nassem Finger reiben, wo sich die verfälschende Substanz durch das Gefühl offenbare.

Dieses Verfahren ist kaum ein chemisches zu nennen, wohl aber ein anderes, gleichfalls von Dioscorides vorgeschlagenes, welches zwar eigentlich in den vorigen Abschnitt gehört, hier indeß besser seine Stelle findet. Die Verfälschung des Grünspans mit Chalcanthum (Vitriol) soll nämlich erkannt werden, indem man ihn auf einer heißen Klinge erhitzt, wo er (bei Gehalt an Eisenvitriol) roth wird. Dieselbe Prüfung schreibt Plinius vor, giebt aber auch zugleich Kenntniß von noch einem andern Verfahren, der ersten chemischen Reaction auf nassem Wege. Die Verfälschung des Grünspans mit Eisenvitriol wird nämlich nach ihm auch dadurch erkannt, daß man ihn auf ein mit Galläpfeln gebeiztes Papier legt, welches durch den Vitriol schwarz wird (Deprehenditur et papyro, galla prius macerato; nigrescit enim statim aerugine illita).

Entdeckung
der Reagen-
tien.

Die Galläpfel böten also das erste Reagens dar, und mittelst ihrer bereitete man auch das erste Reagenspapier. Ihr Saft und der der Granatäpfel wurde auch damals schon in flüssiger Form angewandt, um auf die chemische Natur einer Substanz schließen zu lassen. Die Substanz, welche Plinius alumen nennt, kommt nach ihm in zwei Formen vor, von welchen sich die flüssige durch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften auf ihre Aechtheit prüfen läßt. Hujus (substantiae, sc. aluminis) quoque duae species, liquidum spissumque; liquidi probatio ut sit limpidum lacteumque; — an sit adulteratum deprehenditur succo Punici mali; sincerum enim mixtura ea nigrescit.

Entdeckung der Reagentien.

Diese Stelle soll uns hier nur über den Gebrauch des ersten Reagens Aufschluß geben, nicht aber haben wir hier über das, was durch die Reaction eigentlich angezeigt wurde, und inwiefern auf die Substanz alumen die Reaction paßt, uns auszusprechen (vergl. Alumen im III. Theile).

So lauten die ersten Nachrichten von analytischem Verfahren auf nassem Wege, und außer dem hier Angeführten ist uns von den Alten nichts überliefert worden, was die Geschichte der analytischen Chemie in dieser Beziehung anzuführen hätte. Einige Angaben müssen wir indeß doch noch beibringen in Betreff eines Gegenstandes, der für die Scheidekunst auf nassem Wege bald den nächsten Anlaß zu weiterer Vervollkommnung bot, in Betreff der Bestandtheile der Mineralquellen nämlich.

Die Kenntnisse der Alten über die Mineralwasser in chemischer Beziehung lassen sich in Folgendem zusammenfassen: Sie wußten, daß feste Bestandtheile, in reinem Wasser aufgelöst, die meisten mineralischen Quellen constituiren; auf die Natur jener festen Bestandtheile schlossen sie mehr aus physikalischen Kennzeichen, aus dem Geschmacke namentlich, als aus chemischen; die Schwefel enthaltenden Quellen erkannte man aus dem Absage des ersteren.

So wirken nach Plinius die Mineralwasser in Folge ihrer verschiedenen Beimischungen, *aliae sulphuris, aliae aluminis, aliae salis, aliae nitri, aliae bituminis, nonnullae etiam acida salsave mistura.* — Von Archigenes aus Apamea, einem berühmten Arzte, der in Rom zu Trajan's Zeit (um 100 n. Chr.) seine Kunst ausübte, stammt die Eintheilung in *aquas nitrosas, aluminosas, salinas* und *sulphuratas*. Diese Eintheilung ist die jetzt noch oft angeführte; um sie richtig zu verstehen, muß man nicht vergessen, was die Alten unter *nitrum* und *alumen* verstanden (es kann dies indeß erst im III. Theile ausführlicher besprochen werden), daß nämlich *aluminosum* und *nitrosum* nicht alaunartig und salpeterartig nach heutigen Begriffen sind, sondern eisenhaltig und laugensalzig; und des Archigenes' Eintheilung ist somit: alkalische Wasser (Seifenwasser), Stahlwasser, Salzquellen, Schwefelquellen.

Da die Alten den Gehalt des Wassers an anderen Bestandtheilen nicht durch Reagentien untersuchten, so mußten sie sich, um über die Reinheit desselben urtheilen zu können, andere Kennzeichen auffuchen. Nach Hippocrates' Bemerkung schon ist dasjenige Wasser das gesundeste (und reinste), welches am schnellsten heiß und wieder kalt wird. Desselben schwankenden

Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten.

Kriteriums bediente man sich noch zu Plinius' Zeiten. Reines Wasser kocht zwar eher als salzhaltiges, aber der Unterschied ist doch nicht bedeutend genug, um ein sicheres Kennzeichen abgeben zu können. Vitruvius giebt als eine Methode, die verschiedene Reinheit des Wassers zu untersuchen, an, daß man es abdampfen solle, ob es größern oder geringern Rückstand hinterlasse. Auch daß in reinem Wasser sich Hülsenfrüchte eher weich kochen, als in solchem, welches Beimischungen enthält, war den Alten bekannt.

Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten.

Keine Spur, daß die analytische Chemie auf nassem Wege einen Fortschritt gemacht habe, findet sich bei den Völkern, welche nach den Römern als chemische Kenntnisse besitzend zu beachten sind. Die Alexandriner scheinen von der Kunst der chemischen Analyse nichts gewußt zu haben; bei den Arabern treffen wir nur Bervollkommnung der Operationen auf trockenem Wege. Erst bei den Abendländern, seit dem 13. Jahrhundert, werden wieder Operationen erwähnt, denen wir hier Aufmerksamkeit schenken müssen. Auch sie, wie alle analytischen Arbeiten jener Zeit, stehen in Beziehung zu der Erkennung und Bestimmung edler Metalle. Im Anfange werden sie nur ganz gelegentlich angemerkt, und man sieht deutlich, daß man damals auf diese Art, die Bestandtheile zu bestimmen, nur geringen Werth legte. Albertus Magnus erwähnt in seiner Schrift *Compositum de compositis* bei den Eigenschaften der Salpetersäure, daß sie auch das Gold vom Silber scheidet. *Aurum ab argento separat* (die Säure), das ist die ganze Beschreibung, die er von der ersten Trennung zweier Metalle auf nassem Wege giebt.

Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten.

Mehr hierhergehörige Verfahrensweisen kennt Basilus Valentinus; es geht dies indeß mehr aus den Resultaten hervor, die er anführt (vergl. I. Theil, Seite 79), als daß er seine Methoden genauer mittheilte. Einen Körper, der als Bestandtheil in eine Verbindung eingegangen ist, wieder isoliren, heißt bei ihm gewöhnlich: ihm die verlorene Farbe wiedergeben, und hierfür giebt er an vielen Stellen dem Verfahren auf nassem Wege den Vorzug. In dem I. Buche seines letzten Testaments spricht er z. B. von der Schwierigkeit, aus einer Legirung von viel Kupfer mit wenig Silber das letztere wieder abzuschneiden: »Das Silber nun aus dem Kupfer zu bringen und ihm seine eigene Farbe wiederzugeben, ist eine große Kunst, welche die Schmelzer nicht wissen, sondern sie gehört in die chymische Kunst und in das Laboratorium.« Aber über die Einzelheiten der Kunst theilt er nichts mit, nur im Allgemeinen spricht er, z. B. in derselben

Schrift, wo er von dem reinen und unreinen Metalle handelt, und von den Mitteln, das letztere rein zu machen: »Man legt große Unkosten,« drückt er sich aus, »auf die scharfen Wasser (Säuren), damit man die höheren Metalle auseinander bringt; man thut es auch, wie man es nennt, im Guß, — — — besser ist's gethan mit einer Lauge.« *Vasilius Valentinus* setzt übrigens zuerst die Analyse auf nassem Wege der auf trockenem Wege entgegen; in seinen Schlußreden sagt er: »Zuletzt merke, daß die Philosophi zween Wege gehabt, den nassen Weg, welchen ich gebraucht habe, sodann den trocknen Weg.« Allein er geht auf keine nähere Erläuterung ein.

Agricola, über dessen analytische Kenntnisse wir nun zu berichten haben, theilt dieselben offener mit. Größtentheils wandte er dabei, wie wir oben gesehen haben, den trocknen Weg an; von seinen Operationen auf nassem Wege sind folgende hervorzuheben. Die Scheidung des Goldes vom Silber beschreibt er zuerst genau im 10. Buche *de re metallica*. Das goldhaltige Silber wird fein vertheilt und mit Salpetersäure behandelt; residet in fundo aurum colore nigricans, argentum cum aqua permistum supernatat. Auch vieleemente schreibt er zu dieser Trennung vor, welche meist Eisenvitriol enthalten; doch kann ich keine deutliche Nachricht bei ihm finden, daß er die Säure dieses Salzes zur Abscheidung des Silbers vom Gold bereits gebraucht habe.

Agricola's Zeitgenosse, *Paracelsus*, kannte gleichfalls die Trennung des Goldes vom Silber durch Scheidewasser, und beschreibt sie ausführlich. Wichtiger aber wird noch *Paracelsus*, weil er die Reihe derer eröffnet, welche der chemischen Untersuchung der Mineralwasser größere Aufmerksamkeit schenken. Seine Methoden hat er zwar nicht genau mitgetheilt, und die Analysen, die er mitunter angiebt, sind wohl schwerlich die Resultate wirklich angestellter Versuche. Eine wichtige Reaction indeß ist durch ihn bekannt geworden, die Bestimmung der eisenhaltigen Wasser durch Galläpfelinctur.

Nach *Paracelsus* kam eine ganze Schaar von Pfüchern, welche die Zusammensetzung der Mineralwasser zum Gegenstande ihrer Forschung machten; ihr Oberhaupt ist *Thurneysser*, besonders in seiner Schrift »Pison oder von kalten, warmen, minerischen und metallischen Wassern« (1572). Um die wirksamen Bestandtheile der Mineralquellen zu finden, war die damals eingeschlagene Methode im Allgemeinen folgende: Ein

Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten.

Agricola's Kenntnisse über Reagentien.

Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert.

Gefäß (die Mensur) ist im Innern mit einem in 24 Theile getheilten Maßstabe versehen, an dem ein Bleiloth befestigt ist, zur verticalen Stellung des Gefäßes. Dieses hält, bis an den obersten Theilstrich gefüllt, ein halb Pfund Regenwasser (das Gewicht soll immer bürgerliches Nürnbergisches sein, das Pfund zu 32 Loth). Es wird die Mensur mit dem zu untersuchenden Wasser bis zum obersten Theilstrich gefüllt und gewogen; der Uberschuß an Gewicht, den das Mineralwasser in Vergleich mit reinem Wasser zeigt, läßt schon auf den Gehalt an fremden Bestandtheilen schließen. Die in der Mensur abgemessene Menge Wasser wird abdestillirt (in verschiedenen Graden, deren nähere Besprechung aber hier nicht nöthig ist); der Rückstand wird gewogen, gepulvert, wieder aufgelöst und zur Krystallisation gebracht. Die erhaltenen Krystalle werden geglüht; was verbrennt, ist Nitrum, was in Wasser leicht löslich ist und im Glühen roth wird, ist Vitriol, was in Wasser nicht leicht löslich ist, wird als Blei bestimmt. Was nicht krystallisirt ist, wird Salz genannt; nur in schwefelhaltigen Wassern ist diese Portion als Schwefel anzusehen. — Auch das Destillat soll besonders untersucht und deshalb nochmals abgedampft werden; wird der Rückstand daraus beim Glühen blau, so enthält das Mineralwasser Silber oder Gold; verflüchtigt er sich, Quecksilber; wird er braun, Kupfer; bleibt er weiß, Zinn.

Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert.

Aus solchem Unsinn, aus solchen Widersprüchen entwickelt sich die heutige Mineralwasseranalyse. — Besser als die meisten Analytiker des 16. Jahrhunderts verstand Libavius die Kunst, die Mineralwasser zu zerlegen. Auch Libavius befolgt im Allgemeinen die Methode der Zerlegung auf trockenem Wege, und in seiner Anleitung zur Probirkunst giebt er nichts Anderes, als was schon Agricola mitgetheilt hatte; in seinem Buche de judicio aquarum mineralium operirt er jedoch auf nassem Wege, und vermeidet hier wenigstens die groben Irrthümer, welche die Verfahrensweisen seiner Vorgänger entstellen. Die Untersuchung des Mineralwassers soll in der Nähe der Quelle vorgenommen werden, damit nicht die gasförmigen Bestandtheile (spiritus) bei längerem Transporte entweichen. Zuerst wird die segregatio spirituum vorgenommen; eine bestimmte Menge des Wassers wird in eine Retorte gethan, an welche die Vorlage dicht angekittet ist; diese letztere wird überdies sehr kalt gehalten. Bei sehr gelinder Wärme wird nun destillirt, in der Vorlage sammeln sich die spiritus (mit Gas sehr stark geschwängertes Wasser). — Darauf folgt die Trennung des Wassers

Libavius' Methode, Mineralwasser zu untersuchen.

Libanius' Methode,
Mineralwasser zu
untersuchen.

von den festen Bestandtheilen, *segregatio aquositate et contentorum*. Eine bestimmte Menge Wasser wird im Aschenbad bis zur Honigconsistenz abgedampft; in diese concentrirte Lösung steckt man Halme oder Bindfaden, und wartet die Krystallisation ab. Durch diese soll man den Maun von dem Vitriol, das (Koch-) Salz von dem Salpeter u. s. w. unterscheiden. Auch die Sublimation des Rückstandes lasse zwar in einigen Fällen den einen Bestandtheil von dem andern trennen, allein krystallisiren lassen, die Mutterlauge weiter abdampfen und wieder zur Krystallisation bringen und so fort, bleibt doch das hauptsächlichste Mittel zur Erkennung der in dem Wasser enthaltenen Salze. Um ganz allgemein zu entscheiden, ob ein Wasser mineralisch ist, kann man sich auch nach Libavius des einfachen Mittels bedienen, ein leinenes Tuch mit dem fraglichen Wasser zu tränken und trocknen zu lassen; die Zunahme an Gewicht lasse auf die Größe des Gehalts an mineralischen Substanzen schließen. — Reagentien wandte Libavius sehr wenig an, er kannte jedoch die Eigenschaft der eisenhaltigen Quellen, mit dem Saft mehrerer Pflanzen, der Eichen, Erlen, Galläpfel z. B., sich zu schwärzen, allein er bemerkt, daß dunkle Färbung durch Anwendung dieser Mittel auch bei solchen Wassern eintrete, in welchen Kupfervitriol aufgelöst ist, und hält hiernach das in dem Schwalbacher Weinbrunnen enthaltene Metall für Kupfer. *Evenit aliquando, sagt er, ut aqua vinei fontis Langensbaltensis deferretur in vasculis e quercu recentibus. Ea inter portandum nigra evasit tanquam atramentum sutorium. Indicio est, illas aquas multo corporali chalcanto (Kupfersalz) constare, id quod arguitur quoque flore puniceo. Sed et ferri minera indicatur. Nam hujus quoque, ut et aeris vitriolo, nigrantur aquae.* — So unsicher war die Kenntniß des Chemikers, der um 1600 der ausgezeichnetste seines Faches war. Farbe, Geruch und Geschmack der Mineralwasser bilden ihm noch außerdem die vorzüglichsten Anhaltspunkte zur Bestimmung ihrer Bestandtheile.

Um sich diesen fortwährend so unvollkommenen Zustand der analytischen Chemie zu erklären, muß man sich der Unsicherheit erinnern, welche damals noch über den Begriff von Bestandtheilen, von Verbindungen u. s. w. herrschte. Die Ansicht, daß eine Verwandlung der Metalle durch chemische Hülfsmittel möglich sei, daß die verschiedenartigsten Stoffe in einander übergeführt werden können, bildete das größte Hinderniß für die Ausbildung der analytischen Chemie. Van Helmont mußte noch beweisen

sen, daß ein Metall durch die Auflösung nicht zerstört wird, sondern daß es noch ganz in der Auflösung enthalten ist. Scheele mußte viel später noch zeigen, daß sich die Kieselerde nicht in Alaunerde verwandeln läßt. Die ausgezeichnetsten Chemiker des 17. Jahrhunderts waren noch der Meinung, daß die Laugensalze durch Einwirkung des Feuers auf Holz, Weinstein u. s. w. geschaffen werden, nicht, daß sie darin schon fertig gebildet enthalten sind; man glaubte damals noch, ein Alkali lasse sich durch zweckmäßige chemische Behandlung in eine Säure verwandeln, und auch den umgekehrten Erfolg könne ein geschickter Chemiker erreichen. Wie konnte aber in jener Zeit, wo von Vielen noch die Ausziehung eines Bestandtheils für eine Schaffung desselben gehalten wurde, von Erfolg in der analytischen Chemie die Rede sein, wie von Zuverlässigkeit über die Angabe des Vorkommens mehrerer Erden bei einander in derselben Verbindung, wenn man durch chemische Mittel die eine derselben in die andere überzuführen können glaubte?

Ich werde noch in diesem Theile die Entwicklung der Kenntnisse über Bestandtheile, chemische Verbindung u. s. w. weitläufiger besprechen; hier kann ich nur anführen, daß von der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts an richtigere Ansichten über diese Gegenstände, über die Unveränderlichkeit der Bestandtheile, wenn sie auch in chemische Verbindungen eingehen, bei einzelnen besseren Chemikern sich langsam Bahn brachen. Man lernte die Zusammensetzung mehrerer Verbindungen, vieler Salze namentlich, kennen; van Helmont, Glauber und Andere erwarben sich darum wesentliche Verdienste, Tachenius außerdem noch besonders dadurch, daß er die genauere Kenntniß mehrerer Reagentien erweiterte. Sein Hippocrates chemicus (1666) schließt schätzbare hierher bezügliche Erfahrungen ein. Tachenius prüfte die Wirkung der Galläpfeltinctur auf Kupfer, Blei, Eisen, Quecksilber u. a., und unterschied die Farben der entstehenden Niederschläge; er erkannte die reducirenden Wirkungen dieses Reagens auf Goldsolution. Er nahm wahr, daß die Auflösung des Aetzsublimats in Wasser durch feste und flüchtige Laugensalze verschieden gefällt wird. Seine analytischen Kenntnisse befähigten ihn zu mehreren Urtheilen, welche seine unwissenderen Vorgänger nicht abgeben konnten. So z. B. behauptete er, daß das Eisen innerlich angewandt nicht durch den Harn secernirt werde, auf den Grund hin, weil sich in diesem durch Galläpfeltinctur kein Eisen nachweisen lasse. Dem Rosenwasser schrieb man seiner Zeit eine wurmabtreibende Kraft zu; er zeigte, daß diese auf einem Gehalt an Kupfer beruht, welchen das Wasser

Fortsschritte
in der Kennt-
niß der Reas-
gentien.

Tachenius.

Fortschritte in der
Kenntniß der
Reagentien.

aus den kupfernen Destillirgeräthschaften an sich zieht, und bewies die Richtigkeit seiner Behauptung, indem er das Kupfer aus dem Rosenwasser durch Kali ausfällte. Er zeigte den Unterschied des gemeinen Wassers vom destillirten, und daß ersteres stets Salz enthalte, denn es gebe mit Silberlösung einen Niederschlag wie eigens zubereitetes Salzwasser. — Solche Kenntnisse in der analytischen Chemie besaßen damals nur sehr Wenige.

Boyle.

Doch wird Lachenius in dieser Beziehung noch übertroffen durch Boyle. Kein Chemiker jener Zeit erkannte so wie Boyle die Unvollkommenheit der damaligen Analysemethoden, namentlich schienen ihm alle die Zerlegungen, welche die Elementarconstitution eines Körpers darthun sollten, in keiner Weise diesem Zwecke zu genügen. Die Ansicht, daß das Feuer das kräftigste Agens sei, um eine Substanz in ihre letzten Bestandtheile zu zerlegen, bestritt er mit Erfolg durch die Bemerkung, daß ja das Feuer nicht einmal unter allen Umständen gleichmäßig auf dieselbe Substanz einwirke, anders nämlich bei der Erhitzung an der Luft, anders in verschlossenen Gefäßen. Seine richtigeren Ansichten über den Begriff einer chemischen Verbindung, eines Bestandtheils und ähnliche Gegenstände (vergl. den Abschnitt: Chemische Verbindung, in diesem Theile) setzten ihn in den Stand, mit mehr Erfolg als alle Früheren für die analytische Chemie thätig zu sein. Weniger beschäftigte ihn dabei die Auffuchung der Elemente in den verschiedenen chemischen Verbindungen, als vielmehr die Ermittlung der nachweisbaren näheren Bestandtheile in ihnen. Sein *Chemista scepticus* enthält ausgezeichnete Betrachtungen über die Richtung, welche die analytische Chemie damals allein mit Nutzen verfolgen konnte; ich verschiebe die genauere Mittheilung dieser Betrachtungen bis zu dem Abschnitte, welcher die Geschichte der Ansichten über die chemischen Elemente vollständiger enthält. Hier wollen wir nur noch bemerken, daß auch die Bezeichnung *Analyse* im chemischen Sinne sich zuerst bei Boyle gebraucht findet, wenigstens wird dies Wort bei ihm immer noch als ein neues und nicht Allen sogleich verständliches im Druck hervorgehoben. So namentlich in dem *Chemista scepticus*, wo er davon spricht, daß das Feuer nicht unbedingt als das zerlegende Agens angesehen werden könne; z. B.: *Hoc observabo, quod uti consideratu dignum est in mixtorum corporum Analysisi, ignis ne in ea agat, quando aperto aëri sunt exposita, an quando obturatis vasis inclusa, ita non parvi sit momenti gradus ignis, quo Analysisin molimur. Oder: Nos velint* (die Anhänger der alten Meinung) *judicare, divisionem*

igne factam veram esse in sua principia *Analysin*, ejusdemque producta appellationem corporum elementarium mereri. Oder: Hinc inferre nobis licet, ignem universalem omnium corporum mixtorum *Analystam* haud esse, cum ex metallis et mineralibus, in quibus *Chymici* operam suam maxime collocarunt, vix ulla appareant, quorum *Analysin* igne instituere queant. Und so finden sich noch viele Stellen bei ihm.

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien.
Boyle.

Nachdem wir so die Einführung des jetzigen Namens für den Zweig unserer Wissenschaft, dessen Geschichte uns eben beschäftigt, kennen gelernt haben, wollen wir die analytischen Kenntnisse *Boyle's* etwas genauer betrachten. Es sind diese in so vielen einzelnen Schriften zerstreut, daß die speciellere Angabe für jede einzelne Wahrnehmung hier zu weitläufig würde. Seine Kenntniß der Reagentien ist es, welche uns hier am meisten interessirt, und diese wollen wir in Einer Zusammenstellung geben.

Säuren im Allgemeinen erkannte *Boyle* durch die rothe Färbung des Saftes von Lackmus, Veilchen und Kornblumen; Alkalien durch die rothe Färbung gelber Pflanzenfarben und durch die grüne des Veilchen- und Kornblumensaftes; auch dadurch, daß jede Klasse dieser Körper die Farbe wieder herstellt, welche die andere verändert hatte. Die Pflanzensäfte wandte *Boyle* als Tincturen oder auch auf Papier ausgedrückt an; er hatte die Einwirkung der Säuren wie der Alkalien auf eine große Menge der verschiedenartigsten Pflanzen untersucht. — Von den Säuren erkannte er die Schwefelsäure durch ihre Fällung mit Kalksalzen, die Salzsäure mittelst Silberlösung. — Von den Alkalien unterschied er das Ammoniak durch den weißen Nebel, den es mit Dämpfen von Salzsäure oder Salpetersäure macht. Auch war ihm bekannt, daß das flüchtige Laugensalz die Sublimat-lösung anders fällt als das fixe. Reagens auf Kalk war ihm die Schwefelsäure. — Das Kochsalz erkannte er durch die Silberlösung und schlug diese bereits vor, den Salzgehalt des Meeres quantitativ festzustellen; hier findet sich auch die erste Angabe über die Empfindlichkeit eines Reagens, daß nämlich 1 Theil Salz, in 3000 Theilen destillirten Wassers gelöst, noch durch Silberlösung angezeigt wird. — Ueber die Reactionen der Metalle wußte *Boyle*, daß eine kupferhaltige Flüssigkeit durch Ammoniak blau gefärbt, eine silberhaltige durch Salzsäure niedergeschlagen wird; daß Gold, wie auch Silber, sich aus seiner Lösung durch einen Zusatz von Quecksilber ausscheidet; daß eisenhaltige Flüssigkeiten der Eichenlaub-, Blau-

Fortschritte in der
Kenntniß der
Reagentien.
Boyle.

holz- und Galläpfelinctur eine schwarze Farbe mittheilen, und wies vermittelt dieser Reaction Eisen im Blutstein nach; endlich, daß eisenhaltige Fosfilien sich auch durch ihre Wirkung auf den Magnet erkennen lassen, wie er denn auf diese Art den Eisengehalt der Granaten nachwies. Boyle klagt, daß es sehr schwer zu erkennen sei, ob eine Flüssigkeit weißen Arsenik aufgelöst enthalte; als Reagens dafür giebt er Sublimatlösung an, welche einen weißen Niederschlag hervorbringe. Von Trennungen auf nassem Wege, die er kannte, erwähne ich der Scheidung des Kupfers von Gold durch Salpetersäure, und des Silbers vom Kupfer durch Auflösen und Fällen mit Kupfer.

Untersuchung
der Mineral-
wasser im 17.
Sahrhundert.

In den anderen Ländern war man damals weit entfernt, ebenso unterrichtet in der chemischen Analyse zu sein, oder nur Boyle's Belehrung gehörig zu nützen. Die qualitative Zerlegung auf nassem Wege wurde wenig betrieben; quantitative Resultate mittelst dieser Methode zu erreichen, galt fast für unmöglich. Charakteristisch für die analytischen Kenntnisse der Chemiker jener Zeit ist eine Abhandlung des würtembergischen Leibarztes Rosinus Lentilius (aus Kurland gebürtig), welche in die Ephemeriden der deutschen Naturforscher für 1686 aufgenommen ist, und über die Prüfung der Mineralwasser handelt. Die Reagentien sind die gewöhnlichsten Säuren und Salzlösungen, aber eine bestimmtere Angabe über die Art ihrer Wirkung, ihren Gebrauch und ihre Anzeigen sucht man vergebens. Für sehr verwegen aber hält es Lentilius, daß Einige die in einer bestimmten Menge Mineralwassers enthaltenen Bestandtheile selbst dem Gewichte nach angeben wollen und dieses sogar bis auf Unzen und Drachmen berechnen. Zahlreich waren indeß die Chemiker damals noch nicht, auf welche ein solcher Vorwurf bezogen werden konnte. In Frankreich war man in der Kunst, Mineralwasser zu analysiren, um nichts weiter; noch 1667 suchte da ein Dr. Peter Sivry zu beweisen, daß alle Mineralquellen nichts als Alaun und Eisen enthalten.

Welcher Art die analytischen Kenntnisse damals waren, geht genügend aus einzelnen Meinungen der bedeutendsten Chemiker hervor, welche nur bei vollkommener Unkenntniß der chemischen Zerlegungskunst sich aufstellen ließen; so z. B. aus Becher's Ansicht über die künstliche Erzeugung des Eisens, daß man es durch Glühen von Lehm mit Del machen könne. Ebenso behauptete Kunkel, obgleich er den Schwefelgehalt im Zinnober und rohen Antimon nicht leugnete, doch, Bleiglanz, Rothguldigerz und

Gläserz enthielten keinen Schwefel. Auf einem nicht unrichtigen Princip, allein in der Wahl der Mittel verfehlt, beruhte sein für die quantitative Analyse wichtiger Vorschlag, die Menge von wirklicher Säure in dem an Stärke so verschiedenen Scheidewasser in der Art zu bestimmen, daß man Silber darin auflöse, und dann abrauche, bis rothe Dämpfe zum Vorschein kommen.

Bessere Einsicht in die Zerlegung der Mineralwasser als die Vorhingenannten hatten um das Ende des 17. Jahrhunderts *Duclos* in Frankreich und *Hjärne* in Schweden. *Duclos* ¹⁾ untersuchte 1670 viele französische Mineralquellen, und wies in ihnen Kochsalz und eine gypsähnliche Substanz (es war wirklich Gyps) als Bestandtheile nach. Auch er urtheilte noch über die Natur der Salze aus ihren äußeren Eigenschaften, zu deren Bestimmung er das Mikroskop zu Hülfe nahm; doch bediente er sich auch einiger Reagentien, nämlich Galläpfeltinctur, Lackmustinctur, Schwertlilien-saft und Eisenvitriollösung. Nach ihm wurden in Frankreich viele solcher Untersuchungen ausgeführt, allein meist mit sehr schlechten Resultaten. So suchte *E. J. Geoffroy* 1724 das Mineralwasser zu Passy zu zerlegen und nachzumachen, und glaubte das letztere vollkommen zu erreichen, wenn er 10 Gran Eisenvitriol zu 8 Unzen Wasser setze. Er ließ somit den Wunsch und die Hoffnung noch nicht in Erfüllung gehen, welche schon *Baco von Verulam* in seiner Schrift *de augmentatione scientiarum* ausgesprochen hatte, daß es den Fortschritten der Chemie bald gelingen möge, alle Mineralwasser künstlich genau nachzumachen. — *Hjärne* beschrieb von 1679 bis 1702 viele schwedische Mineralquellen in chemischer Beziehung, und bediente sich dabei der damals bekannten Reagentien, zu deren weiterer Untersuchung er aufforderte; 1707 erschien von ihm *Brevis manufactio ad fontes medicales et aquas minerales solerter investigandas, rite probandas, ex arte applicandas*. In derselben Art arbeitete auch *Henkel* 1720, der bei der Untersuchung der Schlackenbäder zu Freiberg Galläpfeltinctur, Weichensaft, Säuren und Alkalien als Reagentien anwandte. — Aber weit übertroffen wurden alle diese durch *Fr. Hoffmann*, der seit 1703, wo er seine *Methodus examinandi aquas salubres* veröffentlichte, bis 1731 eine große Anzahl Mineralquellen chemisch untersuchte. Er wider-

¹⁾ *Dominique Duclos*, geboren 1623, starb 1684 als Arzt und Mitglied der Akademie zu Paris.

Untersuchung der
Mineralwasser im
18. Jahrhundert.

legte die Meinung der früheren Scheidekünstler, daß sich in den Mineralquellen Gold, Silber, Arsenik u. s. w. als Bestandtheile vorfinden, und bestritt auch zuerst, daß Alaun in den Mineralwassern vorkomme, es müsse denn in der Nähe einer Alaunformation sein. Er lehrte zuerst die gewöhnlich vorkommenden Bestandtheile unterscheiden. Einen luftförmigen Körper (die Kohlensäure) wies er als Bestandtheil in allen Sauerbrunnen nach, und bewies seine saure Eigenschaft. Das Eisen erkannte er als den häufigsten Bestandtheil der Gesundbrunnen, und lehrte es auffinden durch den Geschmack des Wassers, durch den sich von selbst absetzenden Eisenoxyd, durch gepulverte Galläpfel. Das Kupfer, das sich nach ihm nicht in Gesundbrunnen, sondern nur in Wassern aus Bergwerken findet, entdeckt er durch Präcipitation mittelst metallischen Eisens. Das Kochsalz macht sich erkennbar nach dem Abdampfen durch die Form seiner Krystalle, und dadurch, daß es mit Salpetersäure gemischt Königswasser giebt. Die alkalischen Wasser brausen mit Säure auf. Auf den Gehalt an Magnesia, einen bis dahin noch nicht als eigenthümlich betrachteten Körper, macht er zuerst aufmerksam; er unterscheidet das Bittersalz indes nicht nach seinen chemischen Eigenschaften, sondern hält es auf seine besondere Krystallform und seinen Geschmack hin für ein eigenthümliches Salz. Die Schwefelwasser erkennt man nach ihm an dem Geruch und an der Schwärzung des Silbers, welche sie hervorbringen. Nach ihren hauptsächlichsten Bestandtheilen unterscheidet er allgemein die Mineralwasser als alkalische, eisenhaltige, Bitterwasser und Kalkwasser.

Bei allen Fortschritten, welche die Analyse auf nassem Wege durch Fr. Hoffmann's Bemühungen machte, schenkte man doch den chemischen Reactionen nur geringe Aufmerksamkeit; während jetzt die Eigenthümlichkeit eines neuen Stoffs nur durch die Angabe dieser bewiesen werden kann, begnügte man sich damals mit Berufung auf Geschmack und Krystallgestalt, und selbst diese Angaben vermißt man oft, wenn von der Erkennung einer einfacheren Substanz als einer neuen die Rede ist, wie z. B. bei Hoffmann's kurzer Angabe, daß im Thon eine Erde eigener Art enthalten sei, und bei Stahl's Bemerkung, daß das Kochsalz ein eigenthümliches Alkali in sich enthalte.

Auch andere Chemiker, welche ihre Behauptungen gut zu rechtfertigen wußten, bedienten sich dazu der Reactionen auf nassem Wege nur wenig. Als einer wichtigen Reaction, die man im Anfange des 18. Jahrhunderts entdeckte, mag hier noch der Auffindung des Bleies bei der Weinverfälschung

durch Kalkschwefelleber Erwähnung geschehen ¹⁾. Auf die Zusammensetzung der Körper wurde mehr aus der Synthese geschlossen als aus der Analyse, auf die Eigenthümlichkeit eines Körpers noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzugsweise aus seinen physikalischen Eigenschaften. So erforschte Brand 1735 die Zusammensetzung des weißen Vitriols, indem er zeigte, daß dieser Vitriol, mit Kupfer und Kohlenpulver zusammengeschmolzen, Messing giebt, und daß Zink, in Schwefelsäure aufgelöst, zu einem mit dem weißen Vitriol vollkommen übereinstimmenden Salz krystallisirt. So unterschied Duhamel 1736 die Soda von der Potasche nach der Löslichkeit und Krystallform der Salze, welche beide mit derselben Säure bilden, und nach der Luftbeständigkeit.

Fort-
schritte
der Analyse
während des
18. Jahrhun-
derts.

Marggraf zuerst widmete den Reactionen auf nassem Wege wieder mehr Aufmerksamkeit. Er zeigte die Zusammensetzung des Gypses, auf welche er aus der bekannten des schwefelsauren Kali's schloß; weil nämlich der Gyps, wie das schwefelsaure Kali, durch Glühen mit Kohle eine Schwefelleber giebt, weil der Gyps, mit kaustischem Kali behandelt, schwefelsaures Kali und Kalk giebt, besteht er aus Schwefelsäure und Kalk; er wies auch die Schwefelsäure im Schwerspath nach. Den Unterschied der Alaunerde von der Kalkerde bewies er durch die verschiedene Löslichkeit ihrer Salze. Als Reagens auf Eisen wandte er das Blutlaugensalz an. Den Unterschied der Soda von der Potasche bewies er durch die verschiedene Löslichkeit der schwefelsauren, durch die verschiedene Krystallform der salpetersauren Salze, und durch die verschiedene Farbe, welche die letzteren der Flamme beim Verpuffen mit Kohlenpulver mittheilen; er bemerkte außerdem, daß beide Arten von Alkalien in ihren Reactionen sonst ganz übereinstimmen. Bei seiner Unter-

¹⁾ Die Entdeckung und Anwendung dieser Reaction bildet den ersten Anhaltspunkt für die gerichtliche Chemie, bezüglich deren Geschichte wir indeß hier nicht weiter eingehen können, sondern auf die specielle Besprechung der einzelnen Substanzen, auf welche die gerichtliche Chemie zu untersuchen hat, verweisen müssen. Vor der Mitte des 18. Jahrhunderts existirte noch gar keine Anleitung, in Vergiftungsfällen z. B. chemische Untersuchungen anzustellen; höchst unvollkommen waren noch die Vorschriften, welche Heinrich Friedrich DeLius (geboren 1725, Professor zu Erlangen und Präsident der kaiserlichen Akademie der Naturforscher, gestorben 1788) in seiner *Dissertatio sistens primas lineas chemiae forensis* (1771) gab. Erst Remer stellte in seinem Lehrbuche der polizeilich-gerichtlichen Chemie (erschien zuerst 1803) das Dahin-gehörige vollständiger und übersichtlicher zusammen.

Fortschritte der
Analyse während
des 18. Jahrhun-
derts.

suchung verschiedener Brunnenwasser fand er Bestandtheile richtig auf, die nachher fast wieder in Vergessenheit geriethen; so z. B. Salpeter und salpetersauren Kalk. Bei mehreren anderen analytischen Arbeiten waren seine Resultate weniger richtig (vergl. I. Theil, Seite 210), namentlich in seiner Bestimmung des Arsenikgehalts in dem käuflichen Zinn (vergl. Arsenik im III. Theile).

Auf Marggraf folgt eine Reihe anderer Analytiker, die sich der Operationen auf nassem Wege vorzugsweise bedienten; es sind hauptsächlich hier zu nennen Bergman und Scheele.

Bergman behandelte zuerst die analytische Chemie auf nassem Wege ganz in der Art, wie sie noch heute betrieben wird; die Resultate sind ursprünglich enthalten in seinen akademischen Schriften *de analysi aquarum* 1778, welcher er die Untersuchung mehrerer einzelnen Mineralwasser folgen ließ, *de mineralium docimasia humida* 1780, *de terra gemmarum* 1780, und in dem Abschnitte seiner gesammelten Werke, welcher *de praecipitatis metallicis* handelt. Zur Mineralwasseranalyse schrieb Bergman folgende Reagentien vor: Lackmustinctur für freie Säure; Brasilienholzabsud für Alkalien; Galläpfeltinctur für Eisen; Blutlaugensalz, welches Eisen blau, Kupfer braun, Mangan weiß fäلت; Schwefelsäure zur Entdeckung von Baryt und zur Entwicklung der Kohlensäure; Salpetersäure, um den Schwefelwasserstoff durch den Niederschlag von Schwefel nachzuweisen (auf Schwefelwasserstoff reagirte er auch sonst noch mit weißem Arsenik), Dralsäure für Kalk; luftvolles fixes Alkali zur Niederschlagung der Metalle und Erden, auch kaustisches Kali zu demselben Zwecke; luftvolles flüchtiges Alkali ebendafür und zur Reaction auf Kupfer; Kalkwasser für Kohlensäure; salzsauren Baryt für Schwefelsäure und ihre Verbindungen; salpetersaures Silber für Salzsäure und ihre Verbindungen, auch Schwefelwasserstoff lasse sich dadurch nachweisen. Der Weingeist ist zum Trennen der verschiedenen Salze anwendbar. Für weniger sichere Reagentien erklärt Bergman die Lösungen von salpetersaurem Quecksilber, Sublimat, Eisenvitriol, essigsaurem Blei, Schwefelleber und die alkoholische Seifensolution, die man damals viel anwandte, um reines Wasser, was sich damit nicht trübe, zu erkennen. — Die Bestandtheile des Mineralwassers sucht man in unlösliche Verbindungen zu bringen; für die am häufigsten vorkommenden Salze giebt Bergman an, wieviel Säure und wieviel Basis in ihnen enthalten ist (vergl. sonst noch Theil I. Seite 248). In der *Dissertatio*

metallurgica de minerarum docimasia humida giebt Bergman die erste vollständigere Anleitung zur Prüfung der Mineralien auf nassem Wege. Er hebt hervor, wie man bisher sich dieser Methode nur insofern bedient habe, daß man das Metallische aus den Erzen durch Auflösungsmittel herauszog und es dann durch Hülfe des Feuers reducirte; Bergman aber zieht es vor, die metallischen Bestandtheile auch anders als durch Zurückführung in den regulinischen Zustand zu bestimmen. Er beschreibt die Reactionen der Metalle, macht zuerst darauf aufmerksam, daß die Metallkalke aus ihrer Solution durch ätzende Alkalien als Hydrate, durch kohlensaure Alkalien als kohlensaure Salze gefällt werden; er macht auf den Unterschied der Farbe aufmerksam, je nachdem man mit reinem oder mit kohlensaurem Alkali fällt, und auf die Aenderung der Farbe, welche durch Erhitzen des Niederschlages eintreten kann; er liefert überhaupt zuerst genauere Angaben über die Farbe der Niederschläge. Genaue Anweisung giebt er zur Analyse der Gold-, Platin-, Silber-, Quecksilber-, Blei-, Kupfer-, Zinn-, Bismuth-, Nickel-, Arsenik-, Kobalt-, Zink-, Antimon- und Manganerze. — Bergman fand, daß sich die meisten Mineralien in Salzsäure lösen, wenn sie nur sehr fein gepulvert sind; für die Fälle, wo sich die Lösung auf diese Art nicht erreichen läßt, wandte er zuerst das Aufschließen mit kohlensaurem Kali an, welche Operation in der Folge noch viele Verbesserungen erfuhr (vergl. darüber: Aufschließen, bei der Geschichte der Kieselerde im III. Theile). — Ueber Bergman's quantitative Resultate werde ich gleich in dem folgenden Abschnitte Näheres mittheilen.

Fortsetzungen der
Analyse während
des 18. Jahrhunderts.

Neben Bergman zeichnete sich als genauer Analytiker auf nassem Wege Scheele aus, der indeß nur die qualitative Bestimmung der Bestandtheile im Auge hatte. Scheele hat seine Verfahrensweisen zur Zerlegung von Verbindungen nicht zusammengestellt, allein jede seiner Arbeiten, wo er neue eigenthümliche Substanzen, die in die unorganische Chemie gehören, auffand, waren damals Muster der chemischen Analyse (vergl. I. Theil, Seite 258 — 261), und wenige Scheidekünstler kannten damals die Reactionen aller bekannten Stoffe so genau wie Scheele.

Die heutige Methode zur qualitativen Analyse auf nassem Wege wurde durch diese Arbeiten festgestellt, und kurz nur brauchen wir der Chemiker zu erwähnen, welche bis zu der neueren Zeit auf der einmal eröffneten Bahn die ausgezeichnetsten Fortschritte machten. In Deutschland stellte Göttling in seinem vollständigen chemischen Probirkabinet (1790) und in

Fortschritte der
Analyse während
des 19. Jahrhunderts.

seiner praktischen Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie (1802), und Lampadius in seinem Handbuch zur chemischen Analyse der Mineralkörper (1801) die besten damals bekannten Methoden zusammen. Westrumb besonders verbesserte die Methoden, Mineralwasser zu zerlegen, Klaproth's und nach ihm Stromeyer's Arbeiten gaben für die chemische Zerlegung der Mineralien ausgezeichnete Anhaltspunkte ab. Alle früheren Versuche, in einem Compendium die besten analytischen Verfahrenswesen zusammenzufassen, übertraf weit Pfaß's ¹⁾ Handbuch der analytischen Chemie (erschien zuerst 1821); genaue Kenntniß der Reagentien, des Grades ihrer Empfindlichkeit, Bekanntschaft mit den besten analytischen Methoden wurden durch dieses Werk vorzüglich verbreitet, dessen Ansehen erst durch H. Rose's ²⁾ gleichnamige Arbeit verdunkelt wurde. In Schwe-

¹⁾ Christian Heinrich Pfaß ist geboren zu Stuttgart 1773, wo er auch seine erste Bildung erhielt. 1793 promovirte er als Doktor der Medicin, und nahm zunächst seinen Aufenthalt in Göttingen; 1794—95 beschäftigte er sich in Kopenhagen mit der praktischen Medicin. Nach einer Reise durch Italien 1795—97 wurde er bald, 1800, als Professor in Kiel angestellt, wo er für Chemie und Physik noch thätig ist. Pfaß hat Ausgezeichnetes geleistet für die Chemie, für die Medicin (durch sein großes Werk »System der Materia medica« 1818—1824) und für die Physik, besonders für die Erkenntniß des Galvanismus, zu dessen ersten Bearbeitern er zählt.

²⁾ Drei Generationen hindurch gehört, mit immer steigenden Verdiensten, der Name Rose zu denjenigen, welche die Chemie als die ihrer vorzüglichsten Vertreter nennt. — Valentin Rose, der ältere, war 1735 zu Neu-Nuppin geboren. Er widmete sich der Pharmacie; Chemie studirte er zu Berlin unter Marggraf, dessen Verwandter er war. Er ließ sich als Apotheker in Berlin nieder, wo er 1770 Assessor des Medicinalcollegiums wurde. In Folge zu angestrebter Thätigkeit starb er schon 1771. — Sein Sohn, Valentin Rose der jüngere, war 1762 zu Berlin geboren; seine Erziehung leitete Klaproth (vergl. I. Theil, Seite 343 ff.), auf dessen Rath er sich der Pharmacie widmete, welche er, von 1778 an, in Frankfurt a. M. erlernte. Von 1782 an studirte er zu Berlin; weitere Ausbildung suchte er noch unter Hagen in Königsberg. 1792 übernahm er die väterliche Apotheke in Berlin. Neben vielen rein wissenschaftlichen Arbeiten war er zugleich thätig für die Verbreitung der Chemie und in seinem amtlichen Wirkungskreise; von 1800 an hielt er regelmäßig Vorlesungen über Experimentalchemie für die Mitglieder der pharmaceutischen Gesellschaft zu Berlin, deren Mitdirector er seit 1802 war; als Assessor am Obermedicinalcollegium erwarb er sich besondere Verdienste um die Bearbeitung der preussischen Pharmacopöe. Er starb 1807. — Söhne von ihm sind Heinrich und Gustav Rose. Heinrich Rose ist geboren zu Berlin 1795. Die Pharmacie erlernte er zu Danzig, später studirte er zu Berlin, und gegen Ende des Jahres 1819 ging er nach Stockholm,

den wandte Berzelius der Analyse unorganischer Körper seine erfolgreiche Thätigkeit zu, und erhob die Mineralwasseranalyse zu ihrer jetzigen Vollkommenheit. — In Frankreich dienten im Anfange dieses Jahrhunderts vorzüglich Wauquelin's einzelne Untersuchungen als Vorbilder in der unorganischen Analyse, und Thénard gab später eine allgemeine Anleitung dafür. In England suchte, bald nach Bergman, Kirwan die analytischen Methoden des Ersteren zu verbessern, wobei er namentlich in die quantitativen Bestimmungen größere Genauigkeit brachte; auch zur Prüfung der Mineralwasser gab er am Ende des vorigen Jahrhunderts verbesserte Vorschriften. Die große Zahl von Chemikern, welche sich nach den eben genannten vorzugsweise dem Studium der Analyse zuwandten, glaube ich hier nicht weiter besprechen zu dürfen, da das Vorstehende hinreicht, über die Heranbildung des heutigen Zustandes der analytischen Chemie auf nassem Wege Aufschluß zu geben, und weiter zu gehen, nicht im Plane dieser

Fortschritte der
Analyse während
des 19. Jahrhun-
derts.

wo er anderthalb Jahre in Berzelius' Laboratorium arbeitete. Auf den Rath dieses seines Lehrers widmete er sich dem akademischen Lehramte; von Stockholm zurückgekehrt, verweilte er längere Zeit zu Kiel, wo er seine Dissertation: *de Titanio ejusque connubio cum oxygenio et sulphure*, schrieb, und zum Doctor der Philosophie promovirt wurde. Im Sommer 1822 habilitirte er sich als Privatdocent an der Berliner Universität, wo er seine Vorlesungen über praktisch-analytische Chemie im Herbst dieses Jahres begann. Im Jahre 1823 wurde er außerordentlicher, 1835 ordentlicher Professor der Chemie. Seine literarischen Leistungen finden sich in den letzten Bänden von Gilbert's Annalen, und seit der Fortsetzung derselben durch Poggenborsff sämmtlich in des Letzteren Zeitschrift. Sein Handbuch der analytischen Chemie erschien zuerst 1829 in Einem Bande; die zweite Auflage, in zwei Bänden, 1831, die vierte 1838. Es wurde wiederholt in die französische, auch in die englische Sprache übersetzt. — Gustav Rose ist 1798 zu Berlin geboren; er bestimmte sich für die praktische Laufbahn als Bergmann, die er 1816 in Schlessen begann. Bald kehrte er wieder nach Berlin zurück, wo er sich mit dem theoretischen Theile seiner Wissenschaft beschäftigte. Seine Gesundheitsverhältnisse veranlaßten ihn, von der Bergbauwissenschaft abzugehen; er widmete sich jetzt vorzugsweise der Mineralogie, und promovirte zu Berlin 1820. Im Jahre 1821 arbeitete er längere Zeit in Berzelius' Laboratorium; in demselben Jahre wurde er zum Custos der Universitäts-Mineraliensammlung zu Berlin ernannt. Hier habilitirte er sich 1823 für Mineralogie, und wurde 1826 außerordentlicher, 1839 ordentlicher Professor. Mit A. von Humboldt und Ehrenberg machte er 1829 die Reise nach dem Ural, Altai und dem kaspischen Meere, deren Resultate er (in zwei Bänden, 1837 und 1841) beschrieb. Mit Uebergang vieler anderen Abhandlungen nennen wir hier noch seine Elemente der Krystallographie (1ste Auflage 1833, 2te 1838).

Arbeit liegt. Ueber die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, über die Auffindung der wichtigsten Scheidungsmethoden das nachzutragen, was in dieser allgemeinen Darstellung keinen Platz finden konnte, wird die Geschichte der betreffenden Substanzen in den folgenden Theilen Gelegenheit bieten.

Quantitative Analyse.

Wir wollen dem Vorhergehenden noch Einiges über die Fortschritte der Kunst, die Bestandtheile einer Verbindung quantitativ zu bestimmen, hinzufügen, abge sondert, weil dieser Zweig der analytischen Chemie erst dann seine hauptsächlichsten Fortschritte macht, nachdem die qualitative Analyse schon ihren jetzigen Charakter angenommen hat.

Die vorstehenden Abschnitte enthalten bereits mehreres auf die quantitative Analyse Bezügliche; so diente die Cupellation schon in den früheren Zeiten zu quantitativen Bestimmungen. Wir wollen hier indeß vorzugsweise der Erkenntniß der Zusammensetzung eigentlicher chemischer Verbindungen nach Gewicht Aufmerksamkeit schenken.

Die erste Kenntniß der Zusammensetzung in dieser Beziehung geschah nicht auf analytischem Wege, sondern auf synthetischem. Die Waage wurde überhaupt in der Chemie lange nur zum Behuf der Zusammensetzung angewandt, spät erst, um die Zerlegungsproducte genauer zu ermitteln. Die erstere Anwendung fand sie schon bei den Alten; für die Zubereitung von Arzneimitteln, für die Zusammensetzung von Legirungen schrieb man damals schon bestimmte Gewichtsverhältnisse vor.

In der analytischen Chemie fand die Waage bis zu dem 17. Jahrhundert keine Anwendung, außer in der Probirkunst. Die Betrachtungsweise der Chemiker schloß damals, und lange nachher noch, viel zu wenig die Beachtung der quantitativen Verhältnisse ein, als daß man mittelst der Waage Behauptungen zu rechtfertigen oder zu widerlegen versucht hätte. In dem 17. Jahrhundert wandten einzelne Gelehrte zwar die Waage in dieser Beziehung an, ohne indeß bald Nachfolger zu finden. Rey gründete auf

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.