

Schlussbetrachtungen.

Wir haben in dem Vorhergehenden die allgemeine Geschichte der Chemie bis zur Gegenwart herangeführt, — zu weit, als daß nicht die Berichterstattung über die zuletzt verflossenen Jahre sehr unvollständig sein sollte — weit genug andererseits, um zu einigen Betrachtungen übergehen zu können, welche vielleicht einem bessern Verständniß des Zustandes der Chemie in unserer Zeit nicht im Wege stehen, obschon sich aus ihnen keine positiven historischen Resultate ergeben.

Schlussbetrachtungen.

Wenn man die Entwicklung der chemischen Kenntnisse während des Zeitraums überdenkt, für welchen die historischen Nachrichten uns eine deutliche Einsicht gestatten, wenn man zusieht, wie im Anfange desselben die Perioden, innerhalb deren die Chemie Einem Ziele rastlos nachstrebt, hunderte von Jahren umfassen, wie aber mit dem Fortschreiten der Wissenschaft stets die Dauer der Zeitalter kürzer wird, und in immer schnellerer Aufeinanderfolge einflussreiche Richtungen wechseln, deren jede einen besondern Abschnitt in der Geschichte der Chemie charakterisirt — so drängt sich unwillkürlich die Frage auf, wann wohl Unser Zeitalter endigt, und welche Umstände eintreten müssen, um ein neues datiren zu lassen. In rasch abnehmender Zeitdauer sehen wir die ältere Geschichte der Chemie, das Zeitalter der Alchemie, der medicinischen Chemie und der phlogistischen Theorie vorübergehen; das Zeitalter der quantitativen Untersuchungen dauert fast schon so viele Jahre, als das phlogistische System von seiner Begründung an bis zu seiner ernstlichen Bekämpfung aufzuweisen hat. Siebzig Jahre folgt die Chemie der Richtung, die ihr von Lavoisier vorgezeichnet worden ist, beschäftigt sie sich mit der Ausbildung der Untersuchungsweise, welche er in unsere Wissenschaft eingeführt hat, und bereichert sie die Erkenntniß mit den Entdeckungen, welche als die nothwendigen Folgen dieser Untersuchungsweise wir oben nachgewiesen haben. Inwiefern gehören Wir noch dem Zeitalter an, welches Lavoisier begründete? auf welche Art wird ein neues Zeitalter an seine Stelle treten? durch Abänderung der leitenden Richtung oder

Schlussbetrachtungen. durch Hinzukommen einer neuen zu der bisher verfolgten und auch später noch beizubehaltenden?

Solche Fragen liegen nahe, und der menschliche Geist gefällt sich, nicht, ihre Lösung zu versuchen, wohl aber, bei ihrer Betrachtung zu verweilen. Fast blind sind wir ja in Bezug auf das, was uns von einem folgenden Zeitalter unterscheiden wird; denn sähen wir es ein, so wäre ja dieses neue Zeitalter, theilweise wenigstens, schon eingetreten. Doch aber können wir auf die Besprechung eingehen: was hat sich seit Lavoisier's Zeit in der Chemie verändert, und von welchem Einflusse sind die Veränderungen für den Totalzustand der Wissenschaft geworden? deuten diese Veränderungen auf den Eintritt eines neuen Zeitalters hin? leben wir noch in Lavoisier's Zeitalter?

Unverändert beibehalten ist noch der Grundgedanke, auf welchen sich Lavoisier's theoretische Ansichten stützen; noch ist die quantitative Forschungsweise die leitende Richtung, welche alle Chemiker befolgen. Aber mit der vermehrten Anzahl von Thatsachen, welche die fortgesetzte Beschäftigung mit dieser Forschungsweise kennen gelehrt hat, sind nicht allein neue theoretische Ansichten neben die von Lavoisier aufgestellten getreten, sondern mehrere der letzteren sind geradezu umgestoßen worden. Nicht mehr wird die Verbrennung schlechthin als die Vereinigung eines brennbaren Körpers mit Sauerstoff erklärt. Widerlegt ist der Satz, welcher unter Lavoisier's specielleren Ansichten sich am längsten, wenn auch modificirt, im Ansehen erhielt, daß alle Säuren — bestritten ist, daß auch nur die meisten von ihnen — ihre gemeinsame Eigenschaft dem Gehalte an Sauerstoff verdanken; und noch mehrere solcher Theorien ließen sich aufzählen, in Bezug auf welche wir Lavoisier's Meinungen widersprechen. Aber so wenig ein neues Zeitalter für die Chemie aus der Erkenntniß hervorging, daß es nicht der Sauerstoff allein ist, dessen Verbindung mit anderen Körpern die Verbrennungsphänomene zum Vorschein bringt, ebenso wenig wird eine veränderte Ansicht über die Theorie der Säuren ein neues Zeitalter begründen. Darin gerade liegt das Vorzügliche der seit Lavoisier in der Chemie herrschenden Untersuchungsweise, daß der Totalzustand der Chemie nicht mehr von der Annahme oder der Widerlegung Einer Theorie abhängt, wie dies früher der Fall war, wo sich alle chemische Einsicht in Einer Theorie concentrirte. So viele Thatsachen sind jetzt fest begründet, so viele theoretische Ansichten unzweifelhaft der Wahrheit sich nähernd, wenn auch sie noch nicht in ihrem

ganzen Umfange aussprechend, daß in dem theoretischen Theile der Chemie großartige Reformen eintreten können, ohne daß der Totalzustand der Wissenschaft dadurch wesentlich verändert würde. Schlußbetrachtungen.

Es ist also nicht wahrscheinlich, daß ein neues Zeitalter auf den Grund hin eintreten wird, daß die Wissenschaft in dem letztern eine der unserigen conträr entgegengesetzte Ansicht als charakteristisch anerkennt. Dann kann ein neues Zeitalter nur eintreten in der Art, daß zu der wissenschaftlichen Behandlung der Chemie später etwas hinzukommt, über was wir jetzt noch keine deutliche Einsicht haben. Wenn sich das kommende Zeitalter nicht von dem gegenwärtigen durch die Negation einer jetzt anerkannten Ansicht als das wesentlichste Kennzeichen unterscheidet, so muß dieses Kennzeichen in dem Hinzukommen einer Betrachtungsweise bestehen, nach welcher gewisse wissenschaftliche Gegenstände von der Chemie als Hauptsache betrachtet werden, während wir sie jetzt noch gar nicht kennen, oder ihnen nur untergeordnete Berücksichtigung schenken. Das Hinzukommen einer solchen neuen Betrachtungsweise kann in zweierlei Art stattfinden; es kann sich aus der Chemie selbst entwickeln, oder es kann auch aus der Verschmelzung der Chemie mit einer andern Wissenschaft hervorgehen.

Wenn es wahr ist, daß unsere jetzige Untersuchungsweise im Princip nichts Fehlerhaftes enthält, so ist es unwahrscheinlich, daß aus der Chemie selbst die Nothwendigkeit, ein neues Zeitalter zu datiren, entspringen wird. Die Erweiterungen, welche der Chemie allein angehören, werden sich dann als einfache Entwicklungen der auch bisher leitenden Untersuchungsweise darstellen, sie werden das Zeitalter fortführen und verlängern, welches mit der Annahme dieser Untersuchungsmethode begonnen hat. Die Zusätze, welche die Chemie durch solche neue Betrachtungsweisen erhält, können die Erkenntniß einzelner Theile der Chemie vermehren und beträchtlich anders erscheinen lassen, aber den Totalzustand der Chemie verändern sie nicht. Ein Fortschritt wäre es z. B., wenn wir für alle chemischen Verbindungen angeben könnten, nach welchen Raumverhältnissen in ihnen die Bestandtheile enthalten sind, und zwar ein Fortschritt, welcher sich über jeden einzelnen Gegenstand der Chemie verbreiten würde; allein die Wissenschaft würde dadurch keinen andern Charakter annehmen, denn jener Fortschritt wäre lediglich eine weitere Entwicklung der schon bisher zur Führerin angenommenen quantitativen Untersuchungsweise.

Es erscheint sonach weniger in Aussicht stehend, daß ein neues Zeit-

Schlussbetrach-
tungen.

alter der Chemie durch Wechsel der leitenden Forschungsmethode oder durch Entwicklung einer neuen Betrachtungsweise, die nur aus der Chemie hervorginge, eintreten wird, — als daß vielmehr eine neue Periode der Chemie sich dadurch datiren wird, daß aus einer andern Wissenschaft ihr Gegenstände der Forschung zukommen, daß sie mit einer andern Wissenschaft sich verschmilzt, und das Charakteristische dieser zum Theil annehmend selbst einen andern Charakter erhält. Und Vieles ist vorbereitet, was auf eine solche Verschmelzung der Chemie mit einer andern Wissenschaft hindeutet, was anzeigt, daß sich die Chemie großer Gebiete von Thatsachen, die bisher anderen Wissenschaften zugetheilt waren, zu selbstständiger Bearbeitung bemächtigen wird.

In dem Geist unserer Zeit liegt es, und es ist vielleicht eines der charakteristischen Merkmale der Gegenwart, auf Annäherung der verschiedenen Naturwissenschaften hinzuwirken, sie in Zusammenhang zu bringen, die Hülfsmittel der einen für die Forschungen der anderen nutzbar zu machen. Die ausgezeichnetesten Repräsentanten der verschiedenen Naturwissenschaften vertreten jetzt vorzüglich auch die Richtung, von ihrer Disciplin Anwendungen zu machen; sei es auf eine andere Naturwissenschaft, sei es für die Technik und das praktische Leben. Während es früher Polyhistoren gab, welche sich mit verschiedenen Naturwissenschaften zwar beschäftigten, aber in den Kenntnissen einer jeden ein abgeschlossenes Ganzes erblickten, sucht man jetzt das Ineinandergreifen der verschiedenen Fächer zu befördern; die Gelehrten je Eines Fachs suchen denen der anderen Fächer möglichst viele Resultate zur Disposition zu stellen.

Wenn auch ein derartiges Bestreben in früheren Zeiten schon häufig wahrgenommen werden kann, so existirte es doch damals weder in der Stärke, noch in der Art, wie jetzt. Keine Naturwissenschaft konnte je aller anderen ganz entbehren, allein früher suchte jede Disciplin sich die anderen nur unterzuordnen, jede betrachtete die anderen, mit welchen sie Berührungspunkte hatte, als ihr subordinirte Hülfswissenschaften. Von einem eigentlichen Ineinandergreifen zweier Wissenschaften kann aber nur dann die Rede sein, wenn beide selbstständig ausgebildet sind und sich als gleichstehend betrachten; und gerade in der selbstständigen Ausbildung, welche die verschiedenen Fächer der Wissenschaft erlangt haben, suchen sie sich jetzt gegenseitig zu unterstützen.

Der Unterschied zwischen der Benutzung untergeordneter Hülfswissen-

schaften und dem Ineinandergreifen zweier Wissenschaften zeigt sich hauptsächlich in den Folgen, welche daraus für jede Wissenschaft hervorgehen. In dem erstern Fall bleibt der Charakter der Hauptwissenschaft unverändert, nur einige Gegenstände derselben werden von der Hülfswissenschaft aufgeklärt. In dem letztern aber bildet sich eine neue Wissenschaft, welche den Gegenstand und die Betrachtungsweise der beiden Disciplinen, aus deren Ineinandergreifen sie hervorging, in sich vereinigt, welche die Eine dieser Disciplinen sogar ganz als einen speciellen Theil ihres Bereichs in sich aufnehmen kann.

Schlußbetrachtung.
gen.

Die Folgen eines solchen Ineinandergreifens haben sich z. B. kundgethan in der Verschmelzung der Astronomie mit der Mathematik, der Physik mit der Mathematik u. a. — Auch für die Chemie bereiten sich solche Verschmelzungen vor.

Täglich nimmt die Chemie an Ausdehnung zu, was die Anwendung ihrer Resultate, ihrer ganzen Forschungsweise für andere Naturwissenschaften angeht. In der animalischen, in der vegetabilischen Physiologie, in der Agricultur, in allen Gewerben gewinnt sie erhöhte Bedeutung; es bilden sich neue Zweige der Chemie, welche ein abgefordertes Studium erheischen, in welchen sich die chemischen Forschungen mit der Bearbeitung der Fragen, die jene Wissenschaften zu beantworten haben, verschmelzen.

Es ist möglich, daß für die eine oder die andere dieser Naturwissenschaften ein neues Zeitalter durch diese Zuhülfsziehung der Chemie hervorgeht, wie z. B. für die Mineralogie ein neues Zeitalter dadurch eingetreten ist. Aber für die Chemie wird die Anerkennung des Werths ihrer Forschungsweise, die Benutzung ihrer Hülfsmittel in diesen Wissenschaften kein neues Zeitalter hervorbringen, so lange die Chemie den Zweck, welcher seit der Mitte des 17. Jahrhunderts als ihr hauptsächlichster aufgefaßt wird, noch ferner anerkennt. Dieser Zweck: die verschiedenen Substanzen zu zerlegen und zusammensetzen, diejenigen Erscheinungen an den Körpern kennen zu lernen und zu erklären, welche durch die chemische Affinität bewirkt werden, ist nicht der Zweck der anderen erwähnten Naturwissenschaften, und eine Verschmelzung der Chemie mit ihnen kann deshalb nie in der Art eintreten, daß der Totalzustand der Chemie dadurch einen andern Charakter annimmt.

Darüber also auch läßt sich nichts entscheiden, durch das Hinzukommen welcher Betrachtungsweise, durch die Verschmelzung mit welcher Wissenschaft

Schlußberichtun-
gen.

für die Chemie ein neues Zeitalter eintreten wird. Und die Chemie kann auf viele andere Wissenschaften ihren Einfluß ausüben, ehe ihr jegiger Charakter sich wesentlich verändert. Zu Vieles ist noch zu bearbeiten, und läßt sich voraussichtlich mit der jegigen Untersuchungsweise weiter ausbilden, als daß diese sobald einer andern weichen wird. So schnell sich die Kenntnisse in der Chemie über einzelne Gegenstände, was Ausdehnung, was Genauigkeit betrifft, ändern und noch lange ändern werden, so unverändert scheint noch für längere Zeit die jegige Untersuchungsweise die leitende bleiben zu wollen. Wenn wir aber auch jetzt noch keinen Anhaltspunkt zur Vorausbestimmung haben, wann und wie der Gesamtzustand der Chemie eine wesentliche Abänderung erfahren wird, so läßt sich vielleicht mit mehr Sicherheit für einzelne Theile derselben die Aenderung andeuten, welche für sie aus dem Sineinandergreifen mit anderen Wissenschaften hervorgehen kann. Wir wollen hier noch den Einfluß etwas näher besprechen, welcher für den theoretischen Theil der Chemie durch Verschmelzung mit einer Naturwissenschaft statthaben kann, welche in engere Verbindung mit der Chemie tritt, mit der Physik nämlich. Durch die Verschmelzung der Chemie mit dieser Wissenschaft kann eine wesentliche Aenderung in der Art eintreten, wie man das von den Naturwissenschaften im Allgemeinen zu bearbeitende Material den verschiedenen Disciplinen zutheilt, es kann sich der Charakter der Chemie wesentlich dadurch verändern.

Die Wirkungen der chemischen Affinität thun sich kund in dem Auftreten von Körpern mit anderen physikalischen Eigenschaften als vorher; es ist unmöglich, einen Körper nur nach seinen chemischen Eigenschaften zu definiren, wir müssen die physikalischen zu Hülfe nehmen. Lange Zeit bereits steht so die Chemie mit der Physik in Berührung; wir haben in der Einleitung zu dem letzten Zeitalter das Verhältniß beider Wissenschaften zu einander, so weit es zur Schilderung des bisherigen Zustandes der Chemie nöthig war, ausführlicher besprochen.

Niemals war genau die Grenzlinie zu ziehen, welche die Chemie von der Physik trennt. Willkürlich wurde sie angenommen, wie es die Methodik der Darstellung jeder Wissenschaft, die Erleichterung des Studiums einer jeden anzurathen schien. Wenn aber der größere Theil der Eigenschaften, welche als physikalische zu bestimmen der Physik jetzt ganz überlassen ist, von der Chemie als ein ihr angehöriger Gegenstand in Anspruch genommen wird, wenn die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung die

Kenntniß der physikalischen Eigenschaften in sich schließen wird, so erfährt die Chemie eine Erweiterung, die eigentlich keine Anwendung dieser Wissenschaft zu nennen ist, eine Erweiterung, welche mit der Ausdehnung des Gegenstandes der Chemie ihren Charakter wesentlich verändern muß. Schlußbetrachtungen.

Es zeigt sich nicht deutlicher, in welcher Weise einzelne Kapitel aus der Physik in die Chemie herübergetragen werden, als in der Erinnerung, welcher Wissenschaft früher z. B. die Kenntniß des specifischen Gewichts der Körper im Gaszustand angehörte, und welche Wissenschaft sich jetzt damit beschäftigt. Vor vierzig Jahren stand diese Kenntniß mit der Chemie nicht in der geringsten Verbindung; nur für einige permanente Gase führte auch unsere Wissenschaft diese Eigenschaft als Kennzeichen an; die Bestimmung der Dichtigkeit im Damp fzustande, die Kenntniß dieser Eigenschaft für die verschiedenen Substanzen, war ausschließlich der Physik zugetheilt. Jetzt, wo die genaue Kenntniß dieser Eigenschaft als nur von der Ausmittlung der chemischen Zusammensetzung abhängig erkannt ist, gehört dieser ganze Abschnitt der Chemie an; die Physik bekümmert sich nicht mehr darum, für alle verschiedenen Substanzen diese Eigenschaft kennen zu lehren, die Lehre von der Dichtigkeit im Damp fzustande ist in die Chemie übergegangen.

Welche Ausdehnung wird die Chemie erhalten, wenn noch so viele andere physikalische Eigenschaften als in ihr Gebiet gehörig, als durch die chemische Zusammensetzung gegeben, anerkannt werden? Die Lehre von der Krystallgestalt ist mit der Erkenntniß der chemischen Zusammensetzung aufs engste verknüpft worden. Versuche sind gemacht, die Kenntniß der Dichtigkeit der Körper im nicht gasförmigen Zustande, lediglich als durch die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung bedingt, zu betrachten. Die Lehre von der Wärme gewinnt täglich neues Interesse für die Chemie, und erfährt stets von dem Standpunkt der chemischen Forschung aus neue Bereicherungen; die Kenntniß der specifischen Wärme ist fast schon als in das Gebiet der Chemie übertreten zu betrachten; die Kenntniß der Ausdehnung durch die Wärme, der Siedepunkte und anderer dahin gehöriger Eigenschaften als durch die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung gegeben darzustellen, ist versucht. Die Lehre von der Elektricität tritt gleichfalls immer mehr in den Kreis der chemischen Lehren ein, und so zieht die Chemie immer mehr von dem, was früher als ausschließlicher Gegenstand der Physik betrachtet wurde, in ihr Bereich; und zwar läßt sich dies behaupten, — und nicht umgekehrt, daß die Physik immer mehr von der Chemie an sich zieht, — weil man in

Schlußbetrachtung
gen.

der Erkenntniß der Affinität und der Zusammensetzung das Bedingende, in den physikalischen Eigenschaften das Bedingte erkennt.

Wenn es wirklich eintreten sollte, daß alle diese physikalischen Lehren sich in die allgemeine Chemie als nothwendige Theile derselben einschalten werden, so wird die Chemie, außer der vermehrten Reichhaltigkeit des Inhalts, auch eine Ausbildung ihrer Untersuchungsweise erfahren, indem sie mit der Aufnahme jener physikalischen Lehren auch die Betrachtungsweise aufnehmen muß, ohne welche das Verständniß derselben unmöglich ist. Die allgemeine Chemie muß die Nothwendigkeit der mathematischen Betrachtungsweise anerkennen, die Mathematik wird als nothwendiges Hülfsmittel der chemischen Forschung in unserer Wissenschaft Anerkennung gewinnen. Es ist dies ohnehin das unausbleibliche Resultat, welches aus der Fortbildung der quantitativen Untersuchungsweise hervorgehen muß, mag es nun durch eine Verschmelzung der Chemie mit einzelnen, bereits früher schon mathematisch behandelten, Gegenständen der Physik hervorgehen, oder durch Entwicklung der quantitativen Untersuchungsweise aus sich selbst heraus. Mit der Auffassung quantitativer Begriffe ist die Anwendung der Mathematik schon nothwendig vorbereitet, aber unabweisbar nöthig wird sie erst in einer Wissenschaft, wenn sich in dieser die Zahl der gleichzeitig in ihrem bedingenden Zusammenhange zu berücksichtigenden Begriffe so mehrt, daß der Verstand ohne äußere Hülfsmittel sie nicht mehr gleichzeitig in Betracht ziehen kann. Wie die Sprache, die Bezeichnung der Begriffe durch Wortlaute, schon ein Mittel ist, mehrere Begriffe gleichzeitig zu überdenken, um ihrem Zusammenhange nachzuforschen, so wird die noch einfachere mathematische Bezeichnung, das mathematische Combiniren der Begriffe, unentbehrliches Hülfsmittel, wenn die Zahl der zu berücksichtigenden Begriffe noch mehr zunimmt. Und alle Erscheinungen in der Naturlehre, wenn sie auch zuerst nur qualitativ wahrgenommen worden sind, müssen bei genauerer Erforschung in quantitativer Beziehung bestimmt, der quantitativen Untersuchungsweise unterworfen, der mathematischen Behandlung zugänglich gemacht werden.

Ob die allgemeine Chemie einer solchen mathematischen Behandlungsweise entgegenschreitet, wann sie diese annimmt, ob durch die Verschmelzung mit einem Theile der jetzt als physikalische unterschiedenen Lehren dazu Veranlassung geboten wird, — wer will es vorausbestimmen? Ob die Chemie durch ihr Verhältniß zu anderen Wissenschaften in ein neues Zeitalter über-

gehen wird, wer will darüber entscheiden, und voraussagen, welche Wissenschaft es sein wird. Aber bei den vielen Anknüpfungspunkten, welche jetzt die Chemie mit anderen Naturwissenschaften gewonnen hat und zu erhalten fortführt, schien es mir angemessen, auf die Folgen hinzudeuten, welche aus diesem Ineinandergreifen für unsere Wissenschaft hervorgehen können, und dies für ihr Verhältniß zu einer andern Naturwissenschaft ausführlicher zu zeigen. Rein individuell können nur die Ansichten sein, welche ein Einzelner darüber ausspricht, aber aus den Meinungsäußerungen Mehrerer bildet sich vielleicht ein richtigeres Urtheil über das Ziel, zu welchem die Wissenschaft uns jetzt führt, über die Bestrebungen der Gegenwart und die nächste Zukunft der Chemie. Das gerade soll für uns aus dem Studium der Geschichte, aus der Kenntniß der Vergangenheit hervorgehen, daß wir uns ein Urtheil über die Zukunft der Wissenschaft zu bilden suchen, daß wir wenigstens an die Zukunft der Wissenschaft denken. Ebenso nöthig ist dies, wenn wir nicht immer die schon länger erprobten Richtungen blind befolgen, oder an den vor kürzerer Zeit erst aufgestellten auf's ungewisse hin Antheil nehmen wollen, als auch dafür, daß die Einheit der Wissenschaft gewahrt werde, daß nicht Zersplitterung, die nothwendige Folge einer ausschließlichen Berücksichtigung der Interessen der Gegenwart, an ihre Stelle trete.
