

Zur theoretischen und praktischen Stellung der Physikalischen Chemie.¹⁾

Von Erich Lange.

1. Zusammenfassende Inhaltsübersicht.

1. Das Gesamtgebiet der Physik, Chemie und Physikalischen Chemie umfaßt die an Stoffsystemen auftretenden stofflichen und Energieumwandlungen. Es läßt sich zwar nicht in streng geschiedene Einzelwissenschaften aufteilen. Das begrenzte geistige Fassungsvermögen des Menschen erfordert aber trotzdem eine möglichst klare objektive praktische Aufteilung.

2. Einen gewissen Aufschluß über den Inhalt von Physik, Chemie und Physikalischer Chemie bieten einmal die unter dieser Bezeichnung zusammengefaßt zu findenden Einzelheiten und andererseits die verschiedenen, hierüber vorliegenden allgemeinen Kennzeichen. Eine Auswahl davon wird zusammengestellt.

3. Ein kritischer Überblick hierüber zeigt, daß die genannten Unterlagen höheren logischen und sachlichen Anforderungen nicht genügen. Aus dieser Unklarheit erklären sich gewisse praktische Nachteile im Unterricht, Schrifttum, in der Forschung und Stellung insbesondere der Physikalischen Chemie.

4. In ausführlicher Weise wird erläutert, inwiefern man zweckmäßig eine Energielehre \approx Physik und eine Stofflehre \approx Chemie als zwei etwas einseitigere Einzelwissenschaften und eine das stofflich-energetische Übergangsgebiet darstellende Physikalische Chemie praktisch unterscheiden kann.

5. Durch diese Übersicht dürften zahlreiche theoretische und praktische Fragen, insbesondere hinsichtlich der Stellung der Physikalischen Chemie im Unterricht, im Schrifttum, in der Forschung und auch in der Praxis leichter objektiv beantwortet werden können; zugleich wird den berechtigten diesbezüglichen Ansprüchen der Wissenschaftslehre und sogar weltanschaulichen Gesichtspunkten entsprochen.

1) Erweiterte Niederschrift einiger in einem Vortrag der Erlanger Hochschulwoche Juni 1938 erläuterten Gesichtspunkte. Siehe hierzu auch: Sitzungsber. d. Phys.-Med. Soz. Erlangen **65** (1934), S. 73—94; Z. Elektrochemie **40** (1934) 655; **41** (1935) 107; **44** (1938) 792, Anm. 1, rechts.

2. Allgemeine Begründung der Frage nach Inhalt der Physikalischen Chemie, Physik und Chemie.

Wird vor einem weiteren Kreis, etwa gelegentlich der Hochschulwoche, oder in Fachkreisen, bei der Erörterung von Forschungs- oder Unterrichtsangelegenheiten, die Frage nach dem wesentlichen Inhalt der Physikalischen Chemie aufgeworfen, so muß sie aus logischen und sachlichen Gründen von vornherein auch auf den Inhalt von Physik und Chemie ausgedehnt werden. Vielleicht für manchen unerwartet, ist selbst dann eine befriedigende Antwort kaum zu finden und auch tatsächlich nicht ganz leicht zu geben.

Ausreichende übereinstimmende Klarheit findet man zunächst nur darüber, daß das die Physik, die Chemie und die Physikalische Chemie umfassende Gesamtgebiet alle Zustände und Zustandsänderungen der stofflichen (materiellen) Körperwelt betrifft, samt den darin wirkenden Naturkräften, Energiearten und deren Umwandlungen. Ferner findet man stets das Eingeständnis, daß eine scharfe Aufteilung in Einzelwissenschaften nicht möglich ist. Trotzdem kann aber, angesichts der ungeheuren Vielfalt von Einzelercheinungen und Einzelkenntnissen und insbesondere ihres fast beängstigend anwachsenden Umfangs, das begrenzte geistige Fassungsvermögen des Menschen, besonders des Lernenden, keinen Zweifel darüber lassen, daß ein Überblick und ein produktives Zurechtfinden im Gesamtgebiet nur durch eine möglichst klare, objektive Aufteilung in einzelne Teilwissenschaften erreichbar ist. Dies ist nicht nur eine berechtigte Forderung der auch ins Weltanschauliche führenden Wissenschaftslehre, die zu ihrem Teil den Gefahren des täglich neue Nahrung erhaltenden Spezialistentums entgegentritt und unter der Bezeichnung „Dokumentation“ wertvolle Anwendung findet. Auch der praktische Unterricht, vor allem an den Hochschulen, ist für den Hochschullehrer und für den Studenten nur durchführbar, wenn eine möglichst klare Gliederung in Einzelwissenschaften besteht und jeder Einzelwissenschaft dank eines klaren Inhalts und Umfangs eine klare Stellung zukommt. Selbst für einen genialen Geisteshelden sind die Zeiten längst vorüber, wo man etwa zugleich das Gesamtgebiet der Physik, der Chemie und der Physikalischen Chemie be-

herrschen könnte. Aus dieser Erkenntnis sind ohne weiteres mehr oder weniger Nachteile zu erwarten und tatsächlich zu finden, wenn diese geforderte Klarheit in der Aufteilung in Einzelwissenschaften nicht erfüllt wird.

3. Beispiele bisher vorliegender Unterlagen und allgemeiner Ansichten über Inhalt von Physikalischer Chemie, Physik und Chemie.

Aufschluß über den wesentlichen Inhalt von Physikalischer Chemie, Physik und Chemie kann man zunächst zu gewinnen hoffen an Hand der Einzelheiten, die in entsprechenden Lehrbüchern, Abhandlungen²⁾, Zeitschriften, Handbüchern, Tabellenwerken, Vorlesungen, praktischen Übungen, Instituten zu finden sind. Ohne hier auf Einzelheiten einzugehen, ergeben sich auf diese Weise zwar gewisse Kennzeichen „physikalischer, chemischer oder physikalisch-chemischer Einzelheiten“. Andererseits muß man aber auch wenigstens ebensoviel Unklarheiten, sachliche und sogar logische Widersprüche feststellen, viele Einzelheiten findet man in physikalischem und chemischem und erst recht physikalisch-chemischem Gewande, und nicht selten unterscheiden sich diese schriftlichen oder mündlichen Zusammenstellungen nur durch die Art der Gliederung und Unterabteilungen (Physikalisch-Chemische Tabellen von Landolt-Börnstein und ein großer Teil des anorganischen Handbuches von Gmelin-Kraut). Sowohl der Aufschlußsuchende Benutzer dieser Unterlagen, der Student, als auch, und zwar erst recht, der für diese Zusammenstellungen verantwortliche Schriftsteller und Lehrer wird für seine passive und vor allem aktive Tätigkeit nach abstrakten, objektiven Kennzeichen der Einzelgebiete fragen und erst durch derartige klare Antworten befriedigt sein.

Tatsächlich werden in vielen Fällen, in Vorworten und allgemeinen Einleitungen, eingefügten allgemeinen Erklärungen usw. schriftlich und mündlich solche allgemeine Kennzeichen

2) Von älteren Unterlagen, wo der Begriff der physikalischen bzw. theoretischen Chemie erkennbar ist, vgl. u. a. Joseph Barisani, Physikalisch-Chemische Untersuchungen des berühmten Gasteiner Wildbades, Dissertation 1785, Hochfürstliche Hof- und Akademische Waisenhaus-Buchhandlung Salzburg. — Handbuch der Theoretischen Chemie von Leopold Gmelin, 1821, Verlag F. Varrentrapp, Frankfurt a. M.

der Einzelwissenschaften Physik, Chemie und Physikalischen Chemie anzugeben versucht, die als die andere, unmittelbare Quelle für die aufgeworfene allgemeine Frage dienen können. Von der Unzahl von so geäußerten allgemeinen Ansichten seien nur ganz wenige angedeutet. Die Physik wird u. a. mit „Naturlehre“ gleichgesetzt, oder mit der „Lehre von den Naturkräften und Energien“. Sie behandle „die allgemeinen Eigenschaften der Materie, soweit keine Veränderungen daran stattfinden“, oder „Vorgänge an Körpern, die keine allzu tiefgreifenden, stetigen Veränderungen“ erfahren. Auch „der Bau der Molekeln, der Atome und der Kerne“ gehöre dazu. Sie sei gewissermaßen die „quantitative“ Naturwissenschaft oder befasse sich mit der „Wirkung äußerer Energien auf Materie ohne stoffliche Umwandlungen“.

Die Chemie dagegen wird als „Stofflehre“ hingestellt, sie befasse sich „mit dem Aufbau der Materie in großen Zügen“, mit „stofflichen Umwandlungen (in Analyse und Synthese)“ oder mit „tiefergreifenden Veränderungen an Körpern“; es wird ihr ein mehr „qualitativer“ Charakter zugeschrieben. Interessant ist, daß man dafür holländisch „Scheidekunde“ sagt.

Was nun die „Physikalische Chemie“ anbelangt, so wird dafür u. a. auch „chemische Physik“ oder „theoretische Chemie“ oder „allgemeine Chemie“, „Stoffphysik“, „Eigenschaftslehre“ gesagt. Ziemlich häufig findet man, daß es sich hier um ein „Übergangsgebiet“ oder „Grenzgebiet“ zwischen Physik und Chemie handle. Ihr Inhalt erstreckte sich auf „Anwendung experimenteller und theoretischer physikalischer Methoden auf chemische Probleme“, auf „diejenigen Teile der Physik, die zur Chemie in naher Beziehung stehen“, auf die „allgemeinen Gesetzmäßigkeiten der Chemie“, auf die „wissenschaftliche Grundlage der Chemie“ oder auf die „Erklärungen der komplizierteren chemischen Vorgänge durch einfachere physikalische Erscheinungen“, auf die „Beziehungen der chemischen Vorgänge zu Energien wie Wärme, Arbeit, Licht, elektrischer Energie“. Als Aufgabe wird angegeben, „die Funktion in der Chemie“ oder „die stofflichen Veränderungen in jeder Hinsicht möglichst eingehend zu verfolgen“. Die Physikalische Chemie wird manchmal als „Teil der Physik“, manchmal als „Teil der Chemie“ und oft auch als „selbständige Wissenschaft“ aufgefaßt.

4. Allgemeine Bemerkungen zu vorstehend erwähnten Ansichten.

Überblickt man die vorstehend erwähnten allgemeinen Ansichten über den Inhalt von Physik, Chemie oder Physikalischer Chemie, so sind gewiß wertvolle Kennzeichen darin enthalten. Andererseits ist aber die Verschiedenartigkeit auffallend, wie allerdings auch auf anderen wissenschaftlichen Gebieten zahlreiche Begriffe schwankender Bedeutung vorkommen (siehe hierzu manche Arbeitsgebiete des AEF., betr. Festlegung solcher schwankender Begriffe). Von einer logisch und sachlich befriedigenden Klärung in einer auch im Unterricht verwendbaren, dem jungen Studenten ausreichend verständlichen Form kann man im ganzen kaum sprechen; zum Teil sind auch sachliche Widersprüche zu finden. So werden z. B. manchmal zur Chemie nur die (allerdings wichtigen) Molekeländerungen, nicht aber die „physikalischen“ Phasenänderungen oder Kernumwandlungen gerechnet, während von anderer Seite Phasenumwandlungen und Kernumwandlungen mit hinzugerechnet werden. Unzureichend klar ist das Merkmal einer „nicht tief“ bzw. einer „tiefer greifenden“ Veränderung, z. B. wenn man an eine Verschiebung eines homogenen Gasgleichgewichts denkt. Die Gleichsetzung von Physik mit Naturlehre ist offensichtlich viel zu weit, denn dann bleibt für die anderen exakten Naturwissenschaften oder für die sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften praktisch nichts mehr übrig. Daß die Chemie — im Gegensatz zur Physik — im wesentlichen eine „qualitative“ Wissenschaft sei, daß allgemeinere Gesetzmäßigkeiten nicht zur reinen Chemie, sondern zur Physikalischen Chemie zu rechnen seien, wird die doch z. B. schon sehr weit ausgebaute organische Chemie kaum anerkennen, höchstens, daß die Entwicklung vom qualitativen zum quantitativen wissenschaftlichen Stadium bei der Chemie, dank ihrer komplizierteren Erscheinungen, noch nicht so weit gediehen ist wie bei den einfacheren physikalischen Erscheinungen. Die Ansicht, daß die Physikalische oder theoretische Chemie im wesentlichen die Theorie der Valenzkräfte umfasse, dürfte offenbar zu eng sein, da dann z. B. für die chemische Thermodynamik oder für die Elektrochemie kein Platz in der Physikalischen Chemie vorhanden ist. Nimmt man nun noch die schon erwähnten Un-

zulänglichkeiten hinzu, aus geeigneten Zusammenstellungen von Einzelbeispielen das Wesen von Physik oder Chemie oder Physikalischer Chemie zu erkennen, dann gelangt man zu dem vielleicht manchem unerwarteten kritischen Gesamturteil, daß über den wesentlichen Inhalt dieser exakten Naturwissenschaften keine ausreichend anerkannte Klarheit besteht. Die erwähnte Verschiedenartigkeit der Bezeichnungen allein für Physikalische Chemie hat nicht etwa zur Klärung des Inhalts beigetragen, sondern diese Unklarheit eher noch vergrößert.

Die Folgen dieser Unklarheit zeigen sich nicht etwa nur darin, daß den eingangs erwähnten berechtigten Forderungen der Wissenschaftslehre nicht oder nicht ausreichend Rechnung getragen ist; es sind auch nachteilige Rückwirkungen in Form unrichtiger oder ungenügender Wertschätzung durch Außenstehende verständlich und es lassen sich auch eine ganze Reihe sehr praktischer Nachteile als Folge dieser Unklarheit erkennen. So bereitet es im Unterricht in Physikalischer Chemie erfahrungsgemäß Schwierigkeiten, den jungen Studenten auf unklarer Grundlage das Wesentliche dieser Wissenschaft frühzeitig klarzumachen. Ohne Klärung des Inhalts ist eine brauchbare Abgrenzung der Physikalischen Chemie gegen die Nachbargebiete der Physik und Chemie in Vorlesungen und praktischen Übungen, sowie eine klare Gliederung nicht möglich. Als Folge davon sind leider auffallende Unklarheiten und Verschiedenheiten hinsichtlich der Stellung der Physikalischen Chemie an den einzelnen Hochschulen auch in der Studien- und Promotionsordnung festzustellen. Begreiflicherweise äußert sich dies wiederum in einem auffallend unterschiedlichen Ausbaustadium der Physikalisch-Chemischen „Abteilungen“ oder Institute an den Hochschulen. Selbst in den Bezeichnungen ³⁾ dieser Anstalten kommt diese mangelnde Unklarheit zum Ausdruck. Es gibt z. B. Institute für „Elektrochemie und Physikalische Chemie“ oder für „Theoretische und Physikalische Chemie“. Auch im Schrifttum kann man praktische Nachteile dieser Unklarheit erkennen. Es gibt den Titel: Lehrbuch der „allgemeinen, physikalischen und theoretischen“

3) Von Interesse ist, daß man in Basel eine „Physikalisch-Chemische Anstalt“ hat, während man bei uns „Institut“ oder „Laboratorium“ sagt.

Chemie. Ferner ist z. B., trotz einiger eingetretener Verbesserungen, die Art, der relative Umfang und die Eingliederung der Kurzberichte über physikalisch-chemische Arbeiten im Chemischen Zentralblatt wie bekannt immer noch nicht günstig. Auch die Bibliotheken dürften durch diese Unklarheit manche Schwierigkeiten in der Ordnung ihrer Bücher anführen können. Mancher Sammelbericht über ein physikalisch-chemisches Gebiet wird in einer „chemischen Zeitschrift“ z. B. als „anorganisch“ bezeichnet, kann aber in kaum veränderter Form auch in einer physikalischen Zeitschrift als „physikalischer“ Fortschrittsbericht gefunden werden. Daher kann es leicht zur Doppelarbeit kommen, die sicher nicht zur Verbilligung der deutschen Bücher und Zeitschriften beiträgt. Schließlich lassen sich sogar in der Forschung Nachteile dieser Unklarheit feststellen, da jede begriffliche Unklarheit in der Wissenschaft nachteilig und jede Klärung nützlich sein muß, sei es nun, daß die Unklarheiten manche Anregungen unterbinden oder wissenschaftliche Erfolge wenigstens hinauszögern.

Wenn auch eine einzelne Forschungsarbeit nicht immer unmittelbar dadurch betroffen wird, so wird doch von mancher „rein physikalischen“ oder „rein chemischen“ Arbeit der Chemiker bzw. Physiker, jedenfalls aber der Physikochemiker den Eindruck gewinnen, daß die ausreichende Mitberücksichtigung der jeweiligen „Gegenseite“ größere wissenschaftliche Erfolge erbracht hätte. Sogar die Berufsaussichten der Physikochemiker haben nachweisbar durch die Unklarheit in ihrer Ausbildung und die damit zusammenhängende schwankende Bewertung der Physikochemiker in der Industrie bisweilen bekannte Nachteile erfahren. Namhafte Chemiker haben der Physikalischen Chemie überhaupt jede Existenzberechtigung abgesprochen. Jahrzehntlang ist andererseits von Physiko-Chemikern die Ansicht geäußert worden, daß Chemiker und auch Physiker in Physikalischer Chemie oft nicht genügend ausgebildet seien; dies ist aber zum Teil gerade durch diese Unklarheit über ihren Inhalt bedingt.

Aus vorstehenden Beispielen geht, im Einklang mit der einleitend erwähnten grundsätzlichen Notwendigkeit, hervor, daß auch praktische Nachteile aus der Unklarheit über Inhalt und Wesen der Physikalischen Chemie erwachsen, die in anderen,

klarer erkennbaren Wissenschaften (z. B. in der organischen Chemie) nicht so zu beobachten sind. In diesem Sinne müssen also wohl die Vertreter der Physikalischen Chemie einen Teil dieser Nachteile sich selbst zuschreiben, da sie am ehesten die Klärung hätten herbeiführen können. Sicher kann und soll nicht jeder Ausdruck schwankender Bedeutung genauer zu umreißen versucht werden. Im vorliegenden Fall wird man aber kaum der auch zu findenden Ansicht beipflichten können, daß es sich hier um „eine unwesentliche Frage“ handle, oder gar, daß „solche Bestrebungen nach einer Klärung hier als übertriebene Schematisierung unerwünscht“ wären.

5. Versuch eines Gesamtüberblickes über Inhalt und Abgrenzungsmöglichkeit von Physik, Chemie und Physikalischer Chemie.

Wie schon einleitend erwähnt, besteht das Gesamtgebiet der Physik, Chemie und Physikalischen Chemie aus einer Unzahl von erfahrungsmäßig gewonnenen und theoretisch verarbeiteten Einzelaussagen über zeitliche und räumliche Regelmäßigkeiten betr. Stoffe und Energien und deren Wandlungen. Damit ist die Vorhersage, Beherrschung und Verwertung dieser Erscheinungen möglich. Eine strenge Trennung in ein rein energetisches und ein rein stoffliches Gebiet ist nicht möglich, zumal, nach der sogenannten relativistischen Lorentz-Transformation, im Einklang mit unseren Erfahrungen letzten Endes Masse und Energie einander äquivalent sind und ineinander übergeführt werden können. Ist es aber nicht doch möglich, eine nach obigem erwünschte, etwas genauere Klärung des wesentlichen Inhalts insbesondere der Physikalischen Chemie herbeizuführen?

Zur Erleichterung des Überblicks in Forschung und Unterricht sind qualitative und quantitative abstraktere Regel- und Gesetzmäßigkeiten entwickelt und zunächst in zwei Hauptgruppen zusammengefaßt worden, deren allgemeines Kennzeichen im wesentlichen in folgendem besteht.

Bei der einen als Physik bezeichneten Gruppe handelt es sich im wesentlichen um Aussagen über Vorgänge, bei denen die Kräfte und Energien und deren Umwandlungen im Vorder-

grund der Betrachtung stehen, während die stoffliche Seite, innerhalb gewisser Grenzen, unbeachtet bleibt und oft praktisch überhaupt keine (oder keine tiefgreifende) Änderung des Zustandes erfährt. Beispiel: Hebelgesetze. Die verschiedenen Arten der betreffenden Energien haben zu einer Gliederung dieses Gebietes nach Energiearten geführt (Mechanik, Wärme, Akustik, Optik, Elektrizität). Wenn also auch hier bestimmte Stoffe (Körper) immer mitbeteiligt sind, so kann man in diesem Sinne doch von einer „Energielehre“ sprechen. Die technische Anwendung dieser „reinen Physik“ erstreckt sich demnach auf Erzeugung, Umwandlung oder Verwendung bestimmter Energien (s. a. „physikalische“ Therapie).

In der anderen Gruppe, in der Chemie, handelt es sich gerade umgekehrt um diejenigen Erscheinungen und Aussagen, bei denen die stoffliche Seite der Vorgänge im Vordergrund des Interesses steht, insbesondere die stofflichen Umwandlungen und die hierzu nötigen Kenntnisse über die Stoffe selbst. Die auch hier eine Rolle spielenden Kräfte und Energien werden entweder nicht ausdrücklich beachtet oder sind verhältnismäßig unwesentlich. In diesem Sinne kann man von einer „Stofflehre“ sprechen. Nach unseren heutigen Kenntnissen kann man einen Überblick über das Wesen der „Materie“ an Hand der bekannten Baustufen der Materie (Elementarteilchen, Kern, Atom, Molekel, Phase [reine und Mischphase] und Mehrphasensystem) gewinnen. Damit ergeben sich auch die verschiedenen Arten stofflicher Umwandlungen in Form der immer „tieferegreifenden“ Umwandlungsstufen: Umwandlung einer Baustufe, wobei die nächstniedere im wesentlichen stets erhalten bleibt: z. B. Phasenumwandlung, Molekelumwandlung, Atomumwandlung, Kernumwandlung, Umwandlung der Elementarteilchen. Darunter sind sicherlich die Molekel-Umwandlungen⁴⁾ besonders zahlreich und wichtig. Bereits heute sind aber schon viele Atom-Umwandlungen (z. B. Anregung, Ionisierung) und Kern-Umwandlungen, sowie andererseits zahl-

4) Die klassische Chemie erstreckte sich vor allem auf die große Zahl von verschiedenen Molekelarten und Molekeländerungen, da die hier größenordnungsmäßig 1 Volt betragenden hemmenden Potentialschwellen durch bestimmte Temperatursteigerung willkürlich überwunden werden können. (Siehe hierzu Z. Elektrochemie **41** (1935) S. 107.)

reiche neuartige, auch praktisch wichtige Phasen-Umwandlungen hinzugekommen. Die technische Hauptanwendung erstreckt sich auf Erzeugung, Umwandlung oder Verwendung bestimmter Stoffe (s. a. „Chemo“therapie).

In dieser sachlich und geschichtlich verständlichen etwas einseitigen Entwicklung der „reinen Physik“ und der „reinen Chemie“ lag begreiflicherweise auch schon der Keim zur Überwindung dieser Einseitigkeit. Da in Wirklichkeit bei allen Erscheinungen irgendwelche stofflichen Gebilde und innere und äußere Energien eine Rolle spielen, mußten in der „Physik“, außer den Kräften und Energien, immer mehr auch die zugehörigen „spezifischen“ stofflichen Eigenheiten mit berücksichtigt werden.

Und in der Chemie, die bereits in ihren alchemistischen Zeiten Gebrauch von der „mechanischen“ Zerkleinerung, von der zunächst „mechanischen“ Vermischung von Stoffen, vom „Kochen“, „Glühen“, „Abkühlen“, „Absetzen“ usw. machte, werden die anfangs roheren qualitativen „energetischen“ Hilfsmittel für Stoffumwandlungen immer mehr zu feineren quantitativen Festlegungen der äußeren energetischen Bedingungen aller Energiearten, sowohl für die Stoffumwandlungen als auch für die zu ihrem Verständnis und ihrer experimentellen Beherrschung notwendige „physikalische“ Kennzeichnung der (Anfangs- und End-) Zustände der Stoffe selbst ausgebaut. Zugleich wurde die ungeheure Vielfalt von stofflichen Zustandsänderungen auf eine viel kleinere, wenn auch immer noch sehr große Mannigfaltigkeit von Aussagen über stoffliche Zustände vermindert. Dem gleichen Streben nach Vereinfachung des Überblicks dient die Suche nach „allgemeinen Gesetzmäßigkeiten“ der Stoffumwandlungen (daher: „allgemeine Chemie“) und deren theoretische Deutung durch treibende „innere Kräfte und Energien“ (daher: „theoretische Chemie“). Die anfangs primitiven theoretischen Vorstellungen haben sich immer mehr zu den heutigen quantitativen Vorstellungen darüber entwickelt, welcher Art und Stärke die inneren Kräfte und Energien sind, die den Aufbau jedes Bausteins der Materie aus den ihn zusammensetzenden nächst einfacheren Bausteinen bedingen und diese zusammenhalten.

So kam es, daß sich sowohl von der „Physik“ als auch, vielleicht noch dringender, von der „Chemie“ her, aus experimentellen und theoretischen Gründen, ein weniger einseitiges „energetisch-stoffliches Übergangsgebiet“ entwickelte. Insbesondere wurden von der Chemie, entsprechend den außerhalb der Stoffe und Stoffumwandlungen beachteten Energiearten, besondere Gebiete der Physikalischen Chemie wie „Thermochemie“, „Elektrochemie“, „Photochemie“, „Chemische Statik“, „Chemische Dynamik, Kinetik“, „Chemische Thermodynamik“, „Magnetochemie“, „Schallchemie“ usw. entwickelt und hierfür, in richtiger Erkenntnis der Bedeutung dieser „physikalisch-chemischen“ Probleme, zum Teil besondere „Physikalisch-Chemische Institute“ oder wenigstens Abteilungen gegründet. An dem bewunderungswürdigen Siegeszug unserer Theorien über die Bau- und Umwandlungsstufen der Materie nahmen sowohl „Physiker“, als auch „Chemiker“ und „Physikochemiker“ teil.

Fast selbstverständlich tauchte für dieses allgemeinere Übergangsgebiet der „Physikalischen Chemie“ auch der praktisch gleichwertige Name „Chemische Physik“ auf. Heute bereits kann kein Zweifel mehr bestehen, daß diese innere Verknüpfung der früheren sogenannten „reinen Physik“ und der „reinen Chemie“ in dem energetisch-stofflichen Übergangsgebiet zum Nutzen beider unaufhaltsam weiter fortschreiten und aus inneren sachlichen Gründen, vielleicht schon in absehbarer Zeit, zu einem umfassenderen Bild führen wird.

Die übersichtliche Gliederung dieses Gebietes ergibt sich von selbst entsprechend den einerseits stofflichen und andererseits energetischen Gesichtspunkten. So liegt es nahe, von den elementaren Baustufen der Materie (Elementarteilchen, Kern, Atom) zu den immer verwickelteren Gebilden (Molekel, Phase, Mehrphasensystem) einschließlich der jeweiligen Umwandlungen dieser Baustufen, insbesondere der Molekeländerungen, überzugehen und dabei stets die maßgebenden inneren Kräfte und Energien und die verschiedenen äußeren energetischen Bedingungen zum qualitativen und quantitativen Verständnis heranzuziehen. Daß dabei ein für „Physiker“ und „Chemiker“ wichtiges energetisch-stoffliches Gebiet, die sogenannte „chemische“ „Thermodynamik“, eine hervorragend praktische Rolle spielt, ist ohne weiteres ver-

ständig. Der so in Erlangen seit Jahren durchgeführte physikalisch-chemische Unterricht, bei dem lediglich aus didaktischen Gründen das ideale Gas als einfachstes, meßbar zugängliches Stoffsystem vorausgeschickt wird, hat im wesentlichen die Zweckmäßigkeit und Durchführbarkeit dieses Planes erwiesen. Weiterhin ist beispielsweise das umfassendste „physikalisch-chemische“ Werk, das Tabellenwerk von Landolt-Börnstein u. ä., in erster Linie nach Energiearten, in zweiter Linie nach Stoffen gegliedert; die umgekehrte Gliederung des weitgehend ähnlichen Wissensstoffes findet man im Handbuch der „anorganischen“ Chemie von Gmelin-Kraut.

Natürlich gibt es immer Gruppen von Erscheinungen, die man entweder vorwiegend physikalisch, d. h. energetisch (als „Physiker“), oder vorwiegend chemisch, d. h. stofflich (als „Chemiker“) betrachten und zum Teil auch ausreichend beherrschen kann. Im Grunde wird aber die weniger einseitige energetisch-stoffliche Betrachtung stets weiter und tiefer führen und in vielen Fällen (seitens der „Physikochemiker“) allein Erfolge zeitigen.

Diese Entwicklung zeigt sich schon ganz deutlich auch in zahlreichen Ansätzen der im folgenden Teil noch etwas genauer zu berührenden praktischen Erscheinungsform dieser Einzelwissenschaften, sowohl im Unterricht, in der Forschung und im Schrifttum, als auch in anderen, diese Grundlagen verwendenden Wissenschaften (Biologie, Medizin) und in der gesamten Technik.

6. Einige theoretische und praktische Schlußfolgerungen aus vorstehender Gesamtübersicht.

Aus den vorstehenden Ausführungen über die Kennzeichen des Gesamtgebietes von Physik, Chemie und Physikalischer Chemie und der aus praktischen Gründen erfolgenden Aufteilung in Einzelgebiete läßt sich wohl folgendes klar erkennen. Hiernach ist schon aus sachlichen Gründen eine strenge Scheidung in eine nur stoffliche und eine nur energetische Gruppe gar nicht durchführbar, und, selbst wenn aus bestimmten Gründen eine gewisse sachliche Trennung zweckmäßig ist, so wird im Unterricht und in der Forschung ein vollständiges Bild von einer Naturerscheinung und damit ihre Beherr-

schung erst dadurch wieder erreicht, daß schließlich immer auch die „andere“ Seite mitberücksichtigt wird. Trotz sicher noch vorhandener restlicher Mängel dieses Überblicks, die durch positive Kritik — in Form einer etwa vorgeschlagenen noch besseren Klärung dieser Gesamtprobleme — vermindert werden könnten, ist wohl so ein besserer Überblick als auf Grund der meisten bisher bekannt gewordenen Ansichten möglich. Da unnötige Einschränkungen vermieden wurden und überdies kein Zwang zur Annahme aller Einzelheiten ausgesprochen werden kann und soll, wird man einen solchen Plan wohl erst recht nicht ernstlich als unerwünschte Schematisierung ansprechen können. Wahrscheinlich lassen sich sogar in diesem Sinne noch eine Reihe leicht einreihbarer Ergänzungen angeben. Selbst wenn definitionsähnliche Klärungen unvermeidlich mit gewissen historischen Ansichten nicht ganz übereinstimmen, dürften auf dieser Grundlage manche Abgrenzungen zwischen dem Inhalt der Einzelwissenschaften und deren sachliche Gliederung erleichtert werden.

So wird im praktischen Unterricht, in Vorlesungen und Übungen, etwa erkennbar, daß die Physikalische Chemie nicht nur theoretische Aufgaben zu erfüllen hat, sondern stets auch, möglichst durch Vorlesungsversuche unterstützt, auf der Erfahrung aufzubauen hat. Den berechtigten Ansprüchen hinsichtlich Verständlichkeit auch für den einigermaßen vorgebildeten Studenten dürfte diese Übersicht genügen. Im Physikalisch-Chemischen Praktikum hat eine Arbeitsgemeinschaft von „Physikern“ und „Chemikern“ stets gegenseitig befruchtend gewirkt. Fragen der Studienordnung (Inhalt eines Studiums, Reihenfolge der Fächer) oder der Promotionsordnung können so leichter objektiv beantwortet werden. Gerade in der heutigen Zeit, wo eine intensivere und kürzere Ausbildung allenthalben erörtert wird, um, trotz Mangel an Nachwuchs, sogar mehr Erfolge z. B. für den Vierjahresplan erzielen zu können, kann die Aufstellung von Unterrichtsplänen dadurch unterstützt werden. Beispielsweise kann man es als erwünscht bezeichnen, daß nicht nur jeder „Chemiker“, sondern auch jeder „Physiker“ außer seinem „Hauptfach“ und dem „Gegenfach“ der Physik bzw. Chemie auch eine gewisse Mindestgrundlage in Physikali-

scher Chemie, in Vorlesungen und Übungen, zur Ausbildung rechnen sollte. Der von der Physik (bzw. Chemie) kommende eigentliche Physikochemiker sollte nach seiner rechtzeitigen Entscheidung hierfür anschließend weniger Physik (bzw. Chemie) als der „reine Physiker“ (bzw. „reine Chemiker“) und dafür mehr Physikalische Chemie und Chemie (bzw. Physik) studieren können. Ferner dürfte auch den Oberschullehrern für Physik und für Chemie gerade die Physikalische Chemie zum harmonischen Abschluß zu empfehlen sein. Sogar mancher Biologe und Techniker dürfte aus einer so aufgefaßten Physikalischen Chemie Nutzen ziehen.

Gleichbedeutend damit ist, daß die Stellung der Physikalischen Chemie im gesamten Hochschulbetrieb auch hinsichtlich der Lehrstühle und der Einrichtung der Institute leichter zu der werden kann, die einer „selbständigen Wissenschaft“ zukommt, soweit man überhaupt von Selbständigkeit einer Einzelwissenschaft, ohne den Fehler der Übertreibung, sprechen kann.

Jede nicht so umfassende Auffassung vom Wesen der Physikalischen Chemie, ihre Zuordnung zur Chemie — als Teil derselben —, oder zur Physik — als Teil der Physik — wird ihrem wirklichen Wesen nicht gerecht.

Ferner kann dieser Überblick im Schrifttum und in der Forschung selbst manche Vorteile bieten, etwa durch Vermeidung von unzumutbaren Einseitigkeiten bei der Stellung und Bearbeitung von Problemen. Schon heute werden tatsächlich und mit Recht viele Forschungsarbeiten in „Physikalischen“, „Chemischen“ oder „Physikalisch-Chemischen Instituten“ unter Einbeziehung aller einschlägigen stofflichen und energetischen Methoden bearbeitet. Wenigstens in Physikalisch-Chemischen Instituten sollten mindestens ein von der Physik und ein von der Chemie kommender Assistent vorhanden sein. In den Kurzberichten der Referentenorgane dürfte manche unzumutbare Eingliederung, in Sammelberichten manche kostspielige Doppelarbeit zu vermeiden sein. Die wichtige Aufgabe einer guten Gliederung physikalisch-chemischer Tabellenwerke, Handbücher usw. läßt sich ohne einen umfassenden Überblick gar nicht lösen. Zweckmäßige, zum Teil sehr erwünschte Vereinbarungen bezüglich Vorzeichen und Bezeich-

nung bestimmter Größen (z. B. in der chemischen Thermodynamik) dürften sich so leichter erreichen lassen. Verständlicherweise würde damit von selbst auch die berufsmäßige Stellung des Physikochemikers in der Industrie gehoben werden.

Schließlich kann dadurch auch einer gerade in neuerer Zeit mit vollem Recht immer wieder erhobenen Forderung an die Wissenschaft leichter entsprochen werden, daß sie, vor allem in Anbetracht der für die Mehrung unseres Wissens sicher sehr wertvollen neuen, täglich fast unübersehbar anschwellenden Einzelergebnisse, sich nicht nur in Richtung immer neuer Spezialisierungen entwickeln dürfe, so daß ganze internationale Organisationen, in Form der „Dokumentationsbestrebungen“, nach einem brauchbaren Ausweg aus der beängstigenden Fülle der Einzelheiten suchen, sondern daß auch der mindestens ebenso wichtige Ruf nach einer „Zusammenschau“, im Sinne der ebenso alten wie modernen Wissenschaftslehre, der Philosophie und der Weltanschauung auch und gerade von den exakten Naturwissenschaften gehört und beachtet werde.

Erlangen, Physikalisch-Chemisches Laboratorium der Universität.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1938

Band/Volume: [70](#)

Autor(en)/Author(s): Lange Erich

Artikel/Article: [Zur theoretischen und praktischen Stellung der Physikalischen Chemie. 323-337](#)