

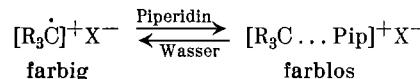
Einführung des Antiauxochroms Chlor in das Bianthrone muß nach den dargelegten Anschauungen dem Ionoidwerden entgegenwirken. Das ist auch in der Tat der Fall. Gechlorte Bianthrone²⁶⁾ bleiben in der Hitze blaßgelb. Der positive Chromophor kommt eben nicht mehr zur Ausbildung.

Daß es dringend erwünscht ist, noch weiteres experimentelles Material beizubringen, bedarf keiner Erwähnung. Einen einfachen neuen Weg zum Nachweis des heteropolaren Charakters zeigt eine von W. Dillthey entdeckte Reaktion^{27).} Während echte Chinone mit Piperidin einen stark bathochromen Effekt, mindestens nie eine Farbaufhellung zeigen, werden echte Farbsalze mit Piperidin farblos. Die Ursache der Auf-

²⁶⁾ A. Eckert u. R. Tomáscheck. Monatsh. Chem. 39, 851 [1913].

²⁷⁾ W. Dilthey u. R. Wizinger. Ber. Dtsch. chem. Ges. 59, 1856 [1926].

hellung ist die Bildung eines Piperidinsalzes, in dem das zentrale C-Atom koordinativ gesättigt und dadurch kein Chromophor mehr ist. Auf Zusatz von Wasser wird das Piperidin wieder abgespalten, und die ursprüngliche Farbe kehrt zurück:



Die Ausdehnung dieser Reaktion auf die tieffarbigen Ketone und Chinone mit Farbstoffcharakter wird zurzeit bearbeitet. Sie hat bereits in einer Reihe von Fällen (z. B. Aurin, Violonen u. a.) zu positiven Erfolgen geführt:

Zusammenfassend darf also jetzt schon gesagt werden: In den Halochromiefarben zahlloser tieffarbiger Mono- und Diketone (Indanthren, Indigo u. a.) ist genau wie in den Farbsalzen Hauptchromophor ein koordinativ ungesättigtes Zentralatom im ioniden Zustand. Die Diltheysche Chromophortheorie und die neue Form der Auxochromtheorie gestatten demnach, alle diese Körper zwanglos zu einer Gruppe zusammenzufassen, was bisher nicht möglich war.

Es sei hervorgehoben, daß diese Gruppe sich noch viel weiter ausdehnen läßt, nämlich auf die Ketonimide, Schiffsschen Basen, Azobenzolderivate, Derivate des Stilbens, unsymmetrischen Diphenyläthylens, Tri- und Tetraphenyläthylens, wie an anderem Ort gezeigt werden soll. [A. 349.]

[A. 349.]

Über den Gehalt von ostpreußischen Gewässern an Arsen.

Von Prof. Dr. Goy und Dr. W. RUDOLPH, Königsherg i. Pr.

(Eingeg. 8. Dezember 1926.)

Veranlaßt durch die Veröffentlichung von Geh. Rat Prof. Dr. Lockemann „über das Vorkommen von Arsen im Frischen Haff“ in dieser Zeitschrift¹⁾) sei im folgenden das Ergebnis unserer Arbeiten gelegentlich der Haffkrankheit mitgeteilt. Unsere Arbeiten unterscheiden sich von denen Lockemanns dadurch, daß sie auch eine Reihe anderer ostpreußischer Gewässer als nur das Frische Haff in den Kreis der Untersuchung zeihen und so zeigen, daß das Arsenvorkommen und die Arsenanreicherung in den Gewässern offenbar ein ganz allgemeiner Vorgang ist und nicht nur in durch Arsenuzführung aus Fabrikbetrieben stammenden Gewässern vorkommt, da auch Schlamm und Wasser von Flußläufen, an denen keine Fabriken liegen, sich als arsenhaltig erwiesen. Die Verhältnisse im Frischen Haff unterscheiden sich also nur quantitativ von denen anderer von uns untersuchter Gewässer. Es kann ja auch nicht anders sein, als daß sich der Schlamm der Gewässer an Arsen anreichert, da ja auch von Lockemann festgestellt worden ist, daß Kleinlebewesen sehr erhebliche Arsenmengen aus Wasser aufspeichern können, dagegen eine nennenswerte Arsenverflüchtigung nicht stattfindet. Nach Lockemann findet eine solche überhaupt nicht, nach Juckenack und Mitarbeitern nur in äußerst geringem Maße statt, da sonst doch wohl ein höherer Gehalt des betreffenden Wassers an flüchtigen Arsenverbindungen hätte auftreten müssen. Unsere Beobachtungen sind bisher nur an nicht allgemein zugänglicher Stelle²⁾ aufgeführt, sie sind in den Jahren 1924/25 ausgeführt worden. Da die Untersuchungen nicht nur für die Haffkrankheitsfrage, sondern überhaupt für die Gewässerkunde Interesse

¹⁾ Ztschr. angew. Chem. 39, 1446 [1926].

²⁾ Goy und Mitarbeiter, Agrikulturchemie und Landwirtschaft. Denkschrift zum 50-jährigen Bestehen der landwirtschaftlichen Versuchsstation Königsberg.

haben, seien sie hier veröffentlicht, ohne daß von uns aus bezüglich der Haffkrankheit irgendwelche Schlüsse gezogen werden.

Für den mit den ostpreußischen Verhältnissen nicht vertrauten Leser sei bemerkt, daß Ostpreußen insofern ganz eigenartige Wasserverhältnisse besitzt, als die beiden Haffe — das Frische und Kurische Haff — nicht reine Süßwassergewässer sind, sondern Brackwasser enthalten, da sie durch schmale Landstreifen abgeschnürte frühere Ostseebuchten sind, deren Wasserspiegel in derselben Höhe wie die Ostsee liegt und die durch sogenannte Tiefe, das sind schmale Verbindungen mit der Ostsee, mit dieser in Verbindung stehen, so daß je nach der Windrichtung und der durch diese bewirkten Wasserstauung nicht nur das Haffwasser in die Ostsee abströmt, sondern das Seewasser auch, und manchmal in gewaltiger Strömung, in die Haffe eindringt, so daß ein ständiges Vermischen von Haff- und Seewasser eintritt. Die Haffe wiederum erhalten durch zum Teil große Ströme, insbesondere ist das beim Kurischen Haff der Fall, Wasserzufluhr vom Lande her. In die Haffs gelangen nun auch die Abwässer von Zellstofffabriken, und zwar gelangen in das Frische Haff die Abwässer der beiden dicht bei Königssberg liegenden Zellstofffabriken Cosse und Sackheim, in das Kurische Haff diejenigen der Zellstofffabriken Waldhof bei Tilsit und Memel.

Die Zellstofffabriken im Bereich des Frischen Haffes — über diejenigen am Kurischen Haff ist uns nichts bekannt — benutzen zur Erzeugung ihrer Kocherlauge, mit welcher sie das Holz belandeln, um den Zellstoff freizulegen, schweflige Säure, welche durch Abrösten von Schwefelkies gewonnen wird. Nun enthalten Schwefelkiese mehr oder weniger Arsen, das zum Teil mit in die Kocherlauge und dann weiter in die Abwässer hineingelangt. Die Königsberger Fabriken leiten ihre

Abwässer mit den städtischen Abwässern zusammen in das Frische Haff. Infolge der Kriegsverhältnisse wurde mehrere Jahre lang von diesen Fabriken ein Kies verwendet, welcher etwa 0,2% Arsen enthielt, gegenüber dem früher verwendeten Kies mit nur etwa 0,02% Arsen. Dieser arsenarme Kies wird nun nach Auftreten der Haffkrankheit wieder verwendet. In den Ablaugen der Fabriken wurde zu der Zeit, als die Haffkrankheit zu grassieren anfing, 28 mg Arsen pro l., als arsenige Säure berechnet, festgestellt. Auf Grund der Theorie, daß das Arsen dieser Ablaugen mit einer Ursache für die Haffkrankheit sei, wird nunmehr der Arsengehalt der Ablaugen durch Verwendung von arsenarmeren Kiesen so niedrig gehalten, daß er nicht mehr als 2 mg pro Liter beträgt. Immerhin sind im Laufe der Jahre nicht unerhebliche Mengen Arsen in das Frische Haff gelangt, so daß die Möglichkeit bestand, daß diese Mengen einen wahrnehmbaren Einfluß auf den Arsengehalt des Haffwassers ausübten, zumal zunächst angenommen wurde, daß Arsen normalerweise in Wasser und Schlamm in sehr viel geringerer Menge vorhanden sei, als sich nachher herausstellte.

Umfangreiche Untersuchungen verschiedener Autoren haben gezeigt, daß das Arsen ein außerordentlich weit verbreitetes Element ist, das, wenn auch nur in sehr geringen Spuren, so ziemlich überall vorkommt, so auch in tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln und Organismen; es war daher anzunehmen, daß auch in den ostpreußischen Gewässern ein wenn auch nur sehr geringer Arsengehalt vorhanden ist. Zum Vergleich wurde auch das Wasser der Ostsee auf Arsengehalt untersucht, und zwar wurden an vier Stellen der Ostsee zwischen Pillau und Swinemünde von Herrn Kapitän Schöör vom Dampfer Pionier die erforderlichen Proben entnommen, wofür ihm an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Zur quantitativen Bestimmung des Arsen in den Proben wurde, nachdem verschiedene andere Methoden durchgeprüft und als ungeeignet erkannt waren, folgende Arbeitsweise eingehalten:

Zur Bestimmung des Arsengehaltes wurden die Schlamm- und Wasserproben mit Salpetersäure eingedampft und die Schlammproben dann mit Salpeter-Schwefelsäure zerstört. Nach Verdünnen mit Wasser wurde in aliquoten Teilen der Lösung kolorimetrisch ihr Arsengehalt ermittelt. Hierzu wurde das Verfahren von Beck und Merres³⁾ benutzt. An Stelle der Filtrerpapierstreifen ließen sich zweckmäßig Scheiben anwenden, die auf der gut abgeschliffenen Öffnung des Trockenrohres auflagen. Je nach der Stärke des Arsengehaltes färbten sich diese Scheiben mehr oder weniger intensiv gelb.

Bei Einhaltung gleicher Versuchsbedingungen war die Übereinstimmung und Regelmäßigkeit in Stärke und Ton der Färbung eine recht gute.

A. Der Arsengehalt der Wässer.

Tabelle 1.

Das Ostseewasser hatte

Zeit der Entnahme	Entnommen	Gehalt an Arsen als As ₂ O ₃ berechnet pro Liter
1 Oktober 1924	bei Pillau (ca. 1–2 km südwärts der Südermole abseits der aus dem Haff kommenden Strömung.)	1 – 2 Millionstel Gramm

³⁾ Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Band L, Heft 1, 1915.

Zeit der Entnahme	Entnommen	Gehalt an Arsen als As ₂ O ₃ berechnet pro Liter
2 März 1925	aus der Mitte der Danziger Bucht	1 Millionstel Gramm
3 März 1925	auf der Höhe von Rixthöft	1 Millionstel Gramm
4 März 1925	auf der Höhe von Kolberg	1 Millionstel Gramm

Demnach enthält das Ostseewasser, wenigstens an der Küste entlang, Arsen in gleichmäßigen Mengen, ein sicher erkennbarer Mehrgehalt des Wassers in der Nähe des Ausflusses des Frischen Haffes liegt nicht vor.

Tabelle 2.
Wasser des Frischen Haffes.
Im Frischen Haff selbst fand sich folgender Arsengehalt:

Zeit der Entnahme	Entnommen	Arsengehalt als As ₂ O ₃ berechnet pro Liter
1 Oktober 1924	in der Fischhausener Wiek, Höhe von Lochstädt	5 – 10 Millionstel Gramm
2 Oktober 1925	Höhe von Narmeln	Spuren

Während die erste Entnahmestelle etwa 6 km von der Einfußstelle der fraglichen Abwässer entfernt ist, liegt die zweite Entnahmestelle etwa 30 km davon ab. In der Nähe der Einfußstelle der Abwässer ist der Arsengehalt ein deutlich höherer als an der entfernten.

Auch die Zuflüsse zum Frischen Haff enthalten Arsen:

Tabelle 3.
Wasser einiger Zuflüsse des Frischen Haffes.

Zeit der Entnahme	Entnommen	Arsengehalt als As ₂ O ₃ berechnet pro Liter
1 Februar 1925	Pregelwasser	Oberhalb der Zellstofffabriken von Königsberg, etwa 12 km von der Mündung ins Frische Haff entfernt.
2 Februar 1925	Pregelwasser	Bei Wehlau, etwa 55 km von der Mündung ins Frische Haff entfernt.
3 April 1925	Pregelwasser	Bei Insterburg, etwa 95 km von der Mündung ins Frische Haff entfernt
4 Januar 1925	Wasser der Passarge	Oberhalb Braunsberg
5 Januar 1925	Wasser der Passarge	Unterhalb Braunsberg (unterhalb des Kanalisationsausflusses)

Demnach enthalten auch die Zuflüsse des Frischen Haffes, soweit untersucht, Arsenmengen, deren Höhe zwischen dem Gehalt des Ostseewassers und dem des Frischen Haffes liegt.

Tabelle 4.
Wasser des Kurischen Haffes und seiner Zuflüsse.

	Zeit der Entnahme	Wasser von	Entnahmestelle	Arsengehalt pro Liter als As_2O_3 berechnet
1	Juni 1925	Kurisches Haff	Mitte zwischen Rossitten und Nemonienmündung	1,5 Millionstel Gramm
2	Juni 1925	Kurisches Haff	etwa 3 km von Sarkau	3 Millionstel Gramm
3	Februar 1925	Deime	bei Labiau (Die Deime ist ein Pregelarm, welcher in das Kurische Haff fließt)	3 Millionstel Gramm
4	Februar 1925	Gilge	etwa 200 m ab vom Einfluß in den Seckenburger Kanal (Die Gilge ist ein Arm des Melstromes, welcher auf deutsch. Gebiet in das Kurische Haff fließt)	1,1 Millionstel Gramm

Das Wasser des Kurischen Haffes und seiner Zuflüsse ist also deutlich arsenhaltig, die Mengen sind ähnliche wie bei den Zuflüssen zum Frischen Haff. Bei der geringen Industrie in Ostpreußen ist nicht anzunehmen, daß die ostpreußischen Flüsse ihren Gehalt an Arsen aus industriellen Anlagen haben, sondern daß dieses ein natürlicher Bestandteil des Wassers ist.

B. Der Arsengehalt des Schlammes der verschiedenen Gewässer.

Da mit der Möglichkeit gerechnet wurde, daß das Arsen des Wassers durch biologische oder chemische Vorgänge in wasserunlösliche Form überführt wird und sich dann im Schlamm des betreffenden Gewässers anreichert, wurden auch in dieser Richtung Untersuchungen ausgeführt, und zwar zunächst, da es sich um die Frage des Verbleibens des Arsen aus den Abwässern handelt, an Proben aus dem Frischen Haff, und zwar aus der Nähe der Einflußstelle der fraglichen Abwässer.

Tabelle 5.
Arsengehalt des Schlammes des Frischen Haffes.

	Zeit der Entnahme	Ort der Entnahme	1 kg Schlamm enthält als As_2O_3 berechnet feucht in der Trockensubstanz
1	Oktober 1924	Fischhausener Wiek, Nähe von Lochstädt	7,5 30 Tausendstel ⁴⁾ Gramm
2	Oktober 1924	Fischhausener Wiek aus der Nähe des Einflusses des Abwasserkanals	8,7 5,1 Tausendstel Gramm
3	Oktober 1924	Frisches Haff, Entnahmestelle nicht bekannt	6,2 18,2 Tausendstel Gramm

⁴⁾ Man beachte, daß es sich hier um Tausendstel gegenüber Millionsteln bei den Wässern handelt!

Der Arsengehalt des Schlammes ist also sehr viel höher als der des Wassers, besonders kräftig tritt dies bei der Probe 1 in die Erscheinung, wo genau an derselben Stelle auch eine darüberstehende Wasserprobe, und zwar zur selben Zeit, entnommen wurde. Der Gehalt der feuchten Schlammprobe ist hier mindestens 750 mal höher als der des darüberstehenden Wassers! Es geht aus diesen Befunden hervor, daß das Arsen tatsächlich in wesentlichen Mengen in den Schlamm wandert. An den hier in Rede stehenden Stellen herrschten nun insofern anormale Verhältnisse, als hier die arsenhaltigen Abwässer der Zellstofffabriken in Verbindung mit den Königsberger Kanalisationswässern große Mengen faulnisfähiger Stoffe in das Haff führten, so daß möglicherweise durch den entstehenden Schwefelwasserstoff das Arsen als Schwefelarsen chemisch zur Abscheidung gelangen konnte. Es war daher von besonderem Interesse, zu prüfen, ob an Stellen, wo nur die allgemein auftretenden natürlichen Prozesse in den Gewässern in Betracht kommen, auch eine Anreicherung des Arsens in Schlamm eintritt.

Bei den Zuflüssen, die in das Frische Haff fließen, ergaben sich dabei folgende Verhältnisse:

Tabelle 6.
Schlamm der Zuflüsse des Frischen Haffes.

	Zeit der Entnahme	Schlamm	Entnahmestelle	1 kg Schlamm enthält als As_2O_3 berechnet feucht in der Trockensubstanz
1	Juni 1925	des Pregels	Wehlau, aus d. Pregel unterhalb des Einflusses der Alle	1,5 2,1 Tausendstel Gramm
2	Juni 1925	der Passarge	Braunsberg, unterhalb d. Klär-anlage	0,8 6,3 Tausendstel Gramm
3	Juni 1925	der Elbing	bei Elbing	2,0 3,7 Tausendstel Gramm
4	Juni 1925	der Nogat	bei Marienburg	2,5 5,3 Tausendstel Gramm

Auch hier ist also ein ganz außerordentlich höherer Arsengehalt des Schlammes dem Wasser gegenüber vorhanden. Wenn auch nicht so hohe Gehalte vorkommen, wie in zwei Schlammproben des Frischen Haffes, bei denen der besonders große Arsengehalt wohl mit Sicherheit auf die künstliche Arsenzufuhr durch die Abwässer zurückzuführen ist, so ist doch mit Sicherheit anzunehmen, daß auch bei ganz normalen Verhältnissen eine Anreicherung des Schlammes der Gewässer an Arsen stattfindet. Ähnliche Verhältnisse liegen auch vor beim Schlamm des Kurischen Haffes.

Tabelle 7.

	Zeit der Entnahme	Schlamm	Entnahmestelle	1 kg Schlamm enthält als As_2O_3 berechnet feucht in der Trockensubstanz
1	Juni 1925	des Kurischen Haffes	Kurisches Haff, 300 m von der Mündung des Nemonienstromes	4,0 5,6 Tausendstel Gramm

	Zeit der Entnahme	Schlamm	Entnahmestelle	1 kg Schlamm enthält als As_2O_3 berechnet feucht in der Trockensubstanz
2	Juni 1925	des Kurischen Haffes	Kurisches Haff, Mitte zwischen Rossitten und Nemonienmündung	3,5 10,0 Tausendstel Gramm
3	Juni 1925	des Kurischen Haffes	etwa 3 km von Sackau	1,7 14,5 Tausendstel Gramm

Auch hier ist der Arsengehalt des Schlammes verhältnismäßig recht hoch. Beim Kurischen Haff liegt allerdings die Möglichkeit vor, daß hier auch Arsen, das aus den an diesem befindlichen Zellstofffabriken stammt, niedergeschlagen worden ist, obgleich die Schlamm-entnahmestellen sehr weit ab von diesen liegen und das Kurische Haff dazu viel größer ist als das Frische Haff. Aber auch die Zuflüsse des Kurischen Haffes zeigen ähnliche Arsen-Schlammverhältnisse wie die folgende Tabelle zeigt:

Tabelle 8.
Schlamm der Zuflüsse
des Kurischen Haffes.

	Zeit der Entnahme	Schlamm	Entnahmestelle	1 kg Schlamm enthält als As_2O_3 berechnet feucht in der Trockensubstanz
1	Juni 1925	der Deime	Deime bei Pelzen	1,2 5,0 Tausendstel Gramm
2	Juni 1925	des Großen Friedrichs-Grabens	Großer - Friedrichsgraben I bei Torfwerk Agilla	1,7 3,3 Tausendstel Gramm

	Zeit der Entnahme	Schlamm	Entnahmestelle	1 kg Schlamm enthält als As_2O_3 berechnet feucht in der Trockensubstanz
3	Juni 1925	der Gilge	etwa 200 m vom Einfluß des Seckenburger Kanals	4,5 7,4 Tausendstel Gramm
4	Juni 1925	des Nemonienstromes	Nemonienstrom etwa 100 m von der Kreuzung Seckenburger Kanal — Groß Friedrichsburg entfernt	4,5 9,3 Tausendstel Gramm
5	Juni 1925	der Ruß	Rußstrom bei Klotzen	3,7 6,1 Tausendstel Gramm

Auch hier hat eine Anreicherung des Schlammes an Arsen stattgefunden, und zwar in recht beträchtlichem Maße.

Da wohl kaum anzunehmen ist, daß an allen diesen Stellen die Niederschlagung des Arsen durch chemische Vorgänge — durch Fäulnis entwickelter Schwefelwasserstoff — erfolgt ist, bleibt der Schluß übrig, daß Kleinlebewesen dem Wasser das Arsen entnehmen: diese sinken dann nach dem Absterben zu Boden und reichern so den Schlamm an Arsen an. Daß die Arsenanreicherung gerade in der organischen Substanz des Schlammes stattfindet, läßt sich auch daraus schließen, daß die Schlämme, welche besonders reich an Arsen waren, auch reich an homoser Substanz waren.

Eine Anreicherung des Schlammes der See- und Flüßgewässer an Arsen zu einem vielfachen des zugehörigen Wassers scheint daher nichts außergewöhnliches zu sein, sondern zu den natürlichen Ereignissen in der Natur zu gehören. [A. 338.]

„Der skeptische Chemiker.“

Zur 300. Wiederkehr von Robert Boyles Geburtstag¹⁾.

Von EDUARD FÄRBER, Genf.

(Eingeg. 7. Januar 1927.)

In der Musik, in den bildenden Künsten, in Philosophie und Literatur ist es keine Seltenheit, daß große Männer aus lange vergangenen Jahrhunderten auf uns noch heute lebendige Wirkung auszuüben vermögen. In der Chemie ist Robert Boyle wohl der älteste von denjenigen, die in ihrem Werke uns noch heute lebendig sind. Er ist es mit besonderer Umfassendheit: durch die Entdeckung des Gasgesetzes, das Volum und Druck in Beziehung zueinander setzt, durch seine analytische Methodik und andre spezielle experimentelle Arbeiten und zugleich und am stärksten durch seine gründliche Diskussion und Aufhellung des Begriffs: Element. Eine

¹⁾ Über Robert Boyle findet man merkwürdig schwankende Daten in der referierenden Literatur. Oft wird 1626 als sein Geburtsjahr angegeben. Der Irrtum geht wohl darauf zurück, daß sein Vater, der Earl of Cork, den 25. Januar 1626 für die Geburt seines vierzehnten Kindes (sieben Sohnes) angibt; Robert Boyle schreibt in dem kurzen Abrisse seines Lebens 1626-7, und das ist zwar etwas schwerer deutbar, aber richtiger: die erste Zahl meint das „gesetzliche“ Jahr in England, das am 25. April begann, die zweite das am 1. Januar beginnende, also dasjenige, das wir zugrunde legen müssen. — Erst von 1752 ab wird durch Parlamentsakt das gesetzliche Jahr mit dem bürgerlichen identisch.

merkwürdige Ironie des geschichtlichen Schicksals liegt darin, daß man mit ihm das Zeitalter der Phlogistontheorie in der Chemie beginnt²⁾, mit ihm, der doch noch vor der eigentlichen Entwicklung dieser Theorie den Glauben an die chemische Wunderkraft des Feuers gründlich zu zerstören sucht. Es ist eben schwierig, einen solchen schöpferischen Geist in ein System der Geschichte einzufügen — mag er auch in vieler Hinsicht an Vorurteile und Irrtümer seiner Zeit gebunden sein.

Will man ihn einreihen, so muß man ihn zu den Atomistikern zählen. Zwar lehnte er es ausdrücklich ab, ernstlich und gründlich die Bücher der großen Atomistiker zu studieren, „um nicht durch irgendeine Theorie oder Prinzipien gefangen zu werden, ehe er gefunden hätte, was ihm die Dinge selbst für Gedanken eingeben würden“ — ungefähr wie Wilhelm Ostwald es von sich in der Einleitung zu seinen „Großen Männern“ erzählt, aber wie es kaum ein anderer zu Boyles Zeit getan hätte. Aber der neue Gesichtspunkt, der ihm die Dinge anders als seinen Zeitgenossen — und vielen Späteren — erscheinen läßt, das neue Prinzip, das ihm

²⁾ Ich selbst habe es vor Jahren in meiner „Geschichtlichen Entwicklung der Chemie“ (Berlin 1921) nicht besser gemacht.