

Zeitschrift für angewandte Chemie

35. Jahrgang S. 33—36

Inhaltsverzeichnis Anzeigenteil S. V.

20. Januar 1922, Nr. 6

Die Koordinationslehre in der Chemie der Nichtmetalle.

Von ALFRED BENRATH.

(Eingeg. 29./12. 1921.)

Die Strukturtheorie, die in der anorganischen Chemie von Anfang an versagte und auch eine Anzahl organischer Vorgänge nicht zu erklären vermag, sieht sich in den letzten Jahren heftig von der Koordinationslehre bedroht. Damit flammt der fast ein Jahrhundert alte Kampf um die Substitutionstheorie wieder auf, in welchem Berzelius gegen Dumas unterlag, während jetzt Werners Ideen, die sich eng an Berzelius' elektrochemische Theorie anschließen, zum Siege zu gelangen scheinen.

Will man die Wernersche Theorie, die schon beträchtliche Klarheit in die Chemie der komplexen Metallverbindungen gebracht hat, auch auf die Nichtmetalle anwenden, so muß man folgende Leitsätze aufstellen, worauf ich schon in einem früher veröffentlichten Aufsatz¹⁾ hingewiesen habe.

Für Verbindungen erster Ordnung, die infolge der Vereinigung ungleichartiger Atome miteinander entstehen, gilt die Berzelius'sche elektrochemische Theorie, nach welcher diese Anziehung ihren Grund in dem elektrochemischen Gegensatz der ungleichen Atome hat. Je nach seiner Stellung in der elektrochemischen Spannungsreihe ist also ein Element in bezug auf ein anderes elektropositiv oder -negativ. Ein Atom kann sich nicht gleichzeitig mit einem positiven und einem negativen Atom verbinden. Die den Atomen innerwohnende Anziehungskraft nennt man Valenz, die Anzahl positiver oder negativer Äquivalente, die ein Atom in einer Verbindung anzieht, wird als (—) oder (+)-Wertigkeit bezeichnet. Die infolge des elektrochemischen Gegensatzes zustande kommende Bindung wird Hauptbindung genannt. Jedes Atom hat gegen positive und gegen negative Elemente eine bestimmte Höchstwertigkeit oder Maximalvalenzzahl. Die für die Eigenschaften der Verbindungen charakteristische Verbindungsstufe ist von der Wertigkeit des Elementes abhängig.

Verbindungen erster Ordnung vereinigen sich miteinander zu solchen höherer Ordnung vermöge einer „Nebenvalenz“ genannten allgemeinen Anziehung, die nicht elektrochemischer Natur ist, die aber auch ihren Sitz in den Atomen hat. Die Anzahl von Atomen und von Verbindungen, die sich mit einem Elementaratom in Haupt- oder Nebenvalenz vereinigt, wird durch die Koordinationszahl bestimmt, die für jedes Element einen Höchstwert besitzt, der aber nicht in jeder Verbindung erreicht wird. Manchmal ist die Koordinationszahl größer, manchmal kleiner als die Wertigkeit. Manche mehrwertigen Elemente, wie der doppelt gebundene Sauerstoff, vertreten nur eine einzige Koordinationsstelle. Die Zahl der Stellen, die eine Verbindung vertreten kann, wechselt mit der Natur der Verbindung, an welche sie angelagert ist.

Das von Berzelius als Radikal bezeichnete Atom, welches für eine Base oder eine Säure charakteristisch ist, wird Zentralatom genannt. Mit diesem vereinigen sich die übrigen in dem Molekül befindlichen Atome und Atomgruppen vorwiegend, aber nicht ausschließlich.

Aus diesen Grundfestsetzungen ergibt sich mit Notwendigkeit die Folgerung, daß Dumas' Substitutionstheorie, eine der wichtigsten Stützen der Strukturlehre, verschwinden muß, denn ebensowenig wie positive und negative Atome sich gleichzeitig in Hauptbindung an einem Zentralatom befinden können, sind sie durcheinander ersetzbar. Daß Elemente, die in bezug auf das Zentralatom gleichsinnig geladen sind, einander substituieren können, ist selbstverständlich.

Auch Gerhardts Theorie der Reste wird stark eingeschränkt, denn die bei einer Reaktion auftretenden einfachen anorganischen Verbindungen, wie Wasser, Ammoniak, Chlorwasserstoff usw., entstehen in den meisten Fällen nicht bei der Reaktion, sondern sind schon in einer der reagierenden Verbindungen fertig gebildet vorhanden und durch Nebenvalenzen mit dem Zentralatom verbunden.

Diese Grundsätze sind in der Chemie der Metalle schon weitgehend zur Anwendung gekommen, während die Verbindungen der Nichtmetalle noch durchweg nach den Regeln der Strukturtheorie formuliert werden. Da aber die Wernersche Lehre täglich mehr an Einfluß gewinnt, und eine Einheitlichkeit in der Behandlung der Metalle und der Nichtmetalle durchaus angestrebt werden muß, so ergibt sich als Notwendigkeit der Versuch, die Strukturtheorie auch bei der Besprechung der Nichtmetalle durch die Koordinationslehre zu ersetzen.

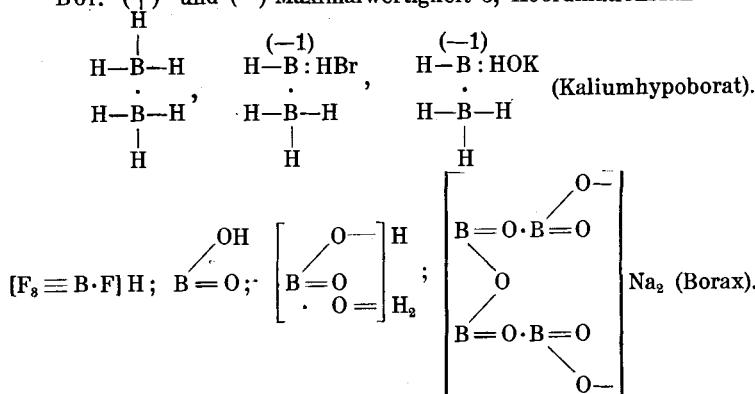
Die meisten Nichtmetalle weisen die maximale Koordinationszahl 4 auf, die hin und wieder in den Verbindungen mit elektronegativen Elementen auf 6 ansteigt. Dies ist der Fall bei den Halogenverbindungen des Siliciums, einigen Verbindungen des Schwefels und

den Sauerstoffsäuren des Tellurs und des Jods. Im Wasserstoff und dem Sauerstoff scheint die Koordinationszahl nicht über 3 hinauszugehen.

Bilden sich Verbindungen höherer Ordnung, so lagern sich an Zentralatome, die mit positiven Elementen gesättigt sind, die Verbindungen mit ihren positiven Bestandteilen an. Entsprechendes gilt für negative Bestandteile. Ist das Zentralatom dagegen nicht valenzgesättigt, so vereinigt es sich oft gleichzeitig mit dem positiven und dem negativen Bestandteil der koordinativ angelagerten Verbindung.

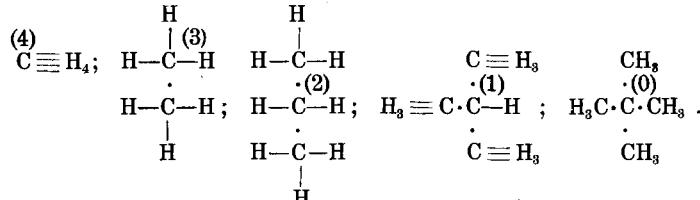
Diese Betrachtungen führen zu folgenden Formulierungen, in welchen die wirksamen Hauptvalenzen durch Striche, die vermittelst der Nebenvalenzen besetzten Koordinationsstellen ihrer Zahl nach durch Punkte bezeichnet werden. Wenn Zweifel entstehen können, wird die Wertigkeitszahl über das Symbol gesetzt.

Bor. (+)- und (—)-Maximalwertigkeit 3, Koordinationszahl 4.

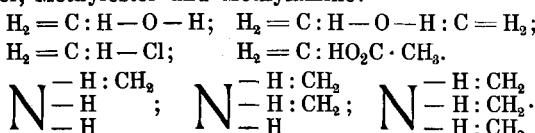


Die Stelle des Wassers in der Orthoborsäure kann also auch durch andere Sauerstoffverbindungen, z. B. Borsäureanhydrid, ersetzt werden, wodurch sich die Entstehung der Polyborsäuren erklärt.

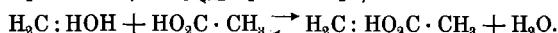
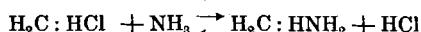
Kohlenstoff. (+)- und (—)-Maximalwertigkeit und Koordinationszahl 4.



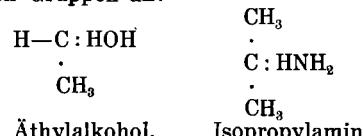
Die den zweiwertigen Kohlenstoff enthaltende Methylengruppe $\text{C}=\text{H}_2$ lagert Wasser, Säuren und Ammoniak an und bildet Methylalkohol, Methyläther, Methylester und Methylamine:



Aus diesen Verbindungen vermögen Wasser, Säuren und Ammoniak einander zu verdrängen:

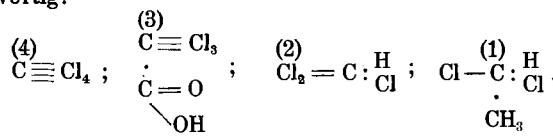


Auch an die Methingruppe $\text{C}=\text{H}$ des einwertigen und an den nullwertigen Kohlenstoff lagern sich diese Verbindungen zugleich mit kohlenstoffhaltigen Gruppen an:



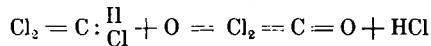
Wohl zu unterscheiden ist demnach die Verbindung $\text{C} \equiv \text{H}_3$ des dreiwertigen Kohlenstoffs, die sich nur in Nebenbindung anlagert ($\text{H}_3\text{C}\cdot\text{CH}_3$), von der Gruppe $-\text{C} \equiv \text{H}_3$ des vierwertigen Kohlenstoffs, die in Hauptbindung negative Bestandteile ersetzt ($\text{H}_3\text{C}-\text{NO}_2$), und der Gruppe $-\text{H} : \text{C} = \text{H}_2$, die zweiwertigen Kohlenstoff enthält.

Auch gegen elektronegative Bestandteile ist der Kohlenstoff ein bis vierwertig:



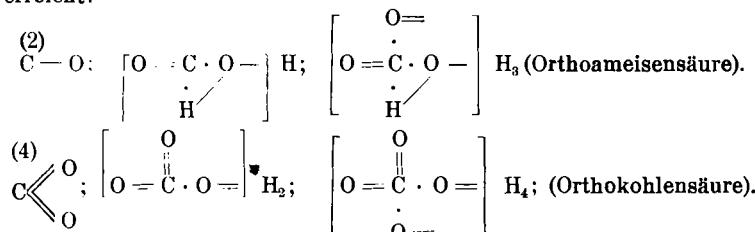
¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chemie 33, 289 [1920].

Dass der Kohlenstoff im Chloroform zweiseitig ist, erkennt man daran, dass bei seiner Oxydation Phosgen:

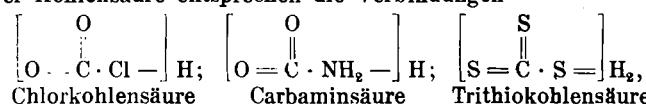


und bei seiner Verseifung Kohlenoxyd entsteht.

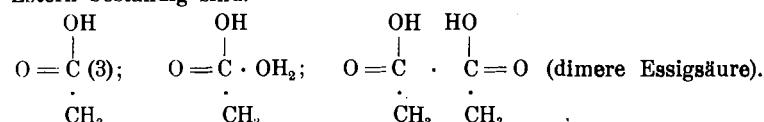
Bei Sauerstoffverbindungen des Kohlenstoffs wird die Koordinationszahl 4 häufig nicht, oder nur in unbeständigen Verbindungen erreicht:



Der Kohlensäure entsprechen die Verbindungen



die, ähnlich wie die Kohlensäure selbst, nur in ihren Salzen oder Estern beständig sind.



Diese Auffassung der Säuren als der mit anderen Gruppen verbundenen Carboxylgruppe kommt der Berzelius'schen Ansicht nahe, dass die Säuren gepaarte Oxalsäuren seien. Sie als Kohlendioxyd enthaltende Verbindungen hinzustellen, etwa $\left[\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \\ | \\ \text{O} = \text{C} = \text{O} \end{array} \right] \text{H}$, verbietet

sich deshalb, weil sie aus den Nitrilen $\text{C} \equiv \text{N}$ durch Verseifung entstehen.

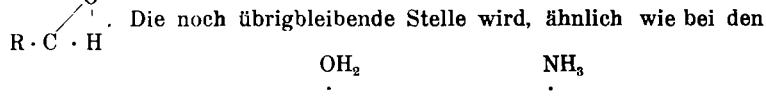
Zweiwertig ist der Kohlenstoff nicht nur in der Ameisensäure, sondern auch in den Ketonen $\text{R}_1 \cdot \text{C} = \text{O}$, in denen nur drei Koordinationsstellen besetzt sind, und die infolgedessen noch Verbindungen anzulagern vermögen, z. B. Hydroxylamin in den Ketoximen



in den Ketonbisulfiten $\text{R}_1 \cdot \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{O} \end{array} \cdot \text{S} = \text{O} \text{ H}$, und den Ketonsulfoxylaten $\text{R}_2 \cdot \text{O} = \text{Na}$

$\text{R}_1 \cdot \text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{O} \end{array} \cdot \text{S} = \text{O} \text{ Na}$. Die noch übrigbleibende Stelle wird, ähnlich wie bei den

Wasserstoff der OH-Gruppe koordinativ an Kohlenstoff gebunden ist:



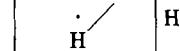
Ketonen, von Wasser: $\text{Cl}_3\text{C} \cdot \text{C} = \text{O}$, Ammoniak $\text{R} \cdot \text{C} = \text{O}$, Hydroxylamin

$\text{R} \cdot \text{C} = \text{O}$, Nitroxyl $\text{R} \cdot \text{C} = \text{O}$ usw. besetzt.

Abweichend von den übrigen Aldehyden enthält der Form-

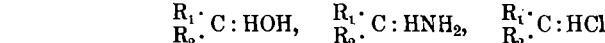
aldehyd nullwertigen Kohlenstoff $\text{C} \cdot \text{O}$. Bei der Oxydation entsteht unter

Lösung der Nebenbindung eines Wasserstoffatoms Ameisensäure

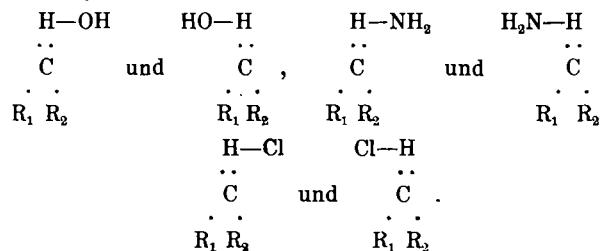


Man braucht vor der Annahme nullwertigen Kohlenstoffs nicht zurückzuschrecken, weil man sich auch nicht scheut, in den Carbonylen $\text{Ni}(\text{CO})_4$, $\text{Co}(\text{CO})_4$, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, den Nitrometallen Cu_4NO_4 , Ni_4NO_2 , Co_4NO_2 und in den Alkalihammoniaken $\text{Me}(\text{NH}_3)_x$ nullwertige Metalle gelten zu lassen.

Eine besondere Rolle spielt der nullwertige Kohlenstoff in den optisch-aktiven Alkoholen, Aminen, Halogeniden usw., denen die Formeln

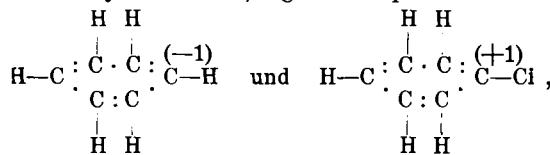


zukommen. Da die Bindung nur durch ein Wasserstoffatom hervorgebracht werden kann, was durch die Esterbildung des Alkohols und durch die Existenz der Trialkylamine bewiesen wird, so kann die Asymmetrie der Bindung nur durch die Anziehung hervorgebracht werden, welche R_1 und R_2 auf die negativen Gruppen OH , NH_2 und Cl ausüben. Dann stellen sich die Formeln der optischen Antipoden folgendermaßen dar:



Wenn nun Wasser, Ammoniak und Chlorwasserstoff einander ersetzen, dann ist die Art der Drehung nicht vorauszusagen, weil sie mit der Drehung des Ausgangsstoffes nicht in Zusammenhang steht und sich erst einstellt, wenn das neue Produkt gebildet ist (Waldensche Umkehrung).

In dem Benzol befinden sich sechs einwertige Kohlenstoffatome, die, je nach ihrer Oxydationsstufe, negativ oder positiv auftreten können:

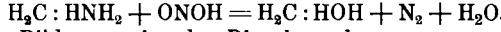


so dass die Gruppe C_6H_5 sowohl positiv einen negativen als auch negativ einen positiven Bestandteil ersetzen kann. Jedes Kohlenstoffatom der Benzolderivate ist koordinativ gesättigt, während die Kohlenstoffatome, welche im Chinon mit dem Sauerstoff verbunden sind,

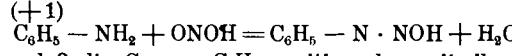
noch eine freie Stelle besitzen: $\text{O} = \text{C} : \text{C} : \text{C} = \text{O}$, an welcher

noch eine Nebenbindung angreifen kann.

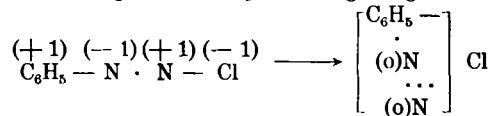
Das Phenol ist als Substitutionsverbindung $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{O} - \text{H}$ von den Alkoholen, die Anlagerungsverbindungen: $\text{CH}_3 \cdot \text{CH} - \text{O} - \text{H}$ sind, grundsätzlich verschieden. Dasselbe gilt für das Anilin und die aliphatischen Amine $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{NH}_2$ und $\text{CH}_3 \cdot \text{CH} = \text{H} - \text{NH}_2$. Dieser Unterschied zeigt sich deutlich darin, dass nur Aminobenzole diazotiert werden können, während sämtliche aliphatischen Amine mit salpetriger Säure Alkohole und Stickstoff liefern:



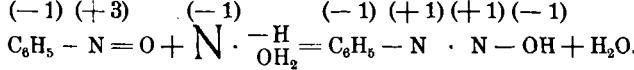
Aus der Bildungsweise des Diazobenzols



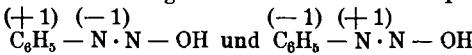
geht hervor, dass die Gruppe C_6H_5 positiv, der mit ihr verbundene einwertige Stickstoff also negativ ist. Ersetzt man demnach die Hydroxylgruppe durch einen Säurerest, so ist die Bildung eines Diazoniumsalzes infolge desmotroper Umlagerung wohl denkbar:



Lässt man aber Nitrosobenzol auf Hydroxylamin einwirken, so entsteht ein Diazobenzol, in welchem die Phenylgruppe negativ und der mit ihr verbundene Stickstoff positiv sein muss:

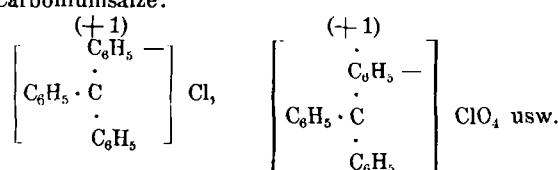


Es besteht also die Möglichkeit zweier desmotroper Formen:

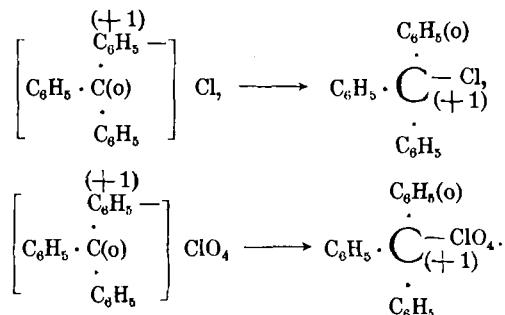


wobei die Schwierigkeit wegfällt, die Isomerie der beiden Formen des Diazobenzolkaliums räumlich deuten zu müssen.

Ähnlich wie der Stickstoff lagert sich auch der mit zwei Arylgruppen verbundene nullwertige Kohlenstoff in Phenylester ein und bildet dadurch, daß er die Säurereste in die zweite Sphäre hinausdrängt, Carboniumsalze:



Da in diesen Salzen nur drei Stellen des nullwertigen Kohlenstoffs besetzt sind, so ist die Möglichkeit zu einer Desmotropen Umlagerung gegeben¹⁾:



Durch die oben dargelegten Abänderungen gewinnt die Strukturtheorie einen ganz neuen Sinn. Die Atomverkettung wird nicht durch Haupt-, sondern durch Nebenbindungen hervorgebracht. Die Vierwertigkeit des Kohlenstoffs wird ersetzt durch die Koordinationszahl 4. Die Valenz des Kohlenstoffs kann alle Werte zwischen -4 und +4 annehmen. Vierwertig ist er ausschließlich in Verbindungen, die nur ein einziges Atom Kohlenstoff enthalten. Die Wertigkeit ist eine Beschreibungsform der Oxydationsstufe des Atoms, und ebenso wenig wie man das Kupfer in den Kupfer(1)-Verbindungen Cu—Cl zweiwertig annehmen darf, wird man fortan dem Kohlenstoff in dem C—H Acetylen ... Vierwertigkeit zusprechen dürfen. Die Gestalt der C—H Formeln bleibt zwar erhalten, der Sinn der Symbole aber hat sich verschoben.

(Schluß folgt.)

Nachtrag zu dem Artikel

Über Isotopie

von Dr. ERICH BAISCH.

(Zeitschr. f. angew. Chem. 34, 525 [1921].)

Herr Professor Lorenz, Frankfurt a. M., macht mich darauf aufmerksam, daß es ihm gelungen ist, von chemisch reiner Salzsäure durch Diffusion durch eine Tonzelle einen Teil abzuspalten von — wenig aber merklich — geringerer Dichte als das Ausgangsprodukt.

Ich komme gern der Bitte von Herrn Lorenz nach, diesen Hinweis als Nachtrag zu meinem obengenannten Artikel zu veröffentlichen.

Der Verf.

Rundschau.

Die Hannoversche Maschinenbau-Aktiengesellschaft bringt in ihren „Hanomag-Nachrichten“ (Nr. 98, Dezember 1921) unter anderem einen Aufsatz über Steilrohrkessel für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe. Der Aufsatz ist von Interesse für die Leser der Zeitschrift für angew. Chemie, da die Steilrohrkessel ihrer hohen Wirtschaftlichkeit wegen in den chemischen Fabriken mehr und mehr Eingang finden.

Am 1. Januar beging die Aktien-Ges. Georg Egestorffs Salzwerke und Chemische Fabriken ihr 50jähriges Bestandsjubiläum. Der Begründer der meisten der Gesellschaft gehörigen Werke, Georg Egestorff, ist 1869 gestorben. Zu den Unternehmungen der Gesellschaft gehören die von diesem gegründete Chemische Fabrik Linden, in der früher besonders Schwefelsäure neben anderen Säuren und Salzen, seit dem Kriege aber hauptsächlich Goldschwefel hergestellt wird, die Salinen Egestorff-Hall und Neuhall, die besonders durch das „Tafelsalz“ weithin bekannt wurden, und die Farbenfabrik in Hannover-Linden. Von der Aktiengesellschaft wurde noch Ende des vorigen Jahrhunderts die Nienburger chemische Fabrik übernommen, die eine der modernsten Schwefelsäurefabriken ist; außerdem werden auch andere Fabrikate, wie z. B. Alaun dort hergestellt. Auch eine Abteilung der Farbenfabrik befindet sich in Nienburg. Gegenwärtig wird das Unternehmen von H. Hausmann und Dr. C. Fauret geleitet.

¹⁾ S. Hantzsch, B. 54, 2573 [1921].

Die Mitteldeutsche Ausstellung für Siedlung, Sozialfürsorge und Arbeit G. m. b. H. Magdeburg [Miama] (vgl. Zeitschr. f. angew. Chem. 35, 551 [1921]) (Geschäftsstelle Breiter Weg 86), plant für die Zeit vom 1. Juni bis 30. Sept. 1922 eine Reihe von Fachausstellungen, die einen Überblick über die Wiederaufbauprobleme geben sollen. Um den einzelnen Fachausstellungen auch alle Interessentenkreise zuzuführen, ist während des Verlaufes der Ausstellung eine ganze Reihe von größeren wissenschaftlichen, künstlerischen und sportlichen Veranstaltungen und Wochen geplant. Vorgesehen sind unter anderem je eine Woche für: Siedler; Baugewerbe; Gartenbau; Betriebstechnik; Wirtschafts- und Handelspolitik; Landwirtschaft; Bergbau, Hüttenkunde und Gießerei; Gas- und Wasserwirtschaft; Chemie und Elektrotechnik; Verkehr und Schiffahrt; Kunst, Reklame usw.

Stiftung. Der Bibliothek der Deutschen Chemischen Gesellschaft im Berliner Hofmannhause hat die **Chemische Fabrik auf Aktien** (vorm. E. Schering) aus Anlaß ihres 50jährigen Bestehens den Betrag von 200000 M. zur Verfügung gestellt. Dadurch wird die Bibliothek in die Lage versetzt, wichtige ausländische Werke den deutschen Lesern zur Verfügung zu stellen.

Neue Bücher.

Abderhalden, E., Geh. Rat Prof. Dr. med. et phil. h. c., **Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Nachweis, Isolierung, Abbau- und Aufbaustudien auf dem Gebiete der Gerbstoffe**, Abt. I, chem. Methoden, Teil 10, Heft 2. Wien 1921, Verlag Urban & Schwarzenberg. M 39

Dannemann, Friedr., **Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange**. 2. Auflage 2. Band. Leipzig 1922. Verlag W. Engelmaun. geh. M 75, geb. 85

Deutsche Färberzeitung, Deutscher Färberkalender für das Jahr 1922, 31. Jahrgang. Wittenberg 1922, Verlag A. Ziemsen. M 25

Färber, Dr. Eduard, **Die geschichtliche Entwicklung der Chemie**. Mit 4 Tafeln. Berlin 1921. Verlag Julius Springer. M 78, geb. M. 90

Kaufmann, Prof. Dr. H. P.; **Lehrbuch der Chemie für Mediziner und Biologen**. I. Teil: **Anorganische Chemie**. Leipzig 1921. Verlag B. G. Teubner. geh. M 30, geb. M 38

Keramische Rundschau, Taschenbuch für Keramiker. 1922. Verlag Keramische Rundschau.

Kolthoff, I. M., **Der Gebrauch von Farbenindikatoren. Ihre Anwendung in der Neutralisationsanalyse und bei der kolorimetrischen Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration**. Mit 7 Textabbildungen und einer Tafel. Berlin 1921. Verlag Julius Springer. M 45

Lehmann, Dipl.-Ing. W., **Energie und Entropie. Eine leicht verständliche Darstellung ihres Wissens und der Grundlagen der Energiewirtschaft**. Mit 8 Textfiguren, Berlin 1921, Verlag Julius Springer. M 5.40

Matthews, J. Merritt, **Bleaching and related processes as applied to textile fibers and other materials**. New York 1921. The Chemical catalog company.

Nernst, Dr. W., **Das Weltgebäude im Lichte der neueren Forschung**. Berlin 1921. Verlag Julius Springer. M 12

Sachse, Habernoll, **Kurzgefaßter Leitfaden der landwirtschaftlichen Chemie. Landwirtschaftliche Unterrichtsbücher**. 7. Auflage. Mit 71 in den Text gedruckten Abbildungen. Bautzen 1922. Verlag Emil Hübner. geb. M. 16

Thoms, Prof. Dr. H., **Arbeiten aus dem pharmazeutischen Institut**. 12. Band. Wien 1922. Verlag Urban & Schwarzenberg.

Thoms, Prof. Dr. H., **Grundzüge der pharmazeutischen und medizinischen Chemie**. 7. Auflage. Mit 108 Textabbildungen. Berlin 1921. Verlag Julius Springer. geb. M 75

Zeise, W. C., **J. Jac. Berzelius Breve 1823—1847**. Kobenhavn 1921. H. H. Thieles Bogtrykkeri.

Lehrgang der Chemie und Mineralogie. Von Dr. Franz Küspert. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für höhere Schulen. Unterstufe I. 2. Auflage. Carl Koch, Nürnberg 1921. 120 S., 152 Abbild. Preis M 7

Wiederum ein Schulbuch, das den an den Schulunterricht zu stellenden zeitgemäßen Forderungen, Verringerung des Stoffes, Vertiefung des Verständnisses, keine Rechnung trägt. Was soll die Schule mit soviel Kristallographie (46 Abbildungen!)? Darstellung und Sprache entbehren oft der Klarheit, wie z. B. die Ausführungen über die Atom- und Molekulartheorie (S. 73 ff.) beweisen. Oder Sätze wie (S. 37): „Bei der Bildung und beim Zerfall chemischer Verbindungen sind die Stoffmengen geregelt. Es ist gleichgültig, ob der Abbau die Elemente unmittelbar bringt oder nicht, der Aufbau unmittelbar aus ihnen geschieht oder auf Umwegen.“ Ähnliches findet sich vielfach. Von der lebendigen Bedeutung der Chemie verspürt man auch in diesem Buche keinen Hauch. Alles ist wissenschaftlich-trocken behandelt.

Alfred Stock. [BB. 241.]

Personal- und Hochschulnachrichten.

Die vereinigten chemischen Laboratorien Dr. Uffelmann und Dr. Brauer, polizeil. vereid. öffentl. Chemiker, beeid. Handelschemiker und Zollchemiker zu Kassel, haben in Berlin ein Institut errichtet,