

Die Zusammenfassung sämtlicher Versuchsergebnisse zeigt Abb. 4, in der wir die Abhängigkeit des Kalkseifenlösvermögens von der Temperatur bei den verschiedenen p_{H} -Werten schematisch aufgetragen haben.

Zunächst erkennt man, daß $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ im p_{H} -Bereich von rd. 9–13 und bei Temperaturen von 60–95° dem $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ sehr beträchtlich, teils sogar um ein Mehrfaches, überlegen ist. Alle bisherigen Versuchsergebnisse, einschließlich der anderer Autoren, lassen den Schluß zu, daß diese Überlegenheit auch für andere Arbeitsbedingungen zutrifft, also z. B. für Temperaturen unter 60°, p_{H} -Werte unter 9,0 oder über 13,0 u. a. m.

Die Wirksamkeit des $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ weist nur eine verhältnismäßig geringe Abhängigkeit vom p_{H} und der Temperatur auf, was mit unseren früheren Ergebnissen im Einklang steht. $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ hingegen ist bezüglich seiner Wirksamkeit außerordentlich stark von den Arbeitsbedingungen abhängig, u. zw. sowohl vom p_{H} als auch von der Temperatur. Charakteristisch für $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ erscheint uns vor allem das verhältnismäßig schmale Temperaturoptimum im Gegensatz zu dem breiten optimalen Temperaturoptimum des $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$. Dieses Temperaturoptimum des $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ verschiebt sich mit zunehmendem p_{H} nach höheren Temperaturen und ist besonders scharf ausgeprägt für p_{H} 9,2–9,5. Die Unterschiede zwischen beiden Phosphaten sind bei p_{H} 9,2–9,5 am größten, bei p_{H} 12,0–12,5 am geringsten.

Die Angaben anderer Autoren, wie z. B. H. Huber³⁾ sowie A. Chwala u. A. Martina²⁾, daß das $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ dem $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ bei Temperaturen von über 80° überlegen sei, können wir also nicht bestätigen. Wir haben uns natürlich nach der Ursache dieser Widersprüche gefragt und hatten die Absicht,

³⁾ Diese Ztschr. 50, 323 [1937].

die Methode der genannten Autoren eingehender zu überprüfen. Zu diesem Zweck bestimmten wir zunächst das p_{H} , fanden aber zu unserem Erstaunen so beträchtliche Unterschiede zwischen den beiden Phosphat-Seifen-Mischungen, daß wir von einer Weiterbearbeitung absahen.

Wurden z. B. 50 cm³ CaCl_2 -Lösung von 400° d H mit den nach Huber gleichwertigen Mengen der beiden Phosphate (d. s. 2,50 g $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ bzw. 2,28 g $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) versetzt, dann 3,0 cm³ Seifenlösung Boutron-Boudet (= 1 g Kaliummolekt) zugefügt, sofort auf 1000 cm³ verdünnt und das p_{H} mit der Glaselektrode gemessen, so fanden wir für die $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ -Mischung bei 25° ein p_{H} von 8,3, für die $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ -Mischung jedoch 9,85! Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, daß die reine $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ -Lösung einen p_{H} -Wert von etwa 6, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ hingegen einen solchen von etwa 9,5 zeigt. Es ist aber ebenso verständlich, daß man auf diese Weise keinen quantitativen Vergleich über die Wirksamkeit der Phosphate ziehen darf.

Derselbe Einwand ist gegen die Versuchsanordnung von Chwala u. Martina zu erheben, die sich der Methode von Huber bedient haben. Zwar wird von den Autoren erwähnt, daß die Temperaturabhängigkeit bei p_{H} 8,5 gemessen wurde, doch geht aus der Versuchsbeschreibung nicht hervor, wie dieser p_{H} -Wert eingestellt, konstant gehalten und bestimmt wurde. Aus diesem Grunde wurde auch hier eine p_{H} -Kontrollmessung durchgeführt. Und zwar waren je 2,5 g $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ und $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ in 1000 cm³ der angegebenen Mischung enthalten. Wir fanden — mit der Glaselektrode bei 25° gemessen — für die $\text{Na}_6\text{P}_6\text{O}_{18}$ -Mischung ein p_{H} von 8,4, für die $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ -Mischung 9,8! Es erübrigts sich eigentlich, darauf hinzuweisen, daß somit auch die Werte von Chwala u. Martina mit starken Fehlern behaftet sein dürften.

Aus diesen Gründen haben wir von einer Wiederholung der Versuche von Chwala u. Martina abgesehen, zumal sich bei einigen Vorversuchen, wie bereits erwähnt, gezeigt hatte, daß man im Stufenphotometer bei p_{H} 8,5 auch mit großen Phosphatmengen keine vollkommen klare Lösung erhält.

Eingeeg. 23. Juni 1941. [A. 40.]

VERSAMMLUNGSBERICHTE

Physikalisches Institut der Universität Berlin.

Colloquium am 6. Juni 1941.

Gerthsen: Paarerzeugung durch schnelle β -Strahlen.

Unter Paarerzeugung versteht man die Entstehung eines Elektrons und eines Positrons bei der Absorption einer harten Strahlung. Bekannt ist der Effekt bei Höhenstrahlen bzw. harten γ -Strahlen (Energie > 1 MeV). Da die Absorption von Elektronen viel Ähnlichkeiten mit der Absorption von Lichtquanten aufweist, lag die Frage nach einer Paarerzeugung durch schnelle Elektronen (β -Strahlen) nahe. Aus der Theorie, die für Lichtquanten in Übereinstimmung mit dem Experiment einen Wirkungsquerschnitt (WQ) von 10^{-24} errechnet, wäre für den WQ der Paarerzeugung durch schnelle Elektronen die Größenordnung von 10^{-26} zu erwarten. Die experimentellen Arbeiten, die dieses Problem behandeln, haben zu sehr widersprechenden Resultaten geführt. Z. B. fanden Skobelzyn u. Stepanowa einen WQ von 10^{-22} , der in einigen Arbeiten größenordnungsmäßig bestätigt wurde, während andere Arbeiten negative Ergebnisse hatten.

In einer Arbeit von H. Bradt, J. Guillissen u. P. Scherrer¹⁾ wurde der Effekt erneut untersucht. Ein Präparat von UX, das eine β -Strahlung genügender Härte, dagegen keine γ -Strahlung, die zur Paarbildung führen könnte, besitzt, wurde mit einem Absorber (Pb) umgeben, der die Elektronen vollständig absorbiert. Wenn durch ein β -Teilchen im Absorber ein Paar erzeugt wird, wird sich das Positron ebenfalls im Absorber wieder mit einem Elektron vereinigen, wobei zwei γ -Quanten entstehen, die in genau entgegengesetzter Richtung emittiert werden, da kein wesentlicher Impuls vorhanden ist („Zerstrahlung“). Bringt man also das Präparat mit dem Absorber genau zwischen zwei Zählrohre hohen Auflösungsvermögens im Koinzidenzschaltung derart, daß die Achse des Präparates parallel zu den Zählrohrachsen steht, dann müssen diese γ -Quanten Koinzidenzen auslösen. Der Nulleffekt der Anordnung wird gemessen, indem das Präparat so weit von der Ebene der beiden Zählrohrachsen entfernt wird, daß zwei solche γ -Quanten die Zählrohre nicht mehr treffen können.

Das Ergebnis der Arbeit war negativ, d. h. es war kein Effekt nachweisbar. Die obere Grenze der Wahrscheinlichkeit für die Paarerzeugung durch schnelle β -Strahlen (mit Energien > 2 meV) ist hiernach $1,2 \cdot 10^{-3}$. Wenn ein Effekt vorhanden ist, so kann er demnach höchstens den 20. Teil des von Skobelzyn gemessenen WQ haben.

Rogowski: Röntgenstrahlbeugung in flüssigem Äthylalkohol. Röntgenstrahluntersuchungen an unterkühltem Äthylalkohol.

Aus der Aufnahme der Röntgenstreukurve einer Flüssigkeit über einen großen Winkelbereich läßt sich nach einem von Debye

u. Menke angegebenen Verfahren durch Fourieranalyse die Verteilung der Atome um ein bestimmtes Atom ermitteln. Das zunächst auf atomare Flüssigkeiten angewandte Verfahren ist unter gewissen Voraussetzungen auch auf molekulare Flüssigkeiten anwendbar. Besonders die Alkohole sind nach diesem Verfahren untersucht worden.

Eine neue Arbeit von A. Prietzschk²⁾ bringt Messungen an unterkühltem 96%igem Äthylalkohol. Wasserhaltiger Äthylalkohol läßt sich sehr weit unterkühlen, wobei seine Viscosität stark zunimmt. Die Untersuchungen wurden bei — 150° durchgeführt, wo die Zähligkeit schon so groß ist, daß der Alkohol in Form eines Stäbchens untersucht werden kann. Die Aufnahmen wurden in einer großen Debye-Scherrer-Kamera gemacht. Es wurde die K_{α} -Strahlung von Cu bzw. Mo benutzt, die mittels eines gebogenen Steinsalzkristalls monochromatisiert wurde. Auf gute Ausblendung der Primärstrahlung wurde besonders geachtet.

Schon früher hatte G. G. Harvey³⁾ die Struktur von flüssigem Äthylalkohol bei — 75° untersucht. Der Vergleich der Ergebnisse der beiden Arbeiten ergibt im Bereich der innerinolekularen Interferenzen gute Übereinstimmung. Zwei Maxima der Verteilungskurve bei 1,35 Å und bei 2,25 Å entsprechen dem C—O- und C—C-Abstand bzw. dem großen Abstand des O von dem β -C-Atom im Alkoholmolekül. (Die Lage der Wasserstoffatome ist wegen ihres geringen Streuvermögens nicht zu bestimmen.) Bei größeren Abständen von dem Bezugsatom erkennt man einen deutlichen Temperatureinfluß: In der Kurve des unterkühlten Alkohols sind die Minima und Maxima wesentlich stärker ausgeprägt als in der Kurve bei — 75°. Das erste solche Maximum bei 2,7 Å entspricht dem Abstand zweier Sauerstoffatome benachbarter Moleküle. Diese Atome sind durch Wasserstoffbrückenbindung der OH-Gruppen verbunden. Dadurch ergibt sich die Bildung von Moleküllketten, bei denen die Sauerstoffatome zickzackförmig angeordnet sind. Die Äthylgruppen stehen senkrecht auf der Kette. Ein weiteres Maximum der Verteilungskurve bei 4,05 Å gehört dem C—C-Abstand verschiedener Moleküle zu. Bei zwei Maximis bei 5,1 und 5,6 Å ist eine Zuordnung noch nicht möglich.

Auf dieser Kettenbildung, die bei — 150° wesentlich stärker als bei — 75° in Erscheinung tritt, beruht die starke Unterkühlbarkeit des Alkohols. Während aber wasserhaltiger (96%) Alkohol keine Neigung zur Kristallisation zeigt, läßt sich absoluter Alkohol zwar auch unterkühlen, kristallisiert aber schnell aus. Im Zusammenhang mit der großen Abhängigkeit der Viscosität des Alkohols vom Wassergehalt ergibt sich hieraus folgendes Bild: Die Alkoholketten, die eine Länge von 12–16 Molekülen haben (bei — 130°), werden durch die Wassermoleküle zu einem ungeordneten dreidimensionalen Netzwerk verbunden und ergeben so eine glasartige Struktur. Der wasserfreie Alkohol kristallisiert aus, weil eine solche Verbindung der Ketten nicht eintritt.

¹⁾ Z. Physik 117, 482 [1941].

²⁾ G. G. Harvey, J. chem. Physics 7, 878 [1939].

³⁾ Helv. physica Acta 13, 259 [1940].

H. Boersch: Beugungsversuche mit sehr feinen Elektronenstrahlen. Fresnelsche Elektronenbeugung.

Um die Beugungerscheinungen von Elektronenstrahlen an sehr kleinen Objekten zu untersuchen, ist es notwendig, sehr feine Elektronenstrahlen herzustellen. Während bei den üblichen Elektronenbeugungsgeräten der Elektronenstrahl im Objekt einen Durchmesser von etwa $0,1 \text{ nm}$ besitzt, ist es durch Verwendung von Blenden der Firma C. Zeiss von 5μ und 10μ Dmr., die sehr genau rund und sehr glatt sind, gelungen, wesentlich feinere Elektronenstrahlen als bisher auszublenden. Der dabei unvermeidliche Intensitätsverlust konnte durch Verwendung einer Haarnadelkathode mit Wehnelt-Zylinder ausgeglichen werden; sie hat eine sehr kleine, aber intensiv emittierende Fläche bei starker Richtwirkung. Die Belichtungszeiten bleiben dadurch in der Größenordnung einiger Sekunden. Mit diesen feinen Elektronenstrahlen gewinnt man nun Einblick in die Statistik der Debye-Scherrer-Ringe. Diese sind infolge der Verkleinerung des streuenden Objekts nicht mehr homogen geschwärzt, sondern in einzelne Reflexe aufgespalten, sogar Einkristallaufnahmen von nur 5μ großen Kristallen kann man erhalten. Verlagerungen der Reflexe infolge Brechung oder innerer Spannungen werden durch das hohe Auflösungsvermögen erkennbar. Besonders interessant sind die Beobachtungsergebnisse an einer Goldfolie. Hier ergeben sich mit der 5μ -Blende sehr wenig ausgedehnte Segmente auf den Debye-Scherrer-Ringen. Diese bestehen aus einer Überlagerung von Punktdiagrammen von Einkristallen. Die Goldfolie besteht also aus kleinen Einkristallen, deren (100)-Ebene senkrecht zur Folienoberfläche liegt und die wenig gegeneinander gedreht sind; diese Drehwinkel sind um so kleiner, je näher aneinander die betreffenden Einkristalle liegen. Bemerkenswert ist auch die Struktur des Primärstrahls (vierzählige Symmetrie) bei der Beugung an der Goldfolie, die wohl durch Kristallformasymmetrien bzw. Kristallanordnungen gitterähnlicher Natur verursacht ist. Im Gegensatz zur Goldfolie sind benachbarte Einkristalle einer NH_4Cl -Schicht auf Zaponfolien regellos gegeneinander orientiert, was aus der statistischen Verteilung der Interferenzpunkte in den Debye-Scherrer-Ringen hervorgeht. Um den Ursprungsort der Beugungsdiagramme auf dem Objekt festzustellen, kann man einfach so vorgehen, daß man die Streuung am Rand der 5μ -Blende ausnutzt, die dem Beugungsbild des Gegenstandes sein eigenes Schattenbild überlagert¹⁾.

Neben den Fraunhofer'schen Beugungerscheinungen treten in der Lichtoptik bei Schattenversuchen auch noch die Fresnel'schen Beugungerscheinungen auf. In der Elektronenoptik gelang bisher nur die Beobachtung der Fraunhofer'schen Beugungerscheinungen (Elektroneninterferenzen, Debye-Scherrer-Ringe). Um auch die Fresnel'schen Beugungerscheinungen beobachten zu können, ist wegen der kleinen Wellenlänge der Elektronen eine sehr kleine Elektronenquelle erforderlich. Eine solche (140 \AA Dmr.) ließ sich durch verkleinerte Abbildung eines kleinen Elektronenstrahls aussendenden Querschnitts mit Hilfe elektrostatischer Elektronenlinsen herstellen⁵⁾. Damit konnte die Fresnel'sche Elektronenbeugung an einer Kante aufgenommen werden⁶⁾. Etwa 4—5 Beugungsstreifen konnten getrennt werden. Ihre Abstände sind in voller Übereinstimmung mit den aus der Lichtoptik her bekannten Formeln, wenn für die Wellenlänge die de Broglie-Wellenlänge des Elektrons eingesetzt wird. Die Bedeutung dieser Beobachtung liegt vor allem darin, daß hier zum ersten Male die Wellennatur des Elektrons durch Beugung an makroskopischen Gebilden und nicht wie bisher an einzelnen im Gitter angeordneten Atomen festgestellt wurde. Die Fresnel'sche Elektronenbeugung spielt bei Beobachtungen mit dem Elektronenschattenmikroskop⁷⁾ eine Rolle; sie täuscht z. B. eine Doppelwandigkeit der Geißeln von Bakterien vor.

Anorganisch-chemisches Institut der T. H. Berlin

Colloquium am Dienstag, dem 17. Juli 1941.

F. Rogowski: Strukturbestimmung von Molekülen im Gaszustand durch Elektroneninterferenzen.

Die Analyse der durch Elektronenbeugung an Nitromethan erhaltenen Streubilder hatte ein ebenes Molekülmodell ergeben⁸⁾. Zur Erweiterung dieser Angaben wird ein kleineres Maximum, das in den sonst gut mit dem experimentellen Streubild übereinstimmenden Streukurven auftritt, näher untersucht. Sehr eingehende Rechnungen zeigen, daß es nicht durch Kernverschiebungen, wie sie etwa durch Tautomerie oder Mesomerie hervorgerufen sein könnten, gedeutet werden kann; ebensowenig kann eine nicht ebene Anordnung der Substituenten um das Stickstoffatom oder auch eine Mischung der oben angegebenen Formi mit einer der übrigen vorliegen. Das Maximum wird daher als reell anzusehen, aber im Vergleich wegen des stark abfallenden Untergrundes nicht wahrnehmbar sein. Bei Methylnitrit konnte das früher aufgestellte Modell durch weitere Rechnungen erneut bestätigt werden. In der großen Reihe der anzuschließenden Modelle befinden sich auch dasjenige mit einer

¹⁾ H. Boersch, Z. Physik **116**, 469 [1940].

²⁾ H. Boersch, Z. techn. Physik **20**, 346 [1939].

³⁾ H. Boersch, Naturwiss. **28**, 709, 711 [1940].

⁴⁾ H. Boersch, ebenda **27**, 418 [1939].

⁵⁾ Siehe diese Ztschr. **53**, 510 [1940], hier auch die Abstandswerte von Methylnitrit und Nitromethan.

gestreckten ONO-Gruppe, die trans-Form (bei gewinkeltem ONO-Gruppe), die Form mit freier Drehbarkeit um die mittlere ON-Bindungslinie und eine Wasserstoffsuperoxydähnliche Form⁹⁾. Die Interpretation der Aufnahmen am Methylnitrit ist wegen der viel größeren Anzahl der bei den Modellberechnungen zu berücksichtigenden Parameter schwieriger. Trotzdem gelingt es, auch hier eine Reihe von Modellen auszuschließen und die Struktur folgendermaßen zu bestimmen. Im $\text{CH}_3\text{ONO}_2'$ bildet die Gruppe ONO_2' eine stumpfe ungleichseitige Pyramide mit den Kanten $\text{ON} = 1,37 \pm 0,04$, $\text{NO}' = 1,22 \pm 0,04 \text{ \AA}$ und den Winkeln $\text{O}'\text{NO}' = 1,31 \pm 5^\circ$ und $\text{ONO}' = 109^\circ 28'$. Die Pyramide steht, ähnlich wie im Methylnitrit die ONO'-Gruppe, in cis-Stellung zu der Linie C—O, die die Länge $1,44 \pm 0,03 \text{ \AA}$ besitzt und mit der Linie ON den Tetraederwinkel einschließt.

Physikalische Gesellschaft zu Berlin und Deutsche Gesellschaft für technische Physik

Sitzung am Mittwoch, dem 2. Juli 1941,
im I. Physikalischen Institut der Universität Berlin.

J. Picht: Bild- und Ablenkfehler, die bei elektrischer Ablenkung (konstanter bzw. variabler Ablenkspannung) von Elektronenstrahlbündeln auftreten können. (Nach gemeinsam mit Herrn Himpau durchgeführten Untersuchungen)¹⁰⁾.

Die Theorie der rotationssymmetrischen elektrostatischen und magnetischen Linsen und Linsensysteme ist schon weitgehend ausgebaut. Weniger Aufmerksamkeit haben bis jetzt die elektronenoptischen Ablenksysteme, die den Prismen der Lichtoptik entsprechen, gefunden. Die bei solchen Systemen auftretenden Bildfehler werden in den Arbeiten von Picht u. Himpau bis zur dritten Ordnung einschließlich untersucht und eingehend besprochen; dabei ist, entsprechend den praktischen Bedürfnissen, nicht vorausgesetzt, daß die Ablenkungen klein sind. Die folgenden beiden Probleme sind zu unterscheiden. 1. Ein elektronenoptisch erzeugtes Bild wird durch ein elektrisch geladenes Plattenpaar mit konstanter Spannung (statische Ablenkanordnung) um einen festen Winkel abgelenkt. Die dabei auftretenden Bildfehler sind von Bedeutung für die theoretische Behandlung der Vorgänge in bestimmten Bildzerlegerröhren, für gewisse Fragen der Massenspektrographie, für Mehrfachoscillographen usw. 2. Der Aufbau eines Fernsehbildes geschieht durch einen bildabtastenden bzw. einen bildschreibenden Elektronenstrahl. Dieser wird durch zwei gekreuzte Ablenksysteme mit veränderlicher Spannung (dynamische Ablenkanordnung) gesteuert; sie können sich an derselben Stelle befinden oder hintereinander angeordnet sein. Die Ablenkfehler dieser Anordnung beeinflussen die Güte des Fernsehbildes. Eine Reihe von Abbildungen zeigt die Wirkung der einzelnen Bildfehler (Ablenkfehler, Öffnungsfehler, Verzeichnungsfehler, Verformungsfehler, Astigmatismus, Bildfeldwölbung usw.).

⁹⁾ Im Wasserstoffperoxyd liegen nach Raman-Untersuchungen Fehérs (Ber. dtsh. chem. Ges. **72**, 1778 u. 1789 [1939]) die OH-Verbindungslien in zwei aufeinander senkrecht stehenden Ebenen und bilden damit einen Übergang zwischen der cis- und der trans-Stellung.

¹⁰⁾ J. Picht u. J. Himpau, Ann. Physik (5) **39**, 409, 430, 478 [1941].

NEUE BUCHER

Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Eine Experimentalphysik des Weltäthers für Physiker, Chemiker, Elektrotechniker. Von G. Mie. 2. vollst. umgearb. Aufl. 638 S., 318 Abb. F. Enke, Stuttgart 1941. Pr. geh. RM. 46,—, geb. RM. 49,—.

In der vorliegenden 2. Auflage des originalen Lehrbuches von G. Mie sind die Erscheinungen, die man auf dem Gebiet der Elektrizität und des Magnetismus kennt, mit einer gewissen Ausführlichkeit behandelt. Das Buch zeichnet sich durch besondere Sorgfalt gerade in begrifflichen Dingen aus. Auch Erscheinungen, die sonst wegen seltener Anwendungen wenig beachtet werden, sind in ihrer Bedeutung für die Erkenntnis wichtiger Zusammenhänge in aller Kürze sehr gut ausgewertet. Das Buch kann als Nachschlagebuch, vor allem auch für grundsätzliche Fragen dienen. Die beiden einführenden Kapitel über Vektorrechnung und über Energieformen sind ein Beispiel für die begrifflich klare und dabei vor allem auf der Anschauung aufbauende Art der Behandlung. Der außerhalb der Thermodynamik oft zu flüchtig übergangene Unterschied zwischen arbeitsfähiger (freier) und wärmefähiger Energie ist im ganzen Verlauf des Buches mit großer Präzision verfolgt. In den Schlüßkapiteln ist auch das Raum-Zeit-Kontinuum und der Einfluß der Quantenphysik besprochen.

Die Darstellung geht stets besonders auf die Voraussetzungen und die Ergebnisse ein, einfache Ableitungen sind wiedergegeben. Der Aufbau auf dem Volt-Ampere-System erleichtert wesentlich die begriffliche Klarheit.

Die Ausstattung des Buches ist gut. Gelegentlich möchte man noch einige Abbildungen mehr wünschen. An manchen Stellen würde das Verständnis erleichtert durch Eintragen von Bezeichnungen in die Abbildungen, die überhaupt spärlich beschriftet sind.

R. Fleischmann. [B.B. 51.]