

werten zu verbinden und etwa die Gewichte der einzelnen Fraktionen zu berechnen, wie dies bei den üblichen gravimetrischen Verfahren zur Bestimmung der Korngrößenverteilung der Fall ist. Nur durch *Schätzung* läßt sich heute wenigstens eine Vorstellung von diesen Dickenwerten insofern gewinnen, als bei Kaolinkriställchen der in Fig. 3a gezeigten Art bei gelegentlicher Hochkantlagerung ein Verhältnis 1:10 der Dicke zum Durchmesser gefunden wird; selbstverständlich ist eine solche Verhältniszahl nicht allgemein zu gebrauchen, sie ermöglicht aber, ein *angenähertes* Bild vom *Volumen* eines solchen Teilchens zu erhalten (vgl. Tabelle 2). Die Oberflächenwerte, die man bei Berücksichtigung auch der Seitenflächen der Kriställchen berechnen kann, unterscheiden sich von den in Tabelle 1 angegebenen Zahlenwerten bei Verhältnis 1:10 jedoch nur um einen Mehrbetrag von etwa $\frac{1}{5}$. In Fig. 5 ist zuletzt auf Grund der prozentischen Volumina der Größenklassen die Summenkurve gegeben.

Die sehr zeitraubende und ermüdende Arbeit der Auszählung und Ausmessung der Teilchen auf einem übermikroskopischen Bild macht den Wunsch verständlich, durch mechanische Hilfsvorrichtungen die Arbeit abzukürzen und zu vereinfachen. Im Falle der Untersuchung von Tondispersionen liegt es nahe, die bei der Integration der Mineralkörner im Gesteins-

verbände bewährten Zählvorrichtungen auf die vorliegenden Aufgaben zu übertragen. In einer späteren

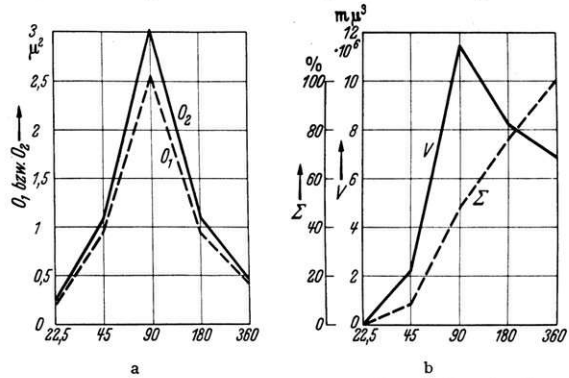


Fig. 5. a) Verteilungskurve der Flächengröße, O_1 Gesamtflächen berechnet allein für die Tafeln; O_2 dgl. mit Berücksichtigung der Seitenflächen; b) Verteilungskurve der Volumenwerte (V) und Summenlinie der Mengenzusammensetzung in % (Σ).

Mitteilung wird über eine solche Untersuchung mittels des Sigma-Integrationsgerätes berichtet werden können.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Über den Nachweis von Molekülen des Tabakmosaikvirus in den Chloroplasten viruskranker Pflanzen.

Die Tatsache, daß bei der Virose des totalreagierenden Typs der Tabakmosaikkrankheit eine mehr oder minder ausgeprägte Schädigung des Chloroplastenapparates festzustellen ist, zwingt dazu, nach Beziehungen zwischen der Chloroplastensubstanz und dem Virusprotein zu suchen. Als erster Hinweis, daß solche Beziehungen bestehen, wurden mit dem Siemens-Übermikroskop nach E. RUSKA und B. v. BORRIES an isolierten Grana aus Chloroplasten viruskranker Tabakpflanzen die Stäbchenmoleküle des Tabakmosaikvirusproteins gefunden. Bei Granapräparaten aus gesunden Pflanzen fehlen sie.

Prüft man Chloroplastensuspensionen aus viruskranken Pflanzen auf ihren Virusgehalt, so zeigt sich im Testversuch

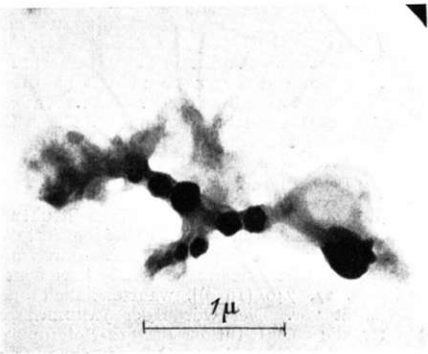


Fig. 1. III 25/40. Grana und Virusproteinmoleküle mit Chloroplastenstroma. El. opt. 19000:1.

auf *Datura stramonium*, daß die Flüssigkeit, die vorwiegend unverletzte Chloroplasten enthält, fast keine Reaktion ergibt. Durch Zerstörung der Chloroplasten freigelegte Chloroplastensubstanz ist dagegen immer hoch aktiv. Fig. 1 zeigt eine Reihe von Grana, die durch Chloroplastensubstanz zusammengehalten sind. An ihr bemerkt man die stäbchenförmigen Einheiten des Tabakmosaikvirusproteins.

Es sei darauf hingewiesen, daß die den Versuchen zugrunde liegenden Präparate nicht aus Ammonsulfatfällungen stammen, sondern im wesentlichen durch Differentialzentrifugieren von Chloroplastenaufschwemmungen gewonnen worden sind. Die nach der Ammonsulfatmethode gewinnbaren Stäbchenmoleküle sind also größenordnungsmäßig mit denjenigen identisch, die bei Lebendpräparaten in den Chloroplasten zu finden sind.

Sowohl die quantitativen Untersuchungen über den Virusgehalt in den Chloroplasten als auch die elektronenoptischen Beobachtungen legen nahe, daß zwischen der Chloroplastensubstanz, also wahrscheinlich ihrer Eiweißkomponente, und dem Virusprotein eine bestimmte, wohl im verwandten Chemismus liegende Beziehung bestehen muß.

Berlin-Dahlem, Dienststelle für Virusforschung der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und Berlin-Siemensstadt, Laboratorium für Übermikroskopie der Siemens & Halske A.-G., den 16. April 1940.
G. A. KAUSCHE. H. RUSKA.

Zur Frage der Chloroplastenstruktur.

Das Problem der Chloroplastenstruktur ist in jüngerer Zeit von KÜSTER (1933, 1935), MENKE (1934 bis 1940), ULLRICH (1936), WEBER (1937), FREY-WYSSLING (1938), BOT (1939) u. a. unter Anwendung der Polarisationsmikroskopie und der UV.-Mikroskopie neu diskutiert worden. MENKE fand, daß die von SCARTH entdeckte negative Doppelbrechung auf Formanisotropie beruht. Nach FREY-WYSSLING soll das Grundprinzip der Chloroplastenstruktur in einer laminaren Flächenentwicklung bestehen, bei der bimolekulare Lipoidschichten und dickere Proteinschichten die scheibenförmigen Grana zusammensetzen. Die Lamellenstruktur wird also in die Grana hineinverlegt. MENKE verbindet nach seinen UV.-Aufnahmen bei *Anthoceros* die Grana mit der Chloroplastensubstanz, also dem Stroma, in dem Sinne, daß sie knotenartige Verdickungen, infolge einer inhomogenen Verteilung gewisser Komponenten innerhalb der Lamellenlagen darstellen sollen. Für die Gesamtstruktur der Chloroplasten wird offengelassen, ob sie aus durchgehenden Lamellen bestehen, oder ob ein aus plättchenförmigen Einzeiteilen mit bevorzugt flächiger Orientierung aufgebautes System vorliegt.

Bei unseren Untersuchungen über die Beziehungen der Virusproteine zum Chloroplasteneiweiß fanden wir mit dem

übermikroskopischen Verfahren ein Formelement, dessen Existenz bei der Erörterung der Chloroplastenstruktur auf Grund lichtmikroskopischer Untersuchungen nicht berücksichtigt werden konnte. Fig. 1 von Chloroplasten zeigt in der Aufsicht große, scheibenartige, gleichmäßig dicke, strukturlos erscheinende Gebilde, die in der Chloroplastenebene orientiert sind. Der Durchmesser dieser Scheiben wechselt stark (0,4 bis 2,5 μ), während die Dicke der einzelnen Scheiben mit etwa 10 bis 20 m μ gleichbleibend ist. Dieses scheibenförmige Element scheint uns für die polarisationsoptisch nachweisbare Lamellenstruktur der Chloroplasten von entscheidender Bedeutung zu sein, als die Anordnung der Grana oder deren fragliche Eigenstruktur.

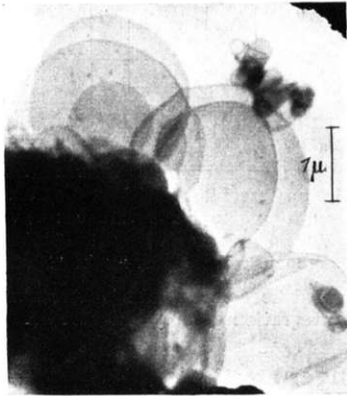


Fig. 1. III 109/40. Rand eines Chloroplasten von *Nicotiana tabacum* mit großen und kleineren, mehrfach übereinanderliegenden Scheiben. El. op. 10000:1.

Bemerkenswert ist, daß dieses scheibenförmige Element in 2 Dimensionen im lichtoptischen Auflösungsereich liegt, jedoch wegen des geringen Ausmaßes der dritten Dimension dem direkten lichtoptischen Nachweis unzugänglich bleibt. Über die chemischen Eigenschaften dieser Gebilde ist einstweilen nur soviel zu sagen, daß sie in reinem Chloroform nicht oder nicht völlig löslich sind.

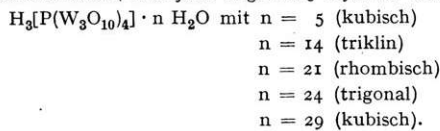
Auf Grund dieser ersten orientierenden Beobachtungen bereits ein weiteres Schema über die vermutliche Chloroplastenstruktur zu geben, halten wir für verfrüht, da insbesondere auch die Beziehungen zwischen Stroma und Grana noch keineswegs als geklärt angesehen werden können.

Berlin-Dahlem, Dienststelle für Virusforschung der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft und Berlin-Siemensstadt, Laboratorium für Übermikroskopie der Siemens & Halske A.-G., den 16. April 1940.

G. A. KAUSCHE. H. RUSKA.

Ein neuer Strukturtyp bei den 12-Heteropolysäuren.

Von der Phosphorwolframsäure, die in der biologischen Chemie ein wichtiges Fällungsmittel für Alkaloide und Eiweißstoffe darstellt, sind jetzt folgende 5 Hydrate bekannt:



In früheren Mitteilungen¹⁾ konnten wir auf Grund von Röntgenuntersuchungen zeigen, daß sich die zahlreichen in der Literatur beschriebenen Hydrate der 12-Phosphorwolframsäure allein auf die oben angegebenen Verbindungen zurückführen lassen. Ferner ergab sich die enge strukturelle Verwandtschaft zwischen 14-, 24- und 29-Hydrat, die sich in der diamantgitterähnlichen Anordnung der Anionenkomplexe und der „Wasserkationen“ bei ganz ähnlichen Gitterdimensionen äußert. Da die Stellung des rhombischen 21-Hydrats innerhalb einer früher angegebenen strukturellen Klassifikation²⁾ der 12-Heteropolysäuren noch ungeklärt ist, haben wir nun auch für diese Verbindung röntgeno-

graphische Messungen an Einkristallen durchgeführt (CuK α -Strahlung; Kameraradius $r = 57,3$ mm).

Kristallform: Die rhombische Phosphorwolframsäure kristallisiert in nadeligen, bisweilen auch in bis zu 4 mm dicken säulenförmigen Kristallen der Kombination $\{100\} + \{210\} + \{010\} + \{001\}$. Das Pinakoid $\{010\}$ ist nur selten vorhanden. Winkel $(100):(210) = 38^\circ 32'$. Wie bei dem triklin-pseudokubischen 14-Hydrat spalten die Kristalle nach (100) , (010) und (001) .

Kristallgitter: Aus Schichtlinienabständen, sowie aus Äquatorreflexionen wurden folgende Gitterkonstanten ermittelt:

$$a = 20,84 \text{ \AA,}$$

$$b = 13,07 \text{ \AA,}$$

$$c = 18,95 \text{ \AA.}$$

Mit diesen Werten konnte das goniometrisch nur unvollständig ermittelbare Achsenverhältnis ergänzt werden. Man erhält $a:b:c = 1,5945:1:1,4499$. Das Vorhandensein von Reflexionen hkl mit ungerader Indizesumme, sowie die Indentitätsabstände in den Richtungen $[110]$, $[101]$ und $[011]$ zeigten, daß der Elementarkörper keinerlei Zentrierungen aufweist. In ihm sind 4 Moleküle der Zusammensetzung $\text{H}_3[\text{P}(\text{W}_3\text{O}_{10})_4] \cdot 21 \text{H}_2\text{O}$ und dem pyknometrisch bestimmten spezifischen Gewicht 4,14 enthalten. Eine Prüfung der Kristalle auf Piezoelektrizität nach GIEBE-SCHIEBE gab wegen ihrer Leitfähigkeit keinen Hinweis auf die Klassenzugehörigkeit. Bei Annahme rhombisch-dipyramidaler Symmetrie führten die aus der Statistik der Reflexionen ermittelten Auslöschungsgesetze zu der vorläufigen Raumgruppe $D_{2h}^3 - Pccm$. Hierbei müßte eine zusätzliche, durch die besondere Anordnung der Atome bedingte Auslöschung der ungeraden Ordnungen von $h00$ angenommen werden.

Folgerungen: Das Kristallgitter der rhombischen Phosphorwolframsäure weist zu jenem der übrigen Hydrate nur geringe Beziehungen auf. Die Elementarzelle ist nicht mehr flächenzentriert pseudokubisch oder kubisch; sie besitzt lediglich noch eine pseudotetragonale Zone, in der allerdings die Gitterkonstanten mit zweien des triklinen 14-Hydrats weitgehend übereinstimmen. Es handelt sich also hier um einen eigenen, bei den 12-Heteropolysäuren bisher noch nicht beobachteten Strukturtyp, der auch bei der chemisch und strukturell analogen Phosphormolybdänsäure nicht bekannt ist. Während das 24- und das 29-Hydrat der Phosphorwolframsäure trotz ihres beträchtlichen Unterschieds im Wassergehalt strukturell sehr nahe stehen, sind zwischen dem hier untersuchten 21-Hydrat und dem trigonalen 24-Hydrat bei geringerem Unterschied nur undeutliche Beziehungen vorhanden. Etwas enger ist die Verwandtschaft zu dem bedeutend wasserärmeren triklinen 14-Hydrat, die sich nicht nur in der gleichartigen Spaltbarkeit, sondern auch in der beträchtlichen Ähnlichkeit der Netzebenenabstände $d_{(100)}$, $d_{(010)}$ und $d_{(001)}$ äußert. Zweifellos liegt auch der rhombischen Phosphorwolframsäure dasselbe Komplexion $[\text{P}(\text{W}_3\text{O}_{10})_4]^*$ wie den übrigen Hydraten zugrunde, jedoch mit einer Variation in der Anordnung, was aus der Art der Translationsgruppe und der Zahl der Moleküle in der elementaren Einheit hervorgeht. Das ausführliche Ergebnis der Untersuchung kann aus äußeren Gründen erst später mitgeteilt werden.

München, Mineralogisches Institut der Universität, den 21. April 1940. O. KRAUS.

*) Aus der von KEGGIN³⁾ angegebenen Struktur dieses Komplexes ergeben sich zwangsläufig drei ionisierte Wasserstoffatome. Jedoch liegt wie bei der Kieselwolframsäure, die nach unseren Untersuchungen mindestens achtbasisch ist [Naturwiss. 27, 740 (1939)], wahrscheinlich auch hier höhere Basizität vor. Dies würde der JANDERSCHEN Auffassung über die Konstitution der 12-Heteropolysäuren entsprechen⁴⁾. Aus räumlichen Gründen kann aber im Kristallgitter der 12-Heteropolysäuren nur ein Teil der tatsächlich vorhandenen H-Ionen durch Kationen ersetzt werden, wodurch die niedrigere Basizität vorgetäuscht wird.

¹⁾ O. KRAUS, Z. Kristallogr. A 94, 256 (1936); 100, 405 (1939).

²⁾ O. KRAUS, Fortschr. Min. Krist. 21, 65 (1937).

³⁾ J. F. KEGGIN, Proc. roy. Soc. Lond. A 144, 75 (1934).

⁴⁾ G. JANDER u. K. F. JAHR, Kolloid-Beih. 41, 297 (1935).