

Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Heft 110

Januar 1964



Identifizierung von gestreckten pflanzenpathogenen Viren auf morphologischer Grundlage

Zugleich eine Zusammenstellung von grundlegenden
Daten für die Klassifizierung dieser Viren

Von

Dr. J. Brandes

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für landwirtschaftliche Virusforschung, Braunschweig

Berlin 1964

*Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem*

Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

1 Berlin 61, Lindenstraße 44—47 (Westberlin)

Inhalt

	Seite
I. Einleitung	5
II. Präparation	
a) Allgemeines	6
b) Exsudatmethode	7
c) Tauchmethode	9
III. Beurteilung der Präparate	
a) Elektronenmikroskopische Vergrößerung	9
b) Sauberkeit der Präparate	10
c) Identifizierung der Viruspartikeln	12
d) Diskussion der zu erwartenden Ergebnisse	18
IV. Aufnahme und Vermessung	
a) Allgemeines	20
b) Parallelvermessungen	21
V. Weitere Untersuchungen zur endgültigen Diagnose	23
VI. Klassifizierung gestreckter Viren auf morpholo- gischer Basis	
a) Allgemeines	23
b) Beschreibung der Gruppen	25
c) Schlußbemerkung	28
VII. Einzeldarstellung gestreckter Pflanzenviren	
a) Einführung	29
b) Tabellarische Übersicht	29
VIII. Literaturverzeichnis	126

I. Einleitung

Bei der Behandlung von Virusproblemen ist es dienlich, zwischen *Virose* und *Virus*, also zwischen Krankheit und Erreger, klar zu unterscheiden. Die Verquickung beider Begriffe, die auch in Handbüchern zu finden ist, führt leicht zu Unklarheiten und Mißverständnissen.

Die Virusforschung hat von der Praxis her wegen der großen ökonomischen Bedeutung der Viren viele Anregungen erhalten. Das hat andererseits oft dazu geführt, daß bei der wissenschaftlichen Untersuchung von Viren das Virus selbst stark in den Hintergrund trat. Bei der Beschreibung eines Virus kann man sich jedoch nicht allein auf die Ergebnisse von Untersuchungen über die betreffende Virose verlassen, sondern sollte versuchen, auch Eigenschaften des Virus festzustellen.

Die Angaben in dieser Arbeit beziehen sich auf die Identifizierung von Viren, wobei außer Betracht bleibt, ob ein Virus oder verschiedene Stämme eines Virus bei verschiedenen Wirtspflanzen auch verschiedene Viren verursachen können. Darüber hinaus wird eine Katalogisierung und Klassifizierung angestrebt, bei denen der Ausgangspunkt das Virus und nicht die Virose ist.

Von einigen Ausnahmen abgesehen lassen sich die pflanzenpathogenen Viren in zwei Gruppen einteilen, nämlich solche mit annähernd kugelförmiger Gestalt, die sich in einigen Fällen als Polyeder erwiesen, und solche mit langgestreckten Partikeln. Die letzteren machen mehr als die Hälfte aller Viren aus, die bislang elektronenmikroskopisch abgebildet wurden. Da durch die Bezeichnungen faden- und stäbchenförmig nicht alle Formen erfaßt werden, haben wir sie in einigen jüngeren Arbeiten als *gestreckte Viren* (engl. *elongated viruses*) bezeichnet.

Der elektronenmikroskopischen Untersuchung dieser Viren galt unsere besondere Aufmerksamkeit, und die vorliegende Arbeit stellt eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Untersuchungen dar.

Die Einzelergebnisse der vergangenen 9 Jahre können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Alle gestreckten Pflanzenviren lassen sich mit Hilfe einfacher Präparationsmethoden ohne Anreicherungs- oder Reinigungsverfahren elektronenmikroskopisch darstellen.
2. Bei jedem dieser Viren läßt sich ein Längenwert ermitteln (die „*Normallänge*“), der für dieses Virus charakteristisch ist und offenbar nicht von äußeren Faktoren beeinflußt wird.

Hieraus ergibt sich, daß es nützlich ist, die Diagnose eines Pflanzenvirus stets mit einer elektronenmikroskopischen Prüfung zu beginnen.

Allerdings ist die Identifizierung eines gestreckten Virus allein mit einer elektronenmikroskopischen Untersuchung nur in Ausnahmefällen möglich, da einige dieser Viren morphologisch nicht oder nur sehr schwer unterschieden werden können. Durch die Kenntnis der Normallänge wird jedoch der Kreis der in Frage kommenden Viren bereits so beträchtlich eingeeengt, daß anschließend meist nur noch wenige Prüfungen zur genauen Identifizierung notwendig sind. Selbst die Kenntnis, daß das untersuchte Virus keine gestreckten Partikeln besitzt, ist für die weiteren Untersuchungen von großem Nutzen.

Der sicherste Identitätsnachweis wird nach unseren heutigen Kenntnissen durch eine serologische Prüfung geführt (vgl. *Bercks* 1962). Die Zahl der

Viren und damit der notwendigen Teste ist beträchtlich. Eine vorherige elektronenmikroskopische Prüfung kann aber die Richtung der serologischen Untersuchungen festlegen und somit den Arbeitsaufwand auf ein vernünftiges Maß reduzieren.

Wir haben die Erfahrung gemacht, daß man auf viele Untersuchungen zur Diagnose verzichten kann, wenn die Form und Größe der Virusteilchen bekannt ist.

Viele Viren können zwar auf Grund von Untersuchungen über den Wirtspflanzenkreis und die auftretenden Symptome, über den thermalen Inaktivierungspunkt und Verdünnungsendpunkt *in vitro* und über andere Eigenschaften der Viren sicher identifiziert werden. Diese Art der Untersuchung ist jedoch sehr arbeitsaufwendig und kann auch — wie man an Beispielen erläutern könnte — zu Fehldiagnosen führen.

In dieser Arbeit werden nicht nur die bislang schon publizierten Resultate wiedergegeben, sondern auch neuere Ergebnisse und einige sporadische Beobachtungen. Außerdem werden Erfahrungen mitgeteilt, die im Laufe der Jahre in unserem Institut gesammelt wurden. Bei der Beschreibung der Methoden wird die Beherrschung der allgemeinen elektronenmikroskopischen und virologischen Techniken vorausgesetzt.

Für anregende Diskussionen danke ich den Herren Dr. R. Bercks, Dr. C. Wetter, Dr. L. Quantz und Dr. R. Bartels, sowie auch dafür, daß sie mir unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse zur Verfügung gestellt haben.

Ferner danke ich Frau M. Forth für die Assistenz bei den photographischen Arbeiten und einem Teil der Präparationen und Vermessungen.

II. Präparation

a) Allgemeines

Alle unsere Untersuchungen wurden an Präparaten vorgenommen, die mit Hilfe der Exsudatmethode (Johnson 1951) und der Tauchmethode (Brandes 1957, 1961) hergestellt worden waren. Das Prinzip ist bei beiden Methoden dasselbe: Angeschnittene Zellen werden mit Wasser leerspült, wobei der Zellinhalt verdünnt wird.

Die Exsudatmethode wurde nach der Veröffentlichung von Johnson merkwürdigerweise kaum wieder aufgegriffen. Nur in unserem Institut wurde sie in größerem Umfang angewandt. Obwohl wir in den Jahren 1954 bis 1957 gute Erfolge mit dieser Methode zu verzeichnen hatten, wurde sie später weitgehend durch die noch einfachere Tauchmethode abgelöst, mit der bei den meisten untersuchten Viren die gleichen Ergebnisse erzielt werden konnten.

Wenn es zur genauen Ermittlung der Normallänge notwendig ist, besonders uniforme Partikeln darzustellen, so kann in manchen Fällen jedoch die Exsudatmethode bessere Ergebnisse bringen. Darauf wird bei der Beschreibung der einzelnen Viren in Teil VII hingewiesen.

Die Anwendung der Tauchmethode bietet Vorteile, wenn nur Lokalläsionen auf der zu untersuchenden Pflanze vorhanden sind. Allerdings sind systemisch infizierte Pflanzen in jedem Falle vorzuziehen.

Während für die Exsudatmethode die zu untersuchenden Pflanzen möglichst turgeszent sein sollten, spielt der Zustand der Blätter bei Anwendung der Tauchmethode eine weniger ausschlaggebende Rolle. Wir haben bei eingesandten

Blättern, die mehrere Tage unterwegs waren und manchmal in halbverfaultem Zustand ankamen, mitunter noch brauchbare Präparate erhalten.

Während bei manchen Viren das Alter der Pflanzen oder das Alter der Infektion keine wesentliche Rolle spielt, ist es bei anderen Viren oft vorteilhaft, den günstigsten Zeitpunkt für die Präparation zu ermitteln. Als Faustregel kann gelten, daß ausgewachsene Blätter unmittelbar nach dem Auftreten von Symptomen oder bei latenter Infektion nach einer entsprechenden Zeit, also in der Regel nach etwa 10 bis 20 Tagen, die besten Präparate ergeben. Präparate von sehr jungen Blättern sind oft nicht ausreichend sauber; liegt der Zeitpunkt der Infektion schon lange zurück, so sind die Partikeln häufig nicht besonders uniform. In einem solchen Falle ist es schwierig oder sogar unmöglich, die Normallänge genau zu ermitteln; die Bestimmung der Gruppenzugehörigkeit (vgl. Teil VI) des betreffenden Virus dürfte allerdings immer möglich sein.

Die Art der Objektträger richtet sich nach dem zur Verfügung stehenden Elektronenmikroskop, doch sind Netzblenden wegen ihrer größeren Beobachtungsflächen Loch- oder Schlitzblenden vorzuziehen. Da im mittleren Vergrößerungsbereich gearbeitet wird, ist die Sauberkeit der Blenden nicht so kritisch, wie bei Untersuchungen, bei denen es auf höchste Auflösung ankommt. Deshalb verwenden wir aus Ersparnisgründen Bronzeobjektträger mit Netz und gebördeltem Rand, die sich ohne Nachteil viele Male durch Auskochen in H_2O_2 und anschließendes mehrfaches Spülen in destilliertem Wasser mühelos reinigen lassen.

Zur Herstellung der Trägerfilme verwenden wir Kollodium in Amylacetat. Bei einem notwendigen Transport der Präparate zu einem anderen Laboratorium, besonders bei Postversand, sind Formvarfilme wegen ihrer größeren Stabilität vorzuziehen.

Alle Präparate werden an der Luft getrocknet und anschließend schrägbedampft, wobei der Bedampfungswinkel wegen der zu erwartenden Inhomogenität der Präparate nicht zu flach gewählt werden sollte. Als Bedampfungsmaterial verwenden wir seit Jahren mit bestem Erfolg Palladium, das sich leicht verdampfen läßt und ziemlich preiswert ist.

Durch Reinigen bzw. Abflammen der verwendeten Geräte ist dafür zu sorgen, daß Verunreinigungen möglichst ausgeschlossen werden.

b) Exsudatmethode

Die Exsudatmethode nach Johnson (1951) haben wir in einigen Punkten abgeändert. Zunächst ist es in jedem Fall günstig, nicht ganze Pflanzen, sondern einzelne Blätter unter Wasserdruck zu setzen. Wir verwenden einen selbstgebauten Exsudierapparat, der ein besonders leichtes Einspannen der Blätter erlaubt, und bei dem das lästige Abdichten am Blattstiel unnötig ist. Die Beschreibung sei anhand Abb. 1 gegeben:

Der Apparat besteht aus einem Block A mit einer Kammer B, in die zwei Schrauben C führen. Diese Schrauben sind durch zwei Buchsen D nach außen abgedichtet. Ein rechteckiges Stück sehr weiches Moosgummi E mit einem leicht ovalen Loch von etwa 6 mm Durchmesser kann innerhalb der Kammer durch die beiden Schrauben C, die zwei Plättchen F aus rostfreiem Stahl vor sich her schieben, zusammengedrückt werden. Dadurch wird erreicht, daß ein Blattstiel von beliebigem Querschnitt und mit einem Durchmesser bis zu etwa 6 mm durch

das Moosgummi völlig gegen den Wasserdruck abgedichtet wird, ohne daß durch das Zusammenpressen das Gewebe zerdrückt wird.

Die Kammer wird nach oben durch eine Deckplatte H mit 4 Schrauben I verschlossen und durch ein Flachgummistück G abgedichtet. Die Dimensionen des Moosgummistückes und der Plättchen F sind so gewählt, daß ein Öffnen und Schließen des Loches ohne Lösen des Deckels H möglich ist.

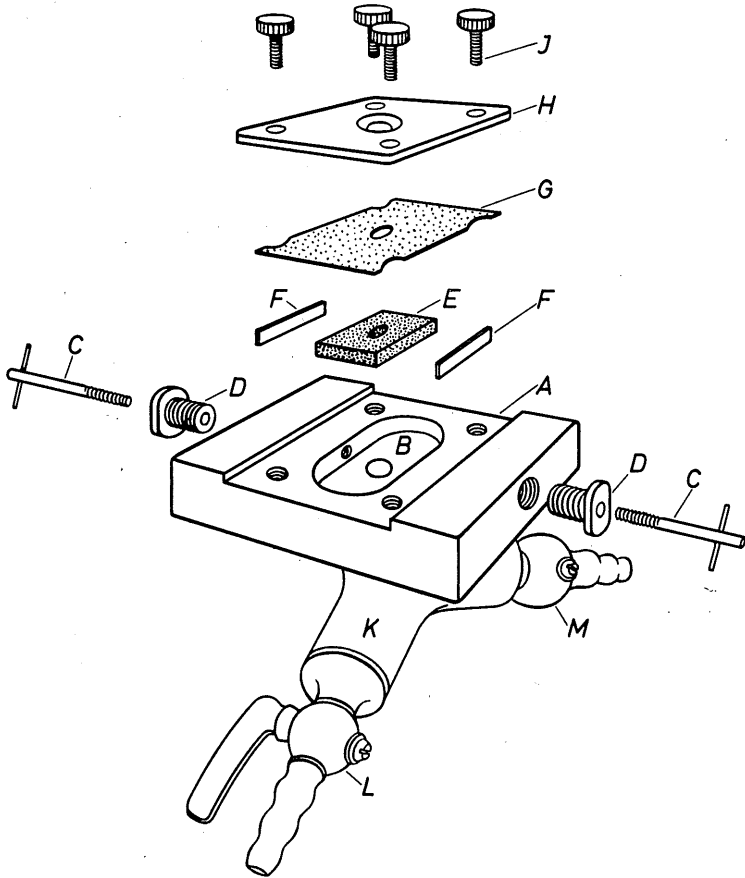


Abb. 1. Vorrichtung zur Anwendung der Exsudatmethode (Erklärung im Text).

Die Wasserzuführung erfolgt über ein Ansatzstück K, das neben dem Wasserhahn L einen Ablasshahn M trägt. Hahn L ist mit der normalen Wasserleitung verbunden, die einen Wasserdruck von mindestens 3 atü haben sollte.

Alle Teile sind aus Messing gearbeitet und verchromt.

Die Präparation wird in folgender Weise vorgenommen: Der Blattstiel wird auf eine Länge zurechtgeschnitten, die es gestattet, ihn soweit in das Loch einzuführen, daß er unten noch etwas über das Moosgummistück hinausragt. Bei sitzenden Blättern können Teile der Lamina längs der Mittelrippe ohne Nachteil weggeschnitten werden. Unmittelbar vor dem Einspannen in den mit Wasser

gefüllten Apparat wird das Ende des Blattstiels mit Hilfe einer Rasierklinge mit einer glatten Schnittfläche versehen. Durch Anziehen der beiden Schrauben C wird der Stiel abdichtet, und anschließend der Wasserhahn L geöffnet. Dann wird ein Teil der Lamina mit einer Schere abgeschnitten und zwar so, daß die Seitenadern möglichst im rechten Winkel geschnitten werden. Die meist recht schnell austretenden Tröpfchen werden direkt auf bereitgestellte befilmte Blenden aufgenommen, indem diese vorsichtig mit einer Pinzette an die Tröpfchen herangeführt werden.

Die Tröpfchen sollten einen Durchmesser von etwa 1 mm haben. Wenn man mit dem Aufnehmen zu lange wartet, werden sie zu groß, laufen oft an der Schnittfläche des Blattes herab und führen meist zu besonders stark verschmutzten Präparaten.

Nach Schließen des Wasserhahns L und Öffnen des Hahns M können die Schrauben C zurückgedreht werden. Danach kann das Blatt entfernt werden.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Tröpfchen auf den Netzblenden mit einer Nadel oder durch leichtes Darüberblasen flach auszubreiten, da anderenfalls der Anteil der verschmutzten Präparate größer ist.

Trotzdem ist immer eine gewisse Anzahl von Präparaten so verschmutzt, daß eine Beurteilung erschwert oder unmöglich gemacht wird. Deshalb sollten wenigstens 6 Parallelpräparate hergestellt werden. Gegebenenfalls läßt sich durch Abschneiden eines weiteren Stückes der Lamina parallel zum ersten Schnitt die Exsudation erneut einleiten.

c) Tauchmethode

Die befilmten Netzblenden werden mit Hilfe einer feinen Pipette mit Tropfen von sauberem Wasser (wir verwenden bidestilliertes Wasser) beschickt, die einen Durchmesser von etwa 1 bis 2 mm haben. Aus dem zu untersuchenden Blatt wird mit einer Rasierklinge ein kleines rechteckiges Stück (etwa 2×3 mm) herausgeschnitten, mit einer Pinzette aufgenommen und kurz (etwa 1 Sek.) in einen der Tropfen getaucht. Die Schnittfläche soll den Tropfen nur eben berühren; tiefes Eintauchen oder Rühren führt leicht zu verschmutzten Präparaten. Weitere Manipulationen sind nicht notwendig.

Die Herstellung von 3 Parallelpräparaten ist meist ausreichend, wobei gegebenenfalls die Zeit des Eintauchens variiert werden kann.

Im übrigen kann man sich beim Tauchen auch nach der Art und Beschaffenheit der betreffenden Blätter richten. Dicke fleischige Blätter oder Triebe (z. B. Kakteen) werden nur sehr kurz, andere (z. B. Gramineen) länger getaucht.

Bei der Auswahl des auszuschneidenden Blattstückes wird man, falls vorhanden, symptomtragende Zonen bevorzugen. Falls nur Lokalläsionen vorhanden sind, kann man viele gestreckte Viren auch dann nachweisen, wenn man eine Schnittkante taucht, die quer durch eine Läsion führt.

III. Beurteilung der Präparate

a) Elektronenmikroskopische Vergrößerung

Es dürfte vorteilhaft sein, sich beim Durchmustern der Präparate im Elektronenmikroskop von vornherein auf eine einheitliche Vergrößerung festzulegen, da es in einem solchen Falle leichter ist, Erfahrungen über die Beurteilung der Qualität der Präparate und über das sichere Erkennen von Virusteilchen zu

sammeln. Das von uns verwendete Elektronenmikroskop ZEISS EM 8/2 besitzt primär 3 feststehende Vergrößerungsstufen von ca. 1600 mal, 5200 mal und 16 000 mal. Der Leuchtschirm wird mit einem 20fach vergrößernden Einblickmikroskop betrachtet. Während wir alle Präparate bei einer Gesamtvergrößerung von 32 000 mal begutachten, erfolgt die Herstellung photographischer Aufnahmen bei einer elektronenmikroskopischen Originalvergrößerung von 5200 mal. Stärkere Vergrößerungen sind wenig empfehlenswert, weil einmal das einwandfreie Erkennen der Viruspartikeln, die mitunter nur sehr vereinzelt auftreten, in dem dann kleineren Gesichtsfeld erschwert ist und andererseits auf den Photoplatten nur wenige Partikeln abgebildet werden können.

b) Sauberkeit der Präparate

In allen Präparaten, die mit Hilfe der Exsudat- oder Tauchmethode hergestellt wurden, sind stets viele Zellinhaltsstoffe — gelegentlich auch Verunreinigungen aus anderen Quellen — enthalten, die eine Beurteilung der Präparate erschweren. Insbesondere sind es mehr oder weniger kugelförmige Partikeln mit Durchmesser, die von der Grenze des Auflösungsvermögens bis zu etwa 100 $m\mu$ reichen (Abb. 2). Es muß deshalb mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß die sog. Kugelviren, die meist Durchmesser von etwa 20 bis 30 $m\mu$ aufweisen, mit diesen Methoden nicht identifiziert werden können, da die Verwechslungsgefahr mit den z. T. auch recht uniformen nichtvirösen Partikeln zu groß ist.

Nur in Ausnahmefällen, nämlich dann, wenn bekannt ist, daß die Pflanze mit einem Kugelvirus in hoher Konzentration infiziert ist, kann vermutet werden, daß uniforme kugelige Partikeln wirklich das Virus darstellen (Abb. 3).

Neben solchen geformten Partikeln, die das Erkennen von gestreckten Viruspartikeln nicht erschweren, wenn ihre Konzentration nicht zu hoch ist, kommen auch amorphe schleimartige Verunreinigungen vor, die eine Beurteilung oft unmöglich machen. In vielen Fällen ist es nur ein Zufall, wenn eine zu starke Verschmutzung der Präparate festgestellt wird; denn ein Parallelpräparat ergibt oft ein ausreichend gutes Bild. Doch hängt die Sauberkeit der Präparate auch von der Art der untersuchten Pflanze ab. Die meisten in der Virologie gebräuchlichen Testpflanzen sind allerdings sehr geeignet, wie z. B. *Chenopodium*-Arten, *Nicotiana tabacum*, *Petunia hybrida* und viele Leguminosen. Andere Arten bereiten mitunter mehr Schwierigkeiten, wie z. B. *Solanum tuberosum* (Verschmutzung), Gramineen (oft nur geringe Viruskonzentration), obwohl auch hier brauchbare Präparate erzielt werden können. Blätter von Holzgewächsen ergeben im Durchschnitt die meisten unsauberen Präparate (z. B. *Vitis*, *Humulus*). Im allgemeinen erlaubt der Charakter der zu untersuchenden Pflanze schon gewisse Hinweise auf die Qualität der zu erwartenden Präparate.

In allen Präparaten von Blättern sind stets Fragmente von Chloroplasten enthalten, die wegen ihrer typischen Struktur leicht zu definieren sind (Abb. 4). Diese Chloroplastenfragmente stellen einen geeigneten Gradmesser für die Beurteilung der Qualität der Präparate dar. Wenn sie bei sonst recht sauberem Untergrund fehlen, wurde zu kurz getaucht oder eine zu kleine Schnittfläche gemacht; wenn sie durch Verunreinigungen verdeckt sind, ist die Verdünnung nicht ausreichend. Das optimale Präparat stellt gewissermaßen einen Kompromiß zwischen der Konzentration der Virusteilchen und der der Verunreinigungen dar.

Es ist deshalb viel leichter, von solchen Viren Präparate herzustellen, die in sehr hohen Konzentrationen in der Pflanze vorhanden sind, da selbst bei etwas

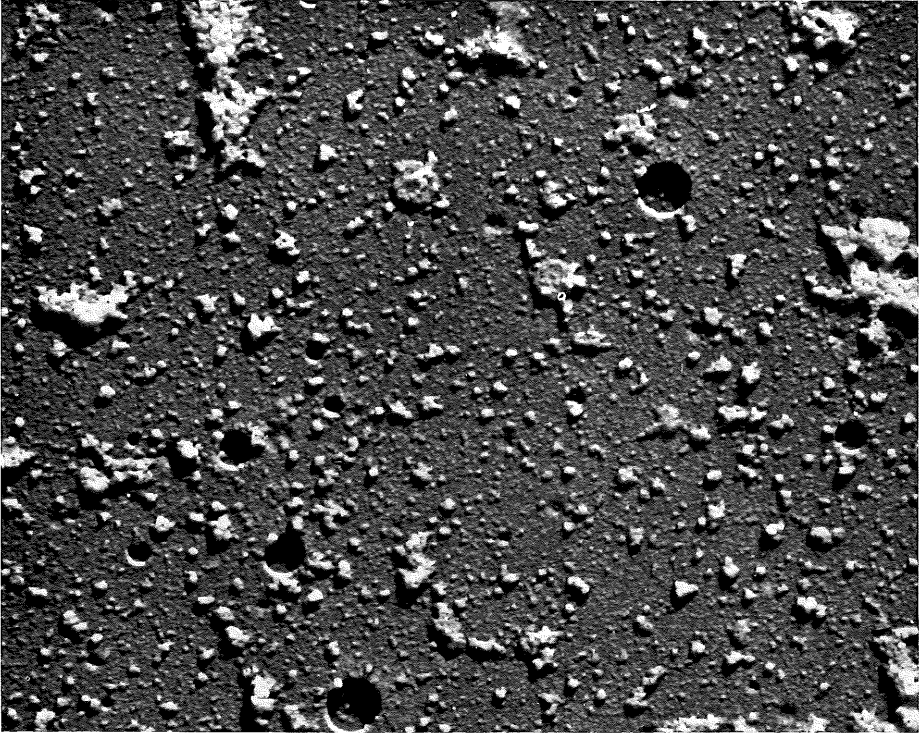


Abb. 2. Tauchpräparat von einem gesunden Blatt von *Chenopodium quinoa*.
Vergr. 40 000mal.

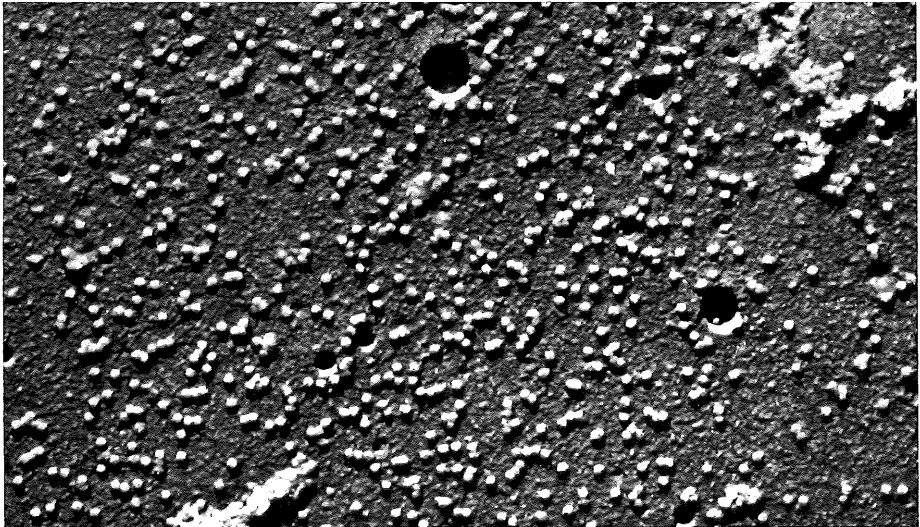


Abb. 3. Tauchpräparat von *Vicia faba*, infiziert mit dem Echten Ackerbohnenmosaik-
Virus. Vergr. 40 000mal.



Abb. 4. Chloroplastenfragmente in einem Tauchpräparat. Vergr. 40 000mal.

stärkerer Verdünnung noch genügend Viruspartikeln vorhanden sind. In Ausnahmefällen erzielt man Präparate, die neben den Virusteilchen nur sehr vereinzelt andere Zellbestandteile enthalten und den Eindruck einer Reinigung machen (Abb. 5 und 6). Viele Viren haben aber nur eine verhältnismäßig geringe Konzentration in der Pflanze, und man muß in diesen Fällen deshalb eine stärkere Verschmutzung in Kauf nehmen, um die Partikeln überhaupt nachweisen zu können.

c) Identifizierung der Viruspartikeln

Es ist nicht schwierig, die gestreckten Viruspartikeln selbst elektronenmikroskopisch als Virus zu identifizieren. Selbst bei starker Verschmutzung der Präpa-

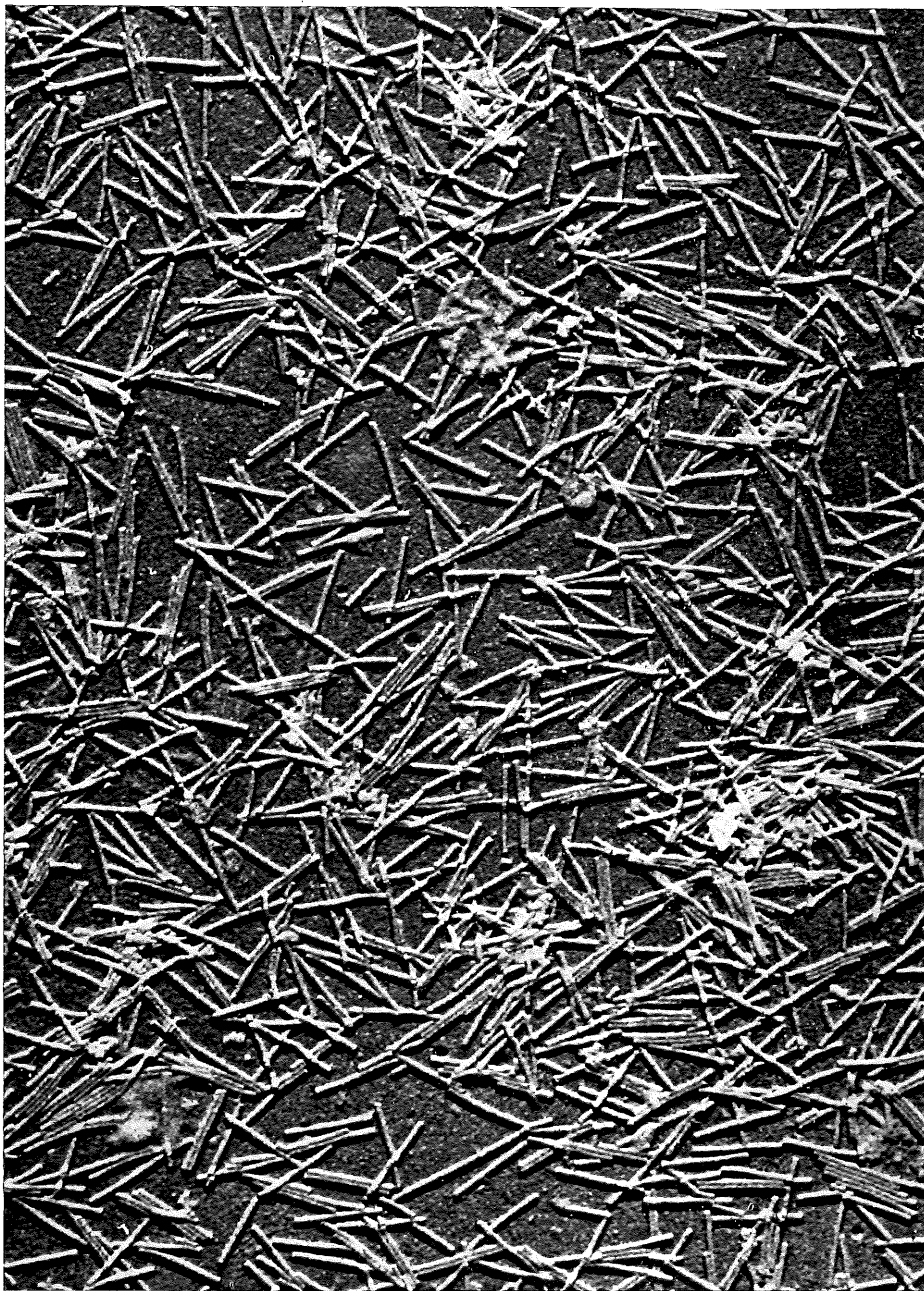


Abb. 5. Tabakmosaik-Virus in starker Konzentration; Tauchpräparat. Vergr. 40 000mal.

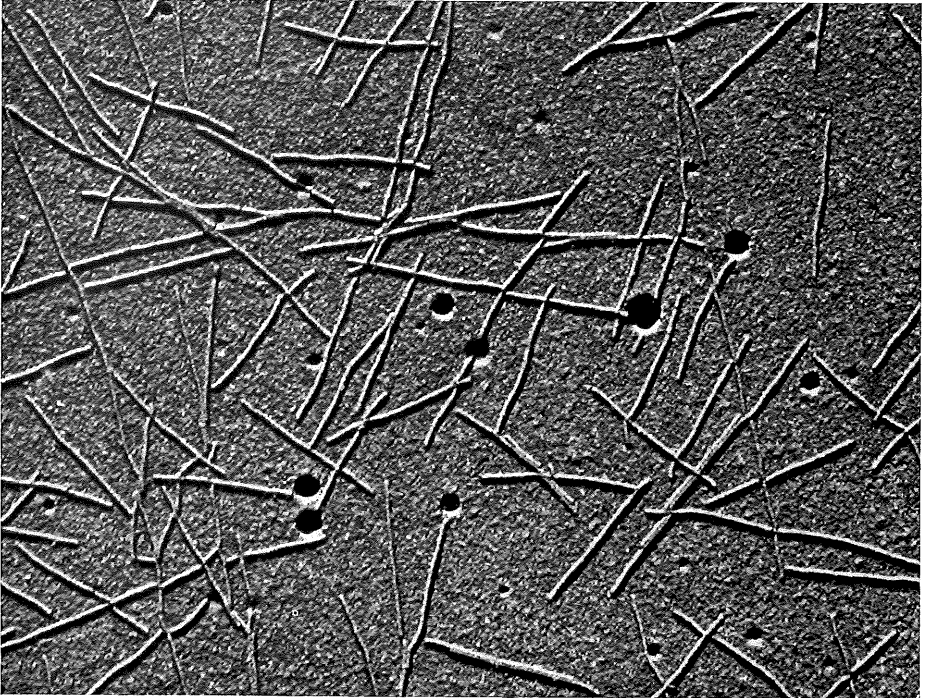


Abb. 6. Kakteen-X-Virus; Tauchpräparat, Vergr. 40 000mal.

rate und bei nur geringer Viruskonzentration kann in vielen Fällen bei einiger Erfahrung zumindest das Vorhandensein von Virusteilchen nachgewiesen werden.

Nach unseren Ergebnissen liegt bei Anwendung der Exsudat- oder der Tauchmethode fast immer mehr als die Hälfte aller Partikeln im Bereich der Normallänge. Wird die Beobachtung stets bei derselben Vergrößerung durchgeführt, so ist es deshalb oft schon möglich, bei einiger Erfahrung die Normallänge des Virus annähernd zu schätzen. Auch ein in das Okular des Einblickmikroskops eingebauter Mikrometer kann hier gute Dienste leisten. Allerdings ist ein näherer Aufschluß über die Partikellänge erst nach einer photographischen Aufnahme und Vermessung der Partikeln möglich.

Die weitgehende Uniformität der Partikeln ist ein wesentlicher Vorzug der beschriebenen Präparationsmethoden. Gelegentlich ist jedoch trotz ausreichender Viruskonzentration eine Bestimmung der Normallänge unmöglich, weil die Partikeln keine einheitliche Länge aufweisen (vgl. auch Teil IV).

Es kommt mitunter vor, daß in den Präparaten sehr viele Bruchstücke auftreten. Bei einigen Viren der XV-Gruppe (siehe Teil VI) kann man aus den Aufnahmen die Art des Zerbrechens aus Schleifen und V-förmigen Elementen ableiten (Abb. 7). In anderen Fällen können auch sehr lange Aggregate auftreten, insbesondere dann, wenn die Viruskonzentration sehr hoch ist (Abb. 8). Die Ursachen, die zu solchen Präparaten führen, sind noch nicht eindeutig bekannt. Vermutlich spielt beim Zerfall der Partikeln das Alter der Infektion eine Rolle (vgl. auch Bercks und Querfurth 1956). Große Massen von aggregierten

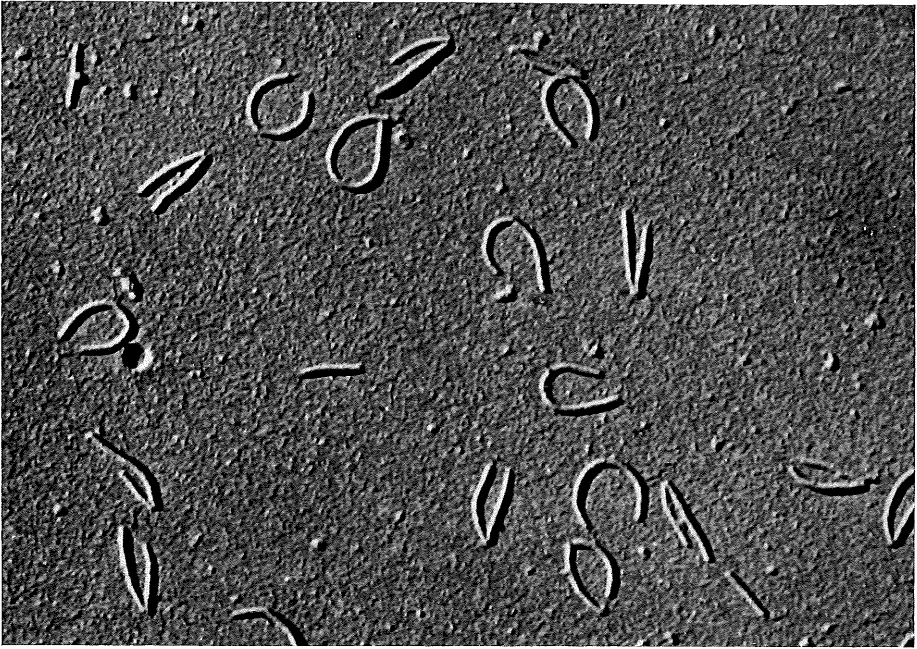


Abb. 7. Kartoffel-X-Virus; Tauchpräparat. Vergr. 40 000mal.

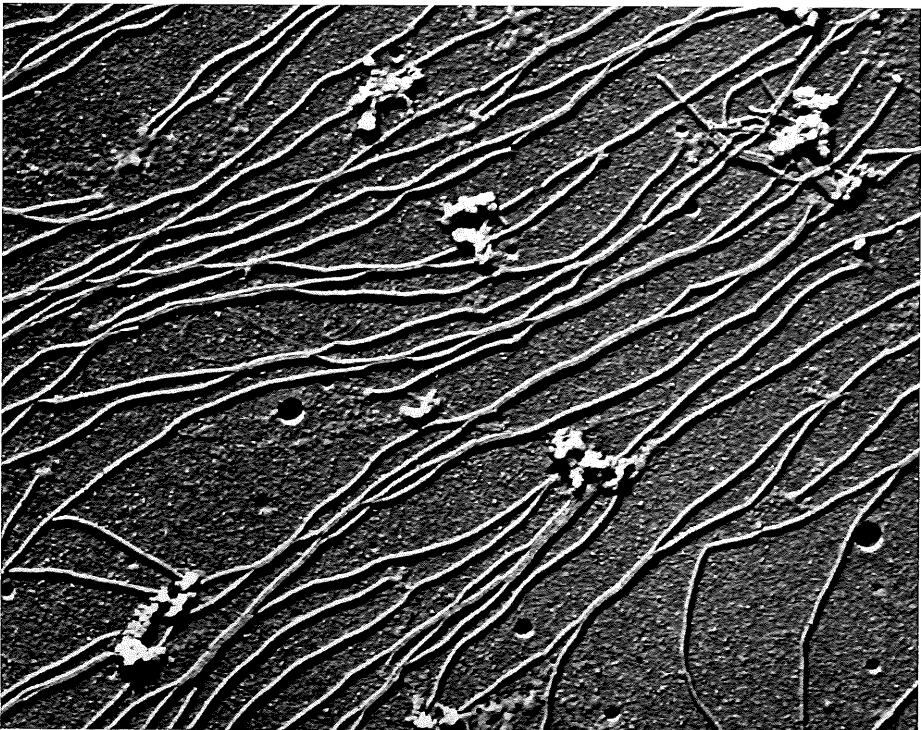


Abb. 8. Kartoffel-X-Virus; Tauchpräparat. Vergr. 40 000mal.

Elementen stammen vielleicht aus Einschlußkörpern (vgl. auch Brandes und Bercks 1962/63).

Unabhängig von theoretischen Erwägungen, die in einer späteren Abhandlung diskutiert werden (Brandes und Bercks 1964), ist jedoch die Tatsache, daß für jedes Virus eine spezifische Normallänge ermittelt werden kann, ein wesentliches Merkmal für seine Identifizierung.

Falls wegen mangelnder Uniformität der Partikeln keine Bestimmung der Normallänge möglich sein sollte, so ist zu empfehlen, neue Präparate herzustellen, die vielleicht einheitlichere Partikeln aufweisen. Wir haben die Erfahrung gemacht, daß Längenbestimmungen um so zuverlässiger sind, je einheitlicher die Längen der vermessenen Partikeln sind, auch wenn ihre Zahl nur klein ist.

Die Natur der Präparation von biologischen Objekten bringt es mit sich, daß die Reproduzierbarkeit nicht für ein einzelnes Präparat gilt, sondern erst für eine statistische Auswahl aus einer Vielzahl von Präparaten, denn der Zufall spielt bei derartigen Präparaten bereits eine Rolle. Man ist leicht geneigt, unter optimistischer Berücksichtigung des zur Verfügung stehenden Instrumentes von einem bestimmten Präparat zu viel zu erwarten, ohne sich zu überlegen, daß nur ein Prozentsatz der Präparate, der klein oder groß sein kann, gute Ergebnisse erwarten läßt.

Es ist deshalb immer günstiger, mit einer ausreichenden Zahl von Parallelpräparaten zu arbeiten, als auf wenige Präparate zu vertrauen, da auch das beste Instrument aus einem unzureichenden Präparat kein brauchbares Ergebnis vermitteln kann.

Bei einiger Übung sollte man stets in der Lage sein, innerhalb einer Minute darüber eine Entscheidung zu treffen, ob 1. das Präparat zu stark verschmutzt und deshalb zu verwerfen ist oder nicht, ob 2. Viruspartikeln vorhanden sind oder nicht und ob 3. die Konzentration und die Uniformität der Partikeln sowie die Sauberkeit der Präparate es erlauben, photographische Aufnahmen für die Vermessung herzustellen.

Die Konzentration der Virusteilchen in den Präparaten hängt weitgehend von der Viruskonzentration in der untersuchten Pflanze ab. Da jedoch, wie schon gesagt, der Zufall eine Rolle spielt, kann man auch Präparate mit nur wenigen Partikeln erhalten, obwohl die Viruskonzentration in der Pflanze sehr hoch ist. Darüber hinaus kann man damit rechnen, daß die Viruskonzentration in verschiedenen Zonen des Blattes schwankt. Dies ist ein weiteres Argument dafür, möglichst mehrere Parallelpräparate herzustellen.

Da ein bestimmtes Virus nicht in allen Wirtspflanzen eine gleich hohe Konzentration erreicht und sich nicht alle Wirtspflanzen gleich gut für die Präparation eignen, sind für genaue Vermessungen möglichst solche auszuwählen, die beide Forderungen erfüllen. Derartige Spezies, die sich nach unseren Erfahrungen am besten für die Untersuchung eignen, sind in Teil VII aufgeführt.

Das entscheidende Kriterium für die zu erwartende Partikelkonzentration ist jedoch die Art des betreffenden Virus. So ergeben fast alle Viren der TMV-, XV- und SV-Gruppe (siehe Teil VI) hohe bis sehr hohe Konzentrationen, während bei Viren aus den anderen Gruppen von vornherein mit niedrigeren Konzentrationen gerechnet werden muß. Bei manchen Viren der YV-Gruppe ist die Zahl der Partikeln in den Präparaten oft nur sehr gering, so daß genaue Vermessungen große Schwierigkeiten bereiten.

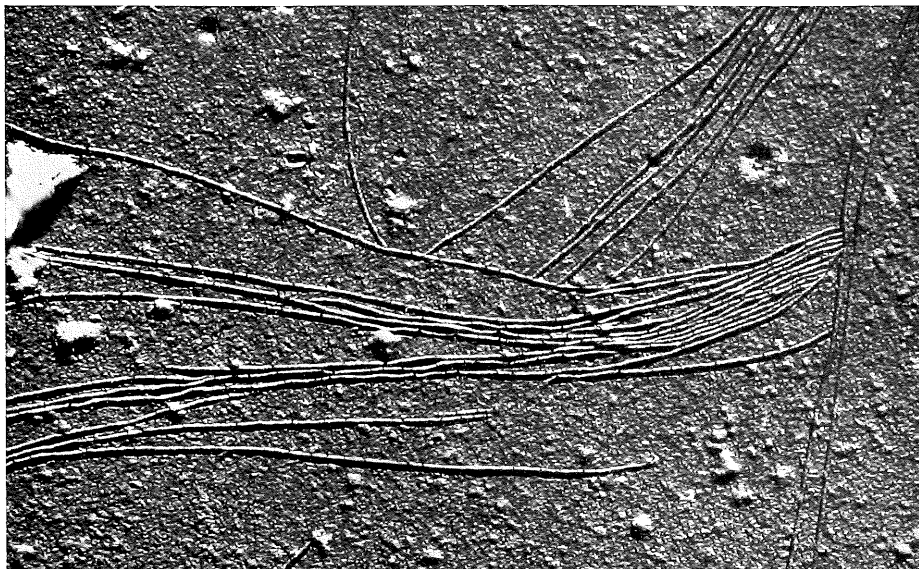


Abb. 9. Virusähnliche Stäbchen (Zellulosefibrillen); Exsudat von Kartoffel.
Vergr. 40 000mal.

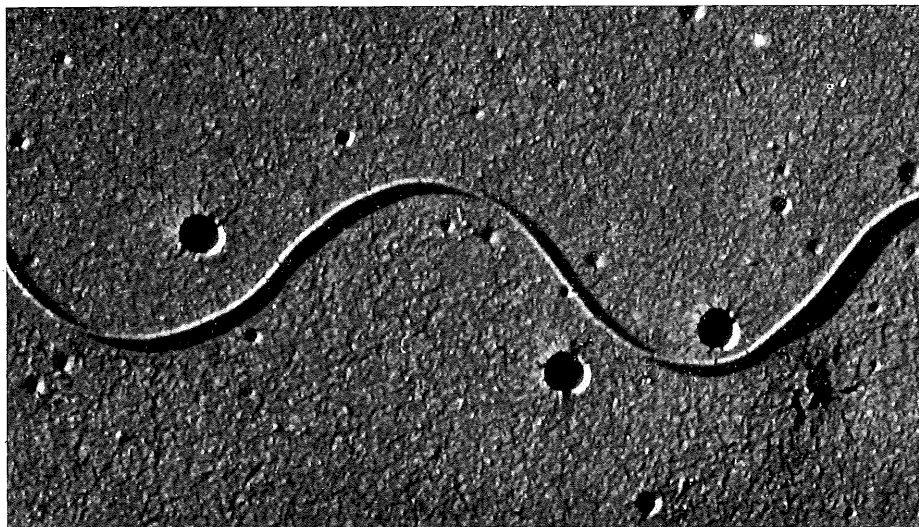


Abb. 10. Bakteriengeißel. Vergr. 40 000mal.

In den Präparaten finden sich gelegentlich stäbchenförmige Elemente, auf die wir schon in früheren Arbeiten hingewiesen haben (Wetter und Brandes 1956, Brandes 1961). Meist treten sie als sehr lange, nur wenig gebogene Partikeln auf, die recht scharf erscheinen, auch wenn das Präparat relativ unsauber ist (Abb. 9). Mitunter sind es kürzere gerade Stäbchen unregelmäßiger Länge, die oft in Bündeln zusammenliegen. Wir vermuten, daß es Zellulosefibrillen sind, die durch das Anschneiden und Spülen aus Gefäßbündeln herausgerissen werden. Sie weisen keine bevorzugte Länge auf und sind etwas dünner als Virusteilchen. Außerdem kommt es nie vor, daß sie in mehreren Parallelpräparaten gleichmäßig vorhanden sind. Eine Verwechslung von gestreckten Virusteilchen mit diesen Partikeln ist deshalb ausgeschlossen.

Häufig findet man auch Bakterien, die während der Präparation auf die Netzblenden gelangen. Sie stören die Untersuchung im allgemeinen nicht. Bakteriengeißeln haben allerdings etwa den gleichen Durchmesser wie Virusteilchen. Bei stärkerem Auftreten von begeißelten Bakterien kann eine Untersuchung erschwert werden, da die Geißeln häufig ab- und zerbrechen und dann Virusteilchen u. U. recht ähnlich aussehen können. An den charakteristischen Windungen, die nicht immer so ausgeprägt sind wie in Abb. 10, aber auch bei kürzeren Stücken festzustellen sind, lassen sich die Bakteriengeißeln allerdings leicht erkennen.

d) Diskussion der zu erwartenden Ergebnisse

Wenn gestreckte Virusteilchen einwandfrei nachgewiesen und auch vermessen worden sind, so ist damit noch keineswegs der Nachweis erbracht, daß diese Virusteilchen auch die auf der untersuchten Pflanze vorhandenen Symptome hervorrufen.

Elektronenmikroskopische Virus-Untersuchungen an Rohsaftpräparaten werden gelegentlich als nicht beweiskräftig abgetan, weil ein wesentlicher Teil der Kochschen Postulate nicht erfüllt sei, nämlich die Isolierung, d. h. Reindarstellung des Virus. Dazu sei an dieser Stelle folgendes gesagt:

Der Nachweis der Pathogenität einer Partikelfraktion kann erst nach ihrer Reindarstellung und anschließendem Infektionserfolg erbracht werden. Wie schon vorher betont, ist dies bei der elektronenmikroskopischen Darstellung von sog. Kugelviren notwendig, da die beschriebenen Methoden der Präparation keine sichere Unterscheidung von Kugelviren und nichtinfektiösen Partikeln aus kranken oder gesunden Pflanzen erlauben.

Eine Anzahl der gestreckten Viren, die hier beschrieben werden, ist bereits rein dargestellt und ihre Virusnatur einwandfrei nachgewiesen worden. Der Analogieschluß ist erlaubt, daß auch die anderen Partikeln gleicher oder ähnlicher Größe Virusteilchen sind, denn es gibt nicht die geringste Wahrscheinlichkeit dafür, daß es keine Virusteilchen sind, zumal wenn Rohsäfte oder partielle Reinigungen serologische Reaktionen zeigen.

In anderweitig kranken und in gesunden Pflanzen gibt es keine Partikeln, die mit gestreckten Viruspartikeln verwechselt werden können. Weiterhin sind im

Gegensatz etwa zu den Bakterien alle Viren pathogen. Man ist also sehr wohl in der Lage, allein auf Grund einer elektronenmikroskopischen Beobachtung ein gestrecktes Virus im Rohsaft wegen seiner charakteristischen Form und Größe als Virus anzusprechen.

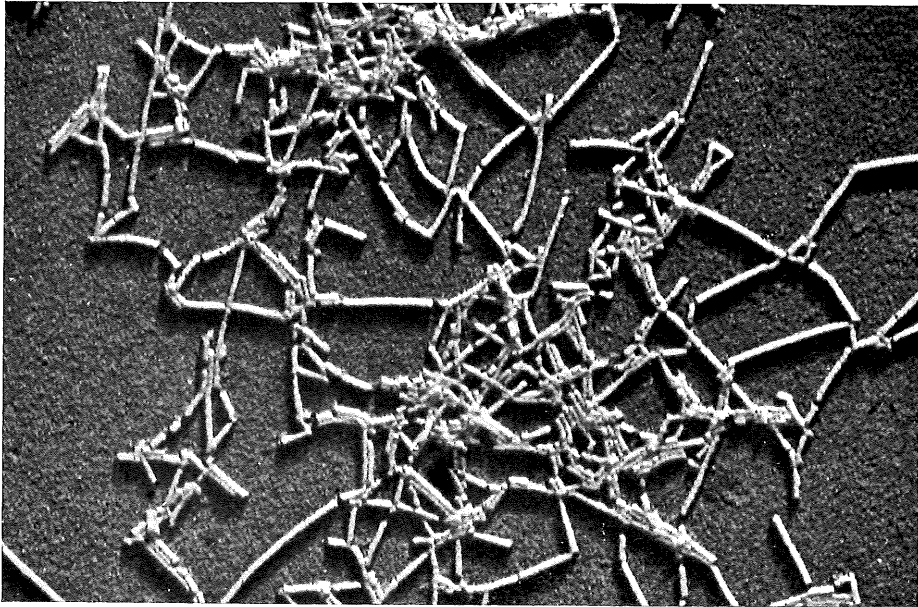


Abb. 11. *Barley stripe mosaic virus*; Reinigung (H. L. P a u l). Vergr. 40 000mal.

Die in manchen Handbüchern zu findende Feststellung, daß es zur morphologischen Charakterisierung eines unbekanntes Virus stets notwendig sei, dieses nach physikalischen oder chemischen Methoden anzureichern, gilt nicht für alle bislang untersuchten gestreckten Viren. Im Gegenteil, in fast allen Fällen ist die nach der elektronenmikroskopischen Untersuchung des Rohsaftes mögliche Aussage, nämlich die Kenntnis der Normallänge, für die Charakterisierung des Virus meist wertvoller. Denn das nach der Reinigung erhaltene Virus hat bislang nur in wenigen Fällen die Eingruppierung auf Grund seiner Größe ermöglicht, da Reinigungsmethoden häufig zu Veränderungen der Längen führen (Abb. 11). Darüber hinaus ist es bei manchem gestreckten Virus, das morphologisch mit den hier beschriebenen Methoden einwandfrei erfaßt werden kann, (z. B. Rübenmosaik-Virus) bislang noch nicht gelungen, brauchbare gereinigte Präparate herzustellen.

Um eine kranke Pflanze, die äußerlich typische Symptome einer Virose aufweist, nach der elektronenmikroskopischen Prüfung beurteilen zu können, müssen folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen werden:

Fall 1. Es können keine gestreckten Virusteilchen nachgewiesen werden.

Fall 2. Es werden gestreckte Virusteilchen mit unterschiedlicher Normallänge gefunden.

Fall 3. Es werden gestreckte Virusteilchen mit einer bestimmten Normallänge nachgewiesen.

Im Fall 1 muß man die üblichen virologischen Methoden zur Identifizierung anwenden, wobei man jedoch davon ausgehen kann, daß gestreckte Viren nicht in Betracht kommen.

In Fall 2 sind zunächst Versuche notwendig, um die Mischinfektion aufzulösen.

Im Fall 3 ist es das Wahrscheinlichste, daß die Pflanze nur mit dem gefundenen Virus infiziert ist. Es muß allerdings auch noch damit gerechnet werden, daß a) die Pflanze mit 2 oder mehr Viren infiziert ist, die die gleiche oder eine sehr ähnliche Normallänge haben, oder daß b) eine Mischinfektion mit einem Kugelvirus oder irgendeinem anderen Parasiten vorliegt.

Diese unter a) und b) genannten Erklärungen sind also die einzigen Möglichkeiten, die zu Fehldiagnosen führen können, und ein wesentliches Ziel weiterer Untersuchungen (Teil V) ist es, zu erhärten, daß diese Möglichkeiten ausgeschlossen sind.

Es ist noch zu erwähnen, daß bei tatsächlichem Vorliegen des Falles 3 a) auch eine Reinigung des Virus und anschließende Übertragung (quasi die Erfüllung des Koch'schen Postulats) nicht zu einem richtigen Ergebnis führen würde, da auf diese Weise eine Auftrennung nicht möglich ist.

IV. Aufnahme und Vermessung

a) Allgemeines

Das von uns verwendete elektrostatische Mikroskop besitzt feststehende Vergrößerungsstufen, die es erlauben, die Vergrößerung besonders exakt zu reproduzieren. Wir haben keine Erfahrungen mit anderen Typen von Elektronenmikroskopen, die fast ausschließlich elektromagnetische Linsen besitzen, doch zeigen die z. T. sehr unterschiedlichen Meßergebnisse bei gestreckten und auch Kugelviren, die im Laufe der vergangenen Jahre von verschiedenen Autoren mitgeteilt wurden, daß die Bestimmung der absoluten Größe kleiner Partikeln mit dem Elektronenmikroskop offenbar beträchtliche Schwierigkeiten bereitet. Es ist deshalb wichtig, Möglichkeiten und Grenzen einer exakten Vermessung von vornherein kritisch zu betrachten.

Über Fehlerquellen, die bei der Aufnahme und Vermessung von Virusteilchen berücksichtigt werden müssen, haben wir in einer früheren Arbeit ausführlich berichtet (Brandes und Paul 1957). Die dort gemachten Angaben können auch unter Berücksichtigung der seitdem gewonnenen Erfahrungen unterstrichen werden. Folgende Punkte sind besonders wichtig:

Es ist günstig, die Aufnahmen bei einer Originalvergrößerung von etwa 5000mal herzustellen und die Vermessung am lichtoptisch nachvergrößerten

Bild vorzunehmen. Der Bildausschnitt hat eine geeignete Größe; außerdem besteht die Möglichkeit, bei der Nachvergrößerung auf eine Vergrößerungszahl zu kommen, die die Auswertung und eine graphische Darstellung der Meßergebnisse erleichtert. Wir haben uns auf exakt 40 000mal festgelegt.

Es ist zu beachten, daß sich die elektronenmikroskopische Vergrößerung mit der elektrischen Scharfeinstellung ändert.

Für die Bestimmung der Gruppenzugehörigkeit eines Virus mag die Hinzufügung von Polystyren-Latex-Kugeln als Standard genügen. Falls genaue Vermessungen vorgesehen sind, ist es notwendig, Parallelvermessungen mit anderen bekannten Viren ähnlicher Normallänge vorzunehmen.

b) Parallelvermessungen

Wegen der Schwierigkeiten bei der Bestimmung der absoluten Größe von Virusteilchen ziehen wir es vor, soweit wie möglich die Resultate durch die gleichzeitige Vermessung von mehreren Viren zu sichern, wobei gewöhnlich gut untersuchte Viren aus der betreffenden Gruppe verwendet werden. Um bei solchen Parallelvermessungen die Fehler möglichst klein zu halten, ist es notwendig, die mit Präparation, Aufnahme und Vermessung zusammenhängenden Operationen so durchzuführen, daß sie vergleichbar sind. Folgendes Verfahren hat sich bei unseren Untersuchungen bewährt:

1. Von den zu vergleichenden Viren werden je etwa 6 Parallelpräparate hergestellt. Um einen Einfluß der Bedampfung auszuschalten, werden sie auf einem Sammelobjektträger geordnet und gemeinsam schrägbedampft.

2. Falls die Präparate sauber genug sind und eine ausreichende Partikelkonzentration aufweisen, werden in einem Zug elektronenmikroskopische Aufnahmen der verschiedenen Viren hergestellt, wobei die Justierung des Gerätes nicht verändert wird und die Vergrößerung konstant bleibt.

3. Die Negative werden gemeinsam entwickelt, fixiert und getrocknet. Die Vermessung erfolgt an einem Vergrößerungsgerät, mit dem die Negative entsprechend ihrer Originalvergrößerung auf eine Endvergrößerung von 40 000mal gebracht werden. Um individuelle Einflüsse auszuschalten, wird die Vermessung der verschiedenen Viren in einem Zug von derselben Person durchgeführt. Bei flexiblen Partikeln ziehen wir es vor, die Längen zunächst auf Papier zu übertragen und anschließend zu messen. Alle Partikeln, deren Länge nicht einwandfrei gemessen werden kann, werden ausgelassen, ebenso wie sehr lange Aggregate und sehr kurze Bruchstücke.

4. Die Längen werden mit einer Genauigkeit von 0,5 μ m abgelesen. Die Klasseneinteilung wird anschließend so vorgenommen, daß die Klassenbreite der Verteilungskurve 1 μ m (entsprechend 25 μ m) beträgt. Asymmetrische Verteilungskurven werden nicht ausgewertet. Zur Berechnung des arithmetischen Mittels des Hauptmaximums (= Normallänge) werden je nach den Symmetrieverhältnissen die mittleren 3 bis 8 Klassen herangezogen. Diese Klassen sollen das allgemeine Niveau der unspezifischen Längen deutlich überragen.

Dieses Verfahren sei anhand nachfolgender Tabelle erläutert.

Vermessung des <i>ryegrass mosaic virus</i>				
Strichliste		Klasseneinteilung		
Länge in mm	Anzahl	Länge in $m\mu$	Anzahl	
7,5	1			
11	1			
12	1			
12,5	1			
13	2			
14	4			
14,5	2			
15	1			
17	1			
21,5	1			
23	1			
23,5	1			
24	2			
25,5	1			
26	2	650	5	
26,5	3			
27	22	675	38	
27,5	30			
28	54	700	87	
28,5	36			
29	28	725	52	
29,5	12			
30	2	750	9	
30,5	2			
33	1			
33,5	1			
36	1			
38	1			
44	1			
55	1			
56	3			
56,5	4			
57	2			
	226		191 (= 85 %)	Arithmetisches Mittel = Normallänge = 703 $m\mu$

5. Um subjektive Einflüsse auszuschalten, ist es vorteilhaft, wenn die messende Person nicht weiß, welches Ergebnis erwartet werden kann. Bei nur geringen Differenzen der Normallänge empfiehlt es sich, die Vermessung von mehreren Personen durchführen zu lassen. Zur Sicherung der Ergebnisse wird das ganze Verfahren mehrere Male wiederholt.

V. Weitere Untersuchungen zur endgültigen Diagnose

Wenn man in einer viruskranken Pflanze ein gestrecktes Virus gefunden und seine Größe und Form festgestellt hat, so ist damit eine Basis für die notwendigen weiteren Untersuchungen geschaffen. Diese haben einmal das Ziel, die Möglichkeit einer Mischinfektion mit einem anderen Virus gleicher Größe oder einem Kugelvirus auszuschließen (vgl. Teil III d). Zum anderen soll festgestellt werden, ob eine Identität mit einem Virus aus der betreffenden Gruppe besteht.

Hierbei sind folgende Untersuchungsmethoden gebräuchlich, die nicht näher erläutert werden, da sie hinreichend bekannt sind. Man wird das Virus auf verschiedene Wirtspflanzen übertragen, wobei die für fast alle Viren bekannten Differenzialwirte besonders berücksichtigt werden. Bei Rückübertragungen auf die Ausgangswirtspflanze müssen wieder die gleichen Symptome erscheinen. Es ist ferner nützlich, Versuche über den thermalen Inaktivierungspunkt und den Verdünnungspunkt anzustellen und zu versuchen, das Virus durch einen Vektor zu übertragen. Falls eine Wirtspflanze mit Lokalläsionen reagiert, kann das Virus über eine Einzelläsion weitervermehrt werden. Auch die Herstellung eines Reinpräparates, das nach einer Verdünnungsreihe weiterverimpft wird, kann sehr nützlich sein. Man gewinnt so weitere Daten zur Charakterisierung des Virus; insbesondere aber wird eine Mischinfektion, falls überhaupt vorhanden, fast immer bemerkt werden. Wesentlich ist jedoch, daß bei all diesen Versuchen eine elektronenmikroskopische Kontrolle erfolgt.

Der endgültige Identitätsnachweis wird am sichersten durch serologische Versuche geführt, die so abgestellt sein müssen, daß auch Aussagen über den Grad der Verwandtschaft möglich sind. Aus dem Ergebnis dieser Untersuchungen und unter Berücksichtigung der Wirtspflanzenreaktionen kann schließlich eine Entscheidung darüber getroffen werden, ob das untersuchte Virus mit einem anderen, schon bekannten identisch ist, ob es als abweichender Stamm anzusehen ist, oder ob ein neues Virus vorliegt.

Die Interpretation der Ergebnisse wird im Einzelfall schwieriger sein, als hier angedeutet wurde, insbesondere, weil über die taxonomischen Werte noch keine Klarheit herrscht. Immerhin hat die Zahl der morphologisch und serologisch definierten Viren im Lauf der letzten Jahre zugenommen, so daß die Orientierung an diesen Ergebnissen immer leichter wird. Wir haben berechnete Hoffnungen, daß der von uns eingeschlagene Weg schließlich zu einer besseren Identifizierung der Viren führen wird, und daß die gegenwärtigen Listen der Viren und Virose wesentlich vereinfacht und besser geordnet werden können.

VI. Klassifizierung gestreckter Viren auf morphologischer Basis

a) Allgemeines

Brandes und Wetter (1959) machten den Vorschlag, die morphologischen Daten der gestreckten Viren als Grundlage für ihre Klassifizierung zu benutzen. Es hatte sich gezeigt, daß Viren mit gleicher oder ähnlicher Form und Größe auch in anderen Eigenschaften bemerkenswerte Übereinstimmung aufwiesen. Da zwischen solchen Viren in einzelnen Fällen auch eine serologische Verwandtschaft bekannt war, forderten Brandes und Wetter, die morphologischen Daten als Basis für gezielte serologische Versuche zu nehmen.

Nachdem es im Institut für Virusserologie (B e r c k s , W e t t e r , B a r t e l s) gelungen war, hochtitrige Antiseren gegen verschiedene Viren herzustellen, konnte eine serologische Verwandtschaft zwischen einer Anzahl von Viren nachgewiesen werden, die zwar morphologisch einander ähnlich waren, die aber bislang nicht als verwandt angesehen wurden, insbesondere auf Grund ihrer Reaktionen gegenüber ihren Wirtspflanzen.

Das von B r a n d e s und W e t t e r zusammengestellte Klassifikationsschema ist im Laufe der letzten Jahre ergänzt und verändert worden (B r a n d e s 1961, B r a n d e s 1962). Der neueste Stand wird im nächsten Abschnitt wiedergegeben. Die wichtigste Veränderung besteht darin, daß einige unmittelbar benachbarte Gruppen von Viren mit leicht abweichenden Normallängen aber von gleicher Form nunmehr zusammengefaßt werden können, nachdem serologische Verwandtschaftsbeziehungen gefunden worden sind. B r a n d e s und W e t t e r hatten bereits auf eine solche Möglichkeit hingewiesen, die realisiert werden konnte, nachdem zuerst W e t t e r , Q u a n t z und B r a n d e s (1958, 1962) und B e r c k s (1960, 1960/61) serologische Verwandtschaft zwischen Viren mit gering abweichender Normallänge gefunden hatten. Inzwischen gibt es eine ganze Reihe von Beispielen solcher Art.

Alle gestreckten Viren — soweit sie von uns untersucht wurden — lassen sich nunmehr in 6 Gruppen zusammenstellen:

<i>Tobacco rattle virus</i> -Gruppe	(RV-Gruppe)
<i>Tobacco mosaic virus</i> -Gruppe	(TMV-Gruppe)
<i>Potato virus X</i> -Gruppe	(XV-Gruppe)
<i>Potato virus S</i> -Gruppe	(SV-Gruppe)
<i>Potato virus Y</i> -Gruppe	(YV-Gruppe)
<i>Beet yellows virus</i> -Gruppe	(BYV-Gruppe)

Die Bezeichnung der Gruppen ist von einem ihrer bekannten Vertreter abgeleitet, ohne daß damit ausgedrückt werden soll, daß ein Virus als typische Art zu gelten hat. Ebenfalls soll die Reihenfolge der Gruppen, von den kürzeren zu den längeren Viren, keine taxonomische Wertung vermitteln.

Alle bislang untersuchten gestreckten Viren ließen sich zwanglos in dem nachstehenden Schema einordnen. Eine serologische Verwandtschaft wurde bislang lediglich innerhalb der Gruppen, nicht aber zwischen zwei Viren aus verschiedenen Gruppen gefunden. Alle Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, daß das unserem Klassifizierungsversuch zugrundeliegende Prinzip einer Beziehung zwischen Größe und Form der Viren und natürlicher Verwandtschaft richtig ist. Falls Konvergenzen überhaupt vorkommen sollten, können sie nur in Ausnahmefällen erwartet werden. Voraussetzung für unsere Annahmen ist, daß serologische Verwandtschaft nur zwischen Viren möglich ist, die eine echte Verwandtschaft aufweisen, also gemeinsamen Ursprungs sind. Es gibt jedoch keine zwingenden Gründe gegen eine solche Annahme (vgl. B e r c k s 1962).

Eine Reihe von Eigenschaften der Viren und auch die Art und Weise wie sie übertragen werden, passen innerhalb der Gruppen gut zueinander. Allerdings sind keine Beziehungen zu Wirtspflanzen oder Symptomen zu erkennen. Verwandte Viren können völlig verschiedene Wirtspflanzen befallen; nicht verwandte Viren können die gleichen Wirtspflanzen haben. Deshalb führen Bezeichnungen wie „K a r t o f f e l v i r e n“ oder „L e g u m i n o s e n v i r e n“ leicht zu falschen Vorstellungen hinsichtlich der Eigenschaften der Viren.

Es sollte nicht verkannt werden, daß die Kenntnis von verwandtschaftlichen Beziehungen die weiteren Untersuchungen u. U. sehr erleichtern und vereinfachen kann, da die anzuwendenden Methoden vielfach abgeleitet und die Qualitäten des untersuchten Virus von vornherein in einem bestimmten Bereich erwartet werden können. Man kann z. B. erwarten, daß ein nicht näher definiertes Virus, das nach elektronenmikroskopischer Prüfung zur YV-Gruppe gehört, durch Aphiden übertragen wird, während man bei einem anderen, das zur RV-Gruppe gehört, in erster Linie nach Boden- bzw. Nematodenübertragung suchen kann.

Eine große Schwierigkeit besteht darin, die taxonomische Bedeutung der einzelnen experimentellen Ergebnisse festzulegen. Es ist damit zu rechnen, daß fließende Übergänge vorhanden sind, so daß es nicht leicht sein wird, den Begriff „Viruspezies“ zu definieren. Vielleicht können Untersuchungsergebnisse über den chemischen Aufbau der Viren zur Klärung dieser Frage beitragen. Die einzelnen Gruppen sind jedenfalls vorerst als selbständig anzusehen, und eine Vereinigung von zwei oder mehr Gruppen zu höheren systematischen Einheiten bleibt zunächst Spekulation. Wenn auch mit Nachdruck dafür eingetreten wird, die Klassifizierung der Viren analog zu der der höheren Organismen vorzunehmen, so erscheint der gegenwärtige Zeitpunkt noch zu früh, schon jetzt Gattungen, Arten und Stämme endgültig zu fixieren oder gar an die Einführung einer neuen lateinischen Nomenklatur zu denken. Die mit der Klassifizierung zusammenhängenden theoretischen Fragen sollen jedoch hier nicht vertieft werden; wir werden darüber in einer späteren Arbeit diskutieren (Brandes und Berck 1964).

b) Beschreibung der Gruppen

1. *Tobacco rattle virus*-Gruppe

Die Viren dieser Gruppe zeichnen sich durch kurze starre Partikeln aus, deren Durchmesser etwa $25 \text{ m}\mu^1$) beträgt. Die Normallängen der bislang gefundenen Viren reichen von 130 bis $210 \text{ m}\mu$.

$180 \text{ m}\mu$ <i>Tobacco rattle virus</i>	} Serologische Verwandtschaft nachgewiesen
$210 \text{ m}\mu$ <i>Early-browning virus</i>	
$130 \text{ m}\mu$ <i>Barley stripe mosaic virus</i>	
$160 \text{ m}\mu$ <i>Soil-borne wheat mosaic virus</i>	

Samenübertragung²⁾ wurde beim *early-browning virus* und *barley stripe mosaic virus* gefunden; bis auf das letztere wurde für die anderen Viren auch die Übertragung durch den Boden nachgewiesen. Beim *tobacco rattle virus* zeigten Sol und Seinhorst (1961), daß Nematoden hierfür verantwortlich sind. Van Hoof (1962) konnte die Übertragung des *early-browning virus* durch Nematoden nachweisen.

¹⁾ Die hier und bei den folgenden Gruppen angeführten Werte für die Dicke der Partikeln beruhen auf Vermessungen an einer Reihe von Viren, wobei das Tabakmosaik-Virus als Bezugsgröße diente (= $18 \text{ m}\mu$).

²⁾ Sofern bei der Beschreibung der Gruppen keine Literaturhinweise gegeben werden, beziehen sich die erwähnten Ergebnisse über die Übertragungsweise und den thermalen Inaktivierungspunkt auf die einschlägigen Handbücher (Smith 1957, Klinkowski 1958) oder grundlegende Arbeiten über das betreffende Virus (zitiert in Teil VII b).

Für den thermalen Inaktivierungspunkt wurden Werte zwischen 65 und 80° C angegeben.

Die Viruskonzentration ist meist nicht sehr hoch.

2. *Tobacco mosaic virus*-Gruppe

Alle Viren dieser Gruppe besitzen *starre* Partikeln mit einer Normallänge von etwa 300 m μ . Allerdings fehlen exakte Vergleichsmessungen, die die Frage klären können, ob geringfügige Längenunterschiede bestehen. Der Durchmesser der Teilchen liegt bei 18 m μ .

<i>Tobacco mosaic virus</i>	} Serologische Verwandtschaft nachgewiesen
<i>Bawden's cowpea virus</i>	
<i>Odontoglossum ringspot virus</i>	
<i>Sammons' Opuntia virus</i>	

Die Viren sind nur mechanisch übertragbar.

Soweit der thermale Inaktivierungspunkt bekannt ist, liegt er höher als bei den meisten anderen Pflanzenviren (85 bis 95° C).

Die Viren erreichen in ihren Wirtspflanzen hohe bis sehr hohe Konzentrationen.

Wenn man *Holmes' ribgrass virus* und *cucumber green mottle mosaic virus*, bislang meist als Stämme des TMV angesehen, als selbständige Viren auffaßt, sind sie ebenfalls zu dieser Gruppe zu stellen.

3. *Potato virus X*-Gruppe

Die Viren haben *flexible* Partikeln mit Normallängen von etwa 480 bis 580 m μ . Der Durchmesser der Teilchen liegt bei etwa 13 m μ .

480 m μ <i>White clover mosaic virus</i>	} Serologische Verwandtschaft nachgewiesen
490 m μ <i>Cymbidium mosaic virus</i>	
500 m μ <i>Hydrangea ringspot virus</i>	
515 m μ <i>Potato virus X</i>	
520 m μ <i>Cactus virus X</i>	
540 m μ <i>Clover yellow mosaic virus</i>	
580 m μ <i>Potato aucuba mosaic virus</i>	

Vermutlich zur Gruppe gehörig:

Globe artichoke curly dwarf virus (Morton 1961)

Die Viren sind mechanisch übertragbar. *Potato aucuba mosaic virus* kann nach Kassanis (1961 a) auch durch *Myzus persicae* übertragen werden, allerdings nur dann, wenn es im Gemisch mit den Kartoffelviren Y oder A vorliegt. Goth (1962) berichtete, daß *white clover mosaic virus* unter bestimmten Bedingungen auch durch Aphiden übertragen werden kann.

Die thermalen Inaktivierungspunkte der Viren dieser Gruppe liegen etwa zwischen 60 und 80° C.

Bei den meisten Vertretern dieser Gruppe ist die Viruskonzentration in systemisch erkrankten Pflanzen hoch bis sehr hoch.

4. *Potato virus S*-Gruppe

Die Form dieser Viren ist starr bis leicht flexibel. Die Partikeln sind häufig nach einer Seite leicht gebogen. Ihr Durchmesser liegt bei etwa 15 m μ . Die Normallängen reichen von etwa 620 m μ bis 700 m μ .

620 m μ <i>Pea streak virus</i>	} Serologische Verwandtschaft nachgewiesen
650 m μ <i>Red clover vein mosaic virus</i>	
650 m μ <i>Passiflora latent virus</i>	
650 m μ <i>Carnation latent virus</i>	
650 m μ 'Cactus virus 2'	
650 m μ <i>Potato virus S</i>	
650 m μ <i>Potato virus M</i>	
690 m μ <i>Chrysanthemum virus B</i>	
650 m μ <i>Freesia mosaic virus</i>	
650 m μ 'Hop virus'	
670 m μ <i>Poplar mosaic virus</i>	
700 m μ <i>Wheat streak mosaic virus</i>	
700 m μ <i>Ryegrass mosaic virus</i>	

Vermutlich zur Gruppe gehörig: *Artichoke latent virus?*¹⁾.

Manche Viren dieser Gruppe werden nur mechanisch, andere auch durch Aphiden übertragen. *Wheat streak mosaic virus* und *ryegrass mosaic virus* können mechanisch und durch Milben übertragen werden. Weitere Untersuchungen werden zeigen müssen, ob diese beiden Viren zu dieser Gruppe zu rechnen sind, oder ob die morphologische Ähnlichkeit der Partikeln mit anderen Viren der Gruppe als Konvergenz aufzufassen ist.

Die thermalen Inaktivierungspunkte liegen im allgemeinen zwischen 60 und 70° C.

Viele Viren dieser Gruppe verursachen auf ihren Wirtspflanzen nur sehr milde Symptome oder bleiben latent. Die Viruskonzentrationen sind in den meisten Fällen hoch.

¹⁾ In einer Artischockenpflanze, die wir von A. H. Gold (Berkeley, USA) erhielten, und die nach seinen Angaben das *globe artichoke curly dwarf virus* (Morton 1961) und vermutlich zusätzlich ein latentes Virus (*artichoke latent virus?*) enthielt, fanden wir mit der Tauchmethode neben den flexiblen Partikeln des ersteren Virus auch typische Partikeln, die auf Grund ihrer Form und Größe in die SV-Gruppe zu stellen sind. Wir hatten bislang keinen Erfolg, das Virus auf Pflanzen einer anderen Art zu übertragen.

5. *Potato virus Y*-Gruppe

Die in dieser Gruppe zusammengefaßten Viren besitzen flexible Partikeln mit einem Durchmesser von etwa 15 m μ . Die Normallängen reichen von etwa 720 bis 770 m μ . Es ist möglich, daß sich dieser Bereich nach oben verschiebt, da es wahrscheinlich Viren mit Normallängen bis 800 m μ und mehr gibt¹⁾, die vielleicht ebenfalls zu dieser Gruppe zu stellen sind.

¹⁾ Möglicherweise ist das *papaya ringspot virus* (Herold und Weibel 1962) zur YV-Gruppe zu stellen. Die genannten Autoren ermittelten eine Normallänge von etwa 800 m μ . Eine orientierende Vermessung in unserem Institut anhand von Präparaten, die uns F. Herold (Caracas, Venezuela) zugeschickt hatte, ergab eine Normallänge von 789 m μ .

Für den thermalen Inaktivierungspunkt wurden Werte zwischen 65 und 80° C angegeben.

Die Viruskonzentration ist meist nicht sehr hoch.

2. Tobacco mosaic virus-Gruppe

Alle Viren dieser Gruppe besitzen s t a r r e Partikeln mit einer Normallänge von etwa 300 m μ . Allerdings fehlen exakte Vergleichsmessungen, die die Frage klären können, ob geringfügige Längenunterschiede bestehen. Der Durchmesser der Teilchen liegt bei 18 m μ .

<i>Tobacco mosaic virus</i>	} Serologische Verwandtschaft nachgewiesen
<i>Bawden's cowpea virus</i>	
<i>Odontoglossum ringspot virus</i>	
<i>Sammons' Opuntia virus</i>	

Die Viren sind nur mechanisch übertragbar.

Soweit der thermale Inaktivierungspunkt bekannt ist, liegt er höher als bei den meisten anderen Pflanzenviren (85 bis 95° C).

Die Viren erreichen in ihren Wirtspflanzen hohe bis sehr hohe Konzentrationen.

Wenn man *H o l m e s' ribgrass virus* und *cucumber green mottle mosaic virus*, bislang meist als Stämme des TMV angesehen, als selbständige Viren auffaßt, sind sie ebenfalls zu dieser Gruppe zu stellen.

3. Potato virus X-Gruppe

Die Viren haben flexible Partikeln mit Normallängen von etwa 480 bis 580 m μ . Der Durchmesser der Teilchen liegt bei etwa 13 m μ .

480 m μ <i>White clover mosaic virus</i>	} Serologische Verwandtschaft nachgewiesen
490 m μ <i>Cymbidium mosaic virus</i>	
500 m μ <i>Hydrangea ringspot virus</i>	
515 m μ <i>Potato virus X</i>	
520 m μ <i>Cactus virus X</i>	
540 m μ <i>Clover yellow mosaic virus</i>	
580 m μ <i>Potato aucuba mosaic virus</i>	

Vermutlich zur Gruppe gehörig:

Globe artichoke curly dwarf virus (M o r t o n 1961)

Die Viren sind mechanisch übertragbar. *Potato aucuba mosaic virus* kann nach K a s s a n i s (1961 a) auch durch *Myzus persicae* übertragen werden, allerdings nur dann, wenn es im Gemisch mit den Kartoffelviren Y oder A vorliegt. G o t h (1962) berichtete, daß *white clover mosaic virus* unter bestimmten Bedingungen auch durch Aphiden übertragen werden kann.

Die thermalen Inaktivierungspunkte der Viren dieser Gruppe liegen etwa zwischen 60 und 80° C.

Bei den meisten Vertretern dieser Gruppe ist die Viruskonzentration in systemisch erkrankten Pflanzen hoch bis sehr hoch.

4. *Potato virus S*-Gruppe

Die Form dieser Viren ist starr bis leicht flexibel. Die Partikeln sind häufig nach einer Seite leicht gebogen. Ihr Durchmesser liegt bei etwa 15 m μ . Die Normallängen reichen von etwa 620 m μ bis 700 m μ .

620 m μ <i>Pea streak virus</i>	} Serologische Verwandtschaft nachgewiesen
650 m μ <i>Red clover vein mosaic virus</i>	
650 m μ <i>Passiflora latent virus</i>	
650 m μ <i>Carnation latent virus</i>	
650 m μ 'Cactus virus 2'	
650 m μ <i>Potato virus S</i>	
650 m μ <i>Potato virus M</i>	
690 m μ <i>Chrysanthemum virus B</i>	
650 m μ <i>Freesia mosaic virus</i>	
650 m μ 'Hop virus'	
670 m μ <i>Poplar mosaic virus</i>	
700 m μ <i>Wheat streak mosaic virus</i>	
700 m μ <i>Ryegrass mosaic virus</i>	

Vermutlich zur Gruppe gehörig: *Artichoke latent virus?*¹⁾.

Manche Viren dieser Gruppe werden nur mechanisch, andere auch durch Aphiden übertragen. *Wheat streak mosaic virus* und *ryegrass mosaic virus* können mechanisch und durch Milben übertragen werden. Weitere Untersuchungen werden zeigen müssen, ob diese beiden Viren zu dieser Gruppe zu rechnen sind, oder ob die morphologische Ähnlichkeit der Partikeln mit anderen Viren der Gruppe als Konvergenz aufzufassen ist.

Die thermalen Inaktivierungspunkte liegen im allgemeinen zwischen 60 und 70° C.

Viele Viren dieser Gruppe verursachen auf ihren Wirtspflanzen nur sehr milde Symptome oder bleiben latent. Die Viruskonzentrationen sind in den meisten Fällen hoch.

¹⁾ In einer Artischockenpflanze, die wir von A. H. Gold (Berkeley, USA) erhielten, und die nach seinen Angaben das *globe artichoke curly dwarf virus* (Morton 1961) und vermutlich zusätzlich ein latentes Virus (*artichoke latent virus?*) enthielt, fanden wir mit der Tauchmethode neben den flexiblen Partikeln des ersteren Virus auch typische Partikeln, die auf Grund ihrer Form und Größe in die SV-Gruppe zu stellen sind. Wir hatten bislang keinen Erfolg, das Virus auf Pflanzen einer anderen Art zu übertragen.

5. *Potato virus Y*-Gruppe

Die in dieser Gruppe zusammengefaßten Viren besitzen flexible Partikeln mit einem Durchmesser von etwa 15 m μ . Die Normallängen reichen von etwa 720 bis 770 m μ . Es ist möglich, daß sich dieser Bereich nach oben verschiebt, da es wahrscheinlich Viren mit Normallängen bis 800 m μ und mehr gibt¹⁾, die vielleicht ebenfalls zu dieser Gruppe zu stellen sind.

¹⁾ Möglicherweise ist das *papaya ringspot virus* (Herold und Weibel 1962) zur YV-Gruppe zu stellen. Die genannten Autoren ermittelten eine Normallänge von etwa 800 m μ . Eine orientierende Vermessung in unserem Institut anhand von Präparaten, die uns F. Herold (Caracas, Venezuela) zugeschickt hatte, ergab eine Normallänge von 789 m μ .

730 m μ <i>Potato virus Y</i>	} Serologische Verwandtschaft nachgewiesen
730 m μ <i>Potato virus A</i>	
730 m μ <i>Beet mosaic virus</i>	
730 m μ <i>Henbane mosaic virus</i>	
730 m μ <i>Tobacco etch virus</i>	
730 m μ <i>Watermelon mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Bean yellow mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Bean common mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Pea mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Soybean mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Bagnall's SB 29 virus</i>	
740 m μ <i>Eucharis mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Cowpea mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Sugarcane mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Turnip mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Lettuce mosaic virus</i>	
750 m μ <i>Cocksfoot streak virus</i>	
740 m μ <i>'Tulip virus'</i>	
760 m μ <i>'Asparagus virus I'</i>	

Alle Viren dieser Gruppe sind mechanisch und durch Aphiden zu übertragen. Die thermalen Inaktivierungspunkte liegen im Bereich von etwa 50 bis 60° C.

Die meisten Viren erreichen gegenüber anderen gestreckten Viren nur schwache Konzentrationen. Ihre Reindarstellung sowie die Herstellung guter Antiseren und elektronenmikroskopischer Präparate bereitet daher größere Schwierigkeiten als bei den anderen gestreckten Viren.

6. *Beet yellows virus*-Gruppe

Hierher ist bislang nur das *beet yellows virus* zu stellen¹⁾. Die Virusteilchen sind sehr flexibel; ihr Durchmesser liegt bei etwa 10 m μ . Die Normallänge beträgt 1250 m μ .

Das Virus ist mechanisch nur schwer zu übertragen, dagegen leicht durch Aphiden. Es ist als einziges gestrecktes Virus im Vektor persistent.

Die Viruskonzentration ist im allgemeinen mittelmäßig, mitunter jedoch ziemlich hoch.

c) Schlußbemerkung

Es soll betont werden, daß kein Anspruch erhoben wird, die hier beschriebenen Viren in jedem Falle als selbständige und klar abzugrenzende Einheiten anzusehen. Wegen der bereits im Abschnitt VI a erwähnten Schwierigkeiten bei der taxonomischen Wertung ist vielmehr damit zu rechnen, daß in manchen Fällen

¹⁾ Kürzlich wurde von Schmidt, Richter, Hertzsch und Klinkowski (1963) ein dem *beet yellows virus* in der Form ähnliches Virus von Futtergräsern mit einer Normallänge von etwa 1725 m μ beschrieben, das vielleicht zur BYV-Gruppe gerechnet werden kann. Kitajima et al. (1963) konnten in Pflanzen, die mit dem *Citrus tristeza virus* infiziert waren, ein fadenförmiges Virus nachweisen, das mit einer Länge von etwa 2000 m μ noch länger ist, als alle bisher beschriebenen Viren.

eine andere Gliederung in Spezies, Subspezies und Stämme zweckmäßiger ist, als die Rangordnung, die aus dieser Zusammenstellung hervorgeht. Ferner ist zu erwarten, daß wesentlich mehr gestreckte Viren existieren, als hier erwähnt wurden. Es ist auch möglich, daß Viren gefunden werden, die nach ihren morphologischen Daten oder auf Grund anderer Gesichtspunkte nicht zu diesen sechs Gruppen gestellt werden können, so daß neue Gruppen gebildet werden müssen.

Bei sporadischen Untersuchungen haben wir z. B. in *Iris* (Normallänge mehr als 800 m μ ?), *Helenium* (770 m μ ?), *Lilium* (780 m μ ?), *Aralia* (650 m μ ?) und *Cordyline* (650 m μ ?) typische gestreckte Virusteilchen nachweisen können.

Von anderen Autoren wurden einige weitere gestreckte Viren beschrieben, die in der vorliegenden Zusammenstellung nicht erwähnt sind, da die mitgeteilten morphologischen Daten nicht ausreichen, diese Viren in unser Schema einzuordnen.

VII. Einzeldarstellung gestreckter Pflanzenviren

a) Einführung

Die nachstehende Darstellung ist im wesentlichen eine Zusammenfassung von Ergebnissen aus dem Institut für landwirtschaftliche Virusforschung und dem Institut für Virusserologie der Biologischen Bundesanstalt. Die beteiligten Autoren werden bei der Beschreibung der Viren zitiert. Fehlen Hinweise, so handelt es sich um unveröffentlichte Ergebnisse des Verfassers.

Auch einige Ergebnisse von Autoren aus anderen Instituten, die mit dem unsrigen in Beziehung stehen, werden angeführt. Dabei wird jedoch kein Wert auf Vollständigkeit gelegt. Fragen der Priorität können anhand der zitierten Arbeiten verfolgt werden.

Alle elektronenmikroskopischen Photographien sind Originalaufnahmen des Verfassers, die teilweise in einem anderen Ausschnitt schon in früheren Arbeiten verwendet wurden. Die Vergrößerung aller Aufnahmen beträgt 40 000 \times . Um unter Wahrung dieser einheitlichen Vergrößerung stets möglichst viele Partikeln abbilden zu können, wurden bei wenigen Viren der YV-Gruppe die gezeigten Ausschnitte zusammengesetzt, indem teilchenfreie Bezirke derselben Aufnahme herausgeschnitten wurden.

Bei der folgenden Beschreibung der einzelnen Viren wird links oben der englische Vulgärname des Virus angegeben, der der Liste des Rev. Appl. Myc. (1957, Bd. 35, Suppl.) entnommen ist oder in Anlehnung an diese Liste gewählt wurde. Bestehen noch Zweifel, ob das von uns untersuchte Virus mit dem entsprechenden oder einem anderen Virus identisch ist, da die entsprechenden Versuche noch ausstehen, so ist der Virusname in Klammern gesetzt. Sofern deutsche Vulgärnamen gebräuchlich sind, werden diese jeweils rechts oben wiedergegeben.

Die unter „Serologie“ gemachten Angaben beziehen sich ausschließlich auf serologische Verwandtschaftsuntersuchungen und nicht auf den serologischen Nachweis des Virus selbst.

Von den Wirtspflanzen sind nur solche aufgeführt, die sich nach unseren Erfahrungen für elektronenmikroskopische und z. T. auch für serologische Untersuchungen eignen. Es handelt sich fast ausschließlich um Wirte, die systemisch erkranken, und die sich durch Abreibung infizieren lassen. Da bei vielen Viren keine gezielten Untersuchungen in dieser Richtung angestellt wurden, ist anzunehmen, daß auch andere Wirtspflanzen für die Versuche geeignet sind.

b) Tabellarische Übersicht

Tobacco rattle virus
(Potato stem mottle virus)

Tabakmauche-Virus
(Stengelbuntvirus der Kartoffel)

Allgemeines:

Wir haben verschiedene deutsche Isolate dieses Virus elektronenmikroskopisch untersucht. Auch das von WALKINSHAW und LARSON (1959) beschriebene *corky ringspot virus* wurde von uns vermessen.

Morphologie:

Die von PAUL und BODE (1955) gefundenen häufigsten Längenwerte von etwa 70 und 180 m μ konnten von uns mehrfach bestätigt werden. Das Verhältnis von kurzen und langen Partikeln kann stark schwanken. Die Gründe dafür sind nicht bekannt. Auch Überlängen treten gelegentlich in stärkerem Ausmaß auf, so daß genaue Längenbestimmungen nicht leicht durchgeführt werden können.

HARRISON und NIXON (1959) trennten die beiden Partikelfractionen mit Hilfe von Dichtegradientenzentrifugationen und wiesen nach, daß nur die längeren Partikeln (180 m μ) infektiös sind.

Serologie:

ROZENDAAL und VAN DER WANT (1948) hatten bereits festgestellt, daß *tobacco rattle virus* und *potato stem mottle virus* serologisch miteinander verwandt sind, und WALKINSHAW und LARSON (1959) demonstrierten die Verwandtschaft ihres *corky ringspot virus* zu diesen beiden Isolaten. Zuverlässige quantitative serologische Versuche mit verschiedenen Isolaten stehen jedoch aus. MAAT (1963) konnte mit hochtitrigen Antiseren nachweisen, daß *tobacco rattle virus* und *early-browning virus* entfernt miteinander verwandt sind.

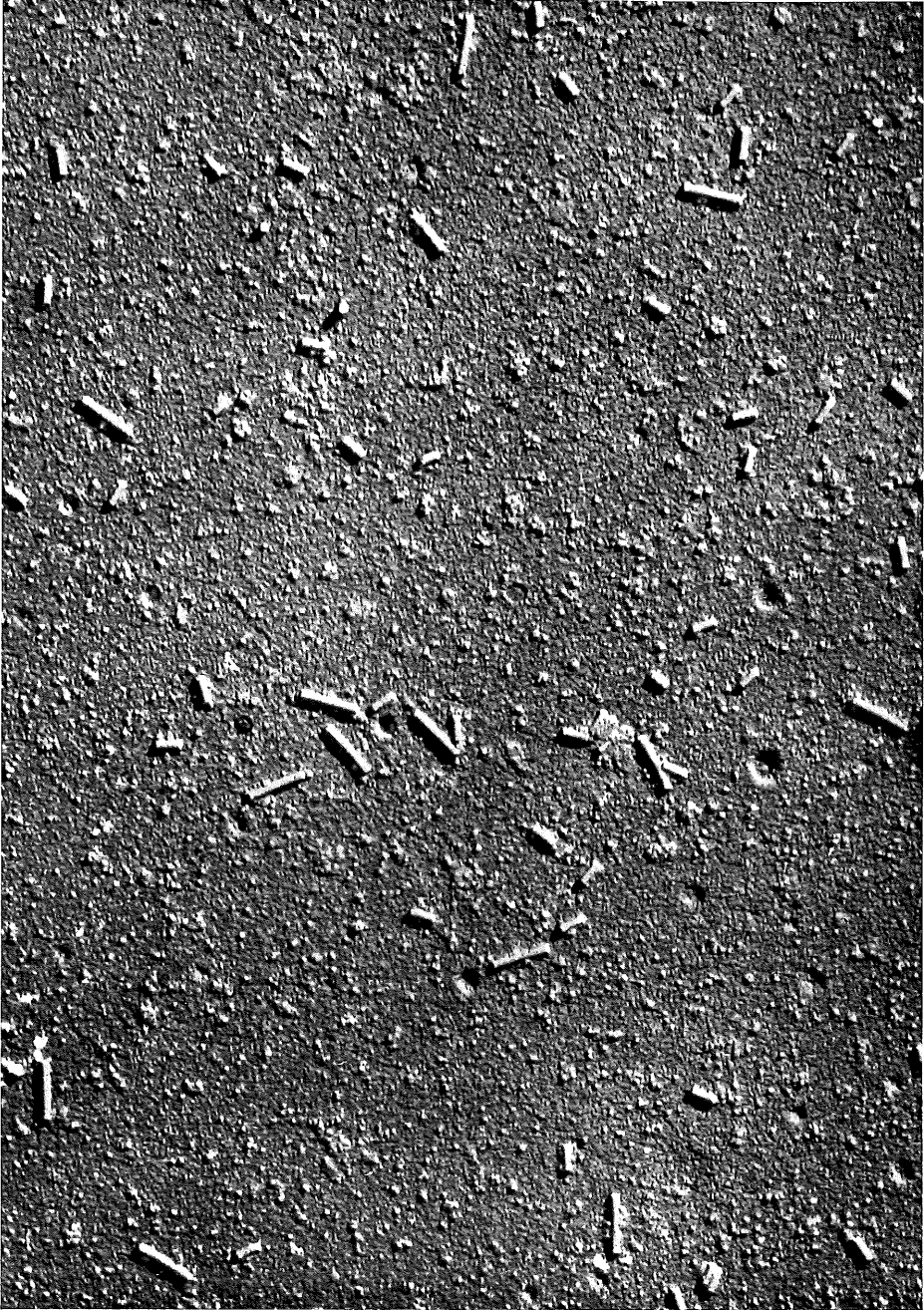
Wirtspflanzen:

Nicotiana glutinosa.

Bemerkungen:

Verschiedene Isolate des *tobacco rattle virus* und des *potato stem mottle virus* werden gewöhnlich als identisch oder als Stämme einer Virusart angesehen.

Bei SMITH (1957) und in der Liste des Rev. appl. Myc. wird *tobacco rattle virus* als Synonym bzw. Stamm des *potato stem mottle virus* angegeben. Da der erstere Name in der Literatur jedoch viel häufiger verwendet wurde, halten wir es zunächst für sinnvoller, den Namen *tobacco rattle virus* zu gebrauchen.



Early-browning virus**Allgemeines:**

Dieses Virus von Erbsen wurde kürzlich von Bos und VAN DER WANT (1962) ausführlich beschrieben.

Morphologie:

Nach unseren Untersuchungen besitzt das Virus — ähnlich wie das *tobacco rattle virus* — zwei bevorzugte Längen, die bei etwa 100 und 210 m μ liegen. Damit konnten wir die Ergebnisse von Bos und VAN DER WANT (1962) bestätigen. In Analogie zum *rattle virus* ist zu vermuten, daß die Normallänge 210 m μ beträgt und die kürzeren Partikeln nicht infektiös sind.

Serologie:

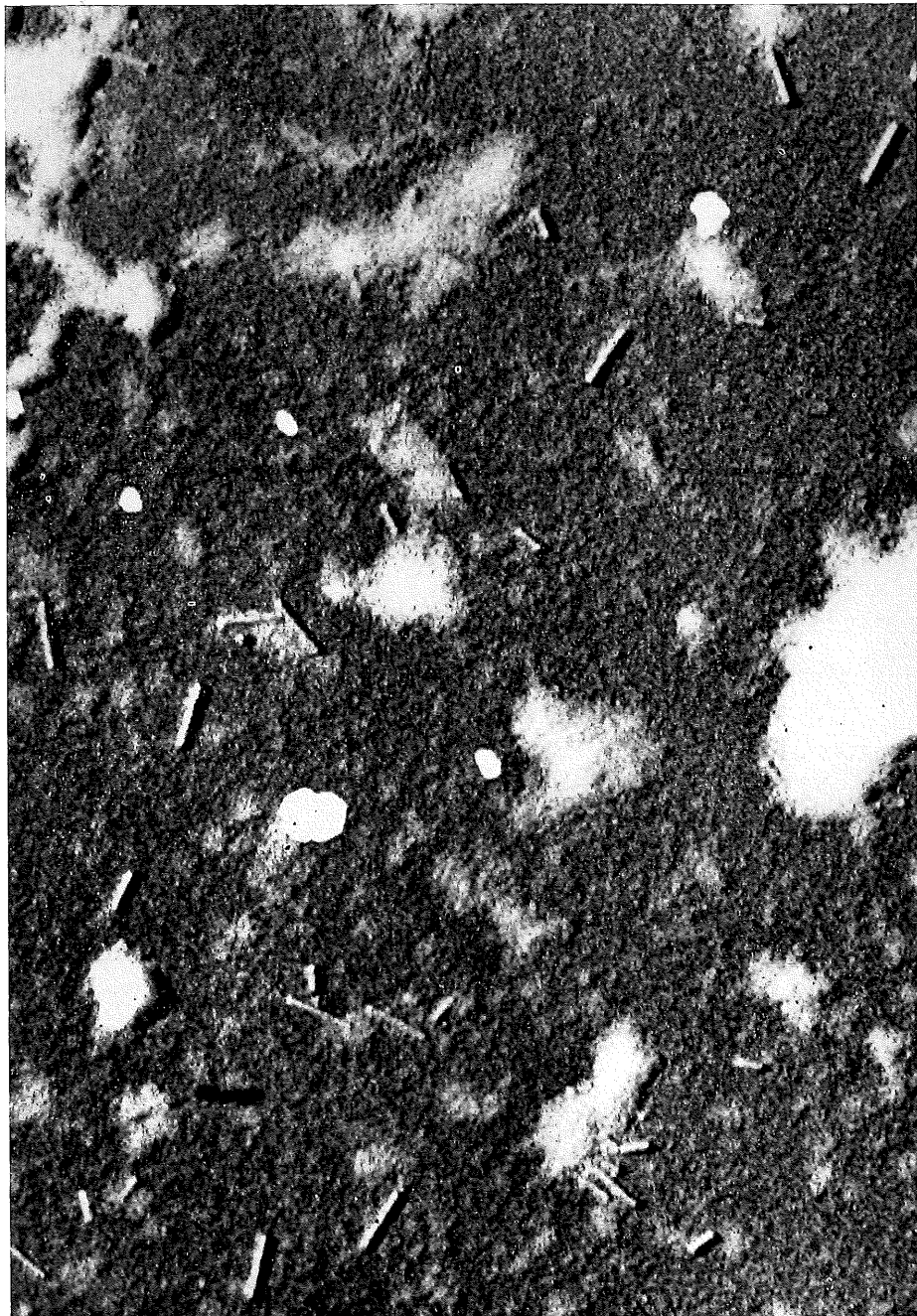
Nach den Ergebnissen von MAAT (1963) ist das Virus serologisch entfernt verwandt mit dem *tobacco rattle virus*.

Wirtspflanzen:

Nicotiana glutinosa.

Bemerkungen:

Bei unseren Versuchen war die Viruskonzentration bei Anwendung der Tauchmethode meist nur sehr gering. Darüber hinaus wiesen die Präparate von *N. glutinosa* häufig schleimartige Verunreinigungen auf.



Allgemeines :

Es wurden nur einige morphologische Untersuchungen an einem Isolat durchgeführt, das aus Kanada stammte und von J. T. SLYKHUIS zur Verfügung gestellt worden war (BRANDES 1959).

Morphologie :

Wir ermittelten eine Normallänge von 126 m μ (BRANDES 1959) und konnten damit die Ergebnisse früherer Autoren bestätigen.

Serologie :

Serologische Verwandtschaftsuntersuchungen sind unseres Wissens nicht durchgeführt worden.

Wirtspflanzen :

Gerste (*Hordeum vulgare*).

Bemerkungen :

Das Virus läßt sich mit der Tauchmethode leicht nachweisen; die Partikelkonzentration ist allerdings oft nur gering.

Die Dimensionen des *barley stripe mosaic virus* wurden kürzlich an gereinigtem Material bestätigt (GIBBS *et al.* 1963). Das im Vergleich untersuchte *lychnis ringspot virus* hatte die gleiche Größe und erwies sich als serologisch entfernt verwandt mit *barley stripe mosaic virus*. Beide Viren, die wir auf Grund der mitgeteilten serologischen Daten als selbständig ansehen würden, wurden entsprechend dem Vorschlag von KASSANIS (1961 b) als „Serotypen“ bezeichnet.



Soil-borne wheat mosaic virus**Allgemeines:**

Das von uns untersuchte Virus ist ein Isolat von A. CANOVA (Bologna, Italien), das von diesem Autor zur Zeit weiter bearbeitet wird.

Morphologie:

Nach Vermessung von über 500 Partikeln wurde die Normallänge zu 161 m μ bestimmt. Daneben traten noch eine Anzahl von Partikeln im Bereich von etwa 290 m μ auf, die die gleiche Dicke hatten und vermutlich Aggregate darstellten.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

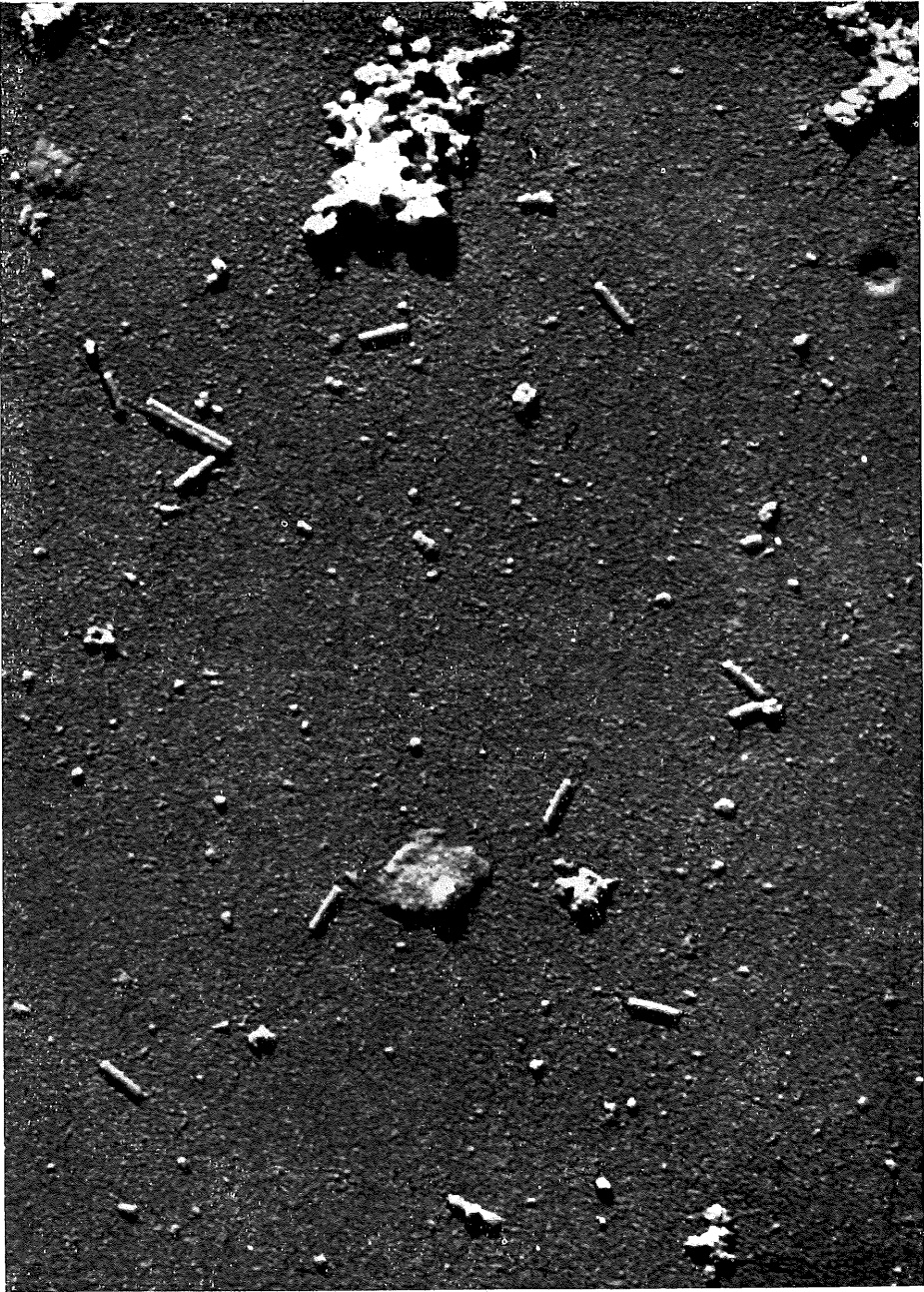
Als Wirtspflanze stand nur Weizen (*Triticum aestivum*) zur Verfügung.

Bemerkungen:

Es ist keineswegs sicher, daß das von uns untersuchte Isolat mit dem *soil-borne wheat mosaic virus* identisch ist. Doch vermuten wir einen solchen Zusammenhang wegen der guten Übereinstimmung der morphologischen Daten mit amerikanischen und japanischen Befunden. Während GOLD, SCOTT und MCKINNEY (1957) eine Länge von 130 m μ für das *soil-borne wheat mosaic virus* angaben, fand BRAKKE (1962, persönliche Mitteilung) in seinen Untersuchungen, die durch gute elektronenmikroskopische Aufnahmen belegt sind, mit der Tauchmethode eine Normallänge von etwa 160 m μ . SATTO, TAKANASHI und IWATA (1961) ermittelten bei japanischen Isolaten Vorzugslängen von 150 bis 170 m μ .

Die Zuordnung des von DIJKSTRA und GRANCINI (1960 b) beschriebenen Weizenmosaik-Virus, für das eine Vorzugslänge von 300 m μ angegeben wurde, ist zweifelhaft, da keine Dickenangaben vorliegen. Es besteht allerdings die Möglichkeit, daß auch dieses Virus hierher zu stellen ist, denn sowohl wir als auch BRAKKE fanden eine große Zahl von Partikeln mit einer Länge von etwa 290 m μ .

Die vorstehenden Daten erhalten eine wesentliche Stütze durch weitere elektronenmikroskopische Untersuchungen an einem Isolat des *soil-borne wheat mosaic virus* aus Illinois (USA), die kürzlich durchgeführt wurden (BRANDES, PHILLIPPE und THORNBERRY 1964). Die Versuche ergaben ebenfalls, daß das Virus durch eine Normallänge von 160 m μ (Nebenmaximum 300 m μ) charakterisiert werden kann.



Allgemeines:

In unserem Institut wird ein Isolat gehalten, das auf Grund seiner Eigenschaften als „vulgare-Stamm“ anzusehen ist. Die Untersuchungen wurden in erster Linie mit diesem Isolat durchgeführt.

Morphologie:

Die Normallänge wurde mehrmals zu etwa 300 m μ bestimmt und damit die Längenangabe früherer Autoren bestätigt. Tabakmosaik-Virus wurde oft in vergleichende Untersuchungen einbezogen und diente vor allem als Bezugsgröße bei der Bestimmung der Dicke der Partikeln, wobei der von FRANKLIN (1956) ermittelte Wert von 18 m μ zugrunde gelegt wurde.

Serologie:

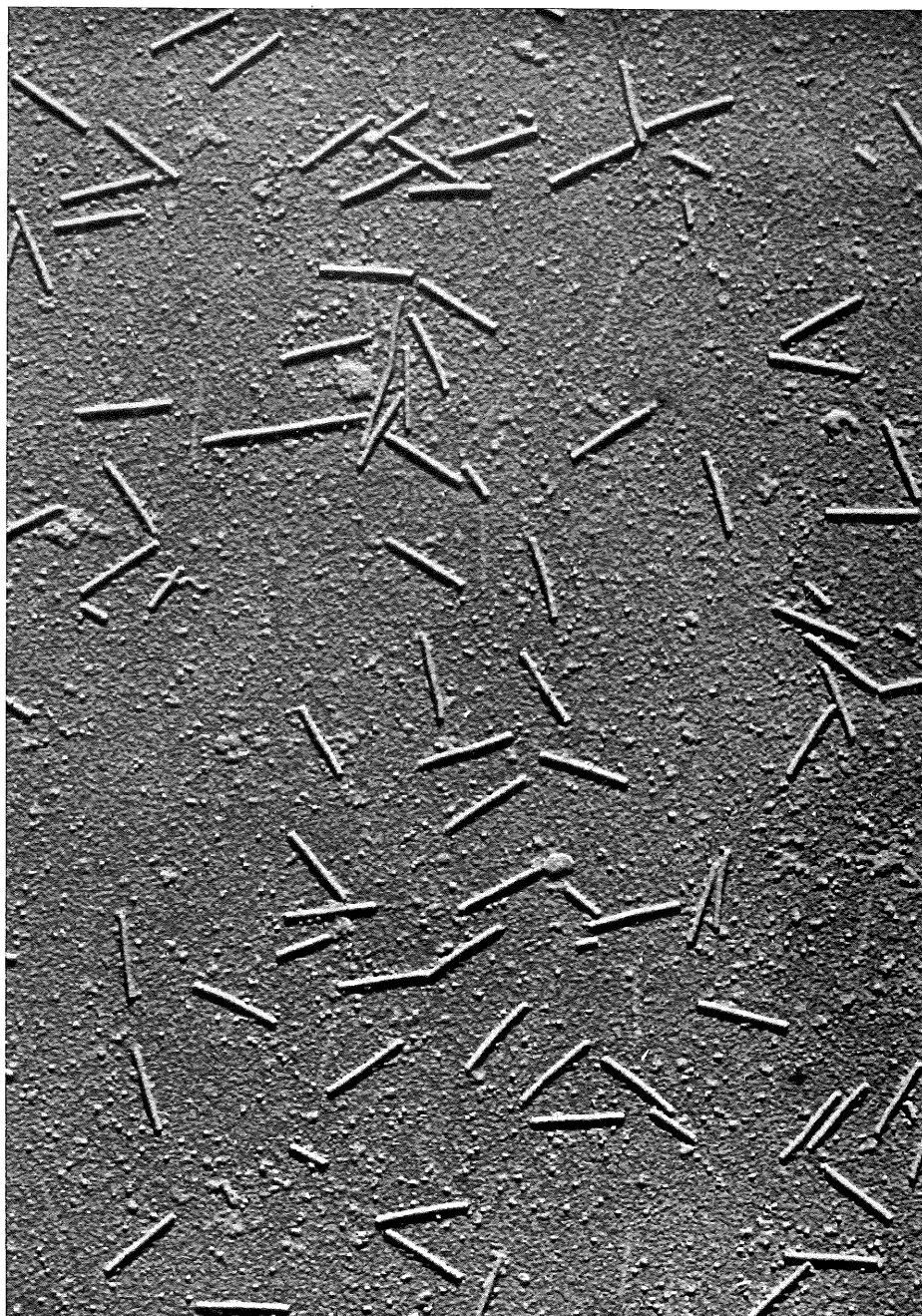
Während aus der Literatur eine Reihe von Untersuchungen an Stämmen des Tabakmosaik-Virus bekannt ist, gibt es nur wenige Angaben über Viren, die nur weitläufig mit diesem Virus verwandt sind. Gemeinsam mit C. WETTER, D. H. M. VAN SLOOTEREN und M. CHESSIN werden z. Z. Untersuchungen über die Verwandtschaft des Tabakmosaik-Virus mit *Odontoglossum ringspot virus*, BAWDEN's *cowpea virus* und SAMMONS' *Opuntia virus* angestellt. Mit Ausnahme des zuletzt genannten Virus ist zwischen diesen Viren in vorläufigen Prüfungen bereits eine entfernte Verwandtschaft festgestellt worden.

Wirtspflanzen:

Im allgemeinen wird das Virus auf *Nicotiana tabacum* (Samsun) kultiviert, doch sind auch andere Wirtspflanzen geeignet.

Bemerkungen:

Tabakmosaik-Virus gilt als Standardobjekt in der pflanzlichen Virusforschung. Es kann sehr leicht für elektronenmikroskopische, serologische oder andere Untersuchungen präpariert werden. Da das Virus viel stabiler ist als die meisten anderen Viren und meist auch in höherer Konzentration vorliegt, können die bei seiner Untersuchung gewonnenen Erfahrungen nicht ohne Einschränkungen auf andere gestreckte Viren übertragen werden.



Bawden's cowpea virus**Allgemeines:**

Bei diesem Virus hatte BAWDEN (1958) reversible Veränderungen festgestellt, je nachdem, ob das Virus auf *Phaseolus vulgaris* oder auf *Nicotiana tabacum* kultiviert wurde. Die „bean form“ verhielt sich wie ein entfernter Verwandter des Tabakmosaik-Virus, die „tobacco form“ war vom gewöhnlichen Tabakmosaik-Virus nicht zu unterscheiden.

WERTER (1959 bis 1961, unveröffentlicht) gelang es in umfangreichen Versuchen nicht, die „bean form“ auf Tabak zu übertragen.

Morphologie:

Das Virus hatte nach unseren Ergebnissen eine Normallänge von 305 m μ und ließ sich damit nicht vom Tabakmosaik-Virus unterscheiden. In weiteren Versuchen soll geklärt werden, ob gesicherte minimale Unterschiede zu anderen Viren der TMV-Gruppe bestehen.

Serologie:

Nach Ergebnissen von WERTER (unveröffentlicht) ist das Virus mit dem Tabakmosaik-Virus und Odontoglossum ringspot virus entfernt verwandt.

Wirtspflanzen:

Das Virus wurde auf *Phaseolus vulgaris* gehalten. Es wird in dieser Pflanze systemisch und erreicht hohe Konzentrationen.

Bemerkungen:

Nach den bisherigen Ergebnissen ist die Frage noch offen, ob die Resultate BAWDENS nicht doch dadurch erklärt werden können, daß eine Selektion aus einem Gemisch stattgefunden hat, obgleich BAWDEN glaubt, dies ablehnen zu können.



Odontoglossum ringspot virus**Allgemeines:**

Wir untersuchten ein Isolat aus Holland, das uns D. D. JENSEN zur Verfügung stellte, und ein eigenes Isolat, das aus einer hiesigen Gärtnerei stammte. Das Virus wird z. Z. gemeinsam mit D. H. M. VAN SLOOTEREN und C. WETTER untersucht.

Morphologie:

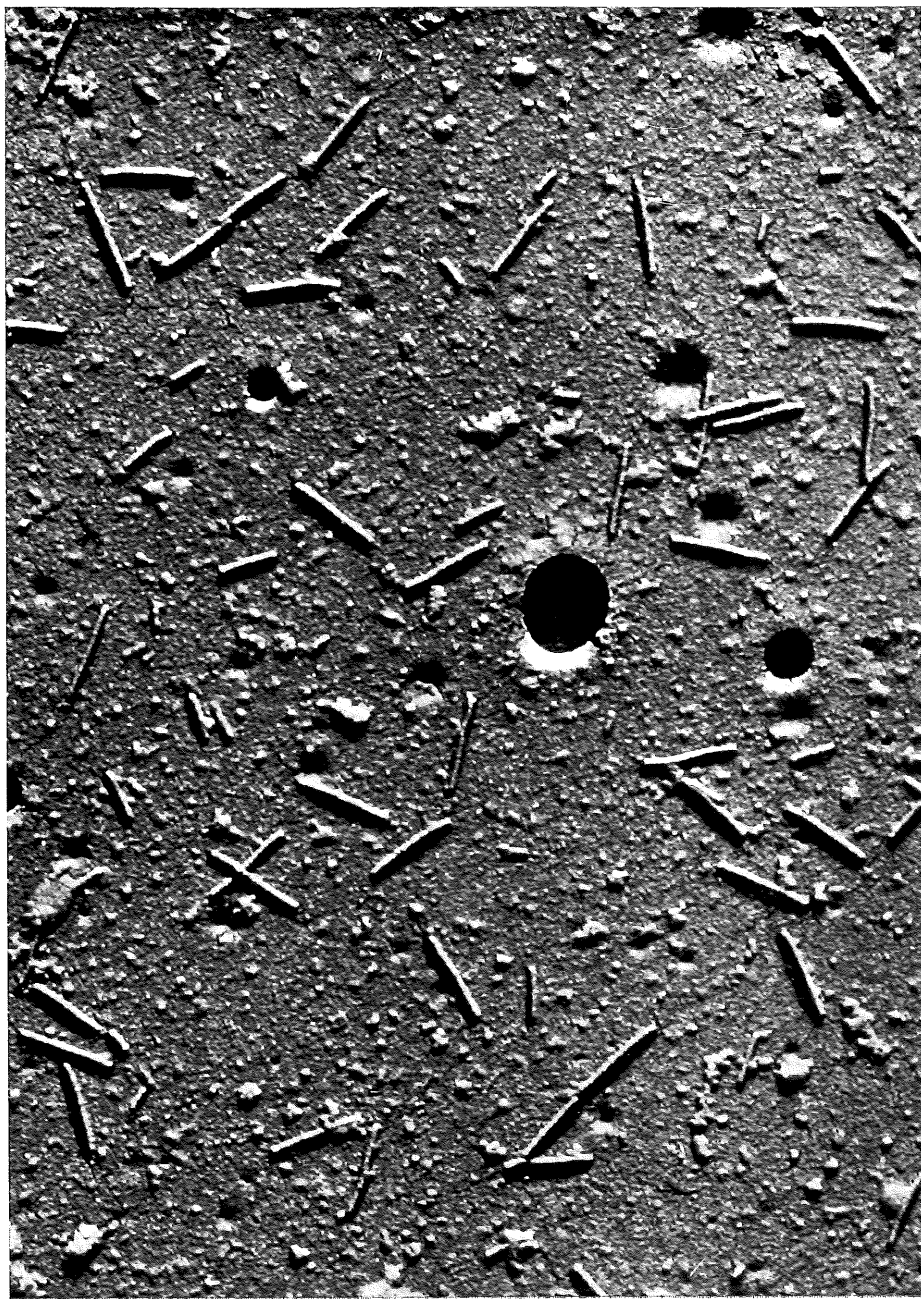
Die Normallänge beträgt etwa 300 m μ . Frühere Autoren haben ähnliche Längenangaben gemacht (vgl. BRANDES und WETTER 1959).

Serologie:

Vorläufige Prüfungen ergaben eine entfernte Verwandtschaft zu Tabakmosaik-Virus und BAWDEN's *cowpea virus*.

Wirtspflanzen:

Orchideen. Übertragungsversuche ergaben, daß das Virus auch *Chenopodium quinoa* und *Nicotiana tabacum* (Samsum) zu infizieren vermag. Nur die eingeriebenen Blätter werden infiziert, die bei *Chenopodium* ein starkes Mosaik aufweisen, während der Tabak symptomlos bleibt.



(Sammons' *Opuntia virus*)

Allgemeines:

SAMMONS und CHESIN (1961) konnten elektronenmikroskopisch in Kakteen ein Virus mit einer Vorzugslänge von etwa 300 m μ nachweisen. Dieses Ergebnis konnten wir an Proben und Präparaten, die uns M. CHESIN (Missoula, Montana, USA) zusandte, bestätigen. Weitere Untersuchungen an einem Isolat von CHESIN werden z. Z. gemeinsam mit diesem Autor und C. WETTER durchgeführt.

Morphologie:

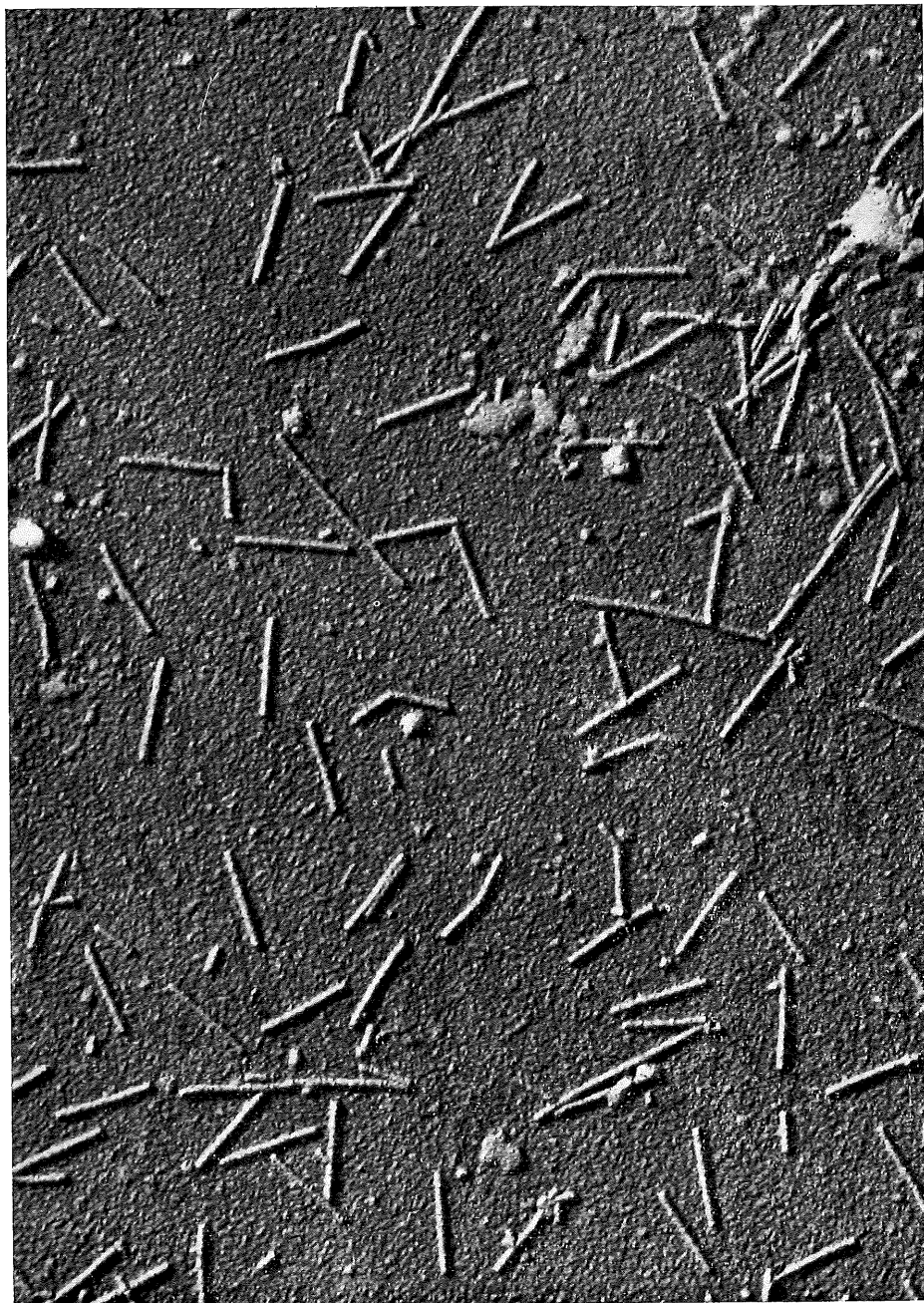
Vorläufige Vermessungen ergaben eine Normallänge von 310 m μ . Parallelvermessungen mit anderen Viren der TMV-Gruppe sind in Vorbereitung.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

Wir stellten fest, daß das Virus auf *Chenopodium quinoa* übertragen werden kann. Es bleibt auf die eingeriebenen Blätter lokalisiert, die ein starkes gelbes Mosaik aufweisen, erreicht aber ziemlich gute Konzentrationen.



Allgemeines:

Wir untersuchten ein Isolat von QUANTZ, das zu den europäischen, kanadischen und amerikanischen Isolaten zu stellen ist, die nach den Untersuchungen von Bos *et al.* (1959) identisch oder zumindest sehr nahe verwandt sind.

Morphologie:

Nach den Ergebnissen von BRANDES und QUANTZ (1957) besitzt das Virus eine Normallänge von 476 m μ . In vergleichenden Untersuchungen stellten BERCKS und BRANDES (1961) fest, daß das Virus mit einer Normallänge von 478 m μ vom Kartoffel-X-Virus und *Hydrangea ringspot virus* elektronenmikroskopisch unterschieden werden kann.

Serologie:

White clover mosaic virus ist nach den Untersuchungen von BERCKS und BRANDES (1961), BRANDES und BERCKS (1962/63), BERCKS und BRANDES (1963) und BRANDES und BERCKS (unveröffentlicht) serologisch verwandt mit folgenden Viren der XV-Gruppe: *Hydrangea ringspot virus*, *potato virus X*, *cactus virus X*, *clover yellow mosaic virus* und *potato aucuba mosaic virus*.

Wirtspflanzen:

Sowohl für serologische als auch für elektronenmikroskopische Untersuchungen haben wir mit *Phaseolus vulgaris* (Top crop) die besten Erfahrungen gemacht.

Bemerkungen:

Das Virus erreicht meist hohe Konzentrationen in Buschbohnen; es ist deshalb leicht mit der Tauchmethode zu präparieren. Die Herstellung hochtitriger Antiseren war bei diesem Virus besonders erfolgreich. BERCKS (zitiert bei WETTER 1960) gelang z. B. die Herstellung eines Antiserums mit einem Titer von über 1 Million.



Cymbidium mosaic virus

Allgemeines:

Unsere bisherigen Untersuchungen wurden an Blattproben durchgeführt, die aus den Niederlanden stammen und uns von D. D. JENSEN bzw. von D. H. M. VAN SLOGTEREN überlassen wurden. Elektronenmikroskopisch konnten wir die entsprechenden Virus-teilchen auch in einigen offensichtlich viruskranken Orchideen aus westdeutschen Gärtnereien nachweisen.

Vergleichende Untersuchungen über dieses Virus werden z. Z. von BERCKS, VAN SLOGTEREN und BRANDES durchgeführt.

Morphologie:

Unsere ersten Vermessungen ergaben eine Normallänge von etwa 490 m μ . Damit können wir die Angaben früherer Autoren (zitiert bei BRANDES und WETTER 1959; CORBETT 1960) bestätigen. Genaue vergleichende Vermessungen mit anderen Viren der XV-Gruppe werden vorbereitet.

Serologie:

WETTER (1960, unveröffentlicht) hatte die JENSENSCHEN Blattproben mit Serum gegen Kartoffel-X-Virus geprüft und positive Reaktionen erhalten. Dieses Ergebnis konnte kürzlich von BERCKS (1962, unveröffentlicht) an einer Probe, die von VAN SLOGTEREN stammte, bestätigt werden. Es kann also vermutet werden, daß *Cymbidium mosaic virus* weitläufig mit anderen Viren der XV-Gruppe verwandt ist.

Wirtspflanzen:

Cymbidium spec., *Cattleya* spec. Elektronenmikroskopisch konnten die Virusteilchen auch in den eingeriebenen Blättern von *Chenopodium quinoa* nachgewiesen werden. Symptome traten auf diesen Pflanzen nicht auf.

Bemerkungen:

In einer großen Zahl von Proben verschiedener Orchideen aus einigen Gärtnereien aus der Umgebung von Chicago (Illinois, USA) konnte ein Virus mit einer Normallänge von etwa 490 m μ , vermutlich *Cymbidium mosaic virus*, nachgewiesen werden (BRANDES, PHILIPPE und THORNBERRY 1963, unveröffentlicht). Das Virus war stets in starker Konzentration vorhanden, so daß es mit der Tauchmethode sehr leicht nachgewiesen werden konnte.



Hydrangea ringspot virus

Allgemeines:

Wir verwendeten ein englisches Isolat, das HOLLINGS (1958) eingehend untersucht und beschrieben hatte.

Morphologie:

Vergleichende Vermessungen ergaben, daß das Virus auf Grund seiner Normallänge (493 m μ) vom *white clover mosaic virus* und *potato virus X* zu unterscheiden ist (BERCKS und BRANDES 1961).

Serologie:

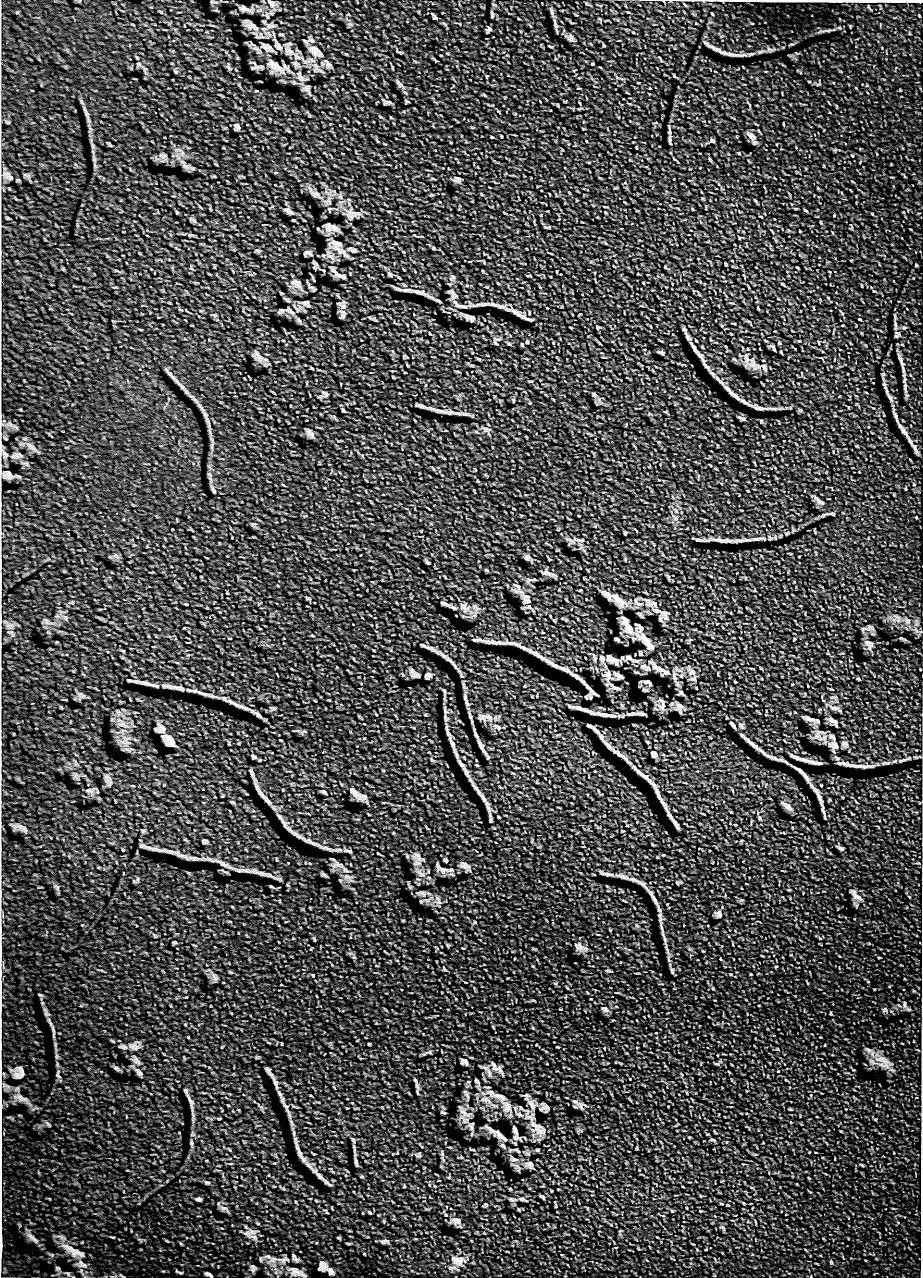
Hydrangea ringspot virus erwies sich als serologisch weitläufig verwandt mit *white clover mosaic virus* und *potato virus X* (BERCKS und BRANDES 1961), mit *cactus virus X* (BRANDES und BERCKS 1962/63) und mit *clover yellow mosaic virus* (BERCKS und BRANDES 1963).

Wirtspflanzen:

Primula malacoides, von HOLLINGS als Wirtspflanze angegeben, erwies sich als geeignetes Objekt, sowohl für serologische wie für elektronenmikroskopische Untersuchungen.

Bemerkungen:

Das Virus ließ sich mit der Tauchmethode leicht nachweisen, doch war seine Konzentration fast immer niedriger als die des Weißkleemosaik-Virus und des Kartoffel-X-Virus.



Allgemeines:

Dieses Virus wurde am eingehendsten untersucht. Dazu wurden verschiedene Isolate verwendet.

Morphologie:

Die ersten erfolgreichen Vermessungen führten BODE und PAUL (1955) durch. In den folgenden Jahren ist das Virus oft, insbesondere zu vergleichenden Untersuchungen, vermessen worden. BERCKS und BRANDES (1961) ermittelten die Normallänge zu 513 m μ und stellten außerdem fest, daß *potato virus X* damit morphologisch vom *white clover mosaic virus* und *Hydrangea ringspot virus* unterschieden werden kann. Weitere Untersuchungen ergaben, daß es vom *cactus virus X* auf Grund seiner Normallänge nicht zu trennen ist (BRANDES und BERCKS 1962/63), während es deutlich kürzer ist als *clover yellow mosaic virus* (BERCKS und BRANDES 1963) und *potato aucuba mosaic virus* (BRANDES und BERCKS, unveröffentlicht).

Die Normallänge des Kartoffel-X-Virus wurde an gereinigtem Virus von CORBETT (1961) und mit der Tauchmethode von NIXON (1962, persönliche Mitteilung) bestätigt.

Serologie:

Eine entfernte serologische Verwandtschaft wurde zu folgenden Viren festgestellt: *White clover mosaic virus* und *Hydrangea ringspot virus* (BERCKS und BRANDES 1961), *cactus virus X* (BRANDES und BERCKS 1962/63), *clover yellow mosaic virus* (BERCKS und BRANDES 1963), *potato aucuba mosaic virus* (BRANDES und BERCKS, unveröffentlicht). BERCKS (1963) stellte ferner Untersuchungen über individuelle Eigenschaften von Antiseren gegen Kartoffel-X-Virus an, indem er homologe und heterologe Reaktionen von 55 verschiedenen Seren miteinander verglich.

Wirtspflanzen:

Bei den meisten älteren Untersuchungen wurde *Nicotiana tabacum* (Samsun) verwendet. Wegen der seit einigen Jahren bestehenden Gefahr einer Infektion des Tabaks durch *Peronospora tabacina* wurde *Petunia hybrida* eingeführt, die sich bestens bewährt hat.

Bemerkungen:

Da das Kartoffel-X-Virus sich besonders leicht elektronenmikroskopisch nachweisen läßt und auch die Herstellung guter Antiseren wenig Schwierigkeiten bereitet, ist das Virus ein ausgezeichnetes Objekt für vergleichende Untersuchungen.



Allgemeines:

Das Virus wurde von *Zygocactus* isoliert und auf *Chenopodium quinoa* übertragen (BRANDES und BERCKS 1962/63).

Morphologie:

Die Normallänge wurde zu 519 m μ ermittelt. *Cactus virus X* ließ sich damit nicht vom Kartoffel-X-Virus unterscheiden, wohl aber von anderen Viren der XV-Gruppe (BRANDES und BERCKS 1962/63).

Serologie:

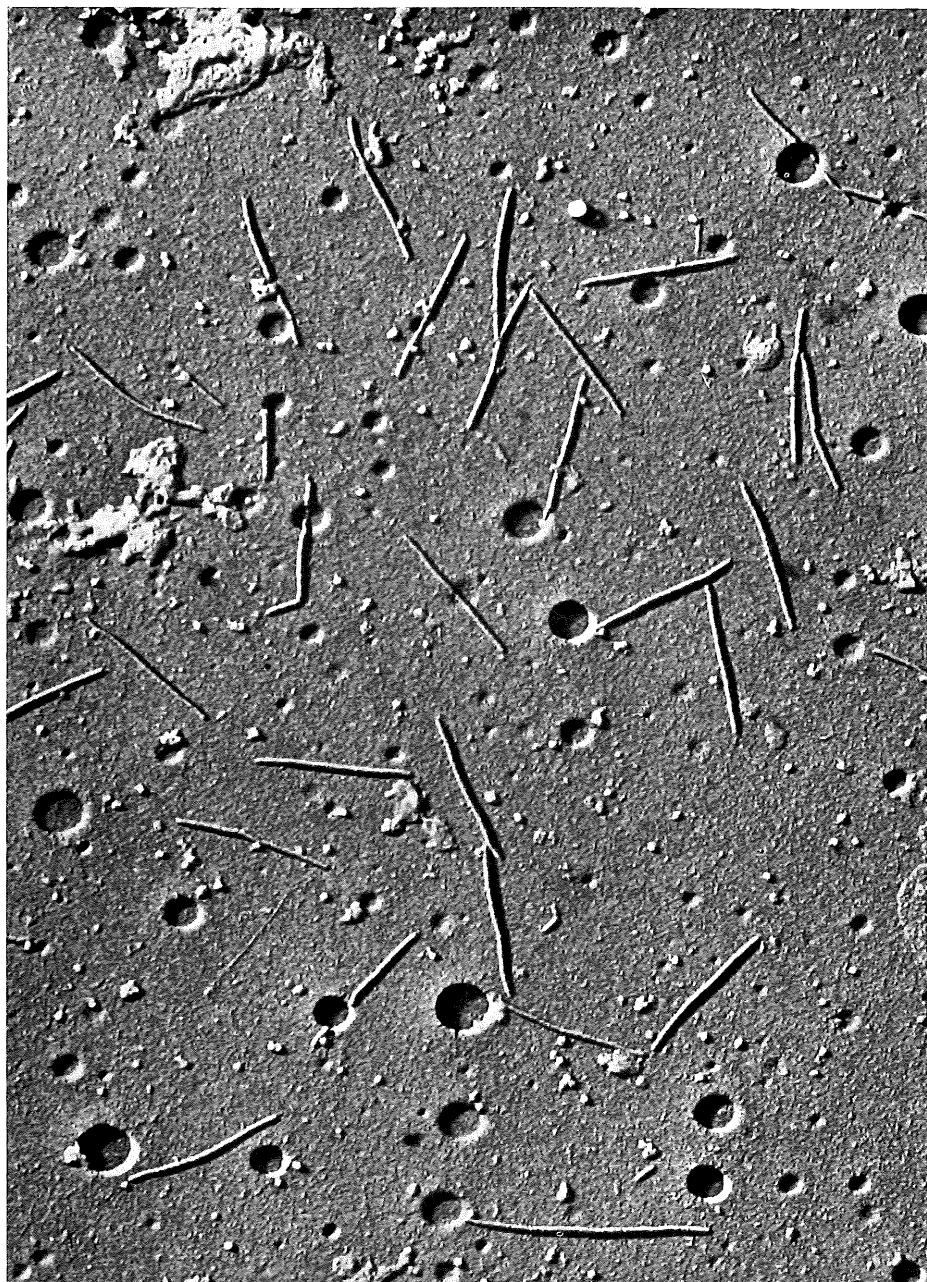
Eine entfernte serologische Verwandtschaft wurde zu folgenden Viren festgestellt: *White clover mosaic virus*, *Hydrangea ringspot virus* und *potato virus X* (BRANDES und BERCKS 1962/63), ferner zum *clover yellow mosaic virus* (BERCKS und BRANDES 1963) und zum *potato aucuba mosaic virus* (BRANDES und BERCKS, unveröffentlicht).

Wirtspflanzen:

Das Virus wurde in *Chenopodium quinoa* systemisch und erreichte hohe Konzentrationen in dieser Pflanze. Elektronenmikroskopisch kann es auch mit der Tauchmethode direkt in Kakteen nachgewiesen werden.

Bemerkungen:

Auf Grund der morphologischen Daten ist zu vermuten, daß das von uns isolierte Virus mit anderen früher beschriebenen Isolaten, die unter der Bezeichnung „das Kakteenvirus“ oder *cactus virus 1* liefen (vgl. BRANDES und BERCKS 1962/63) verwandt ist. Nach Angaben von CHESSIN (1963, persönliche Mitteilung) werden allerdings einige von ihm untersuchte Isolate auf *Chenopodium quinoa* nicht systemisch. Morphologische Unterschiede der Partikeln, die sich auch in den eingeriebenen Blättern von *Chenopodium* nachweisen lassen, konnten wir nicht feststellen. Weitere Untersuchungen zu diesen Fragen werden z. Z. gemeinsam mit BERCKS, CHESSIN und MILIĆIĆ durchgeführt.



Clover yellow mosaic virus**Allgemeines:**

Das Virus ist aus den Veröffentlichungen von PRATT (1961), PRATT und REICHMANN (1961) und AGRAWAL, CHESSIN und Bos (1962) bekannt geworden. Es ist bislang lediglich für Kanada und die Vereinigten Staaten nachgewiesen. Wir verwendeten für unsere Untersuchungen ein Isolat von CHESSIN.

Morphologie:

PRATT und REICHMANN (1961) geben eine Vorzugslänge von 530 m μ an, AGRAWAL, CHESSIN und Bos eine solche von 525 m μ . In beiden Fällen war mit gereinigtem Virus gearbeitet worden. Nach unseren Untersuchungen mit der Exsudatmethode erhielten wir eine Normallänge von 539 m μ (BERCKS und BRANDES 1963). Das Virus ließ sich damit morphologisch von allen anderen Viren der XV-Gruppe unterscheiden.

Serologie:

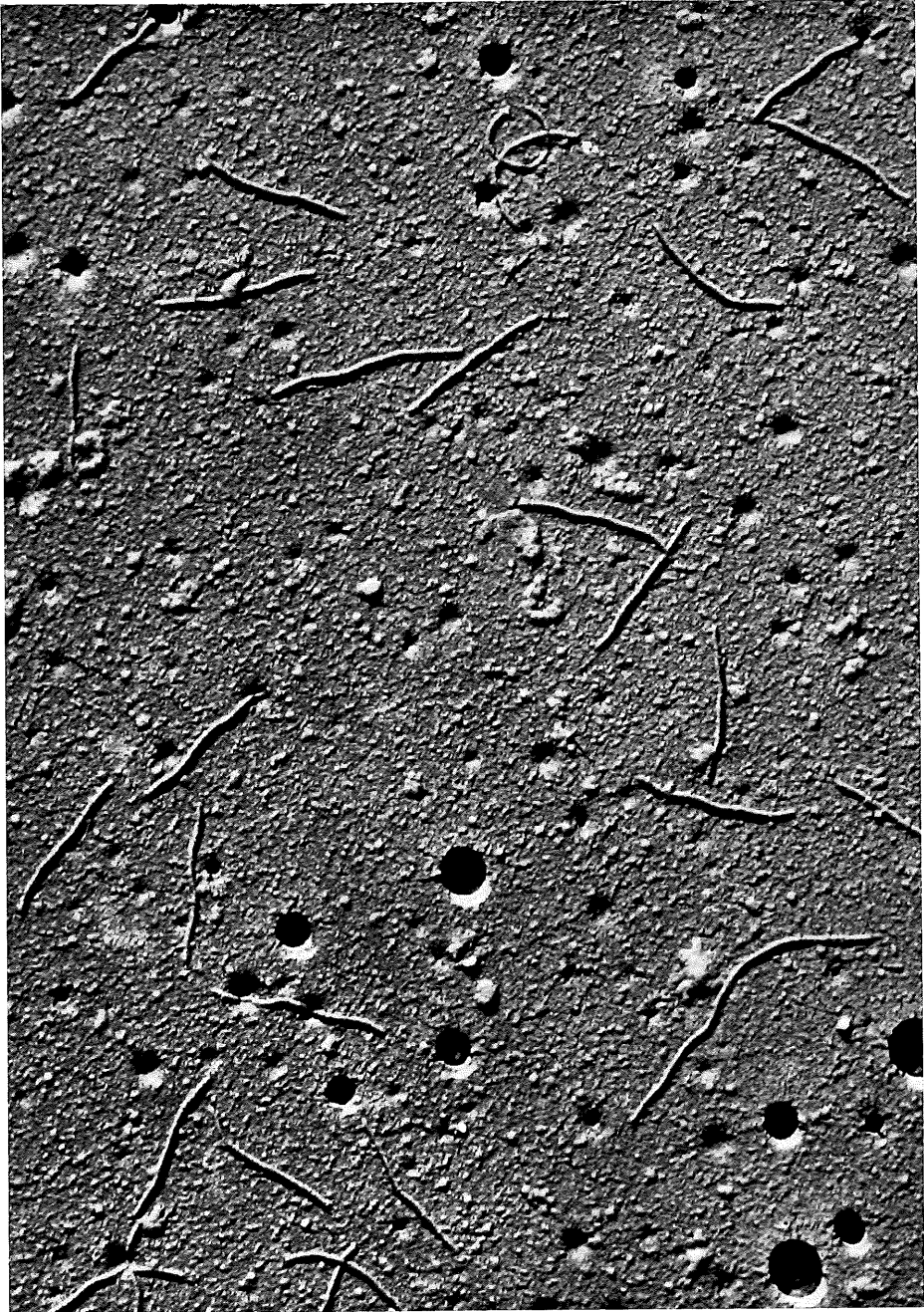
Eine entfernte serologische Verwandtschaft wurde festgestellt zum Kartoffel-X-Virus, zum Kakteen-X-Virus, zum *Hydrangea ringspot virus* und zum Weißkleemosaik-Virus (BERCKS und BRANDES 1963) sowie zum Kartoffel-Aucubamosaik-Virus (BRANDES und BERCKS, unveröffentlicht).

Wirtspflanzen:

Alle unsere Untersuchungen wurden an *Antirrhinum majus*, Löwenmaul, durchgeführt.

Bemerkungen:

Bei den elektronenmikroskopischen Untersuchungen erwies sich die Exsudatmethode gegenüber der Tauchmethode als vorteilhafter, da die Viruskonzentrationen besser waren und die Teilchen einheitlichere Längen aufwiesen.



Allgemeines:

Für unsere Untersuchungen standen verschiedene deutsche und holländische Isolate zur Verfügung.

Morphologie:

PAUL und BODE (1956 b) ermittelten die Normallänge zu 586 m μ . In späteren Untersuchungen wurden ebenfalls Werte um 580 m μ festgestellt.

Serologie:

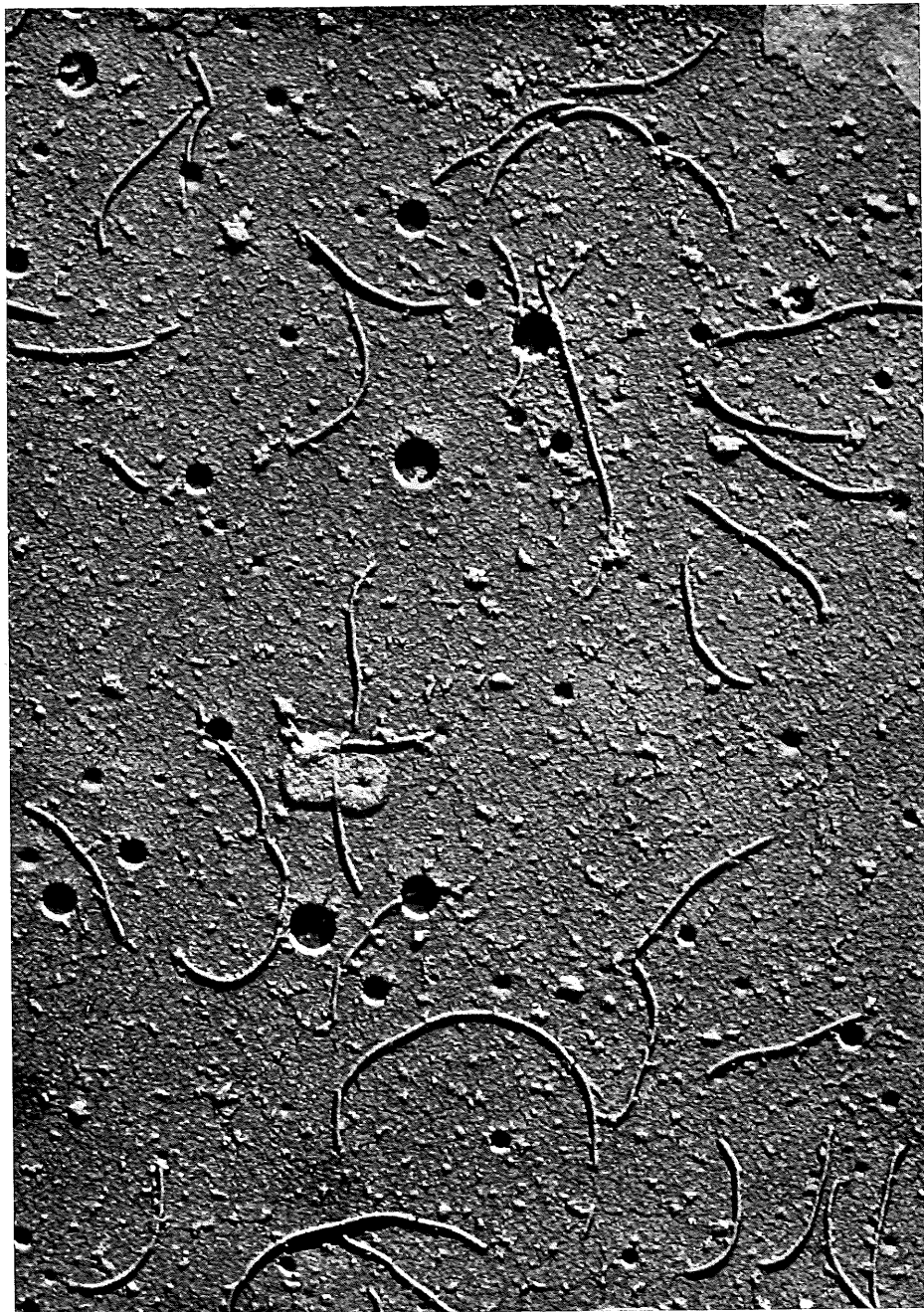
Nach vorläufigen Resultaten von BERCKS (BRANDES und BERCKS, unveröffentlicht) ist das Virus serologisch mit anderen Vertretern der XV-Gruppe entfernt verwandt.

Wirtspflanzen:

Nicotiana glutinosa, *Nicotiana tabacum* (Samsun).

Bemerkungen:

Einige Isolate dieses Virus zeigten in elektronenmikroskopischen Untersuchungen nur geringe Teilchenkonzentrationen, während fast alle Viren der XV-Gruppe meist in guter Konzentration vorliegen.



Allgemeines:

Nach den Ergebnissen von WETTER, QUANTZ und BRANDES (1958, 1959, 1962) können verschiedene deutsche und amerikanische Isolate, u. a. auch das *Wisconsin pea streak virus* und das *Idaho streak virus*, zu einer Virusart zusammengefaßt werden, die wir als *pea streak virus* bezeichnet haben.

Morphologie:

Umfangreiche Vermessungen, die zu einem großen Teil im Vergleich mit *red clover vein mosaic virus* vorgenommen wurden, ergaben eine Normallänge von 619 m μ (WETTER, QUANTZ und BRANDES 1962). Der früher für das „Steinkleevirus“, das sich als ein Stamm des *pea streak virus* erwies, ermittelte Wert von 616 m μ (BRANDES und QUANTZ 1957) wurde somit bestätigt.

Serologie:

Die bereits von WETTER und QUANTZ (1958) beschriebene Verwandtschaft mit *red clover vein mosaic virus* wurde von WETTER, QUANTZ und BRANDES (1962) bestätigt.

Wirtspflanzen:

Das Virus wurde vornehmlich auf *Vicia faba* und *Pisum sativum* kultiviert, doch konnte es elektronenmikroskopisch und serologisch in einer großen Zahl weiterer Wirtspflanzen nachgewiesen werden (vgl. WETTER, QUANTZ und BRANDES 1962).

Bemerkungen:

Für die Viren der SV-Gruppe war als typisches Merkmal erwähnt worden, daß die Partikeln häufig nach einer Seite leicht gebogen sind. Dieses Charakteristikum findet sich nach unseren Erfahrungen besonders auffällig beim *pea streak virus*.

Von infizierten Erbsen stellten wir mit der Tauchmethode Präparate her, die das Virus in sehr hoher Konzentration enthielten. Dabei waren die Partikeln mitunter stark längsaggregiert. *Red clover vein mosaic virus* zeigte demgegenüber in den meisten Fällen sehr einheitliche Partikeln.



Allgemeines:

Die nachfolgenden Daten beruhen auf den Ergebnissen von WETTER, QUANTZ und BRANDES (1958, 1959, 1962). Für die Untersuchungen standen je ein deutsches und holländisches Isolat sowie zwei amerikanische Isolate zur Verfügung.

Morphologie:

Die Normallänge wurde zu 654 m μ ermittelt. Das Virus wurde häufig bei Paralleluntersuchungen vermessen.

Serologie:

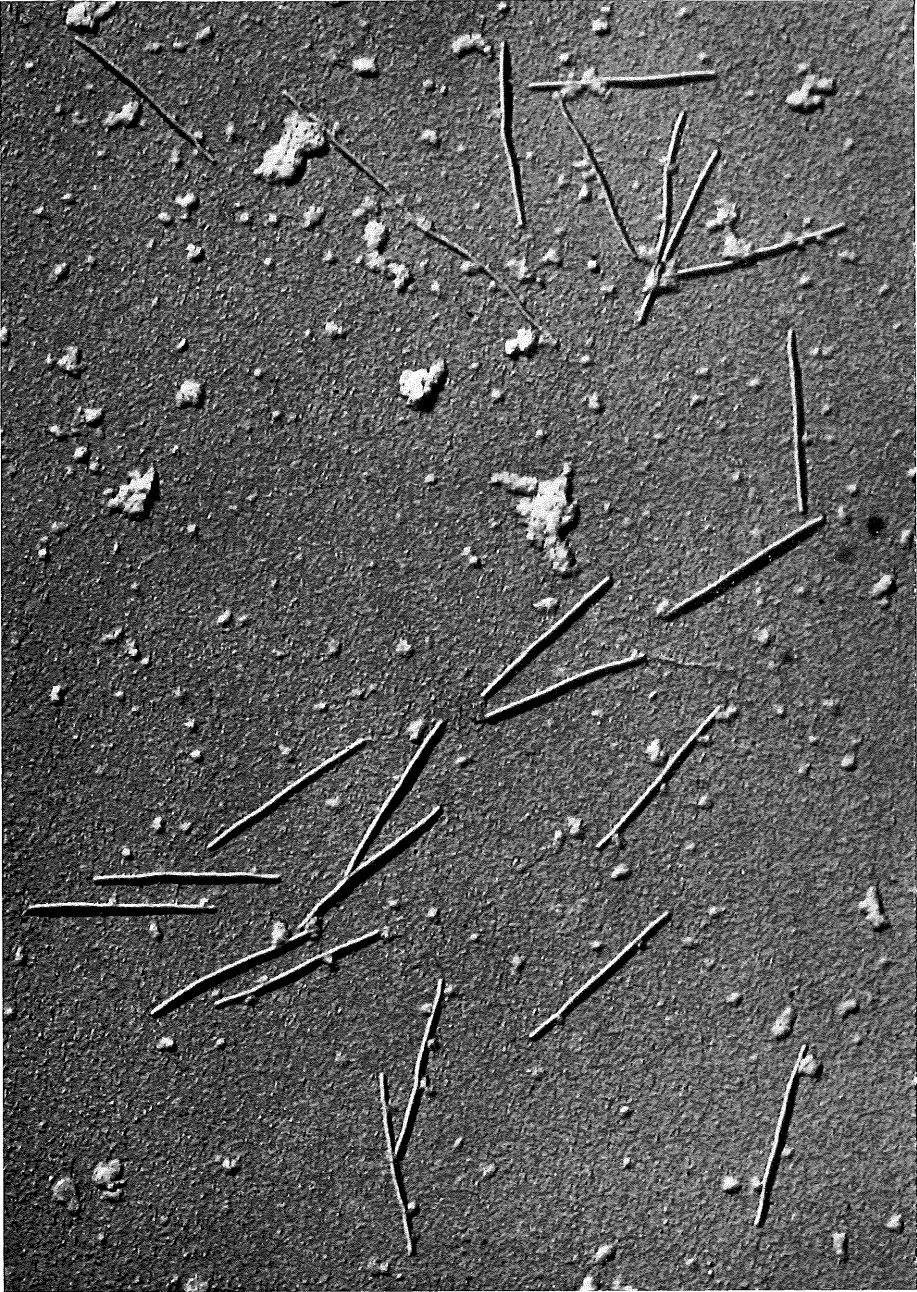
Red clover vein mosaic virus ist serologisch verwandt mit *pea streak virus*. Nach vorläufigen Ergebnissen von WETTER und PAUL (1962) ist es möglich, daß auch eine entfernte Verwandtschaft zum *carnation latent virus* besteht. Damit wäre die auf Grund der morphologischen Daten vermutete Beziehung von *red clover vein mosaic virus* und *pea streak virus* zu anderen Viren der SV-Gruppe hergestellt.

Wirtspflanzen:

Bei den meisten Untersuchungen benutzten wir *Vicia faba*. Das Virus läßt sich jedoch elektronenmikroskopisch und serologisch in einer Reihe anderer Wirtspflanzen nachweisen.

Bemerkungen:

Neben *carnation latent virus* eignet sich *red clover vein mosaic virus* nach unseren Erfahrungen besonders gut für vergleichende Untersuchungen innerhalb der SV-Gruppe, da es sich leicht präparieren läßt und die Partikeln fast stets sehr uniform sind.



Allgemeines:

SCHNEPF und BRANDES (1961/62) hatten in *Passiflora* elektronenmikroskopisch ein Virus gefunden, das auf *Passiflora* keine Symptome hervorruft und — wie auch die weiteren Untersuchungen von BRANDES und WETTER (1963/64) ergaben — offenbar mit keinem anderen Virus identisch ist.

Morphologie:

Die Normallänge wurde mit 648 m μ ermittelt (SCHNEPF und BRANDES 1961), wobei kein gesicherter Unterschied gegenüber dem Kartoffel-M-Virus gefunden wurde. In weiteren vergleichenden Vermessungen wurde dieser Wert bestätigt (BRANDES 1963).

Serologie:

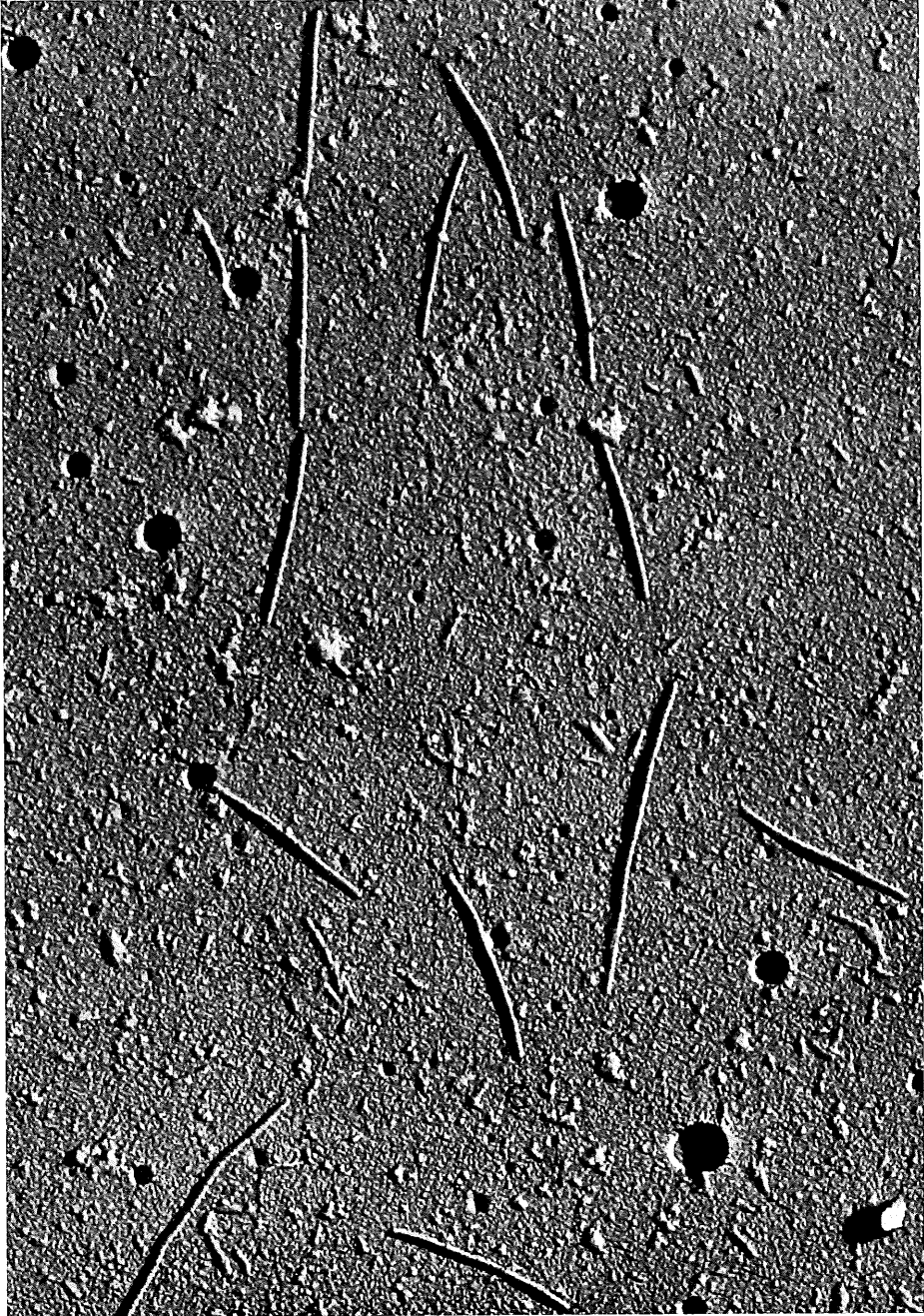
Das Virus erwies sich als serologisch verwandt mit dem *carnation latent virus*, den Kartoffelviren S und M, sowie mit *Chrysanthemum virus B* und 'cactus virus 2' (BRANDES und WETTER 1963/64).

Wirtspflanzen:

Für serologische Versuche wurde ausschließlich *Chenopodium quinoa* verwendet (BRANDES und WETTER 1963), neben *Passiflora* der einzige bislang bekannte systemische Wirt. Für elektronenmikroskopische Untersuchungen eignen sich neben *Chenopodium quinoa* auch *Passiflora coerulea* und *Passiflora suberosa*, wobei die Tauchmethode zufriedenstellende Resultate ergibt.

Bemerkungen:

In den elektronenmikroskopischen Präparaten treten bei Verwendung von *Passiflora* häufiger als normal virusähnliche Stäbchen auf (vgl. Teil III b), die jedoch anders als in Abb. 9 meist kurz sind.



Carnation latent virus**Allgemeines:**

Dieses Virus ist von KASSANIS (1956) gefunden und beschrieben worden. Alle unsere Versuche wurden mit diesem Isolat durchgeführt.

Morphologie:

Die Normallänge des *carnation latent virus* liegt bei 652 m μ . Das Virus wurde von uns häufig bei vergleichenden Vermessungen eingesetzt (BRANDES, WETTER, BAGNALL und LARSON 1959; BRANDES 1963). Das Virus ist auf Grund unserer Ergebnisse morphologisch nicht zu unterscheiden von den Kartoffelviren S und M, vom *Passiflora latent virus* und vom *red clover vein mosaic virus*.

Serologie:

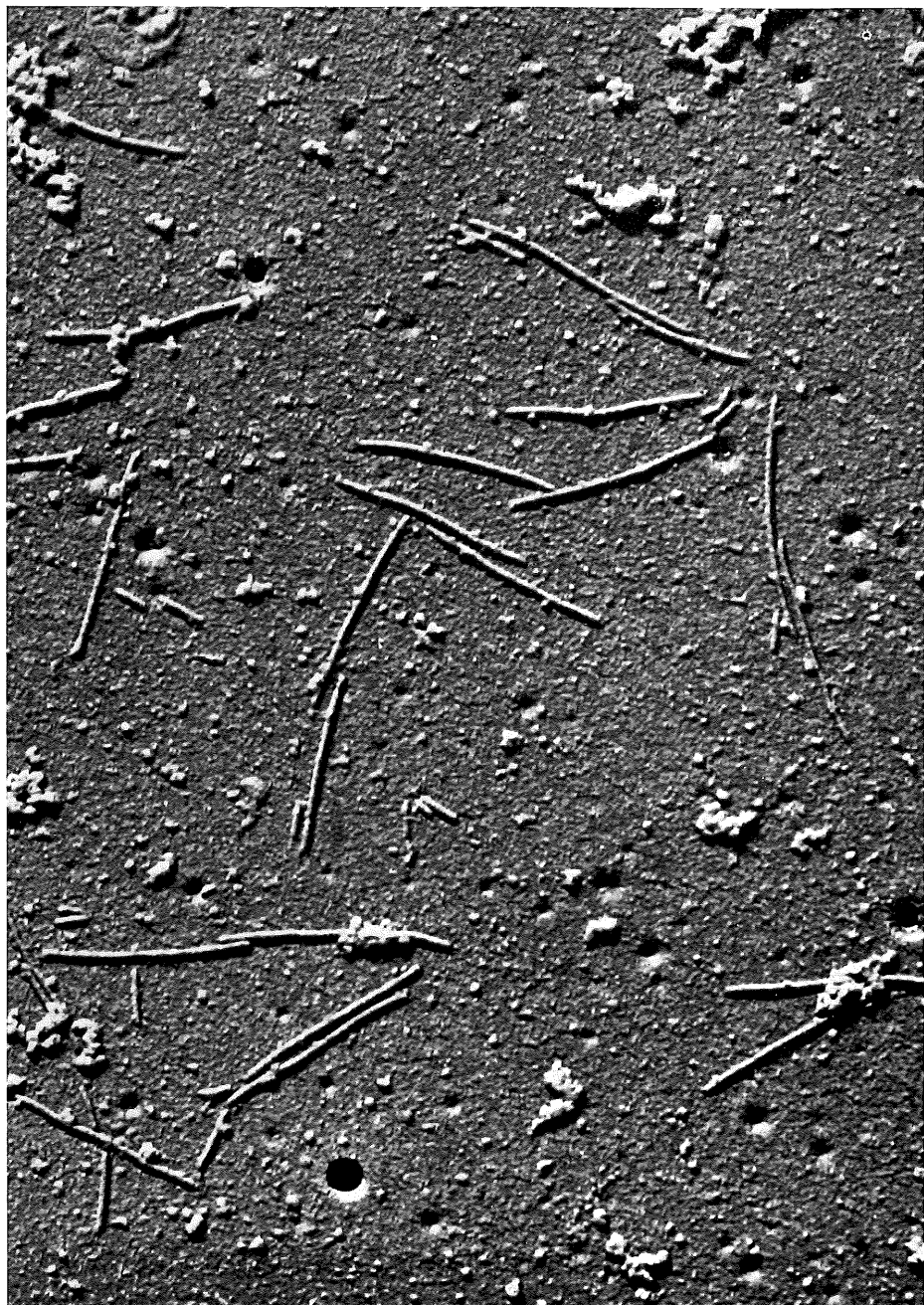
KASSANIS (1956) hatte bereits eine serologische Verwandtschaft zum Kartoffel-S-Virus festgestellt. Weitere serologische Untersuchungen ergaben eine Verwandtschaft zum Kartoffel-M-Virus (BAGNALL, WETTER und LARSON 1959) und zum *Chrysanthemum virus B* (HAKKAART, VAN SLOGTEREN und DE Vos 1962). Einige Ergebnisse von WETTER und PAUL (1962) deuten auf die Möglichkeit einer sehr entfernten Verwandtschaft zum *red clover vein mosaic virus* hin. In Überkreuzreaktionen wurde ferner eine serologische Verwandtschaft zwischen *carnation latent virus* und *Passiflora latent virus* festgestellt (BRANDES und WETTER 1963).

Wirtspflanzen:

Dianthus barbatus.

Bemerkungen:

Das Virus läßt sich leicht mit Hilfe der Tauchmethode elektronenmikroskopisch darstellen und bietet somit ein gutes Objekt für vergleichende Untersuchungen in der SV-Gruppe.



('Cactus virus 2')

Allgemeines:

BRANDES und USCHDRAWAIT (1958, unveröffentlicht) zitiert bei BRANDES und WETTER (1959) hatten in einigen Kakteen ein Virus gefunden, das eine Normlänge von etwa 650 m μ aufwies und somit von dem kürzlich als *cactus virus X* (BRANDES und BERCKS 1962/63) bezeichneten Virus unterschieden werden kann. Das Virus trägt die vorläufige Bezeichnung 'cactus virus 2'. Nach anfänglichen Mißerfolgen gelang es, das Virus auf *Chenopodium quinoa* zu übertragen. Die Infektion wird systemisch, ohne daß die Pflanzen Symptome aufweisen. Vergleichende elektronenmikroskopische und serologische Untersuchungen werden z. Z. durchgeführt (WETTER und BRANDES).

Morphologie:

Die ersten Vermessungen ergaben eine Normlänge von etwa 650 m μ .

Serologie:

Vorläufige Resultate ergaben serologische Beziehungen zum *Passiflora latent virus* und anderen Viren der SV-Gruppe (BRANDES und WETTER 1963/64).

Wirtspflanzen:

Chenopodium quinoa. Das Virus kann mit der Tauchmethode für elektronenmikroskopische Untersuchungen auch leicht von Kakteen präpariert werden.

Bemerkungen:

Die bis jetzt vorliegenden Daten lassen bereits den Schluß zu, daß das Virus mit dem Kartoffel-S-Virus und dem *Passiflora latent virus* näher verwandt ist als mit anderen Viren der SV-Gruppe. Die serologischen Beziehungen zum *Passiflora latent virus* sind so eng, daß es möglicherweise gerechtfertigt ist, 'cactus virus 2' nicht als selbständig, sondern als einen Stamm dieses Virus aufzufassen.



Allgemeines:

Das Kartoffel-S-Virus wurde besonders intensiv studiert. In die Untersuchungen wurde eine Reihe verschiedener Isolate aus Deutschland, Holland und den Vereinigten Staaten von Amerika einbezogen.

Morphologie:

Die ersten Vermessungen führten WETTER und BRANDES (1955, 1956) durch. Über Parallelmessungen mit dem Kartoffel-M-Virus und dem *carnation latent virus* berichteten BRANDES, WETTER, BAGNALL und LARSON (1959). Die ermittelte Normallänge betrug 657 m μ . Kartoffel-S-Virus wurde auch bei der Untersuchung anderer Viren mehrmals zu vergleichenden Vermessungen herangezogen.

Serologie:

Die serologische Verwandtschaft des Kartoffel-S-Virus mit Kartoffel-M-Virus und *carnation latent virus* ist von BAGNALL, WETTER und LARSON (1959) ausführlich behandelt worden. Das Virus ist außerdem serologisch verwandt mit *Chrysanthemum virus B* (HAKKAART, VAN SLOOTEREN und DE Vos 1962), *Passiflora latent virus* und 'cactus virus 2' (BRANDES und WETTER 1963).

Wirtspflanzen:

Die meisten Versuche wurden an Kartoffeln (*Solanum tuberosum*) durchgeführt, wobei darauf hinzuweisen ist, daß ein Teil der Kartoffelsorten vollständig oder in hohem Maße mit dem Kartoffel-S-Virus durchseucht ist. Zur Isolierung des Kartoffel-S-Virus aus einem Gemisch mit Kartoffel-M-Virus eignet sich *Nicotiana debneyi* (BAGNALL, LARSON und WALKER 1956).



Allgemeines:

Das Kartoffel-M-Virus ist von BAGNALL, LARSON und WALKER (1956) und von BAGNALL, WETTER und LARSON (1959) beschrieben worden.

Morphologie:

Die Normallänge des Kartoffel-M-Virus wurde von BRANDES, WETTER, BAGNALL und LARSON (1959) zu 651 m μ ermittelt. Demnach läßt sich das Virus nicht vom Kartoffel-S-Virus und *carnation latent virus*, die im Vergleich vermessen wurden, unterscheiden. Auch gegenüber dem *Passiflora latent virus* wurden keine Unterschiede in der Normallänge festgestellt (SCHNEFF und BRANDES 1961).

Serologie:

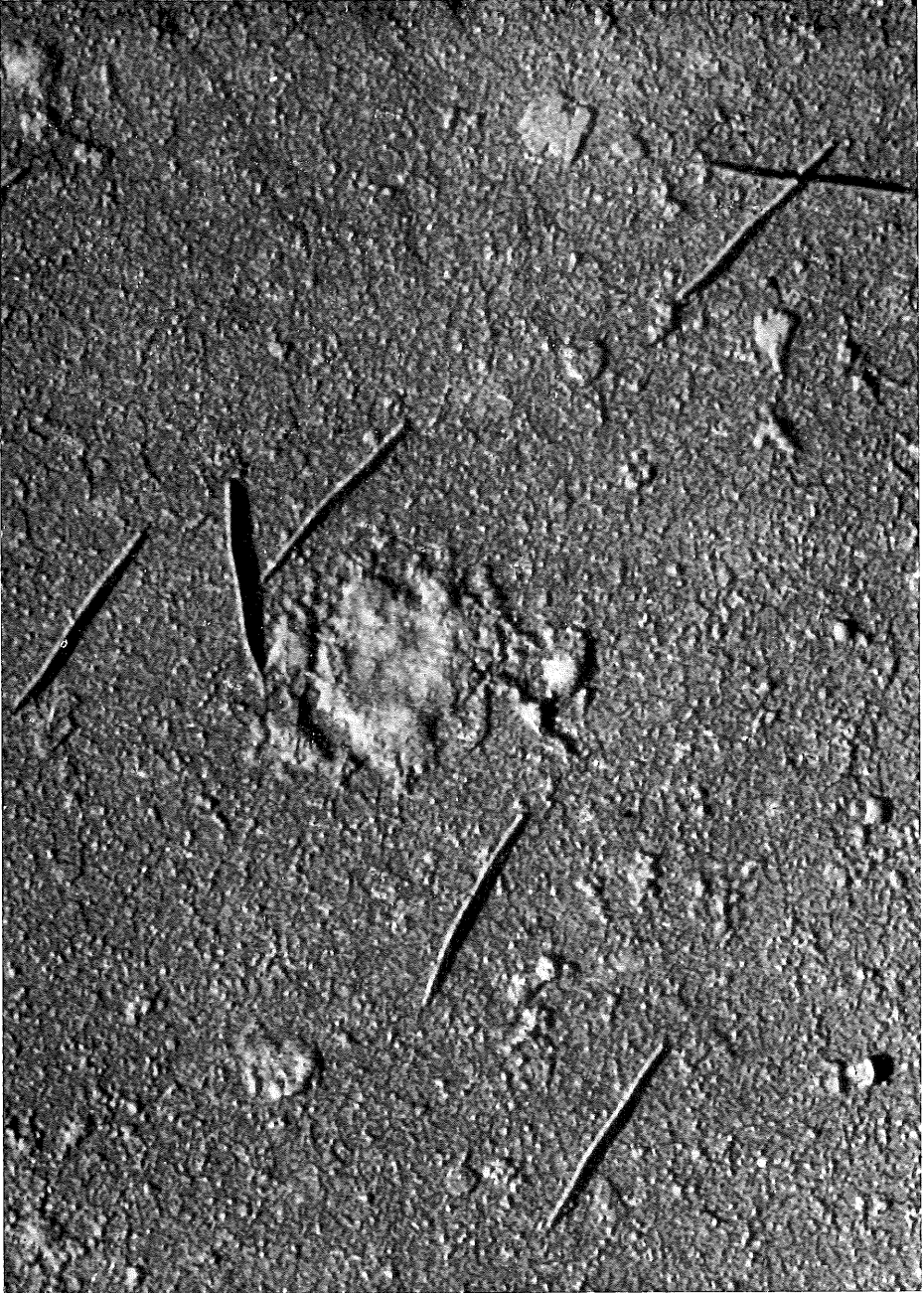
Das Virus ist serologisch verwandt mit dem Kartoffel-S-Virus und *carnation latent virus* (BAGNALL, WETTER und LARSON 1959). Ferner wurden serologische Beziehungen zum *Chrysanthemum virus B* (HAKKAART, VAN SLOGTEREN und DE Vos 1962) und *Passiflora latent virus* (BRANDES und WETTER 1963) festgestellt.

Wirtspflanzen:

Bei den meisten Untersuchungen verwendeten wir Tomaten (*Lycopersicon esculentum*), die symptomlos bleiben, aber das Virus in hoher Konzentration enthalten. Tomaten sind nicht anfällig gegenüber dem Kartoffel-S-Virus. Ferner benutzten wir häufig die Kartoffelsorte Saco, die gegenüber den Kartoffelviren S und X immun ist (BAGNALL, LARSON und WALKER 1956).

Bemerkungen:

BAGNALL, WETTER und LARSON haben klargestellt, daß *potato paracrinkle* ebenso wie *potato leafrolling mosaic* auf eine Mischinfektion von den Kartoffelviren M und S zurückzuführen sind. KASSANIS (1961 b) benutzt nach wie vor die Bezeichnung *paracrinkle virus* und faßt dieses sowie *potato virus S* und *carnation latent virus* als Serotypen des *potato leafrolling mosaic virus* auf.



Chrysanthemum virus B

Allgemeines:

Wir führten elektronenmikroskopische Untersuchungen an je einem Isolat von DALCHOW (1960, unveröffentlicht) und VAN SLOGTEREN (HAKKAART, VAN SLOGTEREN und DE VOS 1962) durch.

Morphologie:

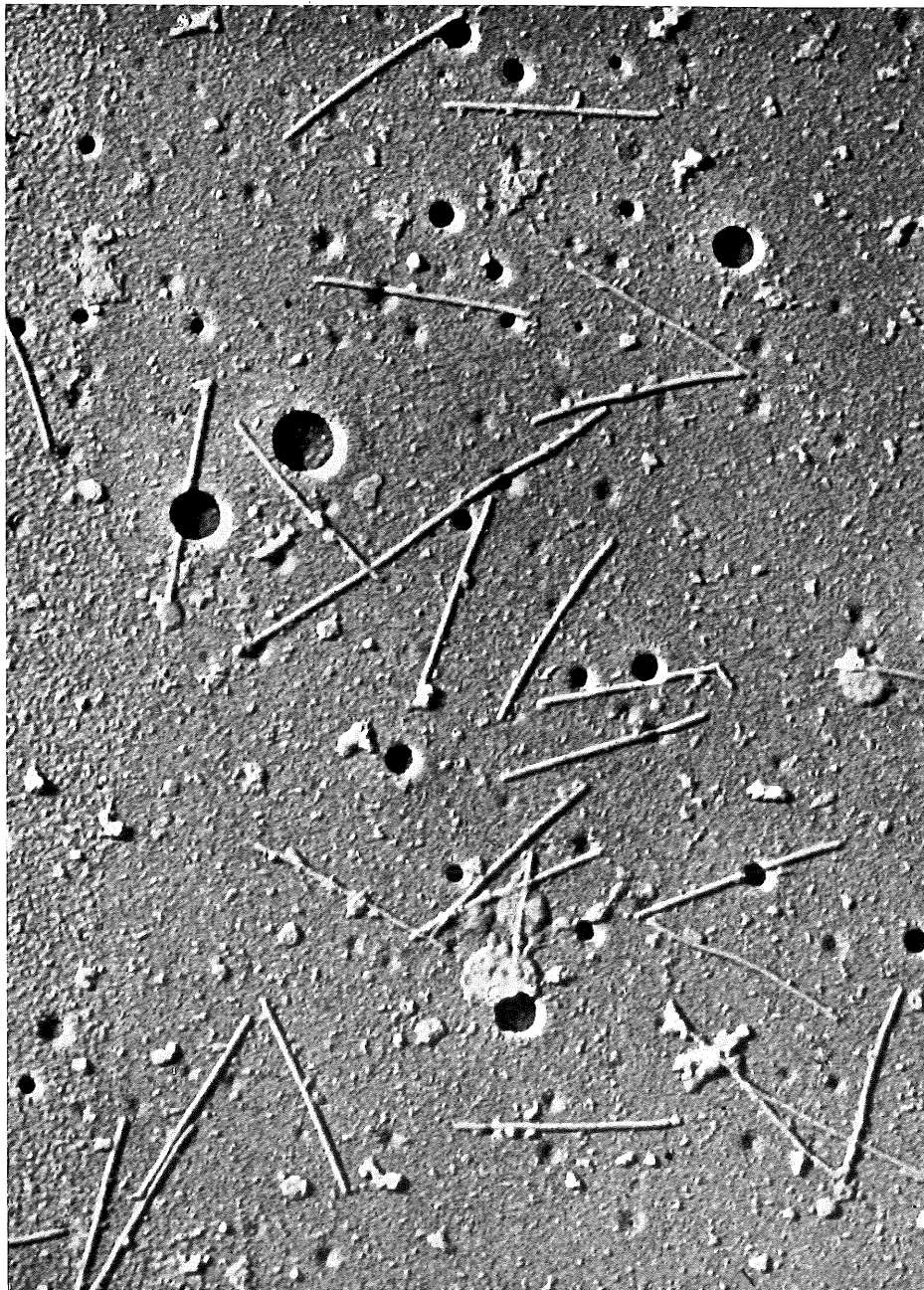
Frühere Ergebnisse mit dem deutschen Isolat, die von DALCHOW sowie in unserem Institut erzielt wurden, konnten mit dem holländischen Isolat bestätigt werden. Eine Normlänge von 691 m μ wurde in Vergleichsmessungen mit Pappelmosaik-Virus, latentem Passiflora-Virus und *carnation latent virus* ermittelt (BRANDES 1963).

Serologie:

Nach HAKKAART, VAN SLOGTEREN und DE VOS (1962) ist *Chrysanthemum virus B* mit *carnation latent virus* und den Kartoffelviren M und S serologisch verwandt. Ferner wurde die Verwandtschaft mit *Passiflora latent virus* nachgewiesen (BRANDES und WETTER 1963).

Wirtspflanzen:

Petunia hybrida.



Allgemeines:

Dieses Virus scheint in Mitteleuropa ziemlich verbreitet zu sein. Wir fanden die Viruspartikeln in verschiedenen Blattproben von deutschen und holländischen Freesien. Auch in einigen Proben von Freesien, die uns H. R. KRISTENSEN (Lyngby, Dänemark) geschickt hatte, und bei denen er vermutete, daß sie mit Freesien-Virus 1 (= *Freesia mosaic virus*) infiziert waren, konnten entsprechende Viruspartikeln nachgewiesen werden.

Auch in Gladiolen verschiedener Herkunft konnten wir Virusteilchen nachweisen, die mit dem Freesienvirus übereinstimmen und die vielleicht ebenfalls zu diesem Virus zu rechnen sind. Sie waren unter der Bezeichnung „Gladiolus virus“ schon von BRANDES und WETTER (1959) erwähnt worden.

Morphologie:

300 Partikeln des „Gladiolus virus“ ergaben eine Normallänge von 643 m μ ; 80 Teilchen des Virus von KRISTENSEN 646 m μ . Parallelmessungen wurden nicht durchgeführt.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

Keine Untersuchungen.

Bemerkungen:

Das hier beschriebene Virus fanden wir mitunter gemeinsam mit *bean yellow mosaic virus* in Gladiolen und Freesien. Beide Viren können wegen der unterschiedlichen Größe und Form leicht auseinander gehalten werden. Wie stets bei Mischinfektionen kann jedoch das eine der beiden Viren übersehen werden, wenn seine Konzentration sehr niedrig ist.

Nach den von VAN KOOT et al. (1954) publizierten Daten und elektronenmikroskopischen Aufnahmen des von ihnen untersuchten Freesienmosaik-Virus, besteht eine große Wahrscheinlichkeit dafür, daß auch wir dieses Virus untersuchten. Es ist offenbar durch die abgebildeten Partikeln charakterisiert und vermutlich nicht mit einem anderen Virus der SV-Gruppe identisch.



Allgemeines:

Als Ergänzung zu den Untersuchungen über die „Kräuselkrankheit des Hopfens“ von NUBER (RADEMACHER, WEIL und NUBER 1958, NUBER 1959) wurden auch in unserem Institut elektronenmikroskopische Versuche angestellt. In einer großen Zahl von Blattproben von Hopfen wurde ein gestrecktes Virus festgestellt. Es konnte allerdings nicht erwiesen werden, daß dieses Virus mit der Kräuselkrankheit oder einer anderen Hopfenkrankheit in ursächlichem Zusammenhang steht (NUBER 1959). Möglicherweise handelt es sich um ein latentes Virus.

Morphologie:

Die von NUBER und die in unserem Institut durchgeführten Vermessungen hatten die gleichen Ergebnisse gebracht. Die Normallänge wurde zu etwa 650 m μ bestimmt.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

Alle elektronenmikroskopischen Präparate wurden von Hopfenblättern hergestellt. Sie waren häufig stark verschmutzt. NUBER (1959) gelang es nicht, das Virus auf andere Wirtspflanzen zu übertragen. Auch die Übertragung der Partikeln von Hopfen zu Hopfen konnte nicht nachgewiesen werden.

Möglicherweise hängt das von SCHMIDT und SCHMIDT (1961/62) beschriebene Virus mit dem hier erwähnten zusammen.



Allgemeines:

Wir stellten elektronenmikroskopische Vergleiche mit einem holländischen Isolat (BERG 1962) und einem deutschen Isolat an (BRANDES 1963). Ferner konnte das Virus in einer Reihe von Proben von Pappelblättern nachgewiesen werden.

Morphologie:

Die Normallänge beträgt etwa 670 m μ . Das deutsche und das holländische Isolat konnten morphologisch nicht unterschieden werden.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

Petunia hybrida.



Wheat streak mosaic virus**Allgemeines:**

Das Virus wurde 1959 von der American Type Collection bezogen. Es war bislang in Europa nicht gefunden worden, wurde jedoch kürzlich von POP (1962) für Rumänien nachgewiesen.

Morphologie:

Die Normallänge dieses Virus, das schon von früheren Autoren im Elektronenmikroskop abgebildet worden war, beträgt nach unseren Untersuchungen 702 m μ (BRANDES 1959). Auch POP (1962) ermittelte eine Normallänge von etwa 700 m μ . Vergleichende Untersuchungen mit anderen Viren ähnlicher Form und Größe liegen noch nicht vor.

Serologie:

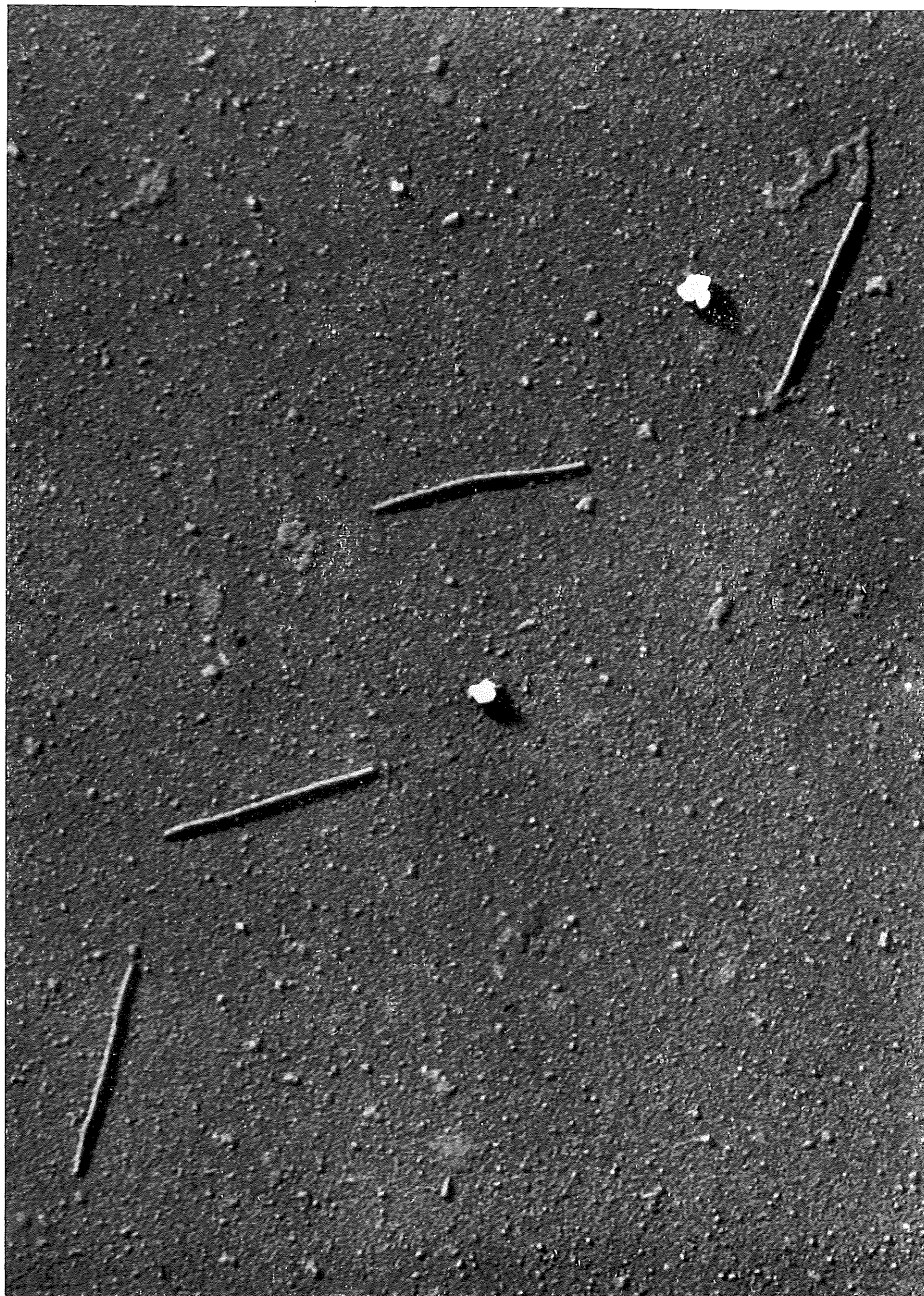
Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

Triticum aestivum, Weizen.

Bemerkungen:

Wheat streak mosaic virus und *ryegrass mosaic virus* sind die beiden einzigen gestreckten Viren, die durch Milben übertragen werden. Andererseits sind sie morphologisch anderen Viren der SV-Gruppe sehr ähnlich, die durch Aphiden übertragen werden. Vergleichende Untersuchungen zur Verwandtschaft etwa zum *Chrysanthemum virus B* wären deshalb sehr erwünscht, da sie vielleicht dazu beitragen können, die Frage der Bedeutung des Übertragungsmechanismus für die Klassifizierung zu beantworten.



Ryegrass mosaic virus

Allgemeines:

Dieses Virus wurde von MULLIGAN (1960) beschrieben. A. GIBBS (Rothamsted, England) stellte uns eine Probe für Vermessungen zur Verfügung.

Morphologie:

Die Vermessungen von über 200 Partikeln ergab eine Normallänge von 703 m μ . Das Virus ließ sich mit der Tauchmethode leicht nachweisen.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

Weidelgras (*Lolium perenne*).

Bemerkungen:

Wenn auch noch keine Parallelvermessungen durchgeführt wurden, so ist doch die Übereinstimmung in den morphologischen Daten mit dem *wheat streak mosaic virus* auffällig. Ebenso wie dieses Virus wird auch *ryegrass mosaic virus* durch Milben übertragen. Serologische Untersuchungen werden die Beziehungen zwischen beiden Viren zu klären haben.



Allgemeines:

Es wurde eine Reihe von Stämmen untersucht, die bei BODE und PAUL (1956) und BARTELS (1958) erwähnt sind. Darüber hinaus haben wir das Virus in vielen Proben verschiedener Herkunft nachweisen können.

Morphologie:

Die von BODE und PAUL (1956) ermittelte Normallänge wurde auf Grund späterer Parallelvermessungen korrigiert (BRANDES und PAUL 1957). Es zeigte sich, daß das Kartoffel-Y-Virus mit einer Normallänge von 729 m μ nicht vom Kartoffel-A-Virus und vom Rübenmosaik-Virus unterschieden werden kann. Zwischen verschiedenen Stämmen konnten weder von BODE und PAUL noch in späteren Untersuchungen gesicherte morphologische Unterschiede festgestellt werden.

Kartoffel-Y-Virus wurde häufig bei Parallelvermessungen benutzt, da es gegenüber anderen Viren der YV-Gruppe relativ hohe Konzentrationen erreichen kann.

Serologie:

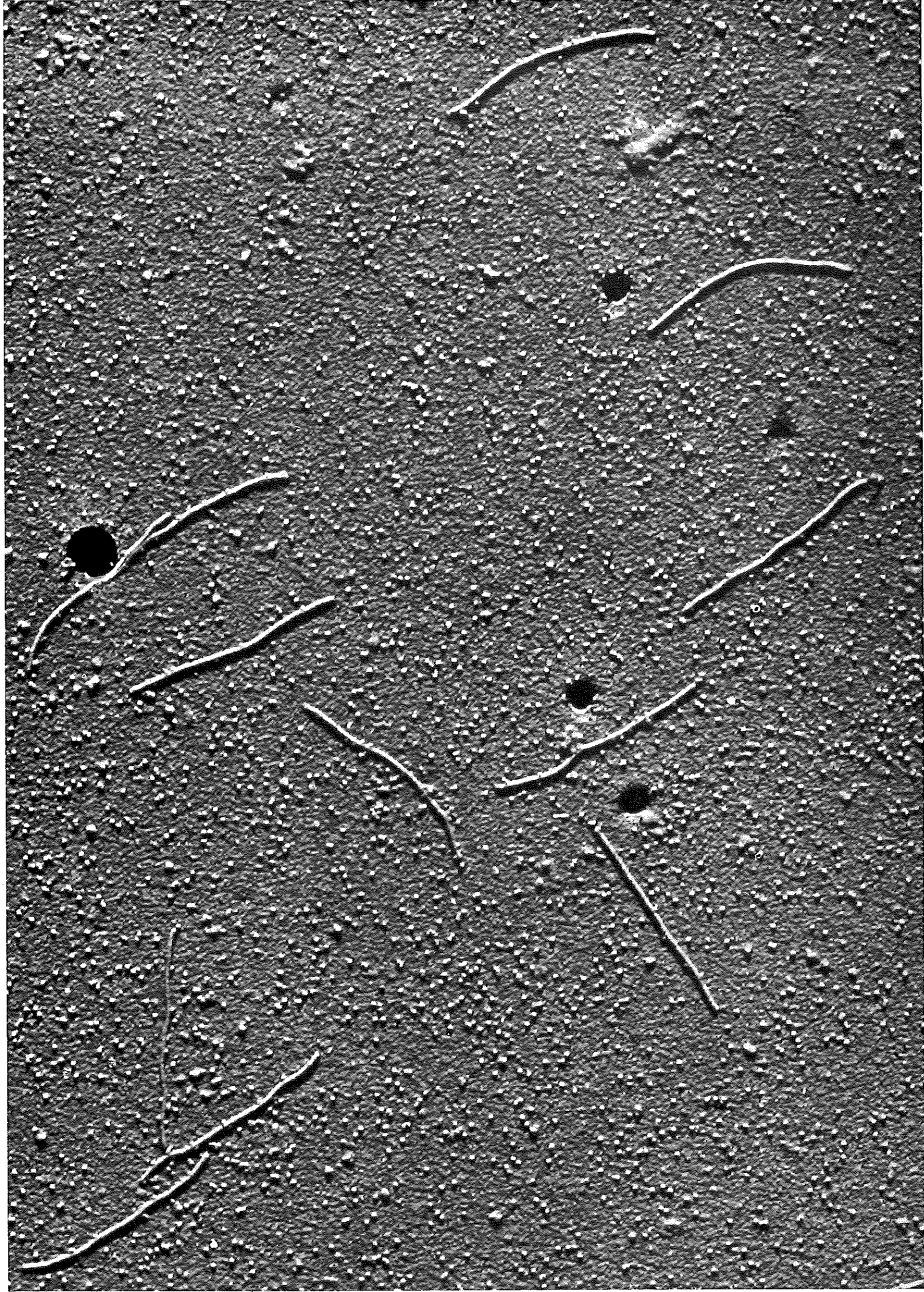
BARTELS (1958) konnte auf serologischem Wege 5 Stämme differenzieren. Bis auf den „Silberschmidt-Stamm“, den man u. U. als selbständiges Virus ansehen könnte, waren die Isolate relativ nahe miteinander verwandt. Mit hochtitrigen Antiseren konnte eine entfernte Verwandtschaft zu folgenden Viren festgestellt werden: *Beet mosaic virus* und *bean yellow mosaic virus* (BERCKS 1960 b, 1960/61), *watermelon mosaic virus* (VAN REGENMORTEL, BRANDES und BERCKS 1962). Nach BARTELS (1963/64) ist das Virus ferner mit *potato virus A*, *tobacco etch virus* und *henbane mosaic virus* verwandt.

Wirtspflanzen:

Nicotiana tabacum (Samsun), *Petunia hybrida*.

Bemerkungen:

Siehe bei *tobacco etch virus* und *potato virus A*.



Allgemeines:

Es standen einige Isolate aus unserer Sammlung zur Verfügung. Ferner haben wir das Virus in vielen Proben aus kranken Kartoffelbeständen nachweisen können.

Morphologie:

PAUL und BODE (1956 a) hatten die Normlänge zu 739 m μ bestimmt. Spätere Parallelvermessungen (BRANDES und PAUL 1957) ergaben, daß *potato virus A* mit einer Normlänge von 730 m μ nicht von *potato virus Y* und *beet mosaic virus* morphologisch unterschieden werden kann.

Serologie:

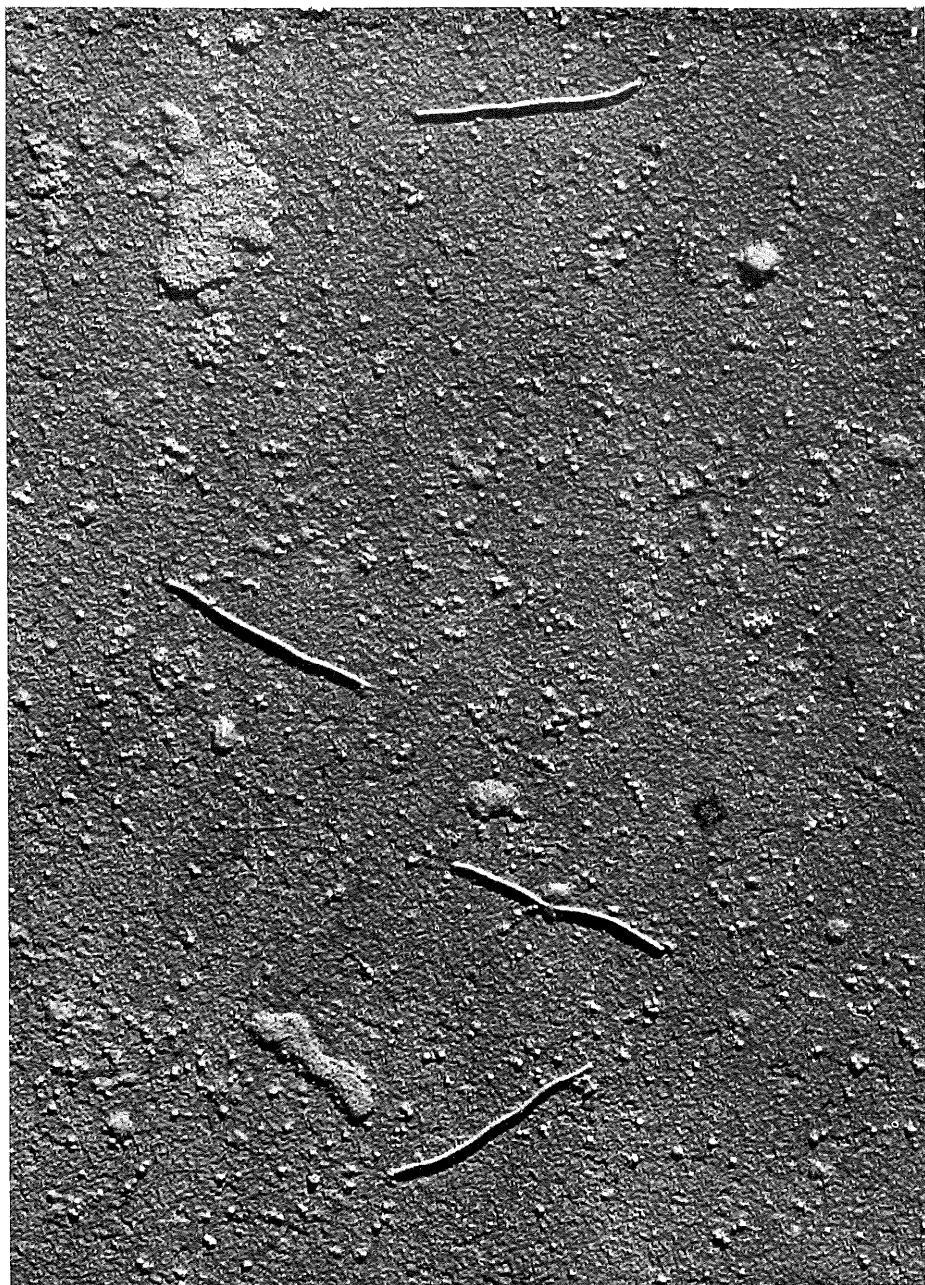
Nach den Ergebnissen von BARTELS (1963/64) ist das Virus mit *potato virus Y*, *tobacco etch virus* und *henbane mosaic virus* serologisch verwandt.

Wirtspflanzen:

Nicotiana tabacum, *Petunia hybrida*.

Bemerkungen:

Man unterscheidet *potato virus A* von *potato virus Y* durch seine andersartige Reaktion auf der Hybride A 6 (KÖHLER 1953). Nach SOMMEREYNS (1959) ist das Kartoffel-A-Virus im Gegensatz zu früheren Feststellungen doch auf *Nicotiana glutinosa* übertragbar. Ebenso wie das Kartoffel-Y-Virus ist das Kartoffel-A-Virus nicht auf *Datura stramonium* übertragbar und unterscheidet sich damit von *tobacco etch virus* und *henbane mosaic virus* (vgl. auch Bemerkungen zu *tobacco etch virus*).



Allgemeines:

Für die Untersuchungen stand ein deutsches Isolat zur Verfügung, das seit mehreren Jahren im Gewächshaus auf *Beta vulgaris* und *Stellaria media* gehalten wird (BERCKS und STELMACH 1959, BERCKS 1960/61). Ferner konnte das Virus in einer Reihe von eingesandten Proben von mosaikkranken Rüben nachgewiesen werden.

Morphologie:

Das Virus wurde erstmals von ZIMMER und BRANDES (1956) elektronenmikroskopisch dargestellt und die Normallänge zu 733 m μ ermittelt. In vergleichenden Vermessungen konnte festgestellt werden, daß sich das Virus elektronenmikroskopisch nicht von den Kartoffelviren Y und A, wohl aber vom Gelben Bohnenmosaik-Virus unterscheiden läßt (BRANDES und PAUL 1957). Die in dieser Arbeit ermittelten Normallängen waren 729 m μ für Rübenmosaik-Virus und 729 m μ für Kartoffelvirus Y, 730 m μ für Kartoffelvirus A und 749 m μ für das Gelbe Bohnenmosaik-Virus.

Serologie:

Antiseren gegen *bean yellow mosaic virus* und *potato virus Y* zeigten schwache heterologe Reaktionen mit *beet mosaic virus* (BERCKS 1960 b, 1960/61). Reziproke Versuche mit einem Antiserum gegen Rübenmosaik-Virus verliefen — offenbar wegen seines geringen Titers — negativ.

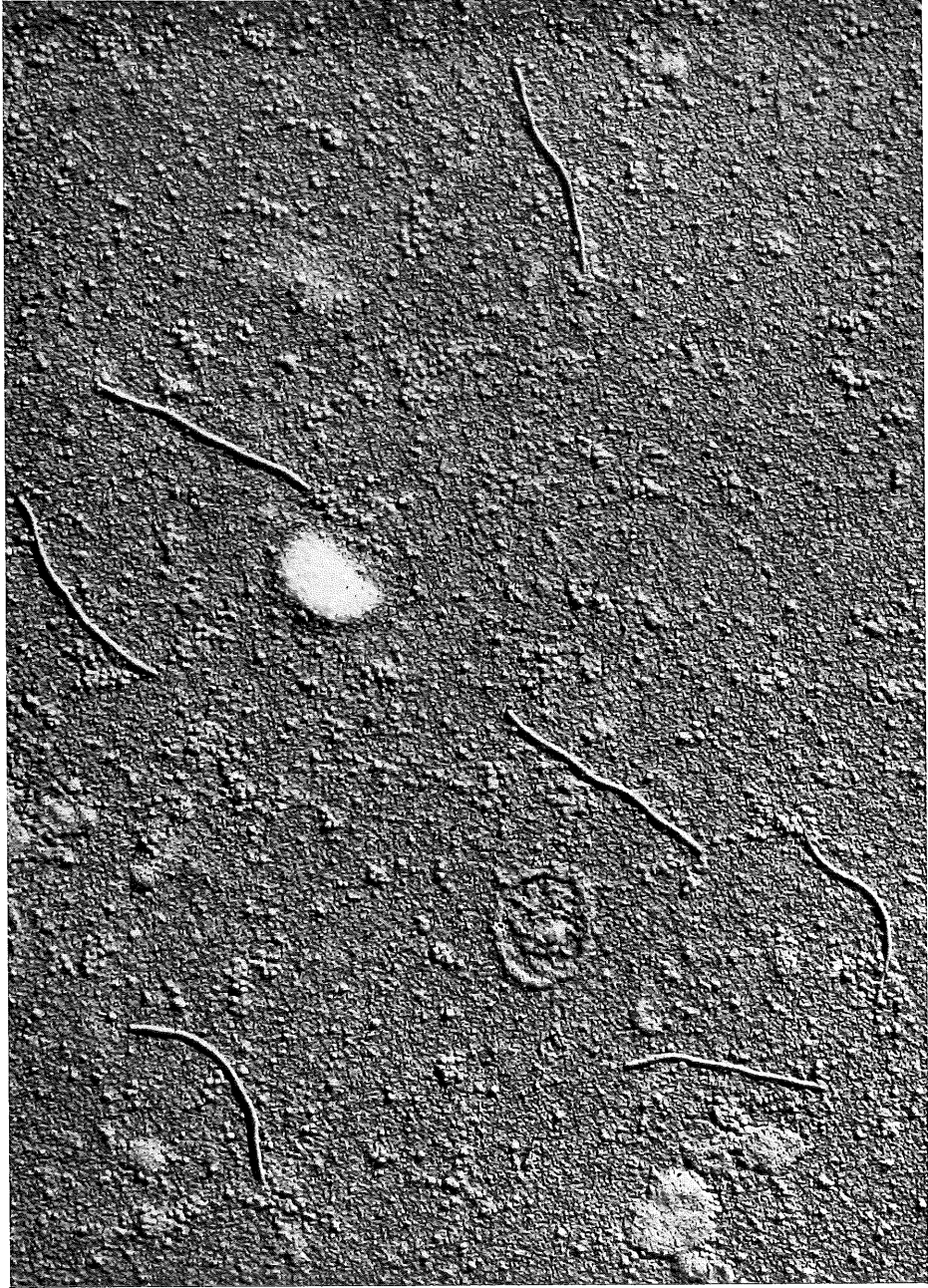
Wirtspflanzen:

Für serologische Versuche hat sich *Stellaria media* bewährt (BERCKS 1960/61). Für elektronenmikroskopische Untersuchungen eignen sich auch *Beta vulgaris* und *Chenopodium quinoa*.

Bemerkungen:

In den elektronenmikroskopischen Präparaten ist die Partikelkonzentration meist nur sehr gering.

Beet mosaic virus läßt sich im Elektronenmikroskop auf Grund seiner Form und Größe leicht vom *beet yellows virus* unterscheiden; es kann allerdings bei Mischinfektionen u. U. übersehen werden (vgl. *beet yellows virus*).



Allgemeines:

Das Virus wird seit einigen Jahren von BARTELS im Institut für Virusserologie gehalten und untersucht. Es stammt ursprünglich aus Rothamsted (England).

Morphologie:

Die Normallänge beträgt 724 m μ (BRANDES 1959).

Serologie:

Serologische Verwandtschaft wurde von BARTELS (1963/64) zu *potato virus Y*, *potato virus A* und *tobacco etch virus* nachgewiesen.

Wirtspflanzen:

Nicotiana tabacum.

Bemerkungen:

Aus den Resultaten von BARTELS (1963/64) ist der Grad der Verwandtschaft des *henbane mosaic virus* zu anderen Viren der YV-Gruppe nicht eindeutig zu entnehmen, insbesondere da reziproke Tests z. T. recht unterschiedliche Resultate brachten. In früheren Untersuchungen aus England (BAWDEN und PIRIE 1939) war zwar keine serologische Verwandtschaft festgestellt worden, doch hatten die damals verwendeten Antiseren offenbar zu geringe Titer. *Henbane mosaic virus* unterscheidet sich vom *potato virus Y* dadurch, daß es auf *Datura stramonium* übertragen werden kann.



Allgemeines:

Das ursprünglich aus Rothamsted (England) stammende Virus wird seit einigen Jahren im Institut für Virusserologie (BARTELS) gehalten und untersucht.

Morphologie:

Die Normallänge beträgt 725 m μ (BRANDES 1959).

Serologie:

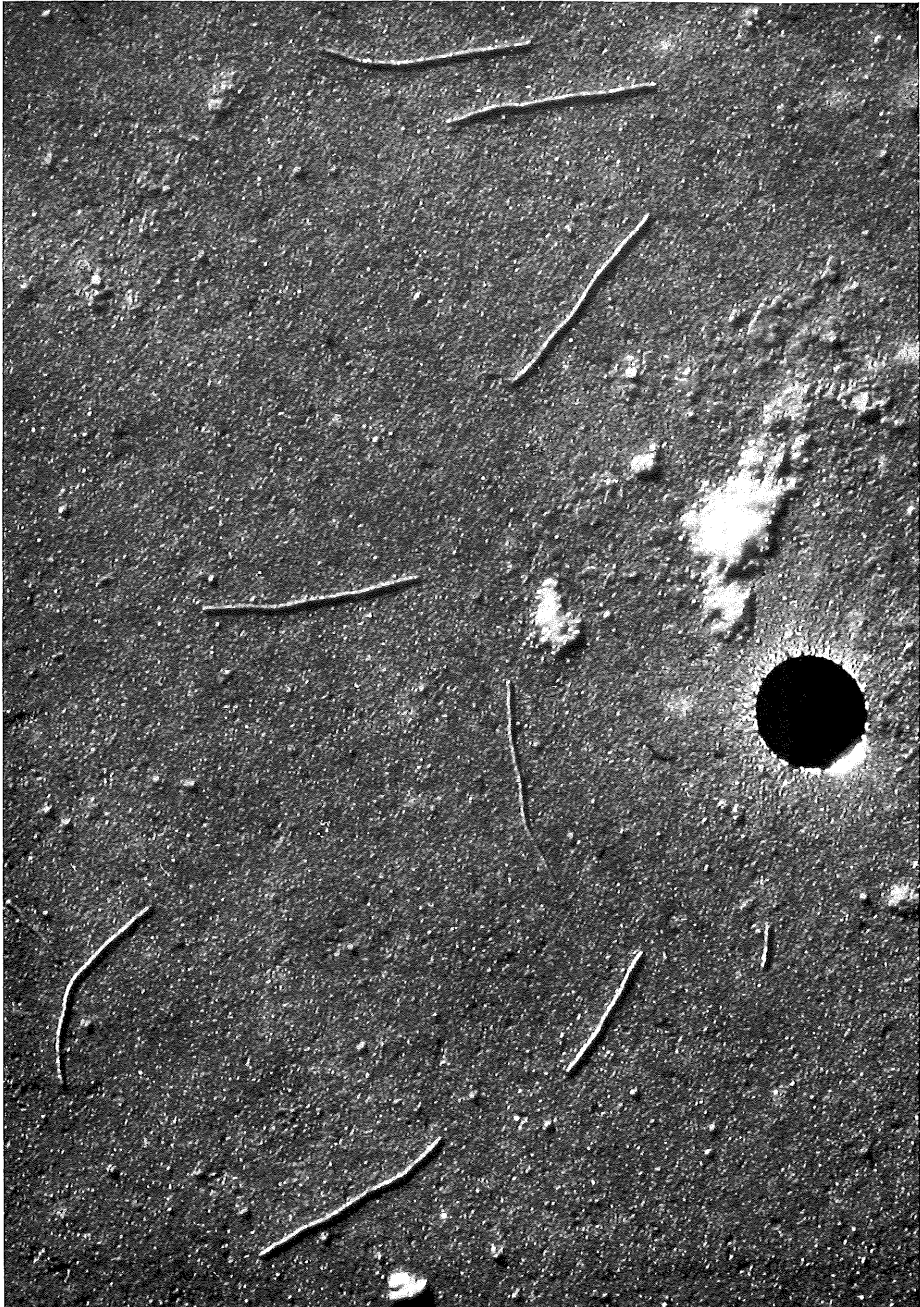
BARTELS (1963/64) stellte serologische Verwandtschaft zu *potato virus Y*, *potato virus A* und *henbane mosaic virus* fest.

Wirtspflanzen:

Nicotiana tabacum, *Datura stramonium*.

Bemerkungen:

Tobacco etch virus, *henbane mosaic virus* und *potato virus Y* wurden schon früher (HOLMES 1948) wegen gemeinsamer Eigenschaften *in vitro* und hinsichtlich der Übertragung zur „Tobacco-etch-Gruppe“ zusammengefaßt, der nach SCHMELZER und KLIN-KOWSKI (1959) auch *potato virus A* zuzuordnen ist. Die Verwandtschaft dieser Viren wird seit mehreren Jahren von BARTELS untersucht. Nach seinen Ergebnissen sind alle vier Viren serologisch verwandt, allerdings sind die Beziehungen unterschiedlich. Die taxonomische Abgrenzung auf Grund der bislang bekannten serologischen Daten ist schwierig.



Allgemeines:

Dieses Virus wurde von VAN REGENMORTEL in Südafrika isoliert. Es wurde von VAN REGENMORTEL, BRANDES und BERCKS (1962) beschrieben. Dieser Arbeit sind alle nachfolgenden Daten entnommen.

Morphologie:

Die Normallänge des Virus wurde zu 725 m μ ermittelt. In Vergleichsmessungen war das Virus kürzer als *bean yellow mosaic virus* und *turnip mosaic virus*.

Serologie:

Kreuzreaktionen ergaben, daß *watermelon mosaic virus* mit *bean yellow mosaic virus* und *potato virus Y* entfernt serologisch verwandt ist.

Wirtspflanzen:

Cucurbita pepo var. *Cocozelle v. Tripolis*.

Bemerkungen:

Die elektronenmikroskopische Darstellung des Wassermelonenmosaik-Virus bereitete uns Schwierigkeiten. Die Konzentration der Partikeln war fast immer ausreichend, doch neigen die Partikeln offenbar sehr zum Aggregieren und Zerbrechen. Auch der Anteil der unsaubereren Präparate war höher als gewöhnlich, da sich Kürbis anscheinend nicht besonders gut für die Präparation eignet.



Allgemeines:

Die meisten Untersuchungen erfolgten mit dem Stamm P 487 von QUANTZ (1961/62), der auch von BERCKS für seine serologischen Versuche benutzt worden war.

Morphologie:

Die Normallänge beträgt nach BRANDES und QUANTZ (1955) 751 m μ . Sie konnte später wiederholt bestätigt werden.

Serologie:

Über die Verwandtschaft mit *bean yellow mosaic virus* berichtete BERCKS (1960 a). Die Ergebnisse der durchgeführten Überkreuzreaktionen lassen jedoch keine eindeutigen Schlüsse über den Grad der Verwandtschaft zu.

Wirtspflanzen:

Phaseolus vulgaris.

Bemerkungen:

Vgl. die Bemerkungen zum *bean yellow mosaic virus*.



Allgemeines:

Bei dem hier beschriebenen Isolat handelt es sich um den Stamm EV 500 von QUANTZ, der auf Grund seines Infektionsvermögens gegenüber Buschbohnen zum Erbsenmosaik-Virus zu stellen wäre (BERCKS 1960 a; QUANTZ 1954 bis 1958, unveröffentlicht).

Morphologie:

Die flexiblen Virusteilchen lassen sich nicht vom *bean yellow mosaic virus* und *bean common mosaic virus* unterscheiden. Wie wiederholte Vermessungen ergaben, liegt die Normallänge bei etwa 750 m μ .

Serologie:

Der Stamm EV 500 ist nach den Untersuchungen von BERCKS (1960 a) serologisch mit dem *bean common mosaic virus* entfernt verwandt. Nähere Verwandtschaftsbeziehungen wurden zu drei Isolaten gefunden, die ebenso wie EV 500 von BERCKS zum *bean yellow mosaic virus* gestellt wurden. Allerdings wurde eine gewisse Abstufung gegenüber einem typischen Stamm des *bean yellow mosaic virus* (L 778) festgestellt.

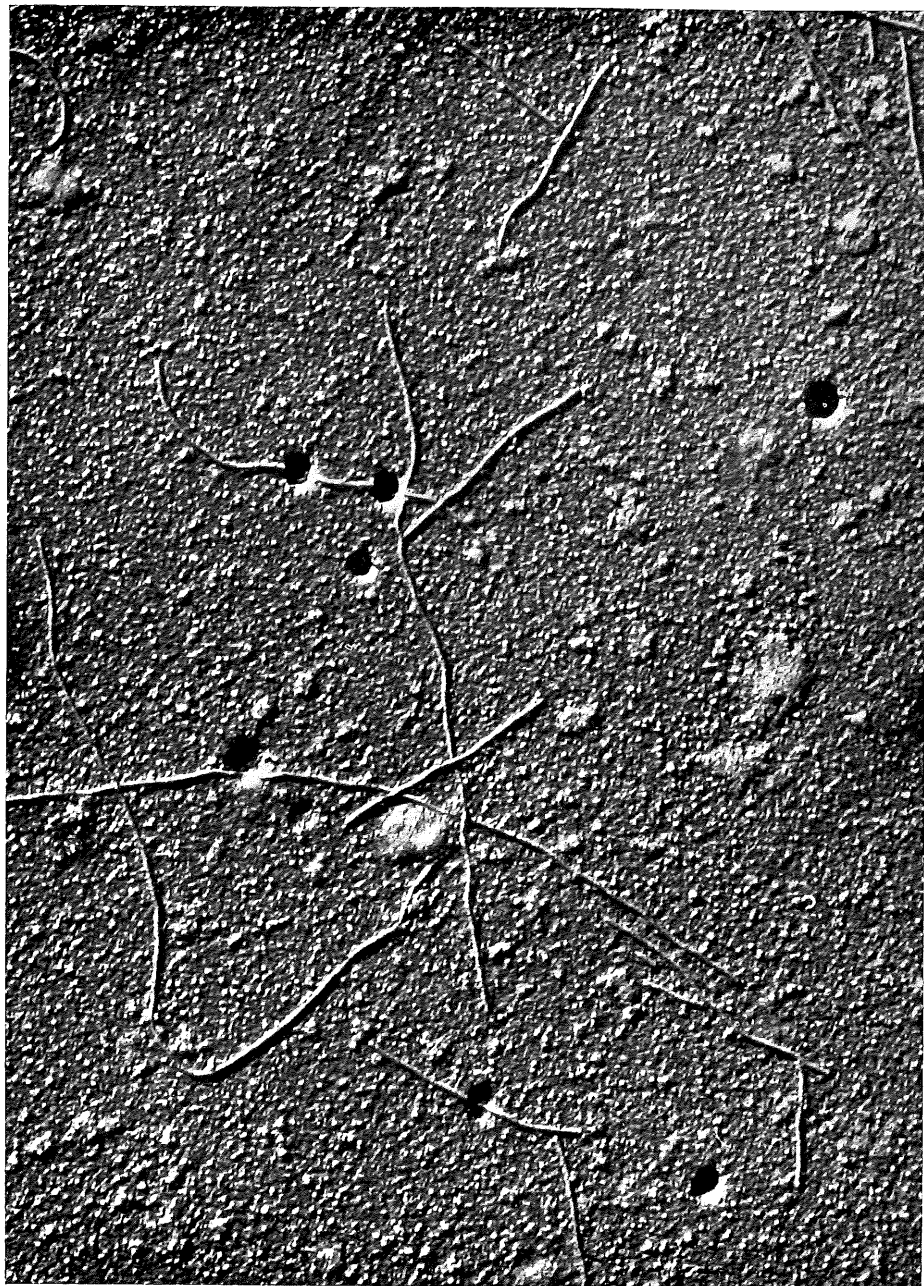
Wirtspflanzen:

Vicia faba, *Pisum sativum*.

Bemerkungen:

Bei der Zuordnung verschiedener Leguminosenviren zum *bean yellow mosaic virus* bzw. zum *pea mosaic virus* bestehen offenbar erhebliche Schwierigkeiten (vgl. QUANTZ 1956, 1958; NOUR und NOUR 1962).

Es erscheint noch nicht sicher, ob *pea mosaic virus* als selbständiges Virus oder als ein Stamm des *bean yellow mosaic virus* anzusehen ist. Auch GOODCHILD (1956) hatte über die Verwandtschaft eines *pea mosaic virus*-Isolates mit dem *bean yellow mosaic virus* berichtet, während HOLLINGS (1959) keine Verwandtschaft feststellen konnte. Vergleichende quantitative serologische Untersuchungen sowie Infektionsversuche mit Isolaten aus verschiedenen Ländern sind notwendig.



Allgemeines:

Das von uns untersuchte Sojamosaik-Virus ist von QUANTZ (1961/62) ausführlich beschrieben worden. Es unterscheidet sich von anderen Leguminosenviren der YV-Gruppe besonders durch die Übertragbarkeit mit dem Samen der Sojabohne. Ferner untersuchten wir ein Isolat aus Portugal (DE VASCONCELOS 1962).

Morphologie:

Nach orientierenden Vermessungen der flexiblen Viruspartikeln betrug die Normallänge 748 m μ (zitiert bei QUANTZ 1961/62) und war damit nicht von der des *bean common mosaic virus* und des *bean yellow mosaic virus* zu unterscheiden. Einige weitere Untersuchungen ergaben ähnliche Resultate. Die Vermessung von 162 Partikeln des portugiesischen Isolats ergab eine Normallänge von 744 m μ (zitiert bei DE VASCONCELOS 1962).

Serologie:

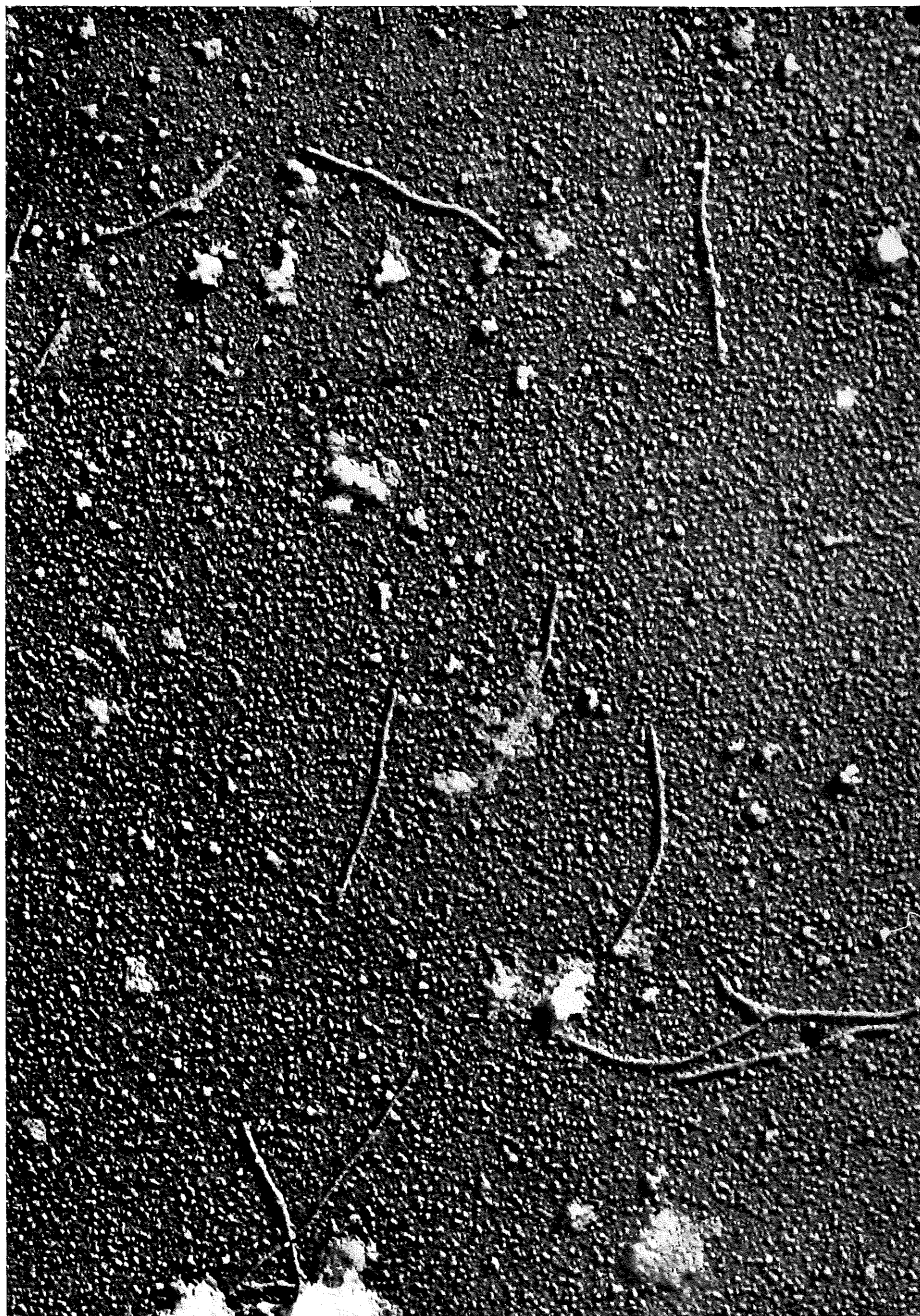
BERCKS (zitiert bei QUANTZ 1961/62) hatte bereits eine serologische Verwandtschaft des *soybean mosaic virus* von QUANTZ zum *bean yellow* und *bean common mosaic virus* festgestellt. Weitere Untersuchungen über die serologischen Beziehungen des *soybean mosaic virus* zu anderen Viren werden z. Z. von BERCKS durchgeführt.

Wirtspflanzen:

Glycine soja.

Bemerkungen:

Genauere Vermessungen des *soybean mosaic virus* lassen sich nur schwer durchführen, da das Virus oft nur in geringer Konzentration vorhanden ist. Auch die Uniformität der Partikeln ist mitunter nur gering.



(Bagnall's SB 29 virus)**Allgemeines:**

Dieses Virus wurde von BAGNALL (1963) aus *Solanum phureja* isoliert.

Morphologie:

Die Vermessung von 137 Partikeln ergab eine Normallänge von 734 m μ (zitiert bei BAGNALL 1963). Das Virus ließ sich morphologisch nicht von den Kartoffelviren Y und A unterscheiden.

Serologie:

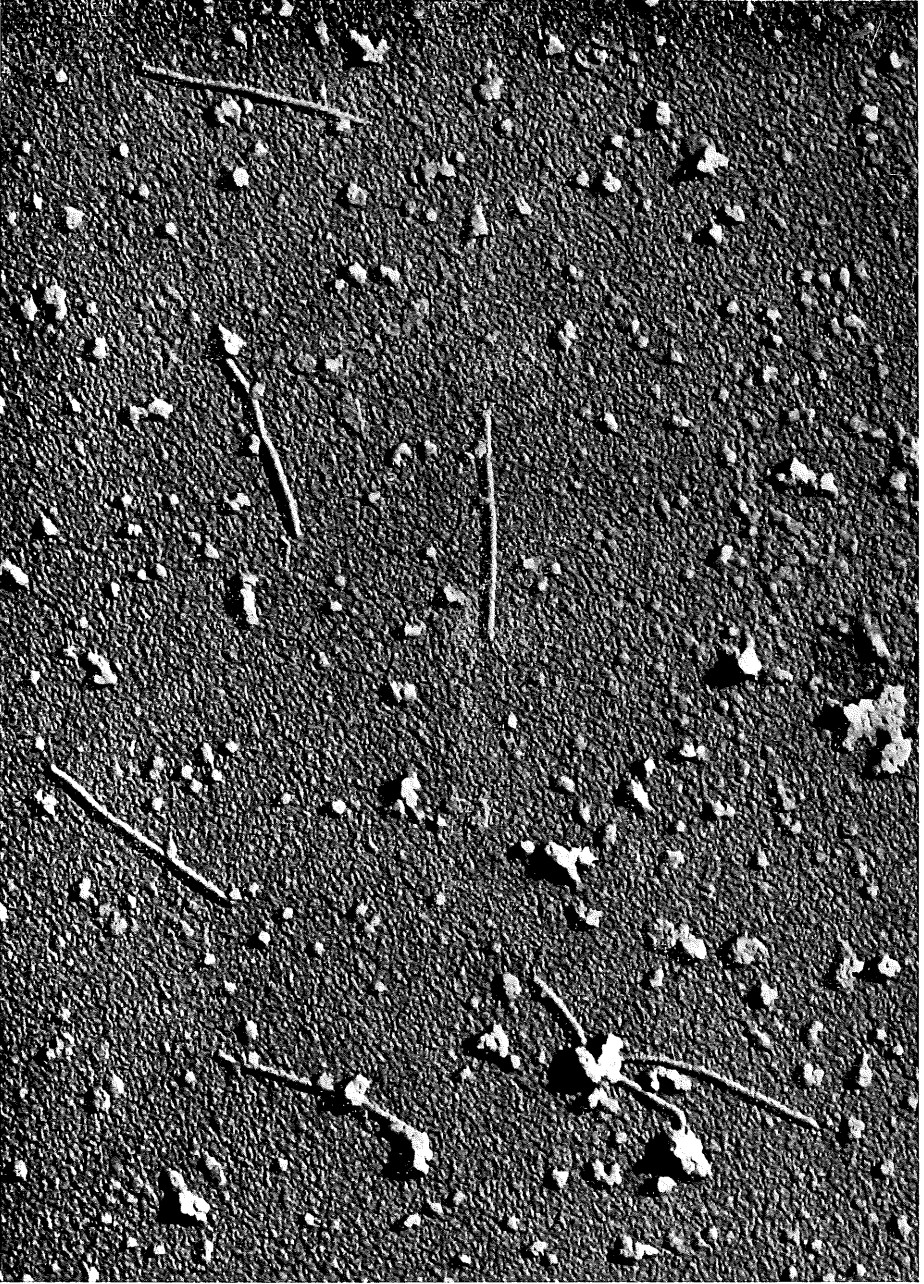
Nach serologischen Versuchen von BAGNALL und WETTER (zitiert bei BAGNALL 1963) ist das Virus entfernt verwandt mit dem Kartoffel-Y-Virus. Ein Antiserum gegen das SB 29-Virus konnte noch nicht hergestellt werden.

Wirtspflanzen:

Physalis floridana.

Bemerkungen:

Das Virus erreichte in *Physalis* nur sehr schwache Konzentrationen. Hierauf ist vermutlich auch der bisherige Mißerfolg bei der Herstellung von Antiseren zurückzuführen. Auch in den elektronenmikroskopischen Präparaten war die Viruskonzentration sehr gering.



(*Eucharis mosaic virus*)**Allgemeines:**

Im Frühjahr 1960 fanden wir in einer norddeutschen Gärtnerei einige Pflanzen von *Eucharis grandiflora*, die deutliche Virussymptome in Form eines gelbgrünen Mosaiks aufwiesen.

Morphologie:

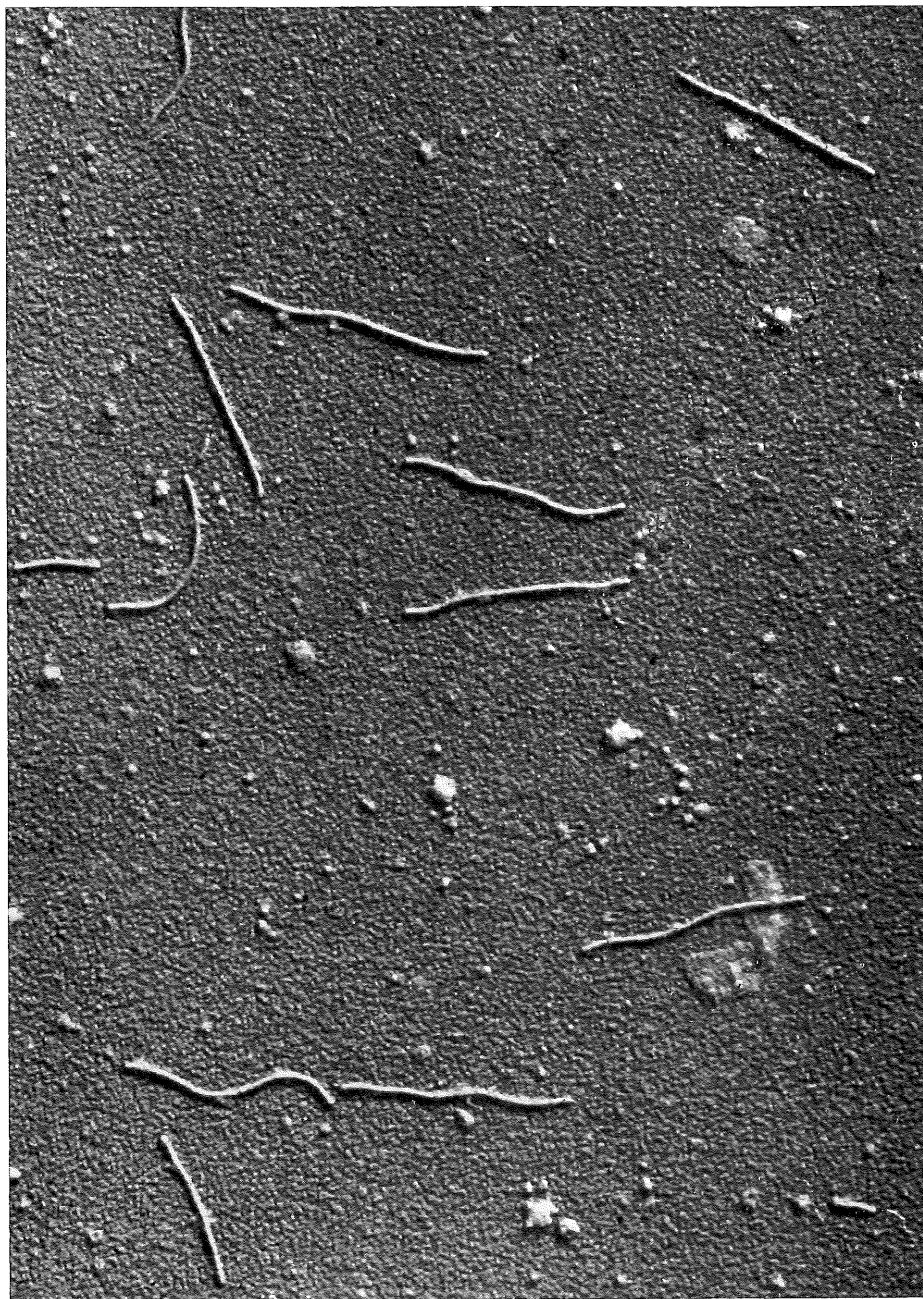
Das Virus ließ sich elektronenmikroskopisch leicht mit Hilfe der Tauchmethode darstellen. Eine Vermessung von mehr als 150 Partikeln ergab eine Normallänge von etwa 740 m μ . Dieses Ergebnis ist nicht endgültig und nicht durch Parallelvermessungen gesichert. Das Virus gehört aber auf Grund seiner morphologischen Daten zweifellos in die YV-Gruppe.

Serologie:

BERCKS (1960, unveröffentlicht) prüfte den Preßsaft einer infizierten *Eucharis*-Pflanze mit hochtitrigen Antiseren gegen *potato virus Y* und *bean yellow mosaic virus* und erhielt schwache serologische Reaktionen. Dieser orientierende Versuch läßt eine Verwandtschaft des *Eucharis*-Virus mit anderen Viren der YV-Gruppe vermuten.

Wirtspflanzen:

Keine Untersuchungen.



Allgemeines:

Dieses Virus (Stamm V 1436) wurde von QUANTZ (1961, unveröffentlicht) isoliert und untersucht. Nach seinen Ergebnissen unterscheidet es sich von anderen Leguminosenviren der YV-Gruppe dadurch, daß es auf *Vigna sinensis* samenübertragbar ist. Sein Wirtspflanzenkreis umfaßt nicht nur Leguminosen, sondern auch einige andere Arten.

Morphologie:

Es wurden 389 Partikeln vermessen, von denen 338 im Bereich des Hauptmaximums lagen. Hieraus wurde eine Normallänge von 758 m μ ermittelt.

Serologie:

BERCKS (1961, persönliche Mitteilung) konnte in vorläufigen Tests feststellen, daß *cowpea mosaic virus* eine schwache serologische Reaktion mit einem Antiserum gegen *bean common mosaic virus* zeigte.

Wirtspflanzen:

Vigna sinensis, *Chenopodium quinoa*. Elektronenmikroskopisch konnten die Partikeln ferner in *Phaseolus lunatus* und *Trigonella foenum graecum* nachgewiesen werden.

Bemerkungen:

Cowpea mosaic virus stellt nach Ansicht von QUANTZ durch seine Samenübertragbarkeit bei *Vigna* ein Pendant zu *bean common mosaic virus* und *soybean mosaic virus* dar, die auf *Phaseolus vulgaris* bzw. *Glycine soja* samenübertragbar sind.

Möglicherweise ist das hier beschriebene Virus mit früher erwähnten Mosaikviren von *Vigna* identisch (z. B. CAPOOR und VARMA 1956), von denen allerdings keine morphologischen Daten bekannt sind. *Cowpea mosaic virus* ist nicht zu verwechseln mit BAWDEN's *cowpea virus*, das zur TMV-Gruppe gehört.



Allgemeines:

Wir haben ein Isolat aus Italien (GRANCINI) mit der Bezeichnung „*Sorghum red stripe virus*“ untersucht (BRANDES 1959). Nach den Ergebnissen von DIJKSTRA und GRANCINI (1960 a) ist anzunehmen, daß dieses Isolat mit dem *sugarcane mosaic virus* identisch oder als ein Stamm desselben anzusehen ist.

Ein weiteres Isolat aus Portugal (BORGES) war morphologisch nicht von dem vorher untersuchten Isolat zu unterscheiden.

Morphologie:

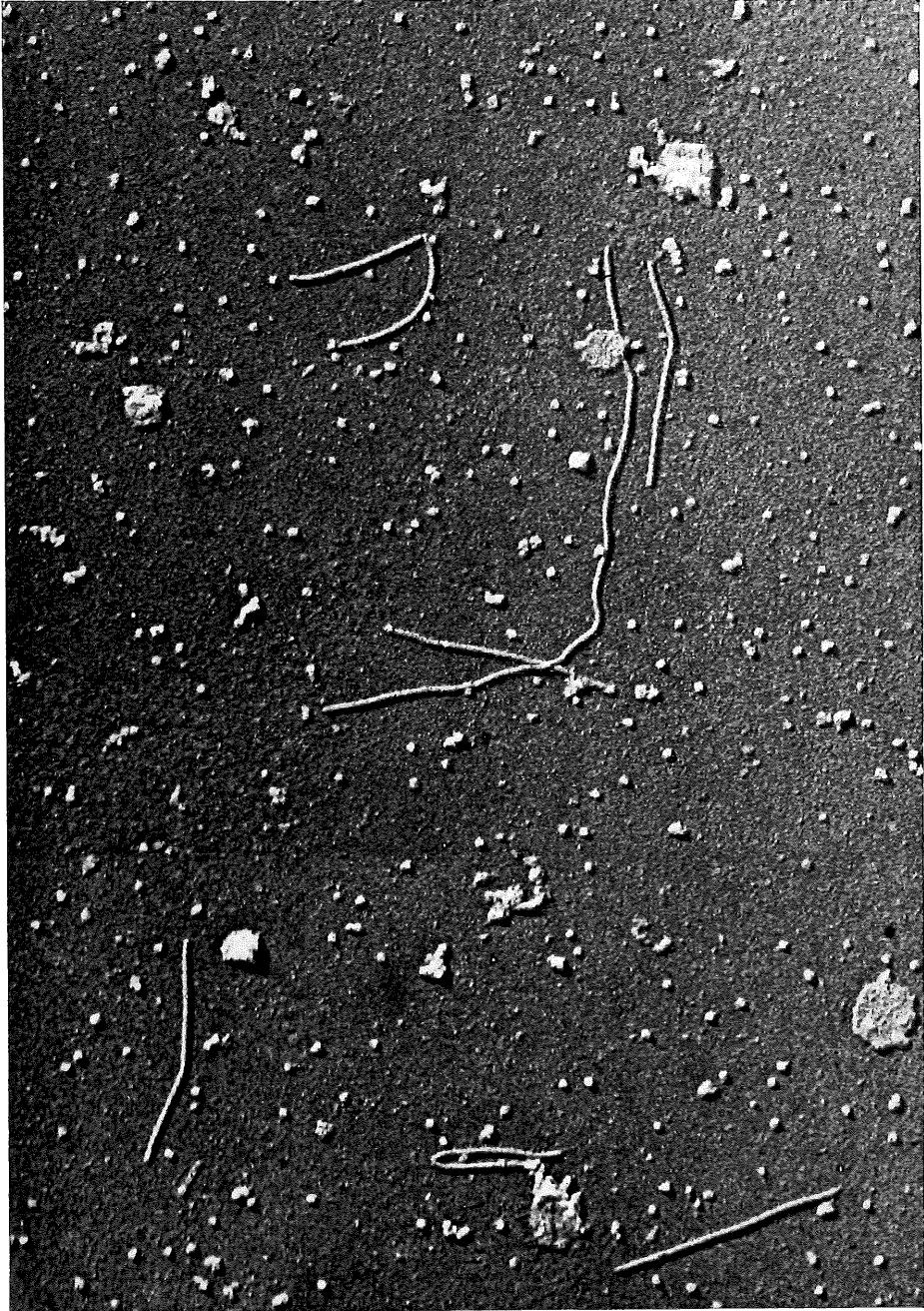
Die Normallänge wurde zu 750 m μ bestimmt. Es wurden jedoch noch keine Vergleichsmessungen mit anderen Viren der YV-Gruppe angestellt.

Serologie:

Der Identitätsnachweis des „*Sorghum red stripe virus*“ und des *sugarcane mosaic virus* von DIJKSTRA und GRANCINI (1960 a) war auch auf serologischem Wege erfolgt. Vorläufige Resultate von BERCKS (unveröffentlicht) lassen eine entfernte Verwandtschaft mit anderen Viren der YV-Gruppe erwarten.

Wirtspflanzen:

Zea mays, *Sorghum spec.*



Allgemeines:

Es standen sechs verschiedene Isolate zur Verfügung, die sich morphologisch nicht unterschieden (BODE und BRANDES 1958).

Morphologie:

Die Normallänge wurde zu 754 m μ ermittelt (BODE und BRANDES 1958). In einer Reihe von späteren Parallelvermessungen, bei denen das Kohlrübenmosaik-Virus als Bezugsgröße diente, konnte dieser Wert mehrfach bestätigt werden.

Serologie:

Die von uns benutzten Isolate sind serologisch nicht miteinander verglichen worden. Nach vorläufigen Ergebnissen von BERCKS (unveröffentlicht) ist ein von ihm untersuchtes Isolat mit anderen Viren der YV-Gruppe entfernt verwandt.

Wirtspflanzen:

Brassica napus, *Brassica napus* var. *napobrassica*, *Brassica pekinensis*, *Matthiola incana*, *Nicotiana tabacum* (Samsun).

Bemerkungen:

Verschiedene Isolate mit den Bezeichnungen Kohlrübenmosaik, Wasserrübenmosaik, Schwarzringfleckenvirus (*cabbage black ring virus*) werden gewöhnlich als Stämme oder Isolate eines Virus aufgefaßt.



Allgemeines:

Wir untersuchten Proben aus dem Freiland und von Pflanzen, die aus krankem Samen im Gewächshaus gezogen worden waren.

Morphologie:

Wir ermittelten eine Normallänge von 747 m μ (BRANDES 1959) und konnten damit die Angabe von COUCH und GOLD (1954) bestätigen. Dieser Wert wurde auch von TOMLINSON (1962), der gereinigte Präparate untersuchte, gefunden.

Serologie:

Erste Versuche mit einem sehr hochtitrigen Antiserum gegen *potato virus Y* ergaben eine schwache heterologe Reaktion mit *lettuce mosaic virus* (BARTELS, persönliche Mitteilung).

Wirtspflanzen:

Lactuca sativa und *Chenopodium quinoa*.

Bemerkungen:

Die Konzentration der Partikeln war in den von uns untersuchten Präparaten nur sehr gering.



Cocksfoot streak virus**Allgemeines:**

Wir untersuchten zwei Isolate aus Nord- und Mitteldeutschland von BODE sowie von KLINKOWSKI und KREUTZBERG (1958), die nicht zu unterscheiden waren und ihrem Symptombild und sonstigen Verhalten dem aus England beschriebenen Virus (SMITH 1957) entsprachen (BRANDES 1959).

Morphologie:

Die Normallänge beträgt 752 m μ (BRANDES 1959). Exakte Vergleiche an größerem Material mit anderen Viren der YV-Gruppe stehen noch aus.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

Dactylis glomerata.

Bemerkungen:

Das Virus läßt sich zwar mit der Tauchmethode leicht elektronenmikroskopisch nachweisen, doch bereitet eine genaue Vermessung Schwierigkeiten, da die Partikelkonzentration meist nur sehr gering ist.



('Tulip virus')

(„Tulpenvirus“)

Allgemeines:

In einigen Blattproben von Tulpen, die charakteristische mosaikartige Virussympptome aufwiesen, konnten spezifische Viruspartikeln nachgewiesen werden.

Morphologie:

Die Vermessung von 200 Partikeln ergab eine Normallänge von 742 m μ . Vergleichende Untersuchungen wurden nicht durchgeführt.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

Wirtspflanzen:

Gartentulpe (*Tulipa gesneriana*). Es wurde nicht versucht, das Virus auf andere Wirtspflanzen zu übertragen.

Bemerkungen:

Es ist denkbar, daß ein Virus mit der hier beschriebenen Größe mit dem „tulip breaking“ in Zusammenhang steht, doch wurden keine Versuche in dieser Richtung angestellt.

Kürzlich haben YAMAGUCHI, KIKUMOTO und MATSUI (1963) ein Virus aus Tulpen beschrieben, das als *tulip mosaic virus* bezeichnet wurde und möglicherweise mit dem hier erwähnten Virus übereinstimmt.



('Asparagus virus 1')

(„Spargelvirus 1“)

Allgemeines:

HEIN (1960) hat über ein Spargelvirus berichtet. Es verursacht keine Symptome an Spargel. Wir untersuchten Proben von A. HEIN und eine große Anzahl weiterer Proben aus dem Braunschweiger Anbaugebiet.

Morphologie:

Vorläufige Vermessungen ergaben eine Normallänge von 763 m μ .

Serologie:

Es gelang bisher nicht, ein Antiserum herzustellen (BARTELS, persönliche Mitteilung).

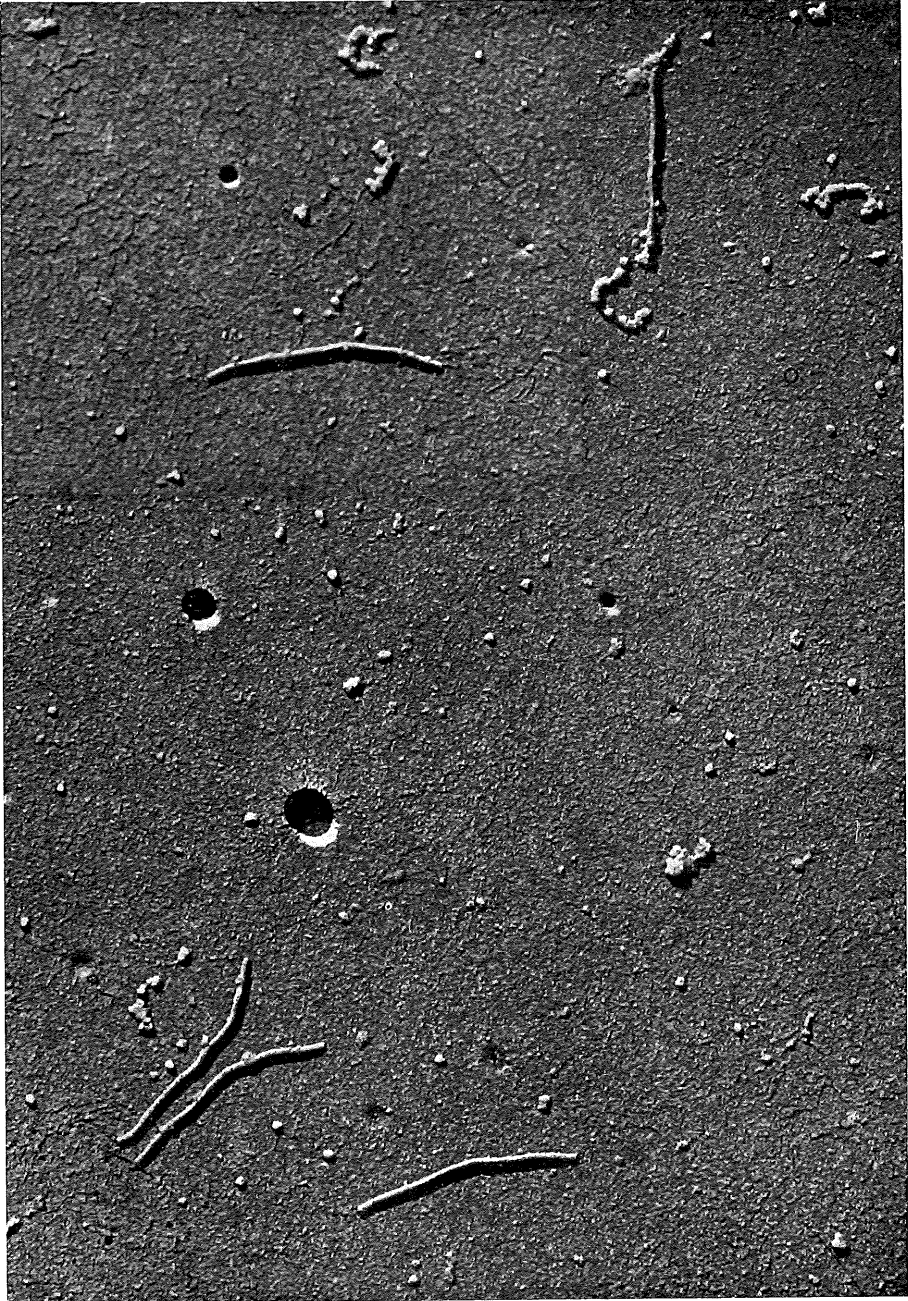
Wirtspflanzen:

Asparagus officinalis, *Chenopodium quinoa* (nur lokal, Nachweis mit der Tauchmethode möglich).

Bemerkungen:

HEIN (1960) hat bereits darauf hingewiesen, daß dieses Virus offenbar eine große Verbreitung in Deutschland besitzt. Nach unseren elektronenmikroskopischen Prüfungen können wir das bestätigen. Die Untersuchung einer großen Anzahl von Proben aus älteren Plantagen ergab, daß das Virus in allen untersuchten Pflanzen vorhanden war. In jungen Sämlingen vom Feld oder aus dem Gewächshaus konnten dagegen keine Viruspartikeln nachgewiesen werden.

Nach den Untersuchungen von HEIN (persönliche Mitteilung) findet sich beim Spargel, allerdings weniger häufig, ein zweites Virus. Dieses konnte elektronenmikroskopisch noch nicht nachgewiesen werden.



Allgemeines:

Unsere Untersuchungen wurden vornehmlich an einem deutschen Isolat durchgeführt (BRANDES und ZIMMER 1955, BERCKS und ZIMMER 1956). Im Vergleich dazu wurden auch zwei englische und ein italienisches Isolat untersucht (BURGHARDT und BRANDES 1957).

Teilweise unterschieden sich die Isolate durch abweichende Symptombilder, nicht aber durch ihr serologisches Verhalten oder die Form und Größe der Virusteilchen. Darüber hinaus konnte das Virus in einer großen Anzahl von Proben vom Freiland nachgewiesen werden.

Serologie:

Keine Untersuchungen.

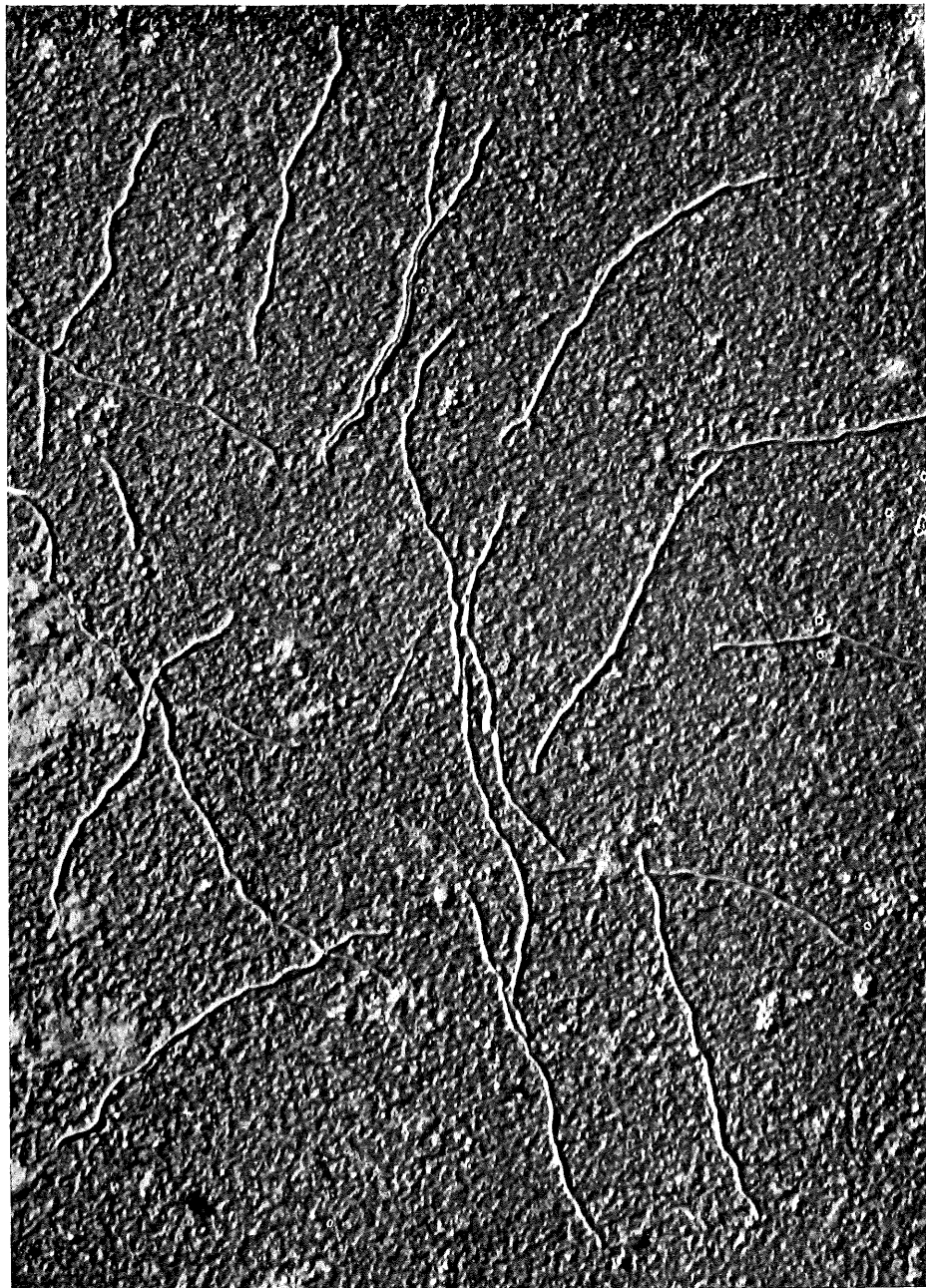
Wirtspflanzen:

Beta vulgaris, *Tetragonia expansa*.

Bemerkungen:

Zum Nachweis des Virus eignet sich zwar die Tauchmethode, da die Konzentration fast immer ausreichend hoch ist. Mit der Exsudatmethode konnten wir jedoch bessere Präparate herstellen, in denen das Virus eine erstaunlich große Uniformität aufwies.

Falls eine Mischinfektion mit dem *beet mosaic virus* vorliegt, so wird diese im Elektronenmikroskop nicht immer gleich erkannt, da die Konzentration dieses Virus im allgemeinen niedriger ist als die des *beet yellows virus*.



VIII. Literatur

- Agrawal, H., M. Chessin, and L. Bos, 1962: Purification of clover yellow mosaic virus. *Nature* 194, 408–409.
- Bagnall, R. H., 1963: A virus from *Solanum phureja* Juz. et Buk. *Phytopathology* 53, 546–547.
- Bagnall, R. H., R. H. Larson, and J. C. Walker, 1956: Potato viruses M, S, and X in relation to interveinal mosaic of the Irish Cobbler variety. *Res. Bull. Wisconsin agric. Exp. Stat.* 198, 45 p.
- Bagnall, R. H., C. Wetter, and R. H. Larson, 1959: Differential host and serological relationships of potato virus M, potato virus S, and carnation latent virus. *Phytopathology* 49, 435–442.
- Bartels, R., 1958: Serologische Differenzierungsversuche mit Stämmen des Kartoffel-Y-Virus. *Proc. 3rd. Conf. Potato Virus Diseases, Lisse-Wageningen*, 1957.
- Bartels, R., 1963/64: Untersuchungen über die serologischen Beziehungen zwischen Viren der „tobacco-etch-Gruppe“. *Phytopath. Ztschr.* 49, Heft 3 (im Druck).
- Bawden, F. C., 1958: Reversible changes in strains of tobacco mosaic virus from leguminous plants. *J. gen. Microbiol.* 18, 751–766.
- Bawden, F. C., and N. W. Pirie, 1939: The purification of insect-transmitted viruses. *Brit. J. exp. Path.* 20, 322–329.
- Beemster, A. B. R., and J. P. H. van der Want, 1951: Serological investigations on the *Phaseolus* viruses 1 and 2. *Antonie van Leeuwenhoek.* 17, 285–296.
- Berg, T. M., 1962: Some characteristics of a virus occurring in poplars. *Nature* 194, 1302–1303.
- Bercks, R., 1960 a: Serologische Untersuchungen zur Differenzierung von Isolaten des *Phaseolus*-Virus 2 und ihrer Verwandtschaft mit *Phaseolus*-Virus 1. *Phytopath. Ztschr.* 39, 120–128.
- Bercks, R., 1960 b: Serological relationships between beet mosaic virus, potato virus Y, and bean yellow mosaic virus. *Virology* 12, 311–313.
- Bercks, R., 1960/61: Serologische Verwandtschaft zwischen Kartoffel-Y-Virus, Rübenmosaik-Virus und *Phaseolus*-Virus 2. *Phytopath. Ztschr.* 40, 357–365.
- Bercks, R., 1962: Der Stand der serologischen Verwandtschaftsforschung bei pflanzenpathogenen Viren. *Zentralbl. Bakt. II.* Abt. 116, 3–12.
- Bercks, R., 1963: Untersuchungen über individuelle Unterschiede von Antiseren gegen Kartoffel-X-Virus bei Reaktionen mit verwandten Viren. *Phytopath. Ztschr.* 47, 301–313.
- Bercks, R., und J. Brandes, 1961: Vergleichende serologische und elektronenmikroskopische Untersuchung des Weißkleemosaik-Virus, des Hydrangea ringspot virus und des Kartoffel-X-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 42, 45–56.
- Bercks, R., und J. Brandes, 1963: Elektronenmikroskopische und serologische Untersuchungen zur Klassifizierung des *clover yellow mosaic virus*. *Phytopath. Ztschr.* 47, 381–390.
- Bercks, R., und G. Querfurth, 1956: Über Konzentration und Verhalten des X-Virus in alten Blättern. *Phytopath. Ztschr.* 26, 35–40.
- Bercks, R., und G. Stellmach, 1959: Über die antigene Wirksamkeit des Rübenmosaik-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 35, 437–438.
- Bercks, R., und K. Zimmer, 1956: Untersuchungen über die viröse Rübenvergilbung. *Phytopath. Ztschr.* 25, 255–266.
- Bode, O., und J. Brandes, 1958: Elektronenmikroskopische Untersuchung des Kohlrübenmosaik-Virus (*turnip mosaic virus*). *Phytopath. Ztschr.* 34, 103–106.
- Bode, O., und H. L. Paul, 1955: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Kartoffel-Viren. I. Vermessungen an Teilchen des Kartoffel-X-Virus. *Biochim., biophys. Acta.* 16, 343–345.

- Bode, O., und H. L. Paul, 1956: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Kartoffel-Viren. III. Vermessungen an Teilchen des Kartoffel-Y-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 27, 107—112.
- Bos, L., D. Z. Maat, J. B. Bancroft, A. H. Gold, M. J. Pratt, L. Quantz, and H. A. Scott, 1960: Serological relationship of some European, American, and Canadian isolates of the white clover mosaic virus. *Tijdschr. Planteziekten* 66, 102—106.
- Bos, L., and J. P. H. van der Want, 1962: Early browning of pea, a disease caused by a soil- and seed-borne virus. *Tijdschr. Planteziekten* 68, 368—390.
- Brandes, J., 1957: Eine elektronenmikroskopische Schnellmethode zum Nachweis faden- und stäbchenförmiger Viren, insbesondere in Kartoffeldunkelkeimen. *Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd., Braunschweig*, 9, 151—152.
- Brandes, J., 1959: Elektronenmikroskopische Größenbestimmung von acht stäbchen- und fadenförmigen Pflanzenviren. *Phytopath. Ztschr.* 35, 205—210.
- Brandes, J., 1961: Einige Bemerkungen über den Nachweis von Kartoffelviren mit Hilfe des Elektronenmikroskops. *Proc. 4th. Conf. Potato Virus Diseases, Braunschweig 1960*, 170—175.
- Brandes, J., 1962: Arrangement of elongated plant viruses according to morphological and serological data. Personal circular.
- Brandes, J., 1963: Elektronenmikroskopische Untersuchung eines Pappelvirus. *Phytopath. Ztschr.* 47, 84—89.
- Brandes, J., und R. Bercks, 1962/63: Untersuchungen zur Identifizierung und Klassifizierung des Kakteen-X-Virus (*cactus virus X*). *Phytopath. Ztschr.* 46, 291—300.
- Brandes, J., und R. Bercks, 1964: Gross morphology and serology as a basis for classification of elongated plant viruses. *Advances Virus Res.* Vol. 11, in Vorbereitung.
- Brandes, J., und H. L. Paul, 1957: Das Elektronenmikroskop als Hilfsmittel bei der Diagnose pflanzlicher Virose. Betrachtungen zur Vermessung faden- und stäbchenförmiger Virusteilchen. *Arch. Mikrobiol.* 26, 358—368.
- Brandes, J., M. R. Phillippe, and H. H. Thornberry, 1964: Electron microscopy of soil-borne wheat mosaic virus. *Phytopath. Ztschr.* (in Vorbereitung).
- Brandes, J., und L. Quantz, 1955: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Buschbohnenviren (*Phaseolus-Virus 1* und *Phaseolus-Virus 2*). *Naturwissenschaften* 42, 588.
- Brandes, J., und L. Quantz, 1957: Elektronenmikroskopische Untersuchung des Weißkleevirus und des Steinkleevirus. *Arch. Mikrobiol.* 26, 369—372.
- Brandes, J., und C. Wetter, 1959: Classification of elongated plant viruses on the basis of particle morphology. *Virology* 8, 99—115.
- Brandes, J., und C. Wetter, 1963/64: Untersuchungen über Eigenschaften und Verwandtschaftsbeziehungen des Latenten *Passiflora*-Virus (*Passiflora latent virus*). *Phytopath. Ztschr.* 49, 61—70.
- Brandes, J., C. Wetter, R. H. Bagnall, and R. H. Larson, 1959: Size and shape of the particles of potato virus S, potato virus M, and carnation latent virus. *Phytopathology* 49, 443—446.
- Brandes, J., und K. Zimmer, 1955: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über die viröse Vergilbungskrankheit der Rübe (*beet yellows*). *Phytopath. Ztschr.* 24, 211—215.
- Burghardt, H., und J. Brandes, 1957: Elektronenmikroskopische und serologische Untersuchungen über das Vergilbungsvirus der Beta-Rüben. *Naturwissenschaften* 44, 266—267.
- Capoor, S. P., and P. M. Varma, 1956: Studies on a mosaic disease of *Vigna cylindrica* Streels. *Indian J. agric. Sci.* 26, 95—103.

- Corbett, M. K., 1960: Purification by density-gradient centrifugation, electron microscopy, and properties of Cymbidium mosaic virus. *Phytopathology* 50, 346-351.
- Corbett, M. K., 1961: Purification of potato virus X without aggregation. *Virology* 15, 8-15.
- Couch, H. B., and A. H. Gold, 1954: Rod-shaped particles associated with lettuce mosaic. *Phytopathology* 44, 715-717.
- Dijkstra, J., and P. Grancini, 1960 a: Serological and electron microscopical investigations of the relationship between Sorghum red stripe virus and sugar cane mosaic virus. *Tijdschr. Planteziekten* 66, 295-300.
- Dijkstra, J., and P. Gracini, 1960 b: Electron microscopical investigation of mosaic diseased wheat plants found in Italy. *Tijdschr. Planteziekten* 66, 301-305.
- Franklin, R. E., 1956: X-ray diffraction studies of cucumber virus 4 and three strains of tobacco mosaic virus. *Biochim., biophys. Acta* 19, 203-211.
- Gibbs, A. J., B. Kassanis, H. L. Nixon, and R. D. Woods, 1963: The relationship between barley stripe mosaic and lychnis ringspot viruses. *Virology* 20, 194-198.
- Gold, A. H., H. H. McKinney, and H. A. Scott, 1957: A comparative study of virus particles infecting some grasses and other plants. IVth intern. Congr. Crop Protection Hamburg 1957, 47.
- Gold, A. H., H. A. Scott, and H. H. McKinney, 1957: Electron microscopy of several viruses occurring in wheat and other monocots. *Plant Dis. Repr.* 41, 250-253.
- Goodchild, D. J., 1956: Relationships of legume viruses in Australia. II. Serological relationship of bean yellow mosaic virus and pea mosaic virus. *Australian J. biol. Sci.* 9, 231-237.
- Goth, R. W., 1962: Aphid transmission of white clover mosaic virus. *Phytopathology* 52, 1228.
- Hakkaart, F. A., D. H. M. van Slogteren, and N. P. de Vos, 1962: Chrysanthemum virus B, its serological diagnosis in chrysanthemum, and its relationship to the potato viruses S and M and to carnation latent virus. *Tijdschr. Planteziekten* 63, 126-135.
- Harrison, B. D., and H. L. Nixon, 1959: Separation and properties of particles of tobacco rattle virus with different lengths. *J. gen. Microbiol.* 21, 569-581.
- Hein, A., 1960: Über das Vorkommen einer Virose an Spargel. *Ztschr. Pflanzenkrankh.* 67, 217-219.
- Herold, F., and J. Weibel, 1962: Electron microscope demonstration of papaya ringspot virus. *Virology* 18, 302-311.
- Hollings, M., 1958: Hydrangea ringspot in Britain. *J. hort. Sci.* 33, 275-281.
- Hollings, M., 1959: Host range studies with fifty-two plant viruses. *Ann. appl. Biol.* 47, 98-108.
- Holmes, F. O., 1948: The filtrable viruses. Baltimore.
- Hoof, H. A. van, 1962: *Trichodorus pachydermus* Seinhorst and *T. teres* Hooper, vectors of the early-browning virus of peas. *Tijdschr. Planteziekten* 68, 391-396.
- Johnson, J., 1951: Virus particles in various plant species and tissues. *Phytopathology* 41, 78-93.
- Kassanis, B., 1956: Serological relationship between potato paracrinkle virus, potato virus S, and carnation latent virus. *J. gen. Microbiol.* 15, 620-628.
- Kassanis, B., 1961 a: The transmission of potato aucuba mosaic virus by aphids from plants also infected by potato viruses A or Y. *Virology* 13, 93-97.
- Kassanis, B., 1961 b: Potato paracrinkle virus. *Europ. Potato J.* 4, 13-24.
- Kitajima, E. W., D. M. Silva, A. R. Oliveira, G. W. Müller, and A. S. Costa, 1963: Electron microscopical investigation on Tristeza disease of citrus. 3rd Conf. Int. Org. Citrus Virologists, Campinas and Sao Paulo (Abstract).
- Klinkowski, M., 1958: Pflanzliche Virologie. Band II, Die Virosen des europäischen Raumes. Berlin.

- Klinkowski, M., and G. Kreuzberg, 1958: Vorkommen und Verbreitung von Gramineenvirosen in Europa. *Phytopath. Ztschr.* 32, 1-24.
- Köhler, E., 1953: Der *Solanum demissum*-Bastard „A 6“ als Testpflanze verschiedener Mosaikviren. *Züchter* 23, 173-176.
- Koot, Y. van, D. H. M. van Slogteren, M. C. Cremer en J. Camfferman, 1954: Virusverschijnselen in Freesia's. *Tijdschr. Planteziekten* 60, 157-192.
- Maat, D. Z., 1963: Pea early-browning virus and tobacco rattle virus, two different, but serologically related viruses. *Neth. J. Plant Path.* 69, 287-293.
- Mulligan, T. E., 1960: The transmission by mites, host-range and properties of ryegrass mosaic virus. *Ann. appl. Biol.* 48, 575-579.
- Morton, D. J., 1961: Host range and properties of the globe artichoke curly dwarf virus. *Phytopathology* 51, 731-734.
- Nour, M. A., and J. J. Nour, 1962: Broad bean mosaic caused by pea mosaic virus in the Sudan. *Phytopathology* 52, 398-403.
- Nuber, K., 1959: Untersuchungen über die „Kräuselkrankheit“ an Hopfen (*Humulus lupulus* L.) im Tettlinger Anbaugebiet. Diss. Hohenheim.
- Paul, H. L., and O. Bode, 1955: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Kartoffelviren. II. Vermessung der Teilchen von drei Stämmen des Rattle-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 24, 341-351.
- Paul, H. L., and O. Bode, 1956 a: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Kartoffelviren. IV. Vermessungen an Teilchen des Kartoffel-A-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 27, 211-214.
- Paul, H. L., and O. Bode, 1956 b: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Kartoffelviren. V. Vermessung der Teilchen des Kartoffel-Aucuba-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 27, 456-460.
- Pop, I., 1962: Die Strichelvirose des Weizens in der Rumänischen Volksrepublik. *Phytopath. Ztschr.* 43, 325-336.
- Pratt, M. J., 1961: Studies on clover yellow mosaic and white clover mosaic viruses. *Canad. J. Bot.* 39, 655-665.
- Pratt, M. J., and M. E. Reichmann, 1961: Characterization of clover yellow mosaic virus and its distinction from white clover mosaic virus. *Proc. canad. phytopath. Soc.* 28, 13.
- Quantz, L., 1956: Die Rosettenkrankheit, eine Viruskrankheit der Seradella (*Ornithopus sativus* L.). *Nachr.bl. dtsh. Pfl.schutzd.*, Braunschweig, 8, 17-20.
- Quantz, L., 1958: Die Virosen der Leguminosen. In: Klinkowski, M., *Pflanzliche Virologie*. Band II. Berlin.
- Quantz, L., 1961/62: Untersuchungen über das gewöhnliche Bohnenmosaikvirus und das Sojamosaikvirus. *Phytopath. Ztschr.* 43, 79-101.
- Rademacher, B., B. Weil und K. Nuber, 1958: Untersuchungen über Krankheitserscheinungen an Hopfen (*Humulus lupulus* L.) im Tettlinger Anbaugebiet. *Ztschr. Pflanzenkrankh.* 65, 272-279.
- Regenmortel, M. H. V. van, J. Brandes, and R. Bercks, 1962: Investigations on the properties of watermelon mosaic virus. *Phytopath. Ztschr.* 45, 205-216.
- Rozendaal, A., en J. P. H. van der Want, 1948: Over de identiteit van het ratelvirus van de tabak en het stengelbontvirus van de aardappel. *Tijdschr. Planteziekten* 54, 113-133.
- Saito, Y., K. Takanashi, and Y. Iwata, 1961: Purification and morphology of Japanese soil-borne wheat mosaic viruses. *Ann. phytopath. Soc. Japan* 26, 16-18.
- Sammons, I. M., and M. Chessin, 1961: Cactus virus in the United States. *Nature* 191, 517-518.
- Schmelzer, K., und M. Klinkowski, 1959: Die Reaktion einiger Tabaksorten und Differentialwirte gegenüber den Viren der Tabakätzmosaik-Gruppe. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Stämme des Kartoffel-Y-Virus. *Züchter* 29, 229-237.

- Schmidt, H. B., J. Richter, W. Hertzsch und M. Klinkowski, 1963: Untersuchungen über eine virusbedingte Nekrose an Futtergräsern. *Phytopath. Ztschr.* 47, 66–72.
- Schmidt, H. E., und H. B. Schmidt, 1961/62: Nachweis stäbchenförmiger Viruspartikeln in Knospen von Hopfenfehsern. *Phytopath. Ztschr.* 43, 216–218.
- Schnepf, E., und J. Brandes, 1961/62: Über ein Virus aus *Passiflora spec.* *Phytopath. Ztschr.* 43, 102–105.
- Smith, K. M., 1957: A textbook of plant virus diseases. London.
- Sol, H. H., and J. W. Seinhorst, 1961: The transmission of rattle virus by *Trichodorus pachydermus*. *Tijdschr. Planteziekten* 67, 307–311.
- Sommereyns, G., 1959: Note relative à des réactions nécrotiques provoquées par le virus A de la pomme de terre sur *Nicotiana glutinosa* L. *Parasitica* 15, 29–34.
- Tomlinson, J. A., 1962: Purification of lettuce mosaic virus. *Nature* 193, 299.
- Vasconcelos, F. A. T. de, 1962: Contribuição para o estudo do vírus do mosaico da soja. Univ. Técnica de Lisboa, Inst. Sup. de Agronomia. 151 p.
- Walkinshaw, C. H., and R. H. Larson, 1959: Corky ringspot of potato. *Res. Bull. Wisconsin agric. Exp. Stat.* 217, 31 p.
- Wetter, C., 1960: Partielle Reinigung einiger gestreckter Pflanzenviren und ihre Verwendung als Antigene bei der Immunisierung mittels Freundschem Adjuvans. *Arch. Mikrobiol.* 37, 278–292.
- Wetter, C., und J. Brandes, 1955: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Gestalt und Größe des Kartoffel-S-Virus. *Naturwissenschaften* 42, 100–101.
- Wetter, C., und J. Brandes, 1956: Untersuchungen über das Kartoffel-S-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 26, 81–92.
- Wetter, C., und H. L. Paul, 1962: Die Darstellung des carnation latent-Virus in hochgereinigter Form. *Phytopath. Ztschr.* 43, 207–212.
- Wetter, C., und L. Quantz, 1958: Serologische Verwandtschaft zwischen Steinkleevirus, Stauchevirus der Erbse und Wisconsin pea streak-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 33, 430–432.
- Wetter, C., L. Quantz und J. Brandes, 1959: Verwandtschaft zwischen dem Stauchevirus der Erbse und dem Rotkleeadermosaik-Virus (*red clover vein mosaic virus*). *Phytopath. Ztschr.* 35, 201–204.
- Wetter, C., L. Quantz und J. Brandes, 1962: Vergleichende Untersuchungen über das Rotkleeadermosaik-Virus und das Erbsenstrichel-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 44, 151–169.
- Yamaguchi, A., T. Kikumoto, and C. Matsui, 1963: Electron microscopy of elongated particles associated with tulip mosaic. *Virology* 20, 143–146.
- Zimmer, K., und J. Brandes, 1956: Elektronenmikroskopische Untersuchungen über das Rübemosaik-Virus. *Phytopath. Ztschr.* 26, 439–422.

