

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 148 (1968)

Vereinsnachrichten: Sektion für Botanik

Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

8. Sektion für Botanik

Sitzung der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft
Samstag/Sonntag, 28./29. September 1968

Präsident: Dr. R. WEIBEL (Genf)
Sekretär: Dr. G. BOCQUET (Zürich)

1. O. SCHÜEPP (Reinach BL) – *Morphologische Begriffe, ihre Bedeutung in der idealistischen Morphologie und in der vergleichenden Ontologie*

Im beginnenden Zeitalter der Mikrobiologie sollen die Begriffe der alt gewordenen idealistischen Morphologie noch einmal überdacht werden. Die morphologischen Begriffe entstammen der unmittelbaren alltäglichen Anschauung. Die Wurzel dringt in den Boden ein, befestigt am Standort, saugt Wasser. Der Stamm mit seinen Ästen und Zweigen trägt die zarten, hinfälligen Blätter, die rasch welkenden Blüten empor in die Luft und ans Licht. In der langsam reifenden Frucht bilden sich die zur Aussaat bestimmten Samen. Weniger scharf ausgeprägt ist der Unterschied von Stengel, Blattstiel und Blatt bei den Kräutern.

Die Grenzen zwischen den Gliedern sind teilweise natürlich, vielfach aber künstlich, so wie geographische Grenzen durch willkürlich gesetzte Grenzsteine markiert werden. Vor dem Laubfall bilden sich an schmalen Übergängen Trennungsgewebe. Die Grenzen werden verwischt, wenn am Blattstiel und Stengel Spreitensäume «herablaufen», wenn die Mittelrippe des Blattes sich als Stengelkante fortsetzt, wenn Gefäßbündel aus dem Blattstiel als «Blattspuren» in den Stengel eindringen. Die Blattbasis kann als «Scheide» den Stengel umfassen, so dass dieser wie ein Schwert in der Scheide steckt. (Botaniker waren oft kriegerisch in der Wahl ihrer Bilder, oft auch im Kampf um die richtige Theorie.)

Man sieht, wie der zylindrische Stengel sich gliedert, abwechselnd in kurze, verdickte Knoten, aus denen Blätter und Blattquirle hervorwachsen, und in langgestreckte Internodien (*Chara*, *Elodea*, *Hippuris*). Oder man sieht, wie um die schmale Ansatzstelle des Blattes die Stengelrinde sich emporwölbt zu einem Blattpolster (*Picea*).

Der vergleichende Morphologe fragt, wie sich die Einheit des vegetativen Sprosses zusammensetzt aus Stengel und Blatt; vergleichende Ontogenie fragt, wie sich aus dem einheitlichen Meristem des Vegetationspunktes äußerlich Blätter und Stengelglieder, innerlich Mark, Rinde und Gefäßbündel differenzieren. In gleichen Zeitabständen eines Plastochrons teilt sich die Masse des Vegetationspunktes in Vegetationspunkt, Stengelglied und Blatt; das Teilungsverhältnis variiert in weitem Umfang. Blatt: Stengelglied etwa 1:10 bei *Elodea*, 1:1 bei *Lathyrus*, 10:1 bei *Mesembryanthemum*. Die unsichtbare, vorderhand hypothetisch angenommene Verteilung der Hormone auf Vegetationspunkt, Blatt und Stengel äussert

sich in rascher Umwandlung zu Dauergewebe in der Blattspitze, Fortdauer des meristematischen Zustandes im Vegetationspunkt.

Der verschieden grosse Anteil von Stengel und Blatt bei der Bestimmung der Form des Sprosses führt zur Aufstellung von sich widersprechenden Theorien. ZIMMERMANN geht aus vom Verhältnis 1:1 bei der Dichotomie, wie sie ausgeprägt ist bei *Dictyota*, und *Marchantia*. Die gleichwertigen Zweigenden heissen Telome. Eine Reihe von gedachten, nicht von realen Metamorphosen führt zur Gliederung der Verzweigungssysteme in Stengel und Blätter.

Ein starkes Überwiegen der Blattanlage gegenüber Stengel und Vegetationspunkt ist weit verbreitet bei den Keimpflanzen von Monokotyledonen und Dikotyledonen. Keimblatt und Hypokotyl (gleich Stiel des Keimblattes) und Wurzel bilden die ganze Pflanze; in zeitlichem Abstand, gebildet aus einem kleinen Rest embryonalen Gewebes, folgen seitlich oder aus der Spalte zwischen den beiden Keimblättern weitere Glieder. Später erscheint der Stengel als ein Sympodium, zusammengesetzt aus den aneinander anschliessenden Basalteilen der Blätter. Der Spross erscheint als eine Kette von Sprossgliedern oder Anaphyten oder Phytonen. Man versucht, die Gliederung in Anaphyten auch da durchzuführen, wo im mikroskopischen Bild die Blätter als kleine seitliche Anhängsel einer kräftigen Achse auftreten.

Die «Metamorphose» der Blätter ist nicht eine reale Umwandlung, sondern eine erdachte Vorstellung zur Veranschaulichung einer Formverwandtschaft. Wie in einem Trickfilm werden so viele Zwischenformen in die Bilderreihe eingefügt, dass für das Auge eine scheinbar kontinuierliche Umwandlung entsteht.

Den komplizierten Aufbau des Stammes suchen HOFMEISTER und POTONIE zu erklären durch die Perikaulomtheorie. Breite Blattscheiden mit ihren Gefässbündeln legen sich an das nächsthöhere Stengelinternodium an und verschmelzen mit demselben; oberflächlich bleiben ihre Grenzen sichtbar als Umrandung der Blattpolster, im Innern laufen die Gefässbündel durch die Rinde schief abwärts gegen den Zentralzylinder als Blattspuren. Ontogenetisch finden wir reale Umformungen. In einer ersten Phase finden wir bei *Picea* die jungen Nadeln dicht gedrängt; später rücken die Ansatzstellen auseinander, indem rings um jede Nadel ein Rindenpolster interkalar eingeschoben wird. Im jungen Zustand besteht das ganze Bündelsystem aus Blattspuren, die aus den Nadeln absteigend sich im Stamm zu einem Zylinder vereinigen. Durch die Tätigkeit eines gemeinsamen Kambiums wird im sekundären Dickenwachstum der Stamm zu einer Einheit, während die Rindenpolster gedehnt und ausgeglättet werden und die Nadeln nach ein paar Jahren abfallen.

ALEXANDER BRAUN hat sich gefragt, was sich im Leben der Pflanze am nächsten mit dem «Individuum», der unteilbaren Einheit der menschlichen Person, vergleichen lasse, die Zelle, das Blatt, der Spross, der Pflanzenstock, die aus einer Zelle oder die aus einer Befruchtung hervorgehende Generation? Er entscheidet sich für den Spross; wesentlich ist, dass wir einen Überblick gewinnen über die lange Reihe von Ganzheiten

in der Natur, von Einheiten, die in sich geordnet, nach aussen abgegrenzt, wieder als Teile in Verbände höherer Ordnung eintreten..., vom Neutron und Proton, vom Atom und Molekül zur Zelle, zum Gewebe, Organ, Organismus, zur Familie, zur Horde, zum Staat. In dieser Reihe suchen wir unsren Platz als individuelle, bewusste Personen.

Die Begriffe der idealistischen Morphologie sind Ideen, Gedanken-gebilde des menschlichen Geistes, geeignet, eine Fülle von Beobachtungen zu ordnen. Sie dienen einer vorläufigen Orientierung. Entstehende Streitfragen fordern auf zu genauerer vergleichender Untersuchung der Ontogenie der Formen.

2. P. ENDRESS (Zürich) – *Untersuchungen über den phylogenetischen Anschluss der Betulaceen an die Hamamelidaceen*

Eine der vielen Gruppen unter den Angiospermen mit seit langem umstrittener systematisch-phylogenetischer Stellung sind die Kätzchenblütler, deren kleine, unscheinbare, einfach gebaute, häufig getrenntgeschlechtige, windbestäubte Blüten zahlreich in dichten Blütenständen sitzen. Im grossen stehen sich heute zwei Ansichten gegenüber: 1. Die Kätzchenblütler sind ihren Blüten nach als Reduktionsformen zu werten von ursprünglichen Angiospermen mit vollständigerer Garnitur von Blütenorganen. Damit verknüpft ist meist die Vorstellung von der monophyletischen Entstehung der Angiospermen (z. B. BESSEY, HALLIER, HUTCHINSON, TAKHTAJAN, Soó, ECKARDT). 2. wird eine di- oder polyphyletische Entwicklung angenommen (z. B. HAGERUP, MÄGDEFRAU, LAM, EMBERGER, MEEUSE). Die Gruppe um die Kätzchenblütler ist nach dieser Auffassung fundamental verschieden von normaler organisierten Taxa (z. B. Ranales, Rosales). Da sinnvoll auswertbare fossile Funde präteriärer Angiospermen fast ganz fehlen, ist vorläufig die einzige mögliche Methode, um einer Antwort näherzukommen, der Vergleich rezenter Taxa.

Die einander äusserlich in manchem ähnlichen Betulaceen (Kätzchenblütler) und Hamamelidaceen (Rosales) als Vertreter der beiden Gruppen standen schon lange im Verdacht naher Verwandtschaft, ohne dass sie bisher eingehender untersucht worden wären. Eine vergleichende Studie ergab nun auch in Einzelheiten überraschend viele Übereinstimmungen, besonders zwischen Corylopsis und Sinowilsonia auf der einen und Corylus und Carpinus auf der anderen Seite: Bau des sekundären Xylems; Stellung, Bau (Morphologie, Anatomie) und Entwicklung der Laubblätter, Vorkommen grosser Drüsenhaare; Verhalten (Blütezeit, Überwinterungsform) und Bau der Blütenstände (razemös ohne Endblüte, dichasiale Teilblütenstände auch bei Corylopsis mit gleicher Stellung des Gynoeciums zur Achse wie bei Carpinus); Bau und Entwicklung der Blüten (Zahlen- und Stellungsverhältnisse; Gynoecium: 2 lange, freie Griffel, basale Synkarpie, ausgeprägter schlauchförmiger Grundabschnitt, auch bei Betulaceen 2 Ovula angelegt (erst später eines verkümmernnd) mit identischer Stellung an den Karpellen, Septum relativ spät entstehend). Einige Unterschiede in der Blütengestalt können als funk-

tionell korreliert mit dem einen Faktor der Windblütigkeit verstanden werden (kleinere Blüten an reicherblütigen Infloreszenzen, streng durchgeführte Diklinie, Perianthreduktion, Einsamigkeit, Schliessfrüchte). Weitere Übereinstimmungen finden wir in der Embryologie (übliche Entwicklung des Embryosackes in der anatropen, krassinuzellaten Samenanlage, mehrzelliges Archespor, nukleäre Endospermembildung), in Inhaltsstoffen (bestimmte Polyphenole), im Areal (vor allem nordhemisphärische Verbreitung mit Mannigfaltigkeitszentrum in Ostasien und Ausstrahlungen nach Nordamerika und Vorderasien).

Die zahlreichen Übereinstimmungen in verschiedensten Merkmalsbereichen zeigen deutlich, dass sich die beiden Familien keineswegs fundamental unterscheiden, sondern dass sie vielmehr nächst verwandt miteinander sind. Die oft in Frage gestellte Einheitlichkeit der Angiospermen ist damit natürlich noch nicht bewiesen, aber wenigstens für einen kleinen Bereich wahrscheinlich gemacht. Die Stellung der anderen Kätzchenblütlergruppen ist noch eingehend zu prüfen.

LITERATUR

ENDRESS, P.: Systematische Studie über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Hamamelidaceen und Betulaceen. Bot.Jb. 87, 431–525; 1967.

3. G. BOCQUET, N. ZEYBECK, H. PESMEN (Zürich und Izmir) – *Répartition géographique et biologie du Liquidambar orientalis en Turquie*

4. G. BOCQUET, S. GENÇKAN (Zürich und Izmir) – *Biologie de la dispersion de la graine chez des Medicago*

5. E. LANDOLT, F. GROSSMANN (ETH Zürich) – *Zur vermutlich hybriden Entstehung von einigen Wiesenpflanzen des schweizerischen Mittellandes*

Die Wiesen des schweizerischen Mittellandes sind fast ausschliesslich durch den Menschen angelegt. Natürliche Rasen sind bei uns unterhalb der Waldgrenze selten und kommen als Reservoir für unsere heutigen Wiesenpflanzen nur zu einem kleinen Teil in Frage. Folgende Herkunfts- und Entstehungsmöglichkeiten lassen sich denken:

- Einwanderung aus natürlichen Vegetationen des Gebietes (alpine Rasen, Felsrasen, Ufergesellschaften, Rasen in lichten Hangwäldern, Rasen in Auenwäldern, Hochstaudenfluren)
- Einwanderung aus weiter entfernten Gegenden mit natürlichen Rasen (mediterrane Steppen und Wälder, osteuropäische Steppen und Wälder, Küstenrasen Süd- und Westeuropas)
- Neubildung (Züchtungen des Menschen, ökologische Differenzierung, Bastardierung)

Im folgenden soll die vermutliche Bastardnatur von Wiesenpflanzen an einem Beispiel näher untersucht werden. Von verschiedenen weitverbreiteten Unkräutern ist nachgewiesen, dass ihr Ursprung in Kreuzungen zwischen Gebirgssippen und mediterranen Sippen zu suchen ist.

Beispiele sind etwa *Poa annua* L. als allotetraploider Bastard zwischen *P. supina* Schrad. und *P. infirma* H.B.K. oder *Arenaria serpyllifolia* L. als allotetraploider Bastard zwischen *A. Marschlinii* Koch und *A. leptoclados* Guss. Von Wiesenpflanzen ist das tetraploide *Anthoxanthum odoratum* L. ein ähnliches Beispiel, das aus der Kreuzung der diploiden Gebirgspflanze *A. alpinum* Löve et Löve mit der diploiden Mittelmeerpflanze *A. ovatum* Lag. hervorgegangen ist. Die weitverbreiteten Sippen, die zum grössten Teil auf durch den Menschen bedingten Standorten wachsen, sind bei den 3 Beispielen tetraploid und genetisch deshalb etwas isoliert gegenüber den diploiden Elterarten, wobei allerdings in den Alpen bei *Anthoxanthum* die Grenzen zwischen *A. odoratum* und *A. alpinum* durch Introgressionen verwischt sind. Am Beispiel von *Scabiosa columbaria* L. s.l. soll nun auf eine andere wahrscheinlich hybridogen entstandene Wiesenpflanze eingegangen werden, die nach unserer Ansicht typisch ist für das Differenzierungsmuster zahlreicher ursprünglich mediterraner Artengruppen im Gebiet der Schweizer Alpen. In der Schweiz können 3 klimatisch-geographische Sippen unterschieden werden: *S. lucida* Vill., *S. columbaria* L. und *S. gramuntia* L. (*S. triandra* L.). Aus unseren Untersuchungen lässt sich folgendes ersehen:

- Alle bis jetzt untersuchten Pflanzen sind diploid ($2n = 16$)
- Alle 3 Sippen lassen sich fertil bastardieren
- Zur Unterscheidung der 3 Sippen eignen sich am besten die folgenden morphologischen Merkmale: Länge und Breite der Kelchborsten, Behaarung der untersten Blattscheiden und Blattunterseiten, Haarlänge; statistisch unterscheiden sich die 3 Sippen auch in Höhe, Verzweigung, Blatteilung, Hüllblattlänge, Kelchsaumlänge und Fruchtgrösse
- *S. columbaria* steht morphologisch in allen Merkmalen zwischen *S. gramuntia* und *S. lucida*
- Auch ökologisch nimmt *S. columbaria* in bezug auf Wärme-, Feuchtigkeits- und Stickstoffansprüche eine Mittelstellung ein
- Geographisch hat *S. columbaria* die grösste flächenmässige Ausdehnung (fast ganz Mitteleuropa zwischen Südkandinavien und den Alpen). *S. lucida* ist eine mittel- und südeuropäische Gebirgspflanze (Pyrenäen, Jura, Vogesen, Alpen, Karpaten, nördliche Gebirge der Balkanhalbinsel); *S. gramuntia* hat zwischen Südfrankreich und Jugoslawien eine submediterrane Verbreitung
- In der Schweiz besiedelt *S. lucida* die subalpine und alpine Stufe in den Alpen und im Jura, *S. gramuntia* die zentral- und südalpinen Täler und *S. columbaria* die Gebiete nördlich der Alpen
- In den Zentral- und Südalpen sind breite morphologische Übergänge zwischen *S. lucida* und *S. gramuntia* festzustellen, ebenso in den Nordalpen zwischen *S. lucida* und *S. columbaria*. Es konnte eine deutliche Korrelation zwischen der Höhe über Meer und der Blattbehaarung, Stengelhöhe, Kelchborstenlänge und Kelchborstenbreite festgestellt werden, sofern Pflanzen von Standorten mit ungefähr gleichen Expositionen und Neigungen miteinander verglichen wurden

- Die Pflanzen der Übergangspopulationen zwischen *S. lucida* und *S. gramuntia* können oft nicht von *S. columbaria*-Pflanzen aus dem Mittelland und experimentellen Bastarden *S. lucida* × *S. gramuntia* unterschieden werden

Auf Grund dieser Ergebnisse wird vermutet, dass *S. columbaria* aus Bastardpopulationen zwischen *S. lucida* und *S. gramuntia* hervorgegangen ist. Zwar wäre auch denkbar, dass sich *S. lucida* und *S. gramuntia* ökologisch aus *S. columbaria* herausdifferenziert haben. Indessen ist kaum anzunehmen, dass *S. columbaria* in ihrem heutigen Verbreitungsgebiet in Mitteleuropa die Eiszeiten überdauern konnte, da dieses Gebiet grösstenteils von Eis überdeckt oder klimatisch zu ungünstig war; auch sind ihre heutigen Standorte vorwiegend durch den Menschen bedingt (mit Ausnahme ihres Vorkommens an wenigen felsigen Stellen und in Föhrensteinhangwäldern). Sowohl *S. lucida* wie *S. gramuntia* konnten dagegen sehr wohl in Teilen ihres heutigen Areals die Eiszeiten überleben und wachsen auch heute noch zu einem Teil in natürlichen Gesellschaften. *S. lucida* konnte oberhalb der heutigen Gletscher und in den Südalpen überdauern und hat den Schwerpunkt heute in *Caricion-ferruginea*-Gesellschaften; *S. gramuntia* konnte ohne weiteres während der Eiszeiten im südlichen Teil ihres heutigen Verbreitungsgebietes wachsen; ihr natürlicher Standort ist im lichten Trockenwald, in Felsensteppen und Trockenrasen. Wir nehmen an, dass im noch waldarmen Spätglazial und Präboreal *S. lucida* und *S. gramuntia* miteinander in Kontakt kommen konnten, so dass über weite Gebiete Bastardpopulationen entstanden und Merkmalsintrogressionen vorkamen, die sich lokal auch während der nachfolgenden dichten Bewaldung halten konnten. Mit den Waldrodungen durch den Menschen breiteten sich diese Bastardpopulationen aus, und gewisse Pflanzen davon zeigten sich unter den neuen, durch den Menschen geschaffenen Bedingungen erfolgreich. Ohne den Menschen wären nach der Wiederbewaldung kaum mehr Kreuzungen vorgekommen, und die Eltersippen hätten sich deutlich voneinander getrennt erhalten können.

Im schweizerischen Mittelland verhalten sich eine ganze Reihe von Wiesenpflanzen ähnlich. Die meisten dieser Sippen haben ihren Schwerpunkt in *Mesobromion*-Gesellschaften, die wahrscheinlich bei uns zu den ältesten vom Menschen geschaffenen Wiesen gehören. Diese Sippen stehen morphologisch und ökologisch zwischen einer Gebirgssippe und einer Sippe mit vorwiegend submediterraner Verbreitung und können von lokalen Bastardpopulationen zwischen den vermutlichen Eltersippen nicht unterschieden werden. Morphologische Übergänge sind im Grenzbereich dieser Sippen häufig, auch wenn sie sich durch verschiedene Ploidiestufen auszeichnen. Die geographischen Verbreitungen sind ähnlich, aber natürlich nicht identisch. Beispiele sind: *Helianthemum ovatum* Viv. (*H. grandiflorum* Scop. und *H. nummularium* [L.] Mill. s. str.), *Centaurea Scabiosa* L. (*C. alpestris* Hegetschw. und *C. tenuifolia* Schleicher), *Anthyllis vulgaris* (Koch) Kerner (*A. alpestris* [Kit.] Hegetschw. und *A. Vulneraria* L. s. str.), *Onobrychis viciifolia* Scop. (*O. montana* DC., und *O.*

arenaria [Kit.] Ser.), *Lotus corniculatus* L. (*L. alpinus* Schleicher und *L. pilosus* Jord.). Während die Bastardierungen bei *Helianthemum*, *Anthyllis* und *Centaurea* vorwiegend auf diploidem Niveau stattfanden (von *Centaurea alpestris* sind allerdings auch tetraploide Populationen bekannt), sind jene von *Lotus* und *Onobrychis* vorwiegend auf tetraploidem Niveau zustande gekommen (bei *Onobrychis arenaria* und *Lotus alpinus* gibt es diploide und tetraploide Populationen). Die Sachlage wird noch weiter kompliziert durch Genintrogressionen von weiteren nahverwandten Sippen (bei *Lotus* z. B. von *L. tenuis* W. et K.), so dass die Vorstellung von allein 2 Elterarten wohl nur in Ausnahmefällen zutrifft. Bemerkenswert ist indessen, dass der Mensch durch die Neubildung von Standorten nicht nur neue Sippen selektioniert, sondern auch durch die Schaffung von waldfreien Kontaktzonen die Grenzen zwischen ursprünglich gut getrennten Sippen verwischt hat.

6. A. GIGON (Zürich) – Stickstoff- und Wasserversorgung von Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobromion*) im Jura bei Basel

7. G. DÜTSCH (Zürich) – Biosynthese von Mannitol in *Agaricus bisporus*

8. J.S.G. REID, G. FRANZ, H. MEIER (Freiburg) – Die Bildung des Galactomannans in den Samen von *Trigonella foenum-graecum*

Die Samen vieler Leguminosenarten enthalten ein Endosperm, das Reservepolysaccharide des Galactomannantyps enthält. Einige dieser Galactomannane sind untersucht worden, und es zeigte sich, dass sie alle strukturelle Gemeinsamkeiten aufweisen. Sie bestehen aus einem Grundgerüst von β , 1→4-verbundenen Mannoseresten, von denen einige in 6-Stellung mit einem α -Galactoserest substituiert sind. Die Galactomannane verschiedener Leguminosensamen unterscheiden sich nur durch die Anzahl der Galactoseseitengruppen.

Über den *Abbau* der Galactomannane in keimenden Samen ist einiges bekannt. COURTOIS und LE DIZET [1] zeigen an den Samen von *Gleditschia*, dass zu Beginn ein grosser Teil der Galactoseseitengruppen relativ schnell abgebaut wird, gefolgt von einem langsameren Abbau der Mannosehauptkette. In der zweiten Stufe des Abbaus werden Oligosaccharide, bestehend aus Mannoseresten, gebildet.

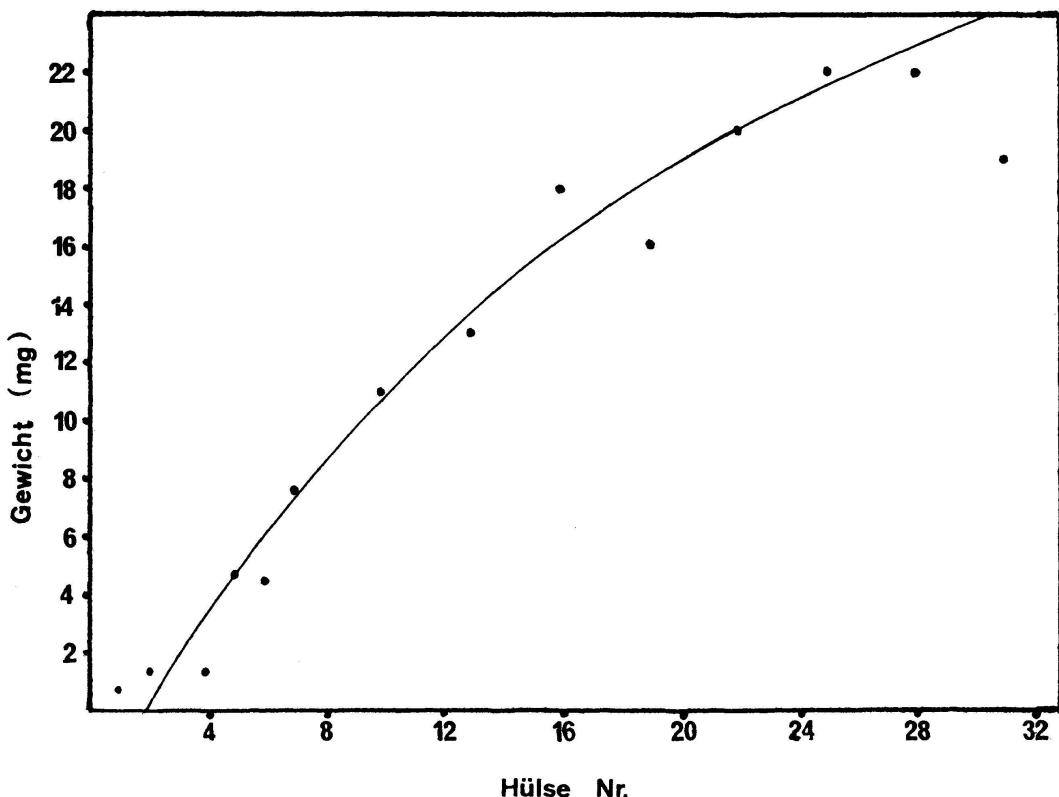
Es ist jedoch wenig bekannt über die *Bildung* dieser Polysaccharide, die uns im Zusammenhang mit einem Forschungsprogramm über die Genese der Zellwand-Polysaccharide von Interesse schien.

Galactomannane sind in Samen, die dieses Polysaccharid aufweisen, nicht die einzigen Reservestoffe. Es finden sich daneben noch in grossen Mengen Oligosaccharide der Raffinosereihe, besonders Stachyose. Die Oligosaccharide der Raffinosereihe kann man sich aus Saccharose durch Hinzufügen von einem oder mehreren 1→6-verbundenen α -Galactoseresten entstanden denken. Sie sind aus diesem Grunde strukturell mit den Galaktomannanen, mit denen sie zusammen auftreten, verwandt.

KANDLER und Mitarbeiter [2] bewiesen, dass Stachyose in den Samen von *Phaseolus aureus*, die kein Galactomannan enthalten, durch die Übertragung eines Galactoserestes von Galactinol auf ein Raffinosemolekül gebildet wird. Es scheint nun möglich zu sein, dass der Galactoseanteil der Galactomannane auf einem ähnlichen Weg gebildet wird. *Trigonella foenum-graecum* wurde als Versuchsmaterial gewählt, da die Samen dieser Pflanze, die in langen Hülsen gebildet werden, einen ziemlich grossen Anteil (etwa 15%) Galactomannan enthalten. Das im Samen vorhandene Endosperm, das die Polysaccharide enthält, ist von einer gelatinösen Konsistenz. Im Polarisationsmikroskop zeigt sich, dass die Zellwände des Endosperms im Querschnitt dünne doppelbrechende Primärwände aufweisen. Anscheinend schliesst sich daran eine dicke Schicht Galactomannan, die als schwach doppelbrechende Masse fast die ganze Zelle ausfüllt.

Wir begannen unsere Untersuchungen mit dem Studium reifer Samen, um festzustellen, ob sie niedermolekulare Kohlenhydrate mit Galactose- oder Mannoseresten aufwiesen, die möglicherweise als Polysaccharidvorläufer angesehen werden könnten. Die Samen wurden mit heissem Wasser extrahiert, die Polysaccharide mit Alkohol gefällt und die Zucker

Fig.1. Durchschnittliches Gewicht eines Samens während der verschiedenen Entwicklungsstufen.



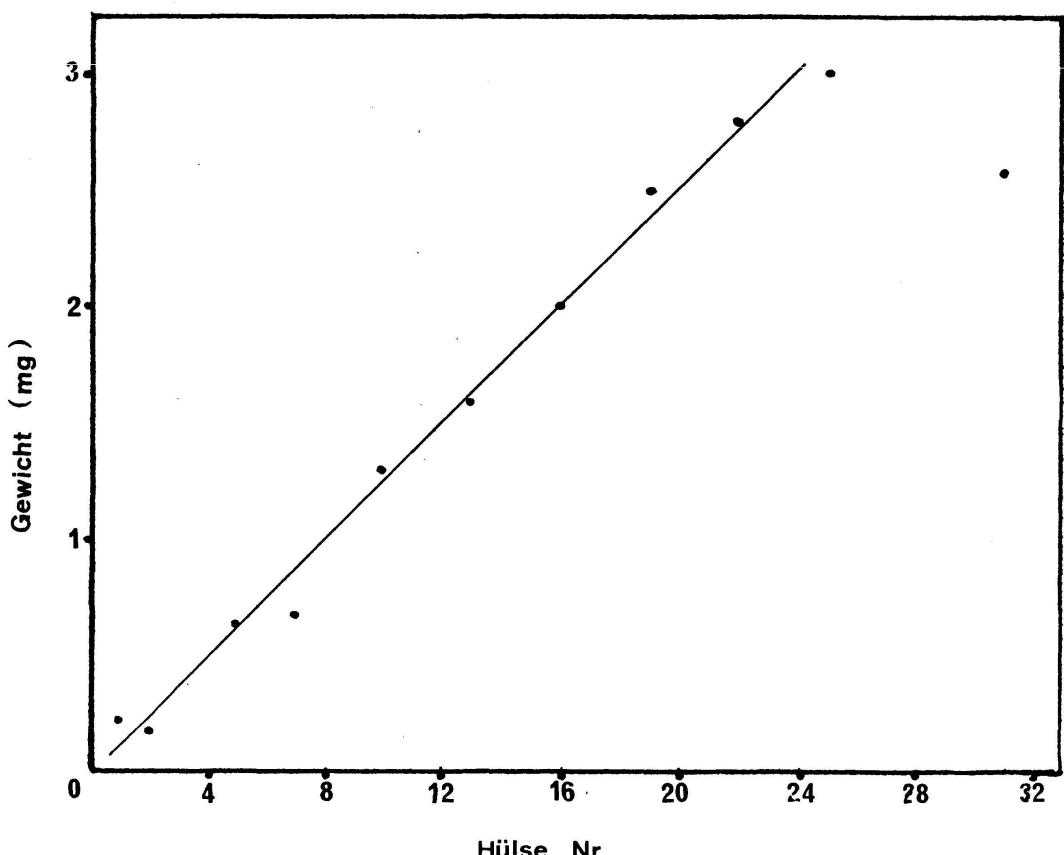
aus der Mutterlauge isoliert. Die Identifizierung erfolgte durch Chromatographie, Elektrophorese und Analyse der entsprechenden Hydrolysate. Stachyose trat in relativ grossen Mengen auf, daneben waren kleinere Mengen von Fructose, Glucose, Saccharose, Raffinose, Myo-Inositol, Verbascose und Galactinol vorhanden. Galactose konnte nur in Spuren nachgewiesen werden. Daneben lag noch in geringen Mengen ein Oligosaccharid vor, von dem wir annehmen, dass es sich um Digalactosyl-Inositol handelt. Eine weitere, nicht reduzierende Substanz, die chromatographisch einem Disaccharid entsprechen könnte, ergab als hydrolytisches Spaltprodukt Galactose. Ein Digalactosyl-Inositol wurde kürzlich in dem Samen von *Vicia sativa* nachgewiesen [3]. Bisher ist noch nichts über die physiologische Bedeutung dieser Verbindung bekannt geworden, sie könnte aber eine ähnliche Funktion wie Galactinol besitzen. Freie Mannose oder Mannose enthaltende Oligosaccharide konnten nicht nachgewiesen werden.

In einer weiteren Versuchsserie wurde das Galactomannan aus Samen verschiedener Reifestadien isoliert, um den Zeitpunkt der Samenentwicklung zu erfassen, in dem das Polysaccharid gebildet wird, und um ferner festzustellen, ob sich seine chemische Zusammensetzung während der verschiedenen Reifestadien ändert. Auch die freien Zucker in den Samen wurden untersucht, um festzustellen, ob während der Polysaccharidbildung auffallende Änderungen auftreten. Alle Samen wurden von einer einzigen Pflanze genommen, die 32 Hülsen in verschiedenen Reifestadien aufwies. Abbildung 1 zeigt das durchschnittliche Trockengewicht eines Samens in jeder Hülse. Die Numerierung beginnt bei der jüngsten Hülse.

Die Samen aus jeder Hülse (10–20 pro Hülse) wurden getrennt mit Wasser von 90 °C behandelt, um die Enzyme zu inaktivieren. Danach wurden sie dreimal mit heissem Wasser extrahiert und mit Ultraschall behandelt, um eine möglichst vollständige Extraktion zu erreichen. Nach der ersten Behandlung zerriss die Samenschale, und nach der zweiten konnten die Embryonen, ausser bei den jüngsten Samen, entfernt werden. Nach der dritten Behandlung mit Ultraschall schien das gesamte gelatineartige Endosperm aufgelöst zu sein. Die verschiedenen Extrakte wurden geteilt, eine Hälfte wurde zur Untersuchung der löslichen Zucker gesondert aufbewahrt, und der Rest wurde direkt mit Fehlingscher Lösung zur Ausfällung des Galactomannans behandelt. Die Galactomannane wurden durch Zerstörung des Kupferkomplexes wiedergewonnen und die durchschnittliche Polysaccharidmenge pro Same bestimmt. Es zeigte sich dabei, dass die Bildung des Galactomannans beim Reifestadium der Probe Nr. 5 beginnt und mit dem Reifestadium von Probe Nr. 16 im wesentlichen abgeschlossen ist.

Von jeder Polysaccharidprobe wurden 0,5 mg hydrolysiert und die Zucker chromatographisch getrennt. Alle Hydrolysate enthielten Galactose und Mannose in ungefähr gleichen Mengen. Nach Abschätzung der Fleckengrösse auf den Chromatogrammen scheint bei den verschiedenen Proben kein Unterschied im Verhältnis Galactose zu Mannose zu bestehen. Dies konnte durch quantitative Bestimmung der Zuckerkompo-

Fig.2. Durchschnittsmenge der freien Zucker pro Same.



nenten bestätigt werden, die bei vier Hydrolysaten durchgeführt wurde. Die löslichen Zucker der verschiedenen Proben in den Extrakten mit heissem Wasser wurden aus den Mutterlaugen der äthanolischen Fällung des Galactomannans erhalten. Abbildung 2 zeigt die Ausbeuten, dargestellt als Durchschnittsgewicht pro Same. Aus einem Chromatogramm, auf dem die verschiedenen Proben der freien Zucker getrennt wurden, ist ersichtlich, dass die geringe Zuckermenge in den jüngsten Samen hauptsächlich aus Saccharose, Glucose, Fructose und Myo-Inositol besteht. Galactinol konnte ebenso nachgewiesen werden, jedoch keine Stachyose. Das Auftreten der Stachyose beginnt bei der Reifung des Samens in Probe Nr. 5. Die Menge der gebildeten Stachyose steigt mit weiterer Reifung an bis zur Probe Nr. 16, danach ist kein weiterer Anstieg zu beobachten. Dies wurde durch quantitative Bestimmung der Stachyose, Raffinose, Saccharose und Fructose in den Proben Nr. 7, 13, 22 und 31 bestätigt.

Aus diesen Resultaten kann man schliessen, dass das Galactomannan in den Samen von *Trigonella foenum-graecum* nicht durch Umkehrung des Abbauprozesses gebildet wird, der für das Galactomannan in *Gleditschia* vorgeschlagen wurde, das heisst, es wird nicht zuerst eine Man-

nankette gebildet, an die nachträglich Galactosereste geknüpft werden. Vielmehr scheinen bei der Biosynthese des Galactomannans Galactose- und Mannosereste zum gleichen Zeitpunkt verknüpft zu werden.

Das Polysaccharid entsteht während derselben Periode der Samenreifung, in der Stachyose gebildet wird. Daher ist es möglich, dass die Galactosereste von Galactinol übertragen werden. Dies wird zurzeit durch Experimente mit radioaktiv markierten Substanzen untersucht.

LITERATUR

1. COURTOIS, J.E., LE DIZET, P.: Bull. Soc. Chim. Biol. 48, 190; 1966.
2. TANNER, W., KANDLER, O.: Plant Physiol. 41, 1540; 1966.
3. PETEK, F., VILLAROYA, E., COURTOIS, J.E.: C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. D, 263, 195; 1966.

9. R. KELLER (Schaffhausen) – *Untersuchung Myleran-induzierter Chromosomenbrüche am Wurzelspitzenmeristem von Vicia faba: I. Wirkung von 5-Bromodesoxyuridin auf die chromosomale Aberrationsrate und Lokalisation von Bruch- und Reunionspunkten*

10. N. ZEYBECK (Izmir) – *Liefert Styrax officinalis ein Harz?*

11. P. SCHÜRMANN (Institut für chemische Pflanzenphysiologie der Universität Tübingen) – *Die Beeinflussung der CO₂-Fixierung isolierter Chloroplasten durch Rot- und Blaulicht*

Die Resultate verschiedener Autoren zeigen, dass der Weg des photosynthetischen C-Einbaues unter anderem nicht nur von der Lichtintensität, sondern auch von der Lichtqualität beeinflusst wird. Im allgemeinen stellen die Autoren fest, dass durch rotes Licht die Kohlenhydratsynthese, durch blaues Licht hingegen die Synthese organischer Stickstoffverbindungen gefördert wird. Wie diese Umsteuerungen der Substanzproduktion zustande kommen, ist nach wie vor unklar. Es ist auch noch nicht bekannt, ob Steuermechanismen bereits in den Chloroplasten zu suchen sind. Es wurde deshalb die Wirkung von rotem und blauem Licht auf die CO₂-Fixierung isolierter, intakter Chloroplasten untersucht.

Die Chloroplasten werden aus Erbsenblättern (*Pisum sativum*, var. *Feltham First*) isoliert (SCHÜRMANN, 1968) und in einer Reaktionslösung nach JENSEN und BASSHAM (1966) unter N₂ mit rotem bzw. blauem Licht bestrahlt (Glasfilter RG 630 und BG 28 der Firma Jenaer Glaswerk Schott und Gen., Mainz). Die Intensität des Lichtes wird so abgeglichen, dass im Rot wie im Blau dieselben Fixierungsraten erreicht werden. Die ¹⁴CO₂-Fixierung wird während 40 Minuten durch Entnahme von kleinen Proben aus der Reaktionslösung verfolgt. Aliquote Teile dieser Proben werden dünnenschichtchromatographisch getrennt (SCHÜRMANN, 1969) und der Einbau des ¹⁴C in die verschiedenen Reaktionsprodukte bestimmt.

Der Hauptanteil, nämlich 90–95% des in isolierten Chloroplasten

fixierten CO_2 , findet sich in den Phosphatestern, den Intermediärprodukten des Calvin-Zyklus, 5–6% in Aminosäuren und 1–2% in organischen Säuren.

Eine eindeutig stärkere Markierung einer dieser Stoffklassen als Wirkung des roten oder des blauen Lichtes konnte nicht gefunden werden.

Innerhalb der Phosphatester zeigte sich aber eine deutliche Abhängigkeit des ^{14}C -Fixierungsmusters von der Lichtfarbe: Nach Fixierung im Rotlicht sind die Diphosphate sowie die Zuckermanophosphate gegenüber den übrigen Phosphatestern relativ stärker markiert als im blauen Licht. Im Gegensatz dazu ist die Phosphoglyzerinsäure im Blaulicht relativ stärker markiert als im Rotlicht.

Unter den Aminosäuren oder den organischen Säuren sichere Unterschiede zu finden ist schwieriger, da der Gehalt an diesen Substanzen im ganzen beträchtlich geringer ist.

Das Rotlicht, das in Versuchen mit ganzen Zellen die Saccharosebildung fördert (AHMED/RIES, 1968), verstärkt in Versuchen mit isolierten, intakten Chloroplasten den Aufbau der Vorstufen, Fructose-1,6-diphosphat und Fructose-6-phosphat, der Kohlenhydratsynthese. Das Rotlicht hat also, in bezug auf die Kohlenhydratsynthese, in intakten Zellen wie in isolierten Chloroplasten dieselbe Wirkung.

LITERATUR

- AHMED, A. M. M., RIES, E.: International Congress of Photosynthesis Research, Freudenstadt 1968.
JENSEN, R. G., BASSHAM, J. A.: Proc. Natl. Acad. Sci. 56, 1095–1101; 1966.
SCHÜRMANN, P.: International Congress of Photosynthesis Research, Freudenstadt 1968.
SCHÜRMANN, P.: J. Chromatogr., 1969 (im Druck).

12. F. L. SCHWINN (Muttenz) – *Anwendungsmöglichkeiten für das Scanning-Elektronenmikroskop in der Mykologie*

13. R. BRÄNDLE, R. STRASSER, K. H. ERISMANN (Bern) – *Intermediärprodukte der H_2S -Assimilation bei *Lemna minor* L.*

In früheren Untersuchungen über die Aufnahme und Verwertung von H_2^{35}S durch panaschierte Blätter konnten im Methanol-/Wasser-Extrakt unbekannte ^{35}S -markierte Verbindungen nachgewiesen werden [1]. Die Vermutung, dass es sich um frühe Intermediärprodukte der H_2S -Assimilation handelt, ist naheliegend.

Zur Identifikation dieser Verbindungen wurden Wasserlinsen (*Lemna minor* L.) mit gasförmigem H_2^{35}S gefüttert. Die Fütterungsbedingungen und die weitere Verarbeitung des Materials, einschliesslich der dünnenschichtchromatographischen Analyse, sind anderswo beschrieben [1, 2, 3]. Für die Charakterisierung der Stoffgruppen gelangten Farbreaktionen zur Verwendung: die Trinitrobenzolsulfonsäure-(TNBS-)Reaktion auf

Substanzen mit primären Aminogruppen und die Natriumperjodat-Benzidin-Reaktion auf Zucker und Zuckerphosphate. Die Trennung der S-haltigen Verbindungen von den S-freien wurde nach Eluieren der Substanzen mittels Dünnschichtelektrophorese durchgeführt (LKB-Elektrophoresegerät, 300 V; MN 300 Zellulose, 0,5 mm Schichtdicke; Puffer pH 4, Pyridin : Essigsäure : Wasser = 10 ml : 35 ml : 955 ml). Die Analyse der Schwefelgruppen erfolgte anschliessend an eine Hydrolyse der Extrakte nach der Methode von TREBST et al. [4] mit zusätzlicher Bestimmung des freien $^{35}\text{SO}_4^{2-}$ als Bariumsalz. Die Aktivitäten wurden auf Planchetten unter GM-Zählrohr gemessen.

Alle H_2^{35}S -Markierungsexperimente ergaben lösliche S-haltige Verbindungen im Methanol/Wasser-Extrakt, ebenso nach Fraktionierung desselben am Ionenaustauschharz in der basischen und in der sauren Fraktion.

Mit der chromatographischen Auftrennung der basischen Fraktion konnten neben den normalen S-haltigen Aminosäuren mindestens sechs weitere TNBS-färbbare und S-haltige Verbindungen nachgewiesen werden. Auf den Dünnschichtplatten der sauren Fraktion reagierten vier ^{35}S -markierte Verbindungen auf Sprühreagenzien für Zucker und Zuckerphosphate. Viele dieser S-Verbindungen lassen sich auf den Chromatogrammen mittels «Fingerprint-Vergleichen» gewöhnlichen Aminosäuren, Zuckern, Zuckerphosphaten und organischen Säuren zuordnen. Die zusätzlichen Schwefelgruppen beeinflussen die Chromatographie nur unwesentlich, da es sich in erster Linie um eine Verteilungschromatographie handelt. Freies Sulfat z.B. bleibt in der Nähe des Ursprungs. Unter anderen konnten folgende Verbindungen gefunden werden: S-Glutaminsäure, S-Glutamin, S-Asparaginsäure, S-Asparagin, S-Zuckerphosphate und freie S-Zucker. Mittels ^{14}C -/ ^{35}S -Doppelmarkierungsexperimenten (^{14}C niedrige, ^{35}S hohe spezifische Aktivität), kombiniert mit Farbreaktionen, liessen sich die S-Zuckerphosphate elektrophoretisch leicht von den entsprechenden S-freien Verbindungen trennen. Die Analyse auf Schwefelgruppen ergab nach Entfernen des freien Sulfats aus den Gesamtextrakten und nach alkalischer Hydrolyse im wesentlichen weiteres freies Sulfat, ebenso hydrolysierte Einzelverbindungen. Übrig blieb eine Restaktivität, hervorgerufen durch unbestimmbare ^{35}S -Bindungen. Eine Oxydation während der Gruppenanalyse kann ausgeschlossen werden. Dies wurde mit Hilfe verschiedener S-haltiger Testsubstanzen gezeigt. ^{35}S -Glutamin und ^{35}S -Asparagin verschwanden nach der Hydrolyse der Gesamtextrakte auf den Autoradiographien der Chromatogramme. Die S-Zuckerphosphate liessen sich, allerdings unter erheblichem Aktivitätsverlust, durch Hydrolyse in freie S-Zucker überführen. Offenbar ist nur noch die Restaktivität für die Schwärzung der Röntgenfilme massgebend.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen die Vermutung zu, dass Schwefelwasserstoff zuerst zu Sulfat aufoxidiert wird, welches anschliessend mit Aminosäuren, Zuckern und ähnlichen Substanzen Verbindungen eingeht. Sulfate von Monosacchariden sind bekannt [5].

LITERATUR

1. ERISMANN, K. H., BRÄNDLE, R.: Flora A 159, 379; 1968.
2. BRÄNDLE, R., ERISMANN, K. H.: Naturwiss. 55, 41; 1968.
3. ERISMANN, K. H., KIRK, M.: International Congress of Photosynthesis Research, Freudenstadt 1968 (im Druck).
4. TREBST, A., SCHMIDT, A.: International Congress of Photosynthesis Research, Freudenstadt 1968 (im Druck).
5. PEAT, S., BOWKER, D. M., TURVEY, J. R.: Carbohyd. Res. 7, 225; 1968.

Wir danken dem Schweizerischen Nationalfonds für die Unterstützung dieser Arbeit.

14. K. H. ERISMANN, A. FINGER, R. BRÄNDLE (Bern) – *Die Kinetik der H₂S-Fixierung im Licht und im Dunkeln bei Lemna minor L.*

15. CH. BRUNOLD, K. H. ERISMANN (Bern) – *Der Mechanismus der Photosynthesehemmung durch Acetat bei Lemna minor*

Bei der Suche nach einer organischen C-Quelle für die Kultivierung von Wasserlinsen zeigte sich bei der Anwendung von Na-Aacetat eine Wachstumshemmung.

Im Lichte der Untersuchungen von SMIRNOW, STUMPF und andern [1–4] vermuteten wir einen Zusammenhang zwischen dieser Hemmung und der Fettsäuresynthese.

Lemnen fixieren ohne Acetat in der Nährösung mit konstanter Rate CO₂ und evolvieren O₂. Das Verhältnis von O₂ zu CO₂ beträgt 1,0–1,2.

Wenn in der Nährösung eine Acetatkonzentration von 10⁻³ oder mehr vorliegt, nehmen die Fixierungsrate von CO₂ und die Evolutionsrate von O₂ ab. Schliesslich überwiegt die Atmung die Photosynthese. Die CO₂-Fixierung wird etwas schneller gehemmt als die O₂-Evolution. Das Verhältnis von O₂ zu CO₂ wird 1,5–2,0.

Die Geschwindigkeit der Hemmung ist lichtabhängig: bei höheren Lichtstärken tritt sie rascher ein als bei niedern.

Die Hemmung erwies sich auch abhängig von der CO₂-Konzentration: sie erfolgte rascher bei niedrigen CO₂-Konzentrationen.

Kinetische Experimente mit markiertem CO₂ zeigten eine Hemmung der Karboxylierung von RuDP und der Dephosphorylierung von FDP und SDP. Die starke Zunahme von Alanin lässt ausserdem auf ATP-Mangel schliessen [5]. Wenn diese Ergebnisse mit denen von PEDERSEN et al. [6] verglichen werden, welche die Hemmwirkung von Fettsäuren auf die Photosynthese von Chlorella untersuchten, zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung. Dies veranlasste uns, zu prüfen, wie weit die Bildung von Fettsäuren als Ursache der Photosynthesehemmung durch Acetat in Betracht gezogen werden darf.

Wir ermittelten mit kinetischen Experimenten die Veränderungen der Fettsäuremengen unter Acetateinfluss und stellten fest, dass die Gesamtmenge der Fettsäuren bis zur totalen Hemmung der Photosynthese von 100 auf 130% anstieg.

Da nun aber die Fettsäuresynthese wie die CO_2 -Assimilierung ATP und TPNH benötigt [7, 8], ist eine Kompetition zwischen den Enzymen des Calvin-Zyklus und denen der Acetataktivierung nicht ausgeschlossen. Diese Annahme wird gestützt durch unsere Gaswechselmessungen, welche zeigten, dass der Hemmungsverlauf von der CO_2 -Konzentration abhängig ist, dann aber auch durch die Experimente von EVERSON [8].

Die Acetathemmung könnte also in zwei Phasen erfolgen: In einer ersten Phase kompetieren die Enzyme der Acetataktivierung und der CO_2 -Assimilation um ATP und TPNH. Dies führt zu einer Verringerung der CO_2 -Fixierung und zu verstärkter Fettsäuresynthese.

In einer zweiten Phase hemmen diese Fettsäuren die ATP-Bildung, die Karboxylierung von RuDP und die Dephosphorylierung von SDP und FDP. Verschiedene Befunde [9, 10, 11, 12] sprechen dafür, dass diese Reaktionen gehemmt werden, weil die Fettsäuren in den Chloroplasten strukturelle Änderungen erzeugen.

LITERATUR

1. STUMPF, P. K., et al.: *Biochemistry of Chloroplasts*, Vol. II, ed. by T. W. GOODWIN, Academic Press, 1967.
2. SISSAKIAN, N. M., SMIRNOW, B. P.: *Biochimija* 21, 273; 1956.
3. MUDD, J. B., McMANUS, T. T.: *J. Biol. Chem.* 237, 2057; 1962.
4. SCHLEGEL, H. G.: *Planta* 47, 510; 1956.
5. BASSHAM, J. A., JENSEN, R. G.: *Harvesting the Sun*, ed. by A. SAN PIETRO and F. A. GREER, Academic Press, 1967.
6. PEDERSEN, T. A., KIRK, M., BASSHAM, J. A.: *Biochim. Biophys. Acta* 112, 189; 1966.
7. OHMANN, E.: *Biochim. Biophys. Acta* 82, 325; 1964.
8. EVERSON, R. G., GIBBS, M.: *Plant Physiol.* 42, 1153; 1967.
9. PACKER, L.: *Biochim. Biophys. Acta* 75, 12; 1963.
10. PACKER, L., MARCHANT, R. H.: *J. Biol. Chem.* 239, 2061; 1964.
11. DILLEY, R. A., VERNON, L. P.: *Biochemistry* 3, 817; 1964.
12. PETERKOFSKY, RACKER, E.: *Plant Physiol.* 36, 409; 1961.