

wirtsch. 2, 263—266 (1951). — 17. Berichte über die Anbauversuche der Deutschen Kartoffel-Kultur-Station a) Ergänzungshefte der Ztschr. f. Spiritusindustrie (1889—1919). b) Ergänzungshefte d. Ztschr. Die Kartoffel (1920—1933). c) Bericht über Kartoffelsorten — Anbauversuche 1934. Reichsnährstand (1935). — 18. Bericht über die durch F. Heine zur Kloster-Hadmersleben aufgeführten Versuche zur Prüfung des Sortenwertes verschiedener Kartoffelsorten. a) Ergänzungshefte d. Ztschr. f. Spiritusindustrie (1877—1919). b) Ergänzungshefte der Ztschr. Die Kartoffel (1920—1925). — 19. Berichte über Kartoffel-Sortenbauversuche. Reichsnähr-

stand (1938—1941). — 20. Berichte über die Ergebnisse der Kontroll- und Hauptprüfung mit Kartoffeln. Ministerium für Land- und Forstwirtschaft. (1948—1954). — 21. Kartoffelanbauversuche der Preußischen Forschungsgesellschaft für Landwirtschaft Berlin in Emersleben. Die Kartoffel (1921—1922). — 22. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 5, (1884). — 23. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich 21, (1900). — 24. Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik (1950—54). — 25. Ergebnisse der Nachbauprüfungen der Haupt- und Kontrollprüfung in Groß-Lüsewitz (bisher unveröffentlicht).

(Aus dem Institut für Kulturpflanzenforschung Gatersleben der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin)

Über den Sproßaufbau und die Blattentwicklung bei der Kartoffel

Von SIEGFRIED DANERT

Mit 11 Textabbildungen

Beim Studium von Sortenbeschreibungen unserer Kulturkartoffel fällt auf, daß man sich in der Kartoffelforschung verschiedener spezieller morphologischer Termini bedient, die sonst in der Morphologie nicht oder nicht in gleichem Sinne gebräuchlich sind. Für die meisten Teile der Kartoffelpflanze existieren aber allgemein gebräuchliche und wohldefinierte Termini, die zu benutzen angestrebt werden sollte. Zwar bestehen für den Gebrauch solcher morphologischer Fachausdrücke keine internationalen Regeln, wie wir sie aus der Systematik in der Verwendung von Pflanzennamen durch den „Internationalen Code der botanischen Nomenklatur“ kennen, dennoch sollte man bemüht sein, auch hier eine weitmögliche Einheitlichkeit zu erreichen. Der praktische Wert einer einheitlichen Terminologie dürfte unumstritten sein. Beschreibungen, in denen allgemeiner gebräuchliche Fachausdrücke benutzt werden, können einem viel größeren Leserkreis verständlich sein, auch erspart man sich so nähere Erläuterungen. Aber auch aus rein sachlichen Gründen sollte man danach trachten und ist sogar dazu verpflichtet, gutbegründete Fachausdrücke zu verwenden. Die vergleichende Morphologie beschäftigt sich mit den homologen Übereinstimmungen und erläutert damit gleichzeitig die für eine Beschreibung notwendigen Termini. In all den Fällen, in denen terminologische Schwierigkeiten auftreten, sollten die Ergebnisse der vergleichenden Morphologie, soweit sie als gesichert gelten können, berücksichtigt werden. An einen Terminus muß man die Forderung stellen, daß er sinnvoll begründet ist, d. h. daß er auf Grund vergleichender Untersuchungen aufgestellt und definiert wurde. In der Morphologie als Grundlagenforschung werden Fachausdrücke als Ergebnis vergleichender Untersuchungen erarbeitet, um Homologien von Analogien zu sondern. Für die angewandte Wissenschaft sind dagegen die Termini oft ausschließlich Hilfsmittel zur Verständigung. Eine richtige Anwendung wird zwar seit langem angestrebt, ist aber nur selten durchgeführt worden.

Früher ermöglichten terminologische Handbücher die Anwendung einer einheitlichen Kunstsprache. Solche Werke waren aber nicht überall zugänglich und sind heute in vielem auch reformbedürftig, so daß sich im Laufe der Zeit eigene Termini in den einzelnen Forschungszweigen entwickelt haben.

Ein weiterer Grund ist wohl zu nennen, wenn wir uns fragen, weshalb sich in der Kulturpflanzenforschung bei vielen Arten eine eigene morphologische

Terminologie entwickelt hat. Bei Wildpflanzen genügt es oft, nur verhältnismäßig wenige Merkmale zu beschreiben, um die Gruppen innerhalb einer Sippe abgrenzen zu können. Zwischen den einzelnen Gruppen sind meist deutliche Lücken vorhanden, wobei dahingestellt bleiben muß, ob Übergangsformen tatsächlich nicht existieren, oder ob solche nur nicht bekannt sind. Anders ist es bei Kulturpflanzen. Hier liegt im allgemeinen eine bedeutend größere Mannigfaltigkeit vor. Zwischen einzelnen Gruppen kann es viele Intermediärformen geben, deren Bildung bei Wildpflanzen, z. B. aus räumlichen Gründen, normalerweise nicht möglich ist. Sie sind durch den Eingriff des Menschen künstlich hervorgebracht worden. Eine Orientierung in einer solchen Formenmannigfaltigkeit ist deshalb meist weit schwieriger als bei Wildpflanzen. Während bei letzteren eine Unterscheidung häufig nach leicht faßbaren groben Merkmalen möglich sein wird, ist man bei Sorten einer weit verbreiteten Kulturpflanze im allgemeinen auf viel feinere und oft auch schwerer erfaßbare Merkmale angewiesen. Mit anderen Worten: je größer die Formenmannigfaltigkeit, um so notwendiger wird eine genaue Kenntnis der einzelnen Organe für eine Unterscheidung sein. Da diesem praktischen Bedürfnis von seiten der Morphologie zunächst wenig Beachtung geschenkt wurde, hat sich in der angewandten Forschung eine eigene Kunstsprache entwickelt. Naturgemäß wird z. B. ein Pflanzenzüchter bei Beschreibung einer neuen Sorte solche Fachausdrücke benutzen, die bis dahin traditionell Verwendung fanden.

Eine verhältnismäßig große Beachtung haben die genutzten Teile unserer Kulturpflanzen gefunden. Hier ist seit längerer Zeit zu beobachten, daß sowohl von botanischer als auch von landwirtschaftlicher Seite eine einheitlichen Terminologie verwendet wird. Zur Unterscheidung von Sorten sind aber die Merkmale der übrigen Pflanze von gleichgroßem Wert. In ganz besonderem Umfang gilt dies für die Kartoffel, da man hier während der Vegetationsperiode auf die oberirdischen Organe angewiesen ist. Gerade diese haben aber in der Morphologie kaum Beachtung gefunden. Versucht man sich in dem an sich sehr wertvollen Buch von RAUH (1950) über den Sproßaufbau der Kartoffel zu informieren, so findet man darüber, außer einigen allgemeinen Bemerkungen, keine Angaben. Doch besitzt gerade die Kartoffel einen komplizierten Aufbau, d. h. sie besitzt viele morphologische Eigenheiten, die bei anderen Kultur-

pflanzen fehlen; da viele Merkmale sortentypisch sind, hat man für Sortenunterscheidungen besonders stark die morphologischen Eigenheiten der oberirdischen Organe berücksichtigt. Doch gehört die Kartoffel zu den Pflanzen, bei denen eine Deutung der einzelnen Pflanzenteile, eine morphologische Analyse, fehlt. Diese Lücke soll mit nachfolgender Studie gefüllt werden.

Zur Einführung in die Problematik sei zunächst auf Abb. 1 hingewiesen. Hier ist der obere Abschnitt eines blühenden Kartoffelsprosses dargestellt. Wir wollen unser Augenmerk besonders auf die Stellung des Blütenstandes richten. Man hat den Eindruck, als entspringe die Infloreszenz aus der Achsel des Laubblattes L_n , wobei letzteres mit dem Schaft der Infloreszenz eine Strecke weit verwachsen ist. Mit anderen Worten: die relative Hauptachse scheint ein Monopodium zu sein, Blütenstände entwickeln sich als Seitensprosse. In unserer Abbildung ist im Bereich der Sproßknospe eine weitere Infloreszenzanlage sichtbar. Bei Annahme einer seitenständigen Stellung fällt auf, daß Blütenstände nicht in jeder Blattachsel gebildet werden und nur periodisch auftreten. Im allgemeinen ist unter den höheren Pflanzen eine derartige Rhythmik an einer einheitlichen Hauptachse innerhalb einer Vegetationsperiode nicht zu beobachten. Vielmehr ist in solchen Fällen eine vegetative von einer reproduktiven Region streng gesondert, indem im basalen Bereich vegetative Seitensprosse gebildet, im oberen dagegen ausschließlich Blütentriebe hervorgebracht werden. Eine Wiederholung dieser Zonierung tritt normalerweise nicht auf.

Dagegen ist ein solcher rhythmischer Wechsel zwischen vegetativer und reproduktiver Region von solchen Pflanzen bekannt, die eine zusammengesetzte, also eine sympodiale Hauptachse besitzen. Der Vegetationspunkt des Primärsprosses wird hier mit der Bildung einer endständigen Infloreszenz aufgebraucht. In der Achsel des letzten Laubblattes entwickelt sich dann ein kräftiger Seitensproß, der den abschließenden Blütenstand seitlich verdrängt, indem er die Wuchsrichtung der Mutterachse einnimmt. Ein solcher als Fortsetzungstrieb zu bezeichnender Seitensproß bringt nach Ausbildung einer mehr oder weniger großen Zahl von Laubblättern wiederum eine endständige Infloreszenz hervor. Die vegetative Achse wird auch hier wiederum von dem Seitensproß aus der Achsel des letzten Laubblattes sympodial fortgesetzt.

Wenn die Kartoffel einen Sproßaufbau besitzt wie er zuletzt geschildert wurde (Abb. 1), dann müßte die Sproßfortsetzung aus der Achsel des vorletzten Laubblattes (L_{n-1}) erfolgen und nicht, wie es bei Solanaceen allgemein üblich ist, aus der Achsel des letzten Laubblattes (L_n) vor sich gehen. Bemerkenswert ist hier noch, daß auch L_n einen vegetativen Seitentrieb hervorgebracht hat, der aber an Größe weit hinter dem Fortsetzungssproß aus L_{n-1} zurückgeblieben ist.

Schauen wir uns in der Literatur um, so stellen wir fest, daß von botanisch-morphologischer Seite diesem auffallenden Merkmal wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die älteste Beschreibung über den Sproßaufbau der Kartoffel fanden wir bei WYDLER (1851), doch ist seine Deutung nur teilweise richtig. Es existieren auch völlig falsche Vorstellungen. So betont

GOEBEL (1931), daß „*S. tuberosum* nur terminale Infloreszenzen hat, *Sol. dulcamara* dagegen nach der Bildung je einer Infloreszenz eine sympodiale vegetative Fortsetzung“¹. CORRELL (1952), der die nord- und zentralamerikanischen Tuberarien monographiert hat, hebt hervor, daß Blütenstände bei den Kartoffeln seitenständig seien. Dies soll auch bei solchen Arten der Fall sein, bei denen Infloreszenzen anscheinend eine endständige Stellung einnehmen. Für letztere führt er den Begriff „pseudoterminal“ ein. In einer Reihe von Aufsätzen wird demgegenüber erwähnt, daß die Sproßachse der Kartoffel sympodial zusammengesetzt sei, nähere Erläuterungen fehlen aber. Lediglich bei SNELL (1948) findet sich eine etwas eingehendere Darstellung.

Zur Klärung der Frage nach dem Sproßaufbau ist also zu prüfen, ob die Achse ein Monopodium oder aber ein Monochasium ist².

In Abb. 2 Fig. a ist der Vegetationskegel eines Sprosses dargestellt³. In diesem Stadium wird der



Abb. 1. Blühender Trieb der Kartoffel („St. C. 68/41“).

Blütenstand angelegt. Insgesamt sind drei Blattanlagen sichtbar, die entsprechend ihrer Anlegungsfolge als L_{n-2} , L_{n-1} und L_n bezeichnet wurden. In den Achseln der beiden jüngsten Blattprimordien sind Seitenproßanlagen sichtbar. Es fällt auf, daß der Seitenvegetationspunkt S_n an der Basis des zuletzt angelegten Blattes (L_n) größer ist als der des nächstälteren (L_{n-1}). Letzterer führt die Bezeichnung S_1 . Gleiches beobachten wir, wenn wir Fig. b betrachten. Hier ist ein Vegetationskegel, der mit dem in Fig. a abgebildeten annähernd gleichaltrig ist, in der Draufsicht dargestellt. Auch hier ist die Seitenproßanlage in der Achsel des jüngsten Blattes am kräftigsten. — Die Erscheinung, daß die am weitesten spitzwärts stehenden Seitenknospen am größten sind, wird in der Morphologie als Akrotonie bezeichnet.

Hervorgehoben zu werden verdient ferner, daß die Seitenproßanlagen zu einem verschiedenen Zeitpunkt

¹ Zu dieser Auffassung kann man gelangen, wenn man z. B. die Abbildung der Kartoffel in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ betrachtet (WETTSTEIN 1891, S. 23). Wie wir später zeigen werden, handelt es sich hier um einen nicht ganz typischen Vertreter unserer Art (vgl. Fußnote S. 26).

² Wo nicht anders vermerkt, benutzten wir zur Untersuchung die Sorte 'Böhm's Mittelfrühe'.

³ Fräulein RUTH KILIAN danke ich für die Ausführung der graphischen Abbildungen.

gebildet werden. Zuerst erscheint der Achsel sproß (S_n) der jüngsten Blattanlage (L_n). Dann erst werden, nach der Sproßbasis zu fortschreitend, die Seitentriebe der anderen Blattorgane sichtbar. Im Weiterverlauf der Entwicklung bringen also auch die älteren Blätter (L_{n-2} , L_{n-3} usw.) Seitensprosse hervor. Diese von der Sproßspitze zur Basis fortschreitende Entstehungsfolge der Seitensprosse wird als basipetale Anlegung charakterisiert.

Verfolgen wir die Weiterentwicklung des oben geschilderten Vegetationskegels an Hand von Abb. 2 Figg. c und d. Die uns schon bekannten Signaturen wurden beibehalten. Gleiche Sproßspitze ist hier

wölbt, die zwischen den beiden Blattorganen L_{n-1} und L_{n-2} zu beobachten ist. Die Blattstellung unterliegt bei der Kartoffel der $2/5$ -Divergenz. Verfolgen wir, von L_{n-2} ausgehend, den Verlauf der Blattspirale, so stellen wir fest, daß der Abstand zwischen dem letzten Blatt (L_n) und dem tragblattlosen Seitensproß (S) genau so groß ist, wie der zwischen L_{n-2} und L_{n-1} bzw. L_{n-1} und L_n . Seitensproß S entwickelt sich demnach dort, wo in Fortsetzung der Blattspirale eine Laubblattanlage zu erwarten ist. Auch im Spitzenbereich der Hauptachse ist eine seitliche Ausgliederung sichtbar geworden (K_1). Ein Vergleich mit der auf einem etwas älteren Entwicklungs-

stadium zeichnerisch festgehaltenen Sproßspitze in Figg. e und f klärt uns über das weitere Schicksal der eben genannten Hervorwölbung auf. K_1 (Figg. c und d) ist die erste Anlage eines Kelchblattes, der unmittelbar die vier restlichen folgen (Figg. e und f, K_1-K_5). Daraus ergibt sich, daß bei der Kartoffel der Vegetationspunkt der Hauptachse mit der Bildung einer Endblüte (E) aufgebraucht wird. Die vegetative Achse muß demnach sympodial zusammengesetzt sein.

Der Seitensproß in der Achsel des letzten Blattes (L_n) ist die Anlage einer Teilinfloreszenz; nach Hervorwölbung eines seitlichen Vegetationspunktes (S'_n) geht der Achsel sproß unmittelbar zur Blütenbildung über (S_n). Gleiches wiederholt sich am Tochttersproß S'_n (S''_n). Jeweils transversal zur Mutterachse wird an jedem Folgesproß abwechselnd rechts und links ein Blütentrieb hervorgebracht, so daß sich ein

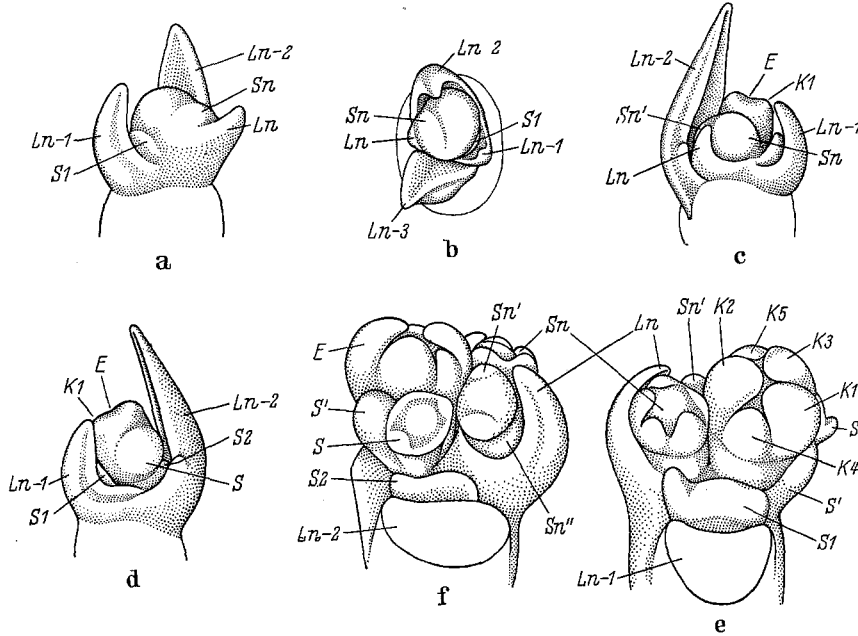


Abb. 2. Infloreszenzentwicklung bei der Kartoffel.

L_{n-3} , L_{n-2} , L_{n-1} , L_n die letzten Blattoorgane einer Sproßachse; S_2 , S_1 , S_n die Achsel sprosse von L_{n-2} , L_{n-1} , L_n ; S tragblattlos angelegter Seitensproß der Hauptachse oberhalb von S_n ; E Endblüte der Hauptachse; K_1-K_5 Kelchblattanlagen der Endblüte; S'_n = Seitensproß von S_n ; S''_n = Seitensproß von S'_n . Figg. a, e und f 75 x vergr., Figg. b-d 50 x vergrößert.

in zwei verschiedenen Ansichten dargestellt. Zunächst fällt auch in diesem Stadium die Akrotonie der Seitensprosse auf. Daß deren basipetale Anlegung weiter vorangeschritten ist, erkennt man in Fig. d. Auch in der Achsel von L_{n-2} ist jetzt eine Seitensproßanlage sichtbar (S_2). Gegenüber Fig. a sind noch weitere wesentliche Veränderungen zu beobachten. Betrachten wir zunächst den Achsel sproß von L_n , so stellen wir fest, daß dieser sich weiter differenziert hat. Unmittelbar nach seiner Anlegung (S_n in Fig. a) hat sich hier als Seitensproßanlage II. Ordnung ein weiterer Vegetationspunkt hervorgewölbt, der die Bezeichnung S'_n führt. Bemerkenswert ist, daß dieser Trieb tragblattlos gebildet wird. Er legt sich transversal zur Medianebene des Tragblattes L_n an, entsteht also dort, wo bei angenommener Beblätterung ein Vorblatt zu erwarten ist.

Ferner hat sich an der Hauptachse eine weitere Seitensproßanlage entwickelt, wie aus Fig. d ersichtlich ist (S). Auch hier fehlt ein Tragblatt. Daß dieser Vegetationspunkt erst nach Anlegung des Achsel sprosses von Blatt L_n gebildet wurde, geht aus einem Größenvergleich deutlich hervor. Wollen wir den Ort der Entstehung dieser Anlage näher festlegen, so können wir sagen, daß er sich in der Lücke hervor-

Blütenstand ergibt, den wir als Wickel bezeichnen. Ebenso ist der Seitensproß, der an der Hauptachse tragblattlos angelegt wird (S), Ursprung einer Wickel. Demzufolge geht dessen Tochttersproß (S') nach Abgabe eines Seitentriebes auch zur Blütenbildung über.

Schließlich bleibt noch übrig, jene Seitentriebe der Hauptachse zu erläutern, die sich in den Achseln der beiden vorangegangenen Blätter L_{n-1} und L_{n-2} (in Figg. e und f abpräpariert) weiterentwickelt haben. Entsprechend ihrer basipetalen Anlegung ist der Seitensproß in der Achsel des älteren der beiden vorgenannten Blattoorgane (S_2) der jüngere, er ist deshalb in der Entwicklung noch nicht so weit vorgeschritten wie der andere (S_1). An letzterem (S_1) erkennt man deutlich am Vegetationspunkt zwei Blattprimordien. Dieser Trieb wird zum vegetativen Fortsetzungssproß der Hauptachse. Während seiner Weiterentwicklung drängt er den endständigen Blütenstand allmählich zur Seite.

Zusammenfassend können wir somit feststellen: die oberirdische vegetative Achse ist sympodial aufgebaut. Jedes Sproßglied endet mit einer Infloreszenz, die in den meisten Fällen eine Doppelwickel ist.

Der Sprossenaufbau soll an Hand von Abb. 3 nochmals analysiert werden. In diesem Schema sind auf-

einanderfolgende Sprosse durch die kontrastierte Darstellung besonders hervorgehoben. Haben wir bisher nur die Entwicklungsgeschichte kennengelernt und uns die Lagebeziehungen der einzelnen Organe in der gestauchten Sproßknospe vergegenwärtigt, so soll jetzt erörtert werden, in welcher Weise das Streckungswachstum der Sproßachse das bisher gewonnene Bild beeinflusst. Zum besseren Verständnis wurden die uns schon bekannten Signaturen beibehalten. Die mit einer Blüte (E) endende Hauptachse ist schwarz gehalten. L_n und L_{n-1} , die beiden letzten Blätter der Hauptachse, sind zum Unterschied von den Blattorganen der Seitentriebe I. Ordnung durch stärkere Konturen hervorgehoben. Beide entwickeln sich zu Fiederblättern. S ist der oberste Seitentrieb unterhalb der Endblüte. Er entsteht tragblattlos und leitet die Bildung einer Wickel ein; ebenso der Achsen sproß des Blattes L_n . Dieser geht mit der Hauptachse eine konkaleszente Verwachsung ein und wird deshalb als Seitensproß der Mutterachse erst weit oberhalb der Entfaltungsstelle des Tragblattes sichtbar. Das Streckungswachstum erfaßt nämlich besonders den Abschnitt, den der Seitensproß S_n mit der Hauptachse gemeinsam hat, weniger den Bereich, in dem das dazu gehörende Tragblatt L_n dem Hauptsproß ansitzt. Daß aber auch die Ansatzstelle dieses Blattes in die Streckung mit einbezogen wird, erkennt man an der Berindung durch die Blattbasis; die Achse erscheint dadurch geflügelt. Dieses Merkmal ist bekanntlich für alle Laubblätter der Kartoffel charakteristisch und geht auf die gleiche Ursache zurück.

Der Achselsproß des vorletzten Laubblattes (L_{n-1}) setzt den vegetativen Abschnitt der Hauptachse fort. Nach Ausbildung einer Anzahl Laubblätter (8—5) schließt dieser Fortsetzungstrieb sein Wachstum mit der Entwicklung eines endständigen Blütenstandes wiederum ab. Das Tragblatt L_{n-1} ist mit seinem Tochter sproß eine Strecke weit rekauleszent verwachsen, so daß es an diesem und nicht an der Hauptachse, der es entwicklungsgeschichtlich angehört, zur Entfaltung kommt. Ein Flügel saum, der im Schema als punktierte Linie angedeutet ist, weist darauf hin, daß auch dieses Blatt die Hauptachse berindet.

In unser Schema sind noch eine Anzahl weitere Seitensprosse eingezeichnet, die wir bisher nicht erwähnt haben. Wir wollen zunächst nur die Achsel sprosse der Laubblätter berücksichtigen. Gemeinsam ist diesen Trieben, daß die ersten beiden Blattorgane stark asymmetrisch sind und mit ihrer Spitze die Abstammungsachse umgreifen. Es sind die beiden ersten Blätter von Seitentrieben, deren beide Basalinternodien extrem gestauch sind. Sie werden als Vorblätter bezeichnet. Um ihre Herkunft anzudeuten, ist im Schema das Hypopodium¹) etwas verlängert gezeichnet. Auffallend ist, daß diese Sprosse auch in den Achseln der Blätter auftreten, die wir als Tragblatt des Fortsetzungstriebes (L_{n-1}) und als das einer

Teilinfloreszenz (L_n) erkannt haben (B_1 und B_n). Es handelt sich hier um Beiknospen, ihren akzessorischen Charakter soll die Schraffur andeuten. Dagegen sind am Fortsetzungstriebe alle Knospen in den Achseln

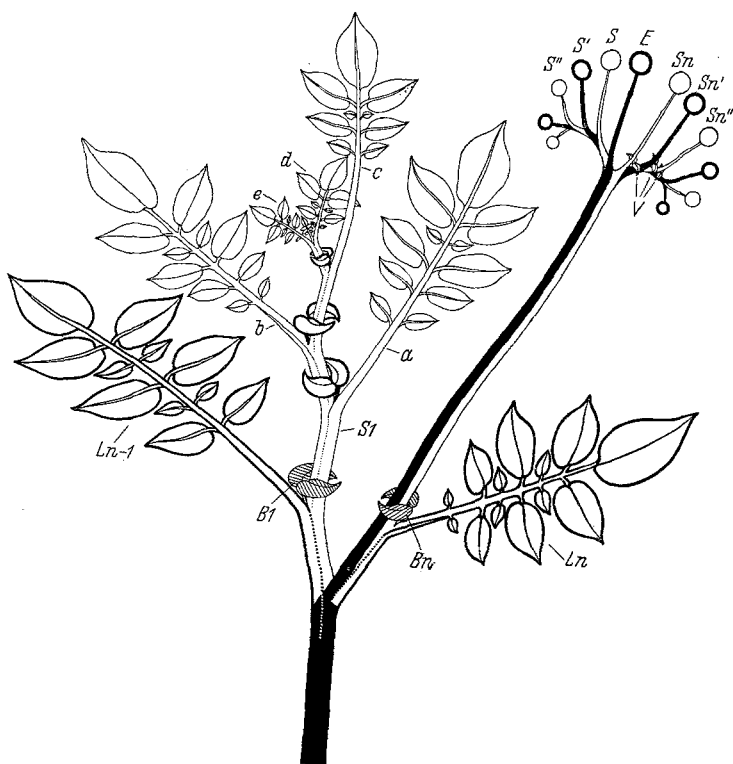


Abb. 3. Schema der Sproßverzweigung bei der Kartoffel. Aufeinanderfolgende Sproßachsen sind durch verschiedene Farbtonung hervorgehoben. Alle Blattorgane, die schwarz gehaltenen Sprossen entwicklungsgeschichtlich angehören, sind stärker konturiert. L_n ist das Tragblatt eines reproduktiven Seitensprosses (S_n) und einer vegetativen Beiknospe (B_n schraffiert). L_{n-1} entwickelt den vegetativen Fortsetzungstriebe und die Beiknospe B_1 . Die Achsel sprosse der Laubblätter (a, b, c, d, e) usw. sind im Bereich der Sproßknospe fortgelassen. V Vorblätter der Blütenknospen. Die Wülste an den Blütenstielen sollen die Gliederung andeuten. Sonstige Bezeichnungen wie in Abb. 2.

der Laubblätter als normale Seitensprosse II. Ordnung anzusprechen (Sproßachse schwarz, Vorblätter dick umrandet).

In diesem Zusammenhang erscheint erwähnenswert, daß das letzte Laubblatt (L_n) der Hauptachse (und ebenso an den Fortsetzungstrieben) Seitensprosse verschiedener Qualität hervorbringt. Der eigentliche Achselsproß besitzt reproduktiven Charakter, während die Beiknospe vegetativ ist. Diese auffällenden Unterschiede kann man mit dem Zeitpunkt der Anlegung in Beziehung bringen. Der Blüten sproß S_n ist die erste Seitenknospe der Hauptachse. Die übrigen in basipetaler Folge zur Anlegung gelangenden Achsel sprosse sind vegetativ. Die Beiknospe in der Achsel von L_n erscheint erst zu einem Zeitpunkt, in dem im basalen Bereich der Hauptachse nur noch vegetative Seitentriebe angelegt werden. Das während der Anlegung der Teilinfloreszenzen noch völlig undifferenzierte Tragblatt weist bei der Bildung der Beiknospe bereits Merkmale eines typischen Laubblattes auf. — Auf verwandte Bildungen werden wir weiter unten noch einzugehen haben.

Bei den meisten Kartoffelsorten entfaltet sich am Blütenstandeschaft nur ein Laubblatt. Nicht selten findet man am Infloreszenzstiel auch zwei oder mehr Blattorgane. Dieses Merkmal ist sortentypisch. Als Beispiel möge uns die Sorte 'Korai Rožša' dienen, die in Abb. 4 dargestellt ist. Bei solchen Sorten wird man

¹ Ein Hypopodium ist das erste Internodium eines Seitensprosses.

beobachten können, daß Hand in Hand damit eine Veränderung in der Zusammensetzung des Blütenstandes vor sich geht. Statt einer Doppelwickel wird, wie bei unserer Sorte, eine „Dreifachwickel“ zu beobachten sein. Bei Vorhandensein einer noch größeren Zahl von „Schaftblättern“ wird auch die Zahl der Partialinfloreszenzen sich vergrößern. Jedes dieser



Abb. 4. Infloreszenzstiel mit 2 Blattorganen. Jedes der beiden Schaftblätter ist Tragblatt eines Teilblütenstandes ('Korai Rož ša').

Blätter ist nämlich Tragblatt eines Teilblütenstandes. Dabei setzt sich die Laubblattspirale des vegetativen Bereiches in den Schaftblättern fort¹. In unserem Schema (Abb. 3) erfolgt die vegetative Fortsetzung aus der Achsel des vorletzten Laubblattes, hier geht sie jedoch aus der des nächstälteren vor sich.

Bei einer Anzahl Sorten kann die Blütenstandsentwicklung auf einem sehr frühen Stadium sistieren, so daß es häufig nicht einmal mehr zu einer Schaftbildung kommt. Stets ist aber auch eine solche Pflanze, die keine reproduktiven Organe mehr entfaltet, sympodial zusammengesetzt.

Seit den vergangenen Jahrzehnten ist das Interesse an Wildkartoffeln immer mehr gewachsen. Im Zusammenhang mit unserer Problemstellung ergibt sich die Frage, in welcher Weise sich die in die nähere Verwandtschaft von *Solanum tuberosum* L. zu stellenden Arten verzweigen.

Etwa 180 Arten sind aus der Sektion *Tuberarium* (DUN.) BITT. der Gattung *Solanum* L. bekannt. Alle der uns durch Abbildungen, Beschreibungen und als Exsiccate bekannt gewordenen Arten besitzen den für *S. tuberosum* typischen Sproßaufbau. Bei allen ist also das letzte Blattorgan der Hauptachse — und auch jedes sympodiale Abschnittes — Tragblatt der ersten Teilinfloreszenz und entfaltet sich am Blütenstandsschaft. Es liegen also keine grundsätzlichen Unterschiede gegenüber dem in Abb. 3 dargestellten Schema vor. Zwei Beispiele seien im folgenden aus der Sektion *Tuberarium* (DUN.) BITT. herausgegriffen, die unsere Beobachtungen belegen mögen.

¹ Eine besonders große Zahl von Schaftblättern findet sich bei einer Pflanze, die in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ (WETTSTEIN 1891) abgebildet ist. Dementsprechend ist hier auch die Zahl der Teilinfloreszenzen sehr hoch. Da ein Fortsetzungstrieb nur sehr schwer erkennbar ist, gewinnt man leicht den Eindruck, als würde der Blütenstand die Gesamtentwicklung der Pflanze abschließen (vgl. GOEBEL 1931).

Im allgemeinen ist die sympodiale Sproßachse bei den Kartoffelarten gestreckt, so daß man die Form der Verzweigung verhältnismäßig leicht erfassen kann. Bei *S. acaule* BITT. bleibt dagegen das gesamte Sproßsystem stark gestaucht, eine sichere makroskopische Beurteilung ist deshalb schwierig. Abb. 5 zeigt die Sproßknospe dieser Art. Die Hauptachse wird mit der Bildung der Endblüte *E* abgeschlossen. In der Achsel des letzten Blattes (L_n) wird eine Partialinfloreszenz angelegt. Dieser Teilblütenstand wird eingeleitet durch Blütenknospe S_n , den eigentlichen Achselsproß von L_n . An diesem Trieb entsteht tragblattlos die Blütenknospe S'_n . Sie wird dort angelegt, wo man ein Vorblatt erwarten müßte, d. h. transversal zur Medianebene der Mutterachse. Gleiche Stellung nimmt der Blütenvegetationspunkt S''_n ein; die sich an dessen Basis abzeichnende Blattanlage leitet die Kelchbildung ein. Das vorletzte Blatt der Hauptachse (L_{n-1}) bringt den vegetativen Fortsetzungstrieb hervor (S_1). Er ist, wie aus der Abbildung deutlich hervorgeht, stärker entwickelt als der Achselsproß (S_2) des davor, liegenden Laubblattes (L_{n-2}). Auch er besitzt vegetativen Charakter. Es sei vermerkt, daß in Fortsetzung der Laubblattspirale auf der durch Endblüte *E* verdeckten Seite eine weitere Teilinfloreszenz gebildet wird, deren Mutterblatt nicht angelegt wird. Mithin liegen bei *S. acaule* BITT.

gleiche morphologische Verhältnisse vor, wie wir sie bei Besprechung von *S. tuberosum* L. bereits kennengelernt haben. Bei beiden Arten ist der Blütenstand eine Doppelwickel.

Die Doppelwickel ist eine Sonderform der dichasialen Verzweigung. Hier können wir grundsätzlich zwei Formen unterscheiden. Am geläufigsten sind uns Dichasien aus solchen Familien, die durch dekussierte

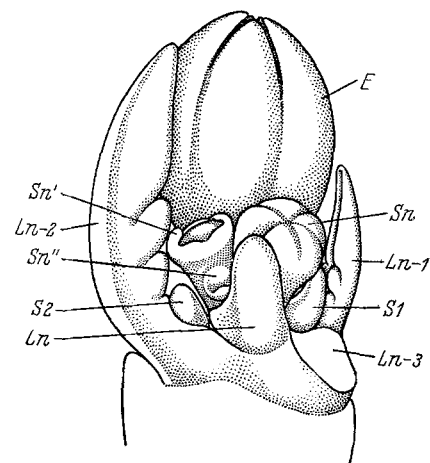


Abb. 5. Sproßknospe von *Solanum acaule* BITT. Signaturen wie in Abb. 2. 50× vergrößert.

Beblätterung ausgezeichnet sind, z. B. Caryophyllaceen und Labiataen. Da die Teilinfloreszenzen in gleicher Höhe angelegt werden, sie entspringen aus den Achseln zweier einander gegenüberliegender Blätter, ist der Gesamtblütenstand symmetrisch. Anders in solchen Familien, in denen zerstreute Beblätterung die Regel ist. Hierher gehören unter anderem die Solanaceen. Die Teilblütenstände entstehen, entsprechend dem Verlauf der Blattspirale, in verschiedener Höhe der Sproßachse. Sie werden auch, wie wir am Beispiel

der Kartoffel erkennen konnten, zu einem verschiedenen Zeitpunkt angelegt. Bei Solanaceen folgt die Blattstellung im allgemeinen der 2/5-Divergenz. Zwei Teilinfloreszenzen, die von aufeinanderfolgenden Blattorganen ausgehen (bzw. der Stelle, an der ein solches Tragblatt zu erwarten ist), werden einander nicht, wie es bei Pflanzen mit dekussierter Blattstellung der Fall ist, an der Hauptachse sich gegenüberliegen. Sie sind vielmehr auf einer Seite einander genähert. Es kommt ferner hinzu, daß die Partialinfloreszenzen, entsprechend ihrer zeitlich nacheinander erfolgenden Anlegung, sich auch weiterhin stets in verschiedenen Entwicklungsstadien befinden. Die Folge wird sein, daß der Gesamtblütenstand nicht streng symmetrisch ist.

Die meisten der zu den Tuberarien gehörenden *Solanum*-Arten bilden Doppelwickel aus, seltener beobachtet man „Mehrfachwickel“ (Pleiochasien), wie sie auch bei gewissen Sorten unserer Kulturkartoffel auftreten. Nur wenige Arten bringen einfache Wickel hervor, so z. B. *S. etuberosum* LINDL., wo sie neben Doppelwickeln häufig zu beobachten sind (Abb. 6). Hier kommt neben der Endblüte *E* nur die Teilinfloreszenz zur Ausbildung, die in der Achsel des letzten Blattes (L_n) angelegt wird. S_n ist somit der Achsel sproß von L_n , von dem die weitere Verzweigung ausgeht. Ein zweiter Wickelast ist auch nicht in der Anlage vorhanden.

Aus einem weiteren Grunde ist diese Abbildung von Interesse. Das letzte Blatt der Hauptachse (L_n) ist hier nicht laubblattartig, sondern als pfriemliches, nur wenige Millimeter langes Organ entwickelt. Es sei vermerkt, daß dieses Blatt, oft sogar an der gleichen Pflanze, auch größer sein kann. Es trägt dann den Charakter eines Fiederblattes. Für unsere Betrachtung ist wesentlich, daß es überhaupt zur Ausbildung kommt.

Nur eine Art ist uns mit Sicherheit bekannt, bei der dieses Blättchen völlig fehlen kann: *S. morelliforme* BITT. Dieser Art hat BITTER (1914) eine eingehende Studie gewidmet. In der Diagnose wird vermerkt (BITTER 1913), daß das oberste Blatt der Hauptachse verschiedenartig in Größe und Form ist, bisweilen auch völlig fehlen kann. *S. morelliforme* BITT. ist eine epiphytische Art — die einzig bekannte aus der Sektion *Tuberarium* (DUN.) BITT. — und nimmt in verschiedener Hinsicht eine Ausnahmestellung ein.

Wir haben nicht alle Kartoffelarten auf das Vorhandensein eines solchen Tragblattes prüfen können. Dennoch dürfen wir annehmen, daß es in der gesamten Sektion so sehr verbreitet ist, daß es als ein wichtiges systematisches Merkmal bezeichnet werden kann. Andererseits ist aber zu beachten, daß dieses Charakteristikum nicht auf die Sektion *Tuberarium* (DUN.) BITT. beschränkt ist. Uns sind eine Reihe von *Solanum*-Arten aus anderen Sektionen bekannt geworden, bei denen ebenfalls das Tragblatt einer Teilinfloreszenz zur Ausbildung kommt. Doch gehört dieses Merkmal innerhalb der betreffenden Verwandtschaftskreise zu den Ausnahmen. Wir müssen deshalb betonen, daß es für die Beurteilung der Zugehörigkeit einer Art zur Sektion *Tuberarium* (DUN.) BITT. nur im Zusammenhang mit den übrigen Merkmalen dieser Gruppe von Wert ist.

Lediglich bei der Serie *Juglandifolia* RYDB. aus der Sektion *Tuberarium* (DUN.) BITT. fehlen Blätter an der Basis des Infloreszenzschafes, worauf BITTER (1912) bereits hingewiesen hat. Die drei hierher gehö-

renden Arten weichen in verschiedener Hinsicht von den übrigen Tuberarien ab, so in dem strauchigen bzw. halbstrauchigen Charakter und in der gelben Blütenfarbe. Es ist möglich, daß diese Serie aus der Sektion *Tuberarium* (DUN.) BITT. auszuschließen ist.

In Anbetracht der systematischen Bedeutung dieses Merkmales erscheint es notwendig, die Blattorgane der Hauptachse, die Teilinfloreszenzen hervorbringen, noch etwas näher zu kennzeichnen. Sie unterscheiden sich darin von Laubblättern, die nur vegetative Triebe zu bilden in der Lage sind. Blattorgane, die der Blütenregion angehören, werden im allgemeinen als Hochblätter bezeichnet, vorausgesetzt, daß sie sich auch in der Form, was im allgemeinen der Fall ist, von Laubblättern unterscheiden. Bei *S. etuberosum* LINDL. kann die Bezeichnung „Hochblatt“ in dem eben definierten Sinne verwendet werden. Bei anderen Tuberarien —

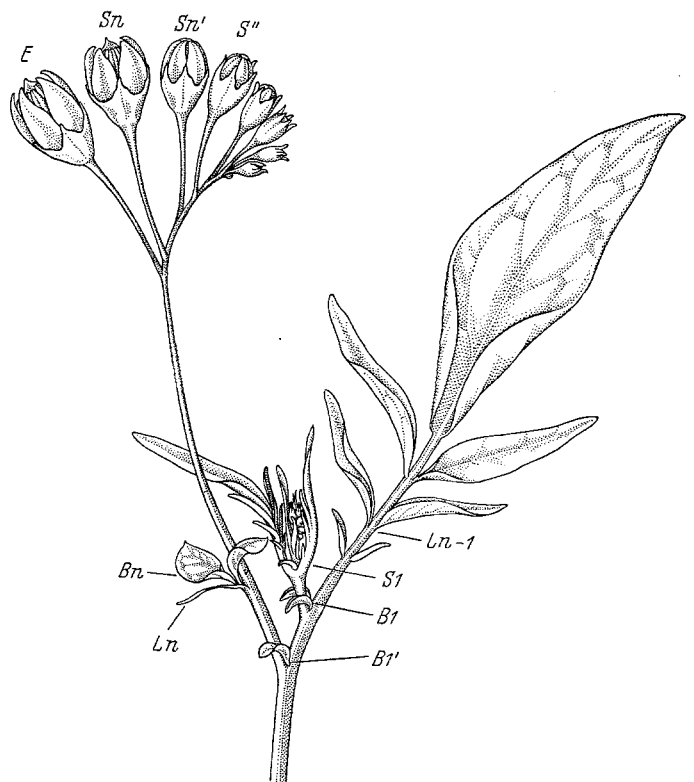


Abb. 6. *Solanum etuberosum* LINDL. Das Tragblatt des Fortsetzungstriebs entwickelt zwei Beiknospen (B_1 und B_1'). Das Schaftblatt L_n ist pfriemförmig. Der Blütenstand ist eine einfache Wickel. 2,5 × vergrößert.

aber auch bei einer Anzahl Sorten von *S. tuberosum* L. — besitzen diese Organe, wie die Laubblätter, Fiederblattcharakter¹, doch weisen sie sowohl in ihrer Größe als auch in ihrer Differenzierungshöhe Reduktionserscheinungen auf. Hier sollte man von ‚laubblattähnlichen Hochblättern‘ sprechen. Schließlich kommt es vor (vgl. auch Abb. 1), daß sich diese Blätter kaum von normalen Laubblättern unterscheiden lassen. Hier scheint es angebracht, sie als ‚laubblattartige Hochblätter‘ zu bezeichnen.

Die Notwendigkeit, dieses Blatt von den übrigen Laubblättern zu sondern, wird deutlich, wenn wir die Verzweigung der Kartoffel mit der anderer Arten aus dieser Familie vergleichen. Wir wollen uns auf die Darstellung zweier *Solanum*-Arten beschränken, möchten

¹ Abgesehen von den wenigen Arten der Sektion *Tuberarium* (DUN.) BITT., die keine Fiederblätter besitzen. Für sie gilt aber entsprechendes.

aber hervorheben, daß die Form der vegetativen Fortsetzung in allen Gattungen grundsätzlich gleich ist.

In Abb. 7 ist das in unseren Auwäldern häufig vorkommende *S. dulcamara* L., der bitter süße Nachtschatten, dargestellt. Auch hier ist, wie bei der Kartoffel, die Sproßachse sympodial zusammengesetzt.



Abb. 7. *Solanum dulcamara* L. Die Sproßachse ist sympodial zusammengesetzt. Jeder Fortsetzungstrieb nimmt die Wuchsrichtung der Mutterachse ein und drängt dabei die jeweils endständige Infloreszenz zur Seite.

Die Infloreszenzen stehen endständig an jedem vegetativen Sproß und werden durch den Fortsetzungstrieb seitlich verdrängt. Letzterer entsteht in der Achsel des obersten Laubblattes, das mit der Signatur L_{n-1} in der Abbildung jeweils gekennzeichnet ist. Am Infloreszenzstiel fehlen im Gegensatz zur Kartoffel, Blattorgane. Der Blütenstand besteht im allgemeinen aus drei Partialinfloreszenzen.

Der Zeitpunkt, in dem die Blütenstände angelegt werden, ist in Abb. 8, Fig. a, festgehalten. Um die Stelle zu ermitteln, an der der erste reproduktive Trieb zu suchen ist, wollen wir von dem ältesten Laubblatt L_{n-3} (abpräpariert) ausgehen und der Laubblattspirale folgen. Über L_{n-2} und L_{n-1} gelangen wir, wenn wir den Divergenzwinkel beibehalten, zu dem seitlichen Vegetationspunkt S_n . Bei *S. tuberosum* liegt an dieser Stelle Hochblatt L_n (vgl. Abb. 2, Fig. a). Hier erscheint zwar an dieser Stelle ebenfalls die Teilinfloreszenzanlage, sie wird aber tragblattlos gebildet. Eine weitere reproduktive Seitensknope wird in Fortsetzung der Laubblattspirale zwischen L_{n-2} und L_{n-1} angelegt, sie ist der Betrachtung nicht zugänglich (S). Schließlich erscheint die letzte Seitentriebeanlage (S_m), ebenfalls eine Teilinfloreszenz einleitend. Ein etwas älteres Entwick-

lungsstadium zeigt Fig. b. Gleiche Knospe ist in Fig. c von der Gegenseite dargestellt. An den Teilinfloreszenzanlagen ist die Wickelbildung eingeleitet worden (S_n, S, S_m). Die Entwicklungshöhe der einzelnen Teilblütenbestände verdeutlicht nochmals deren Anlegungsfolge; auch der Fortsetzungstrieb in der Achsel des letzten Laubblattes (S_1) ist stärker herangewachsen. Für unsere Betrachtung ist wesentlich, daß der als erster sich hervorwölbende Teilblütenstand tragblattlos angelegt wird¹; das letzte Blattorgan der Hauptachse ist das Mutterblatt (L_{n-1}) des vegetativen Fortsetzungssprosses (S_1). Es ist demnach jenem Blatt homolog, das auch bei der Kartoffel die Sympodialachse erneuert.

Als zweites Beispiel haben wir *S. melongena* L., die Aubergine, ausgewählt (Abb. 9). Auch hier ist die vegetative Sproßachse zusammengesetzt. Im Gegensatz zur Kartoffel und zum bitter süßen Nachtschatten werden hier an jedem Sympodialglied aber nur zwei Laubblätter ausgebildet. Die abschließende Infloreszenz wird durch den Fortsetzungstrieb zur Seite gedrängt. Die zwei zu einem Fortsetzungstrieb gehörenden Laubblätter sind mit L_{n-2} und L_{n-1} bezeichnet. Der endständige Blütenstand ist eine einfache Wickel. Demnach liegt hier die gleiche Infloreszenzform vor, die uns auch von *S. tuberosum* LINDL. bekannt ist. Wie bei *S. dulcamara* L. fehlen auch hier Tragblätter im reproduktiven Bereich. Die Fortsetzung übernimmt der Achsel sproß des Tragblattes L_{n-1} . Letzteres wird während des Streckungswachstums mit hochgeführt. Am Tochttersproß wiederholt sich der Aufbau der Mutterachse, L'_{n-1} und L'_{n-2} sind dessen beide Laubblätter, von denen L'_{n-1} wiederum den Fortsetzungstrieb hervorbringt. Vom endständigen Blütenstand B' ist nur die Knospe der Endblüte sichtbar. Auch am Achsel sproß des Laubblattes L_{n-2} ist der eben geschilderte Aufbau zu erkennen.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß die Sproßfortsetzung von *S. dulcamara* L. und *S. melongena* L. der von *S. tuberosum* L. homolog ist. Das

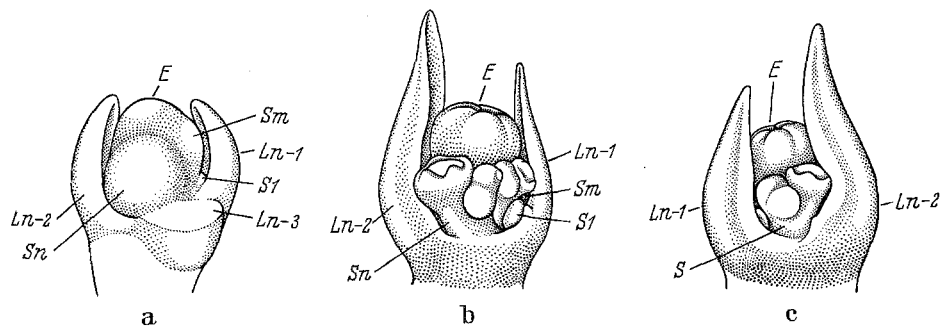


Abb. 8. Sproßentwicklung von *Solanum dulcamara* L. Signaturen wie in Abb. 2. Alle reproduktiven Seitensprosse entstehen tragblattlos. Fig. a 75 × vergr., Fig. b und c 30 × vergrößert.

Tragblatt der Teilinfloreszenzen ist eine Eigentümlichkeit der Tuberarien.

In der Literatur über die Kartoffel ist der Begriff der Hochblätter nicht unbekannt. Doch werden darunter kleine Blättchen verstanden, die bei manchen Kartoffelsorten, meist paarweise, innerhalb der Infloreszenz an der Basis der Blütenstiele auftreten. In unserem Schema (Abb. 3) sind sie an der Wickel mit eingezeichnet, die in

¹ Es sei vermerkt, daß in sehr seltenen Fällen ein solches Tragblatt ausnahmsweise beobachtet werden kann.

der Achsel des Blattes L_n entspringt (V). Mit Hochblättern haben sie gemeinsam, daß sie im Bereich des Blütenstandes ausgebildet werden. Doch spricht man von Hochblättern im allgemeinen nur dort, wo im Blütenbereich an die Stelle von Laubblättern reduzierte Blattorgane treten. Darin sowie in ihrer funktionellen Bedeutung stimmen Hochblätter mit Niederblättern überein, die bekanntlich auch bei der Kartoffel an unterirdischen Sprossen auftreten: sie schützen die wachsende Vegetationsknospe.

Diese Blattorgane im Blütenstand der Kartoffel sind sortentypisch; da sie aber oft nicht regelmäßig auftreten, sind entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen nicht ganz einfach.

Zur näheren Erläuterung sei zunächst auf eine verwandte Bildung hingewiesen. Bei *S. etuberosum* LINDL. tritt an der Basis des Infloreszenzschafes ein Blattwirtel auf, der an der „Gabelstelle“ zwischen endständigem Blütenstand und Fortsetzungstrieb liegt. Er ist in Abb. 6 mit B'_1 bezeichnet (nur ein Blatt ist sichtbar). Bei genauerer Betrachtung stellen wir fest, daß es sich hier um eine Sproßknospe handelt, von der nur die beiden Vorblätter zur Entfaltung kommen, alle folgenden Blätter aber reduziert bleiben. — Bei verschiedenen *Solanum*-Arten der Sektion *Morellae* BRIT. entfalten sich übrigens diese Sprosse und bringen auch Blütenstände hervor. — Die beiden Vorblätter dieser Knospe stehen transversal zur Medianebene des Blattes L_{n-1} . Der Trieb ist demnach eine Beiknospe dieses Blattes, das damit Tragblatt von insgesamt drei Seitensprossen ist. Zuerst wird der vegetative Fortsetzungstrieb der Hauptachse (S_1) gebildet, der als eigentlicher Achselsproß zu werten ist. Später entwickeln sich in serialer Anordnung Beiknospen, dies sowohl auf der abaxialen Seite (B_1) als auch auf der adaxialen (B'_1). Letztere beide bringen Vorblätter hervor, die sich auffallend in ihrer Symmetrie unterscheiden. Während an der Beiknospe B_1 die Vorblätter in der oben geschilderten Weise asymmetrisch sind, bleiben an der Beiknospe B'_1 die beiden Spreitenhälften gleichgroß. Derartige „Gabelknospen“ treten bisweilen auch bei gewissen Sorten von *S. tuberosum* L. auf.

Bei anderen Sorten kann man solche Triebe daneben im Bereich der Wickel beobachten. Es sind hier also ebenfalls Vorblätter von Beiknospen, die übrigens auch symmetrisch sind. Zum Verständnis der Verhältnisse im Blütenbereich gelangen wir, wenn wir von *S. etuberosum* LINDL. ausgehen und uns vorstellen, daß ein Tragblatt nicht zur Anlegung kommt und an Stelle des vegetativen Fortsetzungstriebes (S_1 — Abb. 6) ein die monochasiale Wickelachse fortführender Blütentrieb ausgebildet wird. Nur auf der adaxialen Seite wird ein Beisproß hervorgebracht (B'_1 — Abb. 6). Ein der Beiknospe B_1 (in Abb. 6) entsprechender Seitensproß fehlt in der Blütenregion völlig.

Die „Hochblätter“ innerhalb der Kartoffelinfloreszenz sind demnach Vorblätter von Beiknospen. Sie als Hochblätter zu bezeichnen, ist verfehlt, sie umhüllen nicht die reproduktiven Organe, da sie viel später als die Blüten angelegt werden, sie sind identisch mit Vorblättern an Beiknospen des vegetativen Fortsetzungstriebes und mit den Vorblättern der Seitensprosse aus den Achseln der übrigen Laubblätter. Unterschiede liegen lediglich in der Symmetrie vor.

Sinnvoller als durch den Ausdruck „Hochblätter“ sollte man sie als „Vorblätter der Blütenbeiknospen“ bezeichnen. — Regelmäßig treten übrigens derartige Beiknospen bei verschiedenen *Lycopersicon*-Arten auf, so bei *L. peruvianum* (L.) MILL., *L. hirsutum* HUMB. et BONPL. u. a. Auch die Symmetrieverhältnisse gleichen jenen, die wir bei der Kartoffel kennengelernt haben.

Starke Verwirrung herrscht in Arbeiten über die Kartoffel ferner in der Bezeichnung der Sproßteile innerhalb des Blütenstandes. Häufig wird dabei recht willkürlich vorgegangen. Es würde zu weit führen, hier alle verwendeten Ausdrücke einer Kritik zu unterziehen.

Wie oben entwicklungsgeschichtlich belegt wurde, ist der Blütenstand der Kartoffel eine Doppelwickel

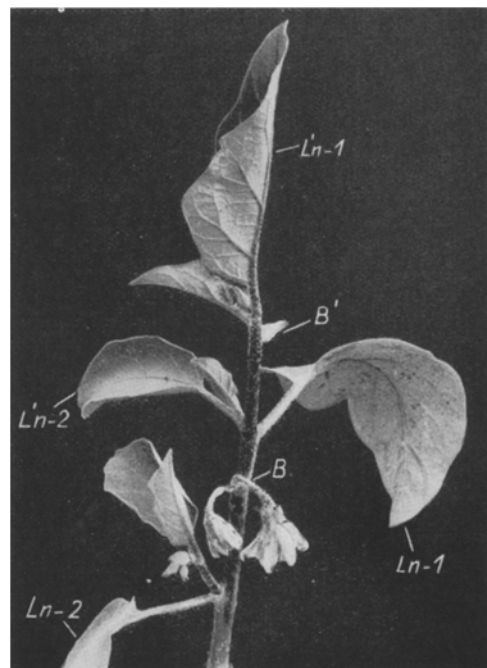


Abb. 9. *Solanum melongena* L. L_{n-2} , L_{n-1} und L'_{n-2} , L'_{n-1} gehören entwicklungsgeschichtlich verschiedenen Sproßgenerationen an.

(Dichasium), seltener eine Dreifachwickel (Trichasium) oder eine Mehrfachwickel (Pleiochasium), d. h. jede Infloreszenz setzt sich aus zwei bis mehreren Teilblütenständen zusammen, von denen jeder eine Wickel ist. Sie baut sich in der auf S. 24 beschriebenen Weise aus mehreren Blüentrieben auf. An jedem Blütenproß entspringt ein Seitentrieb, der sich wiederum reproduktiv fortsetzt. Jeder Fortsetzungstrieb wird oberhalb der Stelle gebildet, wo ein Blütenproß oder Wickelast normalerweise ein Vorblatt anlegt. Die basalen Abschnitte der einzelnen Blüentrisse setzen die Wickelachse zusammen, während der distale Teil zum Blütenstiel wird. Letzterer ist bei der Kartoffel durch eine zwischen zwei Wülsten liegende Einschnürung nochmals gegliedert (vgl. Abb. 3). Dies ist jene Stelle, an der sich bei der Samenreife die Frucht löst. Vorher findet hier eine Verkorkung der Zellen statt, weshalb man auch von einem „Korkring“ spricht. Der darüberliegende Abschnitt wird im allgemeinen als Blütenstielchen von dem darunter befindlichen „Wickelast“ unterschieden. Diese Differenzierung läßt sich aber anatomisch-morphologisch nicht belegen. Eine

auf unsere Anregung hin durchgeführte Untersuchung ergab, daß während der Sproßentwicklung sich an dieser Stelle ein Meristem bildet, das vor allem nach der Sproßspitze zu Zellmaterial abgibt. Die von VELENOVSKY vertretene Meinung, daß von der Artikulationsstelle an der Kelch die Sproßachse berindet, hat sich nicht bestätigen lassen. Die Berindung setzt erst unterhalb des Kelches ein, so daß oberhalb und unterhalb der Artikulation das Querschnittsbild gleich ist. Dieses Merkmal tritt übrigens bei sehr vielen Solanaceen auf. Bei der Kartoffel fanden wir, daß der Korkring stets an der gleichen Stelle liegt. Nur dort, wo Blüten vor der Anthese abfallen, ist das Längenverhältnis der Abschnitte beiderseits des Korkringes zu Gunsten der Basalzone verschoben. Möglicherweise ist in diesen Fällen bei manchen Sorten allein eine Verkorkung auf einem sehr frühen Entwicklungsstadium der Grund für ein vorzeitiges Abfallen der Blütenknospen. Uns scheint angebracht, hier nur von „gegliederten Blütenstielen“ zu sprechen und eine Basalregion von einer Apikalregion zu unterscheiden.

Vegetative Seitensprosse sind bei der Kartoffel durch die Unterdrückung der beiden ersten Internodien ausgezeichnet. Die beiden ältesten Blattorgane entfalten sich deshalb annähernd in gleicher Höhe. Sie sind durch ihre transversale Stellung zur Abstammungsachse ausgezeichnet. Ferner weisen sie gegenüber Laubblättern Reduktionserscheinungen auf. Der Fortsetzungstrieb nimmt dagegen eine Ausnahmestellung ein. Hier werden schon die beiden ersten Blattorgane zu Laubblättern, auch unterscheiden sich die basalen Internodien nicht von den folgenden.

Die Laubblätter der Kartoffel sind unterbrochen gefiedert. In der Bezeichnung der einzelnen Blattabschnitte hat sich in der Kartoffel-Forschung eine eigene Nomenklatur entwickelt. Wir wollen auch hier versuchen, diese Ausdrücke durch solche zu ersetzen, die in der Morphologie üblich sind. Ein unpaar gefiedertes Blatt, wie es auch bei der Kartoffel vorliegt, setzt sich aus Blattfiedern zusammen. Und zwar können wir eine Endfieder (statt Spitzenfieder oder Endblättchen) und mehrere Seitenfiedern (statt Fiederblättchen) unterscheiden. Letztere sind paarig angeordnet. Daneben differenziert man im allgemeinen noch zwischen „Spitzenmittelblättern“, „Mittelblättern“, „Winkelblättern“ und „Fiederblättern 2. Ordnung“ (gemeint sind Blattfiedern 2. Ordnung). Inwieweit dies berechtigt ist, wollen wir am besten an Hand der Entwicklungsgeschichte eines Kartoffelblattes erläutern.

Über die jüngsten Stadien der Blattgliederung geben uns die in Abb. 2 dargestellten Figuren Aufschluß. Aus Fig. c und d ist ersichtlich, daß die beiden jüngsten Blattanlagen (L_n und L_{n-1}) weitgehend undifferenziert sind. Sie sitzen mit breiter Basis (Unterblatt) der Sproßachse an und verschmälern sich allmählich in das Oberblatt. An Blatt L_{n-2} haben sich dagegen im Bereich des Spreitensaumes, dicht oberhalb der Stelle, an der das Unterblatt in das Oberblatt übergeht, in gleicher Höhe zwei Hervorwölbungen gebildet. Auf diese Weise kommt an dem jungen Blatt ein Endabschnitt zustande. Dies ist die spätere Endfieder. Sie nimmt also auf einem frühen Entwicklungsstadium annähernd das gesamte Oberblatt ein. Die beiden seitlichen Höcker sind die Anlage des der Endfieder am nächsten stehenden Seitenfiederpaares. Zum weiteren Verständnis der Blattentwicklung sei bemerkt, daß für

die Längenentwicklung der Blattspreite ein basal-interkalares Meristem verantwortlich zu machen ist, das an der Grenze zwischen Ober- und Unterblatt liegt. Im folgenden werden nun in dem Maße, in dem das Längenwachstum einsetzt, nach der Basis fortschreitend weitere Fiederpaare angelegt. Man vergleiche hierzu auch in Abb. 5 die Blätter L_{n-2} und L_{n-1} . Es sei vermerkt, daß die Blattentwicklung von *S. acule* BIRT. (und auch anderer Tuberarien) völlig mit jener von *S. tuberosum* übereinstimmt. Auch Abb. 11 veranschaulicht die Entstehung der Fiederpaare. Das der Endfieder am nächsten stehende Fiederpaar wurde zuerst angelegt, in basipetaler Richtung folgten die

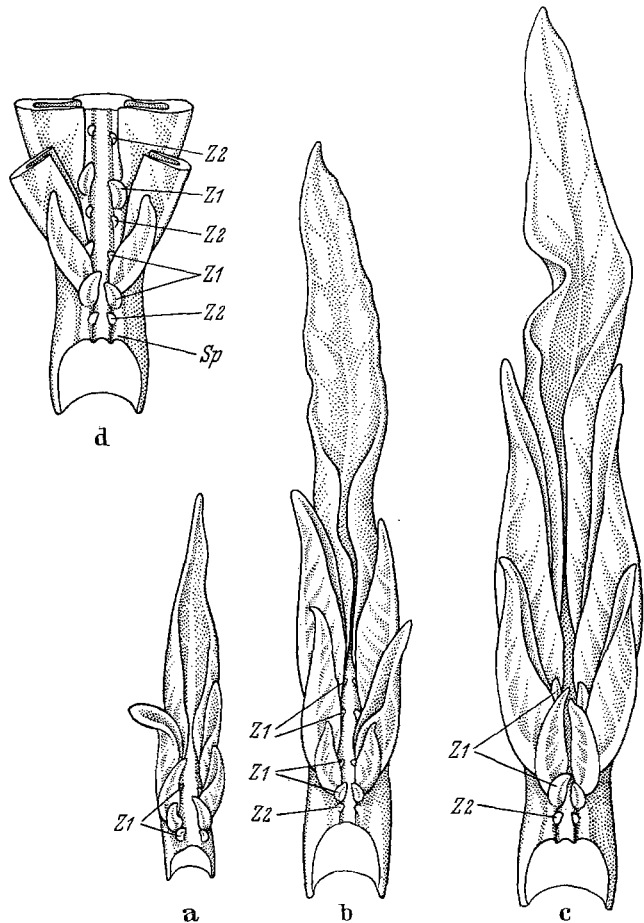


Abb. 10. Zwischenfiederentwicklung bei *Solanum tuberosum* L. Z_1 primäre Zwischenfiedern; Z_2 sekundäre Zwischenfiedern; Sp Spreitensaum, 10× vergrößert.

übrigen Joche. Diese Entstehungsfolge drückt sich auch deutlich im Größenverhältnis aus. Bekanntlich ist im adulten Zustand im allgemeinen das vorletzte Fiederpaar am größten. Wie aus Abb. 10 Fig. c hervorgeht, prägt sich der Einfluß der Anlegung noch auf einem sehr späten Entwicklungsstadium deutlich aus.

Wesentlich für das Verständnis der weiteren Blattgliederung ist, daß die einzelnen Fiederpaare durch einen Spreitensaum verbunden sind (Abb. 10, Fig. d, Sp). Aus diesem gehen sogenannte Zwischenfiedern (Z_1) hervor (Abb. 10, Fig. a). Sie entwickeln sich in dem Bereich des Spreitensaumes, der zwischen den Blattfiedern liegt. Meist sind sie später dem spitzwärts folgenden Fiederjoch genähert, doch kommt es fast ebenso häufig vor, daß sie sich mehr oder weniger in der Mitte vorfinden. Nach dem Vorbild von MÜLLE-

ROTT (1940) haben wir sie als primäre Zwischenfiedern zu bezeichnen¹. Im weiteren Verlauf der Entwicklung streckt sich die Rachis. Dabei werden zwischen den primären Zwischenfiedern und den Blattfiederpaaren weitere Zwischenfiedern eingeschaltet (Z_2 in Abb. 10, Figg. b—d). Fig. d ist ein Ausschnitt des in Fig. c dargestellten Blattes; alle Zwischenfiedern wurden zur graphischen Darstellung freigelegt. Wir sprechen hier von sekundären Zwischenfiedern. Sie entstehen bevorzugt in den Teilen des Spreitensaumes, die sich von den primären Zwischenfiedern nach der Blattbasis hin erstrecken, doch sind sie meist daneben auch spitzwärts anzutreffen. Auf gleiche Weise können weiterhin tertiäre, ja sogar quartäre und quintäre Zwischenfiedern zustande kommen (BUKASOV 1933). Sie sind am erwachsenen Blatt, ihrer Entstehungsfolge entsprechend, großemäßig abgestuft, können also un schwer erkannt werden.

Zwischenfiedern entwickeln sich im Bereich jenes Abschnittes des Spreitensaumes, der zwischen zwei Fiederpaaren liegt. Eine genauere Angabe über die Lokalisierung ist kaum möglich. Die Blattfiedern sind bei der Kartoffel mehr oder weniger gestielt. Der Stiel bildet sich durch Streckungswachstum, das erst kurz vor der Entfaltung des Fiederblattes einsetzt. Wurden Zwischenfiedern in diesem Bereich angelegt, erscheinen sie am erwachsenen Laubblatt als Blattfiedern 2. Ordnung. Bildeten sie sich dagegen dicht unterhalb jener Stelle, die später zum Blattstiel wird, so werden sie zu sogenannten Winkelblättchen.

Die Entwicklungsgeschichte zeigt, daß alle Fiedern, die im Anschluß an die eigentlichen Seitenfiedern gebildet werden, unabhängig von dem späteren Ort ihrer Entfaltung, in gleicher Weise entstehen. Wir sind deshalb der Meinung, daß man sie alle mit der Bezeichnung „Zwischenfiedern“ belegen sollte und zur besonderen Kennzeichnung zwischen primären, sekundären *Z.* usw. zu unterscheiden hat.

Die Neigung zur Bildung von Zwischenfiedern ist sortentypisch. Dagegen werden wir schon bei Prüfung einer einzigen Kartoffelstaude feststellen können, daß die Verteilung der Zwischenfiedern recht verschieden ist. Lediglich bei Sorten mit länger gestielten Seitenfiedern werden öfters Zwischenfiedern auftreten, die sekundäre Blattfiedern vortäuschen.

KLAPP (1928) weist darauf hin, daß oft eine Entscheidung schwer ist, ob die im basalen Bereich der Laubblätter auftretenden Fiederpaare als Seitenfiedern oder als Zwischenfiedern zu werten sind. Zwischenfiedern entwickeln sich grundsätzlich erst, nachdem die Anlegung der Seitenfiedern abgeschlossen ist. Die Ausbildung der Zwischenfiedern setzt an einem Laubblatt gleichzeitig ein, d. h. alle primären Zwischenfiedern werden, ebenso wie die sekundären, annähernd gleichzeitig angelegt und entwickeln sich auch zur \pm selben Größe (Abb. 10, Fig. d). So kann man schon aus einem Größenvergleich über die Zuordnung der basalen Fiederpaare urteilen.

Neben Laubblättern haben wir, sowohl im vegetativen als auch im reproduktiven Bereich, Vorblätter kennengelernt. Darunter verstehen wir die ersten beiden Blattorgane an Seitensprossen, sofern sie sich in ihrer Organisation und auch in ihrer Stellung von Laubblättern unterscheiden. Sie entwickeln sich im

allgemeinen transversal zur Abstammungsachse, unabhängig von der Laubblattspirale.

Bei der Kartoffel sind die Vorblätter ungegliedert, sie entfalten sich in annähernd gleicher Höhe in unmittelbarer Nähe der Blattachsel. In ihrer Entwicklung herrscht zunächst völlige Übereinstimmung mit Laubblättern, jedoch unterbleibt hier die Anlegung der Seitenfiedern. Es wird lediglich jener Abschnitt angelegt, der der Endfieder normaler Laubblätter homolog ist. Man vergleiche hierzu die beiden zu Vorblättern werdenden ersten beiden Blattorgane eines Seitensprosses in Abb. 11, Fig. c mit den zu Laubblättern werdenden Anlagen in Abb. 2, Figg. c und d (L_{n-1} und L_{n-2}). Ihre Entfaltung in unmittelbarer Nähe der Blattachsel verdanken die Vorblätter dem Umstand, daß im Gegensatz zu den folgenden die beiden ersten Internodien gestaucht bleiben¹; sie werden auch als Hypopodium und Mesopodium unterschieden.

Lediglich der vegetative Fortsetzungstrieb (und bisweilen auch der Achselsproß des nächst tieferen Blattes) macht von dieser Regel eine Ausnahme. Die beiden ersten Blattorgane des Fortsetzungssprosses sind normale Laubblätter, auch unterscheiden sich das Hypopodium und das Mesopodium nicht von den folgenden Internodien (Abb. 1 und 3). Ferner lassen sich diese Laubblätter in die Blattspirale der Folgeblätter einordnen oder richtiger gesagt, sie leiten die Blattspirale ein. Es liegt nahe, anzunehmen, daß die Bildung von Vorblättern hier unterdrückt wird.

Zur Klärung dieser Frage sei zunächst auf Abb. 11, Fig. a hingewiesen, wo das letzte Laubblatt (L_{n-1}) mit dem dazugehörigen Achselsproß, also einem vegetativen Fortsetzungstrieb, dargestellt ist. An diesem sind zwei Blattanlagen sichtbar, die annähernd transversal zur Medianebene des Mutterblattes stehen, aber auf der adaxialen Seite einander etwas genähert sind. Nach der Reihenfolge ihrer Anlegung sind sie als *a* und *b* bezeichnet. Einen gleichen Trieb gibt auch Fig. b wieder. Hier ist die Entwicklung schon etwas weiter fortgeschritten. Unmittelbar im Anschluß an Blatt *b* wird eine weitere Blattanlage (*c*) sichtbar, die sich mehr auf der dem Tragblatt L_{n-1} zugewandten Seite hervorwölbt. Die folgenden Blattanlagen sind zwischen *a* und *b* sowie zwischen *c* und *b* zu erwarten. Alle Blätter dieses Triebes werden zu Laubblättern.

Dagegen stammt der Seitensproß in Abb. 11, Fig. c von einem Blatt, das weiter unterhalb des endständigen Blütenstandes angelegt wurde. Dieses Tragblatt wurde daher mit L_{n-3} signiert. Es ist also ein Sproß, dessen erste Blattorgane zu Vorblättern werden, weshalb diese auch als α und β bezeichnet sind. An diesem Trieb sind insgesamt vier Blattanlagen sichtbar. In der Divergenz herrscht völlige Übereinstimmung zu Fig. b. Wir können daraus schließen, daß die beiden ersten Laubblätter an Fortsetzungstrieben aus gleichen Anlagen gebildet werden wie Vorblätter, folglich werden am Fortsetzungstrieb Vorblätter nicht unterdrückt, sondern gleiche Blattanlagen können einmal zu Laubblättern, zum anderen zu Vorblättern werden. Was das Stellungsverhältnis der Laubblätter zu Vorblättern anbelangt, brauchen also keine grundsätzli-

¹ An anderer Stelle haben wir den Ausdruck „Zwischenfiedern ersten Grades“ verwendet (DANERT 1956).

¹ Diese Erscheinung beobachten wir übrigens auch an den Seitensprossen der Knollen. Die Vorblätter bilden in ihren Achseln hier sogar Seitentriebe aus, so daß man den Eindruck hat, daß insgesamt 3 Ausläufer aus einem Auge entspringen.

chen Unterschiede vorzuliegen. Daß dies aber durchaus der Fall sein kann, zeigt Fig. d. Doch ist zunächst eine Vorbemerkung notwendig.

Vergleichen wir die aus verschiedener Höhe stammenden Knospen in Fig. b und Fig. c, so ist doch ein bemerkenswerter Unterschied zu beachten. Am Fortsetzungstrieb (Fig. b) werden die Blattorgane in ununterbrochener Folge angelegt. Das Größenverhältnis der beiden Blattprimordien *b* und *c*, das wir als Maßstab für den zeitlichen Abstand der Anlegung heranziehen können, ist das gleiche wie in Fig. a zwischen den beiden ersten Blattanlagen *a* und *b*. Anders in

hinzu: die beiden Folgeblattanlagen *c* und *d* lassen sich nicht in die Spirale einordnen, die durch die Bildung der beiden Vorblätter α und β eingeleitet wurde. Unabhängig von der Stellung der Vorblätter setzt mit der Anlegung von Laubblatt *c* eine neue Spirale ein.

Wir stellen somit fest, daß zwischen Vor- und Laubblättern der Anlage nach Übergänge vorhanden sind. Inwieweit sich diese Befunde für die Tuberarien verallgemeinern lassen, muß dahingestellt bleiben.

Es erscheint zweckmäßig, von Vorblättern nur dort zu sprechen, wo die beiden ersten Blattorgane eines Seitentriebes typische Reduktionserscheinungen aufweisen.

Die zwei ältesten Blattorgane an Fortsetzungstrieben kann man, um die engen entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen zum Ausdruck zu bringen, als „laubblattartige Vorblätter“ charakterisieren.

In unserem Versuch, eine morphologische Analyse der einzelnen Pflanzenteile zu geben, sind wir in einigen Fällen auf Definitionsschwierigkeiten gestoßen. Der Grund ist darin zu suchen, daß Begriffe nur in unserer Gedankenwelt existieren. Indem wir sie zu definieren suchen, sind wir bemüht, sie von anderen abzugrenzen. Sie sind für uns das einzige Mittel zur Orientierung in der Mannigfaltigkeit. Wie sich aber aus den vorliegenden Ausführungen ergeben hat, sind derartige Abgrenzungen zum großen Teil künstlich, da scharfe Grenzen innerhalb der einzelnen Grundorgane einer Pflanze oft gar nicht vorhanden sind (Vorblätter — Laubblätter, Laubblätter — Hochblätter). Um diese Übergänge zum Ausdruck zu bringen, haben wir versucht, sie auch in der Begriffsbildung zu berücksichtigen (laubblattähnliche Hochblätter, laubblattartige Vorblätter). Wir ersehen daraus, daß wir in manchen Fällen zu einer vollkommenen Begriffsbildung nicht gelangen können, es

sei denn, daß wir schließlich jeden einzelnen Pflanzenteil bei jeder Art (wie es z. T. bei der Kartoffel auch geschehen ist) mit einem neuen Begriff belegen, womit dem Zweck keineswegs gedient ist. Nicht zuletzt unter diesem Gesichtspunkt sollte man bemüht sein, eine einheitliche Verwendung morphologischer Termini anzustreben.

Zusammenfassung

Auf Grund vergleichender entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen werden morphologische Termini für eine Reihe oberirdischer Pflanzenteile der Kartoffel begründet. Unter Bezugnahme auf Abb. 3 soll der Sproßaufbau nochmals erläutert werden. Die vegetative Achse ist sympodial zusammengesetzt. Jeder Sproßabschnitt endet mit einem Blütenstand, der durch den Fortsetzungstrieb (S_1) aus der Achsel des obersten Laubblattes (L_{n-1}) seitlich verdrängt wird. Das letzte Blatt (L_n) ist als laubblattartiges Hochblatt zu bezeichnen. Es ist das Tragblatt eines reproduktiven Sprosses, der mit der Mutterachse konkavalent verwachsen ist und die Bildung eines wickeligen Teilblütenstandes einleitet. Eine zweite Partialinfloreszenz bildet sich tragblattlos unmittelbar unterhalb der Endblüte. Jede Wickel setzt sich aus Wickel-

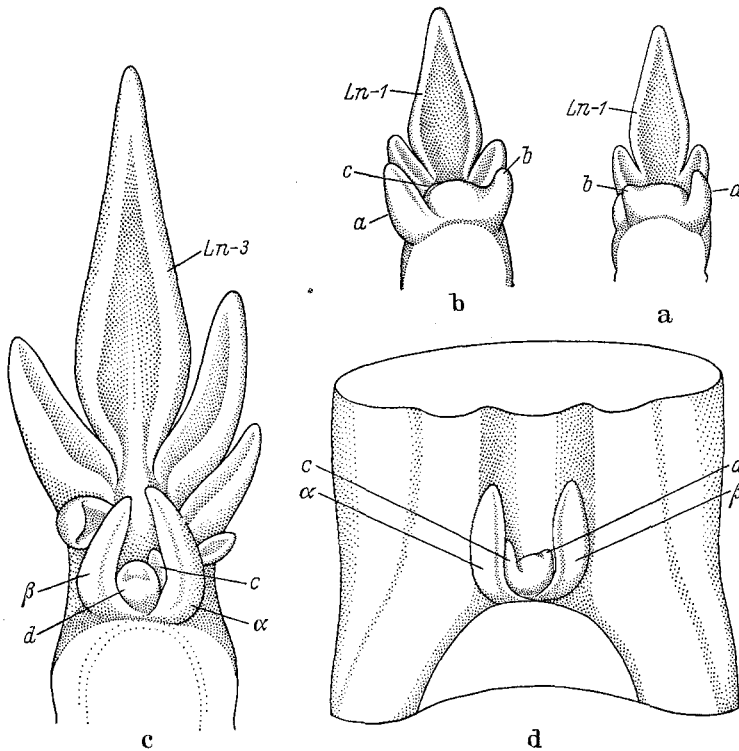


Abb. 11. Vorblattentwicklung an Fortsetzungstrieben (Figg. a und b) und an seitenständigen Sprossen weiter unterhalb der reproduktiven Region (Figg. c und d). Nähere Erläuterungen im Text. Figg. a und b 60 \times vergr.; Fig. c 35 \times vergr.; Fig. d 50 \times vergrößert.

Fig. c. Zwar werden auch hier die beiden ersten Blattorgane (α und β) unmittelbar nacheinander angelegt. Auffallend ist aber der Größenunterschied zwischen dem jüngeren Vorblatt β und dem darauffolgenden ersten Laubblatt *c*. Das nächste Laubblatt (*d*) erscheint dagegen in annähernd gleichem Abstand, wie es uns aus Fig. a und b bekannt ist. Das bedeutet, daß Sprosse, die Vorblätter hervorbringen, nach Anlegung der beiden ersten Blattorgane in ihrer Entwicklung eine Zeit lang sistieren und dann erst mit der Ausbildung weiterer Assimilationsorgane fortfahren. Diese Beobachtung kann man an allen Trieben machen, an denen Hypopodium und Mesopodium gestaucht bleiben. Gemeinsam ist beiden Sprossen, daß die Blattanordnung einer einheitlichen Spirale folgt.

Auch Abb. 11, Fig. d zeigt einen Seitensproß mit der Basis des dazugehörigen Tragblattes. Schon aus der Stärke des Blattstieles kann man schließen, daß es sich um ein älteres Laubblatt handeln muß, da, entsprechend der basipetal fortschreitenden Seitensproßbildung, Achselsprosse im Basalbereich eines Triebes zuletzt gebildet werden. Wie in Fig. c fällt auch hier auf, daß zwischen den beiden Vorblattanlagen und den Folgeblättern eine „Ruheperiode“ liegt. Hier tritt aber noch ein weiterer Unterschied gegenüber Fig. c

ästen zusammen, deren Basalabschnitte die Wickelachse aufbauen. Das freie Ende wird zum gegliederten Blütenstiel. Bisweilen auftretende Blättchen innerhalb der Infloreszenz sind Vorblätter von Blütenbeiknospen (V). Das Hochblatt (L_n) und das oberste Laubblatt (L_{n-1}) sind ferner Tragblätter von Beiknospen (B_1 und B). Die übrigen Laubblätter entwickeln Achselsprosse mit Vorblättern, die gegenüber Laubblättern stark reduziert sind. Der Fortsetzungstrieb beginnt mit zwei laubblattartigen Vorblättern (a und b) und endet nach Ausbildung einer Reihe Laubblätter wiederum mit einer Infloreszenz. Die Laubblätter sind unpaar gefiedert. Ferner treten Zwischenfiedern (primäre, sekundäre usw.) auf. Deren Stellung ist verschieden. Zwischen Vor- und Laubblättern existieren enge morphologische Beziehungen.

Literatur

1. BITTER, G.: *Solana nova vel minus cognita* VI. Rep. spec. nov. XI. 461. (1912). — 2. BITTER, G.: *Solana*

nova vel minus cognita XI. Rep. spec. nov. XII. 154 (1913). — 3. BITTER, G.: *Solanum morelliforme*, eine baumbewohnende Verwandte der Kartoffel. Abhandl. naturw. Ver. Bremen XXIII, 225 (1914). — 4. BUKASOV, S. M.: The Potatoes of South America and their Breeding Possibilities. Bull. Appl. Bot., Bh. 58 (1933). — 5. CORRELL, D. S.: Section *Tuberarium* of the Genus *Solanum* of North America and Central America. Agriculture Monograph No. 11. Un. St. Dep. Agric. (1952). — 6. DANERT, S.: Zur Systematik von *Solanum tuberosum* L. Die Kulturpflanze IV. (Im Druck.) (1956). — 7. v. GOEBEL, K.: Blütenbildung und Sproßgestaltung. Jena (1931). — 8. KLAPP, E.: Studien über deutsche Kartoffelsorten. Mitt. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtschaft H. 35 (1928). — 9. MÜLLEROTT, M.: Vergleichende und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Zwischenfieder- und Stipellenbildung. Bot. Arch. XL, 258 (1940). — 10. RAUH, W.: Morphologie der Nutzpflanzen. 2. Aufl. Heidelberg 1950. — 11. SNELL, K.: Das Kartoffelbuch. Berlin 1948. — 12. v. WETTSTEIN, R.: „Solanaceae“ in Engler und Prantl, „Die natürlichen Pflanzenfamilien“ IV/3 b. 1—38 (1891). — 13. WYDLER, H.: Über die symmetrische Verzweigungsweise dichotomer Infloreszenzen. Flora XXV, 394 (1851).

(Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Institut für Acker- und Pflanzenbau in Müncheberg.)

Ein Beitrag zur Entwicklungsphysiologie an Apfelsämlingen

Von HEINZ MURAWSKI

Mit 4 Textabbildungen

A. Einleitung

Von FRITSCH (1), KEMMER (4, 5) und PASSECKER (7, 8) ist in verschiedenen Arbeiten über Beobachtungen und Untersuchungen an Apfelsämlingen zur Stadienentwicklung berichtet worden. Dabei wurden morphologische und physiologische Unterschiede zwischen dem Primär- und dem Altersstadium mitgeteilt. Auch von MURAWSKI (6) wurden ebenfalls Untersuchungen zur Stadienentwicklung durchgeführt. Sie zeigten, daß der jeweils erreichte physiologische Zustand der Reiser auf die Veredlungen übertragen wird und die Zustandsänderungen irreversibel sind. Die Veredlungen mit Reisern von der Stammbasis können noch die gleiche Entwicklung während ihres Lebens durchmachen, die der Baum von dieser Stelle an erzielt. Werden die Reiser aus höheren Stammregionen entnommen, so können die aus ihnen hervorgehenden Pflanzen nur den Anteil der Entwicklung erreichen, den sie vom Entstehungsort aus bis zu ihrem Lebensschluß erreichen würden.

Es konnte z. B. gezeigt werden, wie mit zunehmendem organischen Alter die Blattadern der Blätter immer enger werden und daß diese Tendenz an Veredlungen auf *Malus IX* verstärkt wird. Auf Grund dieser Beobachtungen wurde vermutet, daß die Zellgröße während der Ontogenese eine Veränderung erfährt.

Angeregt durch die Arbeiten von SCHWANITZ (9), der sich mit Untersuchungen über den Einfluß der Zellgröße auf die Pflanze während der Ontogenese und Phylogenese beschäftigte, lag es nahe, an Apfelsämlingen die Veränderung der Zellgröße während der Ontogenese und an Veredlungen auf verschiedenen Unterlagen sowie die Blütenbildung und die Blattgröße zu untersuchen, worüber hier berichtet werden soll.

B. Material und Methode

Zur Untersuchung wurden Blätter von Apfelsämlingen im 3. und 4. Lebensjahr sowie von deren ein-

jährigen Veredlungen genommen, die nach dem in Abbildung 1 angegebenen Schema veredelt worden sind. Alle Veredlungen standen im Freiland und sind unter gleichen Bedingungen gewachsen. Die Reihenentfernung war so gewählt, daß eine gegenseitige Beschattung der Pflanzen nicht möglich war. An einigen

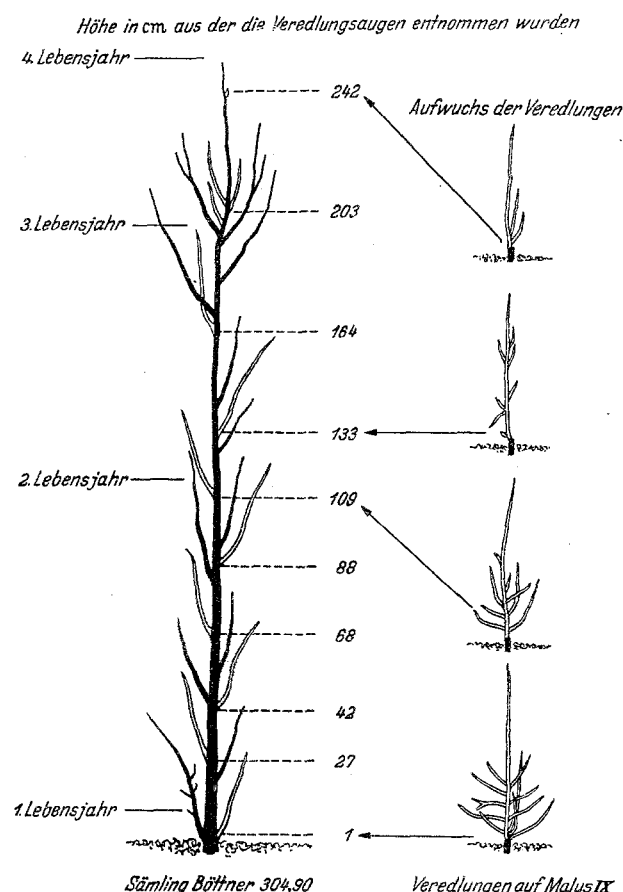


Abb. 1. Schema, nach dem die Veredlungen für die entwicklungsphysiologischen Untersuchungen an Apfelsämlingen ausgeführt wurden. (Nach MURAWSKI 1955)