

(Max-Planck-Institut für Bastfaserforschung, Niedermarsberg/Westf.)

Untersuchungen an polyploiden Pflanzen.

XII. Der Gigas-Charakter der Kulturpflanzen und seine Bedeutung für die Polyploidiezüchtung.

Von F. SCHWANITZ.

Mit 29 Abbildungen.

Ein Kernproblem der Polyploidie-Forschung ist die Frage nach den Ursachen des verschiedenartigen Verhaltens der alten polyploiden Kulturpflanzen und der künstlich neu hergestellten Polyploiden. Während



Abb. 1. Pechnelke (*Lychnis viscaria* L.) Wildform (rechts) und Kulturform.

nämlich die „alten“ Polyploiden in der Stoffproduktion und in ihrer sonstigen Leistungsfähigkeit den diploiden Elternarten in der Regel weit überlegen sind (KOSTOFF 1943, SCHIEMANN 1943), ist dies bei den experimentell gewonnenen neuen Polyploiden in der Regel nicht der Fall. Die Ursachen für das unterschiedliche Verhalten der beiden Gruppen von Polyploiden können nicht darin gesucht werden, daß bei den alten Polyploiden auf Grund eines Regulationsvorganges, etwa in der Art, wie ihn v. WETTSTEIN (1937) und v. WETTSTEIN u. STRAUB (1942) bei *Bryum caespitium* beobachtet haben, der Gigas-Charakter der ursprünglichen Polyploiden aufgehoben oder verringert wird, denn auch die „alten“ Polyploiden besitzen Gigas-Eigenschaften. Die Lösung muß also woanders gesucht werden.

Den Schlüssel hierzu gab das Material eines Haferstammes, den uns Herr Dr. VETTEL aus Hadmersleben 1940 freundlicherweise zur Untersuchung überließ.

Es war dies ein normaler hexaploider Stamm, hervorgegangen aus der Kreuzung zweier ebenfalls hexaploider Sorten von *Avena sativa*. Dieser Stamm zeigte, obwohl seine Chromosomenzahl nicht höher war als die der beiden Elternarten, die einen ganz normalen Eindruck machten, im Vergleich zu diesen einen typischen Gigas-Charakter, wie wir ihn bei künstlich hergestellten Polyploiden zu finden gewohnt sind: Die Blätter waren breit und dick und zeichneten sich durch eine tief-dunkelgrüne Färbung aus, die Pflanzen kamen im Vergleich zu den Elternsorten erst sehr spät zum Schossen, brachten aber auch dann nur eine sehr verminderte Zahl von Schossern hervor; das Verhältnis von vegetativer zu reproduktiver Masse war weitgehend zuungunsten des reproduktiven Anteils verschoben. Auch die Ährchen waren sehr stark vergrößert und vergrößert, die Rispen zeigten eine hochgradige Flissigkeit, kurzum, die Pflanze verhielt sich ganz so, wie wir es von einer neu hergestellten autopolyploiden Pflanze erwartet hätten.

Die Entstehung dieser Pflanze in der Nachkommenschaft einer Kreuzung zwischen zwei normalen hexaploiden Hafersorten ließ vermuten, daß der Gigaswuchs hier die Folge einer besonderen Genkombination sein müsse. Es ergab sich daraus aber als wichtige Schlußfolgerung, daß der typische Gigaswuchs nicht nur auf Genom-Verdoppelung zurückzuführen ist, sondern daß eine Entstehung von Gigaspflanzen auch auf rein genischer Grundlage möglich ist.



Abb. 2. Früchte verschiedener *Lycopersicon*-Arten. Links *L. pimpinellifolium* (Wildform), Mitte *L. cerasiferum* (primitive Kulturform), rechts *L. esculentum* (Kulturform).

Von dieser Erkenntnis ausgehend, verglichen wir in der Folge den Habitus verschiedener Kulturpflanzen mit dem der dazugehörigen Wildformen, wobei nur solche Pflanzen berücksichtigt wurden, bei denen

Wildpflanze und Kulturform die gleiche Valenzstufe einnehmen. Bei diesem Vergleich ergab sich im Habitus der Pflanze ein Unterschied zwischen Wildart und Kulturform, wie wir ihn sonst nur zwischen Diploiden und Polyploiden zu finden gewohnt sind: Die Blätter der Wildpflanzen sind im ganzen kleiner, vor allem schmaler und dünner als die der entsprechenden Kulturpflanzen. Blattstiele und Stengel erwiesen sich als dünner und weniger robust, Blüten und Früchte sind ganz erheblich kleiner (Abb. 1—3), dagegen ist die

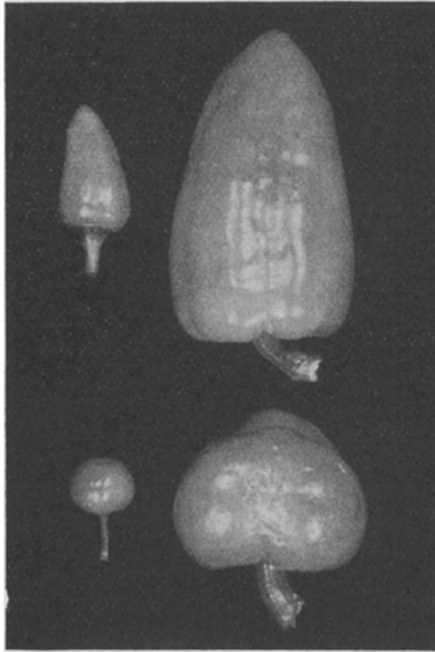


Abb. 3. Paprika (*Capsicum annuum*). Links Früchte von Wildformen, rechts von Kulturformen.

Zahl der Früchte im ganzen erheblich höher als bei den Kulturpflanzen — man denke hier nur an die Unterschiede in der Fruchtzahl bei *Lycopersicum pimpinellifolium* und *L. esculentum*.

Da die Gigasmerkmale bei den Polyploiden letzten Endes ausschließlich auf die Zellvergrößerung zurückgehen, wurden schließlich an einer Reihe von Kulturpflanzen sowie an den dazugehörigen Wildformen orientierende Untersuchungen über die Zellgröße vorgenommen. Das Samenmaterial hierfür wurde uns zum größten Teil von einer Reihe von Instituten zur Verfügung gestellt: vom Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben, vom Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Voldagsen, vom Institut für Pflanzenzüchtung in Weibullsholm, dem Zentralinstitut für Pflanzenzüchtung in Müncheberg und vom Institut für gärtnerischen Pflanzenbau in Weißenstephan. Für die lebenswürdige Überlassung dieses Materials möchten wir auch an dieser Stelle allen beteiligten Herren unseren herzlichsten Dank aussprechen.

Die Untersuchungen wurden z. T. im Herbst 1949 an ausgewachsenen Pflanzenorganen, z. T. im Laufe des Herbstes und des Winters an Samen und Keimpflanzen durchgeführt. Da es sich hierbei zunächst nur um eine allgemein orientierende Untersuchung handelte, wurden an den gleichen Organen der Wildarten und der dazugehörigen Kulturform, in einigen Fällen auch an dazugehörigen Autotetraploiden gleichwertige Teile herausgesucht und mit Hilfe des ABBÉ-

schen Zeichenapparates gezeichnet. Es wurde nach Möglichkeit darauf gesehen, daß von den einzelnen Arten jeweils verschiedene Organe untersucht wurden, um so eine größere Sicherheit hinsichtlich des Verhaltens der Zellgröße bei Wildformen und den

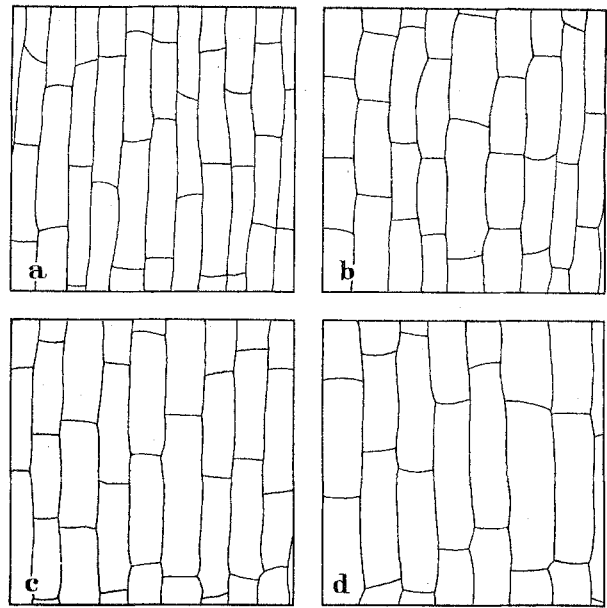


Abb. 4. Zellnetz aus der Koleoptile verschiedener Weizenarten (subepidermale Schicht in der Nähe der Koleoptilbasis). a) *Triticum boeoticum* var. *rufinigrum*, Wildart $2n = 14$. b) *Triticum monococcum* var. *macedonicum*, Kulturform $2n = 14$. c) *Triticum dicoccoides* var. *spontaneovillosum* $2n = 28$, Wildart. d) *Triticum dicoccum* var. *tragi* $2n = 28$, Kulturform. Vergr. 140mal.

aus ihnen hervorgegangenen Kulturpflanzen zu erhalten. Die vorliegenden Untersuchungen tragen im übrigen, wie schon betont wurde, nur einen orientierenden Charakter. Es sind weitere Arbeiten eingeleitet, die auf Grund genauer Messungen der Zell-

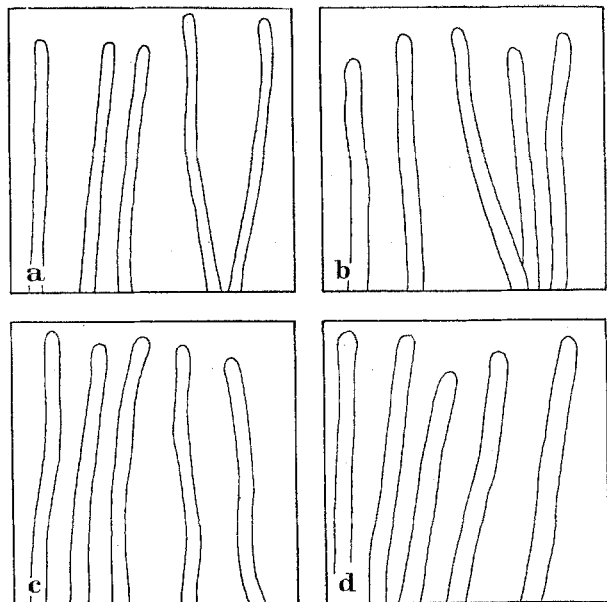


Abb. 5. Spitzen von Wurzelhaaren. a) *Triticum boeoticum*. b) *T. monococcum*. c) *T. dicoccoides*. d) *T. dicoccum*. Vergr. 140mal.

und der Organgröße sowie mit Hilfe von Untersuchungen über die Physiologie und Entwicklungsphysiologie von Wild- und Kulturpflanzen weitere Klarheit in diesen Problemkomplex bringen sollen.

Sehr aufschlußreich war bereits die Untersuchung der diploiden und der tetraploiden Weizenarten (Abb. 4 u. 5). Es zeigte sich hier ganz eindeutig, daß eine

Zunahme der Zellgröße sowohl beim Übergang von der Wildart zur Kulturpflanze: *Triticum boeoticum* → *T. monococcum* und *T. dicoccoides* → *T. dicoccum* wie auch, wie ja zu erwarten stand, bei der Verdoppelung des Genoms: *T. boeoticum* → *T. dicoccoides* erfolgte. Interessant ist, daß die Zunahme der Zellgröße beim Übergang von der Wildform zur Kulturpflanze etwa ebenso groß ist wie diejenige, die wir bei der Verdoppelung des Genoms beobachten konnten.

Ganz entsprechend liegen die Verhältnisse beim Roggen (Abb. 6). Auch hier ist der Übergang zur

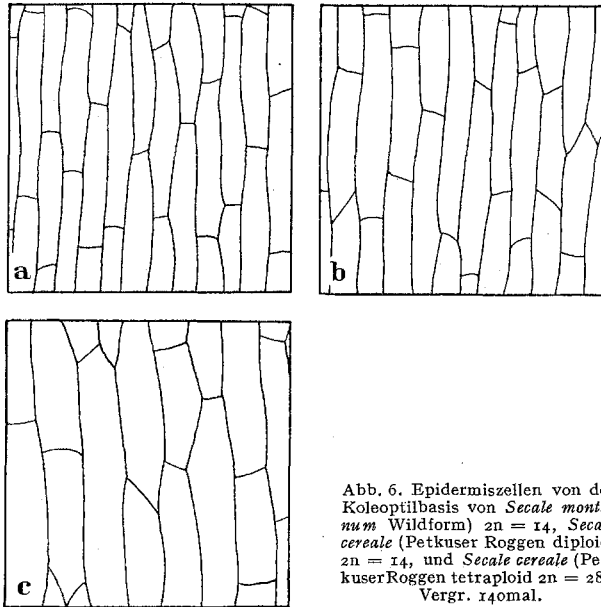


Abb. 6. Epidermiszellen von der Koleoptilbasis von *Secale montanum* Wildform) $2n = 14$, *Secale cereale* (Petkuser Roggen diploid, $2n = 14$, und *Secale cereale* (Petkuser Roggen tetraploid $2n = 28$). Vergr. 140mal.

Kulturform von einer Vergrößerung des Zellvolumens begleitet, die offenbar jedoch weniger stark ist als bei den Weizenarten. Die Zunahme des Zellvolumens nach Verdoppelung des Genoms scheint jedenfalls erheblich stärker zu sein als die Zellvergrößerung, die mit der Umwandlung der Wildpflanze in die Kulturform gekoppelt ist.

Auch bei der Gerste besitzen die Wildformen *Hordeum spontaneum* und *H. agriocrithon* wesentlich kleinere Zellen als die aus ihnen hervorgegangenen Kulturformen *H. distichum* und *H. vulgare* (Abb. 7 u. 8).

Bei den Haferarten liegen die Dinge in keiner Weise anders als bei den bisher besprochenen Gattungen. In der tetraploiden Reihe hat die Wildart *Avena strigosa* subsp. *barbata* kleinere Zellen als die von ihr abgeleitete Kulturform *A. strigosa* subsp. *strigosa* (Abb. 9). Ähnlich ist das Verhalten bei den hexaploiden Arten: *Avena fatua* subsp. *fatua* unterscheidet sich von *A. fatua* subsp. *sativa* durch den Besitz merklich kleinerer Zellen (Abb. 10).

Auch die letzte der untersuchten Getreideformen zeigt keinerlei abweichendes Verhalten: *Setaria italica* hat bedeutend größere Zellen als ihre mutmaßliche Urform *S. viridis* (Abb. 11).

Neben den Getreidearten wurden auch einige Leguminosen untersucht *Vicia angustifolia* unterschied sich hier durch erheblich kleinere Zellen von der aus ihr hervorgegangenen *V. sativa*. (Abb. 12). Andererseits bestehen zwischen *Vicia Narbonnensis* und der Ackerbohne, *Vicia Faba minor*, wenn überhaupt, dann nur geringe Unterschiede hinsichtlich der Zellgröße.

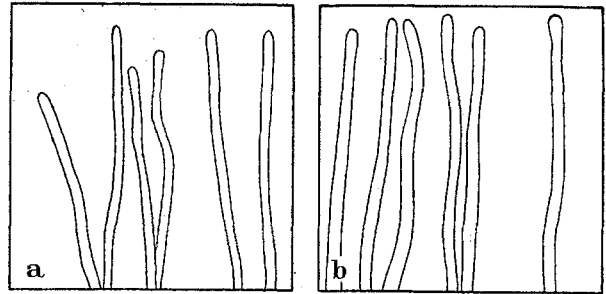


Abb. 7. Spitzen von Wurzelhaaren von a) *Hordeum spontaneum* var. *ischnaiherum* (Wildart $2n = 14$), b) *H. distichum* var. *nutans* (Kulturform, $2n = 14$). Vergr. 140 mal.

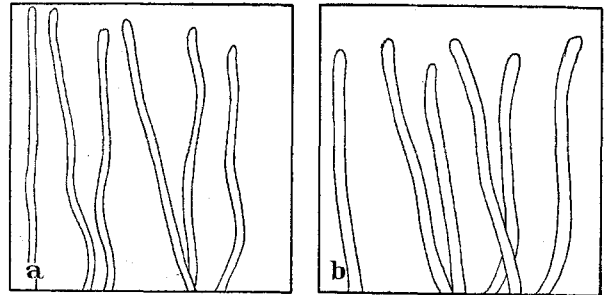


Abb. 8. Spitzen von Wurzelhaaren von a) *Hordeum agriocrithon* (Wildart, $2n = 14$) und von b) *H. vulgare* var. *pallidum* (Kulturform, $2n = 14$). Vergr. 140 mal.

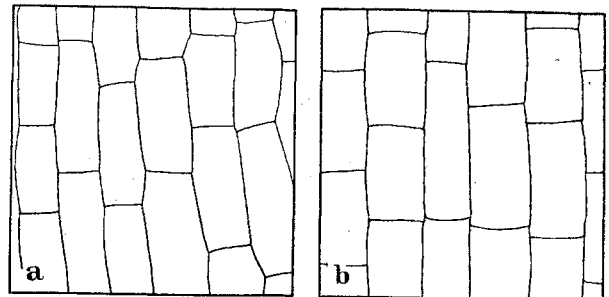


Abb. 9. Subepidermale Zellen aus der Koleoptile von a) *Avena strigosa* subsp. *barbata* (Wildform, $2n = 28$) und b) *A. strigosa* subsp. *strigosa* (Kulturform, $2n = 28$). Vergr. 140 mal.

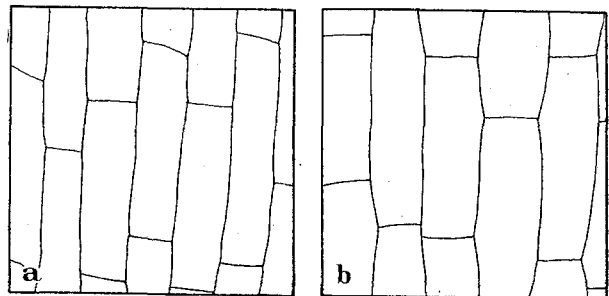


Abb. 10. Subepidermale Zellen aus der Koleoptile von a) *Avena fatua* subsp. *fatua* (Wildform, $2n = 42$) und b) *A. fatua* subsp. *sativa* (Kulturform, $2n = 42$). Vergr. 140 mal.

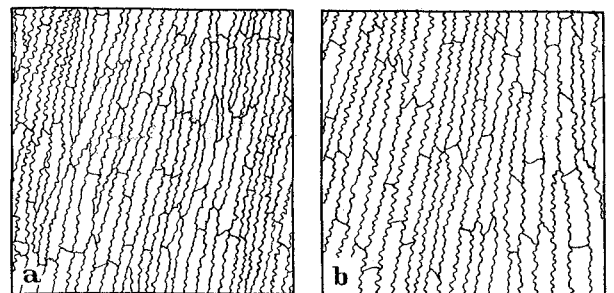


Abb. 11. Zellen von der Innenseite der Spelzen von a) *Setaria viridis* (Wildform, $2n = 18$), und b) *S. italica* (Kulturform, $2n = 18$). Vergr. 140 mal.

Vicia Faba major dagegen ist den beiden anderen Formen in der Zellgröße weit überlegen (Abb. 13).

Untersuchungen an Wild- und Kulturformen der gelben Lupine (*Lupinus luteus*) ergaben eine geringere

Wildform Palästina an die Zellgröße der Kulturformen herankommt (Abb. 15). Zwischen *Lupinus*

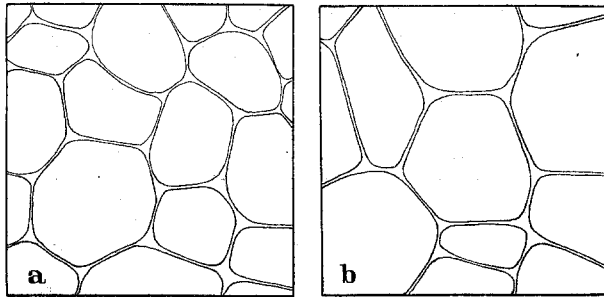


Abb. 12. Zellen aus dem Samen von a) *Vicia angustifolia* (Wildform), $2n = 12$ und von b) *V. sativa* (Kulturform $2n = 12$). Vergr. 140 mal.

Zellgröße für die Wildform. Im übrigen scheinen auch zwischen den einzelnen Herkünften der Wildformen Unterschiede zu bestehen: Die Wildform Spanien hat offenbar etwas kleinere Zellen als die Wildform Italien, und die Wildform Palästina nähert sich in der Zellgröße bereits weitgehend den Kulturformen (Abb. 14).

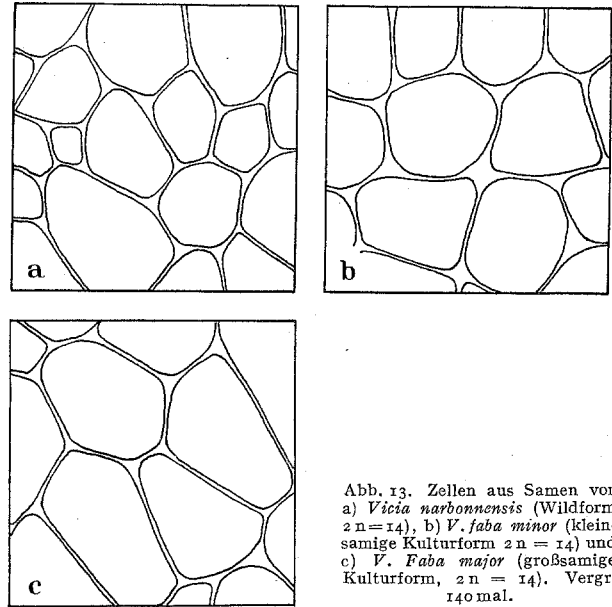


Abb. 13. Zellen aus Samen von a) *Vicia narbonensis* (Wildform $2n = 14$), b) *V. faba minor* (kleinsamige Kulturform $2n = 14$) und c) *V. faba major* (großsamige Kulturform, $2n = 14$). Vergr. 140 mal.

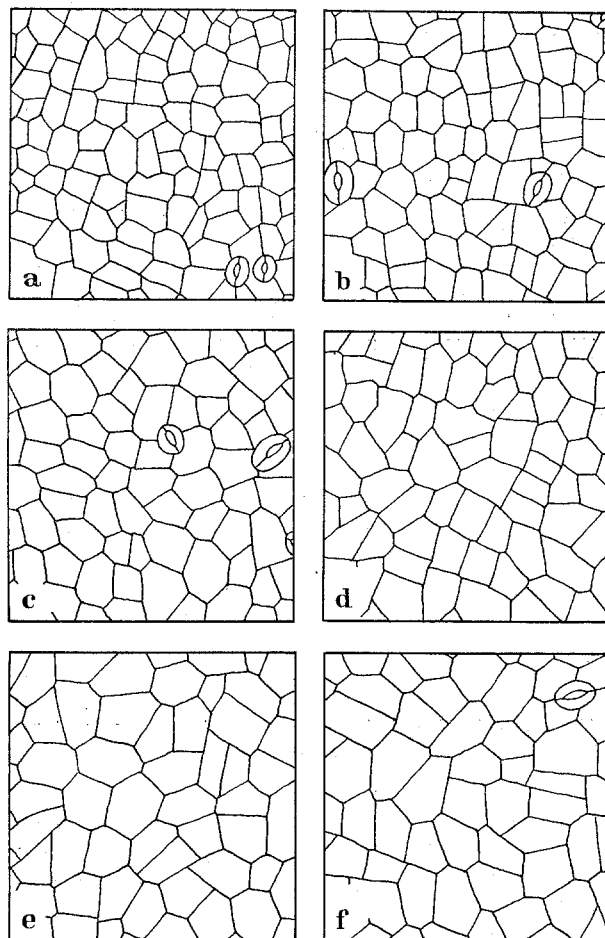


Abb. 14. Epidermiszellen von der Unterseite der Kotyledonen von *Lupinus luteus*. a) Wildform Spanien, b) Wildform Italien, c) Wildform Palästina, d) Kulturform „Weiko I“, e) Kulturform „Weiko II“, f) Kulturform „Weiko III“. Vergr. 140 mal.

Ganz ähnlich verhält sich auch *Lupinus angustifolius*. Hier hat vor allem die Wildform Italien sehr kleine Zellen, und auch die Zellen der Wildform Spanien sind noch recht klein, während auch hier die

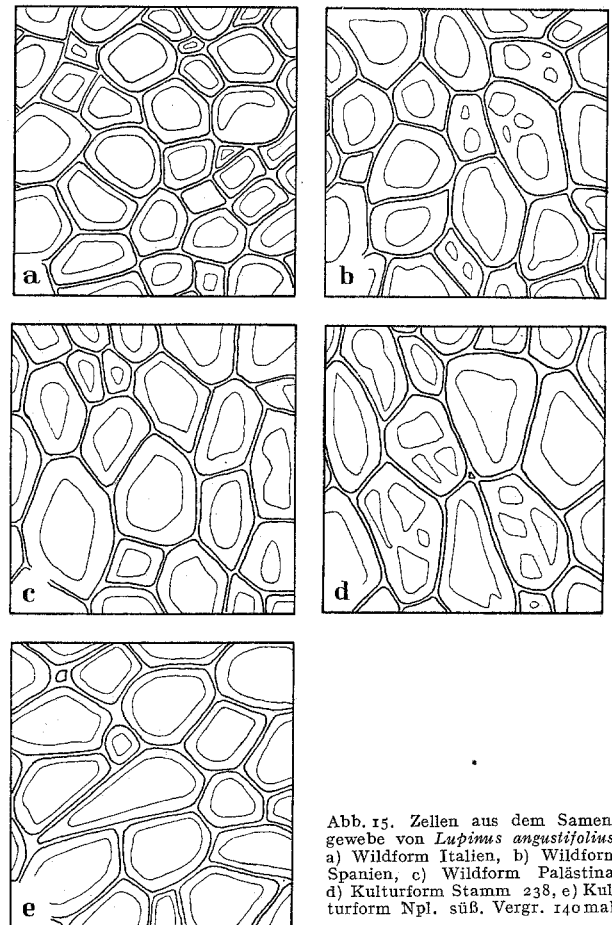


Abb. 15. Zellen aus dem Samengewebe von *Lupinus angustifolius*. a) Wildform Italien, b) Wildform Spanien, c) Wildform Palästina, d) Kulturform Stamm 238, e) Kulturform Npl. süß. Vergr. 140 mal.

pilosus und *L. albus* bestehen, wenn überhaupt, nur verhältnismäßig geringe Unterschiede in der Zellgröße (Abb. 16).

Auch bei Rotklee scheinen sich Wildform und Kulturform hinsichtlich der Zellgröße verhältnismäßig wenig zu unterscheiden. Die Kulturform besitzt hier nur wenig größere Zellen als die Wildpflanze (Abb. 17).

Von den Hackfrüchten wurden Rüben und Kartoffeln untersucht. Hier zeigte *Beta vulgaris* deutliche, aber nicht allzu große Zellvergrößerung gegenüber der Ausgangsform *Beta maritima* (Abb. 18).

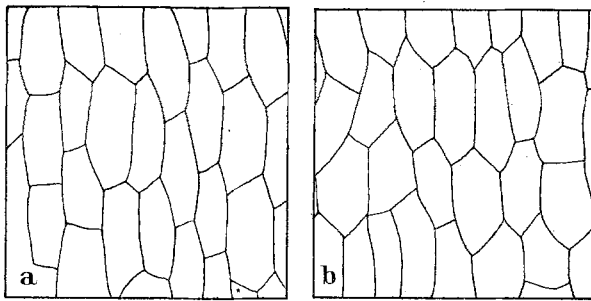


Abb. 16. Epidermiszellen vom Stiel der Kotyledonen von *Lupinus pilosus* (Wildart) und *L. albus* (Kulturform). Vergr. 140mal.

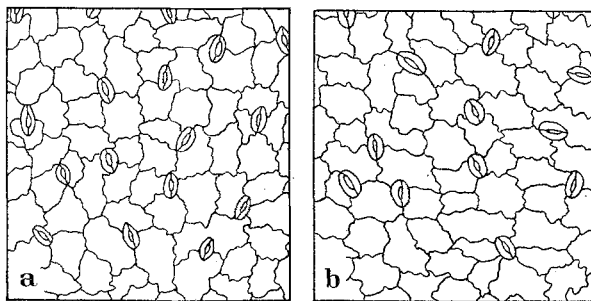


Abb. 17. Epidermis der Blattunterseite einer Wildform a) und einer Kulturform b) von Rotklee (*Trifolium pratense* L.). Vergr. 140 mal.

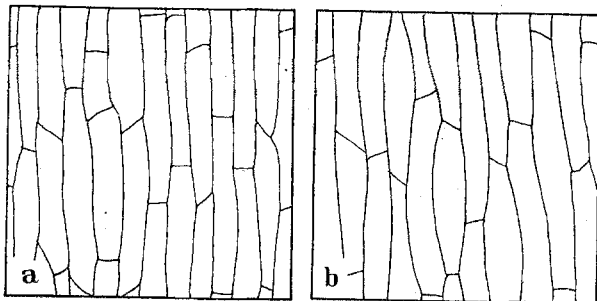


Abb. 18. Epidermiszellen der Hypokotylbasis von a) *Beta maritima* (Wildform, $2n = 18$) und von b) *Beta vulgaris* var. *rapacea* (Kulturform, $2n = 18$). Vergr. 140 mal.

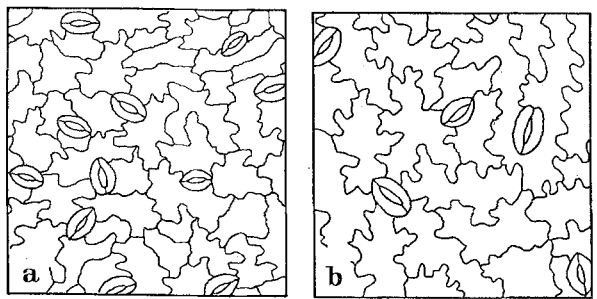


Abb. 19. Epidermiszellen der Blattunterseite von a) *Solanum Wittmackii* (Wildform, $2n = 48$) und b) *S. tuberosum* (Kulturform, $2n = 48$). Vergr. 140 mal.

Stärker ist der Unterschied zwischen *Solanum tuberosum* und der der gleichen Valenzstufe angehörenden Wildart *S. Wittmackii* (Abb. 19).

Recht verschieden verhalten sich die einzelnen Gemüsearten. Der Münchner Bierrettich (*Raphanus sativus* var. *major*) besitzt größere Zellen als die Ausgangsform *R. raphanistrum*. Eigenartig ist hier allerdings, daß die Spaltöffnungen bei der Kulturform

gegenüber der Wildart nicht vergrößert zu sein scheinen. Tetraploider Rettich zeigt gegenüber dem diploiden wieder die übliche Zunahme des Zellvolumens (Abb. 20).

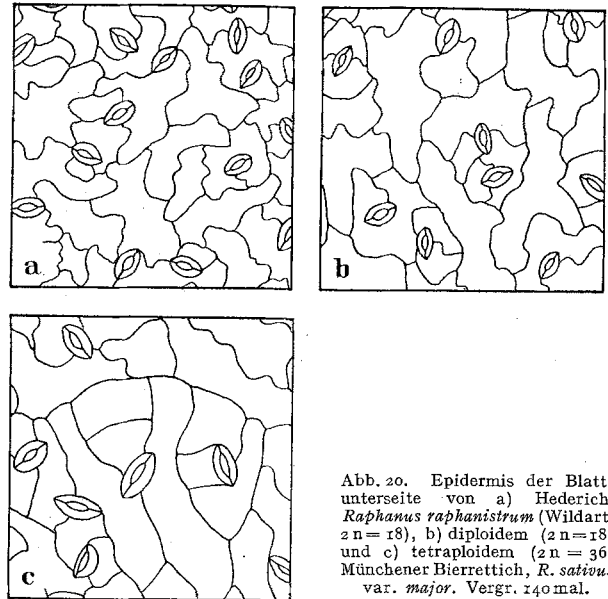


Abb. 20. Epidermis der Blattunterseite von a) Hederich, *Raphanus raphanistrum* (Wildart, $2n = 18$), b) diploidem ($2n = 18$) und c) tetraploidem ($2n = 36$) Münchener Bierrettich, *R. sativus* var. *major*. Vergr. 140 mal.

Bei *Lactuca* besteht zwischen der Wildart *L. serriola* und der Sommerendivie *L. sativa* var. *romana* kein sehr erheblicher Unterschied in der Zellgröße. Beim Kopfsalat, *L. sativa* var. *capitata*, sind die Zellen dagegen ganz beträchtlich vergrößert (Abb. 21).

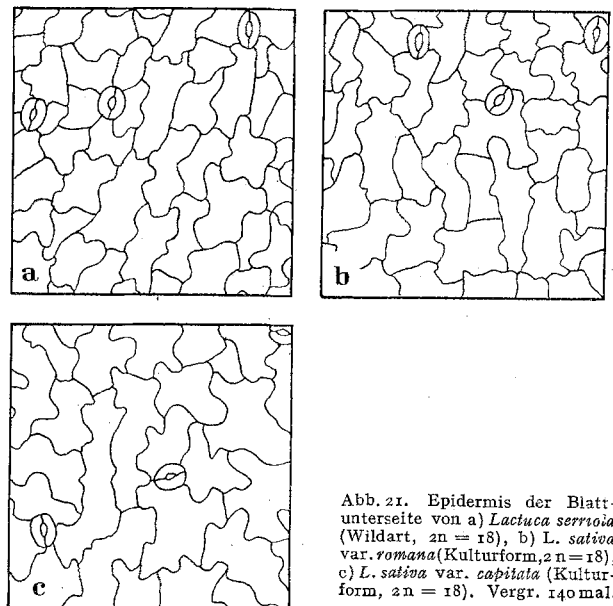


Abb. 21. Epidermis der Blattunterseite von a) *Lactuca serriola* (Wildart, $2n = 18$), b) *L. sativa* var. *romana* (Kulturform, $2n = 18$), c) *L. sativa* var. *capitata* (Kulturform, $2n = 18$). Vergr. 140 mal.

Sehr bedeutend ist auch die Zunahme der Zellgröße bei der Zichorie (Abb. 22 u. 23). Der Cichoré (*Cichorium intybus* var. *foliosum*) besitzt ganz bedeutend größere Zellen als die wilde Zichorie.

Auffallend sind ferner die Unterschiede in der Zellgröße zwischen Wild- und Kulturformen der Tomate (*Lycopersicum pimpinellifolium* und *L. esculentum*, Abb. 24), Sellerie (Abb. 25) Möhren (Abb. 26) und Pastinake (Abb. 27).

Von Blumen konnte nur das Sumpfigweißmännchen, *Myosotis palustris* in die Untersuchung einbezogen werden. Hier zeigte sich sowohl für den Pollen, wie

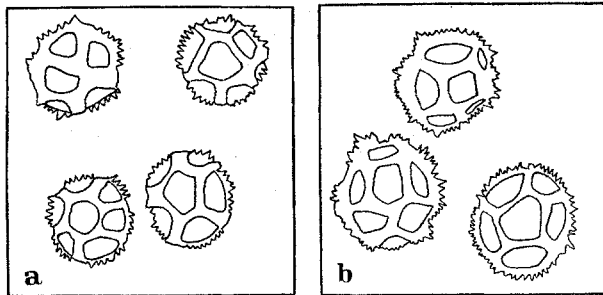


Abb. 22. Pollenkörner von a) *Cichorium intybus* (Wildform, $2n = 18$) b) *C. intybus* var. *foliosum* (Kulturform, $2n = 18$). Vergr. 234mal.

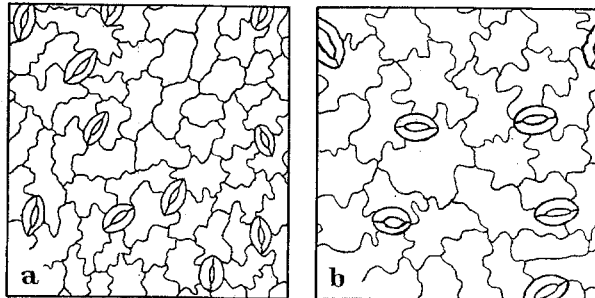


Abb. 23. Epidermis der Blattunterseite von a) *Cichorium intybus* (Wildform), b) *C. intybus* var. *foliosum* (Kulturform). Vergr. 140mal.

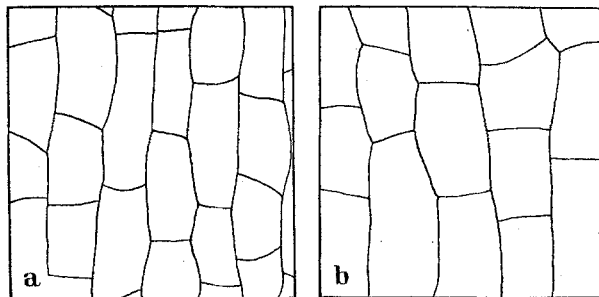


Abb. 24. Epidermiszellen von der Basis des Hypokotyls von *Lycopersicon pimpinellifolium* (Wildart, $2n = 24$), und *L. esculentum* (Kulturform, $2n = 24$). Vergr. 140mal.

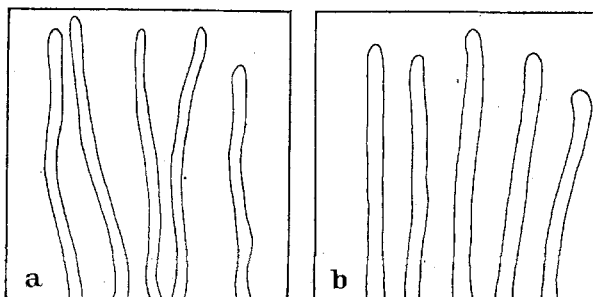


Abb. 25. Spitzen der Wurzelhaare a) der Wildform *Apium graveolens* var. *silvestre*, ($n = 22$) und b) der Kulturform *A. graveolens* var. *rapaceum*, „Prager Riesen“, ($2n = 22$). Vergr. 140mal.

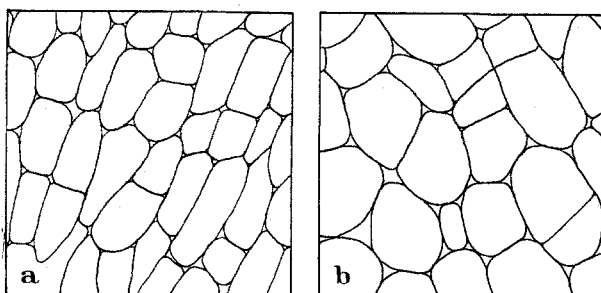


Abb. 26. *Daucus carota*. Gewebe der Rinde der Wildform (*Daucus carota* subsp. *carota*, $2n = 18$), a) und der Kulturform (*Daucus carota* subsp. *sativus*, $2n = 18$), b). Vergr. 140mal.

auch für andere Teile der Pflanzen, daß die Zellen der Kulturform gegenüber der Wildform nur eine verhältnismäßig geringe Größenzunahme zeigen, daß jedoch der Anstieg der Zellgröße von der diploiden zu der tetraploiden Kulturform recht groß ist (Abb. 28).

Bei *Fragaria vesca* (Abb. 29) besteht zwischen Wildform und Kulturform offenbar keinerlei Unterschied hinsichtlich der Zellgröße. Die tetraploiden Formen der Kultursorte („Baron Solemacher rot“) zeigen dann allerdings eine erhebliche Steigerung des Zellvolumens.

Fassen wir die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen kurz zusammen, so ergibt sich, daß in fast allen Fällen die Kulturpflanzen größere, z. T. sogar sehr viel größere Zellen besitzen als die Wildformen, von denen sie sich herleiten. Der Grad der Größenzunahme ist allerdings bei den einzelnen Kulturformen recht verschieden. Primitivere, erst kürzere Zeit in Kultur genommene Formen, wie der Klee, die Monats-erdbeere und das Vergißmeinnicht, zeigen keine oder nur geringe Unterschiede zu den Wildarten. Andere Formen, wie z. B. die Ackerbohne, sind trotz langer Kultur den Wildformen nahe geblieben, vielleicht weil sie in bestimmter Richtung, hier auf die Produktion einer möglichst großen Zahl verhältnismäßig kleiner Bohnen selektiert wurden und weil sich diese Ausleserichtung mit der Zunahme der Zellgröße und den damit verbundenen Gigasmerkmalen nicht vertrug. Im großen und ganzen sind jedoch unsere diploiden Kulturpflanzen als Gigasformen anzusehen. Das bedeutet aber, daß Gigasformen auf verschiedene Weise entstehen können, einmal durch Polyploidie und sodann auf rein genischer Grundlage. Es muß dahingestellt bleiben, ob nicht auch durch das Plasmon Gigaswuchs hervorgerufen werden kann. Wenn die Herabregulierung der Zellgröße bei *Bryum caespitium* nicht, wie F. v. WETTSTEIN annahm, auf genischer Grundlage beruht, sondern wie MICHAELIS, dessen Anschauung wir hier die größere Wahrscheinlichkeit zusprechen möchten, vermutet, durch erbliche Veränderung des Plasmons zustande kommt, dann ist anzunehmen, daß auch der umgekehrte Vorgang möglich ist, das heißt also, daß durch Veränderungen des Plasmons auch die Größe der Zellen gesteigert werden kann.

Daß Nutzpflanzen im Vergleich zu ihren Ausgangsformen Gigasformen auf rein genischer Basis sein können, wurde unseres Wissens bisher nur von v. FRIMMEL (1943) an den Arten der Gattung *Lycopersicon* festgestellt.

Sind aber auch die diploiden Kulturformen Gigasformen, so müssen sie auch die typischen Eigenschaften der Gigaspflanzen besitzen, wie wir sie von den polyploiden Gigasformen her kennen. Einige Beobachtungen weisen darauf hin, daß dies tatsächlich der Fall ist. So besitzt z. B. die wilde Zichorie im Mittel von 20 Einzelbestimmungen 19.1 Spaltöffnungen auf dem gleichen Teil der Blattoberfläche, auf dem die Kulturform nur 12.2 Spaltöffnungen hat. Ähnliche Verhältnisse wurden hinsichtlich der Spaltöffnungszahl auch bei anderen Wildpflanzen und den dazugehörigen Kulturformen festgestellt. Bezüglich der Spaltöffnungen verhalten sich demnach die Gigasformen auf diploider, rein genischer Basis offenbar nicht anders als die polyploiden Gigasformen. Nicht wesentlich verschieden scheinen die Dinge auch in

einem der für das Verhalten der polyploiden Gigasformen besonders kennzeichnenden Merkmale zu liegen: der Herabsetzung der Sexualität bei den polyploiden Pflanzen. So ergab die Bestimmung des Gehalts an normalen und mißbildeten Pollenkörnern für Hederich 97%, für diploiden Münchener Bierrettich 74% und für tetraploiden Bierrettich 62% normale Pollenkörner. Bei Zichorie wurden für die Wildart 5%, für die Kulturform 19% mißbildeten Pollens festgestellt. Sollten sich diese Ergebnisse bei unseren weiteren bereits laufenden Untersuchungen bestätigen und erweitern lassen, so würde das bedeuten, daß durch die Vergrößerung des Zellvolumens stets die gleichen morphologischen, physiologischen und entwicklungsphysiologischen Veränderungen hervorgerufen werden, ganz gleich, ob nun die Vergrößerung der Zellen durch Verdoppelung des Genoms hervorgerufen wird oder ob sie auf rein genischer Grundlage oder aber durch Veränderungen des Plasmons erfolgt. Durch ein solches Verhalten würde andererseits die von uns in den früheren Veröffentlichungen dieser Reihe aufgestellte Arbeitshypothese bestätigt werden, wonach die verschiedenartigsten Veränderungen im biologischen Verhalten polyploider Pflanzen ausschließlich oder doch zum mindesten zu einem sehr großen Teil auf die Vergrößerung des Zellvolumens zurückzuführen sind.

Die Tatsache, daß die Kulturpflanzen Gigasformen sind, ist außerordentlich wichtig für das Verständnis des Evolutionsschrittes, der von der Wildpflanze zu Formen mit ausgesprochenen Kulturpflanzenmerkmalen führt. Es ist anzunehmen und soll in einer Reihe von weiteren Arbeiten geprüft werden, daß auch die Pflanzen, deren Gigasnatur auf rein genischer Grundlage beruht, die gleichen typischen Veränderungen im morphologischen, physiologischen und entwicklungsphysiologischen Verhalten zeigen wie die polyploiden Gigaspflanzen. Dies würde aber bedeuten, daß durch die Veränderung eines einzigen Merkmals, nämlich der Zellgröße, zahlreiche andere Eigenschaften in einer Weise verändert werden, die zur Entstehung bzw. Verbesserung verschiedener wichtiger Nutzpflanzenmerkmale führt.

Die Vergrößerung des Zellvolumens bewirkt, wie wir an den polyploiden sowie an den diploiden Nutzpflanzen beobachten können, eine erhebliche Größenzunahme der Organe. Diese Steigerung der Organgröße ist es andererseits aber, die die betreffende Form erst richtig zur Nutzpflanze macht. Erst durch eine beträchtliche Steigerung der Blütengröße wird aus einer wilden Blütenpflanze eine wirkliche Gartenzierpflanze (Abb. 1). Erst eine sehr bedeutende Zunahme der Frucht- oder Samengröße, der Fruchtwanddicke usw. (Abb. 2 u. 3) läßt aus einer Wildart eine wirkliche brauchbare Nutzpflanze hervorgehen. Nur durch eine bedeutende Vergrößerung der vegetativen Organe erhalten wir aus Wildformen wirklich brauchbares Blatt- oder Wurzelgemüse.

Es ist jedoch nicht allein die Zunahme der Organgröße, die durch Steigerung des Zellvolumens eine im Sinne der Nutzbarkeit durch den Menschen vorteilhafte Veränderung erfährt, auch die Zartheit der Organe dürfte durch sie gefördert werden. Polyploide Pflanzen besitzen in der Regel in allen ihren Organen einen höheren Wassergehalt als diploide. In einer früheren Veröffentlichung dieser Reihe wurde darauf

hingewiesen, daß dieser höhere Wassergehalt wahrscheinlich, wenigstens zu einem beträchtlichen Teil, auf die trägere Transpiration der Tetraploiden zurück-

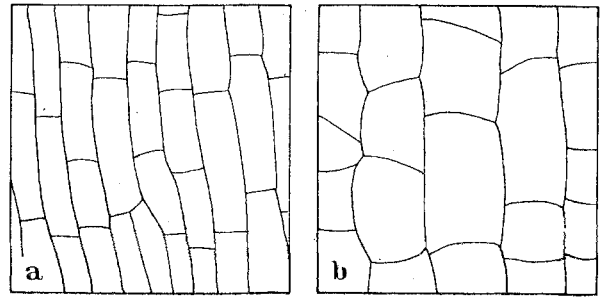


Abb. 27. Pastinake. Gewebe der Rindenschicht der a) Wildform (*Pastinaca sativa* subsp. *eusativa* var. *pratensis*, $2n = 22$) und der b) Kulturform (*P. sativa* subsp. *eusativa* var. *hortensis*, $2n = 22$) Vergr. 140 mal.

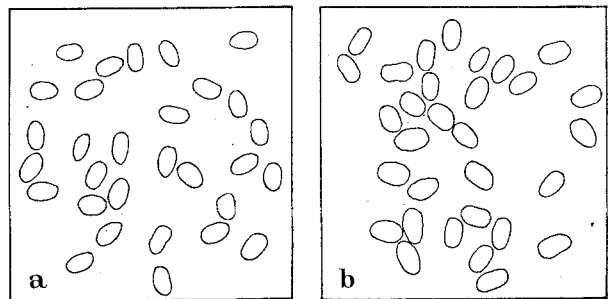


Abb. 28. Pollenkörner der Wildform a), der diploiden b) und der tetraploiden Kulturform c) (*Myosotis palustris perflorans grandiflora* „Nixenauge“ des Sumpfigelmeinnichts (*Myosotis palustris* L.). Vergr. 394 mal.

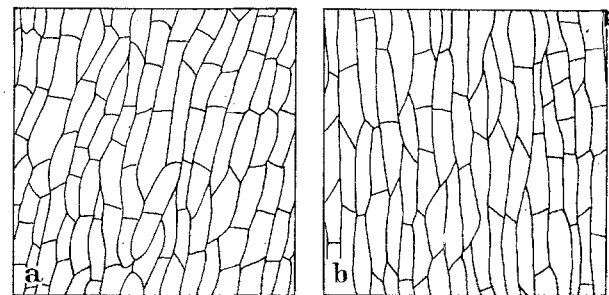


Abb. 29. Epidermis der Unterseite der Nebenblätter von *Fragaria vesca* Wildform a), $2n = 14$ diploide b), $2n = 14$, und tetraploide c) $2n = 28$, Kulturform (Baron Solemacher, rot). Vergr. 140 mal.

geht, die ihrerseits letzten Endes wieder in der Zunahme des Zellvolumens begründet ist. Ist bei den Polyploiden der höhere Wassergehalt der Zellen und Gewebe aber nur durch die Vergrößerung des Zell-

volumens hervorgerufen, so ist anzunehmen, daß sich die diploiden Kulturpflanzen mit Gigascharakter nicht anders verhalten als die polyploiden Gigasformen. Nun führt ein höherer Wassergehalt der Gewebe zwangsläufig dazu, daß deren Zartheit bedeutend gesteigert wird. Hierzu kommen noch weitere durch den Gigascharakter bedingte Faktoren: Die Verminderung der Gefäßbündel- und Gefäßzahlen je Flächeneinheit, das Dicker- und Fleischigerwerden der Organe u. a. m., wodurch ebenfalls die Zartheit der Organe bei den Gigasformen gesteigert werden muß.

Ein typisches Charakteristikum polyploider Pflanzen ist endlich die Verlangsamung der Entwicklung. Diese wurde bereits in früheren Arbeiten dieser Reihe auf den trägeren Stoffwechsel und die langsamere Stoffleitung der Polyploiden zurückgeführt, die wiederum mit dem vergrößerten Zellvolumen und der damit verbundenen Verkleinerung der relativen Zelloberfläche erklärt wurden. Stimmt diese Annahme, so müßte auch bei den diploiden Nutzpflanzen mit Gigaswuchs eine solche Verlangsamung der Entwicklung zu erwarten sein. Dies ist offenbar tatsächlich der Fall, man denke hier nur an die Unterschiede, die z. B. hinsichtlich der Entwicklungsgeschwindigkeit zwischen Hederich und Rettich bestehen. Eine derartige Verlangsamung der Entwicklung führt andererseits aber notwendig zu einer Verlängerung der Lebensdauer der Pflanze, vor allem aber zu einer Verlängerung des vegetativen Lebensabschnittes. Damit aber steht den Gigaspflanzen eine längere Zeitspanne für die Assimilation zur Verfügung als den nahe verwandten Formen ohne vergrößertes Zellvolumen. Das bedeutet aber wiederum, daß diese Verlängerung der Vegetationszeit bei den Gigasformen zu einer Erhöhung der Stoffproduktion führen muß. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein müssen, diese Zusammenhänge weiter aufzuklären.

Es ist selbstverständlich, daß zu der endgültigen Umwandlung einer Wildpflanze in eine Kulturform noch die Veränderung zahlreicher weiterer Eigenschaften gehört, die ihrerseits wieder von besonderen Mutationsschritten abhängen. Die entscheidenden Schritte jedoch, die Erhöhung der Produktionsfähigkeit, die Vergrößerung der Organe und die Verbesserung der Qualität können ganz oder doch zu einem sehr großen Teile allein durch die Zunahme der Zellgröße herbeigeführt werden. Es ist dabei wahrscheinlich völlig gleichgültig, ob diese Steigerung des Zellvolumens durch Gen- oder durch Genom- oder Plasmommutation hervorgerufen wird, entscheidend für die typischen Veränderungen sind zunächst ausschließlich die Veränderungen des Zellvolumens.

Hängt nun, wie oben dargelegt wurde, Ertrag und Qualität weitgehend von der Zellgröße ab, so ist anzunehmen, daß zumindest bei unseren alten Nutzpflanzen im Laufe der Zeit durch die ständig anhaltende Selektion die Typen ausgelesen worden sind, deren Zellgröße so beschaffen ist, daß durch sie die für den betreffenden Verwendungszweck größtmögliche Leistungsfähigkeit gewährleistet ist. Das bedeutet aber für die Anwendung der Polyploidieauslösung in der Pflanzenzüchtung, daß durch die Genomverdoppelung bei den Nutzpflanzen

das Optimum der Zellgröße überschritten wird und eine weitere Leistungssteigerung nicht mehr eintreten kann, ja, daß die Leistungsfähigkeit sogar absinken kann.

Einen Beleg für die Richtigkeit dieser Vorstellungen bringen Untersuchungen an diploiden und tetraploiden Stämmen von *Lycopersicon pimpinellifolium* und *L. esculentum* (SHIMAMURA 1938). Tetraploide Pflanzen von *L. esculentum* waren hochgradig steril, tetraploide der kleinzelligen *L. pimpinellifolium* dagegen ziemlich fertil. Auch JÖRGENSEN (1928) fand bei tetraploiden Kulturtomaten eine hochgradige Sterilität, während nach LINDSTROM und HUMPHREY (1932) tetraploide Pflanzen von *L. racemiflorum* erheblich größere Früchte als die diploiden und dabei einen guten Samenansatz aufwiesen. QUADT (1949) findet eine wesentlich stärkere Abnahme der relativen Anzahl der Früchte, bzw. der Zahl der Früchte in Prozent der Blütenzahl sowie der relativen Samenzahl je Frucht bei den tetraploiden Kulturformen als bei tetraploidem *L. pimpinellifolium*. Eine Kulturform mit nur pflaumengroßen Früchten scheint hier eine Mittelstellung einzunehmen. QUADT kann allerdings im Gegensatz zu FRIMMEL (1943) und zu unseren Untersuchungen keine Unterschiede in der Zellgröße zwischen *L. esculentum* und *L. pimpinellifolium* finden.

Es ist in einer ganzen Reihe von Arbeiten über Probleme der Polyploidie immer wieder die Behauptung aufgestellt worden, es gäbe eine „optimale Chromosomenzahl“ für die einzelnen Arten, Rassen und Linien, deren Überschreitung zur Vitalitätsminderung führe. Schon das Beispiel von *Bryum Corrensii*, das durch Herabregulierung der Zellgröße bei gleichbleibender Chromosomenzahl wieder „normal“ und voll fertil wurde, zeigt, daß nicht die bloße numerische Höhe der Chromosomenzahl die Ursache für die Veränderung der Leistungsfähigkeit sein kann. Entscheidend ist hier die durch die Chromosomenzahl in der Regel bedingte Veränderung der Zellgröße, für die es ein Optimum gibt, nach dessen Überschreitung die Leistungsfähigkeit absinkt. Die Entstehung von natürlichen Rassen und Arten mit außerordentlich hohen Chromosomenzahlen wäre demgemäß nicht so zu erklären, daß die betreffenden Formen eine besonders hohe „optimale“ Chromosomenzahl besäßen. Wir möchten es als wahrscheinlicher hinstellen, daß hier der Entwicklungsvorgang so verlaufen ist, daß die Zellgröße einer solchen Form durch Genomverdoppelung zugenommen hat, daß dann entsprechend den Vorgängen bei der Entstehung von *Bryum Corrensii* eine Herabregulierung auf eine optimale Zellgröße erfolgte, und daß sich dieser Vorgang gegebenenfalls mehrmals wiederholte. Auf diese Weise scheint uns die Entwicklung gut vitaler hochpolyploider Arten leichter erklärlich, als durch Annahme eines spezifischen „Optimums“ der Chromosomenzahl.

Die Tatsache, ob eine Pflanzenform die für ihre Leistungen als Kulturpflanze optimale Zellgröße erreicht hat oder nicht, erreicht hat, wäre demnach entscheidend dafür, ob die Verdoppelung des Genoms zu einer Leistungssteigerung führt oder nicht, oder ob sogar die Leistungsfähigkeit der Pflanze durch die Polyploidie herabgesetzt wird.

Haben wir eine Pflanze vor uns, die noch keinerlei Gigas-Eigenschaften besitzt, so ist es möglich, daß die optimale Leistungsfähigkeit dieser Pflanze als Kulturform durch die Polyploidie und die damit verbundene Vergrößerung des Zellvolumens erreicht wird. Das klassische Beispiel für eine solche sehr beachtliche Erhöhung der Leistungsfähigkeit durch die Polyploidie ist *Taraxacum kok-saghyz*, bei dem die Tetraploiden ein um etwa 90% höheres Wurzelgewicht und einen um ungefähr 25% höheren Kautschukgehalt haben (BANNAN 1947/1948, WARMKE 1945).

Die Ursache dieser höchst beachtlichen Erhöhung der Leistungen ist in der Vergrößerung des Zellvolumens zu suchen: Infolge der Zunahme der Zellgröße wird die Entwicklung in der für Polyploide charakteristischen Weise verlangsamt. Im Gegensatz zu den Diploiden kommen die Tetraploiden daher im ersten Jahre wesentlich weniger und schwächer zum Blühen. Die gesamten Assimilate der nichtblühenden Pflanzen können aber für den Aufbau der Wurzeln verwendet werden. Infolgedessen muß der Wurzel-ertrag bei den Tetraploiden höher liegen als bei den Diploiden. Ob neben diesem günstigen Einfluß der Verlängerung der vegetativen Phase noch andere Faktoren, die den Ertrag beeinflussen, durch die Polyploidie in vorteilhafter Weise verändert werden, ist nicht bekannt. *Taraxacum kok-saghyz* darf aber vielleicht als Modellbeispiel für die Vorgänge angesehen werden, die sich vermutlich bei der Entstehung zahlreicher Wurzelgemüse und Hackfrüchte vollzogen haben: Durch auf genischer oder genischer und plasmatischer Basis sich vollziehende Zellenvergrößerung wurde auch hier die Entwicklungsgeschwindigkeit herabgesetzt und dadurch die vegetative Phase der Pflanze verlängert. Die Pflanzen kommen dadurch später, in der Regel erst im 2. Jahr zum Blühen und Fruchten und damit wird, wie schon oben beschrieben, die Stoffproduktion der Pflanze; vor allem die Erzeugung von vegetativen Speicherorganen beträchtlich erhöht. Erst auf diese Weise wird der Ertrag so hoch, daß diese Pflanzen als wirkliche Nutzpflanzen gelten können.

Taraxacum kok-saghyz ist eine Wildpflanze, die durch die Polyploidie zur Nutzpflanze wurde. Auf diese Weise dürfen wir uns wohl auch die Entstehung der alten polyploiden Nutzpflanzen vorstellen. Diese Pflanzen sind aus kleinzelligen diploiden Wildformen hervorgegangen und haben durch die mit der Polyploidie verbundene Vergrößerung des Zellvolumens ihre für sie als Kulturpflanzen optimale Zellgröße erlangt. Dies würde es ohne weiteres verständlich machen, warum die polyploiden Kulturpflanzen eine so hohe Leistungsfähigkeit aufweisen. Sie haben ja ihre Gigasnatur erst durch die Polyploidie erlangt und sind durch die Zellvergrößerung gerade auf das Stadium der optimalen Leistungsfähigkeit gekommen.

Wenn bei der Wildart *Taraxacum kok-saghyz* und wahrscheinlich noch bei zahlreichen anderen Wildformen die Polyploidie zu positiven Ergebnissen geführt hat, so ist damit keineswegs gesagt, daß dies nun stets bei Polyploidisierung einer Wildart der Fall sein muß. Genau so wie in der Natur polyploide Gigaspflanzen, und zwar polyploide Arten und polyploide Rassen vorkommen, genau so wird man damit rechnen müssen, daß auch diploide Arten und Rassen vorkommen, die bereits infolge ihrer genischen oder

plasmatischen Konstitution Gigasformen sind. Unsere Befunde an den verschiedenen Wildarten von *Lupinus luteus* und *L. angustifolius* deuten ja auf das Vorkommen von Wildrassen mit verschiedener Zellgröße innerhalb einer Art hin. Es ist selbstverständlich, daß eine Wildart oder eine Wildsippe, die auf genischer Basis bereits mehr oder weniger stark Gigascharakter besitzt, bei Polyploidisierung unter Umständen einen ähnlich negativen Effekt gibt, wie eine Kulturpflanze, die eine diploide Gigasform ist.

Ähnlich wie Wildarten, die keine Gigasformen sind, können sich selbstverständlich auch primitive, verhältnismäßig frisch in Kultur genommene oder auf dem Stadium einer gewissen Primitivität stehengebliebene Nutzpflanzen verhalten. In diese Gruppe gehört wahrscheinlich die Monatserdbeere, die von ihrer Wildform im wesentlichen nur durch das Remontieren und durch ihre Rankenlosigkeit ausgezeichnet ist, die beide selbstverständlich die Ursache höherer Erträge gegenüber der Wildform sein können. Die Monatserdbeeren zeigen jedoch hinsichtlich der Zellgröße keinen merklichen Unterschied gegenüber den wilden Walderdbeeren, und es ist daher nicht ausgeschlossen, daß deshalb hier in der Polyploidie noch die Möglichkeit zu weiteren Leistungssteigerungen gegeben ist. Auf alle Fälle ist dies nach den Untersuchungen der schwedischen Züchtungsforscher bei den Kleearten der Fall, und wenn man sieht, wie gering hier der Unterschied zwischen Wild- und Kulturform sein kann (Abb. 17), so wird man geneigt sein, die positiven Ergebnisse der Polyploidie bei den Kleearten darauf zurückzuführen, daß hier die Kulturformen den Wildarten hinsichtlich der Zellgröße noch recht nahe stehen.

Auch bei älteren und stärker durchgezüchteten Nutzpflanzen wird eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit durch die Polyploidie überall dort noch möglich sein, wo die Pflanzen ihre optimale Zellgröße noch nicht erlangt haben, wie dies vielleicht beim Roggen — siehe die positiven Erfolge deutscher und schwedischer Züchter mit polyploidem Roggen —, bei *Lactuca sativa* var. *romana* und wahrscheinlich noch bei verschiedenen anderen Pflanzen der Fall ist.

Einen wirtschaftlichen Erfolg dürfen wir uns von der Polyploidie vielleicht bei Obst versprechen, vor allem bei den Sorten und Arten mit kleinen Früchten. Es ist ja bekannt, daß z. B. in der Gattung *Rubus* mit steigender Chromosomenzahl auch die Fruchtgröße zunimmt, dasselbe ist offenbar bei *Fragaria* der Fall. Vor allem wird man sich hier sehr wesentliche Erfolge bei allen halbwilden Obstarten, wie z. B. der mährischen Eberesche u. a. *Sorbus*-Arten versprechen dürfen.

Unsere Arzneipflanzen sind heute zum größten Teil noch Wildpflanzen. Es ist bisher bekannt, daß bei den Polyploiden der Gehalt an Alkaloiden und ätherischen Ölen sehr beträchtlich vermehrt ist. Feldversuche über den Ertrag von diploiden und tetraploiden Formen stehen hier noch aus. Es ist jedoch anzunehmen, daß zumindestens der Hektarertrag an Wirkstoffen in zahlreichen Fällen ganz erheblich gesteigert sein wird.

Bei Blumen und Zierpflanzen hat die Polyploidie schon seit Jahrzehnten eine beachtliche Rolle gespielt,

ohne daß es den Züchtern bewußt war, daß sie häufig durch Auslese der großblumigsten Formen polyploide Sorten schufen. Nur einige Beispiele seien hier angeführt: So leiten sich bei dem Gartenkrokus, *Crocus vernus* von der diploiden Ausgangsform tetraploide, hexaploide und oktoploide Sorten ab. Zwischen Chromosomenzahl und Blütengröße besteht hier augenscheinlich eine ganz ausgesprochen positive Korrelation, so daß durch die Auslese auf Blütengröße spontan aufgetretene polyploide Formen ausgelesen wurden (PROPACH 1939). Bei *Hosta* sind die kleinen „typica-Formen“ diploid, die sterilen Gartensorten, darunter die beliebten weißbunten sind triploid und noch andere Formen haben sich als tetraploid erwiesen (IMAI und KANNA 1934). Bei Gartensorten von *Gladiolus* ist ebenfalls eine polyploide Reihe mit 30, 45 und 60 Chromosomen bekannt geworden. Bei den Petunien sind die Sorten der superbissima-Klasse, welche die großblumigsten *Petunia*-Formen enthält, tetraploid. Unsere Gartendahlien sind oktoploide Formen, die aus der Kreuzung zweier diploider Arten hervorgegangen sind (PLICKERT 1936). Auch bei der Garteniris geht die Blütengröße mit der Polyploidie Hand in Hand (SIMONET 1931, 1934, 1935, 1937a, b). Am deutlichsten wird die Bedeutung, die die Polyploidie für die Entstehung von neuen wertvolleren Blumensorten hat, am Beispiel der Narzisse: Bis 1885 wurden in Holland kleinblütige diploide Sorten gebaut ($2n = 24$). Um diese Zeit entstanden die wesentlich stattlicheren triploiden Sorten, die um die Jahrhundertwende wieder von neu entstandenen großblumigen tetraploiden Formen ($2n = 48$) verdrängt wurden (DE MOL 1922).

Es kann wohl schon an Hand der wenigen angeführten Beispiele kein Zweifel darüber bestehen, daß auf dem Gebiet der Blumenzüchtung noch ein außerordentlich dankbares Arbeitsgebiet für die experimentelle Auslösung von Polyploidie vorliegt. Besonders solche Arten, die in einer Frucht eine sehr große Menge von Samen enthalten, bei denen also keine Gefahr besteht, daß die Samenproduktion durch die Polyploidie so sehr abgesenkt werden könnte, daß der Samenbau unwirtschaftlich würde, bieten hier große Aussichten für die Polyploidie-Züchtung. Ebenso sind natürlich alle Formen, die vegetativ durch Stecklinge, Ausläufer, Zwiebeln usw. vermehrt werden, außerordentlich günstig für die Polyploidisierung. Auf der anderen Seite muß hier auf die Beobachtungen von KAPPERT (1941), hingewiesen werden, der zeigen konnte, daß bei *Cyclamen* Großblumigkeit sowohl auf genischer Grundlage wie durch Polyploidie entstehen kann. Man wird danach vielleicht damit rechnen müssen, zum mindesten unter unseren lange und gut durchgezüchteten Sorten Formen zu finden, die auf diploider Basis Gigasformen geworden sind, und die daher unter Umständen bei der Polyploidisierung versagen. Bei unseren eigenen Versuchen hatten wir z. B. den Eindruck, daß *Campanula medium* eine solche Pflanze ist, die bereits an sich starken Gigascharakter hat und daher bei Genomverdoppelung versagt: Die Blüten der tetraploiden Form waren zwar sehr erheblich größer, die Pflanze selbst wurde jedoch bedeutend kleiner und brachte sehr viel weniger Blüten hervor als die diploide Ausgangsform.

Wie steht es nun schließlich mit allen den Pflanzen, die auf genischer Basis bereits so stark Gigascharakter

erlangt haben, daß sie bei Verdoppelung des Genoms versagen und entweder keine höheren oder sogar niedrigere Erträge bringen als die diploiden? Ist es völlig sinnlos, diese Pflanzen überhaupt in den Rahmen der Polyploidiezüchtung mit einzubeziehen? Wir möchten diese Frage verneinen. Freilich hat es keinen Sinn, diese Polyploiden so wie sie sind als fertige oder halbfertige Sorten in den Handel zu bringen und anbauen zu wollen. Die Untersuchungen von F. v. WETTSTEIN (1937) und von F. v. WETTSTEIN und J. STRAUB (1942) haben gezeigt, daß weitgehend sterile Polyploide durch Herabregulierung der Zellgröße bei Erhaltung der polyploiden Chromosomenzahl wieder die normale Vitalität und Fertilität erhalten können. Wir selbst konnten bei Rüben und gelbem Senf ebenfalls eine mit Verkleinerung des Zellvolumens Hand in Hand gehende Zunahme der Fertilität bei einigen tetraploiden Stämmen beobachten. Ob diese Zellverkleinerung, wie v. WETTSTEIN annimmt, genisch durch zahlreiche kleine Mutationschritte bedingt ist oder, wie wir es mit MICHAELIS (1949) für wahrscheinlicher halten, durch regulative Veränderung des Plasmons bewirkt wird, spielt hierbei keine Rolle. Es muß heute jedoch als sicher gelten, daß, sei es nun auf genischer oder plasmatischer Basis, Regulationsvorgänge einsetzen können, die zu einer Verkleinerung der Zellgröße führen und deren sich der Züchter bei seiner Arbeit bedienen kann, um wieder zu leistungsfähigen, „normalisierten“ Polyploiden zu kommen. Solche Polyploiden haben dann aber gegenüber den diploiden Gigas-Ursprungsformen höchstwahrscheinlich verschiedene Vorteile. Sie besitzen durch die Verdoppelung des Genoms die Möglichkeit, durch Kombination einer größeren Zahl günstiger Gene zu höheren Steigerungen der Leistungsfähigkeit zu kommen, als dies bei den Diploiden jemals möglich sein kann, und sie haben ferner den Vorteil, daß bei ihnen offenbar der Heterosiseffekt stärker ist als bei Diploiden und sie somit zu höheren Leistungssteigerungen mit Hilfe der Heterosis befähigt sind, zumal die Heterosis bei ihnen auch langsamer abklingt.

Schließlich aber ist noch damit zu rechnen, daß bei den polyploid gemachten Gigaspflanzen das Optimum der Zellgröße nicht mit dem Optimum der Zellgröße für die diploiden Gigaspflanzen zusammenfällt. Es besteht hier vielmehr die Möglichkeit, daß infolge des verdoppelten Genoms und der damit verbundenen Zunahme des Volumens und der Oberfläche des Zellkerns eine andere Zellgröße optimal ist als bei den diploiden Gigaspflanzen, die die Ausgangsform dieser Polyploiden waren. Damit würde dann aber voraussichtlich auch eine Steigerung des Gigascharakters verbunden sein, ohne die nachteiligen Folgen, die mit der Überschreitung des ursprünglichen Optimums der Zellgröße verbunden sind.

In manchen Fällen mag eine Normalisierung der über das Optimum hinausgetriebenen Zellgröße noch dadurch relativ schnell zu erreichen sein, daß man die polyploid gemachte Kultur- (= Gigas-) Form mit der gleichfalls polyploid gemachten Wild- oder Primitivform kreuzt und in der Nachkommenschaft dieser Kreuzung die Kombinationen mit der optimalen Zellgröße, d. h. mit der bestmöglichen Leistungsfähigkeit ausliest.

Auch von den Polyploiden, die von diploiden Formen ausgehen, die ihre optimale Zellgröße bereits

erreicht haben, kann man somit noch Leistungssteigerungen erwarten. Sie fallen dem Züchter allerdings nicht ohne weiteres mit der Polyploidisierung als fertige Sorten in die Hand sondern erfordern wahrscheinlich eine langjährige Züchtungsarbeit.

Zusammenfassung.

An Hand der vergleichenden Untersuchung der Zellgröße zahlreicher Kulturpflanzen und der dazugehörigen Wildformen konnte gezeigt werden, daß auch unsere diploiden Kulturpflanzen Gigasformen mit z. T. sehr erheblich vergrößerten Zellen sind. Der für die Kulturpflanzen typische Gigaswuchs kann somit sowohl durch die Polyploidie wie auf dem Wege der Genmutation bzw. Genkombination, vielleicht auch durch Plasmonwirkung erfolgen.

Die Vergrößerung des Zellvolumens wird als der wichtigste Schritt der Pflanzen auf dem Wege von der Wildart zur Kulturform betrachtet, weil damit eine Erhöhung des Ertrages, der Organgröße und der Qualität verbunden ist.

Es wird angenommen, daß für eine jede Art für die von ihr erwarteten Leistungen als Kulturpflanze ein Optimum der Zellgröße besteht. Wird dieses Optimum überschritten, so tritt ein Abfall der Vitalität, der Stoffproduktion und der Fertilität ein.

Die diploiden Kulturpflanzen haben ihre optimale Zellgröße größtenteils völlig oder doch nahezu erreicht. Die mit der Polyploidisierung solcher Formen verbundene weitere Zellvergrößerung muß zu einem Absinken der Leistungsfähigkeit führen.

Die hohe Leistungsfähigkeit und Vitalität der „alten“ polyploiden Kulturpflanzen wird damit erklärt, daß diese Formen unmittelbar aus kleinzelligen Wildarten oder aus primitiven Kulturformen entstanden sind.

Es wird angenommen, daß durch sekundäre „regulative“ Verkleinerung der Zellen auch Polyploide, die von diploiden Gigasformen abstammen, „normalisiert“ werden und dann erhöhte Leistungsfähigkeit besitzen können.

Es besteht die Möglichkeit, daß auch auf diesem Wege wenigstens bei einem Teil der Arten die gute Vitalität der „alten“ Polyploiden entstanden ist.

Literatur.

1. BANNAN, M. W.: Tetraploid *Taraxacum kok-saghyz*. III. Achene weight, flowering and plant development. *Canad. J. Res., Sect. C., Bot. Sci.* 25, 59—72 (1947). — 2. BANNAN, M. W.: Tetraploid *Taraxacum kok-saghyz*. IV. Comparison of second generation families. *Canad. J. Res., Sect. C., Bot. Sci.* 26, 115—127 (1948). — 3. FRIMMEL, F. v.: Welcher Ausbildungsvorgang hat zur Domestikationsform *Lycopersicon esculentum* MILL. geführt? *Z. Pflanzenzüchtg.* 25, 437—442 (1943). — 4. IMAI, Y. und B. KANNA: A polyploid series in *Hosta*. *Jap. J. Genet.* 10, 152—154 (1934). — 5. JÖRGENSEN, C. A.: The experimental formation of heteroploid plants in the genus *Solanum*. *J. Genetics* 19, 133—210 (1928). — 6. KAPPERT, H.: Die Bedeutung der Polyploidie in der Cyclamenzüchtung. *Züchter* 13, 106—114 (1941). — 7. LINDSTROM, E. W.: A fertile tetraploid tomato. Cross sterile with diploid species. *The J. of Heredity* 23, 115—121 (1932). — 8. LINDSTROM, E. W. and L. M. HUMPHREY: Comparative cytogenetic studies of tetraploid tomatoes from different origins. *Proc. 6th int. Congr. Genet. N. J.* 2, 118—119 (1932). — 9. MICHAELIS, P.: Über die Beseitigung von Entwicklungsstörungen auf dem Wege der Plasmonabänderung. *Züchter* 19, 326 bis 331 (1949). — 10. DE MOL, W. E.: (Über das Vorkommen von Hyazinthenformen, die mehrfache Chromosomensätze besitzen, in den holländischen Kulturen). *Proc. Acad. v. Wet. te Amsterdam* 25, 1—5 (1922). — 11. PLICKERT, K.: Die Züchtung der großblumigen super-bissima-Petunien. *Züchter* 8, 255—260 (1936). — 12. PROPACH, H.: Cytogenetik bei Zierpflanzen. *Züchter* 11, 174—184 (1939). — 13. QUADT, F.: Untersuchungen über die Fertilität experimentell erzeugter tetraploider reiner Linien und Bastarde der Tomate. *Z. Pflanzenzüchtg.* 28, 1—22 (1948). — 14. ROSEN, G. v.: A physiological effect of flower size in *Pisum*. *Hereditas* 28, 240—241 (1942). — 15. SCHIEMANN, E.: Entstehung der Kulturpflanzen. *Handb. d. Vererbungswissenschaft*, Bd. 3 (1932). — 16. SCHIEMANN, E.: Entstehung der Kulturpflanzen. *Ergebnisse der Biologie*, Bd. 19, 409—552 (1943?). — 17. SCHWANITZ, F.: Über den Einfluß des Entfernens der Keimblätter auf die Entwicklung und den Ertrag von diploidem und autotetraploidem Senf (*Sinapis alba*). *Züchter* 14, 86—93 (1942). — 18. SCHWANITZ, F.: Über die Pollenkeimung einiger diploider Pflanzen und ihrer Autotetraploiden in künstlichen Medien. *Züchter* 14, 273—282 (1942). — 19. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. I. Feldversuche mit diploiden und autotetraploiden Nutzpflanzen. *Züchter* 19, 70—86 (1948). — 20. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. II. Zur Keimungsphysiologie diploider und autotetraploider Nutzpflanzen. *Planta* 36, 389—401 (1949). — 21. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. IV. Zum Wasserhaushalt diploider und polyploider Pflanzen. *Züchter* 19, 221—232 (1949). — 22. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. V. Zur Sexualität polyploider Pflanzen. *Züchter* 19, 344—359 (1949). — 23. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. VI. Pollengröße und Zellkerngröße bei diploiden und autotetraploiden Pflanzen. *Züchter* 20, 53—57 (1950). — 24. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. VII. Zur Atmung diploider und autotetraploider Pflanzen. *Züchter* 20, 76—81 (1950). — 25. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. VIII. Über das Wachstum von diploiden und autotetraploiden Keimpflanzen von gelbem Senf (*Sinapis alba* L.) und Sprengelrüben (*Brassica rapa* L. var. *oleifera* METZGER). *Züchter* 20, 131—135 (1950). — 26. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. IX. Über den Gehalt der Blätter diploider und tetraploider Gartenstiefmütterchen (*Viola tricolor maxima hort.*) an Calciumoxalatdrusen. *Züchter* 20, 208—209 (1950). — 27. SCHWANITZ, F.: Der Gigascharakter der Kulturpflanzen als Ursache für die schlechten Leistungen künstlich polyploid gemachter Nutzpflanzen. *Naturwiss.* 37, 115—116 (1950). — 28. SCHWANITZ, F. u. H.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. X. Weitere Beiträge zur Sexualität polyploider Pflanzen. *Züchter* 20, 336—346 (1950). — 29. SHIMAMURA, T.: Experiments of the treatment of tomatoes with colchicine solution. *Jap. Journ. Genetics* 14, (304 bis 308) (1938), *Ref. Biol. Abstr.* 15, (5) 868. — 30. SIMONET, M.: Étude génétique et cytologique de l'hybride *Iris pallida* LAMK. × *Iris tectorum* MAXIM. *C. r. Acad. Sci. Paris* 193, 1214—1216 (1931). — 31. SIMONET, M.: Polyploidie accompagnée de gigantisme chez les plantes horticoles. *Compt. rend. X. Congr. Intern. Horticult.* 1—12 (1932). — 32. SIMONET, M.: Nouvelles recherches cytologiques et génétiques chez les *Iris*. *Ann. Sci. natur. Bot.* 16, 229—283 (1934). — 33. SIMONET, M.: Synthèse expérimentale des *Iris* intermédiaires. *C. r. Acad. Sci. Paris*, 200, 580—582 (1935). — 34. SIMONET, M.: Un nouveau cas de dédoublement chromosomique chez un hybride d'*Iris pogocyclus*, *J. Ricardii hort.* var. *Leverrier hort.* × *I. iberica* HOFFM. *C. r. Acad. Sci. Paris* 204, 894—896 (1937a). — 35. SIMONET, M.: Nouveaux hybrides pentaploides chez les *Iris* des jardins. *C. r. Acad. Sci. Paris* 205, 929—931 (1937b). — 36. THELLUNG, A.: Die Entstehung der Kulturpflanzen. *Naturwiss. u. Landwirtschaft.* H. 16 (1930). — 37. WARMKE, H. E.: Experimental polyploidy and rubber content in *Taraxacum kok-saghyz*. *Bot. Gaz.* 106, 316—324 (1945). — 38. WETTSTEIN, F.: Experimentelle Untersuchungen zum Artbildungsproblem. I. Zellgrößenregulation und Fertilität werden einer polyploiden *Bryum*- Sippe. *Z. f. Vererbungsl.* 74, 34 (1937). — 39. WETTSTEIN, F. v. und J. STRAUB: Experimentelle Untersuchungen zum Artbildungsproblem III. Weitere Untersuchungen an polyploiden *Bryum*- Sippen. *Z. f. Vererbungsl.* 80, 271 (1942).