

Der Chromosomenbestand der Kulturpflanzen¹.

Von **Elisabeth Schiemann**.

In den Chromosomen kennen wir die materiellen Träger der Gene, der Erbeinheiten, welche die Eigenschaften des lebenden Organismus bestimmen. Das Gen kann nur erkannt werden durch den Vergleich zweier Individuen, die sich in bezug auf die gleiche Eigenschaft verschieden verhalten. Die Methode, die uns diesen Vergleich ermöglicht, ist die Analyse der Mendelspaltung. Diese beruht auf der Verteilung der Chromosomen in der Reduktionsteilung und hat zur Folge, daß alle Gene, die in einem Chromosom gelagert sind, miteinander gekoppelt vererbt werden, und daß es soviel Koppelungsgruppen gibt, als Chromosomen in den Geschlechtszellen vorhanden sind. Wir nennen diese Zahl die haploide Zahl (n). Das Experiment lehrt, daß die Koppelungen häufig gebrochen werden, was durch den Mechanismus der Überkreuzung und des Chromosomenstück-austausches cytologisch erklärt wird. Aus der Analyse dieser Verhältnisse gewinnen wir die Kenntnis des Chromosomeninhaltes. Jede Störung der Reduktionsteilung bedingt mithin eine Störung in der Verteilung der Gene, die sich in einer Abweichung von den Mendelzahlen und den Koppelungsgesetzen äußert, aber auch bis zu völliger Sterilität führen kann.

Daraus ergibt sich, daß die Kenntnis des Chromosomenbestandes der Kulturpflanzen eine *wesentliche* Grundlage für die Pflanzenzüchtung ist.

A. Die Chromosomenzahlen der Kulturpflanzen.

Man ist im allgemeinen der Ansicht, daß die niedrigen Chromosomenzahlen die primitiven, die hohen die abgeleiteten sind. Und in der Tat haben die Algen und Pilze und Moose im allgemeinen niedrige Zahlen, die zwischen 2 und 16 liegen, selten mehr. Dagegen zeigen die Farne zum Teil sehr hohe Zahlen, 50 bis 100 und mehr. Bei den höheren Pflanzen kommen dann wieder ganz niedrige Zahlen vor — von 3 an und steigend bis über 100, ohne daß jedoch dabei eine phylogenetisch ansteigende Linie zu erkennen ist. Häufig begegnet uns aber die Erscheinung, daß

innerhalb einer Gattung die Arten eine Chromosomenzahlreihe bilden, die durch ganzzahlige Vielfache einer Grundzahl gebildet wird, die sog. *polyploide Reihe*. In diesen Reihen sieht man allgemein die niedrigen Zahlen als primitiv, die höheren als abgeleitet an. Da wir nun unsere Kulturpflanzen aus wilden Formen ableiten, war zu erwarten, daß sie im Vergleich zu diesen durch hohe Chromosomenzahlen ausgezeichnet sind. Das trifft zwar in vielen Fällen zu, ist aber keineswegs die Regel. Ein Blick auf die Chromosomenverhältnisse der Kulturpflanzen überrascht vielmehr durch die große Mannigfaltigkeit, die hier herrscht. Die Züchtung wird dies berücksichtigen und methodisch in verschiedener Weise vorgehen müssen.

Da die Kulturpflanzen aus allen Gruppen des Pflanzenreiches entnommen sind, kann es nicht wundern, auch fast alle Typen der Chromosomenzahlverteilung bei ihnen zu finden, die bisher bekannt geworden sind. Im Jahre 1928 hat TISCHLER bei den Pflanzen 4 Haupttypen der Chromosomenzahlverteilung unterschieden, die er nach dem wichtigsten oder zuerst untersuchten Vertreter den *Chrysanthemum*-, den *Antirrhinum*-, den *Pinus*- und den *Carex*-Typus benannt hat. Lassen sich auch die meisten Pflanzen in diese 4 Typen einreihen, so ist doch die Mannigfaltigkeit damit nicht erschöpft, und TISCHLER bespricht bereits selbst eine Reihe weiterer Spezialfälle. Die Typen sind charakterisiert, wie Tabelle 1 zeigt:

Tabelle 1.

Type	Chromosomenzahl	Zuerst beschrieben von	kurze Charakteristik
I. Chrysanthemum	$n; 2n \dots xn$	TAHARA 1915	Polyploide Reihe in der Gattung
II. Antirrhinum	$n; n \pm 1$	HEITZ 1927	Gattung einheitlich nächststehende 1 Chromosom mehr oder weniger
III. Pinus	n	FERGUSON 1904	Ganze Familien einheitlich
IV. Carex	$a \leftrightarrow z$	HEILBORN 1924	Chromosomenzahlen bilden eine kontinuierliche Reihe

¹ Nach einem Vortrag auf dem Fortbildungskursus des Reichsverbandes der deutschen Pflanzenzüchtbetriebe in Halle a. S. am 17. 6. 35.

Wie ordnen sich die Kulturpflanzen in dieses Schema ein?

An dem Getreide wird zu zeigen sein, was ganz allgemein gilt: daß nahestehende Formen durchaus nicht denselben Typ des Chromosomenbestandes zu besitzen brauchen, daß sie sich vielmehr oft ganz zufallsmäßig auf verschiedene Typen verteilen. (Vgl. Weizen, Hafer gegen Gerste und gegen Roggen, Tabelle 4.)

I. Chrysanthemumtyp: echte polyploide Reihen.

a) *Gramineen*. Das Schulbeispiel hierfür ist der Weizen *Triticum* mit 7, 14, 21 Chromosomen (wir geben im folgenden stets die haploide Zahl an), dadurch ausgezeichnet, daß die drei Zahlen drei morphologisch fast völlig getrennte Gruppen charakterisieren, die man als Einkorn-, Emmer- und Dinkelreihe bezeichnet (Monococca, Dicoccoidea, Speltoidea). Daß diese auch geographisch verschieden verteilt sind, sich phytopathologisch verschieden verhalten, ist bekannt.

Denselben Typus folgt der *Hafer* mit ebenfalls 7, 14, 21 Chromosomen. Bemerkenswert ist bei beiden, daß auch innerhalb der gleichen Zahl sich primitive (wilde) und abgeleitete (Kultur-) Formen befinden. Es ist daraus zu schließen, daß der Aufstieg 7—14—21 sich bereits im Wildzustand vollzogen hat.

Ebenso verhalten sich die Gattungen *Aegilops*, *Phleum*, *Festuca* (wo die Reihe bis 35 steigt), *Bromus* a. u.

b) *Rosaceen*. Das Obst, soweit es der Familie der Rosaceen entstammt, zeigt in *Pirus* (Apfel und Birne) die polyploide Reihe 17—51/2, die von neueren Autoren auf Grund sekundärer Bindungen auch auf die Grundzahl 7 zurückgeführt wird; in *Prunus* die Reihe 8, 16, 24, 36; und zwar haben die Süßkirschen 8, die Sauer- und Glaskirschen 16 Chromosomen, worauf wir noch zurückkommen. Bei den *Pflaumen* steht *Prunus domestica* mit 24 (außer *Laurocerasus*) an der Spitze. *Fragaria* zeigt in den altweltlichen Vertretern, den sog. Walderdbeeren 7 und 21 Chromosomen, in den Gartenerdbeeren und ihren amerikanischen Stammeltern durchweg 28 Chromosomen. Eine 14-chromosomige Form ist nur aus dem Experiment bekannt. Die Gattung *Rubus*, Brombeere und Himbeere, weist die ganze Serie 7—28 mit allen halbzahlgigen Zwischengliedern $\frac{21}{2}$, $\frac{35}{2}$, $\frac{49}{2}$ auf, also somatisch 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56. Die nicht zu den Rosaceen gehörige Weinrebe hat in allen Vertretern 19 Chromosomen, mit Ausnahme von 2 Formen mit 38, von denen noch zu sprechen sein wird; wir können sie also, mit der

unten zu gebenden Einschränkung, auch zu unserer Gruppe III rechnen.

II. Antirrhinum-Typ: Innerhalb der Gattung ist die Chromosomenzahl konstant, die Nachbar-gattungen haben 1—2 Chromosomen mehr oder weniger. Hier reiht sich bei TISCHLER ein Typ an, der durch *Viola* repräsentiert wird, wo die Chromosomenzahl in der Gattung sektionsweise verschieden ist. Bei den Kulturpflanzen sehen wir häufig zwei um 1 verschiedene Zahlen innerhalb der Gattung. So bei *Vicia*: 6 bei den Arten *V. sativa*, *orobus*, *angustifolia*, *cracca*, *macrocarpa*, *faba* u. a., 7 bei *Ervilia*, *hirsuta*, *villosa*, *tetrasperma* u. a. Bei *Brassica* steht neben *oleracea* mit 9 und *Napus* mit 18 (also 9 als Grundzahl), *Brassica rapa* mit 10.

III. Der Pinustyp, bei dem eine höhere systematische Einheit, etwa eine Familie, eine einheitliche Chromosomenzahl hat, ist bei den Kulturpflanzen nicht vertreten. Wir stellen an seine Stelle solche Gattungen, die sich durch völlige Konstanz auszeichnen, wie *Ribes* (8), *Linum* (15), *Phaseolus* (11), *Lens* (7) u. a. Dieser echten Konstanz steht eine scheinbare gegenüber, deren Typ die Kartoffel darstellt. Alle Kartoffeln des Weltmarktes haben 24 Chromosomen, die neu bekannt gewordenen amerikanischen Kartoffeln, wilde, halbwilde und Eingeborenenkulturen bilden aber eine polyploide Reihe mit der Grundzahl 12. Es ist also von dieser Serie nur ein Glied in Kultur genommen; die Konstanz ist nur scheinbar. Ebenso liegt es bei den Gersten. Alle Kulturgersten einschließlich der großkörnigen Wildform spontaneum haben 7 Chromosomen. Unter den übrigen grasartigen *Hordeum*-arten sind aber auch die Zahlen 14 (*murinum*, *bulbosum*) und 21 (*nodosum*) vertreten. Zucker- und Futterrüben sind konstant mit 9 Chromosomen; *Beta trigyna* deutet mit 27 Chromosomen auf Polyploidie. (Weitere Beispiele sind aus Tabelle 4 zu ersehen.)

IV. Der Carex-Typ, der durch eine kontinuierliche Reihe innerhalb der Gattung gekennzeichnet ist, hat unter den Kulturpflanzen einen sehr charakteristischen Vertreter im Klee, *Trifolium*. Es kommen hier die Zahlen 7, 8, 12, 14, 16, 24, 48—49 vor. Hier herrscht also im Gegensatz zu dem starren Typ III äußerste Beweglichkeit.

Von besonderem Interesse sind die Fälle, wo der Sprung in der Zahl mitten durch die Art geht. Das ist bei Typ I häufig der Fall. Während *Triticum* und die Haferarten der *fatua*- und der *sterilis*-Reihe innerhalb der Art durchaus konstant bleiben, gibt es in der *strigosa*-Reihe

nebeneinander 14- und 7chromosomige Arten. Tab. 2 bringt weitere derartige Fälle von Polyploidie:

Tabelle 2.

<i>Aegilops triaristata</i> . . .	14	21	
<i>Aegilops squarrosa</i> . . .	14	21	
<i>Phleum pratense</i>	7	14	
<i>Festuca ovina</i>	14	$\frac{21}{2}$	21 35
<i>Festuca rubra</i>	7	21	28 35
<i>Festuca elatior</i>	7	21	35
<i>Brassica oleracea</i> . . .	9	selten	18
<i>Vicia unijuga</i>	6	12	

Zu *Typ II* stellt sich mit Verschiebung innerhalb der Art der Roggen, von dem es Formen mit 7 und 8 Chromosomen gibt; das gilt ebenso für *Secale cereale* als für die wilden Arten *fragile* und *montanum*. Von *Vicia cracca* sind Sippen mit 6 und 14 (also Grundzahl 6 und 7) bekannt.

Auch bei *Trifolium*, *Typ IV*, geht der Sprung häufig durch die Art:

Tabelle 3.

Art	Grundzahl
<i>Trifolium repens</i> 12 14 16	(= 6 7 8)
<i>Trifolium pratense</i> 7 12	(= 7 6)
<i>Trifolium glomeratum</i> 7 8	
<i>Trifolium incarnatum</i> 7 8	
<i>Trifolium minus</i> 14 16	(= 7 8)

Es ist nach all diesem keine Frage, daß auch bei den Kulturpflanzen die Veränderung der Chromosomenzahl ein wichtiger artbildender Prozeß ist. Der Modus, der dabei eingeschlagen ist, ist ungeheuer verschieden und muß im einzelnen Fall festgestellt werden. Vgl. Tabelle 4.

B. Was sagt die Chromosomenzahl über den Wert der Pflanze als Kulturpflanze aus?

Absolut genommen ist die Höhe der Chromosomenzahl jedenfalls ohne Bedeutung; relativ genommen müssen wir ihr eine solche aber zu-messen.

Bei *Triticum*, wo die Polyploidie zuerst entdeckt wurde, ebenso bei *Avena* ist es deutlich, daß mit der Erhöhung der Chromosomenzahl eine Steigerung der Wüchsigkeit, der Leistungsfähigkeit und der Variabilität Hand in Hand geht. In beiden Gattungen gehören die für die Weltkultur wichtigsten heutigen Formen der 21chromosomigen Gruppe an. Das gleiche gilt im großen und ganzen für die Erdbeeren, mit der Überlegenheit der oktoploiden Gartenerdbeeren über die niedrigchromosomigen Arten. Die Edel-pflaume *Prunus domestica* steht mit 24 an der Spitze der *Prunus*-arten. Die großfrüchtigen

Rubus-arten sind alle polyploid. — Trotzdem darf aus diesen Fällen keine allgemeingültige Regel abgeleitet werden. Dagegen sprechen Fälle wie (a) der der Kirschen: die Süßkirschen sind diploid, die Sauerkirschen tetraploid. Auch sahen wir (b), daß verschiedene wilde Verwandte der Kulturpflanzen gleiche oder selbst höhere Chromosomenzahlen aufweisen als diese (vgl. dazu Tabelle 4 Kartoffel, Beta). Die Kultur-rüben haben dieselbe niedrige Zahl 9 wie *Beta maritima*, die Gartenerdbeere dieselbe hohe Zahl 28 wie ihre wilden Stammeltern *virginiana* und *chiloensis*. (c) Gleichchromosomige Formen sind auch nicht immer gleichmäßig wertvoll. *Triticum compactum* und *Spelta* sind bei gleicher Chromosomenzahl weniger variabel wie *Triticum vulgare*, ja sogar wie die tetraploiden durum-Weizen.

Hier stellt sich das sog. „gigas-Problem“. Von gigas-Formen spricht man, wenn die Verdoppelung der Chromosomenzahl von einer allgemeinen Steigerung der morphologischen und häufig auch der physiologischen Merkmale begleitet ist. Die erste „gigas“ wurde von DE VRIES bei *Oenothera Lamarckiana* entdeckt. Neben ihr sind die Fälle von *Solanum nigrum* und *Datura stramonium* für die theoretische Deutung und die technische Behandlung wichtig geworden. Heterozygoten aus einer diploiden und einer tetraploiden Komponente verhalten sich häufig intermediär und werden als semigigas bezeichnet. Echte gigas-Formen sind bei Kulturpflanzen indessen selten. NEBEL führt 2 Vitisorten an: *Muscat gigas* und *Sultanina gigas*, mit 38 gegen die normale Zahl 19 bei allen bisher bekannten Weinsorten und wilden Arten.

Bei *Trifolium repens* begegnen wir dem eigenartigen Fall, daß eine ihres gigasartigen Habitus wegen „giganteum“ benannte Varietät zwar die gleiche Chromosomen-Zahl, aber mehr als die doppelte Chromatin-Menge besitzt. Das leitet zu den Fällen über, die gigas-Typen sind, bei einfacher Chromosomenzahl, wie *Beta vulgaris* mit der Zahl 9 von *Beta maritima* oder die diploide Pflaume *Prunus Simoni*, welche den hexaploiden *domesticae* gleicht. Umgekehrt ist häufig die Verdoppelung der Chromosomenzahl ohne merklichen morphologischen Einfluß: die peruvianschen Kartoffeln mit 12, die bolivianischen mit 18 oder 24 Chromosomen sind gleichwüchsig mit den europäischen, welche durchweg 24 Chromosomen aufweisen.

Viele Beispiele echter gigas sind dagegen bei den Zierblumen bekannt, so bei *Primula sinensis*, *Tulipa*, *Hyacinthus* u. a.

Den Hauptwert besitzt die Chromosomenverdoppelung bei den meist sterilen Art- und Gattungs-

Tabelle 4.

	I. Chrysanthemumtyp		II. Antirrhinumtyp (Vicia)	III. Linumtyp		IV. Carextyp	Der Sprung geht durch die Species	Amphidiploide aus:
	Kulturform	nur bei wilden Ver- wandten		Wild- form	eben- seits			
Triticum	7 14 21							Triticum 14
Aegilops	7 14 21							Aegilops 7 oder 14
Avena	7 14 21		7 8	7			<i>Ae. triaristata</i> 14 21 <i>Ae. squarrosa</i> 14 21	Triticum 14 = Aegilotriticum 21 und 28
Hordeum								
Secale							<i>Sel. cereale</i> 7 8 <i>montanum</i> 7 8 <i>fragile</i> 7 8	Triticum 14 = Triticale 21 Secale 7
Zea Mays		10 20		10				
Phleum	7 14 21						<i>Phl. pratense</i> 7 14	alpinum 7
Festuca	7 14 21 28 35						<i>F. ovina</i> 7 $\frac{21}{2}$ 14 21 28 35 <i>F. rubra</i> 7 21 28 35 <i>F. elatior</i> 7 21	pratense 14 = Phleum 21
Bromus	7 14 21 28						<i>P. pratensis</i> 14 $\frac{49}{2}$ 28 35	
Poa	7 14 $\frac{21}{2}$ 28 35							
Linum		12 18 24 30 9 27		15 24 9	+			
Solanum tuber.								
Beta								
Brassica			9 10 9	7 11	+			Brassica 9
Raphanus								Raphanus 9
Pisum								
Phaseolus			20 21 24	7 7	+			
Lupinus			5 6 7				<i>V. cracca</i> 6 14 <i>V. angustifolia</i> 5 6 siehe Tabelle 3	
Lathyrus						7 8 12 14 16 24 48 49		
Lens								
Vicia								
Trifolium	(7 14 49) (8 16 24 48)							
Medicago	8 16	+						
Pirus	17 $\frac{51}{2}$	+						
Prunus-Kirsche.	8 16	+						
Prunus-Pflaume	8 16 24 36	+						
Rubus	7 $\frac{21}{2}$ 14 $\frac{35}{2}$ 21 $\frac{49}{2}$ 28	+						
Fragaria	7 21 28	+		8 19	+		<i>Muscat</i> 19, <i>gigas</i> 38 <i>Sultanina</i> 19, <i>gigas</i> 38	
Ribes								
Vitis	19 38 ¹	—						

¹ Nur 2 gigas-Formen.

bastarden, da sie hier nicht nur zu einer *Steigerung der Wüchsigkeit* führt, sondern vor allem zur *Wiederherstellung der Fertilität*. Die im sterilen Bastard ungepaart bleibenden Chromosomensätze der Eltern paaren *nach* der Verdoppelung mit ihresgleichen und die Reduktionsteilung kann wieder normal verlaufen. Damit ist die Erzeugung fertiler Gameten gesichert, und die *neue Form ist konstant*. Die so „aufregulierten“ Bastarde werden als Amphidiploide bezeichnet. Der erste bekannte Fall ist die *Primula Kewensis*, die als Sproßmutation an dem sterilen Bastard *P. verticillata* \times *floribunda* entstand. Künstlich hergestellt sind seither unter den Kulturpflanzen u. a. Raphanobrassica durch KARPETCHENKO, Aegilotriticum in vielen Formen, zuerst von TSCHERMAK; ökologisch und wirtschaftlich wichtig ist eine Spontanbildung dieser Art in dem Strandgras *Spartina Townsendi* geworden, indem dieses in Südwestengland und an der nordfranzösischen Küste seinen Stammeltern das Areal abgewonnen hat. Ein in England künstlich hergestellter Phleumbastard ($6n$ aus $2n$ pratense + $4n$ alpinum) ist züchterisch von Wichtigkeit.

Hier liegt der Züchtung ein großes Feld offen.

Die Erkenntnis des Charakters der Amphidiploide hat zum Verständnis der Zusammensetzung der natürlichen Polyploiden wesentlich beigetragen. Wir unterscheiden heute die beiden oben beschriebenen Gruppen als Auto- und Allopolyploide. Zu den letzteren gehört auch *Triticum vulgare*, das als ein Allohexaploid aus Emmer und Aegilops angesehen wird.

C. Was lernt der Züchter aus der Tatsache, daß die Veränderung der Chromosomenzahl ein artbildender Prozeß ist?

Wenn die Frage beantwortet werden kann, wie die Veränderungen vor sich gehen, so entsteht für den Züchter die weitere Frage: Können wir sie willkürlich erzeugen? Diese Frage muß bejaht werden.

I. Die Erzeugung der Polyloidie (Typ I).

Die Entstehung der polyploiden Reihen beginnt mit der Erzeugung der gigas-Formen. Die erste Methode hierfür ist von WINKLER angegeben. Durch Pfropfung, Dekapitieren in der Verwachsungsstelle und folgende Regeneration aus dem Wundkallus erhielt WINKLER (neben Chimären) gigas-Formen von *Solanum nigrum*. JØRGENSEN hat die Methode vereinfacht, indem er auf die Pfropfung verzichtete. Nach seiner Theorie finden somatische Kernverschmelzungen überall, wenn auch selten, statt; es kommt nur darauf an, sie in den Vegetationspunkt zu leiten.

Das geschieht, wenn man an sonst fertig differenziertem Gewebe durch Dekapitieren die Bildung neuer Vegetationspunkte aus Wundkallus auslöst. Solche durch Kernverschmelzung gebildeten „sports“ führen an reinen Linien zu Autopolyploiden, an Bastarden zu Amphidiploiden, welche als neue Arten gewertet werden müssen. Die autopolyploiden Schulbeispiele sind WINKLER-JØRGENSENs *Solanum nigrum*-Serie und BLAKESLEEs Stechapfel-(*Datura*-)Serie.

Ob unsere als autopolloid angesehenen Arten noch 2 bis x völlig identische Chromosomensätze besitzen, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen; es ist sogar unwahrscheinlich, weil wir mit mutativen Änderungen seit ihrer Entstehung rechnen müssen. Es lassen sich aber völlig homozygote Formen auch auf den höheren Stufen der Polyploidie erreichen, wenn man von einer haploiden Form ausgeht, wie solche gelegentlich spontan entstehen. Künstlich kann man Haploide erzeugen durch Bestäubung mit artfremdem, nicht kompatibelem (d. h. nicht befruchtungsfähigem) Pollen. JØRGENSEN z. B. hat *Solanum nigrum* haploid erzeugt durch Bestäubung von *Solanum nigrum* diploid mit Pollen von *Solanum luteum*. Von dieser Pflanze ausgehend hat er mittels der Dekapitierungsmethode nacheinander 4 identische Chromosomensätze zusammenbringen können. Bei der Kreuzung solcher Formen folgen die Aufspaltungszahlen ganz bestimmten Gesetzen.

Neue polyploide Formen sind zunächst überall da noch zu erwarten, wo unser Typ III eigentlich Typ I ist, d. h. wo im Verwandtenkreise polyploide Zahlen vorkommen. So machen TSCHERMAK und v. BERG darauf aufmerksam, daß in der Gattung Triticum die Grenze der Steigerung noch nicht erreicht ist; Aegilotriticum geht zur Zeit bis $2n = 56$ (d. h. 8×7). Es ist anzunehmen, daß sich diese Zahl etwa entsprechend der Gattung Festuca noch bis 70 steigern läßt.

II. Die Erzeugung von Aneuploidie.

a) Eine fertile Kreuzung zwischen Eltern mit verschiedener Chromosomenzahl führt zu einer Aufspaltung in Formen mit intermediär liegenden Zahlen. In den folgenden Generationen vollzieht sich eine Regulierung dieser Zahlen bis zur Stabilisierung — wie das zuerst KIHARA für die Emmer \times vulgare-Kreuzung nachgewiesen hat. Auf diese Weise erklärt sich die mit der Triploidie verbundene teilweise Sterilität beim Obst. Der Züchter kann diese instabilen Formen direkt verwenden bei Pflanzen mit vegetativer Vermehrung. Und selbst die partielle Sterilität ist unter Umständen kein Hindernis, wenn, wie beispiels-

weise bei unsern Äpfeln, eine volle Fertilität (vgl. Blüte und Ansatz) doch nicht praktisch in Frage kommt.

b) Anders kommt die Aneuploidie von Typ II und IV zustande. Beobachtungen an reinen Linien ergeben, daß Chromosomenaberranten „mutativ“, d. h. spontan erscheinen. Das erste Beispiel, das bekannt wurde, war die *Oenothera lara* von DE VRIES mit 15 statt 14 Chromosomen. Hier ist also 1 Chromosom doppelt vertreten. Solche Formen nennt man Trisome und es ist natürlich theoretisch möglich, von einer Pflanze soviel verschiedene Trisome zu erhalten, als die haploide Chromosomenzahl beträgt. Da jeweils andere Gene in doppelter Dosis vorhanden sind, sehen sie alle verschieden aus. BLAKESLEE, dem es gelungen ist, bei *Datura* alle 12 möglichen Trisome aufzufinden, hat sie die 12 Apostel genannt. Seither hat STUBBE gezeigt, daß durch Bestrahlung auch dieser Typ von Aberranten entsteht, und kennt bereits 6 der 7 möglichen Trisome bei *Antirrhinum*. *Matthiola incana*, Sorte Snowflake ist ein solches Trisom. Vielleicht muß man auch die Zahl 8 bei Roggen neben 7 so verstehen. Auch diese Erscheinung kann zu Sterilität führen, die praktisch nicht stört, wenn die Pflanze viel Samen produziert.

Da sich die Aneuploidie, wie schon erwähnt, bei vegetativer Vermehrung, ebenso auch bei Apomixis erhält, so wird der Züchter in solchen Fällen nach a) auch *verschiedenchromosomige* Eltern mit Aussicht auf Erfolg kreuzen, wenn sie überhaupt fertil miteinander sind. Er wird nach b) auf spontane Aberranten achten bzw. solche künstlich auszulösen versuchen. Das trifft zu für Kartoffel, Tulipa und andere Zwiebelgewächse, Rubus, Rosa u. a. Auch Viviparie ist ja ein solcher vegetativer Vermehrungstyp, was bei Festuca, Poa, Allium u. a. wichtig werden kann.

Darüber hinaus lernt der Züchter aber aus der Kenntnis der Chromosomenverhältnisse auch manche Schwierigkeit der Züchtung besser verstehen — und damit auch besser beachten.

Bei Polyploiden werden unerwünschte Mutationen, die ja normalerweise nur *eines* der duplizierten Gene betreffen, spät bemerkt und sind deshalb schwer auszumerzen. Andererseits sind Mutationen, die bei Diploiden letal wirken, z. B. bei *Drosophila* mit seinen 4 Chromosomen, bei den hochchromosomigen Formen *nicht* gleich letal, da ihnen mehr als ein normales Allel gegenübersteht. GOODSPEED gibt dafür Beispiele beim Tabak, wo neben $n = 24$ auch ähnliche Formen mit $\pm 1-2$ Chromosomen lebensfähig sind, die sich in der 2. und 3. Generation stabilisieren.

Die Chromosomen-Zahlen, der Aufbau der Genome war die erste Eigenschaft, welche einer gründlichen Untersuchung durch die Cytologie unterzogen wurde. Im Zusammenhang mit der Zahl steht die Bindungsweise nach Kreuzungen, welche eine wesentliche Bedeutung für die Verteilung bei der Geschlechtszellbildung hat. Die Resultate, die aus den Zahlenverhältnissen gewonnen sind, sind daher bereits so weitgehend gesichert, daß der Züchter aus ihrer Berücksichtigung einen wesentlichen Nutzen ziehen kann. Wir haben uns deshalb auf diese beschränkt, obgleich in den letzten Jahren auch die Morphologie der Chromosomen, ihre Form und Größe in die Untersuchung mit einbezogen ist, und auch die Frage der Bindungsverhältnisse — ich erwähnte die sog. sekundären Bindungen bei *Pirus* — eine Erweiterung erfahren hat. Diese Untersuchungen sind aber noch ganz im Fluß und es dürfte verfrüht sein, sie heute schon praktisch ausnutzen zu wollen.

(Aus der Schwedischen Saatzuchtanstalt Svalöf.)

Auslese von winterfesten Transgressionen bei Wintergerste durch Gefrierversuche.

Von Gösta Andersson.

Bei der Züchtung von Wintergetreide muß als unbedingte Forderung eine genügende Winterfestigkeit der neugezüchteten Sorten und Stämme verlangt werden. Die Prüfung derselben wurde früher auf dem Felde durchgeführt, sie war aber, da durchaus nicht alle Winter genügend hohe Anforderungen zum Beweis einer ausreichenden Kälteresistenz stellen, sehr zeitraubend. Nachdem die Erfahrung gezeigt hatte, daß die Sorten-

differenzen in bezug auf die Winterfestigkeit bei allen Getreidearten in erster Linie auf Unterschieden hinsichtlich der Kälteresistenz beruhen (NILSSON-EHLE 1919, ÅKERMAN 1927), ging man dann allmählich zur Prüfung derselben auf künstliche Weise, d. h. durch Gefrierversuche in Kälteschränken, über (Abb. 1, 2). Die in unserer hier in Svalöf befindlichen Gefrieranlage gemachten Untersuchungen waren vor