

(Aus der Biologischen Reichsanstalt, Dienststelle für Virusforschung, Berlin-Dahlem.)

## Zur Methodik der vergleichenden Sortenprüfung auf Y-Virus-Resistenz bei Kartoffeln<sup>1</sup>.

Von **E. Köhler** u. **K. Heinze**.

Zwischen den einzelnen Kultursorten der Kartoffel bestehen nach den unlängst im „Züchter“ (1) mitgeteilten Erfahrungen beträchtliche Unterschiede hinsichtlich ihrer Befähigung, das Y-(Strichel-)Virus abzuwehren. Diese Befähigung — eine Eigenschaft, die wir als *Abwehrresistenz* (2) bezeichnet haben — äußert sich darin, daß die resistenteren Sorten beim Anbau in infektionsgefährdeter Lage einen größeren Anteil virusfreier Knollen hervorbringen als die anfälligen. Nach den in der zitierten Veröffentlichung mitgeteilten Ergebnissen besitzen die Sorten „Altgold“, „Jubel“ und „Parnassia“ einen besonders hohen Grad von Abwehrfähigkeit; andere, wie „Flava“ und „Centifolia“, stehen offenbar auf einer niedrigeren Stufe, und schließlich gibt es Sorten, denen überhaupt keine nennenswerte Abwehrfähigkeit gegen das Y-Virus zuzukommen scheint, wie z. B. „Voran“ und „Sickingen“.

Für die Zwecke der Abwehrresistenzzüchtung ist es nun bedeutungsvoll, die feineren Resistenzunterschiede zu ermitteln und unter den Sorten diejenigen herauszufinden, die den höchsten Grad von Abwehrresistenz aufweisen. Denn diese könnten als Kreuzungseltern bei der Züchtung auf Y-Resistenz besonders wertvoll sein.

Dieser Aufgabe stehen von vornherein gewisse Schwierigkeiten entgegen. Der auf den ersten Blick vielleicht einfachste Weg, durch Infektionsversuche im Gewächshaus das Problem zu lösen, ist vorerst nicht gangbar (3). Dazu sind erst noch weitläufige Vorarbeiten notwendig, bei denen sich zeigen muß, ob sich Infektions- und Bewertungsmethoden finden lassen, deren Ergebnisse denjenigen der feldmäßigen Prüfung vergleichbar sind. Zur Ermittlung der graduellen Resistenzunterschiede kommt also bis auf weiteres nur die feldmäßige Prüfung in Betracht, wobei allerdings die bewährten Gewächshausmethoden des Virusnachweises (Stecklingsprobe und Tabaktest) ergänzend zu Hilfe genommen werden müssen.

<sup>1</sup> Mit Unterstützung des Forschungsdienstes, Reichsarbeitsgemeinschaften der Landwirtschaftswissenschaften.

Eine Grundvoraussetzung für die Erzielung genauerer Ergebnisse ist offenbar die, daß die zu vergleichenden Sortenproben möglichst übereinstimmenden Infektionsbedingungen ausgesetzt werden. Daß letztere auch innerhalb kleinerer Flächen beträchtlichen Schwankungen unterworfen sein können, ist bekannt. Diese Schwankungen sind besonders durch Windrichtung und Windstärke (PROFFT, 4) sowie Lage und Entfernung der Infektionsquellen bedingt. Es genügt also nicht, daß man die zu vergleichenden Sorten in kleinen Parzellen nebeneinander pflanzt, sondern es ist notwendig, daß die Einzelpflanzen dieser Sorten in regelmäßiger Abwechslung über das Feldstück verteilt werden. Um die Infektionsbedingungen zu verbessern, kann man, ebenfalls in regelmäßiger Verteilung noch Knollen einer durchweg Y-verseuchten Herkunft einer anfälligen Sorte dazwischen pflanzen. Drei Versuche dieser Art wurden zur erstmaligen Orientierung von uns im Jahre 1937 auf dem Dahlemer Versuchsfeld angelegt (vgl. Pflanzungsplan, Abb. 1). Die Ergebnisse waren zum Teil so aufschlußreich, daß sich ihre Bekanntgabe jetzt schon rechtfertigt. Es kam den Versuchen zu statten, daß im Versuchsjahr ein außerordentlich starker Blattlausbefall an den Kartoffeln vorhanden war, der nach Zählungen auf den Versuchspartellen zeitweise je Staude auf 5400 Exemplare der für die Y-Virusübertragung bedeutungsvollen Art *Myzodes (Myzus) persicae* (SULZ.) anstieg. Damit häuften sich die Infektionsmöglichkeiten derart, daß selbst abwehrfähige Sorten noch bis zu einem hohen Grade infiziert werden konnten.

### I. Vergleich der Sorten „Bodenkraft“ und „Stärkereiche“.

Wir beschreiben zunächst einen Versuch, bei welchem die Sorten „Bodenkraft“ und „Stärkereiche“ zueinander in Vergleich gesetzt wurden. Auf die erstgenannte Sorte war der eine von uns (KÖHLER) durch die von OPITZ (5) vor Jahren in Bornim angebauten Feldversuche, in

Tabelle r. Verhalten der Tochterknollen von den Pflanzen der Feldreihen.  
 Zeichenerklärung: Bo = Bodenkraft, St = Stärkereiche; + = Y-befallene Knollen; O = Y-freie Knollen; — = fehlende Knollen.  
 In Klammern: Angenommene Summenwerte (vgl. Text).

Nr. der Pflanze	Reihe I		Reihe II		Reihe III		Reihe IV		Reihe V		Reihe VI		Reihe VII		Reihe VIII		
	Bo	St	Bo	St	Bo	St	Bo	St	Bo	St	Bo	St	Bo	St	Bo	St	
1	+++				O+		+++		OOO		---		OOO		OOO		+++
2		+++	+++		O++		OOO		+++		+	OO		+++		OOO	
3	OOO				OOO		OOO		+								
4							+++		OOO		O++		OOO		O++		+++
5							OOO		OOO		OOO		OOO		OOO		+++
6	OO+		OOO		+		OOO		OOO		OOO		OOO		O++		O++
7							OO+		OOO		---		OOO		OOO		O++
8							+++		OOO		---		OOO		OOO		O++
9							+++		OOO		---		OOO		OOO		O++
10	+	---	+++		OOO		OOO		OOO		---		OOO		OOO		O++
11	+	---	+++		OOO		OOO		OOO		---		OOO		OOO		O++
12			OOO		+++		OOO		OOO		---		OOO		OOO		O++
13	+	+			OOO		OOO		OOO		---		OOO		OOO		+++
14							+++		OOO		---		OOO		OOO		+++
15							+++		OOO		---		OOO		OOO		+++
Befallene Knollen je Serie:	3	1	2	4	5	5	2	2	1	4	5	5	2	2	1	4	5
Befallene Knollen je Reihe:	6	(14)	5	14	2	12	0	12	1	(10)	1	(12)	3	10	1	13	
Gesamtbefall der Reihen:	(20)		19		14	12		12	(11)		(13)		13		14		

denen mehrere Sorten bezüglich ihrer „Abbauwiderstandsfähigkeit“ verglichen wurden, aufmerksam geworden. Bei der Besichtigung dieser Versuche war es KÖHLER aufgefallen, daß sich „Bodenkraft“ durch besonders hohe Resistenz gegen stärkere Mosaikerscheinungen (einschließlich Strichel) auszeichnete. Das dazu in gewisser Hinsicht gegensätzliche Verhalten der Sorte „Stärkereiche“ war durch langjährige, in Dahlem gewonnene Erfahrungen einigermaßen bekannt. Das Pflanzgut beider Sorten wurde vom Züchter als Hochzucht bezogen und erwies sich als frei von Y- und Blattrollviren. Die als Infektionsquelle dazwischengepflanzte „Stärkereiche“ war von zweijährigem Dahlemer Nachbau geerntet und 100%ig mit Y infiziert. Über die Versuchsanlage unterrichtet der Pflanzungsplan (Abb. 1). Darauf sind die Zeichen □ für „Bodenkraft“, ○ für die gesunde „Stärkereiche“ und + für die virusverseuchte „Stärkereiche“ gebraucht (Teilstück rechts). Der Abstand zwischen und in den Reihen betrug 60 cm.

Nach dem Absterben des Krautes wurde der Versuch geerntet, und zwar wurden die „Stärkereiche“-Stauden am 14. September, die „Bodenkraft“-Stauden am 8. Oktober gerodet. Die Pflanzen Nr. 2 und 8 von „Stärkereiche“, Reihe VI, hatten keine Knollen gebildet. Nur 2 Knollen hatten die Pflanzen „Stärkereiche“ I/12, V/3 und V/9, nur eine Knolle die Pflanze „Stärkereiche“ I/9 hervorgebracht. Das Erntegewicht der 38 Stauden „Stärkereiche“ betrug im Durchschnitt 0,228 kg, dasjenige der 40 Stauden „Bodenkraft“ 0,814 kg. Der Unterschied ist sehr groß und dürfte in der Hauptsache auf der unterschiedlichen Virusanfälligkeit der Sorten beruhen.

Im Laufe des Frühjahrs und Sommers 1938 wurden sodann dreimal Einzelknollen der geernteten 78 Stauden zur Stecklingsprobe im Gewächshaus angesetzt. Die erste Serie (a) wurde am 26. April, die zweite Serie (b) am 2. Juni, die dritte Serie (c) am 5. Juli in kleine Töpfe gepflanzt. Das Y-Virus wurde durch Abreibungen mit dem Saft von den Blättern der Stecklingspflanzen auf Samsuntabak nachgewiesen. Das Gesamtergebnis ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Was zunächst die *Befallshäufigkeit* anbetrifft, so ist der diesbezügliche Unterschied zwischen den beiden Sorten in allen 8 Reihen in die Augen springend. Bei „Stärkereiche“ waren von 109 geprüften Knollen 94, bei „Bodenkraft“ von 120 geprüften Knollen nur 18 mit dem Y-Virus befallen. Demnach würde die Anfälligkeit von „Bodenkraft“ nur etwa den

fünften Teil derjenigen von „Stärkereiche“ betragen.

Sodann ist bemerkenswert, daß sich die Knollen der gleichen Einzelpflanze in der Mehrzahl zwar übereinstimmend, aber doch zu einem erheblichen Teil verschieden verhielten, wie die nachstehende Übersicht (Tabelle 2) zeigt.

Tabelle 2.

	Anzahl der Stauden (In Klammern: Auf 40 Stauden umgerechnete Werte)			
	I alle 3 Knollen Y-frei	II Knollen teils befallen, teils frei	III alle 3 Knollen Y-befallen	IV Gesamt- zahl der unter- suchten Stauden
Stärkereiche	1 (1,1)	11 (12,6)	23 (26,3)	35 (40)
Bodenkraft	28	10	2	40

Die beiden Sorten zeigen in dieser Hinsicht also ein beinahe reziprokes Verhalten.

Wie steht es nun mit der Streuung des Y-Befalls in unserer Versuchspartelle? Vergleichen wir zunächst die einzelnen Reihen miteinander. Die diesbezüglichen Summen findet man auf Tabelle 1 (unten) angegeben. Einzelne der auf „Stärkereiche“ bezügliche Zahlen sind eingeklammert, es handelt sich bei diesen um angenommene Werte; dazu ist folgendes zu sagen:

1. Bei den 4 Pflanzen mit „unvollständiger“ Knollenzahl (I/9, I/12, V/3 und V/9) wurden die fehlenden Knollen als befallen gerechnet. Dies ist zulässig, da die vorhandenen Knollen dieser Pflanzen sämtlich das Y-Virus enthielten. Wenn diese offenbar durch das Y stark geschwächten Pflanzen eine zweite und dritte Knolle gebildet hätten, so wäre diese höchstwahrscheinlich gleichfalls befallen gewesen.

2. Für die in Reihe VI fehlenden Pflanzen Nr. 2 und Nr. 8 wurden die Werte aus den vorhandenen interpoliert.

Vergleicht man die Gesamtbefallssummen der Einzelreihen (unterste Zeile der Tabelle 1), so stellt man den stärkeren Befall auf der linken Seite der Parzelle, eine Abnahme zur Mitte und wieder ein leichtes Ansteigen nach der rechten Seite hin fest. Vergleicht man die einzelnen Sortenwerte der Reihen, so tritt in allen Reihen der Anfälligkeitsunterschied zwischen den beiden Sorten mit aller Deutlichkeit in Erscheinung.

Betrachtet man, in welchem Verhältnis die Befallszahlen der beiden Sorten in den einzelnen Reihen zueinander stehen, so erkennt man, daß dieses Verhältnis sich mit der Befallshäufigkeit verändert.

Das Verhältnis berechnen wir der Einfachheit

halber aus den Werten für *nicht befallene* Knollen. Es beträgt im Mittel aller Werte  $102 : 23 = 4,4 : 1$ . Die Abweichungen von diesem Wert sind bei den einzelnen Reihen sehr beträchtlich (Tabelle 3); das Verhältnis schwankt zwischen  $11 : 1$  (Reihe II) und  $2,8 : 1$  (Reihe V); bei gleicher Anfälligkeit der Sorten würde das Verhältnis =  $1 : 1$  sein. Auf nachstehender Zusammenstellung sind die Verhältniszahlen der einzelnen Reihen mit den Befallssummenzahlen in Beziehung gesetzt.

Tabelle 3.

Reihe Nr.	Insgesamt nicht befallen	Verhältnis Bo: St (nicht befallene Knollen)
V	19	14:5
IV	18	15:3
VII	17	12:5
VI	17	14:3
VIII	16	14:2
III	16	13:3
II	11	11:1
I	10	10:1

} 3,6:1  
} 4,0:1  
} 10,5:1

Man erkennt, daß sich die Spanne zwischen den beiden Sorten in den beiden Reihen mit besonders hohem Gesamtbefall (Reihen I und II) verringert, d. h. „Bodenkraft“ erscheint hier beträchtlich anfälliger als in den übrigen Reihen.

Wir können daraus folgern, daß die Abwehrfähigkeit einer Sorte bei gesteigerter Virusinfestation<sup>1</sup> beträchtlich absinken kann. Die Abwehr des Virus erfolgt ja bei resistenten Sorten nicht unter allen Umständen, sie ist nur die Regel. Je größer die Zahl der Virusangriffe auf eine Pflanze ist, um so häufiger wird die Regel durchbrochen, und um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß das Virus nicht im Gewebe stecken bleibt, sondern bis zu den Knollen vordringt. Wenn man sich zudem vorstellt (in Analogie mit Erfahrungen bei Infektionsversuchen am Tabak), daß sich Einzelinfektionen in ihren Wirkungen summieren können, und daß mehrere Infektionen zusammen bewirken können, was die einzelne Infektion nicht oder nur ausnahmsweise bewirkt, so lassen sich die beobachteten Abweichungen im Resistenzverhalten verstehen. Daraus muß die wichtige Folgerung abgeleitet werden, daß bei der Ermittlung des Resistenzgrades einer Sorte das Ausmaß der Virusinfektion in Rechnung zu ziehen ist.

Noch eine andere Beobachtung gibt zur Überlegung Anlaß. Wenn man nämlich die Ergebnisse der in verschiedenen Zeitabschnitten ge-

prüften drei Serien a, b und c miteinander vergleicht, so stellt man gleichfalls eine Verschiebung des Befallsverhältnisses zwischen den beiden Sorten fest (Tabelle 4).

Tabelle 4.

	Zur Stecklingsprobe angesetzt am	Anzahl befallene Knollen	
		Bodenkraft	Stärkereiche
Serie a	26. April	9 (von 40)	26,3 (von 40)
Serie b	2. Juni	6 ( „ 40)	33,5 ( „ 40)
Serie c	5. Juli	4 <sup>1</sup> ( „ 40)	37,6 ( „ 40)

Die Befallszahlen nahmen also bei „Bodenkraft“ im Laufe der Zeit ab, bei „Stärkereiche“ zu. Daß es sich um ein reines Zufallsergebnis handelt, ist unwahrscheinlich. Wie soll man sich aber die Erscheinung erklären?

Vielleicht trifft die folgende Deutung das richtige. Es ist bekannt, daß das Y-Virus die Knollen der infizierten Pflanzen vielfach im Jahre der Ansteckung selbst nicht gleichmäßig durchdringt. Die einzelnen Teilstücke einer solchen Knolle verhalten sich oft verschieden, sie sind teils virushaltig, teils virusfrei, und dementsprechend sind auch die aus solchen Knollen entnommenen Augenstecklinge teils krank, teils gesund. Wenn man sich nun vorstellt, daß sich das Virus während der Lagerung (die dritte Stecklingsentnahme hat erst am 5. Juli stattgefunden) bei der anfälligen „Stärkereiche“ in den nur teilweise infizierten Knollen Knollen weiter ausbreitete, bei der resistenten „Bodenkraft“ dagegen — vielleicht unter dem Einfluß der Sommertemperaturen — zum Teil inaktiviert wurde, so wird die Erscheinung verständlich. Die Frage ist jedenfalls einer besonderen Prüfung wert.

Es bleibt nun noch die Frage zu erörtern, ob nicht der gleichzeitig vorhandene starke Blattrollbefall der Pflanzen die Befallswerte beeinflusst hat. Es ist ja bekannt, daß die Blattrollkrankheit auf dem Dahlemer Versuchsfeld jährlich mindestens in demselben Ausmaße wie das Y-Virus verbreitet wird. Die Stecklingsproben ließen nun bei „Stärkereiche“ in allen drei Serien einen 100%igen Blattrollbefall erkennen, bei „Bodenkraft“ war der Befall nur wenig geringer, er betrug 94—95% bei übrigens sehr schwacher Ausprägung des Krankheitsbildes. Das unterschiedliche Verhalten unserer Sorten dem Y-Virus gegenüber ist demnach nicht etwa

<sup>1</sup> Nur ungern benutze ich diesen Ausdruck, ich finde aber keinen besseren, der das ausdrückt, was hier gemeint ist.

<sup>1</sup> Bei einer weiteren, am 20. August angesetzten Serie d („Bodenkraft“) betrug die Zahl der Y-befallenen Pflanzen nur noch 2.

durch ihren unterschiedlichen Blattrollbefall bedingt.

II. Vergleich anderer Sortenpaare.

In einem Parallelversuch wurde die Sorte „Stärkereiche“ mit der Sorte „Johanssen“ verglichen (vgl. Pflanzungsplan, Abb. 1, mittlerer Teil). Insgesamt wurden 10 Vergleichsreihen ausgepflanzt. Im Stecklingsverfahren wurde nur eine Knolle von jeder Staude geprüft. Das Ergebnis ist aus folgender Zusammenstellung (Tabelle 5) ersichtlich.

Es zeigt sich somit, daß „Johanssen“ für Y deutlich abwehrresistenter ist als „Stärkereiche“.

Ein weiterer Vergleich betraf die Sorten „Erdgold“ und „Fürstenkrone“ (vgl. Pflanzungsplan, linker Teil). Auch zu diesem Versuch

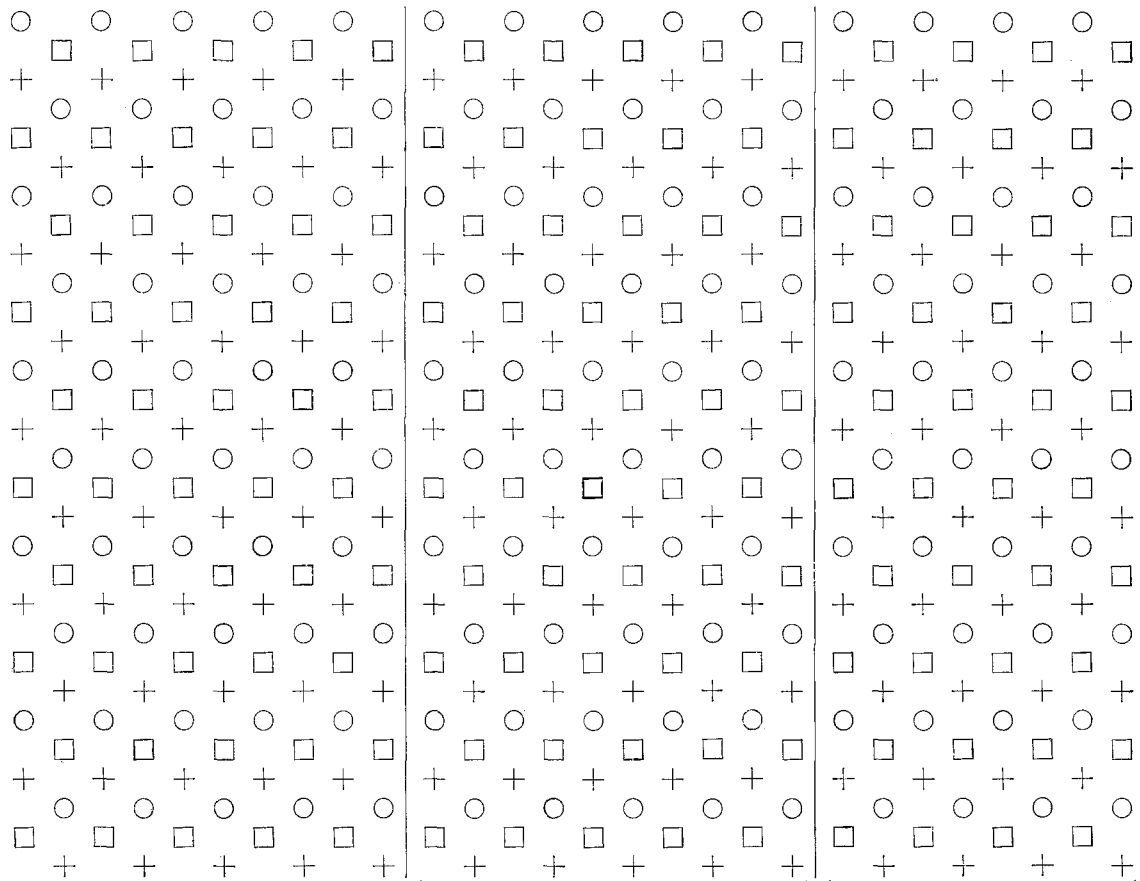
Tabelle 5.

Reihe Nr.	Anzahl Y-befallene Stecklingspflanzen	
	Sorte „Johanssen“	Sorte „Stärkereiche“
I	5	5
II	3	5
III	3	5
IV	3	5
V	4	5
VI	5	4
VII	2	5
VIII	2	5
IX	3	5
X	4	5
Gesamt:	34	49

wurden 10 Vergleichsreihen ausgepflanzt. Von jeder Staude wurden 3 Knollen im Stecklingsverfahren geprüft (Tabelle 6).

Abb. 1

Pflanzungsplan.



Versuch III  
 Fürstenkrone □  
 Erdgold ○  
 kranke Dir. Johanssen +

Versuch II  
 Dir. Johanssen □  
 gesunde Stärkereiche ○  
 kranke Stärkereiche +

Versuch I  
 Bodenkraft □  
 gesunde Stärkereiche ○  
 kranke Stärkereiche +

Tabelle 6.

Reihe Nr.	Anzahl Y-befallene Stecklingspflanzen	
	Sorte „Fürstenkrone“	Sorte „Erdgold“
I	12	14
II	14	15
III	14	15
IV	11	15
V	10	15
VI	6	15
VII	11	15
VIII	12	15
IX	14	15
X	11	15
Gesamt:	115	149

„Fürstenkrone“ ist demnach deutlich abwehrresistenter als „Erdgold“.

### III. Zusammenfassung.

Am Beispiel der Sorten „Bodenkraft“ und „Stärkereiche“ wird eine Anbaumethode erläutert, mit der die feineren Sortenunterschiede

bezüglich der Y-Abwehrresistenz erfaßt werden können. Es zeigte sich, daß die Sorte „Bodenkraft“ eine bemerkenswerte Abwehrresistenz gegen das Y-Virus aufweist.

Die im Versuch aufgetretenen Schwankungen des Y-Befalls werden erörtert. In weiteren, mit der gleichen Methode angestellten Versuchen ergab sich, daß „Johanssen“ deutlich abwehrresistenter ist als „Stärkereiche“ und „Fürstenkrone“ abwehrresistenter als „Erdgold“.

### Literatur.

1. KÖHLER, E.: Beobachtungen über Virusresistenz bei Kartoffelsorten. Züchter 1938, Heft 12.
2. KÖHLER, E.: Die Resistenzzüchtung gegen den Kartoffelabbau im Lichte der Virusforschung. Züchter 9, 13 (1937).
3. HEINZE, K., u. H. BÖRGER: Versuche zur Übertragung von Kartoffelvirosen auf Kartoffelsämlinge. Landw. Jahrb. 85, 165 (1937).
4. PROFFT, J.: Über Fluggewohnheiten der Blattläuse im Zusammenhang mit der Verbreitung von Kartoffelvirosen (im Druck).
5. OPITZ, K.: Landw. Jahrb. 79, 737 (1934) und 84, 545 (1937).

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Erwin Baur-Institut, Müncheberg/Mark.)

## Cytogenetik bei Zierpflanzen.

(Sammelreferat.)

Von **H. Propach.**

Die Zusammenarbeit zwischen Cytologie und Genetik ist im Laufe der Jahre eine so enge geworden, daß sich aus ihr sozusagen ein neues Arbeitsgebiet, eben die Cytogenetik, entwickelt hat. Besonders bei züchterischen Arbeiten kommt es ja nicht darauf an, daß alle karyologischen Eigentümlichkeiten eines gegebenen Objektes berücksichtigt werden, sondern nur die, die unmittelbar für den voraussichtlichen „genetischen Weg“, den die Züchtung einschlagen wird, wichtig sind. Das sind, grob gesagt, Chromosomenzahl und Homologieverhältnisse der beteiligten Genome.

Die landwirtschaftliche Züchtung befaßt sich schon längst mit ausgedehnten cytotogenetischen Untersuchungen an ihren Objekten, die wertvolle Ergebnisse gezeitigt haben. Durch diese Forschungen ist uns erst richtig verständlich geworden, weshalb z. B. primäre Weizen-Roggen-Bastarde so hochgradig steril, und weshalb auch die neuerdings so stark beachteten Polyploidformen von Gerste, Roggen und Mais weniger fertil sind; ähnlich wichtige Ergebnisse ließen sich noch mehr anführen.

Bei den Zierpflanzen finden wir nun eine ganz

eigenartige Situation vor. Auf der einen Seite haben wir ein ungeheures Tatsachenmaterial, das durch rein theoretisch ausgerichtete Cytogenarbeit zutage gefördert wurde, die Zierpflanzenzüchtung auf der anderen Seite hat aber erst ganz schüchterne Versuche gemacht, sich diese Hilfsquellen zu erschließen. Nun soll in diesem Referat keineswegs alles zusammengetragen werden, was die Cytogenetik bei Zierpflanzen schon geleistet hat; das würde ein Buch über Pflanzenzytogenetik überhaupt werden. Der Zweck dieser Darstellung soll vielmehr der sein, einmal an einigen Fällen den hohen Stand der Forschung zu demonstrieren, zum anderen soll gezeigt werden, daß sich auch diese, scheinbar nur theoretischen Ergebnisse, sehr wohl schon für die Züchtung auswerten lassen; wenn auch nur in bescheidenem Umfange, da ihnen ganz andere Absichten zugrunde lagen. Nutzanwendungen sind noch nicht bei allen hier angeführten Beispielen möglich, es wird sich aber der Abrundung wegen nicht vermeiden lassen, solche einstweilen „sterile“ Fälle heranzuziehen. Im großen ganzen wird die Kernfrage aller einschlägigen Untersuchungen die nach der Ho-