

gedüngt), Winterweizen (auch ungedüngt), Winterroggen (auch ungedüngt) und Spinat; bei letzterem ergab die 4stündige Vorbehandlung mit 20% Alkohol einen gesicherten Minderertrag. Bei Hafe r haben wir auch die Wirkung einer 2stündigen Vorbehandlung mit 4:100 *Digitalis*-, *Scilla*-, *Convallaria*- und *Adonis*-Tinkturen in gedüngter und ungedüngter Erde untersucht, wieder ohne irgendwelche Unterschiede im Wachstum und in der Ernte feststellen zu können.

### b) Feldversuche.

Als letztes sind die Feldversuche zu erwähnen, welche in Überau (Odenwald) durch die landwirtschaftliche Versuchsstation Darmstadt 1943 durchgeführt wurden. Sie beziehen sich auf Wintergerste (Maindorfer Viktoria), Winterroggen (Petkuser Normalhoch) und Winterweizen (Carsten V). Die Samen wurden vorschriftsgemäß mit Viviflor vorbehandelt und in längeren Feldstreifen gedrillt, aus denen an 3 verschiedenen Stellen je 25 qm geerntet wurden.

Wir geben als Beispiel den Versuch mit Winterweizen. Bei einer Aussaatmenge von 160 kg/ha wurde in dz/ha geerntet:

	Feldgewicht	Körner	Stroh
Unbehandelt . . . . .	66,7 ± 1,76	27,1	43,3
Viviflor, ungebeizt . . . . .	68,0 ± 4,16	26,6	45,1
Wasser, ungebeizt . . . . .	72,7 ± 8,68	29,0	47,5
Mit Ceresan trocken gebeizt . . . . .	81,3 ± 8,66	34,2	51,8
Viviflor und Ceresan . . . . .	84,7 ± 9,96	36,1	53,7
Wasser und Ceresan . . . . .	78,0 ± 5,77	34,2	48,4

Irgendeine Wirkung der Viviflor-Behandlung ist nicht zu erkennen. Zu demselben Ergebnis führten die Anbauversuche mit den beiden anderen Getreidearten.

(Zentralforschungsanstalt für Pflanzenzucht, Müncheberg/Mark — Abteilung für Forstpflanzenzüchtung, Waldsieversdorf.)

## Stimulierende Wirkung des Colchicins bei der Keimung und dem Wachstum der Sämlinge.

Von OTTO SCHRÖCK.

Mit 8 Textabbildungen.

### I. Einleitung.

Seit der Entdeckung BLAKESLEES (1), daß Colchicin mit gutem Erfolg zur Erzeugung polyploider Pflanzen angewendet werden kann, ist in einer großen Zahl von Veröffentlichungen auch über eine Beeinflussung der Wachstumsenergie der aus behandelten Samen entstandenen Pflanzen berichtet worden. Im allgemeinen wurde eine starke Hemmung der Wuchsgröße als Folge der Behandlung gefunden. In vielen Fällen konnte aber auch eine Wachstumssteigerung nach Behandlung mit Colchicin oder anderen c-mitotisch wirksamen Stoffen festgestellt werden. Die Stimulation tritt gewöhnlich doch erst auf, nachdem die Pflanzen eine anfängliche Wachstumshemmung überwunden haben. Nach Befunden von NEBEL und RUTTLE (11) ist das Wachstum nach dem Ausklingen

der Wachstumshemmung in einigen Fällen intensiver gewesen als bei den Kontrollpflanzen. Die gleiche Feststellung konnte KOSTOFF (5) bei *Lactuca* nach Acenaphthenbehandlung machen. Auch MÜNTZING und RUNQUIST (10) berichten über eine Steigerung der Wuchsintensität nach Colchicinbehandlung bei *Festuca* und *Lolium*, ohne jedoch eine anfängliche Wachstumshemmung zu erwähnen. Auch bei tierischen Objekten hat man eine Entwicklungsbeschleunigung nach Colchicinbehandlung beobachtet. So fanden HAVES und KAHÁN (3), daß aus den Eiern des Schwammspinners nach Behandlung in Colchicinlösung 1:2000 die Versuchstiere früher schlüpften als bei den Kontrollen. Auch die weitere Entwicklung und die Metamorphose waren nach der Colchicinbehandlung beschleunigt. Die Keimfähigkeit der Samen nach

### Zusammenfassung.

Entgegen der Behauptung von FAHRENKAMP ergibt eine fehlerstatistisch gesicherte Untersuchung bei keiner Konzentration herzwirksamer Glykoside eine Förderung der Samenquellung, der Keimung, der Katalaseaktivität, des Keimwurzelwachstums und des Ernterertrags von Kulturpflanzen. Das gilt sowohl für die nach FAHRENKAMP in den Handel gebrachten Viviflor-Präparate, wie für *Digitalis*-, *Adonis*-, *Scilla*- und *Convallaria*-Tinkturen, *Digitalis*-Preßsaft und wäßrige Lösungen von Digitalin und Digitonin. Die bei höheren Konzentrationen auftretenden Hemmungswirkungen gehen auf den Alkoholgehalt der Viviflor-präparate und Tinkturen zurück. Diese Schädigung nimmt mit steigender Temperatur ab; sie beruht nicht auf einer entquellenden Wirkung und auch nicht auf einer Hemmung der Katalaseaktivität, da diese Erscheinungen erst bei viel höheren Konzentrationen auftreten als die Wachstumsschädigungen. Die Schädigung durch wäßrige Digitoninlösung höherer Konzentration nimmt entgegengesetzt der Alkoholschädigung mit steigender Temperatur zu. Auch diese Wirkung geht nicht über die Quellung oder Katalaseaktivität. Abschließend ergibt sich, daß keinerlei Aussicht besteht, auf dem von FAHRENKAMP vorgeschlagenen Weg einer Glykosidbehandlung eine Erntesteigerung zu erzielen.

### Literatur.

1. BAMANN-MYRBÄCK: Die Methoden der Fermentforschung. Leipzig 1941. — 2. DRAWERT, H.: *Planta* 35, 579 (1948). — 3. EULER, H. v.: *Ark. Kem., Mineral. Geol.*, 22 A, 1 (1946). — 4. FAHRENKAMP, K.: Vom Aufbau und Abbau des Lebendigen. Stuttgart 1937—1942. — 5. MERKENSCHLAGER, F.: Keimungsphysiologische Probleme. München 1924 (Naturw. u. Landwirtsch. Heft 1). — 6. STANGE, K.: Versuche über die Beeinflussung des Pflanzenwachstums durch Herzglykoside. Marburg 1940. — 7. SCHMITT, L. u. E. HASPER: *Z. Bodenk. u. Pflanzenernährung* 30, 65 (1942). — 8. VOLLMER, H.: *Klin. Wschr.* 1937, II, 1601.

Colchicinbehandlung ist im allgemeinen gehemmt. LEVAN (7) fand jedoch bei Rotkleesamen durch 0,001%ige Colchicinlösung eine schwache Stimulation der Keimfähigkeit. Im folgenden soll über die stimulierende Wirkung des Colchicins auf die Keimenergie von Birkensamen und das Wachstum der Sämlinge berichtet werden.

## II. Material und Versuchsanstellung.

Zur Erzeugung polyploider Formen von Einzelbäumen der Arten *Betula verrucosa* und *B. pubescens* wurden im Februar 1948 Samen von 48 Bäumen in Colchicinlösung eingequollen. Bei diesen Bäumen handelt es sich um ausgewählte Exemplare aus dem Mutterbaumsortiment der Abteilung, die unterschiedliche Wuchsleistungen, Wuchsformen, Fertilität und Samenkeimfähigkeit besitzen. Es wurden bewußt nicht nur Bäume mit besonderen Wert- und Leistungsmerkmalen für diese Untersuchungen herangezogen, da neben der erwünschten Steigerung dieser Eigenschaften durch Polyploidie gleichzeitig die Auswirkung der Polyploidie bei den verschiedenen Merkmalskombinationen geprüft werden sollte. Von der Samenernte eines jeden Baumes wurden je 200 trockene Samen für 24 bzw. 48 Stunden in einer 0,2%igen Colchicinlösung eingequollen. Als Kontrolle wurden je 100 Samen für 24 Stunden in reines Leitungswasser gelegt. Nach Beendigung der Behandlung wurden die Samen in einen mit Filtrierpapier ausgelegten Trichter gegossen und mit Leitungswasser gründlich abgespült. Darauf erfolgte die Aussaat in Aussatschalen im Gewächshaus. Das Saatgut hatte bei der Keimprobe kurz nach der Ernte von Baum zu Baum sehr unterschiedliche Keimfähigkeit besessen, wie aus Tab. I hervorgeht. Bei Versuchsbeginn am 19. II. 1948 besaß das Saatgut nur noch geringe Keimfähigkeit, wie die Ergebnisse der Kontrollproben ergaben. Der Aufgang der Sämlinge wurde täglich verfolgt. Nachdem sie in der Mehrzahl das 2. bis 3. Blatt ausgebildet hatten, wurden sie in Kisten pikiert und bis zum Frühjahr 1949 in einem ungeheizten Gewächshaus gehalten.

Um bei der Wiederholung der Versuche im Herbst 1948 eine sichere Überprüfung der gefundenen Ergebnisse durchführen zu können, mußte eine Beschränkung des Materials und eine Änderung der Versuchsanstellung vorgenommen werden. Es wurden 12 Bäume ausgewählt, deren Saatgut bei den ersten Untersuchungen stark abweichende Ergebnisse ergeben hatte. Mit diesen wurden 3 Versuchsserien angesetzt. Die erste sofort nach der Ernte, die in der Zeit vom 19. 7. bis 31. 8. 48 erfolgte, am 2. 9. 48, die zweite am 18. 12. 48 und die dritte am 16. 2. 49. Damit die gefundenen Keimergebnisse einen möglichst gesicherten Durchschnittswert ergaben, wurden je Baum und Behandlungsart 500 Samen in 5 Proben zu 100 behandelt und die Mittelwerte der Ergebnisse berechnet. Um eine genaue Auszählung der täglich gekeimten Samen durchführen und eine evtl. Abhängigkeit der Wuchsenergie der Sämlinge vom Zeitpunkt der Samenkeimung erfassen zu können, mußte die Versuchsanstellung so abgeändert werden, daß die nach Beendigung der Behandlung in Wasser gründlich abgewaschenen Samen zur Keimung in Petrischalen auf feuchtes Fließpapier gelegt wurden. Die täglich gekeimten Samen der ersten Versuchsserie

wurden in Erde pikiert und ihre weitere Entwicklung verfolgt. Bei den Versuchsserien vom 18. 12. 1948 und 16. 2. 1949 wurde jedoch nur die Zahl der täglich gekeimten Samen festgestellt. Die Behandlung und die Keimproben wurden in einer Dunkelkammer bei einer Temperatur von 19–21°C durchgeführt.

Tabelle I. Keimfähigkeit des Birkensaatgutes am 3. 9. 1947 u. 12. 2. 1948.

Baum Nr.	Keimfähigkeit nach 24 Tagen		Baum Nr.	Keimfähigkeit nach 24 Tagen	
	3. 9. 47	19. 2. 48		3. 9. 47	19. 2. 48
1	8	3	56	14	0
2	38	2	58	2	0
6	27	1	59	12	0
7	40	2	60	3	0
8	25	0	62	6	0
9	26	0	63	13	6
10	56	1	64	23	0
11	22	0	65	6	0
27	16	1	66	46	0
28	24	4	67	30	0
29	43	5	68	13	4
30	25	0	69	16	0
32	11	0	71	14	0
34	21	1	72	5	0
35	8	0	75	8	0
36	9	0	81	8	2
37	23	1	84	14	0
38	15	0	85	7	1
39	10	0	86	16	3
40	5	0	95	6	0
42	5	0	96	7	0
45	4	0	98	4	0
46	12	0	100	18	0
53	14	1	101	4	0

## III. Die Ergebnisse der Untersuchungen.

### 1. Die Keimfähigkeit der Samen.

Bereits bei der Aussaat der im Frühjahr 1948 behandelten Samen fiel es auf, daß bei einer großen Anzahl der 48 Stunden mit Colchicinlösung behandelten Proben ein größerer Prozentsatz der Samen, also schon nach 2 Tagen, die Keimwurzel erkennen ließ, während frisch geernteter Birkensamen guter Keimfähigkeit selbst in der Keimprobe erst nach 1 Woche zu keimen beginnt. Das Aufgehen der Sämlinge in den verschiedenen Behandlungsgruppen in den Saatschalen war ganz entsprechend. Im Durchschnitt gingen die ersten Sämlinge aus den 48 Stunden mit Colchicin behandelten Samen nach 11 Tagen, die der 24 Stunden behandelten Samen nach 23 Tagen und die der Kontrollen nach 24 Tagen auf. Aber nicht nur in der Aufgangsgeschwindigkeit ergab sich ein stimulierender Einfluß des Colchicins. Auch in der Stärke des Aufgangs waren die mit Colchicin behandelten Samenproben den Kontrollen zunächst überlegen. Aus der Tab. I ist ersichtlich, daß der gelagerte Samen in den Kontrollversuchen nur noch eine sehr geringe Keimfähigkeit aufwies, ja bei der Mehrzahl der Versuchsnummern innerhalb von 21 Tagen noch nicht keimte. Demgegenüber zeigten die 48 Stunden bzw. 24 Stunden in Colchicinlösung eingequollenen Samen eine deutlich höhere Sämlingszahl, die bei der Nummer 8 mit 32% sogar höher war als das Ergebnis der Keimprobe der frisch geernteten Samen, das nur 25,5% ergeben hatte. Die 48stündige Colchicinbehandlung zeigte sowohl hinsichtlich der Aufgangszeit wie auch der Pflanzenzahl bei allen Nummern die

stärkste Wirkung, während die 24stündige Behandlung bei allen Versuchen nur eine geringere Wirkung gegenüber den Wasserkontrollen ergab. Von einer Wiedergabe der Einzelergebnisse soll hier Abstand genommen werden, da die Versuche nur mit dem Ziel der Erzeugung polyploider Pflanzen angesetzt worden waren und bei ihrer Planung die Möglichkeit der Beobachtung derartiger Ergebnisse nicht erwartet wurde. Einen Eindruck von den großen Unterschieden in der Anzahl der aufgegangenen Pflanzen vermittelt die Abb. 1. Von den 48 und 24 Stunden in

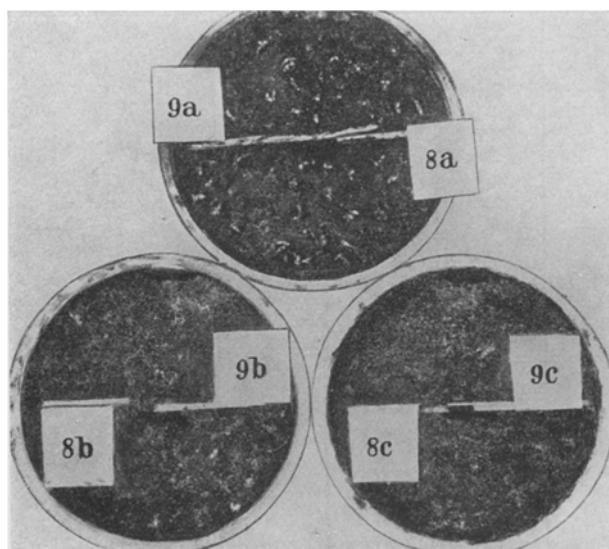


Abb. 1. Aufgang der Birkensämlinge nach 48stündigem Einquellen der Samen in 0,2%iger Colchicinlösung im Vergleich mit Kontrollen. (Erklärung im Text.)

Colchicinlösung eingequollenen Samen sind je Baum 200 Samen ausgesät worden, während von den 24 Stunden in Wasser eingequollenen Samen nur 100 zur Aussaat gebracht worden waren. Die Aussaaten der 48 Stunden behandelten Samen sind mit dem Buchstaben *a*, die der 24 Stunden behandelten Samen mit dem Buchstaben *b* und die der Kontrollen mit *c* bezeichnet. Die für diese 4 ausgewählten Samenproben gefundenen Pflanzenzahlen nach 58 Tagen sind in Tab. 2 zusammengestellt. Bei den Bäumen 8, 9 u. 10 ist die Zahl der aufgegangenen Pflanzen nach

Tabelle 2.

Baum-Nr.	Keimfähigkeit in %		
	nach Colchicinbehandlung		nach Wasserbehandlung 24 Stunden
	48 Stunden <i>a</i>	24 Stunden <i>b</i>	
8	33	1	0
9	16	1	0
10	17	8	1
22	2	0	0

48stündiger Behandlung wesentlich höher als nach 24stündigem Vorquellen in Colchicinlösung oder in Wasser. Das Saatgut des Baumes 22 zeigte nur eine geringe Steigerung, die aber doch von Bedeutung ist, weil weder nach 24stündiger Colchicinbehandlung noch nach 24 stündiger Wasserbehandlung keimende Samen auftraten.

Die weitere Beobachtung der Saatschalen bis zum 59. Tag nach Beginn der Behandlung zeigte jedoch, daß bei allen Proben noch weitere Sämlinge aufgingen. Während aber bei der Versuchsreihe *a* im Durchschnitt

die Zahl der nachkeimenden Samen und der absterbenden Pflanzen sich die Waage hielten, konnte bei den Reihen *b* und *c* im Durchschnitt eine wesentlich höhere Anzahl nachkeimender Samen festgestellt werden. Nach Abschluß des Versuches waren, wie die Abb. 2 zeigt, im Durchschnitt von sämtlichen Samenproben bei allen 3 Behandlungen annähernd die gleiche Anzahl Pflanzen vorhanden. Aus dem Kurvenverlauf ist ersichtlich, daß die 48stündige Behandlung der Birkensamen mit 0,2%iger Colchicinlösung eine deutliche Erhöhung der Keimenergie bewirkt hat. Die zunächst bestehende Überlegenheit der so behandelten Samenproben in der Pflanzenzahl wird von den Proben der 24stündigen Colchicinbehandlung und der Kontrolle durch nachkeimende Samen völlig ausgeglichen. Die 24stündige Colchicinbehandlung zeigt gegenüber der Kontrollgruppe nur eine Beschleunigung um 3 Tage auf, während die 48stündige Behandlung

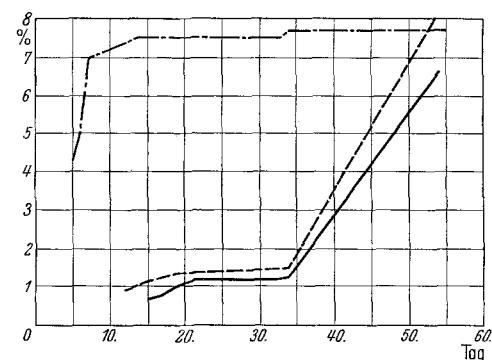


Abb. 2. Verlauf der Keimung im Durchschnitt aller Proben nach 48stündigem (....), 24stündigem (—) Colchicinbehandlung der Samen und bei den Kontrollen.

ein um 10 Tage früheres Auflaufen der Pflanzen zur Folge hatte. Die Erhöhung der Pflanzenzahl der kürzeren Behandlung gegenüber den Kontrollen war während des ganzen Versuches unbedeutend. Nach diesen Ergebnissen wird offenbar nicht die Keimfähigkeit, sondern die Keimenergie durch die Colchicinbehandlung erhöht.

Zur Nachprüfung dieser Befunde waren mit der Samenernte des Jahres 1948 in der abgeänderten Versuchsanstellung die Untersuchungen wiederholt worden. Da es sich bei den Versuchen des vorhergehenden Jahres ergeben hatte, daß nur die Keimenergie durch die Colchicinbehandlung beeinflußt wird, wurde jetzt das Augenmerk auf die Änderung dieser gelegt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der Abb. 3 dargestellt. Es ergab sich, daß die Serie I vom 2. 9. 48, bei der frisch geernteter Samen verwendet wurde, im Durchschnitt der untersuchten Samenproben eine deutliche Schwächung der Keimfähigkeit durch das Einquellen der Samen in Colchicinlösung zeigt. Diese ist aber nach der 24stündigen Behandlung (gebrochene Kurve) etwas stärker als nach 48stündigem Einquellen (punktuierte Kurve). Diese durchschnittlichen Keimergebnisse beider Behandlungen betragen nach 14 Tagen nur 60% bzw. 61% der Ergebnisse der Kontrollen. Wie aus der Tab. 4 hervorgeht, zeigen die einzelnen Samenproben aber auch bei diesen Untersuchungen unterschiedliche Reaktion. So ist bei den Proben 2, 9, 10 u. 68 die Senkung der Keimfähigkeit nach 48stündiger Behandlung stärker als nach 24stündigem Einquellen, während die übrigen die stärkste Hemmung durch eine

24stündige Behandlung erlitten haben. Nur die Samenprobe Nr. 38 zeigte nach 48stündiger Colchicinbehandlung gegenüber der Kontrolle eine gesteigerte Keimfähigkeit, während nach 24stündiger Behandlung die Keimfähigkeit sehr stark geschwächt war. Eine Beziehung zwischen der Höhe der Keimfähigkeit der jeweiligen Kontrolle und der Keimfähigkeit nach der

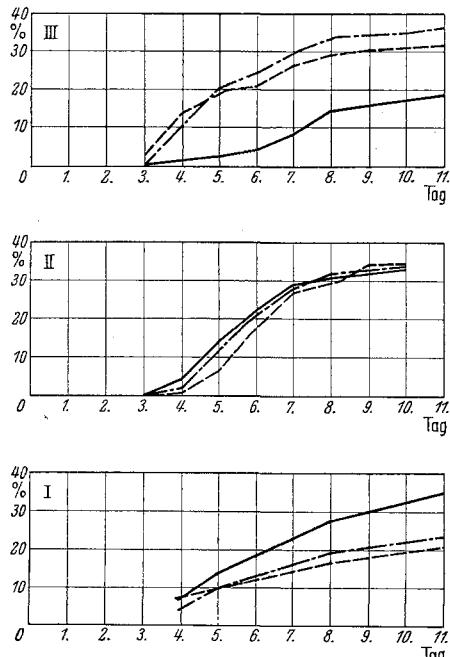


Abb. 3. Verlauf der Keimung im Durchschnitt der Proben bei den Versuchsserien I, II und III (Erklärung im Text).

Colchicinbehandlung ist nicht festzustellen. Das Ergebnis der Versuchsserie I ist demnach, daß frisch geernteter Birkensamen durch 24- oder 48stündiges Einquellen in 0,2%iger Colchicinlösung in seiner Keimfähigkeit geschädigt wird. Die Keimenergie dagegen läßt keine Beeinflussung erkennen. Die Keimung beginnt bei den 3 Behandlungen gleichzeitig und fast in gleicher Stärke am 4. Versuchstag. Erst am 8. Tage zeigen die Kontrollen einen deutlichen Vorsprung gegenüber den mit Colchicinlösung behandelten Proben. Dieser Vorsprung vergrößert sich dann von Tag zu Tag bis zum 14. Tage. Eine längere Beobachtung der Keimproben war wegen des einsetzenden starken Pilzbefalles nicht möglich.

Ein ganz anderes Bild ergaben die Versuche der Serie II, die mit dem gleichen Saatgut am 18. 12. 1948 angesetzt worden war. Die Keimfähigkeit des Saatgutes hatte sich nach den Ergebnissen der Kontrollen während der Lagerung noch nicht geändert. Die 24 und 48 Stunden in Colchicinlösung eingekochten Saatgutproben lassen zunächst im Durchschnitt eine geringe Schwächung der Keimenergie gegenüber den Kontrollproben erkennen, wie es auch bei der Versuchsserie I beobachtet wurde. Während diese aber dort im Laufe der nächsten Tage erhalten blieb und so zu einer Herabsetzung der Keimfähigkeit führte, klingt sie bei der Serie II allmählich ab, so daß etwa vom 7. Versuchstage ab zwischen den beiden Colchicinbehandlungen und den Kontrollen kein gesicherter Unterschied in der Keimfähigkeit mehr besteht. Wir können also als Ergebnis dieser Versuchsserie feststellen, daß Birkensamen, der einige Zeit gelagert

wurde, ohne daß seine Keimfähigkeit sich verringert hat, durch 24- und 48stündiges Einquellen wohl in den ersten Tagen der Keimung noch eine gewisse Herabsetzung der Keimenergie erlitten hat, die aber in den folgenden Tagen abklingt und in seiner Keimfähigkeit nicht beeinflußt wird. Die Versuchsserien I und II haben demnach die Ergebnisse der Versuche des Frühjahrs 1948, die mit Saatgut durchgeführt wurden, das seine Keimfähigkeit infolge der Lagerung bereits weitgehend verloren hatte, nicht bestätigt.

Die Versuche der Serie III, die wieder mit dem gleichen Saatgut am 16. 2. 1949 durchgeführt wurden, ergaben dagegen eine Bestätigung der vorjährigen Ergebnisse. Die Keimfähigkeit des Saatgutes war zwar nicht so stark wie im vorhergehenden Jahr, jedoch auf durchschnittlich 19% gegenüber 35% bei der I. und II. Versuchsserie abgesunken. Das Saatgut zeigte nach der 24- bzw. 48stündigen Colchicinbehandlung eine deutlich erhöhte Keimenergie, die zunächst bei dem 24 Stunden behandelten Saatgut etwas höher ist. Jedoch vom 5. Keimungstage an ist die Zahl der gekeimten Samen bei dem 48 Stunden behandelten Saatgut bereits höher. Mit 32% und 36% gekeimten Samen erreichen die Samen bei der Behandlung etwa den gleichen Prozentsatz gekeimter Samen wie es die Kontrollproben der I. und II. Versuchsserie aufwiesen und liegen damit um 68% bzw. 89% über der Keimfähigkeit ihrer Kontrollproben. Mit diesem Ergebnis ist das Ergebnis des Vorjahrs, daß die Keimenergie gealterten und in seiner Keimfähigkeit geschwächten Birkensaatgutes durch ein 24- bzw. 48stündiges Einquellen der trockenen Samen in 0,2%iger Colchicinlösung erhöht wird, bestätigt.

Wie bereits erwähnt wurde, konnten die Versuche wegen des starken Schimmelpilzbefalles der am 11. Keimtag noch nicht gekeimten Samen nicht länger beobachtet werden. Die Versuche des Vorjahrs hatten aber ergeben, daß bei weiterer Beobachtung der in Erde ausgesäten Samen bis zum 95. Tage in allen Versuchsreihen, besonders aber in den Kontrollen, ein stetiges Nachkeimen von Samen zu beobachten ist. Der Kurvenverlauf der Versuchsserie III zeigt besonders bei den Kontrollen ein starkes Nachkeimen der Samen an, so daß angenommen werden kann, daß bei genügend langer Beobachtungszeit auch jetzt ein Ausgleich zwischen dem Keimprozent der Colchicin-Serien und den Kontrollen eintreten und somit bestätigt wird, daß eine Beeinflussung der Keimfähigkeit des Saatgutes durch die Colchicinbehandlung nicht eintritt. Dieser Schluß würde aber gleichzeitig bedeuten, daß das Saatgut der Ernte 1948 selbst zur Zeit der Durchführung der Versuchsserie III noch keine Herabsetzung seiner Keimfähigkeit, wohl aber der Keimenergie erlitten hatte. Da die Keimfähigkeit des Birkensamens der gleichen Bäume nach unseren Beobachtungen in den einzelnen Jahren sehr verschieden ist, wahrscheinlich vornehmlich infolge der verschiedenartigen Witterungsbedingungen während der Reifezeit des Samens, könnte es möglich sein, daß auch das Absinken der Keimfähigkeit wie auch der Keimenergie in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen während der Samenreife in den einzelnen Jahren verschieden ist. Versuche zur Klärung dieser Frage sind zwar bereits begonnen worden, können jedoch erst nach Ablauf mehrerer Jahre abgeschlossen werden.

## 2. Das Wachstum der Sämlinge.

Die Entwicklung des Höhenwachstums der Sämlinge aus den Versuchen des Frühjahrs 1948 ergab nach den verschiedenen Behandlungen deutliche Unterschiede. Im Durchschnitt aller Nachkommenschaften wiesen die Pflanzen aus 48 Stunden in Colchicinlösung eingekochten Samen ein deutlich stärkeres Wachstum auf als die aus 24 Stunden behandelten Samen, und die Sämlinge aus den Kontrollsamen zeigten die geringste Wuchsleistung. Diese

handlungsdauer zunehmende Stimulation der Wuchsleistung für die Nachkommenschaft 10. Die Nachkommenschaft 9 (Abb. 5) hat auf die 48stündige Behandlung mit stark gesteigerter und auf die 24stündige Behandlung mit stark geschwächter Wuchsleistung reagiert. Die Nachkommenschaft Nr. 28 (Abb. 6) zeigte nach 24stündiger Behandlung eine sehr starke Förderung des Wachstums und bei 48stündiger Behandlung dagegen nur eine geringe Steigerung deselben. Die Nachkommenschaft 29 (Abb. 7) reagierte auf die Behandlung mit zunehmender Dauer derselben mit steigender Hemmung der Wuchsleistung.

Wie auch aus den Abbildungen weiterhin ersichtlich ist, bestehen innerhalb der Behandlungsgruppen wie auch der Kontrollen bei sämtlichen Saatnummern große Wuchsunterschiede. Die Anzahl der in ihrer Wuchsleistung stark geförderten Pflanzen lässt jedoch keine Regelmäßigkeit er-



Abb. 4—7. Unterschiedliche Wuchsleistung einiger Nachkommenschaften nach 24- u. 48stündigem Einquellen der Samen in 0,2%iger Colchicinlösung. (Erklärung im Text).

Beobachtung war um so bemerkenswerter, da im allgemeinen Sämlinge mit tetraploidem Gewebe in ihrer Wuchsenergie gegenüber diploiden Individuen in ihrer Wuchsaktivität geschwächt sind. Bei der vergleichenden Beurteilung der einzelnen Nachkommenschaften fiel es jedoch auf, daß die Reaktion der einzelnen Nachkommenschaften auf die verschiedene Behandlung durchaus nicht einheitlich war. So wiesen bei einzelnen Saatnummern die Pflanzen aus 24 Stunden behandeltem Samen oder bei anderen die der Kontrollen das stärkste Wachstum auf. Die Abb. 4—7 zeigen die unterschiedliche Reaktion einiger Nachkommenschaften. Auf den Abbildungen stehen links die Sämlinge aus 48 Stunden in Colchicinlösung eingekochten Samen, in der Mitte aus 24 Stunden behandelten Samen und rechts die Sämlinge der Kontrollen. Die Abb. 4 zeigt die mit steigender Be-

Tabelle 3.

Tag der Messung	Mittlere Höhe der Pflanzen in cm aus Samen		
	nach 48stündig. Colch. Behandlung	nach 24stündig. Colch. Behandlung	nach 24stündig. Wasserbehandlung
13. 7. 48	6,5	5,7	5,1
16. 8. 48	10,5	9,0	8,5
8. 6. 49	17,9	15,0	14,7

kennen. Die in Tabelle 3 zusammengestellten Mittelwerte für die Wuchsleistung sämtlicher Saatproben in den verschiedenen Behandlungsgruppen geben daher die augenblicklichen großen Unterschiede in der Wuchsleistung nach der Colchicinbehandlung gegenüber den Kontrollen nicht ganz wieder.

Die Unterschiede haben sich aber, wie aus der Messung vom 8. 6. 1949 hervorgeht, nach 16 Monaten immer noch erhalten, trotzdem die Pflanzen inzwischen ins Freiland verpflanzt wurden. Auch sind weiterhin entsprechende Differenzen in der Wuchsleistung zu beobachten. Infolge starken Verbisses der Pflanzen durch Kaninchen ist jedoch eine statistische Auswertung des Versuches nicht mehr möglich. Es lag die Vermutung nahe, für die unterschiedliche Wachstumsintensität der Sämlinge in den verschiedenen Aussaaten die beträchtlichen Zeitdifferenzen im Aufgehen der Sämlinge verantwortlich zu machen. Bei der Auszählung des Aufgehens der Sämlinge war aber keine Trennung derselben nach ihrem Aufgehen vorgenommen worden. Bei der Wiederholung der Versuche war daher, wie bereits oben geschildert, eine zeitliche Trennung der Sämlinge nach dem Eintreten der Keimung vorgenommen worden. Die großen Unterschiede in der Wuchsleistung der Einzelindividuen der einzelnen BirkenNachkommenschaften sind nach den Beobachtungen an unserem umfangreichen Zuchtmaterial offenbar für die Birken charakteristisch. Neben weitgehenden Unterschieden zwischen den einzelnen Nachkommenschaften finden sich in einer gewissen Anzahl von Nachkommenschaften in unterschiedlicher Menge Pflanzen, die durch besonders starke bzw. schwache Wuchsleistung auffallen.

Die Wachstumsbeobachtungen an den Pflanzen der Versuchsserie I vom 2. 9. 1948 haben die Beobachtung des Vorjahres ebenfalls bestätigt. Im Mittel aller

Nachkommenschaften wiesen jedoch die Pflanzen der 24stündigen Colchicinbehandlung eine etwas größere Wuchsleistung als die der 48stündigen Behandlung auf. Auch die einzelnen Nachkommenschaften ließen wieder die gleiche unterschiedliche Reaktion wie bei den Versuchen des Vorjahres erkennen.

Der Vergleich der Wuchsleistung der Sämlinge aus der Kontrollreihe mit verschiedenem Keimungsdatum ergab ein deutliches Absinken der Wuchsleistung mit zunehmender Keimdauer des Samens. So betrug die Wuchsleistung der Pflanzen aus am 17. 9. gekeimten Samen im Durchschnitt aller Nachkommenschaften nur etwa 58% der aus am 6. 9., also 11 Tage früher, gekeimten Samen erwachsenen Pflanzen. Die bessere Wuchsleistung der Pflanzen aus schnellkeimenden Samen ist nach den Ergebnissen der vorliegenden Beobachtungen nur die Folge einer modifikativen Beeinflussung. Die Individuen der nach dem Keimungsdatum zusammengestellten Gruppen weisen auch innerhalb der verschiedenen Nachkommenschaften wieder so starke Wuchsleistungsunterschiede auf, daß allein diese genetisch bedingt sein können, während die zwischen den verschiedenen Keimungsgruppen auftretenden nur eine Folge des Entwicklungsvorsprungs der früher keimenden Sämlinge sind. In allen Keimungsgruppen treten bei verschiedenen Nachkommenschaften einzelne Individuen auf, die durch eine besonders starke bzw. schwache Wachstumsleistung auffallen. Die modifikative Steigerung der Wuchsleistung durch den mit der Frühkeimung verbundenen Entwicklungsvorsprung klingt jedoch nach einer gewissen Zeit ab.

Dagegenüber sind aber die Unterschiede in der Wuchsleistung der Sämlinge aus mit Colchicin behandelten Samen gegenüber den Kontrollpflanzen noch heute, am 29. Oktober 1950, also nach 2 Jahren deutlich zu erkennen. Eine genaue Auswertung des Versuches ist jedoch leider auch diesmal infolge des zur Zeit nicht zu verhindernden Verbisses durch Kaninchen nicht mehr möglich.

#### IV. Besprechung der Ergebnisse.

Die mitgeteilten Untersuchungen über die Beeinflussung der Keimung von Birkensamen und der Wuchsintensität der Sämlinge durch 24- und 48-stündiges Einquellen der lufttrocknen Samen in 0,2%iger Colchicinlösung haben zu Ergebnissen geführt, die an verschiedenen Stellen bereits in der Literatur angedeutet, jedoch meines Wissens bisher noch nicht zum Ausgangspunkt einer näheren Untersuchung gemacht worden sind. Die Erhöhung der Keimenergie wie die Steigerung der Wuchsleistung stellen ebenso wie die an zoologischen Objekten beobachteten Wirkungen eine Beeinflussung der Entwicklungsgeschwindigkeit dar. Bei den Untersuchungen von HAVAS und KAHÁN (3) an Eiern, Raupen und Puppen des Seidenspinners schlüpften die Versuchstiere nach Behandlung mit Colchicin 1:2000 früher aus dem Ei als die Kontrollen. Nach Behandlung mit Colchicin 1:5000 schlüpften sie später. Gleichzeitig traten morphologische Abweichungen und Farbveränderungen wie Hypertrophie des Thorax mit Stummelflügeligkeit, Verkleinerung oder gänzliche Rückbildung der Antennen, gelbe Flecken und auch gänzlich kaffeebraune Färbung auf. Ein Tier legte

bereits Eier ab, obwohl es die chitinige Puppenhülle noch nicht abgestreift hatte.

Da bei den Insekten die Corpora allata für das Wachstum, die Differenzierung und Farbänderungen von großer Bedeutung sind, glauben die Verfasser in der Beeinflussung dieser als einem besonders wirksamen endokrinen Organ durch das Colchicin den Ausgangspunkt der beobachteten Veränderungen sehen zu können.

Eine typische Entwicklungsbeschleunigung konnten wir auch an Kiefern nach Colchicinbehandlung der Samen beobachten. Die einjährigen Kiefern pflanzen entwickeln im allgemeinen nur einfache Nadeln. In Kiefernaussaaten werden auch in unterschiedlicher Menge Pflanzen gefunden, die im ersten Jahr bereits Seitenzweige ausbilden. Aber auch an diesen sind



Abb. 8. Ausbildung paariger Nadeln an einjährigen Kiefernpflanzen nach Behandlung des Vegetationspunktes mit 0,2%iger Colchicinlösung.

im allgemeinen nur unpaarige Nadeln zu finden. Nur äußerst selten werden Sämlinge gefunden, die bereits im 1. Jahr in den Achseln der unpaarigen Nadeln paarige Nadeln an Kurztrieben ausbilden, wie sie allgemein erst von der zweijährigen Pflanze entwickelt werden. Einjährige Pflanzen, die bereits im ersten Jahr paarige Nadeln ausbilden, zeigen also eine deutliche Entwicklungsbeschleunigung. Nach Behandlung des Vegetationspunktes von Kiefernsämlingen mit 0,2%iger Colchicinlösung konnten wir nach einigen Wochen feststellen, daß die Mehrzahl der Sämlinge bereits im ersten Jahr in den Achseln fast sämtlicher unpaarigen Nadeln paarige Nadeln ausbildete. In Abb. 8 ist eine Pflanze zu Beginn des zweiten Jahres dargestellt. Der sich entwickelnde Trieb läßt an seiner Basis bereits die sich streckenden normalen paarigen Nadeln erkennen, während am Trieb des ersten Jahres die kräftig entwickelten paarigen Nadeln in den Achseln der unpaarigen erstjährigen Nadeln auffallen. Eine allgemeine Wachstumssteigerung, wie bei den Birkensämlingen, konnten wir jedoch bei den Kiefern nicht beobachten.

Die Ausbildung von sog. Jugendblättern, die sich von den Altersblättern in Form und Größe deutlich unterscheiden, ist für eine Reihe von Baumarten bekannt, so auch für die Aspe. Die unpaaren Nadeln der einjährigen Kiefern pflanzen stellen die Jugendform

gegenüber den paarigen Nadeln als Altersform dar. Die an einzelnen einjährigen Individuen spontan auftretende Ausbildung der Altersnadeln, wie auch die beobachtete Entwicklung derselben nach Colchicinbehandlung stellen jedoch eine Entwicklungsbeschleunigung dar, die bei ersteren durch zunächst unbekannte, vielleicht erbliche Ursachen und bei letzteren durch die Colchicinbehandlung ausgelöst wird. Es ist anzunehmen, daß diese Entwicklungsbeschleunigung durch eine Änderung des Fermenthaushaltes bedingt ist.

Bezüglich der beobachteten Beeinflussung der Keimenergie ist zunächst festzustellen, daß die Abhängigkeit der Keimfähigkeit vom Fermentgehalt der Samen bekannt ist. Nach den Befunden RUGES (13) verringert sich der Gehalt der Samen während der Lagerung nicht allein an freien, sondern auch an gebundenen Bioswuchsstoffen, und die Verringerung der Keimfähigkeit scheint mit einem allgemeinen Sinken des Wirkstoffspiegels verbunden zu sein. Beim Eintritt der Keimung tritt eine sprunghafte Änderung des Fermenthaushaltes auf. Während im ruhenden Samen die Fermente nur in geringem Umfange in aktiver Form vorhanden sind, werden sie jetzt plötzlich weitgehend in den aktiven Zustand überführt.

Bei schwerkeimenden und überliegenden Samen verschiedener Baumarten wird durch das im Gartenbau übliche Verfahren des Stratifizierens in den Samen der für den Beginn der Keimung erforderliche Fermentzustand hergestellt. Nach Untersuchungen von McLINTOK (8) wird aber auch bei verschiedenen Kiefernarten, deren Samen an sich beim Samenausfall im Zustand der Vollreife sich befinden, durch eine dreimonatige Stratifikation ein höheres Keimprozent und ein gleichmäßigeres Auflaufen der Sämlinge erreicht. Weiterhin ist bekannt, daß eine günstige Beeinflussung der Keimfähigkeit und der Keimenergie durch Vor- oder Einquellen in Lösungen verschiedener Chemikalien, wie z. B. Kaliumnitrat, Zinkoxyd oder Kupferoxyd JOHNSON (4) erzielt werden kann. Auch diese Behandlungen führen zu einer Aktivierung der Fermente und ermöglichen damit einen schnellen Eintritt der Keimung. Es ist daher anzunehmen, daß die Behandlung der Samen durch 24- oder 48stündiges Einquellen in 0,2%ige Colchicinlösung ebenfalls zu einer Aktivierung der Fermente in den ruhenden Birkensamen führt.

In unserem Versuche fanden wir eine Hemmung der Keimenergie frisch geernteter Birkensamen und eine Förderung derselben nach 5monatiger Lagerung der Samen durch die Colchicinbehandlung, während nach 3monatiger Lagerung keine eindeutige Beeinflussung festzustellen war. Es ist nun bekannt, daß während der Nachreife der Samen und der Lagerung derselben fermentative Prozesse ablaufen, die zunächst zur Vollreife und später zum Verlust der Keimfähigkeit führen. Während des Alterns der Zellen erfolgt auch eine Verschiebung des pH-Wertes des Zellsaftes und des Isoelektrischen Punktes der Eiweiße. Es ist möglich, daß auch während der Nachreife ähnliche Prozesse in den Samen sich abspielen.

Nach den Untersuchungen von SCHOETENSACK (12) wird die Wirksamkeit von Phosphatasen in Abhängigkeit vom pH-Wert und der Konzentration des Colchicins von diesem beeinflußt. Im Alkalischen fand er bei einer Colchicinkonzentration von  $10^{-5}$  m eine deutliche Förderung (Schweinenierenphosphatase pH 8,9,

Erythrocytenphosphatase pH 7,2), während es im Sauern von dieser Konzentration abhemmt (Erythrocytenphosphatase pH 6,4). Auch im alternden Samen tritt eine allmähliche Änderung des pH-Wertes auf, indem die Reaktion alkalischer wird. Es ist daher möglich, daß in alternden Samen mit der Änderung des pH-Wertes eine Änderung der Beeinflussung der die Keimfähigkeit steuernden Fermente durch Colchicin bei der in unseren Versuchen verwendeten Konzentration von 0,2% eintritt. Nach den Untersuchungen von MISZURSKI und DOLJANSKI (9) übt das Colchicin nicht nur eine Wirkung auf die Kernteilung aus, sondern beeinflußt auch in ruhenden Zellen das Cytoplasma. Die Zellen werden abgerundet, das Cytoplasma basophil, während der Ruhekern unverändert bleibt.

LEVAN (6) läßt auf Grund seiner Beobachtungen die Frage offen, ob die Wirkung des Colchicins bei der Bildung der Anschwellungen der Wurzelspitzen auf einem direkten Einfluß desselben auf die Mitose beruht, oder durch die in der Pflanze vorhandenen Wachstumshormone. Nach seinen Beobachtungen erfolgt das erste Wurzelwachstum allein durch eine Vergrößerung des Zellvolumens, und der ersten Mitosen traten erst am 5. Tage auf, während die Anschwellungen der Wurzelspitzen zu dieser Zeit bereits als zwiebelartige Verdickungen der Wurzelspitzen ausgebildet sind.

Nach den mitgeteilten Beobachtungen und den Angaben in der Literatur über die Einwirkung des Colchicins auf das Cytoplasma und die Aktivität der Fermente erscheint es möglich, daß in unseren Versuchen gefundene Veränderung der Entwicklungs geschwindigkeit bei der Keimung und im späteren Wachstum der Sprosse eine Folge der Wirkung des Colchicins auf die Aktivität bestimmter Fermente darstellt.

## V. Zusammenfassung.

1. Die Keimenergie frisch geernteter Birkensamen wird durch die Behandlung mit Colchicinlösungen gehemmt, eine Beeinflussung der Keimfähigkeit findet offenbar nicht statt.
2. Ein Vierteljahr gelagerter Samen, der weder in seiner Keimenergie noch in seiner Keimfähigkeit geschädigt ist, wird durch die Behandlung nicht beeinflußt.
3. Samen, der fünf Monate gelagert worden ist und in seiner Keimenergie geschwächt ist, zeigt nach der Behandlung mit Colchicinlösungen eine gesteigerte Keimenergie. Eine Steigerung der Keimfähigkeit tritt offenbar nicht ein.
4. Bei der für die Untersuchungen gewählten Konzentration der Colchicinlösung von 0,2% und Behandlungszeiten von 24 u. 48 Stunden steigt die Wirkung mit zunehmender Behandlungsdauer.
5. Die Wuchsenergie der Sämlinge aus behandelten Samen ist gegenüber der Leistung der Kontrollversuche durch die Behandlung gleichfalls gesteigert. Die Steigerung der Wuchsleistung ist noch nach  $1\frac{1}{2}$  Jahren feststellbar.
6. Die Beeinflussung der Wuchsleistung ist nicht bei allen Nachkommenschaften einheitlich und offenbar von individuellen physiologischen Verschiedenheiten abhängig.

7. Es wurden die Möglichkeiten des Einwirkens der Colchicinlösungen auf die Samenkeimung und das Wachstum der Sämlinge an Hand der in der Literatur vorhandenen Hinweise über die Beeinflussung des Plasma und die Tätigkeit der Fermente besprochen.

#### Literatur.

1. BLAKESLEE, A. I.: Dedoublement du nombre de chromosomes chez les plantes par traitement chimique. *C. R. Acad. Sc.* **205**, 476—479 (1937). — 2. HAVAS, L. J.: Effect of Colchicin and of *Viscum album* Preparations upon Germination of seeds and Growth of Seedlings. *Nature*, February **27**, 371—372 (1937). — 3. HAVAS, L. J. and KAHÁN, J.: Hormon-mimetic and other responses of the silkworm (*Bombyx mori* L.) to some polyploidogenic agents. *Nature* **161**, 570—571 (1948). — 4. JOHNSON, L. P. V.: Effect of chemical treatments on the germination of forest tree seeds. *J. Forestry* **43**, 825

(1945). — 5. KOSTOFF, D.: Polyploid plants produced by colchicine and acenaphthene. *Current Sci.* **7**, 108—110 (1938). — 6. LEVAN, A.: Framställning av tetraploid rödklöver. *Sveriges Utsädesför. Tidskr.* **115**—124 (1940). — 7. LEVAN, A.: The macroscopic colchicine effect — a hormonal action? *Hereditas* **28**, (244) (1942). — 8. MCINTOCK, T. F.: Stratification as a mean of improving results of direct seeding of pines. *J. Forestry* **40**, 724—728 (1942). — 9. MISZURSKI, B. and DOLJANSKI, L.: Effect of Colchicine on resting cells in tissue cultures. *Proc. Exper. Biol. a. Med.* **64**, 334—336 (1947). — 10. MÜNTZING, A. u. RUNSUGST, E.: Note on some colchicine induced polyploids. *Hereditas* **XXV**, 491—495 (1939). — 11. NEBEL, B. R. u. RUTTLE, M. L.: The cytological and genetical significance of colchicine. *J. Heredity* **29**, 3—9 (1938). — 12. SCHOETENSACK, W.: Beeinflussung von Phosphatasen durch Mitosegifte. *Naturwiss.* **35**, 285 (1948). — 13. RUGE, U.: Untersuchungen über keimungsfördernde Wirkstoffe. *Planta* **35**, 297—318 (1947).

## Eine kurze Bibliographie zur biologischen Statistik, ausgewählt in Hinblick auf das landwirtschaftliche Versuchswesen.

Ein Blick in die wieder zugängliche Literatur des Auslandes über naturwissenschaftliche Probleme läßt die vielleicht überraschende Tatsache erkennen, daß die Versuchsarbeit auf den verschiedensten Gebieten im Laufe des letzten Jahrzehntes, in dem wir in Deutschland von der Entwicklung weitgehend abgeschnitten waren, unter die Herrschaft der Statistik geraten ist. Dies trifft ganz besonders auf die angewandten Disziplinen (Pflanzen- und Tierzüchtung, Phytopathologie, Agriculturchemie, Tierernährung usw.) zu, und es dürfte kaum übertrieben sein, wenn man feststellt, daß zahlreiche Versuchsberichte in ihrer knappen Darstellung der Endergebnisse der statistischen Auswertung für viele Interessenten unverständlich bleiben, sofern die wesentlichsten Grundlagen dieser statistischen Methodik unbekannt sind. Die Frage wie diese Entwicklung zu beurteilen ist, ob positiv oder negativ, ob hier etwa eine der berüchtigten „amerikanischen Übertreibungen“ wirksam wird, kann nur von dem beurteilt werden, der sich die Mühe macht, diese Methodik kennen zu lernen und in eigener Anwendung zu prüfen, unter Gefahr dabei selbst in den magischen Bann dieser Methodik zu geraten.

Die statistischen Methoden in der Biologie, insbes. als Variationsstatistik bekannt, sind auf dem europäischen Festland durchaus nichts Neues. Einen guten Überblick über die zahlreichen Arbeiten auf diesem Gebiet seit dem 18. Jahrhundert gibt etwa:

ERNA WEBER: Grundriß der biologischen Statistik. Fischer, Jena. 256 S. (1948).

obwohl dieses Buch die moderne Methodik nur am Rande und in ungenügendem Maße berücksichtigt, da der Verfasserin offensichtlich die neuere Literatur des Auslandes noch nicht zugänglich war. Der Genetiker wird sich vor allem des klassischen Werkes von JOHANNSSEN: Elemente der exakten Erblichkeitslehre (Fischer, Jena, 3. Aufl. 1926) erinnern. Auf dem Gebiete der Agrikulturchemie und des Feldversuchswesens sind statistische Methoden seit WOLLNY, RODEWALD, MITSCHERLICH durchaus üblich. Und doch darf man sagen; den älteren Aufassungen gegenüber ist es etwas Neues, das uns jetzt in der statistischen Methodik entgegentritt, wenn man auch gleichzeitig feststellen muß, daß diese neuere Entwicklung bereits um die Jahrhundertwende einsetzt, nunmehr also immerhin schon ein halbes Jahrhundert umfaßt. Wesentlich daran beteiligt sind englische Wissenschaftler: KARL PEARSON, der an Arbeiten von GALTON anknüpfte, der Chemiker GOSSET, unter dem Pseudonym „STUDENT“

bekannt, und vor allem R. A. FISHER. Jeder dieser drei Namen ist mit einem der drei „Verteilungsgesetze“ verbunden, die heute als Grundlage für die wesentlichsten Prüfungsmethoden für die Bedeutsamkeit statistischer Daten dienen.

Den  $\chi^2$ -Test verdanken wir KARL PEARSON (On the criterion that a given system of deviations from the probable, in the case of a correlated system of variables, is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. *Phil. Magazin* 5. ser. **1**, 157—175, 1900). Den t-Test entwickelte „STUDENT“ (The probable error of a mean. *Biometrika*, **6**, 1—25, 1908), und den F-Test, in seiner ursprünglichen Form auf Grund der z-Verteilung R. A. FISCHER (On the mathematical foundations of theoretical statistics. *Phil. Transact. of the Royal Soc. London*, ser. A. **222**, 309—368, 1921). Diese sogenannten Prüfverteilungen gründen sich auf die Normalverteilung (Gauss-Laplace-Verteilung), die damit in der Theorie der Stichproben einen zentralen Platz einnimmt. Vordem konnte sie, gemeinsam mit der Häufigkeitsverteilung der seltenen Ereignisse (Poisson-Verteilung) als Grenzfall der bekannten Binomial-Verteilung (Bernoulli-Verteilung) gelten. Mit diesen Verteilungsgesetzen war eine Vielzahl von statistischen Problemen der Lösung näher gebracht und zwar auf Grund einer einheitlichen logischen Konzeption des Begriffs der Wahrscheinlichkeit. Die einfache zweckmäßige Darstellung der Gesetzmäßigkeiten in Form von Tafeln ermöglichte ihre Anwendung in der Praxis.

Es ist zweifellos das Verdienst R. A. FISHERS, diese mehr oder weniger unabhängig entwickelten Methoden in einem geschlossenen Gedankengebäude zusammengefaßt und die logischen Grundlagen und mathematischen Zusammenhänge aufgezeigt zu haben. Das klassische Werk, das hier genannt werden muß, ist sein Buch:

R. A. FISHER: Statistical methods for research workers. Oliver and Boyd, London, 1. Aufl. 1925, 10. Aufl. 1946. 360 S.).

Es ist in Deutschland in seiner Bedeutung offenbar erst recht spät voll erkannt worden. Es ist merkwürdig, daß keiner der deutschen Verlage für dieses Werk einen Übersetzer gesucht oder gefunden hat. Es bietet sicherlich selbst bei guten Sprachkenntnissen keine leichte Lektüre, obwohl es auf Beweisführungen in strenger mathematischer Formulierung verzichtet. Vielleicht liegt aber gerade darin die Schwierigkeit für den Nichtengländer, die ihrem Wesen nach mathematischen Begriffe, die