

# Versuchstechnische Probleme bei der Anlage von Klonplantagen

Von WOLFGANG LANGNER und KLAUS STERN

(Eingegangen am 20. 10. 1954)

## Einleitung

Als Klonplantagen im Sinne dieses Aufsatzes sollen solche Plantagen verstanden werden, die aus Pfropflingen oder anderen vegetativen Nachkommen bestimmter Ausgangsbäume zusammengesetzt sind. Sie können verschiedenen Zwecken dienen. Einmal werden Klone zu künstlichen Fortpflanzungsgemeinschaften, sogenannten Samenplantagen, vereinigt. Zum anderen ist vorgeschlagen worden, die Veranlagung ausgewählter Phänotypen dadurch zu prüfen, daß von diesen Klone hergestellt und miteinander verglichen werden. Schließlich müßte durch plantagenmäßigen Anbau von Pfropflingen mit verschiedenartiger Unterlage die Frage der Wechselwirkungen zwischen Unterlage und Pfropfreis einer Klärung näher zu bringen sein.

Da die für die Saatgutversorgung benötigten Samenplantagen bereits erhebliche Flächen beanspruchen werden und durch die Anlage gesonderter Klonplantagen für die genannten und vielleicht noch andere Aufgaben weitere Flächen der Holzerzeugung entzogen werden müßten, soll nachfolgend geprüft werden, ob es nicht möglich wäre, durch Anwendung eines geeigneten Verteilungsschemas bei der Plantagenanlage die verschiedenen Zwecke auf jeweils nur einer Fläche zu erreichen. Hierbei ist vorausgesetzt, daß die Samenplantagen nicht nur aus im Höchstfalle drei Klonen, sondern aus einer größeren Anzahl von Klonen zusammengesetzt werden sollen, also nicht etwa der Erzeugung von Inzuchtsaatgut oder sonstigen Spezialzwecken zu dienen haben.

Diese Überlegungen führten zu der nochmaligen Bearbeitung des Problems der Klonverteilung in Samenplantagen, über die bereits früher veröffentlicht wurde (KLAHNS 1953, LANGNER 1953). Dabei wird in Ergänzung der dortigen Ausführungen eingangs kurz die Frage der Zweckmäßigkeit eines reihen- oder parzellenweisen Nebeneinanderpflanzens der Klone erörtert (geschlossene Klonparzellen). Sodann werden die Vorschläge KLAHNS (1953) und LANGNERS (1953) hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit als Samenplantagen nochmals diskutiert. Es ergibt sich die Möglichkeit einer weiteren Verbesserung einmal durch Abwandlung dieser Vorschläge, ferner durch Anwendung der Methoden der „vollständigen Blocks“ (FISHER 1946) und der „balancierten unvollständigen Blocks“ sowie des „balancierten Gitters“ nach YATES (COCHRAN and COX 1950). Nach diesen Untersuchungen wird schließlich gezeigt, wie diese gegenüber den alten Vorschlägen verbesserten Verteilungen hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für die Durchführung von Klonprüfungen zu beurteilen sind.

## Untersuchungen

Sowohl KLAHNS (1953) als auch LANGNER (1953) gingen nicht auf die Frage ein, ob ein reihen- oder parzellenweises Nebeneinanderpflanzen der Klone für die Anlage von Samenplantagen in Betracht gezogen werden könne. Da der Zweck einer der Praxis dienenden Samenplantage darin besteht, möglichst große Mengen von aus Fremdbefruchtung entstandenem Saatgut herzustellen, bedarf es

auch tatsächlich keines weiteren Hinweises, daß eine solche Klonanordnung nicht zweckmäßig sein kann.

Die Überprüfung der Vorschläge KLAHNS (1953) und LANGNERS (1953) ergab, daß bei Verwendung von zehn Klonen mit je zehn Pflanzen die von LANGNER gewählte Anordnung im Dreiecksverband für die Anlage einer Samenplantage nicht in jeder Hinsicht günstiger ist als die von KLAHNS für den Quadratverband vorgeschlagene. Vorteilhaft ist zweifellos bei LANGNERS Dreiecksverband, daß jede Pflanze gegen die übrigen des gleichen Klones durch solche anderer Klone abgesichert ist. Auch stehen die Pflanzen des gleichen Klones so weit als irgend möglich voneinander entfernt, was bei Selbststerilität einen nur geringen Ausfall an Samen, bei Selbstfertilität ein Mindestmaß an Inzuchtnachkommen garantiert. Dagegen ist die Forderung LANGNERS, jede Pflanze eines Klones solle die Pflanzen sämtlicher anderen Klone zu Nachbarn haben, beim LANGNERSchen Dreiecksverband nur dann voll erfüllt, wenn man die nicht unmittelbar benachbarten, halb durch zwischenstehende Pflanzen verdeckten sechs Pflanzen (diagonale Nachbarn) mit berücksichtigt, während dies beim KLAHNSchen Quadratverband schon ohne Hinzuziehung der diagonalen Nachbarn erreicht wird, was wiederum beim LANGNERSchen Quadratverband auch mit diesen diagonalen Nachbarn nicht der Fall ist (die Kombinationen AF, BG, CH, DJ und EK kommen nicht zu Stande). Für beide Vorschläge ergibt sich schließlich als Mangel, daß die verschiedenen möglichen Kombinationen in sehr unterschiedlicher Zahl verwirklicht werden (unter der Voraussetzung, daß die Befruchtung einer jeden Pflanze im wesentlichen durch die unmittelbar und diagonal benachbarten Pflanzen erfolgt).

Diese Feststellungen, die im Zusammenhang mit mündlichen Hinweisen der Herren Forstmeister Dr. H. SCHMITT, Gießen, und Forstmeister FREIHERR V. SCHRÖTTER, Kiel, (s. a. v. SCHRÖTTER 1954) getroffen wurden, führten zunächst zu dem Versuch, auf andere Weise als durch zufällige Verteilung der Klone (KLAHNS 1953) oder als durch eine mehr systematische Mischlage der Klone (LANGNER 1953) ein besseres Ergebnis zu erzielen. Dabei zeigte sich, daß sowohl die bei dem KLAHNSchen Beispiel aufgetretenen Mängel (Selbstungsmöglichkeiten durch fehlende oder ungenügende Abschirmungen der Klone gegeneinander, sehr unterschiedliche Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Kombinationen), als auch die Mängel des LANGNERSchen Vorschlages (Ausfall von Kombinationen und ebenfalls unterschiedliche Häufigkeit des Auftretens der möglichen Kombinationen) sowohl bei Berücksichtigung nur der unmittelbaren als auch der diagonalen Nachbarn vermieden oder abgeschwächt werden können. Als besonders zweckmäßig erwies sich hierfür der Dreiecksverband, weil dieser neben den bereits erwähnten Vorzügen (LANGNER 1953) noch den Vorteil hat, daß bei Annahme vorzugsweiser Nachbarschaftsbefruchtung mehr Kombinationen gebildet werden als beim Quadratverband (z.B. unter Berücksichtigung der unmittelbaren und diagonalen Nachbarn bei Verwendung von zehn Klonen mit je zehn Pflanzen 988 statt nur 684), wodurch die Befruchtungs-

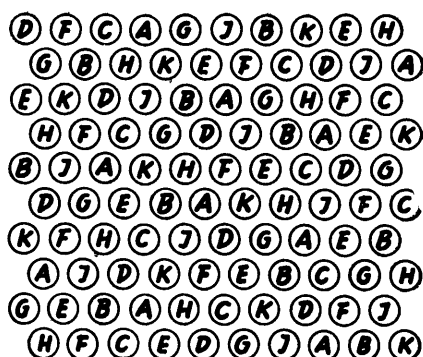
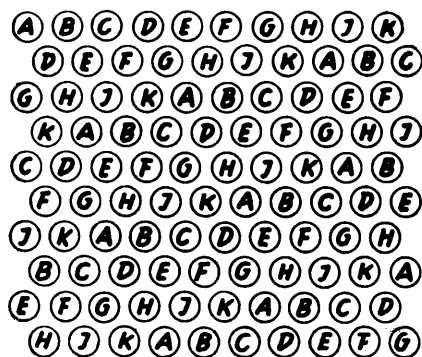


Abb. 1. Klonverteilungen. Links: Dreiecksverband nach LANGNER; rechts: Balancierte Einzelmischung (nähere Erklärungen s. Text).

Tabelle 1. — Mögliche Kombinationen zwischen unmittelbaren und diagonalen Nachbarn (Nähere Erklärung siehe Text)

Kombinationen	Klaehns □ Verb.	Langners □ Verb.	Langners △ Verb.	Balanc. Einz' mi.	Vollst. Blocks	Balanc. unvollst. Bl.	Balanc. Gitter
1	2	3	4	5	6	7	8
A B	12	18	26	20	20	14	22
C	20	16	16	24	22	20	22
D	14	18	18	24	22	18	18
E	16	16	32	22	22	18	24
F	12	—	14	24	20	16	22
G	16	18	34	22	22	18	22
H	12	18	18	20	22	22	24
J	14	16	16	24	18	20	18
K	16	18	26	20	—	18	—
B C	12	18	26	22	24	16	20
D	20	16	16	22	22	24	18
E	8	18	18	22	24	22	20
F	20	16	32	24	24	18	18
G	14	—	14	22	18	18	22
H	14	16	32	24	20	16	18
J	22	18	18	24	22	18	22
K	16	16	16	18	—	22	—
C D	18	18	26	22	20	20	18
E	16	16	16	24	26	22	26
F	16	18	18	22	26	20	24
G	10	16	32	18	24	18	26
H	16	—	12	22	26	20	22
J	14	16	32	22	20	18	26
K	14	18	18	24	—	14	—
D E	12	18	26	22	20	24	28
F	16	16	16	24	20	24	22
G	20	18	18	24	22	22	20
H	14	16	32	24	24	20	22
J	12	—	12	20	16	24	22
K	8	16	32	22	—	20	—
E F	14	18	26	24	22	18	18
G	16	16	16	22	24	20	20
H	16	18	18	22	24	24	24
J	12	16	32	22	18	20	18
K	16	—	12	18	—	18	—
F G	8	18	26	22	22	18	22
H	20	16	16	20	26	16	22
J	14	18	18	26	20	24	18
K	14	16	32	20	—	16	—
G H	12	18	26	18	24	22	26
J	20	16	16	20	16	20	24
K	16	18	18	22	—	18	—
H J	12	18	26	22	20	18	24
K	12	18	18	20	—	22	—
J K	16	18	26	22	—	22	—
	662	684	988	988	782	880	782

Dazu Selbstungen:

A A	2
D D	2
E E	6
F F	2
G G	2
H H	4
K K	4
	684

ökologischen Ausgleichsmöglichkeiten sehr viel größer werden. Zur Herstellung der als „balancierte Einzelmischung“<sup>1)</sup> zu charakterisierenden Pflanzenanordnung, die zu dem früheren LANGNERSchen Vorschlag (Dreiecksverband) in Abb. 1 vergleichbar dargestellt ist, wurde folgendermaßen vorgegangen: Die einzelnen Individuen jedes Klones wurden nacheinander gleichmäßig auf die zur Verfügung stehenden Felder des möglichst quadratischen Geländes verteilt (also zunächst Klon 1, dann Klon 2 usw.),

wobei sich im Falle der Verwendung von zehn Klone mit je zehn Pflanzen und zehn Reihen mit ebenfalls zehn Pflanzen in jeder Reihe (Abb. 1) als besonders günstig ergab, wenn auf jede der waagerechten Reihe je eine Pflanze der zu verteilenden 10 Klone gesetzt wurde. Am Schluß wurden dann noch vorhandene ungünstige Zusammentreffen der Individuen eines Klones durch gegenseitigen Austausch und durch Pflanzenverschiebungen (in unserem Beispiel jeweils innerhalb der waagerechten Reihe) beseitigt. Sodann wurde die Häufigkeit der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten festgestellt und für den Fall des zahlenmäßigen Überwiegens oder Mangels einiger Kombinationen versucht, durch weitere Klonumstellungen eine möglichst wenig unterschiedliche Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Kombinationen zu erreichen. In welchem Umfange dies unter Heranziehung auch der diagonalen Nachbarn möglich ist, zeigt die Tabelle 1, in der in den Spalten 2 bis 5 die Häufigkeit der realisierten Kombinationen für den KLAEHNSchen Quadratverband, den LANGNERSchen Quadrat- und Dreiecksverband und für das soeben geschilderte Verfahren nebeneinander gestellt ist. Es kommen deutlich die Nachteile des KLAEHNSchen Quadratverbandes zum Ausdruck, bei dem die Spanne zwischen seltenerem und häufigerem Auftreten bestimmter Kombinationen zwar nicht allzu beträchtlich ist (8 bis 22), bei dem aber die 22 Selbstungsmöglichkeiten stören. Beim Quadratverband nach LANGNER ist die Schwankung zwischen der Häufigkeit der vorkommenden Kombinationen zwar sehr gering (16 bis 18), dafür ist aber das Fehlen von insgesamt fünf Kombinationen nachteilig (Gesamtschwankung also 0 bis 18). Beim Dreiecksverband nach LANGNER schließlich werden zwar keine Selbstungen gebildet, und es kommen auch keine Ausfälle vor, aber die Schwankung ist doch recht hoch (12 bis 34). Dagegen ergibt das neu vorgeschlagene Verfahren gegenüber dem KLAEHNSchen Quadrat- und LANGNERSchen Dreiecksverband eine geringere Spannweite (18 bis 26), und es kommen keine Kombinationsausfälle bzw. Selbstungsmöglichkeiten vor wie beim LANGNERSchen bzw. beim KLAEHNSchen Quadratverband.

Zu ähnlich guten Ergebnissen wie bei der „balancierten Einzelmischung“ kommt man bei Anwendung der bereits eingangs erwähnten Verfahren nach FISHER und YATES. Es sind dies die Methoden der „vollständigen Blocks“ (FISHER 1946), sowie der „balancierten unvollständigen Blocks“

<sup>1)</sup> Bei der Wahl dieses Ausdrucks sind sich die Verf. bewußt, daß hier der Begriff „balancieren“ nur angenähert dem Sinne der gleichlautenden Bezeichnung in der Versuchstatistik entspricht.

und des „balancierten Gitters“ (COCHRAN and COX 1950). Die Wahl dieser Methoden bedingte zwar das Abgehen von der ursprünglichen Klonzahl zehn mit je zehn Pflanzen, und es wurden, um wenigstens unseren bisherigen Beispielen angenäherte Pflanzenzahlen zu erhalten (90 bzw. 81 gegenüber 100), im ersten und dritten Falle neun Klone mit je neun Pflanzen, im zweiten Falle zehn Klone mit je neun Pflanzen gewählt. Die auf Grund der Pläne dieser Autoren entwickelten Verteilungen (Abb. 2 bis 4) zeigen aber bei ihrer Verwendung zur Anlage von Samenplantagen dennoch überzeugend die annähernde Gleichwertigkeit mit der günstigsten bisher empfohlenen Klonanordnung (*balancierte Einzelmischung*). Die Spannweiten zwischen der größten und kleinsten Häufigkeit des Vorkommens der verschiedenen Kombinationen sind die gleichen (Tab. 1, Spalte 6: 16 bis 26; Spalte 7: 14 bis 24; Spalte 8: 18 bis 28 Kombinationen). Allerdings konnte nur bei den „vollständigen Blocks“ mit der gleichen Vollkommenheit erreicht werden, daß die Pflanzen des gleichen Klones so weit voneinander entfernt stehen wie bei der „balancierten Einzelmischung“. Bei dem Verfahren nach den „balancierten unvollständigen Blocks“ sind 18 Pflanzen des gleichen Klones nur durch je eine fremdklonige Zwischenpflanze getrennt, beim „balancierten Gitter“ 20 (in Abb. 3 und 4 durch Verbindungslinien dargestellt). Ein Zusammentreffen von Klonen konnte aber auch hier selbst mittelbar (diagonale Nachbarn) verhindert werden. Dabei muß bezweifelt werden, daß die gebrachten Beispiele bereits die günstigsten Lösungen der Aufgabe darstellen. Es besteht vielmehr aller Grund zu der Annahme, daß dies nicht der Fall ist, denn sonst müßten sich die drei Verfahren hinsichtlich der erzielten Spannweiten unterscheiden. Und zwar müßte, soweit sich dies überblicken läßt, bei den „vollständigen Blocks“ nächst der „balancierten Einzelmischung“ die geringste, bei den „balancierten unvollständigen Blocks“ eine größere und bei dem „balancierten Gitter“ die größte Schwankung in der Häufigkeit des Vorkommens der verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten vorhanden sein (wegen der verschieden starken Bindungen der Klone innerhalb von Blocks und Wiederholungen). Bei der Fülle der Kombinationsmöglichkeiten mußte jedoch damit vorlieb genommen werden, die günstigsten Lösungen in weitgehender Annäherung zu finden.

Die Anordnungen, denen sämtlich der Dreiecksverband zugrunde gelegt wurde (wegen der bereits diskutierten Vorteile dieses Verbandes), entstanden auf folgende Weise:

Abb. 2: Verteilung nach dem Prinzip der „vollständigen Blocks“

Es wurde eine Blockanlage mit neun Wiederholungen zugrunde gelegt (die Blocks sind hier identisch mit den Wiederholungen). Jeder Block besteht dabei aus neun Pflanzen, die in drei Reihen zu je drei Pflanzen so nebeneinander gesetzt sind, daß ein um ein Geringes vom Quadrat abweichendes Rechteck zustande kommt. Die neun Blocks sind dann wieder ebenso zu einem solchen angenäherten Quadrat vereinigt. In jedem Block sind, entsprechend dem Grundprinzip der Anlage mit „vollständigen Blocks“, alle Klone in gleicher Zahl (je ein Pflöpfung) vertreten. Abweichend von einer normalen Blockanlage sind jedoch die Klone innerhalb der Blocks nicht rein zufällig verteilt, sondern nach den Gesichtspunkten der Samenplantage (keine Selbstungen, möglichst gleiche Kombinationszahlen).

D	E	B	H	E	B	F	G	J
A	C	F	A	D	G	C	H	D
H	G	J	C	F	J	A	E	B
F	D	E	B	H	E	B	F	C
B	C	A	G	D	C	H	J	D
J	G	H	F	J	A	G	E	A
F	E	B	C	H	F	D	B	G
C	A	D	G	E	B	C	H	F
G	H	J	A	D	J	E	A	J

Abb. 2. Verteilung der Klone nach der Methode der „Geschlossenen Blocks“. (9 Wiederholungen; nähere Erklärungen s. Text.)

B	C	A	K	F	E	K	H	A
E	J	D	B	J	G	C	J	K
G	F	K	H	C	D	B	E	H
C	A	E	J	F	H	K	D	B
H	D	G	C	K	G	E	A	G
E	J	B	D	A	B	H	J	C
A	F	H	E	F	C	D	F	A
C	D	G	B	H	K	G	E	H
K	J	A	K	D	E	F	J	D
G	B	F	J	G	A	B	C	F

Abb. 3. Verteilung der Klone nach der Methode der „Balancierten unvollständigen Blocks“ mit Klonumstellungen innerhalb der 30 Blocks zur Vermeidung des Zusammentreffens von 2 Klonen (nähere Erklärungen s. Text).

A	C	B	E	H	B	F	G	B
D	E	F	A	G	D	C	H	D
H	G	J	C	F	J	A	E	J
F	D	E	B	H	E	B	G	F
B	A	C	G	D	A	H	C	D
G	J	H	F	J	C	J	E	A
F	B	G	A	H	F	D	B	J
C	H	D	E	C	G	E	C	G
E	A	J	B	D	J	H	A	F

Abb. 4. Verteilung der Klone nach der Methode des „Balancierten Gitters“ mit Verdoppelung von 3 Wiederholungen, Verdreifachung der 4. Wiederholung und Klonumstellungen innerhalb der zwölf Blocks zur Vermeidung des Zusammentreffens von 2 Klonen (nähere Erklärungen s. Text).

Abb. 3. Verteilung nach dem Prinzip der „balancierten unvollständigen Blocks“

Es wurde zugrunde gelegt der Plan 11.15 bei COCHRAN and Cox (1950), der wie folgt beschrieben wird:

<i>t</i> (Zahl der Klone)	10
<i>k</i> (Zahl der Klone je Block)	3
<i>r</i> (Wiederholungszahl je Klon)	9
<i>b</i> (Zahl der Blocks)	30
<i>l</i> (Zahl der innerhalb der Blocks möglichen Kombinationen zweier Klone)	2

Der Plan für die „balancierten unvollständigen Blocks“, d. h. für Blocks, in denen die Klone so verteilt sind, daß jeder Klon mindestens einmal mit jedem anderen zusammensteht (*Blockplan*) sieht dann folgendermaßen aus:

Block	Klone		
(1)	A	B	C
(2)	A	B	D
(3)	A	C	E
(4)	A	D	F
(5)	A	E	G
(6)	A	F	H
(7)	A	G	J
(8)	A	H	K
(9)	A	J	K
(10)	B	C	F
(11)	B	D	K
(12)	B	E	H
(13)	B	E	J
(14)	B	F	G
(15)	B	G	J
(16)	B	H	K
(17)	C	D	G
(18)	C	D	H
(19)	C	E	F
(20)	C	G	K
(21)	C	H	J
(22)	C	J	K
(23)	D	E	J
(24)	D	E	K
(25)	D	F	J
(26)	D	G	H
(27)	E	F	K
(28)	E	G	H
(29)	F	G	K
(30)	F	H	J

Die Verteilung dieser Blocks, die nach dem Prinzip der „balancierten unvollständigen Blocks“ beliebig ist, erfolgte in unserem Falle wie nachstehend (*Blockverteilung*):

1	27	8	
23	15	22	
29	18	12	
3	30	11	
26	20	5	
13	2	21	
6	19	4	
17	16	28	
9	24	25	
14	7	10	

Durch bei diesem Verfahren zulässige Klonumstellungen innerhalb der Blocks wurde hierbei das Zusammentreffen von zwei Klonen vermieden und erreicht, daß alle Kombinationen entstehen und daß diese Kombinationen in möglichst gleich großer Häufigkeit gebildet werden.

In der Abb. 3 sind die einzelnen Blocks des besseren Zurechtfindens wegen durch Linien voneinander getrennt. Durch Vergleich mit dem „Blockplan“ ist unschwer die obenstehende „Blockverteilung“ wieder zu finden.

Abb. 4. Verteilung nach dem Prinzip des „balancierten Gitters“

Es wurde zugrunde gelegt der Plan 10.1 bei COCHRAN and Cox (1950), der mit den folgenden Daten beschrieben wird:

<i>t</i> (Zahl der Klone)	9
<i>k</i> (Zahl der Klone je Block)	3

<i>r</i> (Wiederholungszahl je Klon)	4
<i>b</i> (Zahl der Blocks)	12
<i>l</i> (Zahl der innerhalb der Blocks möglichen Kombinationen zweier Klone)	1

Der Grundplan sieht wegen des Vorhandenseins von drei Klonen je Block (*k* = 3) vier Wiederholungen vor.

Wiederholung I			Wiederholung II		
Blocks	Klone		Blocks	Klone	
(1)	A	B C	(4)	A	D G
(2)	D	E F	(5)	B	E H
(3)	G	H J	(6)	C	F J
Wiederholung III			Wiederholung IV		
Blocks	Klone		Blocks	Klone	
(7)	A	E J	(10)	A	H F
(8)	G	B F	(11)	D	B J
(9)	D	H C	(12)	G	E C

Die Wiederholungen I, II und IV sind in Abb. 4 verdoppelt, die Wiederholung III wurde dreimal untergebracht. Sie liegen folgendermaßen nebeneinander (in der Abb. durch Linien voneinander getrennt):

I	II	III (obere 3 Reihen)
I	II	III (mittlere 3 Reihen)
III	IV	IV (unter 3 Reihen)

Die Blocks innerhalb der Wiederholungen sind wie bei den „balancierten unvollständigen Blocks“ durch (unterbrochene) Linien voneinander getrennt. Da nach dem Prinzip des „balancierten Gitters“ die Klone innerhalb der Blocks und die Blocks innerhalb der Wiederholungen frei beweglich sind, konnte wieder wie bei dem Verfahren „balancierte unvollständige Blocks“ durch entsprechende Umstellungen erreicht werden, daß ein Zusammentreffen von 2 Klonen vermieden wird, daß alle Kombinationen entstehen und daß diese in möglichst gleich großer Häufigkeit gebildet werden.

Nach der Art des Aufbaues dieser Klonverteilungen aus Blocks und Wiederholungen war zugleich zu erwarten, daß sie neben ihrer festgestellten Eignung für die Anlage von Samenplantagen auch eine Basis für die eingangs für zweckmäßig gehaltene Kombination zwischen Samenplantage und Klonprüfungsversuch abzugeben vermögen. Nachfolgend kann an einem Modellbeispiel gezeigt werden, daß nach diesen Methoden angelegte Klonprüfungen auf den niemals völlig homogen zu haltenden Bodenverhältnissen einer forstlichen Versuchsfläche sehr viel bessere Auswertungsmöglichkeiten bieten als solche, bei denen die einzelnen Sorten einfach reihen- oder parzellenweise nebeneinander gepflanzt wurden (geschlossene Klonparzellen). Sie sind auch, wie sich zeigen wird, der „balancierten Einzelmischung“ vorzuziehen, von der bei flüchtiger Betrachtung ein Höchstgrad an Auswertungsmöglichkeiten gerade bei Vorhandensein von Bodenunterschieden erwartet werden könnte. Die naheliegende Annahme, daß durch größtmögliche Streulage der Pflanzen jedes Klones sämtliche Mittelwerte der Klone in gleicher Weise von diesen Bodenungleichheiten in Mitleidenschaft gezogen werden, erweist sich als unzutreffend. Bei Vergleich der genannten drei Blockverteilungen ergibt sich ferner, daß diese im einzelnen außerdem noch verschieden zu beurteilen sind.

Für die auszuführenden Berechnungen wird einmal angenommen, daß die Klone in kleinen geschlossenen Klonparzellen auf der hypothetisch ungleichmäßigen Fläche ausgepflanzt wären. Zum anderen wird als Grundlage ein Ausschnitt aus Abb. 4 gewählt (stark umrandeter Teil), der die Wiederholungen I bis IV mit den Blocks 1 bis 12 des verwendeten Grundplanes für das „balancierte Gitter“ enthält (schwach umrandet). Diese Wahl wurde getroffen, weil diese Verteilung nach dem „balancierten Gitter“ mathematisch gesehen nur einen Sonderfall der Verteilung nach den „balancierten unvollständigen Blocks“, den „vollständigen Blocks“ und nach der „balancierten Einzel-

Tabelle 3. — Vergleich der Klon-Mittelhöhen und der Versuchsfehler des Modellversuches bei verschiedener Anlage und Auswertung

	A	B	C	D	E	F	G	H	J
Idealwerte	14,35	13,73	10,55	11,73	17,83	21,30	15,05	9,93	16,60
Geschl. Klonparz.	18,35 +4,00	17,23 +3,50	10,55 ±0,00	11,23 -0,50	15,58 -2,25	18,05 -3,25	17,80 +2,75	9,18 -0,75	13,10 -3,50
Bal. Einzelmischg.	14,60 +0,25	14,23 +0,50	10,05 +0,50	11,73 ±0,00	18,58 +0,75	21,80 +0,50	14,80 -0,25	10,18 +0,25	15,10 -1,50
Vollst. Blocks	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Bal. Gitter	14,35 ±0,00	14,00 +0,27	10,60 +0,05	11,53 -0,20	18,03 +0,20	21,10 -0,20	14,95 -0,10	10,03 +0,10	16,50 -0,10
Bal. unv. Blocks	14,33 -0,02	13,98 +0,25	10,63 +0,08	11,50 -0,23	18,00 +0,17	21,05 -0,25	14,95 -0,10	10,03 +0,10	16,55 -0,05

	$s_d$	$GD_{0,05}$	Summe der Abweichungen der Klonmittel vom Idealwert (absolut)
Idealwerte	0,28	0,58	
Geschl. Klonparz.	0,73	1,50	20,50
Bal. Einzelmischg.	2,26	4,52	4,50
Vollst. Blocks	1,01	2,02	"
Bal. Gitter	0,44	0,88	1,22
Bal. unv. Blocks	0,40	0,80	1,25

mischung“ darstellt. Es ließen sich dadurch unter der Voraussetzung einer konkreten Bodenungleichheit auf dieser Fläche die Berechnungen einmal so durchführen, als handele es sich um eine „balancierte Einzelmischung“, ferner als lägen Verteilungen nach „vollständigen Blocks“, „balancierten unvollständigen Blocks“ oder nach dem „balancierten Gitter“ selbst vor. Es wurde bewußt darauf verzichtet, die für die verschiedenen Methoden im Sinne der Anlage von Samenplantagen (angenähert) günstigste Verteilung für die Auswertung zu wählen (also etwa die in den Abb. 1 rechts, 2 und 3 dargestellten Verteilungen<sup>2)</sup>), um unmittelbar vergleichbare Werte zu erhalten. Doch würde sich auch bei Wahl dieser Verteilungen grundsätzlich nichts ändern, wie leicht gezeigt werden könnte.

Zunächst sei einmal angenommen, die einzelnen Klone seien bereits auf einem völlig homogenen Standort auf ihre Höhenwuchseistung mit folgendem Ergebnis geprüft worden (Idealeinzelwerte):

Klon	Höhe in dm der Pflanze Nr.			
	1	2	3	4
A	14,2	14,8	13,9	14,5
B	13,6	13,1	14,3	13,9
C	10,8	10,7	10,2	10,5
D	11,2	12,5	11,5	11,7
E	17,9	18,2	17,5	17,7
F	21,6	21,5	20,7	21,4
G	15,3	14,8	14,6	15,5
H	10,2	9,6	9,9	10,0
J	17,1	16,8	16,3	16,2

Wertet man diese Daten mittels Streuungszerlegung aus, so erhält man die Werte der Tabelle 2 a. Die sich ergebenden Klonmittelhöhen sind als „Idealwerte“ in Tabelle 3 enthalten und ebenso der Fehler der Differenz ( $s_d$ ) und die gesicherte Differenz für  $P_{0,05}$  ( $GD_{0,05}$ ). Wenn man der Meinung ist, und man kann diese mit gutem Grund vertreten, daß eine von den Einzelpflanzen ausgehende Versuchsauswertung nicht den Voraussetzungen der Streuungszerlegung gerecht wird, so steht bei Blockanlagen des dargestellten Typs immer noch die Möglichkeit offen, über die „Rang-Analyse“ zu einer exakten Versuchsauswertung zu kommen.

Nehmen wir nun an, die oben aufgeführte Plantage stünde auf einer Fläche mit wechselnden Bodenverhältnissen. Die Abb. 5 stellt einen solchen Fall dar, wobei man

<sup>2)</sup> Diese günstigeren Verteilungen kamen dadurch zustande, daß die je nach Methode mögliche Freizügigkeit der Klone, Blocks oder Wiederholungen jeweils bis zur letzten Konsequenz ausgeschöpft wurde.

etwa annehmen könnte, daß die Fläche von links oben nach rechts unten nicht ganz regelmäßig ansteige. Die einzelnen Pflanzstellen sind laufend numeriert, und jeder Pflanzstellennummer ist als positiver oder negativer Exponent die Zahl beigelegt, um die die oben ermittelten Idealeinzelwerte vermehrt oder vermindert werden müssen, um den neuen Höhenwert entsprechend dem nun veränderten Ertragswert der Pflanzstelle zu erhalten. Die eingezeichneten Linien verbinden Punkte gleichen Ertragsniveaus (gleiche Exponenten). Beispiel: Die Pflanze Nr. 1 des Klones A würde auf homogenem Standort 14,2 dm hoch sein (Idealeinzelwert). Auf der Pflanzstelle 1 (links obere Ecke) mit dem Ertragsniveau +5 erreicht sie eine Höhe von  $14,2 + 5 = 19,2$  dm.

Tabelle 2

Streuungsursache	SQ	FG	$s^2$	F
Varianztabelle a: Idealwerte				
Gesamt	431,71	35		
Klone	427,33	8	53,42	333,9***
Fehler	4,38	27	0,16	
Varianztabelle b: Geschlossene Klonparzellen				
Gesamt	443,31	35		
Klone	414,03	8	51,75	47,92***
Fehler	29,28	27	1,08	
Varianztabelle c: Balancierte Einzelmischung				
Gesamt	743,31	35		
Klone	466,43	8	58,30	5,67***
Fehler	276,88	27	10,25	
Varianztabelle d: Vollständige Blocks (FISHER-Blocks)				
Gesamt	743,31	35		
Klone	466,43	8	58,30	29,00***
Blocks	228,53	3	76,18	37,90***
Fehler	48,35	24	2,01	
Varianztabelle e: Balanciertes Gitter				
Gesamt	743,31	35		
Klone	466,43	8		
Wiederholungen	228,53	3		
Blocks	43,75	8	5,47	
Fehler	4,60	16	0,29	
Varianztabelle f: Balancierte unvollständige Blocks				
Gesamt	743,31	35		
Klone (unbereinigt)	466,43	8		
Blocks (bereinigt)	272,28	11	24,75	
Fehler	4,60	16	0,29	

Es ergibt sich dann für die verschiedenen Versuchsanordnungen unter der Annahme dieser so wechselnden Bodenverhältnisse das folgende Bild:

#### 1. Anlage in geschlossenen Klonparzellen

Es sei die folgende Verteilung der Pflanzen auf die Pflanzstellen des Planes (Abb. 5) mit den jeweils angegebenen Wuchseleistungen der Rechnung zugrunde gelegt:

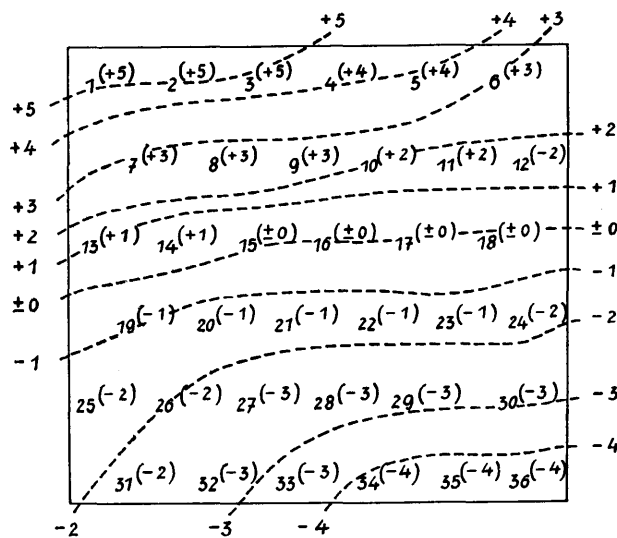


Abb. 5. Darstellung der wechselnden Bodenverhältnisse auf der Fläche für das Modellbeispiel (nähere Erklärungen s. Text).

Höhe der Pflanzlinge auf ihren Pflanzstellen (Index)				
Klon	1	2	3	4
A	19,2 <sub>(1)</sub>	19,8 <sub>(2)</sub>	16,9 <sub>(7)</sub>	17,5 <sub>(8)</sub>
B	18,6 <sub>(3)</sub>	17,1 <sub>(4)</sub>	17,3 <sub>(9)</sub>	15,9 <sub>(10)</sub>
C	11,8 <sub>(13)</sub>	11,7 <sub>(14)</sub>	9,2 <sub>(19)</sub>	9,5 <sub>(20)</sub>
D	11,2 <sub>(15)</sub>	12,5 <sub>(16)</sub>	10,5 <sub>(21)</sub>	10,7 <sub>(22)</sub>
E	15,9 <sub>(25)</sub>	16,2 <sub>(26)</sub>	15,5 <sub>(31)</sub>	14,7 <sub>(32)</sub>
F	18,6 <sub>(27)</sub>	18,5 <sub>(28)</sub>	17,7 <sub>(33)</sub>	17,4 <sub>(34)</sub>
G	19,3 <sub>(5)</sub>	17,8 <sub>(6)</sub>	16,6 <sub>(11)</sub>	17,5 <sub>(12)</sub>
H	10,2 <sub>(17)</sub>	9,6 <sub>(18)</sub>	8,9 <sub>(23)</sub>	8,0 <sub>(24)</sub>
J	14,1 <sub>(29)</sub>	13,8 <sub>(30)</sub>	12,3 <sub>(35)</sub>	12,2 <sub>(36)</sub>

Die Auswertung, wieder durch Streuungszerlegung, ergibt die Werte der Tabelle 2 b und die entsprechende Spalte in Tabelle 3. Der Fehler ist hier etwas größer geworden, weil die Bodenunterschiede auf jedem der vier Pflanzlinge umfassenden Klonteilstück mit in den Versuchsfehler eingehen, jedoch ist das nicht so erheblich. Viel schwerer wiegt der Fehler, den man bei der Schätzung der Mittelhöhen begeht, und der aus den Bodenunterschieden resultiert, welche zwischen den Klonparzellen vorliegen. Eine einigermaßen zuverlässige Schätzung der Mittelhöhen (im Feldversuch wie überhaupt im biologischen Versuch handelt es sich stets nur um Schätzungen der wahren Werte zu untersuchender Merkmale) ist bei diesem Verfahren nicht möglich.

## 2. Anlage als balancierte Einzelmischung

Als Ausgangswerte dienen die folgenden Pflanzlingshöhen, die sich durch Kombination des stark umrandeten Teiles der Abb. 4 mit der Abb. 5 ergeben.

Höhe der Pflanzlinge auf ihren Pflanzstellen (Index)				
Klon	1	2	3	4
A	17,2 <sub>(8)</sub>	16,8 <sub>(12)</sub>	10,9 <sub>(32)</sub>	13,5 <sub>(22)</sub>
B	16,6 <sub>(7)</sub>	17,1 <sub>(4)</sub>	13,3 <sub>(20)</sub>	9,9 <sub>(34)</sub>
C	13,8 <sub>(9)</sub>	10,7 <sub>(18)</sub>	8,2 <sub>(25)</sub>	7,5 <sub>(29)</sub>
D	16,2 <sub>(2)</sub>	14,5 <sub>(11)</sub>	8,5 <sub>(27)</sub>	7,7 <sub>(35)</sub>
E	22,9 <sub>(3)</sub>	21,2 <sub>(6)</sub>	15,5 <sub>(31)</sub>	14,7 <sub>(28)</sub>
F	26,6 <sub>(1)</sub>	21,5 <sub>(16)</sub>	19,7 <sub>(19)</sub>	19,4 <sub>(24)</sub>
G	16,3 <sub>(13)</sub>	16,8 <sub>(10)</sub>	13,6 <sub>(21)</sub>	12,5 <sub>(30)</sub>
H	10,2 <sub>(15)</sub>	13,6 <sub>(5)</sub>	7,9 <sub>(26)</sub>	9,0 <sub>(23)</sub>
J	18,1 <sub>(14)</sub>	16,8 <sub>(17)</sub>	13,3 <sub>(33)</sub>	12,2 <sub>(36)</sub>

Das Ergebnis der Streuungszerlegung zeigen die Tabellen 2 c und 3. Die Mittelhöhen schließen sich besser an die theoretischen Werte an, als bei der Rechnung 1. Dafür ist aber der Versuchsfehler sehr groß geworden, denn er enthält praktisch die gesamte Bodenvariation der Versuchs-

fläche und kann deshalb keinen Anspruch darauf erheben, eine, wenn auch nur angenäherte Schätzung des „wahren“ Fehlers zu sein.

## 3. Anlage als vollständige Blocks (FISHER-Block)

Die Ausgangswerte sind wieder die gleichen wie für die Berechnung bei der „balancierten Einzelmischung“ (Zusammenstellung s. o. unter Punkt 2). Außer den Werten in Tabelle 2 a bis c ist nun auch die Berechnung einer Blockstreuung möglich, die zwischen den vier Blocks (Wiederholung des „balancierten Gitters“) wirksam ist (Tabelle 2 d). Die Verteilung der Mittelhöhen der „balancierten Einzelmischung“ (Tabelle 3) wird durch die Blockbildung natürlich nicht berührt.

Wie zu erwarten, ist auch die Bodenstreuung zwischen den Blocks gesichert. Ihr Ausgleich setzt den Versuchsfehler um einen bemerkenswerten Betrag herab, dieser ist jedoch noch erheblich größer, als der theoretisch zu erwartende Fehler. Es beträgt dieser 10,25 bei der „balancierten Einzelmischung“, 2,01 in der Blockanlage gegenüber einem „wahren Fehler“ von 0,16. Auch gegenüber der Rechnung mit geschlossenen Klonparzellen ist der Versuchsfehler noch größer, denn dort umfaßt jede Recheneinheit nur vier, hier aber neun Pflanzlinge bzw. Pflanzstellen. Die Bodenunterschiede innerhalb der neun Pflanzstellen umfassenden Blocks sind aber immerhin noch so groß, daß die Schätzung der Mittelhöhen von der theoretischen Verteilung sicher abweicht.

## 4. Anlage als balanciertes Gitter

Die Ausgangswerte sind wieder die gleichen wie bei Punkt 2 und 3. Bei dieser Anlage, die eine Herabsetzung des Blockumfanges bedeutet, ergeben sich die Werte der Tabelle 2 e und die Zahlenreihe 5 der Tabelle 3. Die Blockstreuung kennzeichnet hier etwa die Streuung der Blocks innerhalb jeder Wiederholung (= Blocks der Tabelle 2 d). Außerdem ist es jetzt möglich, die Klonmittel zu korrigieren. Die Korrekturen betragen im einzelnen (bezüglich des Rechenganges muß auf COCHRAN und COX 1950 bzw. im deutschsprachigen Schrifttum auf MUDRA 1952 verwiesen werden):

### Korrektur zum Klonmittel

A - 1,0/4	D - 0,8/4	G + 0,6/4
B - 0,9/4	E - 2,2/4	H - 0,6/4
C + 2,2/4	F - 2,8/4	J + 5,6/4

Aus Tabelle 3 ist zu ersehen, daß durch diese Korrekturen, deren Notwendigkeit natürlich aus den Bodenunterschieden zwischen den unvollständigen Blocks resultiert, die hier nur noch drei Klone umfassen, tatsächlich eine bessere Annäherung an die Erwartungswerte erreicht wird.

Bei der Anlage eines Versuches nach dem Plane des „balancierten Gitters“ hat man also zu beachten, daß die Bodenunterschiede innerhalb der unvollständigen Blocks gering gehalten werden. In unserem Falle (Unterstellung eines gleichmäßigen oder doch angenähert gleichmäßigen Trends der Bodenvariation) wurde dies durch die langgestreckte Form der Blocks gemäß Abb. 3 erreicht. Sind die Bodenunterschiede nicht von vornherein zu übersehen, so empfiehlt sich wohl eine mehr geschlossene Form der Blocks. Dies würde beim 3x3 Gitter dadurch zu erreichen sein, daß man den Dreierblock nicht langgestreckt anlegt, sondern daß man ihm Dreiecksform gibt. Bei dem sich dann ergebenden Dreieck liegen selbstverständlich die Pflanzen näher beieinander, wenn für die Gesamtanlage

der Dreiecksverband und nicht der Quadratverband gewählt wurde.

#### 5. Anlage als balancierte unvollständige Blocks

Ganz ähnliche Überlegungen gelten auch für die Anlage von Versuchen nach dem Plane der „balancierten unvollständigen Blocks“, dessen Grundgedanke der gleiche ist, wie der des „balancierten Gitters“. Werten wir unseren Versuch unter Vernachlässigung der kompletten Wiederholungen des Gitters als Anlage mit „balancierten unvollständigen Blocks“ aus (hinsichtlich der Ausgangswerte gilt das bei Punkt 2 bis 4 Gesagte), so erhalten wir die Werte der Tabelle 2 f, sowie die letzte Zahlenreihe der Tabelle 3. Man sieht, daß die Ergebnisse denen des „balancierten Gitters“ sehr nahe kommen. Die Blockstreuung, welche beim „balancierten Gitter“ lediglich die standortsbedingte Variation zwischen den Blocks jeder einzelnen Wiederholung erfaßte, enthält hier auch den zwischen den Wiederholungen wirksamen Anteil dieser Variation, weil Wiederholungen nicht ausgeschieden wurden. Obwohl nun die Ergebnisse beider Auswertungen in unserem Beispiel fast miteinander identisch sind und dies auch sein müssen, sollte man doch die Gitteranlage bevorzugen, wo sich dies ermöglichen läßt, weil sie im Falle eines Abganges mehrerer Pflöpfle immer noch als Anlage mit „vollständigen Blocks“ auswertbar ist.

#### Diskussion

Hinsichtlich der Frage, welcher Klonverteilung für die Anlage von Plantagen mit dem alleinigen Zweck der Samenproduktion der Vorzug zu geben ist, erübrigt sich eine Diskussion im einzelnen. Ohne Zweifel ist die Kombination nach dem Prinzip der „balancierten Einzelmischung“ hierfür besonders empfehlenswert. Es zeigt sich jedoch, daß die Verteilungen nach den Verfahren der „vollständigen Blocks“ (FISHER 1946), der „balancierten unvollständigen Blocks“ und des „balancierten Gitters“ nach YATES (COCHRAN and COX 1950) hinsichtlich ihrer Eignung der „balancierten Einzelmischung“ sehr nahekommen, auf jeden Fall aber den Vorschlägen KLAEHNS (1953) und LANGNERS (1953) überlegen sind.

Ganz allgemein muß jenes Verteilungsschema die günstigsten Ergebnisse in dieser Richtung liefern, welches die größte Freiheit in der Verteilung und Umstellung der Klone gewährt. Dies ist aber die „balancierte Einzelmischung“. Ihr am nächsten kommt die Anlage mit „vollständigen Blocks“, bei der in unserem Beispiel innerhalb der 9er Blocks die Klone beliebig umgestellt werden können. Schwieriger gestaltet sich die Verteilung der Klone bei den Anlagen mit „unvollständigen Blocks“, wegen der Kleinheit der Blocks (3er Blocks). Es ist aber unter Ausnutzung der Möglichkeiten der Verteilbarkeit dieser kleinen Blocks über die ganze Fläche (balancierte unvollständige Blocks) bzw. innerhalb einer Wiederholung (balanciertes Gitter), sowie der Verschiebbarkeit der Klone innerhalb der Blocks möglich, auch bei diesen Verfahren ähnlich gute Ergebnisse wie bei der Anlage mit „vollständigen Blocks“ zu erreichen. Dies zeigt auch die Tabelle 1.

Eine Verschiebung der Bewertung der einzelnen Verfahren ergibt sich dagegen, wenn danach gefragt wird, welches der geschilderten Verfahren sich sowohl für die Anlage von Samenplantagen, als auch für den Aufbau von Klonprüfungsplantagen eignet. Dann zeigt sich, daß der Ausgleich der Bodenunterschiede mit abnehmender Blockgröße immer zuverlässiger wird, und das bedeutet eine

Bevorzugung der mit unvollständigen Blocks ausgestatteten Pläne. So findet man in der Tabelle 2 c bis f, deren Ergebnis aus der gleichen Klonverteilung gewonnen wurde und deshalb direkt vergleichbar ist, die SQ-Fehler der „balancierten Einzelmischung“ durch Ausscheiden der vollständigen Blocks von 276,88 auf 48,35 vermindert. Im „balancierten Gitter“ entsprechen die Wiederholungen den vollständigen Blocks der vorhergehenden Anlage. Deshalb sind Wiederholungs-SQ in 2 e und Block-SQ in 2 d miteinander identisch. Ebenso müssen es die Klon-SQ in den Tabellen 2 c bis 2 f sein (unbereinigte Klon-SQ der Anlagen mit unvollständigen Blocks). Die Ausscheidung einer Streuung der unvollständigen Blocks in 2 e und 2 f setzt die Fehler-SQ weiter um einen bemerkenswerten Betrag herab und ermöglicht außerdem die notwendige Korrektur der Klonmittelhöhen bis nahe an die Idealwerte (Summe der absoluten Abweichungen von den Idealwerten gem. Tabelle 3 bei den vollständigen Blocks 4,50 und 1,22 beim balancierten Gitter). Da beim Ansatz der Bodenunterschiede vom Versuchsdurchschnitt ausgegangen wurde, sind die Zahlen der Tabelle 3 direkt miteinander vergleichbar und erlauben es so, den Grad der Effektivität unserer Rechenverfahren abzulesen. Diese Ergebnisse sind nicht unerwartet, sie stehen gewissermaßen bereits als Voraussetzung vor den neueren Versuchsanordnungen. Zumindest aber in der deutschen Forstwissenschaft sind sie noch so wenig bekannt, daß eine eingehende und zahlenmäßige Beweisführung berechtigt erschien.

Weil nun auch die Klonverteilungen nach den für Samenplantagen zu beachtenden Grundsätzen bei den beiden letzteren Verfahren gut sind, sollte man ihnen den Vorzug geben, zumal eine Mehrarbeit durch ihre Anwendung nicht entsteht.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß zwar die zur Verfügung stehenden Klon- und Individuenzahlen das Vorgehen im Einzelfalle maßgeblich bestimmen, daß hierdurch aber das Grundsätzliche der Ergebnisse unseres Versuchsmodells nicht berührt wird.

#### Zusammenfassung

Im Anschluß an Arbeiten von KLAEHN (1953) und LANGNER (1953) wurde versucht, die Anlagepläne für Samenplantagen weiter zu verbessern und gleichzeitig eine Kombination mit Klonprüfungsplantagen herzustellen. Hierzu wurden an Hand von Modellen einige Möglichkeiten geprüft und die folgenden Ergebnisse erhalten:

1. Die „balancierte Einzelmischung“, d. h. die zunächst zufallsmäßige Verteilung der Klone auf der Fläche mit ihrer nachfolgenden Umstellung zum Zwecke der Vermeidung von Selbstungsmöglichkeiten und Herstellung eines ausgeglichenen Kombinationsverhältnisses der Klone untereinander, bietet die besten Möglichkeiten bei alleiniger Beachtung der Prinzipien der Samenplantage. Sie ist jedoch nicht geeignet, gleichzeitig einen Klonvergleich auf sicherer Grundlage zu ermöglichen, da sowohl Klonmittel, als auch Versuchsfehler falsch dargestellt werden.

2. Die Anlage nach FISHERS Blockmethode (vollständige Blocks) ergibt für die Zwecke der Samenplantage unter der gemachten Voraussetzung annähernd gleich gute Resultate wie die „balancierte Einzelmischung“. Für die Zwecke der Klonprüfungsplantage ist sie erheblich besser geeignet als diese.

3. Für die Methoden mit unvollständigen Blocks, von denen hier das „balancierte Gitter“ und die „balancier-

ten unvollständigen Blocks“ untersucht wurden, gilt hinsichtlich ihrer Eignung für die Anlage von Samenplantagen ähnliches wie für die „vollständigen Blocks“. Für Klonprüfungen müssen sie jedoch günstiger als die „vollständigen Blocks“ beurteilt werden. Sie sind als die zur Zeit günstigsten Lösungen anzusehen, wobei dem „balancierten Gitter“ der Vorzug zu geben ist, wenn die Anzahl der Klone seine Anwendung zulässt.

4. Als reines Klonprüfungsverfahren wurde die vielfach verwendete Methode des geschlossenen Nebeneinanders der Klone geprüft und erwartungsgemäß als ungeeignet befunden. Dieses Verfahren ist auch für die Anlage von Samenplantagen ungeeignet.

### Summary

Title of the paper: *Experimental technique problems in the layout of orchards of clones.*

In connection with investigations by KLAHN (1953) and LANGNER (1953) attempts were made to arrangements for seed orchards and at the same time to produce a combination of seed orchard and clonal test. Therefore by way of experiment some possibilities were tested with the following results:

1. The best possibilities for consideration of the principles of seed orchards alone are given by the "balanced mixture by single trees", i. e., a randomized distribution of the clones on an experimental plot following by a transposition to avoid possibilities of self pollination and produce balanced good chances of crossings between the various clones. But it is not possible to make a comparison of clones on a sound basis at the same time because the mean of the clones as well as the experimental error will be misrepresented.

2. The arrangement by FISHER-blocks ("randomized blocks") gives for the purpose of seed orchards at least in theory approximately the same good result as the "balanced mixture by single trees". For the purpose of the clonal test it is considerably more suitable than the former arrangement.

3. With regard to their suitability for the planning of seed orchards the methods using "incomplete blocks" of which the "balanced lattice", and the "balanced incomplete blocks" are used here, are similar to the "complete blocks". But for purposes of the clonal test they must be estimated more suitable than the "complete blocks". At the present time this must be taken as best explanation of why the "balanced lattice" must be preferred, if the number of clones permit it.

4. For the purpose of a purely clonal test the method of planting the clones in lines side by side, which is often used, has been examined but as expected was found to be unsuitable. Of course it will be unsuitable for the planning of seed orchards also.

### Résumé

Titre de l'article: *Recherches techniques sur l'établissement des plantations comparatives de clones.*

A la suite des travaux de KLAHN (1953) et LANGNER (1953) on a essayé d'améliorer les dispositifs pour la plantation des vergers à graines et d'établir en même temps une combinaison avec les plantations comparatives de clones. On a étudié divers exemples et obtenu les résultats suivants:

1. — Le "mélange équilibré des individus" (balanced mixture by single trees) c'est-à-dire la distribution préliminaire au hasard des clones sur le terrain avec décalages successifs permettant d'éliminer les possibilités d'autofécondation et d'assurer l'interfécondation entre tous les clones, offre les meilleures possibilités si on ne considère que les principes des vergers à graines. Cette méthode cependant ne peut permettre en même temps une comparaison des clones sur une base certaine, car non seulement les moyennes des clones mais aussi les erreurs expérimentales sont faussées.

2. — La plantation suivant la méthode des blocs complets de FISHER (randomized blocks) donne pour la disposition des vergers à graines des résultats approximativement aussi bons que la méthode du "mélange équilibré des individus". La méthode des blocs complets surpasse de beaucoup cette dernière méthode en ce qui concerne la disposition des plantations comparatives de clones.

3. — La méthode "des blocs incomplets" qui comprend les dispositifs étudiés ici des "grilles équilibrées" (balanced lattice) et des "blocs incomplets équilibrés" (balanced incomplete blocks) convient aussi bien que la méthode des blocs complets pour les vergers à graines. Elle est mieux adaptée à l'examen des clones que la méthode des blocs complets. Pour le moment, cette méthode, doit être considérée comme la meilleure; de plus, il faut donner la préférence à la méthode des "grilles équilibrées" si le nombre des clones permet son application.

4. — La méthode des clones en rangs fermés (a closed side by side of the clones) fréquemment employée pour l'examen des clones fut essayée et trouvée inapplicable. Cette méthode est de même impropre pour la disposition des vergers à graines.

### Literatur

COCHRAN, W. G., and COX, C. M.: Experimental designs. John Wiley and Sons, New York (1950). — FISHER, R. A.: Statistical methods for research workers. Oliver and Boyd, Edinburgh, 10th edition (1946). — KLAHN, F. U.: Über die Methodik der Anlage von Samenplantagen. Allg. Forstztzshr. 8, 291—294 (1953). — LANGNER, W.: Die Klonanordnung in Samenplantagen. Z. Forstgenetik 2, 119—121 (1953). — MUDRA, A.: Einführung in die Methodik der Feldversuche. S. Hirzel, Leipzig (1952). — SCHRÖTTER, F. W. v.: Forstgenetik im Waldbau. Z. Forstgenetik 3, 69—83 (1954).