

Sonderdruck aus der Zeitschrift: *Bodenkunde u. Pflanzenernährung*,
 8. (53.) Band, Heft 1/2, Seite 73—77, 1938.
 Verlag Chemie, Berlin W 35, Corneliusstraße 3.

BIBLIOTHEEK

637.421

Das Serienprinzip in Feldversuchen III.

INSTITUUT VOOR
 BODEMVRUCHTBAARHEID

Von O. de Vries

Rijkslandbouwproefstation, Groningen, Niederlande.

Eingegangen: 9. April 1938.

GRONINGEN

SÉPARAAT

No. 14550

Bei der Anlage von Feldversuchen nach dem Serienprinzip (1, 2) tritt die Bedeutung einer guten Verteilung der Objekte und die Wichtigkeit besonders von extremen Objekten deutlich hervor. Dies läßt sich an einigen Beispielen erläutern, von denen Abbildung 1 die Ergebnisse eines Kalifeldversuchs auf altem moorkolonialen Boden der Versuchswirtschaft in Borgercompagnie bringt. Die übliche Düngung für Kartoffeln ist 240 kg/ha K_2O ; um die Wirtschaftlichkeit der Kalidüngung zu untersuchen, wird

der Praktiker geneigt sein, eine oder zwei größere und kleinere Gaben zu nehmen und diese Objekte in einigen Wiederholungen — hier drei — zu vergleichen. So in diesem Falle 160, 200, 240 und 280 kg/ha K_2O . Das Resultat war ein Schwarm von Punkten (Gruppe K, Knollenertrag je Einzelteilstück), welcher fast kreis-, jedenfalls nicht streifenförmig ist und wodurch sich eine Mittellinie nicht ziehen läßt. Ein ziemlich unbestimmtes Ergebnis also, wie es jedoch bei manchen Feldversuchen herauskommt.

In dem erwähnten Fall war auch ein Objekt „Null-Kali“ im Versuchsplan aufgenommen worden, welches die drei Punkte N links unten in Abbildung 1 lieferte. Viel weiter kam man damit aber nicht. Denn wenn man die Gruppe N mit der Mitte der Gruppe K verband, gab die gestrichelte Linie NK in ihrem oberen Teil mit seinem scharfen Anstieg sicher nicht die richtige Ertragssteigerung bei Kaligaben von 160 bis 280 kg/ha. Wahrscheinlicher wäre eine Kurve NMP mit

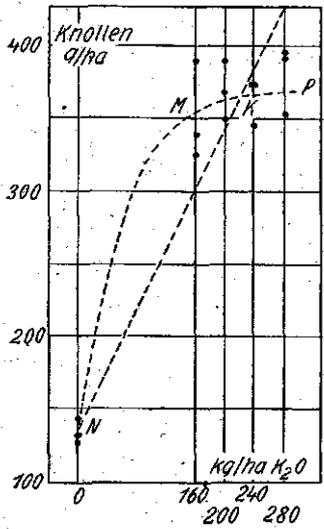


Abb. 1.

Kartoffel-Ertrag auf einem Kaliversuchsfeld mit ungünstig gewählter Verteilung der Objekte.

einem nahezu horizontalen Teil MP; diese Kurve läßt sich aber aus den auf diesem Versuchsfeld erhaltenen Beobachtungen — das heißt bei der gewählten Verteilung der Objekte (Kali-Staffel) — nicht mit genügender Sicherheit feststellen.

Ein weit sichereres Ergebnis erhält man bei einer Verteilung wie in Abbildung 2, welche die Knollenerträge bei einem Versuchsfeld auf Savelboden zeigt, wo die Kali-Objekte regelmäßiger verteilt waren. Die gestrichelte Mittellinie läßt sich unschwer ziehen und ergibt mit genügender Sicherheit, daß im Gebiet von 180 bis

300 kg/ha K_2O der maximale Ertrag fast oder ganz erreicht ist und die Ertragskurve nahezu horizontal verläuft. Die Richtung, oder der allgemeine Verlauf der Kurve sagt in einem solchen Fall mehr aus als die Differenz zwischen zwei einander naheliegenden

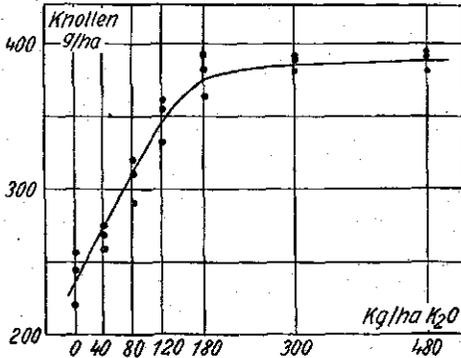


Abb. 2

Kartoffel-Ertrag auf einem Kaliversuchsfeld mit richtig verteilten Objekten.

teilstücke von verschiedenen Versuchsfeldern) angegeben ist. Es wird ohne weiteres klar sein, daß man, um Lage und Form der Kurve so gut wie möglich kennen zu lernen, eine große Anzahl Punkte im Teilstück BC braucht, wo die Krümmung liegt, und weiter eine genügende Zahl bei A und D. Die zwischenliegenden Teile, welche ungefähr gerade Linien darstellen, brauchen nicht durch viele Beobachtungen festgelegt zu werden; wenn C und D mit genügender Sicherheit festgestellt sind, folgt die Lage von CD ziemlich von selbst. Man braucht in der Gegend von den normalen praktischen Fällen nicht extra viele Beobachtungen; extreme Punkte in der Nähe von A bzw. D sind dagegen besonders wichtig, weil die Richtung der Kurve z. B. von B aus durch die Lage von A eindeutig bestimmt ist als durch die Lage von zwischenliegenden Punkten wie etwa E.

Nun hat man aber bei pH 4,7 noch gute und ziemlich gute Ernten: 80–90% vom Maximum. Bei E jedoch ist die Ernte nur 60%, also sehr unbefriedigend, während bei A mit 10 bis 20% vom vollen Ertrag von einer direkten Mißernte gesprochen werden kann. Es liegt dem Praktiker sehr nahe, solche Teilstücke als völlig

Düngerstaffeln; diesen allgemeinen Verlauf lernt man am besten aus einer zweckmäßig gewählten Serie von Objekten kennen.

Die Bedeutung einer zweckentsprechend gewählten Verteilung der Objekte läßt sich auch gut an einem Beispiel wie in Abbildung 3 zeigen, bei der der Zusammenhang zwischen pH-Wert des Bodens (im wäßrigen Extrakt) und Ertrag an Winterweizen-Körnern (Röbusta) auf moorkolonialem Boden in Borgercompagnie im Jahre 1932 (Versuchs-

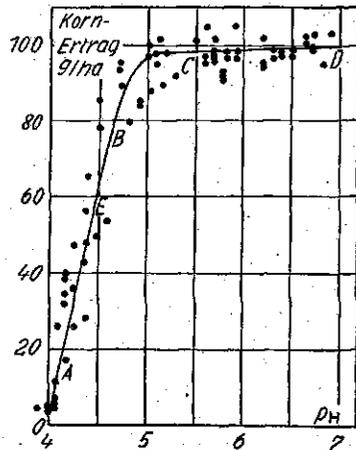


Abb. 3. Korn-Ertrag bei Weizen auf einer Anzahl Teilstücken mit verschiedenem pH-Wert.

abnormal und von geringer praktischen Bedeutung zu verwerfen; manchmal wird man vorschlagen oder gar darauf drängen, solche extremen Objekte aus dem Versuch wegzulassen. Obige Auseinandersetzungen dürften es aber klar machen, daß gerade die extremen Fälle für das allgemeine Verständnis der Sachlage von großer Bedeutung sind und in der Serie von Beobachtungen nicht fehlen dürfen.

Abbildung 3 zeigt gleichzeitig wieder, wie auch die Abbildungen 2 und 4 der vorigen Abhandlung (2, S. 292 u. 293), die Vorzüge einer graphischen Darstellung der Resultate, wobei nicht die Mittelzahlen der einzelnen Objekte, sondern alle Beobachtungen (Erträge der Einzelteilstücke) einzeln eingetragen sind, so daß man einen Streifen von Punkten erhält, der es ermöglicht, eine Mittellinie zu ziehen, die den gesuchten Zusammenhang zeigt.

Diesen Gedankengang — Einzelbeobachtungen in Serie, anstatt Mittelzahlen — weiter verfolgend, führt nun das Serienprinzip dazu, Versuchsfelder mit einer größeren Zahl von Teilstücken durch mehrere kleinere Versuchsfelder zu ersetzen, die an verschiedenen Stellen, mit derselben Zahl von Objekt-Staffeln, aber jedes mit weniger Parallelen, anzulegen sind. So wählte W. C. Visser, um den Effekt von einigen Nitrat- und Ammoniakdüngern zu vergleichen, nicht einige größere Versuchsfelder, bei denen die sechs Stickstoffformen z. B. je in sechs- oder achtfacher Wiederholung vorkamen, sondern acht kleinere Versuchsfelder auf demselben Bodentyp (armem Sandboden) in derselben Gegend (also bei demselben Klima- und Wittertyp) mit den sechs Stickstoffformen in duplo, und zwar trugen alle diese Felder Roggen. Eine andere Gruppe umfaßte zwölf kleinere Weizenversuchsfelder mit den sechs Stickstoffformen in duplo auf besseren Sand- und Moorböden. Auf die Resultate soll hier nicht eingegangen werden, weil sie von W. C. Visser an anderer Stelle (3) veröffentlicht werden; sie gaben Veranlassung, in dieser Richtung noch weiter zu gehen, und bei einer Untersuchung über den Phosphat- und Kalihaushalt der Groninger Ton- und Savelböden, zwecks Vergleichs von verschiedenen Methoden der Bodenuntersuchung, kleine Versuchsfelder zu wählen, bei denen drei gestaffelte Phosphat- bzw. Kaligaben nebst zwei Nullfeldern ohne Wiederholung zur Anwendung kamen, also nur fünf Einzelteilstücke je Versuchsfeld, aber 75 Versuchsfelder, je für Phosphat und für Kali, die auf verschiedenen Schlägen über das ganze Gebiet verteilt waren. Über die Resultate wird demnächst berichtet werden; die Ertragszahlen werden mit verschiedenen Bodeneigenschaften — Phosphat- und Kalizahlen, aber auch Tongehalt, pH -Werte oder Kalkzustand und andere mehr — in Zusammenhang gebracht, woraus vorkommende Regelmäßigkeiten zum Vorschein treten werden. Die Objekte werden dabei also nicht in einer regelmäßig gestaffelten Serie genommen, sondern willkürlich und teilweise zufällig in einer Anzahl von Boden- und Wachstumszuständen, welche aber durch ihre größere Zahl (75) eine Serie bilden, aus der sich graphisch oder rechnerisch Zusammenhänge ermitteln lassen.

Selbstverständlich ist nichts dagegen einzuwenden, falls Geldmittel und Hilfskräfte zur Verfügung stehen, eine große Serie von Versuchsfeldern an vielen Stellen anzulegen und jedes Feld mit einer größeren Zahl von Parallelen zu versehen. Man kommt dann zu dem Ausbau, wie dieser z. B. von der Java-Zucker-versuchsstation in Pasoeroean (4) entwickelt wurde, welche jährlich tausend und mehr Versuchsfelder nahm, von denen jedes z. B. schwefelsaures Ammoniak in sechs bis acht gestaffelten Gaben und in zehn- bis zwölfacher Wiederholung erhielt. Aber die Vorteile des Serienprinzips zieht man aus einem solchen Versuchsplan nur, wenn die Resultate der einzelnen Versuchsfelder in Zusammenhang mit dazu geeigneten Daten gebracht werden, z. B. Zahlen aus der Bodenuntersuchung, wie Schwere, pH , Kalkgehalt, mineralogische Zusammensetzung, agrogeologische Herkunft; oder mit Vorfrucht, vorigen Stickstoffgaben, mit Regenfall, Klima, Wetterumständen und ähnlichem. Verbindet man mit so einem Versuchsplan nicht die passende Bodenuntersuchung und das Studium der Wachstumsverhältnisse, so bleiben die Resultate je Versuchsfeld einzeln stehen oder lassen sich alle als Ganzes in einer Mittelzahl vereinigen, ohne daß ein Zusammenhang herauskommt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß das Serienprinzip beabsichtigt, in passender Weise einzelne, genau festgestellte Ergebnisse durch eine größere Anzahl weniger genau festgestellte Daten zu ersetzen, so daß man anstatt einiger weniger genau ermittelter Punkte einen Punktstreifen erhält, wodurch sich eine Mittellinie ziehen läßt, die mit genügender Sicherheit einen Zusammenhang erkennen läßt.

Serien von gestaffelten Gaben sind unerlässlich, falls man heterogene Objekte vergleichen will, z. B. verschiedene Phosphatformen oder Stickstoff in verschiedenen Bindungsformen; nur in dieser Weise kann man praktische Vergleiche über Quantität und Ökonomie machen, während man zu gleicher Zeit den Versuchsplan vereinfachen kann, indem man gestaffelte Düngergaben ohne Rücksicht auf die Bindungsform verwendet, oder ohne sich um Wasser- oder Säurelöslichkeit usw. zu kümmern; darauf läßt sich der Vergleich hinterher je nach Belieben beziehen.

Bei der Wahl der „Objekte in Serie“ sind besondere Teile der Kurve, wie Krümmung und Endpunkt (extreme Fälle), besonders zu beachten und mit Punkten (Beobachtungen) zu belegen; die beste Verteilung sollte mit der zu erwartenden Form der Kurve in Zusammenhang gebracht werden.

Wenn Geldmittel und Hilfskräfte nicht unbeschränkt zur Verfügung stehen, ist es in manchen Fällen vorteilhafter, eine größere Anzahl von kleineren Versuchsfeldern (mit den erwünschten Objekten, aber in wenigen Teilstücken) an verschiedenen Stellen anzulegen, als wenige größere Versuchsfelder mit vielen Parallelen.