

# Über den Einfluß von Umweltfaktoren auf Eigenschaften der Kartoffelknolle

KLAUS WÖHRMANN

Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (Erwin-Baur-Institut), Köln-Vogelsang

## On the influence of external factors on properties of potato tubers

**Summary.** In the present study, the influence of the amount of nutrient (N, P, K) and rainfall on the shape of potato tubers and on the depth of the eyes were investigated. It was possible to consider the effect of weather on the investigated characters as a complex. From the experiments, some of which carried out over a two year period, the following results were obtained:

1. Of the investigated nutrients, only potassium showed an influence on the tuber shape and depth of eyes. With extreme potassium deficiency, the width of the tuber can be reduced while the length remains constant. With constant width, the eyes become deeper. Different varieties do not react alike.

2. With balanced nutrition, the quantity of fertilizer exerts only a minor influence on the regression curves.

3. The dependence of tuber shape on seasonal changes in the weather is highly significant. A special influence is attributable to the availability of water. Water deficiency seems to hinder growth of width.

4. On the basis of these results it could be shown that in comparative investigations selection of certain size classes of tubers can lead to misinterpretations. It is suggested that regression curves calculated from total available tuber material be used as characteristics of a phenotype.

## Einleitung

Die große Variabilität morphologischer Eigenschaften von Kartoffelknollen gleichen Genotyps setzt deren eindeutiger numerischer Beschreibung und damit der Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Als Ursache hierfür ist sowohl eine ausgeprägte intraindividuelle Variabilität als auch der modifikative Einfluß von Umweltfaktoren anzusehen. Ihre genaue Kenntnis ist eine notwendige Voraussetzung für genetische Untersuchungen.

Zu diesem Fragenkreis haben sich bereits mehrere Autoren im Hinblick auf das Problem der Sortendiagnostik geäußert (MÜLLER und BRAUN 1929, NEUMANN 1925, PETERS 1927, SCHWARTZ 1927).

Widersprechende Ergebnisse hinsichtlich des modifikativen Einflusses von Umweltfaktoren sowie eine nicht erschöpfende statistische Auswertung der Versuchsergebnisse ließen es jedoch angezeigt sein, entsprechende Untersuchungen zu wiederholen.

## Material und Methoden

Für die Bearbeitung vorliegender Fragestellung standen Düngungs- und Beregnungsversuche zur Verfügung.

I. Versuch Waldhof. Anbaujahr 1962, Sorte: Delos.

Versuchsglieder	Düngung (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
W 1, W 6	80	60	160
W 2, W 7	80	—	160
W 3, W 8	80	120	160
W 4, W 9	80	120	—
W 5, W 10	80	120	80

W 1 bis W 5 erhielten zusätzlich 200 dz/ha Stallmist. N wurde als Kalkstickstoff (20 kg/ha) und Kalkammonsalpeter (60 kg/ha), P als Thomasphosphat und K als 40er Kali mit 25% Kalimagnesia gegeben.

II. Versuch Rotenburg. Anbaujahr 1963, Sorte: Felde Lohn.

Versuchsglieder	Düngung (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
R <sub>1</sub>	80	80	—
R <sub>2</sub>	80	80	320

N wurde als Kalkammonsalpeter, P als Superphosphat und K als 40er schwefelsaures Kali gegeben.

III. Versuch Plumhof. Anbaujahr 1962, Sorten: Lori, Felde Lohn, Suevia, Grata.

Versuchsglieder	Düngung (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
P <sub>1</sub>	60	60	100
P <sub>2</sub>	110	110	180

Die Nährstoffe wurden als schwefelsaures Ammoniak, Rhenianphosphat und Patentkali gegeben. Die Niederschläge betragen in den Monaten Juni–September 349 mm.

IV. Versuch Plumhof. Anbaujahr 1963, Sorten: Lori, Felde Lohn, Clivia, Grata.

Düngung (kg/ha): 110 N, 110 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 180 K<sub>2</sub>O  
 Niederschläge: P<sub>3</sub> Juni–September 295 mm ohne künstliche Beregnung  
 P<sub>4</sub> Juni–September 295 mm + 90 mm durch künstliche Beregnung.

Meßmethoden: Aus den Versuchen I und IV wurden je Sorte und Behandlung 20 Stauden, aus Versuch II 15 Stauden und aus Versuch III 40 Stauden zufallsgemäß geerntet. Mit Ausnahme von abnorm geformten Knollen (Kindelbildung, doppelte Krone) wurden alle Knollen einer Staude für die Messungen herangezogen, so daß je Versuchsglied der Versuche I, II und IV 200–300, für den Versuch III 700–800 Knollen zur Verfügung standen. An ihnen wurden folgende Merkmale gemessen:

1. Gewicht in g
2. Länge in cm = Entfernung Nabel–Krone
3. Breite in cm = größter Durchmesser
4. Tiefe in cm = kleinster Durchmesser  
Länge, Breite und Tiefe wurden an geschnittenen Kartoffeln bestimmt.
5. Augentiefe in cm  
Für die Messung der Augentiefe wurde ein Gerät entwickelt, das mittels eines Dorns die Bestimmung der Tiefe gestattet.

6. Fleischfarbe  
Die Fleischfarbe wurde nach der Farbtabelle aus dem Kartoffelatlas von SIEBENEICK und HÖPPNER bestimmt.

Auswertung der Meßergebnisse: Je Sorte und Behandlungsart sind für die folgenden Abhängigkeiten lineare und quadratische Regressionskurven nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt worden:

1. Breite:Länge
2. Breite:Tiefe
3. Augentiefe:Breite.

In der vorliegenden Arbeit wird für die 1. und 2. Abhängigkeit stets die Breite, für die 3. stets die Augentiefe als abhängige Veränderliche angesehen. Das Zutreffen der linearen oder der quadratischen Regressionskurve wurde durch den Signifikanztest über den Vergleich der Abweichungen der Meßpunkte von der linearen und der quadratischen Regressionskurve in Varianzanalysen entschieden (SNEDECOR 1961). Als Kriterium für die Anpassungsgüte wurde das Bestimmtheitsmaß getestet (LINDER 1960). Die Berechnung eines Polynoms 2. Grades brachte eine genügend gute Approximation an die logarithmierten Meßwerte. Für den Zusammenhang von Augentiefe und Breite genügte bis auf wenige Ausnahmen die Anpassung durch eine Gerade. Die Hypothese der Gleichheit zweier quadratischer Regressionskurven wurde durch den Test der Nullhypothese: Die Koeffizienten der zu vergleichenden

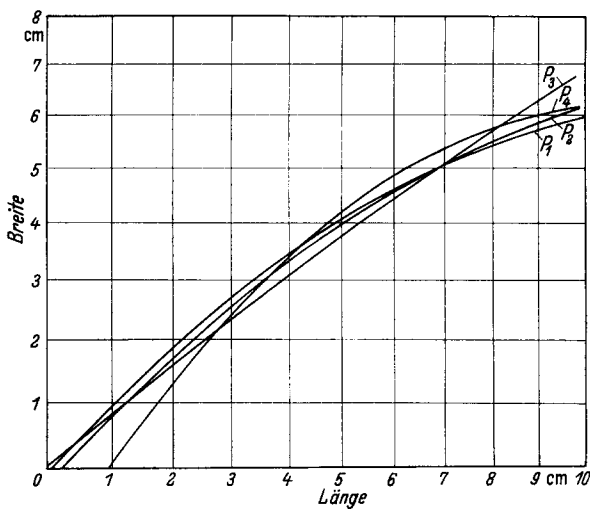


Abb. 1a.

Polynome 2. Grades sind gleich — gegen die Alternative: Die Gleichheitsbeziehung ist wenigstens in einem Falle verletzt — geprüft. Grundlage dieses Tests ist die Theorie der linearen Hypothesen (LEHMANN 1959). Die Testgröße für diesen Test wird im folgenden mit  $W$  bezeichnet.  $W$  ist  $F_{3, (n_1 + n_2 - 6)}$  — verteilt, wobei  $n_1$  = Umfang der ersten Stichprobe,  $n_2$  = Umfang der zweiten Stichprobe bedeuten.

Voraussetzung für die Anwendbarkeit der F-Teste für die Bestimmtheitsmaße, für die Varianzanalysen und für die Gleichheit zweier quadratischer Regressionskurven ist normale Verteilung der abhängigen Variablen und gleiche, von der unabhängigen Variablen nicht abhängende Varianz.

Durch Logarithmieren der Ausgangswerte wurde Normalverteilung angestrebt. Das Vorliegen von Normalverteilung wurde durch  $\chi^2$ -Test auf Normalität (VAN DER WAERDEN 1957) bestätigt. Die Voraussetzung der gleichen Varianz wurde durch einfache Streuungszerglegung (PFANZAGL 1962) geprüft.

Die Rechenarbeiten wurden im Rechenzentrum des Instituts für Angewandte Mathematik der Universität Köln mit Hilfe einer elektronischen Rechenanlage SEL-ER 56 durchgeführt. Das Programm wurde in ALGOL abgefaßt.

### Versuchsergebnisse

Zur Charakterisierung der Knollenform eines Genotyps wurden für die Zusammenhänge von Breite und Länge sowie Breite und Tiefe Regressionskurven berechnet. Der Verlauf der Regressionskurven gibt Hinweise auf das Ausmaß der Veränderungen der Indizes von Länge/Breite und Tiefe/Breite während der Entwicklung der Knollen und läßt den Einfluß von unterschiedlichen Umweltbedingungen auf die Knollenform in allen Entwicklungsstadien erkennen.

Die jeweils für die einzelnen Sorten und Behandlungen berechneten Regressionskurven vom Typ  $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$  sind in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt, wobei auf der Abszisse die logarithmierten Längenwerte und auf der Ordinate die logarithmierten Breitenwerte aufgetragen sind. Die hohen quadratischen Bestimmtheitsmaße (0,8—0,9) zeigen eine deutliche Abhängigkeit beider Eigen-

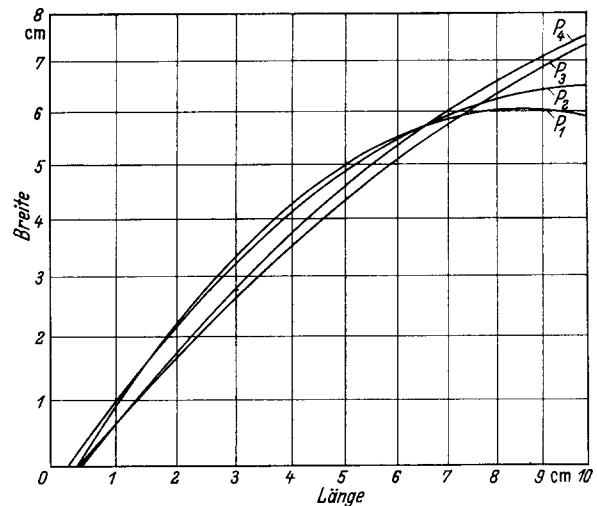


Abb. 1b.

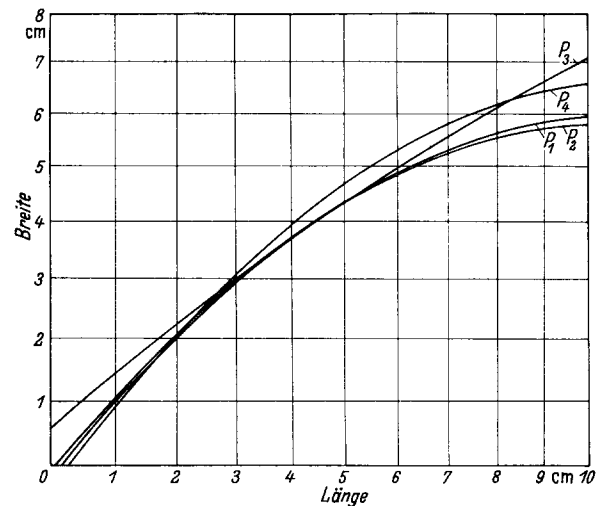


Abb. 1c.

Abb. 1a—c. Regressionskurven zwischen Knollenbreite und Knollenlänge für a Lori, b Feldeulohn, c Grata. Versuche Plumhof. —  $P_1$ : 1962, normale Düngergabe;  $P_2$ : 1962, erhöhte Düngergabe;  $P_3$ : 1963, erhöhte Düngergabe ohne künstliche Beregnung;  $P_4$ : 1963, erhöhte Düngergabe mit künstlicher Beregnung. — Die Funktionen haben Gültigkeit für Längenwerte zwischen 1 und 8 cm.

schaften an. Die Abbildungen 1a—c beziehen sich auf die Versuche Plumhof 1962 und Plumhof 1963. Die Funktionen für jeweils eine Sorte sind in einer Abbildung zusammengefaßt. Sie haben nur Gültigkeit für Werte der Länge zwischen 1 und 8 cm. Auf Wiedergabe der Funktionen für die Sorten Clivia und Suevia wurde verzichtet, da nur jeweils einjährige Ergebnisse vorliegen.

Tabelle 1. W-Werte aus den Versuchen Plumhof 1962 ( $P_1$  und  $P_2$ ) und 1963 ( $P_3$  und  $P_4$ ) für die Abhängigkeit von Breite und Länge. Für  $f_1 = 3$  und  $f_2 = \infty$  ist  $F_{0,005} = 4,28$ .

	$P_2$	$P_3$	$P_4$
Lori			
$P_1$	5,65	15,44	18,07
$P_2$	—	7,48	20,01
$P_3$	—	—	20,44
Feldeslohn			
$P_1$	9,43	99,10	51,07
$P_2$	—	82,03	33,72
$P_3$	—	—	8,38
Suevia		Clivia	
$P_1$	5,90	—	—
$P_2$	—	—	—
$P_3$	—	—	3,91
Grata			
$P_1$	0,68	6,10	29,14
$P_2$	—	7,86	36,02
$P_3$	—	—	13,50

menge bei gleicher Witterung hindeuten. Alle anderen W-Werte beweisen einen hoch signifikanten Einfluß der unterschiedlichen Witterung in den Jahren 1962 und 1963 sowie der unterschiedlichen Niederschlagsmenge für die Versuchsglieder von 1963.

Die Ergebnisse aus dem Versuch Waldhof zeigen ebenfalls, daß eine unterschiedliche Nährstoffmenge bei gleichen Witterungsbedingungen in der Regel nur geringfügigen Einfluß auf die für eine Sorte typische Regressionskurve hat (Abb. 2a—b). Aus Gründen der besseren Übersicht sind hier die zehn Kurven der Sorte Delos bei unterschiedlicher Versorgung mit Nährstoffen in zwei Abbildungen wiedergegeben. Während die Kurven  $W_{1-8}$  und  $W_{10}$  nur ausnahmsweise voneinander signifikant verschieden sind, hebt sich  $W_9$  (Abb. 2b) mit hoch signifikanter Differenz von allen anderen ab (Tab. 2). Die deutliche Verminderung des Längen/Breiten-Index bei den großen Knollen ist hier durch extremen Kaliummangel

Tabelle 2. W-Werte aus dem Versuch Waldhof 1962 für die Abhängigkeit von Breite und Länge. Für  $f_1 = 3$  und  $f_2 = 120$  ist  $F_{0,005} = 4,50$ .

	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$	$w_6$	$w_7$	$w_8$	$w_9$	$w_{10}$
$W_1$	3,46	3,17	6,80	1,76	1,07	1,39	0,95	35,52	2,79
$W_2$	—	1,56	0,96	2,13	8,50	1,86	1,65	19,60	0,48
$W_3$	—	—	1,98	2,13	7,17	0,42	0,75	25,07	0,42
$W_4$	—	—	—	5,10	14,16	2,69	3,79	14,27	1,13
$W_5$	—	—	—	—	3,61	1,52	0,73	30,55	2,02
$W_6$	—	—	—	—	—	3,79	3,59	55,59	7,69
$W_7$	—	—	—	—	—	—	0,24	25,99	0,54
$W_8$	—	—	—	—	—	—	—	32,73	0,86
$W_9$	—	—	—	—	—	—	—	—	23,61

Aus den Abbildungen geht hervor, daß die Regressionen der Jahre 1962 ( $P_1, P_2$ ) einen ähnlichen Verlauf zeigen, während die des Jahres 1963 ( $P_3, P_4$ ) voneinander und von denen des Jahres 1962 stark abweichen. Um einen Test auf Verschiedenheit zweier Regressionskurven durchführen zu können, wurde die Größe W berechnet (Tab. 1). Ein Vergleich dieser Werte mit dem F-Tabellenwert (für  $f_1 = 3, f_2 = \infty$  ist  $F_{0,005} = 4,28$ ) ergibt, daß lediglich die für die Funktionen des Jahres 1962 errechneten W-Werte kleiner oder nur geringfügig größer sind und somit auf einen nicht bzw. geringfügig gesicherten Einfluß der unterschiedlichen Dünger-

hervorgerufen. Beim Versuch Waldhof handelt es sich um einen 1962 bereits fünf Jahre laufenden Dauerversuch mit stets gleicher Behandlung der Versuchspartellen. Die einseitige Düngung führte in der Kaliummangelparzelle zu einer Verarmung an Kalium. Der Kaliumgehalt der Stallmistgabe reichte jedoch schon aus, um den Einfluß auf die Knollenform auszugleichen ( $W_4$ , Abb. 2).

Die verschiedenen Sorten können auf extremen Kaliummangel unterschiedlich reagieren. Dies zeigt der Versuch Rotenburg, wo die Sorte Feldeslohn ebenfalls unter extremem Kaliummangel aufgezogen wurde. Der aus den Meßwerten für ungedüngt ( $R_1$ )

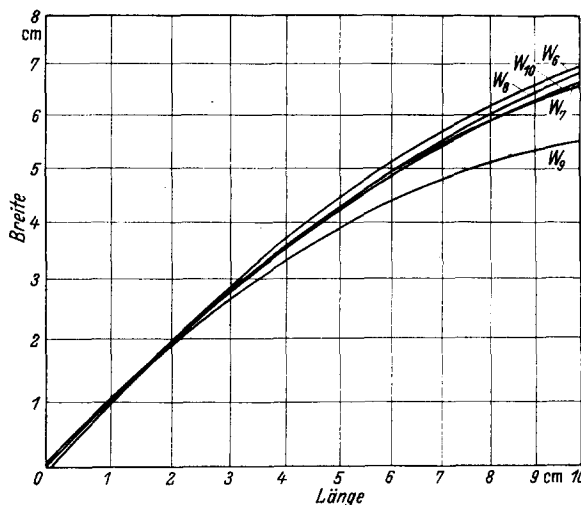
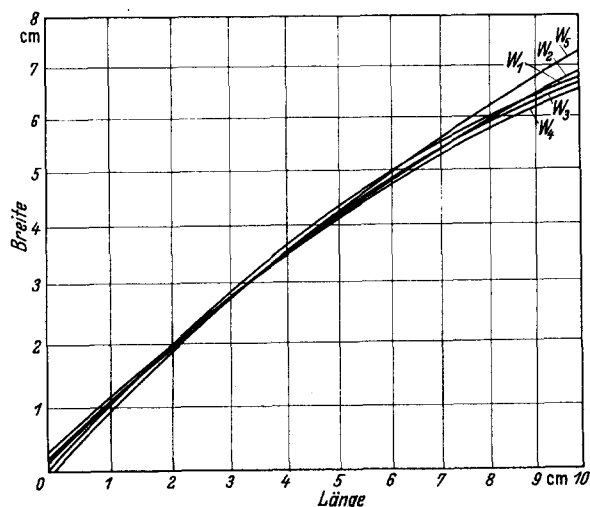


Abb. 2a—b. Regressionskurven zwischen Knollenbreite und Knollenlänge für die Sorte Delos. Versuch Waldhof. —  $W_1, W_6$ : 60 kg  $P_2O_5$ , 160 kg  $K_2O$ ;  $W_2, W_7$ : 160 kg  $K_2O$ ;  $W_3, W_8$ : 120 kg  $P_2O_5$ , 160 kg  $K_2O$ ;  $W_4, W_9$ : 120 kg  $P_2O_5$ ;  $W_5, W_{10}$ : 120 kg  $P_2O_5$ , 80 kg  $K_2O$ . — Bei gleicher Stickstoffgabe wurde  $W_{1-8}$  mit Stallmist,  $W_{9-10}$  ohne Stallmist gedüngt. Die Funktionen haben Gültigkeit für Längenwerte zwischen 1 und 9 cm.

und gedüngt ( $R_2$ ) errechnete W-Wert (3,95) deutet darauf hin, daß hier kein gesicherter Einfluß des Kalimangels auf die Regression besteht ( $f_1 = 3$ ,  $f_2 = 120$ ,  $F_{0,005} = 4,50$ ).

Für die Abhängigkeit der Breite von der Tiefe der Knolle wurden in gleicher Weise Regressionskurven bestimmt. Für diese Abhängigkeiten, deren quadratische Bestimmtheitsmaße (0,85—0,95) einen starken Zusammenhang der beiden Variablen anzeigen, entfällt die Voraussetzung der gleichen, von der unabhängigen Variablen nicht abhängenden Varianz für die Berechnung der Testgröße W. Eine Berechnung der Größe W war nur zwischen den Versuchsgliedern  $P_2$  und  $P_3$  von Feldeslohn ( $W = 9,56$ ),  $P_1$  und  $P_2$  ( $W = 4,86$ ) bei Suevia und  $P_3$  und  $P_4$  ( $W = 13,31$ ) bei Clivia erlaubt. Allein diese drei W-Größen weisen auf einen Einfluß der Umwelt auf die Regressionskurve von Breite und Tiefe hin. Aber auch hier scheint die Interaktion zwischen Sorte und Jahr auf

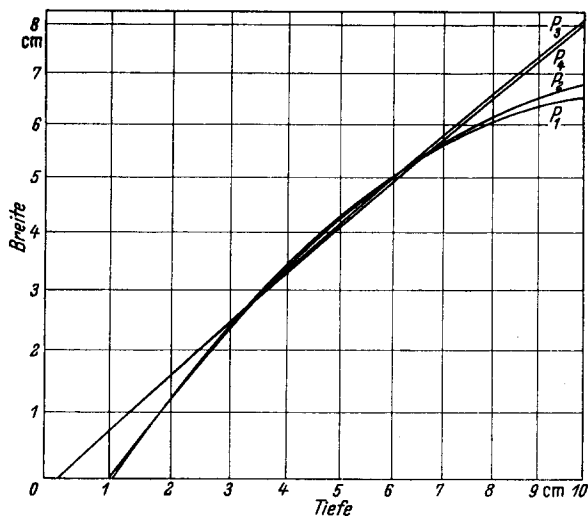


Abb. 3. Regressionskurven zwischen Knollenbreite und Knollentiefe für die Sorte Feldeslohn. Die Funktionen haben Gültigkeit für Werte der Tiefe zwischen 1 und 6 cm. Behandlung wie Abb. 1.

die Merkmalsausbildung größer zu sein als die zwischen Sorte und Düngung (Abb. 3).

Die Augentiefe zeigen eine bedeutend größere Variabilität als die bisher berücksichtigten Merkmale, was in einem kleineren Bestimmtheitsmaß zum Ausdruck kommt. Die Werte lagen im Versuch Plumhof zwischen 0,27 und 0,49 und im Versuch Waldhof zwischen 0,40 und 0,55.

Für die an den Sorten Delos (Waldhof) und Feldeslohn (Rotenburg) errechneten Abhängigkeiten von Augentiefe und Breite kann Linearität angenommen werden. Damit sind die Voraussetzungen für eine Covarianzanalyse gegeben, mit der zunächst getestet wird, ob sich zwei Geraden in bezug auf ihren Anstieg unterscheiden (SNEDECOR 1961). Gesichert unterschiedlicher Anstieg bedeutet keine Parallelität der Geraden und damit für unsere Untersuchungen einen gesicherten Einfluß der Umweltfaktoren.

In Abbildung 4 sind die Regressionsgeraden für die Versuchsglieder  $W_6$ — $W_{10}$  wiedergegeben. Die nicht abgebildeten Geraden für  $W_1$ — $W_5$  verlaufen zwischen denen von  $W_{10}$  und  $W_8$ . Auffallend ist der Anstieg der Geraden  $W_9$ , der auf eine relativ stärkere Zunahme der Augentiefe mit zunehmender Breite bei Kaliummangel hinweist. Eine Covarianzanalyse

bei Berücksichtigung aller Versuchsglieder ergibt einen F-Wert von 21,47 gegenüber einem Tabellenwert von  $F_{0,005} = 4,39$ . Bleiben die Meßwerte von  $W_9$  unberücksichtigt, so ist der errechnete F-Wert = 1,84. Dies berechtigt zu der Annahme, daß mit Ausnahme von  $W_9$  die Anstiege der Geraden  $W_1$ — $W_{10}$  nicht signifikant verschieden sind. Diese Ergebnisse wurden im Versuch Rotenburg an der Sorte Feldeslohn nicht bestätigt. Eine unterschiedliche Reaktion der Sorten mit gleicher Behandlung scheint vorzuliegen.

Eine statistische Bearbeitung der linearen bzw. quadratischen Regressionen des Versuchs Plumhof ist wegen fehlender Voraussetzungen (Linearität für Covarianzanalyse, gleiche Varianz für W-Test) nicht sinnvoll. Der Verlauf der Regressionskurven läßt für die einzelnen Sorten keinen gleichsinnigen Einfluß der Behandlung erkennen.

In den Versuchen konnte ein Einfluß der Umwelt auf die Fleischfarbe der Kartoffelknollen nicht nachgewiesen werden.

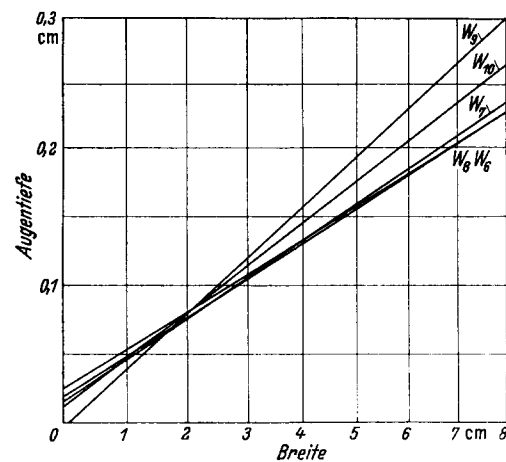


Abb. 4. Regressionsgeraden für die Abhängigkeit Augentiefe—Breite im Versuch Waldhof. Die Funktionen haben Gültigkeit für Werte der Breite zwischen 1 und 6,5 cm.

## Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen sollen zunächst im Hinblick auf das Problem der numerischen Beschreibung der Knollenform eines Phänotyps besprochen werden.

Für die Einordnung bzw. für einen Vergleich von Phänotypen ist es notwendig, für das interessierende Merkmal eine Größe zu finden, die dessen eindeutige Beschreibung zuläßt. Wie bereits aus Arbeiten anderer Autoren (MÜLLER und BRAUN 1929, PETERS 1927, SCHWARTZ 1927) und aus unseren Ergebnissen hervorgeht, verändert sich im Laufe der Entwicklung der Kartoffel das Verhältnis von Länge zu Breite und von Tiefe zu Breite. Das gleiche gilt zum Teil auch für die Relation von Breite zu Augentiefe. Für eine eindeutige Beschreibung der typischen Knollenform oder Augentiefe reicht eine Mittelwertbildung des gesamten anfallenden Knollenmaterials (NEUMANN 1925, PETERS 1927) nicht aus. BARTOSCH (1931), MARIS (1962), MÜLLER und BRAUN (1929) und SCHWARTZ (1927) ziehen daher für die Messung bzw. für einen visuellen Vergleich nur Knollen bestimmter Gewichtsklassen heran, wobei Knollen zwischen 40—70 g bzw. 40—50 g Verwendung finden. Im Hinblick auf sortendiagnostische Untersuchungen

ist die Auswahl einer bestimmten Knollengröße insofern berechtigt, als Knollen des oben genannten Gewichts einen großen Anteil des Verkaufsmaterials darstellen. In vergleichenden Untersuchungen kann jedoch durch die Auswahl bestimmter Größenklassen ein Einfluß der Umwelt auf die Knollenform verdeckt bzw. stärker hervorgehoben werden. Diesen Sachverhalt macht Abb. 1a (Lori) deutlich. Bei Auswahl einer Längensklasse von 4–5 cm — dies entspricht im vorliegenden Fall einem Gewicht von etwa 30–40 g — zeigen die den Längen zugeordneten Werte der Breite bei den Kurven  $P_4$  und  $P_3$  keinen Unterschied. Sie sind aber deutlich verschieden von den Kurven  $P_1$  und  $P_2$ . Bei Wahl der Längensklasse von 6,5–7,5 cm (etwa 90 g) entsprechen sich die Werte der Regressionen  $P_3$ ,  $P_2$  und  $P_1$ , und nur  $P_4$  hebt sich deutlich ab.

Darüber hinaus ist für genetische Versuche die Anwendbarkeit dieser Methode insofern zweifelhaft, als nicht nur die Knollen einer Gewichtsklasse „typisch“ für den gesamten Phänotyp sind. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß in Kreuzungspopulationen häufig Klone auftreten, deren Knollengewichte z. B. 40 g nicht erreichen. Es wird daher vorgeschlagen, für derartige Versuche aus dem gesamten zur Verfügung stehenden Knollenmaterial Regressionskurven zu berechnen und als Charakteristikum heranzuziehen, wie es in der vorliegenden Untersuchung durchgeführt worden ist.

Bei allen hier untersuchten Eigenschaften konnte ein Einfluß der Umwelt auf das Merkmal festgestellt werden. Die Versuchsanstellung reicht aber nicht aus, um den kausalen Zusammenhang zwischen Umweltfaktor und Wachstumsprozeß genauer zu analysieren. Es kann lediglich gesagt werden, daß die Menge der zur Verfügung stehenden Nährstoffe einen nur unbedeutenden Einfluß hat, wenn extremer Kaliummangel unberücksichtigt bleibt. Die unterschiedlichen Auffassungen von NEUMANN (1925) und SCHWARTZ (1927) können dahingehend geklärt werden, daß Kalium das Dickenwachstum der Knolle fördert (Abb. 2). Einen bedeutenden Einfluß hat die zur Verfügung stehende Wassermenge. Wassermangel scheint ebenso wie Kaliummangel das Breitenwachstum zu hemmen (Abb. 1a–c,  $P_3$ ). Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Faktoren nicht gleichsinnig auf alle Entwicklungsstadien einwirken. So macht sich Kaliummangel erst mit zunehmender Knollengröße, Wassermangel aber schon während der Anfangsentwicklung der Knolle bemerkbar. Dies wird verständlich, wenn die von LEHMANN (1926) und TROLL und RAUH (1950) mitgeteilten Ergebnisse über das Wachstum der Kartoffelknolle berücksichtigt werden. Nach diesen Autoren vollzieht sich das Längenwachstum im Vegetationskegel durch antikline Teilungen unterhalb des Vegetationskegels sowie durch radiale Dehnung der Zellen. Unregelmäßige Zellteilungen im Markgewebe sind Ursache des sekundären Dickenwachstums, zu dem Teilungen im Rindengewebe und im Kambium nur relativ wenig beitragen. Diese unterschiedlichen Wachstumsvorgänge, von denen der eine oder andere je nach genetischer Konstitution der Pflanze und in den verschiedenen Entwicklungsstadien der Knolle vorherrscht, finden wahrscheinlich ihr Optimum unter verschiedenen Bedingungen.

Die erzielten Ergebnisse unterstreichen erneut die Notwendigkeit definierter Umweltbedingungen für genetische Versuche. Sie bestätigen nicht die Auffassungen von BARTOSCH (1931), MARIS (1962) und SCHWARTZ (1927), die im Gegensatz zu PETERS (1927) annehmen, daß auf Veränderung der Umweltfaktoren verschiedene Genotypen in gleicher Richtung reagieren. Selbst wenn das der Fall wäre, ist nicht zu erwarten, daß das Ausmaß der Reaktion bei den verschiedenen Genotypen übereinstimmt (Abb. 1–3). Diese Tatsache mag bei Untersuchungen an Populationen mit praktischer Zielsetzung nicht ins Gewicht fallen, dürfte aber in genetischen Versuchen bei der Einordnung von Phänotypen zu fehlerhaften Häufigkeitswerten führen.

### Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluß von Nährstoff (N, P, K)- und Niederschlagsmenge auf die Form der Kartoffelknolle und auf die Augentiefe untersucht. Durch die zum Teil zweijährig angelegten Versuche war es möglich, die Wirkung der Witterung als Komplex auf die untersuchten Merkmale zu berücksichtigen. Dabei ergab sich folgendes:

1. Von den untersuchten Nährstoffen konnte nur für Kalium ein Einfluß auf die Knollenform und Augentiefe nachgewiesen werden. Bei extremem Kaliummangel kann bei gleicher Länge die Breite der Knolle reduziert sein. Bei gleicher Breite werden die Augen tiefer. Verschiedene Sorten reagieren nicht gleichsinnig.

2. Bei ausgewogenem Nährstoffverhältnis hat die Menge der gesamten Düngergabe nur einen geringen Einfluß auf die Regressionskurven.

3. Hoch gesichert ist die Abhängigkeit der Knollenform von der Jahreswitterung, wobei dem Faktor Wasser ein besonderer Einfluß zuzuschreiben ist. Wassermangel scheint das Breitenwachstum zu hemmen.

4. An Hand der Ergebnisse konnte gezeigt werden, daß bei vergleichenden Untersuchungen die Auswahl bestimmter Größenklassen der Knollen zu Fehldeutungen führen kann. Es wird vorgeschlagen, die aus dem gesamten anfallenden Knollenmaterial berechneten Regressionskurven als Charakteristikum für einen Phänotyp heranzuziehen.

Die Arbeiten wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

Der Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke danke ich für die Überlassung des Versuchsmaterials.

Herrn ERICH KAMMERER bin ich für die Durchführung der Programmierarbeiten und Rechenarbeiten sowie für Beratung und grundsätzliche Überlegungen in Fragen der Statistik zu besonderem Dank verpflichtet.

### Literatur

1. BARTOSCH, J.: Untersuchungen zur Genetik der Kartoffel. III. Untersuchungen über die Vererbung der Knollengestalt bei der Kartoffel. Arb. Biol. Reichsanst. **18**, 117–151 (1931). — 2. LEHMANN, E. L.: Testing statistical hypotheses. New York and London: John Wiley and Sons 1959. — 3. LEHMANN, R.: Untersuchungen über die Anatomie der Kartoffelknolle unter besonderer Berücksichtigung des Dickenwachstums. Planta **2**, 87–131 (1926). — 4. LINDER, A.: Statistische Methoden. 3. Aufl. Basel 1960. — 5. MARIS, B.: Analyse van aardappelpopulaties ten dienste van de veredeling. Dissertation, Wageningen 1962. — 6. MÜLLER, K. O., und H. BRAUN: Variabilitätsstudien über die Morphologie der

Kartoffelknolle. Arb. Biol. Reichsanst. 16, 1–43 (1929). — 7. NEUMANN, H.: Die Beeinflussung der Kartoffelknolle durch äußere Verhältnisse. J. Landw. 73, 7–38 (1925). — 8. PETERS, G.: Die zahlenmäßige Bestimmung der Kartoffelform als Hilfsmittel bei der Systematik der Kartoffelsorten. Angew. Bot. 9, 465–530 (1927). — 9. PFANZAGL, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik. Berlin: Walter de Gruyter & Co. 1962. — 10. SCHWARTZ, G.: Die Modifizierbarkeit morphologischer Eigenschaften

bei der Julikartoffel. Angew. Bot. 9, 465–530 (1927). — 11. SNEDECOR, G. W.: Statistical methods. 5. Aufl. Ames: Iowa State Univ. Press 1961. — 12. TROLL, W., und W. RAUH: Das Erstarkungswachstum krautiger Dikotyler mit besonderer Berücksichtigung der primären Verdickungsvorgänge. Ber. Heidelb. Akad. Wiss. Heidelberg: Springer 1950. — 13. WAERDEN, B. L. VAN DER: Mathematische Statistik. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1957.

## Kurze Mitteilungen

### Die 36. Deutsche Pflanzenschutztagung

veranstaltet von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig, zusammen mit den Pflanzenschutzämtern und den auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes tätigen Instituten, findet vom 10. bis 14. Oktober 1966 in Bad Godesberg statt. — Folgende Thematik soll behandelt werden: Viruskrankheiten; pflanzenparasitäre Nematoden; Unkrautprobleme.

Der Deutsche Verband Forstlicher Forschungsanstalten gibt im Einvernehmen mit dem Präsidenten der IUFRO bekannt, daß der nächste Kongreß der

IUFRO vom 4.–9. September 1967 in München stattfindet. Im Zusammenhang mit dem Kongreß werden Gebiets- und Fachexkursionen sowie größere Exkursionen durch das gesamte Bundesgebiet vorbereitet. Kongreß-Sekretariat: München 13, Amalienstr. 52/II.

### VII. Internationaler Ernährungskongreß

In der Zeit vom 3. bis 10. August 1966 findet in Hamburg der „VII. Internationale Ernährungskongreß“ statt, der im Auftrage der International Union of Nutritional Sciences (IUNS) alle drei Jahre zur Förderung der Forschung und des Austausches wissenschaftlicher Informationen veranstaltet wird.

## Buchbesprechungen / Book Reviews

**BRESCH, G.: Klassische und molekulare Genetik.** Ein Lehrbuch. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer-Verlag 1964. 319 S., 161 Abb., 14 Tafeln. DM 32,—.

Langsam beginnt sich auf dem deutschen Büchermarkt nun auch die durch das Fehlen genetischer Titel gekennzeichnete große und von vielen sehr schmerzlich empfundene Lücke zu schließen. Die in mancher Hinsicht bemerkenswerteste Neuerscheinung auf diesem Gebiet ist zweifellos das hier vorliegende Buch von C. BRESCH, von dem inzwischen ein unveränderter Nachdruck herausgekommen ist. Der Autor hat sich die Aufgabe gestellt, ein Buch zu schaffen, das sowohl dem Studenten das notwendige Wissen vermitteln als auch dem in benachbarten Disziplinen arbeitenden Wissenschaftler das Verständnis genetischer Fragestellungen und Theorien erleichtern soll. Dieses Vorhaben ist ihm sehr gut gelungen. An dieser Stelle sei gleich einer der großen Vorzüge des Buches hervorgehoben: BRESCH versteht es glänzend, dem Leser nicht nur das Wissen um die Fakten zu vermitteln, sondern ihm gleichzeitig zu zeigen, auf welchem Wege diese Fakten ermittelt wurden. — Der Autor führt zunächst das Lebermoos *Sphaerocarpus donellii* als Versuchsobjekt ein und bespricht die Kreuzungsanalyse haploider Organismen bis zur Ableitung der Linearität der Genanordnung aus den Rekombinationsdaten. Dieses Anfangskapitel wird auch dazu benutzt, in die genetische Terminologie und Nomenklatur einzuführen. Bevor im dritten Kapitel die Kreuzungsanalyse diploider Organismen besprochen wird, finden wir in Kapitel 2 eine kurze, jedoch sehr klare Darlegung der cytologischen Grundlagen. Fragen der Mutabilität unter Einschluß der Genommutationen werden in Kapitel 4 erörtert. Mit „Systeme der Sexualität“ ist das folgende Kapitel überschrieben; es enthält neben der Besprechung der verschiedenartigsten echten Sexualitätssysteme auch die Parasexualitätssysteme bei Viren und Bakterien. Damit wird zu den molekularen Grundlagen der Vererbung übergeleitet, die im Mittelpunkt der folgenden fünf Kapitel des Buches stehen. Hier werden in einer auch für diejenigen, die nicht in unmittelbarer Berührung mit der Molekulargenetik stehen, verständlichen Sprache die Fragen der Chemie und Biochemie des genetischen Materials, der molekularen Grundlagen der Proteinbiosynthese, des genetischen Codes und der Regulation der Funktion des genetischen Materials behandelt. Dieser Teil des Buches erscheint dem Rez. als am besten gelungen; es existiert wohl z. Z. in deutscher Sprache keine bessere Darlegung der Erkenntnisse über die molekularen

Grundlagen der Vererbung. Das sich hieran anschließende und mit „Probleme sekundärer Genwirkung“ überschriebene 11. Kapitel befriedigt nicht ganz. Hier werden Geschlechtsausbildung, Modifikationen, Vererbung quantitativer Merkmale, Positions-Effekt und die nicht-chromosomale Vererbung abgehandelt, wobei die Vereinigung dieser verschiedenartigen Probleme in einem Kapitel allzu erzwungen erscheint. Das Buch schließt mit einem kurzen Exkurs in spezielle Fragen der Humangenetik. — Autor und Verlag (das Buch hat bei guter Ausstattung einen erstaunlich niedrigen Preis) haben der Genetik in Deutschland mit diesem Lehrbuch einen guten Dienst erwiesen.

H. Böhme, Gatersleben

**COLBERT, E. H.: Die Evolution der Wirbeltiere. Eine Geschichte der Wirbeltiere durch die Zeiten.** Übersetzt und eingeleitet von G. HEBERER. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag 1965. 426 S., 122 Abb. Geb. DM 52,—.

Die Geschichte der Entwicklung der Tierwelt gehört seit der großen Erweiterung unserer Kenntnisse der Fossilien im letzten Jahrhundert zu dem wichtigsten Wissen über die Lebensäußerungen auf der Erde. Diese Kenntnisse werden bald zum Elementarwissen jedes Biologen gehören. — Eine knapp gefaßte, inhaltsreiche Übersicht der erdgeschichtlichen Entwicklung der Wirbeltiere, die sich auf der Fossilüberlieferung aufbaut, liegt hier vor. 1909 erschien die deutsche Übersetzung von CHARLES DÉPÉRET: „Die Umbildung der Tierwelt, eine Einführung in die Entwicklungsgeschichte auf palaeontologischer Grundlage“. DÉPÉRET, der geniale französische Palaeontologe, hat neben den Gesetzen, welche die Veränderungen in den Stammreihen der Wirbeltiere bestimmen, eine Reihe von Stammbäumen aufgestellt. Das inzwischen vergangene halbe Jahrhundert brachte eine Fülle von Neuentdeckungen in der Palaeontologie, besonders durch nordamerikanische Forscher, die eine Neuübersicht sehr erwünscht machten. COLBERT, der Leiter eines der größten Museen der Naturgeschichte in New York, hat sie zusammengestellt. In 30 Kapiteln, die von den Anfängen der Wirbeltiere bis zu den höchsten Säugetieren führen, wird vor uns aufgerollt all' das, was bisher von den Abwandlungen der Tierwelt im Verlaufe der Erdalter bekannt wurde. Das Auftreten des Unterkiefers, die Wanderung der Rückgrattiere vom Wasser auf das Land, das Erscheinen des Amnioteneies, das die Landwirbeltiere von der Abhängigkeit vom Wasser befreite, das Auftreten von zwei Gruppen gewaltig großer Saurier mit ver-