

System der Kartoffelzüchtung entwickelt. Die angewandten Methoden, Selektions- und Ernteverfahren in der Kartoffelzüchtung werden angeführt.

Um die vor der Kartoffelzüchtung stehenden großen Aufgaben der Qualitäts- und Leistungssteigerung sowie Einführung neuer Resistenzmerkmale unter Beibehaltung des erreichten Resistenzniveaus schnell erfüllen zu können, ist es notwendig:

1. Die Anzahl der angezogenen Sämlinge zu erhöhen.

2. Neue Massenausleseverfahren insbesondere auf Leistung einzuführen.

3. Bei den Topfsämlingen und der ersten vegetativen Nachkommenschaft eine negative Selektion durchzuführen.

4. Eine Konzentration auf die Hauptaufgaben vorzunehmen und die Zuchtstationen auf die Züchtung nach Gebrauchswerten zu spezialisieren.

5. Eine Steigerung der Arbeitsproduktivität durch verbesserte Mechanisierung der Pflege-, Ernte- und Aufbereitungsarbeiten bei Sämlingen und Klonen zu erreichen.

Literatur

1. ANONYM: Beschuß über die Ordnung im Saat- und Pflanzgutwesen vom 16. 8. 1962. Gesetzblatt der Deutschen Demokratischen Republik Teil II, Nr. 67 (1962). — 2. EFFMERT, M., und W. A. MÜLLER: Beitrag zur Methodik der Schorfresistenzprüfung bei Kartoffel-Zuchttämmen und -Sorten. Der Züchter (im Druck), 1965. — 3. ENGEL, K.-H.: Strahlungseinfluß auf die Fleischfarbenboniturung. Der Züchter **26**, 174—176 (1956a). — 4. ENGEL, K.-H.: Untersuchungen an reziproken Kreuzungspopulationen von Kulturtkartoffeln. Der Züchter **26**, 33—36 (1956b). — 5. ENGEL, K.-H.: Grundlegende Fragen zu einem Schema für Arbeiten mit Inzuchten bei Kartoffeln. Der Züchter **27**, 98—124 (1957). — 6. ENGEL, K.-H.: Physiologie der Ertragsbildung vom Standpunkt der Stoffproduktion. Sitzungsberichte der Dtsch. Akad. der Landwirtsch.-Wiss. zu Berlin **12**, 5—19 (1963). — 7. ENGEL, K.-H.: Methoden der Kartoffelzüchtung unter besonderer Berücksichtigung der Selektionsverfahren auf Leistung. Der Züchter **34**, 235—242 (1964). — 8. ENGEL, K.-H., und K.-H. MÖLLER: Frühdiagnose auf Reifezeit an Kartoffelsämlingen. Der Züchter **29**, 218—220 (1959). — 9. HENNIGER, H.: Vortrag „Zur Methodik der Resistenz-

prüfung gegenüber bakteriellen Knollenfäulen“ vom 23. 8. 1964 im Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz. — 10. HOUGHLAND, G. V. C., et al.: A Program for breeding industrial potato varieties. Am. Pot. Journ. **38**, 419—422 (1961). — 11. MAIERHOFER, E.: Ertragsanalytische Untersuchungen an Kartoffelsämlingen. Bodenkultur (Wien), Ausgabe A **13**, 309—324 (1962). — 12. MARIS, B.: Analyse van aardappelpopulaties welken dienen de veredeling. Proefschrift Wageningen 1962, 1—208. — 13. MEINL, G., und K.-H. MÖLLER: Die Ermittlung des Anteils von Sämlingen verschiedener Reifezeit in Kreuzungspopulationen durch Spaltöffnungszählungen. Der Züchter **31**, 1—2 (1961). — 14. MÖLLER, K.-H.: Sämlingsanzucht im Gewächshaus zur Züchtung frühreifer Kartoffeln. Der Züchter **26**, 243—248 (1956). — 15. MÖLLER, K.-H.: Die Prüfung von Populationen in Abbaulagen, ein Hilfsmittel zur Züchtung abbauwiderstandsfähiger Kartoffeln. Der Züchter **27**, 257—261 (1957). — 17. MÖLLER, K.-H., und J. VOGEL: Selektionsverfahren für die Züchtung von Speisekartoffeln. Der Züchter **31**, 265—267 (1961). — 16. MÖLLER, K.-H., D. ROTHACKER, und H. STELTER: Stand und Methodik der Nematodenresistenzzüchtung auf der Grundlage von *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* in der Deutschen Demokratischen Republik. Tagungsberichte der Dtsch. Akad. der Landwirtsch.-Wiss. zu Berlin Nr. 20, 65—81 (1959). — 18. PFEIFFER, CHR.: Vergleichende Untersuchungen über Auslesemöglichkeiten von im Freiland und in Töpfen kultivierten Kartoffelsämlingen. Der Züchter **33**, 6—11 (1963). — 19. ROTHACKER, D.: Populationsanalytische Untersuchungen über die Leistung verschiedener Kreuzungskombinationen zwischen ssp. *andigena* und ssp. *tuberosum* von *S. tuberosum*. European Potato Journal **5**, 1—13 (1962). — 20. ROTHACKER, D., und J. VOGEL: Rohverfärbungsuntersuchungen an bekannten Sorten und aussichtsreichen Kartoffelzuchttämmen der DDR. Der Züchter **33**, 68—72 (1963). — 21. SCHICK, R.: Methoden und Probleme der Kartoffelzüchtung. Sitzungsberichte der Dtsch. Akad. der Landwirtsch.-Wiss. zu Berlin **5**, 3—40 (1956). — 22. SCHICK, R.: 100 Jahre Landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung in Deutschland. Sitzungsberichte der Dtsch. Akad. der Landwirtsch.-Wiss. zu Berlin **7**, 3—21 (1958). — 23. SCHICK, R., und A. HOPFE: Die Züchtung der Kartoffel. Handbuch „Die Kartoffel“, S. 1462—1563. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1962. — 24. SCHICK, R., und E. JAKOB: Der Wiederaufbau der Kartoffelzüchtung in der DDR nach 1945. Der Züchter **21**, 211—222 (1951). — 25. SIMMONDS, N. W.: The genetics of seed and tuber dormancy in the cultivated potatoes. Heredity **19**, 489—504 (1964).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Über den Einfluß von Erbgut und Umwelt auf das Verhältnis von Amylose zu Amylopektin und den Phosphorsäuregehalt verschiedener Kartoffelstärken*

Von B. EFFMERT und J. VOGEL

Einleitung

In den vergangenen 20 Jahren hat die getrennte industrielle Verarbeitung der beiden Stärkekomponenten Amylose und Amylopektin immer mehr an Bedeutung gewonnen. Zwei Ursachen sind hierfür zu nennen. Im Jahre 1940 erbrachte K. H. MEYER den endgültigen Nachweis über die konstitutionelle Verschiedenheit der beiden Stärkekomponenten (K. H. MEYER, 1953, S. 536), und 1942 beschrieb SCHOCH ein Verfahren zur Trennung der beiden Fraktionen durch selektive Fällung der Amylose mit

Butanol (vgl. SCHOCH, 1945). Nach dem zweiten Weltkrieg ist in Holland die großtechnische Fraktionierung der Kartoffelstärke entwickelt worden (HIEMSTRA, BUS und MUETGEERT, 1956; MUETGEERT, 1961). Insbesondere die linearkettige Amylose ist auf Grund ihrer filmbildenden Eigenschaften zu einem begehrten Rohstoff geworden. Aus diesem Grunde sind in den USA Maissorten gezüchtet worden, deren Stärke 60% und mehr Amylose enthält (vgl. auch TEGGE, 1960). Über den gegenwärtigen Stand der Amyloseerzeugung und Gewinnung berichtet AUGUSTAT (1959).

Die Kartoffelstärke enthält etwa 0,065% Phosphor in der Trockenmasse (0,15% P_2O_5). SAMEC (1927 und

* Herrn Prof. Dr. R. SCHICK zum 60. Geburtstag gewidmet.

1941) zeigt durch seine Untersuchungen, daß zwischen Phosphorsäuregehalt der Stärke und ihren kolloidchemischen Eigenschaften eine Beziehung besteht. Die Arbeiten von VESELOVSKY (1940), BARTHEL (1950 und 1951), DE WILLIGEN (1951, 1952 und 1954), WEGNER (1959) und GÖRLITZ und WILBERG (1961) bestätigen diese Zusammenhänge. Allgemein nehmen Viskosität und Ergiebigkeit der Kleister mit steigendem Phosphorsäuregehalt der Stärke zu.

Das Amylose-Amylopektin-Verhältnis und der Phosphorsäuregehalt der Kartoffelstärke sind somit wesentliche Qualitätseigenschaften, an denen Züchter und Erzeuger von Stärkekartoffeln interessiert sein müssen, wie sie auch den Einfluß von Erbgut und Umwelt auf die genannten Eigenschaften kennen sollten. Die vorliegende Arbeit möchte zur Klärung dieser Fragen beitragen.

1959 bis 1961 haben wir das Amylose-Amylopektin-Verhältnis in der Stärke und den Phosphorsäuregehalt von 24 Kartoffelsorten aller Reifegruppen untersucht, einmal über 3 Jahre am gleichen Standort, zum anderen an drei verschiedenen Standorten in einem Jahr. 1959 wurden zusätzlich 17 Sorten einer Niedersungsmoorherkunft und 1960 41 Sorten des Kulturtkartoffelsortimentes aus Groß-Lüsewitz untersucht. Außerdem prüften wir die Beziehung Phosphorsäure in der Knolle: Phosphorsäure in der Stärke.

Material und Methoden

Die Knollen entstammten Feldbeständen der einzelnen Sorten, die regelmäßig alle Jahre für die Prüfung der Speisequalität in unserem Institut angebaut werden. Die Anbaubedingungen entsprechen denen der Hauptprüfung für Kartoffeln der mittelfrühen bis späten Reifezeit. Die drei Herkünfte lassen sich wie folgt charakterisieren: Groß-Lüsewitz liegt 15 km östlich Rostock, klimatisch im Einflußbereich der Ostsee. Bodenart: lehmiger Sand bis sandiger Lehm, Bodenzahl Ø 47. Wentow, Kreis Gransee, liegt etwa 50 km nördlich Berlin. Bodenart: humoser, lehmiger Sand, Bodenzahl 27. Bernburg-Zepzig liegt im Schwarzerdegebiet der Magdeburger Börde. Bodenart: humoser Lehm, Bodenzahl 90–96. Aus Tab. 1 sind die verabreichten Stallmist- und Mineraldüngermengen ersichtlich. Auf dem Niedersungsmoor wurde nicht gedüngt.

Tabelle 1. Düngergaben in den einzelnen Jahren und an den verschiedenen Orten.

Ort	Jahr	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	Stalldüngung dt/ha
Groß-Lüsewitz	1959	40	32	160	240
	1960	60	80	160	250
	1961	100	80	160	250
Wentow	1960	30	36	80	300 + 30 dt Gründüngung
Bernburg-Zepzig	1960	40	36	—	—

Die Kartoffeln wurden nach dem Absterben des Krautes geerntet und bis zur Stärkegewinnung in Kisten in einem Kartoffelkeller gelagert. Die Temperaturen sanken in dieser Zeit von etwa 14 °C auf etwa 6 °C.

Unmittelbar vor der Stärkegewinnung wurden nach einem Verfahren von ENGEL (unveröffentlicht)

aus den Knollen je nach Größe derselben 2–4 Säulen von 8–10 mm Ø gestanzt, und zwar senkrecht zur Breitseite der Knollen. An der Substanz dieser Säulen wurde die Trockenmasse (TM) und der P-Gehalt der einzelnen Sorten ermittelt. Die an diesen Säulen gewonnenen Werte stimmen mit den an Knollenhälften gewonnenen Werten gut überein. Zur Bestimmung des P-Gehaltes wurden 500 mg der trockenen Substanz im Muffelofen bei 500 °C verascht und in einem aliquoten Teil der Aschenlösung die Phosphorsäure nach dem Vanadat-Molybdat-Verfahren bestimmt (GERICKE und KURMIES, 1952).

Zur Stärkegewinnung, in den Monaten November–Dezember vorgenommen, wurden 1–1,5 kg Knollen entnommen, gewaschen, dünn geschält und in einem Mixer („Mixette“) zerkleinert. Das Reibsel wurde sofort auf ein Dederongazesieb gegeben, dessen Maschenweite etwa 100 µm betrug. Mit Hilfe eines Rührwerkes wurde das Reibsel mit 8–10 Litern Leitungswasser ausgewaschen. Nach 30 Min. Sedimentation wurde das Fruchtwasser abgehebelt, die Stärke 4mal mit dest. Wasser gewaschen und schließlich an der Luft getrocknet. Die sofortige Abtrennung des Fruchtwassers von der Stärke während des Auswaschens war nicht möglich. Durch die kurze Sedimentationszeit ist zweifellos ein Teil der kleinsten Stärkekörner nicht erfaßt worden. Der Anteil ist jedoch zahlenmäßig gering, massemäßig zu vernachlässigen (vgl. LINDET und NOTTIN, 1923; zitiert bei SCHREIBER, 1961).

Der Amylosegehalt wurde nach der „Blauwert“-Methode ermittelt nach der von ULMANN und AUGUSTAT (1958) gegebenen Vorschrift. Zur Aufstellung der Eichkurve verwendeten wir Amylose und Amylopektin, das uns von Herrn Dipl.-Chem. AUGUSTAT zur Verfügung gestellt wurde¹. Außerdem fraktionierte wir selbst Stärke nach der von HOBSON, PIRT, WHELAN und PEAT (1951) angegebenen Methode.

Die Phosphorsäure in der Stärke wurde kolorimetrisch nach dem Vanadat-Molybdat-Verfahren bestimmt. 300 mg Stärke wurden in einem 100 ml Kjeldahlkolben naß verascht nach den Angaben von GARZ (1957).

Die Untersuchungsergebnisse wurden nach Jahren und Herkünften getrennt varianzanalytisch verrechnet und in den einzelnen Tabellen sind die Grenzfrequenzen (GD) angegeben. Die Ergebnisse der Niedersungsmoorherkunft wurden mit den entsprechenden der Mineralbodenherkunft aus Groß-Lüsewitz nach der Differenzmethode auf überzufällige Unterschiede geprüft und die Grenzwahrscheinlichkeit P angegeben.

Ergebnisse

Das Amylose-Amylopektin-Verhältnis

In Tab. 2 sind die Amylosegehalte der einzelnen Sorten zusammengestellt. Es bestehen statistisch gesicherte Sortenunterschiede. In jeder Reifegruppe sind hohe und niedrige Gehalte zu finden, die Extremwerte liegen allerdings in der mittelspäten bis späten Reifegruppe. Die Sortenunterschiede stimmen gut mit denen von GÖRLITZ und WILBERG (1961) ermittelten überein. Sie arbeiteten nach der gleichen Methode

¹ Herrn Dipl.-Chem. AUGUSTAT möchten wir an dieser Stelle noch einmal für seine Hilfe und die Überlassung des Materials herzlich danken.

Tabelle 2. Amylosegehalte der Stärken von 24 Kartoffelsorten verschiedener Reifegruppen.

Sorten	Mittel der Jahre 1959—1961 Groß-Lüsewitz	Mittel der Herkünfte Groß-Lüsewitz, Wentow, Bernburg 1960
	% der trockenen Stärke	
sehr früh — früh		
Frühmölle	21,1	21,4
Antares	19,8	20,2
Sieglinde	19,7	20,3
Amsel	21,9	22,1
\bar{x}	20,6	21,0
mittelfrüh		
Drossel	20,8	21,1
Meise	21,7	21,7
Lü.51.58/24	20,5	21,1
Fink	20,4	20,6
Frühnudel	20,6	20,7
Pirat	21,6	21,7
Stieglitz	20,6	21,0
Mittelfrühre	20,5	20,8
\bar{x}	20,8	21,1
mittelsspät — spät		
Schwalbe	22,8	23,7
Spatz	20,8	21,6
Apollo	21,2	22,1
Aquila	21,8	22,1
Nova	20,4	21,4
Ora	20,6	21,4
Merkur	19,1	19,8
Voran	19,2	19,5
Zeisig	20,2	20,7
Sperber	21,7	22,4
Ackersegen	22,5	22,7
Gerlinde	22,3	23,1
\bar{x}	21,1	21,7
GD 5 %	0,9	1,2
1 %	1,2	1,6
0,1 %	1,6	2,1

und untersuchten z. T. auch die gleichen Sorten. In der mittelfröhnen bis späten Reifegruppe kommen wir etwa zur gleichen Rangfolge der Sorten. Unterschiede im Gehalt bei der gleichen Sorte können verschiedene Ursachen haben. Es kann eine Wirkung der Umwelt vorliegen (vgl. unten), die Ursache kann aber auch in der Bestimmungsmethode liegen. Auf diese Problematik haben ULMANN und AUGUSTAT (1958) hingewiesen. Damit erklären sich auch die Unterschiede gegenüber Gehalten, die andere Autoren angeben (DE WILLIGEN und DE GROOT, 1947; DIEMAIR und HUCK, 1962).

Ein Vergleich der Jahre (Tab. 3) zeigt einen höheren Durchschnittsgehalt der Sorten im Jahre 1959 gegenüber 1960 und 1961. Bei den Herkünften unterscheidet sich Groß-Lüsewitz von Wentow und Bernburg-Zepzig. In beiden Fällen liegt statistisch eine sehr gute Sicherung vor. Die 1959 auf dem Niederungsmaar Groß-Lüsewitz angebauten 17 Sorten wiesen einen Durchschnittsgehalt von 21,0% Amylose auf. Mit einem P-Wert von 0,4% sind die Gehalte gesichert verschieden von denen der Mineralbodenherkunft am gleichen Ort. Über die Ursachen der Umweltwirkung kann nichts gesagt werden. Am ehesten ist noch ein Einfluß der Temperatur anzunehmen. LUKOWNI-KOWA und SSAMORODOWA-BIANKI (1962) geben für drei Standorte der Sowjetunion folgende Gehalte an (von Norden nach Süden): Murmansker Gebiet 23,0%, Leningrader Gebiet 22,8% und Bezirk Krasnodar

24,1% Amylose. GÖRLITZ (1963) findet keinen Einfluß der Jahreswitterung und des Standortes.

Im Anschluß an die hier geschilderten Untersuchungen analysierten wir 1960 noch 41 Sorten des Kulturkartoffelsortimentes. Der Mittelwert \bar{x} betrug 20,8%. Die Streuung ließ sich gegenüber den schon genannten Sorten nicht erhöhen: $s_x = 1,14$; $s\% = 5,50$. Zum Vergleich führen wir die Sorten der Herkunft Groß-Lüsewitz 1960 an: $\bar{x} = 20,6\%$, $s_x = 1,165$, $s\% = 5,66$.

Tabelle 3. Mittlere Amylosegehalte der Stärken von 24 Sorten in drei Jahren und an drei Orten.

Herkunft	% Amylose Jahr			Ge- samtmittel	GD
	1959	1960	1961		
Groß-Lüsewitz	21,6	20,6	20,5	20,9	5 % 0,3 1 % 0,4 0,1 % 0,6
Wentow		21,6			
Bernburg-Zepzig		21,9			
Gesamtmittel		21,4			
GD 5 %		0,4			
1 %		0,6			
0,1 %		0,7			

Unsere Untersuchungen zeigen erneut, daß genetisch bedingte Sortenunterschiede im Amylosegehalt bestehen. Die Gehalte können jedoch von der Herkunft und dem Anbaujahr modifiziert werden. Für den Züchter ist es darüber hinaus von Interesse, daß sich die Streubreite auf alle Reifegruppen erstreckt, ist man doch bestrebt, Stärkekartoffelsorten mittelfröhre Reifezeit zu züchten, damit in den Stärkefabriken der Kampagnebeginn vorverlegt werden kann.

Der Phosphorsäuregehalt in der Stärke und in den Knollen

Die Phosphorsäuregehalte in den Stärken, aufgeführt in Tab. 4, zeigen signifikante Sortenunterschiede. Die Höhe der Gehalte deckt sich mit anderen Angaben in der Literatur (VESELOVSKY, 1940; SAMEC, 1941, Seite 34; DE WILLIGEN, 1951 und 1954; WINKLER, 1960; GÖRLITZ und WILBERG, 1961). Es ist bemerkenswert, daß sich die Gehalte um das 2—3fache unterscheiden können. Wir vermuten keine Abhängigkeit von der Reifegruppe. Die Variation der frühen Sorten ließe sich sicher durch Untersuchung von mehr Sorten erweitern.

Auch zwischen Herkünften und Jahren lassen sich zum Teil signifikante Unterschiede feststellen (Tab. 5), allerdings nur bei $P = 5\%$. Ihre Varianzen (s^2) sind jedoch erheblich kleiner als die der Sorten, wie aus der Varianztabelle (6) hervorgeht. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt GÖRLITZ (1963), die Jahre modifizierten jedoch die Gehalte stärker als bei unseren Versuchen. Die Stärken der Sorten vom Niederungsmaar besaßen einen mittleren Gehalt von $\bar{x} = 0,135\% P_2O_5$ in der trockenen Stärke. Die Herkunft unterschied sich nicht signifikant von der Mineralbodenherkunft, $P = 20\%$.

Die 41 Sorten aus dem Weltsortiment lassen sich hinsichtlich ihres P-Gehaltes in der Stärke wie folgt charakterisieren: $\bar{x} = 0,146\% P_2O_5$ i. d. Stärke; $s_x = 0,029$; $s\% = 20,0$. Zum Vergleich führen wir

Tabelle 4. Phosphorsäuregehalte der Stärke und der Knollen von 24 Kartoffelsorten.

Sorten	Mittel der Jahre 1959-1961 Groß-Lüsewitz	Mittel der Herkünfte Gr.-Lüsewitz, Wentow, Bernburg 1960	Mittel der Jahre 1959-1961 Gr.-Lüsewitz	Mittel der Herkünfte Gr.-Lüsewitz, Wentow, Bernburg 1960
	% der trockenen Stärke	% der Knollentrockenmasse		
sehr früh - früh				
Frühmölle	0,15	0,15	0,47	0,48
Antares	0,15	0,14	0,41	0,35
Sieglinde	0,15	0,15	0,43	0,47
Amsel	0,083	0,083	0,40	0,42
\bar{X}	0,133	0,131	0,43	0,43
mittelfrüh				
Drossel	0,083	0,087	0,37	0,36
Meise	0,13	0,14	0,49	0,50
Lü. 51. 58/24	0,12	0,12	0,55	0,59
Fink	0,17	0,18	0,49	0,51
Frühnudel	0,16	0,17	0,46	0,50
Pirat	0,14	0,13	0,55	0,52
Stieglitz	0,17	0,17	0,50	0,47
Mittelfrüh	0,19	0,20	0,51	0,48
\bar{X}	0,145	0,15	0,49	0,49
mittelpät - spät				
Schwalbe	0,10	0,11	0,50	0,56
Spatz	0,12	0,13	0,44	0,47
Apollo	0,11	0,12	0,48	0,49
Aquila	0,14	0,13	0,56	0,53
Nova	0,16	0,17	0,53	0,56
Ora	0,12	0,15	0,40	0,54
Merkur	0,16	0,16	0,51	0,49
Voran	0,22	0,21	0,63	0,56
Zeisig	0,18	0,18	0,60	0,61
Sperber	0,15	0,17	0,58	0,61
Ackersegen	0,18	0,18	0,67	0,63
Gerlinde	0,13	0,14	0,56	0,57
\bar{X}	0,15	0,15	0,54	0,55
GD 5 %	0,019	0,024	0,08	0,11
1 %	0,026	0,031	0,106	0,14
0,1 %	0,034	0,041	0,14	0,19

Tabelle 5. Mittlere Phosphorsäuregehalte der Stärken und der Knollen von 24 Sorten in drei Jahren und an drei Orten.

Herkunft	Jahr 1959	Jahr 1960	Gesamt- mittel	GD
% P_2O_5 der trockenen Stärke				
Groß-Lüsewitz	0,140	0,148	0,146	0,145
	5 % 1 % 0,1 %	0,007 0,009 0,012		

Wentow	0,154			
Bernburg-Zepzig	0,144			

Gesamtmittel	0,149			
GD 5 %	0,008			
1 %	0,011			
0,1 %	0,015			

% P_2O_5 der Knollentrockenmasse				
Groß-Lüsewitz	0,53	0,55	0,42	0,50
	5 % 1 % 0,1 %	0,03 0,04 0,05		

Wentow	0,49			
Bernburg-Zepzig	0,48			

auch hier die Herkunft Groß-Lüsewitz 1960 an: $\bar{x} = 0,15\% P_2O_5$ i. d. Stärke; $s_x = 0,036$; $s\% = 24,0$. Auch bei diesem Merkmal ließ sich die Streuung der Sorten also nicht erweitern.

Die Phosphorsäuregehalte der Knollen sind in den Tab. 4 und 5 zusammengestellt. Die Werte lassen

auch hier statistisch gesicherte Sorten-, Herkunfts- und Jahresunterschiede erkennen. Hier sind, umgekehrt wie bei dem Phosphorgehalt in der Stärke, die Herkunfts- und Jahresstreuungen größer als die Sortenstreuungen (Tab. 6). Weiterhin zeigt sich eine Zunahme des P-Gehaltes in den Knollen mit der Reifezeit. Die Niederungsmoorherkunft mit einem Gehalt von $\bar{x} = 0,58\% P_2O_5$ in der TM lag im gleichen Streubereich wie die Mineralbodenherkunft, $P = 20\%$.

Die Sortenunterschiede sind durch ein unterschiedliches Aufnahmevermögen der einzelnen Sorten an

Tabelle 6. Varianztafel für die Merkmale Phosphorsäuregehalt in der Stärke (%) und Phosphorsäuregehalt in den Knollen (%).

Streuungsursache	FG	Varianz S^2	F-Test (...) tabell. F-Wert
P_2O_5 in der Stärke; Jahre			
Sorten	23	0,0034	23,8 ⁺
Jahre	2	0,0004	2,84°
P_2O_5 in der Stärke; Herkünfte			
Sorten	23	0,0032	15,4 ⁺
Herkünfte	2	0,0006	2,92°
P_2O_5 in den Knollen; Jahre			
Sorten	22	0,0148	6,37 ⁺
Jahre	2	0,0993	42,8 ⁺
P_2O_5 in den Knollen; Herkünfte			
Sorten	22	0,0148	3,45 ⁺
Herkünfte	2	0,0340	7,90 ⁺

Phosphorsäure und durch die Vegetationslänge erklärbar. Die Ursache der Herkunfts- und Jahresunterschiede liegt in einer wechselnden Phosphorsäureversorgung und -aufnahme.

Wie wir oben zeigen konnten, können sich die P-Gehalte in den Knollen verschiedener Sorten signifikant unterscheiden. Es erhebt sich nun die Frage: Entspricht einem hohen Gesamtphosphorsäuregehalt in der Knolle ein hoher Gehalt in der Stärke?

Wir errechneten für die in Tab. 4 angegebenen Mittelwerte der Sorten die Korrelationskoeffizienten. Für die Jahre erhielten wir $r = 0,61$; $B = 37,2\%$, gesichert bei $P = 1\%$. Für die Herkünfte erhielten wir $r = 0,43$; $B = 18,5\%$, gesichert bei $P = 5\%$. Die Korrelation über die Einzelwerte aller Herkünfte, einschließlich der vom Moor, betrug $r = 0,44$; $B = 19,4\%$, gesichert bei $P = 0,1\%$.

Nur in rund 20% aller Fälle entspricht einem hohen P-Gehalt in der Knolle ein hoher P-Gehalt in der Stärke. Das deutet darauf hin, daß das Verhältnis Knollen-P:Stärke-P von Sorte zu Sorte nicht konstant ist. Tatsächlich ist das Verhältnis Schwankungen unterworfen. Den Gehalt an P in der Frischmasse (FM) errechneten wir an Hand der Trockenmassen der Knollen. Er liegt im Mittel bei 0,11% P_2O_5 i. d. FM (Tab. 7). Das Verhältnis variiert zwischen 0,55 (Mittelfrüh) und 1,2 (Schwalbe) und liegt im Mittel bei 0,78. SCHWIMMER et al. (1955) geben für die Sorten 'Russet Burbank' und 'White Rose' ein Verhältnis von 0,79 bzw. 0,78 an. Wir errechneten noch, wieviel Prozent der Gesamtphosphorsäure der Knolle in der Stärke lokalisiert sind. Da wir den Stärkegehalt nicht chemisch bestimmt haben, legten wir der Berechnung einen solchen von TM minus 6% zugrunde. Die Werte haben deshalb einen relativ großen Fehler, geben aber trotzdem ein Bild. Wie Tab. 7 zeigt, können 14–31% der in den Knollen enthaltenen Phosphorsäure in der Stärke lokalisiert sein. Im Mittel beträgt dieser Anteil 22%.

Insgesamt zeigen diese Untersuchungen, daß der Gehalt an Phosphorsäure in nativen Stärken weitgehend sortentypisch ist. Man kann nicht unbedingt von einem hohen P-Gehalt in den Knollen auf einen hohen P-Gehalt in deren Stärke schließen. Diese Tatsachen sind für den Züchter bedeutungsvoll. Der Selektion von Zuchttämmen, deren Stärken phosphorsäurereich sind, sollte er in Zukunft bei der Stärkekartoffelzüchtung Beachtung schenken.

Zusammenfassung

Die Kartoffelstärken von 24 Sorten aller Reife- und Sortengruppen wurden auf ihr Amylose-Amylopektin-Verhältnis und ihren Phosphorsäuregehalt untersucht. Bei den Knollen wurde der Gesamtphosphorsäuregehalt ermittelt. Die Untersuchungen umfaßten drei Anbaujahre an einem Ort und drei Herkünfte in einem Jahr.

Frau R. PINSKE möchten wir für die Durchführung der Analysen herzlich danken.

Tabelle 7. Trockenmasse; Phosphorsäuregehalt in der Frischmasse; Verhältnis Knollenphosphorsäure/Stärkephosphorsäure; Stärkephosphorsäure in % der Knollenphosphorsäure; Mittelwerte der drei Herkünfte.

Sorten	Trockenmasse % der Frischmasse	P_2O_5 % der Frischmasse	$\frac{\% P_2O_5 \text{ i. d. FM}}{\% P_2O_5 \text{ i. d. Stärke}}$	Stärke-P in % des Knollen-P
sehr früh – früh				
Frühmölle	22,8	0,11	0,73	23
Antares	22,7	0,080	0,57	29
Sieglinde	21,5	0,10	0,67	23
Amsel	21,0	0,088	1,07	14
mittelfrüh				
Drossel	21,2	0,076	0,87	17
Meise	21,4	0,11	0,79	20
Lü. 51.58/24	19,0	0,11	0,92	14
Fink	20,0	0,10	0,56	25
Frühnudel	22,4	0,11	0,65	25
Pirat	19,6	0,10	0,77	18
Stieglitz	21,8	0,10	0,59	27
Mittelfrühre	22,8	0,11	0,55	31
mittelpät – spät				
Schwalbe	23,0	0,13	1,2	14
Spatz	22,9	0,11	0,85	20
Apollo	23,6	0,12	1,0	18
Aquila	22,6	0,12	0,92	18
Nova	20,9	0,12	0,71	21
Ora	24,2	0,13	0,87	21
Merkur	20,7	0,10	0,63	23
Voran	22,9	0,13	0,62	27
Zeisig	20,2	0,12	0,67	21
Sperber	23,3	0,14	0,82	21
Ackersegen	21,3	0,13	0,72	21
Gerlinde	25,0	0,14	1,0	19

1. Im Amylose-Amylopektin-Verhältnis konnten statistisch gesicherte Sortenunterschiede festgestellt werden. Die Herkunft und das Anbaujahr modifizierten das Verhältnis in statistisch gesichertem Ausmaß. Die Amylosegehalte bewegten sich zwischen 19 und 24% der Stärke.

2. Der Phosphorsäuregehalt der Stärken zeigte statistisch gesicherte Unterschiede. Der Einfluß von Herkunft und Anbaujahr war demgegenüber gering. Der Gehalt schwankte zwischen 0,08 und 0,22% der Stärke.

3. Auch bei dem Gesamtphosphorgehalt der Knollen bestanden Sortenunterschiede, doch beeinflußten Herkunft, Anbaujahr und Reifegruppe den Gehalt stärker als den Phosphorgehalt in der Stärke. Der Gehalt bewegte sich zwischen 0,35 und 0,67% P_2O_5 in der Knollentrockenmasse.

4. Die Sorten zeigten keine einheitliche Beziehung zwischen dem Phosphorsäuregehalt der Knollen und dem der dazugehörigen Stärke. Der Korrelationskoeffizient zwischen beiden Gehalten betrug $r = 0,61$; $S = 99,0\%$ für die Jahre bzw. $r = 0,43$; $S = 95\%$ für die Herkünfte. Das Verhältnis % P_2O_5 in der Frischmasse: % P_2O_5 in der Stärke nahm bei den einzelnen Sorten Werte zwischen 0,55 und 1,2 an. Von den in den Knollen enthaltenen Phosphorsäure können bei den einzelnen Sorten unterschiedliche Mengen in der Stärke lokalisiert sein. Es wurden Unterschiede zwischen 14 und 31% gefunden.

5. 41 Sorten des Kulturkartoffelsortimentes zeigten keine größeren Streuungen im Amylosegehalt und Stärkephosphorgehalt als die anderen 24 Sorten.

Literatur

1. AUGUSTAT, S.: Stand der züchterischen Erzeugung amylosereicher Maisstärke und der technischen Amylose-

- gewinnung. *Ernährungsforschung* 4, 525–540 (1959) (Abdruck in Stärke 12, 145–153, 1960). — 2. BARTHEL, R.: Beiträge zur Kenntnis der Kartoffelstärke. V. Die Abhängigkeit der Ergiebigkeit der Kartoffelstärke vom P-Gehalt. *Stärke* 2, 156–159 (1950). — 3. BARTHEL, R.: Phosphorgehalt und Ergiebigkeit von Kartoffelstärken (2. Mitteilung). *Stärke* 3, 296–301 (1951). — 4. DIEMAIR, W., und H. HUCK: Das Verhalten der Stärke und der Chlorogensäure bei der technologischen Bearbeitung und Lagerung von Kartoffeln. *Nahrung* 6, 675–687 (1962). — 5. GARZ, J.: Zur Kenntnis der Phosphaternährung der Luzerne. *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde* 79, 213–232 (1957). — 6. GERICKE, S., und B. KURMIES: Colorimetrische Bestimmung der Phosphorsäure mit Vanadat-Molybdat. *Z. anal. Chem.* 137, 15–22 (1952). — 7. GÖRLITZ, H.: Über die Variabilität einiger Eigenschaften der Kartoffelstärke in Abhängigkeit von Witterung, Standort und Sorte. *Nahrung* 7, 453–462 (1963). — 8. GÖRLITZ, H., und E. WILBERG: Untersuchungen über Phosphorsäuregehalt und Viskosität der Stärke verschiedener Kartoffelsorten. *Z. Landw. Versuchs- u. Untersuchungswesen* 7, 121–130 (1961). — 9. GÖRLITZ, H., und E. WILBERG: Untersuchungen über den Amylosegehalt in der Stärke verschiedener Kartoffelsorten. *Z. Landw. Versuchs- u. Untersuchungswesen* 7, 392–398 (1961). — 10. HIEMSTRÀ, P., W. C. BUS und J. M. MUETGEERT: Fraktionierung von Stärke. *Stärke* 8, 235–241 (1956). — 11. HOBSON, P. N., S. J. PIRT, W. J. WHELAN, and S. PEAT: The enzymic synthesis and degradation of starch. Part XIII. Improved methods for the fractionation of potato starch. *J. chem. Soc. (Lond.)* 801 bis 803 (1951). — 12. LUKOWNIKOWA, G. A., und G. B. SSAMORODOWA-BIANKI: Zur Untersuchung der Stärke von Kartoffelsorten und -arten an einigen Anbauorten der UdSSR. *Uglewodny Obmen, Materiały II. Wspressojsnoi Konferencji po Probleme „Chimija i Obmen Uglewodow“ (Kohlenhydrate und Kohlenhydratstoffwechsel, Materiały d. II. Allunionskonferenz über das Problem „Chemie und Stoffwechsel der Kohlenhydrate“, 24.–27. 1. 1961, russ.). Moskau: Verl. Akad. Wiss. UdSSR 1962, 225–229. (Ref. Stärke, i. Druck). — 13. MEYER, K. H., und H. MARK: Makromolekulare Chemie, 3. Aufl. Leipzig 1953. — 14. MUETGEERT, J.: The fractionation of starch. *Advances in Carbohydrate Chemistry* 16, 299–333 (1961). — 15. SAMEC, M.: Kolloidchemie der Stärke. Dresden und Leipzig 1927. — 16. SAMEC, M.: Die neuere Entwicklung der Kolloidchemie der Stärke. Dresden und Leipzig 1941. — 17. SCHWIMMER, S., A. BEVENUE, and W. J. WESTON: Phosphorus components of the white potato. *J. Agr. Food Chem.* 3, 257–260 (1955). — 18. SCHREIBER, K.: Chemie und Biochemie unter besonderer Berücksichtigung qualitätsbestimmender Faktoren. In: „Die Kartoffel“, ein Handbuch, Bd. 1, Berlin 1961. — 19. SCHOCH, T. J.: The fractionation of starch. *Advances in Carbohydrate Chemistry* 1, 247–277 (1945). — 20. TEGGE, G.: High-Amylose-Corn — eine vielversprechende Entwicklung in den USA. *Stärke* 12, 213–218 (1960). — 21. ULMANN, M., und S. AUGUSTAT: Die quantitative Bestimmung des Gehalts an Amylose in Stärke nach der „Blauwert“-Methode unter Verwendung des Universalcolorimeters von B. LANGE. *Z. anal. Chem.* 162, 337–344 (1958). — 22. VESELOVSKY, I. A.: Biochemical and anatomical properties of starch of different varieties of potatoes and their importance for industrial purposes. *Amer. Potato J.* 17, 330–339 (1940). — 23. WEGNER, H.: Die Bedeutung der Phosphorsäure für die Eigenschaften der Kartoffelstärke. *Phosphorsäure* 19, 16–26 (1959). — 24. WILLIGEN, A. H. A. DE, und P. W. DE GROOT: Das Verhältnis zwischen Amylose und Amylopektin in der Kartoffelstärke als Eigenart der Kartoffelsorte. *Ber. Proefstat. Aardappelverwerk. Nr. 7* (1947). (Ref.: Stärke 1, 157, (1949). — 25. WILLIGEN, A. H. A. DE: Erhöhung der Viskosität von Kartoffelstärke durch Phosphatdüngung. *Stärke* 3, 147–149 (1951). — 26. WILLIGEN, A. H. A. DE: Einfluß der Düngung und des Boden-pH auf die Viskosität der Kartoffelstärke. *Stärke* 4, 213–216 (1952). — 27. WILLIGEN, A. H. A. DE: Erhöhung des Phosphorgehaltes und der Viskosität der Kartoffelstärke durch landwirtschaftliche Maßnahmen. *Vestnik slovenskega kemijskega drustva* 1, 131–133 (1954). — 28. WINKLER, S.: Untersuchungen über den Einfluß von Keimung und Wachstum der Kartoffel sowie der mineralischen Düngung auf die Eigenschaften von Fruchtsaft und Stärke. *Stärke* 12, 175–182 (1960).*

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Untersuchungen am Sortiment wilder und kultivierter Kartoffelspecies des Institutes für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz (G-LKS)

IV. Die Verbreitung einiger züchterisch wertvoller Merkmale bei $2x = 48$ chromosomigen süd- und mittelamerikanischen Kulturkartoffeln, insbesondere im Hinblick auf die Differenzierung zwischen chilenischen und andinen Herkünften*

Von D. ROTHACKER und W. JUNGES

Mit 1 Abbildung

1. Problemstellung

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet der $2x = 48$ chromosomigen Kulturkartoffeln reicht von Mexico bis Chile. Es liegt nahe, unter diesen einheimischen, den europäisch-nordamerikanischen Kultursorten nahestehenden Formen nach züchterisch wertvollen Genotypen zu suchen. Neben einem sehr stark lokalisierten Vorkommen triploider und pentaploider kultivierter Species haben die diploiden und die sich davon ableitenden autotetraploiden Formen die größte Verbreitung und in ihrem Heimatgebiet die größte ökonomische Bedeutung erlangt. Die Probleme, die mit der Einführung der $2x = 48$ chromosomigen Kulturkartoffel nach Europa zusammenhängen, sind sehr eingehend einerseits von BUKASOV (1933) und anderer-

seits von SALAMAN (1946, 1954) sowie von SALAMAN und HAWKES (1949) diskutiert worden.

Wir schließen uns der allgemein vertretenen Meinung an, daß die genetische Basis unserer *S. tuberosum*-Kultursorten sehr eng gewesen sein muß — ohne dabei den fruchtlosen Streit über die genaue Herkunft der europäischen Kulturkartoffeln wieder aufleben zu lassen.

Von der Tatsache ausgehend, daß sowohl die andinen als auch die chilenischen $2x = 48$ chromosomigen Kulturkartoffeln für die Züchtung Bedeutung haben können, soll untersucht werden, ob sich wesentliche geographische Lokalisierungen einiger züchterisch wertvoller Eigenschaften erkennen lassen. Es wird dabei Wert darauf gelegt, die Häufigkeitsverteilung der untersuchten Merkmale bei andinen und chilenischen $2x = 48$ chromosomigen Kulturkartoffeln zu vergleichen.

* Herrn Prof. Dr. R. SCHICK zum 60. Geburtstag gewidmet.