

93, 1–125 (1958). — 2. DOBSCHÜTZ, B. v., H. STEGER und D. RASCH: Futterkohl als Winterzwischenfrucht und Weidepflanze. *Der Züchter* 30, 168–174 (1960). — 3. GARSIDE, R., and A. H. R. LILLY: Kale in Dorset. *Agriculture* 65, 16–20 (1958/59). — 4. MEINL, G., und B. EFFMERT: Über einige Probleme der Stoffproduktion beim Futterkohl. Tagungsber. DAL Berlin 48, 179–187 (1962). — 5. OPSAHL, B.: Forsk med formargkal. *Forskn. Forsk Landbruket* 9, 295–313 (1958). — 6. PIELEN, L.: Möglichkeiten der Eiweißfüttererzeugung durch Zwischenfruchtbau auf schwerem Boden. *Landwirtsch. Jb.* 87, 478–838 (1939). — 7. PRIMOST, E.: Ertragsleistung und Futterqualität des Markstammkohles in Abhängigkeit von Stickstoffdüngung und Anbaumethode. *Z.*

Acker- und Pflanzenbau 114, 199–216 (1962). — 8. RAEUBER, A., K. BELLMANN, G. MEINL, O. MRAZEK, CHR. PFEFFER und A. WINKEL: Anwendung nichtlinearer Korrelationen bei phänometrischen Arbeiten bei Mais. *Z. Pflanzenzüchtung* 46, 433–442 (1961). — 9. RAEUBER, A., und K.-H. ENGEL: Untersuchungen über den Verlauf der Massenzunahme bei Kartoffeln (*S. tuberosum* L.) in Abhängigkeit von Umwelt- und Erbguteinflüssen. Habilitation Univ. Rostock 1963. — 10. SCHICK, R., K.-H. ENGEL und A. RAEUBER: Über die Phänometrie des Mais. *Der Züchter* 30, 97–101 (1960). — 11. SEILLEUR, P.: Considérations sur les choux moelliers. *Rev. Agric. (Bruxelles)* 9, 1189–1208 (1956). — 12. THOMPSON, K. F.: Breeding better kales. *Agriculture* 65, 487–491 (1958/59).

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

Methoden, Selektions- und Ernteverfahren in der Kartoffelzüchtung*

Von K.-H. MÖLLER und Ch. PFEFFER

Mit 2 Abbildungen

Vor 1945 erfolgte die Versorgung der deutschen Landwirtschaft mit hochwertigem Kartoffelpflanzgut vornehmlich aus den günstigen Gebieten östlich der Oder, wo die Erhaltungszuchtgärten für 54 Sorten, die zusammen 97,6% der gesamten Kartoffelvermehrungsfläche stellten, konzentriert waren. Auch die Neuzucht wurde zum großen Teil in diesen Gebieten betrieben.

Nach 1945 lagen auf dem Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik an Zuchtstätten nur Malchow, Gülzow, Bürs und Netzwow-Knehdn, die sich bereits vor 1945 mit der Neuzüchtung befaßten. Heute wird unter der Leitung des Institutes für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz Kartoffelzüchtung in der Abteilung für Kartoffelzüchtung in Groß-Lüsewitz und in den Zuchtstationen Karow, Lindenhof und Malchow betrieben. Außerdem hat es sich als zweckmäßig erwiesen, schon frühzeitig (ab D-Stamm) eine erhaltungszüchterische Bearbeitung außerhalb des Neuzuchtbetriebes durchzuführen. Die Erhaltungszuchtstation Vorderbollhagen bereitet die Stämme auf die Übergabe an die Vereinigung Volkseigener Betriebe Saat- und Pflanzgut vor.

Die enge Verbindung von Züchtungsforschung und praktischer Züchtung im Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz führte durch die wechselseitigen Anregungen und Ergänzungen von Forschung und Züchtung zu beachtlichen Erfolgen in der Kartoffelzüchtung der DDR. Nur in einem großen Institut mit seinen umfassenden technischen und personellen Möglichkeiten können heute die notwendigen umfangreichen Untersuchungen mit hoher Produktivität durchgeführt werden. Von größerer Bedeutung sind aber die unmittelbaren Kontakte zwischen den Forschern der verschiedenen Disziplinen einerseits und den praktischen Züchtern andererseits.

SCHICK (1958) stellt bei einem Rückblick über 100 Jahre landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung in Deutschland fest, daß „die größten und nachhaltigsten Erfolge dort erzielt wurden, wo Züchter, Wissenschaftler und Organisatoren der Saatguterzeugung

auf das engste zusammengearbeitet haben. Die Pflanzenzüchtung kann in Zukunft nur erfolgreich in großen Instituten durchgeführt werden, in denen diese Voraussetzungen gegeben sind. Die Institute für Pflanzenzüchtung der Deutschen Demokratischen Republik bieten diese Voraussetzungen“.

In enger Zusammenarbeit zwischen den Forschern der verschiedenen Disziplinen und den Züchtern wurden neue Selektionsverfahren entwickelt und in den Züchtungsweg eingebaut. Neue Methoden der Sämungskultur und der Ernte veränderten Organisation und Technik der Kartoffelzüchtung in den letzten Jahren wesentlich.

Die im Institut für Pflanzenzüchtung angewandten Methoden, Selektions- und Ernteverfahren der Kartoffelzüchtung sollen im folgenden dargestellt werden.

Aufgaben der Kartoffelzüchtung

„Im Sinne moderner Biologie ist Pflanzenzüchtung von Menschen gesteuerte Evolution, also angewandte Evolutionslehre“ (SCHICK 1958). Moderne Pflanzenzüchtung bedeutet beschleunigte, gerichtete und an der Nützlichkeit für den Menschen gemessene Evolution.

Für jede erfolgreiche züchterische Arbeit sind vier Voraussetzungen erforderlich (SCHICK 1956; SCHICK u. HOPPE 1962):

1. Klare Zuchtziele.
2. Geeignetes Ausgangsmaterial, in dem Individuen mit den gewünschten Merkmalen vorkommen.
3. Ausreichende, d. h. genügend sicher und schnell arbeitende Bewertungsmethoden, die das Erkennen von Pflanzen mit den gewünschten Eigenschaften ermöglichen. Die Bewertungsmethoden können sehr unterschiedlicher Art sein und reichen von der einfachen Schätzung mit dem Auge über Messungen und Wägungen bis zu komplizierten chemischen, physikalischen und physiologischen Bestimmungsmethoden.
4. Geeignete Vermehrungsmethoden für das ausgelesene Material, die sicherstellen, daß die ausgelesenen Formen in ihrem Wert erhalten bleiben oder — wenn möglich — noch verbessert werden.

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

Die Zuchtziele sind in einem Beschluß über die Ordnung im Saat- und Pflanzgutwesen wie folgt formuliert:

„Es sind hoch ertragreiche, großknollige, abbau-, nematoden-, phytophthora-, krebs- und schorfresistente, nach Speise-, Futter- und Industriqualität streng differenzierte, nicht zu späte Sorten mit guter Lagerfähigkeit zu züchten“ (ANONYM 1962). In einem Forderungsprogramm an die Pflanzenzüchtung wird auch das zu erreichende Niveau der Qualitäts-, Leistungs- und Resistenzmerkmale differenziert nach Gebrauchswerten festgelegt. Die klare Formulierung der Aufgaben der Kartoffelzüchtung im nächsten Jahrzehnt ermöglicht dem Züchter die notwendige vorausschauende Ausrichtung seiner Zuchtarbeiten.

Selektion der Eltern

Da die in Südamerika vorhandenen natürlichen Populationen in der Kartoffelzüchtung keine lohnende Auslese zuließen, wird seit Beginn der Kartoffelzüchtung in Deutschland eine mehr oder weniger systematische Kombinationszüchtung betrieben. Die Auswahl geeigneter Eltern ist bei der Kartoffel im Rahmen des gesamten Zuchtprozesses zweifellos von entscheidender Bedeutung. Nur wenn Eltern ausgewählt werden, unter deren Nachkommen die gewünschten Typen auftreten, kann der Züchter bei der Selektion Erfolg haben. Für die Selektion haben die Populationen den größten Wert, in denen ein hoher Anteil von Typen mit gewünschten Kombinationen erwartet werden kann.

Am Phänotyp kann der Züchter nicht erkennen, welchen Erbwert und welche Kombinationseignung ein Stamm besitzt. Die Ermittlung des Erbwertes nahm daher in der Arbeit der Abteilung Kartoffelzüchtung in Groß-Lüsewitz, aber auch in den Zuchtstationen in den letzten 15 Jahren einen breiten Raum ein. Zur Bestimmung des Erbwertes wurden umfassende Testkreuzungen durchgeführt. Aus-

wertungen zahlreicher Testkreuzungen zeigten in Übereinstimmung mit anderen Autoren, daß in der Kartoffelzüchtung bei Ertrag, Krautentwicklung, Reifezeit, Knollenform und Schalenfarbe nicht mit Unterschieden zwischen reziproken Kreuzungen zu rechnen ist (MÖLLER 1956, ENGEL 1956a und b, 1957). Hinweise anderer Autoren, daß bei einigen weniger wichtigen Merkmalen eine Matroklinie auftritt, führten bisher in der praktischen Züchtung zu keinen Konsequenzen. Es werden Kreuzungen nur in einer Richtung durchgeführt. Als Mutter wird der Partner gewählt, der den höchsten Samenansatz verspricht. Daß auch in der Kartoffelzüchtung reziproke Unterschiede bei wichtigen Merkmalen auftreten können, zeigen neuere Untersuchungen über die Keim- und Samenruhe (SIMMONDS 1964).

Die Häufigkeit und das Ausmaß der einzelnen Merkmale muß so früh wie möglich nach der Kreuzung in den Populationen bestimmt werden. Die Stellung des Einzelklones ist bei der Auswertung der Population unwichtig. Es genügt daher, wenn jeder Idiotyp einmal vertreten ist (MÖLLER 1957, ENGEL 1957). Die Selektion der Eltern mit Hilfe des Kreuzungstestes hat die größte Bedeutung im Rahmen der Züchtung. Die Populationen werden heute im Sämlingsjahr bei Topfkultur auf folgende Merkmale analysiert: Reifezeit, Schalenfarbe, Knollenform und Schorfresistenz. Nach dem ersten Feldanbau (Sämlingsrams) werden folgende Merkmale der Population bestimmt: Knollenzahl, Knollengröße, Ertrag, Fleischfarbe, Stärkegehalt, Rohproteingehalt, Verfärbung des rohen Knollenfleisches und Verfärbung des Knollenfleisches nach dem Kochen. Zweijährige Abbauprüfungen in einer Abbaulage vervollständigen die Analysen (Abb. 1).

Nach einigen Jahren war der Erbwert einer großen Zahl von Sorten und Stämmen auf Grund der Ergebnisse der Testkreuzungen genau bekannt. Es erschien daher nicht mehr notwendig, alle möglichen diallelen Kreuzungen durchzuführen, sondern in ihrem Zucht-

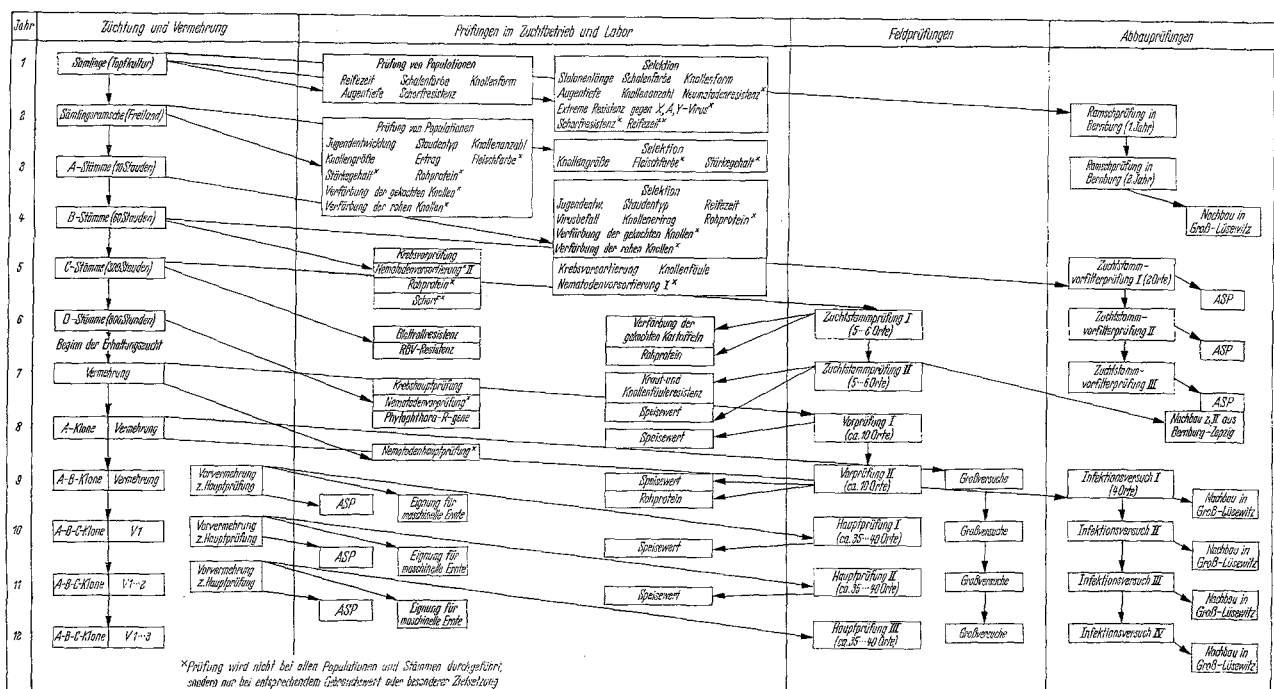


Abb. 1. Züchtungsweg einer Kartoffelsorte.

wert gut bekannte Klone zu nutzen, um mit ihnen andere, in ihrem Erbwert unbekannte Formen zu testen (SCHICK 1956). Als Tester werden Eltern benutzt, die eine möglichst große Anzahl wichtiger Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererben, weil dadurch gleichzeitig die Aussichten steigen, bereits in den Testkombinationen die gewünschten Typen zu finden.

MÖLLER (1957) konnte nachweisen, daß 200–300 Idiotypen ausreichen, um mit genügender Sicherheit den Anteil abbauwiderstandsfähiger Formen in einer Population zu ermitteln. 100 Sämlinge genügen, um den Anteil von Formen, die wenig nach dem Kochen verfärben, in einer Population zu bestimmen (MÖLLER und VOGEL 1961). Ähnliche Erfahrungen liegen bei anderen Merkmalen vor. Mit Hilfe des Kreuzungstestes kann also an 100–200 Idiotypen, die zur Bestimmung einiger Merkmale nur durch je eine mittelgroße Knolle vertreten zu sein brauchen, mit für die praktische Züchtung ausreichender Genauigkeit der Wert einer Population bestimmt werden. Wenn mehr als drei Kreuzungen mit Eltern von bekanntem Erbwert vorliegen, kann auch der Erbwert des Elters mit hinreichender Genauigkeit beurteilt werden.

Zweifellos erhält der Züchter durch den Kreuzungstest wertvolle Informationen über den Erbwert und die Kombinationseignung der Eltern. Trotzdem wird eine Analyse der Eltern durch den Selbstungstest von verschiedenen Autoren immer wieder vorgeschlagen. Nach ENGEL (1957) genügen beim Selbstungstest wegen der größeren Homozygotie 100 Idiotypen, um den Erbwert eines Klones zu erkennen. Da die Selbstungsnachkommenschaften häufig Wachstumsdepressionen zeigen, muß bei der Kultur besondere Sorgfalt aufgewendet werden. Es bleibt außerdem fraglich, ob in einem solchen Material für die Züchtung bedeutsame physiologische Merkmale beurteilt werden können. Dazu kommt beim Selbstungstest ein Zeitverlust von drei Jahren, in denen aus Kreuzungspopulationen möglicherweise schon geeignete Formen ausgelesen werden können. Der Selbstungstest wird deswegen in der praktischen Züchtung nur wenig angewandt.

Selektion der Nachkommen

Die ständig zunehmende Anzahl der zu kombinierenden Merkmale erfordert eine Erhöhung der Anzahl der in den Zuchtbetrieben kultivierten Sämlinge. Dies ist wirtschaftlich nur möglich, wenn eine strenge und möglichst frühzeitige Auslese nur einen geringen Teil des vorhandenen Materials zur weiteren vegetativen Vermehrung kommen läßt. Bei der Bewertung der verschiedenen Merkmale sind entsprechend den zunehmenden Kenntnissen auf den verschiedenen Gebieten ständig Veränderungen zu erwarten. Neue Selektionsverfahren, die eine frühe Massenauslese zulassen, sind besonders wirkungsvolle Möglichkeiten zur Verminderung des Aufwandes in der Züchtung.

Die Kenntnis der Merkmalstreue unter den Umweltbedingungen des Zuchtbetriebes ist für die Festlegung der Auslesegrenzen von großer Bedeutung. Bei der Selektion der Nachkommen ist die Stellung des Einzelklones in einer Population bzw. in dem gesamten Ausgangsmaterial entscheidend. Die Stellung

des einzelnen Klones kann durch Mittelwert und mittlere Fehler beschrieben werden. Es müssen also Wiederholungen mit einer genügend großen Anzahl Pflanzen desselben Idiotyps vorliegen. Während bei einigen wenig oder gar nicht umweltabhängigen Form- und Resistenzmerkmalen zwischen der Beobachtung am Sämling und dem an älteren Klone ermittelten Mittelwert eine gute Übereinstimmung besteht, ist die Sicherheit der Bewertung im Sämlingsjahr bei Freiland- und Topfkultur bei allen Leistungsmerkmalen nicht groß.

Häufig wird die Auslese auf die in allen erkennbaren Eigenschaften guten Sämlinge ausgerichtet. Auf Grund unserer Untersuchungen und Beobachtungen ist dies nicht zu empfehlen. Es dürfen vielmehr nur die negativen Sämlinge ausgeschieden werden, wenn man nicht einen hohen Prozentsatz guter Klone, die im Sämlingsjahr nur mittlere Ergebnisse bringen, verlieren will. Die negative Massenauslese darf nur auf die Merkmale vorgenommen werden, die nicht oder nur wenig modifiziert werden. Im Sämlingsjahr (Topfkultur) sind dies nur wenige Merkmale, und zwar Schalenfarbe, Stolonenlänge, Knollenform, Augentiefe und Fleischfarbe. Auch Formen mit einem hohen Knollenansatz können ausgeschieden werden (PFEFFER 1963). Dagegen ist die Resistenz (extreme Resistenz) gegen die Viren A, X und Y nicht umweltabhängig, so daß bei Infektion von jungen Sämlingen mit einer Spritzpistole die resistenten Formen mit großer Sicherheit ausgelesen werden können. Eindeutige Reaktionen werden auch bei der Prüfung auf Nematodenresistenz im Sämlingsjahr erhalten. Die Kultur der Sämlinge muß dabei in nematodenfreiem Erde-Kompostgemisch in Tontöpfen erfolgen. Die Töpfe werden in Kaltbeeten auf nematodenverseuchter Erde aufgestellt. Nachdem die Sämlinge den Topf durchwurzelt haben, wachsen die Wurzeln in den nematodenverseuchten Untergrund. Die Kultur in nematodenfreier Erde sichert eine ausreichende Entwicklung vor der Infektion, so daß genügend große Knollen für den Nachbau zur Verfügung stehen. Mit genügender Sicherheit können bei Anzucht in schorfinfizierter Erde auch schorffresistente Sämlinge ausgelesen werden (EFFMERT unveröff.).

Im Sämlingsjahr (Topfkultur) wird nach dem Ausscheiden der negativen Typen von den Sämlingen je eine Knolle geerntet. Diese Knollen werden im nächsten Jahr als Population — Sämlingsramsche — im Feld angebaut. Bei der Selektion der Sämlingsramsche können nun auch die Merkmale Knollengröße, Stärkegehalt und Fleischfarbe berücksichtigt werden. Im zweiten Jahr der vegetativen Vermehrung (A-Stämme) werden Krautmerkmale, besonders die Jugendentwicklung und der Staudentyp in die Selektion einbezogen. Da die Reifezeit genauer bestimmt wird, kann auch der Knollenertrag bei der Ernte eine gewisse Berücksichtigung finden.

Ertragsfeststellungen durch Wägungen erfolgen an den jüngeren Stämmen im Zuchtgarten nicht mehr. Der Ertrag wird bei der Ernte geschätzt. Bei den B- und C-Stämmen wird die Schätzung des Knollenertrages durch das Einsammeln in genormte Körbe, die vor der Parzelle stehen bleiben, erleichtert. Einige Züchter führen bei den D- und älteren Stämmen noch eigene Leistungsprüfungen

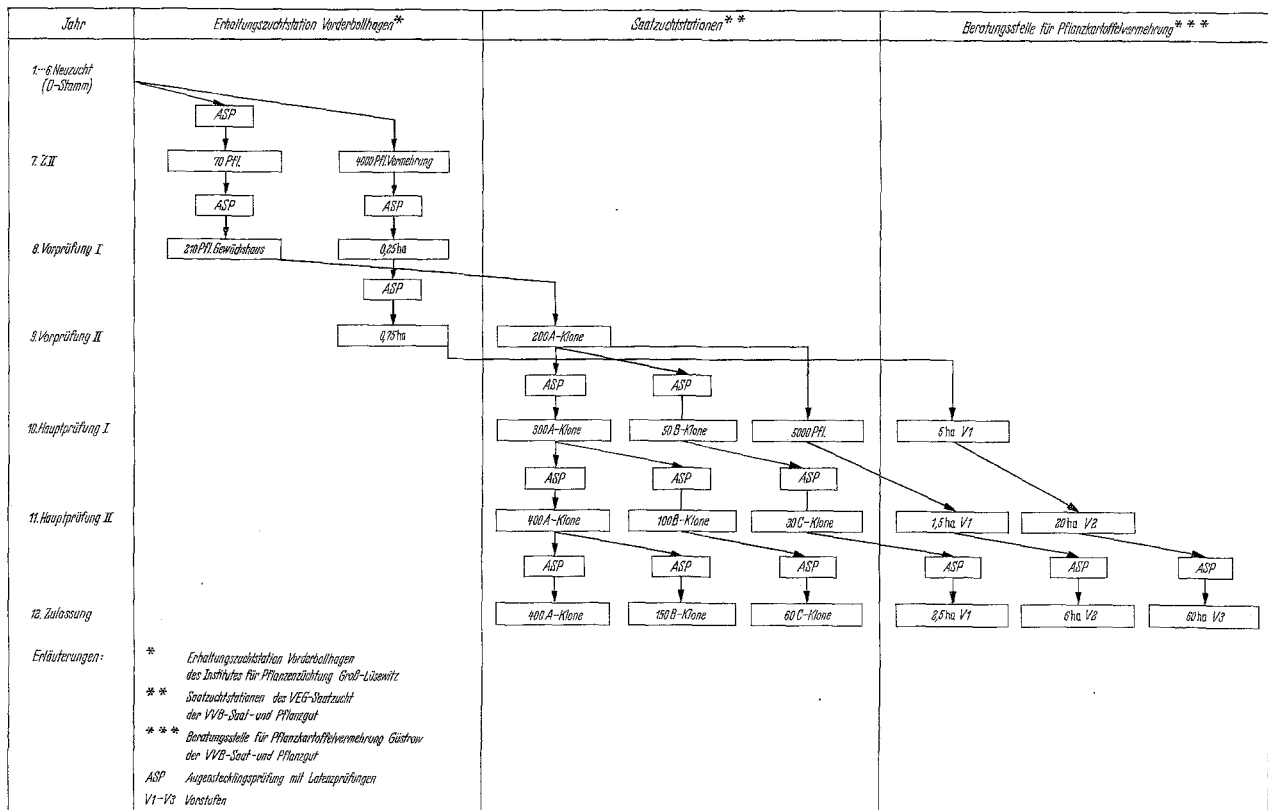


Abb. 2. Der Aufbau der Erhaltungszucht und der Vermehrung von Kartoffelzuchtstämmen bis zur Zulassung.

durch, während andere Züchter darauf verzichten und die Ergebnisse der parallel zu den D-Stämmen durchgeführten Zuchtstammprüfungen an 5—6 Orten abwarten (Abb. 1).

Zur Methodik der Selektion der Nachkommen darf zusammenfassend festgestellt werden, daß die Selektion im Sämlingsjahr und im ersten und zweiten Jahr der vegetativen Vermehrung die Aufgabe hat, durch Ausscheiden unerwünschter Typen eine schnelle Verkleinerung der Population bei Zunahme der gewünschten Formen zu erreichen. Ein gewisser Verlust an positiven Formen ist dabei nicht immer zu vermeiden. Die Kenntnis der Sicherheit der Bewertung der Merkmale in den verschiedenen Stufen des Zuchtaufbaues unter den unterschiedlichen Bedingungen der Zuchtbetriebe ist für die Festlegung der Auslesegrenzen entscheidend. Die Korrelationen zwischen den am Topfsämling beobachteten Merkmalen und den durch Mittelwert und mittleren Fehler charakterisierten Stämmen sind bei den meisten Merkmalen nicht sehr straff. Bei der Auslese der Sämlinge und der ersten vegetativen Generation sollten die Auslesegrenzen für die verschiedenen Merkmale nach der Straffheit der Korrelationen sorgfältig festgelegt und eine negative Selektion durchgeführt werden, weil

1. die Sicherheit der Bewertung nicht groß ist,
2. ständig neue Eigenschaften von den Kartoffelsorten verlangt werden, deren Kombination auf höchstem Niveau zu einer zum Teil unnötigen und wirtschaftlich nicht tragbaren Vergrößerung der Population führen würde.

Es müssen heute in der Kartoffelzüchtung je nach Gebrauchswert 20—25 wichtige Merkmale berücksichtigt werden. Wenn man annimmt, daß auf die Hälfte der Nachkommen die gewünschten Eigen-

schaften übertragen werden, so ist bei Berücksichtigung von 20 Merkmalen erst bei der Anzucht von ca. 1 Mill. Sämlingen zu erwarten, daß alle gewünschten Merkmale in einer Pflanze vereint auftreten. Würde man bei allen Eigenschaften den höchsten Maßstab anlegen, so müßte die Sämlingszahl noch einmal vervielfacht werden. Sicher sind die Verhältnisse bei richtiger Auswahl der Eltern häufig günstiger, da bereits für einige Merkmale eine hohe Homozygotie erreicht wurde.

Vermehrung

Der Erhaltung und Vermehrung der ausgelesenen Formen kommt auch bei vegetativ vermehrten Arten große Bedeutung zu. Unsere Kartoffelsorten sind als vegetative Nachkommen einer einzelnen Pflanze Klone, d. h. alle Pflanzen einer Sorte sind genetisch gleich. Eine Verbesserung der Sorten ist daher durch die Erhaltungszüchtung kaum zu erreichen. Es treten allerdings gelegentlich in jedem Klon Mutationen auf. MENGDEHL (unveröff.) fand in der Zuchtstation Lindenhof bei der Sorte Frühmölle drei deutlich unterscheidbare Reifetypen, die sich auch im Ertrag unterscheiden. Im allgemeinen hat aber eine Auslese innerhalb eines virusfreien Klones auf Knollenzahl, Knollenform und Ertrag keinen Erfolg. Von entscheidender Bedeutung ist dagegen die Erhaltung der Virusfreiheit des Klones. Hierzu ist vom Sämling an besondere Sorgfalt notwendig. Wegen der Gefahr der Virusverseuchung des ganzen Klones hat es sich daher auch im Rahmen der Virusresistenzzüchtung als richtig erwiesen, die Neuzucht in Gesundheitslagen durchzuführen und die Stämme dann in Abbaulagen auf ihre Virusresistenz zu prüfen. Die Neuzuchtbetriebe liegen alle in Gesundheitsgebieten, in denen die Ausbreitung der Viruskrankheiten nur langsam vor sich geht.

Da wegen der Vielzahl der in den Neuzuchtgärten angebauten Sorten und Stämme die Virusfreiheit schwierig zu erhalten ist, wird schon frühzeitig die Erhaltungszüchtung begonnen. Von der Ernte der D-Stämme werden 100 Knollen entnommen und während der Wintermonate im Treibhaus mit den bekannten Methoden auf Viruskrankheiten untersucht. Die virusfreien Knollen werden an die Erhaltungszuchtstation Vorderbollhagen abgegeben, die die Funktion einer Quarantänestation ausübt. In Vorderbollhagen werden die Knollen im Feld angebaut, visuell auf Viruskrankheiten selektiert und noch einmal mit Hilfe von Pflanzentesten und serologischen Methoden auf latente Viren untersucht.

Ein Teil der geernteten Knollen wird im folgenden Winter im Augenstecklingstest untersucht und die gesunden Knollen im folgenden Sommer in 15 cm-Töpfen im Gewächshaus kultiviert, noch einmal getestet und die Ernte als A-Klone an die VVB Saat- und Pflanzgut zur weiteren Erhaltungszüchterischen Bearbeitung und Vermehrung übergeben. Diese Methode garantiert, daß bei Zulassung der Sorten ein kompletter Erhaltungszuchtaufbau frei von latenten Viren zur Verfügung steht (Abb. 2). Außerdem steht bei der Zulassung bereits Pflanzgut für 200–300 ha zum Anbau bereit. Aus dem Vermehrungsanbau und Großanbauversuchen liegen dann auch genügend praktische Erfahrungen vor. Die Sorten sind also bald nach der Zulassung im Handel erhältlich.

Um in besonderen Fällen den Zuchtfortschritt schnell in die Praxis einzuführen, ist der Einsatz geeigneter Methoden zur Beschleunigung der Vermehrung notwendig (MÖLLER, ROTHACKER und STELTER, 1959). Durch vorbewurzelte Sproßstecklinge konnte die Vermehrung nematodenresistenter Stämme des Jahrganges 1956 so beschleunigt werden, daß 1962 — also nach 6 Jahren — von der Sorte 'Spekula' bereits 150 ha im Anbau waren.

Technik der Kultur von Sämlingen und Klonen

Auch in der Züchtung ist eine schnelle Steigerung der Arbeitsproduktivität notwendig, um im Rahmen der Kombinationszüchtung durch Erhöhung der Sämlingszahlen den vielfältigen Wünschen der Verbraucher schnell nachkommen zu können. Der Übergang vom Gespann zum leichten Geräteträger bereitete bei der Ackervorbereitung und der Pflege keine besonderen Schwierigkeiten. Die Mechanisierung der Erntearbeiten scheiterte aber zunächst an der Forderung der Züchter nach Spezialmaschinen. Wegen der geringen Anzahl benötigter Maschinen war die Industrie nicht in der Lage, solchen Wünschen nachzukommen.

Durch Änderung der Zuchtgartenanlage und der Anbautechnik ist es aber heute gelungen, die herkömmlichen Maschinen auch im Zuchtgarten erfolgreich einzusetzen. Es werden in unseren Zuchtbetrieben keine Kartoffeln mehr von Hand ausgelegt. Die schwere und unangenehme Erntearbeit konnte zufriedenstellend mechanisiert werden, und die beträchtliche Steigerung der Arbeitsproduktivität führte auch zu einem erheblichen Abbau der großen Arbeitspitze im Herbst.

Die erste Voraussetzung zur Mechanisierung war der Übergang zur Anzucht der Sämlinge in Ton-

töpfen mit einem Durchmesser von 10 cm. Von den selektierten Sämlingen wird nur eine Knolle geerntet und die Knollen im nächsten Jahr wiederum als Population im Feld nachgebaut. Bei der Topfanzucht tritt eine wesentliche Arbeitseinsparung und eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen ein, da die Arbeiten zum großen Teil im Gewächshaus durchgeführt werden können. Die Arbeit in den Gewächshäusern ist angenehmer und leichter als auf dem Feld.

Die ersten vegetativen Nachkommenschaften — Sämlingsramsche — werden auf dem Feld mit dem üblichen Reihenabstand von 62,5 cm, aber einem Abstand in der Reihe von 80 cm ausgepflanzt. Dieser weite Abstand in der Reihe läßt den Einsatz eines Geräteträgers mit Anbauschleuderradroder zu. Der Traktor wird mit einem geeigneten Kriechgang (1,4 km/h) gefahren. Die Zapfwelle wird auf wegebunden geschaltet, d. h., wenn der Traktor hält oder auch nur die Kupplung bedient wird, steht gleichzeitig der Schleuderradroder still. Wenn der Traktor langsam gefahren wird, bleiben bei dem weiten Abstand der Sämlinge in der Reihe auch genügend große Zwischenräume bei den gerodeten Stauden bestehen. Von Hilfskräften werden die Sämlinge zusammengelegt. Die Auslese erfolgt dann sofort hinter dem Traktor, da vor dem Roden der nächsten Reihe abgeräumt sein muß. Um Vermischungen zu vermeiden, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Sämlinge auf ein neben die Reihe gelegtes Netz zu schleudern. Vermischungen mit liegengebliebenen Knollen der vorhergehenden Reihe werden dadurch verhindert. Es werden Perlonnetze mit einer Maschenweite von 10 × 10 mm benutzt. Mehrjährige Erfahrungen zeigen, daß die Vermischungsgefahr nicht größer ist als beim Aufdecken von Hand. Gleichzeitig konnte der Forderung nach größeren Standräumen bei der Auslese nachgekommen werden.

Die Ernte der A-Stämme wird in ähnlicher Form vorgenommen. Da hierbei nur eine Trennung der Stämme und nicht der Einzelstauden notwendig ist, wird der Pflanzenabstand in der Reihe nicht erhöht. Auch die Ernte der B- und C-Stämme erfolgt mit dem Schleuderradroder. Die Ernte der älteren Stämme wird mit einem zweireihigen Siebkettenroder vorgenommen. Hierzu müssen die Parzellen möglichst lang angelegt werden.

Voraussetzung für den Einsatz der Roder ist eine sorgfältige Krautentfernung. Das Kraut wird durch einen Schlegelernter kurz abgeschlagen. Eine zusätzliche Behandlung durch chemische Mittel erübrigt sich. Dadurch tritt eine erhebliche Kostensenkung ein. Nur bei den Sämlingsramschen, bei denen noch viele späte Formen auftreten, ist der Einsatz chemischer Mittel zur Krautabtötung notwendig.

Schlußbetrachtung

Die Kartoffelzüchtung hat die Aufgabe, den Forderungen des Produzenten und Konsumenten an die Eigenschaften der Sorten möglichst optimal nachzukommen. Dazu ist bei der langwierigen Zuchtarbeit eine weit vorausschauende Planung der Züchtung notwendig. Neu auftretende Parasiten oder auch nur neue Rassen bekannter Schädlinge stellen dabei den Züchter immer wieder vor unerwartete Probleme. Der Y-Viruseinbruch von 1957 war dafür

ein drastisches Beispiel. Die Kartoffelzüchtung war in Deutschland zu Beginn der systematischen Züchtung auf Speisequalität, Knollenform und Ertrag ausgerichtet. Nach den *Phytophthora*-Epidemien begann die Epoche der Resistenzzüchtung, die bis heute nicht abgeschlossen ist. Auch die Umstellung der Anbau- und Erntetechnologien führte zu neuen Forderungen an die Kartoffelzüchtung. Besonders die stärkere mechanische Belastung beim Einsatz von Sammelrotern stellt hohe Anforderungen an die Schalenfestigkeit und die Fäulnisresistenz der Sorten. Unter dem Druck der Resistenzprobleme wurden Fragen der Qualität zunächst zurückgestellt.

Während im letzten Jahrzehnt im Mittelpunkt der Züchtungsarbeiten Forderungen der Kartoffelvermehrung und der Produzenten von Konsumkartoffeln standen, beginnt heute die Züchtung sich auf die Wünsche der Verbraucher zu konzentrieren. Hohe Speisequalität und Lagerfähigkeit bei Speisekartoffeln, hoher Trockenmasseertrag verbunden mit hohem Rohproteingehalt bei Futterkartoffeln, hoher Stärkegehalt bei Stärkekartoffeln sind Forderungen des Verbrauchers, die stärker berücksichtigt werden müssen.

Die Züchtung qualitativ hochwertiger, nach Gebrauchswerten streng differenzierter Kartoffelsorten mit hoher Ertragsfähigkeit steht heute im Mittelpunkt unserer Bemühungen. Dabei darf auf das erreichte Resistenzniveau keineswegs verzichtet werden. Es liegt aber außerhalb der vorhandenen Möglichkeiten, sofort höchste Qualität und Ertragsfähigkeit kombiniert mit höchster Resistenz gegen die zahlreichen Krankheiten und Schädlinge zu erzielen. Die Anzahl der geforderten Merkmale ist zu groß, um sie durch Kombinationszüchtung mit den heutigen Sämlingszahlen in einer Sorte vereinigen zu können.

Die Entwicklung von vererbungsstarken Eltern durch Inzucht scheint nur in Sonderfällen eine Bedeutung zu haben. Bei Stärke und Schorf wurden gewisse Erfolge erzielt. Die Anreicherung für eine bestimmte Eigenschaft günstiger Gene in einem Elter auf dihaploider Basis könnte einen wirklichen Fortschritt bedeuten. Zunächst stehen solche Formen in der praktischen Züchtung nicht zur Verfügung.

Solange keine Eltern vorhanden sind, unter deren Nachkommen häufiger die gewünschten Typen auftreten als bei den heute zur Verfügung stehenden, müssen zur Erzielung der angestrebten verbesserten Sorten mehr Sämlinge angezogen werden. Im vergangenen Jahrhundert konnte man schon unter 500 Sämlingen eine neue Sorte finden. Bei der Vielzahl der zu kombinierenden Merkmale kann man heute erst auf etwa 200 000 Sämlinge mit einer neuen Sorte rechnen.

Zur Zeit werden in der Deutschen Demokratischen Republik knapp 400 000 Sämlinge angezogen (Tab. 1). Durch die Konzentration der Neuzüchtung in vier Zuchtstationen wurde erreicht, daß die für die Züchtung notwendigen Gebäude, Maschinen und Geräte besser genutzt werden. Gleichzeitig wurde dadurch der Anteil relativ unproduktiver Testkreuzungen im Verhältnis zu den insgesamt angezogenen Sämlingen vermindert. Die Spezialisierung der Zuchtbetriebe führte zu einer weiteren Senkung dieses Anteils. Durch die Konzentration und die Spezialisierung werden also die vorhandenen Produktionsmittel besser genutzt.

Tabelle 1. Anzahl der kultivierten Sämlinge.

Zuchtstation	1950	1956	1964
Groß-Lüsewitz	20 000	254 000	170 000
Karow	50 000	80 000	100 000
Lindenhof	50 000	56 000	66 000
Malchow	20 000	24 000	38 000
Bernburg	40 000	60 000	—
Bürs	31 000	58 000	—
Wittenmoor	30 000	25 000	—
Gülzow	70 000	70 000	—
Summe	311 000	627 000	374 000

Um die vor der Kartoffelzüchtung stehenden großen Aufgaben schnell erfüllen zu können, ist trotz dieser Umstellung bei der großen Anzahl zu kombinierender Merkmale die Erhöhung der Sämlingszahlen unumgänglich. Dies kann nur geschehen, wenn es gelingt, die Arbeitsproduktivität durch eine noch bessere Mechanisierung zu erhöhen, eine günstigere Verteilung der Pflanz- und Erntearbeiten durch Anzucht der Sämlinge in Gewächshäusern zu organisieren und durch den Einsatz neuer Massenausleseverfahren schneller negative Formen auszuschließen.

Es stehen heute eine Anzahl Ausleseverfahren auf Qualitätsmerkmale und Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge zur Verfügung, die eine frühe Massenauslese zulassen. Geeignete Ausleseverfahren auf Leistung, die frühzeitig in das Zuchtprogramm eingeschaltet werden können, fehlten bisher. Wir wissen aber, daß die Auslese um so schärfer ist, je früher im Verlaufe der Selektion auf ein Merkmal ausgelesen wird. Wenn wir eine schnelle Erhöhung des Ertragsniveaus unserer Sorten auf das der ertragreichsten Sorten anstreben, muß die Selektion auf Leistung im Selektionsprogramm vorverlegt werden. Untersuchungen über die Ertragsbildung lassen erkennen, daß bereits am Sämling eine Testung auf Leistung vorgenommen werden kann (ENGEL 1964). Die von ENGEL (siehe auch HOUGHLAND et al. 1961, MATIERHOFER 1962) entwickelten Gedanken müssen sinnvoll in das Selektionsprogramm eingebaut werden. Die Auslese wird häufig auf die in allen erkennbaren Eigenschaften guten Sämlinge ausgerichtet, also eine positive Massenauslese durchgeführt. Wir wissen aber, daß die meisten Merkmale sehr umweltabhängig sind und starken Veränderungen von Jahr zu Jahr und Ort zu Ort unterliegen. Eine positive Auslese darf daher nur bei einigen nicht oder wenig umweltabhängigen Form- und Resistenzmerkmalen durchgeführt werden. Bei den übrigen Merkmalen muß man sich auf eine negative Massenauslese beschränken, um nicht viele wertvolle Formen zu verlieren (s. auch MARIS, 1962).

Um schneller die vor der Kartoffelzüchtung stehenden Aufgaben zu bewältigen, ist unter Zurückstellung weniger wichtiger Aufgaben eine Konzentration auf die Hauptprobleme notwendig. Außerdem ist es zweckmäßig, daß sich die Zuchtstationen auf die Züchtung eines Gebrauchswertes spezialisieren. Speisekartoffeln werden in Karow und Lindenhof, Futter- und Stärkekartoffeln in Malchow und Groß-Lüsewitz gezüchtet.

Zusammenfassung

In Zusammenarbeit zwischen Forschern der verschiedenen Gebiete und Züchtern wurde im Institut für Pflanzenzüchtung Groß-Lüsewitz ein umfassendes

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: Beschluß 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-Zuchtstämmen und -Sorten. Der Züchter (im Druck), 1965. — 3. ENGEL, K.-H.: Strahlungseinfluß auf die Fleischfarbenbonitierung. Der Züchter 26, 174–176 (1956a). — 4. ENGEL, K.-H.: Untersuchungen an reziproken Kreuzungspopulationen von Kulturkartoffeln. 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 Resistenzprüfung 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 ten dienste van 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 Abbau-lagen, 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 Nematoden-resistenzzüchtung 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. PFEFFER, 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 Kartoffelzuchtstämmen 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.