

Wertbestimmungen des Kartoffelpflanzgutes durch neue Keimprüfungsmethoden und analytische Untersuchungen

Von HEINZ KROHN, Leipzig
Mit 13 Abbildungen

Einleitung

Unter Pflanzgutwert verstehen wir bei der Kartoffel die Gesamtheit derjenigen Eigenschaften, die den Grad der Eignung der Knolle zu Pflanzzwecken bedingen. Man hat in neuerer Zeit vielfach versucht, den Pflanzgutwert der Kartoffelknolle vorherzubestimmen.

Zu diesem Zwecke hat man die Knollen, ähnlich wie bei der Samenkontrolle, *Keimprüfungen* unterworfen. In den letzten Jahren hat man außerdem versucht, durch die Feststellung der *chemischen* Zusammensetzung einen Aufschluß über den Pflanzgutwert zu erhalten. Zu einem befriedigenden Abschluß sind diese Untersuchungen aber noch nicht gelangt. Es ist zu verwundern, daß die Saatgutprüfungen gerade bei der Kartoffel verhältnismäßig neuen Datums sind, während die Samenprüfung für Getreide schon seit Jahrzehnten mit Erfolg besteht. Der durch schlechtes Kartoffel-saatgut entstehende Ernteausfall ist bekannt.

Auch als Ergänzung der Kartoffel-Saaten-Anerkennung kann die Keimprüfung wertvolle Dienste leisten. Durch sie könnten im Laufe von Jahren Vermehrungsstellen mit zwar guten, gesunden Feldbeständen, aber stets abbauendem Saatgut von schlechtem Herkunftswert entdeckt und ausgeschaltet werden. So könnte der Kartoffelanerkennung ihre größte Fehlerquelle genommen werden, ja die Zuverlässigkeit der Anerkennung steht und fällt mit der Erfassung des Pflanzgutwertes.

Das umfangreiche Tabellenmaterial zu vorliegender Arbeit wurde nicht mitgedruckt. Die Tabellen liegen im Institut f. Pflanzenbau u. -Züchtung, Leipzig, Johannisallee 21, jederzeit zur Einsicht vor.

I. Teil

Keimprüfungen

1. Zusammenfassung bereits veröffentlichter Beobachtungen

Einer der ersten, die vor zwanzig Jahren zur Anstellung von Keimprüfungen aufforderten, war HILTNER (15). Er kündigte 1907

die Einrichtung einer Kartoffelprüfungsstelle an der Agrikulturbotanischen Anstalt in München an. Jedoch erst im Jahre 1919 berichtete er ausführlicher über die Ergebnisse. Die Keimversuche hatte er in Kisten mit einem Gemisch von Sand und Gartenerde angesetzt. Die Knollen wurden nach 33 Tagen entkeimt und die Keime beurteilt. Es wurden Knollen gesunder und blattrollkranker Stauden geprüft. Der Versuch war Anfang Dezember angesetzt worden. Das Ergebnis zeigte, daß namentlich die Knollen stark erkrankter Stauden innerhalb der angegebenen Zeit teils überhaupt noch nicht, teils sehr mangelhaft zum Auskeimen gelangt waren. Die gebildeten Keime waren im Gegensatz zu denen gesunder Knollen dünn und sehr kurz. Keimlängenmessungen und Zählungen ergaben um so mehr und längere Triebe, je besser die Herkunft und je gesünder die Ausgangsstauden waren. Triebkraftversuche blieben ohne Erfolg, da die Ziegelgrusschichten bis zu 31 cm ohne weiteres durchwachsen wurden. Als Keimraum diente ein geheiztes Glashaas.

Um die Weiterentwicklung der Kartoffelkeimprüfungsmethoden machten sich PIEPER und MÜTTERLEIN verdient. PIEPER (36) setzte seine ersten Versuche im Gewächshaus in Gartenerde an und bedeckte die Knollen mit einer Schicht von 3 cm Erde. „Das sicherste Beurteilungsmoment beim Keimversuch ist die Gleichmäßigkeit beim Aufgang und in der ersten Entwicklung.“ Bei späteren Versuchen nach der Methode MÜTTERLEIN fand er wertvolle Beziehungen zwischen Keimdicke und Pflanzgutwert, aber immer nur innerhalb verschiedener Proben *einer* Sorte. Die Keimlänge hält er für wenig belangvoll, weil sie zu sehr von äußeren Einflüssen abhängt. Ebenso hält er die Keimzahl für die Beurteilung gar nicht geeignet. Er weist auch auf die Schwierigkeit der Beurteilung bei den verschiedenen Sorten hin. Z. B. lassen sich bei „Pepo“ und „Centifolia“ die Keime von gesunden und kranken Knollen sehr leicht, bei „Pirola“ erheblich schwieriger unterscheiden.

MÜTTERLEIN (31, 32) untersuchte u. a. den Einfluß keimfördernder Mittel. Er erzielte durch Dunkelheit, Temperaturen von 20—25° C und Schneiden bei feuchtgehaltener Schnittfläche gesteigertes Keimwachstum, das es ihm ermöglichte, schon im Herbst und Winter Keimversuche durchzuführen. Er fand dabei, daß mit der Entfernung von der Ernte die der Knolle innewohnende Keimenergie ständig zunimmt, die erprobten keimfördernden Mittel dementsprechend mehr und mehr in ihrer Wirkung zurücktreten.

Den Versuch selbst setzte er in der Weise an, daß er je 50 ganze Knollen und geschnittene Knollenhälften mit dem Nabelende bzw. der Schnittfläche auf feuchten Sand aufdrückte und bei ca. 25° C im Dunkeln aufstellte. Hauptsächlich durch Beobachtungen ohne Messungen wurde der Gesundheitszustand festgestellt. Als stark krank wurden nicht keimende Knollen, Knöllchen bildende, solche mit auffällig dünnen Keimen und faulende Knollen ausgeschieden. MUTTERLEIN ließ nach dem Entkeimen auch noch ein zweites und drittes Mal auskeimen, um den Beobachtungseindruck zu vertiefen. Die zweite Frage, die er vor allem durch Keimmessungen zu beantworten sucht, ist: Steht die Art der Keimung in Beziehung zum Ertrag? Bei *verschiedenen* Sorten waren *keine* Beziehungen festzustellen. Jede Sorte hat ihre eigene Art der Keimung, die sich nicht miteinander vergleichen läßt. Anders verhält es sich bei verschiedenen *Herkünften* derselben Sorte. Hier schienen Beziehungen zu bestehen derart, daß bei zunehmender Gesamtheimlänge der Feldertrag sank, während er bei zunehmender Durchschnitts-Keimdicke und zunehmendem Keimgewicht stieg. Keimzahl und Durchschnitts-Keimlänge ließen jede Beziehung vermissen. Im Gegensatz dazu fand er (32) bei Pflanzgut gleicher Sorte, Herkunft und Nachbaustufe ein Jahr später, daß auch bei steigender Gesamtheimlänge der Feldertrag stieg.

ORPHAL (35) will bei Triebkraftversuchen vor allem auf die Art der Bewurzelung geachtet wissen. Er unterscheidet zwischen „Basalwurzeln“ und höher inserierten, schwächeren „Etagenwurzeln“. Jene sollen vollwertigen, diese minderwertigen Pflanzgutwert anzeigen.

SCHANDER und RICHTER (47) setzten ihre Versuche erst im Frühjahr an, hatten also mit Keimhemmungen nicht zu rechnen. Sie beobachteten hauptsächlich die Beeinflussung der Keimung durch Krankheiten und speziell durch *Rhizoctonia solani*. Zur Prüfung dieser Krankheit halten sie eine Einbettung der Knollen für unerläßlich, da sich die Sklerotien andernfalls nicht entwickeln. Im übrigen stellen sie eine starke Abhängigkeit zwischen Keimkraft und Ertrag fest derart, daß bei steigender Keimzahl auch steigender Ertrag eintritt. Sie bildeten eine „reduzierte Keimzahl“ unter Umrechnung auf mittelstarke Keime.

Die bequemste Methode der Keimprüfung ist die von SNELL (55—57). Er setzte, allerdings erst im Frühjahr, die zu prüfenden Knollen in trockene Holzkisten, die in einem dunklen, warmen

Raum aufgestellt wurden. Nach drei bis vier Wochen wurden die Keime durchgesehen, wobei die Beurteilung nur nach dem Augenmaß erfolgte. Dabei ließ er Zahl und Länge der Keime unberücksichtigt; ausschlaggebend war die Dicke. Er fand dabei, daß die Knollen mit dicken Keimen innerhalb derselben Probe höhere Erträge brachten als die Knollen mit dünnen Keimen. Nach diesen Beurteilungsmomenten bildete er vier Bonitierungsgruppen:

1. Gleichmäßig dicke Keime an allen Knollen (+).
2. Gleichmäßig dünne Keime an allen Knollen (—).
3. Gleichmäßig mittelmäßige Keime an allen Knollen (\pm).
4. Verschieden dicke Keime.

SACHSE (45) unternahm Kartoffelkeimprüfungen zur Nachprüfung der PIEPERSchen Ergebnisse. Seine Befunde stimmen mit denen PIEPERS darin überein, daß nur die Gleich- bzw. Ungleichmäßigkeit des Aufganges Aufschluß über den Gesundheitszustand der Probe geben. Irgendwelche Schlüsse aus Keimzahl und Messungen zu ziehen, hält er für unmöglich, und er sieht demgemäß eine Beurteilung nach dem Augenmaß für genügend an, um sich ein Bild über Gesundheit und Lebensfähigkeit der Probe zu machen. Außerdem stellte er noch Keimversuche nach der Methode von SNELL an. Sie ergaben bei feldmäßiger Nachprüfung einen deutlichen Vorsprung der Stauden aus Knollen mit dicken Keimen und dementsprechend höhere Erträge.

SCHLUMBERGER (48—51) fand bei Blattroll- und Mosaikkrankheit Fadenkeimung. Er sah das Austreiben von zahlreichen über die ganze Knolle verteilten Augen als Anzeichen mangelhafter Keimkraft an.

EICHINGER (10) fand im Gegensatz zu SACHSE und PIEPER, daß Keimschnelligkeit und Gleichmäßigkeit innerhalb einer Sorte auf den Ertrag nicht den mindesten Einfluß ausübten.

VASTERS (59) setzte seine Keimversuche nach der Methode MÜTTERLEIN und in trockenen Tellern an. Begonnen wurden sie erst im späten Frühjahr, bei oft ganz verschiedener Winteraufbewahrung der Proben. Höheres Keimgewicht und größere Keimdicke beurteilte er immer günstig, während er hohe Keimzahl für ungünstig hielt. Als Untersuchungsprobe befürwortet er eine möglichst hohe Zahl, mindestens 100 Knollen, da die Keimbescchaffenheit knollenweise erheblich verschieden sein kann.

KOLTERMANN (23) prüfte chemische und physikalische Reizmittel zur schnelleren Überwindung der Keimruhe und stellte umfangreiche Versuche über den Einfluß von Krankheiten auf die Keimung an.

BESELER (7) prüfte 29 Kartoffelsorten mit verschiedenen Nachbaustufen nach der Methode SNELL. Sie fand dabei keine eindeutige Beziehung zwischen Keimdicke und Pflanzgutwert.

Trotz der vielen vorgeschlagenen Wege hat sich noch keiner so durchsetzen können, daß die Saatkontrolle für Pflanzkartoffeln in die Praxis übernommen wurde. Das liegt wohl einesteils an den sich sehr widersprechenden Ergebnissen, anderenteils an den Schwierigkeiten, mit denen eine Keimprüfung noch verbunden ist. Man ist sich z. B., abgesehen von der Auswertung der Keimversuche, noch nicht über deren Anlage einig. Einige Versuchsansteller, wie SCHANDER und RICHTER (47), halten eine völlige Einbettung der Knollen für unerläßlich, andere, wie SNELL (55), suchen ohne jedes Keimmedium auszukommen. MÜTTERLEIN (31) schlägt den Mittelweg vor, indem er die Knollen mit dem Nabelende auf feuchte Unterlage aufdrückt.

Ein weiterer Hauptmangel der bisherigen Kartoffelkeimprüfung ist die große Platzbeanspruchung. Soweit die Prüfungen auf Keimtischen in Gewächshäusern gemacht werden sollen, ist der Zahl der zu behandelnden Proben eine sehr enge Grenze gesetzt. Etwas besser steht es mit der Prüfung in Kästen mit oder ohne Keimmedium. Immerhin ist für eine Probe von 100 Knollen ein stabiler Kasten von mindestens 100×80 cm Grundfläche nötig.

2. Eigene Versuche

Es sollte versucht werden, die Keimprobe im Platze einzuschränken, um dadurch je Probe eine möglichst hohe Knollenzahl prüfen zu können. Um dies zu erreichen, habe ich, neben den üblichen Versuchen mit ganzen Knollen, *Versuche mit kleinen Ausschnitten* aus der Knolle gemacht. Zunächst wurde am Kronenende eine flache Scheibe von ca. 5 g Gewicht abgeschnitten und eingekeimt. Dies erwies sich aber nicht als geeignet, da sich beim Aufdrücken der Scheiben auf das feuchte Keimbett nach einiger Zeit die Ränder der Scheiben infolge Einwirkung der Feuchtigkeit hoben. Das geschah bei der einen Scheibe mehr, bei der anderen weniger, so daß die Gefahr ungleicher Wasserzufuhr

auf der Hand lag. Um dies zu vermeiden, wurden die Ausschnitte nicht mehr scheibenförmig, sondern keilförmig angelegt (s. Abb. 1).

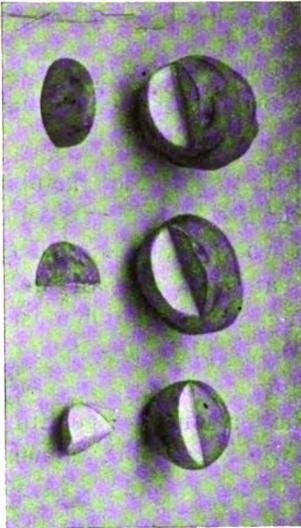


Abb. 1

Der Keil wurde in den Kronen-Augenkomplex hineingeschnitten, so daß er möglichst gleichmäßig 5 g schwer wurde. Über den Einfluß der Schwere des Keiles auf die Keimung werde ich noch näher zu sprechen kommen.

In manchen Fällen kann das Aufsuchen des Kronenendes Schwierigkeiten bereiten, zumal die Keile ja draußen in der Praxis geschnitten werden sollen. Die nach dem Kronenende zu enger werdende Spirale der Augen ist sehr oft nicht zu verfolgen und manchmal können sich bei oberflächlicher Betrachtung Kronenaugen und Nabelende sehr ähnlich sehen. Ein absolut sicheres Mittel, das Kronenende aufzufinden, ist die Beurteilung nach der Gestalt der unter den Augen befindlichen Verdickung. Diese zieht sich halbmondförmig hin, und der innere Rand des Halbmondes zeigt stets nach oben, d. h. nach dem Kronenende (s. Abb. 2).



Abb. 2

Auf diese Weise braucht man nur *ein* Auge zu betrachten, und oft findet man gar nicht mehr, z. B. bei starkem Schorfbefall, um sofort zu wissen, wo das Kronenende liegt.

Im Jahre 1926 habe ich je Keimprobe 20 so erhaltene Keile mit 20 ganzen Knollen verglichen; die Versuchssorten werden im folgenden angeführt. Die Keime wurden als Dunkel- und Lichtkeime verglichen, so daß je Sorte 80 Knollen geprüft wurden. Im Jahre 1927 wurden außerdem, soweit mir das Saatgut bei der Ernte erreichbar war, je Probe 50 Keile unmittelbar bei der Ernte geschnitten. Diese wurden bis zum Ansetzen der betreffenden Keimprobe aufbewahrt und mit frisch geschnittenen Keilen und ganzen Knollen im Vergleich zur Keimung angesetzt.

Von einer völligen Einbettung der Knollen habe ich abgesehen. Der Befall mit *Rhizoctonia solani*, der SCHANDER und RICHTER (47) vor allem veranlaßte, die Knollen einzubetten, da sich sonst die an den Pocken entspringenden Hyphen nicht entwickelten, kann ja äußerlich an den Knollen erkannt und dementsprechend bewertet werden. Ich habe mich für die Methode von MÜTTERLEIN entschieden. Sie ist nicht umständlich, man kann den ganzen Keimverlauf gut beobachten, und die Auswertung der Messungen wird sehr erleichtert. Der Vorteil gegen die noch einfachere SNELLSche Methode besteht darin, daß durch die Feuchtigkeit doch eine erhebliche Keimbeschleunigung erzielt wird, und daß man die Knollen leicht so aufstellen kann, daß sie sich nicht berühren, also nicht gegenseitig bei der Keimung hindern können.

Das *Einkeimen* geschah in größeren Triebkraftskästen, wobei die ungeschnittenen Knollen und die Keile in einem Kasten zusammen eingekeimt wurden, um ihnen möglichst gleiche Bedingungen zu geben. Die Knollen wurden mit dem Nabelende in das Keimbett gedrückt; die Keile habe ich so weit eingedrückt, daß die beiden Schnittflächen vom Keimmedium bedeckt wurden.

Als *Keimbett* hat sich ein Gemisch von $\frac{1}{8}$ feinem Torfmull und $\frac{7}{8}$ gesiebttem Sand gut bewährt. Der von mir benutzte Sand allein verkrustete zu leicht; das mußte wegen der Gefahr ungleichmäßiger Feuchtigkeitzufuhr unbedingt vermieden werden. SCHANDER und RICHTER (47) sind der Ansicht, daß der Keimverlauf der gleiche bei trockenem und feuchtem Sand ist. Feuchtigkeit allein scheint die Keimung wenig zu beeinflussen, kombiniert mit Dunkelheit und erhöhter Temperatur ruft sie aber erhebliche Unterschiede hervor, vor allem was Keimzahl und Gewicht betrifft. Die nachfolgende Tabelle von MÜTTERLEIN (31) zeigt dies sehr deutlich. Die Sorten „Erste v. Kleinrädchen“ und „Ideal“ wurden am 11. 5. bei Zimmertemperatur, die Sorten „Wohlgeschmack“ und „Geheimrat

Werner“ am 19. 11. bei 30° C angesetzt. In beiden Fällen zeigten sich große Unterschiede:

Sorte	Keim-		
	Zahl	Dicke (mm)	Gewicht (g)
Erste v. Kleinrädchen			
a) trocken	3,9	3,75	1,6
b) feucht	5,3	4,5	2,9
Ideal			
a) trocken	4,7	2,0	0,7
b) feucht	6,8	3,0	1,8
Wohlgeschmack			
a) trocken	1,6	6,0	0,91
b) feucht	4,7	4,8	3,91
Geheimrat Werner			
a) trocken	1,0	5,3	0,26
b) feucht	4,6	5,3	3,53

Bei geschnittenen Knollen erscheinen diese Beziehungen noch vertieft. Zur Vermeidung von Versuchsfehlern wurde auf ganz gleiche Wasserzufuhr geachtet.

Sand sowie Torfmull waren vor ihrer Verwendung 30 Stunden bei 80° C getrocknet worden. Das Gemisch wurde darauf zum Versuch mit einer Wassermenge gesättigt, die 60% seiner Wasserkapazität entspricht und während der ganzen Versuchsdauer durch regelmäßige Ergänzung der Wassermenge gleich feucht gehalten. Eine automatische Schnellwaage hat sich bei der großen Zahl der geprüften Proben gut bewährt (s. Abb. 3). Das Torf-Sand-Gemisch zeigte eine Reaktion von 5,27 p. H., ein Wert, der der Wachstumsfreudigkeit der Kartoffeln sichtlich zusagte. Dies bestätigten auch feldmäßige Vorkeimversuche, bei denen das Torf-Sand-Gemisch im Vergleich zu anderen Keimmedien am besten abschnitt.

Als *Versuchsraum* diente ein geräumiger Keller, der sich leicht verdunkeln ließ. Die Temperatur ließ sich auf ca. 20° C ziemlich konstant halten. Das Maximum während der Versuchsdauer betrug 25° C, das Minimum 16° C. Wie MÜTTERLEIN zeigte, fördern Dunkelheit, höhere Temperatur und Feuchtigkeit die Keimung erheblich. Ich stimme aber mit SNELL und KOLTERMANN darin überein, daß bei der Kartoffel von einer Ruheperiode, wie sie bei gewissen Samen nach der Reife eintritt, keine Rede sein kann. Sowohl die ungeschnittenen Knollen als auch die Keile keimten nach verhältnismäßig kurzer Zeit, trotzdem sie nur 4—5 Wochen nach der Ernte eingekeimt worden waren. Allerdings nimmt die

Keimschnelligkeit mit der zeitlichen Entfernung von der Ernte erheblich zu. Außerdem ist die Keimwilligkeit im Herbst und Winter bis zu einem gewissen Grade Sorteneigentümlichkeit. Die frühen und mittelfrühen Sorten keimten im allgemeinen schneller als die späten. Aber auch da gibt es Unterschiede. „Deodara“ und „Industrie“ keimten z. B. ziemlich schnell und freudig, während „Laurus“ und „Kartz v. Kameke“ bis zum Keimbeginn teilweise die doppelte Zeit benötigten und auch weiter nur zögernd wuchsen.

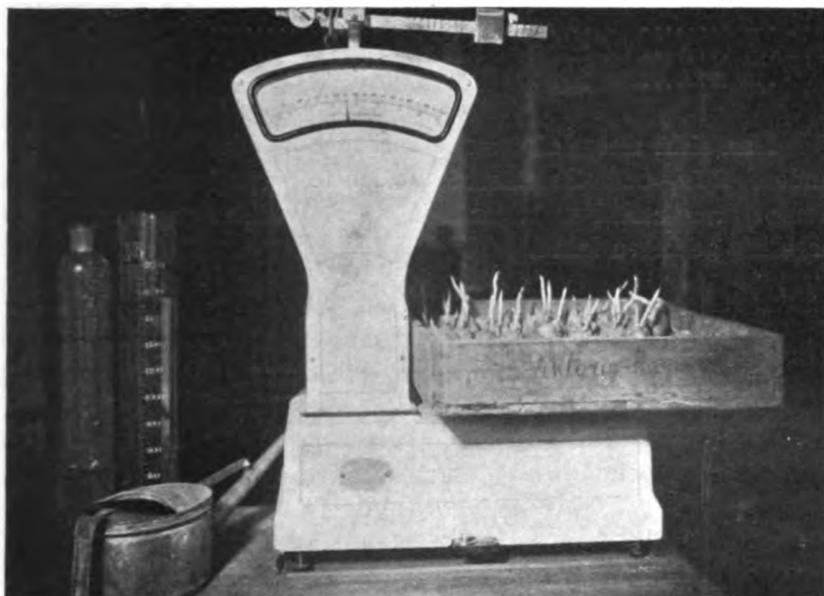


Abb. 3

Zur Kontrolle der Keimschnelligkeit wurde „BÖHMS Heimat“ zu verschiedenen Zeiten eingekeimt. Der mittlere Keimbeginn geht aus umstehender Tabelle und Kurve hervor.

Aus der Tabelle ist zu ersehen, wie mit dem Abstand von der Ernte die Keimung allmählich immer schneller vor sich geht, bis sie ab 19. 1. ziemlich gleichmäßig verläuft. Die *Keimbescleunigung* durch Schneiden kann man an den Keilen verfolgen. Sie ist am größten nach der Ernte und nimmt bei jeder späteren Einkeimung ab, bis sie ebenfalls am 19. 1. ganz aufgehoben wird und am 28. 1. sogar in eine kleine Verzögerung umschlägt. Auf umstehender Kurve (Abb. 4) ist auf der Abszisse der mittlere Keimbeginn in Tagen, auf der Ordinate das Einkeimungsdatum eingetragen.

Eingekeimt am	Tage bis zum mittl. Keimbeginn		Eingekeimt am	Tage bis zum mittl. Keimbeginn	
	Knollen	Keile		Knollen	Keile
10. 9. 27	34,2	20,8	8. 12. 27	12,4	8,1
21. 9. 27	28,7	21,3	18. 12. 27	9,8	6,5
3. 10. 27	25,2	17,5	27. 12. 27	7,7	5,6
11. 10. 27	24,1	15,3	9. 1. 28	7,1	5,9
22. 10. 27	21,9	14,7	19. 1. 28	6,0	6,0
5. 11. 27	17,8	12,1	28. 1. 28	5,6	5,9
13. 11. 27	16,6	11,9	10. 2. 28	5,8	5,4
19. 11. 27	16,7	11,3	22. 2. 28	5,5	5,4
28. 11. 27	14,2	8,9			

Man sieht also, daß man je nach der Zeit des Einkeimens ohne andere Reiz- und Beschleunigungsmittel als Dunkelheit, höhere Temperatur und Feuchtigkeit in 4—8 Wochen zu einem Keimergebnis gelangen kann.

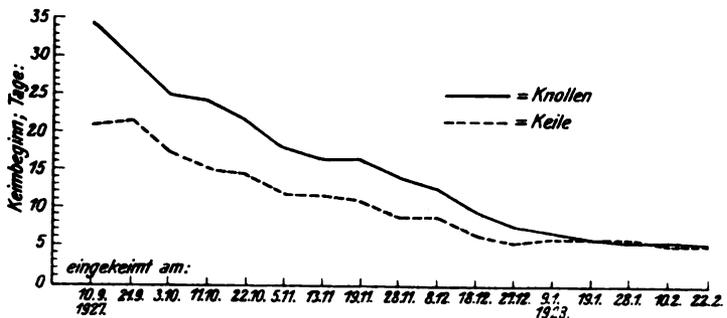


Abb. 4. Sorte „BÖHMS Heimat“

VELSEN (60) erzielte mit Diastase und einigen chemischen Agentien Keimbeschleunigungen. Der Einfluß dieser Reizmittel auf den Keimungsverlauf ist aber noch nicht genügend geklärt. Man kann sie deshalb für Keimprüfungen mit ihren diffizilen Unterschieden noch nicht empfehlen. Der Schaden durch Verwischung der bestehenden Beziehungen zum Pflanzgutwert kann leicht größer sein als der Vorteil, die Prüfung einige Tage eher abschließen zu können.

Die keimbeschleunigende Wirkung der verschiedenen empfohlenen chemischen und physikalischen Reizmittel hat wahrscheinlich dieselbe Ursache, nämlich eine Steigerung der Atemtätigkeit. Diese Ansicht vertritt auch HOLLRUNG (19) im folgenden: „Den einzelnen

Ruhe verkürzenden Mitteln kommt eine spezifische Wirkung nicht zu, insofern, als sie in letzter Linie alle eine Steigerung der Atmungstätigkeit nach sich ziehen.“

Nach der vorher beschriebenen Methode kann die Keimprüfung im Winter des Jahres leicht beendet werden. Diese Forderung muß man auch unbedingt an sie stellen. Der Landwirt muß sein vorhandenes Saatgut über Winter auf den Pflanzgutwert hin prüfen lassen können, damit er bei sich herausstellenden Mängeln rechtzeitig für anderweitiges Saatgut sorgen kann.

Als *Versuchsmaterial* wurden 1926 15 mittelspäte Sorten in je zwei Herkünften und Abbaustufen verarbeitet, 1927 16 mittelspäte Sorten in je vier Abbaustufen. Die hierbei erzielten Ergebnisse werde ich anschließend getrennt für den Winter 1926/27 und 1927/28 besprechen.

3. *Versuchsergebnisse Winter 1926/27*

1926 wurden der erste und zweite Nachbau von 15 Sorten in der Keimprüfung miteinander verglichen. Der erste Nachbau wurde mir in dankenswerter Weise von Herrn Rittergutspächter MENDTE, Hirschfeld bei Deutschenbora (Sa.), zur Verfügung gestellt. Hirschfeld hat schweren, bindigen Lößlehm Boden und liegt ca. 300 m über NN. Das Saatgut aus Hirschfeld hat sich in vielfacher, vergleichender Anbauprüfung in der Versuchswirtschaft Probstheida des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung stets gut bewährt. Es ist in den meisten Fällen dem Originalsaatgut derselben Sorten ebenbürtig gewesen, öfter hat es sogar dieses an Ertrag übertroffen. Diese vorzügliche Saatgutqualität beruht vielleicht auf der Höhenlage Hirschfelds, da man ja sonst im allgemeinen annimmt, daß der Saatgutwert derartig schwerer Böden nicht vollwertig ist.

Der zweite Nachbau war in der Versuchswirtschaft Probstheida gewonnen worden. Probstheida hat stark abbauenden, mittelschweren, sandigen Lehmboden mit Sandunterlage, Höhenlage 145 m über NN. In allen Tabellen ist der erste Nachbau der Herkunft Hirschfeld kurz als „1. Nachb.“, der zweite Nachbau der Versuchswirtschaft Probstheida kurz als „2. Nachb.“ aufgeführt worden. Es war von vornherein zu erwarten, daß sich der bessere Pflanzgutwert der Herkunft Hirschfeld in der Keimprüfung und der folgenden feldmäßigen Anbauprüfung auszeichnen würde.

Das Einkeimen geschah, wie schon erwähnt, in Kästen mit feuchtgehaltenem Sand-TorfmuU-Gemisch in verdunkeltem Raum bei durchschnittlich 20° Celsius.

Eine Probe von jedesmal 20 Knollen und Keilen je Sorte und Herkunft wurde dem Licht ausgesetzt, um später die Feststellungen außer an Dunkelkeimen auch an Lichtkeimen machen zu können. Damit das keimbeschleunigende Moment der Dunkelheit ausgenützt werden konnte, wurden diese Kästen erst dem Licht ausgesetzt, nachdem der größte Teil der Keime aufgelaufen war. Die Ergebnisse waren nicht so einheitlich wie bei den Dunkelkeimen, so daß es scheint, als ob die Lichtkeime weniger zu Keimprüfungen geeignet sind. Auch die Übereinstimmung der Keime ganzer Knollen und geschnittener Keile war, abgesehen von der Länge des Hauptkeimes, nicht so gut. SNELL (55) hatte ebenfalls Parallelprüfungen mit Lichtkeimen gemacht und schreibt darüber: „Die kurzen Lichtkeime scheinen für die Bestimmung der Keimfähigkeit und -Energie nicht so brauchbar zu sein, als die langen Dunkelkeime.“ Keimbeginn und Keimzahl sind, da sie unter gleichen Bedingungen entstanden sind, wie bei der Probe der Dunkelkeime, nicht besonders aufgeführt. Keimlänge, -Dicke und -Gewicht werden in den betreffenden Abschnitten über die Dunkelkeime mit besprochen.

Versuchssorten waren:

Polanin (Züchter Dolkowski), Preußen (Züchter Modrow), Jubel (Züchter Richter), Heimat (Züchter Böhm), Parnassia, Arnika, Gratiola (Züchter v. Kameke).

Diese Sorten wurden in beiden Herkünften in der Zeit vom 21.—23. Dez. 1926 eingekieimt. Ein zweiter Versuchssatz wurde vom 26.—28. Jan. 1927 zur Keimprüfung angesetzt und enthielt die Sorten:

Esatz Zwickauer Frühe, Fürstenkrone (Züchter Richter), Kartz v. Kameke, Centifolia, Laurus, Pirola, Pepo, Deodara (Züchter v. Kameke).

Zum Versuch wurden sowohl für den Kasten, der Dunkelkeime, wie für den, der Lichtkeime ausbilden sollte, 20 äußerlich gesunde Durchschnittsknollen je Herkunft verwendet und als „ganze Knollen“ geprüft. Zur Herstellung der Keile wurden ebenfalls 20 Durchschnittsknollen ausgesucht, aus denen auf die schon beschriebene Art und Weise die Kronenausschnitte, die „Keile“, gewonnen wurden. *Von einer Auslese der Knollen nach Größe oder*

Gewicht wurde absichtlich abgesehen. Es sollte versucht werden, den Pflanzgutwert einer Durchschnittsprobe zu erfassen, die sich mit der Zusammensetzung des Saatgutes deckte, wie es in der Praxis verwendet wird, dagegen sollte kein ganz gleichmäßig ausgesuchtes Ideal-Saatgut geprüft werden. Sollten die zu vergleichenden Merkmale, wie Zahl, Länge, Dicke des Keimes usw. von der Sortierung der Probe abhängiger sein als von deren Pflanzgutwert, dann sind diese Merkmale für eine Keimprüfung ungeeignet. Der mir je Herkunft zur Verfügung stehende Zentner Saatgut wurde „zur Saat“ verlesen, d. h. die äußerlich kranken, die ganz großen und kleinen Knollen wurden aussortiert. Aus diesem Saatgut wurde dann nach den „Berliner Vereinbarungen“ eine Mittelprobe von 80 Knollen gewonnen, die, nochmals gevierteilt, die 20 Knollen für die vier getrennten Prüfungsarten ergaben.

Nach SCHANDER und RICHTER (47) wächst bei zunehmender Knollengröße die Keimzahl. Nach ihren Beobachtungen ist dieses Anwachsen aber so gering, daß es das zahlenmäßige Bild des Pflanzgutwertes nicht verändern kann. Auf die Dicke der Keime hat die Knollengröße nach SNELL (55) keinen Einfluß.

Die *Keimkästen* wogen bei Sättigung des Keimmediums mit einer 60% seiner Wasserkapazität betragenden Wassermenge mit den eingedrückten Knollen und Keilen je 14,5 bis 15,5 kg. Jeweils nach Ablauf von drei Tagen wurden sie mittels Anfeuchtung auf ihr Ausgangsgewicht ergänzt. Sie hatten dann durchschnittlich 300 g ihres Gewichts infolge Wasserabgabe verloren.

Zum Vergleich mit den Feststellungen bei der Keimprüfung wurde der Restteil jeder Probe im Frühjahr 1927 in der Versuchswirtschaft Probstheida feldmäßig angebaut und zu Erntefeststellungen verwendet. Das Saatgut war knapp, so daß sich nur eine vierfache Wiederholung auf 18 qm großen Teilstücken anlegen ließ.

Beobachtungen und Messungen

Beobachtungen, die eindeutig und leicht feststellbar auf schlechten Pflanzgutwert hindeuten, sind leider selten. Vor allem sind da Ausbleiben der Keimung, Knöllchenbildung und Fadenkeimung zu nennen. Proben, in denen derartig starke Anzeichen häufiger vorkommen, wird man ohne weiteres als schlecht erkennen können. In der Mehrzahl der Fälle, die für Keimprüfungen in Betracht kommen, wird aber mit so deutlichen Anzeichen nicht zu

rechnen sein. Man muß nach feineren Unterscheidungsmerkmalen suchen. Dazu können herangezogen werden: Keimbeginn, Gleichmäßigkeit des Aufganges, Zahl der Keime, Keimlänge, Keimdicke, Keimgewicht. Natürlich erschweren Messungen die Keimprüfungen ungemein. SACHSE (45) schreibt zwar: „Nach den vorangegangenen Erörterungen scheint es mir völlig zu genügen, den Ausgang in der Triebkraftsprüfung richtig zu bonitieren, um ein Bild über Gesundheit und Lebensfähigkeit der Probe zu bekommen.“ Ich halte es aber für unmöglich, bei mehreren, nicht gerade extrem veranlagten Proben eindeutige Beurteilungen auszuführen. Proben, die sich äußerlich nicht unterscheiden ließen, ergaben bei den kontrollierenden Messungen doch einwandfreie Unterschiede. Es muß also darauf ankommen, die Messungen zu vereinfachen und auf einige, sich ergänzende Merkmale zu beschränken. Die 1926 vorgenommenen, im Jahre 1927 noch erweiterten Messungen und Berechnungen sollten diese Frage weiter klären.

a) *Der mittlere Keimbeginn*

Der Keimbeginn läßt sich bei einiger Übung genau bestimmen. In den meisten Fällen keimt das Kronenauge zuerst. Das Stadium, in dem der erste Keim deutlich sichtbar wurde, wurde als Keimbeginn angenommen.

Ich halte es nicht für angängig, als Keimbeginn den Tag des ersten Erscheinens *eines* Keimes bei nur *einer* Knolle anzunehmen. Die Gefahr ist zu groß, daß ein Außenseiter, der weit vorm Durchschnitt der übrigen Keimprobe aufgeht, den Keimbeginn bestimmt. Man erhält dann ein ganz falsches Bild, wie es z. B. bei Ergebnissen von MUTTERLEIN (31) teilweise der Fall ist. Um dies zu vermeiden und einen Vergleichsmaßstab für den Keimbeginn zu erhalten, wurde der „mittlere Keimbeginn“ errechnet, und zwar aus der Summe der Tage bis zum Keimbeginn aller Knollen, dividiert durch die Zahl der geprüften Knollen bzw. Keile. Durch diese Verrechnung kommen gebrochene Zahlen für die Tage des mittleren Keimbeginnes zustande.

Zunächst kann man eine gute Übereinstimmung zwischen dem mittleren Keimbeginn der Knollen und der Keile feststellen. Er ist im allgemeinen bei den Keilen früher erfolgt, verläuft aber parallel dem Keimbeginn der Knollen. Geringfügige Abweichungen bei „Jubel“, „Kartz v. Kameke“ und „Laurus“ differieren nur um halbe

Tage, so daß man sie wohl als innerhalb der Fehlergrenze liegend ansehen darf. *Der mittlere Keimbeginn von kleinen Kartoffelausschnitten kann bei Keimprüfungen für den mittleren Keimbeginn ganzer Knollen eingesetzt werden.* Die Ergebnisse des Jahres 1927/28 werden das noch weiter bestätigen.

Die durch das Ausschneiden der Keile entstandene Keimbeschleunigung ist bei den im Dezember eingekeimten Sorten eine erhebliche. Sie beträgt 1—3,5 Tage. Bei der Sorte „Jubel“ trat allerdings eine kleine Verzögerung ein. Bei den im Januar eingekeimten Sorten konnte keine nennenswerte Beschleunigung mehr erzielt werden, es haben sich im Gegenteil die Verzögerungen vermehrt. Ein verschiedenes Verhalten des ersten und zweiten Nachbaues läßt sich nicht sicher feststellen, wenn auch im allgemeinen die Keimbeschleunigung beim zweiten Nachbau etwas geringer erschien.

Wie verhält sich der mittlere Keimbeginn zum *Ertrag*? Wie zu erwarten war, fiel bei den Erntefeststellungen der zweite Nachbau mehr oder weniger ab. Eine Ausnahme dieser Regel bildeten lediglich die Sorten „Arnika“ und „Polanin“, die um 5 bzw. 10 % besser im zweiten Nachbau abschnitten. Besteht nun eine Beziehung zwischen dem Ertrag und dem mittleren Keimbeginn? In acht Fällen kann man einen deutlich früheren Keimbeginn bei dem schlechteren zweiten Nachbau bemerken, in drei Fällen ist der Keimbeginn beim ersten und zweiten Nachbau gleich, während der Ertrag des zweiten Nachbaues abfiel, und in vier Fällen keimte der erste, bessere Nachbau schneller. Bei den letzten vier Proben ist die Sorte „Polanin“ mit vertreten, deren zweiter Nachbau den ersten im Ertrage übertraf, dieser Fall würde also nicht gegen die scheinbare Tendenz: früherer, mittlerer Keimbeginn bei fallendem Ertrage sprechen.

Nach diesen Ergebnissen scheint es so, als ob der *Abnahme des Pflanzgutwertes* einer Keimprobe derselben Sorte ein *früherer, mittlerer Keimbeginn* parallel ginge. Dafür sprechen neun Fälle, dagegen drei, unausgesprochen bleiben ebenfalls drei Fälle.

Ein ähnliches Verhalten zeigen auch die feldmäßigen Nachbauprüfungen. In der Versuchswirtschaft Probstheida laufen die Nachbauten im Vergleich zum Originalsaatgut fast stets eher auf, oft um eine ganze Reihe von Tagen.

Auch HILTNER (17) stellte bei seinen Triebkraftversuchen fest, daß kranke und abgebaute Knollen schneller keimten.

Diese Beziehungen bestehen aber nur zwischen verschiedenen Herkünften oder Abbaustufen *einer* Sorte, zwischen *verschiedenen* Sorten besteht keinerlei Zusammenhang.

b) Gleichmäßigkeit des Aufganges

VON PIEPER (37), MÜTTERLEIN (31) und SACHSE (45) u. a. wird der Keimbeginn als nicht geeignet zur Bewertung des Saatgutwertes erwähnt. Das mag daher kommen, daß sie größtenteils das erste Erscheinen eines Keimes als Keimbeginn rechneten und daher zu sehr Zufälligkeiten ausgesetzt waren. Bei Anwendung des mittleren Keimbeginnes werden diese Zufälligkeiten ausgeschaltet. Mehrfach wird aber die Gleichmäßigkeit bzw. Ungleichmäßigkeit des Aufganges als brauchbarer Wertmesser erwähnt. PIEPER schreibt darüber (37): „Das sicherste Beurteilungsmoment bei Keimversuchen ist die Gleichmäßigkeit beim Aufgang und in der ersten Entwicklung.“ Nach SACHSE (45) lassen sich irgendwelche Schlüsse aus Keimzahl und -Messungen nicht ziehen, *nur* die Gleich- bzw. Ungleichmäßigkeit des Aufganges sollen einen Anhalt geben.

Ich habe versucht, einen leicht vergleichbaren rechnerischen Maßstab für die Gleichmäßigkeit des Aufganges zu finden. Zu diesem Zwecke wurde aus der Summe der Abweichungen vom mittleren Keimbeginn $d =$ der durchschnittliche Fehler nach der Formel

$$d = \frac{\sum a}{\sqrt{n(n-1)}}$$

errechnet. Ein hohes „ d “ zeigt dann große Abweichungen vom mittleren Keimbeginn, also Ungleichmäßigkeit im Aufgang. Die Zahlen zeigen zunächst keine völlig zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen den Abweichungen bei Knollen und Keilen. Auch die den Erwartungen und Ernteergebnissen entsprechende Verschlechterung der Gleichmäßigkeit beim zweiten Nachbau tritt nicht deutlich hervor. Es sind ebensoviele Beispiele vorhanden, bei denen das Gegenteil eintritt. Nicht gekeimte Knollen oder Keile wurden in der Summe der Abweichungen mit der vollen Zahl des mittleren Keimbeginnes eingesetzt. Sie kamen aber verhältnismäßig selten vor, so daß sie auf die Tendenz keinen entscheidenden Einfluß ausüben konnten. In diesem Jahre konnte also *nicht* bestätigt werden, daß die Gleichmäßigkeit des Aufganges einen sicheren Rückschluß auf den Pflanzgutwert der Probe zuließ.

c) Die Zahl der Keime

Die widersprechendsten Annahmen findet man in der Literatur über die Bewertung der Zahl der Keime bei Kartoffelkeimprüfungen. Angefangen bei SCHANDER und RICHTER (47), die bei möglichst hoher Keimzahl auch den höchsten Ertrag annehmen, bis APPLEMAN (4), der bei möglichst geringer Keimzahl den besten Pflanzwert fand, sieht man alle Ansichten vertreten. PIEPER, SNELL und SACHSE glauben, daß die Keimzahl keinen Anhalt gibt. MÜTTERLEIN (32) fand bei Betrachtung der Keimzahl keine gesicherte Tendenz, wenn auch „Steigerung des Ertrages mit zunehmender Keimzahl deutlich hervortritt“. SCHANDER und RICHTER bilden eine reduzierte Keimzahl, indem sie starke, mittlere und schwache Keime im Verhältnis 1 : 2 : 4 auf *eine* Zahl umrechnen, und stellten bei steigender reduzierter Keimzahl auch steigende Erträge fest. Abgesehen von gegenteiligen Feststellungen ist gegen diese Methode manches einzuwenden. Es müßte für jede Sorte erst die mittlere Keimstärke festgestellt werden, sonst wäre es leicht möglich, daß die Keimstärke einer Probe durchweg unter dem Mittel liegt, die dann eine viel zu hohe reduzierte Keimzahl bekäme. Weiter sind bei manchen Sorten mit dünnen Keimen als Sortenmerkmal, Dickenunterschiede mit bloßem Auge kaum zu erkennen. VASTERS (59) schreibt: „Größere Keimzahl dürfte an sich keineswegs günstig zu beurteilen sein.“ Auch bei Bildung der reduzierten Keimzahl von SCHANDER fand er noch, wenn auch verwischter, sinkenden Pflanzwert bei steigender Keimzahl. Auch SCHLUMBERGER (48) hält das Austreiben zahlreicher, über die ganze Knolle verteilter Keime für ein Anzeichen mangelhafter Keimkraft.

Bei den eigenen Versuchen ist jeder deutlich sichtbare Keim gezählt worden. Dazu wurden die Keime mit der Messerspitze aus dem Auge gedrückt. Dies erleichterte die Zählung und vermied Fehlerquellen, die dadurch entstehen könnten, daß äußerlich verwachsen scheinende Keime einfach gezählt wurden, während es in Wirklichkeit mehrere selbständige Keime waren.

Es war eigentlich anzunehmen, daß eine Beziehung zwischen der Keimzahl der Knollen und der Keile nicht bestand. Man konnte nicht erwarten, daß die kleinen Ausschnitte, die nur den Kronenaugenkomplex enthielten, eine der ganzen Knolle parallele Zahl Keime ausbilden würden. Tatsächlich war dies doch zum großen Teil der Fall. Nur in 3 Fällen von 14 trat das Gegenteil ein. 1927/28 werden wir diese Übereinstimmung noch vollständiger finden.

Eine eindeutige Richtung von Keimzahl und deren Beziehung zum Ertrag war in diesem Jahre nicht feststellbar. Angedeutet ist, daß mit Zunahme der Abbaustufe innerhalb einer Sorte, also mit Fallen des Ertrages, die Keimzahl *steigt*. Die durchschnittliche Zahl der Keime schwankte je nach Sorte bei den Knollen, von 5 bis 17, bei den Keilen von 3 bis 6 Stück. Auch hier bestand, im Vergleich verschiedener Sorten, keinerlei Beziehung zum Ertrag.

Die Sorte „Pirola“ fällt bei diesen und den folgenden Ermittlungen weg. Der Kasten war umgekippt, so daß er nicht ausgewertet werden konnte.

d) Die Keimlänge

Die Keimlänge wird in der Literatur nicht gleichmäßig beurteilt. MÜTTERLEIN (31) schreibt: Eine feste Beziehung besteht: sinkender Feldertrag bei zunehmender Gesamtkeimlänge. Im Jahre 1924 beobachtete er jedoch einen um so höheren Ertrag, je größer die Gesamtkeimlänge war. Er gibt allerdings selber an, daß die Ergebnisse der beiden Jahre nicht voll vergleichbar sind, da im ersten Jahre nur der Keimstamm und im zweiten der Stamm mit Verzweigungen gemessen wurde. Die Durchschnittskeimlänge läßt nach seinen Erfahrungen jede Beziehung vermissen. Das ist auch nicht zu verwundern, denn sie ist von vielen Zufälligkeiten abhängig, z. B. von der Zeit des Aufganges aller Keime an der Knolle und der Zahl der Keime. PIEPER (39) glaubt, daß die Länge zu sehr von äußeren Keimbedingungen abhängig ist. Er beobachtete z. B. bei pommerschen Herkünften ein völlig von anderen mitgeprüften Herkünften abweichendes Keimverhalten. Die Knollen blieben sehr klein. BESELER (7) schreibt hingegen wörtlich: „Lediglich die größere Länge des Keimes ist für den älteren Nachbau bei den meisten Sorten charakteristisch.“

Bei den eigenen Versuchen wurde nur die Länge des *Hauptkeimes* gemessen, und zwar ohne etwaige Verzweigungen, um die Messungen nicht zu komplizieren. Gehandhabt wurde es so, daß beim Abkeimen der Hauptkeim auf Millimeterpapier, wenn notwendig gerade gestreckt, aufgelegt und die Länge abgelesen wurde. Aus den 20 Messungen einer Probe wurde dann das Mittel gebildet. Diese Messungen bestätigen das, was MÜTTERLEIN 1923 für die Gesamtkeimlänge bei verschiedenen Herkünften feststellen konnte und was BESELER 1926 fand. Bei *zunehmender Länge des Hauptkeimes zeigte sich sinkender Feldertrag*. Nur in einem Falle, bei „Ersatz

Zwickauer Frühe“, schlug diese Beziehung ins Gegenteil um. Es wurden die Zahlen des zweiten Nachbaues auf den ersten Nachbau = 100 bezogen; damit sollte geprüft werden, ob eine prozentuale Beziehung zwischen zunehmender Hauptkeimlänge und Ertragsminderung bestand. Eine genaue Übereinstimmung wurde nicht erhalten. Immerhin zeigte der im Ertrag bessere zweite Nachbau von „Polanin“ auch eine kleinere Keimlänge, die mit 92,6 bzw. 93,6% den Mehrertragsverhältnissen von 10% fast entsprach. Auch der sehr stark abfallende zweite Nachbau von „Preußen“ zeigt um 49,2 bzw. 47,2% größere Keimlänge, stimmt also ziemlich mit den Erntefeststellungen überein. Ich bin aber der Ansicht, daß es verfrüht ist, den Ertrag prozentual an der Keimlänge zu bestimmen.

Die Länge des Hauptkeimes bei den im Dunkeln gewachsenen Keimen übertrifft größtenteils die Länge der Lichtkeime, obgleich die Dunkelkeime nach durchschnittlich 60 Tagen, die Lichtkeime erst nach 80 Tagen abgekeimt wurden. Eine Ausnahme bilden hier die Lichtkeime der Keile. Sie übertreffen nicht nur die parallel angesetzten Dunkelkeime der betreffenden Keile, sie sind auch teilweise doppelt so lang, wie die im selben Kasten gebildeten Lichtkeime der Knollen.

Die bei den *Dunkelkeimen* vorkommende sehr feste Beziehung zwischen sinkendem Ertrag und steigender Keimlänge besteht hier nicht, sie scheint sogar bei neun Sorten entgegengesetzt zu verlaufen. Wahrscheinlich ist hier der Grund für die verschiedenartigen Ansichten über die Keimlänge zu suchen. Bei Keimung im *Licht* scheint es, als ob sich die Beziehungen zwischen Keimlänge und Ertrag umkehrten!

Wie bei der Dunkelkeimung ist auch bei der Lichtkeimung die Übereinstimmung zwischen Fallen und Steigen der Länge des Hauptkeimes bei den Knollen und den parallel angesetzten Keilen eine fast vollständige.

e) Die Keimdicke

Folgende Beobachtungen bestehen über die Keimdicke: PIEPER, VASTERS, MÜTTERLEIN und SNELL stellten zunehmenden Pflanzwert bei zunehmender Keimdicke fest. Entgegen diesen Feststellungen stehen die Befunde BINSWANGERS (8), der bei 12 v. Kamekeschen Sorten keine eindeutige Beziehung zwischen Keimdicke der Mutterknollen und Ertrag der aus diesen erwachsenen Stauden feststellen konnte. Ebenso hebt SCHLUMBERGER (48) hervor, daß Knollen mit

kräftigen Keimen nicht in allen Fällen vollwertiges Saatgut lieferten. Auch die Versuchsergebnisse von MURPHY und MCKAY (30) lauten ähnlich ungünstig. SNELL (55) will die Dicke nur nach dem Augenmaß bonitiert haben. Dies wäre zweifellos die bequemste und einfachste Art, die sehr umständlichen und zeitraubenden Dickenmessungen zu umgehen. Auf diese Art werden aber nur die extremsten Proben der untersuchten Sorte zu erfassen sein. Für feinere Unterschiede und objektive Beurteilung werden Messungen unerlässlich sein. „Bei manchen Sorten sind die Dickenunterschiede zwischen gesunden und kranken Keimen sehr groß, bei anderen wieder sind sie undeutlicher, so daß eine gewisse Erfahrung dazu gehört, die Trennung sicher durchzuführen“ schreibt PIEPER (36).

Um die Meßarbeiten zu vereinfachen, wurden von jeder Knolle und jedem Keil nur der Hauptkeim gemessen. Die Dicke der Keime an einer Knolle schwankt allerdings, so daß Dicke des Hauptkeimes und durchschnittliche Dicke nicht immer parallel gehen. Doch dürften sich im Mittelwert von je 20 Knollen und Keilen die hierdurch entstehenden Abweichungen weitgehend ausgleichen.

Die Messungen wurden mit dem KIESSLINGSCHEN Halmdickenmesser vorgenommen, was bei einiger Übung ziemlich schnell ging. Gemessen wurde der Keim an der dicksten Stelle. Dies war meistens kurz über der Einschnürung an der Ansatzstelle des Keimes. Die Größe der Knollen spielt nach Untersuchungen SNELLS (55) für die Beurteilung der Keimdicke keine Rolle.

Es besteht *keine* eindeutige Beziehung zwischen der *Dicke* des Hauptkeimes und dem Ertrag. Die Richtung stärkerer Keim, höherer Ertrag herrscht zwar vor, aber es wurde nicht annähernd die Regelmäßigkeit beobachtet, wie bei der Keimlänge.

Auch die Stärke des Hauptkeimes bei der Lichtkeimung läßt keine einwandfreie Beziehung erkennen, obgleich auch hier angedeutet ist stärkerer Hauptkeim — höherer Ertrag.

Die Stärke des Hauptkeimes bei den Keilen ist nicht zur Beurteilung brauchbar. Sie stimmte weder mit den Verhältnissen bei den Knollen überein, noch ergab sie, für sich genommen, eine Beziehung zum Ertrag. In den meisten Fällen waren die Dickenunterschiede so gering, daß man sie als innerhalb der Fehlergrenze befindlich ansehen muß. MÜTTERLEIN (32) beobachtete, daß bei geschnittenen Knollen Proben mit geringerer Keimdicke den höchsten Ertrag gaben, rechnete aber damit, daß es Zufall sein könne.

In manchen Fällen ist es schwer, für Dickenmessungen geeignete Stellen zu finden, da Wurzel- und Blattanlagen die Messung sehr erschweren können. Durch nicht selten vorkommende Abnormitäten, Verwachsungen und Krümmungen wird die Schwierigkeit noch erhöht. VASTERS (59) sucht dem aus dem Wege zu gehen, indem er aus Keimgewicht und Gesamtkeimlänge das Gewicht je Keimlängeneinheit berechnet.

f) Das Gewicht aller Keime

Die einfachste und objektivste Feststellung bei Keimprüfungen ist die Gewichtsfeststellung. Sie kann als das Produkt von Keimzahl, Keimlänge und Keimdicke angesehen werden. Verließen diese drei Merkmale in ihrer Beurteilungsrichtung gleichsinnig, müßte man für diese umständlichen Messungen die Gewichtsfeststellung setzen können.

Im allgemeinen wird ein hohes Keimgewicht günstig beurteilt. MUTTERLEIN (31) fand bei seinen Versuchen die Herkünfte mit höherem Keimgewicht leistungsfähiger. Auch VASTERS (59) fand derartige gleichsinnige Beziehungen, wenn auch mit Einschränkungen. SNELL hält das mittlere Keimgewicht, berechnet aus Zahl und Gesamtgewicht der Keime, für ein brauchbares Merkmal.

Bei den eigenen Versuchen ist, entsprechend dem verschiedenen Verhalten der Keime in bezug auf die Länge, gegensinniges Verhalten von Dunkelkeimen und Lichtkeimen zu verzeichnen. Während bei den Lichtkeimen im allgemeinen steigender Ertrag mit steigendem Keimgewicht übereinstimmt, tritt bei den Dunkelkeimen mit einigen Abweichungen das Gegenteil ein. Einen klaren Aufschluß über den Pflanzgutwert gibt in diesem Jahre das Keimgewicht *nicht*.

Die Schwankungen im Keimgewicht der *Keile* gehen größtenteils parallel denjenigen der Knollen.

4. Versuchsergebnisse Winter 1927/28

1927 wurden die Versuche in ähnlicher Weise wie 1926 wiederholt. Es wurden aber vier Herkünfte von jeder Sorte zum Vergleich herangezogen: vom Züchter direkt geliefertes Originalsaatgut, erster Nachbau von Herrn MENDTE, Hirschfeld, zweiter und dritter Nachbau der Versuchswirtschaft Probstheida. Von einer feldmäßigen Nachprüfung der Ergebnisse wurde in diesem Jahre abgesehen, da der Pflanzgutwert der verschiedenen Herkünfte und Nachbauten

auf Grund jahrelanger Erfahrungen festlag. Es hat sich erwiesen, daß Saatgut vom Züchter und erster Nachbau aus Hirschfeld sich im Ertrag annähernd gleichkommen, oft übertrifft sogar, wie schon erwähnt, der Hirschfelder Nachbau das Original etwas. Stark abfallend im Ertrag ist der zweite Nachbau Probstheida, der aber, übereinstimmend mit den starken Abbauerscheinungen in der Versuchswirtschaft Probstheida, vom dritten Nachbau noch bei weitem übertroffen wird.



Abb. 5

In diesem Jahre wurden je Herkunft 50 Knollen und 50 Keile eingekeimt, beim zweiten und dritten Nachbau Probstheida wurden außerdem noch 50 Keile, die bei der Ernte ausgeschnitten worden waren, also zusammen 150 Einzelknollen eingekeimt.

Im folgenden sind die am Einkeimungstermin frisch geschnittenen Keile kurz „frische Keile“, die zur Ernte geschnittenen „alte Keile“ genannt. Die bei der Ernte geschnittenen Keile sind ohne vorherige Trocknung oder sonstige Behandlung in Tüten aufbewahrt worden. Schimmel- oder Fäulnisbildung ist in keinem Falle aufgetreten.

Die gegen das Vorjahr erhöhte Zahl der geprüften Knollen und Nachbauten machte es unmöglich, wie 1926 alle Proben einer

Sorte in *einem* Keimkasten unterzubringen. Es mußten 3—4 Kästen je Sorte angesetzt werden. Die große Zahl der Keimkästen ließ sich aber durch Aufeinandersetzen von je sieben Stück ohne allzugroße Platzbeanspruchung unterbringen (siehe Abbildung 5).

Auf den obersten Keimkasten jeden Stoßes wurde noch ein Kasten mit feuchtgehaltenem Sand, aber ohne Kartoffeln gesetzt. Er verhinderte das schnellere Verdunsten des Wassers aus dem obersten Keimkasten. Alle drei Tage wurden sämtliche Kästen gegossen, d. h. auf ihr Ausgangsgewicht ergänzt und beobachtet. Dabei wurde die Reihenfolge im Stoß gewechselt, um dadurch Fehlerquellen auszugleichen, die durch Temperaturunterschiede zwischen oberster und unterster Kastenhöhe entstehen könnten.

Angesetzt wurden die Proben vom 17. bis 22. November 1927, also ca. fünf Wochen eher als 1926, sonst aber in genau derselben Weise. Das Abkeimen und Auswerten der Keimversuche wurde in der Zeit vom 10. bis 16. Januar 1928 vorgenommen, also nach 54 Tagen.

Versuchssorten waren größtenteils dieselben wie 1926, nämlich:

Centifolia, Pepo, Parnassia, Deodara, Arnika, Laurus, Gratiola, Kartz und Pirola (Züchter v. Kameke):

außerdem noch: Gelkaragis, Rotkaragis, Ragis 10 (Züchter Rabbethge und Giesecke), Industrie, Preußen (Züchter Modrow), Ersatz Zwickauer Frühe, Fürstenkrone (Züchter Richter).

Diese 16 Sorten waren, wie schon gesagt, in mehreren Nachbaustufen vertreten, so daß im ganzen 58 Einzelproben untersucht wurden. Zu allen Versuchen wurden wiederum Durchschnittsknollen verwandt, also *keine* vorherige Auslese nach Größe und Gewicht getrieben.

a) Der mittlere Keimbeginn

Während der mittlere Keimbeginn 1926 bei den Knollen nach 4—16 Tagen eintrat, begann er 1927 erst nach 10—30 Tagen. Ein um fünf Wochen früheres Einkeimen hat hier also die Auflaufzeit verdoppelt. Es hoben sich aber deutlich schnell und langsam keimende Sorten hervor, und zwar zeichnen sich diese bei dem früheren Einkeimen des Jahres 1927 viel deutlicher aus. „Centifolia“, „Pepo“ und „Industrie“ waren z. B. schnellkeimende Sorten, die nach 14,5 bzw. 17,3 bzw. 15,2 Tagen aufliefen, während „Laurus“ und „Kartz v. Kameke“ schwerkeimende Sorten waren, die erst nach 27 bzw. 34 Tagen aufgingen und deren Keime auch

weiterhin sehr langsam wuchsen. 1926 verhielten sich die angeführten Sorten ähnlich, nur nicht in so extremen Maßen.

BINSWANGER (8) beobachtete in seiner Biographie ein ähnliches Verhalten bei den von Kamekeschen Sorten. „Laurus“ rechnete er allerdings mit zu den schneller keimenden Sorten.

Die Übereinstimmung des mittleren Keimbegins zwischen den frischgeschnittenen *Keilen* und den *Knollen* war, wie schon im Vorjahre, sehr zufriedenstellend. Nur in einem Falle, bei „Preußen“, waren größere Gegensätze vorhanden. Die Abstände im Keimbeginn zwischen den verschiedenen Herkünften bei den Knollen und Keilen waren zwar nicht immer gleich groß, aber die bei den Knollen sich zeigende Tendenz spiegelte sich stets im Keimbeginn der Keile wider. Die Übereinstimmung zwischen den *alten Keilen* und dem Keimbeginn der Knollen war nicht ganz so gut. In zwei von elf vergleichbaren Proben zeigte sich eine umgekehrte Richtung. Hier müßten noch weiterhin Versuche in größerem Ausmaße angelegt werden, um diese Frage zu klären.

Der mittlere Keimbeginn in Beziehung gesetzt zu dem Pflanzgutwert der vier Herkünfte zeigt die schon im Vorjahr angedeutete Erscheinung in verstärktem Maße. *Der Keimbeginn fällt mit großer Regelmäßigkeit mit der zunehmenden Nachbaustufe.* Ein typisches Beispiel mag dies erläutern:

Sorte	Herkunft	Tage bis zum mittleren Keimbeginn der		
		alten Keile	frischen Keile	ganzen Knollen
Laurus v. Kameke	Original	—	26,6	33,6
	1. Nachbau	—	25,1	32,2
	2. „	19,4	20,2	21,9
	3. „	15,7	16,1	19,8

Der dritte Nachbau hat in diesem Falle bei den eingekeimten Knollen 13,8 Tage, bei den Keilen 10,5 Tage eher *gekeimt*, als das betreffende Original. Bei anderen Sorten sind Unterschiede bis zu 21 Tagen („Gratiola“) vorgekommen. Diese Erscheinung ist regelmäßig bei 15 von 16 Sorten aufgetreten. Die gänzlich aus dem Rahmen fallende sechzehnte Sorte „Centifolia“ verhält sich auch in anderer Beziehung unregelmäßig. Sie war im vorigen Jahre ebenfalls unter den Sorten, deren Keimung entgegengesetzt der allgemeinen Tendenz verlief. Gerade dieses Beispiel zeigt, daß Erfahrungen bei Kartoffelprüfungen nicht für alle Sorten verallge-

meinert werden dürfen. Jede Sorte hat in mehr oder weniger ausgeprägtem Maße ihre spezifischen Keimungserscheinungen. Es wäre leicht möglich, daß „Centifolia“ einen den meisten anderen Sorten entgegengesetzten Keimrhythmus hat. Als Vorbedingung einer allgemeinen Kartoffelkeimprüfung müßten also die Keimungseigenheiten unserer Sorten festgestellt werden. Liegen diese fest, dann dürfte es nicht schwer sein, an Hand eines auf der Prüfungsstation vorhandenen Standards von bekanntem Wert den Saatgutwert der zu prüfenden Proben festzustellen.

In einigen Fällen ist das Originalsaatgut in kürzerer Zeit aufgegangen, als der erste Nachbau der Herkunft Hirschfeld. Dies braucht kein Widerspruch zu der erwähnten Tendenz zu sein. Ich führte schon aus, daß sich in vieljähriger Anbauprüfung die Herkunft Hirschfeld dem Originalsaatgut meistens ebenbürtig, oft sogar etwas überlegen gezeigt hat. Weniger erklärlich ist das Wiederansteigen der Keimdauer beim dritten Nachbau von „Pirola“, „Gelkaragis“ und „Industrie“.

Die Ergebnisse des Jahres 1927 befestigen unsere schon 1926 erhaltene Überzeugung, daß sich bei Keimprüfungen zur Feststellung des Abbaugrades bzw. des Fallens des Pflanzgutwertes u. a. auch der mittlere Keimbeginn heranziehen läßt.

Beachtenswert ist die *Keimbeschleunigung*; soweit sie durch das Schneiden der Keile erzielt werden konnte. Ein eindeutiges Verhalten läßt sich hier *nicht* feststellen. Die Sorten verhalten sich vielmehr gänzlich verschieden. Bei einigen, wie „Centifolia“, „Deodara“, „Laurus“ und „Ersatz Zwickauer Frühe“, wurde eine erhebliche Beschleunigung erzielt, teilweise bis zu 10 Tagen. Andere Sorten reagierten nicht auf den Schnitt, bei „Pepo“ verzögerte sich sogar der Aufgang um einige Tage. Die durch den Schnitt erzielte Beschleunigung ist teilweise viel größer gewesen als 1926. Es bestätigt sich damit die Kurve auf Seite 422, die bei „Böhms Heimat“ eine um so größere Beschleunigung zeigt, je eher nach der Ernte die Keile geschnitten und eingekeimt wurden. Ein Fallen oder Steigen der Keimbeschleunigung mit der Nachbaustufe war nicht festzustellen. Zwischen dem Verhalten der frischen und alten Keile bestand keine Übereinstimmung. Bei den alten Keilen kamen, im Vergleich zu dem mittleren Keimbeginn der Knollen, Keimverzögerungen öfters vor. Andererseits waren aber auch Fälle vorhanden, bei denen die alten Keile eine noch größere Keimbeschleunigung aufwiesen als die frischen.

Eine Berechnung der *Gleichmäßigkeit des Aufganges* wurde 1927 nur bei fünf Sorten vorgenommen. Nachdem die Ergebnisse zeigten, daß auch in diesem Jahre keine Beziehungen zwischen dem Pflanzgutwert und der durchschnittlichen Abweichung vom mittleren Keimbeginn bestanden, wurden die weiteren umständlichen Rechnungen unterlassen.

Es scheint, daß für die Gleich- bzw. Ungleichmäßigkeit des Aufganges der Herkunftsort einen größeren Einfluß besitzt, als der Grad des Abbaues der betreffenden Herkunft. Andernfalls wäre es nicht erklärlich, daß die als Saatgut so gute Herkunft Hirschfeld fast regelmäßig die höchsten Abweichungszahlen hatte.

b) Die Zahl der Keime

Die durchschnittliche Keimzahl der Proben war 1927 eine bedeutend geringere als 1926. Der Grund hierfür scheint nur in dem früheren Einkeimungstermin zu liegen, da einige Kontroll-einkeimungen derselben Sorten im Februar erhöhte Keimzahlen abgaben. Dies ist ein weiterer Beweis dafür, daß Keimprüfungen nur bei gleichzeitigem Ansetzen mit einer Standardherkunft ausgeführt werden können. Ein Beziehen auf frühere oder spätere Einkeimungstermine oder gar auf andere Jahre ist unmöglich.

Die Parallelität zwischen der Keimzahl der ganzen Knollen und der frischen Keile war in diesem Jahre noch vollständiger. Das Verhalten der *alten Keile*, das ja schon beim mittleren Keimbeginn nicht ganz eindeutig war, müßte noch weiteren Prüfungen unterzogen werden.

Diese Übereinstimmung kann natürlich nur auf der Anlage beruhen, mehrere Triebe in einem Auge zu entwickeln. Der kleine Keimausschnitt, der ja immer nur den Kronenaugenkomplex enthält, spiegelt damit nicht die Zahl der Augen an der Knolle wider, sondern deren Fähigkeit, mehrere Triebe je Auge zu entwickeln. Dies erklärt auch das Fallen des Pflanzgutwertes mit zunehmender Keimzahl und die Übereinstimmung zwischen den Knollen und Keilen. SCHLUMBERGER (48) und APPLEMAN (4) weisen ebenfalls darauf hin, daß diejenigen Knollen am besten zu bewerten sind, die nur einige wenige, aber kräftige Triebe ausbilden, während viele Keime, besonders mehrere in einem Auge befindliche, ungünstig zu bewerten sind. Auf Grund der amerikanischen Forschungen wird in den Vereinigten Staaten bei der Kartoffelzüchtung

sogar die Bildung von möglichst wenig Trieben am Kronenende als Zuchtziel berücksichtigt.

Die im Vorjahre nur angedeutete Tendenz, daß mit Zunahme des Abbaues die Keimzahl *steigt*, wird in diesem Jahre zur Gewißheit. Mit Ausnahme der sich schon in anderer Beziehung abweichend verhaltenden Sorte „Centifolia“ ist eine stetige Zunahme der Keimzahl zu bemerken. Es soll dies wiederum ein Beispiel erläutern:

Sorte	Herkunft	Die durchschnittl. Keimzahl der		
		alten Keile	frischen Keile	Knollen
Deodara v. Kameke	Original	—	1,55	1,10
	1. Nachbau	—	2,00	1,83
	2. „	2,31	2,41	3,04
	3. „	3,38	2,57	3,32

Die Knollen des dritten Nachbaues hatten also über zwei Keime mehr als die des Originalsaatgutes. In einigen Fällen wird dieser Abstand sogar bis über drei Stück erweitert. Die Tendenz: steigende Keimzahl bei fallendem Nachbau, ist also unverkennbar und stark ausgeprägt. Gegen die Regel verhalten sich, wie schon beim mittleren Keimbeginn, die dritten Nachbauten von „Pirola“, „Gelkaragis“ und „Industrie“, außerdem tritt noch „Laurus“ hinzu, dessen Keimzahl beim dritten Nachbau ebenfalls fällt. Dieses Fallen des Pflanzgutwertes bei steigender Keimzahl steht im Widerspruch zu den Ergebnissen SCHANDERS (47). wenn sich auch eine hohe absolute Keimzahl nicht immer mit einer hohen reduzierten Keimzahl zu decken braucht.

Man kann sich das Ausbilden mehrerer Keime bei schlechterem Pflanzgutwert einer Sorte als eine Schwächung der konzentrierten Keimenergie des Kronenauges vorstellen. Ein Schnittversuch mit der oben angeführten Sorte „Deodara“ kann das vielleicht bekräftigen. An den Knollen des Originalsaatgutes keimten nur 1,10 Keime, d. h. es keimte fast nur das Kronenauge. (Im Februar eingekeimt, erhöhte sich die Keimzahl auf 4,27.) Schnitt man nun die Knolle in mehrere Scheiben, die wieder aufeinandergelegt wurden, steigerte sich automatisch die Keimzahl (s. Abb. 6). Der Schnitt hat einen Reiz auf die Knolle ausgeübt, gleichzeitig ist aber sicherlich die innere Keimkraft geschwächt worden.

Anders als durch eine Schwächung des Pflanzgutwertes ist ja auch das den Knollen entsprechende Verhalten der Keile nicht zu erklären. Sie haben alle nur den Kronenaugenkomplex zur Keimung zur Verfügung, und der Reiz durch den Schnitt ist bei allen gleich. Trotzdem ist, zum mindesten bei den frischen Keilen, ein deutliches Ansteigen der Keimzahl mit zunehmender Abbaustufe bemerkbar. Das Ansteigen der Keimzahl hält sich naturgemäß in engeren Grenzen als bei den Knollen. Es tritt aber mit so großer Regelmäßigkeit auf, daß es keinesfalls als Zufall angesehen werden kann.

c) Die Keimlänge

1927 wurde außer der Länge des Hauptkeimes noch die Gesamtkeimlänge je Knolle zum Vergleich herangezogen. Dazu



Abb. 6

wurden alle Keime einer Knolle bzw. eines Keiles auf Millimeterpapier aneinandergereiht und so die Gesamtkeimlänge abgelesen.

Keime, die Würzelchen bis in das Keimmedium ausgebildet hatten, wurden hier, wie auch bei allen anderen Messungen, von der Bewertung ausgeschlossen. Die Wurzelbildung wurde soweit wie möglich verhindert. Es wurde dies, an den Tagen, an denen die Kästen angefeuchtet wurden, durch Abschneiden der Würzelchen mit einer kleinen Schere besorgt. Dies geschah aus der Erwägung heraus, daß der *innere* Pflanzgutwert der Knollen geprüft werden sollte, unbeeinflußt von äußerer Wasser- oder Nährstoffzufuhr, die die Keime durch Würzelchen erhalten würden. Man könnte dagegen einwenden, daß zum inneren Pflanzwert auch die Fähigkeit der Keime, Wurzeln zu bilden, gehört. Läßt man das gelten, muß man aber *allen* Keimen Gelegenheit geben, Wurzeln auszubilden. Man müßte also von einer offenen Keimmethode abgehen und die Knollen vollständig einbetten. Dagegen spricht aber sehr viel: Die Umständlichkeit des Versuches, die Unmöglichkeit, den Keimbeginn, der ja sehr wichtige Aufschlüsse gibt, exakt festzustellen und nicht zuletzt die Schwierigkeit späterer Messungen.

Die im Vorjahre beobachtete Richtung, steigende Keimlänge bei sinkendem Pflanzgutwert, prägt sich in diesem Jahre deutlich aus. Die Gesamtkeimlänge bildet dabei das getreue, größere Abbild der Länge des Hauptkeimes, so daß man wohl zur Vereinfachung der Meßarbeiten die Regel aufstellen kann, daß die *Länge des Hauptkeimes für die Gesamtkeimlänge eingesetzt werden kann*. Kleine Unregelmäßigkeiten, wie sie beim dritten Nachbau von „Arnika“ und beim ersten Nachbau von „Ragis 10“ auftreten, mahnen dazu, Schlüsse nicht aus einem Merkmal allein zu ziehen. Man wird bei Kartoffelkeimprüfungen kaum aus einem einzigen Merkmale, wie etwa der Triebkraft bei Getreide, den Pflanzgutwert feststellen können, vielmehr müssen mehrere Kennzeichen, die sich als geeignet erwiesen haben, übereinstimmend die gleiche Tendenz zeigen, wenn man sichere Rückschlüsse ziehen will.

Aus diesem Grunde muß man auch die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß bei den Sorten „Pirola“, „Gelkaragis“ und „Industrie“ der dritte Nachbau, entgegen der immer beobachteten Regel, dieses Jahr den zweiten Nachbau übertrifft. Bei diesen drei Sorten verhält sich, sowohl beim mittleren Keimbeginn wie bei der Keimzahl, der dritte Nachbau, verglichen mit der allgemeinen Tendenz, besser als der zweite. Auch jetzt zeigt er ein Fallen der Keimlänge, also Steigen des Saatgutwertes an. Für diese Sorten wird der Feldversuch die Erklärung geben müssen.

„Centifolia“ zeigt, wie bei den anderen Feststellungen, so auch hier, eine fast gegen die allgemeine Richtung verlaufende Entwicklung.

Das Verhalten der Keime aus den frischen Keilen stimmt wieder, sowohl für die Länge des Hauptkeimes, als für die Gesamtkeimlänge, mit demjenigen aus Knollen gut überein. Nur in einem Falle, bei „Modrows Industrie“, trifft dies nicht zu. Zieht man das Ergebnis des Jahres 1926 mit in Betracht, das ebenfalls eine gute Übereinstimmung bei Licht- und Dunkelkeimen brachte, kann man sagen, daß die Verwendung von Keilen zur Beurteilung der Keimlänge *einen vollwertigen Ersatz* abgibt.

SNELL (57) erwähnt einmal, daß die Sorte „Industrie“ nur etwa 20 mm lange Keime gebildet hätte, während zwei andere gleichzeitig angesetzte Sorten Keime bis zu 100 mm hervorgebracht hätten. Bei den diesjährigen Versuchen war ein Zurückbleiben in der Keimlänge gegenüber anderen Sorten nicht zu bemerken. Ähnlich beobachtete MUTTERLEIN (32) bei „Arnika“ auffallend, bis

zu 120 mm, lange Keime. Bei der Keimprüfung 1926 gehörte „Arnika“ mit in die Gruppe mit größter Keimlänge, erreichte aber nur ca. 40 mm lange Keime. Bei dem früheren Einkeimungstermin 1927 stand sie sogar in der Keimlänge gegen die meisten anderen Sorten

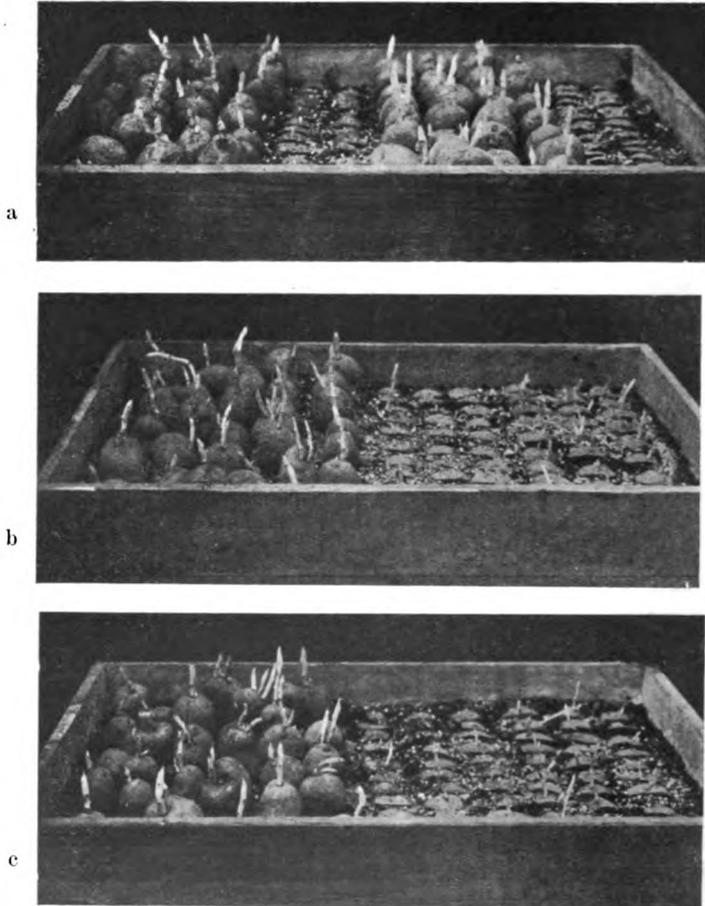


Abb. 7a a) Sorte „Pepo“, Knollen und Keile, links = Original, rechts = 1. Nachbau;
b) Sorte „Pepo“, 2. Nachbau; c) Sorte „Pepo“, 3. Nachbau

zurück. Das läßt darauf schließen, daß die verschiedenen Sorten sich bei zeitlich auseinandergelegenen Einkeimungsterminen ganz verschieden verhalten. Wiederum ein Beweis, daß Kartoffelkeimprüfungen, ohne gleichzeitig mit angesetzter Vergleichssorte von bekanntem Wert, nicht durchführbar sind, wenigstens so lange nicht, als nicht Keimrhythmus und Eigenarten der Sorten viel genauer untersucht worden sind, als es bis jetzt der Fall ist.

Daß die Unterschiede in der Keimlänge bei manchen Sorten mit bloßem Auge zu erkennen sind, zeigen drei Abbildungen der Sorte „Pepo“ (Abb. 7).

Diese Bonitierung mit bloßem Auge ist jedoch nur vereinzelt möglich gewesen. Aber die Tendenz war zahlenmäßig überall zu erfassen.

d) Die Keimdicke

Trotzdem sich im Jahre 1926 die durchschnittliche Dicke des Hauptkeimes für die Pflanzgutbewertung nicht als brauchbar erwiesen hatte, wurde ihre Ermittlung im Jahre 1927 nochmals wiederholt. Soll die Kartoffelkeimprüfung sich einführen, müssen ihre Methoden soweit wie möglich vereinfacht werden. Alle Messungen müssen also auf das geringst mögliche Maß reduziert werden.

Auch in diesem Jahre ließ sich keine Beziehung zwischen der Dicke des Hauptkeimes und dem Pflanzgutwert finden. Ebenso erwiesen sich auch die Keile als Ersatz für die Knollen nicht als brauchbar. Man muß also als gegeben hinnehmen, daß die Dicke des *Hauptkeimes* zur Beurteilung des Saatgutwertes einer Kartoffelprobe nicht zu verwenden ist. Das braucht nicht unbedingt mit den Ergebnissen der sich öfter als brauchbar erwiesenen *durchschnittlichen Keimdicke* im Widerspruch zu stehen. Dafür sind aber Voraussetzung Dickenmessungen bei *allen* Keimen, ein Verfahren, das die Keimprüfung derart erschweren würde, daß im Interesse ihrer Einführung nicht dazu geraten werden kann, zumal die Meinungen über den Wert der durchschnittlichen Keimdicke gerade nach neueren Forschungen wieder mehr auseinandergehen.

BESLER (7) stellte z. B. fest, daß bei Prüfung von 29 Kartoffelsorten in mehreren Nachbaustufen nach der Methode SNELL Originalsaatgut ebenso Plus- und Minus-Keime bildeten, wie die Nachbauten. Innerhalb dieser Proben gaben zwar die Knollen mit Plus-Keimen höhere Erträge, aber die geringwertigen Nachbauten waren durch größere Dünne ihrer Keime oder eine größere Zahl von Minuskeimen nicht ausgezeichnet. BINSWANGER (8) schreibt: „Zu einem absolut negativen Ergebnis führten die Untersuchungen in bezug auf die Annahme, daß Knollen mit dünnen Keimen (—) auch einen schlechten Ertrag liefern müßten.“

Aus diesem Grunde hat VASTERS (59) nach einem brauchbaren Ersatz für die durchschnittliche Keimdicke gesucht und glaubt ihn im Gewicht je Keimlängeneinheit gefunden zu haben. Einige Fälle

unserer diesbezüglichen Untersuchungen zeigen deutlich eine höhere Zahl für die Keimlängeneinheit bei besserem Pflanzgutwert. Bei 11 von 16 geprüften Sorten ist aber das Verhalten der Zahl ungeklärt oder sogar gegensinnig. Die Übereinstimmung zwischen dem Gewicht bei Knollen und Keilen war nicht befriedigend. Der VASTERSSche Vorschlag hat also in diesem Jahre zu keinem Ergebnis geführt. In Anbetracht der Vereinfachung, den er für Kartoffelkeimprüfungen bringen könnte, halte ich aber Nachprüfungen für geboten.

e) Das Keimgewicht

Im Jahre 1927 wurden nur Dunkelkeime geprüft. Demgemäß ist, entsprechend der Zunahme von Keimzahl und -Länge, ein Ansteigen des Gesamtgewichtes mit zunehmendem Abbau zu beobachten. Diese Richtung hat aber immerhin so viel Abweichungen von der Regel, daß ich sie nicht als festes Kriterium für den Saatgutwert hinstellen möchte.

Außer dem Gesamtgewicht wurde noch das *mittlere Keimgewicht* nach SNELL (57) errechnet. Diese Zahl, entstanden aus der Division des Gesamtgewichtes und der Keimzahl, hält SNELL für einen brauchbaren Wertmesser zur Beurteilung des Pflanzgutwertes einer Keimprobe. Es konnte ja auch erwartet werden, daß durch die Umrechnung auf *einen* Keim sich der Einfluß der steigenden Keimzahl bei zunehmendem Abbau dahin bemerkbar machen würde, daß das Keimgewicht eine mit zunehmendem Abbau fallende Tendenz hatte. Dies ist aber nicht der Fall. Das mittlere Keimgewicht gibt noch weniger einen Anhalt für den Saatgutwert als das Gesamtkeimgewicht. Der überragende Einfluß der Keimlänge bestimmt auch das mittlere Keimgewicht.

BESLER (7) stellte das mittlere Keimgewicht getrennt für Plus- und Minus-Keime fest. Sie fand, daß bei frühen und mittelfrühen Sorten die Plus-Keime ein geringeres mittleres Keimgewicht hatten als die Minus-Keime, während sich das Verhältnis bei den mittelspäten Sorten umkehrte. Dies ist ein Beweis dafür, wie zweideutig die Rolle des Keimgewichts überhaupt ist.

5. Wiederholte Abkeimung

Sämtliche Proben wurden nach erfolgter Abkeimung und Auswertung nochmals in das Keimbett gedrückt und in der Zeit vom 24. 2. bis 2. 3. 27, also nach 40tägiger Keimzeit, zum zweiten Male abgekeimt. Es wurde bei sämtlichen Proben Keimzahl und

Gesamtgewicht festgestellt, während Keimdicke und Länge nur bei einigen Sorten gemessen wurde. Die Feststellungen ergaben keinen neuen Anhaltspunkt für den Pflanzgutwert. Dagegen erschienen die bei der ersten Abkeimung gefundenen Beziehungen teilweise verwischter. Man kann daher wohl annehmen, daß nochmalige umständliche und zeitraubende Messungen für Keimprüfungen *nicht* erforderlich sind.

6. Einfluß bestimmter Krankheiten auf die Keimung

Außer den besprochenen Versuchen zur Feststellung des Pflanzgutwertes verschiedener Herkünfte und Nachbauten wurden noch Proben von gesunden und kranken Stauden verschiedener Sorten zur Keimprüfung herangezogen. Je 50 Knollen und Keile der Sorte BESELER, die von äußerlich kräftigen und gesunden Stauden stammten, wurden mit ebensoviel Knollen und Keilen im Vergleich angesetzt, die von stark blattrollkranken Pflanzen stammten. In derselben Weise und Zahl habe ich mosaik-krank und gesunde Knollen von „Rotkaragis“ und mit *Phytophthora infestans* befallene Knollen von „Eigenheimer“ eingekeimt.

a) Einfluß der Blattrollkrankheit.

Das Ergebnis der blattrollkranken und gesunden Probe von „Beseler“ sei vorweggenommen.

v. Kamekes Beseler 1. Nachbau	Auf- gang Tage	Zahl der Keime	Länge des Haupt- keimes mm	Gesamt- keim- länge mm	Dicke des Haupt- keimes mm	Gesamt- keim- gewicht g
I. Keile						
a) gesunde	41,2	1,36	5,82	6,64	1,51	24,54
b) blattrollkranke	45,9	1,68	9,36	12,08	1,66	55,00
II. Knollen						
a) gesunde	46,7	2,49	12,85	21,91	3,09	193,62
b) blattrollkranke	46,1	2,93	17,41	27,63	3,38	250,98

Wie die Tabelle zeigt, weisen Aufgang, Zahl und Dicke der Keime nur geringe Unterschiede zwischen krankem und gesundem Saatgut auf. Anders verhält sich die Länge des Hauptkeimes und die Gesamtkeimlänge, welche schon eindeutige Beziehungen erkennen lassen. So zeigen auch hier die *kranken Proben bedeutend größere Gesamtkeimlänge und Länge des Hauptkeimes*. Die Keile bringen dabei die Unterschiede noch krasser zum Ausdruck als die

Knollen. Ebenso steigt entsprechend der Keimlänge das Gesamtkeimgewicht bei der kranken Probe an. Auffallend ist die lange Zeit von durchschnittlich 45 Tagen bis zum Keimbeginn. „Beseler“

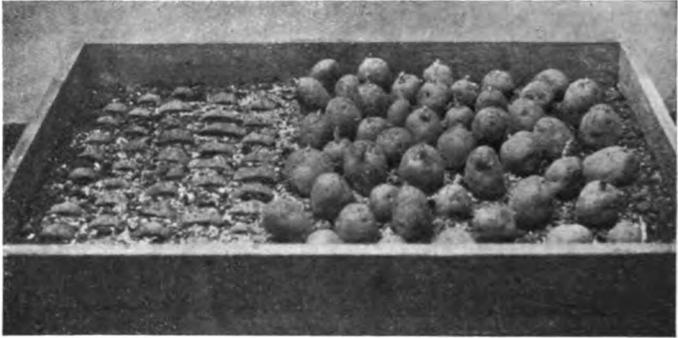


Abb. 8. Sorte „Beseler“, Probe von gesunden Stauden

ist, wie auch die anderen Versuche zeigten, eine sehr schwer und langsam keimende Sorte.

Man kann an den beiden Abbildungen 8 und 9 deutlich die längeren Keime der kranken Probe erkennen. Typische Fadenkeimung, die SCHLUMBERGER (49) bei Knollen von blattrollkranken Stauden der Sorte „Wohltmann“ gefunden hat, wurde, wie auch

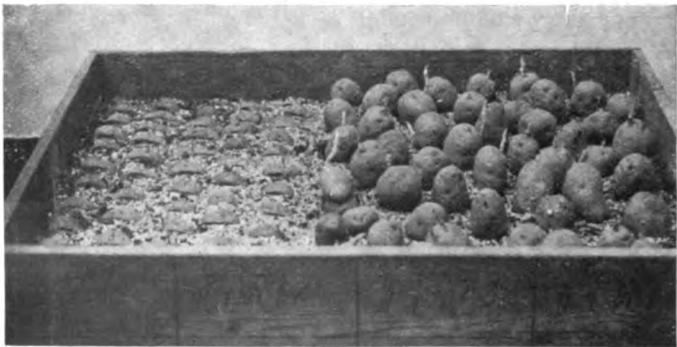


Abb. 9. Sorte „Beseler“, Probe von blattrollkranken Stauden

auf der Abbildung zu sehen ist, in keinem Falle gefunden. HILTNER (17), SCHANDER und RICHTER (47) und SCHLUMBERGER (49) beobachteten außerdem bei ihren Versuchen eine starke Herabsetzung der Keimfähigkeit durch die Blattrollkrankheit. SCHANDER und RICHTER fanden allerdings auch bei Knollen von mosaik- und kräuselkranken Stauden und von anscheinend ganz gesunden Stauden

geringe Keimfähigkeit. Sie kamen daher zu dem Schluß, daß ein Erkennen bestimmter Krankheiten aus der geringen Keimfähigkeit nicht möglich ist. Bei unseren eigenen Versuchen war eine verminderte Keimfähigkeit *nicht* zu beobachten. KOLTERMANN (23), der umfangreiche Untersuchungen über die Beeinflussung der Keimung durch Krankheiten gemacht hat, konnte eine Beeinflussung der Keime durch die Blattrollkrankheit im Keimversuch nicht erkennen. Er fand auch in keinem Falle Fadenkeimung. Allerdings hat er nur Keimzahl, Dicke und Gewicht berücksichtigt, die ja auch bei den eigenen Versuchen keinen Aufschluß gaben. Die bei diesen Versuchen deutlich ausgeprägte Verlängerung der Keime bei Knollen blattrollkranker Stauden scheint also einen Anhalt über ihren Gesundheitszustand zu geben. Weitere Versuche zur Bestätigung werden aber noch nötig sein.

b) Einfluß der Mosaikkrankheit

Zur Feststellung der Keimverhältnisse bei Mosaikkrankheit habe ich je 50 Knollen und Keile von stark mosaikkranken Stauden der Sorte „Rotkaragis“ mit ebenso viel Knollen und Keilen gesunder Stauden zur Keimung angesetzt. Als Durchschnittszahlen ergaben sich folgende:

Rotkaragis I. Nachbau	Auf- gang Tage	Zahl der Keime	Länge des Haupt- keimes mm	Gesamt- keim- länge mm	Dicke des Haupt- keimes mm	Gesamt- keim- gewicht g
I. Keile						
a) gesunde	27,0	1,35	6,28	7,78	1,97	24,35
b) mosaikkranke.	23,9	1,73	6,31	8,85	2,00	25,94
II. Knollen						
a) gesunde	20,4	2,12	19,20	37,02	4,01	375,50
b) mosaikkranke.	16,9	3,32	23,28	41,60	4,04	391,40

Auch hier kann man, wenn auch in abgeschwächtem Maße, das Bild der *kranken Probe an höherer Keimzahl und Keimlänge* erkennen. Immerhin sind die Unterschiede nicht so, daß man von deutlichen Unterscheidungsmerkmalen der gesunden und kranken Probe sprechen kann. Die Längenunterschiede sind aber bei der großen Durchschnittszahl von 50 Knollen als außerhalb der Fehlergrenze befindlich zu betrachten. Die Keile gaben wieder ein genaues Spiegelbild der Vorgänge bei den Knollen ab. Die von SCHANDER und RICHTER (47) beobachtete Herabsetzung der Keimfähigkeit

und Keimzahl konnte nicht festgestellt werden. Die Keimzahl stieg sogar etwas an. Dies ist auch eher zu vermuten, denn wie die Nachbauversuche zeigten, ist erhöhte Keimzahl nicht günstig zu beurteilen. In SCHLUMBERGERS (49) Versuchen bildeten Knollen

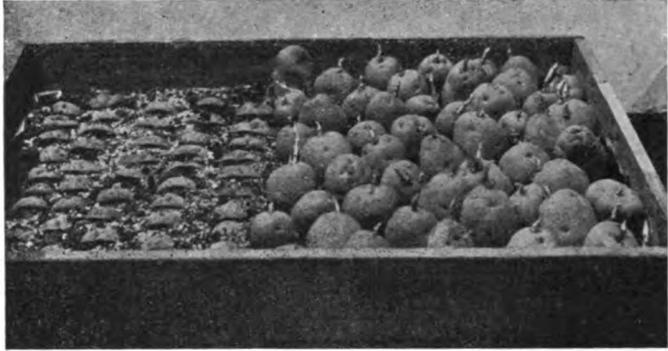


Abb. 10. Sorte „Rotkaragis“, Probe von gesunden Stauden

mosaikkranker Stauden der Sorte „Eigenheimer“ Fadenkeime, auch dies konnte in keinem Falle beobachtet werden. Die Fadenkeimung scheint mehr auf äußere Einflüsse während der Keimprüfung zurückzuführen zu sein, als auf die innere Veranlagung

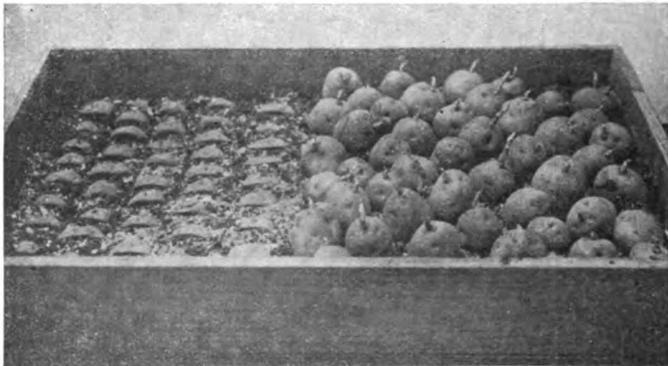


Abb. 11. Sorte „Rotkaragis“, Probe von mosaikkranken Stauden

der Knolle. KOLTERMANN (23) schreibt: „Die vorstehenden Versuche zeigen, daß ein Erkennen der Mosaikkrankheit im Keimversuch nicht möglich ist.“ Man wird ihm darin recht geben müssen, mit der Einschränkung, daß die Merkmale des allgemeinen Abbaues, die sich in erhöhter Keimzahl, Keimlänge und in früherem Aufgang zeigen, auch bei mosaikkranken Proben auftreten.

Die Abbildungen 10 und 11 sind ein typisches Beispiel dafür, daß oft die durch Messungen festgestellten Unterschiede mit bloßem Auge nicht erkannt werden können.



Abb. 12. Sorte „Eigenheimer“, Probe von gesunden Stauden

c) Einfluß der Krautfäule

In derselben Weise wie zur Feststellung der Keimungsunterschiede bei Blattroll- und Mosaikkrankheit wurden Knollen und Keile von *Phytophthora*-kranken Stauden eingekeimt. Es wurde dazu die Sorte „Eigenheimer“ gewählt, die einen sehr hohen Befall

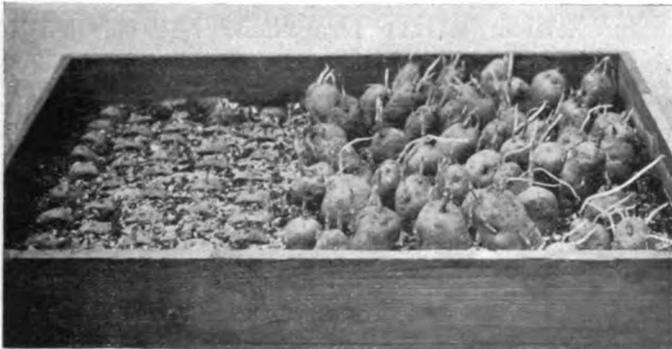


Abb. 13. Sorte „Eigenheimer“, Probe von *Phytophthora*-kranken Stauden

mit *Phytophthora infestans* zeigte. Es wurden Knollen von stark befallenen Pflanzen getrennt geerntet von Knollen gesunder Pflanzen, ohne Rücksicht auf sichtbaren Befall an der Knolle. Äußerlich stark kranke Knollen wurden aber ausgeschieden.

Wie die Abbildungen 12 und 13 zeigen, ist auch ohne Messungen größere Keimlänge und Auftreten von Fadenkeimen bei den

kranken Knollen zu beobachten. Dies kommt in den Ergebnissen der Messungen deutlich zum Vorschein:

Soltauer Eigenheimer, Orig.	Auf- gang Tage	Nicht ge- keimt Stück	Zahl der Keime	Länge des Haupt- keimes mm	Gesamt- keim- länge mm	Dicke des Haupt- keimes mm	Gesamt- keim- gewicht g
I. Keile							
a) gesunde	14,0	5	2,04	16,23	24,42	2,07	79,79
b) phytophthora- kranke	16,8	10	2,21	21,74	34,87	2,37	112,37
II. Knollen							
a) gesunde	14,2	—	6,38	28,93	100,95	3,07	569,05
b) phytophthora- kranke	14,6	4	6,80	43,76	150,08	3,30	771,22

Der Keimbeginn stimmt bei den Keilen nicht mit dem der Knollen überein. Während die Knollen der gesunden und kranken Probe in gleicher Zeit aufliefen, gingen die Keile der kranken Probe fast drei Tage später auf. Diese sonst nicht zu erklärende Unregelmäßigkeit ist darauf zurückzuführen, daß einige wenige Keile sehr viel später keimten als der Durchschnitt und ihn daher herabdrückten. Es sind auch die *nichtkeimenden* Knollen und Keile angegeben. Sie traten bei der *Phytophthora*-Probe ziemlich häufig auf, also ein Zeichen starker Krankheit. Wie bei den anderen Krankheitsversuchen gibt die *Dicke des Hauptkeimes* keinerlei Aufschluß über den Gesundheitszustand der Probe. Einen guten Anhalt gibt aber wiederum die *Länge des Hauptkeimes* und die *Gesamtkeimlänge*. Beide sind sowohl bei den kranken Knollen wie Keilen erheblich länger; dementsprechend steigt auch das Gesamtgewicht. Es fiel auf, daß die langen, dünnen Keime der kranken Probe bleicher in der Farbe waren, als die Keime der gesunden Knollen.

Bei den Vergleichen kranker und gesunder Proben taucht ganz besonders die Frage auf: Wie verhalten sich in gesundheitlicher Beziehung die ungeschnittenen Knollen zu den geschnittenen? MUTTERLEIN (31) schreibt: „Das Schneiden scheint ohne Wirkung auf die Krankheitsäußerung zu sein.“ Das gleichsinnige Verhalten der Keile bei allen Versuchen scheint dies auch zu bestätigen. Allerdings beobachtete er auch ein stärkeres Auftreten der Fäule. Bei unseren eigenen Versuchen erfolgte von naßfaulen und von mit *Phytophthora infestans* befallenen Keilen aus eine Ansteckung benachbarter Keile. Nahm man die kranken Keile nicht früh genug aus

dem Keimbett, fingen die benachbarten Keile, die bis dahin völlig gesund gekeimt hatten, an zu faulen. Bei Keimprüfungen mit Schnitten muß also darauf geachtet werden, daß von Fäulnisbakterien befallene Schnitte als krank ausgeschieden werden, damit durch Ausbreitung auf gesunde Keile kein falsches Bild hervorgerufen wird.

Nach KOLTERMANN (23) keimen phytophthorakranke Pflanzen nach richtiger Überwinterung normal aus und bringen gesunde Stöcke hervor. Nur bei solchen Knollen, bei denen die *Phytophthora* am weitesten ausgebreitet war und die Augen abgetötet hatte, war die Keimung ganz ausgeblieben. Derartig äußerlich erkennbare kranke Knollen wurden im vorliegenden Versuch, wie schon erwähnt, nicht verwendet. Sie kommen ja als Pflanzgut ohnehin nicht in Frage. Trotzdem blieb die Keimung bei einer ganzen Reihe von Knollen und Keilen aus. Öfters konnte auch beobachtet werden, daß Keime, die schon bis 30 mm lang geworden waren, wieder eingingen. Bei einem Versuch mit kranken Knollen von „Gratiola“ im Jahre 1926 konnte dies bemerkt werden. Die Knollen und Keile keimten zuerst normal, die Keime blieben aber kleiner als bei gesunden Knollen, wurden bald gelb und gingen ein. Keime an den unteren, im Sande steckenden Knollenhälften, deren Wurzeln in diesem Falle nicht abgeschnitten wurden, entwickelten sich teilweise weiter. Sie machten aber größtenteils einen kranken Eindruck, keimten fädig und viel verzweigter, als es „Gratiola“ im allgemeinen tat.

d) Der Einfluß des Schorfes

Bei einer Probe von 10 stark schorfigen Knollen der Sorte „Eigenheimer“ konnten im Vergleich zu nicht schorfigen Knollen *keine* Unterschiede im Keimungsverlauf beobachtet werden. Der Schorfbefall scheint also auf die Keimung keinen Einfluß zu haben. Das deckt sich auch mit den Beobachtungen SCHANDERS und RICHTERS (47), die den Schorfbefall als unwesentlich für den Keimungsverlauf ansehen. Auch APPEL (2), WOLLENWEBER (64) und KOLTERMANN (23) fanden keine Beeinträchtigung durch Schorf.

7. Besondere Beobachtungen

Das von KOLTERMANN und VASTERS bemerkte Absterben der Keimspitzen wurde auch bei unseren eigenen Keimprüfungen sowohl 1926 wie 1927 beobachtet. Von beiden Versuchsanstellern

konnte keinerlei Beeinträchtigung oder Beziehung zum Ertrag festgestellt werden. Dies wurde durch unsere eigenen Versuche bestätigt. Sortenverschiedenheiten im Befall waren zu beobachten, aber keine Unterschiede zwischen den Herkünften. KOLTERMANN (23) schreibt: „Das Schwarzwerden der Keimspitzen wird nicht durch irgendwelche, den Knollen innewohnenden Krankheiten, sondern durch äußere Einflüsse verursacht. Von diesen scheint die Feuchtigkeit eine große Rolle zu spielen.“ Auch das Licht scheint stärkeren Einfluß zu haben. Bei den 1926 geprüften Knollen und Keilen mit Lichtkeimen trat das Schwarzwerden der Spitzen viel schwächer auf, als bei den gleichzeitig angesetzten Dunkelkeimen.

Der Einfluß der Keilgröße

Das Gewicht der zu den Keimprüfungen verwandten Keile schwankte in den extremsten Fällen zwischen 4—6 g. Bei einiger Übung, die man sich sehr bald aneignet, sind aber die Schwankungen viel geringer. Ein Gramm Mehr- oder Mindergewicht ist an der Größe der Keile schon sehr deutlich sichtbar, und man wird solche vom Normalmaß abweichende Keile nicht mit einkeimen. Zur eigenen Kontrolle habe ich ungefähr jeden zehnten Keil nachgewogen, obgleich sie sehr bald vollkommen gleichmäßig ausfielen.

Den Einfluß verschiedener Größe und Schwere auf den Keimungsverlauf habe ich durch Keile von genau festgelegtem Gewicht nachgeprüft. Zu diesem Zwecke wurden Keile der Sorte „Beseler“ genau abgewogen und je 25 Stück zu 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 g eingekieimt. Das Ergebnis dieser Keimprüfung war 1926 folgendes:

Gewicht der Keile g	Mittlerer Keim- beginn Tage	Zahl der Keime	Länge des Haupt- keimes mm	Gesamt- keim- länge mm	Dicke des Haupt- keimes mm	Gesamt- keim gewicht g
2	50,8	2,12	12,79	15,79	1,73	71,79
3	46,6	2,36	14,36	18,13	1,68	93,17
4	42,3	2,71	19,02	23,36	2,12	107,86
5	41,2	2,79	17,36	20,29	2,15	103,21
6	42,0	2,64	19,79	20,93	2,18	110,00
7	42,0	2,36	20,07	23,07	2,48	117,14
8	49,0	2,57	19,64	25,64	1,81	153,57

Die Gewichtsunterschiede beim Schnitt ohne Wiegekontrolle liegen zwischen 4—6 g. Innerhalb dieser Grenze sind die Unterschiede

in Keimbeginn, -Zahl, -Länge, -Dicke und -Gewicht so gering, daß sie ein Schneiden nach dem Augenmaß ohne dauernde Gewichtsbestimmung rechtfertigen. Der späte mittlere Keimbeginn ist einesteils auf den frühen Einkeimungstermin vom 30. Oktober zurückzuführen, anderenteils darauf, daß „Beseler“ im allgemeinen eine schwer und langsam keimende Sorte ist. 1927 wurde der Versuch in gleicher Weise mit „Gelkaragis“ wiederholt. Das Ergebnis zeigte dasselbe Verhalten wie 1926.

Auffallend an den Keimen aus Keilen war der fast völlige Mangel von Rot- bzw. Violett-Färbung durch Anthozyan. Die Keime waren hellgrün, und zwar gleichgültig, ob es Licht- oder Dunkelkeime waren. Unterschiede bei verschiedener Größe der Keile oder bei verschiedenen Sorten oder Herkünften konnte ich nicht beobachten. Wahrscheinlich hat diese Erscheinung ihren Grund in der Verschiebung des Reduktions- und Oxydationsgleichgewichtes in den Keilen.

8. Zusammenfassung der Ergebnisse der Keimprüfungen

1. Zur Vereinfachung der Kartoffelkeimprüfung wurde eine neue Methode ausgearbeitet, die darauf hinauslief, daß nicht die ganzen Knollen, sondern kleine *Ausschnitte* aus ihnen verwendet wurden. Es kann dadurch eine Erleichterung beim Versand und auch eine große Platzersparnis bei Keimprüfungen erzielt werden, so daß die Zahl der zu prüfenden Knollen zugunsten eines besseren Durchschnitts beliebig erhöht werden kann. Geprüft wurden 1926 der erste und zweite Nachbau, 1927 Originalsaatgut, erster, zweiter und dritter Nachbau je Sorte.

2. Die Keimkästen wurden mit einem Torf-Sand-Gemisch gefüllt und gleichmäßig feucht, warm und dunkel gehalten. Diese Behandlung genügt, um den Keimungsvorgang so zu beschleunigen, daß die Keimprobe bequem im Winter ausgewertet werden kann.

3. Folgende Bestimmungen wurden an den gewachsenen Dunkelkeimen zur Feststellung der Beziehungen zwischen dem Pflanzgutwert der Probe und dem Keimungsverlauf gemacht:

- a) der mittlere Keimbeginn,
- b) die Gleichmäßigkeit des Aufganges,
- c) die Zahl der Keime,
- d) die Länge des Hauptkeimes,
- e) die Gesamtkeimlänge,

- f) die Dicke des Hauptkeimes,
- g) das Gewicht aller Keime,
- h) das Gewicht je Keimlängeneinheit.
- i) das mittlere Keimgewicht.

Davon gaben der mittlere Keimbeginn und die Zahl der Keime wertvolle Aufschlüsse über den Pflanzgutwert. Je eher der Aufgang und je größer die Keimzahl, um so geringer war der Pflanzgutwert der betreffenden Probe. Die Länge des Hauptkeimes und die Gesamtkeimlänge gaben ebenfalls einen sehr sicheren Anhalt für den Saatgutwert derart, daß steigende Keimlänge fallende Produktionskraft der Probe anzeigte. Dabei gehen Länge des Hauptkeimes und Gesamtkeimlänge parallel, so daß man bei Keimprüfungen die einfacher zu messende Länge des Hauptkeimes als Wertmaßstab verwenden kann. Gleichmäßigkeit des Aufganges und Dicke des Hauptkeimes ließen keine Beziehungen zum Pflanzgutwert erkennen. Das Gewicht je Keimlängeneinheit, das als Ersatz für die mittlere Keimdicke gelten kann, und das Gesamtkeimgewicht können, in Verbindung mit anderen Merkmalen, einigen Anhalt geben. Es bedarf aber hier noch weiterer Nachprüfungen. Die Ergebnisse der beiden Prüfungsjahre zeigen, daß man von den am einfachsten zu prüfenden Merkmalen, nämlich dem Keimbeginn, der Keimzahl, der Länge des Hauptkeimes und dem Keimgewicht, die besten Anhaltspunkte für den Pflanzgutwert einer Kartoffelprobe erhält.

4. Der Keimungsverlauf war, vor allem was Keimlänge und -Gewicht betrifft, ein anderer bei Dunkel- und Lichtkeimung, und zwar nicht nur absolut, sondern auch relativ im Vergleich zwischen den einzelnen Proben einer Sorte. Hierin ist wahrscheinlich der Grund für die gegensätzlichen Meinungen über den Wert von Messungen bei Kartoffelkeimprüfungen zu suchen. Kartoffelkeimprüfungen lassen sich nur vergleichen, wenn alle Faktoren konstant gehalten worden sind. Zur Bewertung einer Keimprobe ist die Lichtkeimung nicht so günstig wie die Dunkelkeimung.

5. Das Erkennen bestimmter Krankheiten an den Keimen war nicht möglich, wohl aber zeigten die mit Blattrollkrankheit, Mosaikkrankheit und Krautfäule befallenen Knollen das allgemeine Bild einer schwächeren, abgebauten Probe, das sich vor allem in größerer Keimlänge äußerte. Ein Einfluß des Schorfes war nicht zu bemerken.

6. Die Übereinstimmung im Keimungsverlauf der frisch-geschnittenen Keile und der Knollen war bei den für die Erkennung des Pflanzgutwertes geeigneten Merkmalen eine gute, also bei Keimbeginn, -Zahl, -Länge und -Gewicht. Die an Keilen ermittelten Zahlen spiegelten den Vorgang bei den Knollen deutlich wider. Das Steigen und Fallen der Zahlen erfolgte zwar nicht immer im selben Verhältnis wie bei den Knollen; die dort zutage tretende Tendenz zeigte sich aber sehr regelmäßig auch bei den frischen Keilen. Keine zufriedenstellende Übereinstimmung wurde bei der Gleichmäßigkeit des Aufganges und bei der Keimdicke erzielt.

7. Die gleichlaufenden Erscheinungen bei den alten, zur Erntezeit geschnittenen Keilen und den Knollen traten nicht so deutlich hervor. Sie lassen auch schon deshalb kein abschließendes Urteil zu, weil sie nur einjährig und nur in zwei Nachbauten festgestellt werden konnten. Es ist aber von großer Wichtigkeit, die Beziehungen zwischen dem Keimungsverlauf der alten Keile und der Knollen weiter zu beobachten. Gleichlaufende Beziehungen würden nicht nur die Keimprobe im Platz auf ein Minimum beschränken, sondern auch den Transport von ca. 500 Keilen zur Prüfungsstation als ein kleines Postpaket ermöglichen.

II. Teil

Analytische Versuche

Bei der Umständlichkeit und Unsicherheit, mit der heute noch Keimprüfungen zur Feststellung des Pflanzgutwertes verbunden sind, ist es erklärlich, daß man auch auf andere Art versuchte, den Wert der Knollen zu erfassen. Besondere Bedeutung wird in den letzten Jahren den chemisch-physiologischen Merkmalen beigelegt. Es war naheliegend, anzunehmen, daß die verschiedene Wuchskraft der Pflanzknollen, sei sie auf Herkunftsursachen oder Krankheiten zurückzuführen, letzten Endes gewisse Veränderungen im Stoffwechsel zur Voraussetzung hat, die schließlich irgendwie der chemischen Analyse zugänglich sein können.

Chemisch-physiologische Untersuchungen an den Kartoffelknollen sind von NOBBE (1861), v. RAPPARD (1867), SORAUER (1868), DE VRIES (1878), HUNGERBÜHLER (1886), SCHULZE und EUGSTER (1882), HAYDUCK (1918), HAEHN (1920), SCHLUMBERGER (1926) u. a. m. gemacht worden. Diese Feststellungen waren aber mehr allgemeiner Natur und nicht mit dem besonderen Zweck einer Prüfung des Pflanzgutwertes verknüpft.

Erst LINDNER (26) zog 1926 die chemische Zusammensetzung der Kartoffel zur Pflanzgutbewertung heran. Er stellte den Gesamtstickstoff der Kartoffelknollen nach KJELDAHL und den Eiweißstickstoff nach STUTZER fest und errechnete daraus durch Subtraktion den löslichen Stickstoff oder, wie er es meistens, nicht ganz richtig, kurz nennt, die „Amide“.

Bei Untersuchungen zu verschiedenen Reifezeiten geernteter Knollen fand er, daß bei fortschreitender Reife der Eiweißgehalt auf Kosten der Amide und Aminosäuren zunahm. Dabei können nach seiner Meinung später geerntete Proben „physiologisch unreifer“ sein als zeitiger geerntete, wenn sie z. B. durch Eintreten feuchter Witterung nochmals zu Wachstum angeregt wurden. Dies kam dann im Verhältnis des Eiweiß-Stickstoffes zu den „Amiden“ zum Ausdruck. Er erzielte bei Düngungsversuchen durch einseitige Stickstoff- und Kalidüngung Reifeverzögerungen, die in relativ hohem „Amidgehalt“ zum Ausdruck kamen. Durch weiten Stand und frühzeitiges Entkrauten erzielte er ähnliche Ergebnisse. Die so vorbehandelten und voruntersuchten Proben prüfte er im nächsten Jahre feldmäßig nach, um zu sehen, ob Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem Pflanzgutwert der Knollen bestanden. Dabei ergab sich: „daß vor allem das *Verhältnis vom Eiweiß- zum Amidstickstoff* hierbei eine große Rolle spielt, und zwar ist die Produktionskraft der Saatkartoffeln um so größer, je geringer der relative Eiweißgehalt, d. h. das Verhältnis von Eiweiß- : Gesamtstickstoff ist oder, mit anderen Worten, je amidreicher die Saatkollen sind“. „Auch die Einwirkung des vorjährigen Standortes auf den Pflanzwert der Kartoffel läßt sich durch unsere Amidtheorie erklären.“ So läßt sich der hohe Pflanzgutwert ostdeutscher Herkünfte und Herkünfte aus Höhenlagen durch physiologische Unreife, also durch relativ hohen Amidgehalt erklären.

LINDNER gibt allerdings am Schluß der Abhandlung seiner Amidtheorie die Einschränkung, daß die Beziehungen zwischen Amidgehalt und Produktionskraft nur dort klar zum Ausdruck kommen können, wo sämtliche Versuchsbedingungen konstant gehalten werden.

HUNGERBUHLER (20) stellte Gesamtstickstoff und Eiweiß-Stickstoff nach denselben Methoden wie LINDNER fest, fand aber, wie nachfolgende Aufstellung zeigt, im Gegensatz dazu, daß der „Amidgehalt“ mit zunehmender Reife *steigt*.

Probenahme	Trs.	Davon Stärke	Gesamt-N	Davon Eiweiß-N	Davon Nicht-Eiweiß-N
	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.	Proz.
23. 6.	17,03	56,7	1,27	70,9	29,1
30. 6.	20,30	61,3	1,50	64,6	35,6
7. 7.	19,35	66,3	1,44	58,7	41,3

HUNGERBÜHLER schreibt dazu: „Wenn man, was unbedingt gerechtfertigt erscheint, das Stadium der Reife der Kartoffelknolle nach ihrem Gehalt an Stärke in der Trockensubstanz beurteilt, so ergibt sich, daß mit zunehmender Reife ein immer größerer Teil des Gesamt-N auf Amide usw. fällt. Es scheint, daß diese Zunahme der nicht eiweißartigen Stickstoffverbindungen auf Kosten der Eiweiß-Stoffe erfolgt ist.“

Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung der untersuchten Knollen und dem Saatgutwert sind von ihm nicht festgestellt worden.

KOTTMEIER (24) untersuchte den Ertrag und Pflanzgutwert der Knollen nach Düngung mit verschiedenen Stickstoff-Düngemitteln und bei Benutzung verschiedener Bodenarten. Er führte dazu Triebkraftbestimmungen und chemische Untersuchungen der Proben aus. Hierbei berücksichtigte er hauptsächlich Stärkegehalt, Trockensubstanzgehalt, Gesamtstickstoff nach KJELDAHL und Ammoniaksäurestickstoff nach SÖRENSEN. Er legte vor allem Wert auf das Verhältnis von Gesamt-N zum Aminosäureanteil und fand, daß, je *höher der Aminostickstoffanteil am Gesamtstickstoff* während der Winterruhe ist, desto *schlechter die Triebkraft* im Frühjahr sich gestaltet. Da die Aminosäuren den größten Teil des löslichen Stickstoffes, also der LINDNERSCHEN sogenannten Amide ausmachen, würde das im Gegensatz zu den Befunden LINDNERS stehen.

KRÜGER erweiterte und vertiefte die Untersuchungen KOTTMEIERS bei ähnlicher Versuchsanstellung. Er kam auch zu ähnlichen Ergebnissen. „Ausschlaggebend für den Pflanzgutwert ist das Verhältnis von Aminosäure-Stickstoff zu Gesamtstickstoff.“ Es scheint ein weites Verhältnis zur Zeit der Winterruhe das Kennzeichen guter Herkunft, ein enges Verhältnis dasjenige schlechter Herkunft zu sein. Zur Pflanzzeit kehrte sich nach seinen Untersuchungen dieses Verhältnis um. Die im Winter aminosäurearm

befundenen Kartoffeln von gutem Pflanzgutwert zeigten erst im späten Frühjahr, also zur Pflanzzeit, einen hohen Aminostickstoffprozentanteil. Die Knollen hatten also erst spät ihre Reservestoffe mobil gemacht und sich über Winter nicht sehr verändert, worauf ihr guter Pflanzwert zurückgeführt wird.

KRÜGER hatte außerdem, wie auch schon KOTTMEIER, die Wasserstoffionenkonzentration im Kartoffelsaft gemessen und in Beziehung zum Pflanzwert gebracht. Er stellte dabei ein allmähliches Ansteigen der p_H -Zahl vom Originalsaatgut bis zum vierten Nachbau bei verschiedenen Sorten fest.

1. Eigene Versuche

Die qualitativen Eigenschaften der Kartoffelknolle gewinnen in der Physiologie immer mehr an Bedeutung. Besonders sind es der Gesamtstickstoffgehalt, der Eiweißgehalt und der Gehalt an löslichem Stickstoff, die Beachtung finden und auch zur Bewertung der Produktionskraft der Knollen mit herangezogen werden.

Nach HAYDUCK (14) bestehen die stickstoffhaltigen Bestandteile der Kartoffel in der Hauptsache aus echten Eiweiß-Stoffen und Aminosäuren. Von letzteren kommen vor: Asparagin, Leuzin, Tyrosin, Glutaminsäure, außerdem Peptone, Xanthinkörper, Hexonbasen wie Arginin, Histidin, Lysin, ferner Solanin und Ammoniaksalze. Der Rohproteingehalt der Kartoffel schwankt zwischen 0,3 und 3,5% und liegt im Mittel bei 2%. Vom Rohprotein bestehen aber nur 40 bis 70% aus Eiweiß, der Rest aus obengenannten Stoffen, insbesondere Aminosäuren.

SCHULZE und EUGSTER (54) stellten 1882 das Verhältnis von „Eiweiß-Stoffen und nicht eiweißartigen Substanzen“ fest; letztere nennen sie meist Amidstickstoff. Sie fanden je nach Sorte 43,9 bis 65,4% Eiweiß-N und 34,6 bis 56,1% Amid-N vom Gesamtstickstoff.

Bei unseren eigenen Versuchen wurde, nach noch näher zu beschreibenden Methoden, der Gehalt des *Eiweißstickstoffes* und des *löslichen Stickstoffes* festgestellt, die zusammen den Gesamtstickstoff ergeben. Außerdem wurde der *Trockensubstanzgehalt* bestimmt, und das *Verhältnis* von *Eiweiß-* zu *löslichem Stickstoff* errechnet. Die Befunde wurden auf Beziehungen zum Pflanzgutwert der untersuchten Proben geprüft.

Im Winter 1926/27 wurden die Versuche nur bei einigen Sorten in je zwei Nachbaustufen vorgenommen, 1927/28 bei 14 Sorten in je vier Nachbaustufen. 1927/28 wurde außerdem bei

einer Reihe von Sorten und Nachbauten die Wasserstoffionenkonzentration festgestellt. Diese analytischen Versuche wurden mit dem gleichen Versuchsmaterial wie die Keimprüfungen durchgeführt, und zwar in beiden Versuchsjahren inmitten der Winterruhe im Februar.

Geprüft wurden von jeder Probe ungekeimte Knollen und, soweit sie mir zur Verfügung standen, zur Erntezeit geschnittene Keile. Letzteres hatte zum Ziel, eine etwaige Übereinstimmung der Ergebnisse zwischen Knollen und Keilen festzustellen. Bei Bewahrung der Untersuchungsmethode für die Pflanzgutwertbestimmung würde dann ein kleines Paket mit Kronenendenschnitten genügen, aus dem auf der betreffenden Untersuchungsstation auf analytischem Wege ein Schluß über den Pflanzgutwert der Probe gezogen werden könnte.

Weiter wurden von jeder Probe die Keime der parallel angeetzten Keimprüfung, als Ergänzung dieser Prüfung, untersucht, ebenfalls getrennt von Keilen und Knollen.

Die Untersuchungsmethoden

Die *Trockensubstanzbestimmungen* wurden folgendermaßen ausgeführt: Es wurden 25 Durchschnittsknollen zermahlen und der Brei gut mit Glaslöffeln durchmischt. Aus dem Breigemisch wurde eine Mittelprobe von 10 g genommen, die zur Trockensubstanzbestimmung verwandt und in Gläschen bei 100 bis 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wurde. Zur Trockensubstanzbestimmung der Keime habe ich alle Keime einer Probe, nach dem Wiegen und Messen, sofort mit einem Wiegemesser klein geschnitten, eine Mittelprobe von 5 g getrocknet und aus den erzielten Werten den Trockensubstanzgehalt errechnet. Es muß dabei beachtet werden, daß die Keime *sofort* nach beendeter Untersuchung zur Trockensubstanzbestimmung präpariert werden. Durch längeres Liegenlassen treten bei den wasserreichen Keimen große Verluste auf, wodurch der Trockensubstanzgehalt verschoben werden kann.

Zur Bestimmung des *Gesamtstickstoffes* bediente ich mich der von PREGL (40) eingehend beschriebenen Mikro-KJELDAHL-Methode. Die N-haltige Substanz wurde in gewöhnlichen KJELDAHL-Kolben mittels ammoniakfreier Schwefelsäure unter Zusatz eines Tropfens Quecksilber als Katalysator zersetzt und so lange über kleiner Flamme erhitzt, bis der Kolbeninhalt klar und farblos geworden

war. Diese Operation nahm je nach der zu verbrennenden Menge 2—5 Stunden in Anspruch. Wir finden nunmehr den gesamten N in Form des schwefelsauren Ammoniums wieder, dessen Bestimmung durch Überdestillierung des Ammoniaks nach Alkalisierung der Flüssigkeit und Auffangen des Destillates in Schwefelsäure erfolgt. Zu diesem Zwecke wurde stets nur ein Teil des KJELDAHL-Rückstandes nach vorheriger Verdünnung mit Wasser benutzt und mindestens eine Parallelbestimmung ausgeführt. Zur Bestimmung der Schwefelsäure wurde die azidimetrische Methode PREGLS unter Benutzung von Methylrot verwandt. Als Titrierflüssigkeiten dienen $\frac{n}{10}$ Schwefelsäure und Natronlauge, denen der Indikator bereits zugesetzt war, was einen Vergleich der Umschlagfarbe mit der der typisch basischen oder sauren Flüssigkeit vorteilhaft ermöglichte und eine immer gleiche Menge Indikatorensubstanz zur Verwendung gelangen ließ. — Da 1 ccm der durch Ammoniak neutralisierten $\frac{n}{10}$ Schwefelsäure 0.0014008 g Stickstoff entspricht, die Büretten aber ein Ablesen von 0,02 ccm mit genügender Genauigkeit ermöglichen, ist die Bestimmung von 0,028 mg N noch möglich. Es liegt an der Präparation der zu untersuchenden Fraktionen, daß eine größere Genauigkeit nicht erforderlich ist.

Schwierigkeiten bereitete anfangs die Trennung des *Eiweiß-Stickstoffes* und des *löslichen Stickstoffes*. Es war zunächst nötig, daß mit frischem Material gearbeitet wurde, da beim Trocknen nach SMIRNOW und anderen Autoren große Verluste an präformiertem Ammoniak zu befürchten sind und auch andere Umsetzungen unkontrollierbar vor sich gehen. Den von LINDNER begangenen Weg, den Gesamt-N nach KJELDAHL und den Eiweiß-N nach STUTZER festzustellen und aus der Differenz den löslichen N zu errechnen, wollte ich möglichst vermeiden. Diese Methode läßt keine Kontrolle zu, während eine direkte Bestimmung des löslichen N mit dem bestimmten Eiweiß-N zusammen den Gesamtstickstoff ergeben muß, der an einer Parallelprobe festgestellt werden kann. Außerdem ist die Eiweißbestimmung nach STUTZER ziemlich langwierig. Der sogenannte „lösliche N“ wurde vom Eiweiß durch Ausfällung des letzteren mit Tannin und Abfiltrieren getrennt, wie im hiesigen Botanischen Institut üblich (vgl. z. B. MOTHES [29]). Die Anwendung geschah folgendermaßen: Der Kartoffelbrei bzw. die geschnittenen Keime wurden unter Zusatz von 4%iger Tannin-

lösung zerrieben und ungefähr eine halbe Stunde stehengelassen. Das Zerreiben im Mörser mußte sehr sorgfältig ausgeführt werden, damit alle Zellen aufgeschlossen wurden. Dann wurde durch ein N-freies quantitatives Filter filtriert. Die Zellmassen, die auch alles Eiweiß enthielten, wurden 8—10mal ausgewaschen, dann gelinde ausgepreßt. Es hat sich gezeigt, daß eine heiße Anwendung von Tannin, aber kalte Filtration bessere Resultate ergab als eine kalte Anwendung. Am vollständigsten war die Extraktion, wenn beim Zerstampfen der Massen vor Zusatz der Tanninlösung einige Tropfen Toluol beigelegt wurden.

Der Filtrerrückstand wurde nun einer KJELDAHL-Bestimmung unterworfen, desgleichen ein Teil des Filtrates. Ich erhielt so die Werte für den Eiweiß-N und den löslichen N, deren Summe den Gesamt-N ergibt, der in einigen Fällen zur Kontrolle ermittelt wurde.

Zu beachten ist bei dieser Methode, daß jede Tanninlieferung vor Gebrauch auf ihren Gehalt an Stickstoff untersucht werden muß. Spuren von Stickstoff sind trotz bester Chemikalien stets vorhanden und meist ist der N-Gehalt lieferungsweise verschieden. Es muß dementsprechend ein konstanter Faktor bei der Berechnung der Ergebnisse in Abzug gebracht werden.

2. Die Ergebnisse der analytischen Versuche

A. Untersuchung der Knollen und alten Keile

Untersucht wurden die Knollen bzw. Keile auf Trockensubstanz, Eiweiß-N und löslichem N. Zur Kontrolle wurde öfters noch der Gesamt-N festgestellt, der die Summe des Eiweiß-N, des löslichen N und des konstanten Faktors des im Tannin enthaltenen Stickstoffes ergeben mußte. 1926 wurden Einzelknollen untersucht. Diese Methode gestattete nur die Prüfung weniger Sorten und Herkünfte und wurde deshalb aufgegeben. 1927 wurde aus einer Durchschnittsprobe von 25 Knollen bzw. 50 Keilen eine Mittelprobe gewonnen und geprüft. Die Versuche wurden sowohl 1926 wie 1927 Anfang bis Mitte Februar durchgeführt.

a) Ergebnisse der Trockensubstanzbestimmungen

Die Gewinnung einer Mittelprobe von 10 g aus 25 Knollen zur Bestimmung wurde schon beschrieben. Dazu wurden Durchschnittsknollen von demselben Posten verwandt, aus dem die

Knollen für die Keimprüfung stammten. Es sollte geprüft werden, ob die Beziehungen, die zwischen der Art der Keimung und dem Pflanzwert festgestellt worden waren, auch analytisch zu erfassen wären. 1927 standen mir außer den Knollen vom zweiten und dritten Nachbau noch 50 zur Ernte geschnittene Kronenendenkeile zur Verfügung, als Parallelprobe der 50 eingekeimten „alten Keile“. Diese wurden auf dieselbe Art wie die Knollen behandelt und untersucht. Auch hier wird durch die geringe Größe der Keile wieder die Untersuchung eines viel größeren Durchschnittes ermöglicht.

Bei den Knollen ergibt sich, wenn auch manchmal verwischt, im allgemeinen das Bild, daß mit zunehmendem Nachbau auch der Trockensubstanzgehalt sinkt. Dies hängt mit den niedrigen Stärkeprozentzahlen der Nachbauten zusammen.

Der Trockensubstanzgehalt der Keile ist höher als derjenige der Knollen. Da die Keile zwei Drittel ihres Umfanges an Schnittfläche besitzen und infolgedessen, wenigstens einige Zeit nach dem Schnitt, stark verdunsten, ist dies erklärlich. Bis auf „Arnika“ ist ein deutliches Abnehmen des Trockensubstanzgehaltes beim dritten Nachbau zu bemerken. Dies wird ebenfalls auf das Fallen des Stärkeprozentos zurückzuführen sein.

b) Ergebnisse der Bestimmungen des Eiweiß-N und des löslichen N und das Verhältnis von Eiweiß zu löslichem N

Die Methode der Stickstoffbestimmungen wurde, wie auf S. 460 beschrieben, durchgeführt. 1926, bei den Einzeluntersuchungen der Knollen, benutzte ich eine aus der Keimmitte herausgeschnittene Scheibe von ca. 5 g. 1927 wurde, wie zur Trockensubstanzbestimmung, eine Mittelprobe aus dem gemahlene Brei der 25 Knollen bzw. 50 Keile untersucht.

Nach LINDNER (26) ist weniger der absolute Gehalt an Stickstoff maßgebend für den Saatgutwert, als das Verhältnis von Eiweiß : „Amid“. Einen hohen relativen „Amidgehalt“ hält er für das Zeichen physiologischer Unreife und besseren Pflanzgutwertes.

Bei meinen Versuchen ist der Gehalt an Eiweiß-N und löslichem N prozentual auf die Trockensubstanz umgerechnet worden, da der verschiedene Trockensubstanzgehalt der Proben andernfalls keinen Vergleich der absoluten Stickstoffmenge zuließ. Die Umrechnung wurde zuerst nach der von PREGL angegebenen

Formel vorgenommen, die den prozentischen N-Gehalt der untersuchten, also frischen Maße ergab: $\frac{d \cdot 0,001408 \cdot 100}{a} = e\%$ (d = die

Menge titrierter $\frac{n}{10}$ Natronlauge, 0,0014008 = der äquivalente

N-Gehalt eines ccm $\frac{n}{10}$ Schwefelsäure, a = Gewicht der untersuchten

Masse, e% = N-Prozent der frischen Masse). Von der frischen Masse aus erfolgte dann nach der Formel $\frac{e \text{ ‰} \cdot 100}{\text{Trs. ‰}} = N\%$ der

Trockensubstanz, die Umrechnung auf Trockensubstanz. Der relative Gehalt an löslichem Stickstoff ist durch Umrechnung auf den Eiweiß-Stickstoffgehalt = 1 gesetzt, gefunden worden.

Es konnten *keine Beziehungen zwischen Pflanzgutwert der Knollen und deren Stickstoffgehalt* festgestellt werden. Die Absolutstickstoffgehalt scheint bei einigen Sorten, und zwar sowohl der Eiweiß-N wie der lösliche N, mit zunehmendem Nachbau, bezogen auf Trockengewicht, anzusteigen. KOTTMEIER (24) stellte bei abgebauten Sorten ein ähnliches Verhalten fest. Irgendeine Regelmäßigkeit oder Rückschlüsse lassen sich aber daraus nicht ziehen, da eine große Zahl von Untersuchungen dies nicht bestätigt hat. Teilweise ist dieses Ansteigen durch das bei den Nachbauten beobachtete Fallen des Trockengewichts bedingt. Die Abnahme der Trockensubstanz war stärker als die des Stickstoffes, so daß ein scheinbares Ansteigen des Stickstoffgehaltes in Erscheinung trat.

Zur Nachprüfung der LINDNERSchen Amidtheorie wurde das Verhältnis des Eiweiß-N zum löslichen N festgestellt. Nach LINDNERS Untersuchungen müßte die bessere Herkunft einen höheren relativen Amidgehalt aufweisen: „Auch die Einwirkung des vorjährigen Standortortes auf die Kartoffeln läßt sich durch unsere Amidtheorie erklären.“ 1926 müßte sich also der erste Nachbau, der in den Anbauprüfungen den zweiten Nachbau übertraf, durch hohen Gehalt an löslichem Stickstoff ausgezeichnet haben. 1927 müßte ein allmähliches Fallen des Gehaltes an löslichem Stickstoff vom Originalsaatgut bis zum dritten Nachbau festzustellen sein.

Die Ergebnisse 1927 bestätigen dies *nicht*. Es ist keinerlei Beziehung zwischen dem Verhältnis Eiweiß-N : löslichem N und dem Saatgutwert festzustellen. Weder ein Fallen des löslichen N-Gehaltes mit zunehmendem Abbau, das die Bestätigung

der LINDNERSchen Amidtheorie bedeuten würde, noch das gegenteilige Verhalten, das sich ungefähr mit den Befunden KOTTMEIERS (24) und KRÜGERS (25) decken würde, war zu verzeichnen.

Auch die Ergebnisse des Jahres 1926 stehen, wie nachfolgende Aufstellung zeigt, nicht im Einklang mit der Amidtheorie. Da 1926 Einzelknollen untersucht wurden, sind die Zahlen Durchschnitte von 10 Einzeluntersuchungen.

Sorte	Eiweiß-N Proz. der Trs.	Löslicher N Proz. der Trs.	Eiweiß-N zu löslichem N
Polanin			
1. Nachbau . .	0,948	0,630	1 : 0,64
2. „ . . .	0,790	0,400	1 : 0,51
Heimat			
1. Nachbau . .	0,712	0,540	1 : 0,76
2. „ . . .	0,768	0,413	1 : 0,54
Centifolia			
1. Nachbau . .	0,863	0,611	1 : 0,71
2. „ . . .	0,993	0,824	1 : 0,83

„Polanin“ schnitt bei den Erntefeststellungen beim zweiten Nachbau besser ab, müßte also beim zweiten Nachbau einen höheren Gehalt an löslichem N haben, während diese Sorte hier einen geringeren Gehalt zeigte. „Heimat“ und „Centifolia“ waren im Ertrag des zweiten Nachbaues geringer. Bei den Untersuchungen ergab sich aber nur bei „Heimat“ ein geringerer Gehalt an löslichem N.

Auffallend ist der niedrige lösliche Stickstoffgehalt im Vergleich zu dem Jahre 1927. Die Jahreswitterung scheint hier einen großen Einfluß auszuüben, denn die Aufbewahrung der Knollen beider Jahrgänge war vollkommen gleich. Bis zu einem gewissen Grade scheint der relative Amidgehalt auch Sorteneigentümlichkeit zu sein. „Centifolia“, „Deodara“, „Kartz v. Kameke“ und „Pirola“ hoben sich im Jahre 1927 in allen Herkünften durch hohen Gehalt von löslichem N hervor.

Bei Betrachtung der Untersuchungsergebnisse an *Keilen* fällt der relativ geringe Gehalt an löslichem N auf. Er beträgt meistens nur 50 bis 60% des Eiweiß-Stickstoffes, während er bei den Knollen im Durchschnitt bei 80—90% liegt, oft aber 100% überschreitet. Es ist anzunehmen, daß diese Erscheinung auf Eiweißbildung nach Wundreizung durch den Schnitt zurückzuführen ist, wodurch sich das Verhältnis zugunsten des Eiweißes

verschoben hat. Das Verhältnis von Eiweiß-N zu löslichem N zeigt bei den Keilen insofern eine scheinbare Beziehung zum Pflanzgutwert, als der dritte Nachbau bis auf „Parnassia“ stets ein engeres Verhältnis von Eiweiß-N zu löslichem N zeigt. Um Schlüsse daraus zu ziehen, müßten aber noch weitere Nachprüfungen erfolgen.

Aus den Ergebnissen der beiden Versuchsjahre muß man schließen, daß, wenigstens mit den heutigen Untersuchungsmethoden, ein Rückschluß auf den Saatgutwert *verschiedener* Herkünfte aus dem Verhältnis des Eiweiß-N zum löslichen N nicht gezogen werden kann.

LINDNER schränkt allerdings am Schluß seiner Veröffentlichung die Amidtheorie selbst ein, indem er ihr volle Gültigkeit nur dort zubilligt, wo alle Faktoren bis auf den, der geprüft werden soll, konstant waren. Dies trifft in unserem Falle für den 1927 in Probstheida angebauten zweiten und dritten Nachbau zu. Aber auch zwischen dem N-Gehalt dieser beiden Nachbauten besteht keine gleichartig abfallende Beziehung; nur bei vier Sorten war sie zu beobachten, vier weitere zeigten das Gegenteil und eine hatte im zweiten und dritten Nachbau praktisch dasselbe Verhältnis von Eiweiß-N zu löslichem N.

B. Untersuchung der Keime von Knollen und Kellen

Anscheinend sind äußere Einflüsse wie Düngung, Herkunftsort, Boden usw. von größerem Einfluß auf die Zusammensetzung der Knolle als die jeweilige innere Produktionskraft. Daß ein verschiedener Pflanzgutwert der Herkünfte und Nachbauten besteht, der auch analytisch irgendwie feststellbar sein muß, ist anzunehmen. Wie wir sahen, war er aber bei Untersuchung der Knollen nicht zu erfassen. Die Vorgänge bei der Keimung werden durch einen Abbau des Eiweißes zu löslichem Stickstoff und den Abbau der Stärke zu Zucker charakterisiert. Wenn der bessere Saatgutwert in der Fähigkeit der Knolle besteht, die Eiweiße schneller zu mobilisieren, müßte das am ehesten in den wachsenden Keimen als höherer relativer Gehalt von löslichem N zu erfassen sein. Ich habe deshalb die *Keime*, die bei der im ersten Teil beschriebenen Keimprüfung gebildet worden waren, nach ihrer morphologischen Feststellung auf Eiweiß-N und löslichen N untersucht. Hierdurch könnte man vielleicht durch einfach durchzuführende N-Bestimmungen das erfassen, was die proteolytischen Fermente geleistet haben. Voraussetzung dabei ist, daß kein Eiweiß geleitet wird.

Es wurden die Keime der Knollen sowie die der Keile untersucht.

a) Ergebnisse der Trockensubstanzbestimmungen

Die Trockensubstanzzahlen für die Keime sind naturgemäß niedriger als die der Knollen oder Keile. Im großen und ganzen ist auch hier die Richtung vorherrschend, daß mit abnehmendem Pflanzgutwert, also mit zunehmender Nachbaustufe, die Trockensubstanz fällt. Diese Tendenz kommt sogar deutlicher zum Ausdruck als bei den Knollen.

Die Übereinstimmung im Trockensubstanzgehalt zwischen Keimen aus Keilen und aus Knollen war, abgesehen von „Laurus“, sehr gut.

b) Ergebnisse der Bestimmungen des Eiweiß-N und des löslichen N und das Verhältnis von Eiweiß zu löslichem N

Die Untersuchungen gingen 1927 so vor sich, daß *sofort* nach dem Abkeimen einer Probe die Keime mit einem Wiegemesser zerkleinert wurden. Hiervon wurde, nach Wegnahme des zur Trockensubstanzbestimmung zu benutzenden Teiles, eine Mittelprobe von 5 g zu den N-Bestimmungen genommen. Diese wurde genau so, wie auf Seite 459 beschrieben, ausgeführt.

Das Verhältnis Eiweiß zu löslichem N scheint die Vermutung zu bestätigen, daß die Knollen mit besserem Pflanzgutwert ein größeres Mobilisierungsvermögen für ihre Eiweißreserven besitzen und dementsprechend im wachsenden Keim einen relativ hohen Gehalt an löslichem Stickstoff haben. Der hinsichtlich des Pflanzgutwertes bessere erste Nachbau hatte bei allen vier geprüften Sorten, entsprechend dem höheren Ertrag, auch einen höheren Gehalt an löslichem N. Bei den aus Keilen entstandenen Keimen ist dieses Verhalten im abgeschwächten Maße ebenfalls angedeutet.

Bestätigen nun die stark erweiterten Untersuchungen des Jahres 1927 diese Ergebnisse? Bei 9 von 14 Sorten ist ein deutliches Fallen des relativen Gehaltes an löslichem Stickstoff vom Originalsaatgut bis zum dritten Nachbau festzustellen. Die restlichen fünf Sorten zeigen teils unausgesprochene, teils gegensätzliche Richtung. Es war also kein einheitliches Verhalten der Sorten zu verzeichnen. Möglicherweise sprechen hier Sorteneigenheiten und Unvollkommenheit der Methode mit. Überwiegend war aber auch hier die Richtung vertreten, daß bei

besserem Pflanzgutwert ein relativ *höherer* Gehalt an löslichem N vertreten war.

Die Übereinstimmung im Verhalten der Keime von Keilen war *nicht* befriedigend. Es war weder ein absoluter noch ein relativer Vergleich mit den Knollenkeimen möglich. Ein Ersatz der Knollenkeime durch Keilkeime scheint sich also, soweit es den Stickstoffgehalt der Keime betrifft, nicht durchführen zu lassen.

3. Azidimetrische Untersuchungen

KOTTMEIER (24) und KRÜGER (25) vermuteten Zusammenhänge zwischen Saatgutwert und Wasserstoffionenkonzentration einer Kartoffelprobe. KOTTMEIER schreibt: „Es möchte somit den Anschein erwecken, als ob die Herkünfte, welche die niedrigsten Prozente zeigen, den geringsten Saatwert haben.“ KRÜGER stellte im Gegensatz dazu bei Nachbauprüfungen ein allmähliches Ansteigen der p_H -Zahl bei zunehmendem Abbau fest.

Ich habe einige Sorten azidimetrisch mit dem TRÉNELSchen Apparat, neuester Ausführung mit Halbelementen, untersucht.

TRÉNEL bestimmt die Reaktion elektrometrisch unter Ersatz der metallischen Wasserstoffionen durch Chinhydron. Das Chinonderivat spaltet in sauren Lösungen Wasserstoff ab. Verwendet wurde der Saft von frisch hergestelltem Kartoffelbrei einer Durchschnittsprobe von 25 Knollen. Der Brei wurde genau drei Minuten stehen gelassen, dann wurde er in zwei Parallelen mit Chinhydron vermischt und gemessen. Auf Innehaltung einer bestimmten Zeit muß geachtet werden, da sich die Wasserstoffionenkonzentration des Saftes bei Berührung mit Luft ändert.

Die *Ergebnisse* zeigen kein klares Verhalten. Die Prozentzahlen schwankten innerhalb sehr geringer Grenzen, von 5,78 bis 6,28. Ein Fallen oder Steigen der Werte vom Originalsaatgut bis zum abgebauten dritten Nachbau war nicht festzustellen. Ich möchte glauben, daß die Einwirkung der verschiedenen sauren oder alkalischen Düngemittel und der verschiedene Reaktionszustand der Böden am Herkunftsort einen größeren Einfluß auf die Wasserstoffionenkonzentration der Knollen ausüben als der Pflanzgutwert.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse der analytischen Versuche

1. Es wurden Trockensubstanz, Eiweiß-N und löslicher N getrennt voneinander untersucht. Das Untersuchungsmaterial war dasselbe wie zu den Keimprüfungen, und zwar wurden die

Untersuchungen an *nicht gekeimten* Knollen und Keilen und an den *Keimen* der Knollen und Keile vorgenommen, wie sie zur Keimprüfung Verwendung fanden.

2. Die *Trockensubstanz*-Zahlen werden, zwar nicht ganz regelmäßig, mit abnehmender Nachbaustufe niedriger. Es hängt dies mit der in Probstheida beobachteten Neigung zusammen, niedrige Stärkeprocente zu bilden. Es kann daher vermutet werden, daß sich dieses Verhalten an anderen Prüfungsorten nicht zeigt und somit als Kriterium für den Pflanzwert ausfällt.

3. Eine Beziehung zwischen dem *N-Gehalt* der Knollen und dem Pflanzgutwert ließ sich nicht feststellen. Auch die Errechnung des von LINDNER vorgeschlagenen Verhältnisses von Eiweiß- zu löslichem N brachte keine Klärung.

4. Es ist nicht anzunehmen, daß der Gehalt an löslichem N als solcher den Pflanzgutwert einer Kartoffelknolle beeinflußt. In der Mutterknolle sind nach dem Selbständigwerden der jungen Pflanze noch Reste von Eiweiß und löslichem N vorhanden. Eiweiß, wie löslicher N sind also im Überschuß, daher auch ungeschädigtes Keimen nach Schneiden der Knollen, so daß nicht anzunehmen ist, daß höherer N-Gehalt als solcher günstig auf den Pflanzwert einwirkt.

Vielleicht ist die Wachstumsenergie einer Kartoffelknolle insofern am relativ löslichen N-Gehalt zu erkennen, als dieser anzeigt, was die proteolytischen Fermente geleistet haben. Diese Feststellung würde aber erst im späten Frühjahr bei Beginn der Keimungsumsetzungen der Knolle zu machen sein und für Keimprüfungszwecke zu spät kommen.

5. Aus diesem Grunde sind im Februar die *Keime* der Keimprüfungen in gleicher Weise wie die Knollen untersucht worden. Die Ergebnisse der beiden Jahre scheinen die oben ausgesprochene Vermutung zu bestätigen. Die Proben mit besserem Saatgutwert zeichneten sich zum großen Teil durch höheren, relativen Gehalt an löslichem N aus.

6. 1926 wie 1927 wurden Nachbaustufen *verschiedener Herkünfte* geprüft. Das den Pflanzgutwert charakterisierende, bessere Mobilisierungsvermögen in den *Keimen* scheint also die Streuung, hervorgerufen durch Klima, Boden und Düngung des Herkunftsortes, übertönt zu haben. Dieses wäre das Hauptfordernis jeder Keimprüfung und bliebe weiter nachzuprüfen.

7. Azidimetrische Untersuchungen führten zu keinem Ergebnis.

Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Professor Dr. ZADE, für die Anregung zu der von mir vorgelegten Arbeit und seine liebenswürdige Unterstützung und Förderung meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Abstract

For the simplification of the germination test of potatoes, a new method has been applied, by taking not the whole tubers but little cuttings from them.

The following determination on germs, grown in the dark, have been made to ascertain the relations between the value of the seed-tubers of the sample and the process of germination: a) the average beginning of germination, b) the uniformity of germination, c) the number of the germs, d) the length of the principal germ, e) the total length of all the germs, f) the thickness of the principal germ, g) the weight of all the germs, h) the weight of the length of germ-unity, i) the average weight of the germs.

Of these determinations, the average beginning of germination and the number of germs, throw a light on the value of the seed-tubers. The sooner the germination and the greater the number of germs, the less was the value of the seed-tubers of the sample in question. The length of the principal germ and the total length of the germs also permit to draw a safe conclusion as to the seed-value, in as far as increasing length of the germ indicated a decreasing capability of production of the sample. As the length of the germ and the total length of the germs are parallel, it is possible to use in the tests the easily measured length of the principal germ, as a measure of value.

It has not been possible to determine special diseases on the germs. But those tubers, subject to leafroll disease, mosaic mottling, and leaf rot, gave the general impression of a weak degenerated sample, this was principally manifest by the greater length of the germ.

Chemical analysis of the dry-substance, albumin-nitrogen, and soluble nitrogen in not germinated tubers and in the germs, did not lead to any useful conclusions as to the value of the seed-tubers.

Literatur

1. APPEL, O., Die Pflanzkartoffel, Landw. Hefte, Heft 35, 1920. — 2. APPEL, O., Abbauerscheinungen bei der Kartoffel, Die Kartoffel 1925, Nr. 5. — 3. APPEL, O., und SCHLUMBERGER, O., Die Blattrollkrankheit und unsere Kartoffelernte, Arbeiten der D. L. G., Nr. 190. — 4. APPLEMAN, C. O., Potato sprouts as an index of seed value, Md. Agric. Exp. Sta. Bull. 625, 1924. — 5. ARTSCHWAGER, C., Researches on the potato tuber, Journal of Agric. Res., Bd. 28, S. 809—835. — 6. BERKNER, Die Kartoffelpflanzgutanerkennung unter besonderer Berücksichtigung der Herkunft, Mitt. der D. L. G., 1924, Stück 49. — 7. BESELER, H., Kartoffelkeimprüfungen, Pflanzenbau III, Jahrg. 1926/27, Nr. 21. — 8. BINSWANGER, E., Biographie der von Kamekeschen Kartoffelsorten, Dissertation Breslau. — 9. CZAPEK, FR., Biochemie der Pflanzen, Jena 1923. — 10. EICHINGER, A., Kartoffelbau und Staudenauslese, Kartoffelkontrolle, Deutsche Landw. Presse 1925, Nr. 41 u. 42. — 11. FRUWIRTH, C., Versuch über den Einfluß des Standortes auf Kartoffelsorten, Landw. Versuchsstation, 1903. — 12. GASS-

- NER und HEUER, Fröhrtreiben mittels Blausäure, Parey, Berlin. — 13. HAEHN, H., Die Melaninzahl der Kartoffel, Zeitschrift für Spiritusindustrie, 1920, Nr. 11, 14, 15. — 14. HAYDUCK, F., Aufgaben der chemischen Forschung auf dem Gebiete der Kartoffelkultur, -lagerung und -verwertung, Institut für Gärungsgewerbe, Berlin 1918. — 15. HILTNER, L., Erscheint es angezeigt, Kartoffelprüfungsstellen einzurichten? Prakt. Blätt. f. Pflanzenbau u. -schutz, 17, 1907, 86. — 16. HILTNER, L., Über die Tätigkeit der Kartoffelprüfungsstellen, Prakt. Blätt. f. Pflanzenbau u. -schutz 7, 1909, 23. — 17. HILTNER, L., Versuche über die Ursachen der Blattrollkrankheit (3. Über die Keimung und Triebkraft von Knollen gesunder und kranker Stauden), Prakt. Blätt. f. Pflanzenbau u. -schutz 17, 1919, 39—48. — 18. HILTNER, L., Untersuchungen des Kartoffelsaatgutes auf Gesundheit, Keimfähigkeit und Triebkraft, III, Landwirtsch. Ztg. 42, 1922, 17/18, 75. — 19. HOLLRUNG, Die krankhaften Zustände des Saatgutes, Kühn-Archiv, Bd. 8, 1919. — 20. HUNGERBÜHLER, Zur Kenntnis der Zusammensetzung nicht ausgereifter Kartoffelknollen, Die Landw. Versuchsstationen, Bd. 32, 1886. — 21. JERMISS, W., Die Knollenwachstumsintensität verschiedener Kartoffelsorten, verbunden mit Versuchen über den Wert nicht ausgereifter Pflanzkartoffeln, Dissertation Rostock 1923 (Masch.). — 22. KAREL, Versuche mit angekeimten und entkeimten Kartoffelknollen, Fühlings Landw. Ztg., Bd. 61, 1912. — 23. KOLTERMANN, A., Die Keimung der Kartoffelknolle und ihre Beeinflussung durch Krankheiten, Angewandte Botanik, Bd. 9, 1927. — 24. KOTTMEIER, FR., Ertrag und Pflanzgutwert der Kartoffel unter Berücksichtigung des Einflusses von Stickstoffdüngemitteln und verschiedenen Bodenarten, Kühn-Archiv, Bd. 15, 1927. — 25. KRÜGER, K., Die Wirkung stickstoffhaltiger Düngemittel auf den Wert des Pflanzgutes und die Zusammensetzung der Kartoffel bei vier verschiedenen Bodenarten, Landw. Jahrbücher 1927, S. 781. — 26. LINDNER, G., Bedeutung der chemischen Zusammensetzung für den Abbau der Kartoffel, Dtsch. Landw. Pr. 1926, Nr. 43, 44, 45. — 27. MOLZ, Landw. Wochenschrift für d. Prov. Sachsen, 1923, 16. — 28. MORSTATT, H., Entartung, Altersschwäche und Abbau bei Kulturpflanzen, insbesondere der Kartoffel, Naturwissenschaft und Landwirtschaft, Heft 7, Datterer & Co., Freising-München. — 29. MOTHES, K., Ein Beitrag zur Kenntnis des N-Stoffwechsels höherer Pflanzen, Planta, Bd. 1, 1925, S. 472. — 30. MURPHY a. MCKAY, Investigations an the Leaf-Roll and Mosaic Diseases of the Potato, Journal of the Dep. of Lands and Agr., Vol. XXV, Nr. 2, Aug. 25. — 31. MÜTTERLEIN, Kartoffelkeimversuche, Ill. Landw. Ztg. 1923, 13, 30, 32. — 32. MÜTTERLEIN, Kartoffelkeimprüfung, Ill. Landw. Ztg. 1924, 18, 19, 49. — 33. NICKLISCH, Untersuchungen über den Einfluß einiger chemischer Agentien auf die Keimfähigkeit der Kartoffel, Dissertation Erlangen 1912. — 34. NOBBE, Über den Keimungsverlauf bei der Kartoffelknolle, Ber. d. Landw. Versuchsstationen, Bd. 4, 1863. — 35. ORPHAL, Beiträge zur Kartoffelkultur, Arb. d. Land.-Kammer f. Prov. Sachsen 1922, 39. — 36. PIEPER, H., Kann man aus dem Verlauf des Keimungsversuches bei Kartoffeln auf die spätere Entwicklung im Felde schließen? Deutsche Landw. Pr. 1921, Nr. 95. — 37. PIEPER, H., Kartoffelsortenversuche, Pflanzenbau I. Jahrg. 1924. — 38. PIEPER, H., Über den Einfluß der Witterung auf den Knollenansatz und das Knollengewicht der Kartoffel, Pflanzenbau 1926, Nr. 20. — 39. PIEPER, H., Die Kartoffelkeimprüfung, Festschr. z. 70. Geburtstag von Geh. Hofrat Prof. Dr. W. EDLER-PAREY, Berlin. — 40. PREGL, FR., Die quantitative, organische Mikroanalyse, Berlin, J. Springer, 1923. — 41. QUANJER, H. M., Zum Kartoffelabbau, Die Kartoffel, 1924, Nr. 4. — 42. v. RAPPARD, Beitrag zur Physiologie der Kartoffel, Annalen d. Landw., Bd. 50, 1867. — 43. RIEDE, W., Das Reizen der Pflanzkartoffel, Der Kartoffelbau, Jahrg. 9, 1925, Nr. 5, 6. — 44. SACHS, Studien an der Kartoffelknolle, Annalen d.

Landw., Bd. 50, 1867. — 45. SACHSE, K., Wertbestimmung des Kartoffelsaatgutes, *Angew. Botan.*, Bd. 6, 1924, 1. — 46. SCHAFFNIT, E., Zur Erforschung der Mosaikkrankheiten; *Angew. Bot.* 8, 1926, 5. — 47. SCHANDER und RICHTER, Untersuchungen über das Verhältnis der Kartoffelknollen zum Gesundheitszustand und Ertrag, *Zentralbl. f. Bakt. Parasitenk.* II. Abt. 60, 1924. — 48. SCHLUMBERGER, O., Die Kartoffel im Lichte physiologischer Forschung, *Angew. Bot.*, 1926, 4. — 49. SCHLUMBERGER, O., Die Keimprüfung als Ausdruck der Wertigkeit von Pflanzkartoffeln, *Ill. Landw. Ztg.* 1924, 11, 93. — 50. SCHLUMBERGER, O., *Mitt. der Biologischen Reichsanstalt f. Land- u. Forstwissenschaft* 1921, 52. — 51. SCHLUMBERGER, O., Die Möglichkeit der Feststellung des Pflanzwertes an der Kartoffelknolle, *Mitt. d. Deutschen Landw. Ges.* 1928, Stück 23. — 52. SCHMID, B., Über die Ruheperiode der Kartoffelknolle, *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* 1911, 76—85. — 53. SCHULZE, E., Zusammensetzung der Kartoffel, *Landw. Jahrb.* 1877. — 54. SCHULZE, E., und EUGSTER, E., Neue Beiträge zur Kenntnis der N-haltigen Bestandteile der Kartoffelknollen, *Landw. Versuchsstat.*, Bd. 27, 1882. — 55. SNELL, K., Die Keimungsprüfung bei der Kartoffelknolle, *Die Kartoffel* 1923, Nr. 19—24. — 56. SNELL, K., Keimungsprüfungen bei der Kartoffelknolle, *Deutsche Landw. Pr.* 1923, 7. — 57. SNELL, K., Keimungsprüfungen bei der Kartoffelknolle, *Mitt. d. D. L. G.* 1924, Stück 12. — 58. SORAUER, Beiträge zur Keimungsgeschichte der Kartoffel, *Annalen der Landw.*, Bd. 52, 1869. — 59. VASTERS, J., Was leistet die Keimprüfung für die Feststellung der Pflanztauglichkeit der Kartoffeln? *Landw. Jahrb.* 64, 1926, 2. — 60. VELSEN †, Die Beeinflussung der Kartoffelkeimung durch Frühtreibmittel, *Journal f. Landw.* 1928. — 61. VÖCHTING, H., Über die Keimung der Kartoffelknollen, *Bot. Ztg.* 60, 1902, 5. — 62. DE VRIES, H., Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen, *Landw. Jahrb.* 7, 1878. — 63. WICK, Notbildung bei überständigen Kartoffelknollen, *Pflanzenbau* 1925/26, S. 346. — 64. WOLLENWEBER, H. W., Der Kartoffelschorf, *Arb. d. Forschungsinst. f. Kartoffelbau* 2, 1920. — 65. WOLLENWEBER, H. W., Fadenkeimung, Zwergknollen (Kindel) und Zwergwuchs bei der Kartoffel, *Die Kartoffel* 4, 1924, 19—20. — 66. WOLLENWEBER, H. W., Nichtparasitäre Mißwuchsformen der Kartoffel, *Die Kartoffel* 2, 1922, 4. — 67. ZIEGLER, O., Abbauprobleme der Kartoffel, *Naturwissenschaft u. Landw.*, Heft 13, 1927, Datterer & Co., Freising-München.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Krohn Heinz

Artikel/Article: [Wertbestimmungen des Kartoffelpflanzgutes durch neue Keimprüfungsmethoden und analytische Untersuchungen 413-471](#)