

ZING, A., and E. RUNGQUIST: Note on some colchicine-induced polyploids. *Hereditas* **25**, 491–495 (1939). — 13. NORDENSKIÖLD, H.: An investigation into two tetraploid strains of vetches (*Vicia sativa*) and their hybrid products. *Kungl. Landbrukshögskolans Annaler* **19**, 209–225 (1953). — 14. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. V. Zur Sexualität polyploider Pflanzen. *Der Züchter* **19**, 344–359 (1949). — 15. SCHWANITZ, F.: Einige kritische Bemerkungen zur Methode der Bestimmung der Polyploidie durch Messung der Pollen und der Spaltöffnungsgröße. *Der Züchter* **22**, 273–275 (1952). — 16. SKIEBE, K.: Artbastardierung und Polyploidie in der Gattung *Cheiranthus L.* *Der Züchter* **26**, 353–363 (1956). — 17. SKIEBE, K.: Die Bedeutung von unreduzierten Gameten für die Polyploidiezüchtung bei der Fliederprimel (*Primula malacoides* Franchet). *Der Züchter* **28**, 353–359 (1958). — 18. STRAUB, J.: Die Auslösung von polyploiden *Pisum sativum*. *Berichte der Dtsch. Botan. Ges.* **58**, 430–436 (1940). — 19. STRAUB, J.:

Wege zur Polyploidie. Berlin: Verlag Gebr. Borntraeger 1950. — 20. TROLL, H. J., G. JAGODA und A. KUNZE: Polyploide *Lupinus luteus*. *Der Züchter* **33**, 184–190 (1963). — 21. TUSCHNIAKOWA, M.: Über die Chromosomen einiger *Lupinus*-Arten. *Der Züchter* **7**, 169–174 (1935). — 22. WEICHSEL, G.: Polyploidie, veranlaßt durch chemische Mittel, insbesondere Colchicineinwirkung bei Leguminosen. *Der Züchter* **12**, 25–32 (1940). — 23. WERNER, G.: Untersuchungen über die Möglichkeit der Erzeugung polyploider Kulturpflanzen durch Colchicinbehandlung. *Der Züchter* **11**, 57–71 (1939). — 24. WERNER, G.: Zytologische Untersuchungen über die Wirkung des Colchicins bei zwei verschieden reagierenden Pflanzen, Lein und Erbse. *Biol. Zentralblatt* **60**, 86–103 (1940). — 25. WINGE, Ö.: Contributions to the knowledge of chromosome numbers in plants. *La Cellule* **35** (1925). — 26. ZACHOW, F.: Ergebnisse der Bestäubung mit Pollenmischen bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus*. *Der Züchter* **28**, 241–252 (1958).

Über die „Schalen- und Fleischfestigkeit“ von Kartoffelknollen

G. MEINL und B. EFFMERT

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

On „firmness of skin and flesh“ of potato tubers

Summary. Skin firmness of tubers of the varieties 'Schwalbe' and 'Ora' was determined during growth and storage. Samples were measured once during growth, again after 2 to 5 days of storage at room temperature and once more after 3 days storage at 2 to 3 °C. Skin firmness reaches its maximum during tuber formation; at normal harvesting time it becomes minimal.

Skin firmness of the 'Schwalbe' variety could be increased in direct proportion to the amounts of nitrogen added. Different doses of P and K supplements, or a water supply to 50, 70 and 100% capacity had no effect on the firmness of the skin.

Measurements on the firmness of flesh showed some significant differences between varieties. The tissue near the end of the navel is as a rule firmer than that in the other parts of the tubers, the center being least firmness. Different doses of water supply and N, P and K effected no differences.

A correlation coefficient of 0,8 indicates a close relationship between skin and flesh firmness; but no correlation was found between the firmness of skin and flesh and injury to the tuber during harvesting.

Measurements of the internal pressure on skin and flesh can therefore not be used as a means of selecting for high resistance to injury during the harvesting process.

1. Einführung

Die fortschreitende Mechanisierung der Ernte- und Aufbereitungsverfahren hat bei der Kartoffel zu einer merklichen Zunahme der Beschädigungen geführt. Eine Einschränkung solcher Qualitätsminderungen ist sowohl über eine Veränderung der Maschinen- und Geräteteile als auch auf züchterischem Wege über eine Selektion auf „beschädigungsunempfindlichere“ Formen versucht worden. Während die erstgenannten Bemühungen in großem Umfang seit etwa zehn Jahren betrieben werden (s. HESEN, 1960a, b; ULRICH, 1962, dort auch weitere Literatur), gibt es nur wenige Studien, die sich mit der biologischen Seite dieses Problems, nämlich der Schalen- und Fleischfestigkeit der Kartoffelknolle, beschäftigen, obwohl wir über die Kork- und Wundperidermbildungsvorgänge bereits recht gut informiert sind (s. u. a. BRAUN,

1951; DANERT, 1961; ROSENSTOCK, 1963; LANGE und ROSENSTOCK, 1963, 1965).

Ein Großteil der Schwierigkeiten bei der Ermittlung der Widerstandsfähigkeit der Knolle gegen Beschädigungen liegt unserer Meinung nach darin begründet, daß sich der Komplex der Widerstandsfähigkeit aus 3 Faktoren, nämlich einmal dem reinen Schalenwiderstand, der eigentlichen Schalenfestigkeit, 2. dem der Fleischfestigkeit und 3. dem der Fleischelastizität zusammensetzt. Die 3 Faktoren voneinander zu trennen ist experimentell nicht einfach. Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, den Beschädigungsvorgang des jeweiligen Aggregates exakt zu simulieren und mit einer registrierenden Meßapparatur möglichst objektiv zu erfassen. Aber selbst wenn dies möglich wäre, so dürfte die Durchführung von Massentesten für züchterische Zwecke, die zuverlässige und reproduzierbare Ergebnisse liefern, sehr zeitaufwendig und kompliziert sein. Einen Hinweis in dieser Richtung geben die Untersuchungen von LÖÖW (1960), die jedoch im Rahmen der Kartoffelzüchtung weniger von Bedeutung sind.

Umfassende Berichte über das Problem der Schalenfestigkeitsbestimmung bei Kartoffeln haben LAMPE (1959a, b; 1960) und ULRICH (1962) gegeben. In ihren Mitteilungen werden neben eigenen Untersuchungsergebnissen besonders apparative und methodische Probleme behandelt.

Bei der Ermittlung der Belastbarkeitsgrenze von Knollen wurden in der Regel folgende Apparaturen benutzt:

1. Fallapparate mit anschließender Feststellung der Verletzung (VOLBRACHT, 1952).

2. Festigkeitsprüfer nach WITZ (1954), die in verschiedenster Form — für unterschiedliche Zwecke abgewandelt — weiter verbessert wurden und auf deren Grundlagen auch die von LAMPE und ULRICH verwendeten Geräte basieren.

Beim Lampeschen Gerät wird ein Stift von 3 mm Durchmesser durch das Gewicht einer motorgetriebenen Laufgewichtswaage belastet. In dem Augen-

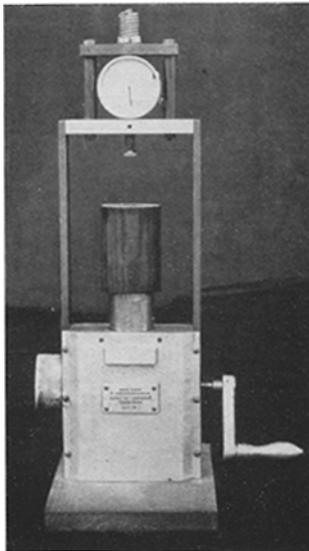


Abb. 1. Schalenfestigkeitsmeßgerät (ULRICH 1962).

blick, in welchem der Stift die Schale durchstößt, wird der Motor umgepolt und bringt das Laufgewicht in die Ausgangsstellung zurück. Der von ihm mitgenommene Meßschieber bleibt jedoch stehen und ermöglicht eine genaue Ermittlung der Endbelastung. ULRICH (1962) führte seine Untersuchungen mit einem vom Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim gebauten Gerät mit Handbedienung durch (Abb. 1), das auch in unseren Untersuchungen Verwendung fand.

Bei der Erzeugung und Verwertung von Obst und Gemüse wird schon seit längerem zur Beurteilung bestimmter Qualitätsfaktoren in zunehmendem Maße die Fleischfestigkeit einbezogen. Solche Untersuchungen sind an Birnen und Äpfeln (KRUMBHOLZ und WOLODKIEWITSCH, 1948; LETZIG und KÖNIG, 1960; SCHMIDT, 1962), an Trockenspeiseerbsen (SCHNEIDER, 1955a), Gemüseeerbsen (GUTSCHMIDT, 1953a, b, 1954; SCHNEIDER, 1955b; NICOLAISEN, 1958), an Erdbeeren (EISENHUTH, 1957; LETZIG und HANDSCHACK, 1962; HANDSCHACK, 1962) und Kirschen (BREKKE und SANDMIRE, 1961) bekannt geworden. Eine umfassende Übersicht der Verfahren, Apparaturen und Ergebnisse haben GÖHLICH und MOHSEIN (1962) für Kernobst gegeben. Auch hier zeigte sich das Vorhandensein von drei Beschädigungsarten. Neben der reinen Schalenbeschädigung ließ sich eine unterschiedliche Stoß- und Druckempfindlichkeit des Fruchtfleisches nachweisen.

Die Problemstellung für unsere eigenen Untersuchungen ergab sich u. a. aus der vorerwähnten Tatsache, daß sich der Komplex Beschädigungswiderstandsfähigkeit aus 3 Komponenten zusammensetzt, nämlich der eigentlichen Schalenfestigkeit, der Fleischfestigkeit und der Fleischelastizität. Wir haben bisher nur die „Schalenfestigkeit“ und die „Fleischfestigkeit“ untersucht. Besonders letztere Größe dürfte nicht nur hinsichtlich der Beschädigungsempfindlichkeit von Interesse sein. Es wäre denkbar, daß sie auch als Qualitätsmerkmal für Speisekartoffeln in bezug auf Schälzeit und Schäverluste sowie Kochzeit, Konsistenz, Zerkochungsgrad und letzten Endes in Beziehung zu bestimmten Inhaltsstoffen an Bedeutung gewinnt. Außer einigen rein meßmethodischen Angaben von LETZIG und KÖNIG liegen unseres Wissens bisher keine systematischen Untersuchungen über die Fleischfestigkeit roher Kartoffeln vor.

Unsere eigenen hier vorgelegten Untersuchungen hatten zum Ziel, festzustellen, ob Sortenunterschiede in der Fleischfestigkeit roher Kartoffeln bestehen, ob sich die Knollen verschiedener Herkünfte und Jahre sowie bei unterschiedlicher Düngung unter-

scheiden und ob ein Zusammenhang zur „Schalenfestigkeit“ besteht.

In den Untersuchungen über die „Schalenfestigkeit“ haben wir einige von anderen Autoren, z. B. VOLLBRACHT (1952), sowie VOLBRACHT und KUHNKE (1956) nicht völlig geklärte Probleme, wie den Einfluß des Alters der Knolle auf die „Schalenfestigkeit“, den Düngereinfluß sowie den Einfluß der Wasserversorgung, aufgegriffen und unter unseren Gesichtspunkten untersucht.

1.2. Bisherige Ergebnisse

LAMPE und ULRICH haben in ihren Untersuchungen übereinstimmend signifikante Sortendifferenzen der „Schalenfestigkeit“ ermittelt. Sie konnten ferner zeigen, daß sowohl das Herkunftsgebiet als auch der Jahresverlauf der Witterung einen nachhaltigen Einfluß auf die „Schalenfestigkeit“ ausüben. Hierbei reagieren die Sorten oft uneinheitlich. LAMPE (1960) demonstrierte dies eindrucksvoll an den bekannten Sorten 'Ackersegen' und 'Capella'. Im Jahre 1956 waren die Knollen der Sorte 'Capella' weniger beschädigungsempfindlich, 1957 die der Sorte 'Ackersegen'. Unter gleichartigen Bedingungen haben die Knollen der beiden Sorten in den witterungsmäßig recht unterschiedlichen Jahren 1956 und 1957 entgegengesetzt reagiert.

ULRICH (1962) gab in einer Darstellung der Meßwerte aus den Jahren 1959, 1960 und 1961 eine umfassende Übersicht über den Jahreseinfluß auf die „Schalenfestigkeit“. Mit freundlicher Genehmigung des Autors geben wir diese Abbildung wieder.

Eine stichwortartige Schilderung des Witterungsablaufes in den drei Versuchsjahren würde wie folgt lauten:

Das Jahr 1959 hatte einen warmen, trockenen Sommer und günstige Abreifebedingungen, wodurch sich ein hoher Stärkegehalt der Knollen, verbunden mit

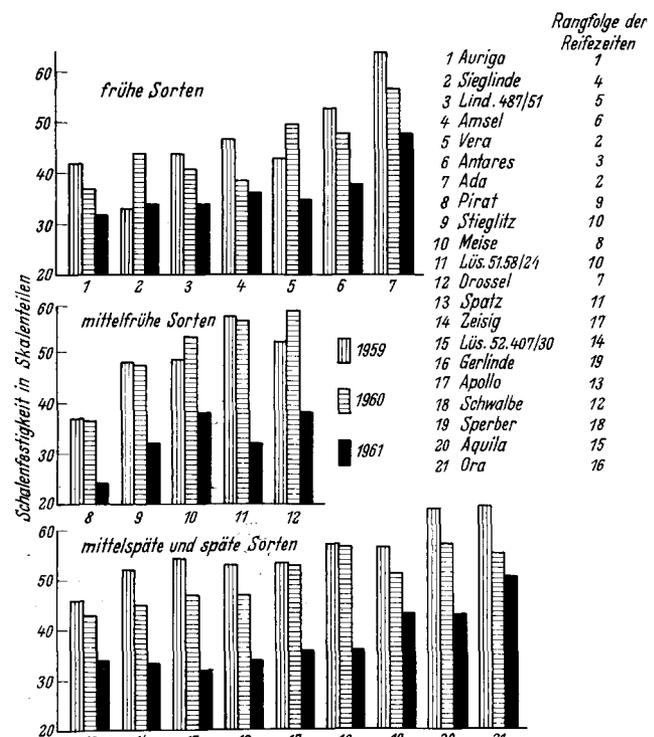


Abb. 2. Der Einfluß der Jahreswitterung auf die „Schalenfestigkeit“ (nach ULRICH 1962).

hoher Schalenfestigkeit, ergab. Im Gegensatz dazu führte das Jahr 1961 mit einer hohen Niederschlagsquote, kurzer Sonnenscheindauer und später Abreife der Stauden zu einem geringen Stärkegehalt und mangelnder „Schalenfestigkeit“. Zwischen den beiden Jahren gruppiert sich das Jahr 1960 ein, wobei sein Verlauf im ersten Teil mehr jenem von 1959, im zweiten Teil mehr jenem von 1961 entspricht.

Nicht minder interessant waren die Beobachtungen von ULRICH über den Einfluß der Knollenlage im Damm auf die „Schalenfestigkeit“. Auskunft über diese Ergebnisse gibt die folgende Tabelle 1.

Tabelle 1. *Einfluß der Knollenlage im Damm auf die „Schalenfestigkeit“ von Kartoffeln (1958)*
(nach ULRICH 1962).

Sorte	Vegetationslänge in Tagen (mehrjährig)	Schalenfestigkeit in Skalenteilen		
		hohe Knollenlage	tiefe Knollenlage	Differenz
Johanna	138	55,7	54,3	1,4
Spatz	138	50,0	48,7	1,3
Schwalbe	143	57,9	56,4	1,5
Apollo	144	52,4	50,4	2,0
Nova	146	45,4	43,1	2,3
Aquila	149	58,5	57,4	1,1
Merkur	150	61,5	59,4	2,1
Zeisig	152	55,9	51,3	4,6
Voran	154	55,4	51,8	3,6
Sperber	164	58,2	54,9	3,3
Gerlinde	166	53,7	49,3	4,4

Wenn die Differenzen in der „Schalenfestigkeit“ zwischen flach- und tiefliegenden Knollen auch nicht in allen Fällen als gesichert angesehen werden können, so zeigt sich doch eine Tendenz zur höheren „Schalenfestigkeit“ bei flacher Knollenlage. Bemerkenswert ist ferner, daß mit zunehmender Vegetationslänge (spät reife Sorten) die Differenzen immer größer werden.

Von der versuchsmethodischen Seite her soll noch auf einige Ergebnisse von LAMPE (1960) hingewiesen werden. Er fand nämlich, daß die Streuungen der mittleren „Schalenfestigkeit“ der Knollen einer Pflanze sowie die Einzelpflanzenstreuungen einer Sorte beachtliche Werte erreichen können. Wenn auch ein Teil der Differenzen, zumindest im ersten Falle, auf den teilweise unterschiedlichen Entwicklungszustand der Knollen zurückzuführen sein dürfte, müssen diese Beobachtungen bei der Beurteilung und Bewertung von Sortendifferenzen berücksichtigt werden.

2. Eigene Untersuchungen

2.1. Material

Das zur Untersuchung gelangte Knollenmaterial stammte bis auf wenige Ausnahmen aus der Haupt- und Kontrollprüfung unseres Institutes bzw. der Außenstellen Wentow (Kreis Gransee) und Bernburg-Zepzig. Zur näheren Charakterisierung der Anbauorte seien folgende Angaben gemacht: Groß-Lüsewitz liegt 15 km östlich von Rostock und damit im Einflußbereich der Ostsee. Bei einer mittleren Bodenzahl von 47 kann die Bodenart als lehmiger Sand bis sandiger Lehm eingestuft werden. Wentow liegt etwa 50 km nördlich von Berlin, Bodenart: humoser lehmiger Sand, Bodenzahl 27. Bernburg-Zepzig, im Schwarzerdegebiet der Magdeburger Börde lie-

gend, erreicht auf humosem Lehm die Bodenzahl 90–96. Wenn nicht ausdrücklich erwähnt, lagerten die gut ausgereiften Knollen unter optimalen Bedingungen in unserem Lagerhaus. Für vergleichende Untersuchungen wurden grundsätzlich Knollen von etwa 80 g verwendet. Diese Fraktion hatte sich als am ausgeglichtesten erwiesen (MEINL, 1961; MOLL, 1965). Für den unter 2.3.1. geschilderten Versuch hatten wir auf einem Versuchsschlag (sandiger Lehm, Bodenzahl 42) mehrere hundert 'Schwalbe'- und 'Ora'-Stauden zur Verfügung, die nach Bedarf geerntet werden konnten. Die Untersuchungen des Düngereinflusses und der Wasserversorgung auf die „Schalen-“ und „Fleischfestigkeit“ erfolgten an Knollen, die aus einem unter weitgehend einheitlichen Bedingungen durchgeführten Gefäßversuch stammten. Nähere Angaben dazu werden in dem betreffenden Abschnitt gemacht.

2.2. Methoden

2.2.1. Schalenfestigkeitsbestimmung

Bei der Bestimmung der „Schalenfestigkeit“ lehnten wir uns weitgehend an die von ULRICH (1962) genauer beschriebene Methodik an. Die Bedienung des Gerätes (s. Abb. 1) erfolgte grundsätzlich nur von der gleichen Mitarbeiterin, so daß ein gleichbleibender individueller Fehler vorausgesetzt werden kann. Gegenüber ULRICH war nur die Federspannung etwas verändert worden, wodurch unsere Meßwerte zahlenmäßig etwas höher liegen und somit mit den von ihm ermittelten nicht unmittelbar vergleichbar sind. Als relative Einheit diente jeweils der an der Skala angezeigte Wert, an welchem der Stempel (Durchmesser 2 mm) die Schale durchstoßen hatte. Vor jeder Messung säuberten wir die trockenen Knollen mit einem Pinsel von Erdresten. Pro Knolle nahmen wir 20 Einstiche auf der Oberseite und 20 Einstiche auf der Unterseite vor. In Vorversuchen hatte sich gezeigt, daß zwar geringfügige Differenzen zwischen Ober- und Unterseite¹ sowie den beiden Flanken bestehen, diese aber nicht signifikant sind. Kronen- und Nabelende, die Augenregionen sowie schorfartige Stellen wurden grundsätzlich gemieden. Pro Variante und Termin kamen 20 Knollen zur Messung.

2.2.2. Fleischfestigkeitsmessung

Die Messung der „Fleischfestigkeit“ haben wir mit dem „Prüfgerät zur Messung der Fruchtfleischfestigkeit“ von KÖNIG² vorgenommen. Die Meßmethodik ist bei LETZIG und KÖNIG (1960) ausführlich beschrieben. Von jeder Sorte bzw. Variante wurden 10 mittelgroße Knollen zur Messung ausgewählt. Aus der Einzelknolle wurden mit einem Parallelmesser quer zur Längsachse drei 5 mm dicke Scheiben geschnitten, und zwar aus dem Bereich des Nabelendes, der Mitte der Knolle und des Kronenendes. Aus diesen Scheiben wurde innerhalb des Kambiumringes mit dem Ringmesser des Gerätes ein

¹ Als Oberseite wurde der der Bodenoberfläche zugewandte Teil der Knolle bezeichnet. Sie ist in diesem Versuch bei Entnahme der Knollen aus dem Boden markiert worden.

² Herrn Ing. E. KÖNIG möchten wir für die Vermittlung des Gerätes und seine Hinweise zur Durchführung der Messungen bestens danken.

Stück von 20 mm Ø herausgestanzt und die Messung mit dem Stempel K 1 vorgenommen.

Die in den Tabellen und Abbildungen angeführten Zahlen sind Skalenteile des Manometers. Nach LETZIG und KÖNIG müssen diese mit dem Faktor 0,114 multipliziert werden, um kp/cm^2 zu erhalten. Wir haben auf diese Umrechnung verzichtet, da es uns nur auf die relativen Unterschiede ankam.

2.3. Ergebnisse

2.3.1. Verlauf der „Schalenfestigkeit“ während des Knollenwachstums und der Lagerung

Bereits VOLBRACHT und KUHNKE (1956) hatten in ihren Untersuchungen die Beobachtung gemacht, daß Knollen, die vor dem Absterben des Krautes geerntet wurden, eine geringere Beschädigungsrate aufwiesen als vollreife. Um diesen Tatbestand aufzuhellen, haben wir vom Zeitpunkt des Knollenansatzes an in

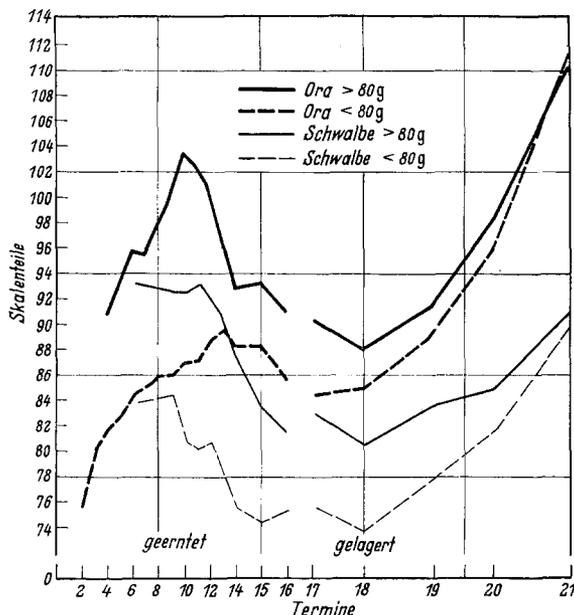


Abb. 3. Verlauf der „Schalenfestigkeit“ unterschiedlich großer Knollen der Sorten Ora' und 'Schwalbe' in Abhängigkeit vom Alter. Die Messung erfolgte 30 min nach der Probenahme.

7tägigem Abstand bis zur Abreife des Krautes jeweils 40 Stauden der Sorte 'Ora' und 'Schwalbe' geerntet. Die Knollen der 40 Stauden wurden in vier gleiche Portionen getrennt und wie folgt behandelt:

1. Messung 30 min nach der Ernte
2. Messung nach 48stündiger Lagerung bei Zimmertemperatur
3. Messung nach 5tägiger Lagerung bei Zimmertemperatur
4. Messung nach 3tägiger Lagerung bei +2 bis +3 °C und 80% rel. Luftfeuchte.

Die Untersuchungsergebnisse sind in den Abb. 3 und 4a, b graphisch dargestellt. Um den Einfluß der Knollengröße auf die Schalenfestigkeit gleichfalls zu erfassen, sind die Knollen in zwei Gruppen getrennt zur Untersuchung gelangt, nämlich jene über 80 g und jene unter 80 g.

Zu den ersten Probenahmeterminen, an denen Knollen vorhanden waren, sind nur wenige Messungen durchgeführt worden, deren Ergebnisse jedoch derart stark streuten, daß eine Auswertung nicht sinnvoll erschien. Wir haben daher erst von jenem Zeitpunkt an, wo eindeutige Ergebnisse erhalten wurden, die ermittelten Meßwerte in die Zeichnung eingetragen. Bereits der erste Eindruck der Kurvenverläufe widerspricht den bisherigen Vorstellungen insofern, als auf einen anfänglichen Anstieg der „Schalenfestigkeit“ bei beiden Sorten sehr bald ein Abfall erfolgt, der erst im Laufe der später folgenden Lagerung im Winter wieder überwunden wird. Dies würde bedeuten, daß das Knollenmaterial bereits längere Zeit vor dem normalen Erntetermin ein Maximum der Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen des Stempels erreicht hatte. Mit dieser Beobachtung untermauern wir die Ergebnisse von VOLBRACHT und KUHNKE eindeutig. Gleichzeitig wird verdeutlicht, daß die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit nicht Ausdruck der „Schalenfestigkeit“ allein sein kann, sondern daß auch die „Fleischelastizität“ beteiligt sind. Bereits oberflächliche Betrachtungen der Korksicht haben gezeigt, daß zum Zeitpunkt der höchsten Belast-

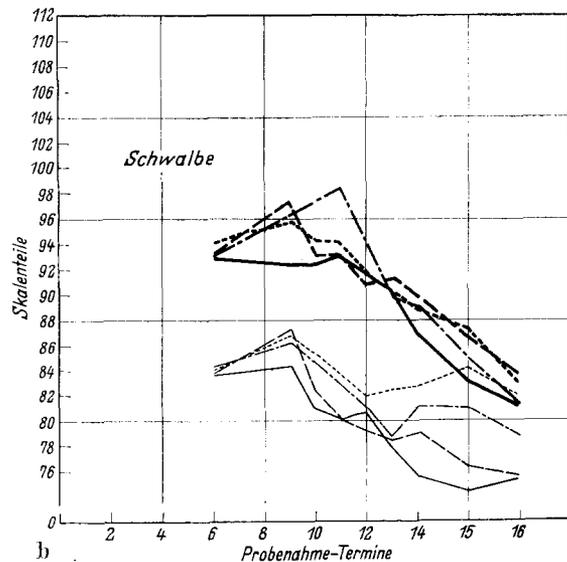
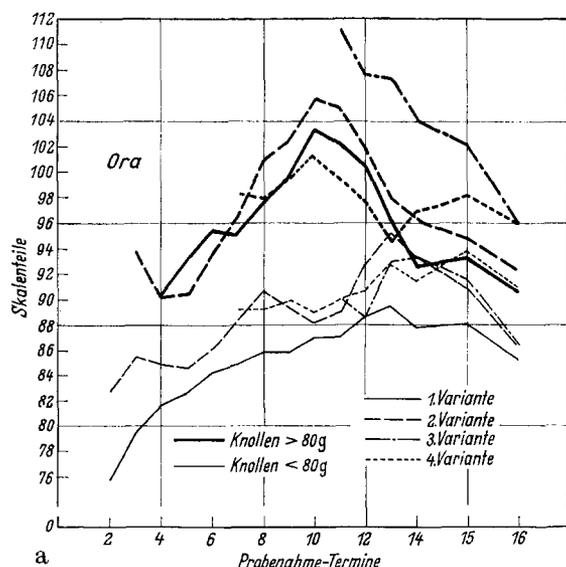


Abb. 4a, b. Verlauf der „Schalenfestigkeit“ bei unterschiedlicher Behandlung der Knollen vor dem Messen.

Variante 1: Messung 30 min nach der Ernte;
 Variante 2: Messung nach 48stündiger Lagerung bei Zimmertemperatur;

Variante 3: Messung nach 5tägiger Lagerung bei Zimmertemperatur;
 Variante 4: Messung nach 3tägiger Lagerung bei 2-3 °C und 80% relativer Luftfeuchte.

Tabelle 2. Mittelwerte der „Schalenfestigkeit“ (Skalenteile) vom 11. bis 16. Probenahmetermin und Signifikanzen der Differenzen zwischen den Varianten.

<80 g				Ora	>80 g				
Variante	1.	2.	3.	4.	Variante	1.	2.	3.	4.
Mittelwerte	95,8	98,0	104,7	97,0	Mittelwerte	87,7	91,2	90,5	91,6
S%					S%				
Variante	1.	2.	3.	4.	Variante	1.	2.	3.	4.
1.		99,9	99,9	48,5	1.		99,9	98,2	99,9
2.			99,9	42,5	2.			54,0	22,5
3.				98,6	3.				71,7
Schwalbe									
Variante	1.	2.	3.	4.	Variante	1.	2.	3.	4.
Mittelwerte	87,7	89,1	89,5	89,0	Mittelwerte	77,2	78,0	80,4	82,1
S%					S%				
Variante	1.	2.	3.	4.	Variante	1.	2.	3.	4.
1.		97,4	92,1	98,9	1.		91,5	97,8	99,9
2.			8,0	85,0	2.			99,2	99,7
3.				29,2	3.				90,2

barkeit der Knollen eine verhältnismäßig zarte Haut vorhanden war (z. B. bei der Sorte 'Schwalbe'), die einen höheren Widerstand leistete als später das wesentlich besser ausgebildete Periderm. Vermutlich hatte die Knolle zu diesem Zeitpunkt eine sehr hohe Fleischfestigkeit erreicht, die später etwas absank, was das Eindringen des Stempels erleichterte. Während die Knollen der Sorte 'Schwalbe' unter 80 g etwa zum 9. bis 10. Termin ein deutliches Maximum aufweisen und deren Festigkeit nachher stark absinkt, ist der Abfall bei Knollen über 80 g geringer; das Maximum liegt etwa zum gleichen Termin.

Gleichzeitig aber zeigt sich der unterschiedliche Einfluß der Nachbehandlung auf die „Schalenfestigkeit“ (Abb. 4b). Die Varianten differieren bei Knollen unter 80 g signifikant, besonders deutlich bei Kaltlagerung und sofortiger Messung, wogegen die Differenzen bei Knollen über 80 g mit fortlaufender Vegetationsdauer geringer werden. Während der anschließenden Lagerung verhalten sich die Knollen der verschiedenen Größenordnungen etwa bis zum 18. Termin (November – Dezember) gleich. In diesem Zeitraum ist die geringste „Schalenfestigkeit“ erreicht. Anschließend steigt sie wieder an, was z.T. durch den eintretenden Wasserverlust, der auch durch optimale Lagerung niemals ganz zu vermeiden sein wird, bedingt sein dürfte.

Auch die Knollen der Sorte 'Ora' erreichen das Widerstandsmaximum vor dem normalen Erntetermin. Es liegt bei Knollen über 80 g etwa um den 10.–11. Probenahmetermin, bei Knollen unter 80 g um den 12.–14. Der folgende Abfall ist wiederum deutlich und wird erst während der Lagerung abgefangen. Auch bei dieser Sorte gibt es Differenzen hinsichtlich der nachfolgenden Behandlung. Die sofortige Ermittlung der Schalenfestigkeit nach der Ernte ergibt niedrige Werte; eine zweitägige Lagerung bei Zimmertemperatur führt zu einer Verfestigung der Schale und selbst eine Lagerung bei 2 °C erhöht die Schalenfestigkeit um ein Geringes bei Knollen unter 80 g. Die fünftägige Lagerungsvariante bei Zimmertemperatur wirkt sich besonders günstig bei großen Knollen aus.

Wenn auch die absoluten Differenzen zwischen dem Maximum und dem Minimum der Festigkeit recht gering sind und wir sie, besonders unter praktischen Erwägungen, keineswegs überbewerten möchten, so geht aus dem Gesamtverlauf hervor, daß die „Schalenfestigkeit“ allein nicht die entscheidende Komponente des Widerstandes sein kann. Wie bereits erwähnt, ist das Periderm zum Zeitpunkt des Maximums der Widerstandsfähigkeit schwächer als zum Zeitpunkt der Ernte.

In der Tabelle 2 sind die Mittelwerte der Schalenfestigkeit für die vier Varianten zwischen dem 11. bis 16. Termin zusammengestellt. Gleichzeitig gibt die Tabelle über die Signifikanz der aufgetretenen Differenzen zwischen den Behandlungsvarianten Auskunft.

Bei der Sorte 'Ora' ergaben sich signifikante Differenzen in der Auswirkung der Behandlung sowohl bei der kleineren als auch der größeren Fraktion. Anders bei der Sorte 'Schwalbe', bei der im wesentlichen nur die kleine Fraktion auf die Behandlungsvarianten ansprach. Den deutlichsten Effekt hatte eine 5tägige Lagerung bei Zimmertemperatur bzw. 3tägige Lagerung bei 2 bis 3 °C zur Folge.

2.3.2. Vergleichende Untersuchungen der Schalenfestigkeit des Sortimentes

In der Abbildung 5 sind die im November 1961/62/63 ermittelten mittleren Werte der Schalenfestigkeit der einzelnen Sorten wiedergegeben. Im oberen Teil der Zeichnung haben wir die Festigkeit in relativen Einheiten, im unteren Teil die Rangfolgen mit den mittleren Rangfolgestreuungen in den Untersuchungsjahren dargestellt. Die Grenzdifferenz für das gesamte Sortenspektrum beträgt $GD_{5\%} = 9,7$. Aus dieser Tatsache geht hervor, daß die Differenzen der Extremformen im Beschädigungswiderstand mit $P < 5\%$ zu sichern sind. Der größte Teil der Sorten, deren Schalenfestigkeit sich um 75 bis 80 relative Einheiten bewegt, unterscheidet sich nicht signifikant. Als weniger schalenfeste Sorte erwies sich 'Pirat', als relativ schalenfest 'Günosa' und 'Ora'.

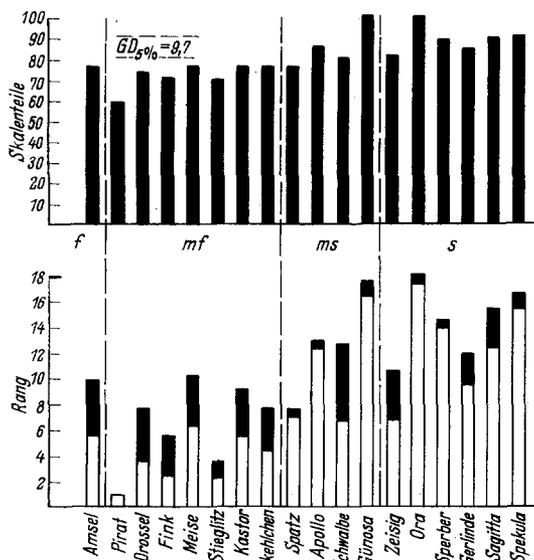


Abb. 5. Sortenmittel der „Schalenfestigkeit“ aus den Versuchsjahren 1961/1962/1963 und Rangfolgen mit mittlerer Rangfolgestreuung (schwarze Abschnitte der unteren Säulen) in den Versuchsjahren. Die Sorten sind nach zunehmender Vegetationslänge geordnet.

In der unteren Hälfte der Abbildungen sind die Rangfolgen während der Versuchsjahre 1961, 1962 und 1963 eingetragen. Dabei zeigt sich, daß die Sorten 'Pirat', gefolgt von 'Fink' und 'Stieglitz' in allen Jahren am empfindlichsten waren. Für den Untersuchungszeitraum war eine höhere Empfindlichkeit der mittelfrühen Sorten gegenüber den mittelspäten und späten erkennbar geworden. Die Konstanz der Rangfolge bei den mittelfrühen Sorten war am geringsten. Mit Ausnahme der Sorten 'Schwalbe' und 'Zeisig' rangieren alle mittelspäten und späten Sorten mit einer relativ hohen Widerstandsfähigkeit günstig. 'Ora' und 'Günosa' nehmen jedes Jahr die letzte Position entsprechend der höchsten Festigkeit ein.

Vergleicht man unsere Ergebnisse mit jenen von LAMPE und ULRICH, so läßt sich eine gute Übereinstimmung feststellen. Darüber hinaus wird der Beweis erbracht, daß mit dieser Methode Extremformen hinsichtlich der „Schalenfestigkeit“ gefunden werden können.

2.3.3. Der Einfluß verschiedener Düngung auf die Schalenfestigkeit

VOLBRACHT und KUHNKE (1956) haben in ihren Untersuchungen Hinweise auf die Beeinflussung der Schalenfestigkeit durch Unterschiede in der Ernährung gefunden. Wir gingen dieser Beobachtung weiter nach, indem wir Knollenmaterial, das aus einem Gefäßversuch stammte, daraufhin untersuchten.

Die eintrieblich gezogenen Kartoffelpflanzen wuchsen in Mitscherlich-Gefäßen, die ein Substrat aus Feinsand, Grobsand und 1 kg trockene Ackererde enthielten. Diesem wurde in Variante 1 0,4 g N als NH_4NO_3 , 0,5 g P_2O_5 als $Ca HPO_4$ und 0,6 g K_2O als K_2SO_4 (2/3) und KCl (1/3) sowie in Variante 2 jeweils die vierfache Menge dessen hinzugefügt. Die Gefäße wurden abends auf eine Wasserkapazitätssättigung des Bodens von 75% — entsprechend einem Bodenwassergehalt von 18 Gewichtsprozenten — gebracht, so daß grundsätzlich einheitliche Versorgungsverhältnisse gewährleistet waren. Nach dem Ernten der voll abgereiften Pflanzen (die gesamte oberirdische Masse war abgestorben) lagerten die Knollen bei

etwa 10 °C bis zur Untersuchung. Die an den Knollen der Sorte 'Schwalbe' erhaltenen Ergebnisse sind in der Abb. 6 dargestellt.

Unter den vorstehend geschilderten Bedingungen wirkte sich eine Steigerung der N-Gaben signifikant auf die „Schalenfestigkeit“ der Knollen aus, obwohl am Periderm selbst keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten gefunden werden konnten. Unerwartet war der völlige Ausfall einer direkten P-Wirkung auf die Schalenfestigkeit. Auch Kalium vermochte keine signifikanten Änderungen hervorzurufen. Selbstverständlich haben sich die unterschiedlichen Nährstoffkonzentrationen auf den Ertrag, die Produktivität, die Vegetationsdauer und verschiedene Qualitätsmerkmale ausgewirkt. Darüber wird jedoch an anderer Stelle berichtet. Ähnlich, aber nicht so eindeutig wie bei der Sorte 'Schwalbe', verhielten sich die Knollen der Sorte 'Ora'. Auch hier machte sich nur eine signifikante N-Wirkung bemerkbar.

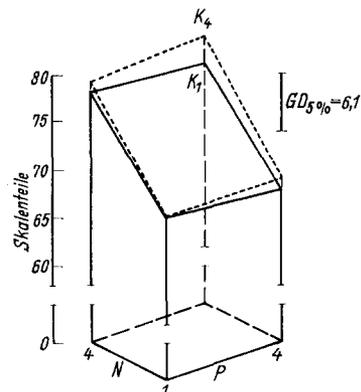


Abb. 6. N-P-K-Wirkung auf die „Schalenfestigkeit“ von Knollen der Sorte 'Schwalbe' bei einer WK von ca. 75%, $GD_{5\%} = 6,1$.

2.3.4. Der Einfluß unterschiedlicher Wasserversorgung im Gefäßversuch auf die Schalenfestigkeit

Neben dem Düngungsversuch wurde in einem ähnlich gelagerten Experiment bei völlig übereinstimmender Boden-Sand-Mischung der Einfluß unterschiedlicher Wasserversorgung auf die Kartoffelpflanze untersucht. Ein Teil der Gefäße wurde bei einer Wasserkapazität von 50% gehalten, ein zweiter bei 75% und der Rest auf Durchlauf gegossen. Die Auswertung hat ergeben, daß die Schalenfestigkeit durch die unterschiedliche Wasserversorgung unseres Bodensubstrates nicht beeinflußt wird. Zu berücksichtigen ist jedoch, daß das Wasserhaltevermögen unserer Bodenmischung relativ gering (etwa 24% der Trockenmasse) und damit der absolute Wassergehalt der auf Durchlauf gegossenen Gefäße nicht übermäßig groß war. Die Durchlüftungsverhältnisse des Bodens waren bei allen Varianten außerordentlich günstig und vielleicht wird die Peridermbildung mehr durch die Luftführung im Boden als durch den absinkenden Wassergehalt begünstigt. Einschränkend muß jedoch vermerkt werden, daß diese Ergebnisse nicht ohne weiteres auf die Bedingungen im Freiland übertragen werden können.

2.4 Ergebnisse der Fleischfestigkeitsmessung an Kartoffelknollen

Wenn auch als Ziel der Untersuchungen ermittelt werden sollte, ob und in welchem Umfang Sortendifferenzen in der Fleischfestigkeit aufzufinden sind, waren vorerst einige versuchsmethodische Fragen zu

klären. Ähnlich wie bei der Untersuchung der Schalenfestigkeit wurde das Verhalten der Einzelknolle, der Knollenbereiche, des Herkunftseinflusses, des Düngungseinflusses und des Zeitpunktes der Messung sowie der der einzelnen Versuchsjahre geprüft.

2.4.1. Einfluß der Sorten, Knollenbereiche, Herkünfte und Jahre auf die Fleischfestigkeit

In der Abb. 7 sind die Mittelwerte der Fleischfestigkeitsmessungen der Sorten aus den 3 Versuchsjahren 1961, 1962 und 1964 für Orte und Knollenbereiche grafisch dargestellt. Unter Berücksichtigung der in der Legende zu Abb. 7 angegebenen Grenzdifferenzen unterscheiden sich einige der hier untersuchten Sorten

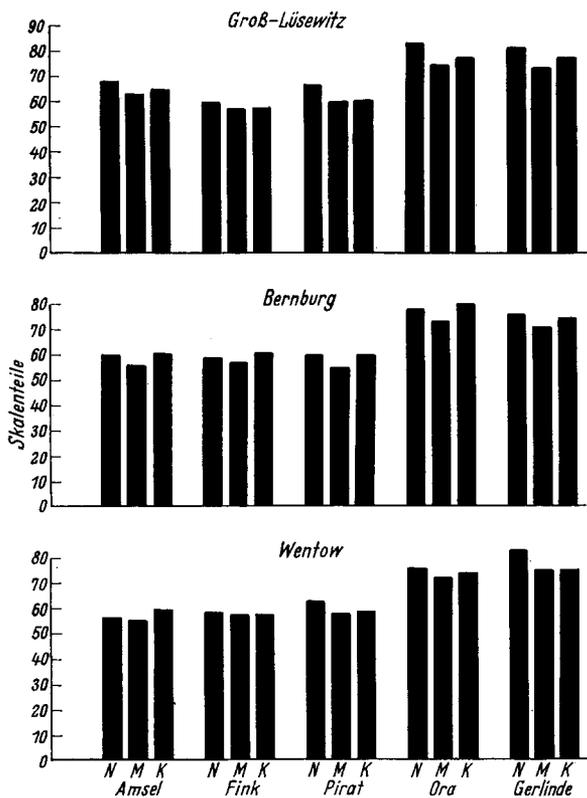


Abb. 7. „Fleischfestigkeit“ am Nabelende (N), in der Mitte (M) und am Kronenende (K) von Knollen der Sorten 'Amsel', 'Fink', 'Pirat', 'Ora' und 'Gerlinde' von 3 Herkünften (Groß-Lüsewitz, Bernburg-Zepzig und Wentow).

Mittelwerte Sorten		Mittelwerte Knollenbereiche	
Amsel	60	Nabel	68
Fink	58	Mitte	64
Pirat	60	Krone	67
Ora	76		
Gerlinde	76		

GD_{5%} = 2,2 GD_{5%} = 3;

in ihrer Fleischfestigkeit signifikant. An Hand der Mittelwerte der Knollenbereiche läßt sich zeigen, daß das Knollenfleisch am Nabelende in der Regel die höchste Festigkeit aufweist, während die Mitte die geringste Festigkeit besitzt. Am Kronenende steigt die Festigkeit wieder an und kann mitunter sogar die des Nabelendes übertreffen. Für den Einfluß des Ortes konnte keine signifikante unterschiedliche Wirkung nachgewiesen werden, d. h. die Sorten und Knollenbereiche reagieren gleichsinnig. Auch der hier nicht näher ausgewiesene Jahreseinfluß blieb unterhalb der Signifikanzschwelle, vorausgesetzt, daß die Lagerungsbedingungen gleich waren und die Zeitpunkte der Messung übereinstimmten. Bei fortgeschrittener Lagerung, wenn die Knollen an Wasser verlieren und stärker zu welken beginnen, sinken die Meßwerte meistens etwas ab.

Die Knollen des im Abschnitt 2.3.3. geschilderten Gefäßversuches wurden auch auf ihre Fleischfestigkeit geprüft. Es konnte kein Einfluß unterschiedlich hoher N-, P- und K-Düngung festgestellt werden, wohl aber ließen sich auch im Gefäßversuch die Sortenunterschiede reproduzieren ('Schwalbe': $\bar{x} = 65$, 'Ora': $\bar{x} = 76$, $P = 0,1\%$). Auch bei unterschiedlicher Wasserversorgung der Kartoffeln im Gefäßversuch (vgl. Abschnitt 2.3.4.) ergaben sich keine Unterschiede in der Fleischfestigkeit.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen kann festgestellt werden, daß bei Sortenvergleichen der Herkunft und dem Jahreseinfluß keine besondere Beachtung geschenkt zu werden braucht. Knollenbereiche und Zeitpunkt der Messung müssen jedoch unmittelbar vergleichbar sein.

2.4.2. Sortenunterschiede der Fleischfestigkeit

Faßt man unabhängig von den 3 Bereichen die Fleischfestigkeitswerte einer Herkunft (Groß-Lüsewitz) nach Sorten zusammen, so ergibt sich für den Untersuchungszeitraum folgendes Bild (Abb. 8).

Bei einer Grenzdifferenz von $P_{5\%} = 8$ unterscheiden sich eine Reihe von Sorten signifikant, z. B. die rel. weichfleischigen Sorten 'Pirat', 'Fink', 'Spatz' und 'Zeisig' gegenüber den festfleischigen 'Apollo', 'Ora', 'Sperber' und 'Gerlinde'. Wenn bei dem vorliegenden Untersuchungsmaterial auch der Anschein erweckt werden könnte, daß z. B. die spätreifen Sorten etwas festfleischiger und die frühen bzw. mittelfrühen dagegen weichfleischiger wären, so können wir dies durch Untersuchungen an älteren Sorten widerlegen. Die frühere Sorte 'Sieglinde' war 1961 und 1962 ebenso festfleischig wie z. B. 'Sperber'. Auch in der mittelfrühen Reifegruppe ließen sich Sorten mit hoher Fleischfestigkeit finden.

In der unteren Hälfte der Abb. 8 sind die mittleren Rangfolgegestreuungen eingetragen.

Eine Umrechnung der Meßwerte in Absolutwerte ergibt z. B. für die Sorte 'Fink' eine Druckbelastung von 6,6 kp/cm², für die Sorte 'Gerlinde' eine solche von 8,7 kp/cm². Dies entspricht einer Differenz von etwa 30% und beweist, daß im Sortiment sehr unterschiedliche Typen vorhanden sind.

Die Frage nach den Ursachen der unterschiedlichen Fleischfestigkeit ist vorläufig nicht stichhaltig zu beantworten. Die öfters aufgetauchte Vermutung, daß der Trockenmassegehalt entscheidend an der Fleischfestigkeit beteiligt ist, kann von uns nur zum Teil

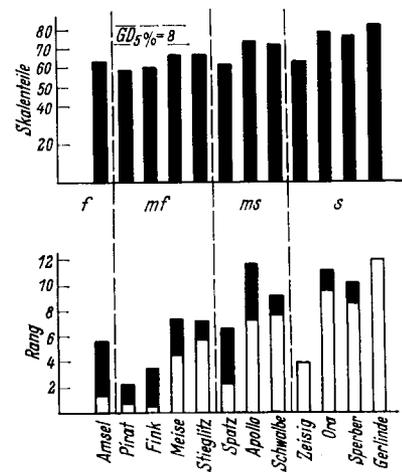


Abb. 8. Sortenmittel der „Fleischfestigkeit“ in den Untersuchungsjahren 1961 und 1962 und Rangfolgen mit der mittleren Rangfolgegestreuung (schwarzer Abschnitt der unteren Säulen) in den Versuchsjahren.

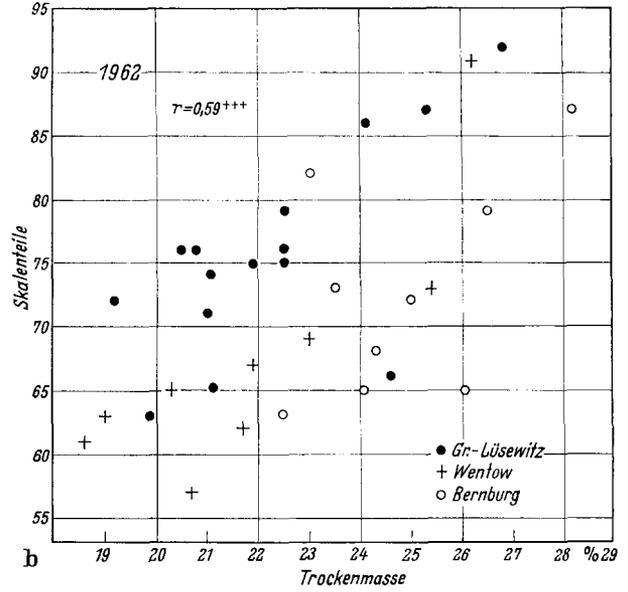
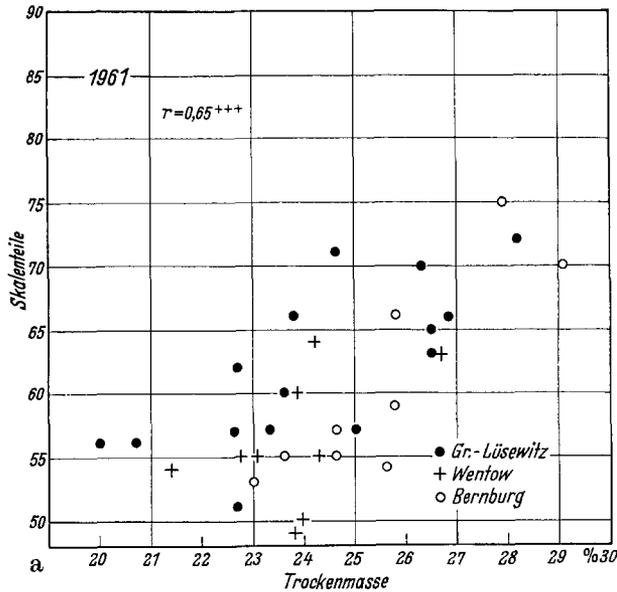


Abb. 9a, b. Korrelationsdiagramme der Fleischfestigkeit und des Trockenmassengehaltes von Kartoffelknollen in den Jahren 1961 (a) und 1962 (b) der Herkunft Groß-Lüsewitz, Wentow und Bernburg.

bestätigt werden. Abb. 9 a und b zeigt die Korrelationsdiagramme zwischen Fleischfestigkeit und Trockenmassengehalt für die Jahre 1961 und 1962 und die Versuchsorte Groß-Lüsewitz, Wentow und Bernburg-Zepzig. Demnach ist die unterschiedliche Fleischfestigkeit nur zu 40% durch den Trockenmassengehalt erklärbar.

Inwiefern sich die Zellwandstruktur, die Elastizität und Turgeszenz auf die Konsistenz des Knollenfleisches auswirken, konnte im Rahmen dieser Untersuchungen nicht geklärt werden.

2.5. Vergleich der „Schalenfestigkeit“ und „Fleischfestigkeit“

Ein Vergleich der Ergebnisse beider Untersuchungsmethoden ergibt, wie aus dem folgenden Korrelationsdiagramm hervorgeht, einen signifikanten Zusammenhang beider Größen (Abb. 10).

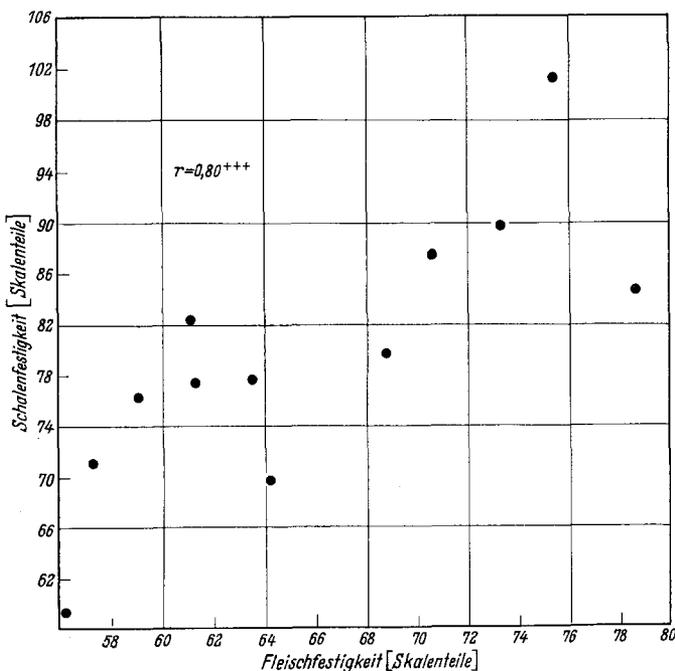


Abb. 10. Korrelationsdiagramm der „Schalen- und Fleischfestigkeit“.

Leider muß eine Einschränkung insofern gemacht werden, als in der Meßgröße „Schalenfestigkeit“ — bedingt durch die Methode — auch teilweise die „Fleischfestigkeit“ enthalten ist. Es ergibt sich demnach schon daraus eine gewisse Korrelation beider Faktoren.

Betrachtet man andererseits die Abb. 11, so lassen sich neben den meisten in beiden Faktoren gut übereinstimmenden Sorten auch solche finden, deren Rangfolge in den einzelnen Jahren stark streut (‘Amsel’, ‘Fink’, ‘Meise’). Bei anderen unterscheiden sich die Ränge für die Schalen- bzw. Fleischfestigkeit merklich (‘Stieglitz’, ‘Gerlinde’, ‘Zeisig’).

3. Diskussion

Es konnte gezeigt werden, daß in der „Schalen“- und „Fleischfestigkeit“ signifikante Sortenunterschiede bestehen. Die genetisch bedingte „Schalenfestigkeit“ kann durch Umwelteinflüsse, wie Ernährung, Lage der Knollen im Damm, Reifezustand usw., merklich modifiziert werden. Die „Fleischfestigkeit“ hingegen ist von äußeren Faktoren unabhängiger als die „Schalenfestigkeit“. Es bleibt zu prüfen, wie die hier gewonnenen Ergebnisse mit den beim Ernte-prozeß beobachteten Beschädigungen übereinstimmen. Dazu standen uns neben den von ULRICH (1962)

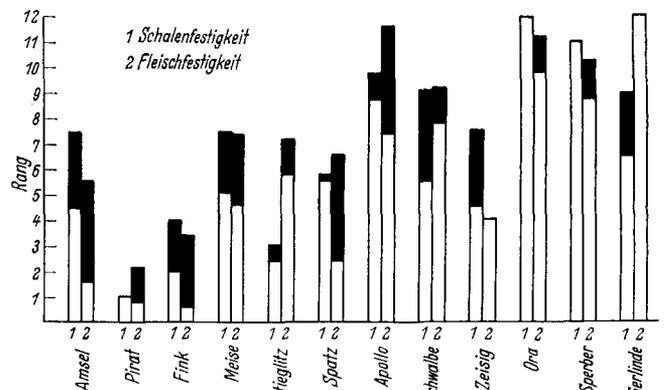


Abb. 11. Rangfolgen und mittlere Rangfolgestreuungen (schwarze Abschnitte der Säulen) in den Versuchsjahren 1961/62 für die „Schalenfestigkeit“ und „Fleischfestigkeit“.

mitgeteilten Ermittlungen jene von GALL u. a. (1963, 1964, 1965) zur Verfügung.

Ein Vergleich ergab, daß eine Übereinstimmung unserer Ergebnisse mit dem tatsächlichen Beschädigungsgrad bei der maschinellen Ernte nur bedingt gegeben war. Während wir z. B. die Sorte 'Ora' als rel. widerstandsfähig einstufen konnten, wurde sie sowohl von ULRICH als auch von GALL u. a. als Sorte mit hoher Beschädigungsrate eingestuft. Ausgedrückt in Wertzahlen haben beide Autoren bei frühreifen Sorten weitaus geringere Beschädigungen gefunden als bei spätreifen. Aber selbst innerhalb der Reifegruppen weichen die Beschädigungsbonituren und die sich daraus ergebenden Rangfolgen von unseren Beobachtungen etwas ab. Die von uns ermittelte Druckspannung kann also nicht ohne weiteres zur Beurteilung der Beschädigungsempfindlichkeit der Sorten herangezogen werden. Die Ursache der Beschädigungen in der Praxis sind ja weniger Druckbelastungen, sondern vorwiegend Stoßbelastungen, hervorgerufen durch freien Fall der Knollen oder durch Stöße an den einzelnen Maschinenelementen. Entscheidend für die Größe des Stoßes ist die Masse und die Geschwindigkeit der Knolle. Die größere Knolle besitzt bei gleicher Fallhöhe eine höhere kinetische Energie, sie erfährt einen kräftigeren Stoß. Bei sich bewegendem Maschinenteilen besitzen die Knollen außerdem eine unterschiedliche Geschwindigkeit, abgesehen davon, daß mit zunehmender Fallhöhe die Geschwindigkeit zunimmt. Die auftretenden Stöße werden also sehr unterschiedlich sein. ULRICH hat die Problematik der Knollenbeschädigungen bei der Vollernte ausführlich dargelegt und fand u. a. bei großfallenden Sorten in den derzeitigen Erntegeräten (Sammelroder E 675) einen höheren Anteil schwerer Beschädigungen (tiefer als 5 mm) als bei kleinfallenden. Nach Tabelle 2 und Abb. 3 besitzen aber größere Knollen (> 80 g) eine höhere „Schalenfestigkeit“ als kleinere (< 80 g). Es ist demnach anzunehmen, daß die Differenzen der auftretenden Stöße größer sind als die „Schalen- und Fleischfestigkeitsdifferenzen“.

Schon GÖHLICH und MOHSEIN haben bei ihren Untersuchungen an Äpfeln die Frage aufgeworfen, ob durch Druckbelastungsteste auf die Beschädigungsempfindlichkeit gegen Stoß geschlossen werden kann. Nur wenn ein Zusammenhang der mit beiden Vorgängen verbundenen Energiewerte bei gleicher Verformung (Grad der Zellzerstörung) vorhanden ist, kann die Druckspannung zur Beurteilung der Beschädigungsempfindlichkeit herangezogen werden. Diese Frage kann im Rahmen unserer Untersuchungen nicht beantwortet werden.

Bedenkt man weiterhin, daß zahlreiche Faktoren wie Ausreifungsgrad der Knollen, die Knollenform, die Bodenfeuchte und die Witterungsbedingungen die Beschädigungsrate beeinflussen, so wird die mangelnde Übereinstimmung zwischen unseren Ergebnissen und den bei der Ernte ermittelten Beschädigungen verständlich. Schließlich ist zu berücksichtigen, daß die Einstufung der Knollenbeschädigungen subjektiv erfolgte.

Während die äußeren Verletzungen der Knollen relativ leicht und präzise bestimmt werden können, wird dies bei den häufig vorkommenden Quetschungen ohne äußerlich sichtbare Zellverletzungen wesent-

lich schwieriger. Ihre Bedeutung darf jedoch, besonders bei zu überlagerndem Pflanzgut, keinesfalls unterschätzt werden. Im Gegenteil, sie erheischen nach unseren Beobachtungen bei Speise- und Pflanzkartoffeln besondere Beachtung. Es zeigt sich nämlich immer häufiger, daß sowohl die Speisequalität als auch die Keimkraft von Knollen mit Druckstellen stark beeinträchtigt werden. Für Hinweise in dieser Richtung sind wir den Herren Dr. VOGEL, Groß-Lüsewitz, Dr. HEROLD, Dipl.-Landw. LANGE und Dipl.-Landw. REHFELD zu großem Dank verpflichtet. Äußerlich kaum wahrnehmbar, zeigen solche Knollen im Frühjahr nach dem Zerschneiden dunkle bis tief-schwarze Verfärbungen der gequetschten Rindbereiche. Die Verfärbung setzt sich oftmals durch das Kambium bis ins Mark fort und vermindert dadurch die Speisequalität. Nicht selten macht sich an Pflanzkartoffeln bei gleichem Schadbild eine stark reduzierte Keimkraft, gepaart mit einer erhöhten Neigung zur Fäulnis, bemerkbar. Je stärker die Wasserverluste der Knollen im Winter waren und je größer die Schütthöhe war, desto unangenehmer wirken sich Druckstellen aus. Zweifelsohne werden sich auf züchterischem Wege Verbesserungen hinsichtlich der Beschädigungsempfindlichkeit erzielen lassen. Dafür spricht die Tatsache, daß sich im Sortiment sowohl hinsichtlich der „Schalenfestigkeit“ als auch der „Fleischfestigkeit“ sehr unterschiedliche Typen befinden. Auch die stark differierenden Unterschiede in der Beschädigungsempfindlichkeit der einzelnen Sorten beim Ernte- und Aufbereitungsvorgang lassen die Möglichkeit einer weiteren Verbesserung dieser Eigenschaft auf züchterischem Wege offen.

Die Frage nach einem geeigneten Selektionsverfahren für eine hohe Beschädigungsempfindlichkeit bleibt jedoch auch nach unseren Untersuchungen weiterhin ungeklärt. Die mangelhafte Übereinstimmung von „Schalen“- und „Fleischfestigkeit“ mit der tatsächlichen Beschädigungsrate durch die Maschinenaggregate läßt beide von uns angewendeten Untersuchungsverfahren für die Selektion auf geringe Beschädigungsempfindlichkeit als ungeeignet erscheinen.

Vordringlicher als züchterische Maßnahmen sind Veränderungen an den Ernte- und Sortiergeräten. Neben der schon oftmals geforderten Senkung der Fallhöhen und der Beseitigung von Ecken und Kanten auf dem Aufbereitungsweg der Knollen sollte mehr Gebrauch von stoßschluckendem Material gemacht werden. Überall wo Kartoffeln bewegt werden, müßte es zu einem unelastischen Stoß zwischen Knolle und ihrer Umgebung kommen. Bei dem derzeit verwendeten Material wird die Energie des Stoßes fast ausschließlich auf die Knolle übertragen und führt zu ihrer Deformation. Wie stark sich eine Pufferung auswirkt, zeigen u. a. Beobachtungen an Maschinenteilen, die bei feuchten Erntebedingungen mit einem Erdbolster überzogen sind. Die Kartoffeln erfahren dann wesentlich weniger Beschädigungen, da ein Teil der kinetischen Energie vom Erdbolster aufgenommen wird.

Zusammenfassung

Begründet durch die oftmals hohen Knollenbeschädigungen bei der maschinellen Ernte und Auf-

bereitung von Kartoffeln und durch die steigenden Qualitätsanforderungen besonders bei Speise- und Pflanzkartoffeln wurden Messungen der „Schalen-“ und „Fleischfestigkeit“ an Kartoffelknollen vorgenommen.

Es wurde die „Schalenfestigkeit“ von Knollen der Sorten 'Schwalbe' und 'Ora' während des Wachstums und der Lagerung bestimmt. Während des Wachstums erfolgten nach der Probenahme die Messungen einmal sofort, zum anderen nach einer Zwischenlagerung von 2 und 5 Tagen bei Zimmertemperatur und von 3 Tagen bei 2 bis 3 °C. Die „Schalenfestigkeit“ erreicht ihr Maximum schon während der Knollenbildung, zum Zeitpunkt der normalen Ernte strebt sie einem Minimum zu.

Zwischen den einzelnen untersuchten 18 Sorten bestehen Unterschiede in der „Schalenfestigkeit“, die Extremwerte sind statistisch zu sichern.

Bei der Sorte 'Schwalbe' konnte in einem Gefäßversuch ein gesicherter Einfluß der N-Düngung auf die „Schalenfestigkeit“ ermittelt werden. Mit steigender N-Düngung stieg die Festigkeit der Schale, unterschiedliche P- und K-Düngung war ohne Einfluß.

Ein Gefäßversuch mit unterschiedlicher Wasserversorgung des verwendeten Boden-Sandgemisches (50, 75 und 100% der Wasserkapazität) erbrachte keinen Einfluß auf die „Schalenfestigkeit“.

Die Fleischfestigkeitsmessungen ergaben zum Teil statistisch gesicherte Sortenunterschiede. Die Herkunfts- und Jahresunterschiede ließen sich nicht sichern. Das Gewebe des Nabelendes der Knolle ist in der Regel fester als das der anderen Knollenbereiche. Die Mitte der Knolle besitzt gewöhnlich die geringste Festigkeit. Unterschiedliche Wasserversorgung und unterschiedliche N-, P- und K-Düngung ergaben keine Unterschiede.

Zwischen der „Schalen-“ und „Fleischfestigkeit“ ließ sich eine Beziehung feststellen, die durch den Korrelationskoeffizienten $r = 0,80$ charakterisiert ist.

Zwischen den ermittelten „Schalen-“ und „Fleischfestigkeiten“ und in der Praxis festgestellten Knollenbeschädigungen bei der Ernte mit dem Sammelroder ließ sich keine Beziehung herstellen. Druckspannungsmessungen an der Schale und dem Fleisch der Knolle können deshalb nicht ohne weiteres als Selektionsmethode für die Züchtung auf erhöhte Beschädigungsunempfindlichkeit verwendet werden.

Literatur

1. BRAUN, H.: Die Wundkorkbildung der Kartoffelknolle. *Kartoffelbau* 2, 205–207 (1951). — 2. BREKKE, J. E., und M. M. SANDOMIRE: Eine einfache objektive Methode zur Bestimmung der Festigkeit von eingelegten Kirschen. *Food Technol.* 15, 335–338 (1961). — 3. DANERT, S.: Morphologie und Anatomie. In: SCHICK-KLINKOWSKI, Die Kartoffel — ein Handbuch, Bd. 1, 19–49. Berlin: VEB Dtsch. Landwirtsch. Verlag 1961. — 4. EISENHUTH, F.: Qualitätsermittlungen von Erdbeersorten und ihre Ertragsleistung auf schwerem Boden am Rande des Harzer Regenschattengebietes. *Archiv f. Gartenbau* 5, 467–503 (1957). — 5. GALL, H., und A. BERGSCHICKER: Kartoffelsorten für den spezialisierten Anbau unter Berücksichtigung der mechanisierten Ernte. *Deutsche Agrartechnik* 13, 322–323 (1963). — 6. GALL, H., H. GRIESS, R. GÜLDNER und J. VOGEL: Standortgerechte Sortenwahl bei Kartoffeln unter Berücksichtigung industriemäßiger Produktionsmethoden. *Wiss. techn. Fortschr.* 5, 507–527 (1964). — 7. GALL, H., H. GRIESS, W. NEYE und J. VOGEL: Züchtungsfortschritt bei Kartoffeln in der DDR. *Der Züchter* 35, 186–197 (1965). — 8. GÖHLICH, H., und N. MOHSENIN: Unter-

suchungen über mechanische Eigenschaften von Obst unter Berücksichtigung einer maschinellen Ernte. *Landtechn. Forsch.* 12, 103–107 (1962). — 9. GUTSCHMIDT, J.: Ein Beitrag zur Bestimmung des Reifegrades grüner Erbsen mit Hilfe des Texturimeters. I., II., III. *Zur Methodik der Bestimmung des Reife- und Gütegrades bei Erbsen.* *Ind. Obst- und Gemüsewirtschaft* 38, 389 (1953a), II, 38, 405 (1953b), III, 39, 242 (1954). — 10. HANDSCHACK, W.: Über die Beziehungen zwischen der Fruchtfleischfestigkeit und dem alkoholunlöslichen sowie dem Zellulosegehalt bei Erdbeeren. *Archiv Gartenbau* 10, 562–569 (1962). — 11. HESEN, I. C., and E. KROESBERGER: Mechanical damage to potatoes I. *Europ. Pot. J.* 3, 30–46 (1960a). — 12. HESEN, I. C.: Mechanical damage to potatoes II. *Europ. Pot. J.* 3, 209–228 (1960b). — 13. KRUMBHOLZ, G., u. N. WOŁODKEWITSCH: Festigkeitsmessungen an Früchten und ihre Anwendungsmöglichkeiten. II. Mitt.: Die Bestimmung der Schalenfestigkeit. *Z. Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung* 88, 606 bis 615 (1948). — 14. LAMPE, K.: Entwicklung und Erprobung einer Methode zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen Beschädigungen. *Diss. Bonn* 1959a. — 15. LAMPE, K.: Über die Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen Beschädigungen vor und während der Ernte. *Landbauforsch.* 9, 38–42 (1959b). — 16. LAMPE, K.: Die Widerstandsfähigkeit von Kartoffelknollen gegen Beschädigungen. *Europ. Pot. J.* 3, 13–29 (1960). — 17. LANGE, H., und G. ROSENSTOCK: Physiologisch-anatomische Studien zum Problem der Wundheilung. II. Kausalanalytische Untersuchungen zur Theorie des Wundreizes. *Beitr. Biol. d. Pflanzen* 39, 383–434 (1963). — 18. LANGE, H., und G. ROSENSTOCK: Kausalanalytische Untersuchungen zum Alterungsvorgang bei der Wundkompensation von Speicherorganen unter besonderer Berücksichtigung des Nährstofffaktors. *Phytopathol. Z.* 52, 188–201 (1965). — 19. LETZIG, E., und E. KÖNIG: Über ein neues handliches Prüfgerät zur Messung von Fruchtfleischfestigkeit und seine vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten. *Nahrung* 4, 933–951 (1960). — 20. LETZIG, E., und W. HANDSCHACK: Die Veränderungen von Fruchtfleischfestigkeit und Inhaltsstoffen von sechs Erdbeersorten während der Reife. *Arch. Gartenbau* 10, 419–433 (1962). — 21. LÖÖW, H.: Beurteilung von Beschädigungen an Kartoffelknollen. Kann man nur eine Größenfraktion beurteilen und dadurch die Beurteilung vereinfachen? *Europ. Pot. J.* 3, 283–295 (1960). — 22. MEINL, G.: Ein Beitrag zur Atmung von Kartoffelknollen. *Flora* 150, 493–500 (1961). — 23. MOLL, A.: Der Zuckergehalt von Kartoffelknollen in Abhängigkeit von der Sorte und von Umwelteinflüssen im Hinblick auf eine Veredelung der Knollen. *Diss. Rostock* 1965. — 24. NICOLAISEN, N.: Das Texturimeter als Hilfsmittel zur Vorbestimmung und Feststellung der Pflückreife grüner Gemüserbsen. *Ind. Obst- und Gemüseverwertung* 43, 242–250 (1958). — 25. ROSENSTOCK, G.: Physiologische und anatomische Studien zum Problem der Wundheilung. I. Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen dem Wassergehalt verletzten Kartoffelparenchymen und dessen Vernarbungsreaktionen nebst Bemerkungen zur Theorie des Wundreizes. *Beitr. Biol. d. Pflanzen* 38, 275–319 (1963). — 26. SCHMIDT, J.: Zum Problem der sortenbedingten Festigkeit des Fruchtfleisches von Äpfeln. *Gartenbauwissenschaft* 27 (9), 303–338 (1962). — 27. SCHNEIDER, A.: Über das Garkochen von Trockenspeiseerbsen und dessen exakte Bestimmung mit Hilfe eines modifizierten Texturimeters. *Züchter* 25, 181 bis 185 (1955a). — 28. SCHNEIDER, A.: Über den Reifeablauf von Gemüserbsen und die Bestimmung des optischen Pflücktermins mit Hilfe des Texturimeters. *Züchter* 25, 302–309 (1955b). — 29. ULRICH, G.: Die Eignung der Kartoffelsorten der Deutschen Demokratischen Republik für einen vollmechanisierten Anbau und Schlußfolgerungen für die Kartoffelzüchtung. *Habilitationschrift* Berlin 1962. — 30. VOLBRACHT, O.: Über mechanische Beschädigungen an Kartoffeln. *Diss. Bonn* 1952. — 31. VOLBRACHT, O., und V. KUHNKE: Mechanische Beschädigungen an Kartoffeln. *Kartoffelbau* 7, 74–77 u. 95–98 (1956). — 32. WERNER, H. O.: The cause and prevention of mechanical injury to potatoes. *Univ. Nebraska Bull.* 260 (1931). — 33. WITZ, R. L.: Measuring resistance of potatoes to bruising. *Agric. Eng.* 35, 241 bis 244 (1954).