

und Kurztagsbehandlung und von verschiedenen Spektralbereichen auf die Blühauslösung folgendes ausgesagt werden:

1. Bei der Zuckerrübe fördert Langtagsbehandlung die Blütenbildung, während Kurztagsbehandlung hemmend wirkt.

2. Verschiedene Spektralfarben bedingen im Langtag eine ganz unterschiedliche Schosserbildung, der lang- und kurzwellige Teil des Spektrums ruft eine positive Reaktion hervor, der mittelwellige (grüne) Teil eine negative.

3. Der günstigste photoperiodische Effekt konnte bei täglich zostündiger Bestrahlung mit der Leuchtstoffröhrentype HN orange 120 erzielt werden.

4. Nach Kurztagsbehandlung (10-Stunden-Tag) waren keine unterschiedlichen Wirkungen einzelner Spektralbereiche zu erkennen. Sämtliche verwendeten Farben unterdrückten die Blütenbildung in gleichem Maße.

#### Literatur

1. ADLER-EISGRUB, R.: Das Wesen der Kurz- und Langtagspflanzen. Der Forschungsdienst 9, 332—367 (1940). — 2. BÜNNING, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. Berlin 1948. — 3. BÜNNING, E.:

Die Physiologie des Wachstums und der Bewegungen. Berlin 1939. — 4. ERDMANN, K.: Verfahren zur Erzielung von Samenträgern der *Beta*-Rübe im ersten Vegetationsjahr mit Hilfe von Kältebehandlung. Der Züchter 21, 110—115 (1951). — 5. HEINISCH, O.: Über Jarowisation von Zucker- und Futterrüben. Die deutsche Landwirtschaft 2, 458 (1951). — 6. MELCHERS, G. u. A. LANG: Die Physiologie der Blütenbildung. Biologisches Zentralblatt 67, 105—174 (1948). — 7. MURNEEK, A. E. and R. O. WHYTE: Vernalization and Photoperiodism. Waltham 1948. — 8. OWEN, F. V. u. a.: Photothermal Induction of Flowering in SugarBeets. Journ. Agr. Res. 61, 101—124 (1940). — 9. SINJAGIN, I. I. u. N. P. MOROZOVA: Das Lichtstadium bei der Zuckerrübe. Die Agrobiologie, Nr. 3, 128—138 (1953). — 10. ULLRICH, H.: Zur Frage der Entwicklung der Pflanzen bei ausschließlich künstlicher Beleuchtung I u. II. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 59 u. 60, 195—232, 152—178 (1941) u. (1942). — 11. Voss, I.: Über den Einfluß verschiedener Licht- und Strahlenarten auf die Entwicklung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Angewandte Botanik 18, 43—75 (1936). — 12. WASSINK, E. C. and I. A. I. STOLWIJK: Effects of Light of Narrow Spectral Regions on Growth and Development of Plants I u. II. Referiert in den Berichten über die wissenschaftliche Biologie 83, 66—67 (1953). — 13. WITHROW, R. B. and J. P. BIEBEL: Photoperiodic Response of Certain Long and Short Day Plants to Filtered Radiation Applied as a Supplement to Daylight. Plant Physiology 11, 807—819 (1936). — 14. ZSCHAECK: pers. Mitteilung.

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften)

## Über das Garkochen von Trockenspeiseerbsen und dessen exakte Bestimmung mit Hilfe eines modifizierten Texturemeters\*

Von ALFRED SCHNEIDER

Mit 2 Textabbildungen

Für die Beurteilung der Qualität von Trockenspeiseerbsen werden neben dem Geschmack, dem Nährwert und der Verdaulichkeit vor allem die Kocheigenschaften herangezogen. Als Maß für die Kochqualität wird dabei die Zeit betrachtet, welche zum Erreichen des für Genußzwecke erforderlichen Erweichungsgrades notwendig ist. Dieser Zustand soll in möglichst kurzer Zeit und von allen Samen der Probe möglichst gleichzeitig erreicht werden.

Da die Beurteilung der Kochqualität sowohl für den Züchter als auch für die Sortenbewertung von großer praktischer Bedeutung ist, so hat es in der Vergangenheit nicht an Versuchen gefehlt, Methoden für die exakte Bestimmung dieser sortentypischen Eigenschaft zu entwickeln. Neben dem in Zuchtbetrieben zum Teil noch heute üblichen Verfahren, bei welchem der nach gestaffelten Kochzeiten erreichte Erweichungsgrad subjektiv durch Zerdrücken der Erbsen festgestellt wird, ist vor allem die von FEDOTOV ausgearbeitete Methode zu nennen. FEDOTOV brachte jeweils 10 ungequollene Samen auf besonderen Drahtbügeln in wassergefüllte Reagenzgläser, welche in ein siedendes Wasserbad tauchten. Der nach verschiedenen Kochzeiten erreichte Erweichungsgrad der einzelnen Samen wurde mit Hilfe eines besonders konstruierten Dynamometers gemessen. Die Messung der zum Zerdrücken erforderlichen Kraft wurde nach dem Abkühlen der Samen auf Zimmertemperatur vorgenom-

men. Es zeigten sich dabei so erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Samen, daß zur Erzielung einer Genauigkeit von 4% mindestens 40 Einzelbestimmungen vorgenommen werden mußten. In vielen Fällen wäre eine noch weit höhere Anzahl von Einzelbestimmungen notwendig, wenn man nicht — wie es FEDOTOV unternahm — andere Faktoren, zum Beispiel das Zahlenverhältnis der Anzahl Samen mit geplatzer Testa zu solchen mit nicht geplatzer Samenschale, zur Aufstellung von Bewertungsquotienten heranziehen will.

Bei unseren ersten Untersuchungen stießen wir auf ähnliche Schwierigkeiten. Wir versuchten mit einem in seiner Länge variablen ungleichseitigen und durch Anhängengewichte belastbaren Hebel die Kraft zu bestimmen, welche zum Zerdrücken einzelner und verschiedener lange gekochter Erbsen erforderlich ist. Auch dabei zeigten sich so große Unterschiede zwischen den Samen der gleichen Sorte, daß sehr viele Einzelbestimmungen notwendig gewesen wären, um einen die Sorte charakterisierenden Durchschnittswert zu erhalten. Da wir die Bestimmungen außerdem nicht an abgekühlten Erbsen durchführen wollten, was aus kolloidchemischen Gründen falsch und für die Praxis nicht interessierende Werte liefern kann, ergaben sich weitere technische Schwierigkeiten in bezug auf die zeitliche Staffelung des Kochens. Mit unserem Gerät dauerte der einzelne Meßvorgang etwa 30 bis 40 Sekunden, so daß also in Abständen von einer Minute einzelne Samen in getrennten Behältern hätten zum

\* Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 23.

Kochen angesetzt werden müssen. Wir haben aus diesen Gründen einen anderen Weg beschritten, über den im folgenden berichtet werden soll.

Wir suchten nach einem Verfahren, welches gestattet, mit jeweils nur einer Messung und Verwendung von Durchschnittsproben zu reproduzierbaren Werten zu kommen. Dabei sollte gleichzeitig sowohl die Festigkeit der Testa als auch die der Kotyledonen bestimmt werden, ohne daß einzelne bereits während des Kochens geplatzt und daher im Dynamometer-Wert völlig abweichende Samen das Meßergebnis allzusehr beeinflussen. Außerdem sollte der Einfluß der unter-

ähnliches Gerät hergestellt, dessen Konstruktion an Hand der beigegebenen Skizze beschrieben werden soll (vgl. Abb. 1).

Es besteht aus dem Druckfedermeßanzeiger (a), dem Meßbecher (b) mit der dazugehörigen Stempelplatte (c) und dem Antrieb (d). Im Druckfederanzeiger wurde eine Stahldruckfeder ( $a_1$ ) verwendet, welche für Drücke zwischen 0 und 100 kg möglichst gleichmäßige Ausschläge gibt. Die von uns benutzte Feder (Ventilfeder aus einem Verbrennungsmotor, 5 Windungen aus 5 mm starkem Stahldraht, Gesamthöhe der Feder 42 mm) ergab bei einer Belastung von 100 kg einen Ausschlag von 15 mm. Der Federsitz ( $a_2$ ) ist an einen Rundstab ( $a_3$ ) montiert, dessen obere Kugelspitze über ein Hebelsystem mit einem Meßzeiger in Verbindung steht. Die Skala ist in kg geeicht. Zur Registrierung des während des Meßvorganges auftretenden Maximaldruckes wurde außerdem ein Schleppeizer angebracht. Der zylindrische eiserne Meßbecher (b) hat bei einer Höhe von 41 mm einen Durchmesser von 54 mm, sein Inhalt beträgt demnach etwa 94 ml. Er wird durch einen mit zwei Führungsstiften ( $b_1$ ) justierten Deckel ( $b_2$ ) abgeschlossen, welcher seitlich zwei waagerechte flügelartige Ansätze ( $b_3$ ) trägt. Diese Ansätze laufen beim Einsetzen des geschlossenen Bechers in zwei entsprechenden Führungswinkeln ( $d_1$ ) des Spindeltisches und gewährleisten dadurch eine genaue Arretierung des Bechers auf dem Spindeltisch und gleichzeitig seinen sicheren Verschuß. Außer den beiden Bohrungen für die Führungsstifte besitzt der Deckel weitere 25 Bohrungen, welche in systematischer Anordnung über die gesamte Fläche des Deckels verteilt sind. In die Stempelplatte (c), welche mit drei Schrauben ( $c_1$ ) an dem oben erwähnten Rundstab befestigt wird, sind 25 Silberstahlstifte ( $c_2$ ) von 5 mm Durchmesser und 45 mm Länge derart eingelassen, daß sie genau in die entsprechenden Bohrungen des Deckels passen. Die Stempelplatte besitzt außerdem eine seitlich angebrachte Skala ( $c_3$ ), an welcher die Eintauchtiefe der Stempel in das Meßgefäß verfolgt und abgelesen werden kann. Der Antrieb erfolgt durch eine Spindel ( $d_2$ ), welche mit einer Handkurbel betätigt wird. Mit dieser Spindel wird bei unserem Gerät der mit Erbsen gefüllte Meßbecher gegen die Stempelplatte bewegt, während beim amerikanischen Modell der Becher feststeht und das Meßwerk transportiert wird. Der Spindeltisch ( $d_3$ ) läuft in zwei seitlich angebrachten Schwalbenschwanzführungen ( $d_4$ ), die eine exakte Parallelverschiebung des Tisches gewährleisten. Der Tisch trägt außer einem rückwärtigen (auf der Abbildung nicht sichtbaren) Anschlag für das Bodenstück des Meßbechers noch zwei starke Metallwinkel ( $d_1$ ), unter welche die oben erwähnten flügelartigen Ansätze des Becherdeckels ( $b_3$ ) greifen.

Vor dem Messen wird der mit Erbsen gefüllte Becher mit dem Deckel verschlossen und auf dem Tisch unter die Haltewinkel bis zum Anschlag eingeschoben. Die Stempelplatte wird mit drei Stellschrauben an dem Rundstab befestigt, welcher den Sitz für die Druckfeder im Inneren des Meßgerätes trägt. Nachdem der Schleppeizer in Nullstellung gebracht worden ist, wird der Meßbecher mit Hilfe der Handkurbel in gleichmäßigem und nicht zu schnellem Tempo gegen die Stempelplatte und damit auch gegen die Druckfeder bewegt. Der Widerstand, welchen die Stempel beim Eindringen in den mit Erbsen gefüllten Becher

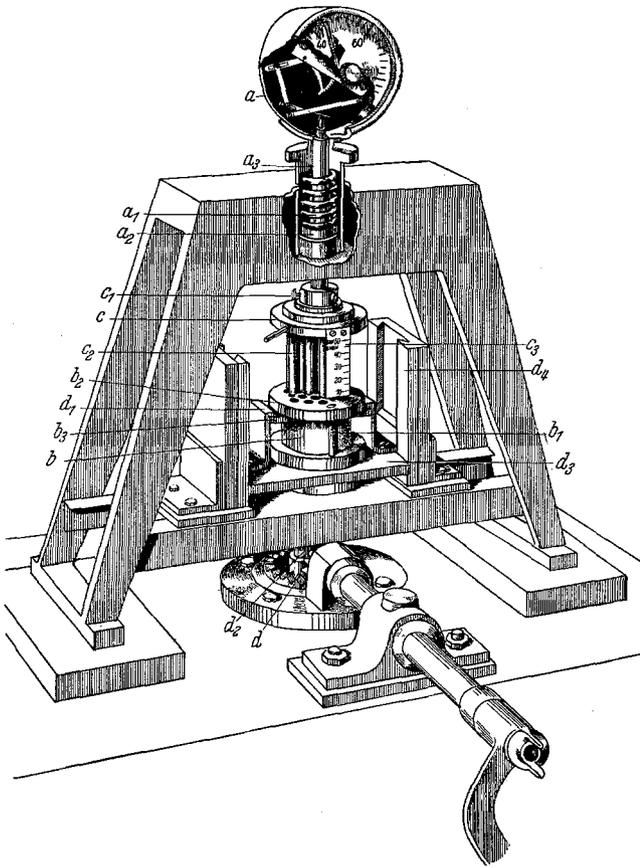


Abb. 1. Gerät zur Messung der Gewebefestigkeit von Erbsen (Zeichenerklärung im Text)

schiedlichen Samengröße, von der die Messungen mit einem Dynamometer natürlich aus rein physikalischen Gründen stark abhängen, soweit wie möglich ausgeschaltet werden. Es bot sich daher für unsere Zwecke die Verwendung des Prinzips des in der amerikanischen Gemüsekonservenindustrie eingeführten Texturimeters an. Eine genaue Beschreibung des Gerätes und Angaben über die beim Arbeiten mit diesem Apparat zu beachtenden Maßnahmen (z. B. gleiche Schütthöhe im Becher, möglichst konstante Transportgeschwindigkeit, usw.) sind in letzter Zeit von GUTSCHMIDT in mehreren Berichten gegeben worden. Das von GUTSCHMIDT erprobte amerikanische Gerät läßt sich aber für unsere Zwecke nicht ohne weiteres übernehmen, weil es bei so weichem Material wie gargekochten Erbsen keine reproduzierbaren Werte mehr ergibt (vgl. GUTSCHMIDT, III. Mittlg.). Da uns außerdem kein Originalgerät zur Verfügung stand, so haben wir auf Grund des uns bekannt gewordenen Prinzips in der feinmechanischen Werkstatt des Institutes ein

finden, überträgt sich auf den Meßzeiger, dessen Maximalausschlag mit Hilfe des Schleppzeigers registriert wird. Da das Volumen der am Endpunkt der Messung in den Becher eingedrungenen Stempel etwa 20 ml beträgt, so werden alle im Meßbecher vorhandenen Erbsen gründlich deformiert. Nach der Messung ist der größte Teil der ursprünglich vorhanden gewesenen Blindräume mit Erbsenbrei angefüllt, und es ist im ganzen Becher kein unbeschädigter Same mehr zu finden. Es werden demnach nicht nur die Scherwiderstände der von den Stempeln direkt getroffenen Erbsen gemessen, sondern die auf die Druckfeder wirkende Kraft ist tatsächlich ein Maß für die Gewebefestigkeit aller im Becher befindlichen Erbsen. Natürlich darf bei der Beurteilung des Verfahrens nicht außer acht gelassen werden, daß die Größe des im Becher ursprünglich vorhandenen Blindvolumens das Meßergebnis beeinflussen kann.

Das Volumen der eindringenden Stempel macht vom Blindvolumen, welches seinerseits von der durchschnittlichen Größe der Erbsen abhängt, einen von Sorte zu Sorte unterschiedlichen Prozentsatz aus; er ist für großkörnige Sorten geringer als für kleinkörnige. Da die beim Einfahren der Stempel auftretenden Reibungskräfte von der Größe des verbleibenden Blindvolumens beeinflußt werden, so mußte mit einer Verfälschung der Meßwerte durch die unterschiedliche mittlere Korngröße der Erbsensorten gerechnet werden. Aus Messungen von GUTSCHMIDT geht hervor, daß der Anteil der Reibungskräfte am Gesamtwiderstand der Stempel sehr stark von der Festigkeit der Erbsen abhängt. Bei „extrafeinen“ Gemüseerbsen ist er wesentlich geringer als bei Erbsen der Sortierung „Gemüseerbsen“. Er wird daher bei einem so weichen und geschmeidigen Material, wie es gargekochte Speiserbsen sind, so gering werden, daß er vernachlässigt werden darf. Wir haben die Unterschiede zwischen den mittleren Korndurchmessern der einzelnen Sorten aus diesem Grunde bei den folgenden Rechnungen nicht berücksichtigt.

Vor der Darstellung der Meßergebnisse sind noch einige Angaben zur Durchführung der Kochversuche zu machen. Den seit langem bekannten und zum Teil außerordentlich starken Einfluß des Kochwassers auf die Kochqualität (vgl. z. B. ФЕДОТОВ, l. c.) suchten wir durch Verwendung von dest. Wasser zu standardisieren. Wenn vorgequollene Samen gekocht wurden, dann wurde auch zum Queilen dest. Wasser verwendet. Es wurden in jedem Falle zu 40 g lufttrockener Erbsen 100 ml Wasser gegeben, beim Kochen ungequollener Erbsen unmittelbar vor Beginn des Kochens und beim Kochen vorgequollener Erbsen genau 12 Stunden vorher. Wie Vorversuche ergeben hatten und wie in einer späteren Mitteilung genauer ausgeführt werden wird, muß während des Vorquellens auf die Einhaltung genau definierter Quellbedingungen geachtet werden. Wir haben daher alle Proben in weiten Reagenzglasern (Durchmesser 40 mm, Höhe 200 mm) in ein Wasserbad eingestellt, welches durch einen Ultrathermostat<sup>1</sup> auf  $18 \pm 0,05^\circ\text{C}$  gehalten wurde. Die Dauer des Vorquellens betrug in allen Fällen genau 12 Stunden. Zum Kochen wurden die Reagenzgläser bis zur Höhe des Wasserspiegels in ein Paraffin-Ölbad von  $106^\circ\text{C}$  eingehängt, welches mit

einer Rührereinrichtung und einer elektrischen Steuerung auf konstanter Temperatur gehalten wurde. Unter diesen Bedingungen begann das Wasser innerhalb der mit kleinen Nickelblechen bedeckten Reagenzgläser nach 8 Minuten zu sieden. Die Verwendung eines Ölbadens an Stelle des bequemer zu handhabenden Wasserbades hat den Vorteil, daß es in dem wärmeren Ölbad innerhalb der eingehängten Reagenzgläser in kurzer Zeit zu einem normalen Siedevorgang kommt, bei welchem die aufsteigenden Wasserdampfblasen für einen gründlichen Temperatenausgleich sorgen. Dieser Zustand wird bekanntlich in einem Wasserbad gar nicht oder zumindest erst nach sehr langer Zeit erreicht. Nach gestaffelten Kochzeiten wurden die Reagenzgläser mit den Erbsen aus dem Ölbad genommen und unmittelbar anschließend die Messung des Erweichungsgrades mit dem Texturemeter vorgenommen.

Zu den Untersuchungen wurden die in der DDR zugelassenen oder in Wertprüfung stehenden Trockenspeiseerbsensorten bzw. -stämme verwendet. Mit einer Ausnahme (Waldmanns Goldkugel) stammten die uns zur Verfügung stehenden Proben aus einem im hiesigen Institut durchgeführten Versuchsanbau des Jahres 1953<sup>2</sup>.

Die Einflüsse unterschiedlicher Aufwuchsbedingungen auf die Kochqualität der Erbsen konnten durch die Verwendung dieses einheitlichen Materials weitgehend ausgeschaltet werden. Folgende Sorten und Zuchtstämme wurden in die Untersuchungen einbezogen:

- A. gelbe Trockenspeiseerbsen:  
Erfolg  
Dornburger Gelbe  
Gatterstädter Gelbe  
Quedlinburger Favorit  
Waldmanns gelbe Waldoria  
Waldmanns Goldkugel  
Hadmerslebener Stamm 270/47  
Hadmerslebener Stamm 231/47  
Kleinwanzlebener Stamm 87  
Hadmerslebener Stamm 276/41  
Hadmerslebener Stamm 103/42  
Nordsaat
- B. grüne Trockenspeiseerbsen:  
Mansfelder Grüne  
Hadmerslebener Grüne  
Quedlinburger Stamm 520  
Waldmanns grüne Waldoria

Wie aus den beigegebenen Kurven hervorgeht, streuen die mit dem Texturemeter gemessenen Werte für die Gewebefestigkeit (= T-Werte) zum Teil erheblich. Die Ursachen für diese Streuung sind nicht so sehr durch das Meßgerät als vielmehr durch die Inhomogenität der zu messenden Durchschnittsproben bedingt. Vor allem bei denjenigen Sorten, deren einzelne Samen sehr unterschiedlich schnell gar werden, waren zum Teil erhebliche Unregelmäßigkeiten in der Aufeinanderfolge der einzelnen Meßpunkte zu beobachten. In diesen Fällen kann ein einzelner während des Kochens mehr oder weniger hart gebliebener Samen so unter einen der 25 Stahlstifte zu liegen kommen, daß er von ihm durchstoßen werden muß. Es kommt damit natür-

<sup>1</sup> Type E, Hersteller: Prüfgerätewerk Medingen.

<sup>2</sup> Für die Überlassung des Materials bin ich Herrn HEINRICH WALDMANN, Halle, und meinem Kollegen Dipl. Landw. HERBERT LANGE zu großem Dank verpflichtet.

Tabelle 1. Zusammenstellung der Funktionsgleichungen, welche den Vorgang des Garkochens beschreiben

Sortenbezeichnung	Ohne Vorquellen	Nach 12 stündigem Vorquellen bei 18° C
Erfolg	$y = 348,110 - 4,299 x + 0,013899 x^2$	$y = 129,738 - 4,436 x + 0,046190 x^2$
Dornburger Gelbe	$y = 186,089 - 1,992 x + 0,005590 x^2$	$y = 89,646 - 2,507 x + 0,019405 x^2$
Gatterstädter Gelbe	$y = 236,984 - 2,809 x + 0,008723 x^2$	$y = 110,539 - 3,663 x + 0,037738 x^2$
Quedlinburger Favorit	$y = 179,791 - 1,855 x + 0,004962 x^2$	$y = 107,631 - 4,114 x + 0,047619 x^2$
Waldmanns gelbe Waldoria	$y = 380,621 - 5,444 x + 0,020446 x^2$	$y = 122,685 - 5,108 x + 0,063571 x^2$
Waldmanns Goldkugel	$y = 185,045 - 2,074 x + 0,006339 x^2$	$y = 81,972 - 2,807 x + 0,029881 x^2$
Hadmerslebener Stamm 270	$y = 199,036 - 2,321 x + 0,007295 x^2$	$y = 122,942 - 3,675 x + 0,032438 x^2$
Hadmerslebener Stamm 231	$y = 247,619 - 3,131 x + 0,010438 x^2$	$y = 81,417 - 2,269 x + 0,018571 x^2$
Kleinwanzlebener Stamm 87	$y = 190,714 - 2,145 x + 0,005952 x^2$	$y = 93,149 - 3,651 x + 0,040714 x^2$
Hadmerslebener Stamm 276	$y = 213,644 - 2,627 x + 0,008593 x^2$	$y = 145,199 - 3,119 x + 0,020356 x^2$
Hadmerslebener Stamm 103	$y = 164,548 - 1,531 x + 0,003620 x^2$	$y = 82,467 - 1,746 x + 0,007929 x^2$
Nordsaat	$y = 255,500 - 3,499 x + 0,012738 x^2$	$y = 223,768 - 5,149 x + 0,032416 x^2$
Mansfelder Grüne	$y = 233,677 - 2,749 x + 0,008474 x^2$	$y = 127,215 - 5,536 x + 0,068095 x^2$
Hadmerslebener Grüne	$y = 247,643 - 3,084 x + 0,010298 x^2$	$y = 75,835 - 2,987 x + 0,036429 x^2$
Quedlinburger Stamm 520	$y = 183,179 - 2,108 x + 0,006488 x^2$	$y = 72,107 - 2,563 x + 0,026005 x^2$
Waldmanns grüne Waldoria	$y = 253,300 - 3,842 x + 0,015357 x^2$	$y = 79,908 - 3,184 x + 0,038690 x^2$

lich zu einer viel höheren Anzeige am Meßgerät, als wenn die eine harte Erbse im anderen Falle von keinem der Stifte voll getroffen wird oder ausweichen kann.

Wegen dieser methodischen Unsicherheit haben wir die gemessenen Werte nicht direkt zur Beurteilung der Kochqualität herangezogen, sondern verwendeten sie nur als Grundlage für die Berechnung einer den Verlauf des Garwerdens beschreibenden mathematischen Funktion. Wie sich bald ergab und wie an Hand der Kurvenbilder der Abb. 2 ersichtlich ist, kann der Ver-

lauf keine reale Bedeutung. Die Berechnung der quadratischen Funktionen der allgemeinen Form

$$y = a + bx + cx^2$$

wurde nach folgenden Gleichungen durchgeführt:

1.  $\Sigma y = na + \Sigma x b + \Sigma x^2 c$
2.  $\Sigma xy = \Sigma xa + \Sigma x^2 b + \Sigma x^3 c$
3.  $\Sigma x^2 y = \Sigma x^2 a + \Sigma x^3 b + \Sigma x^4 c$

Darin bedeutet  $n$  die Anzahl der Meßwerte,  $y$  die mit dem Texturimeter bestimmte Gewebefestigkeit in kg und  $x$  die Kochzeit in Minuten. Aus den drei Gleichungen mit drei Unbekannten lassen sich die Werte für  $a$ ,  $b$  und  $c$  berechnen. Die für die einzelnen Sorten auf diese Weise errechneten quadratischen Gleichungen sind in Tab. 1 zusammengestellt. Einige der durch diese Gleichungen beschriebenen Parabeln sind zusammen mit den Meßwerten in Abbildung 2 graphisch dargestellt.

Wegen der zum Teil erheblichen Abweichungen der Meßpunkte vom Verlauf der berechneten Kurven, wurde in Stichproben die Bestimmtheit der Gleichungen berechnet. Wir verwendeten dazu die Gleichung

$$B = \frac{1}{\Sigma (y - \bar{y})^2} (b \Sigma (x - \bar{x})(y - \bar{y}) + c \Sigma (x^2 - \bar{x}^2)(y - \bar{y}))$$

Darin bedeuten  $b$  und  $c$  die linearen und quadratischen Faktoren der Parabelgleichungen,  $\bar{x}$  und  $\bar{y}$  sind die Mittelwerte der  $x$ - bzw.  $y$ -Werte. Die Berechnung des  $B$ -Wertes führten wir sowohl bei Sorten mit guter als auch bei solchen mit schlechter Übereinstimmung zwischen den errechneten Kurven und den experimentellen Meßdaten durch. Es ergaben sich folgende Werte für die Bestimmtheit  $B$  (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2

Sortenbezeichnung	Vorbehandlung	Bestimmtheit B
Erfolg	ungequollen	0,9876
Gatterstädter Gelbe	ungequollen	0,9724
Gatterstädter Gelbe	vorgequollen	0,9635
Hadmerslebener Stamm 270/47	vorgequollen	0,9273
Hadmerslebener Stamm 103/42	ungequollen	0,9967

Nach der FISHER-Verteilung liegt der Sicherheitspunkt für 8 Gruppen und drei Werte ( $y, x, x^2$ ) für

- $p = 5 \%$  bei  $B = 0,5271$
- $p = 1 \%$  bei  $B = 0,6838$
- $p = 0,1 \%$  bei  $B = 0,8222$

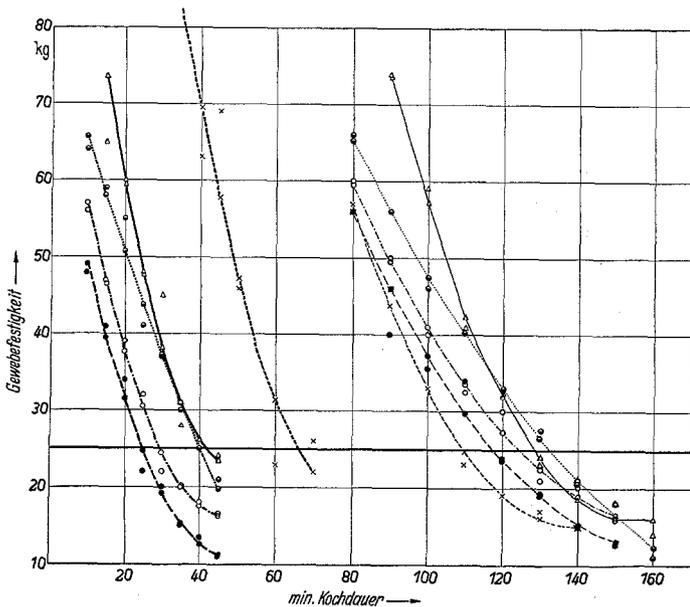


Abb. 2. Graphische Darstellung der Gewebefestigkeitsabnahme während des Kochens einiger Speiseerbsensorten. Die stark ausgezogenen Kurven der linken Seite beziehen sich auf 12 Stunden bei 18° C in Wasser vorgequollene Erbsen, die schwach ausgezogenen Kurven der rechten Seite auf Erbsen, welche ohne Vorquellen gekocht wurden.

- x — — — x = Nordsaat
- △ — — — △ = Erfolg
- ..... ● = Hadmerslebener Stamm 103/42
- — — — ○ = Goldkugel
- — — — ● = Quedlinburger Stamm 520

lauf des Weichwerdens der Erbsen mit zufriedenstellender Genauigkeit als abfallender Ast einer Parabelfunktion dargestellt werden. Wir sind uns dabei im klaren, daß die Darstellung eines durch so viele Faktoren bedingten Vorganges mit Hilfe einer quadratischen Funktion nur eine Annäherung bedeuten kann. Der letzte Teil des abfallenden Kurvenastes der Parabel und vor allem das Minimum und der Beginn des ansteigenden Astes haben für unsere Zwecke natür-

Da alle errechneten Werte für  $B$  über dem Sicherheitspunkt für  $p = 0,1\%$  liegen, so ist die Folge der Meßpunkte mit den errechneten quadratischen Gleichungen statistisch stark gesichert beschrieben. Die Unterschiede im Verlauf der einzelnen Kurven sind demnach signifikant. Die Gleichungen können für jeden beliebigen Erweichungsgrad ( $y$ ) aufgelöst werden und liefern damit Vergleichszahlen für die Unterschiede der Kochqualität innerhalb des Trockenspeiseerbsensortimentes.

Aus den Kurven der Abb. 2 ist ersichtlich, daß die Sorten sowohl in der Neigung als auch in der Krümmung erhebliche Unterschiede aufweisen, und ferner, daß sich die Sorten beim Kochen ohne Vorquellen deutlich anders verhalten können als beim Kochen nach Vorquellen.

Im allgemeinen werden die Sorten mit niedrigem Tausendkorngewicht (z. B. „Waldmanns grüne Waldoria“ und „Nordsaat“) beim Kochen ohne Vorquellen schneller gar als ausgesprochen großkörnige Sorten wie „Waldmanns Goldkugel“ oder „Hadmerslebener Grüne“. Dieser Unterschied gilt allerdings nicht in allen Fällen. Ebenso ist es nicht möglich, die Kochqualität

Tabelle 3. Tausendkorngewicht, Quellungsgrad nach 12-stündigem Vorquellen in Wasser von 18°C (% Wasseraufnahme auf lufttrockene Samen) und erforderliche Kochzeit für einen Erweichungsgrad von 25 kg.

Sorte bzw. Stamm	TKG	Quellungsgrad	Kochzeit in Minuten	
			ungequollen	gequollen
Erfolg	226	88,3	128,7	41,8
Dornburger Gelbe	209	95,6	123,9	35,6
Gatterstädter Gelbe	275	100,9	120,8	39,1
Quedlinburger Favorit	270	100,7	125,7	31,7
Waldmanns gelbe Waldoria	233	95,5	114,9	31,3
Waldmanns Goldkugel	321	95,5	124,6	29,6
Hadmerslebener Stamm 270/47	219	98,6	120,9	42,9
Hadmerslebener Stamm 231/47	275	89,9	115,8	34,7
Kleinwanzlebener Stamm 87	276	87,8	112,1	26,4
Hadmerslebener Stamm 276/41	195	84,1	115,2	>70,0
Hadmerslebener Stamm 103/42	221	91,5	132,8	40,2
Nordsaat	200	77,9	109,6	66,1
Mansfelder Grüne	247	101,2	121,2	28,3
Hadmerslebener Grüne	287	104,1	121,4	24,1
Quedlinburger Stamm 520	254	98,7	117,6	24,8
Waldmanns grüne Waldoria	162	105,0	97,1	24,5

nach dem bei 12-stündigem Vorquellen in Wasser von 18°C erreichten Quellungsgrad zu beurteilen. In der Tab. 3 sind die TKG der verwendeten Erbsenproben zusammen mit den Quellungsgraden (Wasseraufnahme berechnet auf lufttrockene Samen) und dem aus den Funktionsgleichungen für den Erweichungsgrad  $y = 25$  kg errechneten Zeitbedarf zusammengestellt. (Dieser 25 kg-Wert entspricht etwa dem Begriff „gar gekocht“, die Erbsen lassen sich in diesem Zustand mit den Fingern zerdrücken.)

Die Unterschiede zwischen den Sorten sind beim Kochen nach Vorquellen sowohl relativ als auch absolut größer als bei ungequollenem Material. Die Ursache dafür ist in der unterschiedlichen Quellungs geschwindigkeit der Sorten und vor allem der einzelnen Samen der gleichen Sorte zu suchen, über welche in Kürze gesondert berichtet werden wird. Die größten Differenzen zwischen ungequollenem und vorgequollenem Material treten bei den Sorten „Nordsaat“ und „Hadmerslebener Stamm 276/41“ auf. Bei beiden Sorten ist nach dem Vorquellen ein hoher Prozentsatz

von Samen vorhanden, welche nur ganz wenig Wasser aufgenommen haben. Diese harten ungequollenen Samen werden sehr viel später gar als die normal gequollenen Erbsen und beeinflussen das Meßergebnis der Durchschnittsprobe. Diese Differenzen zwischen den einzelnen Samen verschwinden durch das Abtöten während des Kochvorganges weitgehend, weil in diesem Falle das biologisch bedingte unterschiedliche Quellungsverhalten ausgeschaltet ist. Deshalb treten die Differenzen bei den ungequollenen gekochten Proben nicht mehr in Erscheinung. Für die Praxis ergibt sich daraus, daß bei der Bewertung der Kochqualität von Trockenspeiseerbsen deutlich unterschieden werden muß, ob die Erbsen vorgequollen werden können oder im ungequollenen Zustand zum Kochen kommen sollen.

Wie gezeigt werden konnte, ist die exakte Bestimmung der Kochqualität durch Verwendung eines modifizierten Texturemeters und bei Einhaltung standardisierter Kochbedingungen durch wenige Bestimmungen des Erweichungsgrades möglich. Die infolge der Testung von Durchschnittsproben unvermeidliche Streuung der Meßergebnisse läßt sich rechnerisch eliminieren, so daß jede Erbsensorte (bzw. jeder Zuchtstamm) in einem einzigen Kochansatz, welchem nach gestaffelten Kochzeiten Proben zur Messung des erreichten Erweichungsgrades entnommen werden, einwandfrei auf seine Kochqualität hin geprüft werden kann.

### Zusammenfassung

1. Die Bestimmung der Kochqualität von Trockenspeiseerbsen läßt sich mit Hilfe eines modifizierten Texturemeters, dessen Konstruktion beschrieben wird, mit wenigen Messungen an Durchschnittsproben durchführen.

2. Der zeitliche Verlauf des Garkochens kann durch quadratische Funktionen zufriedenstellend genau beschrieben werden. Diese Funktionen lassen sich auf Grund weniger Messungen berechnen; aus ihnen können die für das Erreichen jedes gewünschten Erweichungsgrades erforderlichen Kochzeiten mit großer Bestimmtheit ermittelt werden.

3. Es wird darauf hingewiesen, daß durch 12-stündiges Vorquellen die zum Garkochen erforderliche Zeit nicht für alle Sorten im gleichen Maße herabgesetzt wird. Bei der Beurteilung der Kochqualität muß daher berücksichtigt werden, ob die Erbsen mit oder ohne Vorquellen verwendet werden sollen.

Für vielfältige Ratschläge in bezug auf die mathematische Auswertung bin ich meinem Kollegen K. UNGER zu großem Dank verpflichtet.

### Literatur

1. FEDOTOV, W.: Methoden zur Abschätzung der Zerkochfähigkeit von Hülsenfruchtsamen. Z. f. Pflanzenzüchtung 18, 571 (1933).
2. GUTSCHMIDT, J.: Ein Beitrag zu Bestimmung des Reifegrades grüner Erbsen mit Hilfe des Texturemeters. II. Mitteilung: Der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Meßergebnisse. — Die industr. Obst- und Gemüseverwertung 38, 405 (1953).
- III. Mitteilung: Vergleichende Reifegradbestimmungen. Ebenda 39, 242 (1954).