

Ein Beitrag zur Bestimmung des Reifegrades grüner Erbsen mit Hilfe des Texturemeters

III. Vergleichende Reifegradbestimmungen

Von J. Gutschmidt

Mitteilung aus der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe (Baden)

Für die Bestimmung des Reifegrades grüner Erbsen können verschiedene Methoden verwendet werden. In der Regel wird der Reifegrad in den USA auf eine schnelle und einfache Art durch Messen der Konsistenz mit Hilfe des Tenderometers bestimmt. In vielen Versuchsreihen wurde nachgewiesen, daß die mit diesem Gerät gewonnenen Meßergebnisse mit denjenigen aus organoleptischen Konsistenzprüfungen und charakteristischen analytischen Bestimmungen gut korrelieren (s. Teil I dieser Arbeit (1)). Nachdem das in Deutschland eingeführte Texturemeter der Firma W. F. Christel auf die mit ihm zu erzielende Meßgenauigkeit hin überprüft worden war (s. Teil II dieser Arbeit (2)), wurden an verschiedenen Erbsensorten neben der Konsistenzmessung mit dem Texturemeter auch andere Qualitätsbestimmungen vorgenommen, um durch einen Vergleich der gewonnenen Meßergebnisse die Brauchbarkeit des Texturemeters für die Reifegradbestimmung zu überprüfen. In einer ähnlichen Arbeit verwendeten Kramer und Mitarbeiter (3) neben dem Tenderometer auch das Texturemeter zur Konsistenzmessung der Erbsenkörner. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden im Abschnitt „Versuchsergebnisse“ mit den von uns gewonnenen verglichen. Außerdem wurde von uns untersucht, ob mit dem Texturemeter auch die Konsistenz gefrorener und sterilisierter Erbsen gemessen werden kann.

Rohware und ihre Zubereitung

Für die vergleichenden Reifegradbestimmungen im Sommer 1953 wurden hauptsächlich Erbsenkörner der Sorten „Salzmündener Grüne“, „van Waverens Juwel“ und „Salzmündener Edelperle“ verwendet. Die Erbsenkörner der „Salzmündener Grünen“ wurden dem Produktionsgang der Firma Bassermann, Schwetzingen, sowohl unsortiert gleich nach dem Lächten als auch — um für die Messungen Erbsenkörner unterschiedlicher Konsistenz zu haben — in der üblichen Weise nach der Größe sortiert entnommen. Die in unserem Versuchsgarten angebauten Sorten „Juwel“ und „Edelperle“ wurden in Abständen von zwei bis vier Tagen geerntet und in Laboratoriumsanlagen gelöscht und sortiert.

Die aus dem Industriebetrieb entnommenen Erbsen wurden etwa zwei Stunden nach dem Lächten im Institut angeliefert und dort gleich in drei Gruppen aufgeteilt. Während wir die eine im rohen Zustand auf ihre Konsistenz (Reifegrad) hin prüften, wurden die anderen sterilisiert bzw. gefroren und am Tag nach dem Konservieren denselben Prüfungen unterworfen. Konserviert wurde auf die übliche Weise: Nachdem die Erbsenkörner gewaschen

und 2½ Minuten in kochendem Wasser blanchiert worden waren, wurden sie entweder in Dosen mit einem Aufguß von 0,5prozentiger Kochsalzlösung 18 Minuten bei 118° C (Steig- und Fallzeit je 7 Minuten) sterilisiert oder in Polyäthylenbeuteln bei —24° C im Kaltluftstrom gefroren. Bis zur Qualitätsprüfung wurden die Proben dann bei +20° bzw. —18° C gelagert. Soweit die im Versuchsgarten geernteten Erbsen konserviert wurden, behandelten wir sie genau so wie diejenigen aus dem Industriebetrieb.

Methodisches

Neben den Messungen mit dem Texturemeter wurde die Konsistenz der Erbsenkörner durch eine organoleptische Bewertung und durch die Ermittlung der alkoholunlöslichen Substanz bestimmt. Außerdem wurde eine bestimmte Menge von 100 bzw. 500 Erbsenkörnern gewogen und auf Grund dieser Wägung das Durchschnittsgewicht der einzelnen Erbse festgelegt.

Die Messung mit dem Texturemeter der Firma W. F. Christel wurde auf die im Teil II dieser Arbeit beschriebene Weise an rohen, blanchierten, sterilisierten und gefrorenen Erbsenkörnern ausgeführt. Alle Erbsen hatten während der Messung die Raumtemperatur von etwa 23° C. Soweit die Erbsen überhaupt gemessen werden konnten, wurden von jeder Probe drei bis sechs Parallelmessungen vorgenommen. Die angegebenen Meßwerte sind Mittelwerte dieser Einzelergebnisse.

Bei der organoleptischen Prüfung der frischen Erbsen wurden 30 bis 40 in enthärtetem Wasser gargekochte Erbsenkörner jeder Probe einzeln von jedem der fünf bis sechs Prüfer auf ihre Konsistenz hin geprüft und mit den Noten 10 bis 1 bewertet. Dabei bedeutet die Note 10 sehr zart und die Note 1 stark mehlig bzw. sehr hart. Insgesamt wurden also 150 bis 240 Einzelurteile für jede Probe bei einer solchen Konsistenzbewertung abgegeben. Die mitgeteilten Ergebnisse sind Mittelwerte dieser Einzelnoten.

Der Gehalt an alkoholunlöslicher Substanz der rohen, blanchierten, gefrorenen und sterilisierten Erbsen wurde in Anlehnung an Makower und Mitarbeiter (5) wie folgt bestimmt: Die Erbsenproben (etwa 100 g je Probe) werden mit 100 cm³ 95prozentigem Alkohol im Starmix zerkleinert und mit weiteren 300 cm³ Alkohol in einem Kolben übergespült und gewogen. Ein aliquoter Teil dieses Gemisches wird zentrifugiert und dann noch zweimal mit 80prozentigem und zweimal mit 95prozentigem Alkohol ausgewaschen. Nach je dreistündigem Trocknen im Trockenschrank und im Vakuumtrockenschrank (50 bis 100 Torr) bei 80° C werden die Proben, sobald sie erkaltet sind, zurückgewogen. Nach dieser Methode erhält man

einen etwas niedrigeren alkoholunlöslichen Rückstand als nach der von *Tressler* und *Evers* (7) beschriebenen, derzufolge die Erbsen eine halbe Stunde in Alkohol gekocht werden.

Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der einzelnen Bestimmungen wurden nur im Hinblick auf den Zweck der Untersuchung, der Prüfung des Texturimeters ausgewertet. Es wird deshalb nicht auf die Eigenschaften der einzelnen verwendeten Erbsensorten bzw. -sortierungen eingegangen, diese

bestanden (Standardabweichung der Noten $\sigma = 1,8$ bis 2,5). Die größere Streuung der Werte bei den kleineren Sortierungen beruht nicht auf einer größeren mittleren Schwankung¹⁾ der Texturimeterwerte, da diese bei den kleineren Sortierungen geringer war als bei den größeren. Aus den Ergebnissen von 70 Messungen an Erbsen verschiedener Sorte und Sortierung wurde eine mittlere Schwankung von $\sigma^* = 5,1\%$ berechnet. Dieser Wert liegt zwar unter dem von *Walls* mit Mitarbeitern (8) und dem von *Kramer* und Mitarbeitern (3) ermittelten ($\sigma^* = 7,5$ bzw. $5,67\%$), ist aber gegenüber der beim Tenderometer gefundenen mittleren Schwankung ($\sigma^* = 1,56$ bzw. $1,61\%$) doch recht hoch. Um ein zuverlässiges Ergebnis bei der Konsistenzbestimmung zu bekommen, müssen also mit dem Texturimeter mehr Messungen von einer Probe gemacht werden als mit dem Tenderometer.

Tabelle 1
Ergebnisse der nach verschiedenen Methoden durchgeführten Konsistenzbestimmungen an frischen Erbsen im rohen Zustand

Erbsenart	Durchschnittl. Gewicht/Erbsen	Texturimeterwert in Skt.	Gehalt an alkoholunlöslicher Substanz in %	Konsistenzbewertung gekochter Erbsen Noten
	in g			
Salzmündener Grüne				
Unsortiert	0,49	160	21,5	4,4
Gemüseerbsen	0,58	171	23,3	4,3
Junge Erbsen	0,46	163	22,0	4,3
Mittelfein	0,36	133	16,6	5,6
Fein	—	80	11,6	—
Extra fein	—	72	11,7	—
Edelperle				
I. Ernte				
Junge Erbsen	0,41	99	15,8	8,1
Mittelfein	0,30	91	12,9	8,8
II. Ernte				
Unsortiert	—	102	16,3	6,7
Gemüseerbsen	—	151	21,9	5,4
Junge Erbsen	—	117	17,1	6,1
Mittelfein	—	91	13,5	7,5
III. Ernte				
Unsortiert	0,39	142	20,6	4,9
Gemüseerbsen	0,54	180	25,3	4,1
Junge Erbsen	0,45	157	22,2	4,9
Mittelfein	0,34	108	16,9	6,9
Juwel				
I. Ernte				
Unsortiert	0,37	113	19,1	6,0
Gemüseerbsen	0,55	157	18,2	4,1
Junge Erbsen	0,45	143	16,9	5,2
Mittelfein	0,34	103	15,2	6,2
II. Ernte				
Unsortiert	0,39	137	20,7	6,3

werden vielmehr nur insoweit unterschieden, als es für die Beurteilung der Verwendbarkeit des Texturimeters erforderlich ist.

In Tabelle 1 sind die Mittelwerte der bei den Messungen an rohen Erbsen gefundenen Texturimeterwerte dem Gehalt an alkoholunlöslicher Substanz und den Mittelwerten der Konsistenznoten gegenübergestellt worden. Wie Abbildung 1 und das in Tabelle 2 angegebene Resultat der Korrelationsrechnung zeigen, besteht ein sehr starrer Zusammenhang zwischen dem Texturimeterwert roher Erbsen und dem Gehalt an alkoholunlöslicher Substanz. Auch die Korrelation zwischen dem Texturimeterwert und den in subjektiven Bewertungen gefundenen Konsistenznoten ist sehr gut; daß sie hinter der erst erwähnten Korrelation etwas zurückbleibt, liegt an der verhältnismäßig großen Schwankung im subjektiven Urteil, die darauf zurückzuführen ist, daß die einzelnen Proben, auch die nach der Größe sortierten, in der Regel aus Erbsen sehr unterschiedlicher Konsistenz

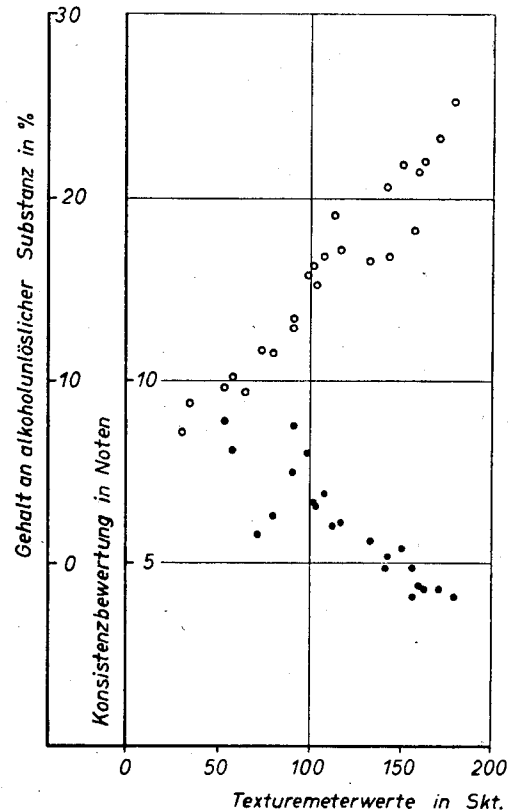


Abb. 1: Beziehung zwischen Texturimeterwerten und dem Gehalt an alkoholunlöslicher Substanz (Kreise) bzw. den Konsistenznoten der subjektiven Bewertungen (Punkte).

Lynch und *Mitchell* (4) fanden bei den Messungen mit dem Tenderometer eine leichte Tendenz zur Abweichung vom linearen Verlauf der Abhängigkeit zwischen Tenderometerwerten und alkoholunlöslicher Substanz im Bereich jüngerer Erbsen mit einem geringen Gehalt an alkoholunlöslicher Substanz, während sie bei den Werten, die mit dem von ihnen entwickelten Maturometer gemessen wurden, einen streng linearen Verlauf feststellen konnten. Nach den Ergebnissen unserer Messungen ist auch beim Texturimeter diese für die kurzfristige Bestimmung des Erntezeitpunktes wichtige Linearität gegeben.

Für die Prüfung der Korrelation der Texturimeterwerte mit der alkoholunlöslichen Substanz wurde nicht — wie üblich — die alkoholunlösliche Substanz der gefrorenen oder sterilisierten Proben sondern diejenige der rohen Erbsen gewählt. Da von *Kramer* und Mitarbeitern

¹⁾ Die mittlere Schwankung $\sigma^* = \frac{\sigma}{N} \cdot 100$ ist der prozentual auf die Anzahl der Meßwerte bezogene Wert der Standardabweichung σ . Über die Berechnung der Standardabweichung siehe Teil II dieser Arbeit.

eine Korrelation von $r = 0,96$ zwischen der alkoholunlöslichen Substanz der rohen und der sterilisierten Proben gefunden wurde und auch von uns ein auf der 1%-Basis gesicherter Wert von $r = 0,90$ bzw. $0,89$ für gefrorene Erbsen gefunden wurde (s. Tabelle 2), ist es möglich, sowohl die Werte der rohen als auch diejenigen der konservierten Erbsen für die vergleichende Prüfung zu verwenden.

Tabelle 2

Korrelation der Ergebnisse physikalischer, chemisch-analytischer und subjektiver Konsistenzbestimmungen im Durchschnitt verschiedener Erbsensorten

Art der Konsistenzbestimmung	Korrelationskoeffizient r	Gesicherter Wert auf der 1%-Basis	Anzahl der Wertpaare	Korrelationskoeffizient r nach Kramer und Mitarb.
Texturmeterwert — Alkoholunlösliche Substanz, roh	0,96	0,496	26	0,89
Texturmeterwert — Konsistenznote	0,86	0,526	23	0,83
Alkoholunlösliche Substanz, roh — Alkoholunlösliche Substanz, gefroren	0,89	0,684	13	—
Alkoholunlösliche Substanz, roh, — Alkoholunlösliche Substanz, sterilisiert	0,90	0,834	8	0,96
Texturmeterwert, roh — Texturmeterwert, gefroren (Salzmündener Grüne)	0,96	0,478	28	—
Texturmeterwert, roh — Texturmeterwert, gefroren (van Waverens Juwel und Salzmündener Edelperle)	0,79	0,590	18	—

Die Messung der Konsistenz mit Hilfe des Texturmeters ist so schnell und einfach durchzuführen, daß es von größtem Vorteil wäre, wenn mit seiner Hilfe auch die Konsistenz sterilisierter und gefrorener Erbsen gemessen werden könnte. Makower und Burr (6) haben die Verwendung des Tenderometers zur Bestimmung der Konsistenz gargekochter gefrorener Erbsen 1948, 1950 und 1951 an sechs Erbsensorten untersucht. Sie fanden eine sehr gute Korrelation zwischen dem Tenderometerwert und dem subjektiven Urteil ($r = 0,94$ bis $0,98$) bzw. der alkoholunlöslichen Substanz ($r = 0,95$ bis $0,98$), wenn die Erbsen unter standardisierten Bestimmungen gekocht worden waren. Bei unseren Untersuchungen wurde festgestellt, daß sich die Konsistenz sterilisierter bzw. gargekochter Erbsen mit dem verwendeten Texturmeter nicht messen läßt, da bei der Messung, des erforderlichen geringen Drucks wegen, der Zeiger des Druckmessers nicht ausschlägt.

Bei der Bestimmung der Texturmeterwerte gefrorener Erbsen²⁾ wurden je nach dem Reifegrad Werte von 21 bis 62 Skt. gemessen, so daß überprüft werden konnte, ob mit dem Texturmeter eine verlässliche Reifegradbestimmung gefrorener Erbsen möglich ist. In Abbildung 2 sind die an gefrorenen Erbsen der Sorte „Salzmündener Grüne“ bzw. „van Waverens Juwel“ und „Salzmündener Edelperle“ gefundenen Texturmeterwerte in Abhängigkeit von den an rohen Erbsen gemessenen aufgetragen. Die einzelnen Meßpunkte sind Mittelwerte aus drei bis sechs Messungen. Danach ergibt sich, wie Tabelle 2 zeigt, eine sehr gute Korrelation zwischen den Texturmeterwerten der rohen und gefrorenen Erbsen bei der „Salzmündener Grünen“ ($r = 0,96$), und auch bei den Sorten

²⁾ Wenn von der Messung gefrorener Erbsen gesprochen wird, handelt es sich stets um nach dem Blanchieren gefrorene Erbsen, die im aufgetauten Zustand bei einer Temperatur von etwa 23 °C gemessen wurden.

„Juwel“ und „Edelperle“ wurde mit $r = 0,79$ ein noch auf der 1%-Basis gesicherter Zusammenhang zwischen den beiden Meßreihen gefunden. Während aber, wie aus Abbildung 1 zu ersehen ist, bei rohen Erbsenkörnern alle Sorten und Sortierungen in den Vergleich der Texturmeterwerte mit der alkoholunlöslichen Substanz einbezogen werden konnten, muß bei dem Vergleich der Texturmeterwerte roher und gefrorener Erbsen jede Sorte für sich betrachtet werden, da erst dann ein eindeutiger Zusammenhang ersichtlich wird.

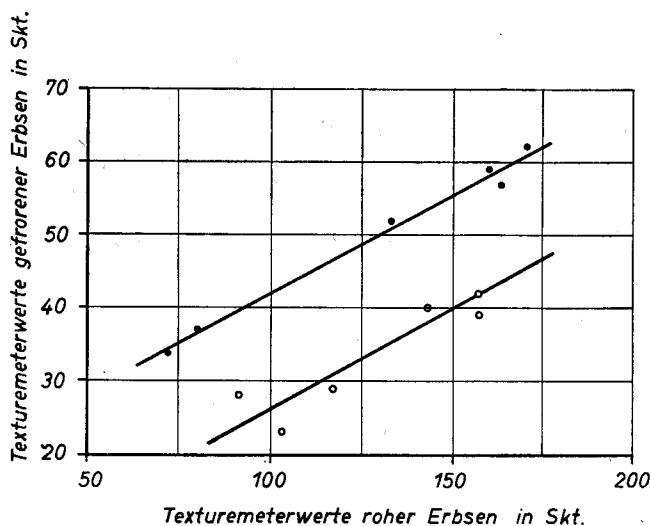


Abb. 2: Beziehung zwischen Texturmeterwerten roher und gefrorener Erbsen
Punkte = Salzmündener Grüne
Kreise = van Waverens Juwel und Salzmündener Edelperle

Die Spaltung der Meßwerte in zwei Gruppen und die lineare Abhängigkeit innerhalb des Meßbereichs in jeder (s. Abb. 2) läßt erkennen, daß die Erbsen der Sorten „Juwel“ und „Edelperle“ während der Verarbeitung weicher geworden sind als die der „Salzmündener Grüne“. Da alle Sorten nicht nur gleich lange blanchiert sondern auch sonst in allen Arbeitsgängen gleich behandelt wurden, muß die Spaltung auf ein unterschiedliches Verhalten der Sorten zurückgeführt werden. Von Kramer und Mitarbeitern wurde ein Einfluß der Sorte auf die Beziehung zwischen Tenderometerwert und alkoholunlöslicher Substanz sterilisierter Erbsen gefunden. Dagegen konnten Makower und Mitarbeiter einen solchen Einfluß weder bei gefrorenen noch bei gargekochten gefrorenen Erbsen feststellen. Da auch wir bei unseren Untersuchungen eine Sortenabhängigkeit in der Beziehung zwischen dem Texturmeterwert roher Erbsen und den Konsistenznoten gargekochter Erbsen bzw. dem Gehalt an alkoholunlöslicher Substanz roher, gefrorener und sterilisierter Erbsen nicht fanden, fällt die gefundene Sortenabhängigkeit der Texturmeterwerte gefrorener Erbsen aus den allgemein gewonnenen Ergebnissen heraus. Sie soll in einer späteren Arbeit näher untersucht werden.

Für die Konsistenzmessung gefrorener Erbsen ist das Texturmeter nicht entwickelt worden, und ehe nicht auf Grund umfangreicher Messungen an einer größeren Zahl von Erbsensorten Endgültiges über seine Eignung für die Qualitätsbestimmung gefrorener Erbsen gesagt werden kann, sollte es dafür nicht verwendet werden.

Zusammenfassung

Parallel zur Reifegradbestimmung verschiedener Erbsensorten und Sortierungen mit dem Texturmeter der Firma W. M. Christel wurde der Gehalt an alkoholunlöslicher Substanz der gemessenen Proben bestimmt und ihre Konsistenz subjektiv bewertet. Es wurde eine gute Korrelation zwischen den Texturmeterwerten roher Erbsen und der alkoholunlöslichen Substanz ($r = 0,96$)

bzw. den Konsistenznoten ($r = 0,86$) gefunden. Die Abhängigkeit ist innerhalb des Meßbereiches linear. Die mittlere Schwankung der Meßwerte bei der Bestimmung des Reifegrads mit Hilfe des Texturemeters betrug $\sigma^* = 5,1\%$; sie ist größer als die in amerikanischen Arbeiten für das Tenderometer gefundene Schwankung ($\sigma^* = 1,6\%$). Die Konsistenz sterilisierter und gargekochter Erbsenkörner läßt sich mit dem Texturemeter nicht messen; der Meßdruck ist so gering, daß der Zeiger nicht ausschlägt. Zwischen den Texturemeterwerten gefrorener und roher Erbsen besteht eine gute Korrelation innerhalb der Sorte „Salzmündener Grüne“ ($r = 0,96$) und der Sorten „van Waverens Juwel“ und „Salzmündener Edelperle“ ($r = 0,79$). Da diese Korrelation nur innerhalb der einzelnen Sorten gefunden wurde, sind weitere Versuche erforderlich, um die Möglichkeit einer Verwendung des Texturemeters zum Messen der Konsistenz gefrorener Erbsen zu klären.

Die durchgeführte Prüfung ergab, daß sich das Texturemeter zur Reifegradbestimmung roher Erbsen gut

eignet. Da die mittlere Schwankung der Meßergebnisse verhältnismäßig groß ist, sollten möglichst nicht unter drei bis fünf Einzelmessungen an einer Probe vorgenommen werden.

Literaturverzeichnis

- (1) Gutschmidt, J., Ind. Obst- u. Gemüseverwert. **38** (1953), 389.
- (2) Gutschmidt, J., Ind. Obst- u. Gemüseverwert. **38** (1953), 405.
- (3) Kramer, A., Scott, H. E., Guyer, R. B., und Ide, L. E., Food Technol. **4** (1950), 142.
- (4) Lynch, L. J., und Mitchell, R. S., Food Technol. **6** (1952), H. 9.
- (5) Makower, R. U., Boggs, M. M., Burr, H. K., und Olcott, H. S., Food Technol. **7** (1953), 43.
- (6) Makower, R. U., und Burr, H. K., Food Technol. **8** (1954), 201.
- (7) Tressler, D. K., und Evers, C. F., The Freezing Preservation of Foods, Avi. Publ. Comp. N. Y., 2. Aufl. 1947.
- (8) Walls, E. P., Kemp, W. B., und Stier, H. L., Md. Agr. Exper. Sta. Misc. Pub. 709 (1940).