

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

## IV. Prüfung verschiedener Geräte der gleichen Bauart auf die Übereinstimmung der Meßergebnisse

Von J. Gutschmidt und W. Klotz

Mitteilung aus der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe (Baden)

Bei den im Jahre 1953 durchgeführten Untersuchungen des Reifegrades grüner Erbsen (1, 2, 3) wurde ein Texturemeter der Firma W. F. Christel, Valders (Wisc./USA) verwendet. Für dieses Gerät wurde ein Variationskoeffizient der Meßergebnisse  $\sigma^* = 5,1\%$  bei den unsortierten und sortierten, jeweils der gleichen Fraktion angehörenden Erbsen gefunden<sup>1)</sup>. Dieser Wert war zwar kleiner als der von Kramer und Mitarbeitern und von Walls und Mitarbeitern gefundene ( $\sigma^* = 5,67$  bzw.  $7,5\%$ ), lag aber wesentlich über demjenigen, der beim Messen mit dem Tenderometer der Food Machinery Corp. gewonnen wurde ( $\sigma^* = 1,56$  bzw.  $1,61\%$ ). Wir empfehlen daher, nicht weniger als drei bis fünf Einzelmessungen von einer Fraktion vorzunehmen, damit der Streuungsbereich, innerhalb dessen verbindliche Angaben über den Reifegrad bzw. die Zartheit der Erbsen möglich sind, nicht zu groß wird. Es wurde nun festgestellt (4), daß die Meßergebnisse verschiedener Texturemeter der gleichen Bauart stark voneinander abweichen, und damit ergab sich die Frage nach der Übereinstimmungsgenauigkeit der von uns in den Jahren 1953 bis 1955 verwendeten Geräte. Bevor jedoch die einzelnen Texturemeter miteinander verglichen werden, soll an Hand einiger, 1954 neu gewonnener Ergebnisse ausführlicher besprochen werden, mit welchen Abweichungen in den Einzelwerten und Stichprobenmittelwerten beim Messen mit demselben Texturemeter zu rechnen ist.

<sup>1)</sup> Die in Prozenten vom Mittelwert angegebene Standardabweichung wird hier, wie üblich, R. A. Fischer folgend als Variationskoeffizient und nicht wie in Teil III als mittlere Schwankung bezeichnet.

$$\text{Standardabweichung } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{N - 1}}$$

$$\text{Variationskoeffizient } \sigma^* = \frac{\sigma \cdot 100}{M}$$

x = Meßwert, N = Anzahl der Meßwerte, M = Mittelwert =  $\frac{\sum x}{N}$ ,

$\sum$  = Summenzeichen.

### Vergleich der Meßergebnisse eines Texturemeters

In Tabelle 1 sind die 1954 während der einzelnen Erntetage an unsortierten Erbsen gefundenen Texturemeterwerte<sup>2)</sup> zusammengefaßt.

Aus jeweils zehn Einzelmessungen sind für jeden Tag der Mittelwert M und die Standardabweichung  $\sigma$  berechnet worden. Die Werte für  $\sigma$  liegen danach zwischen 3,7 Skt am ersten und 6,3 Skt am vierten Erntetag. Da die Standardabweichung der Einzelmessungen aus den Jahren 1953, 1954 und 1955 nicht von der Höhe des Meßwertes abhängt, ist es unzuverlässig, dem amerikanischen Beispiel folgend (3), den Variationskoeffizienten  $\sigma^*$  als Maß für die Streuung anzugeben. Bei der Berechnung der Standardabweichung für einen bestimmten Wert würden sich damit für hohe Texturemeterwerte zu große und für niedrige Texturemeterwerte zu kleine Abweichungen ergeben. Die Standardabweichung  $\sigma$  innerhalb aller Gruppen betrug 1954 5,1 Skt. Dieser Wert stimmt mit dem 1955 ermittelten  $\sigma = 5,3$  Skt gut überein, obgleich der Mittelwert aller Messungen 1955 etwa 30% höher lag als 1954.

In Tabelle 2 sind mit dem 1954 gefundenen  $\sigma = 5,1$  Skt die je nach Anzahl der Messungen auftretenden Vertrauensgrenzen angegeben, innerhalb derer die Mittelwerte aus der betreffenden Anzahl von Einzelwerten mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% liegen. Die Werte in der letzten Spalte der Tabelle geben an, daß z. B. bei nur drei Messungen mit einer Abweichung des Mittelwertes vom Durchschnittswert  $\mu$  der gesamten Erbsenfraktion — der sich als Mittelwert aus unendlich vielen Messungen ergeben würde — von  $\pm 12,8$  Skt gerechnet werden muß. Wenn nun der Durchschnittswert mit 120 Skt angenommen wird, kann dementsprechend der Mittelwert aus drei Messungen zwischen 107 und 133 Skt, der höhere Texturemeterwert in diesem Meßbereich etwa 25% über dem tieferen

<sup>2)</sup> Die Texturemeterwerte werden, wie in den früheren Arbeiten, in Skt = Skalenteilen angegeben.

Tabelle 1

Einzelwerte x, Mittelwerte M und Standardabweichungen  $\sigma$  der 1954 geernteten unsortierten Erbsen

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	Gesamt
Einzelwerte x in Skt	80	90	98	92	98	108	139	124	
	82	106	92	89	105	110	126	126	
	91	91	100	85	95	119	123	125	
	78	89	96	92	102	113	124	122	
	82	92	99	100	88	116	121	119	
	83	91	101	86	99	103	129	130	
	78	88	106	94	102	112	118	130	
	79	87	99	102	98	116	122	131	
	81	94	88	82	95	113	121	130	
	82	93	92	90	101	109	121	135	
Summe der Einzelwerte Sx	816	921	971	912	983	1119	1244	1272	8238
Anzahl der Messungen N	10	10	10	10	10	10	10	10	80
Mittelwert M in Skt	82	92,1	97,1	91,2	98,3	111,9	124,4	127,2	103,0
$SQ = Sx^2 - \frac{(Sx)^2}{N}$	126	257	247	360	208	188	304	208	1898
$\sigma = \sqrt{\frac{SQ}{N - 1}}$ in Skt	3,7	5,3	5,2	6,3	4,8	4,6	5,2	4,8	5,1*)

\*)  $\sigma$  innerhalb aller Gruppen =  $\sqrt{\frac{\text{Summe aller } SQ}{\text{Summe aller } FG}} = \sqrt{\frac{1898}{72}} = 5,1$

Tabelle 2

Vertrauensgrenzen für die Mittelwerte M aus mehreren mit dem Texturemeter an Erbsen gewonnenen Meßergebnissen bei  $\sigma = 5,1$  (s. Tabelle 1)

Anzahl der Messungen N	Standardabweichung der Mittelwerte $\sigma_M = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$	Freiheitsgrade FG = N-1	t-Wert für $t_{0,05}$	Abweichung vom Durchschnittswert ( $\mu^*$ )
3	2,95 Skt	2	4,303	$\pm 12,8$ Skt
5	2,28 Skt	4	2,776	$\pm 6,3$ Skt
10	1,62 Skt	9	2,262	$\pm 3,7$ Skt
20	1,14 Skt	19	2,093	$\pm 2,4$ Skt

\*) Innerhalb dieser Vertrauensgrenzen liegt der Mittelwert in 95% aller Fälle.

liegen, ohne daß auf eine Änderung der Meßgenauigkeit des Texturemeters geschlossen werden darf. Bei einem Mittelwert aus drei Messungen sind also alle Erbsen mit einem Texturemeterwert zwischen 107 und 133 Skt gleich zu bewerten. Darüber hinaus muß damit gerechnet werden, daß in 5% aller Fälle noch größere Abweichungen in den Mittelwerten gefunden werden. Wenn mehr als drei Messungen zur Bestimmung des Mittelwertes durchgeführt werden, rücken die Vertrauensgrenzen weiter zusammen, verengt sich der für eine Erbsenfraction geltende Meßbereich; im Beispiel liegt er bei fünf Messungen zwischen 114 und 126 Skt, bei zehn Messungen zwischen 116 und 124 Skt und bei 20 Messungen zwischen 118 und 122 Skt (s. Tabelle 2). Da normalerweise kaum mehr als fünf Einzelmessungen gemacht werden, wenn nicht auf besondere Genauigkeit Wert gelegt wird, muß man mit einer Abweichung von etwa 12 Skt zwischen den gewonnenen Mittelwerten rechnen. Die Vertrauensgrenzen der Meßergebnisse müssen besonders bei der Festlegung von Abnahmebedingungen beachtet werden.

#### Vergleichsmessungen mit mehreren Texturemetern

Bei den Reifegradprüfungen von Erbsen im Rahmen der Anbauversuche des WITEA-Konserven (4) wurden vergleichsweise mehrere Texturemeter der Firma W. F. Christel nebeneinander verwendet und starke Abweichungen

Tabelle 3

Einzelwerte x, Mittelwerte M und Standardabweichungen  $\sigma$  von aufgetauten Gemüseerbsen Ernte 1955, gemessen mit vier verschiedenen Texturemetern

Fabrikationsnummer des Texturemeters	5308	5317	5320	5324	Gesamt
Einzelwerte x in Skt	60 68 63 66 63 78 69 65 61 62 60 61 60 66 61 61	66 72 70 73 70 77 70 76 61 61 61 71 71 67 69	62 69 69 63 78 63 72 68 68 72 60 62 70 72 70	60 60 58 56 61 58 59 61 55 58 61 54 57 55 56 56	4129
Sx	1024	1096	1084	925	4129
Anzahl der Messungen N	16	16	16	16	64
Mittelwert M in Skt	64,0	68,5	67,8	57,8	64,5
$SQ = Sx^2 - \frac{(Sx)^2}{N}$	334	315	344	82	1075
$\sigma = \sqrt{\frac{SQ}{N-1}}$ in Skt	4,7	4,6	4,8	2,4	4,3

der einzelnen Meßwerte innerhalb der gleichen Erbsenfractionen gefunden. Da die ermittelten Unterschiede durch den von uns angegebenen normalen Streubereich allein nicht erklärt werden konnten, wurden im Anschluß an die Erbsenernte die von uns für die einzelnen Untersuchungsreihen während der Jahre 1953 bis 1955 verwendeten drei Texturemeter und zusätzlich noch ein viertes nach Karlsruhe zu einer Vergleichsprüfung geholt. Da die Geräte, bis auf das für unsere letztjährigen Messungen benutzte, während der Erbsenernte nicht entbehrt werden konnten, war es leider nicht möglich, die Prüfung mit frisch geernteten Erbsenkörnern vorzunehmen. Deshalb wurden unblanchierte Gemüseerbsen der Sorte Salzmünder Grüne von einem bestimmten Erntetag (Texturemeterwert 164 Skt) eingefroren und bis zur Durchführung der Prüfung bei  $-18^\circ\text{C}$  gelagert. Für die Vergleichsmessungen wurden die Erbsen in Raumluft auf  $+15^\circ\text{C}$  erwärmt. Neben der Prüfung auf Übereinstimmung der Meßergebnisse bei der normalen Betriebsweise wurde die Wirkungsweise und Ausföhrung der Texturemeter im Hinblick auf eine Beeinflussung der Anzeige der Geräte eingehend untersucht.

#### 1. Messungen an Erbsen

Die in Tabelle 3 zusammengestellten Einzelwerte wurden bei der Messung der aufgetauten Erbsenkörner mit den

Tabelle 4

Streuungsanalyse der mit verschiedenen Texturemetern gemessenen Werte (s. Tabelle 3)

Art der Streuung	Summe der Quadrate SQ	Freiheitsgrade FG	Durchschnittsquadrate DQ	$DQ_2/DQ_1$ F	$F_{0,01}$
SQ <sub>zwischen den Gruppen</sub>	1150	3	383,3	21,5	4,13
SQ <sub>innerhalb der Gruppen</sub>	1075	60	17,9		
SQ <sub>total</sub>	2225	63			

vier verschiedenen Texturemetern gefunden. Wie in Tabelle 1 sind auch in Tabelle 3 die statistischen Größen der 14 Einzelmessungen angegeben. Die Einzel- und Mittelwerte zeigen, daß die mit dem Texturemeter gemessene Festigkeit unblanchiert gefrorener Erbsen nahezu auf den gleichen Wert (etwa 40% des Frischwertes) abgesunken ist wie die der blanchierten Erbsen der gleichen Sorte (3); die Struktur des Zellgewebes der Erbsenkörner verändert sich demnach während des Gefriervorgangs erheblich. Wenn auch die Meßergebnisse gefrorener Erbsen stark von den an frischen Erbsen gewonnenen abweichen, so ist es doch durchaus möglich, mit ihnen eine vergleichende Beurteilung der Geräte vorzunehmen, da die Standardabweichungen — mit Ausnahme des Gerätes 5324 — in der gleichen Größenordnung liegen wie bei den an frischen Gemüseerbsen 1954 und 1955 gemessenen Werten. Ob die geringe Streuung beim Gerät 5324 durch den Mechanismus des Meßgeräts bedingt ist (Abschnitt C) oder zufällig auftrat, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden; auch beim Messen der frischen Gemüseerbsen mit ein und demselben Texturemeter wurden Unterschiede von 2,5 Skt zwischen den Standardabweichungen gefunden.

Mit Hilfe der einfachen Streuungsanalyse kann nun festgestellt werden, ob und wie stark die Streuung zwischen den Mittelwerten, deren jeder aus den mit dem jeweiligen Texturemeter gefundenen Einzelwerten gebildet wurde, von den Streuungen innerhalb der Einzelwerte jeder Meßgruppe abweicht. Dabei bildet die innerhalb der vier Gruppen auftretende, jeweils aus 16, das heißt aus insgesamt  $4 \times 16$  Werten berechnete Streuung eine sehr gute

Tabelle 5

Prüfung einzelner Mittelwertsunterschiede mit Hilfe des t-Testes

Texturimeter Nr.	5308	5320	5317
Mittelwert M Skt	64,0	67,8	68,5
Streuung der Einzelwerte $\sigma^2$	22,2	23,0	27,0
Streuung der Mittelwerte			
$\sigma_M^2 = \frac{\sigma^2}{N}$	1,39	1,44	1,31
$M_{Diff}$	3,8		0,7
$\sigma_{Diff} = \sqrt{\sigma_{M_1}^2 + \sigma_{M_2}^2}$	1,68		1,66
$t = \frac{M_{Diff}}{\sigma_{Diff}}$	2,27		0,52
$t_{0,05}$	2,04		2,04
$t_{0,01}$	2,75		2,75

Annäherung an die Streuung der gesamten Erbsenfraktion, der die Proben entnommen wurden. Wenn die zwischen den Gruppen auftretende Streuung wesentlich größer ist als diejenige innerhalb der Gruppen, ist die Ursache darin zu suchen, daß ein zusätzlicher Einfluß auf die Gruppen, eben hier ein Unterschied in der Anzeige durch eine systematische Abweichung infolge Gerätefehlers wirksam wird und die Streuung vergrößert. Die mit den berechneten SQ-Werten (Tabelle 3) durchgeführte Streuungsanalyse (Tabelle 4) ergibt ein Verhältnis der Streuung zwischen zur Streuung innerhalb der Gruppenwerte von  $F = 21,5$ . Dieser F-Wert ist aber wesentlich größer als der für die Freiheitsgrade 3 und 60 und eine Sicherheitsgrenze von 1% der F-Tafel entnommene Wert  $F_{0,01} = 4,13$ . Es kann also mit einer Wahrscheinlichkeit von weit mehr als 99% ausgesagt werden, daß die Streuungen zwischen und die Streuungen innerhalb verschieden sind, daß also ein gut gesicherter Unterschied in den Meßergebnissen der einzelnen Texturimeter besteht.

Tabelle 6

Eichung der Texturimeter mit einer Prüffeder, Federkonstante  $c = 80 \text{ kg/cm}$

Fabrikationsnummer des Texturimeters	5308	5317	5320	5324	Gesamt	
Einzelwerte x in Skt	165	170	170	163		
	165	170	172	165		
	168	171	171	163		
	167	172	171	163		
	168	170	168	165		
	165	170	170	161		
	169	170	170	162		
	165	172	170	166		
	165	170	171	162		
	167	171	170	162		
	165	170	171	162		
	169	169	170	164		
	$S_x$	1998	2045	2044	1958	8045
	Anzahl der Messungen N	12	12	12	12	48
Mittelwert M in Skt	166,5	170,4	170,3	163,1	167,6	
$SQ = Sx^2 - \frac{(Sx)^2}{N}$	31	11	14	23	79	
$\sigma = \sqrt{\frac{SQ}{N-1}}$ in Skt	1,68	1,00	1,13	1,44	1,34	
Federweg in mm	10	10	10	10	—	
Stempelkraft in kg	80	80	80	80	—	
Meßdruck in kg/Skt	0,481	0,469	0,469	0,491	0,478	

Eine mit Hilfe des t-Testes vorgenommene Prüfung der Frage, zwischen welchen Einzelgruppen gesicherte Unterschiede bestehen (Tabelle 5), ergibt, daß nur die Mittelwerte der Messungen mit den Geräten 5317 und 5320 als zufällig voneinander abweichend betrachtet werden können, daß aber schon bei der Abweichung von 3,8 Skt zwischen den Geräten 5308 und 5320 nur noch mit einer Wahrscheinlichkeit von 3% ein gleiches Meßergebnis der Geräte als Mittelwert aus 16 Einzelwerten erwartet werden kann.

## 2. Prüfen des Stempeldrucks

Das Verdrängen und Scheren der Erbsen im Meßbecher während der Messung verursacht zwar die berechnete normale Streuung der Ergebnisse; diese Streuung wird durch die Benutzung verschiedener Meßbecher aber — wie auch ein Vertauschen der Becher ergab — nicht beeinflusst. Daher ist es möglich, auf eine einfache Art mit Hilfe einer Schraubenfeder oder einer ähnlichen Vorrichtung die Geräte auf die Übereinstimmung des Meßbereichs zu prüfen.

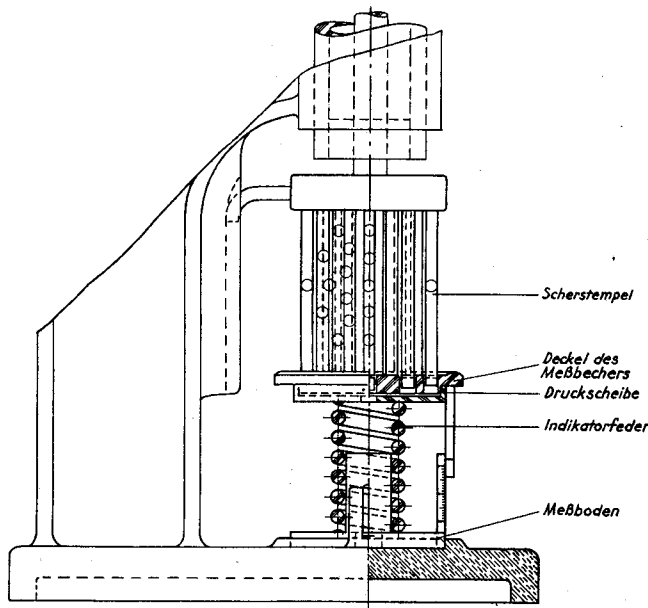


Abb. 1: Prüfeinrichtung zur Eichung der Texturimeter der Firma W. M. Christel, Valdres (Wisc./USA)

Eine solche Prüfung wurde mit einer geeichten Schraubenfeder (Abb. 1), deren Federkonstante  $c = 80 \text{ kg/cm}$  betrug, vorgenommen. Da die Meßergebnisse (Tabelle 6) bei einem Federweg von 10 mm ermittelt wurden, entsprechen sie einer Stempelkraft von 80 kg, so daß die sich je Skalenteil ergebenden Kräfte (Tabelle 6, unterste Reihe) berechnet werden konnten. Wie diese Werte zeigen, sind auch danach zwischen den Geräten 5317 und 5320 praktisch keine Unterschiede in den Meßergebnissen vorhanden, während die Ergebnisse der Geräte 5308 und 5324 mehr oder weniger von diesen bzw. voneinander abweichen. Nach der Streuungsanalyse (Tabelle 7) ist die Abweichung gut gesichert. Die Rangfolge in der Größe der Mittelwerte ist die gleiche wie bei der Reifegradbestimmung von Erbsen, so daß auch hiernach die Ursache für den Unterschied im Meßbereich der Texturimeter in der Kraftübertragung bzw. -anzeige des Geräts und nicht im Meßwerkzeug (Becher und Stempel) zu suchen ist.

Es wurde bereits darauf hingewiesen (4), daß der Meßbereich der Texturimeter nicht verändert werden kann und damit eine Neueinstellung der Geräte auf Grund einer Eichung nicht möglich ist. Nach den Meßergebnissen in Braunschweig und in Karlsruhe kann angenommen werden, daß die Anzeige einer Anzahl der in Deutschland verwendeten Texturimeter im Rahmen der ermittelten Standardabweichung miteinander übereinstimmt und der Meßdruck im Durchschnitt bei 0,47 kg/Skt liegen dürfte. Es könnte daran gedacht werden, bei allen in deutschen Be-

Tabelle 7

Streuungsanalyse der bei der Prüfung der Texturemeter gefundenen Werte (s. Tabelle 6)

Art der Streuung	Summe der Quadrate SQ	Freiheitsgrade FG	Durchschnittsquadrate DQ	$\frac{DQ_z}{DQ_i}$ F	$F_{0,01}$
SQ <sub>zwischen den Geräten</sub>	433	3	144,3	80,1	4,25
SQ <sub>innerhalb der Geräte</sub>	79	44	1,8		
SQ <sub>total</sub>	512	47			

Tabelle 8

Vergleich der Meßwerte vom Tenderometer und Maturometer nach Lynch und Mitchell (5)

Sortierung mm	Tenderometer Mittelwert Skt	Maturometer Mittelwert Skt	Alkoholunlös. Substanz %
über 10,3	160 ± 4,63 (4)*	415 ± 3,03 (4)*	19,3
9,5 bis 10,3	125 ± 3,24 (5)	295 ± 5,47 (5)	15,6
7,9 bis 9,5	132 (2)	234 (1)	11,5
unsortiert	140 ± 3,64 (8)	298 ± 3,65 (8)	16,2

\*) Zahl der Einzelmessungen

trieben vorhandenen Texturemetern den je Skalenteil ausgeübten Druck zu ermitteln und diejenigen, die eine Abweichung von 0,47 kg/Skt anzeigen, mit einem Umrechnungsfaktor oder einer Eichkurve zu versehen, die eine Korrektur der bei späteren Messungen gefundenen Werte auf eine einfache Art ermöglichen. Eine solche Prüfung, die vor jeder Ernte wiederholt werden könnte, wäre zum Beispiel unter Aufsicht des WITEA leicht durchzuführen. Ob eine so starke Abweichung vom Durchschnitt, wie sie bei einigen Geräten in Braunschweig und Karlsruhe gefunden wurde, überhaupt in Kauf zu nehmen ist, bleibt die Frage.

#### Ursache der unterschiedlichen Meßergebnisse

Der Aufbau des Texturemeters der Firma W. M. Christel ist in Abbildung 2 dargestellt. Die zum Eindringen der Scherstempel in den Meßbecher erforderliche Kraft wird von einer Kolbenstange auf einen mit einer Gummihutmanschette als Dichtungselement versehenen Kolben übertragen. Den von diesem auf das Hydrauliköl im oberen Teil des Zylinders ausgeübten Druck zeigt dann das Manometer an. Unterschiede in der Anzeige können hierbei lediglich durch die einfachen Übertragungsorgane und das Manometer verursacht werden. Bei Austausch untereinander ergaben die vier Manometer gleiche Anzeige. Nach dem Entfernen des Öls und dem Lösen des Stellrings am unteren Ende des Zylinders zeigte sich, daß der Kraftaufwand zum Verschieben des Kolbens verschieden groß war und zwischen etwa 1 kg (Gerät 5320) und etwa 10 kg (5308) schwankte. Die Abweichungen der Kolben- und Zylinderdurchmesser lagen innerhalb der üblicherweise bei solchen Konstruktionen zugelassenen Toleranzen; jedoch wiesen die Zylinderwände nicht die für eine einwandfreie Funktion erforderliche Feinstbearbeitung auf, und darin dürfte die Hauptursache für die Abweichung der Meßergebnisse der einzelnen Geräte voneinander zu suchen sein. Ein leichtes Glätten der Zylinderoberfläche von Gerät 5308 mit Schmirgelleinen auf der Drehbank verminderte die Eigenreibung derart, daß bei der Kontrolle mit der geeichten Feder der Meßwert von 148,7 auf 166,5 anstieg. Eine Feinstbearbeitung, ein Feinschliffen oder Honen der Zylinderwand könnte unseres Erachtens die auf dem Geräteeinfluß beruhenden Unterschiede in der Anzeige beseitigen. Die um einige Millimeter differierende Höhe des mit Öl gefüllten Zylinderteils hat keinen nennenswerten Einfluß auf die Meßergebnisse.

#### Kritik der Arbeitsweise des Texturemeters

Gesetzt den Fall, die Texturemeterwerte aller Geräte liegen beim Messen der gleichen Erbsenfraktion in dem durch die Standardabweichung gegebenen Meßbereich und die Anzeigegenauigkeit kann in gewissen Abständen geprüft werden, so bleibt doch die Frage offen, ob die durch die Arbeitsweise des Meßgeräts bedingte Streuung der Ergebnisse unzulässig hoch ist. Bei dem von Doesburg und Grevers verwendeten Texturemeter<sup>3)</sup> lag die Streuung der Meßergebnisse in der gleichen Größenordnung wie beim Texturemeter der Firma Christel ( $\sigma^*$  etwa 4%). Daher dürfte bei dieser Gerätebauart kaum eine kleinere Streuung zu erreichen sein. Für seinen Gebrauchswert wird es nun mitentscheidend sein, ob es möglich ist, bei einer Standardabweichung der Einzelwerte von 4 bis 5 Skt zu einer befriedigenden Aufteilung der Erbsen in Qualitätsklassen zu kommen.

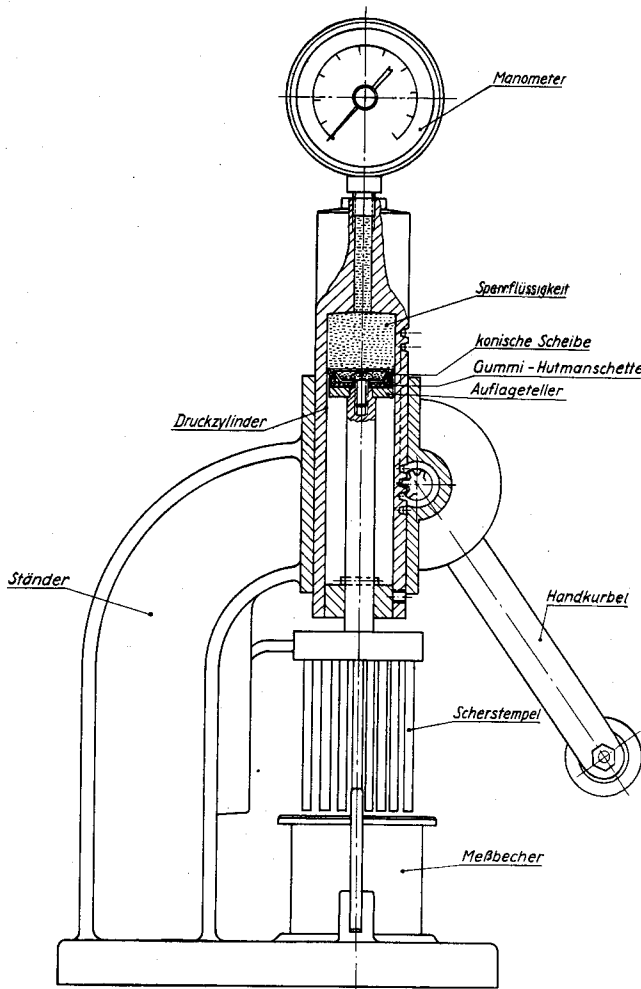


Abb. 2: Schnitt durch das Texturemeter der Firma W. M. Christel, Valders (Wisc./USA)

Unseres Erachtens kann das Texturemeter — vorchriftsmäßige Anwendung vorausgesetzt — der Konservenindustrie gute Dienste leisten. Auf die Vorteile, die in den geringeren Anschaffungskosten und der Handlichkeit gegenüber dem Tenderometer liegen, wurde früher hingewiesen (1). Es wurde vorgeschlagen (4), ein Gerät in der Art des in Australien verwendeten Maturometers (1) zur Reifegradbestimmung von Erbsen in Deutschland zu entwickeln. Zwar streuen die mit diesem Gerät gewonnenen Einzelwerte, wie die von Lynch und Mitchell (5) bei Vergleichsmessungen gefundenen Werte (Tabelle 8) zeigen, nicht stärker als beim Tenderometer; das Maturometer wiegt aber 27 kg und ist, obgleich es mit Handbetrieb ar-

<sup>3)</sup> Entwickelt im Instituut voor Bewaring en Verwerking van Tuinbouwproducten, Wageningen (Holland).

beitet, bei weitem nicht so handlich wie das Texturemeter, auch dürfte es wesentlich teurer sein. Zur Zeit wird in der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung ein Festigkeitsprüfer entwickelt, der möglichst die Vorteile des Texturemeters mit denen des Maturometers vereinigen soll. Bis diese Entwicklung abgeschlossen ist und die ersten Geräte gefertigt und erprobt sind, sollten die Texturemeter nach einer gründlichen Prüfung und gegebenenfalls vorgenommenen Bearbeitung der Wand des Druckzylinders weiterverwendet werden. Für die Benutzung des Texturemeters sollten allerdings verbindliche Richtlinien aufgestellt werden, die auch die Angabe der Zahl der erforder-

lichen Einzelmessungen, aus denen der Mittelwert zu bilden ist, enthalten. Bei der Abgrenzung von Qualitätsklassen ist dann die zu erwartende Streuung der Mittelwerte zu berücksichtigen.

#### *Literaturverzeichnis*

- (1) *Gutschmidt, J.*, Ind. Obst- u. Gemüseverwert. 38 (1953), 389.
- (2) *Gutschmidt, J.*, Ind. Obst- u. Gemüseverwert. 38 (1953), 405.
- (3) *Gutschmidt, J.*, Ind. Obst- u. Gemüseverwert. 39 (1954), 242.
- (4) *Nehring, E., Bothe, F. und Nehring, P.*, Ind. Obst- u. Gemüseverwert. 40 (1955), 284.
- (5) *Lynch, L. J., und Mitchell, R. S.*, Commonwealth Scient. and Ind. Res. Org. of Australia, Melb., Bull. No. 254 (1950).