

Aus dem Institut für Nahrungsmittelkunde der Tierärztlichen Fakultät  
der Universität München. Vorstand: Prof. Dr. L. Kotter

Grundlagen für die quantitative Auswertung  
histologischer Präparate

von O. Prändl

Bei der histologischen Qualitätsprüfung von Fleisch- und Wurstwaren sind quantitative Aussagen unentbehrlich. Die Schätzung der Anteile ist mit erheblichen Unsicherheiten belastet, so daß auf diese Weise nur extreme Abweichungen zuverlässig ermittelt werden können.

Einen wesentlichen Fortschritt brachte die von Kotter (14, 15, 18) angeregte Einführung der mikroskopischen Integrationsmethode für die Bestimmung des Kollagenvolumenanteiles in Wurstwaren. Zunächst wurde der Integrationstisch (Fa. Leitz, Wetzlar) empfohlen (16, 17, 19, 20, 21); seine Eignung für die Untersuchung von Wurst und Hackfleisch wurde dann auch von anderer Seite bestätigt (4, 13, 22, 23, 26). Die Messungen damit sind aber zeitraubend, weshalb sie nur in forensisch beachtlichen Fällen durchgeführt werden. Außerdem können auch dann nur wenige Schnitte je Probe ausgemessen werden, was insbesondere bei nicht vorzerkleinertem Material grober Wurstsorten ein beachtlicher Mangel ist. Auch für Reihenuntersuchungen im Rahmen wissenschaftlicher Arbeiten sollte eine Integrationsmethode zur Verfügung stehen, die hohe Genauigkeit und geringen Zeitaufwand in sich vereint.

Kotter und Mitarbeiter haben deshalb die Erprobung weiterer Integrationsmethoden aufgenommen und auch bereits auf diese Untersuchungen verwiesen (20, 21). Eine Verbesserung im Sinne eines geringeren Zeitaufwandes für die Messungen wurde von der Verwendung des "25-Punkte-Okulars" nach Hennig (9, 10, 11) (Integrationsokular der Fa. Zeiss, Oberkochen) und vom "Pointcounter" nach Glagoleff (6, 7, 8) erwartet. Automatische Integriereinrichtungen (3) standen zwar zur Diskussion, wegen des großen Kostenaufwandes dürften diese vorerst noch keine praktische Bedeutung erlangen. Gervasini (5) sowie Kelch und Gerigk (12, 13) haben das Integrationsokular (Fa. Zeiss) inzwischen ebenfalls für die Bestimmung des Kollagenvolumens in Würsten benutzt und über einige Versuche berichtet.

Der Integrationstisch (Fa. Leitz), der Pointcounter und das Integrationsokular (Fa. Zeiss) wurden systematisch auf Zuverlässigkeit und Zeitaufwand der Messungen am gleichen Untersuchungsmaterial geprüft.

Daneben wurde auch noch untersucht, ob bei der Auswertung von 3 ausgewählten Schnitten ein ausreichend genauer Mittelwert für den Kollagenvolumenanteil erzielt wird und auf welche Weise die Untersuchungsmethode im Hinblick auf eine gleichmäßige Zuverlässigkeit standardisiert werden könnte.

### Methodik:

#### 1. Standardisierung der Untersuchungsmethoden:

Zunächst wurde geprüft, ob bei der Auswertung von drei ausgewählten Schnitten ein ausreichend genauer Mittelwert für den Kollagenvolumenanteil erzielt wird. Hierzu wurden ca. 100 handelsübliche Brühwürste verschiedener Körnung, Qualität und Herkunft mit dem Integrationstisch untersucht. Das kollagene und das nicht-kollagene Eiweiß wurden anhand der Azanfärbung nach Heidenhain in der Modifikation von Kotter (15, 17, 20) differenziert dargestellt. Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse wurde anhand der Varianzanalyse und des Homogenitätstestes nach Bartlett (1) geprüft.

Daneben wurde eine Standardisierung der histometrischen Auswertung versucht, wobei grobes Untersuchungsgut vorzerkleinert und gut durchmischt wurde. Hierzu wurde nach der Entnahme von Blöcken für die morphologische Untersuchung das gesamte Untersuchungsgut durch den Wolf gedreht, im Bedarfsfalle entfettet, dann auf dem Gefriermikrotom bei einer Schnittdicke von  $40\mu$  zerkleinert, gut durchmischt und schließlich in Na-Alginat-Gallert (24) eingebettet.

#### 2. Verwendete Integrationssysteme und Durchführung der vergleichenden Untersuchungen:

Der Integrationstisch beruht auf dem von Rosival (25) entwickelten Streckensummierverfahren, das darin besteht, daß durch eine zusammengesetzte Fläche Meßlinien gelegt und deren durch gleichartige Komponenten laufende Teillinien summiert werden. Die für die einzelnen Komponenten gemessenen Längenanteile verhalten sich zueinander ebenso wie ihre Flächenanteile, und das Verhältnis der Flächenanteile entspricht nach dem Cavalieri-schen Prinzip den Volumenanteilen (s. a. 2).

Das Prinzip des Pointcounter nach Glagoleff (6, 7, 8) beruht darauf, daß das Objekt um eine bestimmte Strecke verschoben und dann die jeweils unterm

Fadenkreuz liegende Stelle als Treffer für die betreffende Komponente gezählt wird. Der Pointcounter ist somit eigentlich nur eine Vereinfachung des Integrationstisches, wobei anstatt der Streckensummierung auf den Linien Treffer als Stichproben für die Längenanteile gezählt werden. Die Trefferzahlen der verschiedenen Komponenten verhalten sich dann zueinander wie deren Volumina. Das einzige gegenwärtig in Deutschland erhältliche Modell eines Pointcounter hat sich für die Wursthistologie als nicht geeignet erwiesen; es wurde daher in Zusammenarbeit mit einer feinmechanischen Werkstätte<sup>1)</sup> eine einfache mechanische Apparatur entwickelt.

Das Integrationsokular (Fa. Zeiss) nach Hennig (9, 10, 11) ist ein Okular, in dem eine Schablone mit 25 Punkten so angeordnet ist, daß sie in der Schärfeebene des mikroskopischen Bildes sichtbar wird. Die 25 Punkte sind von einer Kreislinie umschlossen, worin jeder Punkt von sechs Nachbarpunkten gleich weit entfernt ist. Die Verbindung der Punkte durch Linien zu Zeilen soll das Ablesen der Treffer erleichtern. Bei der Ausmessung der Schnitte wurde das Objekt jeweils um 3 mm verschoben und dann die Treffer abgelesen. Das Verhältnis der Trefferzahlen ist wie beim Pointcounter den Volumenanteilen proportional.

Der Vergleich der Methoden wurde durch Messung des Kollagenanteiles in Brühwurstschnitten durchgeführt. Zehn Schnitte wurden mit jeder der drei Methoden je zehnmal ausgemessen (der Pointcounter wurde mit drei verschiedenen Punktabständen geprüft). Von den zehn Messungen je Schnitt wurde die Wiederholbarkeitsvarianz (repeatability variance) berechnet. In Verbindung damit wurde auch die Varianzanalyse und der Homogenitätstest nach Bartlett (1) durchgeführt.

Die Mittelwerte aus den zehn Messungen je Schnitt sind in Tabelle 2a mit den entsprechenden Varianzen aufgeführt, Tabelle 2b enthält die mathematisch-statistische Auswertung.

#### Diskussion:

Die mathematisch-statistische Auswertung der Kollagenwerte von ca. 100 handelsüblichen Brühwürsten verschiedener Körnung, Qualität und Herkunft hat gezeigt, daß bei der Ausmessung von 3 Schnitten aus nicht vorzerkleinertem Material die Zuverlässigkeit der erhaltenen Mittelwerte sehr unterschiedlich und insgesamt betrachtet sehr gering ist. Bei etwa 40 % der untersuchten Würste waren die Fehler der Mittelwerte aus den 3 Messungen so groß, daß keine ausreichend sichere Entscheidung darüber

<sup>1)</sup> R. Fritzsche, München 9, Tauernstraße 41

möglich war, ob der entsprechende Grenzwert über- oder unterschritten wurde, und in mehr als 50 % der Fälle, bei denen das gemessene mittlere Kollagenvolumen über dem entsprechenden höchst zulässigen Wert lag, war die Feststellung dieser Überschreitung nicht ausreichend gesichert. Bei diesen nicht vorzerkleinerten Proben wäre also eine Beanstandung trotz der Überschreitung der Grenzwerte nicht zu vertreten gewesen. Diese Unsicherheit ist auf die in vielen Fällen ungleichmäßige Verteilung des Kollagens zurückzuführen. Einzelschnitte können deshalb insbesondere bei Material mit entsprechenden Partikelgrößen nicht immer ohne Vorzerkleinerung des Materials als Repräsentanten für quantitative Aussagen gewertet werden. Man könnte zwar auch die Auswertung einer so großen Anzahl von Schnitten vorschreiben, daß sogar bei gröbster Verteilung des Kollagens noch ein ausreichend genauer Mittelwert gesichert wird; damit würden aber in vielen Fällen wesentlich mehr Schnitte ausgemessen, als zur sicheren Beurteilung erforderlich sind. Auch eine mathematisch-statistisch begründete Anpassung der Schnittzahl an die Beschaffenheit des Untersuchungsgutes ist unter praktischen Verhältnissen nicht möglich.

Die beste Möglichkeit für eine Standardisierung der histometrischen Auswertung besteht tatsächlich darin, grobes Untersuchungsgut vorzuzerkleinern und gut zu durchmischen. Hierdurch erhält man annähernd gleich große Gewebeteilchen. Lediglich bei homogen verarbeiteten Würsten braucht diese Vorbehandlung nicht durchgeführt zu werden.

Aber selbst wenn unterschiedliche Größen und Verteilungen der Gewebeteilchen weitgehend ausgeschaltet sind, ist es nicht günstig, die Anzahl der auszumessenden Schnitte schematisch festzulegen. Da für die Beurteilung lediglich festzustellen ist, ob der die entsprechende Qualität markierende Grenzwert über- oder unterschritten ist, genügen bei starken Abweichungen vom Grenzwert schon die Ergebnisse von wenigen Schnitten, um mit entsprechender Sicherheit die Abweichung als festgestellt betrachten zu können, während geringe Abweichungen vom Grenzwert mit mehreren Einzelergebnissen belegt werden müßten. Es wurden daher Vertrauensgrenzen aufgestellt (Tabelle 1), die angeben, um wieviel der Mittelwert einer bestimmten Anzahl von ausgemessenen Schnitten bei ausreichender Sicherheit den jeweiligen Grenzwert über- oder unterschreiten muß. Für die Anwendung solcher Vertrauensgrenzen ist es allerdings Voraussetzung, daß die durch Größe und Verteilung der Komponenten bedingte Streuung einen bestimmten Wert nicht überschreitet. Das ist für die in Tabelle 1 angegebenen Vertrauensgrenzen dann der Fall, wenn feinzerkleinertes Wurstgut vorliegt oder wenn grobes Wurstgut in der oben beschriebenen Weise vorzerkleinert worden ist.

Tabelle 1: Erforderliche Mindestabstände von den Grenzwerten (Vertrauensgrenzen) bei Ausmessung von N Schnitten (Irrtumswahrscheinlichkeit P = 0,01)

N	10	7	4	3	2
Vertrauensgrenze	±1	±2	±3	±4	±6

Der Vergleich der verschiedenen Integrationsmethoden wurde im Hinblick auf Zuverlässigkeit und Zeitaufwand durchgeführt. Die Streuungen der Ergebnisse, welche mit Integrationstisch (Meßlinienabstand 1 mm), Pointcounter (Punktabstände 1mm in beiden Dimensionen) und Integrationsokular (Fa. Zeiss) (Gesichtsfeldabstände 3 mm in beiden Dimensionen; insgesamt ca. 50 Gesichtsfelder je Schnitt) erhalten wurden, zeigten keine wesentlichen Unterschiede. Mit dem Pointcounter wurde aber nur 1/5 der Zeit benötigt, die gleiche Messungen mit dem Integrationstisch erfordern, und nur 1/3 der Zeit, die beim Integrationsokular (Fa. Zeiss) nötig ist.

Zweifellos ist das Streckensummierverfahren (Integrationstisch) von den geprüften Methoden theoretisch die genaueste. Dies bleibt aber praktisch ohne Auswirkung, weil bei einem bestimmten Meßlinienabstand die Struktur des Untersuchungsgutes die Genauigkeit des Ergebnisses begrenzt. Durch die Verzerkleinerung des Untersuchungsgutes wird zwar die Zahl der auszuwertenden Schnitte kleiner, die Auswertung des Einzelschnittes wird bei Benützung des Integrationstisches aber erschwert, weil dabei sehr kleine Teilstrecken zu durchmessen sind und an den Spindeln häufiger umgegriffen werden muß. Demgegenüber bleibt die Partikelgröße bei der Pointcountermethode ohne wesentlichen Einfluß auf Zeitaufwand und Ablesungsgenauigkeit.

Unsere Beobachtung, daß mit dem Integrationsokular (Fa. Zeiss) keine geringere Wiederholbarkeitsvarianz der Werte zu erzielen war ( $s_I^2 = 10,46$ ) als mit dem Pointcounter ( $s_I^2 = 8,49$ ) (s. Tabelle 2b, Spalte 3), obwohl mit dem Integrationsokular (Fa. Zeiss) etwa das Dreifache an Testpunkten ausgezählt wurde, ist bemerkenswert, weil u. a. auch dadurch die Fragwürdigkeit der Anwendung der "absoluten mittleren prozentualen Streuung" für die Fehlerberechnung deutlich wird, die Kelch und Gerigk (12) bei ihren Untersuchungen verwendet haben. Bei unseren Untersuchungen

Tabelle 2a: Mittelwerte der Kollagenvolumina aus 10 Messungen je Schnitt ( $\bar{x}$ )  
und die daraus berechnete Wiederholbarkeitsvarianz ( $s_i^2$ ) bei  
Anwendung verschiedener Integrationsmethoden

Schnitt Nr.	Integrationstisch		Integrationsokular		Pointcounter		Pointcounter		Pointcounter	
	$\bar{x}$	$s_i^2$	$\bar{x}$	$s_i^2$	$\bar{x}$	$s_i^2$	$\bar{x}$	$s_i^2$	$\bar{x}$	$s_i^2$
1	43,8	10,62	39,5	8,72	38,3	6,23	37,5	12,95	40,4	58,71
2	46,7	6,01	42,8	18,40	41,0	7,33	43,6	13,16	38,3	39,79
3	40,4	7,82	37,0	8,22	33,6	5,60	34,1	19,6	35,6	68,27
4	32,5	16,42	29,2	14,40	27,4	20,71	29,9	45,88	27,1	17,66
5	35,7	12,23	39,2	20,18	38,6	6,04	36,6	34,27	41,3	50,68
6	35,7	5,12	38,9	10,32	38,3	5,12	37,0	30,22	35,7	34,68
7	35,8	6,62	39,2	5,07	37,9	10,54	40,2	23,96	36,8	62,84
8	38,2	7,73	41,6	3,82	40,9	12,32	40,0	26,22	40,8	35,29
9	44,2	1,51	45,7	7,35	46,6	6,71	42,9	22,99	45,1	41,88
10	43,3	8,68	45,1	8,10	45,6	4,27	45,6	22,93	46,6	47,38

  

Meßlinienabstände	Gesichtsfeld-	Punktabstände	Punktabstände	Punktabstände
	abstände 3 mm	1 mm	2 mm	3 mm

Tabelle 2b: Mathematisch-statistische Auswertung der in Tabelle 2a aufgeführten Ergebnisse und durchschnittlicher Zeitaufwand (T) für die Kollagen-volumenbestimmung in einem Schnitt

1	2	3	4	5	6
Integrationsmethode	$s_Z^2$	$s_I^2$	$\chi_{emp}^2$	P	T
Integrationsstisch	223,1	8,31	13,6691	> 0,10	50'
Integrationsokular (Fa. Zeiss)	218,8	10,46	11,1056	> 0,20	35'
Pointcounter					
1 mm	305,2	8,49	10,4487	> 0,30	10'
2 mm	222,8	25,22	6,1175	> 0,70	5'
3 mm	304,8	45,72	5,4482	> 0,70	2'

$n_Z = 9; n_I = 90;$

Zeichenerklärung:

Index I = innerhalb der Klassen

Index Z = zwischen den Klassen

$s^2$   
= Varianz

$\chi_{emp}^2$   
= Prüfgröße; sie ist verteilt wie  $\chi_{(n_I)}^2$

P  
= Wahrscheinlichkeit für Homogenität der Varianzen

war die prozentuale Streuung der mit dem Integrationsokular (Fa. Zeiss) erhaltenen Werte im Durchschnitt nur etwa halb so groß wie der "Standard-Fehler" bei gleicher Irrtumswahrscheinlichkeit. Diese Diskrepanz ist damit zu erklären, daß die Testpunktabstände der Struktur der Wurstschnitte nicht optimal angepaßt waren. Theoretisch wäre dieser Fehler durch die Wahl einer schwächeren Vergrößerung zu verringern gewesen. Das hätte aber andererseits eine erhebliche Unsicherheit mit sich

gebracht, weil dann bei der feinwabigen Struktur der Brühwurstmasse häufig nicht zu entscheiden gewesen wäre, ob Treffer vorliegen oder ob die Testpunkte neben den z. T. nur wenige  $\mu$  dicken Eiweißleisten liegen. Das trifft besonders für die Testpunkte am Gesichtsfeldrand zu, weil dort schon rein optisch der Testpunkt nicht genau auf einer Stelle zu sehen ist, sondern bei leichter unvermeidlicher Änderung der Einblickachse seine Lage im Schnitt verändert. Bei Rohwürsten ist zwar die Struktur meist weniger feinwabig, es kommen aber trotzdem sehr kleine Partikelchen vor, bei denen die Feststellung von Treffern bei schwacher Vergrößerung nicht immer eindeutig möglich ist. Für die Wursthistologie ist daher der Pointcounter wesentlich besser geeignet als das Integrationsokular (Fa. Zeiss). Punktabstände und entsprechende Vergrößerung können dabei unabhängig voneinander gewählt werden und jeder Treffer wird mit der gleichen optischen Genauigkeit abgelesen. Das Integrationsokular (Fa. Zeiss) ist wegen seines starren Punktabstandes bei einer optimalen Vergrößerung nur begrenzt einsatzfähig. Außerdem wird das Auge beim Pointcounter weniger belastet, weil es wie beim Integrationstisch nur auf die Gesichtsfeldmitte gerichtet ist, und nicht wie beim Integrationsokular (Fa. Zeiss) das ganze Gesichtsfeld durchmustert werden muß.

#### Zusammenfassung:

Die histometrische Kollagenvolumenbestimmung in Wurstwaren war zu standardisieren, weil das Kollagen in den verschiedenen Wurstarten sehr unterschiedlich verteilt ist. Außer bei feinen Wurstarten ist das Wurstgut in besonderer Weise für die Untersuchung zu zerkleinern und in Alginat einzubetten. Dadurch wird eine etwa gleichmäßige Partikelgröße und eine so gute Verteilung der Komponenten ineinander gesichert, daß die Meßergebnisse aus den histologischen Schnitten nur wenig und etwa konstant streuen. Es wurden Vertrauensgrenzen berechnet, die feststellen lassen, wieviele Schnitte auszuwerten sind, damit die Über- oder Unterschreitung des für die betreffende Qualität höchstzulässigen Wertes als ausreichend sicher nachgewiesen gelten kann.

Der Pointcounter ist für histometrische Wurstuntersuchungen wegen des geringen Zeitaufwandes bei gleicher Zuverlässigkeit besser geeignet als der Integrationstisch und als das auch noch mit anderen Mängeln behaftete Integrationsokular (Fa. Zeiss). Die geprüften Integrationsmethoden wurden eingehend diskutiert.

Résumé:

La détermination histométrique du volume de collagène dans les saucissons devait être standardisée, car le collagène dans les différents genres de saucissons est reparti de façon très différente. A l'exception des genres fines, pour examiner il faut particulièrement réduire le matériel en morceaux, et le rendre dans l'alginate. De telle façon l'on assure une grandeur des particules presque égale et une si bonne répartition des composantes entre elles, que les résultats histométriques varient très peu et de façon presque constante. L'on a calculé des limites de confiance qui laissent établir combien de tranches sont nécessaires à mesurer.

A cause du mineur emploi de temps et avec la même sûreté le Pointcounter est plus indiqué pour l'examen histométrique des saucissons, que la table d'intégration (Leitz) et que l'oculaire d'intégration (Zeiss) qui comporte aussi d'autres défauts. Les méthodes d'intégration examinées ont été discutées à fond.

Summary:

The histiometric determination of the collagen volume in sausages had to be standardized, as the collagen distribution varies greatly in the different sausage types. Except with fine sausage types the sausage material has to be reduced in a certain way to small pieces and be embedded in alginate. Thus a regular particle size and an even distribution of the components in one another is secured, so that the measuring results from the histological slides differ only slightly and approximately constantly. Limits of confidence have been calculated, by which can be ascertained, how many slides have to be examined to prove that the highest admissible value has, for the respective quality, been exceeded or undercut.

For the histiometric examination of sausages the point counter is, with an equal reliability, better suited than the integration table (Leitz) and the integration ocular (Zeiss) with its additional faults, because of smaller time expenditure. The integration methods tested have been extensively discussed.

Anmerkung:

Dieses Referat ist ein Extrakt aus einer am 24.2.60 der Tierärztlichen Fakultät der Universität München vorgelegten Habilitationsschrift mit dem Titel "Die histologische Analyse von Gewebe- und Organgemengen. Grundlagen für die quantitative Auswertung histologischer Präparate".

Literatur

1. Bartlett, M. S.: Proc. Roy. Soc. London A 160 (1937), 268;
2. Delesse, A.: Procédé mécanique pour déterminer la composition des roches.  
Ann. d. Mines 13 (1848), 379;
3. Eränkő, O.: Quantitative Methods in Histology and Microscopic Histochemistry.  
S. Karger, Basel und New York 1955;
4. Gervasini, C.: L'Esame istologico degli insaccati. Determinazione del volume %  
di tessuto collagene nelle mortadelle di Bologna mediante il  
Tavolo d'Integrazione. La Clinica Veterinaria 82 (1959);
5. Gervasini, C.: L'Esame istologico degli Insaccati: Nota III: Metodi istologici per  
la ricerca quantitativa dei componenti l'impasto di un insaccato.  
Atti Soc. Ital. Sci. Vet. 8 (1959);
6. Glagoleff, A. A.: On the geometrical methods of quantitative mineralogic analysis  
of rocks. Trans. Inst. Econ. Min., Moscow 59 (1933);
7. Glagoleff, A. A.: Quantitative Analysis .... with the Microscope .... by the  
"Point" Method. Engineering and Mining J. 135 (1934), 399;
8. Glagoleff, A. A.: Vorrichtung für Mikroskope zum Bestimmen der relativen  
Mengenverhältnisse von Gemengeteilen einer zu untersuchenden  
Schicht. Patentschrift Nr. 642 598 (1937) und Nr. 671 522 (1939);
9. Hennig, A.: Zwei neue Meßokulare für die mikroskopische Volum- und Oberflächen-  
messung. Forsch. Ing.-Wes. 23 (1957), 71;
10. Hennig, A.: Das Problem der Kernmessung. Eine Zusammenfassung und Erweiterung  
der mikroskopischen Meßtechnik. Mikroskopie 12 (1957), 174;
11. Hennig, A.: Kritische Betrachtungen zur Volumen- und Oberflächenmessung in der  
Mikroskopie. Zeiss-Werkzeitschrift 6 (1958), 78;
12. Kelch, F., und K. Gerigk: Die Eignung des Integrationsokulars I der Fa. Zeiss,  
Oberkochen, für die quantitative histologische Analyse von Roh-  
würsten. Fleischwirtschaft 11 (1959), 1021;

13. Kelch, F., und K. Gerigk: Vergleichende quantitative histologische Untersuchungen an Rohwürsten mit dem Integrationstisch der Fa. Leitz, Wetzlar, und dem Integrationsokular I der Fa. Zeiss, Oberkochen. *Fleischwirtschaft* 12 (1960), 385;
14. Kotter, L.: Neue Wege bei der histologischen Wurstuntersuchung. Berl. Münch. *Tierärztl. Wschr.* 68 (1955), 360;
15. Kotter, L.: Grundzüge und Probleme der histologischen Wurstuntersuchung. Mitt. GDCh-Fachgruppe Lebensmittelchemie 1955, 36;
16. Kotter, L.: Zum Nachweis kollagener Substanzen in Brühwurst. *Fleischwirtschaft* 9 (1957), 30;
17. Kotter, L.: Zum Nachweis kollagener Substanzen in Wurstwaren. *Wiener Tierärztl. Mschr.* 44 (1957), 705;
18. Kotter, L., E. Degenkolb und E. Elfert: Zum Nachweis kollagener Substanzen bei der histologischen Wurstuntersuchung. *Tierärztl. Umschau* 11 (1956), 140; Berl. Münch. *Tierärztl. Wschr.* 69 (1956), 37; *Fleischwirtschaft* 7 (1955), 673;
19. Kotter, L., und E. Degenkolb: Zur Beurteilung und zum Nachweis kollagener Substanzen (Schwarten, Sehnen usw.). *Fleischwirtschaft* 8 (1956), 203;
20. Kotter, L., und O. Prändl: Zur Bestimmung des Kollagenanteils in Wurstwaren mit dem Integrationstisch. *Zschr. f. wiss. Mikroskopie* 64 (1959), 257;
21. Kotter, L., O. Prändl und C. Gervasini: Experimentelle Grundlagen für die Beurteilung des Kollagenvolumens von Brühwürsten. *Arch. Lebensmittelhyg.* 9 (1958), 243;
22. Lerche, M.: Zur histologischen Untersuchung von Fleisch- und Wurstwaren. *Arch. Lebensmittelhyg.* 9 (1958), 6;
23. Linke, H.: Ein Beitrag zur quantitativen Auswertung in der Wursthistologie. *Arch. Lebensmittelhyg.* 10 (1959), 31;
24. Prändl, O.: Über die Einbettung von Wurstproben für die histologische Untersuchung. *Arch. Lebensmittelhyg.* 10 (1959), 62;

25. Rosiwal, A.: Über geometrische Gesteinsanalysen. Verh. d. k. u. k. geol. Reichsanstalt Wien 1898, 143;
26. Sinell, H. -J.: Histometrische Untersuchungen mit dem "Leitz"-Integrationstisch zur Bestimmung des Kollagenanteils in zerkleinertem Fleisch. Arch. Lebensmittelhyg. 11 (1960), 147.