

# BIOCHEMISCHE ZEITSCHRIFT

UNTER MITWIRKUNG  
ZAHLEICHER FACHGENOSSEN

HERAUSGEGEBEN  
VON  
**W. GRASSMANN**  
DRESDEN

---

*Sonderabdruck aus 302. Band, 1.—2. Heft*

---

Karl Brecht und Gerolf Grundmann †:  
**Glykokollbestimmungen in Nahrungsmitteln**



SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG GMBH

1939

ISBN 978-3-662-27190-2 ISBN 978-3-662-28673-9 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-28673-9

Die

# Biochemische Zeitschrift

erscheint zwanglos in Heften, die in kurzer Folge zur Ausgabe gelangen; je sechs Hefte bilden einen Band. Der Preis des Bandes beträgt RM 28.—.

In der Regel können Originalarbeiten nur Aufnahme finden, wenn sie nicht mehr als 1½ Druckbogen umfassen. Sie werden mit dem Datum des Eingangs versehen und der Reihe nach veröffentlicht, sofern die Verfasser die Korrekturen rechtzeitig erledigen. — Kurze Mitteilungen wichtigen Inhalts können außerhalb der Reihenfolge des Einlaufdatums abgedruckt werden, wenn sie den Raum von 1—2 Druckseiten nicht überschreiten — Abhandlungen polemischen Inhalts werden nur dann zugelassen, wenn sie eine tatsächliche Richtigstellung enthalten und höchstens zwei Druckseiten einnehmen.

Manuskriptsendungen sind an den Herausgeber:

Herrn Prof. Dr. W. Grassmann, Dresden 24, Wielandstraße 2,

zu richten.

Bei Arbeiten aus Instituten, Kliniken usw. ist eine Erklärung des Direktors oder eines Abteilungsleiters beizufügen, daß er mit der Publikation der Arbeit aus dem Institut bzw. der Abteilung einverstanden ist und den Verfasser auf die Aufnahmebedingungen aufmerksam gemacht hat.

Die Autoren erhalten eine *Fahnenkorrektur*. Revisionen können nur ausnahmsweise verabfolgt werden und verursachen oft eine Zurückstellung der Mitteilung. Auf Wunsch der in weit entfernten oder überseeischen Ländern wohnenden Mitarbeiter wird die Korrektur ihrer Abhandlung hier gelesen, wodurch ein beschleunigtes Erscheinen ermöglicht wird.

Der Autor erhält einen Unkostenersatz von RM 20.— für den 16seitigen Druckbogen, jedoch im Höchstfalle RM 30.— für eine Arbeit.

Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskriptes und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht, und zwar bis zum 31. Dezember desjenigen Kalenderjahres, das auf das Jahr des Erscheinens folgt. Hieraus ergibt sich, daß grundsätzlich nur Arbeiten angenommen werden können, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind, und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichten der Autor sich verpflichtet.

Die Mitarbeiter erhalten von ihren Arbeiten 40 Sonderdrucke unentgeltlich. Weitere 160 Exemplare werden, falls bei Rücksendung der 1. Korrektur bestellt, gegen eine angemessene Entschädigung geliefert. Darüber hinaus gewünschte Exemplare müssen zum Bogenettopreise berechnet werden. Mit der Lieferung von Dissertationsexemplaren befaßt sich die Verlagsbuchhandlung grundsätzlich nicht; sie stellt jedoch den Doktoranden den Satz zur Verfügung zwecks Anfertigung der Dissertationsexemplare durch die Druckerei.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer  
Berlin W 9, Linkstraße 22/24.

302. Band

Inhaltsverzeichnis

1.—2. Heft

	Seite
<b>Scheunert, A., K. H. Wagner, Hermann Fink und Josef Krebs.</b> Die Synthese von Vitamin B <sub>1</sub> und B <sub>2</sub> (Komplex) durch die Hefe <i>Torula utilis</i> . . . . .	1
<b>Oehme, Curt.</b> Über den sog. „Grundumsatz“. I. Mitteilung: „Grundumsatz“ und Aminosäuren . . . . .	12
<b>Brecht, Karl und Gerolf Grundmann †.</b> Glykokollbestimmungen in Nahrungsmitteln . .	42
<b>Kiessling, W.</b> Über den das Glykogen phosphorylierenden Fermentproteinkomplex und eine enzymatische, reversible Glykogensynthese . . . . .	50
<b>Nešpor, E. und K. Wenig.</b> Die Wirbellosen und Ascorbinsäure (Vitamin C) . . . . .	73
<b>Pfankuch, E. und G. A. Kausche.</b> Darstellung und Charakterisierung von Aucubamosaik-Virus . . . . .	77
<b>Simola, P. E.</b> Untersuchungen über die Beziehung der B-Vitamingruppe zu dem Stoffwechsel von Ketoverbindungen . . . . .	84
<b>Hinsberg, Karl und Richard Merten.</b> Über die Wirkung des Porphyrins auf den Stoffwechsel des Warmblüters. II. . . . .	103
<b>Diemair, W. und K. Weiss.</b> Zur Kenntnis der pflanzlichen Phosphatide und Lecithine. V. Mitteilung: Das Phosphatid der Lupine . . . . .	112
<b>Thaler, H. und G. Geist.</b> Zur Chemie der Ketonranzigkeit. I. Mitteilung: Über den Abbau gesättigter Fettsäuren durch <i>Penicillium glaucum</i> . . . . .	121
Berichtigung zur Arbeit von <b>Bandow, Fritz.</b> Über die Absorptionsspektren organischer Stoffe in konzentrierter Schwefelsäure. III. Mitteilung: Stoffe mit Äthyl- und Carbonylgruppen . . . . .	136

# Glykokollbestimmungen in Nahrungsmitteln.

Von

Karl Brecht und Gerolf Grundmann †.

(Aus der Medizinischen Universitäts-Poliklinik in Heidelberg.)

(Eingegangen am 22. Mai 1939.)

Mit 1 Abbildung im Text.

Wie in der voranstehenden Arbeit gezeigt worden ist, können Zusätze von einzelnen Aminosäuren, z. B. Glykokoll, zur Nahrung im verhältnismäßig kleinen Betrage bei längerer täglicher Verabreichung unter gewissen Umständen, die vor allem in dem Aminosäuregemisch der gleichzeitigen Nahrung selber begründet sind, erhebliche Wirkungen auf den Energiehaushalt ausüben. Der auch für viele andere Fragen und Aufgaben der Ernährungsphysiologie schon immer dringliche Wunsch, die einzelnen Bausteine der Eiweißkörper, insbesondere in der Form, in der sie in Nahrungsgemischen vorliegen, möglichst quantitativ richtig zu kennen, wird damit noch dringlicher auch für praktische Ziele der Ernährungslehre.

Die meisten bisher vorhandenen Angaben über den Aminosäuregehalt einzelner Eiweißkörper beziehen sich auf reine Eiweiß-, nicht auf Nahrungsstoffe, und liefern, meist mit der alten, wenn auch grundlegenden Estermethode von *E. Fischer* gewonnen, zu niedrige, bestenfalls Minimalwerte. Zwar sind modernere Bestimmungsmethoden für eine Anzahl Aminosäuren angegeben<sup>1</sup> worden, doch bedürfen sie im einzelnen, besonders an Nahrungssubstanzen, vielfach der Nachprüfung und Ausarbeitung. Als Vorbild der hier notwendigen Fortentwicklung kann die Bestimmung der Aminosäuren im Eiweißkörper des gelben Fermentes durch *R. Kuhn* und *P. Desnouelle*<sup>2</sup> dienen. Die vorliegende Arbeit berichtet über das Verfahren, mit dem für die Zwecke der Nahrungsmittelanalyse beim Studium der Aminosäurewirkungen auf den Grundumsatz das Glykokoll bestimmt worden ist.

## I.

Sowohl über den qualitativen Nachweis wie über die quantitative Bestimmung von Glykokoll sind bisher sehr wenige methodische Arbeiten veröffentlicht worden. In neuerer Zeit hat *Zappacosta*<sup>3</sup> einen sehr empfindlichen Nachweis von Glykokoll publiziert. Das Grund-

---

<sup>1</sup> *K. Hinsberg* u. *K. Lang*, Medizinische Chemie, Urban u. Schwarzenberg, Berlin, 1938. — <sup>2</sup> *R. Kuhn* u. *P. Desnouelle*, Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 70, 1907, 1937. — <sup>3</sup> *Zappacosta*, Diagnost. e Technica Labor. 2, 753, 1937.

prinzip dabei ist die Kondensierung von Glykokoll mit Guanidincarboxylat zu Glykocyamin, das dann mittels der *Sakaguchi*-Reaktion nachgewiesen wird. Zur Entfernung der Stoffe, die ebenfalls eine positive *Sakaguchi*-Reaktion geben, werden dieselben zunächst durch Phosphorwolframsäurefällung abgetrennt und das Glykokoll aus dem Filtrat durch Alkoholfällung isoliert. Es gelingt noch der Nachweis von 0,025 mg Glykokoll. Die früher vielfach erwähnten Farbreaktionen, die Glykokoll mit Eisenchlorid, Ninhydrin, Phenol und Natriumhypochlorid gibt, sind jedoch für Glykokoll nicht spezifisch, sondern werden auch von anderen Monoaminosäuren gegeben; das naheliegende quantitative Verfahren, Glykokoll durch Überführung in Formaldehyd durch direkte Oxydation mit Hypochlorid oder einem anderen Oxydationsmittel oder durch Permanganatoxydation der durch Einwirkung von salpetriger Säure aus dem Glykokoll entstehenden Glykolsäure zu bestimmen, muß wegen der geringen Formaldehydausbeute (50 bis 60 %) fallen gelassen werden<sup>1</sup>. *Town*<sup>2</sup> wandelte Glykokoll mittels Nitranilinsäure in Glykokollnitranilat um, welches er dann mengenmäßig durch Wägen bestimmte. Voraussetzung ist dabei, daß das Hydrolysat frei von Natrium, Kalium, Calcium, Barium und Ammoniak sein muß, da sonst ungenaue Werte erhalten werden. Uns erschien dieser Weg der Glykokollbestimmung nicht gangbar, da bei Arbeiten mit Substanzgemischen obige Bedingungen schwer zu erfüllen sind. *Zimmermann*<sup>3</sup> beschrieb eine Farbreaktion, die bei Einwirkung von o-Phthaldialdehyd auf Glykokoll zustande kommt und unter den Monoaminosäuren allein für Glykokoll spezifisch ist. Dieses gibt nach Alkalivorbehandlung mit o-Phthaldialdehyd in salzsaurer Lösung eine violette Färbung. Bei verdünnteren Lösungen geht sie mehr ins Rotstichige, bei konzentrierteren tritt ein violetter Niederschlag auf. *Zimmermann*, der diese Reaktion ausgearbeitet hat und auch eine Vorschrift zur Darstellung von o-Phthaldialdehyd angibt, hat nun gefunden, daß diese Reaktion auch von Histidin, Histamin, Arginin, Cystein, besonders aber von Tryptophan und Ammoniumsalzen gegeben wird. Man muß diese deshalb vorher entfernen. Die von *Zimmermann* nur qualitativ benutzte Reaktion verwendeten *Abderhalden* und *Neumann*<sup>4</sup> zur Bestimmung der Stellung des Glykokolls in Polypeptiden.

*Klein* und *Linser*<sup>5</sup> fanden, daß in einer vorher leicht alkalisch gemachten Glykokollösung durch Zusatz von wässriger o-Phthaldialdehydlösung, wenn man nach einiger Zeit Säure hinzufügt, ein grüner

---

<sup>1</sup> *K. Hinsberg* u. *K. Lang*, Medizinische Chemie, *Urban u. Schwarzenberg*, Berlin, 1938. — <sup>2</sup> *Town*, *Biochem. J.* **30**, 1833, 1936. — <sup>3</sup> *W. Zimmermann*, *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **189**, 4, 1930. — <sup>4</sup> *E. Abderhalden* u. *A. Neumann*, ebenda **238**, 177, 1936. — <sup>5</sup> *Klein* u. *Linser*, ebenda **205**, 251, 1932.

Farbton oder bei größeren Glykokollkonzentrationen ein fein suspendierter blaugrüner Niederschlag entsteht. Nach Zusatz einer kleinen Menge Alkohol läßt sich dieser Farbton oder Niederschlag quantitativ durch Chloroform ausschütteln, sodaß die Chloroformschicht je nach Konzentration des Glykokolls von hellgrün bis dunkelgrün gefärbt wird, die überstehende Flüssigkeitsschicht dagegen farblos ist. Sie untersuchten den Einfluß von Säure und Lauge auf den Ablauf der Reaktion und die entstehenden Farbnuancen und kamen zu dem Ergebnis, daß der grüne Farbton nur bei ganz bestimmten Voraussetzungen auftritt. Dabei erwies sich eine neutrale Reaktion als notwendig, da in saurem Medium die Reaktion nicht zustande kommt. Andererseits tritt der grüne Farbton nur bei Zusatz von schwach alkalischer Pufferlösung auf, nicht aber bei Zufügung von Lauge. Bei Verwendung von Lauge zur Reaktion entstehen violette bis rote Farbtöne, die sich nicht quantitativ mit Chloroform ausschütteln lassen. Auch die Einwirkungsdauer der zur Reaktion notwendigen Lösungen beeinflußt die entstehenden Farbtönungen, weshalb für einen gleichmäßigen Ablauf der Reaktion die Zeit jeweils genau zu berücksichtigen ist. Auf Grund dieser Versuchsergebnisse führen *Klein* und *Linser* die Reaktion wie folgt aus:

Die in 0,5 ccm Wasser gelöste neutrale Probe wird mit 0,75 ccm einer Mischung von 25 Teilen m/15 Phosphatpuffer  $p_H$  8,0 und 75 Teilen o-Phthaldialdehydlösung<sup>1</sup> versetzt, gut umgeschüttelt und nach genau 2 Minuten wird 1 ccm einer frisch bereiteten Mischung von 5 Teilen konzentrierter Schwefelsäure und 30 Teilen 96 %igem Alkohol zugegeben. Nach weiteren 2 Minuten wird der grüne Farbton mit 5 ccm Chloroform ausgeschüttelt. Nach Absetzen der zwei Schichten wird mit einer Pipette 3 ccm Chloroform entnommen, 0,5 ccm 95 %iger Alkohol zugefügt und nun die klare Lösung kolorimetriert. Unter der Analysenquarzlampe leuchtet die Lösung goldgelb auf.

*Klein* und *Linser* finden, daß mit dieser beschriebenen Reaktion außer Glykokoll auch noch Tryptophan, Ammonchlorid, Cystein, Arginin, Alanin und Asparagin positiv reagieren, jedoch nur die von Tryptophan und Ammonchlorid gebildeten Färbungen sich mit Chloroform ausschütteln lassen. Die anderen Aminosäuren färben nur die wässrige Fraktion, während das Chloroform farblos bleibt. Tryptophan

---

<sup>1</sup> Darstellung von o-Phthaldialdehyd (*Zimmermann*, a. a. O.): 10 g 0-Tetrabrom-o-Xylol (*Schering-Kahlbaum*) und 9 g kristallisiertes Kaliumoxalat werden mit 62 ccm Wasser und 62 ccm 95 %igem Alkohol 40 Stunden unter Rückfluß gekocht. Von der klargelben Flüssigkeit werden 50 ccm Alkohol abdestilliert, 10 g Natriumphosphat und 300 ccm Wasser hinzugegeben, und jetzt aus dem Reaktionsgemisch 250 bis 300 ccm Flüssigkeit abdestilliert, in der man zum Schluß den im Kühler auskristallisierten Phthalaldehyd auflöst. Diese Lösung ist für die Farbreaktion direkt verwendbar. Sie ist in braunen Flaschen unbegrenzt haltbar.

und Ammonchlorid allein bilden Farbstoffe, die in Chloroform löslich sind. Sie färben beide den Chloroformanteil und stören die Glykokollbestimmung empfindlich. *Klein* und *Linser* entfernen Ammoniak nach der Methode von *Folin*, Tryptophan mittels Mercurosulfat. Mit der von *Klein* und *Linser* ausgearbeiteten kolorimetrischen Methode zur Bestimmung von Glykokoll hat *Patton*<sup>1</sup> in mehreren Proteinen nach Aufspaltung durch saure Hydrolyse Glykokoll bestimmt und gibt eine genaue Aufarbeitungsmethode von Proteinhydrolysaten an, in deren Verlauf sowohl Ammoniak wie Tryptophan entfernt werden. Die von *Klein* und *Linser* vorgeschlagene Ausfällung des Tryptophans mit Mercurosulfat ist jedoch ungenügend. Bei der Nachprüfung erhielten wir nach Entfernung von Hg und H<sub>2</sub>S noch eine positive Glyoxylsäurereaktion (Modifikation von *Winkler*). Auch zerstört die saure Hydrolyse (20 %ige HCl) Tryptophan offenbar nicht so völlig, wie man nach allgemeinen Angaben annehmen konnte. Wir hydrolysierten 50 mg Tryptophan 40 Stunden unter Rückflußkühlung mit 20 %iger Salzsäure. Nach Ablauf der Hydrolyse war immer noch eine positive Glyoxylsäurereaktion vorhanden. Das Tryptophan wurde also nicht völlig zerstört. *Patton* verwendet zur Entfernung des Tryptophans Benzaldehyd und beruft sich dabei auf die Arbeiten von *Holm* und *Gortner*<sup>2</sup>. Wir prüften diese Angaben nach und hydrolysierten unter den gleichen Bedingungen wie oben Tryptophan. Nach 24stündigem Kochen gaben wir Benzaldehyd zu und ließen noch weitere 24 Stunden hydrolysieren. Die danach angestellte Glyoxylsäureprobe zeigte ein negatives Ergebnis. Auch mittels der Reaktion von *Mezey* und *Kraus*<sup>3</sup> ließ sich Tryptophan nicht mehr nachweisen. Wir hydrolysierten auch Glykokoll unter gleichen Bedingungen und fügten Benzaldehyd zu. Es zeigte sich, daß der Zusatz von Benzaldehyd zur Hydrolyse keinen Einfluß auf das Glykokoll hat. Das Ammoniak wird durch Destillation im alkalischen Medium entfernt.

Besondere Aufmerksamkeit war nun noch den Hexonbasen zu schenken, die mit Phthaldialdehyd eine starke Reaktion von weinroter bis purpurroter Farbe geben. Es wurde jedoch durch eingehende Prüfungen festgestellt, daß diese Farben selbst nach Stunden nicht in das Chloroform übergehen, sodaß man sich die Entfernung der Hexonbasen mit Phosphorwolframsäure sparen kann, was für mechanische Glykokollverluste nicht ohne Bedeutung ist, da man den zur Phosphorwolframsäurefällung gebrauchten Baryt ja wieder restlos entfernen muß. Schließlich blieb noch festzustellen, ob eine eventuell vorhandene Eigenfarbe der Substanzen die Reaktion und kolorimetrische Be-

<sup>1</sup> *A. R. Patton*, J. of. biol. Chem. 108, 267, 1935. — <sup>2</sup> *Holm* u. *Gortner*, J. Amer. Chem. Soc. 42, 1632, 1920. — <sup>3</sup> *Mezey* u. *Kraus*, Klin. Wochenschr. 1938, Nr. 28.

stimmung stört. Bei allen Substanzen, die untersucht wurden, ging die Eigenfarbe ihrer Lösungen nicht in das Chloroform über, sodaß eine Störung von dieser Seite nicht zu befürchten ist.

## II.

Der Gang der Aufarbeitung gestaltete sich nun — unter Benutzung der Angaben von *Patton* — folgendermaßen:

1. Hydrolyse von 3 bis 6 g Protein mit 20 %iger HCl im Verhältnis 1 : 20, 40 Stunden lang.

2. Nach 18 bis 24 Stunden Zugabe von Benzaldehyd, zu 3 g Protein ungefähr 1 ccm.

3. Abdestillieren der HCl im Vakuum bei einer Wasserbadtemperatur von 60 bis 70° C, bis zu einem schmierigen Brei. Benzaldehyd und die größte Menge der freien HCl werden dabei vertrieben.

4. Zugabe von 100 ccm Wasser und Alkalisichmachen durch Natriumbicarbonat im Überschuß nach vorheriger Zugabe von etwas Butylalkohol zur Verhinderung des Schäumens.

5. Destillation im Vakuum (30 mm Hg) bei 35° C bis zu einem Volumen von 20 ccm zur Entfernung des Ammoniaks. Die restlose Entfernung des Ammoniaks wurde mittels der *Nessler*-Reaktion kontrolliert.

6. Das ausgefallene NaCl wird abgesaugt und mit 70 %igem Alkohol ausgewaschen. Neutralisation der Lösung mit HCl ( $p_H$  7,2).

7. Nochmaliges Eindampfen im Vakuum auf ungefähr 10 ccm, Filtration, Auswaschen mit Alkohol und Auffüllen mit Wasser auf ein bestimmtes Volumen (50 oder 100 ccm je nach dem vermutlichen Glykokollgehalt der Lösung). Sind eventuell im Ausgangsmaterial enthaltene Fette nicht vor der Hydrolyse entfernt worden, so geschieht dies jetzt durch Ausschütteln der Lösung mit Äther im Scheidetrichter (Glykokoll ist in Äther unlöslich). Es ist jedoch besser, vor der Hydrolyse zu entfetten, da die klebrigen Fettstoffe den Aufarbeitungsgang erschweren.

8. Nun folgt der Ansatz der *Zimmermannschen* Reaktion nach der Modifikation von *Klein* und *Linser*.

Hinsichtlich der Aufarbeitungsmethodik sei schließlich noch auf eine besondere Schwierigkeit aufmerksam gemacht, die sich dann ergibt, wenn es sich um Glykokollbestimmung in Lebensmitteln handelt, die relativ wenig Eiweißgehalt aufweisen. Hier kommt man mit 3 bis 6 g Substanz nicht aus, da die darin enthaltenen Glykokollspuren sich kolorimetrisch nicht erfassen lassen, sondern man muß je nach dem Eiweißgehalt soviel der gut getrockneten Substanz verwenden, daß mindestens 3 bis 6 g Protein darin enthalten sind.

### *Die kolorimetrische Methode:*

Zu 2 ccm einer Mischung von 25 Teilen m/15 Phosphatpuffer ( $p_H = 8,0$ ) und 75 Teilen der wässrigen o-Phthaldialdehydlösung — diese Mischung wurde jedesmal erst direkt vor Gebrauch hergestellt — gibt man 0,5 ccm der auf Glykokoll zu untersuchenden neutralen Lösung und schüttelt gut durch. Nach 2 Minuten werden 2 ccm einer Mischung von 5 Volumteilen konzentrierter Schwefelsäure und 30 Volum-



teilen 95 %igem Alkohol zugegeben, die ebenfalls frisch zubereitet und gekühlt worden war. Nach weiteren zwei Minuten wird 5 ccm Chloroform zugefügt und eine halbe Minute gut geschüttelt. Nach Trennung der beiden Schichten werden mit einer Pipette 3 ccm der Chloroformschicht herauspipettiert und mit 0,5 ccm 95 %igem Alkohol versetzt. Dann Ablesung im Stufenphotometer, Filter S 72. Die Zeit bis zur Bestimmung soll 10 Minuten nicht überschreiten, da ein Nachdunkeln der Farblösung eintritt:

500 g .....	0,76 = 500 $\gamma$
nach 10 Minuten.....	0,78 = 505 $\gamma$
„ 30 Minuten.....	0,83 = 540 $\gamma$
„ 1 Stunde.....	0,87 = 565 $\gamma$

Bei der Anfertigung einer Eichkurve zeigte es sich, daß nur in einem bestimmten Bereich ein linearer Anstieg des Extinktionskoeffizienten vorhanden ist. Bei dem beschriebenen Verfahren liegt der Bereich zwischen 150 und 600  $\gamma$ . Beträgt der Glykokollgehalt der zu untersuchenden Lösung in 0,5 ccm — diese Menge verwenden wir als Reaktionsansatz — über 600  $\gamma$ , so tritt eine Streuung der erhaltenen Glykokollwerte auf, die außerhalb der zulässigen Breite liegt. Man kann nun sowohl die Menge der zu untersuchenden Lösung wie auch die der anderen zur Erzielung der Reaktion notwendigen Faktoren in dem gleichen Verhältnis zueinander steigern, um Mengen über 600  $\gamma$  zu bestimmen. Doch auch dabei ist immer nur in einem bestimmten engen Bereich eine einfache Proportionalität von Konzentration des Glykokolls und Extinktion vorhanden.

*Eichkurvenbestimmung:*

Die Küvette mit der Farbstofflösung von Schichtdicke 1 befand sich je viermal in der rechten und viermal in der linken Hälfte des Stufenphotometers. Für jeden Punkt der Eichkurve wurde die betreffende Farblösung dreimal von Anfang an hergestellt.

Beispiele für die Fehlergrenze:

200 $\gamma$ Lösung 1 .....	0,31
„ 2 .....	0,28
„ 3 .....	0,28
500 $\gamma$ Lösung 1 .....	0,78
„ 2 .....	0,75
„ 3 .....	0,77

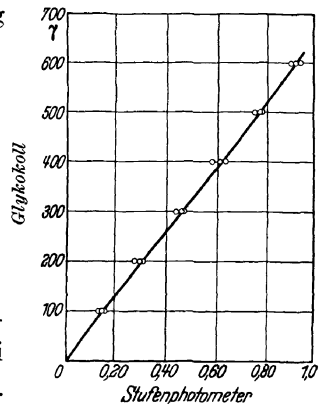


Abb. 1.

*Klein* und *Linser* bemerkten, daß der Chloroformanteil unter der Analysenquarzlampe bei höheren Konzentrationen goldgelb aufleuchtet. Es ist nicht möglich, aus dieser Tatsache einen ge-

naueren quantitativen Anhalt für die vorhandene Glykokollmenge zu erhalten, wenn auch in der Intensität der Fluoreszenz Unterschiede bestehen, z. B. leuchten 200  $\gamma$  mehr hellgelb auf, während 500  $\gamma$  dunkelgoldgelb fluoreszieren. Diese goldgelbe Fluoreszenz des Chloroformanteils ist dem Glykokoll eigentümlich, denn die beiden anderen Substanzen, die den Chloroformanteil färben, Ammonchlorid und Tryptophan, geben eine grüne und eine bläuliche Fluoreszenz. Beim Nachprüfen der Tatsache, daß keine andere Aminosäure außer Tryptophan im wesentlichen die Reaktion störend beeinflusst, kamen wir zu dem gleichen Ergebnis. Hydrolysen eines Gemisches von Histidin, Alanin, Arginin und Lysin ergaben eine negative Reaktion. Eine Ausnahme macht Histidin in größeren Konzentrationen (über 1000  $\gamma$  in 0,5 ccm), die eine geringe gelblich-bräunliche Färbung des Chloroformanteils hervorrufen. Da jedoch eine so hohe Konzentration in der zur Glykokollbestimmung verwandten Lösungsmenge wohl nie vorhanden sein wird, fällt auch der letzte Grund, die Fällung der Hexonbasen mit Phosphorwolframsäure in den Aufarbeitungsgang einzugliedern, weg.

Um die Brauchbarkeit der Reaktion zu beweisen, hydrolysierten wir in der angegebenen Weise bestimmte Mengen von reinem Glykokoll, ferner von Glykokoll mit dem glykokollfreien Eiweißkörper *Zein*<sup>1</sup>.

Die erhaltene Ausbeute lag zwischen 90 und 96 %:

Nr.		Gefundene Menge Glykokoll in g	
1	Glykokoll 1 g .....	0,920	0,930
2	„ 0,5 g .....	0,470	0,480
3	„ 0,1 g .....	0,090	0,091
4	<i>Zein</i> 1 g .....	0	0
5	Glykokoll 1 g und 3 g <i>Zein</i> .....	0,900	0,920
6	Glykokoll 0,1 g und 3 g <i>Zein</i> .....	0,091	0,092

Der Verlust an Glykokoll dürfte kaum auf einer Zerstörung bei dem Aufarbeitungsprozeß beruhen — bei den reinen Glykokollhydrolysen war Ammoniakabspaltung mit *Neßlers* Reagens nicht nachweisbar —, sondern ist wohl mechanisch bedingt.

#### *Analysenergebnisse* (s. Tabelle I).

Unter den Einzelanalysen sind vier, die auch *Patton* bestimmt hat. Die Werte für Casein — *Patton* 0,5 — und Vitellin — *Patton* 0,8 — stimmen gut überein, etwas weiter liegen die Zahlen für Gelatine aus-

<sup>1</sup> *Zein* wurde aus Maisklebermehl (Maizena-Werke, Hamburg) durch Extraktion mittels Alkohol und Fällung in kochsalzhaltigem Wasser hergestellt. In Hydrolysaten von reinem *Zein* war Glykokoll nicht nachzuweisen.

Tabelle I.

Nr.	Substanz	1. Bestimmung	2. Bestimmung	Glykokoll-N in % vom Gesamt-N	N-Gehalt der Frisch- substanzen in %
		g Glykokoll in 100 g Frischsubstanz			
1	Fleisch (Rind, mager)	0,66	0,66	4,23	2,98
2	Kartoffel .....	0,042	0,044	3,21	0,25
3	Brot .....	0,11	0,11	2,96	0,70
4	Reis .....	0,16	0,15	2,46	1,21
5	Eiweiß (Eier) .....	0,27	0,24	1,31	3,71
6	Eigelb .....	0,77	0,61	2,66	4,96
7	Casein (Hammarsten)	0,50	0,60	0,72 (Mittel)	13,94
8	Gelatine .....	18,70	18,70	28,60	12,25
9	Fischfleisch (Kabeljau)	0,16	0,17	1,37	2,26
10	Fischmehl .....	0,90	0,87	1,69	9,79

einander — *Patton 22,2* —, während das Albumin (Ei) eine größere Differenz aufweist. Die Ursache dürfte wohl darin zu suchen sein, daß der Eiweißgehalt der Lebensmittel doch mitunter größeren Schwankungen unterworfen ist. Von sämtlichen zur Glykokollbestimmung verwendeten Substanzen wurden N-Bestimmungen nach *Kjeldahl* gemacht und der Glykokoll-N auf den Gesamt-N prozentual bezogen.

#### Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit wurde nach Überprüfung der gebräuchlichsten Methoden der Glykokollgehalt einiger Nahrungsmittel bestimmt.

Vor kurzem erschien:

# Röntgenphysik

Von

**Dr. med. Adolf Liechi**

Professor für Medizinische Radiologie  
Direktor des Röntgeninstitutes der Universität Bern

Mit Beiträgen

von

**Dr. phil. Walter Minder**

Technischer Leiter des Institutes der Bernischen Radiumstiftung

Mit 227 Textabbildungen. IX, 308 Seiten. 1939

RM 30.—; gebunden RM 31.80

**Inhaltsübersicht: Wesen und Eigenschaften der kurzwelligen Strahlen:** Allgemeines. Grenzen des Spektralgebietes der Röntgen- und  $\gamma$ -Strahlen. Die Ausbreitung der elektromagnetischen Schwingungen und deren Geschwindigkeit. Beugungs- und Interferenzerscheinungen. Berechnung. Polarisation. Durchdringungsfähigkeit. Absorption. Streuung. Sekundärstrahlung. — **Röntgenstrahlen und Atombau:** Bau der Atome. Allgemeines. Entstehung der charakteristischen Strahlung und die Emission von Photoelektronen, reine Absorption. Streuung von Strahlen. Sekundäre Elektronenstrahlung. Umwandlungsmöglichkeiten der primären Röntgenstrahlenenergie. Kathodenstrahlen und  $\alpha$ -Strahlen. Aufbau der Kerne. — **Entstehung der radioaktiven Strahlung.** Von Dr. W. Minder. Zerfall der radioaktiven Elemente. Künstliche Radioaktivität. Stabilität. — **Schwächung, Absorption, Streuung:** Schwächung. Abhängigkeit der Schwächung von der Wellenlänge und der Ordnungszahl des schwächenden Elements. Selektive Absorption. Der Streukoeffizient und sein Verhältnis zum Absorptionskoeffizienten. Heterogene Strahlengemische. — **Erzeugung der Röntgenstrahlen und die Röntgenröhren:** Entstehung der Röntgenstrahlen. Bremsstrahlung. Intensität der Bremsstrahlung. Qualität der Bremsstrahlung. Charakteristische Strahlung der Anode. Technisches über Röntgenröhren. Ionenröhren, Elektronenröhren. Neuzeitliche Ausführungsformen von medizinischen Röntgenröhren. Wissenswertes über die Behandlung von Röhren und über die Erkennung von Störungen. — **Stromquellen zum Betrieb von Röntgenröhren.** Grundlegendes aus der Elektrizitätslehre: Allgemeines. Vom Wechselstrom. Technisches über Röntgenapparate: Induktorapparat mit Unterbrecher. Der Transformatorapparat. Niederspannungsseitige Meßinstrumente und Hilfsapparate. Der Röntgenapparat als Ganzes. — **Wirkungen der Röntgen- und  $\gamma$ -Strahlen.** Physikalische Wirkungen: Elektrische Wirkungen. Wärmeentwicklung durch Röntgen- und  $\gamma$ -Strahlen. Lumineszenzercheinungen. Physikalisch-chemische Wirkungen: auf disperse Systeme, auf die Wasserstoffionenkonzentration. Chemische Wirkungen: Photochemische Reaktionen im Röntgen- und  $\gamma$ -Strahlungsgebiet. Wirkung auf die photographische Schicht. Biologische Wirkung der Strahlen: Allgemeines über die Strahlenwirkung aller Wellenlängen. Physikalisches zur biologischen Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen. — **Messung der Röntgenstrahlung.** Messung der Qualität: Spektrographie. Spannungsmessung. Filteranalyse. Die Messung der Quantität: Allgemeines über qualitative Dosimetrie. Ionisationsmessung. Dosismeßgeräte der Praxis. Realisierung der Dosis. Räumliche Dosisverteilung in der Körpertiefe. Physikalische und biologische Dosis. Strahlenschutzmessung. — **Messung der Radiumstrahlen ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -Strahlen).** Von Dr. W. Minder. — **Hilfsverfahren und Hilfsgeräte der medizinischen Röntgenologie.** Entstehung der Röntgenbilder. Halterung von Strahlenquelle. Objekt und Bildmaterial. Blenden. Kymographie, Kinematographie. Tomographie. Stereoskopie, Geräte für gezielte Aufnahmen, Orthodiagraphie und Herzsteuerung. Verfahren zur Bestimmung der Dicke oder Dichte eines Objekts. — **Außermedizinische Anwendungen der Röntgenstrahlen.** Von Dr. W. Minder. — Röntgenuntersuchung von Gemälden. Die röntgenologische Grobstrukturuntersuchung. Die röntgenographische Spektralanalyse. Die röntgenographische Feinstrukturuntersuchung. — **Literaturverzeichnis.** Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN