

Fresenius' Zeitschrift für

# Analytische Chemie

Labor- und Betriebsverfahren

Herausgegeben von W. Fresenius

unter Mitwirkung der Fachgruppe  
Analytische Chemie der Gesellschaft  
Deutscher Chemiker

vertreten durch

H. Bode H. Kienitz W. Koch H. Specker

Band 259 · 1972



Springer-Verlag Berlin · Heidelberg · New York  
J. F. Bergmann München

The exclusive copyright for all languages and countries, including the right for photomechanical and any other reproductions, also in microform, is transferred to the publisher.

The use in this journal of registered or trade names, trademarks etc. without special acknowledgement does not imply that such names, as defined by the relevant protection laws, may be regarded as unprotected and thus free for general use.

Alle Rechte, einschließlich das der Übersetzung in fremde Sprachen und das der fotomechanischen Wiedergabe, auch in Mikroform, oder einer sonstigen Vervielfältigung, vorbehalten. Jedoch wird gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e.V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens die Anfertigung einer fotomechanischen Vervielfältigung gestattet. Wenn für diese Zeitschrift kein Pauschalabkommen mit dem Verlag vereinbart worden ist, ist eine Wertmarke im Betrage von DM 0,40 pro Seite zu verwenden. *Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.*

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Springer-Verlag · Berlin · Heidelberg · New York

Printed in Germany by Wiesbadener Graphische Betriebe GmbH, Wiesbaden

© by Springer-Verlag Berlin · Heidelberg 1972

# Inhalt/Contents

## Originalabhandlungen

Asmus, E., Jahny, J.: Reaktion von Vanadium(IV) mit 3'-Pyridylfluoron und seine photometrische Bestimmung	269
Böhme, H. J., Dost, H.: Automatische Wirkstoffbestimmungen in Arzneimittelzubereitungen. 2. Bestimmung der Lipase in Festal	363
Bremser, W.: Zur Definition der Empfindlichkeit in der Röntgenphotoelektronenspektroskopie	204
Christova, R., Lihareva, N.: Selective Amperometric Titration of Molybdenum with Oxine in Presence of DCTA	348
Dawidar, A. M., Fayez, M. B. E.: Thin-Layer Chromatographic Detection and Estimation of Steroid Sapogenins in Fenugreek. Steroid Sapogenins. XIV.	283
Deshmukh, G. S., Naik, V. S.: Polarographic Determination of Cu, Cd, Pb, Bi and Tl in Succinic Acid	123
Egli, R. A.: DC-Identifizierung von Arzneisubstanzen	277
Egli, R. A., Müller, H.: Nitrilbestimmung mit Lithium-aluminium-hydrid	23
Gann, W.: Analyse von Gemischen aus metallischem Nickel und Oxidhydraten des II- und höherwertigen Nickels	19
Gauchel, F. D., Gauchel, G., Beyermann, K., Zahn, R. K.: Quantitative Bestimmung von DNA in Geweben durch Thymin-Analyse. I. Gas-chromatographische Bestimmung	177
Gauchel, G., Gauchel, F. D., Beyermann, K., Zahn, R. K.: Quantitative Bestimmung von DNA in Geweben durch Thymin-Analyse. II. Bestimmung durch Flüssigkeits-Chromatographie mit hohen Eingangsdrucken an Ionenaustauschern	183
Grosse, L., Klaus, W.: Die Analytik wasserlöslicher Celluloseäther	195
Haisch, U.: Zur Spurenbestimmung in der Emissionsspektralanalyse	1
Hassan, S. S. M., Eldesouky, M. H.: Indirect Microdetermination of Arsenic Compounds by Atomic Absorption Spectroscopy	346
Heizmann, P., Ballschmiter, K.: Analytische Anwendung der Di-thiobenzhydrazone von 1,2-Diketonen	110
Kaiser, G., Grallath, E., Tschöpel, P., Tölg, G.: Beitrag zur Optimierung der chelat-gas-chromatographischen Berylliumbestimmung in organischen Matrices bei begrenzter Einwaage	257
Kersting, A., Bering, R.: Bestimmung kleiner Sauerstoffgehalte in Selen	16
König, H.: Zur Analyse der Sulfobetaine	191
König, K., Becker, J., Henke, W., Stenshorn, J., Werner, H., Ballschmiter, K.: Chromatographie von Metallchelaten. III. Dünnschicht-chromatographische Trennung di-substituierter Dithiocarbamate	11
Kojdl, I.: Kationenaustausch an komplexbildender Cellulose mit $\alpha(\beta)$ -Alanin-N,N-diessigsäure-Ankergruppen	118
Kragten, J., Wijzenbeek, M.: Signal Conversion for the Automation of Titrations	7
Krijgsman, W., Simons, J. G., Griepink, B., Verduyn, D. M.: Simple and Reliable Determination of Total Nitrogen in $\mu$ l Samples of Serum	274

Martin, J., Haas, E.: Deuteronenaktivierungsanalyse von Kohlenstoff in Silicium	97
Martin, J., Schnöller, M., Haas, E.: Kohlenstoffbestimmung in Silicium — Ein Beispiel für die Problematik analytischer Untersuchungen im ppm-Bereich	105
Neeb, K. H., Neidl, H., Stöckert, H.: Verwendung eines Ge(Li)-Detektors in der radiochemischen Analyse. II. Aktivierungsanalytische Bestimmung des Uran- und Thoriumgehaltes in Mikroproben von ThO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub> -Kernbrennstoffen	265
Neumann, G. M.: AAS-Bestimmung von Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan und Chrom in Wolfram und Molybdän	337
Ranfft, K.: Gas-chromatographische Bestimmung von Vitamin E in Futter- und Lebensmitteln	28
Rückert, W., Ballschmiter, K.: Metabolismus der Cyclodien-Insecticide Alodan und Endosulfan (= Thiodan) in Fliegen	188
Sarry, B., Steinke, J.: Notiz zur photometrischen Bestimmung von Triphenylmethanol über das Triphenylmethylkation	115
Schnöller, M.: Verbrennungsanalyse von Kohlenstoff in Silicium. Fehlerquellen und ihre Vermeidung	101
Schuphan, I., Ballschmiter, K.: Zur Persistenz von Hexachlorbicyclo-[2.2.1]-hepten-Derivaten	25
Schwarz-Bergkampff, E.: Das analytische Verhalten der salpetrigen Säure	343
Vogelmann, H.: Einfache und selektive Bestimmungsmethode für Salicylsäureester durch UV-Spektroskopie und von Salicylsäure nach Abtrennung an DEAE-Cellulose	360
Zeman, A., Wirotama, I. P. G.: Identifizierung von Aminen. III. Dünnschicht-Chromatographie und Massenspektrometrie von 4-Dimethylamino-3,5-dinitrobenzoyl-Derivaten (DADB-Amine)	351
<b>Kurze Mitteilungen</b>	
Desai, M. N., Desai, B. M., Patwari, B. S., Gandhi, M. H.: Salicylaloxime and $\beta$ -Resorcyaloxime as Indicators for the Direct CyDTA Titration of Iron(III) Ions	367
Gutsche, B., Herrmann, R.: Vereinfachter fluorspezifischer Detektor für die Gas-Chromatographie	126
Rajagopala Rao, J., Sastri, M. N.: Precipitation of Chromium Oxinate from Homogeneous Solutions	286
Reusmann, G., Westphalen, J.: Anordnung zur automatischen Ausführung von inverspolarographischen Bestimmungen	127
Rishi, A. K., Garg, B. S., Singh, R. P.: Titrimetric Determination of Cobalt(II) with EDTA Using 1-(2-Pyridylazo)-2-phenanthrol (PAP) as a Visual Indicator	288
Sindhvani, S. K., Singh, R. P.: Titrimetric Microdetermination of Zinc with EDTA Using 1,5-Di- $\beta$ -Naphthylthiocarbazone as an Extractive Indicator	286
Stabryn, J.: Einfaches polarographisches Gefäß zur Durchführung von Serienanalysen	285
Verma, B. C., Ralhan, S. M., Ralhan, N. K.: Iodometric Determination of Mercapto Pyrimidines	367
Virmani, R. N., Garg, B. S., Singh, R. P.: Copper Complex of 1-(2-Quinolylazo)-2-Phenanthrol (Cu-QAP) as a Visual Acid-Base Indicator	366

**Kurzfassungen der Vorträge der Tagung „Biochemische Analytik 72“**

1. Meßverfahren für schnelle chemische Reaktionen	209
2. Massenspektrometrie. Nachweis von Arznei- und Suchtmitteln und deren Metaboliten	210
3. Gas-Chromatographie. Analytische Probleme der Umweltverschmutzung	212
4. Datenverarbeitung in der Klinischen Chemie I.	214
5. Radiochemische Verfahren	216
6. Circular dichroismus	217
7. Mechanisierte Analyse. Flüssigkeits-Säulen-Chromatographie	217
8. Datenverarbeitung in der Klinischen Chemie II.	219
9. Datenverarbeitung in der Instrumentellen Analytik	220
10. Hormonanalyse	221
11. Elektrofokussierung	223
12. Isolierungsverfahren mit wasserunlöslichen Proteinharzen — Ionenselektive Elektroden	224

<b>Neue Bücher</b>	289–290
--------------------	---------

**Referate**

I. Allgemeine analytische Methoden, Apparate und Reagentien	33–43, 129–139, 225–231, 291–301, 369–375
II. Anorganische Substanzen	43–53, 139–147, 231–235, 301–313, 375–377
III. Organische Verbindungen	54–60, 147–149, 235–237, 313–318, 377–381
IV. Spezielle Anwendungsgebiete	
1. Produkte aus Industrie und Landwirtschaft	60–72, 150–163, 237–243, 318–334, 381–389
2. Lebensmittel	72–74, 243–253, 390–394
3. Pharmazeutische Produkte	74–76, 163–167, 334–335, 394–398
4. Biologisches Material	76–96, 167–176, 253–256, 335–336, 399–416

<b>Namenverzeichnis</b>	417
-------------------------	-----

<b>Sachverzeichnis</b>	458
------------------------	-----

**Neue Geräte und Chemikalien** am Schluß der Hefte 4 und 5

Indexed in Current Contents

**Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York**  
**J. F. Bergmann, München**

Die Normalwerte für  $17\alpha$ -OH-Progesteron liegen um 100 ng/100 ml. In 11 Fällen von unbehandeltem AGS wurden zwischen 10 000 und 100 000 ng/100 ml  $17\alpha$ -OH-Progesteron gefunden.

Unter der Substitutionsbehandlung mit Cortisol oder Prednison fällt der Wert auf 200 - 5 000 ng/100 ml  $17\alpha$ -Hydroxyprogesteron ab. In dringenden Fällen läßt sich die Bestimmung innerhalb eines Arbeitstages durchführen.

10.3 P. Doerr (Max-Planck-Inst. f. Psychiatrie, München)

Radioimmunologische Östradiolbestimmung im peripheren Plasma (Hapten-Radio-Immunoassay for Plasma Estradiol)

1. Gewinnung und Charakterisierung der Antikörper. Östradiol-3-O-hemisuccinat wird kovalent an das Trägerprotein Keyholelimpet-Hämocyanin gebunden. Männliche Neuseelandkaninchen werden mit 2 mg des Antigens unter Verwendung von Freund's Adjuvant in 14tägigem Abstand injiziert. Das Antiserum, das zur Endpunktbestimmung verwendet wird, hat folgende Eigenschaften: Titer: 32 pg Östradiol werden von 100  $\mu$ l des 1:4 100 verdünnten Antiserums zu 50% gebunden. Affinität: Das Antiserum erlaubt quantitative Bestimmungen im Bereich von  $10^{-10}$  Mol/l (Reaktionsansatz). Spezifität: Lediglich Östron und  $17\alpha$ -Östradiol zeigen eine wesentliche Kreuzreaktion.

2. Probenaufarbeitung und Endpunktbestimmung. Östradiol wird aus Plasma mit Äther extrahiert. Anschließend erfolgen Verteilung des Ätherrückstandes zwischen 1 N NaOH und Petroläther, Neutralisieren der wäßrigen Phase mit Phosphorsäure, zweite Ätherextraktion. Durch Dünnschicht-Chromatographie im System Bz / EtAc (75:25) (zusätzl. 100  $\mu$ l 2-Mercaptoäthanol / 100 ml Laufmittel) wird Östradiol von kreuzreagierenden Östrogenen und einigen Leerwertkomponenten abgetrennt. Die quantitative Bestimmung erfolgt im Eluat nach dem Prinzip der Sättigungsanalyse unter Verwendung von Östradiol-2, 4, 6, 7- $^3$ H (S. A. 100 Ci/mM).

3. Fehlerquellen. pg-Mengen Östradiol können sehr rasch auf der Dünnschichtplatte oxydiert werden. Dies ließ sich durch Zusatz von 2-Mercaptoäthanol zum Laufmittel verhindern. Reproduzierbare, hinreichend kleine Leerwerte hatten zur Voraussetzung: Sauberes Glasgerät (nach üblicher Spülung und Trocknung Erhitzen für 2 h auf 500°C), weitgehende Eliminierung von Plastikgerät, Reinigung der Lösungsmittel und Dünnschichtplatten. Die additive Konstanz der unspezifischen Leerwerte bei der Endpunktbestimmung ermöglichte eine einfache Korrektur.

4. Die Zuverlässigkeit der Methode hinsichtlich Verlust, Nachweisgrenze, Reproduzierbarkeit und Spezifität wurde ermittelt.

10.4 M. Wiedemann, A. Wirtz, H. J. Bauer und L. Raith (I. Med. Univ.-Klinik, München)

Trennung von freien und proteingebundenen Steroiden mit Amberlite. Anwendung bei der Bestimmung von Testosteron im Plasma mit der kompetitiven Proteinbindungsmethode (Separation of Free from Protein-Bound Steroids with Amberlite. Application to the Determination of Testosterone in Plasma by Competitive Protein-Binding Method)

Problematisch ist bei jeder Methode, die auf dem Prinzip der kompetitiven Proteinbindung basiert die Trennung des eiweißgebundenen Steroids vom "freien" Hormon. Bei den bisherigen Verfahren wurden die nicht gebundenen Steroide meist durch Adsorption an Florisil, Dextrankohle oder Fullers Erde aus dem Reaktionsgemisch abgetrennt. Es ist jedoch schwierig, bei diesen Methoden alle Bedingungen wie Inkubationszeit, Temperatur, Zentrifugierzeit usw. im Routinebetrieb eines Labors für eine größere Serie von Proben exakt einzuhalten. Wir haben deshalb untersucht, ob ein mit Amberlite (Amberlite IRA 40) beschichteter Kunststoffstreifen (4,5 x 0,6 cm, Resomat® -Fa, Mallinckrodt), der auch für die Bestimmung von Thyroxin im Serum verwendet wird, zur Adsorption freier Steroide, insbesondere von Testosteron geeignet ist. Im einzelnen ergab sich:

1. Tritium-markiertes Testosteron, Dihydrotestosteron, Corticosteron, Progesteron und Östradiol werden in wäßrigen Medien an Amberlite adsorbiert. Nach 60 min sind jeweils mehr als 90% der eingesetzten Steroide adsorbiert.

2. An Amberlite werden vorwiegend die freien Steroide adsorbiert, nicht jedoch die an Proteine gebundenen Hormone.

3. Bei der quantitativen Bestimmung von Testosteron ergab sich in dem Bereich von 1 - 10 ng/Probe für die einzelnen Eichwerte ein Variationskoeffizient von maximal 3,9%.

4. Die an verschiedenen Tagen erstellten Eichkurven stimmten ausgezeichnet überein. Der prozentuale Fehler, errechnet aus den an 5 aufeinanderfolgenden Tagen bestimmten Werten, betrug für 8 ng Testosteron 5,7%, für 2 ng nur 1,7%.

Im Vergleich zu den bisher verwendeten Adsorbentien sind die Amberlitestreifen wesentlich einfacher zu handhaben; dadurch kann gleichzeitig eine größere Anzahl von Proben bearbeitet werden. Außerdem sind die Ergebnisse besser reproduzierbar als mit den bisherigen Trennmethode.

10.5 K. Horn, J. Habermann, J. Henner, I. zur Horst und P. C. Scriba (II. Med. Klinik, Univ. München)

Automatisierte Schilddrüsenhormonanalytik im Serum:  $T_3$ -in vitro-Test und Gesamtthyroxin (CPB) (Automation of Thyroid Hormone Analysis in Serum:  $T_3$  Uptake and Total  $T_4$  (CPB))

1.  $T_3$ -in vitro-Test: Serum (0,2 ml) und  $T_3$ - $^{125}$ J (0,1  $\mu$ Ci) in 0,4 ml 0,5% Albumin, 0,05 M Na-Phosphatpuffer pH 7,4 werden 15 min bei Zimmertemperatur inkubiert. Durch eine 25 Kanal-Proportionierpumpe können 25 Proben gleichzeitig angesaugt und auf 25 kleine Säulen aufgetragen werden, welche 1 g Sephadex G-25 fine enthalten und in einem Thermoblock (29°C) temperiert sind. Diese Säulen trennen den proteingebundenen und den sog. freien = dextrangelbundenen Anteil des  $T_3$ - $^{125}$ J. Das dextrangelgebundene  $T_3$ - $^{125}$ J wird durch einen Überschuss von Nachwaschserum aus den Säulen entfernt, so daß diese wochenlang benutzbar bleiben. Die ganze Trennung erfolgt automatisch durch einen zeitgesteuerten Apparat innerhalb von 25 min.

2. Gesamtthyroxin: Serum (0,1 ml) und  $T_4$ - $^{125}$ J (0,1  $\mu$ Ci) in 0,3 ml 0,5% Albumin, 0,05 M Na-Phosphatpuffer pH 7,4 werden 15 min lang bei Zimmer-

temperatur inkubiert. Die Inkubationsgemische werden wiederum auf 1 g Sephadex G-25 s. f. Säulen aufgetragen, welche vorher mit 0,02 NaOH alkalisiert wurden, um kaltes endogenes und radioaktives  $T_4$  vollständig zurückzuhalten. Die Säulen werden daraufhin mit 0,05 M Na-Barbitalpuffer pH 8,6 gewaschen. Durch Zusatz von 1,6 ml 1:100 verdünntem Schwangerserum wird eine kompetitive Proteinbindung (CPB) des auf der Säule befindlichen Thyroxins erreicht und gleichzeitig das auf diese Weise gebundene Thyroxin eluiert. Der prozentuale Anteil der eluierten Radioaktivität ist proportional zum Gehalt einer Probe an endogenem  $T_4$ . Das auf der Säule verbliebene  $T_4$  wird schließlich durch einen Überschuss von Nachwaschserum eluiert, so daß die Säulen wieder verwendet werden können. Für diese CPB-Methode zur Serum- $T_4$ -Bestimmung wird der gleiche automatische Apparat wie für den  $T_3$ -in vitro-Test benutzt.

Diese einfachen, schnellen und preiswerten Techniken erlauben, die wöchentlich in einer Zahl von jeweils mehr als 200 angeforderten Bestimmungen des Serumgesamtthyroxins und des  $T_3$ -in vitro-Tests durchzuführen. Klinische Daten und Qualitätskontrolle der Methoden werden mitgeteilt.

10.6 J. Spona (Hormonlab., I. Univ. Frauenklinik, Wien/Österreich)

Radioimmunologische Schnellbestimmung des luteinisierenden Hormons (LH) (Fast Radio-Immunoassay for Luteinizing Hormone (LH))

Eine rasche und reproduzierbare Untersuchungsmethode für das luteinisierende Hormon (LH) ist bei der Sterilitätsberatung von großer Bedeutung, da

11. Elektrofokussierung

11.1 H. Stegemann (Inst. f. Biochem., Biolog. Bundesanstalt, Braunschweig)

Apparatur zur thermokonstanten Elektrofokussierung oder -phorese von Proteinen bzw. Nukleinsäuren in Röhren oder Platten (Apparatus for Thermostated Electro-Focusing or -Phoresis of Proteins and Nucleic Acids, resp., in Tubes or Slabs)

Eine preiswerte Apparatur mit einfachen Zusatzteilen in ausbaufähiger Konstruktion dient zur Trennung von Proteinen und Nukleinsäuren im elektrischen Feld. Träger sind Polyacrylamid- oder Mischgele mit Puffern bzw. Ampholinen®.

Die Techniken der Fokussierung und Elektrophorese können sowohl in Platten als auch in Röhren im gleichen Grundgerät durchgeführt werden. Die ausgezeichnete Reproduzierbarkeit der "Mapping-Technik" (1. Dimension Fokussierung, 2. Dimension Elektrophorese) wird für Proteine aus Meristemkulturen, serum u. ä. nachgewiesen.

Die Apparatur gestattet analytische oder präparative (20 cm<sup>2</sup> Geloberfläche für die Applikation der Probe) Trennungen, wozu früher verschiedene Gerätetypen eingesetzt werden mußten. Für die kontinuierliche Elution gibt es einen vergleichsweise einfachen Einsatz. Ein Gelschneider gestattet den Schnitt von dünneren aus dickeren Platten, wodurch bei zweidimensionalen Trennungen in 16 mm Gelen bis zu 8 ver-

chiedene Nachweise ermöglicht werden. Für Untersuchungen im genetischen Bereich eignen sich: unspez. Proteinfärbung, Phosphatase, G-6-P-Dehydrogenase, Esterase, Peroxidase, Phosphoglucomutase, Phosphorylase, Amylase.

man mit diesem Verfahren den optimalen Konzeptionszeitpunkt bestimmen kann. Der hier zu beschreibenden Methode liegt die Tatsache zugrunde, daß Gammaglobuline an Kunststoffoberflächen adsorbiert werden können (Catt, K. J., Tregear, G. W.: Science 158, 1570 (1967)). In so mit Antiserum beschichteten Röhren werden die unbekanntes Serumproben nach einer Verdünnung auf 1:5 zusammen mit jeweils 100 000 cpm von <sup>125</sup>J-markiertem LH (spezifische Aktivität 90 - 150 µCi pro µg) inkubiert. Gleichzeitig werden bekannte Hormonkonzentrationen (0,25 - 16 mIE pro ml) inkubiert, um eine Standardkurve zu erhalten. Nach einer Inkubationszeit von 5 h wird das Medium abgesaugt und die Röhren werden 3 mal mit Wasser gewaschen. Die an den Antikörper gebundene Radioaktivität wird von uns mit einem Packard Autogammaspektrometer Modell 5219 (Zählzelle 55,8% bei 80% "gain" und einem "window" 80-260) gemessen.

Die Auswertung der Meßresultate erfolgt mittels eines Computerprogramms. In dem verwendeten Meßbereich der Standardkurve schwankt die Interassay-Präzision der Methode zwischen ± 7 und ± 15%. Der Variationskoeffizient für die Interassay-Bestimmung variiert zwischen ± 6 und ± 13%. Die Empfindlichkeit der Methode ist besser als 0,5 mIE LH/ml Serum. Das von uns verwendete Antiserum zeigt keine Kreuzreaktion gegen FSH und andere Peptid- und Proteohormone.

Infolge der raschen Durchführbarkeit, guten Reproduzierbarkeit und Spezifität des beschriebenen Systems wird diese Untersuchungsmethode von uns zur Ausnützung des optimalen Konzeptionszeitpunktes bei Sterilitätspatientinnen routinemäßig angewendet.

11.2 H. Delincée und B. J. Radola (Inst. f. Strahlentechnol. Bundesforschungsanstalt f. Lebensmittelrisikoforschung, Karlsruhe)

Isoelektrische Fokussierung in gel-stabilisierten Schichten - Umwandlung von Peroxidase Isoenzymen (Isoelectric Focusing in Gel Stabilized Layers - Interconversion of Peroxidase Isoenzymes)

Mittels der präparativen isoelektrischen Fokussierung auf 40 cm x 20 cm Glasplatten in 2 mm dicken Sephadex G-75 (Superfine)-Schichten mit Zusatz von 1% Trägerampholyten verschiedener pH-Bereiche wurden neutrale, saure und basische Isoenzyme der Meerrettich-Peroxidase aus vorgereinigten Isoenzymgruppen mit RZ 2,5 - 3,5 (Säulen-Gelfiltration auf Sephadex G-200 und Ionenaustausch-Chromatographie auf mikrogranulärer Whatman CM 52 Cellulose) erhalten. Bei der analytischen dünnenschicht-isoelektrischen Fokussierung auf 20 cm x 20 cm Glasplatten mit 0,6 mm Sephadex G-75 (Superfine)-Schichten mit Zusatz von 1% der pH 3-10 Trägerampholyte stellten