

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
<b>Herausgeber:</b>	Bundesamt für Gesundheit
<b>Band:</b>	32 (1941)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	Über Knochenfette
<b>Autor:</b>	Viollier, R. / Iselin, E.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-983682">https://doi.org/10.5169/seals-983682</a>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# ÜBER KNOCHENFETTE

Von Dr. R. Viollier und Dr. E. Iselin.

(Mitteilung aus dem kantonalen Laboratorium Basel-Stadt.)

Das Fett aus Tieren und Pflanzen ist ein unentbehrliches energiespendendes Nahrungsmittel. Unser täglicher Fettbedarf beträgt nach der von der eidgenössischen Ernährungskommission für die Kriegszeit aufgestellten Nahrungsbilanz 50—70 g. Die schweizerische Fettwirtschaft war nach Dr. E. Feisst vor dem Kriege rohstoffmässig bis zur Hälfte des Gesamtbedarfes (1939: 7186 Wagen à 10 Tonnen) auf das Ausland angewiesen. Unsere lebende Fettreserve bildet der Viehstand, der auch trotz der verkleinerten, durch den Plan Wahlen bedingten Grünlandfläche erhalten werden muss. Wenn auch die Verwirklichung des Mehranbaues die Erzeugung einer Anzahl neuer Speiseöle aus eigenem Boden verspricht, so muss doch die Fettlücke, die durch die Einfuhr Schwierigkeiten entstanden ist, mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln verkleinert werden.

Unter den verschiedenen Möglichkeiten, neue fettliefernde Rohstoffe für die menschliche Ernährung nutzbar zu machen, hat die Gewinnung von Speisefett aus frischen Knochen einen neuen Impuls erhalten. — Seit schon langer Zeit hat man technisches Knochenfett aus mehr oder weniger verdorbenen Knochen für die Industrie gewonnen. Für die Erzeugung von Fett zu Speisezwecken handelt es sich vor allem um die Beschaffung einwandfreien Rohmaterials.

Frisch ausgeschälte und abgeputzte Knochen haben einen Fettgehalt von etwa 15—16 %. Berücksichtigen wir den Anteil an Knochen, bezogen auf das Schlachtgewicht (bei Schweinen etwa 7,7 %, bei Rindern und Kälbern etwa 14—17 %), so ist es klar, dass die Knochen unserer Schlachterei einen wertvollen Fettrohstoff liefern, dessen volkswirtschaftliche Bedeutung für die Ernährung bisher viel zu wenig beachtet wurde. Durch Gewinnung von Speisefett aus blutfrischen Knochen<sup>1)</sup> kann der grosse Anfall an Knochen, die gewichtsmässig die erste Stelle unter den Nebenprodukten unserer Metzgereien einnehmen, unserer Fettversorgung wertvolle Dienste leisten. Seit 1940 verarbeiten

verschiedene schweizerische Grossmetzgereien die Knochen auf Fett, wodurch der Ertragswert von 7 Rp. auf 50 Rp. pro kg Knochen gesteigert werden konnte. Inzwischen wurde die Bewirtschaftung der Knochen durch Verfügung des Kriegs-Ernährungs-Amtes vom 3. November 1941 geregelt.

Schon im letzten Weltkrieg wurden nach dem Autoklavenverfahren Knochen auf Speisefett verarbeitet, und eine kurze Mitteilung<sup>2)</sup> in dieser Zeitschrift gibt Anhaltspunkte über die Zusammensetzung von Rinder-, Schweine- und Pferdeknochenfett. Offenbar hatten die damaligen Erzeugnisse noch keinen Anspruch auf hochwertige Qualität, sind sie doch in der Nachkriegszeit in Vergessenheit geraten. Dies bestätigen auch die Analysenergebnisse von Röhrig<sup>3)</sup> über 3 Proben Knochenfett, die Wassergehalte von 0,12 bis 8,82 % und Jodzahlen von 89,4 bis 99 (!) aufweisen. Mit den Bestrebungen zur Erringung der Nahrungsfreiheit in Deutschland werden nach verbesserten Verfahren Knochen auf Speisefett und Futtermittel (Kraftfutter und Futterkalk) verarbeitet<sup>4)</sup>.

Zur Entziehung des Fettes aus den Knochen genügt das Auskochen mit Wasser nicht. Suppenknochen, die im Haushalt zur Bereitung von Brühen Stundenlang ausgekocht werden, enthalten immer noch 8—10 % Fett. Auch die Versuche der Knochenentfettung im Klein-Autoklaven<sup>5)</sup>, wobei zur Schonung der leimgebenden Substanz (Knochen werden nach der Entfettung zur Gelatinegewinnung benötigt) eine Stunde bei 1 atü Druck gekocht wurde, ergaben keine vollständige Entfettung. Die geringsten Fettmengen (rund 5,5 %) wurden aus Rippen, Wirbeln, Beckenknochen und Schulterblatt erhalten. Ungefähr 17 % Fett ergaben die Röhrenknochen (Epi-Diaphysen), wobei der grösste Teil Fett aus den Gelenkstücken (Epiphysen), die einen Gehalt von rund 18 % aufweisen, entstammt. Zur Entfettung eignen sich somit in erster Linie Röhrenknochen.

Ein neueres Verfahren nach Schönberg<sup>6)</sup> lässt die würfelartig geschnittenen Knochen auf einem Siebboden im offenen Kessel durch scharfen Dampfstrahl aus Düsen durchwirbeln, bis das Knocheninnere 100° angenommen hat. Nun gibt man Kochsalz zu und erhält dadurch eine Siedepunktserhöhung im Kessel von 1½ bis 3°. Da das Kochsalz nicht sofort in das Knocheninnere hineindiffundieren kann, hier also keine Siedepunktserhöhung eintritt, bewirkt die weitere Dampfbildung in den Knochen ein Dampfdruckgefälle in der Richtung von innen nach aussen. Der innere Dampfdruck presst die Koagula aus dem Röhrensystem der Knochen aus und treibt das flüssige Fett vor sich her, sodass die Knochen ohne jeden Ueberdruck bis auf einen Rest von 0,7 bis 0,9 % entfettet werden sollen. Das Knochenrestprodukt dient zur Gelatine- und Leimgewinnung.

Wird auf die Gelatinegewinnung verzichtet, so werden die grob zerkleinerten Knochen mit Wasser oder durch Dampfeinblasen auf ca. 135° C erhitzt, wozu ein Druck von 2,5 bis 3 atü erforderlich ist. Nach 3 bis 6 Std. wird das Fett abzentrifugiert. Nach diesem Verfahren liefern 150 kg Knochen ca. 15 % Fett, welches als vollwertiges Speisefett in den Verkehr gelangt.

Proben des so erhaltenen Fettes wurden jeweils nach mehrmonatigen Intervallen erhoben und untersucht. Da das Speisefett ein Gemisch von Markfett aus

Schweine- und Rinderknochen darstellt, liessen wir in einer Versuchsreihe die entsprechenden Knochen getrennt im gleichen Autoklaven, in dem das Mischfett hergestellt worden war, auf Knochenfett verarbeiten. Dabei wurden 2 Typen von Rindermarkfett hergestellt, das sogenannte rote Mark, aus Rippen- und Halsknochen, und das gelbe Mark, aus Röhrenknochen. Sowohl Proben dieser Knochenfette als auch Fett aus Schweineknochen wurden untersucht.\*)

H. Stadlinger<sup>7)</sup> hat 1927 als erster die Rhodanometrie auf die Untersuchung von Knochenfetten angewendet. Diese Methode erlaubte ihm, erstmals den Linolsäuregehalt der Knochenfette genau zu ermitteln. Bei der dazu unerlässlichen Bestimmung der Jodzahl nach Hanus liess er die Jodmonobromidlösung 2 Stunden auf das Knochenfett einwirken. Wir erhielten mit einstündiger, jedoch nicht mit viertelstündiger Einwirkungsdauer, wie es das Schweiz. Lebensmittelbuch (1937) S. 75 vorschreibt,<sup>8)</sup> gute Resultate. Die Rhodanzahl wurde von uns nach H. P. Kaufmann<sup>9)</sup> bestimmt und nach seinen Formeln die Zusammensetzung des Fettes berechnet<sup>10)</sup>, wie dies in einer früheren Arbeit<sup>8)</sup> ausgeführt wurde. Die Bestimmung der Hydroxylzahl (OHZ) wurde nach den Internationalen Vereinheitlichten Methoden durchgeführt und der Gehalt an festen Fettsäuren und Isoölsäure nach dem von uns<sup>11)</sup> abgeänderten Bleisalz-Alkoholverfahren von Grossfeld ermittelt.

Der Untersuchungsbefund über Schweine- und Rinderknochenfett ist in Tabelle 1 wiedergegeben.

Den von Polenske aufgestellten Anforderungen für die Differenzzahl (Schweinefett 18—22, Rinderfett 13—15) genügen die Markfette; dagegen liegen die Jodzahlen dieser Fette merklich höher als die unserer Speisefette gleicher Tierart. Doch haben wir kürzlich 3 Schweinefette amerikanischer Provenienz untersucht und Jodzahlen von 66,7 bis 67,1 erhalten. Vergleicht man aber den Oelsäuregehalt inländischer Schweine- und Rinderfette<sup>12)</sup> mit demjenigen der entsprechenden Knochenfette, so haben letztere ca. 7—10 % mehr Oelsäure. Allerdings konnten wir die Angaben von Grün<sup>13)</sup>, wonach die Fettsäuren aus dem Fett des gelben Markes 78 % Oelsäure, die Fettsäuren aus dem roten Mark 47,4 % Oelsäure enthalten sollen, nicht bestätigen. Stadlinger<sup>7)</sup> gibt für die im Laboratorium hergestellten reinen Knochenfette folgenden Linolsäuregehalt: Rinderknochenfett 4,2 %, Kalbsknochenfett 4,6 %, Haushaltknochenfett (Knochen einmal ausgekocht) 5,6 %. Diese Zahlen bewegen sich in den von uns gefundenen Grenzen, während das von uns untersuchte Schweineknochenfett, entsprechend dem Schweinefett, etwa die doppelte Menge Linolsäure enthält wie Rinderknochenfett.

Vergleicht man die Fette des gelben und des roten Markes der Rinder untereinander, so sind hier grosse Unterschiede im Schmelzpunkt, Erstarrungspunkt, JZ und RhZ festzustellen. Das gelbe Markfett könnte bezüglich seiner Kenn-

\*) Der Metzgerei und Wurstfabrik Gebr. Kuhn sind wir für die Zurverfügungstellung dieser Proben zu Dank verpflichtet.

Tabelle 1

Bezeichnung	Rinder-Markfett aus Schweineknochen	Rinder-Markfett von Rippen- und Halsknochen; sog. rotes Mark	Rinder-Markfett von Röhren- und Markknochen; sog. gelbes Mark
Aussehen	grauweiss, schmierig, salbig, wie Schweinefett	rötlich-braun, fest, feinkörnig	zitronengelb, Konsistenz wie Rindstalg
Geruch und Geschmack	nach Schweinefett	schwach fauliger Nachgeschmack	einwandfrei, nach Braten
Schmelzprobe	sehr wenig Ge- webebestandt., Spur Wasser	wenig Gewebeteile, Spuren Wasser	Spuren Gewebeteile, kein Wasser
Reaktion n. Bellier	schwach rosa	intensiv karminrot	karminrot
Verhalten unter der Quarzlampe	milchig blaue Fluoreszenz	schmutzig kanariengelbe Fluoreszenz	kanariengelbe Fluoreszenz
Verdorbenheitsreaktion (Kreis)	schwach	negativ	negativ
Schmp. (Klarschmp.) (Polenske)	41,0°	45,6°	41,0°
Erstarrgp. (Polenske)	22,3°	31,6°	26,0°
Differenzzahl (Polenske)	18,7	14,0	15,0
$n_D^{40^\circ}$	1,4605	1,4583	1,4590
RZ $40^\circ$	51,7	48,4	49,5
SZ	1,1	1,5	1,0
S. Gr.	2,0	2,7	1,8
VZ	194,0	195,5	196,4
JZ (Hanus)	65,3	46,1	54,0
RhZ (Kaufmann)	55,6	40,9	48,5
Unv. (Aether) $^{\circ/0}$	0,38	0,67	0,44
Feste Fettsäuren $^{\circ/0}$	31,6	46,5	37,3
Isoölsäure (Vaccensäure) $^{\circ/0}$	0,5	2,4	1,8
<i>Fettsäuren</i>			
Schmp. (Polenske)	39,7°	46,0°	42,2°
$n_D^{40^\circ}$	1,4509	1,4487	1,4494
RZ $40^\circ$	37,9	34,9	35,8
JZ (Hanus)	67,5	47,9	55,8
NZ	204,9	206,2	206,9
M. Mol. Gew.	273,8	272,1	271,2
Phosphatide als Lecithin	11 mg	18 mg	4 mg
<i>Zusammensetzung des Fettes</i>			
Gesättigte Fettsäuren $^{\circ/0}$	33,3	49,4	41,1
Oelsäure $^{\circ/0}$	50,6	37,3	46,1
Isoölsäure (Vaccensäure) $^{\circ/0}$	0,5	2,4	1,8
Linolsäure $^{\circ/0}$	10,7	5,7	6,1
Glycerinrest $^{\circ/0}$	4,5	4,5	4,5
Unverseifbares $^{\circ/0}$	0,4	0,7	0,4

Tabelle 2

Probe Nr.	1	2	3
Bezeichnung	Knochenmarkfett zu Speisezwecken		
Geruch und Geschmack	einwandfrei nach Braten	nach Braten, etwas Nach- geschmack	genügend
Schmelzprobe	trüb durch Gewebeteile, Wasser 0,6 %	trüb	nahezu klar, kein Bodensatz
Verdorbenheitsreaktion (Kreis)	negativ	schwach	negativ
Peroxyd-Zahl nach Lea	—	4,4	5,0
Schmp. (Klarschmp.) (Polenske)	42,3°	43,8°	42,8°
Erstarrgp. (Polenske)	27,6°	28,2°	26,8°
Differenzzahl (Polenske)	14,7	15,6	16,0
$n_D^{40}$	1,4592	1,4590	1,4594
RZ 40°	49,9	49,6	50,2
SZ	0,8	1,4	1,2
S. Gr.	1,4	2,5	2,1
VZ	195,1	197,0	198,0
JZ (Hanus)	53,7	53,1	56,5
RhZ (Kaufmann)	49,3	50,2	50,5
OHZ	2,4	—	1,0
Unv. (Aether)	0,38	0,58	0,35
Feste Fettsäuren	%	36,6	39,1
Isoölsäure (Vaccensäure)	%	1,9	1,8
<i>Fettsäuren</i>			
NZ		203,1	205,5
M. Mol. Gew.		276,3	273,0
<i>Zusammensetzung des Fettes</i>			
Gesättigte Fettsäuren	%	40,2	39,1
Oelsäure	%	48,1	50,8
Isoölsäure (Vaccensäure)	%	1,9	1,8
Linolsäure	%	4,9	3,2
Glycerinrest	%	4,5	4,5
Unverseifbares	%	0,4	0,6

zahlen wie Erstarrungspunkt, RZ, VZ und JZ ebensogut einem Schweinefett<sup>12)</sup> entsprechen. In diesem Falle aber kann der Isoölsäuregehalt des Rinderknochenfettes = ca. 2 % gegenüber dem Isoölsäuregehalt des Fettes aus Schweineknochen = 0,5 % die Provenienz des Knochenfettes feststellen lassen. Aus einer Mischung von Fetten aus Schweine- und Rinderknochen kann das Mischungsverhältnis mit Hilfe des Isoölsäurewertes annähernd angegeben werden, wie dies bei Schweine-Rinderfettmischungen von uns durchgeführt wurde<sup>14)</sup>.

In Tabelle 2 sind die Untersuchungsergebnisse von Knochenmarkfetten zu Speisezwecken, wie sie durch Autoklavenbehandlung erhalten werden, wiedergegeben.

Trotzdem die Herstellung der untersuchten 3 Proben zeitlich weit auseinanderliegt, zeigen diese in den Kennzahlen und ihrer Zusammensetzung nur geringe Abweichungen. Dagegen verrät der erhöhte Gehalt an Linolsäure und Isoölsäure in Probe 3, dass hier ein wesentlicher Fettanteil aus Schweineknochen besteht. Die Bibliographie der Fette von Halden-Grün hat neben dem bereits erwähnten Rindermarkfett (Fett aus dem roten, resp. gelben Mark)<sup>13)</sup> auch das Rinderknochenfett oder «Knochenfett» — «durch Behandlung von Knochen (meist des Rindes) mittels Wasserdampf gewonnen»<sup>15)</sup> — angegeben. Dieses enthält ca. 40 % gesättigte Fettsäure, 50—55 % Oelsäure, 5—10 % Linolsäure (rhodanometrisch bestimmt) und 0,5—0,6 % Unverseifbares. Diesen Angaben über die Zusammensetzung der Knochenfette entsprechen unsere Resultate weit-aus besser als die Analysenergebnisse von H. Eckart<sup>16)</sup>, welcher im Rinderknochenfett keine Linolsäure ermittelte konnte.

Das Knochenfett muss für den menschlichen Genuss nicht nur aus einwandfreien, blutfrischen Knochen hergestellt werden und gutes Aussehen haben, sondern auch eine gewisse Haltbarkeit gewährleisten. Der Wassergehalt von nur 0,6 % in Probe 1 bedingt eine Qualitätsverminderung. Die spätere Fabrikation konnte jedoch den Wassergehalt auf Spuren herabmindern.

Der Einfluss des Wassers erstreckt sich in erster Linie in der Richtung der Aufspaltung der Glyceride (Fetthydrolyse) unter Freilegung von Fettsäuren. Diese Lipolyse, durch starke Zunahme der Säurezahl des Fettes gekennzeichnet, ist beim Verderben der Knochenfette ein Vorgang von untergeordneter Bedeutung. Der Säuregrad, resp. die Säurezahl kann bei zweifellos verdorbenen Fetten praktisch nicht oder nur wenig verändert sein.

Die Prüfung auf Haltbarkeit wurde durch die Sinnenprüfung vorgenommen; dazu wurden aber auch die Epihydrinreaktion, die Peroxyd-(Lea-)Zahl und der Säuregrad bestimmt. Eine Probe des Knochenfettes Nr. 2 wurde im Dunkeln 42 Tage im Eiskasten aufbewahrt. Eine Probe des Fettes Nr. 3 dagegen wurde 12 Tage im warmen Zimmer bei diffusem Tageslicht aufbewahrt. Der Frischzustand der Fette vor und nach dem Versuch ist durch die Tabelle 3 wiedergegeben.

Tabelle 3. Haltbarkeit von Knochenmarkfetten.

	Fett Nr. 2		Fett Nr. 3	
	zu Beginn	nach 42 Tagen im Eiskasten	zu Beginn	nach 12 Tagen im warmen Zimmer bei diffusem Tageslicht
untersucht am	12. Dez. 40	23. Jan. 41	28. Juli 41	9. Aug. 41
Geruch und Geschmack	nach Braten, etwas Nachgeschmack	schwach talig	genügend	stark talig
Verdorbenheitsreaktion (Kreis)	schwach	deutlich	negativ	intensiv
Peroxyd-Zahl (Lea-Z)	4,4	7,4	5,0	49,1
SG	2,5	2,5	2,1	2,7

Die in dieser Tabelle festgelegten Verhältnisse über die Haltbarkeit von Knochenfetten zeigen relativ befriedigende Ergebnisse für die Aufbewahrung im Eiskasten; dagegen ist die Haltbarkeit in warmen Räumen, wie sie oft in den Küchen anzutreffen sind, durchaus ungünstig. Die Knochenfette sind demnach nicht für Vorratshaltung geeignet, sondern zur sofortigen Verwendung bestimmt. Der schon relativ hohe Peroxydgehalt von 4,4 und 5,0 der untersuchten «frischen» Knochenfette, der in der Nähe der Ranziditätsgrenze liegt, ist vielleicht durch die schnellere Umsatzbereitschaft dieser Fette im Sinne des Verderbs (durch die hohe Temperatur und den Ueberdruck bei deren Herstellung bedingt) zu erklären.

Wenn Eckart<sup>16)</sup> den Gehalt an freien Fettsäuren als eines der wichtigsten Qualitätskriterien bei der Beurteilung der Knochenfette betrachtet, so haben wir im Gegenteil feststellen müssen, dass der Säuregrad auch bei stark verdorbenen Fetten kaum erhöht worden war, während der Peroxydgehalt um das Zehnfache angestiegen war.

Damit aber werden unsere bisherigen Untersuchungsergebnisse über das Verderben von Speisefetten bestätigt. Nicht die Glyceridaufspaltung (Hydrolyse) ist eine conditio sine qua non für das Aufkommen der Verdorbenheit, sondern vielmehr ist primär die Peroxydbildung dafür verantwortlich. Die übliche Bewertung des Säuregrades für den Frischzustand und die Qualität eines Fettes ist daher zu revidieren, und der Peroxydgehalt muss als Ausdruck für die Umsatzbereitschaft im Sinne des Verderbs oder für ein bereits eingetretenes Verderbnis massgebend sein.

## Literatur

- <sup>1)</sup> Z. U. L. 44, 2 (1922), H. Eckart: Technische Erfahrungen in der Knochenfettgewinnung und -Verarbeitung.
  - <sup>2)</sup> Diese Mitt. 9, 215 (1918).
  - <sup>3)</sup> Z. U. L. 37, 137 (1919), A. Beythien: Volksernährung und Ersatzmittel (1922) 264.
  - <sup>4)</sup> W. Ziegelmayer: Rohstoff-Fragen (1936) 137.
  - <sup>5)</sup> Vorratspflege und Lebensmittelforschung 4, 224 (1941).
  - <sup>6)</sup> Vorratspflege und Lebensmittelforschung 1, 219 (1938).
  - <sup>7)</sup> Ch. Z. 51, 667, 686, 706 (1927).
  - <sup>8)</sup> Diese Mitt. 32, 198 (1941).
  - <sup>9)</sup> H. P. Kaufmann: Studien auf dem Fettgebiet (1935) 73.
  - <sup>10)</sup> B. 70, 2545 (1937), Fette und Seifen 48, 344 (1941).
  - <sup>11)</sup> Diese Mitt. 32, 192 (1941).
  - <sup>12)</sup> Diese Mitt. 32, 200 (1941).
  - <sup>13)</sup> Halden-Grün: Analyse der Fette und Wachse, Bd. 2, 470 (1929).
  - <sup>14)</sup> Diese Mitt. 32, 195 (1941).
  - <sup>15)</sup> Halden-Grün (op. cit.), 471.
  - <sup>16)</sup> Z. U. L. 44, 29 (1922).
- 

## Korrigenda

In unserer Arbeit «Ein Verfahren zur annähernden Bestimmung von Schweinefett in Speisefettmischungen» ist auf Seite 193, Linie 11, bei «Glasfiltertiegel» statt  $\frac{«10\text{ G}»}{3}$  zu lesen «2 G 3».

## Bemerkung

Der auf Seite 192 abgebildete Apparat kann von der Firma Ernst Keller & Cie., Glastechnische Werkstätte, Voltastr. 102, Basel, zum Preis von Fr. 67.— geliefert werden.