

**NEUE WEGE ZUR  
WASSERSTERILISIERUNG  
(KATADYN)**

VON

**DR. GEORG A. KRAUSE**  
IN MÜNCHEN

MIT 2 ABBILDUNGEN IM TEXT  
UND 5 TABELLEN



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1928

**NEUE WEGE ZUR  
WASSERSTERILISIERUNG  
(KATADYN)**

VON

**DR. GEORG A. KRAUSE**  
IN MÜNCHEN

MIT 2 ABBILDUNGEN IM TEXT  
UND 5 TABELLEN



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1928

ISBN 978-3-662-31701-3      ISBN 978-3-662-32527-8 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-32527-8

**Alle Rechte,**  
**insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen vorbehalten.**  
Copyright 1928 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg  
Ursprünglich erschienen bei J.F. Bergmann in München 1928.

## I.

C. von Nägeli hat in einer Abhandlung, die erst nach seinem Tode von S. Schwendener in den Denkschriften der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft Bd. 33,1 1893 herausgegeben wurde, folgende sehr überraschende Beobachtungen mitgeteilt:

Wasser, das mit chemisch reinem Kupfer oder Quecksilber in Berührung gewesen war, entfaltet an Pflanzen Wirkungen, die von denen größerer Dosen der Salze jener Metalle qualitativ grundverschieden sind. Die Metalle können demnach außer der längst bekannten „chemisch-giftigen“ auch noch eine phänomenologisch ganz andersartige, eine „oligodynamische“ Wirkung entfalten. Auf letztere Erscheinung wurde die Aufmerksamkeit während der Kriegsjahre wieder gelenkt, als man eine oligodynamische Wirkung, eine Keimabtötung, in der unmittelbaren Umgebung der in Gewebe eingedrungenen Kupfergeschosse beobachten zu können glaubte. Die Forschung hat, bisher meist unter theoretischen Gesichtspunkten, versucht, in den Mechanismus der zunächst recht rätselhaften oligodynamischen Wirkung einzudringen. Nägeli und die ersten, die ihm folgten, hatten hauptsächlich auf die Feststellung Wert gelegt, daß die Art der Wirkung solcher oligodynamischen Metalllösungen verschieden ist von jener der Metallsalzlösungen, die dasselbe Metall in viel konzentrierterer Form enthielten. Sie sahen in dieser qualitativen Differenz etwas sehr Merkwürdiges. Aber selbst wenn wir uns auf ihren Standpunkt stellen und annehmen, daß in beiden Lösungen das Metall in gleicher Zustandsform vorhanden ist (s. u.), so braucht uns eine solche Wirkungsdifferenz nicht in Erstaunen zu setzen, da sie ja nicht in dem Sinne gedeutet werden muß, als ob es sich um zwei durchaus verschiedene Agentien handle. Es sind uns sehr zahlreiche Fälle bekannt, daß ein Stoff in geringerer Konzentration ganz anders wirkt, als in konzentrierter. Dafür sind ja auch physikalisch-chemische, speziell kolloid-chemische Analoga genug vorhanden: Auf die in Wasser unlöslichen Globuline wirken Spuren von Salz lösend, während größere Mengen umgekehrt auf Globulinlösungen ausfällend wirken.

Überraschender mußte es sein, daß gerade durch Berührung mit Metallen das Wasser eine solche Wirksamkeit erhält, denn Metalle, wie Kupfer und Quecksilber, gelten ja entsprechend der tausendfachen Erfahrung des täglichen Lebens als „unlöslich“. Nachdem aber selbst für so typisch unlösliche, darum auch in der quantitativen Analyse in diesem Sinne verwendete Stoffe wie Chlorsilber, Bariumsulfat, Calciumcarbonat, eine sogar exakt meßbare Löslichkeit in reinem Wasser nachgewiesen ist, war ähnliches auch für die „unlöslichen“ Metalle zu vermuten. In der Tat konnte z. B. für das

Kupfer gezeigt werden. daß es auch in reinem Wasser in solchen Mengen löslich ist, daß es mit der Pagenstecher-Reaktion<sup>1)</sup> (also einem Oxydase-Reagenz) nachweisbar ist und daß, was theoretisch wesentlich erscheint, allgemein die oligodynamische Wirkung des Kupfers seinen Löslichkeitsverhältnissen parallel geht. (Spiro.) Für das Silber gilt, wie namentlich R. Doerr gezeigt hat, dasselbe.

Am meisten aber hatte an Nägelis Befund überrascht, daß die minimalen, nur mit feinsten Methoden eben nachweisbaren Spuren von Metallen eine so deutliche Wirkung ausüben können. Aber auch hierfür hat uns die Forschung seither mannigfache ähnliche Erfahrungen gerade an biologischen Objekten gebracht. Wir finden Wirksamkeit einer Adrenalin-Lösung 1 : 10<sup>18</sup>,<sup>2)</sup> Hemmung der Protoplasma-Strömung in Pflanzenzellen durch Aminosäuren in der Menge von 12<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—15<sup>1</sup>/<sub>3</sub>  $\gamma$  pro Liter, Wirkung des Vitamins B in extrem kleinen Substanzmengen, oder, um die Wirkung von Metallen anzuführen: 80  $\gamma$  Calciumion in das Tuber cinereum einer Katze injiziert bewirken einen einstündigen Schlaf. P. H. Andresen (Dansk. Tidskr. Pharmeci 2,5 Chem. Zbl. 1928 I 2692) hat ferner als minimale Konzentration von Silbersalzen, die Wachstum von Bact. Coli bezw. Typhi verhinderten, 0,6 · 10<sup>-11</sup>  $\gamma$  bestimmt. Durch viele ähnliche Befunde hat die oligodynamische Wirkung viel von ihrer Rätselhaftigkeit verloren.

Wir sehen dabei ab von jenen extremen Potenz-Verdünnungen, z. B. jenseits 10<sup>27</sup>, in denen nach den gültigen Anschauungen unserer heutigen Physik überhaupt keine Stoffmengen mehr vorhanden sind und die nach H. Junker,<sup>3)</sup> H. König, C. Colisko, M. P. Krawkow u. a. eine gleichartige, also unspezifische, ihren Entdeckern aber auch unerklärliche Wirkung haben sollen.

Immerhin liegen für die spezifischen Wirkungen oligodynamischer Lösungen eindeutige Beweise im Sinne einer rein chemischen Wirkung bisher nicht vor. Und vielleicht hat diese Unsicherheit in der Auffassung des Prozesses mit dazu beigetragen, daß eine praktische Anwendung des Prinzips der Oligodynamie bisher nur vorübergehend ins Auge gefaßt wurde.

Eine solche mußte aber lohnend erscheinen, da den oligodynamischen Metalllösungen eine ausgesprochene Wirkung gerade auf niedere Lebewesen, spez. Bakterien, zukommt, und man also durch minimalste Mengen von Metall, die auf Menschen und Tiere auch bei dauernder Zufuhr ohne jegliche Wirkung sind, Wasser keimfrei machen kann. Es liegt demnach die Möglichkeit vor, die fundamental wichtige Frage der Wassersterilisierung auf einem überaus einfachen, man möchte sagen vorbildlichen Wege zu lösen. Hierfür war es aber zunächst nötig, noch drei Punkte experimentell zu erledigen. Es mußte

1) Bioch. Z. 166, 107, 113, 131.

2) H. Schlossmann, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 121, 160.

3) Pflüger's Arch. 219, 647, 1928. (Dass. Lit.)

- a) ein technisches Verfahren ausgearbeitet werden, um bei möglichst ökonomischer Ausnützung des verwendeten Metalls eine möglichst hohe biologische Wirkung zu erreichen. Da wir von vornherein neben einer rein-chemischen Wirkung auch eine katalytische (s. u.) in Erwägung zogen, waren für uns die Ergebnisse wegleitend, die man bei der Untersuchung der katalytischen Eigenschaften erhalten hatte, wobei sich die Bedeutung der Oberfläche, der Verteilung und das Verhältnis zwischen Volumen und Oberfläche als besonders wichtig erwiesen hatten.
- b) Es mußte ferner durch chemische Methoden ein Einblick zu gewinnen versucht werden, wie groß die Metallmengen sind, die benötigt werden, um eine oligodynamische Wirkung im Wasser hervorzurufen.
- c) Es mußte endlich Hand in Hand mit der chemischen Untersuchung die baktericide Wirkung des Wassers für die hauptsächlich in Betracht kommenden pathogenen Keime (Typhus, Paratyphus, Coli, Proteus, Ruhr) festgestellt werden.

## II.

Das Silber kann als solches reagieren oder als Katalysator wirken, z. B. indem es an seiner Oberfläche Sauerstoff und die zu oxydierende Verbindung verkettet. Gerade die Unlöslichkeit der Metalle bedingt das Vorhandensein von Grenzflächen, die bekanntermaßen alle katalytischen Reaktionen begünstigen. Dadurch, daß keine echte Lösung entsteht, bleibt die Phasengrenzfläche bestehen, anderseits zeigen Metalle und von diesen speziell das Silber jene Labilität und Affinität zu anderen Stoffen, namentlich zum Sauerstoff, die sie ganz besonders zu Oxydationserregern geeignet macht. Das metallische Silber, in seiner neuen Form als Bodenkörper in der Reaktion anwesend, entspricht dem zweiwertigen Eisen, nur, daß es nicht allein in Ionenform vorhanden ist, sondern als Metall und so in einem labilen Zustand bei gleichzeitig hoher Affinität zu anderen Molekülen wirksam wird.

Die im Folgenden geschilderten Versuche beziehen sich auf metallisches Silber, welches durch ein besonderes Verfahren in eine für seinen Verwendungszweck neue Form gebracht wurde. Solchem Silber kommen allein die neuen, quantitativen Wirkungen zu. Sein Gesamtwirkungsgrad, der sich aus der aufgewendeten Silbermenge, der Wirkungsgeschwindigkeit und der erreichten baktericiden Leistung errechnen läßt, ist um ein Vielfaches größer, als der mit Silber in der bisher bekannten Anwendungsform, wie Bleche, Drähte, Körner, Staub etc. erzielte. Die größere Wirkungsstärke dieser neuen Zustandsform des Ag wird durch Schaffung eines optimalen Ver-

hältnisses zwischen Volumen und Oberfläche erreicht. Würde man dieses Verhältnis nach oben hin überschreiten, so würde die Wirkung ebenso abnehmen, als wenn man das Verhältnis unterhalb dieses Optimums verschöbe.

Eine Erhöhung des Gesamtwirkungsfaktors von Ag über die bisher für oligodynamische Zwecke erreichte Größe hinaus kann also nicht durch Steigerung der Metallmengen, die man in den Prozeß gibt, aber auch nicht durch bloße Schaffung großer Oberflächen erreicht werden. Während Ag in der bisher bekannten Anwendungsform zur Erreichung eines bestimmten Sterilisierungseffektes Tage oder Wochen benötigt, braucht das Ag der neuen Zustandsform dazu trotz gleicher Gewichtsmengen nur Minuten oder Stunden. Das nach dem neuen Verfahren hergestellte Ag wird zur Schaffung seiner hohen Aktivität z. B. einem Bläh- bzw. Verblas-Verfahren unterworfen, wodurch es auf beliebige Träger festhaftend aufgebracht werden kann. Es entsteht so je nach der Leitung des Prozesses und je nach dem Verwendungszweck ein nicht kolloidales Silber von mikrokristalliner bis submikroskopischer Struktur mit vorwiegend lamellarer Schichtung. Als Ausgangsmaterial für die neue aktive Form wird Feinsilber verwendet, dem in besonderen Fällen Aktivatoren in Form von Metallen, die in der Spannungsreihe unterhalb des Silbers stehen, beigegeben werden. Als solche Aktivatoren kommen beispielsweise Palladium und Gold in Betracht.

Die folgende Abbildung (1) zeigt einen Schnitt durch das geblähte Silber.



Abb. 1. Negativ ges. Vergr. 12 $\times$

Man erkennt deutlich räumlich gerichtete Lamellen, die in ihrer Dicke scheinbar variieren. Die Lamellendicke ist in Wirklichkeit konstant, die auftretenden Verbreiterungen rühren von Torsionen der Lamellen her. Dies zeigt deutlich die Abbildung (2).

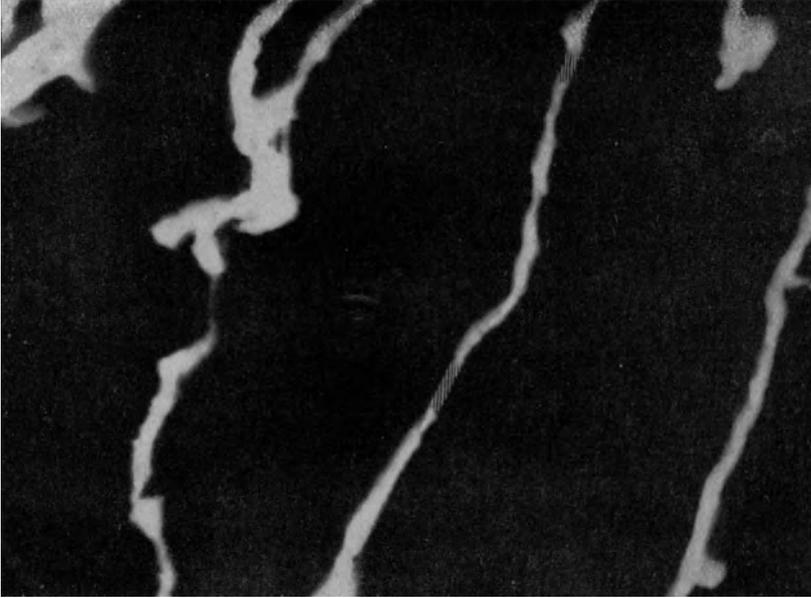


Abb. 2. Negativ ges. Vergr. 500×

In den schraffierten // Teilen liegen die Meßstellen

Die angezeigten Meßstellen sind Aufsichten auf die hier genau senkrecht zur Bildebene stehenden Lamellen.

An dem gezeigten Stück ist der Mittelwert des Lamellendurchmessers  $3,4 \mu$

Die früher vielfach beschriebene, durch Inaktivierung des Metalls bedingte Hemmung der oligodynamischen Wirkung wird durch die hochaktive Zustandsform des Ag vermieden. Mit der hohen Wirksamkeit des Metalls und dem Fehlen von Erschöpfungserscheinungen ist der Weg zu einem unbedingt sicheren Sterilisierungsverfahren gegeben.

Wir gebrauchen im Folgenden für die katalytisch und oligodynamisch so wirksame Zustandsform des Ag den Namen „Katadyn“ — Silber.

### III.

A. Zur chemischen Charakterisierung der Silberpräparate wurde untersucht, ob sie enzymatische Eigenschaften haben. Dabei wurde festgestellt:

1. sie zersetzen, Katalase ähnlich, Wasserstoffsuperoxyd und zwar, wie durch einen Vergleich mit Kohle sich zeigte, nicht nur entsprechend ihrer Oberfläche.

2. sie fördern Oxydation, das wurde gezeigt:

a) am System Pyrogallol + Wasserstoffsuperoxyd, wobei sich ergab, daß die Oxydation durch Jodionen und bis zu einem bestimmten Schwellenwert auch durch Phosphationen gefördert wurde. Rhodankalium war ohne Einfluß. Das Optimum liegt bei  $P_{II} = 7,0$ .

b) Ähnliches ergab sich für die Oxydation von Leukomalachitgrün + Wasserstoffsuperoxyd, doch liegt hier das  $P_{II}$ -Optimum bei 3,8.

Es zeigen sich also in der Art der Wirkungen Analogien zu fermentativen Prozessen, besonders auch in der Förderung durch anwesende Salze (Koenzyme) und dem deutlich ausgesprochenen  $P_{II}$ -Optimum, das zudem vom Substrat abhängig ist, wie das ja allgemein für enzymatische Vorgänge gilt.

B. In allen mit unserem Silber längere Zeit (mehrere Wochen) in Kontakt gewesenen Wässern war Silber nachweisbar; die mittlere von uns nachgewiesene Menge Silber betrug 15  $\gamma$  pro Liter, was mit einem uns von Prof. Freundlich (Berlin-Dahlem) zur Verfügung gestellten, nach ganz anderer Methodik erhaltenen Werte von  $1,6 \times 10^{-6}$  g pro 100 ccm überraschend gut übereinstimmt.

Solche Wässer erwiesen sich, hundertfach verdünnt, immer noch als oligodynamisch hoch wirksam. Der Silbergehalt dieser verdünnten Wässer beträgt dann etwa 0,000 000 15 g pro Liter. Daß der Gehalt von 15  $\gamma$  Silber pro Liter nicht etwa die unterste Konzentrationsgrenze für erhebliche oligodynamische Wirkungen bedeutet, geht auch klar daraus hervor, daß sich Wässer als oligodynamisch hoch wirksam erweisen, die, wie es die praktische Anwendung mit sich bringt, nur Minuten oder Stunden (siehe Tabelle 3) mit dem neuen Silber in Berührung gewesen waren und in denen wegen der kurzen Kontaktzeit nur wesentlich geringere Silbermengen in Lösung gegangen sein konnten.

Während Prof. Freundlich die von F. Haber für den Goldnachweis ausgearbeitete Methode anwandte, dampften wir größere Mengen Wasser ein und gebrauchten zur Bestimmung Mikroverfahren (Elektrolyse nach Pregl bezw. Mikro-Titration). Das vorhandene Silber ließ sich fast immer in zwei Fraktionen trennen, ammoniaklösliches und ammoniakunlösliches, ohne daß dieser Trennung eine biologische Bedeutung zukäme. Besondere Versuche ergaben, daß die Löslichkeit von metallischem Silber in Ammoniak von seiner Vorbehandlung und Formart abhängig ist.

C. Die chemische Wirkung ist in den Lösungen besonders stark ausgeprägt, wenn das Silber gleichzeitig als Bodenkörper anwesend ist. Daß dabei keine einfache Beziehung zur Oberflächengröße be-

steht, ergab sich daraus, daß (im Gegensatz zu Platin) kolloidales Silber und Silbergele weniger wirksam waren als geblähtes Silber.

#### IV.

Im Folgenden sollen die Resultate früherer Beobachter über die Bactericidie der oligodynamischen Metalle mit den von uns erhaltenen verglichen werden.

Zur Prüfung der oligodynamischen Wirkung auf Bakterien verwandten wir zwei Grundversuche:

1. die Prüfung, in welcher Zeit eine bestimmte Bakterienmenge in Gegenwart einer bestimmten Menge oligodynamischen Metalles und einer bestimmten Wassermenge abgetötet wird;
2. die Prüfung, in welchem Maße eine bestimmte Menge Wasser, das mit einer bestimmten Menge oligodynamischen Metalles in Berührung gewesen war, baktericide Kräfte annimmt.

Zur weiteren Prüfung der oligodynamischen Wirkung bedienten wir uns schließlich noch einer Modifikation des Grundversuches 2, nämlich der Prüfung, in welcher Zeit eine bestimmte Menge oligodynamischen Metalles einer bestimmten Wassermenge ein bestimmtes Maß baktericider Kraft verleiht.

##### 1. Grundversuch.

(Prüfung der oligodynamischen Wirkung in Gegenwart des Silbers.)

(Tabelle I)

**Ergebnis:** Verglichen mit den bisherigen Erfolgen hat sich die oligodynamische Wirkung des Silbers außerordentlich steigern lassen. Die Steigerung betrifft:

1. den Mengenfaktor. Während bisher maximal zwischen 10 und 100 000 Keime pro ccm abgetötet werden konnten, gelingt es jetzt, mehrere Millionen von Keimen pro ccm mit Sicherheit abzutöten. Als höchste Sterilisierungsleistung sahen wir die Abtötung von 21 Millionen Keimen pro ccm in einem halben Liter Wasser nach 48 Stunden.

2. den Zeitfaktor. Während bisher erst nach Tagen oder Wochen und auch dann nur sehr begrenzte Bakterienmengen abgetötet werden konnten, gelingt es jetzt, Bakterienaufschwemmungen bis zu 1 Million pro ccm und darüber innerhalb weniger Stunden abzutöten. — Bakterienaufschwemmungen von mehreren Hunderttausenden pro ccm sind schon in weniger als Stundenfrist abtötbar.

Der Sicherheitsfaktor ist also, sowohl was die Menge der Keime, als die Sterilisierungszeit anbetrifft, gegenüber den bisherigen Resultaten und den in praxi zu erwartenden Keimzahlen ein so hoher, daß man mit den neuen Präparaten gegen alle Eventualitäten der Praxis gewappnet erscheint.

Daß sich ferner durch besondere Apparaturen die oligodynamische Wirkung des Silbers weiter steigern läßt, soll später gezeigt werden.



Eine Nebeneinanderstellung der bisherigen und der jetzigen Ergebnisse des Grundversuches 2 zeigt Tabelle 2: Eine bestimmte Menge Wasser bleibt während einer gewissen Zeit in Kontakt mit einer gewissen Menge oligodynamischen Silbers; das Wasser wird dann vom Silber abgegossen, mit bekannten Keimmengen beimpft und festgestellt, zu welchem Zeitpunkt Sterilität erreicht ist. Die oligodynamische Aufladung von Wasser durch Kontakt mit oligodynamischem Silber wird dem bisherigen Brauch folgend weiterhin als „Aktivierung“ bezeichnet.

## 2. Grundversuch.

(Baktericide Kraft des aktivierten Wassers.) (Tabelle II)

**Ergebnis:** Gegenüber den bisherigen Befunden ist eine ganz gewaltige Steigerung der baktericiden Kraft des aktivierten Wassers erreicht worden. Die gewaltige Steigerung zeigt sich sowohl am Zeit- als am Mengenfaktor.

In einer dritten Tabelle soll gezeigt werden, in welcher Zeit mit den bisherigen Methoden und mit dem neuen Silber eine bestimmte Menge Wasser nach dem Kontakt mit einer bestimmten Menge oligodynamischen Silbers baktericide Kräfte annimmt. (Tabelle III)

**Ergebnis:** Gegenüber dem früher verwendeten oligodynamischen Silber ist das neue Silber, was den Zeitfaktor der Aktivierung anbelangt, wesentlich wirksamer. Es wird schon nach Stunden, oder bei der Durchrieselung geeigneter, mit oligodynamischem Silber ausgestatteter Filter, schon nach Bruchteilen von Minuten dem Wasser eine beachtliche baktericide Kraft verliehen. Diese Steigerung im Zeitfaktor der Aktivierung hat eine besondere praktische Bedeutung, weil dem Wasser, welches durch oligodynamisch aufgeladene Filter geflossen ist, eine nachsterilisierende Kraft gegenüber solchen Keimen verliehen wird, die zufällig die Filter passiert haben. Es wird so für die Filtrierung von Wasser ein neuer Sicherheitsfaktor eingeführt.

Zum Grundversuch 1 sei noch ergänzend bemerkt, daß durch Verminderung der Silbermenge pro Wassereinheit lediglich die zur Sterilisierung notwendige Zeit verändert wird. Es sind die gleichen Keimmengen abtötbar; es sind aber zur Erzielung des gleichen baktericiden Titors längere Zeiten notwendig.

0,5 bzw. 3 mg Ag aktivieren 1000 ccm Wasser in 34 bzw. 20 Tagen so, daß 1 500 000 Keime in 2 Stunden abgetötet werden.

Zum Grundversuch 2 und seiner Modifikation (Aktivierung von Wasser durch Kontakt mit oligodynamischem Silber oder Durchrieselung oligodynamischer Filter) sei noch folgendes bemerkt: Die dem Wasser einmal verliehene Aktivierung bleibt ihm, wenn der Kontakt mit dem oligodynamischen Silber unterbrochen wird, ungeschwächt erhalten. Aktiviertes Wasser, die bis zu 15 Monaten aufbewahrt und deren baktericider Titer dauernd geprüft wurde, zeigten keine Verringerung ihrer baktericiden Wirksamkeit.

Tabelle II

Art und Menge des Silbers Wassermenge	Art der Keime	Keimzahl pro ccm	Sterilitätsprüfung nach Std.								Sterilitätsprüfung nach Tagen													
			1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	14			
Silberplatte 100 qcm 50 ccm Wasser	Typhus Bakt. A	3 400	+	+	+	+	+	+	+	+														
		12 500	+	+	+	+	+	+	+	+	∅													
Innen versilberter Kolben 100 Wasser	Shiga Kruse Typhus	ca. 45 000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	∅	+				
		ca. 45 000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	∅			
5 g Silberdraht in 500 ccm Wasser	Coli	1 000	+	+	+	+	+	+	+	+	∅													
		10 000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
		100 000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
		500 000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
		1 000 000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
5 g Gebälhtes Silber in 500 ccm Wasser	Coli	Neues oligodynamisches Silber (Katadyn)																						
		10 000	+	∅																				
		100 000	+	∅																				
		500 000	+	∅	∅																			
		1 000 000	+	+	+	+	∅																	
		1 500 000	+	+	+	+	∅																	
2 000 000	+	+	+	+	∅																			
50 g Quarzsand, 10% silberhaltig in 500 ccm Wasser	Coli	10 000	+	∅																				
		100 000	+	∅																				
		500 000	+	∅	∅																			
		1 000 000	+	+	∅																			
		2 000 000	+	+	+	∅																		



Zur Methodik unserer bakteriologischen Untersuchungen, der Sterilitätsprüfungen sowohl als der Bakterienzählungen, sei folgendes bemerkt: Die Menge der eingesäten Bakterien wurde so ermittelt, daß von einer Bakterienaufschwemmung ein ccm auf Zählplatten, Gelatine oder Agar aufgetragen wurde. Bei Gelatineplatten wurde nach 5 Tagen, bei Agarplatten nach 3 Tagen die Keimzahl festgestellt. Zur Sterilitätsprüfung wurden 10 ccm der zu prüfenden Bakterienaufschwemmung in Eykmansche Nährflüssigkeit eingetragen und nach 24 Stunden ein vorläufiges Resultat notiert. Dann wurde von diesem Nährboden auf Endoagar verimpft und jetzt nach abermals 24 Stunden das endgültige Resultat ermittelt.

Als Versuchskeime wurde meist das Bakterium Coli wegen seiner relativ hohen Resistenz gewählt. Vor allem aber wurde auch die oligodynamische Wirkung auf gewöhnlich oder möglicherweise im Wasser vorkommende pathogene Keime geprüft. Es war um so wichtiger, diese Frage zu untersuchen, weil bei Versuchen mit den bisherigen, wenig wirksamen oligodynamischen Metallen über Wirkungsunterschiede auf verschiedene Keime berichtet wurde.

Der Versuch wurde so angesetzt, daß die gleichen Silbermengen in gleiche Wassermengen eingetragen und das Wasser pro ccm mit einer für unsere Präparate mittelgroßen, aber in praxi kaum in Frage kommenden Keimmenge beimpft wurde. Sterilitätsproben für die in Tabelle IV genannten Keime wurden für jede einzelne Keimart mit den entsprechenden, als optimale bekannten Nährböden angestellt.

Tabelle IV

Art und Menge des Silbers Menge des Wassers	Art der Keime	Keimzahl pro ccm	Sterilitätsprüfung nach Std.												
			1	2	3	4	5	6	7	8					
50 g Quarzsand 10% silberhaltig in 500 ccm Wasser	Coli	1 000 000	+	+	∅										
	Shiga Kruse	1 000 000	+	∅											
	Y Ruhr	1 000 000	+	∅											
	Flexner Ruhr	1 000 000	+	+	∅										
	Proteus	1 000 000	+	∅											
	Paratyphus A	1 000 000	+	∅											
	Paratyphus B	1 000 000	+	∅											
	Typhus abd.	1 000 000	+	∅											
	Pneumo- kokken	Ty I	1 000 000	∅											
		" II	1 000 000	+	∅										
		" III	1 000 000	∅											
	Gemisch von 12 hämolyt. Strepto- kokkenstämmen	1 000 000	+	∅											
	Scharlach- streptokokken	1 000 000	+	∅											
	Staphylokokken (8 versch. Stämme)	1 000 000	+	+	∅										

**Ergebnis:** Bei einer Einsaat von 1 Million Keimen pro ccm in einem halben Liter Wasser war ein Wirkungsunterschied des oligodynamischen Silbers auf die hier geprüften pathogenen Keime nicht feststellbar. Alle geprüften Keime wurden zu annähernd gleichen Zeiten, wie das Bakterium Coli, vernichtet.

Zur Abtötung von Sporenträgern braucht man erwartungsgemäß eine längere Zeit als zur Abtötung sporenfreier Bakterien. Für die Praxis hat das keine Bedeutung, weil pathogene Sporenträger im Trinkwasser nicht vorkommen.

Zur Prüfung der Frage, ob auch Tuberkelbazillen von unserem Silber abgetötet werden, wurde nicht der Plattenversuch, sondern der wesentlich empfindlichere Tierversuch gewählt. Zehn Meerschweinchen bekamen je 2 ccm einer Tuberkelbazillenaufschwemmung, die pro ccm 100 000 Tuberkelbazillen enthielt. Die Tiere waren nach 2½ Monaten, soweit sie noch lebten, schwer tuberkulös und zeigten ebenso wie die verstorbenen Tiere, sämtlich Zeichen einer verbreiteten Tuberkulose. Die gleiche Tuberkelbazillenzahl vom gleichen Stamm (100 000 Tuberkelbazillen pro ccm) enthielt ein halber Liter Wasser, in das 50 g Quarzsand mit 10% Silber eingetragen wurde. Die Bakterienaufschwemmung und der oligodynamisch wirksame Quarzsand blieben drei Stunden in Kontakt. Nach dieser Zeit erhielten von dieser Tuberkelbazillenaufschwemmung 10 Meerschweinchen je 2 ccm. Alle zehn Tiere, nach drei Monaten getötet, erwiesen sich als tuberkulosefrei.

Ein Wirkungsunterschied unseres oligodynamischen Silbers gegenüber den verschiedensten Arten pathogener Keime wurde ebenso wenig beobachtet, wenn aktiviertes Wasser verwandt wurde. 500 000 Keime pro ccm jeder in der obigen Tabelle aufgeführten Keimart wurden zu annähernd gleichen Zeiten vernichtet. Die Sterilisierungszeit war nirgends länger als die für gleiche Bakterium-Colimengen beschriebene.

Gegenüber dem Grundversuch 1, Keime in wässrigen Lösungen bei Gegenwart des oligodynamischen Silbers abzutöten, läßt sich die oligodynamische Wirkung in praxi noch weiter steigern. Das wird erreicht, wenn man mit Keimen beimpftes Wasser durch Filter leitet, die oligodynamisches Silber enthalten. Für diese Wirkungssteigerung kommen drei Faktoren in Betracht:

1. mechanische Filterwirkung,
2. oligodynamische Abtötung der in das Filter hineingeratenen Keime,
3. aktivierende Wirkung der oligodynamischen Filter auf das durchlaufende Wasser, die zu einer Nachsterilisierung eventuell durch das Filter hindurchgelangter Keime führt.

Es wurden nicht bakteriendicht filtrierende Quarzsand-Filter, deren Quarzsand 10% Silber enthält und bei denen das Wasser meh-

rere Sand-Segmente im Gesamtgewicht von 500 g durchläuft, verwendet. Drei Monate lang wurden täglich 40 Liter Wasser, die pro ccm 1—2 Millionen Coli enthielten, durch das Filter geschickt. Das Filter hat in dieser Zeit nichts von seiner Wirksamkeit eingebüßt, sowohl was die Menge der abgefilterten und im Filter abgetöteten Keime anbelangt, als auch was seine aktivierende Kraft auf das durchgesickerte Wasser angeht. Je nach der Durchlaufszeit der 40 Liter war die mechanische Filterwirkung und die oligodynamische Abtötung der Keime im Filter verschieden. Bei kurzer Durchlaufszeit gelangten noch einige wenige Keime lebendig durchs Filter; sie wurden aber innerhalb Stundenfrist durch die baktericide Kraft des durch den Quarzsand aktivierten Wassers vernichtet. Auch bei den kürzesten Durchlaufzeiten gewann das Wasser eine so hohe sterilisierende Kraft, daß nachträgliche Einsaaten bis zu 2 Millionen pro ccm innerhalb 3—4 Stunden vernichtet wurden.

Es wurden weiterhin Berkefeld-Filter geprüft, deren Wand mit oligodynamischem Silber durchsetzt war oder die im Kerzeninneren oligodynamisch-wirksame Füllungen erhalten hatten. Außerdem wurden Asbest-Filter geprüft, die mit oligodynamischem Silber durchsetzt waren. Beide Arten von Filtern, sowohl das oligodynamisch aufgeladene Berkefeld-, wie das Asbest-Filter, zeigten die gleiche Leistung wie das oben beschriebene Sandfilter.

Praktisch von großer Wichtigkeit ist es nun, zu wissen, ob und wie bald sich die oligodynamische Wirkung des verwendeten Silbers erschöpft. Für ein event. Verschwinden der oligodynamischen Silberwirkung kommen drei Möglichkeiten in Frage:

- a) Im Wasser enthaltene Stoffe verhindern die oligodynamische Wirkung, sei es, daß sie die Bakterien vor der oligodynamischen Wirkung schützen, sei es, daß sie das in Lösung gegangene oligodynamische Prinzip selbst zerstören.
- b) Die eingesäten Bakterienmengen verbrauchen die an das Silber gebundene oligodynamische Wirkung, und zwar um so schneller, je größer die Bakterienmengen sind.
- c) Das metallische Silber selbst geht in Lösung und mit dem Verschwinden des Silbers verschwindet die oligodynamische Wirkung.

Zur Prüfung der Möglichkeit a) wurden dem Wasser Stoffe zugesetzt, wie sie ihm gewöhnlich oder möglicherweise beigemischt sind. Die Menge des Zusatzes wurde so hoch gewählt, daß praktisch ein um so höherer Sicherheitsfaktor resultieren würde. Dann wurde die Wirkung dieses mit Zusätzen versehenen Wassers in Gegenwart von Silber mit der Wirkung zusatzfreien Wassers bei Gegenwart gleicher Silbermengen verglichen.

Tabelle V

Art und Menge des Silbers, Wassermenge	Art des Zusatzes und Menge pro 100 ccm	Coli pro ccm Wasser	Sterilitätsprüfung nach Stunden												
			1	2	3	4	5	6	7	8	24	48			
50 g Quarzsand 10% silberhaltig in 500 ccm Wasser	Na Cl 1 g	1 000 000	+	∅											
	MgO 1 g	1 000 000	+	∅											
	Kaliumjodid 1 g	1 000 000	+	+	∅										
	Fe Cl <sub>3</sub> 0,5 mg	1 000 000	+	+	∅										
	Ca CO <sub>3</sub> 1,5 mg	1 000 000	+	∅											
	Mn SO <sub>4</sub> 0,5 mg	1 000 000	+	∅											
	Bouillon 1 g	1 000 000	+	∅											
	Serum 0,1 g	1 000 000	+	+	∅										
	Traubenzucker 0,1 g	1 000 000	+	∅											

**Ergebnis:** Keines der im Wasser gewöhnlicherweise vorkommenden Mineralien und keiner der von uns zum Vergleich herangezogenen organischen Bestandteile verhinderte in der oben angegebenen hohen Konzentration die oligodynamische Wirksamkeit in erkennbarer Weise.

Der gleiche Versuch in aktiviertem Wasser, d. h. ohne Gegenwart von Silber angestellt, ergab bei dem gleichen Eisenzusatz eine geringe Verzögerung der oligodynamischen Wirkung.

Zur Prüfung der Möglichkeit b), ob durch besonders hohe Bakterieneinsaat die oligodynamische Wirkung verbraucht wird, wurden Tonkrüge, die einen Liter Wasser fassen und in deren Wand 10 g oligodynamischen Silbers enthalten sind, während vieler Wochen täglich mit Keimmengen von 2—2,5 Millionen pro ccm beimpft. Ein Sinken der baktericiden Wirksamkeit war nicht festzustellen.

Zur Prüfung der Möglichkeit c), ob das metallische Silber in fließendem Wasser sich rasch löst und mit dem Verschwinden des Silbers die oligodynamische Wirkung verschwindet, wurde folgender Versuch angesetzt, dessen Ergebnis mit den quantitativen Silberanalysen (Seite 4) übereinstimmt:

Über 1500 g Quarzsand, der 1,5 g Silber enthielt, wurden große Mengen von Wasser gesandt. Zu Beginn des Versuchs töteten die 1500 g Quarzsand mit ihrem Gehalt von 1,5 g Silber 700 000 Keime pro ccm in 500 ccm Wasser nach 24—48 Stunden ab. Nachdem 52 000 Liter Wasser über den Quarzsand geflossen waren, wurde erneut der baktericide Titer geprüft. Jetzt wurde eine halbe Mil-

lion Keime pro ccm in 500 ccm Wasser in 24 Stunden abgetötet. Nachdem 98 000 Liter Wasser über den Quarzsand gelaufen waren, wurden eine halbe Million Keime pro ccm in 500 ccm Wasser nach 48 Stunden abgetötet.

## V.

Wie im Vorstehenden gezeigt worden ist, stellt das Katadynverfahren einen neuen und den bisher wohl vollkommensten Weg zur Wassersterilisierung dar: Das Verfahren bedarf keiner Bedienung. Der Sterilisierungseffekt ist unabhängig von bestimmten Temperaturen und dadurch in jedem Klima der gleiche. Da weder eine Über- noch eine Unterdosierung des Prozesses, wenn einmal das Verhältnis zwischen Wassermenge und Behandlungszeit festgestellt ist, stattfinden kann, so ist für einen gleichmäßigen Erfolg Gewähr geleistet.

Das sterilisierte Wasser erleidet durch das Verfahren weder im Aussehen und Geschmack noch im Geruch Einbuße. Es ist im Gegenteil sauerstoffreicher und schmeckt dadurch sogar frischer als unbehandeltes Wasser. Durch den Prozeß gelangen keine für den menschlichen Organismus schädlichen Stoffe in das Wasser. Jahrelange klinische und Tierversuche geben dafür Sicherheit. Das aktivierte Wasser behält seine Sterilität auch dann, wenn man es mit mehreren Millionen Keimen pro ccm belädt, da solche Einsaaten nach kurzer Zeit abgetötet werden.

Das Verfahren kann praktisch auf beliebige Wassermengen angewendet werden. Die Wasserqualität spielt, wie gezeigt, dabei nur insofern eine Rolle, als bei einem viel Schwebstoffe enthaltenden Wasser eine geeignete Vorfilterung oder Ausfällung dieser Stoffe in bekannter Weise stattfinden muß. Ist etwa durch eine Betriebsstörung in der Vorfilterung die aktive Oberfläche des Metalls durch Schlammablagerung verringert worden, so genügen mechanische Reinigung oder Behandlung mit verdünnter Salzsäure, je nach der Art der Ablagerung, um dem Metall alsbald seine volle Wirksamkeit wieder zu geben.

Zur Keimfreimachung kleiner Wassermengen, z. B. für den Haushalt, für Laboratorien usw. können Sterilisatoren mit einem Inhalt bis 20 Liter in Form von Flaschen, Krügen, Vorratsbehältern oder dergleichen dienen. Die Wände solcher Gefäße sind entweder mit dem Metall festhaftend belegt oder sie besitzen Einselemente, die als Träger des Metalls dienen. Infiziertes Wasser, welches in solche Gefäße geschüttet wird, kann nach 30 Minuten bis einer Stunde zum Gebrauch entnommen werden, da dann alle im Wasser enthaltenen pathogenen Keime in den Mengen, wie sie erfahrungsgemäß natürlicherweise im Wasser vorkommen, abgetötet sind. Wie schon im Vorstehenden erwähnt, ist so behandeltes Wasser aber nicht nur steril, sondern hat sogar baktericide Eigenschaften angenommen, so daß

Keime, welche etwa nachträglich noch in das Wasser fallen, nicht weiter wachsen, sondern abgetötet werden. Bei der mit dem vorliegenden Verfahren erreichten hohen Aktivierung kann so behandeltes Wasser mit mehrfachen Mengen unsterilen Wassers ohne weiteres vermischt werden. In kurzer Zeit, längstens in einer Stunde nach der Vermischung, ist die Gesamtflüssigkeit steril.

In gleicher Weise können Tropffilter, bei denen das Wasser unter eigenem Druck eine Filterkerze passiert, oder auch Druckfilter, die an eine Wasserleitung angeschlossen sind, mit dem neuen Verfahren ausgestattet werden. Solche Filter werden zweckmäßigerweise dort verwendet, wo Schwebestoffe das Wasser verunreinigen, weil diese Filter Schmutz und Bakterien zurückhalten und daher sofort ein klares steriles Filtrat geben. Das Metall in der neuen Zustandsform hindert das Durchwachsen der Bakterien durch solche Filter und beseitigt damit einen Mangel, an dem alle bisher bekannten Filtersysteme bei längerem Gebrauch leiden.

Müssen größere Wassermengen, z. B. bis zu einigen Hundert cbm pro Tag keimfrei gemacht werden, so benutzt man, wenn nötig unter Einschaltung eines Vorfilters, Behälter aus Beton usw., die mit Formkörpern aus Porzellan ausgefüllt werden, welche mit dem Silber überzogen sind. Solche Sterilisatoren können sowohl als Dauer-Durchlaufapparate dienen oder auch intermittierend betrieben werden, z. B. indem das Wasser über Nacht den Behälter füllt und entkeimt wird, während die Entnahme am Tage erfolgt, oder indem zwei Behälter Sterilisierung bzw. Wasserabgabe abwechselnd bewältigen. Handelt es sich um größere Wassermengen, also einige Millionen Liter pro Tag, so kann man die Anlagekosten bei gleichem Erfolg dadurch verbilligen, daß man der Keimfreimachung einige Stunden Zeit einräumt. In diesem Falle wird das Wasser zunächst mit einer Metallmenge in Berührung gebracht, die in der Zeit, in der das Wasser den Sterilisator passiert, nicht zur vollkommenen Keimfreimachung genügt. Das Wasser verläßt also den Sterilisator wohl keimärmer, aber nicht keimfrei. Die Fertigsterilisierung erfolgt dann in großen Behältern, auch wenn sich in ihnen kein Metall befindet, durch den Ablauf des vorher eingeleiteten katalytischen Prozesses.

Die außerordentlich geringen im Prozeß gelösten Silbermengen lassen sich in geeigneten Fällen (Großanlagen) zurückgewinnen, wodurch die Betriebskosten des Verfahrens weiter verringert werden.

Unter den zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens sei auch auf die Behandlung des Wassers in öffentlichen Schwimmbädern hingewiesen. Durch Auskleidung der Bassinwände oder durch kontinuierliches Durchpumpen des Wassers durch einen Sterilisator wird ein keimfreies und auch nur schwer infizierbares Badewasser gewonnen.

Gleich wichtig ist das Verfahren für den Gebrauch in Wäschereien, Fabriken künstlicher Mineralwässer, Kunsteis-Industrie,

Brauereien, Molkereien und vielen anderen Betrieben, die auf keimfreies Wasser angewiesen sind und mit schwer zu säubernden und leicht zu infizierenden Vorrichtungen arbeiten.

Auch für Waschung und Befeuchtung von Luft sei die Verwendung so sterilisierten Wassers als wertvoll hervorgehoben. Gegenstände, welche mit so befeuchteter Luft dauernd in Berührung kommen, erlangen mit der Zeit selbst baktericide Eigenschaften.

Wir dürfen hoffen, daß Nägelis überraschende Beobachtung der oligodynamischen Wirkung, die in der Wissenschaft so überaus anregend gewirkt hat, auch für die Praxis dauernden Segen stiften wird.

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN MÜNCHEN 27

# Lehrbuch der Lebensmittelchemie

Von

**Dr. J. Tillmans**

o. ö. Professor in Frankfurt a. M., Direktor des Univ.-Instituts für Nahrungsmittel-Chemie  
und des Städt. Nahrungsmittel-Untersuchungsamtes

Mit 67 Abbildungen im Text

XVI, 387 Seiten. 1927. RM 24.—, gebunden RM 26.—

## Gekürzte Inhaltsübersicht:

Einleitung. I. Gesetz, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen vom 14. Mai 1879 (RGBl. S. 145). — II. Die Nährstoffe. Die Proteinstoffe (Eiweißkörper). Die Fette. Die Kohlenhydrate. Die Mineralstoffe. Andere in den Nahrungs- und Genußmitteln vorkommende Stoffe. — III. Ernährungslehre. Die Vitamine. — IV. Animalische Nahrungsmittel. Das Fleisch. Eier. Die Milch. Käse. — V. Die Fette und Öle. Die tierischen Fette. Die Pflanzenfette. Mischungen verschiedener Fettarten. VI. Pflanzliche Nahrungsmittel. Die Getreidefrüchte. Die Hülsenfrüchte. Die Mehle. Das Brot. Zucker. Honig und Kunsthonig. Künstliche Süßstoffe. Gemüse. Kartoffeln. Pilze. VII. Die alkaloidhaltigen Genußmittel. Kaffee. Der Tee. Kakao und Schokolade. Tabak. VIII. Die alkoholischen Genußmittel. Das Wesen der alkoholischen Gärung. Wein. Bier, Brantweine und Liköre. Alkoholfreie Getränke. — IX. Die Würzmittel. Essig. Kochsalz. Gewürze. — X. Das Wasser. Wasserversorgung mit Grund- und Quellwasser. Reinigung des Wassers in anderer als hygienischer Richtung. Die Zusammensetzung der natürlichen Wasser. Nachträge. Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen (Lebensmittelgesetz) vom 5. Juli 1927. Literaturverzeichnis. Sachverzeichnis.

## Die Vitamine

Ihre Bedeutung für die Physiologie und Pathologie

von

**Casimir Funk**

Associate in Biological Chemistry, College of Physicians and Surgeons,  
Columbia University, New York City

Vorstand der Biochemischen Abteilung, Staatliche Hygieneschule, Warschau

Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 93 Abbildungen im Text

VIII, 522 Seiten. 1924. RM 27.—, gebunden RM 29.40

## Aus den Besprechungen:

Es ist bezeichnend für die Bedeutung, welche den Vitaminen beigemessen wird, daß schon nach zwei Jahren der Schöpfer des Begriffs der Vitamine eine wesentlich umgearbeitete und in bezug auf Tatsachen stark vergrößerte Neuauflage seines bekannten Werkes herausgeben mußte. Über tausend Literaturangaben finden sich in der Neuauflage. Abgesehen von den vielen neuen Tatsachen, ist diese neue Auflage noch bereichert durch eine große Anzahl von Methodenbeschreibungen, die namentlich dem praktischen Bearbeiter des Gegenstandes wertvoll sein werden und durch schöne Abbildungen, wie man sie vom Bergmannschen Verlage gewohnt ist. Der Autor hat auch vielfach eine kritische Revision der Beziehungen zwischen mannigfachen Krankheiten und den Vitaminen vorgenommen. In jeder Beziehung behält in dieser Neuauflage das Funksche Werk eine führende Stellung in der Vitamineliteratur bei.

L. Asher in „Schweiz. Medizinische Wochenschrift.“

**Lehrbuch der Mikrochemie.** Von Friedrich Emich, o. Professor an der Technischen Hochschule Graz, Korr. Mitglied der Akademie der Wissenschaften Wien, Dr. phil. h. c., Dr. Ing. e. h. Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 83 Textabbildungen. XII, 274 Seiten. 1926.  
RM 16.50; gebunden RM 18.60

**Mikrochemisches Praktikum.** Von Friedrich Emich, o. Professor an der Technischen Hochschule Graz, Korr. Mitglied der Akademie der Wissenschaften Wien, Dr. phil. h. c., Dr. Ing. e. h. Eine Anleitung zur Ausführung der wichtigsten mikrochemischen Handgriffe, Reaktionen und Bestimmungen mit Ausnahme der quantitativen organischen Mikroanalyse. Mit 77 Abbildungen. XIV, 174 Seiten. 1924. RM 6.60

**Mikromethoden zur Blutuntersuchung.** Von Ivar Bang. Bearbeitet von Dr. med. Gunnar Blix, Laborator der physiologischen und medizinischen Chemie an der Universität Upsala. Sechste, durchgesehene und verbesserte Auflage. Mit 7 Abbildungen im Text. 54 Seiten. 1927. RM 4.20

**Einführung in die Physik.** Von Dr. med. Ph. Broemser, o. Professor für Physiologie an der Universität Basel. Mit 206 Textabbildungen. VIII, 404 Seiten. 1925. RM 10.50; gebunden RM. 12.—

**Lehrbuch der physiologischen Chemie.** Unter Mitwirkung von Professor S. G. Hedin, Professor J. E. Johansson und Professor T. Thunberg, herausgegeben von Professor O. Hammarsten. Elfte, völlig umgearbeitete Auflage. VIII, 835 Seiten mit 1 Spektraltafel. 1926. RM 29.40; gebunden RM 32.40

**Ergebnisse der Physiologie.** Herausgegeben von L. Asher-Bern und K. Spiro-Basel. Seit 1902 erschienen 27 Bände. XXVII. Band. Mit 165 Abbildungen im Text, 5 zum Teil farbigen Tafeln und zahlreichen Tabellen. 1928. RM 88.—

Inhaltsübersicht:

Die physiologischen Lebenserscheinungen der Leukocytenzelle. Von W. Fleischmann-Wien. — Die quantitativen Probleme der Pharmakologie. Von S. Loewe-Dorpat. — Das Gesetz der isodynamen Vertretung und die spezifischdynamische Wirkung. Eine geschichtlich kritische Untersuchung. Von Otto Krummacker-Münster i. W. — Die Regulationsfunktion des menschlichen Labyrinthes und die Zusammenhänge mit verwandten Funktionen. Von M. H. Fischer-Prag. — Die Notfallfunktionen des sympathico-adrenalen Systems. Von W. B. Cannon-Boston. (Deutsche Übertragung von Frau Else Asher). — Neue Methoden und Ergebnisse der Enzymforschung. (Enzymchemische Untersuchungen aus dem Laboratorium R. Willstätters). Von W. Graßmann-München. — Die Bestimmung der Geschlechtsfunktion bei den Hühnern. Von A. Pézard-Paris. (Deutsche Übertragung von Frau Else Asher). — Zur Pathologie der Sensibilität. Von H. Stein und V. v. Weizsäcker-Heidelberg. — Probleme und Aufgaben der Arbeitsphysiologie. Von Edgar Atzler-Berlin. (Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie-Berlin.) — Die Chemie der Hormone. Von George Barger-Edinburgh. — Neuere Ergebnisse über Eiweißveränderungen durch ultraviolette, Radium- und Röntgenstrahlen. Von Mona Spiegel-Adolf-Wien. — Atomphysik und Elektrobiologie. Von Reinhold Fürth-Prag. — Autorenverzeichnis.

**Chemie der Enzyme.** Von Professor Dr. Hans v. Euler, Stockholm.

In drei Teilen:

- I. Teil: Allgemeine Chemie der Enzyme. Dritte, nach schwedischen Vorlesungen vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 50 Textabbildungen und 1 Tafel. XII, 422 Seiten. 1925. RM 25.50; gebunden RM 28.—
- II. Teil: Spezielle Chemie der Enzyme. 1. Abschnitt. Die hydrolisierenden Enzyme der Ester, Kohlenhydrate und Glukoside. Bearbeitet von H. v. Euler, K. Josephson, K. Myrbäck und K. Sjöberg. Dritte, nach schwedischen Vorlesungen vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 65 Textabbildungen. X, 472 Seiten. 1928. RM 39.60
- II. Teil: Spezielle Chemie der Enzyme. 2. Abschnitt: Die hydrolisierenden Enzyme der Nucleinsäuren, Amide, Peptide und Proteine. Bearbeitet von H. v. Euler und Karl Myrbäck. Zweite und dritte, nach schwedischen Vorlesungen vollständig umgearbeitete Auflage. Mit 47 Textabbildungen. Autorenverzeichnis zum 1. und 2. Abschnitt. VII, Seite 313—624. 1927. RM 24.—

**Neue Methoden und Ergebnisse der Enzymforschung.**

(Enzymchemische Untersuchungen aus dem Laboratorium R. Willstätters.) Von Dr. W. Grassmann, München. Mit 10 Abbildungen im Text. IV, 146 Seiten. 1928. RM 12.60

**Das Vorkommen, der Kreislauf und der Stoffwechsel**

des Jods. Von Th. von Fellenberg, Chemiker am Eidgenössischen Gesundheitsamt Bern. Mit 8 Textabbildungen und 4 Kurventafeln. 188 Seiten. 1926. RM 10.50

**Grundzüge der physikalischen Chemie in ihrer Beziehung zur Biologie.**

Von S. G. Hedin, Professor der medizinischen und physiologischen Chemie an der Universität Upsala. Zweite Auflage. VI, 189 Seiten. 1924. RM 7.50; gebunden RM 8.70

**Zeitschrift für analytische Chemie.** Begründet von R. Fresenius.

Herausgegeben von Wilhelm Fresenius, Remigius Fresenius und Ludwig Fresenius. Inhalt: 1. Originalabhandlungen. 2. Bericht über die Fortschritte der analytischen Chemie. Erscheint seit 1862. Jährlich erscheinen 2—3 Bände zu je 12 Heften. Bis Sommer 1928 erschienen 74 Bände. Preis des Bandes RM 20.—

Die „Zeitschrift für analytische Chemie“ bringt im Jahre etwa 80 Originalabhandlungen analytischen Inhalts. Die große Mehrzahl der heute maßgebenden analytischen Methoden ist zuerst in dieser Zeitschrift veröffentlicht worden. Sie stellt daher für den Forscher auf analytischem Gebiete ein unentbehrliches Hilfsmittel dar. Die Originalarbeiten werden ergänzt durch sorgfältige Berichte über die Fortschritte auf den einzelnen Gebieten der analytischen Chemie. Dabei wird möglichste Vollständigkeit und eine so ausführliche Form der Berichterstattung angestrebt, daß nach diesen Angaben im Laboratorium praktisch gearbeitet werden kann. Diese Sammelberichte stellen anerkanntermaßen ein in ihrer Art einzigartiges, heute besonders notwendiges Rüstzeug für jeden Leiter eines analytischen Laboratoriums dar.

VERLAG VON J. F. BERGMANN IN MÜNCHEN 27

**Mikroanalyse nach der Mikro-Dennstedt-Methode.** Von **Casimir Funk**, Associate in Biological Chemistry, College of Physicians and Surgeons. Columbia University, New York City. Vorstand der Biochemischen Abteilung, Staatliche Hygieneschule Warschau. 15 Seiten mit 3 Tafeln. 1925. RM 1.50

---

**Anleitung zur chemischen Analyse des Weines.** Von **Th. Wilhelm Fresenius**. Dritte, unter Mitwirkung von L. Grünhut gänzlich neubearbeitete Auflage von Eugen Borgmanns Anleitung zur Analyse des Weines. Mit 28 Textabbildungen. XII, 184 Seiten. 1922. RM 6.—

---

**Beiträge zur chemischen Analyse des Weines.** Von **W. Fresenius** und **L. Grünhut**. 190 Seiten. 1921. RM 6.—

---

**Handbuch der Milchkunde.** Herausgegeben von **Dr. Paul Sommerfeld**, Vorsteher des Laboratoriums am Städt. Kaiser- und Kaiserin-Friedrich-Kinderkrankenhaus zu Berlin. XIV, 1000 Seiten mit Abbildungen und 3 Tafeln. 1909. RM 20.—

---

**Die bakteriologische und biologische Untersuchung der Milch und Milchprodukte.** (Handbuch der Milchkunde, Ergänzungsheft.) Von **Prof. Dr. P. Sommerfeld**, Abteilungsdirektor am Städt. Kaiser- und Kaiserin-Friedrich-Kinderkrankenhaus zu Berlin. Mit 4 Abbildungen im Text. 38 Seiten. 1926. RM 2.70

---

**Descriptive Biochemie.** Von **Dr. Sigmund Fränkel**, a. o. Professor für medizinische Chemie an der Wiener Universität. XII, 640 Seiten mit 1 Spektraltafel. 1907. RM 17.—; gebunden RM 18.60

---

**Dynamische Biochemie.** Von **Dr. Sigmund Fränkel**, a. o. Professor für medizinische Chemie an der Wiener Universität. XII, 601 Seiten. 1911. RM 18.60; gebunden RM 20.20

---

**Die pathologische Physiologie des Gesamtstoff- und Kraftwechsels bei der Ernährung des Menschen.** Von **Professor Dr. E. Grafe**, Direktor der Medizin. Universitäts-Poliklinik in Rostock. V, 523 Seiten. 1923. RM 12.—