

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire  
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 45 (1903)

**Heft:** 1-2

**Artikel:** Die Abhängigkeit unserer Vorstellung über die Morphologie der lebenden Substanz von den Untersuchungsmethoden

**Autor:** Zangerer, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-588477>

### 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:** 12.01.2026

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



SCHWEIZER-ARCHIV  
FÜR  
**TIERHEILKUNDE.**  
Redaktion: E. ZSCHOKKE, E. HESS & M. STREBEL.

XLV. BAND. 1 u. 2. HEFT. 1903.

**Die Abhängigkeit unserer Vorstellung über die Morphologie  
der lebenden Substanz von den Untersuchungsmethoden.**

Von Prof. Dr. H. Zangger-Zürich.<sup>1)</sup>

In einer Zeit, in welcher fast in allen Naturwissenschaften die Methodik und die Technik der Forschungsarbeit als von erheblicher Bedeutung anerkannt worden, mag der Versuch gezeigt werden, zu zeigen, in welch hohem Mass die Wandelung unserer Vorstellung über den morphologischen Aufbau der lebenden Substanz zu jeder Zeit bedingt wurde durch das technische Können.

Bei jedem neuen Untersuchungsresultat, das heute wissenschaftlich gewertet werden soll, wird nach der Methode gefragt, und erst wenn diese sich als konstant und einwandfrei erwiesen, kann die damit gefundene Tatsache bei weiteren Forschungen berücksichtigt werden. Tatsachen, die man nur aus Referaten kennt, wagt man bei wichtigen Konklusionen gar nicht in Betracht zu ziehen, weil ohne genaue Kenntnis der Methode jede sichere Grundlage fehlt. Erst die Kenntnis der Methode in allen ihren Phasen klärt einen auf, wie bindend die Schlüsse und wie gross ihre Tragweite.

Also überall in den Naturwissenschaften ist forschendes Denken und sicheres Identifizieren der Vorgänge nur möglich,

<sup>1)</sup> Gekürzte Antrittsvorlesung, gehalten am 18. Okt. 1902 in der Aula der Universität Zürich.

wenn man auch die Methoden kennt, durch welche die Begriffe, mit denen wir heute arbeiten, geschaffen worden sind.

Die medizinischen Wissenschaften, besonders die Lehre vom Leben, waren in ihren Anschauungen zu jeder Zeit wesentlich bedingt von den andern Wissenschaften, früher von den philosophischen Anschauungen der betreffenden Zeit und heute vor allem von jenen Wissenschaften, welche die Vorgänge am weitgehendsten zerlegen: Chemie und Physik.

Die medizinisch-physiologischen Anschauungen möchte ich in drei verschiedene grosse Abschnitte teilen: die *naturphilosophische* oder vorzelluläre, die *rein morphologische* (zellulare) Periode und die Periode der Gegenwart, die vielleicht am besten als die Periode der *physikalischen Chemie* und der *Fermente* bezeichnet wird.

Die *naturphilosophische* Zeit kann man bis in den Anfang des verflossenen Jahrhunderts rechnen. Die Anschauungen über das Leben bewegten sich in grossen spekulativen Bahnen; die Kontrolle der Ideen am Leben und am Experiment, das Zerlegen der komplexen Vorgänge, gehörten nicht zu ihren Zielen. Wohin die besten Denker jener Zeit gedrängt wurden, das war die Zerlegung des eigenen Denkens, die Feststellung der Grenzen der Erkenntnismöglichkeit. Immerhin vermochten einzelne Beobachtungen auf physikalischen und chemischen Gebieten, vor allem die Beobachtung der Oxydation durch Sauerstoff von Priestley, die Übertragung dieser Beobachtungen auf die animalen Organismen durch Lavoisier (1777). Ferner die Beobachtung der elektrischen Einwirkung auf Muskeln durch Galvani (1780) einen grossen Teil vorhandener Vorstellungen zu verdrängen. Sie wurden indessen ihrerseits wieder die Grundlage von Spekulationen.

Viel langsamer, aber tiefgreifend war die Einwirkung auf die Anschauungen vom Leben durch das Mikroskop, das schon 1608 von Jansen in den Handel gebracht wurde, und das 1827 beinahe in der Form, wie wir es heute brauchen, von Amici konstruiert wurde. Und zwar war damals bereits

schon hundert Jahre die Beobachtung beim durchfallenden Licht mit achromatischen Linsen im Gebrauch, und Amici konstruierte nur noch die Immersionen, und zwar so, dass diese Linsen heute noch in Italien gesucht sind, und wie ich mich selber überzeugte, den heutigen Immersionen an Deutlichkeit des Bildes wenig nachstehen, aber ein viel engeres Gesichtsfeld haben. Am Mikroskop fehlten also zur Zeit der Geburt Virchows nur noch die Blenden, Kondensatoren und die Polarisation. Was aber besonders in der Hand der Mikroskopiker mangelte, das war eine spezialisierte Untersuchungstechnik.

Dass anfänglich die Beobachtungen mit den festgewurzten philosophischen Anschauungen in Zusammenhang gebracht wurden, ist sehr natürlich, besonders wenn man bedenkt, dass die Technik und die Fehlerquellen erst durch die Praxis gefunden werden mussten.

Den Übergang zu der objektiven, morphologischen Forschung durch das Mikroskop will ich den Hauptvertreter der zweiten Periode, der Periode der Zellenlehre, schildern lassen, den eben verstorbenen Rud. Virchow. 30 Jahre, nachdem von Schleiden und Schwann der Aufbau von Pflanzen und Tieren aus gleichartigen kleinen Kämmchen, cellulae, Zellen, festgestellt war, sagt Virchow in seiner Cellular-Pathologie:

„Im Laufe des letzten Jahrzehnts des vorigen (18.) Jahrhunderts begann indes eine Reaktion gegen die Faserlehre, und in der Schule der Naturphilosophen kam frühzeitig ein anderes Element zu Ehren, das aber in einer vielmehr spekulativen Weise begründet wurde, nämlich das Kügelchen. Diese Auffassung ist zum Teil hervorgegangen durch optische Täuschung bei der mikroskopischen Beobachtung. Die schlechte Methode, welche während des ganzen vorigen Jahrhunderts und eines Teils des gegenwärtigen bestand, dass man mit mässigen Instrumenten im vollen Sonnenlicht beobachtete, brachte fast in allen mikroskop. Objekten eine gewisse Dispersion des Lichtes zu stande, und der Beobachter bekam den Eindruck, als sähe er weiter nichts als Kügelchen. Anderseits entsprach aber auch diese Anschauung der naturphilosophischen Vorstellung von der ersten Entstehung des Geformten.“ So weit Virchow.

Um diesen Zeitpunkt wurden nun die Grundlagen unserer morphologischen Anschauungen und Kenntnisse von heute gelegt, von denen aus die Funktionen und Bewegungen der Massen, die wir „lebend“ nennen, neu gedeutet werden mussten. Die morphologischen Anschauungen gestalteten sich nämlich durch die Verbesserung der Beleuchtungs- und Beobachtungstechnik am Mikroskop, vor allem aber durch die Technik der sog. Fixation und Färbung, d. h. durch die Beobachtung von gefärbten Kunstprodukten, immer komplizierter, da die bei der Behandlung der lebenden Gewebe vorgenommenen Manipulationen sehr komplizierter, verschiedener und oft unbekannter Art waren.

Bald nach der Erfindung des Mikroskopes, als es noch eine sehr beschränkte Verbreitung hatte, (nach Harting) finden wir, besonders bei Pflanzenuntersuchungen erwähnt, dass in Schnitten durch Pflanzen sich Bilder zeigen, ähnlich Honigwaben, oder ähnlich den an einem Gang angereihten Cellulæ eines Klosters. Malpighi, Leuwenhoek mit seinem schon verbesserten Mikroskop, und dann endgültig Schleiden (1837) stellten diese zellartigen Gebilde ganz in den Vordergrund; Schleiden auch biologisch, indem er sie kleine Organismen nennt: „Jede nur etwas höher ausgebildete Pflanze ist ein Aggregat von völlig individualisierten, in sich abgeschlossenen Einzelwesen, eben den Zellen selbst“. Dasselbe wies Schwann (1838) für die meisten tierischen Gewebe nach, und etwa 20 Jahre später gelang es bekanntlich Virchow, auch für das Bindegewebe den zellulären Aufbau zu beweisen. Nun stellten sich von selbst zwei Reihen von Fragen: 1. die morphologischen, woraus besteht die Zelle? was sind die notwendigen Bestandteile der Zelle, und was ist sekundär? ist die Zelle die einzige morphologische Erscheinungsform des Lebens? ist die Zelle die kleinste Erscheinungsform mit allen für das Leben charakteristischen Eigenschaften? 2. die biologischen Fragen: entspricht die Zelle den Kriterien des Lebens, d. h. wächst sie? pflanzt sie sich fort unter bestimmten Bedingungen?

Alle diese Fragen blieben seit der Entdeckung der Zelle immer gestellt; ihre Beantwortung war und bleibt abhängig von dem Fortschritt und der Beurteilung der Methodik. Die Hauptfrage war immer die, nach den wesentlichen und sekundären Bestandteilen der Zelle.

Von der Entdeckung der Zelle bis in die 60iger Jahre blieben die Ansichten über die Morphologie des Zellinhaltes ziemlich die gleichen, so lange man eben mit den gleichen Methoden arbeitete, d. h. das frische Präparat, die absterbende, ungefärbte Zelle, untersuchte in Kochsalzlösung oder Glyzerin. 1846 definiert Hugo von Mohl das Protoplasma als eine zähflüssige, mit Körnchen durchmengte Substanz. Die Körnchen könnten auch fehlen. Eine analoge Definition finden wir in den 60iger Jahren bei Max Schultze. 1861 sagt Ernst Brücke, indem er die Zellen als Elementarorganismen definiert, die Zelle sei in der einfachsten Form ein Klümpchen Protoplasma, ohne dass ein Kern oder Körnchen notwendig seien, währenddem Schleiden, Schwann, Henle die Körnchen für wesentlich hielten. Mit der Einführung der Färbe-technik aber, die schon in den 60iger Jahren begann, besonders aber in den 70iger Jahren mit Einführung der Anilinfarben, der Beizen und Fixatoren, treten schärfere Definitionen der Zellbestandteile auf. Mit diesen Methoden wurden die konstanten Bestandteile der Zelle festgestellt: Kern, Centrosomen.

So macht R. Hertwig 1876 auf die verschiedenen Kernformationen aufmerksam und beschreibt die Kernsubstanz als optisch und chemisch different vom Plasma, charakterisiert durch eine besondere Art von Eiweisskörper. Die Kernsubstanz ist sodann recht eigentlich in das Zentrum der Zellfragen gerückt worden durch die Untersuchungen von Flemming: Über die indirekte Kernteilung, die Karyokinese.

Mit den Färbungsmethoden wurden auch verschiedene Härtungs- und Beizungsmethoden eingeführt, die im Protoplasma Teile zur Darstellung brachten, die man zwar teils frisch schon sah — allerdings weniger scharf —, aber zum

grossen Teil nur künstlich sichtbar machen konnte. Im Proto-plasma wurden ja immer schon Fasern, Fibrillen, beobachtet, und Flemming hielt diese Fibrillen, das Zellgerüst, als den eigentlich lebenden Teil des Plamas, während er die Zwischenmasse mehr als flüssiges Zu- und Abfuhrmaterial betrachtet. Dieselbe Deutung finden wir noch 1889 bei Kölliker. Viel variabler als die Fasern, und durchaus abhängig von den Methoden, liessen sich runderliche Elemente, granula, darstellen im Plasma. Diese wurden zwar schon Mitte der 80iger Jahre von Schwarz mehr als Kunstprodukte, resp. Reagenzienniederschläge gedeutet. Sie kamen aber dann, wie mir scheint, besonders durch die ersten Versuche der vitalen Granula-Färbung durch Oskar Schultze, Ehrlich und Arnold als vitale Elemente zur Geltung. Man suchte geradezu nach Methoden, um Granula darzustellen, und im Anfang der 90iger Jahre hatte diese Richtung in Richard Altmann und Münden den Höhepunkt erreicht. Altmann charakterisierte die Granula als Elementarorganismen, die jede Zelle aufbauen und glaubte damit die theoretisch geforderten Moneren vieler Autoren, die Plastidulen Häckels, Miscellengruppen Nägelis, Plasmosomen, Mikrosomen, Bioide etc. morphologisch dargestellt zu haben. Ehrlich, der sich speziell mit Granula-Färbung beschäftigte, hielt die Granula später eher für Sekretionsprodukte. Andere machten darauf aufmerksam, dass mit diesen Methoden recht verschiedene Elemente sich darstellen liessen. Arnold wies nach, dass die vital gefärbten durchaus nicht identisch seien mit den fixierten; meist lassen sich die vitalen gar nicht künstlich darstellen und in den letzten Jahren hat nun Alfred Fischer durch ausgedehnte Untersuchung bewiesen, dass diese Granula nicht vital präformiert zu sein brauchen, sondern dass sie alle Eigenschaften in besonderer Art ausgefällter Eiweissubstanzen haben, also Ausfällungsprodukte sein können, oder nach Albrecht dem physikalisch-chemischen Vorgang der tropfigen Entmischung z. T. ihre Entstehung verdanken. Seit ca. 10 Jahren hat Bütschli

mit etwas weniger eingreifenden, hauptsächlich physikalischen Methoden, die aber die lebende Substanz doch alterieren, das Protoplasma beobachtet, und darin eine Wabenstruktur feststellen können, die er im lebenden Protoplasma, wie in allen zähflüssigen Substanzen, als vorgebildet ansah, da sie konstant auftritt bei scheinbar verschiedenen Methoden. Also auch jetzt waren die Resultate abhängig von den Methoden, und eine Einigung nicht möglich, so lange die Methoden verschieden waren.

Wenn man diese Arbeiten durchgeht, bekommt man den Eindruck, dass alle diese morphologischen Einzelheiten mit Ausnahme der Kernstudien für ihre Zeit keine sehr grosse Bereicherung der Vorstellung von den Lebensprozessen im Plasma waren. Übersieht man aber diese genau registrierten Resultate vom heutigen Stand der physikal. Chemie, so stehen alle diese Untersuchungen vor einem als kolossales objektives Material, das zum grossen Teil einheitlich in die Reihen der Untersuchungsresultate der physikal. Chemie wird eingereiht werden können.

Wenn wir uns nun fragen, wo die physikalische Chemie bis heute schon unsere morphologische Vorstellung von der lebenden Substanz beeinflusst habe, und welche von der physikalischen Chemie in Angriff genommenen Methoden und Untersuchungen ergänzende Vorstellungen und Untersuchungen auf morphologisch-biologischen Gebieten versprechen, so sind es vor allem drei Gruppen: 1. die Untersuchungen über die Lösungen (van't Hoff) und die elektrolytische Dissoziation (Arrhenius). 2. die Lehre von den Katalysatoren und den Fermenten, vor allem von deren physikal. Eigenschaften und damit in direktem Zusammenhang. 3. die Lehre von den Kolloïden.

1. Die Untersuchungen über die Lösungen haben uns bereits vieles über die Transportvorgänge in den Zellen erklärt, versprechen aber noch weiteren Aufschluss über die Verhältnisse der Lösung und Lösbarkeit der Eiweisskörper, kurz über

die Bedingungen ihrer physikalischen Zustände im lebenden Protoplasma. Für uns wichtiger ist die Tatsache, dass eine ganze Reihe der variablen, histologischen Bilder, die wir durch die Fixation bei der histologischen Untersuchung lebender Gewebe erhalten, parallel gehen mit elektrochemischen Zuständen der Fixatoren, indem die Art der Ausfällung abhängig ist von den verschiedenen Dissociationszuständen der ausfällenden Substanzen, vor allem auch von diese verändernden Zusätzen, z. B. der Reaktion. In diesem Sinne ist eine nachträgliche Erklärung der durch die Methoden bedingten verschiedenen Untersuchungsresultate der feinern histologischen Forschung der letzten 20 Jahre zu erwarten, die uns zugleich Rückschlüsse verspricht auf den Zustand der gefällten Substanzen vor der Fällung.

2. Seitdem nachgewiesen ist, dass die merkwürdigen Körper, die einen Stoffwechselvorgang in einer bestimmten Richtung einleiten, resp. beschleunigen, auch dieselbe Wirkung haben, wenn sie ausserhalb der Zelle sind, stieg die Frage auf, wie man sich ihre Funktion in der Zelle lokalisiert zu denken hätte, bei den oft sehr zahlreichen Vorgängen, die in ein und derselben Zelle unter Fermentwirkung sich abspielen. Hofmeister hat im letzten Jahr sich über eine Vorstellungsmöglichkeit ausgesprochen vom chemischen Standpunkte aus. Er sagt ungefähr: die Fermente der lebenden Wesen gehören zu den Körpern, die nicht dialysieren, d. h. nicht durch Membranen durchtreten. Sie liegen in der Zelle in solchen Kombinationen vor, dass sie bei gegenseitiger Berührung Niederschlagsmembranen bilden, die sie, so lange sie in funktionsfähigen Kombinationen sind, hindern, auszutreten. So würden also nach der Hofmeisterschen Vorstellung in der kleinsten, mit unsren Mitteln beobachtbaren Zelle ein kompliziertes Kammersystem vorliegen, das indessen von Moment zu Moment seine Struktur verschieben kann, ohne sich chemisch und funktionell zu ändern, weil die Kontaktmembranen die chemische Trennung auf jeden Fall garantieren. So schlägt Hofmei-

ster vom chemischen Standpunkte aus eine morphologische Vorstellung vor, wie sie Bütschli durch mikroskopische Untersuchung glaubte annehmen zu müssen.

3. Langsam, aber tiefgreifend, wie früher der Einfluss des Mikroskopes, und ebenso die Methoden selber schaffend, sind die Untersuchungen über die kolloidalen Körper. Es sind das diejenigen Körper, die auch mit den fruchtbarsten Methoden der heutigen Chemie fast nur negativ zu charakterisieren sind. Sie krystallisieren und dialysieren im allgemeinen nicht oder doch nur unvollständig, haben keinen bestimmten Schmelzpunkt und Siedepunkt, überhaupt keine scharf bestimmten kritischen Punkte, sind auf alle Reagenzien, auch auf Wärme sehr empfindlich und tragen die Spuren jeder Veränderung irreversibel mit sich. Aber zu diesen Körpern gehören die lebenswichtigsten Substanzen, vor allem die Eiweisskörper des Plasmas und die Fermente.

Für unsere Anschauungen über die lebende Substanz werden die Untersuchungen über die Kolloide deshalb wichtig, weil an Stelle unserer festen, fixierten Vorstellungen, die durch die künstlich dargestellte Morphologie des Zellinhaltes geschaffen wurden, immer mehr Vorstellungen treten müssen, die sich den in bestimmten Grenzen verschiebenden, biologischen Zuständen physikalisch-chemischer Art anpassen können.

Wichtige Untersuchungen über diese Körper liegen schon über 40 Jahre zurück, aber erst in den letzten Jahren wurden etwa 20 Untersuchungen gemacht an Körpern kolloidaler Art. Dem Fermentforscher drängten sich die Eigenschaften der viskosen und kolloiden Körper immer auf, und dem physikalischen Chemiker boten sich hier lösbare Rätsel. Denn alle Untersuchungen über Kolloide wurden deren Veränderlichkeit wegen z. T. auf physikalische Gebiete gedrängt.

Wenn auch in der Deutung der Resultate noch Widersprüche sind, so lassen sich aus allen Untersuchungen nach drei Gesichtspunkten Ergebnisse herausheben, die zeigen, dass von diesen Gebieten für die morphologisch-biologische For-

schung viel Aufklärung zu erwarten ist: Einmal ist sicher erwiesen, dass innerhalb der physikalischen Eigenschaften der kolloiden Körper grosse Differenzen existieren, dass sich nicht nur die anorganischen Kolloide verschieden verhalten gegenüber den Eiweisskörpern, sondern dass sogar unter den Eiweisskörpern mit den heutigen physikalischen Methoden definierbare Unterschiede festzustellen sind, speziell bei den Eiweissarten tierischer und pflanzlicher Abkunft. Sehr wichtig für unsere morphologischen Vorstellungen von der lebenden Substanz ist die Feststellung der Bedingungen der Zustandsänderungen der Kolloide: So wurde festgestellt, dass der physikalische Zustand zähflüssiger Kolloide durch lösliche Zusätze stark beeinflusst wird, und zwar am stärksten und eingreifendsten durch Elektrolyte, die parallel ihrer elektrolytischen Dissociation wirken. Bei Übergewicht der Jonen scheint mehr der flüssige Zustand begünstigt zu werden (jedoch abhängig vom elektrochemischen Charakter des Kolloids), während die ganzen Moleküle der Elektrolyte auf Eiweisse ausschliellend wirken. Weiter wurde erkannt, dass der Übergang in den festen Zustand nicht bei allen Zusätzen und Manipulationen der gleiche ist, sondern dass es einen festen Zustand gibt, der direkt nicht wieder in den flüssigen Zustand zurückgeführt werden kann (Koagulation, Praecipitation), und daneben einen reversiblen, zurückführbaren, gelatinösen Zustand, der aber seinerseits in den Zustand der Koagulation übergeführt werden kann.

Während die stärkeren Konzentrationen der Elektrolyte die Kolloide oft unlöslich fällen, scheinen Zusätze von Nicht-Elektrolyten, z. B. ein Teil der Zuckerarten, das blosse Gelatinieren zu begünstigen. Doch werden diese Vorgänge im lebenden Plasma noch etwas modifiziert, da dieses seinerseits verdünnte Elektrolyte (Salze) führt, ferner Harnstoff etc., alles Substanzen, die auf den Zustand der Kolloide einwirken.

Zu den Elektrolyten gehören nun sehr viele der empirisch eingeführten Fixatoren der histologischen Technik und dieselben Effekte, die wir bei einfachen Lösungen sehen, müssen wir

voraussetzen bei der Einwirkung auf die Kolloid-Substanz lebender Zellen. Auch die gellatinisierten Formen der Kolloide verändern sich. Viele, vielleicht alle auf sie wirkenden Kräfte lassen einen Eindruck zurück. Da man nun keinen Körper, namentlich keinen lebenden, ganz von Beeinflussung durch Kräfte befreien kann, verändern sich auch alle Kolloide, altern also in gewissem Sinne. Diese Veränderungen kann man häufig beobachten an halbflüssigen und flüssigen Kolloiden, speziell auch an Kolloiden-Farben, aber auch an anorganischen Kolloiden (Kieselsäure, van Bemmelen). Weit resistenter sind dagegen die ausgefällten, mit Elektrolyten präzipitierten Kolloide, wie wir sie in den histologischen Präparaten vor uns haben, aber sehr fern dem Zustand im Leben.

Die dritte Gruppe von Untersuchungsresultaten kann man in Zusammenhang bringen mit der Frage, in welchen Beziehungen die flüssigen Lösungsmittel stehen zu den Kolloiden in den verschiedenen Zuständen der Quellung, der zähflüssigen Form, wie sie in den lebenden Organismen vorkommen etc. Für die komplizierten, organischen Kolloide, die von lebenden Wesen stammen, scheint es sich nicht um jene Form der physikalischen Chemie zu handeln, bei welcher zwei konstante Mischungen sich wieder mechanisch mischen würden. Denn die beiden Mischungen liessen sich bis heute auf keine Weise mehr trennen. Dagegen ist es nicht unmöglich, dass ein Gemisch vieler zweiphasigen Systeme vorliegt, deren eine Komponente, das Wasser, allen gemeinsam wäre, deren andere Komponente aus Eiweisskörpern verschiedener Eigenschaften bestände.

Die Vorstellung von der Zweiphasigkeit der zähflüssigen Kolloide, welche die Annahme erlauben würde, dass die zähe Masse Faden und Waben bildet, in deren Zwischenräumen die flüssigen Komponenten eingelagert wären, hätte den Vorstellungen der Morphologen genau entsprochen, und für den physikalischen Chemiker und den Physiologen schien durch die sehr grosse Oberfläche, die da zu stande käme, die kata-

lytische Wirkung der Fermente und Kolloidensubstanzen im allgemeinen erklärlich; denn auch die Wirkung der anorganischen Fermente, wie z. B. des Bredigschen kolloidalen Platins und die Wirkung des Platinschwammes auf Knallgas wären nur graduell verschiedene Stufen. Auf derselben Basis stände auch die Anschauung Hofmeisters, wenn nämlich in der flüssigen Phase die Fermente wären und die zähen Anteile die Scheidewände bildeten. Die Vorstellungen von dem Aufbau der lebenden Substanz fangen also schon heute an, sich an physikalischen Vorstellungen anzupassen, abhängig zu werden; und die Methoden der physikalischen Chemie werden so auch auf morphologischen Gebieten zu den kräftigsten Vermittlerinnen der verschiedenen Wissenschaften. Die medizinischen Disziplinen, vor allem die Physiologie, aber auch die klinische Medizin und die mikroskopische Anatomie beschäftigen sich mit Materien, deren speziellere Untersuchungen nur durch neue physikalisch-chemische Methoden möglich wird.

Die Wichtigkeit der physikalischen Chemie für die Anschauungen vom Leben wird uns besonders klar, wenn wir uns vergegenwärtigen, was die Untersuchungen über Osmose, über die Lösungen und die Oberflächenspannungen bereits erklärt haben. Es sei nur erinnert an den Einfluss der Osmose auf das Wachstum; an den Umstand, dass durch die Änderung der osmotischen Verhältnisse bei der Entwicklung von Emryonen, an Stelle der karyokinetischen, die direkte Zellteilung treten kann; ferner an die wunderbare Beobachtung von Loeb, dass Veränderungen des osmotischen Druckes sogar die Befruchtung bis zu einem gewissen Grad ersetzen kann. Dann hat uns die physikalische Chemie in den Fragen der histologischen Färbung, speziell der Fettfärbung, der vitalen Färbung, der Narkose vieles erklärt, auch für die morphologische Vorstellung Wichtiges. — Dafür, dass auch auf dem grossen Gebiet der Heilsera, der Immunisierung und der Bakteriengifte durch physikalische Methoden die nächsten Schritte getan werden müssten, sprechen sehr viele Beobachtungen.

Wenn man mit diesen Körpern selbst arbeitet und dabei die Literatur vergleicht, fällt einem auf, dass auf Grund der sehr weit getriebenen, rein chemisch gedachten Seitenkettentheorie Ehrlichs, von den Eigenschaften der betreffenden Substanzen sehr wenig erforscht und gedeutet worden sind, welche nicht rein chemischen Vorstellungen entsprechen. Und doch können diese Körper fast nach ihren physikalisch-chemischen Eigenschaften nur so definiert werden.

Die wichtigste und verhängnisvollste Eigenschaft auch dieser praktisch wichtigen Körper ist ihre Veränderlichkeit — diese geht aber durchaus parallel dieser Eigenschaft bei den Kolloiden.

Betrachten wir als Beispiel die Alexine des Blutes, die allerwichtigsten bis heute unersetzbaren Körper für die Immunisierung. Erwärmte man alexinhaltiges Blut für kurze Zeit auf 55—58°, so verliert es, wie bekannt, die wichtige zell-bakterienlösende Eigenschaft. Gibt man aber gleichviel frisches, nicht erwärmtes, alexinfreies Blut zu, so bekommen die Alexine ihre alten Eigenschaften langsam wieder, — das kann kaum ein rein chemischer Vorgang sein, — bei den Kolloiden trifft man ähnliche Eigenschaften in allen Variabilitäten. Wenn man die Alexine in das Blut einer andern Tierart bringt, sind sie leider fast immer wirkungslos, setzt man zu alexinhaltigem Blut Salze, oder entzieht ihm Salze oder verändert durch Säurezusatz (Schwefelsäure) die Reaktion, so verlieren sie die wichtigen Eigenschaften, erhalten sie aber langsam wieder zurück, wenn man die ursprüngliche Salzkonzentration oder Reaktion wieder herstellt, also durchaus die Eigenschaften, die wir oben als spezif. Jonenwirkung auf die Kolloide hinstellten.

Die Agglutine wirken nur innerhalb einer Temperaturgrenze von ca. 50°. Durch starke Veränderung der Salzkonzentration werden die agglutinen Eigenschaften verändert. Das spricht dafür, dass diese Eigenschaften eben physikalischer Natur sind. Analog verhalten sich die Präcipitine, die bei einer

bestimmten (50 %) Temperatur oder Salzzusatze die Eigenschaft verlieren, mit bestimmten Eiweisskörpern auszufallen; die Eigenschaften der spezifischen Bindung behalten sie aber bei.

Wenn ich von den verschiedensten Perspektiven, die sich aus dieser Betrachtungsweise ergeben, nur die in Bezug auf die Morphologie heraushebe, so zeigen sich spezielle Aufgaben auch auf diesem Gebiet: Diese für das Leben so wichtigen Körper müssen sehr zahlreich und verschieden sein und sie entstehen, wie Metschnikoff nachgewiesen, zum Teil sicher in Zellen. Da sie nun spezifische Kolloideigenschaften haben und spezifische Fällungseigenschaften, so liegt hier für die Morphologie die Möglichkeit vor, sobald diese Körper etwas genauer in ihren Kolloideigenschaften charakterisiert, sie mit auf diese Eigenschaften basierten Methoden morphologisch in den Zellen zur Darstellung zu bringen. Diese Methode wird neue Vorstellungen schaffen. Dasselbe gilt für die intracellulösen Fermente.

Wenn wir uns auch klar sein müssen, dass alle Vorstellungen und Theorien über Naturvorgänge nur geistige Bilder des Wirklichen sein können, so muss man anderseits klar sein, dass der Wert und die Bedeutung der Naturwissenschaften dadurch zu stande gekommen ist, dass die aus der Erfahrung gezogenen, über die Erfahrung hinausreichenden Schlüsse die Anregung zu erfolgreicher Forscherarbeit gegeben und Methoden eröffnet haben, die Vorgänge dadurch unserm Verständnis und unserer Beherrschung näher zu bringen, dass die Erscheinung sich als Einzelerscheinung einer grossen Reihe oder als Parallelerscheinung charakterisieren liess, deren Bedingungen so mit durch die allgemeine Erfahrung Bekanntem definiert werden konnten.

Die analytischen Wissenschaften geben uns die Methoden, die komplexen Vorgänge zu zerlegen, aber die aus der Analyse gewonnenen synthetischen Vorstellungen bedürfen einer ewigen Kontrolle durch das Leben.