

Werk

Label: Zeitschriftenheft

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006|LOG_0055

Kontakt/Contact

Digizeitschriften e.V.
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 7.

15. Februar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Kriterien der bakteriologischen Forschung. Von
Dr. L. Paneth, z. Zt. im Felde. S. 73.
Besprechungen:
Nelson, Leonhard, Kritik der praktischen
Vernunft. Von *Oskar Kraus, Prag.* S. 79.

Einstein, A., Ueber die spezielle und die all-
gemeine Relativitätstheorie. Von *M. Born,*
Berlin. S. 82.
Über komplexe Moleküle. S. 82.

Das
strahlend weiße Licht

**OSRAM-
AZO**

Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:
OSRAM-AZOLA

Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Auergesellschaft, Berlin O. 17.

OSRAM
AZO

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagehandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich	6	12	24	52 maliger Wiederholung
	10	20	40	40% Nachlass.

Verlagebuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24.
Fernsprecher: Amt Kurfürst 6050—53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse C.
Postscheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Hermann Lenhartz, Mikroskopie und Chemie am Krankenbett

Achte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

Von Professor Dr. **Erich Meyer**

Direktor der Medizinischen Universitätsklinik zu Straßburg i. E., Stabsarzt d. L.,
Chefarzt eines Festungslazarets und fachärztlicher Beirat im Bereich des XV. A.-K.

Mit 150 Abbildungen im Text und einer Tafel. 1916. — Preis gebunden M. 12.—

Taschenbuch der speziellen bakterio-serologischen Diagnostik

Von Dr. **Georg Kühnemann**

Oberstabsarzt a. D., praktischer Arzt in Berlin-Zehlendorf

Preis gebunden M. 2.80

Soeben erschien:

Taschenbuch der praktischen Untersuchungsmethoden der Körperflüssigkeiten bei Nerven- und Geisteskrankheiten

Von Dr. **V. Kafka**

Hamburg-Friedrichsberg

Mit einem Geleitwort von Professor Dr. W. Weygandt

Mit 30 Textabbildungen. Preis gebunden M. 5.60

Vor kurzem erschien:

Die Wassermannsche Reaktion in ihrer serologischen Technik und klinischen Bedeutung auf Grund von Untersuchungen und Erfahrungen in der Chirurgie

Von Dr. med. **Erich Sonntag**

Privatdozent und Assistent an der chirurgischen Klinik der Universität Leipzig

Mit einem Geleitwort von Geheimrat Prof. Dr. E. Payr

Preis M. 6.80

Vor kurzem erschien:

Die pathogenen Protozoen und die durch sie verursachten Krankheiten Zugleich eine Einführung in die Allgemeine Protozoenkunde Ein Lehrbuch für Mediziner und Zoologen

Von

Prof. Dr. **Max Hartmann**

Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts
für Biologie, Berlin-Dahlem

und

Prof. Dr. **Claus Schilling**

Mitglied des Kgl. Instituts für Infektions-
krankheiten, „Robert Koch“ Berlin

Mit 337 Textabbildungen. Preis M. 22.—; gebunden M. 24.—

Teuerungszuschlag auf geheftete Bücher 20%, auf gebundene Bücher 30%

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

15. Februar 1918.

Heft 7.

Kriterien der bakteriologischen Forschung.

Von Dr. L. Paneth, z. Z. im Felde.

Die Bakteriologie, als eigene Wissenschaft vor kaum 40 Jahren erst begründet, hat in dieser kurzen Zeit eine Reihe der wichtigsten Probleme ihres Gebiets bereits gelöst: für die Mehrzahl aller Infektionskrankheiten sind die „spezifischen Erreger“ in Form kleinster einzelliger Pflanzen oder Tiere (Mikroorganismen) gefunden und damit der wesentlichste Teil der Ätiologie geklärt. Eine Minderzahl jedoch hat bisher nicht bezwungen werden können, so die akuten Exantheme, darunter das im Kriege zu trauriger Popularität gelangte Fleckfieber. — Nicht, daß es in dieser Hinsicht an Versuchen, Hoffnungen und felsenfesten Überzeugungen Einzelner gefehlt hätte. Gerade in den letzten Jahren wurden in den Fachzeitschriften auffallend oft Entdeckungen publiziert, die, wenn es sich um „interessante“ Krankheiten handelte, merkwürdig rasch den Weg in die Tagespresse fanden und dem staunenden Leser mit scheinbar einleuchtenden Argumenten den soeben aufgefundenen Erreger der betreffenden Seuche präsentierten. Allerdings konnte die rasche Aufeinanderfolge der Entdeckungen stutzig machen, zumal nicht selten eine die andere aufhob. — Aber auch dem Mediziner, bei aufmerksamer Lektüre der Fachzeitschriften, mußte sich oft genug eine gewisse Verwirrung einstellen und die Frage sich aufdrängen, ob die verschiedenen Herren Entdecker, an deren gutem Glauben nicht zu zweifeln war, wohl fähig seien, das Gewicht ihrer eigenen Argumente selbst richtig einzuschätzen, und weiterhin, welche Beweiskraft überhaupt den ins Feld geführten Fakten innewohne, und welche Kriterien ganz allgemein bei Problemen dieser Art anzuwenden seien.

In diesem Punkt möchte vorliegende Untersuchung einsetzen; es soll von allgemein naturwissenschaftlichem Standpunkt aus die Frage diskutiert werden:

Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit wir einen bestimmten Mikroorganismus als Erreger einer bestimmten Infektionskrankheit ansehen dürfen?

Die Antwort liegt nahe: Der vermeintliche Erreger muß, seinem Namen entsprechend, imstande sein, für sich allein die Krankheit zu erzeugen.

In der Tat wäre mit dieser simplen Bedingung alles getan — wenn sie nur so einfach zu

erfüllen, wie auszusprechen wäre. Gehen wir etwas näher auf das Einzelne ein!

Voraussetzung ist zunächst, daß wir es mit einer bestimmten Infektionskraft zu tun haben, d. h. mit einer solchen, die klinisch gut abgegrenzt und wenigstens in ihren typischen Fällen sicher zu diagnostizieren ist.

Ist z. B. die Krankheit selber erst frisch entdeckt, ungenügend definiert, möglicherweise nur ein annähernder Sammelbegriff unklarer fieberhafter Zustände, die in irgendeiner Gegend und Jahreszeit gehäuft aufgetreten sind — man hat auch dafür Beispiele aus letzter Zeit —, so verliert die ganze Fragestellung ihren Sinn. Und gesetzt, es gelänge, mit dem vermeintlichen Erreger ein der vermeintlichen Krankheit ähnliches Bild hervorzurufen — wie will man entscheiden, ob es wirklich der gleiche und nicht ein anderer, ebenso uncharakteristischer Fieberzustand ist?

Also genaue klinische Charakterisierung einer Krankheit ist Vorbedingung, ehe die ätiologische Forschung einsetzen kann. Hieraus folgt auch, daß man letzterer nicht schlimmer dienen kann, als wenn man es unternimmt, wohlbegründete klinische Unterscheidungen aufzuheben, z. B., wie in letzter Zeit versucht worden, die im vorigen Jahrhundert festgestellte Wesensverschiedenheit des Fleckfiebers (Flecktyphus) vom Abdominaltyphus wieder zu leugnen — welcher Versuch, wenn er allgemeinen Erfolg gehabt hätte, mit Notwendigkeit die ätiologischen Bemühungen hätte auf falsche Wege leiten müssen.

Ein schwierigeres Problem enthält der Ausdruck „für sich allein“ in unserer obigen Antwort. Es ist jetzt wohl allgemein anerkannt und die Meister des Faches haben es eigentlich nie aus dem Auge verloren, viel weniger als das vom Tageserfolg geblendete, gelehrte und ungelehrte Publikum: Mit dem „Erreger“ ist zwar die wichtigste Bedingung der Krankheit gegeben; er ist die konkrete, genau bekannte, sichtbare *conditio sine qua non*; aber er ist nicht die *einzige* Bedingung. Vielmehr müssen auch auf seiten des Makroorganismus (des menschlichen oder tierischen Körpers) gewisse Bedingungen vorhanden sein, die uns noch recht unvollständig bekannt sind und deren Gesamtheit wir als *Disposition* bezeichnen. Ein Eingehen auf dies dunkle Gebiet liegt nicht in unserem heutigen Plan; wir entnehmen daraus nur, daß es zuviel gefordert wäre, ein Erreger müsse unter allen Umständen seine Krankheit erzeugen können; sogar wird man eine günstige Disposition des Versuchstieres nach Möglichkeit herzustellen trachten. So war es, um ein ganz einfaches Beispiel zu nennen, kein Abweichen

von der strengen Regel, wenn *R. Koch*, um mit Cholera vibriationen bei Meerschweinchen Cholera hervorzurufen, deren Magensaft alkalisierte und den Darmtraktus durch Opium ruhig stellte, um so mehr, als ähnlich begünstigende Momente wahrscheinlich auch für die natürliche Cholerainfektion des Menschen unerlässlich sind.

Der Ausdruck „für sich allein“ enthält aber noch eine Forderung, und diese führt uns mitten in die bakteriologische Technik. Wir müssen eine *Reinkultur* des Mikroorganismus in der Hand haben; alle in ihr enthaltenen Individuen müssen die gleichen Speziesmerkmale aufweisen und diese auch bei vielfacher Umzüchtung unter wechselnden Bedingungen beibehalten — sonst könnte man nicht von einem *bestimmten* Mikroorganismus sprechen. In die Technik der Reinzüchtung können wir hier nicht eingehen; die Ausarbeitung einer allgemein anwendbaren Methode (durch *R. Koch*) und der mittels dieser Methode geführte Nachweis, daß die einzelnen Bakterien wohlcharakterisierte, hinreichend konstante Spezies darstellen, schufen erst den Standpunkt, von dem aus die ätiologischen Probleme in Angriff genommen werden konnten.

Eine Reinkultur muß ferner die Sicherheit bieten, daß von dem kranken Körper, aus dem sie gezüchtet worden, nichts außer den gewünschten Mikroorganismen in sie übergegangen ist. Denn dann bestünde die Möglichkeit, daß dieses Andere das pathogene Prinzip, und die vermeintlichen Erreger nur akzidentelle Beimengungen wären. — Das Mitschleppen eines *unbelebten* Virus wird dadurch ausgeschlossen, daß man die Kultur viele Male durch *Überimpfung kleinster Mengen* weiterzüchtet; gesetzt, es wäre in den ersten Kulturen ein krankmachendes Gift enthalten, so würde dessen Konzentration, da es sich nicht mit den Bakterien vermehrt, durch die genannte Prozedur in rascher Progression abnehmen und bald verschwindend gering werden. — Und daß ein vermehrungsfähiges, jedoch invisibles, d. h. mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln nicht erkennbares Virus bei allen Überimpfungen unsichtbar mitginge und sich gleichmäßig mitvermehrte, diese theoretisch immerhin bestehende Möglichkeit wird durch sehr zahlreiche Umzüchtungen auf möglichst verschiedenen Nährsubstraten auf ein sehr geringes Maß von Wahrscheinlichkeit herabgedrückt — ist auch praktisch bisher nie störend in die Erscheinung getreten.

Also erst nach vielfacher Umzüchtung unter wechselnden Bedingungen kann im strengen Sinne von einer Reinkultur die Rede sein.

Man wird demnach „Erregern“, die nur wenige Generationen lang auf künstlichem Nährboden fortkommen, insofern skeptisch gegenüberstehen.

Angenommen nun, eine einwandfreie Reinkultur sei zur Verfügung: die Aufgabe ist jetzt, mittels ihrer die Krankheit wiederzuerzeugen. Hier erhebt sich eine neue Bedenklichkeit.

Die Bakteriologie, als ein Teil der Medizin,

hat sich durchaus anthropozentrisch entwickelt: so ganz aufrichtig und von Herzen interessierte man sich seit jeher nur für die Krankheiten des Menschen (allenfalls noch seines Nutzviehs) und von den Tierkrankheiten für jene, deren Erforschung auf menschliche Leiden Licht zu werfen versprach. Für viele menschliche Infektionen sind nun aber sämtliche Tiere — einschließlich der anthropoiden Affen — unempfindlich, andere wieder treten am Tier in so verändertem Bilde auf, daß man sie nicht ohne weiteres als identisch erklären kann.

Bei Tierkrankheiten liegt die Aufgabe relativ einfach, da man die gleiche Spezies, deren Empfindlichkeit bereits feststeht, für die Infektionsversuche benutzen kann. Ebenso bei Krankheiten, die Menschen und Tiere unter gleichen klinischen Symptomen ergreifen, z. B. Milzbrand und Rotz. Die Erreger dieser beiden wurden denn auch schon früh mit aller Exaktheit nachgewiesen. — Allerdings muß man berücksichtigen, daß zum Charakter einer Krankheit auch die epidemiologischen und Immunitätseigenschaften gehören: Als Erreger der Schweinepest war längere Zeit der *Bac. suipestifer* so ziemlich anerkannt; man konnte mit ihm eine der natürlichen Schweinepest ähnliche Erkrankung erzeugen, die sich nur dadurch deutlich unterschied, daß sie nicht kontagiös war und keine Immunität gegen die natürliche Infektion hinterließ. Heute weiß man, daß der *Bac. suipestifer* nur eine, allerdings sehr merkwürdige, konstante Sekundärinfektion darstellt, während der wirkliche Erreger zu den invisiblen Virusarten gehört und von jenem leicht getrennt werden kann, da er feinste Bakterienfilter passiert.

Wenn aber die menschliche Erkrankung beim Tier spontan überhaupt nicht vorkommt und experimentell auch kein genau entsprechendes klinisches Bild zu erzielen ist! — Hier scheint uns eine der häufigsten Quellen übereilter Schlüsse zu liegen. Man bedenke, daß alle akuten Infektionen eine unverkennbare Ähnlichkeit im Verlauf haben, auch gewisse immer wiederkehrende Symptome aufweisen, wie Fieber, Kopfschmerz, Mattigkeit, Appetitmangel, Albuminurie — und man wird verstehen, daß der Entdecker aus den Forscher hinreißen kann, in diesen allgemeinen Erscheinungen seine Krankheit wiederzuerkennen. Demgegenüber muß scharf betont werden, daß solche unbestimmte Erscheinungen der Einverleibung einer jeden, belebten oder leblosen, fremden Substanz folgen können, und daß zur Anerkennung einer Infektion, und gar einer bestimmten Infektionskrankheit, viel eindeutiger Zeichen erfordert sind.

Glücklicherweise sind wir nicht auf die klinischen Zeichen allein angewiesen; die pathologische Anatomie lehrt uns charakteristische Veränderungen der Körpergewebe kennen, die mitunter allein zur Diagnose genügen.

So gab das Produkt des tuberkulösen Prozesses,

das Tuberkelknötchen, *R. Koch* die Möglichkeit, die Meerschweinchenkrankheit, welche er mit den präsumptiven Tuberkelbazillen erzeugt hatte, mit voller Sicherheit als Tuberkulose zu erklären (was auf Grund des recht abweichenden klinischen Verlaufs kaum möglich gewesen wäre) und so den Ring des Beweises zu schließen. — Die anatomische Untersuchung gestattete auch, die spontane Meerschweinchentuberkulose von der experimentellen zu unterscheiden. Eine solche Unterscheidung muß natürlich immer vorgenommen werden, sofern das spontane Auftreten der Krankheit unter den Versuchstieren nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann.

Stehen solch deutliche, nur der einen Krankheit zukommende anatomische Veränderungen nicht zu Gebote, so sind wir eines wichtigen Kriteriums beraubt. *Löffler* hat sich über die ätiologische Rolle seines Diphtheriebazillus nur reserviert ausgesprochen, da die diphtheritischen Membranen, die er mit den Kulturen an verschiedenen Versuchstieren erzeugte, in ihrer mikroskopischen Struktur den am Menschen vorkommenden nicht völlig entsprachen.

In der gleichen Arbeit sprach *Löffler* die Hoffnung aus, es möchte die chemische Struktur des Diphtheriegiftes so weit aufgeklärt werden, daß man daraufhin, also mittels chemischer Reaktionen die Diagnose entscheiden könnte. Diese Hoffnung ist bisher nicht nur für die Diphtherie, sondern für alle Infektionskrankheiten unerfüllt geblieben. So genau wir von den meisten bazillären Giften die physiologischen Wirkungen kennen, so dunkel ist uns ihre chemische Natur; und gerade diese müßte bekannt sein, um aus dem Nachweis des Giftes ein Kriterium der Krankheit machen zu können. Die physiologischen Reaktionen beruhen doch immer wieder auf Erzeugung der fraglichen Krankheitssymptome und bringen uns also nicht weiter.

Noch ungünstiger steht es bei Krankheiten, deren Virus auf Tiere überhaupt keine Wirkung ausübt. Der Gonococcus war schon lange entdeckt, und *Neisser* konnte ihn nicht mit voller Bestimmtheit als Erreger der Gonorrhoe proklamieren; erst als, mehrere Jahre später, einige opfermutige Studenten sich fanden und ein vorgeschrittener Paralytiker . . . gefunden wurde, schloß das experimentum crucis die Kette des Beweises ab.

Hier öffnet sich der Ausblick auf ein bedenkliches, vermutlich im stillen viel mehr als in der Öffentlichkeit diskutiertes Gebiet. Sicherlich würden manche derzeit unlösbare Fragen der menschlichen Pathologie der Entscheidung näher gebracht werden können, wenn es uns möglich wäre, Menschen zu Versuchen heranzuziehen (wie dies in außereuropäischen Ländern bereits mehrfach geschehen ist). Gerade während des Krieges sind auch bei uns Vorschläge dieser Art gemacht (z. B. anstatt einer Todesstrafe einen Infektionsversuch zu vollziehen); von

den maßgebenden Stellen aber nicht akzeptiert worden. Für das einfache Gefühl liegt allerdings etwas Empörendes in solcher Benutzung eines Menschenlebens, so „vernünftig“ und dem Delinquenten selbst willkommen das Arrangement auch meistens wäre. Auch die formal juristischen Schwierigkeiten sind derzeit vielleicht unüberwindlich. — Der Zufall, von moralischen wie juristischen Skrupeln unbeschwert, ist der Wissenschaft öfters zu Hilfe gekommen — in Gestalt von Laboratoriumsinfektionen. So sind bereits reichlich viele Bakteriologen nach versehentlichem Aufsaugen einer Typhusreinkultur an Abdominaltyphus erkrankt — meist konnte jede andere Infektionsquelle ausgeschlossen werden — und haben damit die ätiologische Bedeutung des Eberth-Gaffkyschen Stäbchens besiegelt.

Wie dem allen auch sei: auf freiwillige oder unfreiwillige Stellung einer größeren Zahl von Versuchsmenschen wird man keinesfalls rechnen dürfen, sofern es sich nicht um ganz harmlose Infektionen handelt (z. B. Schnupfen, für den auf diese Weise ein filtrierbares Virus als Erreger nachgewiesen wurde); wir müssen also einen Schritt weiter gehen und fragen:

Wenn die zweifelsfreie Wiedererzeugung der Krankheit durch die Reinkultur nicht möglich, die kausale Beziehung also nicht direkt nachzuweisen ist — welche Kriterien stehen uns dann noch zu Gebote?

Es bleibt einmal die Beobachtung zeiträumlicher Koinzidenz. Was diese bedeutet, ist freilich nicht von vornherein gegeben. Werden bei einem Krankheitsprozeß gewisser Art jedesmal gewisse Bakterien gefunden, so müssen diese noch nicht die Ursache jenes sein. Es könnten auch umgekehrt die Bakterien infolge des Prozesses entstanden sein, z. B. durch Urzeugung oder durch Metamorphose sonst harmloser Keime. Beide Hypothesen konnten noch vor einem halben Jahrhundert ernsthaft verfochten werden. Solange sie nicht widerlegt waren, befand man sich natürlich auf grundlosem Boden. Erst mußte nachgewiesen sein, daß — wenigstens innerhalb solcher Zeitspannen, wie sie beim Auftreten von Krankheiten in Frage kommen — weder eine Urzeugung noch eine Artänderung von Bakterien stattfindet: dann erst konnte man daran denken, dem Auftreten bestimmter Arten ursächliche Bedeutung beizumessen. — Ferner mußte der Keimgehalt des gesunden Körpers untersucht werden, bevor man weiter arbeiten konnte. Es ergab sich — zum Glück für die Forschung — die wichtige Tatsache, daß nur dort, wo ein beständiger Verkehr mit der Außenwelt stattfindet, Mikroorganismen vorkommen: auf der Oberhaut, in den Leibesöffnungen und im Magendarmtraktus —, daß aber das Innere des gesunden Körpers steril ist.

Hieraus erhellt ohne weiteres, daß ein bei einer Krankheit neu aufgefundenes Bakterium ganz verschieden zu bewerten ist, je nachdem, ob

es etwa im Dickdarm gefunden wurde, wo auch normalerweise sehr zahlreiche, durchaus nicht vollzählig bekannte Spezies vegetieren — oder aber in der Milz, in der Leber, im strömenden Blut usw., wo sein Vorkommen jedenfalls etwas Abnormes bedeutet. Es wäre wohl kaum gelungen, den Typhusbazillus zu züchten, hätte man ihn nur im Darminhalt gesucht, wo er mit zahllosen ähnlichen, mikroskopisch nicht zu unterscheidenden Keimen vermischt ist; aber in den sonst keimfreien Mesenterialdrüsen und im Milzgewebe konnte er in völliger Reinheit beobachtet und nach Züchtung und Feststellung seiner kulturellen Eigenschaften nunmehr auch aus dem Darminhalt isoliert werden.

Aber auch nach all diesen Feststellungen wird man nicht schließen dürfen: finde ich bei einer Krankheit regelmäßig eine Bakterienart in normalerweise sterilem Gewebe, so habe ich die Erreger der Krankheit vor mir. Denn es steht hinlänglich fest, daß gerade in krankhaft verändertes Gewebe, als einen *locus minoris resistentiae*, sekundär Bakterien einwandern und sich dort vermehren können. Wie soll man solche von den primär angesiedelten Erregern unterscheiden?

Hier müssen wir eine allgemeinere Vorstellung zu Hilfe nehmen.

Die Symptome einer Infektionskrankheit, die pathologischen Veränderungen, gelten uns nicht (wie der populären Meinung) als Ausdruck der Beschädigung des Körpers; wir betrachten sie vielmehr als die *Abwehrmaßregeln*, mittels deren er der eingedrungenen Schädlinge Herr zu werden sucht. Die immer wiederkehrenden Symptome, wie Fieber, Entzündung, Eiterung u. a., lassen sich, wie wir glauben, nur im Lichte dieser Auffassung befriedigend erklären. Demnach werden wir dort, wo solch typischer Prozeß seinen Höhepunkt erreicht hat, z. B. im Innern eines Abszesses, einer tuberkulösen Lungenkaverne, den Erreger viel weniger suchen, als dort, wo die Abwehraktion noch nicht gesiegt hat, z. B. an der Abgrenzungslinie der Entzündung gegen das gesunde Gewebe, im kleinen, eben entstandenen Tuberkelknötchen. — Von der anderen Seite gesehen: Die spezifischen Erreger sind die Pioniere, die am weitesten ins widerstandsfähige Gebiet vordringen, und erst, wenn sie den Boden bereitet (und dabei selbst zugrunde gegangen sind), folgt die träge Masse der Saprophyten nach.

Es ergibt sich aus dieser Betrachtungsweise, daß die entscheidende Vorarbeit hier der *pathologischen Anatomie* zufällt. Sie muß Eigenart und Entstehungsweise der Gebilde studieren, mit deren Produktion der Körper auf die Infektion reagiert, und danach angeben können, in welchen Regionen die Erreger des Prozesses und wo sekundär eingewanderte Saprophyten zu erwarten sind. Je deutlicher die anatomischen Veränderungen, die eine Krankheit setzt, desto klarer sind die Wege der ätiologischen Forschung vor-

gezeichnet. Umgekehrt muß diese außerordentlich erschwert sein, wenn eine Krankheit sich durch heinahe negativen Sektionsbefund auszeichnet, wie z. B. das Fleckfieber.

Wir haben also der Forderung der örtlichen Koinzidenz, auf Grund unserer Vorstellung über das Wesen des pathologischen Vorgangs, einen ganz bestimmten, mit den tatsächlichen Befunden übereinstimmenden Inhalt geben können; und die gleiche Vorstellung bewährt sich, wenn wir die zeitliche Koinzidenz betrachten. Nicht im Höhestadium der Erkrankung (wie man sonst wohl meinen könnte) werden wir den Erreger am zahlreichsten und am typischsten anzutreffen erwarten, sondern im allerersten Beginn, ja noch früher: im Inkubationsstadium. Auch diese Erwartung findet sich — wo nicht besondere Umstände interkurrieren — vollauf bestätigt. Eine einzige Gegenüberstellung möge dies erläutern. Im Blute Typhuskranker gelingt der Nachweis der Bakterien im Beginne der Erkrankung in 90 bis 100 % der Fälle; im weiteren Verlauf sinkt die Chance des positiven Befundes, die ja nur ein anderer Ausdruck für die relative Zahl der Keime ist, allmählich ab und beträgt am Ende der Krankheit kaum über 0 %. — Wenn dagegen *Sanarelli* von seinem Gelbfieberbazillus berichtet, die Häufigkeit des Nachweises betrage im Fieberanfang 0 %, im Fieberabfall 21 %, in der Agonie 30 %, bei Sektionen 60 % — so müßte schon das Verhältnis dieser Ziffern die Vermutung nahe legen, daß es sich nicht um den Erreger, sondern um einen sekundär eingewanderten Saprophyten handelt — was denn auch auf anderen Wegen bewiesen worden ist.

Von Leichenmaterial werden aus dem gleichen Grunde diejenigen Fälle unserem Zweck am besten dienen, wo der Tod in den ersten Krankheitstagen eingetreten, der Körper also dem Ansturm der Bakterien erlegen ist, bevor er seine Abwehrkräfte mobilisieren konnte. Wir werden dann erwarten dürfen, die Erreger in großer Zahl und typischer Anordnung ohne sekundäre Beimengungen anzutreffen.

— Nun sind wir so weit, die präzise Frage stellen zu können: *Genügt* zeitliche und örtliche Koinzidenz in dem geschilderten Sinne, um die Erregernatur eines Mikroorganismus sicherzustellen? Prinzipiell kann es sich, das ist klar, immer nur um einen Wahrscheinlichkeitsschluß handeln. Aber diese Wahrscheinlichkeit kann durch weitgehende Übereinstimmung in den Details und vor allem durch analoge, einander stützende Erfahrungen so sehr gesteigert sein, daß ihr praktisch der Wert völliger Gewißheit zukommt. Ein extremes Beispiel hierfür bietet die Malaria, deren Parasiten, als Protozoen, morphologisch und biologisch bedeutend komplizierter sind als die Bakterien und dementsprechend auch viel reichere Gelegenheiten geben, die Koinzidenz in allen Einzelheiten zu verfolgen: hier ist die Übereinstimmung der Entwicklungszyklen im

Menschen, und andererseits im übertragenden Insekt, mit allen Verhältnissen des klinischen Verlaufs, der Infektiosität und der Epidemiologie so überwältigend, daß an der ätiologischen Rolle dieses Blutparasiten niemand mehr zweifelt -- obgleich wir von einer Reinkultur noch weit entfernt sind. -- Ähnlich stand es bis vor kurzem mit der Syphilis, nur war, abgesehen von der viel weniger ausgeprägten Eigenart des Erregers, dies Problem auch insofern schwieriger, als die *Spirochaete pallida* kein Blut-, sondern ein Gewebeparasit ist, daher in den luetischen Effloreszenzen mit zahlreichen anderen Mikroorganismen vermengt und erst in den tieferen Regionen rein anzutreffen ist.

Nun noch die Kehrseite der Frage! Ist ein Abweichen von der Koinzidenz unter allen Umständen ein Gegenbeweis? -- Im Beginn der bakteriologischen Ära nahm man es mit diesem Punkt sehr streng; Löfflers reservierte Haltung in betreff seiner Entdeckung war auch damit motiviert, daß ihm in einigen wenigen seiner zahlreichen Fälle der Nachweis der Diphtheriebazillen nicht geglückt war, während sie andererseits bei einem (unter vielen) gesunden Kinde zu finden waren. -- Seither haben wir erfahren, daß infolge unserer technischen Unvollkommenheit der Bakteriennachweis auch in sicheren Krankheitsfällen öfters mißlingt; haben andererseits die „Bazillenträger“ kennen gelernt, die sich in jeder Epidemie finden und die, infolge individueller Disposition, virulente spezifische Bakterien beherbergen und auf andere übertragen können, ohne selbst zu erkranken. -- Mehr als sonst noch wird in diesen Punkten das wissenschaftliche Taktgefühl des Forschers in Anspruch genommen, insbesondere in der Bewertung der prozentuellen Verhältnisse und der ihnen entsprechenden Wahrscheinlichkeitsgrade. Denn jedes Abweichen von der Koinzidenz, in negativem wie in positivem Sinne, ist auch heute noch ein gewichtiges Gegenargument, wenn es nicht aus den besonderen, individuellen und epidemiologischen Verhältnissen befriedigend erklärt werden kann.

Daß in den zuletzt besprochenen Momenten ein Faktor der Unsicherheit liegt, ist nicht zu verkennen; nehmen wir hinzu, daß in einer Reihe von Krankheiten durch die mangelhafte anatomische Lokalisation des Prozesses die Situation des Forschers erschwert ist, so kann man ermessen, wie wertvoll für die ätiologische Forschung eine Entdeckung war, die berufen schien, den wichtigsten und schwierigsten Teil des Beweises, nämlich die experimentelle Erzeugung der Krankheit mittels der Reinkultur, vollständig zu ersetzen. -- Wir meinen die Auffindung der, wenn man so sagen darf, chemischen Abwehrmittel des Körpers -- der spezifischen Antikörper. Denn, wenn (nach einem oft gebrauchten Vergleich) Antigen und Antikörper so ausschließlich zueinander passen wie Schlüssel und Schloß --

wobei man getrost an ein amerikanisches Sicherheitsschloß denken darf -- so könnte es dem Forscher, im Besitz des Schlosses, keine Schwierigkeit bieten, zu entscheiden, ob er den richtigen Schlüssel gefunden habe oder nicht. Anders ausgedrückt: Gesetzt, es sei gelungen, den vermuteten Erreger in Reinkultur zu züchten, so brauchte man diese nur mit dem Serum der an der betreffenden Krankheit Leidenden zusammenzubringen und festzustellen, ob spezifische Agglutination, Bakterizidie, Komplementbindung usw. eintritt: wenn ja, so wäre der Erreger sichergestellt. (Der negative Ausfall würde nichts besagen, weil nicht alle Mikroorganismen nachweisbare Antikörper bilden.) Der Schluß gründet sich also hier auf die Koinzidenz, nicht des Erregers selbst, sondern sozusagen seines Abdrucks mit der Krankheit. -- Beispielsweise ist es mehrmals in Fällen von Nahrungsmittelvergiftung gelungen, mit einer sogar für forensische Zwecke genügenden Sicherheit den Erreger der Vergiftungsepidemie zu konstatieren, indem man den Nachweis führte, daß die aus den beanstandeten Nahrungsmitteln gezüchtete Bakterienspezies von den Seris der Vergifteten spezifisch agglutiniert wurde.

Daß auch dieses, in seiner einfachen Klarheit so bestechende Kriterium nicht unbedingt beweisend ist, haben einige Entdeckungen der letzten Jahre gezeigt. Es wurde erstens das erstaunliche Phänomen der *Paragglutination* gefunden: Saprophyten, die längere Zeit im Körper eines Infektionskranken vegetieren, erlangen unter Umständen die gleiche Agglutinabilität wie die Erreger. Hätte man zum Beispiel vor Entdeckung des Dysenteriebazillus solch ein paragglutinierendes Bakterium *Coli* gezüchtet, so hätte dieses, was spezifische Agglutination anlangt, allen an einen Erreger zu stellenden Ansprüchen genügt. Das Phänomen ist zwar bis jetzt nur vereinzelt beobachtet, mahnt aber doch zu skeptischer Vorsicht. -- Zweitens hat die Erfahrung gelehrt, daß spezifische Antikörper, die einmal gebildet und wieder verschwunden waren, infolge einer Erkrankung *anderer* Art mitunter wieder aufleben: Typhusgeimpfte, die bereits negativ reagierten, zeigen, wenn sie nachmals an Fleckfieber erkranken, meistens ein rasches Wiederansteigen der Typhusagglutinine.

Solche Beobachtungen waren es, die einen Untersucher bewogen haben, den Typhusbazillus (eine kurze Zeit hindurch) als Erreger auch des Fleckfiebers zu proklamieren.

Die Anwesenheit spezifischer Antikörper bekundet eben nur, daß der zugehörige Mikroorganismus im Wirtskörper einmal eine Rolle gespielt hat. Aber *wann*, und *welche* Rolle, darüber sagt ihr Vorhandensein nichts aus. Dies letzte Moment begründet eine dritte, besonders wichtige Einschränkung. Wir müssen es als durchaus möglich anerkennen, daß auch *sekundär eingewanderte Saprophyten* ihre Antikörper er-

zeugen. Können wir doch sogar durch künstliche Einverleibung von Bakterien Antikörper erzeugen, ohne daß das Tier überhaupt erkrankt. Angenommen nun, es handle sich um eine regelmäßige Sekundärinfektion mit regelrechter Antikörperbildung, während der wirkliche Erreger infolge ultramikroskopischer Dimensionen oder sonstwie sich dem Nachweis entzieht — so wird es fast übermenschlicher Härte der Kritik bedürfen, einen solchen Saprophyten, zumal wenn man ihn selbst gezüchtet hat, nicht als den Erreger anzusehen.

Kann aber, so wird man fragen, die genaue Beobachtung zeitlicher und örtlicher Verhältnisse uns nicht auch bei den chemischen, wie früher bei den anatomischen, Abwehrreaktionen die nötige Klarheit bringen? — Von der örtlichen Entstehung und Verteilung der Antikörper (lokaler Immunität) wissen wir noch wenig und sind in der Hauptsache darauf angewiesen, sie im Blutserum kreisend aufzusuchen. Was die zeitliche Verteilung anlangt, so kann man nach den bisherigen Erfahrungen erwarten, daß die Antikörper, ihrer Natur als Defensivmaßregeln entsprechend, dann in höchster Konzentration erscheinen werden, wenn die Abwehraktion des Körpers ihren Höhepunkt erreicht — daß sie sich also in ihrem quantitativen Auftreten umgekehrt wie die Erreger verhalten werden. Die Statistik der bakteriologischen und der serologischen Typhusdiagnosen in den einzelnen Krankheitsabschnitten zeigt dieses gegensätzliche Verhalten sehr schön.

Die Hoffnung scheint mir berechtigt, daß man einmal in der Lage sein wird, durch Analyse der Immunitätskurven Anhaltspunkte zu gewinnen, welche ein Urteil über die spezifische oder aber sekundäre Funktion des Bakteriums gestatten, mit welchem die Immunkörper reagieren; vorläufig harret das ganze Gebiet noch der systematischen Bearbeitung. Aber auch dann ist es fraglich, ob man auf diesem Wege Paragglutination wird ausschließen können.

Beim Fleckfieber wurden noch während des Krieges zwei total verschiedene Mikroorganismen gefunden (Bakt. Plotz-Bachr-Olitzky und Bakt. Weil-Felix). Beide werden regelmäßig aus den Kranken gezüchtet (fast niemals aus der Laus, ein bedenklicher Mangel an Koinzidenz!), beide bilden spezifische Immunkörper. Über die Bedeutung dieser (durch Nachprüfungen bestätigten) Befunde sich zu äußern, wäre verfrüht; jedoch ist es klar, daß zunächst jeder der beiden die Beweiskraft des andern widerlegt. Denn die Hypothese, daß ein und dieselbe Infektionskrankheit von mehreren grundverschiedenen Erregern hervorgerufen werden könne, findet ihre Stütze in keinerlei Erfahrung, sondern nur in den pazifistischen Bestrebungen einiger Autoren, unversöhnliche Standpunkte dennoch zu versöhnen.

Wenn wir zum Schluß versuchen, die eingangs aufgestellte Frage in zusammenfassender Weise

zu beantworten, so könnte dies nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse vielleicht in folgender Weise geschehen:

1. *Ein Mikroorganismus ist als Erreger einer Infektionskrankheit bewiesen, wenn es gelingt, mit einer Reinkultur desselben die Krankheit experimentell zu erzeugen.*

Eine Reinkultur ist erst dann anzuerkennen, wenn durch vielfache Umzüchtung unter verschiedensten Bedingungen die Arteinheit und Artkonstanz bewiesen und die Mitschleppung anderer aus dem kranken Körper stammender Agentien ausgeschlossen ist.

Die Krankheit muß zweifelsfrei als identisch mit jener, von welcher die Reinkultur gewonnen wurde, sichergestellt sein: hierzu wird Übereinstimmung der klinischen Symptome einerseits selten genügen, andererseits nicht unbedingt gefordert werden müssen, besonders wenn man genötigt ist, an einer anderen Tierart zu experimentieren; man wird sich auf charakteristische anatomische Veränderungen zu stützen, aber auch die epidemiologischen und Immunitätsverhältnisse zu berücksichtigen haben.

Die experimentelle Übertragung muß sichergestellt sein, indem man ein spontanes Auftreten der gleichen Krankheit unter den gegebenen Bedingungen ausschließt oder unterscheiden lernt.

Das Mißlingen der experimentellen Übertragung bedeutet keinesfalls eine Entscheidung im negativen Sinne; außer Mängeln der Technik können unbekannte Faktoren der Disposition in Betracht kommen.

2. *Zeitliche und örtliche Koinzidenz von Mikroorganismus und Krankheit hat die Kraft eines starken Wahrscheinlichkeitsschlusses, der, je vollkommener die Übereinstimmung und je zahlreicher die kontrollierbaren Einzelheiten, bis zu praktischer Gewißheit gesteigert werden kann.*

Die Art der Koinzidenz muß unserer Vorstellung vom Wesen des pathologischen Vorgangs entsprechen: insbesondere werden Erreger am regelmäßigsten und zahlreichsten zu finden sein während der Inkubation und des Krankheitsbeginns, beziehungsweise in den Leichen der in diesen Stadien Verstorbenen; und hauptsächlich an jenen Stellen, wo die spezifischen anatomischen Veränderungen noch nicht voll entwickelt sind.

Wenn die Bedingung 1 erfüllt ist, wird 2 im allgemeinen auch eintreffen, jedoch bilden Ausnahmen von der Koinzidenz keinen Gegenbeweis: Unvollkommenheiten der Technik können den Nachweis vorhandener Erreger vereiteln — jedoch muß die Häufigkeit des Nachweises mit dem Charakter der Fälle (siehe oben) im Einklang stehen; Gesunde (Bazillenträger) können den Krankheitserreger beherbergen — aber nicht in der für die Krankheit charakteristischen Verteilung im Gewebe.

Solange die Reinkultur nicht gelungen ist, wird die Identifizierung fraglicher Erreger im allge-

meinen nur in solchen Körpergegenden möglich sein, die normalerweise steril sind.

Die Forderung der zeitlichen und örtlichen Koinzidenz gilt auch für eventuelle Zwischenträger, sowohl was den mikroskopischen Befund, als was die Infektiosität anlangt.

3. *Das regelmäßige Auftreten spezifischer Immunitätsreaktionen gestattet einen Schluß von der Wirkung auf die Ursache*, dessen Grad der Sicherheit empirisch ausgemacht werden muß; bis jetzt sind drei Einschränkungen bekannt: die *Paraglutination*, die *unspezifische Reaktivierung spezifischer Antikörper* und die *Antikörperbildung durch konstante Sekundärinfektion*.

Die örtliche Verteilung der Immunitätsreaktionen ist bisher gar nicht, ihre zeitliche (Immunitätskurven) nur mit Reserve zu verwerthen.

Ausbleiben der Antikörperbildung gestattet keinen negativen Schluß.

Unser Problem, das wir im Vorhergehenden mit Absicht unhistorisch, rein aus der Sache heraus entwickelt haben, war für die Begründer der Bakteriologie natürlich von zentraler Bedeutung. R. Koch und seine nächsten Schüler haben die an einen spezifischen Erreger zu stellenden Anforderungen mehrfach erörtert und formuliert. Folgendermaßen lauten z. B. bei Löffler (1883): „... jene drei Postulate ...“, deren Erfüllung für den strikten Beweis der parasitären Natur einer jeden derartigen Krankheit unumgänglich notwendig ist:

1. Es müssen konstant in den lokal erkrankten Partien Organismen in typischer Anordnung nachgewiesen werden,
2. die Organismen, welchen nach ihrem Verhalten zu den erkrankten Teilen eine Bedeutung für das Zustandekommen dieser Veränderungen beizulegen wäre, müssen isoliert und rein gezüchtet werden.
3. Mit den Reinkulturen muß die Krankheit experimentell wieder erzeugt werden können.“

Robert Koch (1890) sagt im wesentlichen das nämliche, nur daß er die negative Seite der Koinzidenzforderung, die Löffler offenbar als selbstverständlich weggelassen, scharf hervorhebt. Seine Forderungen lauten:

„... Erstens, daß der Parasit in jedem einzelnen Falle der betreffenden Krankheit anzutreffen ist, und zwar unter Verhältnissen, welche den pathologischen Veränderungen und dem klinischen Verlauf der Krankheit entsprechen; zweitens, daß er bei keiner anderen Krankheit als zufälliger und nicht pathogener Schmarotzer vorkommt; und drittens, daß er, von dem Körper vollkommen isoliert und in Reinkulturen hinreichend oft umgezüchtet, imstande ist, von neuem die Krankheit zu erzeugen.“

Diese Forderungen, erklärt Koch, habe man im Beginn der bakteriologischen Ära stellen

müssen; die seither gemachten Erfahrungen, die alle in dem gleichen Sinne sprächen, ließen die letzte Forderung nicht mehr als unumgänglich erscheinen, sondern man könne nunmehr behaupten, daß, wenn

„... das regelmäßige und ausschließliche Vorkommen des Parasiten nachgewiesen wurde, damit der ursächliche Zusammenhang zwischen Parasit und Krankheit auch vollgültig bewiesen ist.“

Diese vier Leitsätze werden seitdem, in dieser oder ähnlicher Form, als „die Kochschen Postulate“ zitiert. Eine prinzipielle Revision derselben ist meines Wissens bisher nicht unternommen worden, obschon die Fülle der inzwischen aufgefundenen Tatsachen und Gesetze wohl dazu aufgefordert hätte. Wir aber glauben den Geist des Meisters zu ehren, wenn wir seine Lehren nicht als starre Dogmen tradieren, sondern nach Kräften um ihre zeitgemäße Weiterbildung uns bemühen. — In solchem Sinne, als ein moderner Kommentar klassischer Postulate, wolle die gegenwärtige Abhandlung verstanden werden.

Besprechungen.

Nelson, Leonhard, *Kritik der praktischen Vernunft*. Vorlesungen über die Grundfragen der Ethik. Erster Band. Leipzig, Veit & Comp., 1917. XXXIV, 710 S. Preis geh. M. 16,—, geb. M. 20.—.

Nelson, das Haupt der Neufriesschen Philosophenschule, legt der Mit- und Nachwelt ein Buch vor, das er für die erstmalige und endgültige wissenschaftliche Begründung der Ethik hält. Sowohl die Bedeutung des zweifellos scharfsinnigen Autors, als insbesondere die Bedeutung der behandelten Probleme rechtfertigt es, wenn ich vor den Lesern der „Naturwissenschaften“ etwas tiefer in diese praktisch wichtigsten geisteswissenschaftlichen Fragen eingehe.

Das Werk zerfällt in drei Abschnitte: 1. Ethische Methodenlehre. Sie beantwortet die Frage: Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit eine wissenschaftliche Begründung der Ethik möglich ist? 2. Kritik der praktischen Vernunft. Sie will zeigen, daß sich die Bedingungen erfüllen lassen, indem sie die Prinzipien der Ethik aufweist: „Exposition“ und dann ihre Erkenntnisgründe untersucht: „Deduktion“ oder „Theorie der praktischen Vernunft“. Diese Teilung in Exposition und Deduktion erweise sich nötig, weil die ethischen Prinzipien strittig seien, und man daher nicht mit ihrer Aufstellung beginnen könne. Nicht strittig dagegen ist das System der *abgeleiteten* ethischen Erkenntnisse, und so glaubt N. mit dem, was in systematischer Hinsicht das Letzte ist, mit den *abgeleiteten* Sätzen beginnen und die Grundsätze durch eine logische Zergliederung der besonderen Anwendung exponieren zu müssen, um sie nach und nach aufzuhellen. Der 3. Teil heißt „Reduktion“ und gibt eine auf Vollständigkeit Anspruch erhebende Übersicht der möglichen ethischen Theorien.

Ich will nicht leugnen, daß das von N. vorgeschlagene „kritische“ Verfahren das richtige sei. Aber ich möchte glauben, daß von der ethischen Forschung zumeist kein anderes gewählt worden ist. Denn wer ethische Untersuchungen anstellt, der fragt sich ja, welche Prinzipien etwa in unseren ethischen Urteilen

und Regeln sich wirksam erweisen. *Aristoteles* wenigstens meint am Anfange seiner *Nikomachischen Ethik*, man dürfe die Prinzipien nicht nur auf Grund von Schlußfolgerungen und begrifflichen Voraussetzungen zu ermitteln suchen, sondern ebenso müsse man sie auf Grund der darüber herrschenden tatsächlichen Urteile untersuchen. (I. 8.)

Dagegen will es mir scheinen, daß das von *N.* vorgeschlagene Verfahren mit dem von ihm eingeschlagenen nicht übereinstimmt. Von „abgeleiteten ethischen Sätzen“ ausgehen, heißt von den sogenannten sekundären Moralgesetzen ausgehen, wie sie sich etwa im Dekalog oder in dem positiven Sittenkodex der Völker spiegeln. Allein mit der Erörterung dieser Sittenregeln zu beginnen, lehnt *N.* ausdrücklich ab; er stellt vielmehr ein oberstes *Sittengesetz* an die Spitze, welches als höchstes Prinzip zugleich das entscheidende „Auswahlprinzip“ im Konfliktsfalle bilden soll. Aber nicht nur dies. Er macht auch nicht, was er selbst verlangt, den „Verstandesgebrauch, wie er in der gemeinen Erfahrung geübt wird“, zum Ausgangspunkt. Denn das oberste Sittengesetz, das er „exponiert“, lautet: „Jede Person hat als solche mit jeder anderen die gleiche Würde.“

Wer wird behaupten, daß dieser Satz, nach allgemeinem ethischen Urteil, das höchste Sittengesetz, d. h. jenes Prinzip darstellt, das im Konfliktsfalle als Richtschnur der Entscheidung dient? In jedem Falle — so glaube ich —, wo ein ethisch Strebender zwischen der Befolgung zweier Sittenregeln schwankt, sucht er die Frage zu beantworten, welche der beiden jene sei, die unter den gegebenen Umständen das Beste unter dem Erreichbaren verbürgt, das ist, exakter gesprochen, dasjenige, was die Mathematiker den „größten Hoffnungswert“ nennen. Und selbst wenn es ihm, wie gar oft, nicht gelingt, diese Frage zu lösen, weil die Lösung seine — oder die menschlichen Verstandeskräfte überhaupt — übersteigt, legt er Zeugnis dafür ab, daß es eben als höchstes praktisch-ethisches Prinzip gilt, das praktisch Vorzüglichste zu wählen. In den bestehenden Moralvorschriften finden wir — zumeist — ein derartiges Verhalten geboten, das sich nach der Erfahrung von Generationen als das ersprießlichste bewährt hat. Lassen uns diese im Stiche, so bleibt es dem eigenen Nachdenken überlassen, das praktisch Beste ausfindig zu machen; hierbei liegt die Voraussetzung zugrunde, daß wir in der Lage sind, „Gutes“ und „Vorzügliches“ als solches zu erkennen; das wissenschaftliche Problem aber ist: den Ursprung sittlicher Erkenntnis auf Akte gerechtfertigter Wertung und Bevorzugung, die wir als solche in der inneren Wahrnehmung erfassen, zurückzuführen. Wenn ich aber *N.* richtig verstehe, so hält er jedes Bemühen um eine derartige „Güterethik“ für vergeblich und allen daran gesetzten „dialektischen Aufwand“ für „schmählich vertan“.

Allein, wer den Satz von der „gleichen Würde aller Personen“ nicht als oberstes entscheidendes Prinzip anerkennt, wird ähnlich von dem Verfahren *Nelsons* denken. Und ich glaube, jedermann werde mir zustimmen, wenn ich sage, ebensowenig wie dieses Prinzip entspreche dem allgemeinen ethischen Urteile, daß es keine Pflichten gegen sich selbst gebe, daß der Begriff der Pflicht uns erst entgegentrete, wo unsere Handlungen fremde Interessen berühren, daß das Gebot der Gerechtigkeit verlange, fremde Interessen nicht zu verletzen, wenn nicht das *eigene* Interesse überwiege, daß das Sittengesetz ein Rechtsgesetz sei! Ebensowenig, daß dasjenige, was über die Gerechtigkeit hinausgehe, eine bloße „Ideallehre“ sei, die keine „Imperative“, son-

dern „Optative“ ausspreche, d. h. bloßen Wunschcharakter trage, daß die Schätzung aller außerrechtlichen Ideale eine „ästhetische“¹⁾ sei, daß endlich gar die Erfüllung der Rechtspflichten keinen positiven Wert aufweise, ihre Nichterfüllung aber einen unendlichen Unwert!

All dies — und noch mehr, was ich übergehe — ist nicht nach allgemeinem Urteil, sondern nach eigenem Vorurteil von *Nelson* „exponiert“ oder richtiger gesagt „konstruiert“; es ist daher auch aller dialektische Aufwand zur „Deduktion“ dieser fiktiven Prinzipien fruchtlos vertan. Ich gehe daher nicht weiter auf ihre Kritik ein.

Fruchtbarer scheint mir eine Besprechung des der „Deduktion“ unmittelbar vorangehenden Abschnittes. Unter dem Titel „Postulate der Anwendbarkeit des Sittengesetzes überhaupt“ behandelt hier *N.* die Frage der sog. „Freiheit des Willens“. Er mahnt hierbei mit Recht, folgende drei Bedeutungen zu scheiden: 1. psychologische Freiheit (treffender „Freiheit der Willenshandlung“ genannt), d. i. die Macht des Wollenden, das Gewollte herbeizuführen, 2. „Abhängigkeit des Geschehens vom Wollen“, 3. sittliche Freiheit, d. i. Unabhängigkeit des Wollens von Antrieben, welche der Pflicht widerstreiten, und 4. metaphysische Freiheit, d. i. Unabhängigkeit des Wollens von Ursachen überhaupt, sog. indeterministische Freiheit. — Den Begriff der „sittlichen Freiheit“ hat *N.* nicht ganz einwandfrei formuliert; denn „sittlich frei“ verdient weniger jener genannt zu werden, der frei ist von Versuchung, Gelegenheit und Antriebe zu unrechten Entschlüssen, als einer, der diese Antriebe überwindet, so daß sie nicht bestimmende Ursachen für sein Wollen werden. Es ist nun zweifellos: fehlte allen Menschen die Macht, das Gewollte herbeizuführen, oder mangelte ihnen unabänderlich in der Weise jede Macht über die Ursachen ihrer Willensentschlüsse, daß sie bei jeglichem Wollen zu pflichtwidrigem Entschlusse determiniert wären, gäbe es also schlechtweg weder Handlung- noch „sittliche Freiheit“, so hätte es keinen Sinn, der Menschheit mit sittlichen Vorschriften gegenüberzutreten; diese beiden Bedeutungen von „Freiheit“ sind in der Tat „Bedingungen“ — und in diesem Sinne Postulate — der Anwendbarkeit des Sittengesetzes. Anders, ja entgegengesetzt, verhält es sich mit der „metaphysischen Freiheit“, der Freiheit des Wollens von bestimmenden Ursachen überhaupt, die *N.* ebenfalls — aber mit Unrecht — zu jenen Postulaten zählt. Sein Argument ist dies: „Wenn wir das Bewußtsein haben, etwas zu *sollen*, so muten wir uns damit zu, unter allen Umständen und also ohne Rücksicht auf die Stärke unserer Neigungen dennoch der Pflicht zu folgen. Diese Zumutung überschreitet grundsätzlich die Schranken der Natur; denn in der Natur gibt notwendig die stärkste Kraft den Ausschlag.“

Aber abgesehen davon, daß es verkehrt ist, zu sagen, die „stärkste Kraft gebe den Ausschlag“, da vielmehr eben jene Kraft die stärkste genannt wird, die den Ausschlag gibt, d. h. das — physische oder psychische — Geschehen schließlich determiniert, so ist hieran nur so viel wahr, daß wir in allen Fällen unrichtigen Wollens — also auch dort, wo die richtige Wahl nicht nur unsere individuelle, sondern die

¹⁾ Um Ästhetik und Ethik nicht zu trennen, widerspricht *N.* hierbei mit Unrecht der Lehre *Kants*, das ästhetische Wohlgefallen sei „uninteressiert“, d. h. habe es nicht mit der Wirklichkeit, sondern mit dem Schein, d. i. den bloßen Vorstellungen, zu tun.

menschliche Kraft überhaupt, übersteigt — die Willensentscheidung (z. B. Verrat eines Geheimnisses unter Folterqualen) mit Betrübnis, als unrichtig und in diesem Sinne pflichtwidrig erkennen, da ein Gemütsakt seinen Charakter, recht oder unrecht zu sein, ebenso unter allen Umständen behält, wie ein Urteilsakt den Wahrheits- oder Falschheitscharakter. Viele werden sich aber vielleicht weigern, solche und ähnliche Fälle „psychischer Nötigung“, „unwiderstehlichen Zwanges“ als Pflichtverletzungen zu tadeln und zu strafen, weil eben hier kein Mensch „wollen kann, wie er soll“, also nahezu alle zu unrichtigem Wollen determiniert sind und sich daher in ihm keine *vergleichsweise ethische Minderwertigkeit* kundgibt¹⁾. Nur wo der Willensentschluß, zu dem sich der Täter hat bestimmen lassen, seine relative ethische Minderwertigkeit verrät, sprechen wir im eminenten Sinne von Schuld.

Die „Freiheit von Ursachen überhaupt“ ist so weit entfernt, Bedingung für die Möglichkeit praktischer Normen zu sein, daß vielmehr jede praktisch-ethische Anforderung und Zurechnung zwecklos wäre, wenn gerechtfertigtes wie unrichtiges Wollen zufällig, ursachlos in der Menschenseele entstünde, jeder Einflußnahme entrückt und eben darum unverantwortlich! Recht bemerkenswert ist nun der Trugschluß, mit welchem N. den Determinismus, d. i. die Lehre von der Bestimmtheit alles Geschehens in der Welt durch Ursachen, zu widerlegen wähnt. Er unterschiebt nämlich dem Kausalgesetze, das die ausnahmslose Determiniertheit des kosmischen Geschehens durch Ursachen behauptet, die Behauptung der ausnahmslosen Determiniertheit durch Naturgesetze. Nun zeigt N. ganz richtig, daß jedes Gesetz ein Negativum oder Hypothetikum sei, das gewisse Unmöglichkeiten behauptet, wie z. B. daß es unmöglich sei, daß B ausbleibe, wenn A geschieht. Das Kausalgesetz würde also einen Unsinn behaupten, wenn es besagte, daß alles durch Naturgesetze determiniert sei, weil Gesetze, als hypothetische oder negative Sätze, nichts Reales sind und nichts determinieren können. Das Kausalgesetz behauptet aber ebenso wenig, daß alles durch Naturgesetze bestimmt sei, als es behauptet, daß alles durch das Kausalgesetz selbst determiniert sei; es besagt nur: daß ein kosmisches Geschehen ohne determinierende Ursache unmöglich ist. Aller dialektische Aufwand muß trügerisch vertan sein, wenn man durch „Ursachen determiniert werden“ und durch „Naturgesetze determiniert werden“ für gleichbedeutend und letzteres als Kausalgesetz nimmt.

Obgleich wir nach dem Ausgeführten dem Verfasser nicht zugestehen können, daß es ihm geglückt sei, „die unfehlbare kritische Methode zu ihrem letzten Triumphe zu führen“, so obliegt es uns doch, zu betonen, daß sich mancherlei Gutes in dem umfangreichen Werke findet, das es lohnt, sich durch jene Teile durchzuarbeiten, die dem Vorwurfe der unfruchtbaren Spitzfindigkeit nicht entgehen. Im allgemeinen sind diese

¹⁾ Nelson gründet die Berechtigung der staatlichen Strafe auf den Vergeltungsgedanken und erklärt die „Spezialprävention“: Abschreckung, Besserung, Unschädlichmachung für bloße Nebenzwecke im Rahmen der Vergeltung. Ich habe in meinem „Recht zu strafen“, Stuttgart 1911, gezeigt, daß weder die individuelle Vorbeugung, noch die Vergeltung den Straftakt zu rechtfertigen vermag, dessen Bedeutung vielmehr darin liegt, ein unselbständiges Glied in dem Getriebe aller auf Generalprävention abzielenden Maßregeln zu sein. Vergl. auch meinen Aufsatz: „Über den Begriff der Schuld“, Monatschrift für Kriminalpsychologie, IX. Jahrg., wo ich das Zurechnungsproblem kurz behandle.

Partien gewisse psychologische Untersuchungen der „Theorie der praktischen Vernunft“ und die einleitende Methodenlehre. Ich hebe besonders hervor die Lehre vom „Gegenstand eines psychischen Aktes“ (S. 348), die mit der Charakteristik, die Franz Brentano im Anhang zu seiner „Klassifikation der psychischen Phänomene“ (1911, S. 122 u. f.) vom Wesen der psychischen Beziehung gegeben hat, mitunter wörtlich übereinstimmt. Wie hier, so ist N. auch in anderen Punkten den Analysen Brentanos sehr nahe gekommen. Brentano scheidet bekanntlich die psychischen Beziehungen zum selben Objekt in Vorstellungen, Urteile und Gemütsstärkungen. Die letztgenannten kennzeichnete B. als ein „Lieben oder Hassen“ im weitesten Sinne dieses Wortes. Marty nannte sie Phänomene des Interesses. Nelson wählt — allerdings ohne jede Bezugnahme auf Brentano oder Marty — den Terminus „Interesse“ für alle jene Bewußtseinsbeziehungen, welche jene Gegensätzlichkeit (347) oder Polarität aufweisen: Lust und Unlust, Wünschen und Verwünschen, Begehren und Verabscheuen, so daß sich nach ihm, wie nach Brentano, jedes Interesse entweder als Gefallen (Mißfallen) oder als Begehren (Verabscheuen) äußert. Eine Divergenz besteht nur darin, daß N. zwar noch das Streben und Widerstreben als ein Begehren zu den Akten des Interesses zählt, nicht aber das Wollen, weil dieses jene Gegensätzlichkeit von Angenommen- und Abgestoßenwerden nicht aufweist. Ich glaube aber, daß N., sobald er einmal von den überzeugenden Darlegungen Brentanos in dessen „Psychologie vom empirischen Standpunkte“ (1874) oder in der erwähnten „Klassifikation“ Kenntnis genommen haben wird, nicht mehr daran zweifeln werde, daß das Wollen ein durch die Überzeugung von der eigenen Wirksamkeit modifiziertes Verlangen ist¹⁾.

Der wertvollste Teil des ganzen Werkes ist die Methodenlehre²⁾. Wie in seinem früheren Werke „Über das sogenannte Erkenntnisproblem“ (Göttingen 1908) zeigt N. auch hier, daß die „erkenntnistheoretische Forderung“, jede Erkenntnis zu begründen, einerseits zu einem unendlichen Regreß führe, andererseits zu einem Zirkel: „Um die Gültigkeit einer Erkenntnis zu prüfen, müßte ich die Erkenntnis mit ihrem Gegenstande vergleichen. Um sie mit ihrem Gegenstande vergleichen zu können, müßte ich den Gegenstand schon kennen. Ich müßte also schon wissen, daß meine Erkenntnis von ihm gültig ist.“ Hierbei berührt er sich mit Lehren, die Brentano seit vielen Dezennien vertritt³⁾.

¹⁾ Ebenso vereinzelt, wie in der Trennung von Streben und Wollen, dürfte Nelson bleiben, wenn er bei der Klasse der Urteile die Gegensätzlichkeit von Anerkennen und Leugnen bestreitet. Auch hier verweise ich ihn und die Leser auf die beiden genannten Autoren, mit denen N. sich auch insofern verwandt fühlen muß, als sie beide, nicht minder als dies Fries getan, auf die innere Wahrnehmung als die Erkenntnisquelle für ethische und logische Prinzipienfragen hinweisen und eben deswegen den Vorwurf des „Psychologismus“ über sich ergehen lassen mußten. — Auch die Lehre vom Affekt (sinnlicher Lust) scheint bei Fries, Nelson und Brentano im wesentlichen gleich als Lust am Empfindungsakte — nicht am Empfindungsgegenstande — gedeutet.

²⁾ Der Verfasser selbst ist dieser Überzeugung und hat darum schon 1915 diesen Teil selbständig erscheinen lassen, um es allen Zufällen seines persönlichen Geschicks zu entziehen. Dem Liebhaber von Kürze und Gehalt sei diese kleinere Schrift besonders empfohlen.

³⁾ In Brentanos Vortrag über den Begriff der Wahrheit (hektographiert 1880 zu Diskussionszwecken in

und neuerdings 1911 im Anhang zur Klassifikation veröffentlicht hat: „Es gibt unmittelbare Erkenntnisse, die an und für sich gewiß sind, also ihre Gewißheit nicht erst etwas außer ihnen entlehnen (Nelsons „Grundsatz des Selbstvertrauens der Vernunft“). Solche Erkenntnisse muß es auch auf ethischem Gebiete geben, wenn anders eine Ethik als wissenschaftliche Disziplin möglich sein soll. Sollen diese unmittelbaren Erkenntnisse allgemein gültig sein, so müssen sie, da sie nicht induktiv gefunden werden können, apriorische, d. i. apodiktische Notwendigkeits- oder Unmöglichkeitserkenntnisse sein.

Irrig ist hierbei jedoch die Fries-Nelsonsche Theorie¹⁾, es seien die ethischen Erkenntnisse zwar unmittelbar gewiß, aber nicht unmittelbar evident, sondern dunkel. Sie wähnt, Evidenz setze das distinkte Bewußtsein von der Evidenz voraus, und übersieht gänzlich die Tatsache, daß konfuse Erkenntnisse zwar zu Irrungen und Streit Anlaß geben können, aber darum nicht minder evident sind als zum unterscheidenden Bewußtsein gebrachte. Ja ich glaube, es ließe sich leicht zeigen, daß die Forderung, jedes evidente Bewußtsein müsse allemal als solches erkannt sein, zu einem unendlichen Regreß führen müsse, da ja das Wissen von der Evidenz selbst eine evidente und unmittelbare Erkenntnis ist, um aber evident zu sein, nach Nelson, Gegenstand eines sondernden Bewußtseins sein müßte usw. in infinitum.

Durch welche Art von „Exposition“ und „Deduktion“ unsere konfusen und in diesem Sinne dunklen ethischen Prinzipien zu distinkter Klarheit erhoben werden können, das hat Franz Brentano in seinem „Ursprung sittlicher Erkenntnis“ gezeigt²⁾, und es ist sehr bedauerlich, daß Nelson diese epochale Schrift auch in seiner Axiomatik der möglichen ethischen Theorien vollständig ignoriert. Auch in der ethischen Methodenlehre nimmt er von ihr und anderen Vorgängern keine Notiz. Und doch tritt gerade hier durch den gelungenen Nachweis, daß das Sollen niemals auf ein Müssen, die Normgemäßheit niemals auf Determiniertheit zurückgeführt werden kann, daß jeder Versuch, die Ethik auf hedonistischer, soziologischer, evolutionistischer, energetischer Grundlage aufbauen zu wollen, unmöglich ist, eine innige Verwandtschaft der Gedankenwelt von Fries-Nelson mit den Lehren Brentanos und seiner Schule zutage.

Oskar Kraus, Prag.

Einstein, A., Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (gemeinverständlich). Sammlung Vieweg, Heft 38. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1917. IV, 70 S. und 3 Fig. Preis M. 2,80.

Es gibt bereits eine Reihe von Schriften, die die spezielle Relativitätstheorie gemeinverständlich darzu-

der Philos. Gesellschaft zu Wien) heißt es S. 32: „Wir werden ebensowenig glauben, wie manche es törichterweise tun, man müsse, wo immer man eine Wahrheit erkenne, ein reales Ding mit einem Urteile vergleichen. Sie ahnen nicht, daß zur Ermöglichung des Vergleiches eines realen Dinges mit einem Urteile das reale Ding, wie es ist, bereits von mir erkannt sein müßte. So würde diese Theorie ins Unendliche führen.“ Vergl. auch Nelson, Methodenlehre 43, S. 21, und Brentano, „Ursprung sittlicher Erkenntnis“ S. 9, letzter Abschnitt.

¹⁾ Vgl. Jakob Friedrich Fries' Lehre von der unmittelbaren Erkenntnis von A. Kastil, Göttingen, 1912.

²⁾ Vgl. auch Carl Stumpf „Vom ethischen Skeptizismus“, Berlin 1908, und meine Abhandlung: „Grundlagen der Werttheorie“, Jahrbücher der Philos., Berlin 1914.

stellen bestrebt sind. Den ersten Versuch, die allgemeine Relativitätstheorie einem größeren Leserkreise zugänglich zu machen, hat der Begründer der neuen, kühnen Lehre selbst unternommen. Kühnheit gehört vielleicht auch hierzu, denn es gilt dabei festengewurzelte Denkgewohnheiten und Schulkenntnisse anzugreifen, die ein jeder eingedenk der hohen Autorität seiner Lehrer und der Mühe des Lernens nur ungern aufgibt. Angesichts dieser Sachlage verzichtet Einstein von vornherein auf den hohen Stil der Wissenschaft und wendet sich im Plauderton an den gesunden Menschenverstand des Lesers, dem zunächst beigebracht werden muß, daß die gelernten Begriffe von Raum und Zeit gar nicht so klar und einfach sind, wie die Schule ausgibt, und der auf dem Wege des Zweifels und der Kritik zu der neuen Erkenntnis geführt werden soll. Wie weit es Einstein gelungen ist, durch seine Darstellung den gewünschten Zweck zu erreichen, dem Laien Interesse für die Fragestellungen und Verständnis für ihre Lösungen beizubringen, das wird der Fachmann am schlechtesten beurteilen können; denn dieser, der den Inhalt der neuen Lehre mehr oder minder gründlich kennt, wird die Wirkung des kleinen Buches auf den schlechtweg „Gebildeten“ nicht richtig abschätzen, sondern sich ganz dem Vergnügen der Lektüre überlassen. Gewinnt er doch dadurch einen Einblick in die Werkstatt des Einsteinschen Geistes, der alle abstrakten Theorien auf einigen ganz anschaulichen, elementaren Erkenntnissen aufbaut. Man lese etwa die §§ 8 und 9 über den Zeitbegriff in der Physik, die §§ 19 und 20 über die Gleichheit der trägen und schweren Masse als Argument für das allgemeine Relativitätsprinzip, die §§ 23 und 24 über die Nichteuclidische Geometrie, und man wird darin die Grundgedanken der Einsteinschen Lehre von Raum, Zeit und Gravitation ohne mathematische Formeln in handgreiflichster Weise dargestellt finden. Der Umfang des Buches ist zu gering, um dem Nichtfachmann viel mehr als eine Anregung zu geben; aber es ist zu hoffen, daß diese Wirkung in solchem Maße erreicht wird, daß in nicht zu ferner Zeit die neue, freiere Auffassung von den Grundlagen des physikalischen Weltbildes in den Lehrstoff der Schule Aufnahme findet.

M. Born, Berlin.

Über komplexe Moleküle.

Bringt man eine elektrisch geladene Flüssigkeit zum Verdampfen, dann zeigt es sich, daß die Ladung nicht mit dem Dampf entweicht; dieser verläßt vielmehr vollkommen unelektrisch die Oberfläche. Das stärkste Feld, das sich in Luft von Atmosphärendruck über einer Flüssigkeit dauernd herstellen läßt, beträgt rund 40 000 Volt/cm; dem entspricht eine Oberflächenladung von $2 \cdot 10^{10}$ Elektronen pro 1 cm^2 . Da aber auf dieser Fläche rund 10^{15} Moleküle vorhanden sind, so ist trotz der großen Elektronenzahl nur jedes 50 000ste Molekül Träger einer Ladung; die Zahl der Moleküle, die beim Verdampfen die Oberfläche verläßt, ist außerordentlich groß; mittels der kinetischen Gastheorie läßt sich berechnen, daß sie für Wasser von 80° und $\frac{1}{4}$ Atmosphäre 10^{23} pro Sekunde und cm^2 beträgt. Es müßte demnach die gesamte Ladung in Bruchteilen einer Sekunde verloren gehen. Da das, wie sorgfältige Versuche gezeigt haben, nicht der Fall ist, muß man schließen, daß die geladenen Moleküle überhaupt un-

verdampfbar sind. Um dies zu erklären, kommt *Lenard*¹⁾ zu der Vorstellung, daß sich an jedes geladene Molekül eine Anzahl anderer anlagert, die zusammen einen aneinander haftenden Haufen, ein *komplexes Molekül*, bilden. Solche Aggregate sind indessen nicht nur in elektrisch geladenen, sondern in fast allen Flüssigkeiten vorhanden. Löst man z. B. einen festen Körper in einem Lösungsmittel, etwa Wasser, auf, dann binden die bei der Trennung der Moleküle des festen Körpers freiwerdenden Kräfte eine Reihe von Molekülen des Lösungsmittels, und es entstehen komplexe Moleküle, die *Lenard* in diesem Fall *Lösungsmoleküle* nennt. Ist der gelöste Körper ein Elektrolyt, dann wird die Bildung der Aggregate durch die elektrischen Kräfte der Ionen gefördert. (Schon *Kohlrausch* hat auf solche Molekülkomplexe hingewiesen, die sich bei der Elektrolyse durch geringe Wanderungsgeschwindigkeit auszeichnen.) Doch auch in reinen Flüssigkeiten, wie Wasser, Benzol, Alkohol u. a., bilden sich bei Gelegenheit der Zusammenstöße unter dem Einfluß der Molekularkräfte komplexe Moleküle; ja sie treten auch in Gasen und Dämpfen auf (s. u.).

Da nun in den komplexen Molekülen die Zwischenräume zwischen den Bestandteilen kleiner als zwischen nichtkomplexen Molekülen sind, da die ersteren kompakter sind, so wirken auf ein in der Oberfläche befindliches komplexes Molekül größere Kräfte; sie ziehen dasselbe stärker in das Innere hinein als ein nichtkomplexes Molekül. Dieser Zugkraft ist es zuzuschreiben, daß das komplexe Molekül nicht verdampfen kann. Die eine Ladung tragenden Moleküle einer elektrisierten Flüssigkeit können also die Oberfläche nicht verlassen. Ähnlich liegen die Verhältnisse z. B. bei einer wässrigen HCl-Lösung. Man sollte erwarten, daß die positiv geladenen H-Ionen wegen ihrer großen Beweglichkeit im Überschuß in die Luft hinausdiffundierten und daß die Flüssigkeit sich negativ auflöbe. Daß das nicht eintritt, erklärt sich daraus, daß beide Ionenarten Lösungsmoleküle bilden und überhaupt nicht entweichen. Sind in der Oberfläche einer Salzlösung unverdampfbare komplexe Moleküle vorhanden, dann schützen sie die unter ihnen liegenden Moleküle vor der Verdampfung, während die Kondensation des Dampfes an diesem Teil der Oberfläche ungeändert stattfindet. Die Dampfspannung wird mithin erniedrigt, und zwar verhält sie sich zu der des reinen Lösungsmittels wie die verdampfbare Oberfläche zur Gesamtoberfläche. Die Erniedrigung der Dampfspannung hängt lediglich von der Zahl der Lösungsmoleküle, die der Konzentration der Lösung proportional ist, nicht aber von der Natur des gelösten Körpers ab, was ja durch die Erfahrung bestätigt wird.

Da die auf komplexe Moleküle normal zur Oberfläche nach innen wirkenden Kräfte besonders groß sind, so ist die *Oberflächenspannung* von Lösungen größer als die des Lösungsmittels. Da die komplexen Moleküle dem Zuge nach innen folgen, so muß der Gehalt der Oberfläche an Lösungsmolekülen geringer sein, als der des Innern. Über der Lösung von normaler Konzentration liegt an der Oberfläche eine dünne Schicht, in der die Konzentration (in Verhältnis Volumen des Lösungs-

mittelmoleküls zum Volumen des Lösungsmoleküls) verkleinert ist. An einer ganz frisch hergestellten Oberfläche wird die Konzentration überall gleich sein und erst nach einer gewissen Zeit wird sich die Oberflächenschicht, die eine geringere Oberflächenspannung zeigen muß, ausgebildet haben. Zur experimentellen Prüfung der Frage nach einer zeitlichen Änderung der Oberflächenspannung benutzt man eine oben verengte Kapillare, die nur wenig mehr aus der Oberfläche der Flüssigkeit herausragt, als es der Steighöhe bei gealterter Oberfläche entspricht. Ein Luftstrom bläst gegen das obere Ende der Röhre, so daß sich stets frische Oberfläche bildet. Stellt man den Luftstrom ab, so findet man, daß eine meßbare Zeit vergeht, bis die Oberfläche sinkt, eben die Zeit, in der sich die Schicht von geringerer Konzentration ausgebildet. Sie beträgt bei Wasser rund 0,01 Sek. und ist bei einigen wässrigen Lösungen doppelt so groß.

Auch die 1892 von *Lenard* eingehend untersuchten Erscheinungen der *Wasserfallelektrizität* lassen sich auf Grund der Annahme komplexer Moleküle wesentlich besser als bisher erklären. Zerstäubt man mit einem Zersprüher Wasser, dann ergibt die Untersuchung, daß der herabsinkende Wasserstaub positive Ladung enthält, während die Luft negativ geladen ist. Wird dagegen Wasser auf andere Weise in kleine Teile verteilt, z. B. durch Zerreiben bei schnellem Ausfließen, dann zeigt sich der Effekt nicht. Das, worauf es ankommt, ist, daß *kleinste Wasserpartikel aus der äußersten Oberflächenschicht abgetrennt werden*; dann tritt die elektromotorische Wirkung ein. Diese Tatsachen erklären sich durch das Vorhandensein einer *elektrischen Doppelschicht in der Oberfläche*, die durch die Molekularkräfte der Flüssigkeit hervorgerufen wird, deren Dicke gleich dem Radius der Wirkungssphäre ist und deren äußere (stets negative) Schicht durch die äußerste Molekülschicht gebildet wird. Über ihre Entstehung wird folgendes gesagt: „Es müssen die senkrecht zur Oberfläche gerichteten Molekularkräfte nicht nur die schon betrachtete Verschiebung der komplexen, massiveren Moleküle nach innen hervorbringen, sondern sie müssen eine Wirkung der gleichen Art auch auf die beweglichen Teile der einzelnen Moleküle ausüben, sei es durch Drehungen oder durch innere Verzerrung der Moleküle, jedesmal so, daß dadurch die massiveren Teile dem Innern der Flüssigkeit genähert werden. Diese inneren Massenverschiebungen der an der Oberfläche gelegenen Moleküle müssen bei der elektrischen Konstitution der sie aufbauenden Atome und bei der elektrischen Natur der die Atome im Molekül zusammenhaltenden (chemischen) Kräfte gleichbedeutend sein mit elektrischen Verschiebungen in Richtung der Oberflächennormalen, d. i. mit der Herstellung einer elektrischen Doppelschicht an der Oberfläche. Die massiveren Teile der Atome sind, wie man weiß, mit einer positiven Ladung verknüpft; es ist also die äußere Belegung negativ zu erwarten.“ Wirken nun, wie es beim Zersprühen geschieht, große auf die äußerste Oberfläche lokalisierte Beschleunigungen auf die Wassermasse, dann wird die äußere negative Schicht abgetrennt und tritt als negative Ladung in die Luft. Ist der Durchmesser der abgetrennten Teilchen gleich oder größer als der Radius der Wirkungssphäre, dann sind sie elektrisch neutral, da sie ja beide Belegungen enthalten. Da der Durchmesser der negativen Elektrizitätsträger bei Verwendung von reinem Wasser $80 \cdot 10^{-8}$ cm beträgt und bis zu $150 \cdot 10^{-8}$ cm hinaufgeht, so würde sich der Radius der Wirkungssphäre in Übereinstimmung mit den Messun-

¹⁾ P. *Lenard*, Probleme komplexer Moleküle. Sitzber. d. Heidelb. Akad. Math.-phys. Kl. (1914), Abh. 27, 28 und 29.

Ann. d. Phys. IV. Bd. 47, S. 463—525 (1915).

gen nach anderen Methoden zu $150 \cdot 10^{-8}$ ergeben. Da die Ladung der Doppelschicht von der Größe der elektrischen Verschiebung, diese von den Dielektrizitätskonstanten abhängt, so ist zu erwarten, daß Flüssigkeiten mit großer Dielektrizitätskonstanten einen kräftigen Wasserfalleffekt zeigen; durch Versuche werden diese Schlüsse bestätigt.

Eingehende Untersuchungen über die Oberflächenbeschaffenheit von Flüssigkeiten führen zu dem Resultat, daß jede Oberfläche aus einer Reihe von Schichten besteht, die elektrisch und materiell verschieden sind. Als Beispiel werde die Oberflächenkonstitution eines vollkommen dissoziierten Elektrolyten hier beschrieben: Zu äußerst findet sich eine teilweise negativ geladene, überwiegend aus reinen Lösungsmittelmolekülen bestehende Schicht; darauf folgt eine, die reich an positiven Ionen ist; noch tiefer finden sich die positiv geladenen Lösungsmoleküle und die negativen Ionen, und von hier ab endlich, im Abstand des Radius der Wirkungssphäre von der Oberfläche, beginnt das eigentliche Innere der Flüssigkeit. Sämtliche an Flüssigkeitsoberflächen bekannten Erscheinungen und ihre Änderungen bei veränderter Konzentration der Lösung (Oberflächenspannung, lichtelektrische Wirkung, Wasserfalleffekt) lassen sich auf Grund dieser Konstitution mühelos und einwandfrei erklären.

Eine sehr anschauliche Vorstellung erhält man mittels der komplexen Moleküle vom *osmotischen Druck*: Die Öffnungen der halbdurchlässigen Membran sind wohl für die Moleküle des Lösungsmittels durchlässig, doch können die großen (komplexen) Lösungsmoleküle nicht hindurch. Diese legen sich auf Seite der Lösung vor die Öffnungen und wirken als *Ventile*. Vermöge der Wärmebewegung dringen die Lösungsmittelmoleküle von beiden Seiten gegen die Öffnungen, sie können aber wegen der einseitig versperrenden Wirkung der Ventile nur nach der Seite der Lösung hindurch, so daß auf dieser Seite ein allmählich wachsender Überdruck entsteht. Ist dieser groß genug geworden, dann werden die Lösungsmoleküle so fest gegen die Öffnungen gepreßt, daß diese jetzt vollkommen verschlossen sind. Bei dieser Verstellung ist es ohne weiteres klar, daß die Größe des osmotischen Druckes nur von der Zahl der Lösungsmoleküle (Ventile), nicht von ihrer Natur abhängt, so daß äquimolekulare Mengen gleichen osmotischen Druck ausüben.

Komplexe Moleküle finden sich indessen nicht nur in Flüssigkeiten, sondern auch in Gasen und Dämpfen, und zwar entstehen sie auch hier durch Zusammenballung einiger Moleküle beim Zusammenprall; elektrische Ladung fördert ihre Bildung. Sie spielen eine große Rolle bei der Kondensation von Wasserdampf in Form von Nebel. Kühlt man ein mit Wasserdampf gesättigtes Gas durch plötzliche Expansion ab, dann findet keineswegs immer eine Abscheidung des überschüssigen Wassers zu Nebeltröpfchen statt. Vielmehr bleibt das Wasser dampfförmig, so daß das Gas oft stark übersättigt ist. Sind dagegen Kondensationskerne in Gestalt von kleinen Staub- und Rauchteilchen zugegen, dann schlägt sich an diesen der Wasserdampf nieder; die Übersättigung ist dann weniger groß. Daß auch in gänzlich staubfreier Luft Nebelkerne vorhanden sind, daß dieses komplexe, aus Molekülen des Dampfes gebil-

dete Moleküle sind, wird in einer Arbeit von André¹⁾ nachgewiesen, in der die Lenardschen Gedanken nach dieser Richtung weiter verfolgt werden. Zur Beobachtung des Nebels wird eine Glaskugel verwendet, in die von der Seite her ein schmales, sehr helles Lichtbündel fällt; senkrecht zu demselben geschieht die Beobachtung durch Blenden und Linsen; auf diese Weise gelingt es, in einem kleinen Raum von meßbarer Größe die Tröpfchen direkt zu zählen, ist der Nebel dazu zu fein, dann wird aus der Fallgeschwindigkeit der Tröpfchenradius und ihr Volumen und aus der berechenbaren kondensierten Wassermenge ihre Zahl ermittelt. Es zeigt sich nun, daß mit steigender Expansion (Übersättigung) die Tröpfchen und damit die Kernzahl pro cm^3 erst langsam, dann von einer bestimmten Übersättigung an (für Wasserdampf in Luft etwa 8) schnell bis zu einem konstanten Endwert steigt. Der Tröpfchenradius nimmt dabei ab; die Tröpfchenbildung findet also zunächst an den großen, bei stärkerer Expansion und höherer Übersättigung an den kleinen Kernen statt. Um über die Natur der Kerne Aufschluß zu erhalten, wird ein elektrisches Feld (1–300 Volt) in die Expansionskammer gebracht; es zeigt sich, daß durch dieses die großen Kerne entfernt werden; diese sind also elektrisch geladen, die kleineren nicht. Erst bei wesentlich stärkerer Expansion treten jetzt Tröpfchen in größerer Zahl auf. Es zeigt sich, daß rund 900 solcher geladener Kerne beider Vorzeichen zusammen in 1 cm^3 enthalten sind; sie werden durch die durchdringende Erdstrahlung erzeugt. Wird durch Bestrahlung mit einem Radiumpräparat die Zahl der großen geladenen Kerne künstlich vermehrt, dann hat das eine starke Vermehrung der Tröpfchen schon bei geringer Übersättigung zur Folge. An dem Verlauf aller dieser Versuche wird nichts geändert, wenn man statt in Luft Wasserdampf in Kohlensäure oder Wasserstoff untersucht. Jedoch erhält man ganz andere Werte für die Tröpfchenzahlen, wenn man statt Wasserdampf Benzol- oder Alkoholdampf untersucht. Daraus ergibt sich mit Sicherheit, daß die Kerne — soweit sie unelektrisch sind — aus den Molekülen des betreffenden Dampfes bestehen. Zwei oder drei Moleküle treten zu einem komplexen Molekül zusammen. Ihre Zahl ist für jeden Dampf von bestimmter Temperatur konstant: für Wasser 110 000, Alkohol 340 000, Benzol 190 000 im Kubikzentimeter, das sind $1,9 \cdot 10^{-11}$ bzw. $2,5 \cdot 10^{-11}$, $0,8 \cdot 10^{-11} \%$ der vorhandenen Dampf molekülzahl. Die Zahl der komplexen Moleküle ist also sehr viel größer als die Zahl der geladenen Kerne (900). Neben diesen beiden Kernarten sind in ganz geringer Zahl (etwa 90 pro 1 cm^3) große unelektrische Kerne vorhanden, die als chemische Reaktionsprodukte (O_3 , H_2O_2) der stets vorhandenen durchdringenden Erdstrahlung anzusehen sind. Alle drei Arten fördern die Kondensation des Dampfes, indem sie die Übersättigung herabsetzen. Doch ist die weitverbreitete Ansicht, daß die Dampfkondensation vorwiegend an elektrisch geladenen Kernen (Ionen) stattfindet, nicht richtig. Von wesentlichem Einfluß ist dagegen die Größe, insofern als es bei Gegenwart großer Kerne — und zu diesen gehören auch sichtbare Rauch- und Staubeilchen — geringer Expansion bedarf, um Nebelbildung zu erzielen. K. Schütt, Hamburg.

¹⁾ L. André, Zählung und Messung der komplexen Moleküle einiger Dämpfe nach der neuen Kondensationstheorie. Ann. d. Phys. 52 (1917), S. 1–71.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Vor kurzem erschien:

Bodenschätze
als biologische und politische Faktoren

Von
Professor Dr. **Walther Roth**
(Greifswald)

Preis M. 1.

Soeben erschien:

Bodenbildung und Bodeneinteilung
(System der Böden)

Von
Dr. E. Ramann
o. ö. Professor an der Universität in München

Preis M. 4.60

Soeben erschien:

**Ist Elsaß-Lothringen als autonomer
Bundesstaat denkbar?**

Von
Prof. Lic. **W. Kapp**
in Straßburg

Preis M. 0.60

Soeben erschien:

Bismarcks Erbe in der Reichsverfassung

Von
Dr. Erich Kaufmann
o. ö. Professor der Rechte an der Universität in Berlin

Preis M. 2.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Arzneipflanzen-Merkblätter des K. Gesundheitsamts

bearbeitet in Gemeinschaft mit
der Deutschen Pharmazeutischen



dem Arzneipflanzen-Ausschuß
Gesellschaft Berlin-Dahlem.

1. Allgemeine Sammelregeln — 2. Bärentraubenblätter — 3. Herbstzeitlosensamen —
4. Bitterkleeblätter — 5. Arnikablüten — 6. Huflattichblätter — 7. Kamillen —
8. Löwenzahn — 9. Wildes Stiefmütterchen — 10. Kalmuswurzel — 11. Schaf-
garbe — 12. Ehrenpreis — 13. Stechapfelblätter — 14. Tausendgüldenkraut —
15. Quendel — 16. Hauhechelwurzel — 17. Wollblumen — 18. Rainfarn —
19. Eisenhut (Akonit) -Knollen — 20. Malvenblüten und -blätter — 21. Wermut-
kraut — 22. Tollkirschenblätter — 23. Fingerhutblätter — 24. Bilsenkrautblätter —
25. Wacholderbeeren — 26. Bibernellewurzel — 27. Schachtelhalm — 28. Isländisches
Moos — 29. Steinklee Kraut — 30. Bärlappsporen — 31. Katzenpfötchenblüten —
32. Blätter und Blüten zur Teebereitung.

Preis jedes Merkblattes 10 Pf. (einschließlich Porto und Verpackung 15 Pf.); 20 Exempl.
eines Merkblattes M. 1.20, 100 Exempl. eines Merkblattes M. 4.— (zuzügl. Porto).

Buchausgabe aller 32 Merkblätter auf besserem Papier in festem Umschlag. Preis M. 1.80.

Die lange Dauer des Weltkrieges zwingt uns, wie auf manchen anderen Gebieten so auch auf dem der Beschaffung der Heilpflanzen, uns vom Ausland unabhängig zu machen und für eine Reihe der wichtigsten Arzneimittel die reichen Bestände von einheimischen Arzneipflanzen für die Versorgung unseres Volkes heranzuziehen.

Die Herbeischaffung der großen für die Darstellung der Arzneimittel erforderlichen Pflanzenmengen ist jedoch nur dann in genügendem Maße gesichert, wenn die mit der Kenntnis der Pflanzen vertrauten Kreise, Apotheker vor allem, tätig dabei mitwirken.

Im Hinblick auf die Notwendigkeit, die Versorgung unseres Volkes mit Arzneimitteln sicherzustellen, ist es dringend erwünscht, auf eine Verbreitung der Merkblätter über Arzneipflanzen in weitestem Umfang hinzuwirken und besonders die Verteilung der Merkblätter in Stadt und Land, in Schule und Haus zu fördern. Nur wenn auch in kleinen und kleinsten Gemeinden das Verständnis für die Wichtigkeit dieser Frage geweckt wird, ist eine ausreichende Beschaffung von Arzneikräutern gewährleistet. Es erwächst hier den Apothekern, Ärzten, den Landpfarrern und den Lehrern an Volks-, Mittel- und höheren Schulen eine wichtige und dankenswerte Aufgabe.

Für die das Sammeln der Pflanzen Überwachenden ist die Ausgabe in Buchform auf besserem Papier bestimmt.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.
