

Die Morphologie des Zellkerns und die Physik der Kolloide.

Von Paolo Della Valle¹⁾ (Neapel).

(Eingegangen am 6. Dezember 1912)

Während die Ergebnisse und Methoden der physikalischen Chemie, und zwar besonders jenes Teils, der sich mit der Erforschung und Untersuchung der Emulsoide beschäftigt, in tiefgehender Weise alle Zweige der Physiologie im engeren Sinne beeinflußt haben, ist von einem derartigen Einfluß in jenem Wissensgebiete, das sich mit den Ursachen der morphologischen Erscheinungen in den Organismen beschäftigt, bisher nur wenig zu merken gewesen. Diese Tatsache ist einerseits dem Umstande zuzuschreiben, daß das Gebiet der physikalischen Chemie der Kolloide dem Anatomen entfernter als dem Physiologen gelegen ist; andererseits aber mag sie auch in der geringen Förderung begründet sein, welche gerade jene Vorgänge, die sich in den morphologischen Erscheinungen an den Kolloiden kundgehen, seitens der physikalischen Chemiker erfahren haben.

Und doch zeigt uns die Geschichte wie truchtbar diese gegenseitige Beziehung zwischen der Physik der Kolloide und der Morphologie der Organismen gewesen ist, denn gerade Untersuchungen, welche von Biologen zum Zwecke der besseren Erkenntnis der Plasmastruktur unternommen wurden, waren es, welche die Grundlagen für die modernen Anschauungen über die Struktur der Gele lieferten; umgekehrt muß es jetzt das Bestreben der Protoplasma-morphologie sein, sich immer mehr auf jene Grundlagen zu stützen, welche uns durch die Gesetze der Kolloidphysik gegeben erscheinen.

Unter den vielen Grunderscheinungen der Morphologie im allgemeinen und der Zytologie im besonderen, welche noch keiner wirklich kausalen Analyse unterzogen und bis jetzt nur in einer traditionellen Weise behandelt wurden, die sehr an die alten, eingewurzelten, vitalistischen Vorurteile erinnert, steht wohl an Interesse das Verhalten des Zellkerns, und zwar namentlich das jener Substanz, welche die Zellforscher als Chromatin bezeichnen, obenan. Es ist ja bekannt, daß diese Substanz seit A. Weismann von den meisten Biologen als Keimplasma d. h. also als materielle Trägerin der erblichen Charaktere angesprochen wird und daß man gegenwärtig auf das Verhalten derselben z. B.

die verschiedenen Erscheinungen der Erblichkeit einzelner Charaktere bei Hybriden, die Geschlechtsbestimmung usw. zurückführt.

Wie allbekannt, pflegt man das Chromatin als jene Substanz zu bezeichnen, aus der die Chromosomen entstehen, also jene eigentümlichen, zylindrischen oder rundlichen Körper, welche während der karyokinetischen Zellteilung in einer bestimmten Anzahl, als vollkommen individualisierte Einheiten an Stelle des Kernes treten und sich der Länge nach in zwei Hälften spalten; diese Hälften trennen sich voneinander und bilden zum Schlusse zwei Kerne, wobei sie sich derart umformen, daß es schließlich nicht mehr möglich ist, auch nur eine Spur von ihnen zu entdecken. Diese Bildungen treten bei jeder Zellteilung auf, und ihre Zahl ist in jeder Zelle einer bestimmten Tier- oder Pflanzenart gleich und konstant; besitzt zufällig einmal ein Kern abnormerweise eine abweichende Chromosomenzahl, so tritt in der folgenden Karyokinese gleichfalls wieder diese abnorme Zahl auf. Auf Grund dieser Tatsachen und der Arbeiten von Ed. van Beneden, C. Rabl und besonders von Th. Boveri hat sich die Meinung gebildet, daß diese Chromosomen wirkliche Individuen seien, die sich etwa gleich einer Amöbe durch Teilung vermehrten und daß sie im Kerne, zufolge eines der Aussendung von Pseudopodien vergleichbaren Vorganges, nicht erkennbar wären. Als Stütze dieser Hypothesen wurde dann angeführt, daß die einzelnen Chromosomen an konstanten Unterschieden in der Form und Größe erkennbar wären, so daß jetzt die sogenannte „Hypothese von der Individualität der Chromosomen“ fast als ein Dogma der Zellenlehre angesehen wird und als Grundlage für weitere noch viel phantastischere Theorien über die Vorgänge bei der Reifung der Geschlechtszellen dient.

Dieser ganze Gedankengang und die ungeheure Bedeutung, welche man den Chromosomen zuschreibt, haben bewirkt, daß man die Wirklichkeit und die offenkundigen Beziehungen, welche diese Erscheinungen zu solchen haben, die auch außerhalb des Organismus beobachtet werden können, gänzlich aus dem Auge verlor.

Dies ist es aber gerade, was den Gegenstand meiner Arbeiten über die kausale Morphologie

¹⁾ Aus dem Italienischen übersetzt von J. Matula (Wien).

der Zelle gebildet hat²⁾, d. h. eine objektive Analyse der Tatsachen zu geben, wie sie sich wirklich jedem darstellen, der sich die Grundsätze der physikalischen Chemie im allgemeinen und die der Kolloidchemie im besonderen gegenwärtig hält; ich habe dabei von jeder Erörterung oder hypothetischen Behandlung des Problems der chemischen Natur der in Frage stehenden Substanz abgesehen, sowie auch auf jede Bewertung der eventuellen Bedeutung des Chromatins bei den Erscheinungen der Vererbung verzichtet, da alles dies nicht die physikalische Erklärung der zu beobachtenden Erscheinungen betrifft.

Was sich nun hinsichtlich des Zellkerns wirklich beobachten läßt, ist, daß dieser unter gewöhnlichen Umständen einen, in jeder Zelle im allgemeinen in der Einzahl vorhandenen Tropfen darstellt, der im Zytoplasma suspendiert ist und gewöhnlich eine kugelförmige oder ellipsoide Form besitzt. In einigen Fällen jedoch kann die Oberflächenentwicklung zwischen den beiden nebeneinanderstehenden Phasen (in dieser Weise muß man objektiv diese Erscheinungen beschreiben) größer werden, so daß es zur Bildung mehr oder weniger gelappter Kerne oder zu einer fortschreitenden Zerteilung des ursprünglich in der Einzahl vorhandenen Kernes in zahlreiche kleinere Bläschen kommt. Es ist nun interessant festzustellen, daß diese Erscheinungen bei einer fortschreitenden Verstärkung schließlich zur vollständigen Auflösung des Kernes im Zytoplasma führen, wie sich dies an den Erythrozyten einiger Wirbeltiere und in analogen Fällen beobachten läßt. Es sei hier daran erinnert, daß die in genügend stabiler Weise mögliche Oberflächenentwicklung zwischen den beiden koexistierenden Phasen eines ternären Systems vom Typus: Wasser-Alkohol-Phenol, in dem Maße fortschreitend zunimmt, als durch die Erhöhung der Alkoholkonzentration die beiden Phasen ihrer vollständigen Identifizierung entgegengehen. Von diesem Gesichtspunkte aus kann man daher schließen, daß sich Kern und Zytoplasma wie die beiden nebeneinander bestehenden Phasen zweier, teilweise ineinander löslichen Flüssigkeiten verhalten³⁾.

Dies betrifft die äußere Form. Was jedoch die feineren Strukturen anlangt, welche an den fixierten und gefärbten Präparaten zu sehen sind, so gehört wohl nicht viel Skeptizismus dazu, den verschiedenen Bildern, welche ein kolloides System von unbekannter und vielleicht sehr komplizierter Zusammensetzung, das durch Säuren oder Schwermetallsalzen — die ja die Hauptbestandteile der sogen. histologischen Fixiermittel bilden — gefällt wurde, darbieten kann, keine allzugroße Bedeutung zuzusprechen. Viel glaubwürdiger sind die Beobachtungen am lebenden Objekt; leider liefern uns dieselben wegen der Vergänglichkeit und Undeutlichkeit der wenigen Dinge, welche sich beobachten lassen, nur spärliche und unsichere Daten. Das, was sich sagen läßt, ist, daß der Zellkern den Anblick eines nicht überall gleichmäßig homogenen Gels darbietet. In Hinsicht auf die Betrachtungen, welche man über den morphologischen Wert der verschiedenen Teile des Zellkerns anzustellen pflegt, ist es nun sehr interessant, daß alle derartigen Strukturen nur vorübergehendes Dasein haben, ganz in der Weise, wie die Wolken, die sich in instabilen, kolloiden Systemen bilden und wieder auflösen. Die ultramikroskopische Untersuchung des lebenden Kernes hat erwiesen, daß derselbe unter normalen Verhältnissen optisch leer ist, was übrigens im Hinblick auf das ultramikroskopische Verhalten der Emulsoide nicht unvorhergesehen war; es konnte aber auch weiter gezeigt werden, daß bei Behandlung mit sehr verdünnten Säuren und Alkalien im Kerne Submikronen auftreten und wieder verschwinden können; dies kann auch vor sich gehen, ohne daß dadurch die Lebensfähigkeit des Kernes zerstört wird.

Vom Standpunkte der morphologischen Zytologie aus, haben natürlich die Erscheinungen, welche der Kern während der Periode der Zellteilung zeigt, das größte Interesse. Wie ich schon früher erwähnt habe, existiert der Kern während dieser Periode nicht als solcher, sondern an seiner Stelle erscheinen zylindrische Bildungen, welche sich mit zahlreichen Farbstoffen der histologischen Technik stark färben, weshalb sie eben auch den Namen „Chromosomen“ erhielten. Auf dem Gebiete der Zellforschung ist viel darüber diskutiert worden, in welcher Art und Weise die Chromosomen aus dem Kern ihren Ursprung nehmen; jedoch ist darüber nur wenig mit Sicherheit bekannt, da die Bilder, welche Gegenstand der Diskussion sind, immer in hohem Grade durch die oben erwähnten präparativen Eingriffe beeinflusst sind und die Be-

²⁾ Siehe besonders P. Della Valle, La morfologia della cromatina dal punto di vista fisico. Archivio Zoologico Italiano 6, 37—325 (1912) mit zwei Tafeln, 75 Figuren und 9 Diagrammen.

³⁾ Vgl. P. Della Valle, La soluzione del nucleo nel citoplasma negli eritrociti delle larve di Salamandra maculosa. Boll. Soc. Naturalisti Napoli 25, 1—23 (1911).

beobachtung am lebenden Objekt fast zu keinem Ergebnisse führt. Es ist jedoch möglich, einiges indirekt zu erkennen, wenn man bedenkt, daß erstens die Chromosomen aus einem homogenen Kern ihren Ursprung nehmen; daß sie weiter in ihm in gleichförmiger Weise, aber vorzugsweise in seiner peripheren Region entstehen, daß ferner ihr Auftreten von dem Verschwinden des Kernes als solchen abhängt und daß sie vom Anfang an das Maximum der Oberflächenentwicklung darbieten, welches sie je erreichen. Diese Oberflächenentwicklung spricht sich in der relativ ganz bedeutenden anfänglichen Längsausdehnung und großen Unregelmäßigkeit der Form aus, weshalb man ja dieses Stadium als Spirem bezeichnet hat. Der Gesamteindruck dieses Stadiums erweist sich bei objektiver Analyse als durch die Wirkung zahlreicher feiner, vielfach und unregelmäßig verschlungener Bänder bedingt.

Die Erscheinung des Entstehens bestimmter Differenzierungen aus einem ursprünglich homogenen System ist, physikalisch gesprochen, nichts anderes als ein Fall von Entmischung; diese Art der Auffassung gibt uns auch vollkommen Rechenschaft über das gleichförmige Auftreten dieser Erscheinungen. Viel wichtiger ist die Grundtatsache, daß das Auftreten der Chromosomen eine Funktion des Verschwindens des Kernes als solchen ist, weil wir deshalb folgende Sätze aufstellen können.

1. Das Karyoplasma ist im Gleichgewicht mit dem Zytoplasma der Ruheperiode; es bildet aber mit dem Zytoplasma der Teilungsperiode einen homogenen Komplex.

2. Das Chromatin bildet während der Ruheperiode mit dem Karyoplasma eine einzige homogene Phase; es verhält sich aber während der Teilungsperiode gegenüber dem Karyoplasma als eine selbständige Phase.

3. Das Chromatin erscheint während der Teilungsperiode dem Zytoplasma gegenüber als eine selbständige Phase.

Daraus geht klar hervor, daß wir es aller Wahrscheinlichkeit nach mit einem System zu tun haben, das zum mindesten aus vier Komponenten zusammengesetzt ist, wie dies auch durch die Möglichkeit bewiesen wird, diese Erscheinungen mit irgend einem quaternären System formal vollkommen nachzuahmen, vorausgesetzt, daß die vier Komponenten A, B, C, D derart gewählt werden, daß ihre gegenseitigen Löslichkeitsverhältnisse folgende Bedingungen erfüllen:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|---------|----|---|-----|-----|-----------|---------|----|---|----|----|---|
| A | ist | löslich | in | B | und | nur | teilweise | löslich | in | C | u. | D | |
| B | " | " | " | A | u. | D | " | " | " | " | " | C | |
| C | " | " | " | D | " | " | " | " | " | " | A | u. | B |
| D | " | " | " | B | u. | C | " | " | " | " | " | A | |

Dies entspricht vollkommen den Annahmen, welche wir für die Mitose gemacht haben, wenn wir mit A das Chromatin, B das Karyoplasma, C das Zytoplasma und D die Ursache der Veränderung des Systems bezeichnen. Wenn wir z. B. für A Paraffin, B Xylol, C Wasser und D Alkohol nehmen, so können wir die beobachteten zytologischen Erscheinungen in folgender Weise nachahmen. Wir bringen einen Tropfen einer Lösung von Paraffin in Xylol in Wasser ein; der Tropfen wird deutlich bestehen und das Paraffin im Xylol gelöst bleiben; nun fügen wir fortschreitend Alkohol zum Wasser hinzu; das Xylol beginnt sich in der äußeren Phase zu lösen und das Paraffin kristallisiert, sobald seine Lösung die Sättigung erreicht hat, an der Oberfläche des Tropfens aus; dieser Vorgang ist also ganz analog der Entstehungsweise des Chromatins.

Was die ursprüngliche, unregelmäßige und schraubenartig gewundene Form der Chromosomen, sowie die Tatsache anlangt, daß ihre Länge gerade im Beginn ihrer Existenz ein Maximum hat, so erscheint dies auf den ersten Blick etwas wunderbar; diese Tatsachen erweisen sich jedoch als eine notwendige und keineswegs unvorherzusehende Folge der Entstehung der Chromosomen auf dem Wege einer fortschreitenden Assoziation höher disperser Teilchen, die sich vereinigen und miteinander verschmelzen, wie dies in ganz analoger Weise von O. Lehmann bei der Assoziation der fließenden Kristalle beobachtet worden ist.

Der Vergleich mit den Erscheinungen in der anorganischen Welt wirft auch neues Licht auf die physikalischen Eigenschaften der Chromosomen.

Was die Anzahl der Chromosomen anlangt, auf deren absoluter Konstanz sich, wie wir gesehen haben, die Hypothese von der Individualität der Chromosomen gründete, so konnte ich in einer früheren Arbeit⁴⁾ bei Anwendung günstigerer technischer Methoden und Durchsicht der gesamten früheren Literatur zeigen, daß man durchaus nicht von einer absoluten Konstanz sprechen kann, sondern nur von mehr oder weniger großen Schwankungen um einen

⁴⁾ P. Della Valle, L'organizzazione della cromatina, studiata mediante il numero dei cromosomi. Archivio Zoologico Ital. 4, 1—177 (1909).

bestimmten Mittelwert. In einer späteren Arbeit⁵⁾ gelang es mir, mit Hilfe der Untersuchung einiger Formen von abnormaler Zellteilung, zu zeigen, daß die Bildung von Chromosomen bei der typischen Mitose nichts anderes ist, als das Extrem einer kontinuierlichen Reihe, welche diese Erscheinung mit der einfachen Kernteilung durch Einschnürung verbindet; dazwischen liegen Formen, bei welchen die Zahl der Chromosomen immer größer wird, somit eine zunehmende Verminderung ihrer Größe Hand in Hand geht, bis es schließlich zu Formen kommt, in welchen nichts mehr als ein endonukleares Chromatinpulver beobachtet werden kann.

Die physikalische Erklärung dieser Erscheinung ergibt sich uns, wenn wir einerseits an die Gesetze denken, welche die Größe und die mittlere Anzahl der in der Volumseinheit einer Emulsion vorhandenen Tröpfchen regeln, andererseits an jene, welche die Zahl der Kristallisationskerne, die in einer Lösung unter bestimmten Bedingungen entstehen, bestimmen. Da uns gerade diese Erscheinungsgruppe besonders interessiert, so wird es gut sein, auf die bemerkenswerte Tatsache hinzuweisen, daß unter gleichen Bedingungen die Anzahl der Kristalle, die man in einem bestimmten Volum einer bestimmten Lösung erhält immer dieselbe ist und daß ferner auch diese Zahl direkt proportional dem Volumen der verwendeten Lösung ist; dies entspricht aber vollkommen den Fällen von abnormaler Zellteilung, welche wie schon erwähnt ganz besonders der Hypothese von der Individualität der Chromosomen zur Stütze dienen mußten. Die andere bemerkenswerte Erscheinung der Vermehrung der Anzahl der Kristallkerne und Verminderung der Kristallgröße bei zunehmend ungünstigen Bedingungen (z. B. raschere Verdampfung) entspricht vollkommen den Vorgängen bei der abnormalen Karyokinese.

Was die Größenunterschiede der Chromosomen untereinander anbetrifft und denen zufolge zahlreiche Autoren eine Erkennbarkeit der einzelnen Chromosomen in aufeinanderfolgenden Teilungsstadien behaupteten, so gestatten die mit den besten für so kleine Körper anwendbaren Meßbehelfen durchgeführten Bestimmungen wohl den Schluß, daß derartige Unterschiede tatsächlich existieren; die statistische Analyse der erhaltenen Zahlenwerte zeigt jedoch, daß diese Unterschiede, innerhalb der

Fehlergrenzen der Beobachtung sich nicht von jenen unterscheiden, welche man auf Grund der einfachen Wahrscheinlichkeitsrechnung erwarten würde. Der Vergleich mit den physikalischen Erscheinungen erweist sich immer als gültig; denn derartige Größenunterschiede finden sich auch unter den verschiedenen Tröpfchen einer Emulsion oder unter Kristallen, die sich gleichzeitig und unter identischen Bedingungen bilden; auch diese Unterschiede folgen genau den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Auch das häufig beobachtete Phänomen der Proportionalität der Größe der Chromosomen mit der Größe des Kerns, von der sie sich ableiten, findet seine logische Erklärung in den physikalischen Erscheinungen der Adsorption und namentlich in der bedeutenden Quellung, der die kolloiden Kristalle fähig sind.

Diese kolloiden Kristalle — und namentlich jene der Eiweißkörper — sind es, die unter den Körpern der nicht organisierten Natur, sowohl bezüglich ihrer chemischen Beschaffenheit als wegen ihrer physikalischen Eigenschaften, für uns von größtem Interesse sind.

Der Aggregatzustand der Chromosomen und dieser kolloiden Kristalle erweist sich als identisch; d. h. er entspricht dem der Gele mit denen sie wahrscheinlich die Struktur und überdies die regelmäßige molekulare Anordnung gemeinsam haben; selbst die Form ist häufig identisch, da die „Kristalloide“ (mit welchen Namen die Eiweißkristalle in den Organismen benannt werden, wo sie vornehmlich beobachtet werden) oft den Anblick langer, bandförmiger Gebilde, mit runden Enden darbieten, wie flüssige Kristalle, welche durch die Oberflächenspannung deformiert wurden⁶⁾. Identisch ist ferner sehr häufig die Eigenschaft, sich mit den in der mikroskopischen Technik verwendeten Farbstoffen intensiv zu färben, was auf einer einfachen Adsorptionserscheinung beruht, sowie die vielen Eiweißkristallen gemeinsamen optischen Eigenschaften der zweifelhaften oder sehr schwachen Anisotropie und der Opazität im ultravioletten Lichte; identisch ist schließlich bei beiden ihre geringe Fähigkeit der Kataphorese, soweit man darüber bei den experimentellen Schwierigkeiten,

⁵⁾ P. Della Valle, La continuità delle forme di divisione nucleare ed il valore morfologico dei cromosomi. Archivio Zoologico Ital. 5, 119—120 (1911).

⁶⁾ Dies ist auch die Form, jener im Zytoplasma sich vorfindenden Körper, die in letzter Zeit unter dem Namen „Mitochondrien“ eine gewisse Berühmtheit erlangt haben. Die Kontinuität dieser Körper von der Form der Chromosomen mit den Kristalloiden, deren Flächen, Kanten und Spitzen nicht von der Oberflächenspannung abgerundet sind, ist durch Uebergangsstadien erwiesen.

die sich der Untersuchung lebender Zellen entgegenstellen, etwas aussagen kann.

Die Erscheinungen, welche sich nun in den vorgeschrittenen Stadien der mitotischen Zellteilung beobachten lassen (wie das Verschwinden der anfänglichen, schraubenartigen Anordnung und die fortschreitende Verkürzung der Chromosomen) weisen aufs neue auf den flüssigen Aggregatzustand der Chromosomen und auf die engen Beziehungen hin, die die an ihnen und an anderen Kristalloiden beobachteten Vorgänge zu den Erscheinungen haben, welche die flüssigen Kristalle O. Lehmann's aufweisen; denn sie sind uns ein Zeichen der Tendenz zu einer regelmäßigeren inneren Anordnung und sie zeigen uns, wie die Oberflächenspannung wohl darnach trachtet, die Längsdimensionen zu vermindern, ohne aber eine Aenderung der Form zu bewirken. Messungen der aufeinanderfolgenden Stadien gestatten den Schluß, daß die Verkürzung der Chromosomen proportional ihrer Länge ist, wodurch indirekt die Identität und Homogenität aller Chromosomen einer Mitose bezeugt wird.

Die absolute Identität im Verhalten der Chromosomen und der Kristalloide macht auch nicht bei jener Erscheinung halt, die als der klarste Beweis für das selbständige Leben der Chromosomen angesehen wurde, das ist nämlich ihre Längsspaltung. Eine kritische Analyse zeigt tatsächlich, daß dieses Phänomen sich in nichts von der spontanen Spaltung unterscheidet, welche die Kristalloide infolge verschiedener Ursachen häufig erfahren, welche ganz ähnlich jenen sind, die wahrscheinlich bei der Längsspaltung der Chromosomen eine Rolle spielen. In einigen Fällen von langgestreckten Kristalloiden kann man auch eine fast vollkommen formale Ähnlichkeit zwischen den beiden Erscheinungen entdecken. Eine interessante Bestätigung der Auffassung, die Form der Chromosomen als eine Gleichgewichtsform eines flüssigen Körpers zu betrachten, ist die Tatsache, daß nach der Längsteilung, welche also bloß nur eine der drei

Dimensionen des Körpers auf die Hälfte reduziert, sich in der Folge eine Rückkehr zur ursprünglichen Form auf dem Wege einer weiteren Verkürzung auf die Hälfte nachweisen läßt.

Was das Verschwinden der Chromosomen anbelangt, so zeigt eine objektive Analyse, daß es viel angezeigt ist, statt von einem Ausstrecken von Pseudopodien, von einer fortschreitenden Aufquellung und schließlich Lösung zu sprechen; diese Erscheinung ist vollkommen identisch mit der Lösung eines zylindrischen Gelatinestückes in lauem Wasser, und zwar auch hinsichtlich der zunehmenden Verlangsamung des Phänomens.

Diese letztere Tatsache im Verein mit der geringen Diffusionsgeschwindigkeit des Chromatins (mit deren Hilfe es nicht unmöglich wäre, das „Molekulargewicht“ dieser Substanz zu bestimmen) könnte es begreiflich machen, wie in einigen Fällen, besonders wenn die beiden Karyokinesen durch eine unvollständige intermediäre Phase getrennt sind, die noch nicht verschwundenen Rückstände von Chromosomen, als Kristallisationskerne für neue Chromosomen wirken könnten, so daß auf diese Weise eine teilweise genetische Kontinuität „sui generis“ zwischen den Chromosomen aufeinanderfolgender mitotischer Teilungen verwirklicht wäre.

Wie man sieht, ist es das Ziel dieser Analyse, nur die Ursachen der formalen Erscheinungen im Kreislauf des Chromatins zu untersuchen; man kann den Vorgang nach dem Gesagten als einen Fall von zeitlicher Verminderung der Dispersität eines Emulsoids ansehen, welches die Fähigkeit besitzt zu kristallisieren. Was die letzte Ursache dieses Kreislaufes anbelangt, so muß dieser sicherlich chemischer Natur sein; wir sind aber bis jetzt noch nicht in der Lage zu entscheiden, welche der zahlreichen Möglichkeiten, die man zu diesem Zwecke annehmen kann und die bis jetzt gleich wahrscheinlich sind, den Vorzug vor den anderen hat.

*Aus dem Institut für vergleichende Anatomie
der Kgl. Universität in Neapel.*

Ueber Gallerten.

Von R. Zsigmondy und W. Bachmann (Göttingen). (Eing. am 27. Dez. 1912)

In seinen gleichbetitelten Ausführungen¹⁾ gegen unsere in Koll.-Zeitschr. 11, 145 (1912) erschienene Abhandlung „Ueber Gallerten“ be-

kundet Herr P. P. von Weimarn die Ansicht, daß „unsere Untersuchungen eine Wiederholung seiner eigenen Beobachtungen nur an anderen Lösungen“ darstellten. Von einer Wiederholung in diesem Sinne könnte natürlich nur

¹⁾ Koll.-Zeitschr. 11, 239 (1912).