

## Sitzung vom 26. Mai 1893.

Vorsitzender: Herr SCHWENDENER.

Zum ordentlichen Mitglied wird proclamirt Herr:

**Alfred Schober**, Dr., in Kreuzburg.

## Mittheilungen.

### **31. E. Zacharias: Ueber die chemische Beschaffenheit von Cytoplasma und Zellkern.**

Eingegangen am 29. April 1893.

Seit meiner letzten Publication über den in der Ueberschrift bezeichneten Gegenstand ist eine Reihe von makrochemischen Untersuchungen erschienen, welche sich auf die Stoffe des protoplasmatischen Zellinhaltes beziehen. Es soll im Folgenden untersucht werden, inwiefern sich die Ergebnisse dieser Untersuchungen für die Beurtheilung der chemischen Beschaffenheit der Formbestandtheile des Zellinhaltes verwerten lassen.

KOSSEL<sup>1)</sup> bezeichnet als die „primären“ Bestandtheile der Zelle 1. die Eiweisskörper, 2. die Lecithine, 3. die Cholesterine, 4. die anorganischen Stoffe.

Aus der Gruppe der Eiweissstoffe sind Globuline, Vitelline, Plastin, und Nucleïne wahrscheinlich stets in der Zelle vertreten. Die Vertheilung und Beschaffenheit der Nucleïne und Plastine wird in der vorliegenden Mittheilung vorwiegend berücksichtigt werden, während die Abhandlung der Lecithine und Cholesterine einer späteren Mittheilung vorbehalten bleibt.

1) Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers von P. SCHIEFFERDECKER und A. KOSSEL. 1. Abthlg. p. 51.

Aus der Klasse der Nucleinkörper gehört die aus den Spermatozoen des Rheinlachs zuerst durch MIESCHER<sup>1)</sup> dargestellte Nucleinsäure zu den am genauesten untersuchten. Die Hauptmasse der Spermatozoenköpfe des Lachs (der von MIESCHER als Hülle bezeichnete Theil) besteht aus einer Verbindung von Protamin mit Nucleinsäure<sup>2)</sup>. Das mikrochemische Verhalten dieser „Hüllen“ habe ich neuerdings eingehender geprüft und mit demjenigen der Chromatinkörper<sup>3)</sup> von Zellkernen verglichen. Dabei wurden am reifen, frisch vom lebenden Fisch gewonnenen Sperma folgende Reactionen beobachtet:

Auf Zusatz von Salzsäure (0,3 pCt.) wurden die Schwänze und Mittelstücke unkenntlich, während die Hüllen der Köpfe sofort stark schrumpften und ein glänzendes, scharf umschriebenes Aussehen erhielten. Dasselbe Aussehen zeigten die Köpfe, nachdem durch Alkohol und Aether vollständig erschöpftes Sperma der Einwirkung einer Salzsäure ausgesetzt worden war, welche auf 100 Vol. Wasser  $1\frac{1}{2}$  Vol. reine concentrirte Salzsäure enthielt. Nachdem die Säure bei Zimmertemperatur einige Stunden eingewirkt hatte, wurde abfiltrirt, und nun konnte im Filtrat durch Platinchlorid Protamin nachgewiesen werden<sup>4)</sup>. Wird das mit 0,3 pCt. Salzsäure und darauf mit Alkohol behandelte Sperma in ein Gemisch von Methylenblau und Fuchsin<sup>5)</sup> eingetragen, so färbt sich eine zwischen den dichten Haufen der Köpfe belegene Masse (wahrscheinlich aus den Schwänzen und Mittelstücken der Spermatozoen im Wesentlichen hervorgegangen) sofort intensiv roth, während die Kopfhüllen zunächst farblos bleiben, um dann nach und nach intensiv blau zu werden.

Concentrirte Essigsäure wirkt ähnlich wie verdünnte Salzsäure, erhält aber die Gestalt der Kopfhülle minder gut als die Salzsäure. Der ganze Kopf der Samenfäden wird in concentrirter Essigsäure zu einem glänzenden, etwas vacuolig aussehenden Körper.

Kochsalzlösung (10 pCt.) lässt die Köpfe zu sehr blassen Kugeln aufquellen, welche schliesslich nur noch mit Schwierigkeit wahrzunehmen sind.

1) Die Spermatozoen einiger Wirbelthiere. Verhandl. der naturforschenden Gesellschaft in Basel. VI. Heft. 1874.

2) Fragments physiologiques sur le saumon du Rhin. Archives des Sciences physiques et naturelles. 3. période. T. XXVIII. No. 12. 15. déc. 1892. Genève.

3) Zu diesen sind die Nucleolen nicht zu zählen.

4) Vergl. MIESCHER, l. c. p. 17.

5) E. ZACHARIAS. Ueber Chromatophilie. Diese Berichte, Heft 3. Leider ist mir eine die Chromatophilie betreffende Arbeit von KRASSER (Ueber die Structur des ruhenden Zellkernes. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Mathem. Naturw. Cl. Bd. CI. Abth. I., Mai 1892) erst nachträglich bekannt geworden, so dass ich dieselbe in meiner Mittheilung nicht berücksichtigen konnte.

Nach 14 stündiger Einwirkung von Salzsäure (0,3 pCt.) auf frisches Sperma zeigten die homogen und glänzend aussehenden Hüllen der Köpfe folgende Reactionen: Kochsalzlösung (10 pCt.) bewirkte starke Quellung. Die Hüllen wurden zu homogenen, äusserst blassen Gebilden, welche nach 24 stündiger Dauer der Kochsalzwirkung keine weitere Veränderung zeigten. Auf Zusatz von Salzsäure (0,3 pCt.) ging die Quellung zurück, und die Hüllen nahmen wieder ihr früheres glänzendes, scharf umschriebenes Aussehen an. Auch Sodalösung ( $\frac{1}{2}$  pCt.) liess die Hüllen rasch zu blassen, schwer erkennbaren Kugeln aufquellen. (Vor dem Zusatz der Sodalösung war die verdünnte Salzsäure durch Auswaschen mit Wasser entfernt worden). Nach 24 stündiger Einwirkung der Sodalösung wurde diese wieder durch 0,3 pCt. Salzsäure verdrängt. Die Quellung ging nun zurück, doch zeigten sich die Köpfe etwas deformirt, zum Theil mit, zum Theil ohne Glanz erschienen sie substanzärmer als nicht mit Sodalösung behandelte Köpfe nach Einwirkung von 0,3 pCt. Salzsäure.

In 1 pCt. Lösung  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  quollen die Hüllen sofort, blieben jedoch als sehr blasse Körper auch nach 24 stündiger Behandlung mit dem Reagens sichtbar (vor Zusatz des letzteren wurde die Salzsäure durch Auswaschen mit Wasser entfernt). Zusatz von 0,3 pCt. Salzsäure liess die Quellung sofort zurückgehen. Die Hüllen erlangten meist wieder ihr glänzendes Aussehen. Concentrirtere Salzsäure (4 Vol. reine concentrirte Salzsäure auf 3 Vol. Wasser) liess die Hüllen rasch verblasen, während zwischen den Köpfen glänzende Körnchen sichtbar wurden. Nach einiger Zeit waren die Hüllen nicht mehr zu erkennen.

Zu einem Verdauungsversuche wurde Sperma verwendet, welches frisch in absoluten Alkohol eingetragen und drei Tage darin aufbewahrt worden war. Der Alkohol wurde zwischen Fliesspapier abgepresst, worauf das Sperma einer 20 stündigen Einwirkung von künstlichem Magensaft bei 30—32° C. ausgesetzt wurde. Die Hüllen der Köpfe hatten nunmehr dasselbe Aussehen erhalten wie nach der Einwirkung von 0,3 pCt. Salzsäure auf frisches Material.

Auf Zusatz von concentrirterer Salzsäure (4 Vol. reine concentrirte auf 3 Vol. Wasser) verblassten die Hüllen langsam und verschwanden, während zwischen den Köpfen eine körnige glänzende Substanz sichtbar wurde. Die mit Magensaft behandelten Hüllen quollen nach dem Auswaschen mit Wasser in 0,5 pCt. Sodalösung sofort stark, in 10 pCt. Kochsalzlösung nur wenig. Nach 24 stündiger Einwirkung war in beiden Lösungen keine weitere Veränderung zu bemerken, und auf Zusatz von 0,3 pCt. Salzsäure gingen die Quellungen sofort vollständig zurück.

Das mit künstlichem Magensaft behandelte Material zeigte, nachdem es 24 Stunden in absolutem Alkohol gelegen hatte, folgendes

Verhalten: Bei der Untersuchung in Alkohol schien dasselbe lediglich aus den Hüllen der Köpfe zu bestehen, Schwänze waren wenigstens nicht wahrzunehmen. Auf Zusatz von Salzsäure (4 : 3) verblassten die Hüllen langsam bis zum Verschwinden. Das Präparat wurde nun 24 Stunden lang derartig aufbewahrt, dass die Salzsäure sich nicht durch Anziehen von Wasser verdünnen konnte. Darauf liess die mikroskopische Untersuchung nur noch undeutliche, formlose Massen erkennen, in welchen auch nach dem Auswaschen mit 0,3 pCt. Salzsäure keine Spur der Hüllen mehr aufzufinden war. Verdünnte Kalilauge (etwa  $\frac{1}{2}$  pCt.) veranlasste sofortige starke Quellung der Hüllen. Wusch man nun rasch mit 0,3 pCt. Salzsäure aus, so ging die Quellung zurück, die Hüllen nahmen ihre frühere Gestalt wieder an. Hatte man jedoch 4 bis 5 pCt. Kalilauge angewendet, so verschwanden die Hüllen alsbald, und wusch man nun rasch mit 0,3 pCt. Salzsäure aus, so wurden zwar glänzende Massen ausgefällt, in diesen war aber die Gestalt der Hüllen nicht zu erkennen. Nach 24 stündiger Einwirkung von Kalilauge (etwa  $\frac{1}{2}$  pCt.) sah man auf dem Objectträger dort, wo sich die Spermamasse befunden hatte, makroskopisch nur noch eine ganz leichte Trübung, mikroskopisch kleine Körnchen. Durch Behandlung mit absolutem Alkohol liess sich von den Hüllen nichts wieder sichtbar machen. In Sodalösungen von  $\frac{1}{2}$  pCt. und 1 pCt. quollen die Hüllen sofort stark und erschienen nach 24 Stunden nicht weiter verändert. Auswaschen mit Salzsäure 0,3 pCt. hob darauf die Quellung alsbald wieder auf. Kochsalzlösung von 10 pCt. verursachte nur geringe Quellung der Hüllen, welche auch nach 24 stündiger Einwirkung der Lösung keine Steigerung erfuhr und dann auf Zusatz von 0,3 pCt. Salzsäure sofort wieder zurückging.

Aus der nach Einwirkung von verdünnter Salzsäure in den Hüllen zurückbleibenden glänzenden Substanz erhält man durch Lösen mit Natronlauge und Ausfällen mit Salzsäure Nucleinsäure. Dieses Präparat stimmt mit der glänzenden Substanz darin überein, dass es in verdünnter Salzsäure unlöslich, in concentrirterer Salzsäure und in kaustischen Alkalien löslich ist. Frisch gefällte Nucleinsäure ist aber leicht löslich in Soda und  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ -Lösungen, während die „glänzende Substanz“ darin nur quillt. Doch hebt längeres Stehen der Nucleinsäure-Niederschläge deren Löslichkeit in Soda und  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  gleichfalls auf. Welcher Art die etwaigen chemischen Veränderungen sind, welche beim Lösen des Salzsäurerestes der Spermatozoen mit Natronlauge und Wiederausfällen als Nucleinsäure erfolgen, lässt sich nicht sagen.

Nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure oder Verdauungsflüssigkeit lassen sich in den chromatischen Gerüsten der Zellkerne glänzende Massen nachweisen, welche sich in ihren Reactionen an die glänzende Substanz der Kopfhüllen des Lachssperma anschliessen.

Diese Massen habe ich in meinen früheren Publicationen als Nuclein oder Kernnuclein bezeichnet. Um einen genauen Vergleich der Reactionen dieses Kernnucleins mit der glänzenden Substanz der Lachspermatozoen zu ermöglichen, war eine Vervollständigung meiner früheren Untersuchungen nöthig. Als Untersuchungsobject benutzte ich, wie schon früher, die zu derartigen Untersuchungen besonders geeigneten Wurzeln von *Phajus*. Sämmtliche Reactionen wurden an Schnitten aus der Wurzelrinde ausgeführt, welche zunächst 48 Stunden in absolutem Alkohol gelegen hatten, darauf 24 Stunden bei 30 bis 32° C. der Einwirkung von Verdauungsflüssigkeit ausgesetzt und endlich wieder in absoluten Alkohol eingelegt worden waren. Durch ein Gemisch von Methylenblau und Fuchsin s wurde zuerst der Plasmarest roth gefärbt, während die Chromatinkörper<sup>1)</sup> der Kerne noch farblos blieben, um dann sehr bald eine intensiv blaue Färbung anzunehmen.

In Salzsäure von 0,3 pCt. erschienen die Chromatinkörper glänzend scharf umschrieben, das Zellplasma blass und ohne Glanz. Liess man nun zu dem in verdünnter Salzsäure liegenden Präparat concentrirtere Salzsäure (4:3) hinzutreten, so verloren die Chromatinkörper ihren Glanz und verschwanden langsam, während ein bis zwei blasse, glanzlose Körper, Nucleolarreste, kenntlich wurden. Dann trat das Zellplasma schärfer hervor und nach einiger Zeit wurde im Kern ein zartes Gerüstwerk sichtbar. Verdrängte man die concentrirtere Säure wieder durch die verdünntere, so wurden die Chromatinkörper nicht wieder sichtbar. Nach Auswaschen des Präparates mit Alkohol und Zusatz von Methylenblau - Fuchsin s färbten sich Zellplasma und Kernrest sofort roth. In letzterem erkannte man die Nucleolen und ein zartes Netzwerk; von Chromatinkörpern war nichts zu bemerken. Nach längerer Einwirkung von Salzsäure (4:3) erhält man entsprechende Resultate. Ein Schnitt wurde auf 24 Stunden in die Säure eingelegt und darauf in derselben untersucht. Kern und Zellplasma waren sehr substanzarm geworden, aber ungequollen und von annähernd gleichartigem Aussehen. Im Kern erkannte man die Nucleolarreste und ein zartes Gerüst. Nach dem Auswaschen mit Salzsäure von 0,3 pCt. trat keine Spur der glänzenden Chromatinkörper wieder hervor, im Gegentheil verlor das ganze Bild an Schärfe, namentlich in den Nucleolarresten. Nachdem das Präparat 24 Stunden in der verdünnten Säure gelegen hatte, war keine weitere Veränderung eingetreten. Der Schnitt wurde nun in Wasser vollständig ausgewaschen und darauf mit absolutem Alkohol behandelt. Nach darauf folgender

1) Es sollen hier bei der Beschreibung des Verhaltens der Kerne von *Phajus* gegen Reagentien unter der Bezeichnung „Chromatinkörper“ die nach der Verdauung ungelöst gebliebenen Reste dieser Körper verstanden werden.

zweistündiger Einwirkung von Methylenblau-Fuchsin s und successiver Uebertragung in Alkohol, Xylol und Canadabalsam waren Zellplasma und Kernrest roth gefärbt, am intensivsten die Nucleolarreste. Auch die Wände der Parenchymzellen waren roth, während die Gefässwände intensiv blaue Färbung erhalten hatten.

Kalilauge (etwa  $\frac{1}{2}$  pCt., dieselbe Lösung, welche für das Lachsperma verwendet worden war) liess Kern und Plasma rasch verquellen, dabei verschwanden die Nucleolarreste später als die übrigen Bestandtheile des Kernes. Wusch man nach kurzer Zeit mit Salzsäure von 0,3 pCt. aus, so trat vom Kern nichts wieder zu Tage. Nach der Färbung mit Methylenblau-Fuchsin s sah man hie und da noch in den Zellen rothgefärbte Massen, welche ihrer Gestalt nach für Reste von Zellplasma zu halten waren. Nach 24 stündigem Verweilen eines Schnittes in der Kalilauge und darauf folgendem Auswaschen mit 0,3 pCt. Salzsäure war überhaupt kein Zellinhalt durch Färbung mehr nachzuweisen.

In Sodalösung von  $\frac{1}{2}$  pCt. verquollen die Chromatinkörper, während die Nucleolarreste, eine zarte, die quellenden Chromatinkörper umgebende Substanz sowie das Zellplasma scharf hervortraten. Nach einiger Zeit erkannte man im Kern nur noch die Nucleolarreste. Endlich verschwanden und verblassten auch diese, das Plasma blieb als zarte, faltige Haut kenntlich. Wurde nun mit 0,3 pCt. Salzsäure ausgewaschen, so traten stark verkleinerte Chromatinkörper mit lebhaftem Glanze wieder hervor, welche nach Auswaschen des Präparates mit Alkohol in Methylenblau-Fuchsin s intensiv blau wurden, während sich das Plasma roth färbte.

Nach 24 stündiger Einwirkung von 1 pCt. Sodalösung waren nur hier und da noch Plasmareste zu erkennen und nach dem Auswaschen mit 0,3 pCt. Salzsäure wurde vom Kern nichts wieder sichtbar. Es wurde nun mit Alkohol ausgewaschen und in Methylenblau-Fuchsin s gefärbt, worauf sich in allen Zellen rothgefärbte Plasmareste zeigten, während sich vom Kern nichts wahrnehmen liess. Es ist jedoch möglich, dass sich in den rothen Plasmaresten gleichartig gefärbte Kernreste der Beobachtung entzogen haben. Erfolgte das Auswaschen der Sodalösung durch verdünnte Salzsäure nach kürzerer Einwirkung der ersteren, so zeigten sich nach der Färbung noch Kerne mit grösseren oder kleineren Massen intensiv blau gefärbter Chromatinkörper. Die Nucleolarreste färbten sich hell röthlich.

Kochsalzlösung von 10 pCt. veranlasste ein Quellen der Chromatinkörper, während Plasma und Nucleolen nicht quollen. Zwischen den gequollenen Chromatinkörpern sah man nichtgequollene, ziemlich stark lichtbrechende Substanz, welche zum Theil zarte Hüllen um die gequollenen Chromatinkörper bildete. Nach 24 stündiger Einwirkung

der Kochsalzlösung war das Bild unverändert. Auf Zusatz von 0,3 pCt. Salzsäure ging die Quellung der Chromatinkörper sofort zurück.

Destillirtes Wasser bewirkte selbst nach 24stündiger Einwirkung keine merkliche Quellung der Chromatinkörper.

Die Verdauungsreste der Chromatinkörper der Zellkerne stimmen demnach in ihrem Verhalten gegen Reagentien mit den Verdauungsresten der Kopfhüllen der Lachsspermatozoen überein, abgesehen von dem Verhalten gegen Sodalösungen von der angegebenen Concentration. In diesen lösen sich die Chromatinkörperreste der Zellkerne ebenso auf, wie die aus der Kopfhülle der Spermatozoen frisch bereitete Nucleinsäure. Nach längerem Stehen werden jedoch, wie schon erwähnt, die Nucleinsäure - Niederschläge unlöslich in Sodalösung. Aus den Verdauungsresten der Eiterkerne konnte MIESCHER<sup>1)</sup> eine Substanz erhalten, welche in Soda, kaustischen Alkalien, concentrirter Salzsäure löslich, in verdünnter Salzsäure und Wasser nicht quellbar und unlöslich war. Diese von MIESCHER als lösliches Nuclein bezeichnete Substanz stimmt also in ihren Reactionen mit den Verdauungsresten der Chromatinkörper überein.

Nach neuerer Auffassung von KOSSEL<sup>2)</sup> stellt das Chromatin der Zellkerne im frischen Zustande „im wesentlichen Verbindungen der Nucleinsäure<sup>3)</sup> mit mehr oder weniger Eiweiss, zum Theil auch wohl freie Nucleinsäure dar. Je geringer der Eiweissgehalt dieser Verbindungen ist, um so mehr nähern sich ihre Eigenschaften denen der reinen Nucleinsäure, und wir dürfen annehmen, dass der Eiweissgehalt im Chromatin desselben Zellkernes je nach den physiologischen Zuständen ein wechselnder sein kann.“ Es ist wahrscheinlich, dass bei der Verdauung aus den Chromatinkörpern Eiweiss abgespalten wird. Dafür, dass durch die Verdauungsflüssigkeit aus den Chromatinkörpern etwas herausgelöst wird, spricht eine vergleichende Betrachtung verdauter und nicht verdauter Zellkerne.<sup>4)</sup> Jedenfalls wird, wie es das mehrfach beschriebene differente Verhalten der Chromatinkörper gegen Reagentien vor und nach der Behandlung mit künstlichem Magensaft beweist, die Beschaffenheit dieser Körper durch die Verdauungsflüssigkeit in bestimmter Weise verändert. Daraus, dass die Verdauungsreste der Chromatinkörper in ihren Reactionen mit bestimmten Nucleinsäure-

1) Ueber die chemische Zusammensetzung der Eiterzellen (HOPPE-SEYLER, Med.-chem. Untersuchungen, 4. Heft. 1871).

2) KOSSEL, Ueber die Nucleinsäure (Verhandl. der Physiolog. Gesellsch. zu Berlin, 21. Oct. 1892).

3) Vergl. ALTMANN, Ueber Nucleinsäuren (Arch. f. Physiologie 1889, p. 524) und MALFATTI, Zur Chemie des Zellkerns (Berichte des naturw.-med. Vereins in Innsbruck, XX. Jahrg. 1891/92. S. A. p. XII).

4) Vergl. E. ZACHARIAS, Ueber den Zellkern (Bot. Ztg. 1882, p. 656.) — KOSSEL und SCHIEFFERDECKER l. c. p. 55. KOSSEL, Ueber die chem. Zusammensetzung der Zelle (Verhandl. der Physiolog. Gesellsch. zu Berlin, 6. Febr. 1890).

präparaten übereinstimmen, ist jedoch noch nicht ohne Weiteres auf chemische Identität zu schliessen, da auch Eiweiss-Verbindungen der Nucleinsäure die nämlichen Reactionen wie der „freien“ Nucleinsäure zukommen könnten, und ferner auch phosphorärmere Derivate der Nucleinsäure die Reactionen derselben zeigen.<sup>1)</sup> Ueberhaupt ist noch nicht genügend festgestellt, in wie weit das für die Nucleinsäure des Lachses geschilderte mikrochemische Verhalten in der Gruppe der Nuclein-Substanzen verbreitet ist. Im Folgenden werde ich, wie in meinen bisherigen Mittheilungen, den durch die angeführten Reactionen charakterisirten und von anderen Theilen des Zellinhaltes unterschiedenen Verdauungsrest der Chromatinkörper als Nuclein oder Kernnuclein bezeichnen.

Ausser dem Kernnuclein bleiben nach der Behandlung mit Verdauungsflüssigkeit im Kern und Zellprotoplasma Substanzen ungelöst zurück, welche ich unter dem Namen Plastin zusammengefasst habe. Es sind diejenigen Substanzen, welche sich mikrochemisch am schärfsten durch ihr Verhalten gegen Salzsäure (4:3) und Kochsalzlösung (10 pCt.) von dem Kernnuclein unterscheiden lassen. Aus der hier und a. a. O. von mir ausführlicher geschilderten Art der Einwirkung verschiedener Reagentien auf die Verdauungsreste der Zellinhalte geht übrigens hervor, dass die unter dem Namen Plastin zusammengefassten Substanzen einer Zelle unter sich gewisse Verschiedenheiten darbieten können, auf welche hier jedoch nicht näher eingegangen werden soll.

Beziehungen der Plastinkörper zu den aus Hefe dargestellten Nucleinpräparaten will MALFATTI<sup>2)</sup> ermittelt haben. Von KOSSEL und anderen ist bekanntlich aus der Hefe Nuclein dargestellt worden, welches auf Grund makrochemischer Untersuchungen dem Nuclein der Zellkerne an die Seite gestellt worden ist. Aus welchen Theilen der Zelle das Hefenuclein stammt, ist zweifelhaft. Von KRASSER<sup>3)</sup> ist neuerdings die Frage eingehender behandelt worden. Ob der von verschiedenen Autoren in der Hefezelle beobachtete färbbare, kernähnliche Körper als Kern zu deuten ist oder nicht, soll hier nicht erörtert werden. Jedenfalls sind Substanzen mit Kernnucleinreactionen in ihm bisher nicht nachgewiesen worden. Dementsprechend konnte ich bei neuerdings vorgenommenen Färbungs-Versuchen auch keine kyanophile Substanz in den „Kernen“ der Bierhefe entdecken. Frisch aus der Brauerei bezogene Bierhefe wurde in absoluten Alkohol eingetragen und gelangte sodann nach mehreren Wochen auf 24 Stunden in 0,3 pCt.

1) MIESCHER, Spermatozoen l. c. p. 36.

2) l. c. LÖW (Ueber die physiolog. Function der Calcium- und Magnesium-Salze im Pflanzenorganismus. Flora 1892, Heft 3, p. 385) fasst das Plastin als eine polymere Modification des Nucleins auf.

3) Ueber den „Zellkern“ der Hefe (Oesterreichisch - botanische Zeitschr. 1893) Hier ist auch die Litteratur nachzusehen.



Salzsäure. In Methylenblau-Fuchsin *s* färbte sich nun der ganze Zellinhalt roth, und zwar vielfach so intensiv, dass in ihm keine Einzelheiten wahrzunehmen waren. In vielen Zellen aber konnte je ein zellkernähnlicher, nicht homogener Körper erkannt werden. Möglich wäre es, dass sich in Folge der Intensität der Färbung eine in sehr geringer Menge vorhandene blaue Substanz der Beobachtung entzogen hätte. Indessen zeigte dieselbe Bierhefe ungefärbt in der verdünnten Salzsäure untersucht keinen mit glänzenden Nucleinkörpern versehenen Kern. Sehr deutliche Präparate ergab eine aus Presshefe erzeugene Sprosshefe, welche frisch mit Verdauungsflüssigkeit behandelt und darauf längere Zeit in Aether-Alkohol aufbewahrt worden war. In Methylenblau-Fuchsin *s* nahm der kernähnliche, nicht homogene Inhaltskörper sofort rothe Färbung an, während das Zellprotoplasma sich nur sehr wenig färbte. Ausser dem „Zellkern“ enthält die Bierhefe Körnchen verschiedener Grösse und Beschaffenheit. An diesen hatte ich früher<sup>1)</sup> (in Sprosshefe, welche in Zuckerlösung aus Presshefe erzeugt war) Nucleinreactionen nicht auffinden können.<sup>2)</sup> KRASSER kann dieses Resultat im Wesentlichen bestätigen, bemerkt jedoch, dass ihm auch Bierhefen mit Körnern, welche Nucleinreactionen zeigten, vorgekommen sind. In der Regel scheint jedoch nach KRASSER das Nuclein diffus im Zellinhalt vertheilt zu sein.

Aus Bierhefe ist von ALTMANN Nucleinsäure dargestellt worden. Möglich ist es, dass dieses Präparat aus Körnchen mit Nucleinreactionen herstammte, wie sie KRASSER in gewissen Bierhefen fand. Da es aber fraglich ist, in wie weit solche Körner in den Bierhefen verbreitet sind, und in wie weit ihre Menge der Ausbeute an Nucleinsäure aus Bierhefe entspricht, auch das Vorkommen von Nucleinsäure im Zellinhalt in diffuser Vertheilung nicht nachgewiesen ist, so kann man es auch für möglich halten, dass die Nucleinsäure bei den mit ihrer Darstellung verbundenen Manipulationen aus dem Platin des Zellinhaltes gewonnen wurde.

In Presshefe konnte ich früher unregelmässig gestaltete Körper mit Nucleinreactionen nachweisen. Neuerdings prüfte ich die Einwirkung des Methylenblau-Fuchsin *s*-Gemisches auf Presshefezellen, welche frisch mit Verdauungsflüssigkeit behandelt und darauf in Aether-Alkohol aufbewahrt worden waren. Der ganze körnerreiche Zellinhalt färbte sich roth. In wie weit die Färbung an den Körnern oder zwischenliegenden Plasmatheilen haftete, war nicht zu entscheiden. Meist war

1) Beiträge zur Kenntniss des Zellkerns und der Sexualzellen. Botan. Ztg. 1887, p. 299.

2) Auch HIERONYMUS (Ueber die Organisation der Hefezellen. Berichte der deutschen Bot. Gesellsch. 1893, Heft 2, p. 182) stellte an Körnern von aus Presshefe erzeugenen Sprossverbänden keine Nucleinreactionen fest. Die sonderbaren Angaben des Autors über den Bau der Hefezelle berühren die hier behandelten Fragen nicht.

ein grösserer, kernähnlicher, mehr oder weniger abgerundeter Körper sichtbar, welcher jedoch meist nicht stärker gefärbt war als der sonstige Zellinhalt. Ob dieser Körper mit denjenigen Körpern identisch ist, welche sich gegen bestimmte Reagentien wie die Nucleinkörper der Zellkerne verhalten, steht nicht fest, jedenfalls verhielt er sich gegen das angewendete Farbstoffgemisch anders als die letzteren. Ich habe (l. c.) die Vermuthung ausgesprochen, dass die unregelmässig gestalteten Körper mit Nucleinreactionen, welche ich in den Presshefezellen auffand, aus zellkernähnlichen Gebilden, wie ich sie in den Sprosshefezellen nachgewiesen hatte, unter Zunahme des Nucleingehaltes<sup>1)</sup> hervorgegangen seien. KRASSER bezweifelt mit Grund die Berechtigung dieser Vermuthung.

Auch für die aus Presshefe dargestellten Nucleinpräparate ist es, wenn man die Art der Darstellung dieser Präparate in Betracht zieht, sehr wohl möglich, dass sie zum Theil aus den mit Nucleinreactionen begabten Körpern, zum Theil aus dem Plastin des Zellinhaltes hervorgegangen sind.

MALFATTI konnte aus Hefenuclein eine Reihe von Körpern herstellen, welche er als plastinähnliche bezeichnet. Desgleichen konnten derartige Körper aus einer nach dem Vorgange von LIEBERMANN<sup>2)</sup> aus Metaphosphorsäure und Eiweiss hergestellten Substanz erhalten werden. Mit diesen plastinähnlichen Körpern vergleicht MALFATTI das Plastin des Zellkernes<sup>3)</sup>, welches er auf Grundlage der Untersuchungen MIESCHER's über die Eiterkerne zu den Nucleinkörpern (unlösliches Nuclein MIESCHER's) zählt.

MALFATTI behandelte Hefenuclein mit 3 pCt. Natronlauge, verdünnte die Lösung mit Wasser und fällte dann fractionirt mit Essigsäure. Jede folgende Fällung zeigte einen höheren P-Gehalt als die vorhergehende und bedurfte grösserer Mengen von Säuren zu ihrer Fällung. War durch Essigsäure keine Ausscheidung mehr zu erreichen, so brachte Salzsäure in der sauren Flüssigkeit einen Niederschlag hervor. Dieses ist nach MALFATTI die Nucleinsäure von ALTMANN. Die P-reicheren Essigsäure-Fällungen unterscheiden sich nur sehr wenig

---

1) Ein geringer, mit unseren Mitteln nicht nachweisbarer Nucleingehalt der Sprosshefe-, Kerne“ ist nicht unmöglich.

2) Centralblatt f. d. med. Wissensch. 1889. — Archiv f. d. gesammte Physiologie 47. — Berichte d. deutschen chem. Gesellsch. 21. — Vergl. auch POHL, Zeitschr. f. physiolog. Chemie XIII, p. 294.

3) Irrthümlich bemerkt MALFATTI, dass man den Kern durch Pepsin-Salzsäure vom übrigen Zelleib trennen könne, letzterer löse sich in dem Verdauungsgemisch auf. In allen genauer untersuchten Fällen enthält jedoch das Zellprotoplasma im Verdauungsgemisch unlösliches Plastin. Auch bei VAN TIEGHEM (Traité de Botanique, 2. Aufl. 1891, p. 485) findet sich die unrichtige Angabe, dass Pepsin-Salzsäure das Zellprotoplasma leicht verdaue.

von der eigentlichen Nucleinsäure, dem P-reichsten Körper. „Sie sind in verdünntester Ammoniakflüssigkeit mit saurer Reaction löslich, die Lösung wird durch Essigsäure nur bei Anwendung eines grossen Ueberschusses gefällt, und eine solche essigsäure Lösung ist im Stande, sowohl Eiweisslösungen als auch die Lösung der P-ärmeren Glieder der besprochenen Körperreihe unter Bildung von Nucleinen zu fällen, ganz so wie die Nucleinsäure selbst.“<sup>1)</sup> Auch zwischen den P-reicheren und P-ärmeren Essigsäure-Fällungen findet sich dann kein wesentlicher Unterschied der Eigenschaften. Jeder dieser Körper lässt sich durch Behandlung mit 3 pCt. Kalilauge und fractionirtes Fällen mit Essigsäure wiederum in P-ärmere Fractionen und Nucleinsäuren zerspalten. „Die P-ärmsten dieser Fractionen enthalten 0,5–1 pCt. P, aber auch dieser P-Gehalt scheint durch öfteres Behandeln mit Alkalien und Säuren abspaltbar zu sein, und es hinterbleiben P-freie, eiweissähnliche Körper. Diese Gruppe von Körpern ist es, die ich Anfangs als plastinartig bezeichnet habe.“ „Sie sind unlöslich in ziemlich concentrirter Salzsäure, schwer löslich in Lösungen von Natriumcarbonat, sie geben im Gegensatz zu den P-reicheren künstlichen Nucleinen die ZACHARIASsche Ferrocyankalium-Eisenchloridreaction.“

Hierzu möchte ich unter Verweisung auf die folgenden Erörterungen bemerken, dass aus der zuletzt angeführten Reaction sich keine Beziehungen der fraglichen Körper zu den von mir als Plastin bezeichneten Körpern folgern lassen. Auch der Umstand, dass sich aus den P-armen Nucleinen MALFATTI's Substanzen mit den Eigenschaften der Nucleinsäure durch Behandlung mit Kalilauge und Ausfällen mit Säure gewinnen lassen, in ähnlicher Weise wie MIESCHER das unlösliche Nuclein des Eiters (meinem Plastin entsprechend) durch Lösen in Kalilauge und Ausfällen mit Säure in lösliches Nuclein überführen konnte, lässt sich zu Gunsten der Auffassung MALFATTI's noch nicht verwerten, da nach MALFATTI sich seine plastinähnlichen, P-armen Verbindungen „durch Behandlung mit starker Kalilauge unter Abspaltung eines Eiweisskörpers in gewöhnliches, durch schwache Alkalien lösliches Nuclein überführen lassen, wobei aber jedesmal noch ein Theil der Substanz als unlösliches Nuclein zurückzubleiben scheint“; während MIESCHER's unlösliches Nuclein in kaustischen Alkalien völlig löslich war und beim Ansäuern fast alles wieder ausfiel. Der Niederschlag war sodann in verdünntester Sodalösung sehr leicht löslich. Hier scheinen, soweit das aus den kurzen Angaben der Autoren zu ersehen ist, Verschiedenheiten zu bestehen.

Im Zellkern unterscheidet MALFATTI zum Theil mit FRANK SCHWARZ den in Pepsinsalzsäure verdaubaren Kernsaft von den übrigen Bestandtheilen des Kernes, welche unverdaubar, in Säuren un-

1) Vergl. ALTMANN l. c.

löslich sein und ausschliesslich im Zellkern vorkommen sollen. Dass alle diese Stoffe ausschliesslich im Zellkern vorkommen, ist eine unerwiesene Behauptung, andererseits ist es leicht, sich durch den Versuch davon zu überzeugen, dass die Stoffe nicht alle unverdaubar und in Säuren unlöslich sind. Das Plastin des Kernes soll sich nach MALFATTI von dem Plastin des Cytoplama dadurch unterscheiden, dass in ersterem die Ferrocyankalium-Eisenchlorid-Reaction eintritt, in letzterem nicht. Aus der Litteratur sind mir keine Angaben bekannt, durch welche diese Behauptung hinlänglich gestützt werden könnte; ob derselben eigene Beobachtungen zu Grunde liegen, wird nicht gesagt.

Da hinsichtlich der Verwendbarkeit der Blutlaugensalzreaction für den Nachweis von Eiweiss in der Zelle von FRANK SCHWARZ<sup>1)</sup> und anderen unrichtige Vorstellungen geäussert worden sind, mögen an dieser Stelle die folgenden Ausführungen eingeschaltet werden: Bekanntlich bringt gelbes Blutlaugensalz in mit Essigsäure angesäuerten Eiweisslösungen einen weissen flockigen Niederschlag hervor. Dieser Niederschlag ist als eine Verbindung von Eiweiss- und Blutlaugensalz zu betrachten. Mit Alkohol von 60 Vol.-pCt. konnte ich<sup>2)</sup> einen aus Hühnereiweiss erhaltenen derartigen Niederschlag so auswaschen, dass die Waschflüssigkeit sich auf Zusatz von Eisenchlorid schliesslich nicht mehr bläute. Wohl aber färbte sich nun der ausgewaschene Niederschlag mit Eisenchlorid intensiv blau. Es ist anzunehmen, dass das überschüssige Blutlaugensalz aus dem Niederschlag ausgewaschen worden war, dieser aber durch das Eisenchlorid zersetzt wurde. Man wird demnach in der Zelle bei entsprechendem Verfahren dort Blaufärbung erhalten, wo sich Blutlaugensalz-Eiweissverbindungen gebildet haben. Nun ist es aber möglich, dass 1. das Blutlaugensalz auch mit anderen in der Zelle enthaltenen Stoffen, welche nicht zu den Eiweissarten gehören, Verbindungen eingeht, die in der Waschflüssigkeit unlöslich sind und sich mit Eisenchlorid blau färben; 2. dass in den jeweilig untersuchten Präparaten das überschüssige Blutlaugensalz nicht vollständig ausgewaschen wird. Deshalb kann aus dem Eintreten der Blaufärbung in den mit Blutlaugensalz und dann (nach dem Auswaschen) mit Eisenchlorid behandelten Präparaten nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung anderer Reactionen auf ein Vorhandensein von Eiweiss geschlossen werden. Bleibt aber die Blaufärbung aus, so wird man annehmen können, dass Eiweisskörper, welche mit Blutlaugensalz Niederschläge geben, in dem untersuchten Object nicht in nachweisbarer Menge vorhanden sind.

---

1) Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas (Beitr. zur Biologie der Pflanzen. Herausgegeben von F. COHN. V. Bd., 1. Heft, p. 126).

2) Ueber Eiweiss-Nuclein und Plastin. Bot. Ztg. 1883.

Im Einzelnen unternimmt MALFATTI eine Vergleichung der von ihm dargestellten Nucleinkörper mit den von F. SCHWARZ im Kern unterschiedenen Stoffen, namentlich dem Chromatin und Pyrenin. Bei Färbungsversuchen verschiedener Art zeigten die P-reichen Verbindungen das Verhalten des Chromatins, die P-ärmeren hingegen dasjenige des Pyrenins. Ueberhaupt schliesst sich das Chromatin nach MALFATTI in seinen Eigenschaften an die P-reichsten Nucleinkörper an. Doch werden die Eigenschaften des Chromatins von MALFATTI nicht richtig dargestellt, wenn derselbe bemerkt, das Chromatin sei die gegen Säuren widerstandsfähigste der Kernsubstanzen und etwas leichter verdaubar als die übrigen Körper. Das Chromatin ist, wie ich gezeigt habe, in einer concentrirteren Salzsäure löslich, welche das Plastin des Kernes nicht zu lösen vermag. Ferner bleibt die Hauptmasse des Chromatins nach der Behandlung mit Pepsinsalzsäure ungelöst zurück. Dieser Rest ist es, der, wie weiter oben ausgeführt worden ist, die Eigenschaften der Nucleinsäure des Rheinlachs zeigt.

Die verschiedenen unrichtigen Angaben MALFATTI's scheinen zum Theil durch die mangelhafte Bearbeitung des Gegenstandes von F. SCHWARZ<sup>1)</sup> veranlasst zu sein, dessen Zusammenfassungen mehrfach keine klare, zutreffende Darstellung seiner eigenen a. a. O. mitgetheilten Beobachtungen enthalten.<sup>2)</sup> Wie ZIMMERMANN<sup>3)</sup> bemerkt, entsprechen die eigenen Beobachtungen von SCHWARZ keineswegs immer den bestimmten Angaben seiner Tabelle. Leider haben die verschiedenen neuen Namen, welche SCHWARZ für die schon durch STRASBURGER und andere mit so sehr viel überflüssigen Benennungen versehenen Bestandtheile der Zelle vorgeschlagen hat, eine gewisse Verbreitung gefunden, obwohl durch diese lästige Anhäufung von Namen lediglich die Verständigung unter den Autoren erschwert wird. Es liegt durchaus kein Bedürfniss dafür vor für die Substanzen des

1) Vergl. meine kritischen Besprechungen. Bot. Ztg. 1887, p. 576 und 1888, pag. 69.

2) Dadurch mag auch die unrichtige Angabe bei LÖWIT (Neubildung und Beschaffenheit der weissen Blutkörperchen. Beitr. zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie, herausgegeben von ZIEGLER. Bd. X, 1891, p. 254) über die Unlöslichkeit des Chromatins in rauchender Salzsäure veranlasst worden sein. I. c. p. 257 bemerkt LÖWIT: „Was nun die Verdaubarkeit mit Pepsin anbelangt, so muss ich mich in diesem Punkte vollständig den von FRANK SCHWARZ ausgesprochenen Bedenken gegen die durch ZACHARIAS festgestellte Unverdaulichkeit der Hauptmasse des Kernes durch Pepsin anschliessen.“ Was LÖWIT hier meint, ist nicht klar. Dass bestimmte Theile des Kernes durch künstlichen Magensaft nicht gelöst werden, wie das von mir des Näheren beschrieben worden ist, ist eine Thatsache, von der man sich unschwer überzeugen kann. Die Bedenken, welche F. SCHWARZ gegen diese „festgestellte“ Thatsache ausgesprochen haben soll, sind mir nicht bekannt.

3) A. ZIMMERMANN, Die botanische Mikrotechnik, p. 132.

Nucleolus, der Kernmembran und für die Grundsubstanz des Kernes Namen wie Pyrenin, Amphipyrenin, Paralinin<sup>1)</sup> zu verwenden, insbesondere, da wir gar nichts darüber wissen, ob diese Substanzen chemisch definirbare, einheitliche Verbindungen darstellen oder nicht.<sup>2)</sup>

Fassen wir nun endlich zusammen, was hinsichtlich der Vertheilung der eiweissartigen Stoffe in der Zelle sicher gestellt ist, so ergibt sich Folgendes: Zellprotoplasma und Zellkern bestehen zu einem wesentlichen Theil ihrer Masse aus Stoffen, welche in künstlichem Magensaft unlöslich sind. Zu diesen Stoffen gehört der Hauptmasse nach die Substanz der Chromatinkörper der Zellkerne (Kernnuclein), welche sich in ihren Reactionen an die Substanz der Verdauungsreste jener Theile der Lachsspermatozoen anschliesst, aus welchen MIESCHER seine Nucleinsäure dargestellt hat. Die sonstigen in Verdauungsflüssigkeit unlöslichen, eiweissartigen Bestandtheile des Zellinhaltes zeigen abweichende Reactionen. Diese Stoffe habe ich vorläufig unter dem Namen Plastin zusammengefasst. Zellprotoplasma und Kern enthalten ausser den genannten Stoffen in Verdauungsflüssigkeit lösliches Eiweiss. Reich daran zeigten sich namentlich in bestimmten näher untersuchten Fällen die Nucleolen<sup>3)</sup>, während das Zellprotoplasma, namentlich in ausgewachsenen Pflanzenzellen arm an löslichem Eiweiss sein kann. Auch HAMMARSTEN sagt in seinem Lehrbuch der physiologischen Chemie (1891, p. 35), das verbreitete Vorkommen von Globulinen und Albuminen im Protoplasma der thierischen Zelle sei zwar unzweifelhaft erwiesen, diese zwei Gruppen von Eiweisskörpern stellten jedoch wenigstens in vielen

1) HERTWIG (Die Zelle und die Gewebe, p. 37) schreibt irrthümlich mir die Einführung dieses auch nach seiner Meinung „entbehrlichen“ Wortes zu

2) Vergl. ZIMMERMANN l. c. p. 132 und HALLIBURTON, A text-book of chemical physiology and pathology. London 1891, p. 197.

3) Es mag hier nochmals hervorgehoben werden, dass sich Kernnuclein in den bisher untersuchten Nucleolen nicht vorfindet, da HERTWIG (p. 47 l. c. wahrscheinlich auf Grund der Arbeit von MEUNIER. Le nucléole des Spirogyra. La Cellule t. III, Fasc. 3, 1887) für *Spirogyra* angiebt, der Nucleolus bestehe hauptsächlich aus Nuclein. Das ist nicht der Fall, im Nucleolus lässt sich hier wie in anderen Fällen nur Eiweiss und Plastin nachweisen. Auch liefert der Nucleolus bei der Kerntheilung nicht die Kernfadensegmente wie HERTWIG und desgleichen KRASSER (Ueber die Structur des ruhenden Zellkerns. Sitzungsberichte der k. Akad. der Wiss. in Wien. Mathem.-Naturw. Classe, Bd. CI, Abth. I. Mai 1892) nach MEUNIER anführen. (Vgl. E. ZACHARIAS, Ueber den Nucleolus, Bot. Ztg. 1885, p. 274, 279. Derselbe: Erweiterung auf eine Arbeit von MEUNIER. Bot. Ztg. 1888, p. 90. STRASBURGER, Ueber Kern- und Zelltheilung. Histolog. Beitr., Heft I, Jena 1888, p. 215). In Betreff der Keimflecke thierischer Eier bemerkt HERTWIG p. 43, sie seien „in ihren chemischen Eigenschaften von den echten Nucleolen verschieden. Auf der anderen Seite sei es aber auch nicht ausgemacht, ob ihre Substanz mit dem Nuclein des Kerngerüstes vollkommen identisch sei.“ Dass letzteres thatsächlich nicht der Fall ist, habe ich für zwei Fälle, *Unio* und *Rana* nachgewiesen (Bot. Ztg. 1887, p. 377).

Fällen nicht die Hauptmasse des Protoplasma dar. Das letztere schein  
zum grössten Theil aus weit mehr zusammengesetzten Proteinsubstanzen,  
die einerseits Proteide und andererseits Nucleoalbumine sein könnten,  
zu bestehen. Dass die Plastinkörper möglicher Weise Beziehungen zu  
den Nucleinsubstanzen besitzen, wurde schon ausgeführt und auch  
schon früher von HALLIBURTON<sup>1)</sup> als wahrscheinlich bezeichnet.

## 32. Ernst H. L. Krause: Historisch-geographische Bedeutung der Begleitpflanzen der Kiefer in Norddeutschland.

Eingegangen am 12. Mai 1893.

Auf Seite 242 ff. dieses Bandes hat HÖCK ein Verzeichniss von  
Phanerogamen mitgetheilt, deren gegenwärtige Vegetationslinie in Nord-  
deutschland ungefähr zusammenfällt mit der von mir nachgewiesenen  
mittelalterlichen Vegetationslinie der Kiefer. In seiner ausführlicheren,  
in den Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde erschienenen  
Arbeit sagt derselbe Verfasser: „Gerade die Uebereinstimmung so vieler  
Pflanzen in ihrer Verbreitung mit der Kiefer scheint mir darauf hinzu-  
deuten, dass es ursprünglich eine klimatische Grenze war, welche ihrer  
Verbreitung ein Ziel setzte.“ Dieser Satz, obwohl er einen Vorbehalt  
ausdrückt und mitten im Kapitel steht, ist für den historisch-geographi-  
schen Zweig der botanischen Wissenschaft der wichtigste in der ganzen  
Arbeit, wie aus P. GRAEBNER's Kritik in der Naturwissenschaftlichen  
Wochenschrift (VIII, No. 19) und der meinigem im Globus (LXIII,  
No. 12) ersichtlich ist.

Indessen spricht für die Richtigkeit der HÖCK'schen Annahme  
eigentlich nur das Verhalten von *Ledum palustre*, worüber ASCHERSON's  
Arbeit über die Verbreitung von *Myrica* und *Ledum* (Verhandl. bot.  
Vereins d. Prov. Brandenburg 32, S. LV) zu vergleichen ist. Die an-  
scheinend durch das Klima bedingte gegenwärtige Westgrenze von  
*Ledum* im norddeutschen Tieflande liegt der mittelalterlichen Kiefern-  
grenze sehr nahe, aber es ist unerlaubt, aus dieser Thatsache zu  
schliessen, dass *Ledum* und *Pinus silvestris* in ihren Ansprüchen an das  
Klima übereinstimmen. Ich erinnere an die grosse Seltenheit von  
*Ledum* in Norwegen und sein Fehlen in Schottland. Andererseits sind

1) l. c. p. 193, 204.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Zacharias Eduard

Artikel/Article: [Ueber die chemische Beschaffenheit von Cytoplasma und Zellkern. 293-307](#)