

## 32. Arthur Meyer: Die biologische Bedeutung der Nukleolen.

(Eingegangen am 20. März 1917).

Bei Bearbeitung des Kapitels über die Nukleolen für mein Buch „Morphologische und physiologische Analyse der Zelle der Pflanzen und Tiere“ gelangte ich zu Anschauungen über die biologische Bedeutung der Kernkörperchen, welche von den bisher in der Literatur vertretenen abweichen. Einige für diese Anschauungen wichtige Punkte habe ich Herrn KIEHN unter meiner Leitung nachprüfen oder neu untersuchen lassen, und auf dessen bald erscheinende Dissertation (KIEHN, Die Nukleolen von *Galtonia candicans*, Marburg 1917) beziehen sich die betreffenden Hinweise.

Die Nukleolen sind rein ergastische Anteile (ein Anteil ist ein nur mikroskopisch sichtbares Massenteilchen), die im Zellkern völlig neu gebildet und vollständig gelöst werden. Sie bestehen aus Eiweißstoffen, welchen unter den makrochemisch bekannten Eiweißstoffen die Nukleoproteide mikrochemisch am meisten gleichen. Es ist wahrscheinlich, daß die Eiweißstoffe, welche die verschiedenen Nukleolen zusammensetzen, einer chemischen Gruppe angehören, wenn sie wohl auch unter sich so verschieden sein können, wie z. B. die Globoide der verschiedenen Samen. Einstweilen wollen wir die Eiweißstoffe der Nukleolen bis zur makrochemischen Klärung ihrer Natur als Kernkörper-eiweiß bezeichnen. In den Nukleolen bilden die Kernkörper-eiweiße eine zähflüssige Tröpfchengallerte, in der häufig „Höhlchen“ (Vakuolen) gebildet werden.

Die Nukleolen liegen in den Kernen genau so als isolierte Fremdkörper wie die Stärkekörner in den Trophoplasten.

Die Nukleolen sind in der ganzen Pflanzenwelt in morphologischer, biologischer und, wie wir sahen, auch in chemischer Hinsicht sehr gleichartig, so gleichartig, wie z. B. die echten Fettanteile des Zytoplasmas.

Wohl deshalb, weil sie nur in seltenen Fällen im Zellkerne fehlen, hat man sich gewöhnt, die Nukleolen als sehr eng zum Kerne gehörige Gebilde zu betrachten, und man hat nicht daran gedacht, ihre Beziehung zum Kerne in ähnlicher Weise aufzufassen wie die der nur wenigen Kernen zukommenden Eiweißkristalle oder wie die Beziehung der häufig in den Trophoplasten vorkommenden Stärkekörner zu diesen. Man glaubte vielfach, die Nukleolen hätten

nur Bedeutung für den Kernteilungsprozeß, und da man sie oft während des Kernteilungsprozesses verschwinden sah und mehrfach fand, daß die Färbbarkeit mancher Kernbestandteile bei der Kernteilung zunahm, während gleichzeitig die Färbbarkeit der zugehörigen Nukleolen abnahm, oder daß sich die Chromosomen bei gewissen Färbeverfahren ähnlich wie die Nukleolen färbten, hat man vielfach angenommen, die Substanz der Nukleolen sei ein Bildungsstoff für Bestandteile der Kernteilungsfigur. So haben STRASBURGER, ANDREWS und GARDNER gemeint, die gelöste Substanz der Nukleolen würde nur zum Aufbau der Chromosomen, STRASBURGER, SWINGLE und FAIRCHILD, sie würde zum Aufbau der Spindelfasern verbraucht.

Demgegenüber findet sich auch bei STRASBURGER die Meinung ausgesprochen, das Kernkörperweiß beteilige sich an der Bildung der Zellmembran, eine Meinung, die schon aus phytochemischen Gründen abzuweisen ist. Ferner hat der Zoologe HAECKER die Hypothese aufgestellt, aber nicht zureichend begründet, das Kernkörperweiß sei ein Sekret, Exkret, Abspaltungsprodukt des Stoffwechsels der Zelle.

Bezüglich der Hypothesen, daß das Kernkörperweiß zum Aufbau der Spindelfasern oder der Chromosomen bestimmt sei, ist zu bemerken, daß wir noch nicht einmal wissen, ob dasselbe beim Aufbau der Kernteilungsfigur überhaupt Verwendung findet. Wir sehen nur, daß die Nukleolen manchmal schon im Anfange des Kernteilungsprozesses, manchmal später, verschwinden, ja manchmal erst nach Beendigung des Kernteilungsprozesses völlig gelöst werden. Wenn man das nach den vorliegenden Tatsachen Wahrscheinliche annimmt, daß der Kern allein die Nukleolen zu vergrößern vermag, das Zytoplasma ihnen kein Kernkörperweiß anzulagern vermag, so sprechen Fälle, in denen der Nukleolus nach der Kernteilung in einer Größe im Zytoplasma liegen bleibt, die der der Nukleolen des ruhenden Kernes nahekommt (z. B. *Pyronema*), dafür, daß das Kernkörperweiß nicht allein für den Kernteilungsprozeß bestimmt ist und bei ihm höchstens in geringer Menge verbraucht wird.

Hingegen spricht das Verhalten der Nukleolen in Geweben, in denen allgemeiner Mangel an Reservestoffen herrscht, dafür, daß dem Kernkörperweiß eine viel allgemeinere Bedeutung für die Ökonomie der Zelle zukommt. Dort werden sie nämlich in ähnlicher Weise gelöst und verbraucht wie Eiweißkristalle der Kerne, Trophoplasten und des Zytoplasmas oder wie Stärkekörner der Trophoplasten.

Schon ZACHARIAS fand, daß sich das Verschwinden der Nukleolen in den Laubblättern von *Galanthus* durch Verdunkeln der Blätter beschleunigen ließ. KIEHN hat den Vorgang genauer und messend verfolgt. Ein normales 60 cm langes Laubblatt einer Topfpflanze von *Galtonia candicans*, welche vom 25. Mai bis 1. Juli herangewachsen war, wurde auf die Größe seiner Nukleolen untersucht. Zwei ähnliche Pflanzen wurden in den Dunkelschrank gestellt und ein Blatt der einen nach 36 Tagen, eines der anderen nach zwei-monatlicher Verdunkelung untersucht. Die durchschnittlichen Volumina der Nukleolen der drei Blätter verhielten sich wie 1,0 : 0,38 : 0,18.

Daß das Kernkörperweiß genau so wie das Eiweiß der Eiweißkristalle oder die Amylose der Stärkekörner in Reservestoffbehältern abgelagert wird, dafür spricht der folgende Versuch, welcher in diesem Sommer zur Gewinnung einwandfreier Durchschnittszahlen mit einer größeren Zahl von Versuchspflanzen wiederholt werden soll.

Wir untersuchten die Durchschnittsgröße der Nukleolen 1. in der zweitäußersten Laubblattbasis einer im vollen Wachstum begriffenen Pflanze von *Galtonia* am 1. Juli, ferner 2. die entsprechende Zwiebelschuppe einer in den Ruhezustand übergehenden Pflanze am 6. November, zuletzt 3. die analoge Laubblattbasis einer völlig ruhenden Zwiebel im Dezember. Am geringsten war das Gesamtvolumen der Nukleolen einer Zelle in 1, am größten in 3.

Im unteren Teile des zentralen Parenchyms der Blattbase waren die Größen z. B. 1. 15 Kubikmikromillimeter, 2. 30 Kubikmikromillimeter (Zunahme gegen 1. = 100 %), 3. 34 Kubikmikromillimeter (Zunahme 126 %).

Auch gelöst werden die Nukleolen in Reservestoffbehältern genau so wie andere Reservestoffante bei der Entleerung der Reservestoffbehälter. So fand KIEHN, daß sich die Nukleolen im mittleren Teile des Endospermgewebes des keimenden Samens von *Galtonia* folgendermaßen verhielten. Die Nukleolen eines Kernes des ruhenden Endosperms besaßen durchschnittlich ein Gesamtvolumen von 56 Kubikmikromillimeter; 10 Tage nach Aussaat der Samen, als noch Reservestoffkohlehydratlamellen und Aleuronkörner in den Zellen zu finden waren, war das Volumen der Nukleolen schon bis auf 13 Kubikmikromillimeter gesunken und nach 17 Tagen lagen in gut erhaltenen Kernen durchschnittlich nur noch 2,7 Kubikmikromillimeter Kernkörperweiß

Wie in den mit lebenskräftigen Geweben verbundenen absterbenden Zellen aus Kohlehydraten und Fetten bestehende Ante

gelöst werden, so werden auch die Nukleolen dort vor der Degeneration der Kerne in Lösung gebracht. Beobachtet ist eine solche Auflösung der Nukleolen von ROSEN in der Wurzelhaube, von KIEHN in den Zellen der sich differenzierenden Gefäße, von ZACHARIAS und KIEHN in absterbenden Laubblättern, von KIEHN in Kronenblättern usw.

Wahrscheinlich wandern überall auch die Lösungsprodukte des Kernkörperweißes nach den lebenden Geweben aus.

Nach alledem dürfen wir wohl den Satz aussprechen: Die Nukleolen sind ebenso Reservestoffante wie z. B. die Stärkekörner oder die Eiweißkristalle.

Was bei diesen Reservestoffanten der Kerne besonders auffällt, ist ihr regelmäßiges Vorkommen in den Kernen. Es ist nicht sicher, ob ein anderes Reservestoffant in ähnlicher Konstanz in einem Organ der Zelle zu finden ist. Vielleicht sind die Allinante und die Fetttropfen ähnlich allgemein im Zytoplasma anzutreffen.

Dennoch sind die Nukleolen für das Leben des Kernes nicht unbedingt nötig. Das zeigen uns mit Sicherheit die Fälle, in denen dem lebenden Kerne Nukleolen völlig fehlen.

KIEHN beobachtete bei *Galtonia* Kerne, welche reichlich Eiweißkristalle und dafür keine Nukleolen besaßen. Bei einem tierischen Objekt, den Eiern von *Melampus*, sah JÖRGENSEN sich die Nukleolen während des Kernwachstums im Ei vollständig lösen, so daß der Kern während der noch folgenden langen Wachstumsperiode des Eies ohne Nukleolus lebte. NEMEC sah, daß in Kernen, welche er durch Plasmolyse zur Rekonstruierung gezwungen hatte, manchmal keine Nukleolen entstanden. Ganz allgemein fehlen Nukleolen relativ hoch entwickelten männlichen Geschlechtszellen, also z. B. allen Spermatozoiden.

Es mag übrigens hier noch darauf hingewiesen werden, daß das Fehlen der Nukleolen in den Spermatozoiden durchaus im Einklang mit unserer Auffassung der Nukleolen als Reservestoffante steht, da sich diese bekanntermaßen aller solcher Ante, ja sogar der rein trophische Bedeutung besitzenden Trophoplasten entledigen.

Der Nukleolus ist also ein Reservestoffant, welches ebenso wie das allein in den Trophoplasten wachsende Stärkekorn nicht allein für den Trophoplasten, sondern für die ganze Zelle von Bedeutung ist, auch nicht allein für den Kern, sondern für den ganzen Protoplasten gebraucht wird. Das Kernkörperweiß ist dabei von so großer Bedeutung für den Protoplasten, daß es jederzeit, in größerer Menge im Kern abgelagert, dem Protoplasten zur Verfügung ge-

stellt wird. Dabei scheint es, wie aus dem folgenden hervorgeht, in besonders großem Maße beim Wachstumsprozeß der Protoplasten verbraucht zu werden.

ROSEN und KIEHN fanden nämlich, daß im jungen Epiblem, da, wo noch Teilung der Zellen stattfand, die Nukleolen langsam heranwachsen, dann in den wachsenden Zellen an Größe abnehmen. Ferner sah STRASBURGER beim Wachstum des Endosperms die Nukleolen kleiner werden. KIEHN hat die durchschnittliche Abnahme des Gesamtvolumens des Kernkörperweißes im wachsenden Endosperm von *Galtonia* messend verfolgt. Er fand folgende Zahlen:

Junger vielkerniger Protoplast . . . .	52	Kubikmikromillimeter
Vielkerniger Protoplast, unmittelbar vor		
Bildung der Zellwände . . . . .	101	„
Unmittelbar nach Bildung der Zell-		
wände . . . . .	75	„
Kurz vor Beendigung der Zellteilung im		
Endosperm . . . . .	65	„
Im ruhenden Endosperm . . . . .	56	„

Es zeigt sich also deutlich, daß das Kernkörperweiß vor der Gewebekonstruktion angehäuft, während der Gewebekonstruktion und während des Heranwachsens der Protoplasten nicht mehr in so großer Menge abgelagert wird, vermutlich, weil der Verbrauch fortgesetzt ein relativ großer ist.

Es ist darnach zu vermuten, daß auch bei dem geringen Wachstum des Protoplasten, welches während der Kernteilung stattfindet, und vielleicht auch bei Ausbildung der Kernteilungsfigur geringe Mengen von Kernkörperweiß verbraucht werden.

Die Nukleolen wachsen in den jungen Kernen der Gewebezellen sofort nach deren Entstehung beim Kernteilungsprozeß heran. Ob zu ihrer Bildung Lösungsprodukte des Kernkörperweißes des Mutterkernes Verwendung finden, weiß man nicht, doch scheint es fast, als sei es nicht der Fall, da die Bildung der Nukleolen in den Tochterkernen ebenso vor sich geht, wenn der Nukleolus des Mutterkernes nicht gelöst wurde, wie wenn er vollständig gelöst wurde. Es könnte ja sein, daß alles Kernkörperweiß im Kern aus kleineren Bausteinen aufgebaut würde wie die Amylose aus den Monosacchariden in den Trophoplasten. Es fragt sich überhaupt, ob das Kernkörperweiß, als solches gelöst werden kann. Es ist wahrscheinlich, daß seine Lösung stets unter mehr oder weniger weitgehender Spaltung des Moleküls des Kernkörperweißes erfolgt. Es ist sehr möglich, daß das Kernkörperweiß nur im Kern existenzfähig ist, ähnlich

wie die Amylose, wie sie in den Mikrokristallen der Stärkekörner vorkommt, nur in den Trophoplasten in der Zelle beständig ist.

Gelangt diese in das Zytoplasma, so wird sie ebenso gelöst wie das in das Zytoplasma gelangende Kernkörperweiß, und sie wird dabei gespalten, wie man das auch vom Kernkörperweiß erwarten kann.

Gewöhnlich bilden sich in den jungen Kernen zugleich oder kurz nacheinander mehrere Nukleolen, welche dann bis zur Vollendung des Wachstums der Kerne verschmelzen. Im ruhenden Kerne werden, wie wir sahen, die Nukleolen je nach den Verhältnissen durch Lösung oder Anlagerung von Substanz verkleinert oder vergrößert. Beim Eintreten des Teilungsprozesses eines Kernes werden sie stets mehr oder weniger angegriffen. Sind mehr oder weniger große Reste von ihnen noch in der Anaphase der Kernteilung vorhanden, so gelangen sie, ganz ebenso wie Reste der gewöhnlich auch in Lösung gehenden Eiweißkristalle der Zellkerne in das Zytoplasma und werden dort ebenso wie Eiweißkristalle gelöst.

Es wäre nicht unmöglich, daß die frühzeitige Lösung der Eiweißkristalle und Nukleolen des Zellkernes deshalb vorteilhaft wäre, weil beide Gebilde vielleicht bei der Ausbildung und Bewegung der Kernteilungsfigur stören.

---

### 33. H. Harms: Ueber eine Meliacee mit blattbürtigen Blüten.

(Mit 1 Abb. im Text.)

(Eingegangen am 30. März 1917.)

Herr C. LEDERMANN sammelte in Deutsch-Neu-Guinea eine eigentümliche Art der Meliaceen-Gattung *Chisocheilon*, die ein gewisses morphologisches Interesse beansprucht. Die Meliaceen spielen in den Wäldern des indo-malayischen Gebietes besonders als Bäume zweiten Grades eine nicht unbedeutende Rolle; auch in Neu-Guinea sind sie reichlich vertreten. Die Gattung *Chisocheilon* Blume zählt hier eine beträchtliche Zahl von Arten; C. DE CANDOLLE sowohl wie ich selbst haben mehrere Neuheiten von dort beschrieben (C. DE CANDOLLE in Bull. Herb. Boiss. 2. sér. III. (1903) 168, u. in Lorentz, Nova Guinea VIII. 2. (1910) 423; H. HARMS in K. SCHUMANN u. LAUTERBACH, Fl. Deutsch. Schutzgeb. Südsee (1900) 381 u. Nachträge (1905) 283). Bei einer genaueren Durchsicht

# 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: 1917

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Arthur

Artikel/Article: [Die biologische Bedeutung der Nukleolen 333-338](#)