

# PROTOPLASMA MONOGRAPHIEN

ZWANZIGSTER BAND

## Physik und Chemie des Zellkernes

von

Petr F. Milovidov

Erster Teil

Gebrüder Borntraeger  
Berlin-Nikolassee

# PHYSIK UND CHEMIE DES ZELLKERNES

von

**Prof. Dr. PETR F. MILOVIDOV**

Prag

Erster Teil

---

Mit 33 Abbildungen und 1 Farbtafel

---

**Berlin-Nikolassee**

**Naturwissenschaftlicher Verlag**

**vorm. Gebrüder Borntraeger**

**1949**

---

Alle Rechte,  
insbesondere das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten  
Copyright 1949 by Naturwissenschaftlicher Verlag vorm. Gebrüder  
Borntraeger in Berlin-Nikolassee

---

# Protoplasma-Monographien

Unter besonderer Mitwirkung zahlreicher Zellforscher  
Herausgegeben von F. WEBER (Graz) und J. SPEK (Rostock)

---

Band 20

## PHYSIK UND CHEMIE DES ZELLKERNES

von

**Prof. Dr. PETR F. MILOVIDOV**

Prag

---

Mit 33 Abbildungen und 1 Farbtafel

---

**Berlin-Nikolassee**

**Naturwissenschaftlicher Verlag**

**vorm. Gebrüder Borntraeger**

**1949**

# PROTOPLASMA-MONOGRAPHIEN

Band 20

PHYSIK UND CHEMIE DES ZELLKERNES

von

Prof. Dr. PETR F. MILOVIDOV

Prag

---

## Vorwort

Die zytologische Literatur ist in der letzten, verhältnismäßig kurzen Zeit durch eine Reihe von wertvollen Monographien hervorragender Fachleute (SHARP 1926, SHARP & JARETZKY 1931, NĚMEC 1930, DARLINGTON 1932, GUILLIERMOND & MANGENOT & PLANTEFOL 1933, GEITLER 1934a, PFEIFFER 1940) bereichert worden. Auch die physikochemischen Eigenschaften der Zelle im allgemeinen sind schon monographisch bearbeitet worden (LEPESCHKIN 1924, 1938, KIESEL 1930, KÜSTER 1935), doch sind die den Kern betreffenden Fragen in diesen Darstellungen nur zum Teil berührt worden. Die überragende Arbeit von TISCHLER (1921, 1934, 1942), auf die die gegenwärtige Kernkunde stolz sein kann, ist, abgesehen von ihrem bedeutenden Interesse für physikochemische Kernfragen doch vorzugsweise morphologisch orientiert. Mit den physikochemischen Eigenschaften des Zellkernes hat sich bis jetzt keine eigene Monographie beschäftigt. Eine der letzten Zusammenfassungen, die die Chemie des Kernes berührt, ist die kurze Darstellung von PRATJE (1920). Seitdem hat sich aber hinsichtlich der Physik und der Chemie des Zellkernes bedeutendes Material angesammelt.

Ich bin der Ansicht, daß die Klärung der physikochemischen Grundlagen der lebendigen Masse eine der wichtigsten Aufgaben der modernen Lebensforschung darstellt und daß der Zellkern speziell in dieser Hinsicht eine ganz besondere Aufmerksamkeit verdient. Kürzlich habe ich dieser Frage eine kurze Uebersicht in französischer Sprache (1936e) und speziell der Nuklealreaktion eine Monographie in russischer Sprache (1936d) gewidmet. Mit Rücksicht auf die beschränkte Zugänglichkeit letzterer Monographie sowie der Bedeutung des Kernes im Zelleben scheint mir eine systematische und kritische Zusammenstellung aller einschlägigen Angaben durchaus zeitgerecht zu sein. Diese Ueberzeugung hat mich bewogen, den Vorschlag der „Protoplasma“-Redaktion, eine Monographie über die Physik und Chemie des Zellkernes zu schreiben, ohne Zögern anzunehmen.

Hauptaufgabe der Arbeit ist es, eine kritische Zusammenstellung der bis jetzt über den Zellkern vom Standpunkt der Physik und Chemie aus gewonnenen Ergebnisse zu geben, um

dem Leser eine Gesamtvorstellung vom Zellkern als einem physikochemischen System zu vermitteln, wie dies ja auch für das Zytoplasma bereits versucht worden ist. Als schwerwiegende Hindernisse, dieses Ziel zu erreichen, sind einerseits die Vielfältigkeit der Fragen und die Menge der ihnen gewidmeten Arbeiten und andererseits der Mangel unserer Kenntnisse in einzelnen Punkten anzusehen. Mit Recht hat HEILBRUNN (1928, S. 15 u. 83) auf diesen Mangel betreffs der physikalischen und NEMEC (1910, S. 296) betreffs der chemischen Eigenschaften des Zellkernes hingewiesen. Dazu kommt noch, daß viele ältere Angaben bis jetzt nicht nachgeprüft worden sind und als solche übernommen werden müssen. Vieles, was das Zytoplasma betrifft, gilt wohl auch für den Zellkern, aber es wäre natürlich ganz unzulässig, alles ohne weiteres auf den Kern zu übertragen. Diese Umstände bedingen den ungleichen Wert des Inhaltes einzelner Kapitel in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Bei der Gruppierung des Materials des ersten Teiles wurde als Hauptmoment das Bestreben, die Kerneigenschaften möglichst auf die einfachsten physikochemischen ja sogar auf rein physikalische Eigenschaften zurückzuführen ins Auge gefaßt, um eine Standardisierung unserer Kenntnisse und physikalisch möglichst einfache Vorstellungen zu erhalten. Natürlich kann dieses Ziel nur in sehr bescheidenem Maße erreicht werden. Dabei darf man aber nicht vergessen, daß die Zellkolloide ein sehr kompliziertes, nicht homogenes System darstellen, in dem die physikalischen Werte schwer zu bestimmen sind. Bedient man sich z. B. einer physikalischen Formel für die Viskositätsbestimmung des Plasmas, so muß man sich bewußt sein, daß die gegebenen Bedingungen so weit von den ideellen physikalischen entfernt sind, daß die erhaltenen Zahlen ganz anders ausgewertet werden müssen und daß die in der Physik gebräuchlichen Symbole hier nur bedingt als solche anzusehen sind.

Die Behandlung rein morphologischer Fragen wurde gewissentlich in dieser Monographie unterlassen. Doch erscheint es ganz unvermeidlich, Fragen über die Struktur der Chromosomen oder des ruhenden Kernes anzuschneiden, da diese Fragen mit denen über die kolloiden Eigenschaften der Zellkernstrukturen oder die optischen Beschaffenheiten zu eng verknüpft sind. Auch die Form und Größe des Kernes und ihre Aenderungen, also rein morphologische Themen mußten kurz neben anderen physikalischen Beschaffenheiten (Aggregatzustand, Dichte usw.) berührt werden. Die Unmöglichkeit rein physikalische Eigenschaften von den physikochemischen und diese

wiederm von den rein chemischen abzugrenzen, hat notwendigerweise eine Verflechtung des Inhaltes der Kapitel sowie Wiederholungen zur Folge. Auch war es schwierig, einzelne Angaben in dieses oder jenes Kapitel einzureihen, da sie sich eigentlich auf mehrere zugleich beziehen. So ist z. B. die im physikalischen Teil erörterte Frage des Stoffaustausches zwischen Kern und Zytoplasma eher chemischer Art, sie ist aber gleichzeitig mit dem Austritt der Kernstoffe in das Zytoplasma (Chromidialtheorie) ebenso mit den osmotischen Eigenschaften des Kernes eng verknüpft. Dasselbe gilt auch für die metaplasmatischen Kernelemente und die Nukleoproteiden-Synthese. Der Chromidialtheorie ist außerdem ein besonderer Abschnitt im chemischen Teil der Arbeit im Zusammenhang mit der Besprechung der Nuklealreaktion gewidmet. Die Aenderung der Kerngröße ist im Abschnitt über die osmotischen Eigenschaften, ferner im Kapitel über die Kerngröße und beim Stoffaustausch zwischen Kern und Plasma berührt. Die Wasserstoffionenkonzentration bildet einen besonderen Absatz, doch diese Frage mußte auch in weiteren Kapiteln berührt werden.

Da die ganze Darstellung sich auf ausführliches Tatsachenmaterial stützt, hat sie teilweise einen das Thema fast erschöpfenden Charakter, was es dem Leser ermöglichen wird, Literaturangaben über einzelne den Kern betreffende Fragen leicht zu finden.

Ich bin mir völlig bewußt, daß die Aufgabe, eine erschöpfende Monographie über ein so wichtiges und umfangreiches Gebiet zusammenzustellen, von einem einzelnen Autor nicht leicht zu lösen ist, deswegen bitte ich, dieses Buch eher als ein „Skelett“ oder „Gerüstwerk“ anzusehen, in welches zukünftige Ergebnisse sich eingliedern lassen werden und nach welchem sich andere Autoren richten können. Von diesem Standpunkt aus ist das ganze Schema der vorliegenden Arbeit zu verstehen, in der ich die Angaben möglichst nach dem System der Physik (I. Teil) darzulegen im Sinne hatte. Die Monographie stellt eine vorwiegend botanisch orientierte Uebersicht dar, da mir der botanische Zweig der Zytologie näher liegt. Besonders wurde die Nuklealreaktion, von der es bis jetzt überhaupt keine Zusammenstellung der Ergebnisse gab und mit der ich mich auch selbst viel beschäftigt habe, monographisch behandelt (Kapitel XII).

Ich hoffe, daß meine Arbeit, trotz unvermeidlicher Mängel, Allen, die sich mit der Erforschung des Zellkernes beschäftigen, von Nutzen sein kann.



Herrn Prof. Fr. Weber bin ich sehr für seine vielseitigen Bemühungen um diese Arbeit verpflichtet. Ebenso gebührt mein herzlicher Dank Frau O. Meingard für die stilistischen Korrekturen des Manuskriptes. Die Monographie wurde in den Jahren 1938—1939 während meines Aufenthaltes im Pflanzenphysiologischen Institut der Tschechischen Karls-Universität geschrieben, weitere Verbesserungen wurden während des Druckes unter Berücksichtigung der mir zur Verfügung stehenden Literatur bis zum Jahre 1943 durchgeführt. Die Arbeit wurde im Jahre 1945 schon gedruckt, kann aber wegen der Nachkriegsschwierigkeiten erst jetzt erscheinen.

Aus Zweckmäßigkeitsgründen erscheint die Monographie in zwei Teilen. Der 1. Teil bringt den gesamten Text mit allen Tabellen und der Farbtafel. Der 2. Teil wird Schriften-, Namen-, Sach-, Familien- und Artenverzeichnis enthalten. Da inzwischen einschlägige neue Arbeiten erschienen sind, wird dem 2. Teil ein kurzer Nachtrag beigelegt, der der neuesten Literatur gewidmet sein wird.

PETR F. MILOVIDOV.

Prag

Anstalt für Pflanzenschutz der  
Staatlichen Landwirtschaftlichen  
Forschungsanstalten

April 1949

## Berichtigung

| Seite | Zeile                              | steht                                                     | es muß heißen                                                                |
|-------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 66    | 21 von oben                        | Chloräthylalkohol                                         | Chloräthyl-Alkohol-Gemisch                                                   |
| 209   | 4 oben<br>in Tabelle<br>bei Roskin | Karcinomzellen                                            | Karzinomzellen                                                               |
| 214   | 6 oben                             | Lehmann                                                   | Lehman                                                                       |
| 240   | Fußnote<br>Ende                    | ,                                                         | .                                                                            |
| 273   | Fußnote                            | Verlagbarkeit                                             | Verlagerbarkeit                                                              |
| 401   | 1 unten                            | so dass.                                                  | so dass                                                                      |
| 420   | Fußnote<br>4 unten                 | nukleus                                                   | nucleus                                                                      |
| 447   | Seitentitel                        | A. 7. Neagtive                                            | A. 7. Negative                                                               |
| 468   | 6 oben                             | (EULGEN & ROSSEN-<br>BECK                                 | (FEULGEN & ROSSEN-<br>BECK                                                   |
| 470   | 11 oben                            | Chromatinin-                                              | Chromatin-                                                                   |
| 499   | 13 oben                            | 8—16                                                      | 8—17                                                                         |
| 509   | Seitentitel                        | B. 5.                                                     | B. 6.                                                                        |
| 510   | 3 unten                            | Arachnoideen                                              | Arachnoideen und<br>Cephalopoden                                             |
| 513   | 9 oben                             | Sublimat                                                  | Sublimat und von Säuren                                                      |
| 514   | 5 unten                            | noch beim                                                 | noch im SO <sub>2</sub> -Wasser,<br>sondern im Leitungs-<br>wasser oder beim |
| 515   | 2—3 oben                           | VOIT (1925b, 1927a,<br>MILOVIDOV 1935,<br>IMŠENECKI 1936) | VOIT (1925a, 1927a),<br>MILOVIDOV (1935),<br>IMŠENECKI (1936)                |
| 515   | 4 oben                             | Die Autoren                                               | Die zwei ersten Autoren                                                      |

# Inhalt

|                                                                                                                                                    | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort .....                                                                                                                                      | V     |
| Einleitung: Begriff des Zellkernes. Bedeutung des Kernes und<br>der Kernsubstanz im Zelleben .....                                                 | 1     |
| Erster Teil                                                                                                                                        |       |
| Physikalische und physikochemische Eigen-<br>schaften des Zellkernes .....                                                                         | 16    |
| Kapitel I                                                                                                                                          |       |
| Räumlichkeit des Zellkernes .....                                                                                                                  | 16    |
| 1. Kernform und ihre Veränderungen .....                                                                                                           | 16    |
| 2. Kerngröße, ihre Veränderungen. Kernwachstum .....                                                                                               | 20    |
| 3. Kernplasmarelation .....                                                                                                                        | 28    |
| Kapitel II                                                                                                                                         |       |
| Lage und Bewegungen des Zellkernes .....                                                                                                           | 31    |
| Kapitel III                                                                                                                                        |       |
| Optische Eigenschaften des Zellkernes .....                                                                                                        | 40    |
| 1. Allgemeines .....                                                                                                                               | 40    |
| 2. Lichtbrechungsvermögen der Kernstrukturen .....                                                                                                 | 41    |
| 3. Aussehen des Zellkernes im Dunkelfeld .....                                                                                                     | 45    |
| 4. Aussehen des Zellkernes im polarisierten Licht .....                                                                                            | 48    |
| 5. Absorption von X-Strahlen .....                                                                                                                 | 57    |
| 6. Absorption der infraroten Strahlen .....                                                                                                        | 57    |
| 7. Absorption des ultravioletten Lichtes durch die Kern-<br>strukturen .....                                                                       | 59    |
| Kapitel IV                                                                                                                                         |       |
| Spezifisches Gewicht des Zellkernes und<br>seiner Bestandteile .....                                                                               | 63    |
| 1. Spezifisches Gewicht des Ruhekernes als Ganzes .....                                                                                            | 63    |
| 2. Spezifisches Gewicht einzelner Kernbestandteile .....                                                                                           | 69    |
| a) Kernkörperchen .....                                                                                                                            | 69    |
| b) Karyotin und Kernsaft .....                                                                                                                     | 70    |
| c) Chromosomen .....                                                                                                                               | 71    |
| d) Kernteilungsfiguren als Ganzes .....                                                                                                            | 71    |
| e) Kernspindel .....                                                                                                                               | 73    |
| Kapitel V                                                                                                                                          |       |
| Physikochemische Eigenschaften des Zell-<br>kernes (Molekularphysik und Kolloid-<br>chemie) .....                                                  | 74    |
| Kohäsionserscheinungen. Aggregatzustand des Zellkernes                                                                                             |       |
| 1. Konsistenz des Kernes im ganzen. Viskosität. Plastizität<br>und Elastizität. Sol-Gel-Zustand. Verschmelzung der<br>Kerne und seiner Teile ..... | 74    |

|                                                                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2. Kolloider Bau des Zellkernes .....                                                                                                                                                 | 94  |
| a) Kolloiddisperse Phasen des Ruhekernes .....                                                                                                                                        | 94  |
| b) Grobdisperse Phasen des intakten Zellkernes .....                                                                                                                                  | 96  |
| 3. Konsistenz und andere physikochemische Eigenschaften einzelner Kernbestandteile im Ruhekern und während der Teilung .....                                                          | 104 |
| a) Kernmembran .....                                                                                                                                                                  | 105 |
| b) Kernretikulum .....                                                                                                                                                                | 112 |
| c) Chromosomen .....                                                                                                                                                                  | 112 |
| d) Nukleolus .....                                                                                                                                                                    | 137 |
| e) Achromatische Spindel .....                                                                                                                                                        | 139 |
| 4. Veränderungen der Konsistenz und der Kolloidstruktur des Zellkernes unter verschiedenen Einflüssen. Entmischung und Koagulation. Koazervate, Thixotropie, Sol-Gel-Umwandlung ..... | 151 |
| a) Unbeständigkeit der Kernstruktur .....                                                                                                                                             | 151 |
| b) Einwirkung verschiedener Einflüsse auf den Kernzustand .....                                                                                                                       | 153 |

## Kapitel VI

|                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Physikochemische Eigenschaften des Zellkernes .....                                                                       | 174 |
| 1. Adhäsions- und Adsorptionerscheinungen. Vitalfärbung des Zellkernes .....                                              | 174 |
| 2. Kinetik disperser Systeme. Wasserverhältnisse und osmotische Eigenschaften des Zellkernes .....                        | 201 |
| 3. Stoffwechsel im Zellkerne und Kern-Plasma-Austausch .....                                                              | 227 |
| a) Eintritt flüssiger Substanzen in den Zellkern, ihre Anhäufung und ihr Nachweis. Metaplasmatische Kerneinschlüsse ..... | 227 |
| b) Chromatinsynthese im Zellkern .....                                                                                    | 233 |
| c) Austritt verschiedener Stoffe aus dem Zellkern ins Zytoplasma. Chromidienlehre .....                                   | 242 |
| 4. Wasserstoffionenkonzentration des Zellkernes und seiner Bestandteile .....                                             | 263 |

## Kapitel VII

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Elektrische Eigenschaften des Zellkernes ..                                                   | 270 |
| 1. Elektrische Ladung des Kernes im Ruhestadium und während der Teilung. Elektrophorese ..... | 270 |
| 2. Isoelektrischer Punkt des Zellkernes .....                                                 | 275 |

## Kapitel VIII

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Physikochemie der mitotischen Teilung .....                            | 279 |
| 1. Allgemeine Veränderungen des Protoplasmas während der Teilung ..... | 279 |
| 2. Chemische und energetische Vorgänge während der Teilung .....       | 305 |

| Inhalt                                                                                                    | XI<br>Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 3. Mechanik der Mitose. Theorien der Mechanik der mitotischen Teilung .....                               | 309         |
| A. Physikalische Theorien .....                                                                           | 309         |
| a) Rein mechanische Erklärungen. Rolle der Spindel .....                                                  | 309         |
| b) Magnetische Theorien .....                                                                             | 316         |
| c) Elektrische Theorien .....                                                                             | 320         |
| B. Physikochemische Theorien der Mitose .....                                                             | 323         |
| d) Hydrodynamische Hypothesen .....                                                                       | 323         |
| e) Autonome Chromosomenbewegung .....                                                                     | 331         |
| f) Mechanismus der Bewegung des Nukleolus .....                                                           | 333         |
| g) Größe der bei der Teilung wirkenden Kräfte ....                                                        | 334         |
| Zweiter Teil                                                                                              |             |
| Chemische Eigenschaften des Zellkernes ....                                                               | 339         |
| A. Makrochemie des Zellkernes .....                                                                       | 339         |
| Kapitel IX                                                                                                |             |
| Organische Kernstoffe .....                                                                               | 339         |
| 1. Analyse der isolierten Kernstoffe .....                                                                | 339         |
| 2. Nukleoproteide und Nukleine .....                                                                      | 342         |
| 3. Nukleinsäuren .....                                                                                    | 349         |
| 4. Lipide und Fette .....                                                                                 | 355         |
| B. Mikrochemie des Zellkernes .....                                                                       | 356         |
| Kapitel X                                                                                                 |             |
| Anorganische Kernsubstanzen und ihre örtliche Verteilung .....                                            | 356         |
| Kapitel XI                                                                                                |             |
| Chemische Zusammensetzung der Kernstrukturen (Organische Stoffe) .....                                    | 369         |
| 1. Untersuchungsmethoden der chemischen Natur der Kernelemente .....                                      | 369         |
| 2. Wert der Färbungsmethoden für die chemische Differenzierung der Kernstrukturen. Färbungstheorien ..... | 372         |
| 3. Mikrochemische Reaktionen einzelner Kernteile .....                                                    | 380         |
| a) Kernmembran .....                                                                                      | 381         |
| b) Kernsaft .....                                                                                         | 381         |
| c) Mikrochemische Eigenschaften des Karyotins und der Chromosomen .....                                   | 382         |
| d) Achromatische Komponenten des Kernretikulums ....                                                      | 396         |
| e) Nukleolus .....                                                                                        | 399         |
| f) Achromatische Spindel .....                                                                            | 418         |

## Kapitel XII

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| Die Nuklealreaktion ..... | 419 |
|---------------------------|-----|

## A. Allgemeiner Teil

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Theoretische Begründung und Technik der Nuklealreaktion .....                    | 419 |
| 1. Grundlagen der Nuklealreaktion .....                                          | 419 |
| 2. Nuklealfärbung .....                                                          | 420 |
| 3. Abhängigkeit der Nuklealfärbung von der Fixierungsart und der Hydrolyse ..... | 423 |
| a) Wirkung der Fixierung .....                                                   | 423 |
| b) Einfluß der Hydrolyse .....                                                   | 427 |
| 4. Reaktion mit fuchsinschweflicher Säure .....                                  | 432 |
| a) Das Reagens .....                                                             | 432 |
| b) Optimale Färbungsdauer in fuchsinschweflicher Säure ..                        | 434 |
| c) Autohydrolyse .....                                                           | 436 |
| d) Haltbarkeit der Nuklealfärbung .....                                          | 436 |
| 5. Technik der Nuklealfärbung .....                                              | 437 |
| 6. Fehlerquellen bei der Nuklealfärbung .....                                    | 440 |
| 7. Negative Nuklealreaktion .....                                                | 441 |
| 8. Auswertung der Nuklealreaktion als Methode .....                              | 448 |

## B. Spezieller Teil

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Analyse der Zellkerne mit Hilfe der Nuklealreaktion .....                             | 454 |
| 1. Chromatinbegriff .....                                                             | 454 |
| 2. Anwendung der Nuklealreaktion auf die Untersuchung der Oo- und Spermiogenese ..... | 460 |
| a) Oogenese .....                                                                     | 460 |
| b) Spermiogenese .....                                                                | 465 |
| 3. Thymonukleinsäure bei Akaryonten .....                                             | 467 |
| 4. Thymonukleinsäure in pflanzlichen und tierischen Kernen (Karyonten) .....          | 474 |
| a) Protozoa .....                                                                     | 475 |
| b) Metazoa .....                                                                      | 479 |
| c) Kerne der niederen Pflanzen .....                                                  | 480 |
| d) Kerne der Gefäßpflanzen .....                                                      | 483 |
| 5. Verteilung der Nuklealstoffe in den Kernstrukturen ....                            | 485 |
| a) Kernmembran .....                                                                  | 485 |
| b) Kernsaft .....                                                                     | 486 |
| c) Nukleolus .....                                                                    | 490 |
| d) Chromatisches Kernnetz und Chromozentren .....                                     | 499 |
| e) Chromosomen .....                                                                  | 501 |
| f) Dem Kern entstammende Körperchen .....                                             | 507 |

|                                                                         | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| 6. Mit fuchsinschwefliger Säure reagierende extranukleare Gebilde ..... | 508   |
| a) Blepharoplasten und Parabasalapparate .....                          | 508   |
| b) Tigroidsubstanz der Nervenzellen .....                               | 511   |
| c) Metachromatin .....                                                  | 512   |
| d) Aldehydähnliche Körper .....                                         | 513   |
| 7. Nuklealreaktion und Chromidienlehre .....                            | 518   |
| 8. Anwendung der Nuklealreaktion in der experimentellen Zytologie ..... | 522   |
| 9. Anwendung der Nuklealreaktion in der Pathologie .....                | 525   |
| Tafelerklärung                                                          |       |

## Einleitung

---

### Begriff des Zellkernes. Bedeutung des Kernes und der Kernsubstanz im Zelleben

Das Zellgebilde, das später Zellkern, Nukleus genannt wurde, ist zuerst im XVII. Jahrhundert von dem holländischen Gelehrten A. VAN LEEUWENHOEK (nach SCHLATER 1899, S. 671) beobachtet, später von FONTANA (1781), MEYEN (1827, 1828), BRISSEAU-MIRBEL (nach GUILLIERMOND & MANGENOT & PLANTEFOL) gesehen und abgebildet und 1831 bei einer Reihe von Pflanzen als ein allgemein verbreitetes Gebilde unter dem Namen „areola“ und „nucleus“ von R. BROWN von neuem entdeckt und beschrieben worden. SCHLEIDEN (1838), der den Kern als „Cytoblast“ bezeichnete, hat ihn in Zusammenhang mit der Zellteilung gebracht. Mit der Zeit erwies es sich, daß der Zellkern ein ganz wesentlicher Zellbestandteil ist. Für seine allgemeine Bedeutung spricht vor allem das Vorhandensein eines typischen Zellkernes in allen normal und dauernd funktionierenden Zellen aller Lebewesen (Cyanophyceen und Bakterien ausgenommen)<sup>1)</sup> und die grundsätzliche Ähnlichkeit der Struktur des ruhenden und des sich teilenden Zellkernes in den verschiedensten Klassen der Tiere und Pflanzen.

Obwohl schon vorher zahlreiche Definitionen des Kernes gegeben wurden, können uns diese jetzt nicht mehr befriedigen, da sie den Zellkern meistens nur einseitig und unvollständig charakterisierten. Nach O. HERTWIG (1923) kann man den Zellkern „... als eine vom Protoplasma unterschiedene Masse eigentümlicher Kernsubstanzen, welche in sehr verschiedenartigen Formzuständen sowohl im ruhenden, als auch im aktiven Zustand bei der Teilung auftreten“ definieren. BĚLAŘ's (1926) Definition des Zellkernes: „Kern ist jedes vom Zytoplasma abgegrenzte Ge-

---

<sup>1)</sup> NĚMEC stellt diese zwei Gruppen von Lebewesen unter dem Namen Akaryonta allen übrigen (Karyonta) gegenüber.



bilde, in dem bei seiner Teilung Chromosomen auftreten, bzw. welches sich durch Umwandlung von Chromosomen gebildet hat“, läßt die physikochemischen Eigenschaften des Zellkernes überhaupt beiseite. Seine spätere Formulierung (1928, S. 7) ist die folgende: „Als Zellkern (oder Kern schlechtweg) bezeichnet man einen gegen das Zytoplasma scharf abgegrenzten Protoplasma-bereich, der sich in verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften vom Zytoplasma unterscheidet und nur aus seinesgleichen durch Teilung oder Verschmelzung entsteht. Diese Formulierung ist jedoch aus zwei Gründen vorläufig als unzulänglich zu bezeichnen: erstens weil wir keine einzige charakteristische chemische oder physikalische Eigenschaft kennen, die allen Kernen zukommt<sup>1)</sup>, zweitens (und vor allem) aber, weil auch andere protoplasmatische Gebilde, die consensu omnium nicht als Kerne angesehen werden (z. B. die Pyrenoide oder sog. Zentralkörner der Heliozoen), mit manchen Kernen in der einen oder anderen Eigenschaft übereinstimmen.

Nur eine Eigenschaft kommt fast allen teilungsfähigen Kernen zu: die Ausbildung von Chromosomen bei der Teilung. Für diejenigen Kerne, die diese Eigenschaft nicht besitzen, läßt sich fast ausnahmslos nachweisen, daß sie durch Umbildung eines ‚Chromosomenkernes‘ entstanden sind“.

DARLINGTON (1932) definiert den Zellkern als einen Zellkörper, der durch Mitose entsteht und sich vermehrt. KÜSTER (1935, S. 117) gibt in kurzer Form eine Beschreibung der Haupteigenschaften des Zellkernes. Soweit mir bekannt, wurde bis jetzt eine genaue und vollwertige Definition des Zellkernes nie gegeben. Eine solche Definition ist auch nicht leicht und kann augenscheinlich von verschiedenen (morphologischen, chemischen, physiologischen) Standpunkten aus versucht werden, die aber nicht immer ganz voneinander abgegrenzt werden können. Wir wollen den Versuch machen, eine solche Definition zu geben:

Der Zellkern ist ein Zellbestandteil, der mit einer eigenen Membran abgegrenzt ist und aus einem gewöhnlich flüssigen Kernsaft, einem dickflüssigen Nukleolus und einem dickflüssigen oder zähen, unbedingt Thymonukleinsäure enthaltenden Karyotin besteht, ein Zell-

---

<sup>1)</sup> Jetzt kennen wir eben diese chemische, sehr charakteristische Substanz, welche allen Zellkernen zukommt: die Thymonukleinsäure.