

ОТДѢЛЕНІЕ

Содержание

1. Введение 1

2. Методы исследования 2

3. Описание культуры 3

4. Описание культуры 4

5. Описание культуры 5

6. Описание культуры 6

7. Описание культуры 7

8. Описание культуры 8

9. Описание культуры 9

10. Описание культуры 10

11. Описание культуры 11

12. Описание культуры 12

13. Описание культуры 13

14. Описание культуры 14

15. Описание культуры 15

16. Описание культуры 16

17. Описание культуры 17

18. Описание культуры 18

19. Описание культуры 19

20. Описание культуры 20

21. Описание культуры 21

22. Описание культуры 22

23. Описание культуры 23

24. Описание культуры 24

25. Описание культуры 25

26. Описание культуры 26

27. Описание культуры 27

28. Описание культуры 28

29. Описание культуры 29

30. Описание культуры 30

31. Описание культуры 31

32. Описание культуры 32

33. Описание культуры 33

34. Описание культуры 34

35. Описание культуры 35

36. Описание культуры 36

37. Описание культуры 37

38. Описание культуры 38

39. Описание культуры 39

40. Описание культуры 40

41. Описание культуры 41

42. Описание культуры 42

43. Описание культуры 43

44. Описание культуры 44

45. Описание культуры 45

46. Описание культуры 46

47. Описание культуры 47

48. Описание культуры 48

49. Описание культуры 49

50. Описание культуры 50

51. Описание культуры 51

52. Описание культуры 52

53. Описание культуры 53

54. Описание культуры 54

55. Описание культуры 55

56. Описание культуры 56

57. Описание культуры 57

58. Описание культуры 58

59. Описание культуры 59

60. Описание культуры 60

61. Описание культуры 61

62. Описание культуры 62

63. Описание культуры 63

64. Описание культуры 64

65. Описание культуры 65

66. Описание культуры 66

67. Описание культуры 67

68. Описание культуры 68

69. Описание культуры 69

70. Описание культуры 70

71. Описание культуры 71

72. Описание культуры 72

73. Описание культуры 73

74. Описание культуры 74

75. Описание культуры 75

76. Описание культуры 76

77. Описание культуры 77

78. Описание культуры 78

79. Описание культуры 79

80. Описание культуры 80

81. Описание культуры 81

82. Описание культуры 82

83. Описание культуры 83

84. Описание культуры 84

85. Описание культуры 85

86. Описание культуры 86

87. Описание культуры 87

88. Описание культуры 88

89. Описание культуры 89

90. Описание культуры 90

91. Описание культуры 91

92. Описание культуры 92

93. Описание культуры 93

94. Описание культуры 94

95. Описание культуры 95

96. Описание культуры 96

97. Описание культуры 97

98. Описание культуры 98

99. Описание культуры 99

100. Описание культуры 100

Zur Physiologie der Zelle.

von

J. J. Gerassimov.

Mit 1 Taf.

Wie von mir schon in einer Reihe von Mittheilungen beschrieben worden ist, kann man, wenn man *Spirogyrafäden* mit sich theilenden Zellen hemmenden Einflüssen unterwirft, in denselben zwischen gewöhnlichen einkernigen Zellen auch Zellen (oder Kammern) ohne Kern erhalten, welche in solchen Fällen stets von einem Ueberfluss an Kernmasse enthaltenden Zellen (oder Kammern) begleitet werden.

„Physiologische Experimente mit solchen Fäden würden ein besonderes Interesse darbieten, da gleichzeitig und parallel an einem und demselben Faden der Einfluss des Inhalts und der Anordnung der Kernmasse in der Zelle, sowohl wie des vollkommenen Fehlens des Kerns auf den Gang der Prozesse in derselben bei verschiedenen Bedingungen sich offbaren würde. Da die Fäden normal im Wasser, nicht aber in plasmolysirenden Lösungen kultivirt werden, so ist eine verschiedene experimentale Veränderung der Mitte möglich. Dank der Existenz im Faden eines natürlichen Merkmals in der Form der kernlosen Zelle (oder Kammer) mit der sie begleitenden Zelle (oder Kammer) ist es möglich, die ganze Untersuchung, Abzählung des Wachstums und aller Umwandlungen an genau bestimmten Zellen zu vollführen.“

„Man kann denken, dass umfangreiche und mannigfaltige Experimente an solchen Fäden ein reichhaltiges Material zur genaueren

Aufklärung der Wechselbeziehungen zwischen dem Kern und den übrigen Bestandtheilen der pflanzlichen Zelle liefern würden“¹⁾.

Vorliegende Mittheilung enthält die Beschreibung meiner Experimente, welche mit solchen Fäden in der Periode vom Jahre 1894 bis zum Jahre 1900 gemacht worden sind, und auch Beobachtungen über einige zufällige Erscheinungen des Zellenlebens.

Als Object für Experimente und Beobachtungen haben verschiedene Arten der *Spirogyra* gedient, welche zum Theil bestimmt wurden, zum Theil unbestimmt geblieben sind²⁾; in der Mehrzahl der Fälle waren es *Spirogyra majuscula* (Ktg.) Hansg. und *Spirogyra crassa* (Ktg.) Hansg.³⁾ Von denjenigen Arten, über welche ich verfügte, erwiesen sich als besonders bequem für die Arbeiten die Arten *Spirogyra majuscula* (Ktg.) Hansg. und die derselben nahe *Spirogyra bellis* (Hassal) Clève, da 1) man den Zellinhalt vollkommen deutlich in lebendigem Zustande sieht, 2) der Faden von mittlerer Dicke und handlich für die Manipulationen ist, und 3) die Art sich gut kultiviren lässt, indem sie sich mit einem oder den beiden Enden mit Hilfe von Rhizoiden an die Wand des Kulturgefässes anheftet⁴⁾.

Für die Experimente wurden solche Fäden genommen, in welchen die Zellen ein gutes oder wenigstens ein befriedigendes Aussehen besaßen; vollkommen schwache oder krankhafte Fäden wurden für die Kultur nicht gebraucht. Als Mittel zur Erlangung kernloser Zellen mit den dieselben begleitenden Zellen diente in der bedeutenden Mehrzahl der Fälle eine mehr oder weniger starke Abkühlung der sich theilenden Zellen; in einer sehr kleinen Zahl von Fällen, welche in den betreffenden Tabellen angezeigt sind, diente zu diesem Zweck die Anästhesirung mittelst des Aethers, des Chloroforms

¹⁾ J. J. Gerassimow. Ueber den Einfluss des Kerns auf das Wachstum der Zelle. Bull. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou. 1901. № 1 & 2. p. 190, 191.

²⁾ Zur genaueren Bestimmung der Arten ist das Vorhandensein der Zygoten nothwendig. Doch kann das copulirende Zellen und Zygoten enthaltende Material nicht mehr für tauglich für die physiologische Untersuchung der Eigenthümlichkeiten der vegetativen Zellen gehalten werden.

³⁾ J. J. Gerassimow. Ueber die Lage und die Function des Zellkerns. Bull. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou. 1899. № 2 & 3. p. 223.

⁴⁾ Max Verworn. Allgemeine Physiologie. Dritte Auflage. Jena. 1901. „Aber hier erscheinen uns als ausserordentlich günstige Objecte für cellularphysiologische Zwecke die freilebenden, einzelligen Organismen, die Protisten. Sie sind förmlich von der Natur für den Physiologen geschaffen...“ p. 53.

oder des Chloralhydrats. Bei dieser Methode erscheint die Verschiebung des sich theilenden Kerns nach der Seite der einen von den künftigen Tochterzellen, welche gerade zur Bildung einer kernlosen Zelle führt, im wesentlichen nur als Zufall; die Bedeutung der Abkühlung und der Anästhesirung aber besteht darin, dass dieselben diesen Zufall zu einem häufigeren machen, so dass man auf denselben rechnen kann. Die Anästhesirung hat, wie jede chemische Einwirkung, die sehr wesentliche Unbequemlichkeit im Vergleich zu der Abkühlung, dass die Dauer der Wirkung des in die Zelle eingeführten Stoffes mit Genauigkeit nicht bekannt bleibt.

Eine interessante Eigenthümlichkeit der Zellkerne, welche sich unter dem Einfluss des Aethers auf den sich theilenden Mutterkern gebildet haben, macht das Vorhandensein von deutlich sichtbaren Vacuolen in ihren Nucleolen aus; bei Betrachtung in lebendigem Zustand erscheinen solche Nucleolen im optischen Querschnitt als annähernd ringförmig.

Die Eigenthümlichkeiten der Theilung der Kerne und der Zellen bei den verschiedenen Arten sind noch nicht in genügendem Maasse unter der Bedingung des Gebrauchs in allen Fällen vollkommen gleicher Methoden der Bearbeitung der Zellen, erforscht worden. Man kann denken, dass die Leichtigkeit der Verschiebung des Kerns und, folglich, der Erfolg der Bildung kernloser Zellen bei gleicher Einwirkung bei verschiedenen Arten sich als eine verschiedene erweisen kann¹⁾.

Bei jedem Experiment können zufällige Nebeneinwirkungen stattfinden. Die für das Experiment genommenen Objecte können ebenfalls irgend welche individuelle Eigenthümlichkeiten als Resultat ihres verschiedenartigen vorhergehenden Lebens besitzen. Zum Zweck der Erlangung mehr zuverlässiger Schlüsse ist es nothwendig, sich auf einer möglichst grossen Zahl von Experimenten und Beobachtungen jeder Art zu stützen.

Ein richtiger Schluss, welcher auf Grund der Erforschung von irgend welchem einem Organismus gezogen worden ist, hat selbstver-

¹⁾ Nach der Untersuchung C. van Wisselingh's können sogar bei einer und derselben Species *Spirogyra trififormis* in verschiedenen Fäden bei normalen Bedingungen 3 verschiedene Modi der Kerntheilung stattfinden.

C. van Wisselingh. Ueber Kerntheilung bei *Spirogyra*. Flora. 1900. 87. p. 355 ff.

ständig in vollem Maasse Kraft nur für den gegebenen Organismus; doch können die allgemeinsten Schlüsse, mit einigen Modificationen, auch auf andere ähnliche Objecte ausgedehnt werden.

Die Kultur im diffusen Sonnenlicht.

Die zur Untersuchung bestimmten Fäden wurden in Bachwasser gebracht, zu welchem etwas Aufguss guter Gartenerde hinzugefügt und etwas Kohlensäure gelöst wurde. Als Kulturgefässe dienten kleine Büchsen aus weissem dünnem Glas. Die Kultur wurde im Zimmer dem zerstreuten Tageslicht ausgesetzt; directer Sonnenschein wurde vermieden¹⁾.

Das Licht erreichte jeden Faden nachdem es 1) durch das Fensterglas, 2) durch das Glas des Kulturgefässes, 3) durch die Wasserschicht im Gefäss selbst gedrungen war. Bei diesen Bedingungen muss man die ultravioletten Strahlen für ausgeschlossen halten.

Gewöhnliche einkernige Zellen.

(Tab. XXX—XL)

Der Grad des allgemeinen Wachstums der Zelle, unter der Bedingung eines mehr oder weniger gleichmässigen Wachstums ihrer Bestandtheile, dient als Zeiger der Intensität ihres inneren Lebens bei den gegebenen Bedingungen.

Wie zahlreiche von mir gemachte Messungen zeigen, wachsen in einem und demselben Faden bei anscheinend vollkommen gleichen Bedingungen verschiedene Zellen nicht mit gleicher Intensität; ihre Theilung, obgleich sie überhaupt nach annähernd gleichen Zeiträumen eintritt, verspätet jedoch manchmal temporär für einzelne Zellen.

Diese Erscheinungen können von verschiedenen Ursachen abhängen. Die Messung der Grösse der Zellen gerade im Moment ihrer Bildung aus der sich theilenden Mutterzelle zeigt, dass beide Tochterzellen einander nicht absolut gleich nach dem Volumen sind; man kann denken, dass auch ihre Bestandtheile ebenfalls qualitativ und

¹⁾ Die von mir gebrauchte Kulturmethode ist ausführlicher in meiner vorhergehenden Mittheilung „Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse“ (Zeitschrift für allgem. Physiologie. I. Band, III. Heft. Jena 1902) beschrieben worden.

quantitativ nicht vollkommen gleich sein werden. Ausserdem können während der Kultur selbst verschiedene zufällige locale Einflüsse stattfinden, welche das Wachstum und die Entwicklung der einzelnen Zellen beschleunigen oder aufhalten.

Bei der beschriebenen Methode der Kultur ist die Einwirkung der ultravioletten Strahlen des Sonnenlichts beseitigt. Solche Kulturen gelang es mir lange Zeit, nämlich mehr als zwei Jahre, zu erhalten. Dabei konnten die Zellen ein vollkommen normales, gesundes Aussehen besitzen; da aber das normale Leben der Zelle nur bei ebenfalls normaler Einwirkung seitens des Kerns möglich ist, so functionirten folglich die Kerne dieser Zellen regelmässig. Daraus folgt, dass für das Leben der ganzen Zelle und für das Leben ihres Kerns die ultravioletten Strahlen nicht für notwendig erscheinen.

Nach den genauen und überzeugenden Experimenten, welche unlängst von *Tomaschewsky*¹⁾ an verschiedenen niederen Organismen und unter anderem an *Spirogyra* vollbracht worden sind, wirken „die kürzesten Wellen der strahligen Energie“ sogar zerstörend auf die Zelle. „Auf diese Weise habe ich mich durch unmittelbare mikroskopische Beobachtung überzeugt, dass die strahlige Energie (vorzüglich der kurzen Welle), indem sie, bei entsprechenden Bedingungen des Experiments, auf die Zelle wirkt, in der Organisation derselben eine ganze Reihe von Veränderungen hervorruft, welche als Regel den Untergang der Zelle und in vielen Fällen ihren völligen Zerfall nach sich zieht. Die grosse Zahl von mir gemachter Beobachtungen und die völlige Identität der erhaltenen Resultate (bei beträchtlicher Mannigfaltigkeit der untersuchten Organismen) schliessen anscheinend vollkommen die Möglichkeit einer zufälligen Erklärung der von mir beobachteten Erscheinungen aus, in solchem Falle aber ist es notwendig zu anerkennen, dass *der strahligen Energie* (bei entsprechenden Bedingungen des Experiments) *überhaupt die Fähigkeit, die Zelle zu tödten, eigen ist*“ (l. c. p. 222—223)²⁾.

¹⁾ Д-ръ В. Н. Томашевскій. О дѣйстви лучистой энергии на бактеріи и нѣкоторые другіе низшіе организмы. С.-Петербургъ. 1902.

(Dr. W. N. Tomaschewsky. Ueber die Wirkung der Strahlenergie auf die Bacterien und mehrere andere niedere Organismen. St.-Petersburg. 1902).

²⁾ „Такимъ образомъ, путемъ непосредственнаго микроскопическаго наблюденія я убѣдился, что лучистая энергія (преимущественно короткой волны), дѣйствуя, при соответственныхъ условіяхъ опыта, на клетку, вызываетъ въ ея

Es ist interessant, dass bei *Spirogyra* die Merkzeichen der Zerstörung des Chromatophors unter der Wirkung der strahligen Energie der kurzen Welle zuerst in der Region der Kerne auftraten. „Ich kann bemerken ebenfalls, dass an vielen Zellen es mir gelang zu bemerken, dass die Desorganisation des Chromatophors gewöhnlich in demjenigen Bezirk der Zelle anfängt, wo der Kern liegt“ (p. 219)¹⁾.

In 4 Fällen wurde von mir die relative Intensität des Wachstums der Zellen eines und desselben Fadens im Licht und in der Dunkelheit bestimmt (Tab. XXXVII—XL). Die Zellen wurden zweimal in vierundzwanzig Stunden gemessen: am Morgen um 8—10 Uhr und am Abend um 5—11 Uhr; nach der morgendlichen Messung wurden die Kulturen an's Licht gestellt, nach der abendlichen in die Dunkelheit gebracht, und aus derselben nur vor der folgenden morgendlichen Messung hervorgeholt. Die erhaltenen Zahlen zeigen, dass ein deutlich ausgedrückter Unterschied in der Intensität des Wachstums in der allgemeinen Totalsumme für die tägliche und die nächtliche Zeit nicht bemerkt wird; in einigen Fällen war das Wachstum stärker am Licht, in anderen Fällen—in der Dunkelheit.

Das natürliche Tageslicht zeichnet sich durch seine Inconstanz und Ungleichmässigkeit aus; ausserdem können während der Kultur selbst Temperaturschwankungen und andere zufällige Nebeneinwirkungen stattfinden; das Wachstum der pflanzlichen Zellen ist eine sehr complicirte Erscheinung, welche von vielen verschiedenen Factoren abhängt. Genauere Data über die hemmende Wirkung des Lichts auf das Wachstum könnten Kulturen der Zellen in der Dunkelheit und bei künstlicher Beleuchtung von constanter und bestimmter Lichtstärke geben, wobei die Zellen mehrmals während der vierundzwanzig Stunden nach bestimmten Zeiträumen gemessen würden.

организации дѣльный рядъ измѣненій, влекущихъ за собою, какъ правило, гибель кѣтки, а во многихъ случаяхъ и полный распадъ ея. Большое количество произведенныхъ мною наблюденій и полная тождественность полученныхъ результатовъ (при значительномъ разнообразіи изслѣдованныхъ организмовъ), повидимому, совершенно исключаютъ возможность случайнаго объясненія наблюдаемыхъ мною явленій, а въ такомъ случаѣ необходимо признать, что *лучистая энергія* (при соответственныхъ условіяхъ опыта) *вообще присуща способностъ убивать кѣтку*“. I. c. p. 222, 223.

¹⁾ „Могу замѣтить также, что на многихъ кѣткахъ мнѣ удалось подмѣтить, что дезорганизация хроматофора обыкновенно начинается въ томъ участкѣ кѣтки, гдѣ расположено ядро“. I. c. p. 219.

Kernlose Zellen.

(Tab. XI, XVII, XIX, XXIV; XXXI, XXXII, XXXIV—XXXV)

Die kernlose Zelle weist eine Fähigkeit zu wachsen, d. h. ihr Volumen zu vergrössern, auf. Dabei verlängert sich die Zelle, und das Volumen vergrössert sich noch durch die Bildung zweier Endaufreibungen, d. h. beide Querscheidewände bleiben nicht flach, sondern krümmen sich, wobei sie in das Lumen der Nachbarzellen hervorragen. Die Beträchtlichkeit der Krümmung beider Querscheidewände steht in umgekehrter Abhängigkeit von ihrer Dicke; am stärksten krümmt sich stets die neugebildete Querscheidewand. Dieses allgemeine Wachstum der Zelle wird nachher allmählich geringer und bleibt endlich stehen.

Die Vergrösserung des Volumens der Zelle weist auf die Zunahme des osmotischen Drucks in derselben hin. Bei Anwesenheit des Kerns würde dieses zur normalen Verlängerung der Zelle führen. Doch in den kernfreien Zellen ist die Dehnbarkeit der äusseren Membran sichtbar geringer als die normale, und das Steigen des Turgors ruft die Ausdehnung beider Querscheidewände hervor, welche vielleicht deswegen nachgiebiger sind, weil sie dünner sind und unter der Einwirkung der Kerne der nachbarlichen Zellen stehen¹⁾. Nach den Untersuchungen von W. K. Wahrlich²⁾, F. G. Kohl³⁾,

¹⁾ Es kommt vor, dass auch in den kernhaltigen Zellen, welche sich durch kränkliches Aussehen auszeichnen, die Dehnbarkeit der äusseren Membran ebenfalls schwächer wird; dann bemerkt man auch in ihnen das Auftreten der Krümmung beider Querscheidewände und die Bildung der terminalen Aufreibungen.

²⁾ В. К. Вараисъ. Къ анатоміи кѣтки у грибовъ и витчатыхъ водорослей. С.-Петербургъ. 1892. „Мною были изслѣдованы: 3 вида *Spirogyra*, 1—*Ulothrix*, 2—*Conferva*, 2—*Oedogonium* и 1—*Cladophora*; результатъ получился вездѣ одинаково отрицательный, т. е. протоплазматическія соединенія у названныхъ водорослей не были найдены“. p. 21. (W. K. Wahrlich. Zur Anatomie der Zelle bei den Pilzen und Fadenalgen. St. Petersburg. 1892. „Von mir wurden untersucht: 3 Arten von *Spirogyra*, 1—von *Ulothrix*, 2—von *Conferva*, 2—von *Oedogonium* und 1—von *Cladophora*; es wurde überall gleich negatives Resultat erhalten, d. h. es wurden bei den genannten Algen keine protoplasmatische Verbindungen gefunden...“ p. 21).

³⁾ F. G. Kohl. Beiträge Zur Kenntniss der Plasmaverbindungen in den Pflanzen. Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band XII. Heft 3. Jena. 1902. „Frei von Plasmaverbindungen fand ich bei erneuter Prüfung ausser *Spirogyra*, *Mesocarpus*, *Ulothrix* auch *Zygnema*, *Oedogonium*...“ p. 344.

*F. Kienitz-Gerloff*¹⁾ giebt es bei *Spirogyra* normal keine Oeffnungen in den Querscheidewänden und keine protoplasmatische Verbindungen zwischen nachbarlichen Zellen

Wie zuerst *G. Klebs*²⁾ gezeigt hat, sind die kernlosen Protoplasten von *Spirogyra* und *Zygnema* am Licht fähig, Stärke aufzuspeichern; dasselbe wurde in allen Fällen auch von mir³⁾ beobachtet. Diese Aufspeicherung fängt schon bald nach der Bildung der Zellen an, anfänglich um die Pyrenoide herum, nachher aber auch zwischen denselben in anderen Stellen des Chromatophors. Obgleich diese Erscheinung eine constante ist, ist jedoch ihr Grad in verschiedenen Fällen ein verschiedener, zum Theil vielleicht in Abhängigkeit von den artlichen Eigentümlichkeiten der Zellen. Bei bedeutender Anhäufung um die Pyrenoide herum erweisen sich mehr oder weniger bedeutende Kränze aus Stärkekörnern, und zwischen ihnen sind alle Chlorophyllbänder fast ohne Unterbrechung mit Stärke inkrustirt, so dass die äusseren Umrisse der Bänder sich aus der Summe der äusseren Umrisse der benachbarten Stärkekörner zusammensetzen.

Die Menge der Stärke, welche sich abgelagert hat, ist der Differenz zwischen der Menge der Stärke, welche sich gebildet, und der Stärke, welche sich gelöst hat, gleich. Die Anhäufung derselben in den kernlosen Zellen weist darauf hin, dass bei den gegebenen Bedingungen ihre Lösung bedeutend schwächer gehen muss als in kernhaltigen Zellen desselben Fadens⁴⁾.

Die Chlorophyllbänder behalten in einigen Fällen vollkommen die Regelmässigkeit der Anordnung bis zum Absterben der Zellen bei, in anderen Fällen findet eine mehr oder weniger bedeutende Störung dieser Regelmässigkeit und eine Bildung verschiedener Verschiebungen statt. Die Umrisse der Chlorophyllbänder werden einfacher und

1) *F. Kienitz-Gerloff*. Neue Studien über Plasmodiesmen. Ber. der deutsch. bot. Gesellschaft. 1902. Heft 2.

2) *G. Klebs*. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Unters. aus dem botan. Institut zu Tübingen. Bd. 2. Heft III. 1888. p. 554, 565.

3) Alle meine vorhergehenden Mittheilungen.

4) *G. Klebs*. l. c. „Diese Aufsammlung des Nährmaterials von Seiten der kernlosen Zellstücke ist von vornherein sehr verständlich, da dieselben ausser für den geringen Bedarf, den die Erhaltung des Lebens, die Athmung fordert, in ihren sonstigen Lebensfunctionen sehr beschränkt sind“ p. 554.

weniger deutlich. Die Färbung wird gewöhnlich mit der Zeit schwächer und wird zu einer graulichen. Das Chlorophyll bildet sich anscheinend entweder nicht, oder es bildet sich in geringerer Menge, als es zerfällt; den Process der Chlorophyllbildung in der Zelle muss man ebenfalls für in dem oder jenem Maass abhängig von der Thätigkeit des Zellkerns halten. Die Arbeiten mehrerer Forscher in den letzten Jahren haben gezeigt, dass die Bildung des Chlorophylls ebenfalls auch von inneren Ernährungsbedingungen der Zelle abhängen¹⁾.

Ob mit der Zeit irgend welche wesentliche Veränderung mit den Pyrenoiden in den kernlosen Zellen vor sich geht,—ist ununtersucht geblieben.

Die Existenzdauer der kernlosen Zellen ist in verschiedenen Fällen eine verschiedene; in der Frühlings- und der Sommerzeit ist sie gewöhnlich nicht grösser als 2—3 Wochen; in seltenen Fällen, nämlich bei winterlicher und herbstlicher Kultur, als der Gang der Prozesse in den Zellen geschwächt ist und die äusseren Bedingungen dem intensiven Leben ungünstig sind, können die kernlosen Zellen auch längere Zeit, bis zu 6 Wochen existiren.

Es kommt vor, dass in demselben Faden, folglich bei gleichen Bedingungen, verschiedene kernlose Zellen nicht gleiche Zeit existiren²⁾.

In den Experimenten von *G. Klebs* dauerte die Existenz der kernlosen Protoplasten in Zuckerlösungen 4—6 Wochen. Diese grössere Existenzdauer konnte vor allem davon abhängen, dass in den Zellen der Gang der physisch-chemischen Prozesse verzögert war³⁾.

Im Anfang der Existenz der kernlosen Zellen kann man im Protoplasma die für diese Alge gewöhnliche Strömung unterscheiden; später gelingt es nicht mehr, dieselbe zu constatiren.

1) Die diesbezüglichen Litteraturdata sind in der Arbeit von *A. Армапу*. Къ вопросу о влиянии среды на форму и развитие водорослей. Москва. 1903. (*A. Artari*. Zur Frage über den Einfluss der Mitte auf die Form und Entwicklung der Algen. Moskau. 1903) angeführt.

2) Die Untersuchung der Existenzdauer der kernlosen Zellen in Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen ist eine Aufgabe, welche die Beachtung verdient.

3) l. c. p. 553, 555, 565.

In denjenigen Fällen, wo um den Faden herum eine deutliche Gallertescheide¹⁾ existirt, erweist sich dieselbe mit der Zeit um die kernlosen Zellen schwächer ausgedrückt, d. h. sie bricht nicht so stark das Licht, ist schmaler und ihre Umriss sind weniger deutlich. Aehnlich vielen anderen Seiten des Lebens der Zelle, steht folglich die Entwicklung der Gallertescheide in Abhängigkeit von der Anwesenheit des Zellkerns. „Die Secretion von Schleim seitens des nackten Protoplasmas der Amöben ist, wie Hofer²⁾ gezeigt hat, an kernlosen Massen nicht mehr zu beobachten, so dass die Stücke nach der Entkernung frei im Wasser flottiren, ohne sich an die Unterlage anheften zu können, während die kernhaltigen Protoplasmanmassen sich bald nach der Operation wie unverletzte Amöben wieder mit einer feinen Schleimschicht an der Unterlage anheften und wiederkriechen. Bei den kernlosen Pseudopodien von *Diffugia* findet zwar Anfangs noch eine Schleimsecretion statt, hört aber bald nachher auf, und die Protoplasmanmassen verlieren das Vermögen sich anzuheften nach einigen Stunden ebenfalls³⁾“⁴⁾.

Die äussere, d. h. laterale Membran der kernlosen Zellen schien in einigen Fällen wie dicker und glänzender zu sein als diejenige der anderen Zellen des Fadens. Es blieb unaufgeklärt, ob eine thatsächliche Verdickung der Membran oder irgend welche Umwandlung derselben stattfand, oder ob sie nur deswegen dicker zu sein schien, weil in den anderen Zellen die Membran infolge des gesteigerten Wachstums dünner geworden, in den kernlosen Zellen aber ohne Veränderung geblieben war. Doch überhaupt verdünnt sich schliesslich in den kernlosen Zellen die Membran; es ist, als wenn sie zu Grunde ginge.

Bei veränderten äusseren Bedingungen kann die Veränderung des allgemeinen Aussehens der Zellen in verschiedenen Richtungen gehen: in einigen Fällen steigert sich das allgemeine Wachstum der Zel-

¹⁾ G. Klebs. Ueber die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Untersuch. a. d. bot. Inst. zu Tübingen. Bd. 2. 1887. p. 333 ff.

²⁾ B. Hofer. Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss des Kerns auf das Protoplasma. Ien. Zeitschrift f. Naturw. Bd. 17. 1889.

³⁾ Max Verworn. Biologische Protistenstudien II. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 50. 1894.

⁴⁾ Max Verworn. Allgemeine Physiologie. Dritte Auflage. Iena. 1901. p. 537, 538.

len, die Entwicklung aber der übrigen Bestandtheile der Zellen bleibt zurück und die Chlorophyllbänder werden schmaler, mit breiteren freien Zwischenräumen zwischen denselben, in anderen Fällen ist das allgemeine Wachstum nicht so bedeutend, die Chlorophyllbänder aber sind stärker entwickelt, werden breiter und erstrecken sich mit ihren Rändern fast aufeinander; der Ton der Färbung der Chlorophyllbänder kann sich verändern, u. s. w. Doch alle ähnliche Veränderungen sind nur für kernhaltige Zellen möglich. Die kernlosen Zellen behalten denjenigen Charakter des allgemeinen Aussehens bei, welchen alle Zellen bei ihrer Bildung besaßen.

Mehrmals wurde es bemerkt, dass die kernlosen Zellen leichter von Parasiten aus der Familie der *Chytridiaceae* überfallen werden¹⁾. Die Zellenleichen sind manchmal von grossen Massen von Bacterien und anderen Mikroorganismen umgeben, welche in den die Zellen umgebenden Schleim versenkt sind. Vielleicht werden diese Mikroorganismen durch die chemotaktischen Producte des Zerfalls herbeigeloct.

Wenn es gelang, die kernlose Zelle nicht lange vor ihrem endgiltigen Absterben zu erhaschen, so wurde stets dieselbe Erscheinung beobachtet: ihre Turgescenz erschlaft, die laterale Membran contrahirt sich, der mittlere cylindrische Theil der Zelle verkürzt sich, beide Querscheidewände krümmen sich nach der Seite der kernlosen Zelle selbst, der Volumen der Zelle wird geringer.

Bei der nur nach den vegetativen Zellen als *Spirogyra crassa* bestimmten Art wird beim Absterben der kernlosen, so wie auch einer jeden anderen Zelle, nach Maass der Abnahme des Turgors, ihr Lumen von beiden Nachbarzellen eingenommen. Die zusammenstreichenden Enden der in das Lumen der untergegangenen Zelle eingedrungenen Zellen bilden eine falsche Querscheidewand, welche zur äusseren Membran senkrecht oder unregelmässig geneigt ist; der Inhalt der untergegangenen Zelle erweist sich in der Form einer grünen stärkehaltigen Masse, welche später braun wird, zwischen den Membranen der eingedrungenen Zellen und der Membran der untergegangenen Zelle eingezwängt. Bei anderen Arten findet

¹⁾ J. Gerassimov. Einige Bemerkungen über die Function des Zellkerns. (Vorläufige Mittheilung). Bull. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou. 1890. № 4. p. 550.

an der Stelle der abgestorbenen und abgesprungenen Zelle die Trennung des Fadens in zwei statt ¹⁾).

Wenn die kernlosen Zellen zufällig bei ihrer Bildung beschädigt worden sind, so kann es geschehen, dass sie kein Wachstum aufweisen und schneller als gewöhnlich absterben.

Es ist möglich, dass bei verschiedenen Arten in den Details der Existenz der kernlosen Zellen sich irgend welche Unterschiede erweisen werden.

Es geschieht, dass in den kernlosen Zellen einige für die kernlosen Kammern charakteristische Zusammenschiebung der Chlorophyllbänder in der medianen Querfläche bemerkt wird; dieser Umstand erklärt sich dadurch, dass diese Zellen früher Kammern gewesen sind.

Kernlose Kammern.

(Tab. XXIV, XXX, XXXIII)

Die kernlose Kammer unterscheidet sich von der kernlosen Zelle dadurch, dass die Scheidewand, welche sie von der nachbarlichen Zelle trennt, eine Oeffnung besitzt.

In einer Hinsicht, nämlich nach dem Mangel in ihnen eines Zellkerns, sind diese Kammern den kernlosen Zellen ähnlich; in einer anderen Hinsicht, indem sie dennoch unter der wenn auch abgeschwächten Wirkung des Kerns aus der benachbarten Kammer durch die freie Oeffnung in der Querscheidewand stehen, sind sie den kernhaltigen Zellen ähnlich. Ihre eigenartige Eigenthümlichkeit aber bildet die Lage in Bezug zum Kern, welcher sich in der nachbarlichen Kammer befindet.

Deswegen müssen mit dem Lebenslauf in ihnen solche Eigenheiten sich äussern, welche eine Aehnlichkeit mit den Eigenheiten sowohl der kernhaltigen, wie auch der kernlosen Zellen besitzen, und ausserdem noch ihre eigenen typischen Eigenthümlichkeiten.

Die Aehnlichkeit mit den kernlosen Zellen besteht darin, dass 1) sie bedeutend weniger als die gewöhnlichen Zellen wachsen und 2) dass in ihnen eine mehr oder weniger beträchtliche Stärkeanhäufung beobachtet wird.

¹⁾ Es würde ein Interesse darbieten, tiefer zu untersuchen, welche Unterschiede im Gang der Prozesse, welche zum Tode der kernhaltigen und der kernlosen Zelle führen, existiren.

Die Wachstumskraft kann in verschiedenen Fällen eine verschiedene sein, unter anderem in Abhängigkeit von der Grösse der Oeffnung in der Querscheidewand, welche die kernlose Kammer von der nachbarlichen Kammer und, folglich, von den Einwirkungskräften, welche von Seiten des Kerns bezogen werden, trennt. Das Wachstum geht anfänglich stärker, später aber erschläft dasselbe. Die Stärkeansammlung kann bei verschiedenen Bedingungen eine verschiedene sein.

Die kernlosen Kammern unterscheiden sich von eben solchen Zellen und sind den kernhaltigen Zellen ähnlich durch: 1) das Fehlen einer Krümmung der Querscheidewände, 2) das beträchtlichere und länger dauernde allgemeine Wachstum, 3) die intensivere Färbung der Chlorophyllbänder, 4) die langdauernde Existenz, 5) die gewöhnlich geringere als in den kernlosen Zellen Stärkeanhäufung.

Da die Lumina der kernlosen Kammer und ihrer Schwesterkammer miteinander communiciren, so muss der hydrostatische Druck in ihnen ein gleicher sein, und es giebt keinen Grund zur Krümmung der flachen Querscheidewand zwischen ihnen. Nur kommt es vor, dass gerade bei ihrer Bildung diese Querscheidewand nicht flach, sondern unregelmässig gekrümmt und mit Auswüchsen versehen ist.

Die Erhaltung und sogar die Verstärkung der Färbung der Chlorophyllbänder der kernlosen Kammern weisen auf eine Neubildung des Chlorophylls in ihnen. Der Unterschied in dieser Hinsicht zwischen den kernlosen Kammern und den kernlosen Zellen fällt besonders scharf auf, wenn diese sowohl wie jene sich in einem und demselben Faden befinden.

Doch eine vollkommen typische Eigenthümlichkeit der kernlosen Kammern bildet die Zusammenschiebung der Chlorophyllbänder in der medianen Querfläche. Die Chlorophyllbänder fangen nämlich an, sich mit ihren Rändern aufeinander zu legen; manchmal bleibt diese Zusammenschiebung bei diesem ersten Stadium stehen; doch in anderen Fällen geht sie so weit, dass die Chlorophyllbänder sich zu einem grellgrünen Klumpen oder Knäuel im Lumen der Zelle zusammenballen, in der wandständigen Schicht sich aber keine Bänder erweisen. Bei verschiedenen Arten drückt sich diese Erscheinung mit verschiedener Deutlichkeit aus. Besonders scharf kann sie

bei Arten mit ellipsoidalem Kern, ähnlich der *Spirogyra majuscula*, auftreten. Doch jedenfalls giebt es gewöhnlich in diesen Kammern eine vollkommen regelmässige Anordnung der Chlorophyllbänder nicht. Die Umriss der Bänder vereinfachen sich. Im Protoplasma zeigen sich dabei scharf ausgedrückte Strömungen und wie eine Schäumigkeit.

Die Gallertescheide um die kernlosen Kammern erweist sich mit der Zeit als stärker lichtbrechend und tritt schärfer hervor als um die kernhaltigen Zellen.

Als diese Kammern bei langdauernder Existenz eine grössere Länge erreichen, ist ihre Dicke in der Mitte der Kammer etwas geringer als an den Enden.

Es wurden Fälle beobachtet, wo die Oeffnung in der Querscheidewand, bei geringer Grösse dieser Oeffnung, später schliesst, und die Kammer sich in eine Zelle verwandelt; solche Zellen müssen unfehlbar untergehen, wie alle Zellen, welche der Einwirkung des Kerns vollkommen beraubt sind.

Zellen mit Ueberfluss an Kernmasse.

(Tab. XI, XVII, XIX, XXIV, XXX—XXXVI)

Von den gewöhnlichen einkernigen Zellen unterscheiden sich die einen Ueberfluss an Kernmasse besitzenden Zellen nicht qualitativ, wie die kernlosen Zellen, sondern nur quantitativ, durch den relativen Inhalt an Kernsubstanz. Deswegen wird sich auch ihr weiteres Leben von demjenigen der gewöhnlichen Zellen nicht so scharf unterscheiden, wie die Existenz der kernlosen Zellen.

Bei der Bildung der Zellen, von welchen die Rede ist, ist ihre Grösse annähernd derjenigen der anderen Zellen des Fadens gleich; doch enthalten sie dafür eine annähernd doppelt so grosse Masse von Kernsubstanz im Vergleich zu den gewöhnlichen Zellen.

Wenn die Kerne und die übrigen Bestandtheile der Zellen gesund sind, so kann bei günstigen Kulturbedingungen, welche die Möglichkeit geben eines intensiveren Lebens zu leben, ein solcher relativer Ueberfluss zu einiger Steigerung des allgemeinen Wachstums der Zellen führen. Die für solche Zellen bei den Experimenten des Jahres 1899 gemachten Berechnungen haben gezeigt, dass in der ersten Zeit ihrer Existenz die Grösse ihres Zuwachses 104_{33}° — 177_{9}° des

mittleren Zuwachses der gewöhnlichen Zellen derselben Fäden ausmachte¹⁾. Dabei fällt die grosse Differenz in der Intensität des Wachstums verschiedener Zellen auf.

Das allgemeine Wachstum der Zellen setzt sich aus dem Wachstum ihrer einzelnen Componenten zusammen. Bei gewissen Bedingungen geht ein gesteigertes Wachstum der Membran und ein Steigen der Anzahl der Turgorgene vor sich, während das Wachstum des Protoplasma's, der Chromatophoren und die Bildung des Chlorophylls mehr oder weniger zurückbleiben; in solchen Fällen erhält man stark gewachsene Zellen, welche jedoch schwächer gefärbt sind, in welchen die Chlorophyllbänder schmaler und etwas undichter gelagert sind. In anderen Fällen geht das Wachstum der Membran und aller anderen Bestandtheile der Zellen annähernd in einem mittleren Tempo, und dann erhält man weniger ausgewachsene Zellen mit normaler Intensität der allgemeinen Färbung. In den dritten Fällen können das Wachstum der Membran und die Bildung der Turgorgene aufgehalten werden, während die Entwicklung der Chlorophyllbänder und die Bildung des Chlorophylls normal oder in erhöhtem Grad vor sich gehen; man erhält schwach ausgewachsene, doch greller gefärbte Zellen, in welchen die äussere Oberfläche der Zelle fast ohne Unterbrechung mit Chlorophyllbändern belegt ist.

Doch kann es geschehen, dass die Zelle mit doppelter Kernmasse bei der Bildung selbst irgend welche Beschädigung oder eine starke Schwächung der Kerne und anderer wesentlicher Bestandtheile erleidet²⁾; dann entstehen Zellen, welche einen unzweifelhaft pathologischen Charakter mit stark gehemmtem oder stehen gebliebenem Wachstum haben. Solche Fälle sind mehrmals beobachtet worden.

Zwischen diesen äussersten Grenzen kann eine ganze Reihe von Uebergängen existiren. Es können Zellen vorkommen, welche normal, jedoch nicht stärker als die gewöhnlichen Zellen derselben Fäden wachsen. Einen solchen Fall stellt die Zelle *c* mit einem grossen

¹⁾ I. I. Gerassinow. Ueber den Einfluss des Kerns auf das Wachstum der Zelle. p. 199.

²⁾ Vielleicht werden die Zellkerne, welche sich unter der Einwirkung der Abkühlung oder Anästhesirung von verschiedener Kraft und Dauer auf verschiedene Theilungsstadien ihrer Mutterkerne gebildet haben, bei gleicher Grösse überhaupt nicht gleichwertig und nicht gleichkräftig sein.

einfachen Kern in Tab. XXX vor. Ihr allgemeines Wachstum ist für den ersten Zeitraum etwas schwächer, für den zweiten Zeitraum etwas stärker als das Wachstum der anderen Zellen; doch überhaupt wächst und theilt sie sich gut und giebt eine ganze Reihe von Nachkommenszellen. Ihr Dickenwachstum und das Dickenwachstum ihrer Descendenten zeigt eine grössere Kraft der Wirkung ihrer Kerne; doch offenbar erweist sich dieses allein als nicht genügend zu einem gesteigerten allgemeinen Wachstum; die übrigen Bestandtheile der Zelle sind in dem gegebenen Falle in der ersten Zeit unfähig, eine bedeutendere Thätigkeit zu entfalten.

In der Reihe der einen Ueberfluss an Kernmasse besitzenden Nachkommenszellen, welche sich gebildet haben, sind manchmal die zu den kernlosen Zellen und Kammern nächsten etwas schwächer als die anderen gefärbt.

Wenn in der pflanzlichen Zelle ein locales Wachstum der Membran vor sich geht, befindet sich ihr Zellkern in der Nähe von der Wachstumsstelle oder steht mit derselben in directer protoplasmatischer Verbindung¹⁾. Da die ganze überflüssige Menge der Kernsubstanz in den in Rede stehenden Zellen sich in einer medianen Querfläche lagert, so muss in dieser Zone unfehlbar ein gesteigertes Wachstum der Membran vor sich gehen. In der That unterscheiden sich die gegebenen Zellen dadurch, dass um die Kerne herum das Wachstum der Membran nicht nur in der Längsrichtung der Zelle, sondern auch in der zu derselben senkrechten Richtung vor sich geht.

Aus welcher Ursache die gesteigerte Wirkung der Zellkerne im mittleren Bezirk der Zelle eine neue Erscheinung des Wachstums der Membran in tangentieller Richtung, nicht aber eine Verstärkung des gewöhnlichen Längenwachstums hervorruft, bleibt unklar. Ob nicht wohl der Kern irgend welche physich-chemische Umwandlungen in dem Zustande der Membran erzeugt, welche dieselbe nachgiebiger gegen die Wirkung des Turgors macht? Schon *G. Klebs* hat bemerkt, dass das Protoplasma einen gewissen Einfluss auf die Dehnbarkeit der Membran ausübt. „Man ist schon bei den normalen Fäden von *Zygnema* gezwungen anzunehmen, dass das lebende Pro-

1) *G. Haberlandt*. Ueber die Beziehungen zwischen Function und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen. Jena. 1887.

toplasma einen Einfluss auf die Zellhaut in der Weise ausübt, dass dieselbe dehnfähiger wird. Dieser Einfluss tritt besonders bei *Cla-
dophora* hervor, deren Protoplasten nach Plasmolyse neue Zellhaut bilden, durch Wachstum sie an die alte anlegen und, ohne dieselbe zu sprengen, bei der Zweigbildung sehr stark ausdehnen. Hier lässt sich direct die dabei eintretende Veränderung der alten Zellhaut beobachten¹⁾. Die Erscheinungen des Wachstums der kernlosen Zellen und des Dickenwachstums der einen Ueberfluss an Kernmasse besitzenden Zellen zeigen, dass dieser Einfluss auf die Dehnbarkeit der Zellmembran eigentlich dem Zellkern gehört.

Während der ganzen Zeit, wo das Dickenwachstum vor sich geht, hat die Zelle eine aufgetriebene Form. Die Wachstumskraft ist in verschiedenen Fällen eine verschiedene. Am grössten ist sie in der Frühlings- und Sommerzeit, als die Zellen ein frisches, gesundes Aussehen besitzen, die Entwicklung rasch geht und die Zellmembran dünn ist; am schwächsten ist sie im Herbst und im Winter, bei ungünstigen Lebensbedingungen, bei dicker Membran, bei winterlichem Zustand der Zellen; im letzteren Fall kann das Wachstum ein nichtiges sein, oder wird sogar vollständig fehlen. Sogar in einem und demselben Faden, bei gleichen Bedingungen, kann in verschiedenen Zellen eine verschiedene Intensität des Dickenwachstums sein. Im allgemeinen wachsen die zweikernigen Zellen stärker, als die Zellen mit einem grossen Kern. Das Wachstum geht nur bis zu einer bestimmten Grenze, welche in verschiedenen Fällen eine verschiedene ist. Schliesslich kann die Dicke der Zellen sich grösser als die maximale für die gegebene Art charakteristische Dicke erweisen.

In den zweikernigen Zellen lagern sich die Kerne streng regelmässig einander gegenüber, so dass die ihre Centra verbindende Linie durch die Axe der Zelle annähernd im Centrum der Zelle (Taf. I. Fig. 1—9) geht. Es kann vorkommen, dass von den 2 Kernen, welche sich gebildet haben, der eine grösser, substanzreicher, stärker, der andere kleiner, substanzärmer, schwächer ist; in solchem Falle gehört dem stärkeren Kern die dominirende Stellung im Zellumen nahe vom Centrum, der schwächere Kern aber lagert sich in der wandständigen Schicht des Protoplasmas (Taf. I. Fig. 10). Manchmal, beson-

1) *G. Klebs*. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. p. 563.

ders bei Arten mit rundlichem Kern, weichen beide Kerne aus der Querfläche weg, entfernen sich voneinander und von der lateralen Wand, gehen in das Lumen der Zelle über und lagern sich in der Axe der Zelle in annähernd gleichen Entfernungen vom Centrum; in solchen Fällen muss die Wucherung der Zellen in die Dicke, welche früher beobachtet wurde, aufhören; das wird auch thatsächlich beobachtet.

Wenn die erste Theilung der sich durch einen Ueberfluss an Kernmasse auszeichnenden Zelle und die nachfolgenden Theilungen ihrer Descendenten nach denselben Zeiträumen, wie bei den gewöhnlichen Zellen desselben Fadens, stattfinden würden, so würden sie während ihrer ganzen Existenzdauer ihre charakteristische Eigenthümlichkeit, nämlich den relativen Ueberfluss an Kernmasse beibehalten. Doch in der Wirklichkeit findet ein interessantes und unerwartetes Factum statt: nämlich verspätet sich die Theilung dieser Zellen im Vergleich mit den gewöhnlichen Zellen, und auf solche Weise erreichen die Zellen eine bedeutendere Grösse. Der Theilungsprocess des Kerns hat unter anderem die Bedeutung einer Vermehrung der Kernsubstanz; folglich führt die Verspätung der Theilung, umgekehrt, zu einer Verzögerung der Vermehrung; auf diese Weise wird das unterbrochene Gleichgewicht zwischen der Menge der Kernsubstanz und der Menge der übrigen lebendigen Bestandtheile der Zelle wiederhergestellt.

Diese Verspätung der Theilung des Kerns und der Zelle sogar in einem und demselben Faden ist in verschiedenen Fällen mit verschiedener Deutlichkeit ausgedrückt; es ist leichter, dieselbe bei öfterer Besichtigung des Fadens an den Tag zu legen.

Die Verspätung der Theilung würde, wahrscheinlich, noch deutlicher hervortreten, wenn die Zelltheilung überhaupt allmählig eintreten würde, nicht aber periodisch in der Nachtzeit, wie sie gewöhnlich im Frühling und im Sommer stattfindet.

Wann der relative Ueberfluss an Kernsubstanz vernichtet wird, wird dadurch der Grund zur Steigerung des Wachstums der Zellen beseitigt. In der That ist in solchen Fällen das relative Wachstum der Zellen, welche nur absolut, nicht aber relativ eine grössere Menge von Kernsubstanz besitzen, nicht mehr grösser als bei den gewöhnlichen Zellen¹⁾.

¹⁾ J. J. Gerassimow. Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse. Tab. XII u. XIII.

In den gewöhnlichen Zellen wechselt bei öfteren Theilung und Auseinanderweichen der neugebildeten Kerne die Lage des Kerns relativ zu den Chlorophyllbändern oft, und man bemerkt keinen scharfen Unterschied in der Entwicklung der Bänder um den Kern und an den Enden der Zellen. In den Zellen, welche eine doppelte Kernmasse enthalten, die in einer Querfläche concentrirt ist, als bei der Verspätung der Theilung diese überflüssige Menge von Kernsubstanz längere Zeit in einer Fläche bleiben kann, erweisen sich die Chlorophyllbänder um den Kern herum breiter und mehr geschlängelt als an den Enden (Taf. I. Fig. 2). Dieses Factum weist auf den Einfluss des Kerns auch auf die Entwicklung der Chlorophyllbänder hin. Manchmal kommt neben den Kernen eine Zusammenschiebung der Chlorophyllbänder, wie bei den gewöhnlichen Zellen vor. Bei sehr langdauernder Existenz der Zellen mit 2 Kernen und mit einem grösseren Kern kann sogar die Zahl der Chlorophyllbänder steigen¹⁾.

Die Kultur in der Dunkelheit.

Wenn man eine grüne *Spirogyrazelle* in gewöhnlichem Wasser in die Finsterniss stellt, so kann keine Assimilation der Kohlensäure, und folglich keine Erzeugung organischer Substanz vor sich gehen, und die Zelle wird sich in vollständigem Hungerzustand erweisen.

Die Untersuchung der Veränderungen der Zelle von *Spirogyra* bei Kultur in der Finsterniss wurde zuerst von *Famintzin*,²⁾ in seiner Arbeit gemacht, welche als Muster der experimentalen Untersuchung der lebendigen Zelle gedient hat. Es hat sich erwiesen, dass bei diesen Bedingungen die Zellen wuchsen und sich theilen konnten, in der Mehrzahl der Fälle einmal; nach Maass der Wucherung der Zelle findet eine allmähliche Abnahme der Stärke statt; nach Ablauf einer gewissen Zeit wird das Wachstum mit jedem Tag schwächer und hört endlich vollkommen auf; die ganze Stärke

¹⁾ J. J. Gerassimow. Die Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernmasse. Tab. XV.

²⁾ А. С. Фаминцинъ. Дѣйствіе свѣта на водоросли и нѣкоторые другіе близкіе къ нимъ организмы. Диссертація. СПб. 1866. (А. S. Famintzin. Die Wirkung des Lichtes auf die Algen und einige andere denselben nahestehende Organismen. Dissertation. St. Petersburg. 1866).

wird verzehrt, die Zelle erweist sich vollkommen entzückt. „In der Dunkelheit erweisen sich die Chlorophyllbänder schmaler; sie haben das geschlängelte Contour verloren und einen glatten, nur schwach welligen Rand bekommen. Ihre Enden erreichten bei weitem nicht die Querscheidewände der Zellen, obgleich in vielen Zellen die Chlorophyllbänder sich in eine gerade Linie ausgezogen erwiesen. Die Messung der Zellen im Anfang und am Ende des Experiments zeigte deutlich, dass die bedeutende Zurückziehung der Enden der Bänder von den Querscheidewänden durch das Zusammenschumpfen der Chlorophyllbänder selbst, nicht aber durch die Wucherung der Zellen in die Länge bedingt wurde“ (l. c. p. 50)¹⁾.

Am zehnten Tage des Experiments übertrug *Famintzin* die Fäden aus der Dunkelheit, zusammen mit anderen aus dem blauen Licht genommenen in vollen Lampenschein. „Die Zellen aus dem blauen Licht bildeten sehr schnell Stärke und theilten sich... Ein weniger gutes Resultat wurde erhalten an Stücken, welche aus der Dunkelheit genommen waren; diese Zellen, obgleich sie noch lebendig waren, waren schon stark erschöpft... Dessenungeachtet bildeten sie unter vollem Lampenschein ebenfalls Stärke, jedoch in unbedeutender Menge; keine von diesen Zellen theilte sich, und in den vierten vierundzwanzig Stunden waren sie schon todt“²⁾.

Aehnliche Beobachtungen wurden von *Pringsheim*³⁾ an *Spirogyra* und *G. Klebs* an *Zygnema* und *Spirogyra* gemacht. „Wenn Zygnemen

1) „Въ темнотѣ ленты хлорофилла оказались уже, онѣ потеряли извѣстный контуръ и получили ровный, слегка только волнистый край. Концы ихъ далеко не доходили до поперечныхъ перегородокъ кѣтокъ, хотя во многихъ кѣткахъ ленты хлорофилла и оказались вытянутыми въ прямую линию. Измѣреніе кѣтокъ въ началѣ и концѣ опыта ясно показало, что значительное отставаніе концовъ нитей отъ поперечныхъ перегородокъ обуславливалось съживаніемъ самихъ хлорофилловыхъ лентъ, а не разрастаніемъ кѣтокъ въ длину“. l. c. p. 50.

2) „Кѣтки изъ синяго свѣта весьма быстро образовали крахмалъ и дѣлились... Менѣе хорошій результатъ получился на отрывахъ изъ темноты; кѣтки эти, хотя и были еще живы, но уже сильно истощены... Несмотря на то, онѣ также образовали крахмалъ подъ полнымъ ламповымъ свѣтомъ, но въ незначительномъ количествѣ; ни одна изъ кѣтокъ не раздѣлялась; а на четвертая сутки всѣ были уже мертвы“. l. c. p. 47.

3) *Pringsheim*. Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction. *Pringsheim's* Jahrb. f. w. Bot. Bd. XII. p. 357.

in Wasser im Dunkeln cultivirt werden, so findet anfangs Wachsthum statt, sehr spärlich, soweit es sich beurtheilen lässt, Theilung. Beides hört bald ganz auf, die Zellen begnügen sich, das vorhandene Nahrungsmaterial langsam zu verzehren. Allmählich schwindet sämmtliche Stärke, bei der Mehrzahl der Fäden nach 7—8 Tagen, langsamer bei den breiten kurzelligen Fäden; das Protoplasma vermindert sich bis auf eine ganz dünne peripherische Schicht, die Chlorophyllkörper verlieren ihre normale Gestalt, vereinigen sich zu einer in der Peripherie liegenden Platte. So allmählich aushungernd, können sich Zygnemen zur Winterzeit^{*)} 14 Tage bis 3 Wochen lebend erhalten; nur einige widerstandsfähige Fäden bleiben selbst 4 Wochen lebendig.^{*)} Zur Sommerzeit bei der höheren täglichen Durchschnittstemperatur halten die Zygnemen kürzere Zeit den Lichtabschluss aus, gehen meist schon nach 6—8 Tagen vollständig zu Grunde. Wesentlich mitwirken dabei Bacterien, Amöben, Flagellaten⁴⁾.

Nach den Untersuchungen von *Ed. Zacharias*²⁾ bemerkt man bei *Spirogyra* bei der Kultur unter Lichtabschluss keine Abnahme des Nucleolus; betreffs der Pyrenoide aber fand dieser Forscher, eben so wie früher *A. Meyer*³⁾ und *Schmitz*⁴⁾, dass in ihnen ein Substanzverlust beobachtet wird.

Meine Experimente in dieser Richtung wurden im Frühling und Sommer des Jahres 1897 gemacht. Die Gläser mit Kulturwasser, in welchem die dem Experiment unterworfenen Fäden sich befanden, wurden in einen dunklen Raum gestellt. Damit das Oxygen der Luft leichter diffundiren und im Wasser sich lösen möchte, wurde eine kleine Schicht Wasser genommen und das Gläschen mit einer Papierdüte nicht bedeckt. Die Sichtung und die Messung des Fadens während der Kultur wurden bei Tageslicht möglichst schnell vollbracht, damit die Zelle möglichst weniger der Einwirkung des Lichts ausgesetzt werden möchte.

Im gegebenen Falle bot sich die Möglichkeit dar den Gang der

1) *G. Klebs*. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. p. 538.

2) *E. Zacharias*. Ueber den Nucleolus. Bot. Zeitg. 1885. p. 293.

3) *A. Meyer*. Ueber Krystalloide der Protoplasten und über die Chromoplasten der Angiospermen. Bot. Zeitg. 1883 p. 494.

4) *F. Schmitz*. Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren. *Pringsheim's* Jahrbücher. Bd. XV. 1884. p. 146.

Erscheinungen in den Zellen im Zustand des Hungerns, in Abhängigkeit von dem quantitativen Inhalt an Kernsubstanz oder deren völligem Fehlen zu untersuchen.

Gewöhnliche einkernige Zellen.

(Tab. XXV, XLI—XLVIII)

Für diese Zellen wurden von mir in den wesentlichen Zügen dieselben Erscheinungen constatirt, wie von den übrigen Forschern.

In denjenigen Fällen, wo vor dem Beginn der Kultur in der Dunkelheit in den Zellen ein Vorrath von Stärke aufgespeichert war, wurde dieser Vorrath vollständig verzehrt.

In der ersten Zeit ist das Wachstum der Zellen beträchtlicher, nachher wird es bedeutend schwächer und bleibt endlich vollständig stehen, als der Vorrath an organischen Nährstoffen erschöpft ist. Bei starker Erschöpfung beobachtet man vor dem Eintreten des Absterbens für mehrere Zellen sogar eine Abnahme des Volumens im Vergleich mit dessen Grösse zur Zeit der vorhergehenden Messung.

Eine Theilung kann für einige Zellen mit zufällig vor der Kultur verspäteter Theilung, und zwar nur einmal, ganz in der ersten Zeit ihrer Existenz, stattfinden, später jedoch findet keine Theilung statt (Tab. XLI, XLIII, XLVI).

Die Chlorophyllbänder verkürzen sich allmählich, werden gerader, schmaler, bekommen einfachere Umrisse; schliesslich haben sie das Aussehen annähernd gerader Bänder, welche mit ihren Enden nicht bis an die Querscheidewände reichen, nicht spiralig, sondern parallel zur Länge der Zelle oder unter einem gewissen Winkel zu derselben gelagert sind; bei fernerer Degradation kann ein Zerfall solcher Bänder in einzelne Stücke stattfinden.

Die Färbung der Chlorophyllbänder wird greller, gesättigter als früher, wie wenn bei der Contrahirung der protoplasmatischen Grundsubstanz der Bänder die Menge des Chlorophylls nicht so schnell abnimmt und auf einer kleineren Fläche sich eine relativ grössere Quantität desselben anhäuft; solche Bänder werden etwas glänzend.

Die Menge des Protoplasmas nimmt mit der Zeit sichtbar ab. In der ersten Zeit erhält sich der Turgor der Zellen, der Faden

ist elastisch und geschlängelt; später fällt der Turgor, der Faden wird welk und hängt, wenn man ihn aus dem Wasser nimmt, passiv.

Die Kerne behalten anfänglich ihre normale centrale Lage bei; doch beim Eintreten der Erschöpfung der Zelle kommt eine mehr oder weniger merkliche Verschiebung derselben vor.

Die Veränderungen im Kern wurden nicht gründlich untersucht; doch anscheinend wird der Kern ebenfalls stoffärmer und verringert sich im Volumen.

Die Existenzdauer der Zellen in der Dunkelheit ist in verschiedenen Fällen eine verschiedene. Als Endfolge jeder Hungerung aber erscheint der Tod. Wenn für die Kultur schwache oder kränkliche Zellen ohne Vorrath an Stärke genommen waren, so wuchsen solche Zellen schwächer und starben früher als die übrigen ab.

Wenn man die abgehungerten Zellen an das Licht, in Bedingungen der Kohlensäureabsorption überträgt, so erholen sie sich allmählich, erwerben ihr normales Aussehen; die Elasticität dieser Zellen stellt sich wieder her; die Kerne erweisen sich wieder in allen Zellen im Centrum; die Chlorophyllbänder wuchern, winden sich spiralig, bekommen eine lappige Form und eine normale Färbung; es kann eine Speicherung von Stärke sich bilden; es findet ein Wachstum und eine Theilung der Zellen statt.

Jedoch kommt dessenungeachtet ein Theil der Zellen, welche besonders stark erschöpft sind, um; dafür haben diejenigen Fäden, welche die Hungerung glücklich überlebt haben, später ein gutes, frisches Aussehen.

Kernlose Zellen.

(Tab. I, XXV, XLI—XLVIII)

Auch in der Dunkelheit zeigen die kernlosen Zellen dieselben Erscheinungen des allgemeinen Wachstums, d. h. die Zunahme des Volumens, wie auch bei der Kultur am Licht: nämlich, eine unbedeutende und schwächer werdende Ausdehnung in die Länge und eine Krümmung beider Querscheidewände in das Lumen beider benachbarten Zellen hinein, welche gleichzeitig auf das Steigen des Turgors und auf die Schwächung der Dehnbarkeit der latera-

len Membran (d. h. der Membran, welche zur äusseren Mitte gewendet ist) hinweist.

In denjenigen Fällen, wo vor der Uebertragung in die Dunkelheit in den kernlosen Zellen eine Ablagerung von Stärke schon existierte, löst sich diese Stärke allmählich; die einzelnen Körner verschwinden; das Volumen der Stärkesphären um die Pyrenoide herum nimmt ab (Tab. I); die Körner selbst, aus welchen sie bestehen, werden kleiner und trennen sich voneinander; die Lösung dauert eine lange Zeit und geht langsam vor sich; wenn die ursprüngliche Stärkekonzentration eine bedeutende gewesen war, so finden sich nach langdauernder Existenz in der Dunkelheit in den Zellen noch Stärkekonzentrationen; in einigen Fällen findet eine vollständige Lösung sogar gar nicht statt ¹⁾.

¹⁾ В. Ф. Хмельский. Къ морфологiи и физиологiи пиреноидовъ. „Причтснiе крахмала вокругъ центрального тѣла пиреноидовъ даетъ возможность сдѣлать предположенiе, что пиреноиды имѣютъ какое-то соотношенiе къ образованiю крахмала: при голоданiи въ темнотѣ, при усиленной тратѣ веществъ протоплазмы при высокой температурѣ и при явленiяхъ отравленiя, зерна крахмала удерживаются долѣе всего именно вокругъ центрального тѣла пиреноидовъ; часто можно бываетъ наблюдать, что мельчайшiя зерна крахмала при упомянутыхъ условiяхъ долго не исчезаютъ съ периферiи центрального тѣла пиреноидовъ, или, что мнѣ кажется болѣе вѣроятнымъ на основанiи нѣкоторыхъ фактовъ, они долго еще продолжаютъ постоянно вновь образовываться именно на самомъ центральномъ тѣлѣ пиреноида, какъ будто пиреноиды, уменьшiеся въ массѣ при означенныхъ условiяхъ, тратятся частью именно на образованiе крахмала“. р. 2. Труды Варшавскаго Общества Естествениспытателей. Отдѣленiе Биологiи. Годъ XII. Варшава. 1902.

(W. F. Chmielewski. Zur Morphologie und Physiologie der Pyrenoide. „Die Anwesenheit der Stärke um den centralen Körper der Pyrenoide herum giebt die Möglichkeit, die Voraussetzung zu machen, dass die Pyrenoide irgend welche Relation zur Bildung der Stärke besitzen: bei der Hungerung in der Dunkelheit, bei gesteigertem Verbrauch der Substanzen des Protoplasma's bei hoher Temperatur und bei Vergiftungserscheinungen erhalten sich die Stärkekörner am längsten gerade um den centralen Körper der Pyrenoide; oft kann man beobachten, dass kleinste Stärkekörnchen bei den genannten Bedingungen lange von der Peripherie des centralen Körpers der Pyrenoide nicht verschwinden; was mir für wahrscheinlicher auf Grund mehrerer Facta scheint, fahren sie noch lange fort, gerade auf dem centralen Körper der Pyrenoiden sich zu bilden, als ob die bei den gegebenen Bedingungen an Masse abnehmenden Pyrenoide zum Theil gerade auf die Bildung der Stärke verbraucht würden“). Abhandlungen der Warschauer Gesellschaft der Naturforscher. Biologische Abtheilung. Jahrgang XII. Warschau. 1902. p. 2).

Tabelle I.

Spirogyra. Kernlose Zellen.

Kultur in der Dunkelheit.

	Mittlerer Durchmesser der Stärkekonzentrationen um die Pyrenoide vor dem Hinstellen in die Dunkelheit.	Dauer des Verweilens in der Dunkelheit. 1=1 Tag.	Mittlerer Durchmesser der Stärkekonzentrationen nach dem Verweilen in der Dunkelheit.
1)	6,7 µ.	12,2	5,9 µ.
2)	6,8 µ.	3,1 8,4 12,2	5,9 µ. 5,4 µ. 5,2 µ.
3)	6,1 µ.	3,3	5,8 µ.
4)	8,8 µ.	3,4	7,6 µ.
5)	8,4 µ.	9,2 14,3	6,4 µ. 5,8 µ.
6)	6,6 µ.	4,1	5,9 µ.
7)	9,6 µ.	10,2	6,7 µ.
8)	9,9 µ.	10,1	8,1 µ.
9)	8,9 µ.	9,3	7,7 µ.
10)	9,9 µ.	5,4	9,1 µ.
11)	6,3 µ.	5,3	4,8 µ.
12)	9,3 µ.	10,1	7,3 µ.

Die Lösung der Stärke in den kernlosen Protoplasten beim Fehlen des Lichts wurde zuerst von G. Klebs für *Zygnema*, *Spirogyra* und *Funaria hydrometrica* beschrieben ¹⁾.

¹⁾ G. Klebs. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. p. 553, 554, 565.

Wie auch bei der Lichtkultur, werden die Chlorophyllbänder der kernlosen Zellen mit der Zeit etwas blasser gefärbt und ihre Umrisse, im lebendigen Zustand, weniger deutlich. Jedoch zeigen sie eine solche starke Contraction wie in kernhaltigen Zellen gar nicht, bleiben normal spiralig gewunden, behalten die Regelmässigkeit der Anordnung und den relativ complicirten lappigen Rand bei.

Auch in der Dunkelheit ist die Existenzdauer der kernlosen Zellen eine verschiedene. Es ist merkwürdig, dass sie manchmal fähig sind die nachbarlichen kernhaltigen Zellen zu überleben, besonders wenn sie vor Beginn der Kultur in der Dunkelheit am Licht längere Zeit gewesen sind und eine grössere Menge von Stärke aufzuspeichern Zeit gehabt haben. Es kommt sogar vor, dass von allen Zellen des Fadens am längsten sich die kernlosen Zellen erhalten.

1) Am 22. April um 12 Uhr 30 Min. Tages wurde in die Dunkelheit ein Faden gebracht, welcher 2 kernlose Zellen *M* und *T* enthielt. Zum 9. Mai 12 Uhr 10 Min. Tages erwiesen sich von den 250 Zellen des Fadens 193 Zellen als abgestorben und 57 Zellen als lebendig; in der Zahl der letzteren befanden sich die zwei kernlosen Zellen.

2) Am 8. Mai 1 Uhr 40 Min. Tages wurde in die Dunkelheit ein Faden gebracht, welcher 1 kernlose Zelle *N* enthielt. Am 27. Mai 5 Uhr 35 Min. des Tages erwies sich von den 204 Zellen nur die kernlose Zelle als lebendig.

3) Der Faden enthielt 3 kernlose Zellen,—*q*, *k* und *m*; von diesen hatten sich *q* und *k* unlängst gebildet und besaßen eine unbedeutende Anhäufung von Stärke; *m* hatte sich früher gebildet, und die Stärkeanhäufung in derselben war eine bedeutendere. Am 20. April 11 Uhr 55 Min. Morgens wurde dieser Faden in die Dunkelheit gebracht. Am 28. April 4 Uhr 30 Min. Tages waren *q* und *k* schon abgestorben, *m* jedoch war lebendig. Am 9. Mai 10 Uhr 10 Min. Morgens war von allen den Zellen des Fadens nur die kernlose Zelle *m* lebendig; *m* starb während der Beobachtung selbst ab.

4) Am 10. Mai 11 Uhr Morgens wurde in die Dunkelheit ein Faden gebracht, welcher 1 kernlose Zelle *B* enthielt. 27. Mai 5 Uhr 5 Min. Tages.—Abgestorben sind—215 kernhaltige Zellen; lebendig geblieben sind: 1) 27 kernhaltige Zellen, 2) 1 kernlose Zelle *B*.

5) Der Faden enthielt 2 kernlose Zellen *b* und *c*. Am 8. Mai

9 Uhr 9 Min. Morgens wurde dieser Faden in die Dunkelheit gebracht. Am 27. Mai 5 Uhr 20 Min. Tages erwies sich von den 226 Zellen nur eine kernlose Zelle als lebendig.

6) Der Faden enthielt 3 kernlose Zellen *a*, *N* und *Q*. Am 8. Mai 2 Uhr 25 Min. Tages wurde dieser Faden in die Dunkelheit gebracht. 27. Mai 5 Uhr Tages.—Lebendig geblieben sind nur 2 kernlose Zellen; dritte kernlose Zelle und alle übrigen 155 kernhaltigen Zellen sind untergegangen.

7) Am 8. Mai 9 Uhr 31 Min. Morgens wurde in die Dunkelheit ein Faden gebracht, welcher 1 kernlose Zelle *f* enthielt. 27. Mai 5 Uhr 30 Min. Tages. Von 224 Zellen des Fadens haben sich erwiesen: 1) als lebendig—23; von ihnen ist kernlose Zelle *f*, 2) als abgestorben—201 kernhaltige Zellen.

8) Der Faden enthielt 4 kernlose Zellen *D*, *E*, *H*, *Q*. Dieser Faden wurde am 22. April 11 Uhr 30 Min. Morgens in die Dunkelheit gebracht. 9. Mai 11 Uhr 50 Min. Morgens.—Abgestorben sind 237 kernhaltige Zellen. Lebendig sind: 1) 90 kernhaltige Zellen; 2) 4 kernlose Zellen; von den letzteren starb eine (*Q*) während der Beobachtung selbst ab.

Bei länger dauernder Existenz beim Fehlen des Lichts zeichnen sich die kernlosen Zellen scharf unter den anderen Zellen des Fadens aus 1) durch das Fehlen einer beträchtlichen Contraction der Chlorophyllbänder, eine schwächere Färbung, eine regelmässige Anordnung und eine relative Complicirtheit der Umrisse ihres Randes, und überhaupt durch ihr normaleres allgemeines Aussehen; 2) durch die Erhaltung des Turgors und die Krümmung beider Querscheidewände. Sichtbar gehen in Abwesenheit des Kerns die Athmung und überhaupt die Processe der Dissimilation (des organischen Zerfalls) in der Zelle bedeutend schwächer, als beim Vorhandensein des Kerns.

Es würde ein grosses Interesse darbieten, auf experimentalem Wege zu untersuchen, ob die kernlosen Zellen in der Dunkelheit und am Licht beim Vorhandensein dieser oder jener übrigen Bedingungen fertige organische Verbindungen verschiedener Art assimiliren können, und besonders ob sie zur Synthese der höheren Verbindungen, inclusive der Eiweisskörper, fähig sind.

Dass man in die kernlosen Protoplasten Stoffe einführen kann, welche in denselben normal nicht vorkommen, haben die recenten

Experimente *A. Stole's* über die Einführung von Neutralrot in kernlose Stücke von Amöben gezeigt¹⁾.

Famin'tzin hat längst bemerkt, dass die Entwicklung der Alge *Hydrodictyon utriculare* besser vor sich geht, wenn bei Verfertigung der Salzauffösung für die Kultur, statt destillirtem Wasser, Wasser aus der *Newa*, welches organische Verbindungen enthält, gebraucht wurde. „Die beträchtliche Entwicklung von *Hydrodictyon utriculare* in einer Mischung anorganischer Salze mit Kohlensäure schliesst jedoch die Möglichkeit von dessen Ernährung mit organischen, huminösen Körpern nicht aus. Wenigstens wurde bei Ersetzung des destillirten Wassers durch Wasser aus der *Newa* in der Mischung des letzteren mit unorganischen Salzen und Kohlensäure eine unvergleichlich energischere Wucherung erhalten. In sechs Wochen erwuchs aus einem Säckchen des *Hydrodictyon* von 30 mm. Länge und $\frac{1}{2}$ mm. Breite ein Netz von 5 Metern Länge und 6—7 Centimetern Breite, so dass ich das Netz in Stücke schneiden und jedes von denselben in einzelnen grossen Schüsseln aufziehen musste. Bei Verdampfung des *Newawassers* wurde eine braune zähe Masse erhalten, welche nach dem Austrocknen sich in Wasser leicht löste und zur Hälfte aus verbrennbaren Verbindungen bestand“²⁾.

Nach den Experimenten von *G. Klebs* ist die *Zygnema* fähig, sich von Zucker und Glycerin zu nähren; dieser Forscher hat so-

1) *Antonin Stole*. Ueber das Verhalten des Neutralrots im lebendigen Protoplasma. Nach Versuchen mit *Amoeba proteus*. Zeitschrift für allgem. Physiologie. I. Band, III.—IV. Heft. 1902.

2) *A. S. Фамин'цъ*. Объясъ и превращеніи энергіи въ растеніяхъ. С.-Петербургъ. 1883. (*A. S. Famin'tzin*. Der Stoffwechsel und die Verwandlung der Energie in den Pflanzen. St.-Petersburg. 1883). „Значительное развитіе *Hydrodictyon utriculare* въ смѣси неорганическихъ солей съ углекислотою не исключаетъ однако возможности питанія его органическими, гуминовыми тѣлами. По крайней мѣрѣ, при замѣнѣ дистиллированной воды несквозю водою получилось въ смѣси послѣдней съ неорганическими солями и углекислотою разрастаніе несравненно болѣе энергичное. Въ шесть недѣль изъ мѣшечка *Hydrodictyon* въ 30 миллим. длины и $\frac{1}{2}$ миллим. ширины, выростала сѣтка въ 5 метровъ длины и 6—7 сант. ширины, такъ что мнѣ приходилось разрѣзывать сѣтку на куски и выращивать каждый изъ нихъ въ отдѣльномъ большомъ блюдѣ. При вывариваніи невоской воды получалась бурая тягучая масса, легко растворяющаяся, послѣ высушиванія, въ водѣ и составленная на половину изъ сгораемыхъ соединеній“ . p. 488.

gar den Gedanken von der Möglichkeit der Angewöhnung dieser Alge an die Ernährung mit ausschliesslich organischen Verbindungen geäussert. „Glycerin ist eine Substanz, welche in lebende *Zygnema*-Zellen direkt eintritt. In 10—20% findet anfangs Plasmolyse statt, welche aber durch allmähliche Aufnahme des Glycerins zurückgeht, bis der normale Zustand erreicht ist. In 5% Glycerin bleiben die Zygnemen im Dunkeln viele Wochen hindurch frisch lebendig. Entstärkte Fäden bilden aus Glycerin Stärke...¹⁾. Es ist kaum zweifelhaft, dass es gelingen muss, bei geeigneter Ausarbeitung der Culturemethoden die chlorophyllhaltigen Zygnemen überhaupt vom Licht vollständig zu entwöhnen und sie zu saprophytischer Lebensweise zu gewöhnen“²⁾.

Eine ganze Reihe anderer Forscher hat ebenfalls diese Frage über die Assimilation organischer Verbindungen durch die Algen berührt. Unlängst ist die Dissertation von *A. Artari*³⁾ erschienen, welche eine Uebersicht und Zusammenstellung der Resultate vorhergehender Forschungen und die Auslegung der Experimente des Autors selbst mit reinen Kulturen der Algen: *Chlorococcum*, *Stichococcus*, *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus caudatus* und der Gonidien der Flechten *Xanthoria parietina* und *Gasparrinia murorum* enthält. Betreffs der Ernährung der Algen kam *Artari* zu folgendem Schluss: „Die Resultate der oben angeführten Untersuchungen über die Ernährung der Algen mit organischen Verbindungen haben die vollkommene Möglichkeit für die letzteren, sich ausschliesslich auf Kosten fertiger organischer Verbindungen ohne Gebrauch der Chlorophyllfunktion zu entwickeln, gezeigt“ (p. 80)⁴⁾.

1) *G. Klebs*. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. p. 565.

2) l. c. p. 544.

3) *A. Artari*. Къ вопросу о вліяніи среды на форму и развитіе водорослей. Москва. 1903 г. (*A. Artari*. Zur Frage über den Einfluss der Mitte auf die Form und Entwicklung der Algen. Moskau. 1903).

4) „Результаты вышеприведенныхъ изслѣдованій надъ питаніемъ органическими соединеніями водорослей показали полную возможность послѣднихъ развиваться исключительно насчетъ готовыхъ органическихъ соединеній, не пользуясь хлорофилловой функцией“ . p. 80.

Kernlose Kammern.

(Tab. II, XXV, XLV)

Auch bei dem Hungern tragen die Erscheinungen, welche die kernlosen Kammern darbieten, einen intermediären Charakter zwischen den Erscheinungen in den kernlosen Zellen und in den kernhaltigen Zellen.

Das Wachstum der kernlosen Kammern ist geringer als das Wachstum der gewöhnlichen kernhaltigen Zellen, ist jedoch grösser als dasjenige der kernlosen Zellen; am stärksten ist es am Anfang, wird nachher schwächer und hört auf; da diese Kammern in die Kultur in der Dunkelheit mit einem grösseren Stoffvorrath (von Stärke u. a.), gelingen können, so kann ihr Wachstum auch dann fort-dauern, wenn in den kernhaltigen Zellen dasselbe infolge vollständiger Erschöpfung der plastischen Stoffe vollkommen stehen geblieben ist.

Die Stärke, welche sich früher angehäuft hatte, löst sich allmählich (Tab. II); sogar eine beträchtliche Menge derselben kann mit der Zeit vollkommen verschwinden.

Tabelle II.

Spirogyra. Kernlose Kammern.

Kultur in der Dunkelheit.

	Mittlerer Durchmesser der Stärkekügelchen um die Pyrenoiden vor dem Hinstellen in die Dunkelheit.	Dauer des Verweilens in der Dunkelheit. 1=1 Tag.	Mittlerer Durchmesser der Stärkekügelchen nach dem Verweilen in der Dunkelheit.
1)	6,7 μ	3 ₂	5,1 μ .
2)	7,9 μ .	8 ₂	7,5 μ .

Die Zusammenschiebung der Chlorophyllbänder, welche von der Uebertragung in die Dunkelheit existirt hatte, erhält sich; wenn aber dieselbe nicht existirt hatte, so bildet sie sich in der Dunkelheit nicht oder ist eine geringe und unregelmässige. Die Umrisse

der Chlorophyllbänder werden einfacher; die Grelleheit der Färbung erhält sich, die Bänder nehmen eine relativ grössere Fläche ein und können ein etwas normaleres Aussehen haben, als in den gewöhnlichen Zellen.

Aehnlich den kernlosen Zellen können die kernlosen Kammern ebenfalls die kernhaltigen nachbarlichen Zellen überleben.

Wenn man die kernlosen Kammern aus der Dunkelheit wieder an das Licht in Assimilationsbedingungen der CO_2 überträgt, so erwerben sie von Neuem die für diese Bedingungen charakteristischen Besonderheiten. In denjenigen Fällen, wo keine Zusammenschiebung der Chlorophyllbänder stattgefunden hatte, kann dieselbe sich von Neuem bilden.

Zum Beispiel.

Am 16. April 8 Uhr Morgens wurde der die kernlose Kammer *a*, welche sich unlängst gebildet hatte, enthaltende Faden in die Dunkelheit gebracht und verblieb daselbst bis zum 2. Mai 10 Uhr Morgens. Gegen diese Zeit unterschieden sich die Chlorophyllbänder von *a* auf bemerkbare Weise von den Bändern der anderen Zellen nicht und besaßen eine eben solche unregelmässige Anordnung. Nachher wurde der Faden an's Licht übertragen. Am 9. Mai 11 Uhr Morgens waren in *a* ein Knäuel von Chlorophyllbändern von dunkelgrüner Farbe in dem Lumen der Kammer, eine Stärkekügelchenhäufung und andere gewöhnliche Merkmale zu sehen.

Zellen mit Ueberfluss an Kernmasse.

(Tab. XXV, XLI—XLVIII)

Bei dem Hungern der einen Ueberfluss an Kernsubstanz besitzenden Zelle müssen in den wesentlichen Zügen dieselben Erscheinungen sich äussern, wie in den gewöhnlichen Zellen; die Unterschiede können nur von quantitativer Art sein.

Die Ablagerung von Stärke, welche vor der Hinstellung in die Dunkelheit existirte, verschwindet.

Die Theilung der Zellen kann nur in einzelnen Fällen ganz in der ersten Zeit der Existenz in der Dunkelheit stattfinden.

Mit der Zeit wird das allgemeine Wachstum der Zellen schwächer und bleibt endlich vollkommen stehen; die Turgescenz verrin-

gert sich; später können die Zellen sogar etwas im Volumen abnehmen.

Die Intensität des allgemeinen Wachstums der in Rede stehenden Zellen ist in verschiedenen Fällen und in verschiedenen Zeiträumen bald grösser, bald kleiner, bald annähernd gleich derjenigen der gewöhnlichen Zellen derselben Fäden. Es gelingt nicht, irgend welche streng ausgedrückte Gesetzmässigkeit in dieser Hinsicht zu bemerken. Jedenfalls bemerkt man bei den gegebenen Bedingungen kein constantes Steigen der Wachstumsfähigkeit von dem Vorhandensein eines Ueberflusses an Kernmasse.

Ein Dickenwachstum findet gewöhnlich nicht statt; wenn es aber vor sich geht, so geschieht es nur in der ersten Zeit des Befindens in der Dunkelheit und dabei in unbedeutendem Maass (Tab. XLVII, XLVIII).

Die Zellen, welche schon vor der Hungerung kränklich oder schwach waren, weisen ein schwächeres Wachstum¹⁾ auf als gewöhnlich.

Die Chlorophyllbänder verkürzen sich stark und können sogar in einzelne Stücke zerfallen. Einmal wurde folgende Erscheinung beobachtet: nach elftägigem Verbleiben in der Dunkelheit waren die Chlorophyllbänder neben den Kernen breiter, an den Enden der Zelle aber zerfielen sie in Stücke; das Bild war, als ob die Kerne die Masse der Chlorophyllbänder anziehen.

Die Existenzdauer der sich durch einen Ueberfluss an Kernmasse auszeichnenden Zellen zeigt ebenfalls keine scharfe und constante Differenz im Vergleich mit der Existenzdauer der gewöhnlichen Zellen.

Die Anordnung der Kerne ist ursprünglich eine regelmässige; später, bei grösserer Erschöpfung der Zellen, kann eine mehr oder weniger bedeutende Verschiebung der Kerne stattfinden. Eine streng regelmässige Anordnung der Kerne ist sichtbar eine vitale Erscheinung.

Also bringt in der Dunkelheit bei der Hungerung die Anwesenheit eines Ueberflusses an Kernmasse der Zelle keinen deutlich sichtbaren Nutzen. Auch sogar am Licht, bei der Bedingung der Assimilation der CO_2 , kann ein solcher Nutzen ebenfalls fehlen, wenn die Chlorophyllfunktion nicht wesentlich beschleunigt werden kann bei gesteigerter Einwirkung seitens der Kerne, und wenn, folglich die Menge der als Ausgang für die ferneren höheren Syn-

thesen dienenden organischen Stoffe, welche sich gebildet haben, nicht wächst. Es würde ein Interesse darbieten, die Bedeutung des Ueberflusses an Kernmasse in denjenigen Fällen aufzuklären, wo die Zellen sich von schon fertigen gut assimilierbaren organischen Verbindungen, welche in vollkommen genügender Menge erhalten werden, nähren.

Vom Hunger erschöpfte, doch noch lebendige einen Ueberfluss an Kernmasse besitzende Zellen, welche in bessere Assimilationsbedingungen der CO_2 gebracht werden, stellen ihr normales Aussehen wieder her; ihre Chlorophyllbänder wuchern und winden sich spiralig; die Gegenüberstellung der Kerne wird in den zweikernigen Zellen vollständig erreicht; der Turgor, das Wachstum und die Zelltheilung treten auf.

Die Kultur im Farbenlicht.

Verschiedene Strahlen der Lichtenergie erweisen einen verschiedenen Einfluss auf die grüne pflanzliche Zelle.

Das Chlorophyll absorbiert nur einige Strahlen des Sonnenspectrums, und dabei in verschiedenem Grad. Die assimilatorische Bedeutung verschiedener absorbirbarer Strahlen ist gründlich von *Timirjaseff, Kohl und Richter* untersucht worden.

Die genauen Experimente *Timirjaseff's* wurden so angestellt. Das Spectrum wurde vermittelt eines Prisma's mit sehr kleinem Brechungswinkel erhalten und wurde mit Hilfe zweier cylindrischer Linsen in 2 gleiche Hälften getheilt, welche in 2 Streifen concentrirt waren, die jede die Summe der Strahlen einer Hälfte des Spectrums vorstellten. In die auf diese Weise erhaltenen grellen Lichtstreife, einen gelben und einen blauen, wurden in flachen Röhren gleiche grüne Blattoberflächen gestellt. Die für dieselbe Zeit von diesem und jenem Blatt ausgeschiedenen Gase wurden mit Hilfe des Mikroeudiometers analysirt. Die Wirkung beider Strahlenbüsche drückte sich für die weniger brechbare Hälfte des Sonnenspectrums durch die Zahl 100, für die stärker brechbare—durch die Zahl 54 aus. Die Wirkung der zweiten Hälfte des Spectrums erwies sich, folglich, annähernd zweimal schwächer als die Wirkung der ersten Hälfte¹⁾.

¹⁾ К. А. Тимирязев. Фотохимическое действие крайних лучей видимого спектра. Москва. 1893. Труды отделения физических наук Общества любителей

Im Allgemeinen ähnliche Resultate gaben auch die Experimente *Kohl's*¹⁾ über die Zersetzung der Kohlensäure in den einzelnen Strahlen des Sonnenspectrums. Zur Bestimmung der Menge der zersetzten CO₂ benutzte *Kohl* die Engelmann'sche Methode des Abzählens der Gasbläschen. Die Assimilationsfähigkeit der verschiedenen Strahlen nimmt in folgender Ordnung ab:

Weiss	73,9
Roth	32,1
Blau	18,5
Grün	14,1
Gelb	9,3
Violett	7,2

Die Resultate der recenten Arbeit *A. Richter's*²⁾ stimmen im Allgemeinen mit den Resultaten, welche *Timirjaseff* und *Kohl* erhalten haben, überein.

Auf das Wachstum der Pflanzen übt das Licht einigen hemmenden Einfluss aus; durch die stärkste Wirkung in dieser Hinsicht zeichnen sich die blauen und die violetten Strahlen aus.

Zur Erforschung der allgemeinen Wirkung des farbigen Lichts auf das Leben des Organismus wird die Methode der Kultur hinter farbigen Ekranen gebraucht. Annähernd gleiche Pflanzen werden hinter farbige Gläser oder farbige Flüssigkeiten von verschiedener Färbung gestellt und nach einer bestimmten Zeit untereinander verglichen; diejenige Differenz, welche zu dieser Zeit in den Pflan-

лей естественная. Т. V. (*K. A. Timirjaseff*. Photochemische Wirkung der äussersten Strahlen des sichtbaren Spectrums. Moskau. 1893. Abhandlungen der Abtheilungen der physikalischen Wissenschaften der Gesellschaft der Naturwissenschaftsfreunde. Bd. V).

1) *F. G. Kohl*. Die assimilatorische Energie der blauen und violetten Strahlen des Spectrums. Ber. d. deut. botan. Gesellschaft. 1897. Heft 2. p. 111 ff.—Die assimilatorische Energie des blauen Lichtes. Ber. d. deut. bot. Gesellschaft. 1897. Heft 7. „Dagegen erblicke ich in meinen Versuchen eine Bestätigung der Angaben Engelmann's über die zweite Erhebung der Assimilationscurve für grüne Zellen im Blau, welche aller Wahrscheinlichkeit nach etwa bei der Linie F culminirt“. p. 123. Ber. d. d. b. Ges. 1897. Heft 2.

2) *André Richter*. Étude sur la photosynthèse et sur l'absorption par la feuille verte des rayons de différentes longueurs d'onde. Revue gén. de bot. 1902. 14. 15. avril et 15 mai.

zen bemerkt wird, hängt von der Differenz in der Wirkung dieses oder jenes Lichts ab. Als gebräuchlichste absorbirende Flüssigkeiten dienen Lösungen von bichromsaurem Kali und ammiakalische Lösung von Kupferoxyd; die erstere Flüssigkeit lässt bei mittlerer Concentration rothe, orange, gelbe und einen Theil grüner Strahlen durch; die zweite Flüssigkeit lässt die Strahlen der zweiten Hälfte des Spectrums durch, d. h. die zweite Hälfte der grünen Strahlen, die blauen, dunkelblauen und violetten Strahlen. Mit Hilfe dieser zwei Lösungen kann man bequem das Spektrum in 2 Hälften theilen.

Die Experimente der Kultur von *Spirogyra* in farbigem Licht sind zuerst von *Famintzin* gemacht worden. Die der Untersuchung unterworfenen Fäden wurden bei ununterbrochenem Lampenlicht hinter farbigen Ekranen mit einer Lösung von Kalibichromat und von Kupferoxydammoniak kultivirt. Diese Experimente lieferten folgende Resultate:

„Die Bildung der Stärke findet gleich schnell statt im vollen Lampenlicht und im gelben Licht. Im blauen Licht und in der Dunkelheit erwies sich nicht einmal eine Spur von Stärke“. (p. 46).

„Gleichzeitig mit der Stärkebildung trat auch die Zelltheilung sowohl bei vollem Licht, wie auch im gelben Licht auf. In der Dunkelheit theilte sich keine einzige Zelle, im blauen Licht—nur 2. Es ist merkwürdig, dass alle Zellen Stärke bildeten, während bei weitem nicht alle sich theilten“. (p. 46)

„Die Zelltheilung wird durch das Licht nicht unmittelbar, sondern nur als Folge einer vorläufigen Stärkelbildung hervorgeufen. In den Stärke enthaltenden Zellen geht die Theilung auch bei vollständigem Fehlen des Lichts vor sich“. (p. 55)

„Im blauen Licht bleiben die Chlorophyllbänder auch nach neuntägigem Aufenthalt in demselben ohne Veränderung, obgleich sie keine Spur von Stärke enthalten. In der Dunkelheit aber schrumpfen sie sehr stark, um $\frac{1}{3}$ und sogar um $\frac{1}{2}$ der Länge der ganzen Zelle, zusammen. Sie werden dabei schmaler, ändern ihr geschlängelttes Contour auf ein glattes, nur welliges mit rosenkranzähnlichen Verbreiterungen um“. (p. 55)

„Die Zellen der *Spirogyra* im blauen Licht und in der Dunkelheit, welche einander ähnlich waren durch das Fehlen der Stärke und der Theilung, unterschieden sich voneinander durch die Chlorophyllbänder. Im blauen Licht behielten die letzteren ihre Länge,

ihre Form und das wellige Contour, und unterschieden sich am Ende des Experiments in nichts von den im Aquarium nachgelassenen Fäden¹⁾ (p. 50)¹⁾

Aehnlicher Art Experimente machte später G. Klebs an *Zygnema*, wobei „die Zuckerkulturen unter sonst ganz gleichen Bedingungen unter blauer, rother und weisser Glocke gleichzeitig am Südfenster gehalten wurden. Der Unterschied bestand nur darin, dass der Wachstumsvorgang im weissen Licht am schnellsten, dann wenig langsamer im rothen Licht, am langsamsten im blauen Licht erfolgte; doch liess sich Genaueres nicht daraus entnehmen, nur soviel feststellen, dass die Zygmenen in der Zuckerpflanzung im blauen Licht $3\frac{1}{2}$ Monate aushielten, gewachsen waren und reichlich Stärke enthielten, ebenso wie die gleichaltrigen Culturen in reinem Wasser²⁾“.

Meine Experimente der Kultur in farbigem Licht sind im Sommer des Jahres 1894 und im Frühling und Sommer des Jahres 1897 gemacht worden.

1) А. С. Фамининъ. Дѣйствіе свѣта на водоросли и нѣкоторые другіе близкіе къ нимъ организмы. Диссертация. С.-Петербургъ. 1866. (А. С. Фамининъ. Die Wirkung des Lichtes auf die Algen und einige andere denselben nahe- stehende Organismen. Dissertation. St.-Petersburg. 1866).

„Образованіе крахмала происходитъ въ полномъ ламповомъ свѣтѣ и въ желтомъ одинаково быстро. Въ синемъ свѣтѣ и въ темнотѣ не оказалось и слѣда крахмала.“ (стр. 46)

„Единоновременно съ образованіемъ крахмала проявилось и дѣленіе кѣтокъ какъ въ полномъ свѣтѣ, такъ и въ желтомъ. Въ темнотѣ ни одна кѣтка не раздѣлилась, въ синемъ—только 2. Замѣчательно, что всѣ кѣтки образовали крахмаль, между тѣмъ какъ далеко не всѣ дѣлились.“ (стр. 46)

„Дѣленіе кѣтокъ вызывается свѣтомъ не непосредственно, а только какъ слѣдствіе предварительнаго образованія крахмала. Въ кѣткахъ, содержащихъ крахмаль, дѣленіе происходитъ и при полномъ отсутствіи свѣта.“ (стр. 55)

„Въ синемъ свѣтѣ ленты хлорофилла остаются и послѣ девятисуточного пребыванія въ немъ безъ измѣненія, хотя не содержать и слѣда крахмала. Въ темнотѣ же онѣ съеживаются весьма сильно на $\frac{1}{2}$ или даже $\frac{1}{3}$ длины всей кѣтки. Онѣ при этомъ становятся уже, мѣняютъ извилистый контуръ на ровный, слегка только волнистый съ четырьмяобразными расширениями.“ (стр. 55)

„Кѣтки *Spirogyra* въ синемъ свѣтѣ и въ темнотѣ, сходныя между собою по отсутствію крахмала и дѣленія, отличались лентами хлорофилла. Въ синемъ свѣтѣ послѣднія сохранили свою длину, форму и извилистый контуръ и въ концѣ опыта ничѣмъ не отличались отъ лентъ хлорофилла, оставленныхъ въ акваріѣ.“ (стр. 50)

2) G. Klebs. l. c. p. 542. Anm.

Gläserne Kulturgefässe mit Algen wurden unter Senebier'sche Glocken mit doppelten 1) mit einer Lösung von bichromsaurem Kali (Glocke A) oder 2) ammoniakaler Lösung von Kupferoxyd (Glocke B) erfüllten Wänden gestellt. Die zu untersuchenden Fäden wurden, folglich, der Wirkung der Summe der Strahlen der ersten oder der zweiten Hälfte des Spektrums unterworfen. Der Bestand des durch die farbige Mitte durchlassenen Lichts wurde spektroskopisch analysirt. Die Glocken beiderlei Art (A und B) wurden paarweise auf dasselbe Fenster an das zerstreute Tageslicht gestellt. In der Nacht gab es keine Beleuchtung. Bei den gegebenen Bedingungen waren die die kürzeste Welle besitzenden ultravioletten Strahlen aus demjenigen Licht, welches die Algen erreichte, ausgeschlossen. Die erste Untersuchung des Fadens, vor dem Beginn der Kultur, und die letzte, abschliessende wurden (in der grössten Zahl der Fälle) bei Tageslicht vollbracht. Die Sichtungen, welche in den Zwischenzeiträumen unternommen wurden, sind in einigen Fällen am Tage bei Sonnenlicht, in der Mehrzahl der Fälle aber am Abend beim Schein einer Lampe mit Auer'schem Brenner vollzogen worden; zwischen der Lichtquelle und dem Mikroskop wurde ein für das Licht undurchdringbarer Schirm mit einer Oeffnung gestellt; in die letztere wurde ein Gefäss mit flachen Wandungen eingesetzt, welches mit der nämlichen farbigen Flüssigkeit angefüllt war, wie die Glocke, unter welcher der Faden hervorgeholt worden war. Die Hervorholung des Kulturgefässes aus der Glocke und dessen Wiedereinsetzung wurden in der Dunkelheit vollbracht. Auf diese Weise bekam der der Untersuchung unterworfenen Faden während der Kultur nur eine bestimmte Gruppe von Lichtstrahlen¹⁾.

Die Zelle von *Spirogyra* stellt, wie bekannt, einen Organismus vor, welcher sogar unbedeutenden Einflüssen nachgeben kann²⁾. Vorherrschende Lebensbedingungen können der Zelle irgend welche

1) Obgleich die Methode der Theilung des Spektrums in zwei Hälften vermittelt farbiger Ekranen für vollkommen genau nicht gehalten werden kann, hatte jedoch bei dem Zweck meiner Experimente dieser Umstand keine wesentliche Bedeutung.

2) C. v. Nägeli. Ueber oligodynamische Erscheinungen in lebenden Zellen, mit einem Vorwort von S. Schwendener und einem Nachtrag von C. Cramer. Denkschriften d. schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. 33. 1893. I. Zürich. 1893.

schwer zu bestimmende Besonderheiten verleihen, welche auf vercomplicirende Weise auf ihr nachfolgendes Leben unter den neuen Bedingungen wirken werden und die Resultate der Experimente in einzelnen Fällen zu etwas widersprechenden machen können. Doch mit der Zeit müssen alle diese zufälligen vorhergehenden Einflüsse sich vertuschen, und die Abhängigkeit dieser oder jener Lebenserscheinungen von den neuen Bedingungen des Experiments müssen deutlicher hervortreten. Während des Experiments selbst können ausserdem auch irgend welche zufällige Einflüsse statthaben.

Deswegen ist es auch bei der Kultur in farbigem Licht zur Erhaltung zuverlässigerer Schlüsse nothwendig, eine möglichst grössere Anzahl und dabei länger dauernder Experimente zu machen. Es ist bequem, für parallele Kulturen Theile eines und desselben Fadens zu nehmen.

Besonders belehrend waren diejenigen Fälle: 1) wo die der Untersuchung unterworfenen Fäden unmittelbar oder möglichst schnell nach der Bildung in ihnen kernloser Zellen oder Kammern mit den dieselben begleitenden Zellen unter die Glocken gebracht wurden, 2) oder wenn die genannten Zellen sich zufällig infolge der Störung der Theilungsprocesse des Kerns und der Zelle während der Kultur selbst im farbigen Licht bildeten. In letzterem Falle waren die Zellen vom Einfluss der Strahlen anderer Art, ausser derjenigen, deren Einwirkung sie nach dem Plan der Experimente unterworfen werden mussten, ganz entfernt.

Gewöhnliche einkernige Zellen.

(Tab. XXVIII, XXIX, XLIX—LIX).

Bei der Kultur in den Strahlen sowohl der ersten wie auch der zweiten Hälfte des Spektrums bemerkt man im Wesentlichen dieselben Erscheinungen.

Wenn die Beleuchtung und die übrigen Bedingungen die Anhäufung von Stärke begünstigen, so findet diese Anhäufung unter der rothgelben Glocke A statt, unter der blauvioletten Glocke B aber findet eine solche entweder nicht, oder sehr selten statt. Doch, wie auch in den Experimenten von *Famintzin*, sagt das langdauernde Wachstum der Zellen in den Strahlen der zweiten Spektruhälfte, bei der Beibehaltung des normalen allgemeinen Aussehens durch diese Zellen,

deutlich, dass die Stärke sich auch in diesen Fällen bildet, nur übersteigt ihre Menge gewöhnlich die Menge der sich lösenden Stärke nicht.

In den Lichtstrahlen der ersten Spektruhälfte ist das allgemeine Wachstum der Zellen bedeutender als in den Zellen der zweiten Hälfte des Spektrums. In dem ersten Zeitraum kann die Differenz in der Intensität des Wachstums in diesen und jenen Strahlen unbedeutend sein; in einzelnen Fällen kann in den stärker brechbaren Strahlen das Wachstum temporär sogar etwas stärker sich erweisen; der letztere Umstand erklärt sich entweder durch zufällige Einwirkungen während der Kultur selbst im farbigen Licht, welche dem Wachstum der Fäden, die verglichen werden, günstig und ungünstig sind, oder dadurch, dass unter der blauvioletten Glocke sich zufällig ein Faden mit grösserem Vorrath an plastischen Stoffen vom vorhergehenden Leben her erwiesen hat; oder aber dadurch, dass unter die rothgelbe Glocke zufällig ein Faden aus beschädigten oder kränklichen Zellen, unter die blauviolette Glocke aber ein Faden aus gesunden Zellen gelangt war. Doch überhaupt war mit dem Laufe der Zeit das Wachstum unter der rothgelben Glocke bedeutender als unter der blauvioletten. Und je länger die Kultur dauerte, um so schärfer konnte die Differenz hervortreten. Da das Wachstum der Zellen mit der Erschöpfung des plastischen Materials aufhört, so kann das stärkere Wachstum in den Strahlen der ersten Hälfte des Spektrums vor allem durch eine bessere Ernährung der Zellen in diesen Strahlen erklärt werden.

Die Theilung der Zellen findet im Allgemeinen unter der rothgelben Glocke öfter statt als unter der blauvioletten. Es kann jedoch geschehen, dass unter die zweite Glocke zufällig ein Faden aus Zellen mit zufällig verspäteter Theilung, unter die erste Glocke aber ein Faden aus Zellen, die sich nur eben getheilt haben, gelegt werden wird; in solchem Falle kann die erste Theilung unter der zweiten Glocke früher stattfinden als unter der ersten. Jedoch auch in solchen Fällen tritt nach Maass der Dauer der Kultur unter beiden Glocken die Differenz in der Häufigkeit der Theilung stets mehr und mehr scharf hervor. Die Intensität und der Ton der Färbung der Chlorophyllbänder und die Complicirtheit des Umrisses ihres Randes unter beiden Glocken erweisen sich in verschiedenen Fällen als verschieden. Um die Kerne herum kann sowohl in diesen, wie in

jenen Kulturen sich eine eben solche Verschiebung der Chlorophyllbänder bilden, wie auch bei der Kultur im Licht.

In einigen Fällen wurde bemerkt, dass bei länger dauerndem (bis an 1 Monat) Verweilen unter der rothgelben Glocke die Zellkerne sich durch geringe Dimensionen auszeichneten. Diese Erscheinung wurde nicht gründlich untersucht.

Mehrmals wurde ebenfalls beobachtet, dass unter der blauvioletten Glocke die kultivirten Fäden sich zur Copulirung vorbereiteten.

Es wäre interessant zu untersuchen, was für wesentliche Modificationen in der grünen Zelle bei langdauernder (während mehrerer Monate oder eines Jahres) Kultur ausschliesslich in den Strahlen der ersten oder der zweiten Hälfte des Spektrums oder in einzelnen (monochromen) Strahlen, welche die Assimilation von CO₂ hervorruhen können, entstehen können, z. B. ob in solchen Fällen der Bestand selbst des Chlorophylls in Abhängigkeit von der Qualität des Lichts sich verändert ¹⁾.

Kernlose Zellen.

(Tab. III, IV, VII, XIII, XIV, XXVI, XXVII, XLIX—LV, LVII—LIX).

Die wesentlichen Eigenthümlichkeiten der Zellen im farbigen Licht erweisen sich als dieselben, wie bei vollem Tageslicht.

Unter beiden Glocken findet eine Stärkeanhäufung statt. Die Differenz zwischen beiden Kulturen ist eine nur quantitative, nach dem Grad der Anhäufung: unter der rothgelben Glocke A bilden sich um die Centralkörper der Pyrenoide grosse compacte Sphären, zwischen ihnen in den Bändern — einzelne Körner in grösserer oder geringerer Menge; unter der blauvioletten Glocke B bilden sich um die Pyrenoide nur Halsbänder aus Körnern, zwischen ihnen aber giebt es entweder keine einzelne Körner, oder sehr wenige (Tab. III, IV). Diese Thatsache steht im Einklang mit der weniger intensiven Assimilation der CO₂ in den Strahlen der zweiten Hälfte des Spektrums. Besonders belehrend waren die Fälle, wo die kernlosen

¹⁾ Der Einfluss des farbigen Lichts auf die Färbung der Zellen der *Oscillarien* ist von *Gaidukow* untersucht worden.

N. Gaidukow. Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Färbung lebender *Oscillarien*. *Abh. d. kgl. Akad. d. Wiss. in Berlin*. 1902.

Zellen sich schon während der Kultur selbst bildeten, und wenn, folglich, die ganze Stärkeanhäufung in einem Licht von bestimmter Zusammensetzung entstanden war.

Tabelle III.

Spirogyra. Kernlose Zellen.
Kultur unter rothgelber Glocke.

	Dauer des Verweilens unter der Glocke. 1 = 1 Tag. (24 Stunden).	Mittlerer Diameter der Stärkeanhäufungen um die Pyrenoide nach dem Verweilen unter der Glocke.
1)	6,2 17,3	11,0 μ. 12,8 μ.
2)	5,2	8,9 μ.
3)	6,2 16,3	9,9 μ. 11,3 μ.
4)	15,3	10,9 μ.
5)	6,2 17,1	8,1 μ. 12,4 μ.
6)	5,2 15,1	10,9 μ. 14,1 μ.
7)	5,3 15,1	8,6 μ. 11,7 μ.
8)	6,2 16,3	12,8 μ. 15,7 μ.

Vor dem Hinstellen unter die Glocke war keine deutliche Stärkeanhäufung.

Die Menge der Stärke, welche in der Zelle beobachtet wird, ist der Differenz zwischen der Menge der Stärke, welche sich hauptsächlich gebildet, und der Menge der Stärke, welche sich gelöst hat, gleich. In den mit einem Kern versehenen Zellen kann man in Folge stärkerer Lösung nicht, sich unmittelbar von der Menge der Stärke, welche sich gebildet hat, überzeugen. Als günstigeres Objekt zur

Aufklärung der Abhängigkeit der Bildung der Stärke von der Beleuchtung und von anderen Bedingungen erscheinen die kernlosen Zellen. Die Kultur im vollen Tageslicht und in der Dunkelheit zeigt, dass in ihnen bei der Schwächung der Lebensfunctionen die Lösung der Stärke geschwächt ist, und dass bei entsprechenden Bedingungen stets deren Anhäufung vor sich geht.

Tabelle IV.

Spirogyra. Kernlose Zellen.

Kultur unter blauvioletter Glocke.

	Dauer des Verweilens unter der Glocke. 1 = 1 Tag. (24 Stunden).	Mittlerer Diameter der Stärkeanhäufungen um die Pyrenoide nach dem Verweilen unter der Glocke.
1)	6 ₄	8 ₁ μ.
2)	11 ₃	8 ₄ μ.
3)	11 ₂	9 ₉ μ.
4)	5 ₄	6 ₉ μ.
5)	5 ₅	5 ₈ μ.
6)	5 ₄ 14 ₁	8 ₂ μ. 9 ₁ μ.
7)	6 ₄	9 ₉ μ.
8)	17 ₃	9 ₉ μ.
9)	17 ₄	10 ₇ μ.

Vor dem Hinstellen unter die Glocke war keine deutliche Stärkeanhäufung.

Unter beiden Glocken zeigt das Wachstum der Kerne entbehrenden Zellen dieselben Erscheinungen wie bei der Kultur im Licht und in der Dunkelheit, d. h. ein unbedeutendes, jedoch constantes Wachstum in die Länge und die Bildung terminaler Auftreibungen.

Diejenigen Veränderungen mit den Chlorophyllbändern der in Rede stehenden Zellen, welche bei der Beleuchtung mit vollem Tageslicht vor sich gehen, werden auch in den Strahlen beider Spektruhälften beobachtet: 1) mit der Zeit wird die Färbung schwächer und ihre Nuance grauer; 2) kann die gleichmässige Anordnung der Chlorophyllbänder bis zum Ende der Existenz dieser Zellen verbleiben, doch kann sie auch verschiedene mehr oder weniger starke Störungen erleiden.

Ein irgend welcher scharf ausgedrückter und constanter Unterschied in den Chlorophyllbändern in Abhängigkeit von der Kultur unter dieser oder jener Glocke wurde bei oberflächlicher Untersuchung nicht offenbart; nur wurde in einigen Fällen bemerkt, dass in den Strahlen der zweiten Hälfte des Spektrums die Schwächung der Färbung geringer ist als in den Strahlen der ersten Hälfte des Spektrums.

Die Existenzdauer der kernfreien Zellen verschiedener Fäden und sogar eines und desselben Fadens unter beiden Glocken kann eine verschiedene sein, doch ist sie im allgemeinen eben so gering, wie auch im vollen (weissen) Tageslicht.

Beim Eintreten des endgiltigen Absterbens finden in beiden Hälften des Spektrums dieselben Erscheinungen des Fallens des Turgors und der Volumenverminderung statt, wie im weissen Tageslicht und in der Dunkelheit.

Kernlose Kammern.

(Tab. XXVI, XXVII, LVI).

In den kernlosen Kammern, ähnlich den kernlosen Zellen, ist in den Strahlen der ersten Spektruhälfte in Abhängigkeit von ihrer grösseren Assimilationskraft die Stärkeanhäufung grösser als in den Strahlen der zweiten Hälfte des Spektrums.

Wie auch beim Tageslicht, ist das Wachstum der kernlosen Kammern bedeutender und langdauernder als das Wachstum der kernlosen Zellen; unter der rothgelben Glocke kann dasselbe grösser sein als unter der blauviolettten.

Auch in den gegebenen Kulturen bemerkt man manchmal ein Schliessen (Verwachsen) der Oeffnung in der Querscheidewänden, — wenn diese Oeffnung, freilich, nicht zu gross ist, — und auf diese

Weise eine Verwandlung der kernlosen Kammern in kernlose Zellen.

Unter beiden Glocken schieben sich die Chlorophyllbänder mehr oder weniger stark zusammen, manchmal bis zur Bildung eines Klumpens; ihre Umrisse werden etwas einfacher.

Die übrigen Eigenthümlichkeiten der kernfreien Kammern, welche bei der Kultur im vollen Tageslicht statt haben, offenbaren sich auch im farbigen Licht unter beiden Glocken.

Zellen mit Ueberfluss an Kernmasse.

(Tab. V, VII, XIII, XIV, XVIII, XXVI, XXVII XLIX—LIX).

Auch bei den gegebenen Beleuchtungsbedingungen ruft das Vorhandensein eines Ueberflusses an Kernmasse in den Zellen dieselben unterscheidenden Eigenthümlichkeiten des Lebens hervor, wie auch beim Tageslicht. Die Differenz zwischen den Kulturen unter der rothgelben Glocke A und unter der blauviolettten Glocke B ist eine eben solche, wie auch für die gewöhnlichen einkernigen Zellen. Diese Differenz kann durch zufällige Nebenwirkungen, und in der ersten Zeit der Existenz ebenfalls durch vor dem Anfang der Kultur im farbigen Licht während des vorhergehenden Lebens erworbene Eigenthümlichkeiten der Zellen vercomplicirt und verdunkelt werden.

In den Strahlen der ersten Spektrumlhälfte ist das allgemeine Wachstum der sich durch einen Ueberfluss an Kernsubstanz auszeichnenden Zellen bedeutender als in den Strahlen der zweiten Spektrumlhälfte. Die relative Intensität des allgemeinen Wachstums dieser Zellen, im Vergleich mit den gewöhnlichen Zellen, ist nicht untersucht worden. Doch auch im gegebenen Falle muss dasselbe stattfinden, wie auch bei der gewöhnlichen Lichtkultur, d. h. es ist eine grössere relative Intensität des Wachstums dieser Zellen in der ersten Zeit ihrer Existenz möglich, nachher aber, wenn bei der Verspätung der Theilung das normale quantitative Gleichgewicht zwischen dem Kern und den übrigen lebendigen Bestandtheilen der Zellen wiederhergestellt wird, muss diese grössere Wachstumsintensität unfehlbar aufhören; in denjenigen Fällen, wo die Kerne und andere Theile der Zelle beschädigt oder bei ihrer Bildung abgeschwächt sind, ist das Wachstum dieser Zellen vom Anfang

ihrer Existenz an entweder gleich, oder sogar geringer als das Wachstum der gewöhnlichen Zellen derselben Fäden. In einem und demselben Faden können die einen Ueberfluss in Kernmasse besitzenden Zellen eine ungleiche Wachstumsintensität aufweisen. Das Wachstum in die Dicke geht unter beiden Glocken vor sich. Die Intensität dieses Wachstums ist in verschiedenen Fällen eine verschiedene; in den einen Fällen ist sie grösser unter der Glocke A, in den anderen Fällen—unter der Glocke B. Doch gelang es im allgemeinen unter der Glocke A infolge der besseren Assimilationsbedingungen die Fäden eine längere Zeit zu erhalten und dickere Zellen zu bekommen. Es wurde keine augenscheinlich hemmende Wirkung der blauviolettten Strahlen auf das Wachstum in die Dicke beobachtet. Wie auch bei der Kultur am weissen Tageslicht, kommt es unter beiden Glocken manchmal vor, dass das Dickenwachstum nicht gross ist.

Auch im farbigen Licht bemerkt man einen Hang der einen Ueberfluss an Kernmasse besitzenden Zellen zur Verspätung der Theilung, infolge dessen sie eine beträchtlichere Grösse erreichen können.

Die ein augenscheinlich krankhaftes Aussehen besitzenden Zellen zeichnen sich durch unbedeutendes und beschränktes allgemeines Wachstum, durch die Unfähigkeit in die Dicke zu wachsen und sich zu theilen aus.

Tabelle V.

Spirogyra species?

1894. 12. September 9 U. 44 M. Abends.

Breite der Chlorophyllbänder in deren Reihenfolge vom einem Ende der zweikernigen Zelle A bis zum anderen:

1=1 μ .

16.₅; 33.₆; 36.₃; 31.₃; 37.₉; 66.₀; 89.₁; 49.₅; 42.₉; 33.₀; 49.₅; 24.₇; 18.₁; 14.₈; 21.₄; 18.₉

Breite der Chlorophyllbänder der übrigen (gewöhnlichen) Zellen desselben Fadens=18.₁ μ .—33.₀ μ .

Unter beiden Glocken sind der Grad der Wucherung der Chlorophyllbänder und ihre Färbung in verschiedenen Fällen verschieden; in den Zellen mit stark verspäteter Theilung, in welchen der Unterschied in der Wirkungskraft der Kerne in unmittelbarer Nähe und in der Ferne sich deutlicher ausdrücken konnte, werden die Chlorophyllbänder von den Enden der Zelle zur Mitte breiter und über-

haupt stärker entwickelt (Tab. V); neben den Kernen kann manchmal eine Zusammenschiebung der Chlorophyllbänder in beiden Kulturen stattfinden.

Unter der blauvioletten Glocke findet eine Stärkeanhäufung in den in Rede stehenden Zellen entweder gar nicht statt, oder in nur unbedeutendem Grad, doch spricht das Wachstum der Zellen unter diesen Bedingungen für die Bildung von Stärke, welche sich nur vollständig löst. Unter der rothgelben Glocke kann manchmal auch eine mehr oder weniger bedeutende Anhäufung von Stärke stattfinden.

Unter beiden Glocken ist die Lagerung der Kerne eine geometrisch regelmässige, eine eben solche, wie auch bei weissem Tageslicht. Auch bei den gegebenen Bedingungen weichen in den zweikernigen Zellen manchmal beide Kerne aus der mittleren Querfläche, entfernen sich voneinander, gehen in das Zellumen über und lagern sich in der Zellaxe in annähernd gleichen Entfernungen von ihrem Centrum.

Für die Zellen mit einem Ueberfluss an Kernmasse, ebenso wie für die gewöhnlichen Zellen, wurde mehrmals bemerkt, dass bei langdauernder Kultur in den Strahlen der ersten Hälfte des Spektrums die Grösse der Kerne kleiner wird.

Also erklären sich diejenigen Unterschiede, welche sich für die gewöhnlichen einkernigen Zellen, für die einen Ueberfluss an Kernmasse besitzenden Zellen, für die kernlosen Zellen und kernlosen Kammern bei der Kultur unter der rothgelben oder der blauvioletten Glocke erweisen, vor allem durch eine bessere Assimilation der CO_2 im ersten Falle. Um aufzuklären, welchen Einfluss auf das allgemeine Leben der Zelle und das Leben aller ihrer Bestandtheile die Strahlen von verschiedener Wellenlänge, unabhängig von den Assimilationsbedingungen der CO_2 , ausüben, muss man eine Reihe paralleler Experimente einer Kultur im Licht von einer bestimmten Zusammensetzung, einer bestimmten Dauer und einer bestimmten Kraft der Beleuchtung, bei Ernährung mit fertigen organischen Verbindungen und Beseitigung der gewöhnlichen Assimilation der CO_2 anstellen.

Fälle der Bildung drei—vielkerniger Zellen.

I. Theilung der zweikernigen Zelle in zwei Tochterzellen: eine dreikernige und eine einkernige.

Bei der Theilung einer zweikernigen Zelle bekommt man gewöhnlich zwei eben solche Zellen. Jedoch geschieht es manchmal, dass bei der Theilung des Zellkörpers in zwei annähernd gleiche Hälften, der eine von den sich theilenden Kernen sich etwas nach der Seite einer von den Tochterzellen, welche sich angedeutet haben, verschiebt, und dass auf diese Weise von den bei der Theilung sich bildenden 4 Kernen in einer von den Tochterzellen 3 Kerne, in der anderen aber nur 1 Kern sich erweisen¹⁾. Diese Erscheinung kann sowohl bei der Kultur in weissem Tageslicht, als auch im farbigen Licht stattfinden; öfter wird dieselbe bei Arten mit rundlichem Kern beobachtet, bei welchen auch in den zweikernigen Zellen die Kerne manchmal nicht senkrecht zur Zellaxe, sondern unter einem Winkel angeordnet sind.

In der dreikernigen Zelle sind die Kerne gewöhnlich in einer zur Zellaxe senkrechten oder schrägen Querfläche gelagert, und dabei streng regelmässig, in annähernd gleichen Entfernungen voneinander, so dass die sie vereinigenden Linien ein gleichseitiges Dreieck bilden. (Taf. I. Fig. 14). Manchmal aber, besonders in längeren Zellen, befindet sich der eine Kern auf der Zellaxe in einer Hälfte der Zelle, die zwei anderen Kerne aber in der anderen Hälfte einander gegenüber; auch in diesen Fällen wird eine vollkommen gleichmässige Vertheilung der Kerne erreicht.

In der einkernigen Zelle nimmt der Kern die für eine solche Zelle normale centrale Lage ein.

Auf diese Weise erhält man ein Paar von Zellen, welche nach ihrer Grösse sowohl einander wie auch den übrigen zweikernigen Zellen des Fadens gleich sind, sich jedoch durch den relativen Inhalt an Kernsubstanz unterscheiden; nämlich ist in der dreikernigen Zelle die Menge der Kernsubstanz $1\frac{1}{2}$ Mal grösser, als die Norm, d. h. es ist ein gewisser Ueberfluss derselben vorhanden,

¹⁾ J. J. Gerassimow. Ueber die Lage und die Function des Zellkerns. Fig. 26 u. 28.

während in der einkernigen Zelle es der Kernsubstanz proportional doppelt so wenig gegen die Norm, d. h. es einen gewissen Mangel derselben giebt.

Die nachfolgenden Theilungen der dreikernigen und einkernigen Zellen geben gewöhnlich ganze Reihen eben solcher Zellen.

Beim ferneren Leben derselben und ihrer Descendenten müssen Differenzen von entgegengesetztem Charakter sich zeigen, welche von den Eigenthümlichkeiten ihrer Konstitution abhängen.

Da in den dreikernigen Zellen die ganze vergrösserte Menge der Kernmasse gewöhnlich in einer Quersfläche gelagert ist und zur lateralen Membran genähert ist, so muss in diesen Fällen ein gesteigertes Wachstum der Zellen in die Dicke stattfinden, wenn in den zweikernigen Zellen des Fadens ein solches Wachstum noch vor sich geht; oder aber es muss eine Erneuerung desselben stattfinden, wenn das Wachstum in den zweikernigen Zellen schon aufgehört hat.

In den einkernigen Zellen muss, bei den gewöhnlichen Bedingungen, kein Dickenwachstum vor sich gehen; eher kann man eine Verminderung der Dicke der Zellen, wenn es nur möglich ist, erwarten.

In den dreikernigen Zellen muss man eine Verspätung der Theilung im Vergleich mit den zweikernigen und besonders den einkernigen Zellen erwarten. In den einkernigen aber, umgekehrt, muss die Theilung öfter vor sich gehen als in den zweikernigen und den dreikernigen.

Mit der Zeit wird die Grösse der Descendenten-Zellen der dreikernigen Zellen bedeutender werden als die Grösse ihrer Mutterzelle, und bedeutender als die Grösse der zweikernigen und einkernigen Zellen derselben Fäden; während die Nachkommenschaft der einkernigen Zelle, umgekehrt, kleiner als ihre Mutterzelle und als die Zellen mit zwei und drei Kernen werden muss.

Die Beobachtungen haben diese vorläufigen Erwägungen bestätigt.

Da die Bildung der aus einer dreikernigen—einer einkernigen Zelle bestehenden Paare vollkommen zufällig vor sich ging und beobachtet wurde, so war es unmöglich, eine umständliche Untersuchung derselben und ihrer Nachkommenschaft in allen Fällen zu machen. Dafür hatte die vollständige Zufälligkeit der Bildung der in Rede stehenden Zellenpaare diejenige gute Seite, dass die Kerne und übrigen Bestandtheile der Zellen während dieser Bildung keine starke Einwirkungen

erlitten, wie Abkühlung und Anästhesirung, welche fähig sind, eine tiefere, wenn auch vorübergehende Wirkung auf die Bestandtheile der Zellen auszuüben; auf diese Weise hängen die Lebenseigenthümlichkeiten, welche sich in den Zellen bei gleichen Bedingungen offenbaren, vollkommen von den Eigenthümlichkeiten ihrer Konstitution ab.

Experimente künstlicher Erhaltung solcher Zellenpaare wurden nicht gemacht. Man kann denken, dass diejenigen Einwirkungen, welche die Verschiebung der Kerne bei der Theilung und die Bildung z. B. kernloser Zellen mit den sie begleitenden Zellen hervorrufen können, auch für die Bildung der gegebenen Zellenpaare gültig sein werden¹⁾.

Beobachtete Fälle.

1) Am 11. Juli 1894 bei Sichtung des Materials, welches den Tag vorher aus dem Flusse genommen worden war, wurde ein Faden von *Spirogyra (species?)* gefunden, dessen ein Ende aus dreikernigen Zellen bestand; die übrigen Zellen aber waren gewöhnliche einkernige. Die dreikernigen Zellen hatten einen normalen Bau, eine aufgetriebene Form und ein gutes allgemeines Aussehen; ihre Dicke und ihre Länge waren grösser als bei den einkernigen (Tab. VI).

Tabelle VI.

1894. *Spirogyra species?*

Dreikernige Zellen.	Länge 46,2 μ .	—	99,0 μ .	; mittl. 61,2 μ .
	Dicke 98,2 μ .	—	121,3 μ .	; mittl. 111,8 μ .
Einkernige Zellen.	Länge 33,8 μ .	—	47,8 μ .	; mittl. 36,2 μ .
	Dicke 84,9 μ .	—	86,8 μ .	; mittl. 85,8 μ .

2) Auf gewöhnlichem Wege, nach dem Experimente vom 10. September 1894, wurden erhalten: die kernlose Zelle *P* und die zweikernige Zelle *M* (Tab. VII). Der Faden wurde unter der blavioletten Glocke kultivirt. Schon bei der ersten Theilung gab *M* ein aus einer dreikernigen (***) und einer einkernigen (*) Zelle beste-

¹⁾ Das Erhalten eines irgend welchen neuen Objekts, wenn auch ein zufälliges und seltenes, oder eine Modification des früheren, haben manchmal eine grosse Bedeutung, offenbaren solche Seiten der Erscheinungen, welche bei normalem Lauf unendlich sind; sie geben die Möglichkeit, neue Probleme aufzustellen und zu lösen,—Probleme, an welche zu treten es anderenfalls nicht möglich wäre.

hendes Tochterzellenpaar. Zum 30. October starb die kernlose Zelle *P* ab, und sprang ab; die dreikernige und die einkernige Zellen *M* gaben jede je zwei eben solche Zellen. Die Dicke und die allgemeine Grösse der dreikernigen Zellen waren grösser als bei den einkernigen Zellen. Für die Zeit vom 29. September bis zum 30. October wurde die Länge der dreikernigen Zelle 1,36 Mal, der einkernigen Zelle aber—2,02 Mal grösser; doch da die dreikernigen Zellen während dieser Zeit bedeutend in die Dicke gewachsen waren, so muss man die allgemeine Vergrösserung ihres Volumens für eine bedeutendere halten, als bei den einkernigen Zellen.

Tabelle VII.

1894. *Spirogyra species?*

	Länge	M	P	1=1 μ.
1. 12. September 9 U. 43 M. Ab.		263,2	170,8 (185,6)	
2. 29. " 6 " 10 "	351,4	278,8	183,9 (204,6)	
3. 30. October 6 " 50 "	325,0	328,3	288,7	275,3

	Dicke M				1=1 μ.
3.	115,5	127,0	94,0	90,7	
	88,3	127,0	94,0	92,4	

3) 7. August 1896. Zwischen den zweikernigen Zellen des Fadens erwies sich eine dreikernige Zelle *A'*, welche von zwei einkernigen Zellen *A''*, welche sich soben getheilt hatten, begleitet war. Wie man sieht (Tab. VIII), war die Theilung der dreikernigen Zelle

Tabelle VIII.

1896. *Spirogyra species?*

Gewöhnliche einkernige Zellen. Länge 75,0 μ. — 146,8 μ.; mittl. 109,0 μ.
 Dicke 74,2 μ. — 80,0 μ.; " 77,8 μ.

Zweikernige Zellen. Länge 94,0 μ. — 280,3 μ.; " 165,3 μ.
 Dicke 94,0 μ. — 116,3 μ.; " 108,2 μ.

{ Dreikernige Zelle *A'*. Länge 235,1 μ.
 Dicke 120,4 μ.

{ Einkernige Zellen *A''*. Länge 110,9 μ. — 115,3 μ.; mittl. 113,0 μ.
 Dicke 111,4 μ. — 113,8 μ.; " 112,8 μ.

verspätet, ihre Grösse wurde bedeutender als die Grösse der zweikernigen und einkernigen Zellen; ihre Dicke hatte ebenfalls Zeit gehabt, sich etwas zu vergrössern.

4) 8. Mai 1897. Im Faden, welcher aus zweikernigen Zellen bestand, wurde eine Reihe aus 16 einkernigen und 8 dreikernigen Zellen beobachtet (Tab. IX). Diese letzteren Zellen waren offenbar bei consecutiver Theilung eben solcher Zellen, welche sich ihrerseits bei ungleicher Theilung einer zweikernigen Zelle gebildet hatten, entstanden. Die Differenz in der Zahl dieser Zellen weist darauf hin, dass die dreikernigen Zellen in ihrer Theilung im Vergleich mit den einkernigen verspätet waren.

Tabelle IX.

Spirogyra crassa.

1897.

8. Mai. Länge. Zweikernige Zellen 110,3 μ. — 232,6 μ.; mittl. 187,4 μ.
 { Einkernige " 80,8 μ. — 99,8 μ.; " 88,2 μ.
 { Dreikernige " 136,9 μ. — 176,3 μ.; " 151,1 μ.

Dicke. Zweikernige " 199,6 μ. — 212,8 μ.; " 208,1 μ.
 { Einkernige " 184,8 μ. — 193,0 μ.; " 188,9 μ.
 { Dreikernige " 227,7 μ. — 252,4 μ.; " 238,8 μ.

14. Mai. Länge. Zweikernige " 103,9 μ. — 232,6 μ.; " 191,0 μ.
 { Einkernige " 80,8 μ. — 120,4 μ.; " 94,3 μ.
 { Dreikernige " 123,7 μ. — 222,7 μ.; " 167,7 μ.

Dicke Zweikernige " 200,3 μ. — 214,5 μ.; " 208,6 μ.
 { Einkernige " 181,3 μ. — 191,4 μ.; " 186,9 μ.
 { Dreikernige " 229,3 μ. — 285,4 μ.; " 262,1 μ.

Die Dicke der einkernigen Zellen war kleiner als die Dicke der zweikernigen. Diese Differenz konnte entstehen 1) entweder dadurch, dass die einkernigen Zellen nach ihrer Bildung nicht mehr in die Dicke wuchsen, während die zweikernigen Zellen zu wachsen fortführen, 2) oder dadurch, dass die Dicke der einkernigen Zellen abgenommen hatte 3) oder endlich von beiden Umständen zusammen.

Die dreikernigen Zellen erwiesen sich dicker nicht nur als die einkernigen Zellen, sondern auch als die zweikernigen, — d. h. sie waren, folglich, unzweifelbar in die Dicke gewachsen.

Die Länge und, folglich, die allgemeine Grösse der einkernigen Zellen war bedeutend geringer als bei den dreikernigen und zweikernigen Zellen. Die Länge der dreikernigen Zellen war durch-

schnittlich etwas kleiner als bei den zweikernigen, jedoch da die Dicke der ersteren grösser war, so konnte auch ihre allgemeine Grösse nicht kleiner sein als bei den zweikernigen Zellen.

Die Summe der Längen aller dreikernigen Zellen ist vergleichend etwas kleiner als die Summe der Längen der einkernigen Zellen, die Dicke aber der ersteren ist bedeutend grösser als die Dicke der letzteren; deswegen muss das allgemeine Volumen aller dreikernigen Zellen grösser sein als das allgemeine Volumen aller einkernigen Zellen. Wenn man annimmt, dass die Mutterzellen sowohl dieser wie jener annähernd ein gleiches Volumen hatten, so muss man anerkennen, dass die dreikernigen Zellen etwas stärker gewachsen sind als die einkernigen.

Die Lagerung der Kerne war in allen Zellen eine normale für die gegebene Zahl der Kerne. Das allgemeine Aussehen war ein vollkommen befriedigendes und unterschied sich nicht merklich in den verschiedenen Zellen.

Eine zweite, weniger ausführliche Untersuchung dieses Fadens wurde am 14. Mai gemacht. Die Dicke der zwei- und einkernigen Zellen war annähernd ohne Veränderungen geblieben ¹⁾; die dreikernigen Zellen waren noch mehr in die Dicke gewachsen. Die Zahl der dreikernigen Zellen betrug 24, der einkernigen—64. Die Grösse der einkernigen Zellen war geringer als die Grösse der drei- oder zweikernigen.

5) 18. Mai 1897. Unter der Nachkommenschaft der zweikernigen Zelle G (Tab. LIII) erwiesen sich 3 dreikernige Zellen und eine Reihe einkerniger Zellen (Tab. X). Zum 25. Mai betrug die Zahl der dreikernigen Zellen 4, die Zahl der einkernigen vergrösserte sich ebenfalls. Die ersteren Zellen hatten ein etwas krankhaftes Aussehen, ihre Länge, Dicke und allgemeine Grösse waren grösser als in den übrigen Zellen des Fadens; die einkernigen Zellen hatten ein vollkommen gesundes Aussehen, ihre Dicke, Länge und Volumen waren geringer als bei den drei- und zweikernigen Zellen.

¹⁾ Man kann schwerlich eine ernstliche Bedeutung der geringen Dickenabnahme der einkernigen Zellen beimessen, da im zweiten Falle nicht alle diese Zellen gemessen wurden.

Tabelle X.

Spirogyra crassa.

1897.

18. Mai. Länge. Gewöhnliche einkernige Zellen.	133,6 μ .—237,6 μ ;	mittl.	148,2 μ .
	Zweikernige "	178,3 μ .—255,7 μ ;	" 206,8 μ .
	{ Einkernige "	126,5 μ .—153,4 μ ;	" 139,3 μ .
	{ Dreikernige "	183,1 μ .—295,3 μ ;	" 234,9 μ .
Dicke. Gewöhnliche einkernige	160,9 μ .—162,5 μ ;		160,2 μ .
	Zweikernige "	183,9 μ .—196,2 μ ;	" 192,2 μ .
	{ Einkernige "	176,5 μ .—179,8 μ ;	" 177,4 μ .
	{ Dreikernige "	226,9 μ .—242,5 μ ;	" 234,3 μ .
25. Mai. Länge. Gewöhnliche einkernige	97,3 μ .—181,5 μ ;		126,8 μ .
	Zweikernige "	123,7 μ .—235,9 μ ;	" 150,5 μ .
	{ Einkernige "	103,9 μ .—143,5 μ ;	" 127,2 μ .
	{ Dreikernige "	155,1 μ .—255,7 μ ;	" 205,9 μ .
Dicke. Gewöhnliche einkernige	157,6 μ .—159,2 μ ;		158,4 μ .
	Zweikernige "	203,8 μ .—206,2 μ ;	" 205,6 μ .
	{ Einkernige "	176,5 μ .—178,2 μ ;	" 176,8 μ .
	{ Dreikernige "	224,4 μ .—244,2 μ ;	" 235,3 μ .

6) Nach dem Experiment der Abkühlung bildeten sich im Faden zwischen den gewöhnlichen einkernigen Zellen die kernlose Zelle A und die zweikernige Zelle B (Tab. XI).

Tabelle XI.

Spirogyra crassa.

1897.

	Länge	A	^{**} B	^{**} B	→
1. 22. Mai 10 U. 50 M. Morgens . . .	166,6	(186,4)	147,7	148,5	
2. 3. Juni 12 U. 10. M. Tages . . .	×	×	×	102,3	91,6 202,9
	^B				→
	141,1				
	191,4	186,4	174,1	169,9	166,6 169,9
					149,3 143,3 143,5 142,7 156,7 158,4 151,8 153,4
	^{**} B 1=1 μ .				
	155,1				
	404,3	375,4	361,3	346,5	

1. Dicke der einkernigen Zelle B = 171,6 μ .
 " " dreikernigen " = 170,8 μ .
 2. " " einkernigen Zellen B = 168,3 μ .—171,6 μ .
 " " dreikernigen B = 195,2 μ .—214,5 μ .

Am 22. Mai bestand die Nachkommenschaft von *B* aus 4 Zellen: 2 zweikernigen (**), 1 einkernigen (*) und 1 dreikernigen (***). Das Aussehen aller Zellen des Fadens war ein befriedigendes.

Zum 3. Juni erwiesen sich *A* und beide nachbarlichen zweikernigen Zellen *B* als abgestorben, die einkernige Zelle *B* aber gab 17 eben solche Zellen; die dreikernige Zelle gab 4 Zellen. In den einkernigen und dreikernigen Zellen ist die Anordnung der Chlorophyllbänder eine regelmässige; ihre relative Entwicklung ist annähernd eine gleiche. In den dreikernigen Zellen ist das allgemeine Aussehen nicht schlechter als in anderen Zellen des Fadens; die Kerne sind regelmässig in der Nähe der lateralen Wand an der inneren Oberfläche der Schicht der Chlorophyllbänder gelagert. Die einkernigen Zellen sind in die Dicke nicht gewachsen, während in den dreikernigen ein unzweifelbares Wachstum vor sich geht. Die Grösse der dreikernigen Zellen ist beträchtlich bedeutender als in den einkernigen. Die allgemeine Länge der Nachkommenschaft der einkernigen Zelle war fast doppelt grösser als bei der dreikernigen; obgleich die Dicke der letzteren etwas grösser war, war jedoch im gegebenen Falle dennoch die Nachkommenschaft der einkernigen Zelle sichtbar stärker gewachsen als die Nachkommenschaft der dreikernigen Zelle.

7) Nach der Abkühlung bildeten sich im Faden die kernlose Zelle *F* und die zweikernige Zelle *G*.

Tabelle XII.

Spirogyra crassa.

1897.

20. Juni 10 U. Morgens.

Länge. Gewöhnliche	einkernige Zellen.	97,3 µ.	— 117,1 µ.	mittl.	106,3 µ.
}	Zweikernige	173,2 µ.	— 235,9 µ.		205,9 µ.
	Dreikernige	153,4 µ.	— 156,7 µ.		155,1 µ.
	Einkernige	157,6 µ.	— 169,1 µ.		164,9 µ.
Dicke. Gewöhnliche	einkernige	161,7 µ.	— 166,6 µ.		163,7 µ.
	Zweikernige	199,0 µ.	— 226,0 µ.		208,7 µ.
	Dreikernige	234,3 µ.	— 255,7 µ.		246,7 µ.
	Einkernige	196,3 µ.	— 198,0 µ.		196,8 µ.

Am 20. Juni machte die Nachkommenschaft von *G* eine Reihe zweikerniger Zellen inmitten gewöhnlicher einkerniger aus; zwischen den zweikernigen Zellen erwiesen sich der Reihe nach 4 Zellen mit je drei

Kernen und 4 Zellen mit einem Kern (Tab. XII); ihre Mutterzellen waren augenscheinlich bei ungleicher Theilung einer zweikernigen Zelle entstanden. In allen Zellen des Fadens sind der Grad der Färbung und die Entwicklung der Chlorophyllbänder annähernd gleich. Die Dicke der dreikernigen Zellen ist grösser als bei den zweikernigen; die einkernigen Zellen, da sie von einer zweikernigen Zelle abstammen, sind etwas dünner als die zweikernigen, und dicker als die gewöhnlichen einkernigen Zellen. Die Länge der dreikernigen Zellen ist kleiner als die Länge der zweikernigen, doch da die Dicke der ersteren grösser ist, so ist auch ihre allgemeine Grösse schwerlich kleiner als die allgemeine Grösse der zweikernigen Zellen. Die Summe der Längen aller dreikernigen Zellen war nur wenig kleiner als die Summe der Längen der einkernigen Zellen; die Dicke der ersteren aber war bedeutend grösser; wenn man annimmt, dass die Mutterzellen dieser so wie jener annähernd eine gleiche Dimension haben, so muss man für wahrscheinlich halten, dass die Nachkommenschaft der dreikernigen Zellen stärker gewachsen ist als diejenige der einkernigen.

8) Im Faden haben sich auf gewöhnlichem Wege zwei kernlose Zellen *K* und *M* gebildet, welche von zwei zweikernigen Zellen *L* und *N* begleitet werden (Tab. XIII).

Zum 12. Juni gab *N* 4 gewöhnliche zweikernige Zellen; die Nachkommenschaft aber von *L* bestand aus 4 einkernigen (*) und 2 dreikernigen (***) Zellen; offenbar hat *L* gleich bei der ersten Theilung eine dreikernige und eine einkernige Tochterzellen gegeben, und jede von den letzteren gab bei den ferneren Theilungen schon ähnliche Zellen.

Am 22. Juni machte die Nachkommenschaft der einkernigen *L* 14 Zellen aus, die Nachkommenschaft der dreikernigen aber nur 4. Die dreikernigen waren in die Dicke mehr als die zweikernigen gewachsen; die einkernigen Zellen zeigten ein solches Wachstum nicht. Die Grösse der dreikernigen Zellen war bedeutend grösser geworden als die Grösse der einkernigen. Die einkernigen Zellen besaßen ein normales Aussehen, während die dreikernigen eine gewisse Zusammenschiebung der Chlorophyllbänder und ein nicht ganz gesundes allgemeines Aussehen aufwiesen. Der Faden jedoch überhaupt bestand aus Zellen von befriedigendem Aussehen.

Am 12. Juni war die Summe der Längen der dreikernigen Zellen

grösser als die Summe der Längen der einkernigen. Das Volumen der ersteren war ebenfalls augenscheinlich grösser. Am 22. Juni war die Länge aller dreikernigen Zellen schon bedeutend kleiner als die Länge aller einkernigen; das Volumen aber dieser so wie jener Zellen musste, bei der grösseren Dicke der dreikernigen Zellen, keine bedeutende Differenz darbieten. Daraus folgt, dass vom Moment der Bildung der Mutterzellen wie dieser so auch jener bis zum 12. Juni die dreikernigen Zellen stärker als die einkernigen wuchsen, vom 12. Juni bis zum 22. Juni aber, umgekehrt, das Uebergewicht in der Kraft des Wachstums auf Seiten der einkernigen Zellen war.

Tabelle XIII.

Spirogyra crassa.

1897

Länge K		
1. 29. Mai 10 U. 15 M. Mor.	90,7	
2. 12. Juni 10 U. 50 M. Ab.	100,6(127,0)	112,2
3. 22. Juni 10 U. 28 M. Mor.	I	138,6 195,5 131,2 132,0 145,2

L

		133,6		134,5		321,7			
145,2	156,7	155,9	160,0	161,7	160,0	160,0	169,9	176,3	298,6 320,1

N M 1=1 μ.

		94,0		92,4			
341,5	264,0	282,1	299,5	319,3	103,9(138,6)		I

L N 1=1 μ.

Dicke

1.		168,3				167,5
2.	167,5	166,6	166,6	166,6	186,4	184,5
3.	168,3	170,6	235,3	257,4	209,5	211,2
			250,8	211,2		
			193,0			

9) Auf gewöhnliche Weise wurde ein Paar aus einer kernlosen Zelle *S* und einer zweikernigen Zelle *T* erhalten (Tab. XIV). Am 1. Juni wurde der Faden nach der Sichtung unter die rothgelbe Glocke gebracht.

Tabelle XIV.

Spirogyra species?

1897

Länge S			T	1=1 μ.
1. 1. Juni 6 U. 15 M. Ab.	77,5		94,0	
2. 15. Juni 11 U. 35 M. "	84,1(80,6)	130,3	127,0	158,4 155,9 231,0 44,5 273,9

Dicke			T	1=1 μ.
1.	73,9	77,5	73,9	75,9 117,1 112,2 107,2

* — einkernige Zellen.
** — zweikernige " "
*** — dreikernige "

Am 15. Juni bestand *T* aus 4 einkernigen Zellen und noch 3 Zellen,—zwei langen und einer, mittlerer, kurzen, welche alle drei zusammen 6 Kerne enthielten; dabei waren die Kerne in den letzteren Zellen ungleichmässig vertheilt: in der zu *S* nächsten Zelle waren 3 Kerne; in der mittleren kleinen—1 Kern, in der letzten Zelle—2 Kerne. Offenbar hatte sich die zweikernige Zelle *T* gleich bei der ersten Theilung in zwei Tochterzellen, eine einkernige und eine dreikernige getheilt; die erstere gab zum 15. Juni 4 ebenfalls einkernige Zellen; die Theilung der zweiten (dreikernigen) Zelle verspätete sich anfänglich, nachher aber theilte sie sich simultan in 3 Theile, mit gleichzeitiger Bildung zweier Querscheidewände. Die Dicke der dreikernigen Zellen und ihre allgemeine Grösse waren grösser als bei den einkernigen und zweikernigen Zellen. Auch im gegebenen Falle kann man für wahrscheinlich ein stärkeres Wachstum der dreikernigen Zellen halten, da die allgemeine Länge aller 3 von der dreikernigen Zelle entstandenen Zellen nur um Weniges kleiner war als eine solche Länge der einkernigen Zellen, während die Dicke der Descendenten der dreikernigen Zelle bedeutend grösser war.

10) In einem Faden aus zweikernigen Zellen (**), welche von der Zelle *d* (Tab. XXVI, 36) abstammten, wurde am 16. August 1897 eine Reihe aus 4 einkernigen (*) und 3 dreikernigen (***) Zellen, die sich offenbar bei wiederholter Theilung eines Paares aus einer

dreikernigen und einer einkernigen Zelle gebildet hatten, gefunden (Tab. XV).

Tabelle XV.

Spirogyra crassa.

1897. 16. August 3 U. 58 M. Tages.

	**				***				*			
L.	198 _{,8}	198 _{,8}	207 _{,1}	202 _{,1}	387 _{,7}	204 _{,6}	198 _{,8}	151 _{,8}	142 _{,7}	142 _{,7}	140 _{,2}	
D.	193 _{,0}	193 _{,0}	193 _{,0}	189 _{,7}	212 _{,8}	206 _{,2}	199 _{,6}	186 _{,1}	186 _{,1}	186 _{,1}	186 _{,1}	

1=1 μ.

**			
195 _{,5}	198 _{,0}	198 _{,8}	189 _{,7}
193 _{,0}	193 _{,0}	193 _{,0}	193 _{,0}

Die Dicke der einkernigen Zellen war etwas kleiner, diejenige der dreikernigen aber grösser als die Dicke der zweikernigen. Die geringere Dicke der einkernigen Zellen kann eben so, wie auch in anderen vorhergehenden Fällen erklärt werden.

Die Länge aller einkernigen Zellen war kleiner nicht nur als die Länge der dreikernigen, sondern auch der zweikernigen Zellen. Das Volumen der dreikernigen Zellen war unzweifelbar grösser als das Volumen der zweikernigen und einkernigen. Wenn man annimmt, dass die Mutterzellen der dreikernigen und einkernigen Zellen annähernd gleiche Dimensionen mit den Dimensionen der zweikernigen Zellen hatten, so weist diese Differenz in der Grösse der Zellen (am 16. August) darauf hin, dass die Wachstumsintensität der dreikernigen Zellen höher, der einkernigen aber niedriger war als die Norm, d. h. als die Wachstumsintensität der zweikernigen Zellen.

11) Die zweikernige Zelle *a* (Tab. XXVI, 31) gab zum 23. Juli 1897—8 Tochterzellen; von ihnen waren 6 normale zweikernige, 1—dreikernige und 1—einkernige Zelle. Der Faden befand sich unter der rothgelben Glocke.

Zum 5. August waren der einkernigen Zellen *a* 4, der dreikernigen—2 (Tab. XVI). Vom 23. Juli bis zum 5. August hatte sich die Länge der Descendenten der einkernigen Zelle schwächer vergrössert als die Länge der Descendenten der zweikernigen, diejenige der dreikernigen aber stärker als der einkernigen, jedoch schwächer

als der zweikernigen; da für diese Zeit die einkernigen Zellen kein Dickenwachsthum aufwiesen, die dreikernigen und zweikernigen aber wuchsen, wobei die ersteren stärker als die zweiten, so folgt daraus, dass das allgemeine Wachsthum der einkernigen Zellen schwächer war als das Wachsthum der übrigen Zellen, dasjenige der dreikernigen aber stärker als der zweikernigen.

Tabelle XVI.

Spirogyra crassa.

1897.

5. August. 11 U. 50 M. Morgens.

Länge. Gewöhnliche einkernige	Zellen	212 _{,8} μ.—242 _{,5} μ.;	mittl.	224 _{,0} μ.
	Zweikernige	» 235 _{,0} μ.—286 _{,3} μ.;	»	261 _{,8} μ.
	Einkernige	» 232 _{,6} μ.—249 _{,1} μ.;	»	241 _{,9} μ.
	Dreikernige	» 473 _{,5} μ.—478 _{,5} μ.;	»	476 _{,5} μ.
Dicke. Gewöhnliche einkernige		» 160 _{,9} μ.—163 _{,3} μ.;		161 _{,9} μ.
	Zweikernige	» 178 _{,2} μ.—186 _{,1} μ.;		182 _{,3} μ.
	Einkernige	» 170 _{,8} μ.—173 _{,2} μ.;		172 _{,6} μ.
	Dreikernige	» 202 _{,9} μ.—216 _{,1} μ.;		209 _{,5} μ.
23. August. Mittlere Länge.	Dreikernige	» 195 _{,3} μ.		
	Einkernige	» 122 _{,2} μ.		
	Mittlere Dicke. Zweikernige	» 228 _{,9} μ.		
	Dreikernige	» 325 _{,9} μ.		
	Einkernige	» 176 _{,1} μ.		

Am 23. August erwies sich die Differenz in der Zahl der einkernigen (128) und dreikernigen Zellen (34) *a* noch grösser. Sowohl die dreikernigen, wie auch die zweikernigen Zellen waren noch mehr in die Dicke gewachsen und befanden sich noch immer in der Periode des Wachsthum, da sie eine aufgetriebene Form besaßen; die einkernigen Zellen aber zeigten kein deutliches Wachsthum und besaßen eine cylindrische Form. Die Grösse der dreikernigen Zellen war bedeutender als die Grösse der zweikernigen, die Grösse dieser letzteren aber beträchtlicher als die Grösse der einkernigen. Die relative Intensität des Wachsthum der Zellen wurde für diese Zeit nicht bestimmt.

12) In einem Faden, welcher aus typischen zweikernigen Zellen bestand, bildete sich zufällig ein Zellenpaar aus einer einkernigen und einer dreikernigen Zelle. Zur Zeit der ersten Beobachtung am 27. Mai gab die einkernige Zelle 8, die dreikernige Zelle aber 5 eben solche Zellen (Tab. LX). Das Aussehen der Zellen aller 3

Sorten war ein vollkommen befriedigendes. Der Faden befand sich unter der Beobachtung vom 27. Mai bis zum 3. Juni. Für die ganze Zeit blieben sowohl das allgemeine Aussehen aller Zellen, wie auch ihre Färbung vollkommen befriedigend und annähernd gleich. Die Kerne waren vollkommen regelmässig gelagert, d. h. in den einkernigen Zellen befand sich der Kern im Centrum, in den zweikernigen und dreikernigen lagen die Kerne in der zur Axe senkrechten Querfläche in annähernd gleichen Abständen voneinander.

Sowohl die einkernige, wie auch die dreikernige Mutterzellen mussten zur Zeit ihrer Bildung annähernd eine gleiche Dicke gehabt haben, welche der Dicke der übrigen zweikernigen Zellen des Fadens gleich gewesen sein musste. Doch zum Anfang der Beobachtung war die Dicke der dreikernigen Zellen schon bedeutend grösser als die Dicke der einkernigen und zweikernigen; während der Beobachtungszeit vergrösserte sie sich noch mehr, während die Dicke der übrigen Zellen ohne Veränderung blieb. Während der ersten Messung erwiesen sich die einkernigen Zellen dünner als die zweikernigen; diesen Umstand kann man eben so, wie auch in anderen ähnlichen Fällen erklären.

Die Länge der dreikernigen Zellen war bei allen 3 Messungen grösser als die Länge der zweikernigen Zellen, und diese letztere grösser als die Länge der einkernigen, folglich waren auch die Volumina der Zellen entsprechend grösser. Dieses weist darauf hin, dass die Theilung der dreikernigen Zellen seltener, diejenige der einkernigen Zellen aber öfter vor sich ging als die Theilung der zweikernigen Zellen.

Am 27. Mai war die Summe der Längen aller dreikernigen Zellen (1002,1 μ .) grösser als die Summe der Längen aller einkernigen Zellen (852,1 μ .); die Dicke der ersteren war ebenfalls grösser. Wenn man annimmt, dass ihre Mutterzellen annähernd ein gleiches Volumen besaßen, so muss man folgern, dass gegen die Zeit der ersten Messung die Dimensionen der dreikernigen Zelle stärker als diejenigen der einkernigen gewachsen waren.

Für die ganze Zeit der Beobachtung war das Wachstum der einkernigen Zellen im mittleren unbedeutend grösser als der zweikernigen Zellen. Die Vergrösserung der Länge der dreikernigen Zellen für den ersten Zeitraum (27.—30. Mai) war geringer als die Längenvergrösserung der zwei- und einkernigen Zellen; dabei

jedoch fand in den ersteren Zellen ein Dickenwachstum statt; folglich konnte die allgemeine Vergrösserung des Volumens der dreikernigen Zellen auch nicht geringer sein als in den übrigen Zellen. Gegen die Zeit der dritten Messung (3. Juni) war die allgemeine Länge aller dreikernigen Zellen 2,160 fach gegen ihre Länge zur Zeit ihrer ersten Messung (27. Mai) gewachsen; für die zweikernigen Zellen war diese Vergrösserung gleich 2,063; für die einkernigen—2,71; da während der ganzen Zeit die dreikernigen Zellen, wenn auch unbedeutend, in die Dicke wuchsen, so ist es möglich, zuzugeben, dass die Vergrösserung ihres Volumens grösser war als in den zweikernigen Zellen. Für den Zeitraum aber vom 30. Mai bis zum 3. Juni einzeln wuchsen die Zellen mit 3 Kernen unbedingt stärker als die anderen.

13) Die zweikernige Zelle *M* gab gleich bei der ersten Theilung zwei Tochterzellen mit 3 Kernen und mit 1 Kern (Tab. XVII). Die letzteren gaben zum 22. Mai 1900 je 2 eben solche Tochterzellen. Die Dimensionen der dreikernigen Zellen waren grösser als in den anderen Zellen. Die Länge beider einkernigen Zellen betrug 203,4 μ ., beider dreikernigen aber 265,3 μ .; da ausserdem auch die Dicke der dreikernigen Zellen grösser war, so muss man auch im gegebenen Falle eine Steigerung des Wachstums der Zellen bei der Vergrösserung des relativen Inhalts an Kernsubstanz anerkennen.

Tabelle XVII.

Spirogyra bellis.

1900.	L.	M	R 1=1 μ .
1. 19. Mai 2 U. 5 M. Tages . . .		211,9	152,7
2. 22. Mai 4 U. 55 M. „ . . .	136,5 ^{***}	128,7 ^{***}	103,3 [*] 100,1 [*] 152,1(165,1)

1. *M*—zweikernige Zelle.

R—kernlose „

14) In dem dreikernigen Derivat der zweikernigen Zelle *M* (Tab. XVIII), im Vergleich mit der einkernigen Zelle, fanden statt: 1) eine Verspätung der Theilung und eine Volumenvergrösserung, 2) ein Dickenwachstum, 3) anscheinend ein stärkeres allgemeines Wachstum.

Tabelle XVIII.

Spirogyra species?

1894. L. M. l=1 μ.

1. 13. September 7 U. 21 M. Abends	357,2		
2. 5. October 10 U. 15 M. Morgens	190,76	166,75	486,7

D. M. l=1 μ.

1.	84,1		
2.	84,1	84,1	89,1

1. M—zweikernige Zelle.

15) Die zweikernige Zelle *B* gab eine ganze Reihe eben solcher Zellen (Tab. XIX). Am 19. Juli erwiesen sich unter diesen zweikernigen Zellen 4 dreikernige und 6 einkernige Zellen. Die Dicke und die allgemeine Dimension der dreikernigen Zellen waren grösser, der einkernigen Zellen aber kleiner als diejenigen der zweikernigen. Die Summe der Längen aller einkernigen Zellen war etwas grösser als die Längensumme aller dreikernigen Zellen; doch da die Dicke der ersteren geringer war, so muss man auch die Summe der Volumina aller einkernigen Zellen für kleiner als die Summe der Volumina aller dreikernigen Zellen halten. Wenn man annimmt, dass die Mutterzellen sowohl dieser wie auch jener bei ihrer Bildung annähernd von gleicher Grösse waren, so muss man für wahrscheinlich anerkennen, dass die Nachkommenschaft der dreikernigen Zelle stärker gewachsen war als die Nachkommenschaft der einkernigen.

Tabelle XIX.

Spirogyra crassa.

1897. L. B. A l=1 μ.

1. 7. Juni 10 U. 38 M. Morgens	123,7			92,14(118,8)	
2. 15. Juni 12 U. 35 M. Tages	162,75	153,74	156,77	160,9	102,3(138,6)

D. B. l=1 μ.

1.	160,9			
2.	173,2	176,5	176,5	174,1

B—zweikernige Zelle.

A—kernlose "

19. Juli. Länge . .	183,1	174,1	199,6	214,5	163,3	136,9	146,8	169,9			
Dicke . .			226,0	206,2	239,2	249,1	250,8	249,1			
	179,8	176,5	103,9	103,9	100,6	113,8	166,6	146,8	127,9	127,9	...
	199,6	194,7	193,9	193,0	193,0	193,0	214,5	226,9			...

16) Ausserdem wurden zu verschiedener Zeit noch mehrere Fälle der Bildung drei- und einkerniger Zellen beobachtet, welche jedoch ununtersucht geblieben sind.

Wie schon erklärt worden ist, stellt sich in den zweikernigen Zellen schliesslich eine solche Grösse der Zellen fest, welche der Menge der Masse zweier Kerne entspricht. Wenn bei der Theilung einer solchen Zelle statt zweier gewöhnlicher zweikerniger Tochterzellen sich ein Zellenpaar bildet, von welchen die eine Zelle 3 Kerne, die andere aber 1 Kern enthält, so wird in beiden das Gleichgewicht abermals gestört. In der dreikernigen Zelle ist die Menge der Kernsubstanz $1\frac{1}{2}$ Mal grösser als die Norm, folglich existirt ein relativer Ueberfluss an Kernmasse und, folglich, eben dadurch ein relativer Mangel der übrigen Bestandtheile der Zelle¹⁾. Umgekehrt, in der einkernigen Zelle giebt es der Kernmasse doppelt weniger als die Norm, folglich ist ein relativer Mangel an Kernmasse und *vice versa* ein relativer Ueberfluss der übrigen Componenten der Zelle vorhanden.

Wie die oben beschriebenen Fälle zeigen, wird in der Nachkommenschaft sowohl dieser, wie auch jener Zellen das gestörte Gleichgewicht wiederhergestellt. In den dreikernigen Zellen verspätet sich die Theilung und eben dadurch wird die Vermehrung der

1) Da in der dreikernigen Zelle die Vergrösserung der Menge der Kernsubstanz relativ kleiner ist ($1\frac{1}{2}$ Mal so viel) als im Falle der Bildung der zweikernigen Zelle aus der einkernigen Mutterzelle (2 Mal so viel), so müssen auch die Abweichungen vom normalen Gang im ferneren Leben bei den dreikernigen Zellen relativ weniger scharf ausgedrückt sein als in den Zellen mit zwei Kernen, mit einem grossen einfachen oder einem grossen zusammengesetzten Kern.

Kerne verzögert, die Grösse der Zellen wächst; in den einkernigen Zellen, umgekehrt, wird die Theilung häufiger, die Kerne vermehren sich stärker, die Grösse der Zellen wird kleiner.

In den grösseren Zellen der Thiere und der Pflanzen wurde im Allgemeinen auch eine grössere Zahl von Kernen oder eine beträchtlichere Grösse derselben, überhaupt ein grösserer Gehalt von Kernmasse beobachtet. Dieses konnte auf den Gedanken führen, dass in den grösseren Zellen mit grösseren Kernen gerade diese bedeutendere Grösse der Zellen die bedeutendere Grösse ihrer Kerne bedingt. Der Fall der einkernigen Zellen, von welchen die Rede ist, zeigt, dass dem nicht so ist, wenigstens nicht immer. Der Ueberfluss der übrigen Bestandtheile der Zellen führt im gegebenen Falle zu keiner Vergrösserung der Dimensionen der Kerne. Bei öfterer Theilung dieser Zellen wächst zwar die allgemeine Menge der Kernmasse, doch wird dieses nicht durch die Vergrösserung der Dimensionen der einzelnen Kerne, sondern durch die Vergrösserung ihrer Zahl erreicht. Zum Erhalten von Zellen von grösseren Dimensionen ist es, folglich, nothwendig, in ihnen vor Allem die Menge der Kernsubstanz zu vergrössern.

Für die Seeigeleier hat *Boveri*¹⁾ ebenfalls constatirt: 1) bei geringerem Inhalt an Kernsubstanz in der Mutterzelle — eine öftere Theilung, welche zu einer grösseren Zahl kleinerer Zellen führt; 2) bei einem grösseren Inhalt an Kernsubstanz in der Mutterzelle, umgekehrt,—eine seltenere Theilung und, im Resultat, eine geringere Zahl grösserer Descendenten-Zellen.

Die vergrösserte Dicke der zweikernigen Zellen wird durch das Vorhandensein von 2 Kernen in einer Querfläche in der Nähe der lateralen Membran bedingt. Wenn in einer solchen Zelle statt 2 Kerne sich 1 gewöhnlicher Kern im Centrum des Zelllumens erweisen wird,—so wird sich wohl die erreichte grössere Dicke erhalten, oder ist ein umgekehrter Process, eine gewisse Verringerung derselben möglich? Die beobachteten Fälle geben keine streng bestimmte Antwort auf diese Frage. Doch da das Wachstum und die Dehnbarkeit der Membran in direkter Abhängigkeit von der Wirkungskraft des Kerns stehen und eine gewisse Contraction der Membran

¹⁾ *Th. Boveri*. Ueber mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. Verh. Mediz. phys. Gesellsch. Würzburg. N. F. Bd. 35. 1902.

überhaupt vor sich gehen kann, so kann man sich vorstellen, dass die Dicke der Zellen, welche die Descendenten der einkernigen Zelle sind, fähig ist, mit dem Lauf der Zeit allmählich etwas kleiner zu werden als die Dicke ihrer Mutterzelle bei der Bildung derselben. Eine genaue Antwort könnte der Vergleich der Dicke der einkernigen Zelle bei der Bildung und der Dicke ihrer Derivativen nach grösserer Dauer ihrer Existenz geben.

Wie gross ist die relative Kraft des Wachsthums der dreikernigen und einkernigen Zellen? Eine genaue Berechnung der Vergrösserung des Volumens der dreikernigen Zellen, sowohl wie aller einen Ueberfluss an Kernmasse besitzenden Zellen ist äusserst schwierig und sogar schwerlich möglich infolge ihrer aufgetriebenen Form während ihres Dickenwachsthums. Eine annähernde Berechnung zeigt jedoch, dass solche Zellen in der ersten Zeit ihrer Existenz in der Mehrzahl der angeführten Fälle (2,4,7—15) stärker wachsen als die zweikernigen und einkernigen; eine Ausnahme bildet der 6. Fall. Nachher, bei der Verspätung der Theilung und bei der Wiederherstellung des normalen quantitativen Verhältnisses zwischen dem Kern und den übrigen Bestandtheilen der Zellen, muss die Wachstumskraft sich verringern und der Norm, d. h. der Wachstumskraft der zweikernigen Zellen, gleich werden. Später findet wahrscheinlich sogar ein Fallen der Wachstumskraft unter die Norm statt: nach Maass des Wachsthums der Zellen in die Dicke wird die Grösse des Verhältnisses der lateralen Oberfläche zum Volumen stets kleiner und kleiner; diesen Umstand muss man für einen für die Zelle schädlichen anerkennen, da durch die laterale Oberfläche der Verkehr der Zelle mit der äusseren Welt stattfindet. Die einkernigen Zellen, umgekehrt, wachsen anfänglich schwächer als die anderen Zellen des Fadens. Nachher, nach Maass des Häufigerwerdens der Theilung und Vermehrung der Kerne, wird der relative Mangel der Kernsubstanz beseitigt, und die Wachstumsintensität muss bis zur Norm sich heben. Später, vielleicht, wird sogar eine gewisse relative Steigerung ihres Wachsthums über die Norm, infolge der gleichmässigeren als in den zweikernigen Zellen Vertheilung der Kerne in Bezug zu den anderen Bestandtheilen der Zellen stattfinden.

Wie lange Zeit sind die einkernigen und dreikernigen Zellen fähig, in ihrer Nachkommenschaft zu existiren? Eine länger dauernde Beobachtung wurde weder an den ersteren, noch an den zweiten gemacht. Betreffs der dreikernigen Zellen kann man für wahrscheinlich hal-

ten, dass sie schwerlich fähig sind, eine dauerhafte Nachkommenschaft zu geben. Das Verhältniss der lateralen Oberfläche zum Volumen der Zelle wird in ihnen nach Maass der Vergrösserung der Dicke stets mehr und mehr unvortheilhafter für die Zelle; die zu grosse Dicke benimmt ihnen die Biegsamkeit und muss für in mechanischer Hinsicht unbefriedigend gehalten werden. Die Nachkommenschaft aber der einkernigen Zellen ist, wahrscheinlich, fähig eine unbestimmt lange Zeit zu leben. Ihr Mangel besteht in der grösseren Dicke; doch wenn es sich erweisen sollte, dass diese Dicke fähig ist, sich zu verringern, so würde, folglich, dadurch dieser Mangel abgeschwächt werden.

II. Bildung der vier-vielkernigen Zellen.

Mehrmals wurden Zellen beobachtet, welche je 4 und mehr Kerne von gewöhnlicher Grösse besaßen. Ihre Entstehung war eine zufällige und nicht immer deutlich.

Beobachtete Fälle:

1) Bei der Theilung der dreikernigen Zellen bilden sich normal eben solche Tochterzellen. Manchmal jedoch, bei ungleichmässiger Vertheilung der Tochterkerne, erweisen sich in einer Tochterzelle 4 oder 5 Kerne, in der anderen aber in solchem Falle nur 2 Kerne oder 1 Kern. Die 4 oder 5 Kerne sind in den Zellen regelmässig gelagert, d. h. entweder alle in einer Querfläche in gleichen Entfernungen voneinander, oder aber, wenn auch nicht in einer Fläche, so doch in der Zelle gleichmässig vertheilt. Solche Fälle wurden mehrmals beobachtet.

Bei der Theilung der vierkernigen Zellen ist auf eben solche Weise die Möglichkeit der Bildung von Zellen mit 5 und einer grösseren Zahl von Kernen möglich, u. s. w.

2) Am 11. Juli 1894 wurden bei Sichtung des Materials, welches den Tag vorher aus dem Fluss geholt worden war, in einem Faden von *Spirogyra* (*species?* mit rundlichem Kern) zwischen den gewöhnlichen einkernigen Zellen mehrere Zellen mit grösserem Inhalt an Kernmasse, nämlich 2 Zellen mit je 4 Kernen, 4 Zellen mit je 3 Kernen, 9 Zellen mit je 2 Kernen gefunden (Tab. XX). Alle letztere Zellen waren wahrscheinlich so entstanden, dass zuerst sich eine zweikernige Zelle bei einer anderen kernlosen Schwesterzelle gebildet hatte; nachher gab die zweikernige Zelle eine einkernige und eine drei-

kernige, u. s. w. In allen Zellen des Fadens war die Anordnung der Kerne eine regelmässige: in den zweikernigen lagen die Kerne einander gegenüber; in den dreikernigen—in einer zur Axe der Zelle schrägen Querfläche in annähernd gleichen Entfernungen voneinander; in den vierkernigen—alle Kerne in der Wandschicht des Protoplasma's um das Centrum der Zelle in annähernd gleichen Abständen voneinander. Die 2—4 Kerne besitzenden Zellen waren etwas schwächer als die einkernigen gefärbt.

Tabelle XX.

Spirogyra species?

1894. 11. Juli 2 U. 30 M. Tages.

Länge.	Einkernige Zellen	28,9 μ .— 47,8 μ .; mittl. 36,3 μ .
	Zweikernige	" 48,7 μ .— 75,9 μ .; " 56,5 μ .
	Dreikernige	" 81,7 μ .— 97,3 μ .; " 86,9 μ .
	Vierkernige	" 94,0 μ .—109,6 μ .; " 99,8 μ .
Dicke.	Einkernige	" 85,8 μ .— 91,6 μ .; " 88,1 μ .
	Zweikernige	" 90,7 μ .—101,5 μ .; " 94,9 μ .
	Dreikernige	" 96,5 μ .—108,9 μ .; " 104,3 μ .
	Vierkernige	" 115,5 μ .—125,4 μ .; " 120,4 μ .

Wie Tabelle XX zeigt, vergrössert sich nach Maass der Vergrösserung der Zahl der Kerne die Dicke und die allgemeine Grösse der Zellen, und ihre Theilung verspätet sich sichtbar mehr. Auch in diesem Falle, folglich, offenbart sich die Gesetzmässigkeit der Abhängigkeit der Grösse der Zelle von der Menge ihrer Kernsubstanz.

3) Am 6. August 1896 erwiesen sich im Faden von *Spirogyra* (*species?* mit rundlichem Kern), welcher der Abkühlung am 3. August zwischen 10 und 11 Uhr Abends unterworfen war, zwischen den gewöhnlichen einkernigen Zellen 16 zweikernige Zellen *D*, zwei kernlose Zellen *C* und *B* und 14 Zellen *A*, von welchen 1 fünfkernig, 2 — dreikernig, 11 — einkernig waren (Tab. XXI). Alle Zellen *D* waren, ohne Zweifel, von einer zweikernigen Mutterzelle abstammend. Die Zelle *A* war bei ihrer Bildung, offenbar, ebenfalls eine zweikernige gewesen; nachher aber bei ihrer Theilung und der Theilung ihrer Descendenten bildeten sich infolge ungleichmässiger Vertheilung der Tochterkerne in den Tochterzellen Zellen mit verschiedenem Inhalt an Kernsubstanz. Die Lagerung der Kerne in den zweifünfkernigen Zellen war eine normale; in der fünfkernigen Zelle waren alle Kerne in der Wandschicht des Protoplasma's gleichmässig, wenn auch nicht in einer Fläche, so doch in annähernd gleichen

Entfernungen voneinander vertheilt. Das allgemeine Aussehen und die Färbung der Zellen des Fadens waren vollkommen gut; A und D waren kaum schwächer gefärbt als die anderen Zellen.

Tabelle XXI.

1896. 6. August 2 U. 30 M. Tages.

Länge.	Gewöhnliche einkernige Zellen	34,6 μ.— 83,3 μ.;	mittl. 67,2 μ.
	D — Zweikernige	67,6 μ.— 83,3 μ.;	74,8 μ.
	Dreikernige	125,4 μ.— 130,3 μ.;	127,9 μ.
	A { Einkernige	45,4 μ.— 75,5 μ.;	66,4 μ.
	Fünfkernige	136,9 μ.	136,9 μ.
Dicke.	Gewöhnliche einkernige	44,5 μ.— 44,8 μ.;	44,5 μ.
	D — Zweikernige	47,8 μ.— 51,9 μ.;	49,5 μ.
	Dreikernige	51,1 μ.— 51,1 μ.;	51,1 μ.
	A { Einkernige	44,5 μ.— 50,3 μ.;	46,0 μ.
	Fünfkernige	61,0 μ.	61,0 μ.

In den eine grössere Zahl von Kernen enthaltenden Zellen sind die Dicke und allgemeine Grösse der Zellen grösser; die Theilung solcher Zellen verspätet sich, wie man sieht.

4) Kann noch die Bildung vierkerniger Zellen bei der Theilung der Mutterzelle simultan in 3 Theile stattfinden. Solche Fälle werden weiter unten beschrieben werden.

Ausser solchen vielkernigen Zellen, welche sich durch einen Ueberfluss an Kernmasse auszeichnen, ist die Bildung von Zellen mit grösserer Zahl von Kernen, jedoch ohne Ueberfluss an Kernmasse, möglich. Nämlich kann bei der Theilung der einkernigen Zelle in zwei der Kern unter Einwirkung der Erkaltung oder der Anästhesierung manchmal simultan in 4 und mehr Theile zerfallen; auf diese Weise vergrössert sich in den Tochterzellen die Zahl der Kerne, während der relative Inhalt an Kernsubstanz nicht gesteigert ist. Ueber solche Zellen hoffe ich, eine ausführlichere Mittheilung zu machen.

Simultane Dreitheilung der zwei- und dreikernigen Zellen.

In der zweikernigen Zelle, in welcher beide Kerne in einer die Zellaxe unter einem geraden oder scharfen Winkel schneidenden Fläche gelagert sind, legt sich normal bei simultaner Zweitheilung beider Kerne eine Querscheidewand annähernd in der Mitte der Zelle parallel dem Aequator beider Kernfiguren an. Auf diese Weise theilt sich die Mutterzelle in 2 Tochterzellen. Eine eben solche Theilungsordnung wird auch in den dreikernigen Zellen beobachtet.

Manchmal jedoch, bei der gewöhnlichen Zweitheilung eines jeden von den 2 Kernen geht eine gleichzeitige Anlage zweier Querscheidewände vor sich, so dass die Zelle sich simultan in 3 Theile theilt. Beide Querscheidewände legen sich symmetrisch in annähernd gleichen Entfernungen von den Enden der Zelle an; in einigen Fällen ist die Entfernung zwischen ihnen kleiner als die Entfernung jeder derselben von dem Ende der Zelle; in anderen Fällen—umgekehrt (Tab. XXII). Wenn die Scheidewand eine vollständige ist, so bilden sich aus der Mutterzelle 3 Zellen, wenn eine unvollständige,—dann drei Kammern.

Tabelle XXII.

Spirogyra.

Länge der 3 Theile, in welche die zweikernige Zelle simultan sich getheilt hat, nach der Reihefolge.

			= 1 μ.
193,0	69,3	226,3	
202,0	92,4	188,1	
214,3	64,3	234,3	
107,2	52,8	120,4	
214,5	57,7	212,3	
222,7	73,4	223,3	
222,7	39,5	268,1	
111,4	66,0	117,9	
115,5	70,9	117,1	
127,0	61,0	126,3	
207,2	42,0	210,0	
176,4	70,0	140,0	
239,2	42,3	262,3	
186,4	101,5	176,5	
103,5	316,4	95,0	
128,8 (100,8)	464,8	137,2 (100,8)	
131,0 (106,4)	487,2	140,0 (107,4)	
87,4 (123,7)	193,0	84,4 (115,5)	

Die endgiltige Vertheilung der 4 neugebildeten Tochterkerne in den 3 Abtheilungen der getheilten Mutterzelle ist in verschiedenen Fällen eine verschiedene: 1) gewöhnlich enthalten beide terminalen Abtheilungen je 2 Kerne, die mittlere ist kernlos (Taf. I. Fig. 11, 13); 2) es sind möglich zwei einkernige Abtheilungen, während die dritte zweikernig ist; 3) wenn die mittlere Abtheilung bedeutend grösser ist als die terminalen, so können alle 4 Kerne in dieser mittleren Abtheilung bleiben, die terminalen aber werden sich kernfrei erweisen (Taf. I. Fig. 12).

In den anderen Beziehungen unterscheiden sich alle 3 Abtheilungen bei ihrer Bildung merklich voneinander nicht, oder sind die Chlorophyllbänder in der mittleren breiter als in beiden terminalen Abtheilungen.

Die Lagerung der Kerne in jeder Abtheilung ist eine normale für die gegebene Zahl derselben; in den vierkernigen Zellen lagern sich die Kerne, wie auch in den anderen Fällen, annähernd gleichmässig, so dass das ganze System sichtbar sich im Gleichgewicht befindet.

Auch in den drei-vierkernigen Zellen ist die simultane Dreitheilung möglich (Tab. XXIII). Die Scheidewände können sich vollkommen schliessen oder unvollständig entwickelt bleiben. Die endgiltige Vertheilung der 6 sich bildenden Tochterkerne in den 3 Tochterzellen (Kammern) kann eine verschiedene sein (Taf. I. Fig. 14).

Tabelle XXIII.

Spirogyra.

Länge der 3 Theile, in welche die dreikernige Zelle simultan sich getheilt hat, nach der Reihenfolge.

l=1 μ .		
168, ₀	98, ₀	170, ₈
184, ₈	89, ₆	212, ₈
162, ₄	58, ₈	159, ₆
263, ₂	75, ₆	226, ₈
184, ₈	89, ₆	212, ₈
159, ₆	58, ₈	162, ₄

Die beschriebene Weise der Dreitheilung wurde von mir bei verschiedenen Arten vollkommen zufällig und dann und wann beobachtet, bei der Kultur sowohl im vollen Tageslicht wie auch im farbigen Licht, zwischen Fäden, deren andere Zellen zu derselben Zeit sich normal in zwei theilen. Diese Weise einer ausführlichen Untersuchung zu unterwerfen habe ich keine Möglichkeit gehabt.

Eine eben solche Theilungsweise ist von mir für die einkernigen Zellen schon beschrieben worden¹⁾. Auch in diesen Zellen findet bei der Zweitheilung des Kerns manchmal eine simultane Anlage zweier symmetrisch angeordneter, oder sogar dreier Querscheidewände—einer normalen und zweier lateraler statt. Auf diese Weise kann

¹⁾ J. J. Gerassimov. Ueber die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten. (Vorläufige Mittheilung). Bull. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou. 1892. № 1.

J. J. Gerassimov. Ueber die Lage und die Function des Zellkerns. p. 242.

die Zelle sich simultan in 3 oder sogar in 4 Theile theilen. Es ist merkwürdig, dass im mittleren Theil der Mutterzelle die Chlorophyllbänder sich gewöhnlich breiter und greller gefärbt erweisen als in den terminalen Theilen, als wenn die Masse der Chlorophyllbänder sich zur Mitte der Zelle zusammenzöge. Diese Eigenthümlichkeit der Entwicklung der Bänder wird in der Mutterzelle noch vor dem Auftreten ihrer Theilung beobachtet; dabei sind die Uebergänge in den Bändern von breiteren zu schmäleren Distrikten ziemlich scharf; gerade an den Stellen dieser Uebergänge bemerkt man die Querscheidewände. Die Kerne in solchen Mutterzellen haben vor der Theilung, sogar bei den Arten mit typischem ellipsoidalem Kern, eine ausgezogene Form, welche im lebendigen Zustand an die Figur der Kerne in den ersten Stadien der Theilung erinnert. Die vom Kerne abgehenden protoplasmatischen Fäden sind etwas anders angeordnet als in den normalen Zellen¹⁾.

Einkernige sich simultan in 3 oder 4 Theile theilende Zellen wurden von mir, ähnlich eben solchen zwei- und dreikernigen Zellen, vollkommen zufällig und in geringer Anzahl zwischen normal sich zweitheilenden Zellen des Fadens beobachtet. Deswegen war es unmöglich, eine ausführlichere Untersuchung dieser Fälle zu vollbringen. Es blieb unaufgeklärt, welche Bedingungen die Entstehung dieser Erscheinung hervorrufen, und welcher Zusammenhang zwischen den einzelnen beobachteten Besonderheiten besteht, so wie auch ob diese Erscheinung auf einen pathologischen Zustand der Zellen hinweist, oder nicht.

Der Theilungsprocess des Kerns und der Process der Anlage der Querscheidewand können normal sowohl nach dem Ort, wie auch nach der Zeit nicht zusammenfallen, wie z. B. bei *Cladophora*. Doch auch in jenen Fällen, wo, wie z. B. bei *Spirogyra*, diese Prozesse normal streng miteinander in Einklang gebracht sind, können, wie man sieht, zufällige Unordnungen vor sich gehen, und beide Prozesse erweisen sich als dem Ort nach getrennt.

Unlängst hat J. Blažek ebenfalls eine simultane Bildung mehrerer

¹⁾ É. de Wildeman. Recherches au sujet de l'influence de la température sur la marche, la durée et la fréquence de la caryocinèse dans le règne végétal. Annales de la Soc. Belge de Microscopie. T. XV. Bruxelles. 1891. Pl. I. fig. 2, 3.

C. van Wisselingh. Untersuchungen über Spirogyra. Vierter Beitrag zur Kenntniss der Karyokinese. Bot. Zeitung. I. Abtheilung, Heft VI. Leipzig. 1902. Taf. V. Fig. 5—9.

Querscheidewände in den vegetativen Zellen, nämlich bei der Einwirkung auf dieselben während ihrer Theilung der Dämpfe des Benzols, beschrieben¹⁾.

Das gegenseitige Verhältniss der Kerne in den vegetativen Zellen.

Wie verhalten sich die Kerne in den vegetativen Zellen gegen einander?

Um diese Frage genauer zu lösen, ist es am zuverlässigsten, die experimentelle Methode zu gebrauchen: anstatt der typischen einkernigen Zelle die Bildung einer zwei- und vielkernigen Zelle zu erlangen und die relative Länge und das gegenseitige Verhältniss der Kerne in solchen Fällen zu untersuchen.

Für die Experimente solcher Art dient als sehr bequemes Objekt die Zelle der *Spirogyra*: ihre Form ist eine in genügendem Grad regelmässig cylindrische, der normal einzige Kern nimmt eine constante Lage annähernd im physiologischen Centrum der Zelle ein, die Chlorophyllbänder sind überhaupt regelmässig in der ganzen Länge der Zelle vertheilt. Die Beobachtungen über die zwei- und vielkernigen Zellen, welche auf künstlichem Wege erlangt wurden oder sich zufällig gebildet hatten, haben gezeigt, dass die Kerne in ihnen sich voneinander zu entfernen streben, wie wenn sie einander abstossten²⁾.

In neuester Zeit haben *Němec*³⁾ und *Blažek*⁴⁾ ebenfalls auf künstlichem Wege statt 1 Kern—2 und eine grössere Zahl (bis zu 5)

¹⁾ *J. Blažek*. O vlivu bensolu na dělení buněk rostlinných. (Ueber den Einfluss der Benzoldämpfe auf die pflanzliche Zelltheilung.) Abhandlungen der böhmischen Akademie. Jahrg. XI. II. Cl. № 17. Prag. 1902. Referat von Bohumil Němec. Bot. Centralblatt. 1902. № 46. „Zuweilen bilden sich ähnlich, wie es bei der Tetrathelium vorkommen kann, simultan mehrere Scheidewände in einer Mutterzelle, welche daher in mehrere Zellen zerlegt wird... Die Versuche ergaben also, dass... die vegetative Zelle simultan durch mehrere Scheidewände getheilt werden kann.“ p. 548, 549.

²⁾ Das bezieht sich auf die Kerne, welche sich schon geformt haben.

³⁾ *B. Němec*. Ueber ungeschlechtliche Kernverschmelzungen. Sitzb. d. kön. böhm. Ges. d. Wiss. II Classe. Prag. 1902.

⁴⁾ *J. Blažek*. O vlivu bensolu na dělení buněk rostlinných. (Ueber den Einfluss der Benzoldämpfe auf die pflanzliche Zelltheilung.) (Abhandlungen der böhmischen Akademie, Jahrg. XI, II. Cl. № 17. Prag. 1902. Ref. von *B. Němec* in Bot. Centralblatt. 1902, № 46.

unregelmässig vertheilter Kerne in einer Zelle erhalten. „Durch Einwirkung von Benzoldämpfen auf Keimwurzeln von *Pisum sativum* werden Abnormitäten im Kern- und Zelltheilungsprocess hervorgebracht, welche das Entstehen von mehrkernigen Zellen zur Folge haben. Man kann jedoch beobachten, dass, wenn die Wurzeln längere Zeit unter normalen Verhältnissen verweilen, die Kerne in mehrkernigen Zellen zusammenrücken und verschmelzen, wodurch die Zellen wieder einkernig werden. Aehnliches lässt sich auch in Wurzeln von *Vicia faba* beobachten, welche eine halbe Stunde lang dem Einfluss von 1 Proz. Kupfersulfatlösung ausgesetzt wurden. Diese Lösung sistirt die Theilungsvorgänge (zunächst degeneriren die Spindelfasern, indem sie sich in dichte Plasmamassen umwandeln, welche später aufgelöst werden), die Anlagen der Zellplatten werden nicht zu Ende gebracht, hingegen reconstituiren sich die Kerne und so entstehen zweikernige Zellen, welche sieben Stunden nach Einwirkung von Kupfersulfat recht häufig sind, wogegen sehr spärlich Zellen vorkommen, wo in einer Zelle zwei Kerne dicht aneinander liegen. Derartige Stadien von dicht aneinandergelegten und eingeschnürten Kernen werden später häufiger, hier und da werden aussergewöhnlich grosse Kerne gesehen. Nach einem 17. Stunden andauernden Verweilen unter normalen Verhältnissen zeigen die mit Kupfersulfat behandelten Wurzeln fast keine zweikernigen Zellen mehr. Dagegen lässt sich eine steigende Anzahl von Zellen beobachten, welche ungewöhnlich grosse Kerne enthalten. Hieraus lässt sich schliessen, dass in diesen Wurzeln Kerne verschmelzen und nicht sich vielleicht amitotisch theilen, obzwar die Figuren amitotische Theilungen leicht vortäuschen könnten“¹⁾.

Im Lauf von mehreren Jahren hatte ich die Möglichkeit, eine sehr beträchtliche Zahl von künstlich erlangten zweikernigen *Spirogyrazellen* zu durchsichten und dieselben lange Zeit zu beobachten. Kein einziges Mal fand in gesunden Zellen nicht nur ein Verschmelzen, sondern sogar eine irgend wie beträchtliche Annäherung der Kerne statt;²⁾ im Gegentheil, die gerade Distanz vergrösserte sich constant nach Maass des Dickenwachstums der Zellen, und ausserdem wurde mehrmals ein noch grösseres Ausein-

¹⁾ *B. Němec*. Autoreferat in Bot. Centralblatt. 1903. № 11. p. 215, 216.

²⁾ Es würde ein Interesse darbieten, das Verhältniss der Kerne gegen einander in den zwei- und vielkernigen Zellen vor und während der Copulation zu untersuchen.

anderweichen der Kerne und ihr nachfolgender Uebergang in das Zellumen, so wie der Abgang des einen von ihnen in die benachbarte kernlose Kammer beobachtet 1). Die gegenseitige Annäherung, und um so mehr das Verschmelzen der Kerne bei gewöhnlichen Bedingungen würde in unversöhnlichem Widerspruch mit ihrer gewöhnlichen strengen Gegenüberstellung stehen 2). Nur in offenbar kranken oder durch langdauerndes Hungern erschöpften Zellen bemerkt man eine gewisse Störung dieser strengen Regelmässigkeit der Anordnung; doch wenn man die erschöpften Zellen an's Licht in günstigere Existenzbedingungen überträgt, und sie sich erholt haben, so stellt sich die normale gegenseitige Anordnung der Kerne wieder her. In den zwei- und dreikernigen Zellen lagern sich die Kerne ebenfalls regelmässig; eine Ausnahme bilden bis zu einem gewissen Grad nur sehr kleine, schwache Kerne 3).

Von den Autoren, welche die Gelegenheit hatten, zufällig gebildete zwei- und vielkernige Zellen bei der gegebenen Alge zu beobachten, zeigt ebenfalls Niemand ein Verschmelzen der Kerne an 4).

Auf diese Weise hat sich bei *Vicia faba* und *Pisum sativum* das Verhältniss der Kerne zu einander in den vegetativen Zellen als ein umgekehrtes im Vergleich mit demjenigen, welches bei *Spirogyra* statt hat, erwiesen.

Diesem Unterschied kann man folgende Erklärung geben:

1) Die Zelle der *Spirogyra* stellt eine typische grüne vegetative selbstständig lebende Zelle vor. Deswegen müssen ihre wesentlichen Bestandtheile eines vollen Lebens leben.

Die Zellen aber der Gewebe der Wurzeln von *Pisum sativum* und *Vicia faba* sind schon mehr specialisirte Zellen mit mehr

1) J. J. Gerassimow. Ueber die Lage und die Function des Zellkerns. p. 220 ff.

2) Das Verschmelzen der Kerne in den geschlechtlichen Zellen und ihr Auseinandertreten in den vegetativen Zellen zeigt, dass sowohl diese wie auch jene Zellen sich voneinander in irgend welcher wesentlichen Beziehung unterscheiden.

3) J. J. Gerassimow. Ueber die Lage und die Function des Zellkerns. p. 246.

4) Naegeli. Pflanzenphysiologische Untersuchungen. I. 1855. p. 43.

A. de Bary. Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig. 1858. p. 2. N. Pringsheim. Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen. Jahrbücher für wissenschaft. Botanik. Zweiter Band. 1860. p. 230, 231 Anm.

A. C. Фамининъ. Дѣйствіе свѣта на водоросли и въкоторыя другіе близкіе къ нимъ организмы. С.-Петербургъ. 1866. p. 44. (A. S. Faminin. Wirkung des Lichts auf die Algen und einige andere denselben nahestehende Organismen. St. Petersburg. 1866. p. 44).

beschränkten Lebensäusserungen. Die Vitalität ihrer Bestandtheile kann eine herabgesetzte sein.

2) Zum Erhalten zweikerniger Zellen bei *Spirogyra* wurde in der grossen Mehrzahl der Fälle eine Abkühlung der sich theilenden Zellen, und in der verhältnissmässig sehr unbedeutenden Zahl von Fällen die Anästhesirung gebraucht. Bei *Pisum sativum* und *Vicia faba* wurden die zwei- und vielkernigen Zellen bei Einwirkung der Benzoldämpfe und der Kupfersulfatlösung auf die Mutterzelle erhalten.

Doch jedes chemische Agens besitzt in Experimenten solcher Art den folgenden wesentlichen Mangel im Vergleich mit einem physischen Agens, dass der in die Zelle während des Experiments eingeführte Stoff in der oder jener Form in derselben bleiben und seine Wirkung auch nach Beendigung des Experiments fortsetzen kann.

3) Die Zellen der Wurzeln von *Vicia faba* und *Pisum sativum*, in welchen ein Verschmelzen der Kerne stattgefunden hat, weisen eine Abnahme der Lebensfähigkeit auf und sterben schliesslich, so wie die übrigen Zellen, ab, obgleich sie keine neue schädliche Einflüsse erlitten haben. „Wichtig ist der Umstand, dass sich in unseren Versuchen Zellen mit verschmolzenem Kerne nicht als besonders hoch theilungsfähig erwiesen haben. In denselben konnte ich überhaupt keine Theilung sehen, da die Wurzelspitzen nach einiger Zeit abstarben. In anderen Zellen, besonders ganz in der Nähe des transversalen Meristems, sind jedoch unterdessen zahlreiche Theilungsfiguren aufgetreten. Somit müssen Kernverschmelzungen keine erhöhte Theilungsfähigkeit zur Folge haben“ 1).

Die zweikernigen Zellen von *Spirogyra* besitzen die Fähigkeit, glücklich zu leben und sich zu vermehren, und in ihrer Nachkommenschaft lange Zeit (in meinen Experimenten—mehr als 2 Jahre) fortzuleben. Dies ist nur bei gesundem Zustand der wesentlichen Bestandtheile der Zellen und vor Allem ihrer Kerne möglich. Daraus folgt, dass die streng regelmässige Anordnung und die anschei-

Ed. Strasburger. Zellbildung und Zelltheilung. Dritte Auflage. 1880. p. 184.

G. Klebs. Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. p. 552.

G. Mann. Some Observations on *Spirogyra*. The Transactions and Proceedings of the Botanical Society of Edinburgh. Vol. XVIII. sess. 1889—1890. p. 426. fig. 3.

C. v. Wisselingh. Ueber mehrkernige Spirogyrazellen. Flora. 1900. 87. Band 4. Heft.

1) B. Němec. Ueber ungeschlechtliche Kernverschmelzungen. p. 5.

nende gegenseitige Abstossung der Kerne eine lebendige Erscheinung ist.

Die Analyse der Lage des Kerns in der Zelle von *Spirogyra* hat zu folgendem Schlusse über die Function selbst des Kerns geführt:

„Daraus kann man schliessen, dass der Kern die Quelle einer Energie solcher Art ist, dass zwei Kerne, indem sie als Träger dieser Energie erscheinen, sich von einander zu entfernen streben. Welcher Art die Natur dieser Energie sein könnte, das aufzuklären steht künftigen Untersuchungen bevor. Einstweilen kann man sie, nach der Wechselwirkung der Kerne zu urtheilen, hypotetisch für der elektrischen Energie ähnlich halten“¹⁾.

Die Vermuthung über den möglichen bio-elektrischen Charakter der Einwirkung des Kerns auf das Protoplasma hat schon *Danilewski* geäussert²⁾. „Obgleich wir bis jetzt genau nicht wissen, welcher Art physische und chemische Einwirkung der Kern auf das Cytoplasma ausübt, in welchem Maass ihnen, vielleicht, die Rolle eines bio-elektrischen Apparats eigen ist, können wir dennoch behaupten, dass die Sondierung des Kerns aus der gemeinsamen Masse des Protoplasmas mit seinen typischen Eigenschaften einen ungeheueren Progress der Biogenese vorstellt....“ (p. 70).

Zusammenfassung der Resultate.

1) Die kernlosen Zellen von *Spirogyra* stellen ein bequemes Objekt für die Erlernung der Stärkebildung bei verschiedenen Assimilationsbedingungen vor.

2) Beim Fehlen des Kerns finden die Dissimilationsprocesse der Zellen ebenfalls statt, doch verlaufen sie bedeutend schwächer als bei dessen Einfluss.

3) Das normale Leben der Zellen, welches nur bei normaler

1) *J. J. Gerassimov*, Ueber die Lage und die Function des Zellkerns, p. 249.

2) *В. И. Данилевский*. Душа и природа. 2-е издание. Харьков. 1897. (*W. J. Danilewski*. Seele und Natur. 2. Ausgabe. Charkow. 1897.) „Хотя мы и до сих пор точно не знаем, какого рода физическое и химическое воздействие оказывает ядро на цитоплазму, насколько им свойственна, быть может, роль био-электрического аппарата, все же мы можем утверждать, что обособление ядра изъ общей массы протоплазмы съ его типическими свойствами представляет собою огромный прогресс биогенеза....“ p. 70.

Wirkung seitens der Kerne möglich ist, sowohl im vollen Tageslicht und in farbigem Licht, wie auch in der Dunkelheit beim Vorhandensein von Reservennährstoffen—zeigt, dass die Lebensthätigkeit des Kerns nicht in unmittelbarer und nothwendiger Abhängigkeit vom Licht steht.

Das constante Beibehalten seitens des Kerns seiner regelmässigen Lage in der Zelle, welche Lage offenbar von der Wechselwirkung zwischen ihm und den übrigen Componenten der Zelle abhängt, spricht dafür, dass das Functioniren des Zellkerns überhaupt ununterbrochen vor sich geht.

4) Das Dickenwachsthum der einen Ueberfluss an Kernmasse besitzenden Zellen kann in den Strahlen sowohl der ersten, als auch der zweiten Hälfte des sichtbaren Spektrums vor sich gehen. Irgend welche deutlich ausgedrückte Wirkung seitens der blavioioletten Strahlen, welche dieses Wachsthum hemmen möchte, wird nicht bemerkt.

5) Die Zellen besitzen die Fähigkeit, das gestörte normale quantitative Gleichgewicht zwischen den Kernen und den übrigen Bestandtheilen wiederherzustellen. Bei einem Ueberfluss an Kernmasse findet eine Verspätung der Theilung, folglich eine Verzögerung der Vermehrung der Kerne und eine relative Abnahme der Quantität der Kernsubstanz in den Nachkommenzellen statt; beim Mangel an Kernmasse umgekehrt findet eine verstärkte Häufigkeit der Theilung, folglich, eine Steigerung der Vermehrung der Kerne und eine Vergrösserung der allgemeinen Menge der Kernsubstanz in den Nachkommenzellen statt.

(Diese Gesetzmässigkeit kann nur für die Zellen Geltung haben, die zu wachsen und sich zu theilen befähigt sind).

6) Zum Erhalten von Zellen von beträchtlicherer Grösse ist eine vorhergehende Vergrösserung der Menge ihrer Kernsubstanz eine nothwendige Bedingung.

7) Bei übrigen gleichen Bedingungen steht die Dicke der Zellen in direkter Abhängigkeit von der Wirkungskraft ihrer Kerne auf ihrer Membran. Jedes neue Stärkerwerden des Einflusses seitens der Kerne ruft auch eine Steigerung des Dickenwachsthums der Zellen hervor.

8) Das Vorhandensein eines relativen Ueberflusses an Kernmasse in gesunden und unbeschädigten Zellen kann bei günstigen Bedingungen eine gewisse Zunahme des allgemeinen Wachsthums hervor-

rufen. Diese Erscheinung kann, übrigens, nur eine temporäre sein und muss verschwinden, sobald die normale quantitative Correlation zwischen dem Kern und den übrigen Bestandtheilen der Zelle wiederhergestellt sein wird.

9) Nach Maass der Zunahme der Zahl und der Grösse der Kerne in den Zellen wächst auch die Grösse der Zellen.

10) Die zwei- und dreikernigen Zellen können, ähnlich den einkernigen Zellen, manchmal sich simultan in 3 Theile theilen.

11) Die strenge Gegenüberstellung und wie Abstossung der Kerne bei den gewöhnlichen Bedingungen in den zwei- und vielkernigen vegetativen Zellen (von *Spirogyra*) muss man für eine Lebenserscheinung halten.

Mai 1903.

Moskau.
Laboratorium des Botanischen
Universitäts-Gartens.

Erklärung zu den Abbildungen.

Taf. I.

Alle Abbildungen wurden von lebendigen Zellen mit Hilfe der Camera abgezeichnet.

- Fig. 1, 2. *Spirogyra bellis*. Vergr. 252. Von dem Inhalt der Zellen sind nur die Contoure der Chlorophyllbänder einer während der Beobachtung oberen Hälfte der Zelle mit den äusseren Contouren der Stärkehüllen um die Centralkörper der Pyrenoide herum, und die Kerne mit den Nucleolen abgebildet. Die Umrisse des centralen Körpers der Pyrenoide sind im lebendigen Zustand nicht deutlich zu sehen und sind in die Zeichnungen nicht eingetragen. Alle Kerne befinden sich in dem medianen optischen Längsschnitt der Zelle.
- Fig. 2. Zweikernige Zelle bald nach ihrer Bildung bei verspäteter Theilung ihrer Mutterzelle. An dem einen Ende dieser Zelle, welches der Mitte der Mutterzelle entspricht, sind die Chlorophyllbänder stärker entwickelt als am anderen Ende.
- Fig. 3. *Spirogyra majuscula*. Vergr. 252. Vom Zellinhalt sind nur die Kerne mit einem Theil der von ihnen abgehenden protoplasmatischen Fäden abgebildet. Beide Kerne liegen im Zelllumen im medianen optischen Längsschnitt der Zelle.
- Fig. 4—9. *Spirogyra majuscula*. Vergr. 252. Vom ganzen Inhalt der Zellen sind nur die Kerne mit den Nucleolen in ihren Umrisssn abgebildet. Alle Kerne befinden sich im medianen optischen Längsschnitt der Zellen.
- Fig. 10. *Spirogyra crassa*. Vergr. 195. Von dem Inhalt der Zelle sind nur die Umrisse der Kerne und ihrer Nucleolen abgebildet. n_1 —im Zelllumen,

im medianen optischen Längsschnitt der Zelle, n_2 —in der Nähe der oberen Wand in der Wandschicht des Protoplasmas.

Fig. 11—14. *Spirogyra crassa*. Vergr. 87. Vom ganzen Inhalt der Zellen sind nur die Kerne und ihre Nucleolen in ihren Contouren abgebildet.

Fig. 11. n_1 —in der Nähe der unteren Wand, n_2 —in der Nähe der oberen Wand, n_3, n_4 —in Zelllumen im medianen optischen Längsschnitt der Zellen.

Fig. 12. n_1, n_4 —näher zur oberen Wand; n_2, n_3 —näher zur unteren Wand.

Fig. 13. In jeder Zelle liegen beide Kerne im medianen Längsschnitt.

Fig. 14. Alle Kerne befinden sich in der Wandschicht des Protoplasmas. n_1, n_2, n_3 —in der Nähe der oberen Wand, n_4, n_5, n_6 —in der Nähe der unteren Wand.

Erklärung zu den Zahlentabellen.

Die Tabellen des Wachstums und der Theilung sind zweierlei Art: 1) ausführlichere Tabellen (XX—LX), welche die Messungen der Länge (und der Dicke) aller Zellen in den untersuchten Distrikten der Fäden in der Reihenfolge der Anordnung der Zellen enthalten, und 2) abgekürzte Tabellen (VII, XI, XIII, XIV, XVII, XVIII, XIX, XXIV, XXVI, XXVII) mit Anführung der ausführlichen Messungen nur für die kernlosen Zellen (oder Kammern) und die sie begleitenden Zellen; die Dimensionen der gewöhnlichen Zellen aber wurden zwar gemessen, sind jedoch nicht angeführt.

Die Zellen und Kammern ohne Kern oder mit grösserem Inhalt an Kernmasse sind mit den Buchstaben bezeichnet, die übrigen sind gewöhnliche, einkernige.

Für die kernlosen Zellen sind zwei Grössen der Länge gegeben: 1) die erste—die Länge des medianen cylindrischen Theils; 2) die zweite (in Klammern),—die allgemeine Länge der Zelle längs der Zellaxe, d. h. die Länge des cylindrischen Theils + (oder —) die Höhen beider Vorsprünge an den Enden der Zellen.

In den Tabellen des Dickenwachstums der einen Ueberfluss an Kernmasse enthaltenden Zellen zeigen die Zahlen der horizontalen Reihen, zwischen den verticalen Linien, welche die Querscheidewände bezeichnen, die Dicke jeder Zelle in der Mitte, die Zahlen aber, welche unter den verticalen Linien stehen, zeigen den Diameter der entsprechenden Querscheidewände.

In denjenigen Fällen, wo für die Zelle nur eine Dimension der Dicke angezeigt ist, zeigt diese Dimension stets die Dicke der Zelle in der Mitte, um die Kerne. In den aufgetriebenen Zellen, d. h. in denen in die Dicke wachsenden, ist an den Enden die Dicke eine andere.

Wenn die erste Messung der Zellen bald nach ihrer Bildung bei der Theilung der Mutterzelle vollzogen worden ist, dann ist die Differenz zwischen der Grösse der kernlosen Zellen und ihrer einen Ueberfluss an Kernmasse besitzenden Schwesterzellen nicht gross; wenn aber der Zeitraum, welcher seit der Bildung dieser Zellen bis zu der ersten Messung verlossen ist, beträchtlicher ist, dann ist die Differenz in der Grösse der Zellen grösser, und eine um so grössere, je länger der Zeitraum ist.

Das Zeichen X, gestellt an der Stelle der kernlosen Zelle, so wie an der Stelle einer jeden anderen Zelle, zeigt, dass im gegebenen Moment diese Zelle

sich schon als abgestorben erwiesen hat. Das Zeichen I bedeutet, dass die Zelle ebenfalls abgestorben ist, an ihrer Stelle jedoch das gewöhnliche Zerreißen des Fadens nicht stattgefunden hat, sondern ihr Lumen von beiden Nachbarzellen eingenommen worden ist und eine falsche Querscheidewand sich gebildet hat.

L. = Länge der Zellen.

D. = Dicke „

Als Beobachtungszeit ist in jedem Falle eine zwischen dem Anfang und dem Ende der Messung annähernd mittlere Zeit angezeigt.

Die Zahlen 1., 2., 3.,... bezeichnen die Ordnung der Messung der untersuchten Fadentheile.

Alle Zeitdaten sind nach dem alten Styl angegeben.

*—Gewöhnliche einkernige Zelle.

**—Zweikernige Zelle.

***—Dreikernige Zelle.

Das Erhalten der kernlosen Zellen (oder Kammern) vermittelt der Anästhesierung ist in den entsprechenden Tabellen angezeigt; alle übrigen kernlosen Zellen (oder Kammern) sind vermittelt der Abkühlung erhalten worden.

Bei der Messung der Grösse der Zellen unter dem Deckgläschen muss man in einigen einzelnen Fällen die Möglichkeit einiger Fehler in den erhaltenen Zahlen zugeben. Beim Pressen des Deckgläschens auf die Zelle kann die tatsächliche Dicke der Zellen sich etwas kleiner als die durch die Messung gezeigte erweisen. Bei freier Lage des der Untersuchung unterworfenen Fadens schräg in Bezug auf das Objektglas und das Deckgläschen kann die bei der Messung gefundene Länge geringer sein als die tatsächliche.

Das relative Wachstum der Zellen (sowohl wie auch die relative Vergrößerung der Länge der Zellen) seit der Zeit der ersten Messung (Tab. XXVIII, XXIX, LX) wurde auf folgende Weise bestimmt. Die Grösse jeder Zelle zur Zeit der ersten Messung wurde gleich 1 angenommen, und es wurde berechnet, wie vielmals grösser (oder kleiner) diese Zelle in ihrer Nachkommenschaft zu der Zeit einer jeden nachfolgenden Messung geworden war.

Die relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der Zeit der ersten Messung (Tab. XXVIII, XXIX) wurde auf eben solche Weise bestimmt. Je grösser die erhaltenen relativen Zahlen sind, um so öfter, folglich, ging die Theilung vor sich.

Das relative Wachstum der Zellen für jeden Zeitraum im einzelnen (Tab. XXV, XXX, XXXVII—XLVIII) zeigt, wie vielmals grösser (oder kleiner) die Summe der Descendenten jeder ursprünglich gemessenen Zelle für jeden Zeitraum geworden war. Wenn ein Wachstum der Zellen stattgefunden hatte, so erhielt man in solchen Fällen eine Grösse beträchtlicher als eine 1; wenn jedoch eine Volumenabnahme sich vollzogen hatte, so erhielt man eine Grösse kleiner als eine 1.

Für die kernlosen Zellen wurde die Wachstumsintensität nur für den mittleren cylindrischen Theil bestimmt, als für den durch das Enthalten in demselben aller Chlorophyllbänder und fast des ganzen Protoplasmas wichtigeren Theil.

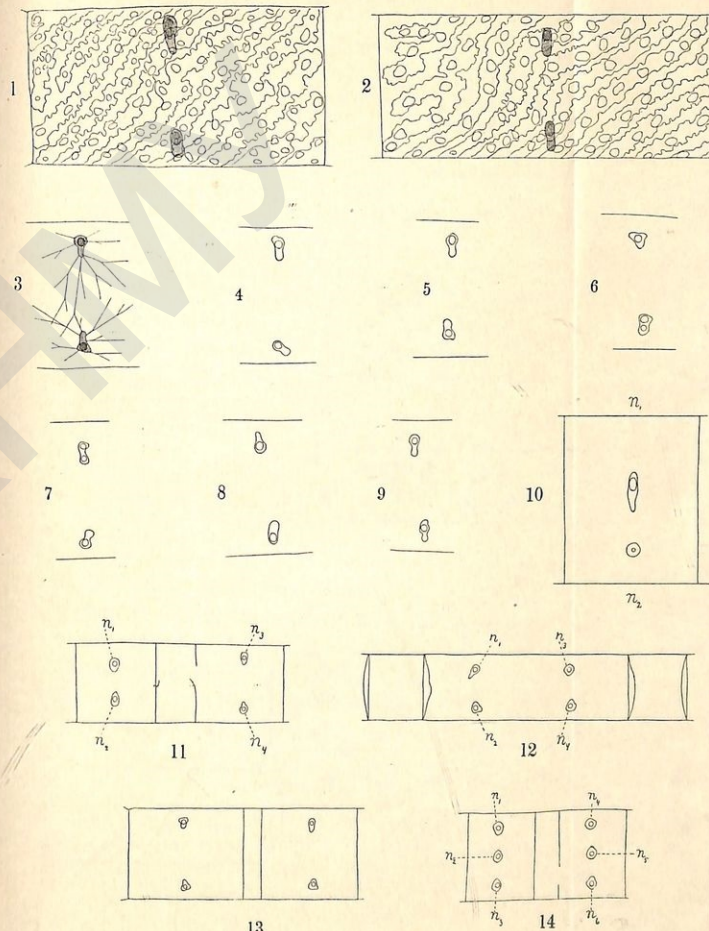


Tabelle XXIV.

Kultur im diffusen Sonnenlicht.

1894.

1) *Spirogyra crassa*. 1 = 1 μ .

	L.	A	B	D	C
1. 19. Juli 11 U. 10 M. Abends	103,1	77,3	(89,1) . . .	74,2	66,0
2. 25. Juli 10 U. 32 M. Morgens	231,0	90,7	(108,3) . . .	84,9	(111,4) 140,2 164,2

D. A C 1 = 1 μ .

1. 146,8 . . . 146,8
2. 150,1 . . . 153,4 155,1

A, C — zweikernige Zellen.

B; D — kernlose Zellen.

2) *Spirogyra species?* 1 = 1 μ .

	L.	A	B	D.
1. 20. Juli 5 U. 51 M. Tages	121,3	(145,2)	207,1 193,0	D. = 82,3 μ .
2. 27. Juli 1 U. 53 M. Tages	113,8	(87,4)	417,4 359,7	

A — kernlose Zelle.

B — mit einem grossen einfachen Kern.

3) *Spirogyra species?* 1 = 1 μ .

	L.	P	M	b	a
1. 3. August 10 U. 58 M. Abends	288,7	160,0	(151,8) . . .	376,2	222,7 (214,3)
2. 10. August 10 U. 37 M. „	305,2	366,3	×	387,7	366,3 ×

D. P b 1 = 1 μ .

1. 80,8 . . . 80,8
2. 82,3 84,1 . . . 83,3 84,1

P, b — zweikernige Zellen.

M, a — kernlose „

4) *Spirogyra majuscula*. 1 = 1 μ .

	L.	M	N
1. 14. August 3 U. 10 M. Tages	92,4	(105,6)	133,6
2. 21. August 2 U. Tages . . .	94,0	(110,3)	220,3 226,0
3. 1. September 6 U. Abends .	92,4	(77,3) 313,3 226,0 234,3	226,0 222,7 219,4 223,6

D. N 1 = 1 μ .

1. 77,3
2. 80,8 . . . 80,8
3. 91,6 97,3 94,0 91,6 96,3 94,0 89,1

D. der übrigen Zellen = 75,9 μ . — 77,3 μ

M — kernlose Zelle.

N — zweikernige „

1. September. M ist schon abgestorben.

5) *Spirogyra majuscula*.

L.	n	p 1=1 μ.	D.	n 1=1 μ.
1. 14. August 10 U. 5 M. Abends	128,7	101,5 (87,4)	1.	75,1
2. 21. August 11 U. 20 M. Morgens	146,0 136,9	99,0 (82,3)	2.	77,3 75,0

n — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.

p — kernlose Zelle.

2. September 11 U. 3 M. Morgens. p — ist schon abgestorben.

6) *Spirogyra majuscula*.

L.	b	→
1. 14. August 10 U. 38 M. Abends	112,1	
2. 26. August 7 U. 40 M. "	186,4	150,1 196,3
3. 4. September 10 U. 58 M. "	234,3	165,0 198,0 229,3 219,4
4. 17. September 6 U. 37 M. "	318,4	

→ a 1=1 μ.

171,6	173,2	156,7	156,7	212,8	207,1	196,3	212,8	209,5	209,5	209,5	191,4
	245,8			133,2		305,2				295,3	

D. a 1=1 μ.

1.	75,1															
2.	75,1	75,1	75,9					79,3	77,5							
3.	74,2	75,1	77,5	77,5	79,2	79,2	78,4	78,4	81,7	83,3	83,3	84,1	84,9	84,9	82,5	79,3

1 b — kernlose Kammer.

a — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.

2 In jeder Zelle a befindet sich je ein einfacher grosser Kern.

7) *Spirogyra species?*

L.	k	l	1=1 μ.
1. 17. August 5 U. 50 M. Tages	166,6 (181,3)		330,0
2. 24. August 2 U. 46 M. "	171,6 (193,0)	232,6	255,7
3. 5. September 3 U. 34 M.,	176,5 (193,0)	265,6	285,4
4. 17. September 8 U. 14 M. Abends	176,5 (194,7)	295,3	363,0
5. 10. October 9 U. 56 M. Morgens	×	313,5 221,1	280,5 249,1

k — kernlose Zelle.

l — zweikernige "

8) *Spirogyra species?*

L.	a	b	g	d 1=1 μ.
1. 20. Aug. 10 U. 36 M. M.	179,8 (194,7)	266,5	292,0	179,8 254,1 321,7
2. 28. August 4 U. Tages	176,6 (204,6)	209,3 215,3	245,3 231,0	183,9 (204,6) 295,3 298,6 323,1 354,7

D. b d 1=1 μ.

1.	83,3	82,5	...	83,3	82,5	a, g — kernlose Zellen.				
2.	84,1	84,9	84,9	84,1	...	84,9	87,4	88,3	84,9	b — mit einem grossen einfachen Kern.
										d — zweikernige Zelle.

D. der übrigen Zellen = 79,2 μ. — 80,8 μ. 8. September. a, g sind schon abgestorben.

9) *Spirogyra species?*

L.	P	M 1=1 μ.	D. P 1=1 μ.
1. 21. August 9 U. 51 M. Morgens	344,8	151,8 (174,9)	1. 90,7
2. 28. August 5 U. 27 M. Tages	214,3	232,0 160,0 (174,9)	2. 91,6 94,0

P — zweikernige Zelle.

M — kernlose "

D. der übrigen Zellen =

= 85,8 μ. — 87,4 μ.

10) *Spirogyra species?*

L.	A	B 1=1 μ.
1. 24. August 10 U. 48 M. Morgens	280,5	283,8 136,9 (158,4)
2. 5. September 3 U. 4 M. Tages	229,3	212,8 226,9 247,5 128,7 (94,0)
3. 18. September 10 U. 35 M. Morgens	183,1 199,6	377,8 186,4 202,1 171,8 239,2

D. A 1=1 μ.

1.	94,9	95,7			A — zweikernige Zelle.		
2.	92,8	99,8	99,8	94,0	B — kernlose "		
3.	91,6	95,7	100,6	99,0	101,5	97,3	93,2
	90,7	93,2	97,3	94,0	100,6	99,8	94,0

D. der übrigen Zellen = 88,3 μ. — 89,9 μ.

11) *Spirogyra species?*

L.	A	B 1=1 μ.
1. 2. August 6 U. 16 M. Abends	272,2	200,5 (191,4)
2. 8. August 6 U. 21 M. "	209,5 202,1	193,0 195,5 198,0 196,3 199,6 202,0 206,2 (219,4)

D. A 1=1 μ.

1.	85,8								A — zweikernige Zelle.
2.	97,3	98,2	100,6	100,6	101,5	99,0	100,6	94,0	B — kernlose "
	99,0	90,7	101,5	87,4	102,3	92,4	98,2		

D. der übrigen Zellen = 84,1 μ. — 84,9 μ.

12) *Spirogyra majuscula*. L. H

1. 27. September 10 U. 41 M. Morg.	102,3
2. 11. October 2 U. 20 M. Tages	144,1 127,0 110,3 127,0 127,9 120,4 116,3 133,6 127,9 129,3

G 1=1 μ.

61,0	H — mit einem grossen einfachen Kern. G — kernlose Kammer.
130,3 140,2 156,7 148,5 87,1 89,1 103,9 120,4 112,2	

1 = 1 μ.

75,9	H
1. 87,1 90,7 88,3 87,4 88,3 90,7 88,3 87,4 84,9 87,1 87,4 85,8 84,1 86,6 84,9 84,1 82,5 80,8	

D. der übrigen Zellen = 75,9 μ. — 77,5 μ.

13) *Spirogyra majuscula*. L. K I

1. 27. Septemb. 2 U. 21 M. Tages	103,9	49,5 (66,0) ...
2. 14. October 7 U. 51 M. Abends	166,6 164,2 162,5 169,9 169,9 156,7 158,4 170,8 54,1 (75,9) ...	

M L 1=1 μ.

44,5 (66,0)	101,5	K — mit einem grossen einfachen Kern. I, M — kernlose Zellen. L — zweikernige Zelle.
49,5 (75,9) 169,9 163,3 148,5 163,3 156,7 153,1 151,8 169,9		

1 = 1 μ.

76,7	L
1. 80,8 83,3 84,1 82,5 82,5 84,1 82,5 81,7 ... 83,3 84,1 85,8 84,9 84,1 84,9 84,9 84,1	

D. der übrigen Zellen = 75,9 μ. — 76,7 μ.

1895.

14) *Spirogyra majuscula*. L. A B C D 1=1 μ.

1. 25. Juni 5 U. 10 M. Tages	103,9	107,2	110,5	104,8
2. 2. Juli 1 U. 5 M. "	120,4 100,6 101,8	199,6	193,9	194,7 111,4 (133,6)
3. 13. Juli 1 U. "	125,4 156,7 146,8	178,2 184,8	172,4 155,9	179,9 193,9 118,8 (139,4)

B C 1=1 μ.

80,8	A — kernlose Kammer. B — mit einem grossen schwach-zusammengesetzten Kern. C — zweikernige Zelle. D — kernlose "
1. 81,7 81,7 82,5 86,6 84,9	
2. 81,7 81,7 84,1 84,1 88,3 89,1 87,1 87,4	

15) *Spirogyra crassa*. L. A B C D 1=1 μ.

1. 10. August 11 U. 53 M. Morgens	66,0	70,9	... 66,1	68,5
2. 14. August 9 U. 55 M. "	70,1	141,1	... 69,3	157,6
3. 23. August 1 U. 40 M. Tages	74,2 276,1 150,1 156,7	... 74,2 209,2 202,1 183,1 181,5		

D 1=1 μ.

150,9	D
1. 161,7 161,7 160,0 ... 159,3 160,0 159,2 157,6	

A, C — kernlose Kammern.
B — zweikernige.
D — mit einem grossen einfachen Kern.

1896.

16) *Spirogyra species?* L. A B 1=1 μ.

1. 8. Juni 1 U. 42 M. Tages	133,6	179,9
2. 13. Juni 1 U. 25 M. "	135,3 (146,0) 161,7 158,4 154,3 160,0	

D B 1=1 μ.

64,3	A — kernlose Zelle. B — zweikernige "
1. 73,4 74,2 75,9 72,6	
2. 62,7 75,1 69,3 75,1 63,5	

17) *Spirogyra crassa*. L. k p 1=1 μ.

1. 2. Juni 7 U. 8 M. Morgens	103,9	123,7
2. 10. Juni 12 U. Tages	114,7 194,7 189,7 193,6 186,4 183,1 198,8 193,6 186,4	

D p 1=1 μ.

156,7	k — kernlose Kammer. p — zweikernige.
1. 156,7	
2. 156,7 — 160,0	

D. der übrigen Zellen = 153,4 μ. — 155,9 μ.

18) *Spirogyra species?* L. a b 1=1 μ.

1. 8. Juni 2 U. 2 M. Tages	166,6	117,1 (127,0)
2. 13. Juni 2 U. 50 M. "	163,3 155,1 155,1 158,4	120,4 (132,0)
3. 23. Juni 9 U. 45 M. Morgens	125,4 (138,6)	

D a 1=1 μ.

64,3	a — zweikernige Zelle. b — kernlose "
1. 64,3	
2. 70,9 — 77,5	
3. 84,1 — 96,5	

D. der übrigen Zellen = 64,3 μ. — 68,5 μ.

19) *Spirogyra species?*

L.	x	y	l = 1 μ.
1. 8. Juni 3 U. 30 M. Tages	101,5 (117,1)	166,6	
2. 15. Juni 12 U. 10 M. "	104,8 (120,1)	199,5 200,5 195,5 193,0	
3. 24. Juni 10 U. 20 M. Morg.	103,9 (122,1)	308,5 321,7 327,5 330,0 333,3 326,7 311,8 305,2	

D. x l = 1 μ.

1.	64,3
2.	74,2 — 75,9
3.	75,1 — 81,7

8. Juni. x — kernlose Zelle.
y — mit einem grossen stark-zusammengesetzten Kern.
15. Juni. y — zweikernige Zellen.

20) *Spirogyra species?*

L.	C	D	l = 1 μ.
1. 8. Juni 5 U. 55 M. Tages	123,7 (132,0)	170,8	
2. 15. Juni 1 U. 15 M. "	125,1 (140,2)	186,4 181,5 187,3 185,6	

D. D l = 1 μ.

1.	63,3
2.	75,9 80,0 77,3 77,3
	61,9 75,9 67,6 77,3 64,3

1 C — kernlose Zelle.
D — mit einem grossen stark-zusammengesetzten Kern.
2 D — zweikernige Zelle.

21) *Spirogyra species?*

L.	A	l = 1 μ.
1. 15. Juli 4 U. 40 M. Tages	169,9	
2. 26. Juli 3 U. 20 M. "	270,6 146,0 150,9 169,9 172,1 179,9 178,2 193,0	

B l = 1 μ.

	174,9	97,3
	193,0 200,5 199,6 267,3 224,1 155,1	

D. der übrigen Zellen = 77,3 μ. — 82,5 μ.

D.	A	l = 1 μ.
1.	87,4	91,6
2.	104,8 108,1 110,3 110,3 112,2 109,7 107,2 105,6 109,7 110,5 110,3 105,6 99,0	
	72,6 104,8 111,4 103,9 110,5 103,1 107,2 94,9 107,2 108,1 109,7 101,5 105,6 69,3	

A — zweikernige.
B — kernlose Kammer.

22) *Spirogyra majuscula.*

L.	a	b	l = 1 μ.
1. 19. Juli 1 U. 20 M. Tages	87,4 (107,2)	174,9	
2. 23. Juli 6 U. Abends	91,6 (113,8)	201,3 107,2 107,2 127,0 111,1 103,9 119,6 122,9	

b	l = 1 μ.
165,0	
112,2 103,1 113,0 112,2 103,9 113,3 127,0	126,2 117,1 111,4 123,7 109,8 99,8 103,9 120,1 117,9

b	l = 1 μ.
174,9	
101,3 94,8 108,1 116,3 113,0 110,3 130,3	133,6 122,1 119,6 120,1 119,6 102,3 104,8 120,1 115,5

b	l = 1 μ.
189,7	
99,8 103,9 104,8 122,9 114,7 117,3 130,3	132,8 114,7 116,3 132,8 114,7 108,1 110,3 127,0 131,2

l = 1 μ.
110,5 110,3 126,2 137,8 130,3 136,9 147,7

D. b l = 1 μ.

1.	87,4 — 90,7
2.	89,1 — 103,9

a — kernlose Zelle.
b — zweikernige "

D. der übrigen Zellen = 77,3 μ. — 80,0 μ.

23) *Spirogyra species?*

L.	r	l = 1 μ.
1. 30. Juli 3 U. 18 M. Tages	82,5 (71,8)	
2. 8. August 11 U. Morgens	87,4 (95,7) 136,9 137,8 141,9	

p	l = 1 μ.
186,9	
161,7 171,6 154,3 146,8 170,8 169,9 156,7 133,6 140,2 136,1 133,6 140,2 136,9	

D. p l = 1 μ.

1.	59,4
2.	64,3 — 68,8

r — kernlose Zelle.
p — zweikernige "
r, p sind vermittelt der Anästhesierung ihrer Mutterzelle erhalten worden.

D. der übrigen Zellen = 57,7 μ. — 59,1 μ.

24) *Spirogyra species?*

1. 31. Juli 12 U. Tages	L. s			
	87.1 (82.5)			
2. 8. August 11 U. 50 M. Morgens	90.7(100.6)	99.0	100.6	122.1

t											$1=1 \mu$	
243.1												
115.5	134.5	118.8	125.4	131.2	120.4	114.7	133.6	131.2	107.2	107.2	110.3	118.8

D. t $1=1 \mu$.

- 59.4
- 61.0—64.3

s — kernlose Zelle.
 t — zweikernige „
 s, t sind vermittelt der Anästhesierung ihrer Mutterzelle erhalten worden.

D. der übrigen Zellen = 57.7 μ . — 59.4 μ .

25) *Spirogyra species?*

1. 31. Juli 12 U. 15 M. Tages	L.				
	171.6	154.3	153.4	147.7	160.0
2. 9. August 6 U. 10 M. Abends					

p											q $1=1 \mu$
224.1											82.3 (82.5)
163.3	182.3	202.9	191.4	183.1	179.0	192.2	179.8	181.5	173.2	176.5	84.9 (94.0)

D. p $1=1 \mu$.

- 60.2
- 64.3—70.9

p — zweikernige Zelle.
 q — kernlose „
 p, q sind vermittelt der Anästhesierung ihrer Mutterzelle erhalten worden.

26) *Spirogyra sp.?*

1. 11. Aug. 3 U. 11 M. Tag.	L.	D	C	B							
		156.7	90.7(105.0) ... 103.9								
2. 18. Aug. 5 U. 35 M. „		209.3	209.3	176.3	169.1	207.9	212.3	132.0	120.4	97.3 (72.0) ... 222.7	146.8

A											F $1=1 \mu$				
156.7											149.5				
174.9	176.3	193.0	150.1	145.2	135.3	144.4	90.7(70.9)	158.4	188.9	173.2	181.5	168.3	188.1	188.1	188.2

D			A			E $1=1 \mu$.		
156.7			87.4(97.3)			149.5		
1. 59.4	59.4	59.4						
2. 59.4—63.5	59.4—62.7	61.0—67.6						

D, A, E — zweikernige Zellen.
 C, F — kernlose „
 D, C, B, A, F, E sind vermittelt der Anästhesierung ihrer Mutterzellen erhalten worden.
 B — kernlose Kammer.

der übrigen Zellen = 57.7 μ . — 59.4 μ .

1897.

27) *Spirogyra crassa.*

1. 21. April 10 U. 50 M. Morgens	L.				A	B $1=1 \mu$.
					97.3	88.3 (85.3)
2. 1. Mai 12 U. 35 M. Tages	140.2	140.2	120.4	104.8	98.2 (153.4)	

A — zweikernige Zelle.
B — kernlose „

28) *Spirogyra crassa.*

1. 22. April 1 U. 55 Tages	L.				
2. 1. Mai 11 U. 50 M. Morgens	117.9	108.9	106.4	110.5	113.8

A											B $1=1 \mu$
136.9											84.1 (112.2)
107.2	107.2	110.5	103.9	101.5	103.9	103.9	103.9	98.2	100.6	103.9	90.7 (141.9)

D. A $1=1 \mu$.

- 160.0
- 172.4—177.4

A — zweikernige Zelle
B — kernlose „

D. der übrigen Zellen = 158.4 μ . — 160.0 μ .

29) *Spirogyra crassa.*

1. 8. Mai 2 U. 7 M. Tag.	L.	A	B $1=1 \mu$.			
		138.6	77.3			
2. 11. Mai 2 U. 50 M. „		120.4	111.4	114.7	107.2	79.2

A — zweikernige Zelle.
B — anfangs-kernl. Kamm.,
später-kernlose Zelle.

24. Mai. B ist schon abgestorben.

30) *Spirogyra crassa.*

1. 30. Juni 11 U. 10 M. Morgens	L.						
2. 4. Juli 5 U. 45 M. Tages							
3. 9. Juli 12 U. 40 M. „							
4. 13. Juli 2 U. 40 M. „	130.3	108.1	113.0	117.1	123.7	108.1	117.1

a											b $1=1 \mu$.
262.3											256.6
150.1											110.3(134.3)
260.7											116.3(153.4)
	252.4					254.1					117.1(140.2)
122.1	239.2	224.1	115.3	70.9	141.9						I

D. a $1=1 \mu$.

- 165.0
- 176.8—177.4
- 179.8—227.7

a — zweikernige Zelle.
b — kernlose „

D. der übrigen Zellen = 165.0—170.8 μ .

31) *Spirogyra crassa*.

1. 30 Juni 11 U. 30 M. Morgens . . .
 2. 4. Juli 6 U. 30 M. Abends
 3. 9. Juli 4 U. 35 M. Tages

L.	s	t 1=1 μ.
	113. ₈	101. ₅ (110. ₅)
	235. ₉	109. ₇ (153. ₄)
	133. ₆ 121. ₃ 228. ₅ 222. ₇ 223. ₆	110. ₅ (143. ₅)

D. s 1=1 μ.

1. 165.₉
 3. 174.₁—179.₈

s — zweikernige Zelle.
 t — kernlose

12. Juli 3 U. Tages. t ist schon abgestorben.

D. der übrigen Zellen=163.₄ μ.—165.₉ μ.

32) *Spirogyra crassa*.

1. 30. Juni 12 U. 15 M. Tages
 2. 5. Juli 10 U. 45 M. Morgens
 3. 9. Juli 1 U. 50 M. Tages
 4. 13. Juli 3 U. 15 M. "

L.	b	c
	232. ₆	226. ₉
	153. ₄ 146. ₉ 140. ₂ 141. ₉ 140. ₂ 136. ₉ 136. ₉	

a	b	c
129. ₅	107. ₂ (112. ₂)	108. ₉ (123. ₇)
308. ₅	110. ₅ (140. ₂)	110. ₅ (133. ₆)
219. ₄	111. ₄ (142. ₇)	113. ₈ (132. ₉)
143. ₅ 150. ₁ 140. ₂ 141. ₁ 156. ₇ 141. ₉ 136. ₉ 133. ₆ 146. ₈	111. ₄ (128. ₇)	114. ₇ (123. ₇)

d	1=1 μ.
117. ₁	
259. ₉	
185. ₈	133. ₉
202. ₉	189. ₇
136. ₉ 127. ₉ 123. ₇ 134. ₅ 140. ₂ 133. ₆ 135. ₃ 143. ₅ 132. ₉ 115. ₅ 113. ₈ 122. ₁ 127. ₉ 113. ₈ 128. ₇ 146. ₈	

D. a d 1=1 μ.

1. 160.₉ . . . 160.₉
 2. 160.₉ . . . 165.₉
 3. 166.₉—167.₅ . . . 165.₈—166.₆
 4. 198.₈—219.₄ . . . 202.₉—224.₄

a, d — zweikernige Zellen.
 b, c — kernlose "

18. Juli. b, c — sind schon abgestorben.

D. der übrigen Zellen=160.₉ μ.—160.₉ μ.

33) *Spirogyra crassa*.

1. 30. Juni 12 U. 15 M. Tages
 2. 5. Juli 10 U. 45 M. Morgens
 3. 9. Juli 2 U. 10 M. Tages .
 4. 13. Juli 6 U. 5 M. Abends .

L.	B	A	1=1 μ.
	108. ₁ (117. ₁)	122. ₁	
	113. ₈ (146. ₈)	223. ₆	
	113. ₈ (143. ₅)	140. ₃ 143. ₅ 150. ₁ 153. ₄	
	117. ₁ (120. ₄)	169. ₉ 174. ₁ 182. ₃ 176. ₅ 183. ₁ 176. ₅ 185. ₆ 193. ₀	

D. A 1=1 μ.

1. 160.₈
 2. 163.₃
 3. 165.₈—169.₉
 4. 184.₈—201.₃

A — mit einem grossen einfachen Kern.
 B — kernlose Zelle.

18. Juli 3 U. 42 M. Tages. B ist schon abgestorben.

34) *Spirogyra crassa*.

1. 30. Juni 2 U. 10 M. Tages .
 2. 5. Juli 10 U. 20 M. Morgens
 3. 9. Juli 2 U. 35 M. Tages .
 4. 13. Juli 4 U. 35 M. " .

L.	S	T
	101. ₅ (115. ₅)	120. ₄
	107. ₂ (150. ₄)	135. ₃
	110. ₃ (145. ₂)	217. ₈ 229. ₃
	I	247. ₅ 123. ₇ 127. ₀ 156. ₇ 151. ₈ 153. ₄ 150. ₁ 146. ₈

1=1 μ. D. T 1=1 μ.

235. ₉	150. ₁	219. ₄
146. ₈ 148. ₃ 150. ₉ 130. ₃ 128. ₇ 132. ₈ 146. ₈		

1. 165.₉
 2. 166.₆—168.₃
 3. 170.₈—173.₂
 4. 179.₈—198.₈

S — kernlose Zelle.
 T — mit einem grossen einfachen Kern.

18. Juli 3 U. 30 M. Tages.

S ist schon abgestorben.

35) *Spirogyra crassa*.

1. 30. Juni 2 U. 10 M. Tages
 2. 5. Juli 10 U. 20 M. Morgens
 3. 9. Juli 2 U. 55 M. Tages
 4. 13. Juli 5 U. 15 M. "

L.	
	150. ₁
	129. ₅ 117. ₁ 123. ₇
	176. ₅ 167. ₅ 158. ₄ 160. ₉ 166. ₈ 166. ₈

a										b 1=1 μ.	
125.4										94.0 (100.6)	
146.8										101.5 (143.3)	
123.7	118.8		117.1		113.8		120.4				103.1 (128.7)
163.3	169.9	163.3	163.3	156.7	160.0	138.6	135.3	108.9	145.2	I	

D. a 1=1 μ.

1.	165.0															
2.	166.6					166.6										
3.	181.5	185.6	186.4	186.4	186.4	186.4	183.1	179.8								
4.	224.4	232.6	231.0	227.7	232.6	242.3	244.2	232.4	232.6	232.6	231.0	226.0	227.7	222.7	202.9	194.7
231.0 204.6 234.3 196.3 247.5 217.8 242.3 193.0 237.6 206.2 232.6 193.0 229.3 191.4 198.8																

a — zweikernige Zelle.
b — kernlose

36) *Spirogyra crassa*. L. N M B A 1=1 μ.

1. 30. Juni 2 U. 40 M. Tages .	136.9	127.0 (146.8)	...	132.8 (145.2)	147.7
2. 4. Juli 6 U. 20 M. Abends .	206.2	131.2 (156.7)	...	134.3 (156.7)	212.8
3. 9. Juli 4 U. Tages	245.0 237.6	132.8 (103.9)	...	135.3 (107.2)	201.3 127.0 127.0

D. N A 1=1 μ.

1.	156.7	...	156.7			
2.	159.2	159.2	...	158.4	160.0	158.4

N, A — mit einem grossen einfachen Kern.
M, B — kernlose Zellen.

13. Juli. M, B sind schon abgestorben.

37) *Spirogyra crassa*. L. a b 1=1 μ. D. a 1=1 μ.

1. 30. Juni 2 U. 25 M. Tag.	110.5	94.0 (105.4)	1.	166.6
2. 4. Juli 5 U. 55 M. "	183.9	101.5 (123.7)	3.	179.8 176.3
3. 9. Juli 10 U. 10 M. Morg.	224.4	202.1	95.7 (85.8)	4. 219.4 221.0 195.5 186.4
4. 13. Juli 2 U. 30 M. Tag.	198.0 169.9	136.9 165.0	I	169.1 209.3 183.1 191.4

a — zweikernige Zelle.
b — kernlose

38) *Spirogyra setiformis*. L. E F 1=1 μ.

1. 13. Juli 11 U. 20 M. Morgens	143.2 (171.6)	185.6
2. 26. Juli 3 U. 35 M. Tages .	162.3 (188.1)	198.0 278.0 252.1 298.6 349.8 336.6 333.3 356.4

D. F 1=1 μ.

1.	127.0							
2.	135.3	151.8	161.7	160.0	166.6	176.0	181.5	168.3

E — kernlose Zelle.
F — zweikernige "

D. der übrigen Zellen = 127.0 μ. - 127.9 μ.

39) *Spirogyra majuscula*. L. M N 1=1 μ.

1. 20. Juli 12 U. 45 M. Tages .	97.3	115.5
2. 31. Juli 3 U. 45 M. " .	173.2	150.1 156.7 262.3 233.5 236.8 206.2 206.2 193.0 199.6

D. N 1=1 μ.

1.	69.3
2.	74.2 - 82.3

M — kernlose Kammer.
N — zweikernige.

M, N sind vermittelt der Anästhesierung ihrer Mutterzelle erhalten worden.

40) *Spirogyra crassa*. L. m n 1=1 μ. D. m 1=1 μ.

1. 3. Aug. 11 U. 10 M. Morg.	107.2	103.9	1.	153.4
2. 6. Aug. 5 U. 55 M. Tages	184.8	110.5 (151.8)	2.	156.7
3. 11. Aug. 9 U. 18 M. Abends	202.9 213.7	221.1 202.9	110.5 (169.1)	3. 160.0 160.9 160.9 160.9
4. 17. Aug. 8 U. 17 M. "			118.8 (179.8)	

m — zweikernige Zelle.
n — kernlose "

41) *Spirogyra crassa*. L. A B 1=1 μ. D. B 1=1 μ.

1. 3. August 12 U. 7 M. Tages	117.9	117.9	1.	153.4
2. 11. August 5 U. 43 M. "	124.6 (150.1)	288.7 149.3 143.3	2.	153.4 155.9 155.9

A — kernlose Zelle.
B — zweikernige "

42) *Spirogyra crassa*. L. s t a b m n 1=1 μ.

1. 3. August 2 U. 18 M. Tages	140.2	140.2	...	140.2	132.0	...	141.1	151.8
2. 6. August 3 U. 50 M. "	143.3	193.0	...	144.4	170.8	...	143.3	186.4

s, a, m — kernlose Kammern.
t — zweikernige.
b — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.
n — mit einem grossen einfachen Kern.

43) *Spirogyra crassa*. L. F G 1=1 µ. D. G 1=1 µ.

1. 3. August 1 U. 55 M. Tages	136,9	146,0	1. 153,4		
2. 6. August 3 U. 38 M. „	143,5	229,3	2. 157,6		
3. 10. August 2 U. 22 M. „	146,8	226,0	206,2	3. 156,7	157,6

F — kernlose Kammer.
G — zweikernige.

44) *Spirogyra crassa*. L. A B 1=1 µ. D. A 1=1 µ.

1. 3. August 2 U. 33 M. Tages	138,6	122,9	1. 153,4	
2. 6. August 4 U. 32 M. „	199,6	127,9	3. 156,7	155,1
3. 10. August 6 U. 13 M. Abends	215,3	209,3	130,3	155,1

A — mit einem grossen einfachen Kern.
B — anfangs—kernlose Kammer, später—kernlose Zelle.

45) *Spirogyra crassa*. L. M N 1=1 µ. D. N 1=1 µ.

1. 4. August 9 U. 50 M. Morgens	129,5	145,2	153,4	1. 156,7		
2. 6. August 4 U. 17 M. Tages	129,5	160,0	189,7	2. 160,0		
3. 10. August 2 U. 35 M. „	133,6	160,0	206,2	196,3	3. 161,7	160,9

M — kernlose Zelle.
N — zweikernige „

46) *Spirogyra crassa*. L. a c 1=1 µ. D. a 1=1 µ.

1. 4. August 12 U. 5 M. Tages	158,4	145,2	158,4	1. 151,8	
2. 6. August 4 U. 26 M. „	188,1	146,0	171,0	2. 155,1	153,4
3. 10. August 5 U. 57 M. „	182,3	169,9	146,3	143,3	

a — zweikernige Zelle.
c — kernlose „

47) *Spirogyra crassa*. L. S T 1=1 µ. D. T 1=1 µ.

1. 4. August 12 U. 15 M. Tages	123,7	138,0	143,3	1. 152,6	
2. 6. August 4 U. 58 M. „	124,0	160,0	181,5	3. 157,6	156,7
3. 11. August 4 U. 48 M. „	127,0	163,3	182,3	185,6	

S — kernlose Zelle.
T — zweikernige „

48) *Spirogyra crassa*. L. A B S T 1=1 µ.

1. 5. August 4 U. 20 M. Tages	193,0	134,5	164,2	153,1	122,1	
2. 11. August 5 U. 8 M. „	179,8	180,7	136,1	163,3	255,7	125,4

49) *Spirogyra crassa*. L. A B 1=1 µ.

1. 6. Mai 6 U. 12 M. Abends	122,1	113,8	127,0				
2. 11. Mai 8 U. 5 M. „	209,5	191,4	120,4	156,7			
3. 15. Mai 5 U. Tages	125,4	122,9	127,0	127,0	209,5	134,5	136,9

→ C D 1=1 µ. D. A 1=1 µ.

... 117,1	130,3	131,2	1. 155,1	
... 124,6	162,3	283,8	275,5	
... 127,3	(87,4)	153,4	166,6	273,9

A, D — zweikernige Zellen.
B, C — kernlose „

1900.

50) *Spirogyra bellis*. L. e f a b 1=1 µ.

1. 24. April 12 U. Tages	91,2	75,2	(82,4)	75,4	75,2					
2. 30. April 3 U. 40 M. Tages	97,6	99,2	152,0	81,6	(98,4)	142,3	148,8	142,4	126,4	75,8

D. e a 1=1 µ.

1. 68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0
2. 68,8	68,8	68,8	68,8	67,8	77,6	78,4	75,2	72,8	75,2	72,8

e — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.
f, b — kernlose Zellen.
a — mit einem grossen einfachen Kern.

D. der übrigen Zellen = 67,6 µ.—68,8 µ.

51) *Spirogyra bellis*. L. M 1=1 µ.

1. 10. Mai 2 U. 30 M. Tages	139,7								
2. 14. Mai 10 U. 17 M. Morgens	198,2								
3. 17. Mai 12 U. 35 M. Tages	157,3	160,3							
4. 21. Mai 9 U. 30 M. Morgens	91,6	86,4	81,9	91,0	91,6	87,1	85,1	94,9	105,3

→ N 1=1 µ.

110,5	120,9	120,9					
174,2	206,7	165,7					
94,2	93,6	97,5	97,5	95,3	91,6	104,0	120,9

M — zweikernige.
N — kernlose Kammer.

52) *Spirogyra bellis*.

1. 10. Mai 2 U. 43 M. Tages . . .
2. 14. Mai 10 U. 35 M. Morgens . . .
3. 17. Mai 2 U. 25 M. Tages . . .
4. 21. Mai 10 U. 35 M. Morgens . . .

m		p	
108,5	165,1		
115,0		195,0	
115,0	154,7		167,7
115,0	103,3	100,1	87,1
		97,3	97,5
		92,3	89,7
		97,3	97,5
			94,9

1=1 p.

	204,1	
165,7		165,1
87,1	82,3	94,9
		92,9
		84,3
		87,1
		99,4

1 m — kernlose Kammer.
 p — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.
 2 In jeder Zelle p befindet sich je ein grosser einfacher Kern.

53) *Spirogyra bellis*.

1. 10. Mai 2 U. 50 M. Tages
2. 14. Mai 10 U. 45 M. Morgens
3. 18. Mai 9 U. 45 M. "
3. 21. Mai 1 U. Tages

L.	f	g	1=1 p.
	102,0	139,7	
	103,3(117,0)	270,1	
	104,6(118,9)	196,9	226,2
	106,6(120,2)	204,1	176,8
		119,6	107,9
			105,9
			117,0

f — anfangs—kernlose Kammer, später—kernlose Zelle.
 g — zweikernige.

54) *Spirogyra bellis*.

1. 10. Mai 3 U. 10 M. Tages . . .
2. 14. Mai 11 U. 7 M. Morgens . . .
3. 18. Mai 10 U. " . . .
4. 21. Mai 2 U. 25 M. Tages . . .

L.	a	b	1=1 p.
	123,3	107,2	
	144,3	138,4	108,3(119,6)
	237,9	229,4	109,8(122,2)
	128,7	110,5	108,6
		121,5	110,3
		98,8	193,7
			111,1
			124,8

a — zweikernige Zelle.
 b — kernlose "

55) *Spirogyra bellis*.

1. 19. Mai 10 U. 37 M. Morgens
2. 22. Mai 2 U. 50 M. Tages
3. 26. Mai 10 U. 40 M. Morgens

L.	a	b	1=1 p.
	146,9	225,5	
	159,2	135,2	143,0
			133,9
			137,1
	208,0	190,4	173,6
			157,3
			159,9
			284,7
			295,1

1 a — kernlose Kammer.
 b — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.
 2 In jeder Zelle b befindet sich je ein grosser einfacher Kern.

56) *Spirogyra bellis*.

1. 28. Mai 10 U. 15 M. Morgens . . .
2. 29. Mai 10 U. 45 M. " . . .
3. 31. Mai 12 U. 30 M. Tages

L.	m	n	p	q
	121,5(132,6)	170,3	128,7(139,1)	196,3
	123,5(139,1)	234,0	130,0(143,0)	259,3
	123,3(141,7)	159,9	167,7	130,6(144,9)
				170,9

r	s	t	u	v	w	1=1 p.
201,3	157,9	185,9	147,3	142,3(153,4)	219,7	
146,9	126,1	170,3	119,6	107,9	154,9	144,3(156,0)
223,6	106,6	97,5	193,7	167,7	157,3	175,8
						145,6(159,9)
						193,7
						191,1

1. m, p, v — kernlose Zellen.
 s, u — " Kammern.
 n — mit einem grossen einfachen Kern.
 q, w — zweikernige.
 r, t — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.
 2. In jeder Zelle r, t befindet sich je ein grosser einfacher Kern.

57) *Spirogyra bellis*.

1. 18. Mai 12 U. 40 M. Tages . . .
2. 21. Mai 4 U. 15 M. " . . .
3. 24. Mai 12 U. 30 M. " . . .

L.	t	s	1=1 p.
	191,1	135,8(146,2)	
	144,0	139,1	136,3(148,2)
	202,8	188,5	137,8(149,3)

s — kernlose Zelle.
 t — zweikernige "

58) *Spirogyra bellis*.

1. 18. Mai 2 U. 25 M. Tages . . .
2. 20. Mai 5 U. 25 M. " . . .
3. 24. Mai 3 U. 5 M. " . . .

L.	s	t	1=1 p.
	200,2	149,5	
	162,3	150,1	152,1(165,1)
	187,3	174,2	157,3
			157,3
			152,1(165,1)

s — zweikernige Zelle.
 t — kernlose "

59) *Spirogyra bellis*.

1. 18. Mai 2 U. 43 M. Tages . . .
2. 20. Mai 4 U. 50 M. " . . .
3. 25. Mai 11 U. 20 M. Morg.

L.	A	B	1=1 p.
	217,1	139,1	
	172,9	172,9	140,4(156,0)
	185,9	196,0	191,7
			178,1
			139,1(152,7)

A — zweikernige Zelle.
 B — kernlose "

60) *Spirogyra bellis*.

1. 18. Mai 2 U. 50 M. Tages . . .
2. 20. Mai 4 U. 40 M. " . . .
3. 25. Mai 10 U. 50 M. Morgens . . .

L.	A	C	D	E	1=1 p.
	150,1	218,4	148,8	209,3	
	150,1(162,3)	316,5	149,5(163,1)	332,8	
	152,7(162,5)	287,3	167,7	171,6	151,4(163,8)
					309,4
					325,0

A, D — kernlose Zellen.
 C — zweikernige.
 E — mit einem grossen einfachen Kern.

61) *Spirogyra bellis*.

L. x y 1=1 μ.

1. 18. Mai 3 U. 48 M. Tages		211,9	146,9(156,0)
2. 20. Mai 2 U. 7 M. "	146,9	146,9	146,9(157,3)
3. 22. Mai 12 U. 10 M. "	222,3	202,8	146,9(158,6)
4. 27. Mai 10 U. Morgens	149,5 136,3 130,0 135,2	235,9 206,7	148,2(161,2)

x — mit einem grossen einfachen Kern.
y — kernlose Zelle.

62) *Spirogyra bellis*.

L. m n 1=1 μ.

1. 18. Mai 4 U. 5 M. Tages .	134,5(142,3)	187,2	m — kernlose Zelle.
2. 20. Mai 1 U. 50 M. " .	136,5(143,6)	122,2 123,3	n — mit einem grossen einfachen Kern.
3. 22. Mai 10 U. 15 M. Morgens	134,5(146,9)	186,3 193,0	

63) *Spirogyra bellis*.

L. M R 1=1 μ.

1. 18. Mai 4 U. 32 M. Tages	202,8	136,3	M — mit einem grossen einfachen Kern.
2. 20. Mai 2 U. 40 M. " .	161,2 146,9	139,7(150,8)	R — kernlose Zelle.
3. 24. Mai 1 U. 55 M. " .	181,3 178,1 161,2 167,7	139,1(152,7)	

64) *Spirogyra bellis*.

A F 1=1 μ.

1. 18. Mai 4 U. 55 M. Tages	152,7	209,3	...
2. 20. Mai 3 U. "	162,5	139,1 149,5	...
3. 24. Mai 4 U. 50 M. "	188,3	61,4 65,6 149,5 154,7 148,2	...

M = P 1=1 μ.

133,9	226,8
133,9(150,1)	157,9 176,8
134,3(148,2)	212,2 215,1 232,0 240,3

1. A — kernlose Kammer.
M — " Zelle.
F, P — mit einem grossen einfachen Kern.
2. In jeder Zelle F, P befindet sich je ein einfacher grosser Kern.

65) *Spirogyra bellis*.

L. m n

1. 18. Mai 6 U. 5 M. Abends		195,6	128,0
2. 20. Mai 12 U. 52 M. Tages	142,3	136,3	130,0
3. 22. Mai 9 U. 30 M. Morgens	113,6 113,1	118,3 113,1	139,1
4. 26. Mai 3 U. 10 M. Tages	132,6 131,3 127,1	139,1 141,7 141,1	162,3 159,2 157,3

1. m — mit einem einfachen grossen Kern. 1=1 μ.
n — kernlose Kammer.
2. In jeder Zelle m befindet sich je ein einfacher grosser Kern.

66) *Spirogyra bellis*.

L. c d 1=1 μ.

1. 18. Mai 6 U. 30 Abends	193,0	152,1	c — zweikernige Zelle.
2. 21. Mai 4 U. 30 M. Tages	196,3 156,0	193,7	d — kernlose "
3. 26. Mai 9 U. 50 M. Morgens	188,3 188,3 204,1 148,2	250,9	

67) *Spirogyra bellis*.

L. a b c d 1=1 μ.

1. 18. Mai 7 U. Abends	180,7	126,7	...	166,4	120,9
2. 21. Mai 4 U. 50 M. Tages	157,9	149,3	127,4(139,1)	...	149,3 133,9 120,9(133,9)
3. 25. Mai 2 U. 25 M. "	276,9	258,0	127,1(140,4)	...	262,6 230,1 121,5(136,3)

a, c — zweikernige Zellen.
b, d — kernlose "

68) *Spirogyra bellis*.

L. c d 1=1 μ.

1. 19. Mai 8 U. 25 M. Morgens	188,3	126,1	...
2. 22. Mai 2 U. 15 M. Tages	185,9	176,1	128,0(143,0)...
3. 25. Mai 2 U. 15 M. "	175,3 178,7	165,1 165,1	128,7(143,0)...

137,8	191,1	...	170,3	118,3	...
139,1(149,3)	178,7	198,9	...	170,3	165,1 119,6(130,0)...
139,1(152,1)	175,3	178,1 211,9 201,5	...	173,3 175,3	165,7 169,1 118,9(131,3)...

123,5	165,1	...	131,9	194,3	a, d, c, m, n — kernlose Zellen.
123,5(135,2)	149,5	159,9	...	133,9(145,6)	178,7 180,7
126,1(135,2)	139,1 141,0	154,7 159,9	...	133,9(146,9)	282,7 291,8

b, c, p — zweikernige Zellen.
f, l — mit einem grossen einfachen Kern.

69) *Spirogyra bellis*.

L. C D 1=1 μ.

1. 19. Mai 2 U. 35 M. Tages	144,9	227,3	...
2. 22. Mai 5 U. 20 M. "	144,9(163,8)	222,9	222,9
3. 26. Mai 12 U. 40 M. "	143,6(161,2)	262,3 272,3	265,2 279,5

A B 1=1 μ.

206,0	146,9
107,9 107,9	110,5 111,3
253,5 262,6	271,0 113,1
	126,1 161,3

C — kernlose Zelle.
D, A — mit einem grossen einfachen Kern.
B — kernlose Kammer.

70) *Spirogyra bellis*. L. $\begin{matrix} a & b & c \end{matrix}$ \rightarrow

1. 28. Mai 11 U. Morgens	146,9	180,7	... 183,9
2. 29. Mai 11 U. 5 M. Morgens	167,7	246,3	... 262,6
3. 1. Juni 1 U. 50 M. Tages	216,4	107,9 107,2	224,9 ... 241,8 127,4 139,7

\rightarrow $\begin{matrix} d & e & f & g & h & j & k \end{matrix}$

114,4	... 133,9	168,3	... 131,3	162,5	183,9	135,2
121,5	... 143,0	97,5	110,5	... 142,3	217,1	263,9
138,4	... 184,6	88,4	84,5	172,9	... 174,8	214,5
				222,3	253,5	114,4
						109,2
						201,5

a, d, e, g, k — kernlose Kammern. $l=1 \mu$.
 b, c, f, h, j — mit einem grossen einfachen Kern.

71) *Spirogyra bellis*. L. $\begin{matrix} k & i & h & g \end{matrix}$ \rightarrow

1. 28. Mai 11 U. 25 M. Morgens . . .	170,9	139,1	178,1	133,9 (141,7) ...
2. 29. Mai 11 U. 30 M. " . . .	230,1	160,5	224,9	133,9 (145,6) ...
3. 1. Juni 2 U. 30 M. Tages . . .	234,0	92,9 88,4	196,3	196,9 197,6 136,5 (148,2) ...

\rightarrow $\begin{matrix} f & e & d & c & b & a \end{matrix}$ $l=1 \mu$.

185,9	153,4	... 146,9	204,1	188,5	122,2 (136,5)
236,6	170,3	... 163,8	266,5	241,1	122,8 (139,1)
235,3	104,0	81,9	221,0	... 191,1	119,6
			128,7	253,5	217,1
				208,0	123,5 (140,4)

k, h, f, c, b — mit einem grossen einfachen Kern.
 i, e, d — kernlose Kammern.
 g, a — " Zellen.

72) *Spirogyra bellis*. L. $\begin{matrix} a & b \end{matrix}$ $l=1 \mu$.

1. 28. Mai 11 U. 55 M. Morgens . . .	198,2	102,7
2. 29. Mai 11 U. 50 M. " . . .	243,1	109,3
3. 1. Juni 3 U. 40 M. Tages . . .	212,5	200,2 115,7

a — mit einem grossen einfachen Kern.
 b — kernlose Kammer.

73) *Spirogyra bellis*. $\begin{matrix} A & B & C \end{matrix}$ \rightarrow

1. 28. Mai 12 U. 20 M. Tages .	136,5 (149,5)	372,3	377,0	... 176,8
2. 29. Mai 12 U. 15 M. " .	139,1 (149,5)	208,0	211,9	214,5
3. 1. Juni 6 U. 25 M. Abends	139,1 (152,1)	308,1	298,8	169,0
			164,4	139,9
				192,4
				245,0

\rightarrow $\begin{matrix} D & E & F & G & H \end{matrix}$ $l=1 \mu$.

197,6	... 126,7 (141,7)	211,9	204,1	141,7
227,5	... 130,9 (144,5)	243,1	232,7	147,3
81,2	98,1	224,9	... 130,9 (145,6)	204,1
			204,1	224,9
				237,9
				159,9

A, E — kernlose Zellen.
 B, D, F, G — mit einem grossen einfachen Kern.
 C, H — kernlose Kammern.

74) *Spirogyra bellis*. L. $\begin{matrix} g & d \end{matrix}$ $l=1 \mu$.

1. 28. Mai 2 U. 45 M. Tages .	162,5	135,2
2. 29. Mai 2 U. 27 M. " . . .	211,9	158,6
3. 1. Juni 7 U. Abends . . .	182,0	154,7 196,9

g — mit einem grossen einfachen Kern.
 d — kernlose Kammer.

Tabelle XXV.

Kultur in der Dunkelheit.

Relatives Wachstum für jeden Zeitraum einzeln.				
	Gewöhnliche Zellen.	Kernlose Zellen.	Kernlose Kammern.	Zellen mit einem Ueberfluss an Kernmasse.
1) 2.	1,27—1,29; mittl. 1,22	1,02	—	1,24; 1,31
2) 2.	1,31—1,16; mittl. 1,40	1,01	—	1,42; 1,44
3) 2.	1,27—1,16; mittl. 1,36	1,02	—	1,32
3.	1,00—1,01; mittl. 1,00	×	—	×
4) 2.	1,21—1,35; mittl. 1,29	1,05	—	1,32
3.	1,00—1,06; mittl. 1,02	1,03	—	1,02
5) 2.	1,15—1,17; mittl. 1,16	1,02	—	1,12
6) 2.	1,11—1,18; mittl. 1,16	—	1,09	1,19
3.	1,03—1,09; mittl. 1,07	—	1,03	1,07
4.	1,10—1,15; mittl. 1,12	—	1,00	1,04
7) 2.	1,15—1,32; mittl. 1,22	1,06	—	1,15
8) 2.	1,02—1,74; mittl. 1,69	1,02	—	1,60
3.	1,00—1,02; mittl. 1,01	1,00	—	1,01
9) 2.	1,61—1,68; mittl. 1,64	1,03	—	1,60
3.	0,99—1,00; mittl. 0,99	0,97	—	1,01
10) 2.	1,08—1,14; mittl. 1,11	1,04	—	1,29
11) 2.	1,13—1,19; mittl. 1,16	1,00	—	1,15
3.	1,04—1,08; mittl. 1,06	1,01	—	1,04

Relatives Wachstum für jeden Zeitraum einzeln.

	Gewöhnliche Zellen.	Kernlose Zellen.	Kernlose Kammern.	Zellen mit einem Ueberfluss an Kernmasse.
12) 2.	1,43—1,50; mittl. 1,46	1,05; 1,04	—	1,40; 1,42
3.	1,00—1,03; mittl. 1,02	1,00; 1,00	—	1,05; 1,00
13) 2.	1,33—1,38; mittl. 1,35	1,03	—	1,34
3.	1,00—1,02; mittl. 1,01	1,01	—	1,00
14) 2.	1,30—1,35; mittl. 1,33	1,05	—	1,31
3.	1,00—1,02; mittl. 1,01	1,00	—	1,03
15) 2.	1,18—1,24; mittl. 1,22	1,12	—	1,21
16) 2.	1,30—1,41; mittl. 1,35	1,01	—	1,35; 1,31
3.	1,00—1,02; mittl. 1,01	1,00	—	1,02; 1,00
4.	1,02—1,04; mittl. 1,02	1,04	—	1,01; 1,05
17) 2.	1,22—1,27; mittl. 1,24	—	1,04	1,14
3.	0,99—1,01; mittl. 1,00	—	1,01	1,00
18) 2.	1,18—1,26; mittl. 1,21	—	1,14	1,21
3.	1,02—1,03; mittl. 1,02	—	1,01	1,02
4.	0,99—1,00; mittl. 1,00	—	1,01	1,02
19) 2.	1,27—1,31; mittl. 1,29	1,00	—	1,32
3.	1,20—1,40; mittl. 1,29	1,00	—	1,39
4.	1,01—1,06; mittl. 1,04	1,04	—	1,03
20) 2.	1,22—1,31; mittl. 1,26	1,03	—	1,31
3.	1,04—1,12; mittl. 1,07	×	—	1,00
21) 2.	1,18—1,28; mittl. 1,21	—	1,22; 1,04	1,41; 1,37
3.	1,04—1,06; mittl. 1,05	—	1,05; 1,01	1,02; 1,00

Relatives Wachstum für jeden Zeitraum einzeln.				
	Gewöhnliche Zellen.	Kernlose Zellen.	Kernlose Kammern.	Zellen mit einem Ueberfluss an Kernmasse.
22) 2.	1,18—1,25; mittl. 1,22	1,04	1,13	1,30; 1,29
3.	1,03—1,08; mittl. 1,05	×	1,01	1,08; ×
4.	1,03	×	1,01	1,02; ×
23) 2.	1,22—1,25; mittl. 1,23	—	1,12	1,22
3.	1,03—1,06; mittl. 1,05	—	1,03	1,05
4.	0,98—1,01; mittl. 1,00	—	1,03	1,02
24) 2.	1,08—1,13; mittl. 1,11	—	1,06	1,06
3.	0,98—1,08; mittl. 1,05	—	1,01	1,06
25) 2.	1,07—1,20; mittl. 1,16	1,04	—	1,27
26) 2.	1,12—1,19; mittl. 1,15	—	1,04	1,19
27) 2.	1,20—1,26; mittl. 1,23	1,02	—	1,23
28) 2.	1,09—1,17; mittl. 1,14	—	1,08	1,14
29) 2.	1,21—1,31; mittl. 1,27	—	1,15	1,36
30) 2.	1,32—1,39; mittl. 1,37	—	1,17	1,47
31) 2.	1,16—1,19; mittl. 1,17	—	1,05	1,11
32) 2.	1,12—1,17; mittl. 1,15	—	1,02	1,18
33) 2.	1,27—1,31; mittl. 1,29	1,01	—	1,24
34) 2.	1,06—1,11; mittl. 1,07	1,06	—	1,03
35) 2.	1,15—1,19; mittl. 1,18	1,04	—	1,21

Relatives Wachstum für jeden Zeitraum einzeln.				
	Gewöhnliche Zellen.	Kernlose Zellen.	Kernlose Kammern.	Zellen mit einem Ueberfluss an Kernmasse.
36) 2.	1,18—1,19; mittl. 1,18	1,02	—	1,16
37) 2.	1,23—1,31; mittl. 1,27	1,04	—	1,32
38) 2.	1,03—1,09; mittl. 1,05	—	1,05	1,08
3.	0,99—1,11; mittl. 1,00	—	0,98	1,01
39) 2.	1,21—1,32; mittl. 1,28	—	1,14	1,17
3.	1,18—1,14; mittl. 1,11	—	1,02	1,17
40) 2.	1,31—1,40; mittl. 1,38	1,13	1,11	1,17; 1,41; 1,39
41) 2.	1,06—1,11; mittl. 1,09	—	1,04	1,09
42) 2.	1,15—1,18; mittl. 1,16	1,01	—	1,14
43) 2.	1,10—1,19; mittl. 1,16	1,02	—	1,17
44) 2.	1,14—1,22; mittl. 1,18	1,03	—	1,23
45) 2.	1,20—1,23; mittl. 1,21	1,00	—	1,25
46) 2.	1,12—1,21; mittl. 1,18	1,01	—	1,23
47) 2.	1,38—1,43; mittl. 1,39	1,02	—	1,16
3.	1,00—1,02; mittl. 1,01	1,05	—	1,01

Tabelle XXVI.

Kultur unter rothgelber Glocke.

1894.

1) *Spirogyra species?*

1. 15. Juli 3 U. 50 M. Tages .												
2. 28. Juli 1 U. 15 M. "												
3. 1. August 11 U. Morgens . .	226,2	204,1	211,9	211,9	193,7	184,6	189,8	191,1	212,3	204,1		

187,2															
174,2	344,3			323,7	313,3			318,3							
217,1	214,3	201,3	195,0	198,5	204,1	370,3	189,1	204,1	391,3	195,0	218,1	228,8	214,3	226,2	235,9

D 1=1 µ.						D. C 1=1 µ.					
156,0 (165,1)						1. 84,3					
304,2						2. 89,7—96,2					
391,3						3. 89,7—100,1					

D. der übrigen Zellen = 83,2 µ.—84,5 µ.

2) *Spirogyra crassa.*

1. 20. Juli 9 U. 45 M. Morgens														
2. 26. Juli 10 U. 30 M. "														
3. 30. Juli 9 U. 25 M. Abends														
4. 8. August 9 U. 31 M. "	209,3	165,0	354,7	356,1	374,8	206,2	209,3	206,2	203,8	402,6	211,2		285,1	

F												G 1=1 µ.		
123,7												81,7		
209,3												88,3 (132,0)		
275,3												I		
400,9	382,8	364,6	371,2	381,1	387,7	384,1	209,3	222,7	227,7	204,6			I	

D. F 1=1 µ.						F — zweikörnige Zelle.					
150,1						G — kernlose "					
160,0—167,3						16. August. F — 147 Zellen.					
168,0—235,2											

3) *Spirogyra species?*

L.		P		Q 1=1 µ.		D. P 1=1 µ.	
1. 2. August 11 U. 48 M. Abends	336,6		202,9 (189,7)		1. 81,7		
2. 9. August 11 U. 10 M. "	371,2	352,3	205,1 (188,1)		2. 82,8—84,9		
3. 19. August 11 U. 35 M. "	404,2	348,1	359,7	429,0	×		

4) *Spirogyra species?*

L.		M		P		1=1 µ.					
1. 4. Aug. 10 U. 41 M. Abends	168,3 (158,4)		292,0								
2. 13. Aug. 7 U. 46 M. "	×		371,2	252,1	278,8	311,8					
3. 21. Aug. 7 U. 31 M. "	×		339,9	290,4	437,2	455,1	511,8	475,2	485,1	265,6	336,6

D.		P 1=1 µ.		M — kernlose Zelle.	
4. August		83,3		P — zweikörnige "	
13. August		85,8—97,3			
21. August		85,8—100,6			
2. September		85,8—101,5			
12. September		86,6—101,5			
2. October		86,6—103,9			

5) *Spirogyra species?*

L.												
1. 14. August 9 U. 29 M. Abends												
2. 21. August 10 U. 5 M. "	227,7											
3. 9. Septemb. 6 U. 58 M. "	237,3	218,6	195,3	202,0	222,7	189,7	191,4	212,8	232,6	200,3		

R															
140,2															
219,4															
200,3	213,7	229,3	235,9	245,0	269,8	219,4	195,3	189,7	190,6	189,7	173,2	184,8	159,2	163,9	153,4

S			M			P 1=1 µ.			D. R 1=1 µ.		
90,7 (112,2) . . .			146,8			99,0			1. 77,3		
90,7 (100,6) . . .			169,9			74,2 70,9			2. 77,3—77,5		
151,8 153,4 235,9			216,1			94,0 (115,3) . . .			3. 80,0—87,1		

1. R — mit einem grossen einfachen Kern. S — kernlose Zelle. M — mit einem grossen zusammengesetzten Kern. P — kernlose Kammer.
 2. In jeder Zelle M befindet sich je ein einfacher grosser Kern.
 3. Durchmesser der Kerne . . . 26,4 | 26,1 | 23,1 | 31,3—39,6 | — | 28,0 | 29,7 |

1897.

6) *Spirogyra crassa*.

L. M N 1=1 μ.

1. 20. März 12 U. 20 M. Tages . . .	101,5	94,0	M — kernlose Zelle.	
2. 26. März 10 U. 20 M. Abends . .	100,6(115,5)	147,7	N — zweikernige "	

7) *Spirogyra crassa*.

L. s t 1=1 μ.

1. 16. April 12 U. 39 M. Tages	107,2		115,5
2. 21. April 11 U. 20 M. Abends	123,7	113,8	117,1(158,4)
3. 1. Mai 11 U. "	268,9	259,0	242,5 255,7 117,1(163,3)

D. s 1=1 μ.

1. 22. Mai 10 U. 30 M. Abends. t ist schon abgestorben.	161,7	
2. 176,5—179,8		s — zweikernige Zelle.
22. Mai 176,5—186,4		t — kernlose "

8) *Spirogyra crassa*.

L. M N P Q 1=1 μ.

1. 16. April 1 U. Tages . .	98,2	90,7	92,4	103,9
2. 21. April 11 U. 40 M. Abends	113,0	200,5	103,9(132,8)	117,1 123,7
3. 1. Mai 10 U. 23 M. "	120,4(158,4)	191,4 210,4 219,4 214,5	108,9(136,9)	265,6 374,5

D. N Q 1=1 μ.

1. 160,0	160,0	M, P — kernlose Zellen.
3. 163,3—166,8	176,5—176,5	N, Q — zweikernige "

9) *Spirogyra crassa*.

L. k p 1=1 μ. D. k 1=1 μ.

1. 16. April 1 U. 50 M. Tages	107,2	96,5	1. 161,7
2. 21. April 11 U. 50 M. Nachts	219,4	108,1(143,5)	3. 193,0—197,2
3. 2. Mai 10 U. 15 M. Morgens	264,0 204,6 198,0 202,9	111,4(132,0)	

k — zweikernige Zelle.
p — kernlose "

10) *Spirogyra crassa*.

L. a

1. 16. April 2 U. 10 M. Tages		
2. 22. April 11 U. 45 M. Nachts	112,2	100,8
3. 2. Mai 10 U. 5 M. Abends	202,9 189,7 353,1 341,5 330,0	311,8 318,4 333,4

103,9	t 1=1 μ.		D. s 1=1 μ.
	101,5	103,9	1. 163,3
334,9 333,3 336,6	330,0 341,3 255,7 249,9 308,3 344,8	113,8	3. 171,6—183,1
120,4 (110,8)			

s — zweikernige.
t — anfangs-kernlose Kammer, später-kernlose Zelle.

11) *Spirogyra crassa*.

L. m n

1. 16. April 3 U. 15 M. Tages . .	94,0	85,8
2. 22. April 11 U. 55 M. Abends .	107,2(140,2)	115,5
3. 3. Mai 11 U. "	115,5(165,0)	186,4 165,0 132,0 143,3 252,5 245,5 156,7

1=1 μ. D. n 1=1 μ.

1. 163,3	m — kernlose Zelle.
3. 179,8—192,2	n — zweikernige "
117,4	
148,3 150,1 153,1 150,4 143,3 143,3 153,4	

12) *Spirogyra crassa*.

L. r

1. 16. April 4 U. 55 M. Tages . .	88,3	
2. 22. April 11 U. 35 M. Nachts .	103,9(138,8)	198,0
3. 1. Mai 11 U. 55 M. "	104,8(115,5)	163,3 160,0 308,5 280,5 282,9 259,9 249,1

p 1=1 μ. D. p 1=1 μ.

95,7	103,9	113,8	1. 161,7
235,9 252,4 253,3 245,8 249,1 243,4 272,2 266,5 268,9 272,2			3. 163,3—169,9
17. Mai 179,0—183,1			

r — kernlose Zelle.
p — zweikernige "

25. Mai. Die Zelle p hat mehr als 168 Nachkommzellen gebildet.

13) *Spirogyra crassa*.

L. a

1. 16. April 4 U. 55 M. Tages . . .		
2. 22. April 11 U. 59 M. Nachts . . .	162,5	92,4
3. 1. Mai 11 U. 55 M. "	213,7 189,7 174,0 183,1 167,5 163,3 163,3 173,2 156,7	

b 1=1 μ.										D. a 1=1 μ.	
										1.	163,3
										3.	176,3—183,1
150,1	152,6	163,8	166,6	171,6	156,7	179,8	117,1	(156,7)		11. Mai 11 U. 30 M. N.	179,8—204,6
										19. Mai 10 U. 40 M. A.	183,9—224,1

a — zweikernige Zelle.
b — kernlose

19. Mai 10 U. 40 M. Abends. b ist schon abgestorben.
25. Mai. a hat mehr als 721 Nachkommzellen gebildet.

14) Spirogyra crassa. L. S T 1=1 μ. D. S 1=1 μ.											
										1.	166,6
										3.	179,8—193,0
										4.	179,8—214,5

S — zweikernige Zelle.
T — kernlose Kammer.

15) Spirogyra crassa. L. M N 1=1 μ.											
										1.	165,8
										2.	179,8—184,8
										3.	189,7—202,9

M — kernlose Zelle.
N — zweikernige

27. Mai 4 U. 40 M. Tages M ist schon abgestorben.

16) Spirogyra crassa. L. a b 1=1 μ.											
										1.	163,3
										2.	173,2—181,5
										24. Juni 10 U. 35 M. M.	173,2—234,3

a — kernlose Zelle.
b — zweikernige

24. Juni. a ist schon abgestorben.

17) Spirogyra crassa. L. A B T												
										1.	160,0	160,0
										2.	166,6—168,2	174,9—196,3

A — kernlose Kammer.
T — Zelle.
B, S — zweikernige Zellen.

18) Spirogyra crassa. L. s t 1=1 μ.											
										1.	163,3
										2.	165,0—166,6

1. s — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.
t — kernlose Zelle.
2. In jeder Zelle s befindet sich je ein einfacher grosser Kern.

19) Spirogyra crassa. L. c d 1=1 μ.											
										1.	163,3
										2.	173,2—174,9

c — kernlose Zelle.
d — zweikernige

20) Spirogyra crassa. L. a 1=1 μ.											
										1.	163,3
										2.	179,8—186,4
										26. Juni 11 U. 15 M. M.	188,1—206,2

a — zweikernige,
b — kernlose Kammer.

26. Juni 11 U. 15 M. M.
b ist schon abgestorben.

21) *Spirogyra crassa*.

L.	A	B
1. 1. Juni 5 U. 55 M. Tages .	66 ₀	70 ₉
2. 15. Juni 10 U. 10 M. Abends	I 202 ₉ 193 ₀ 181 ₃ 186 ₄ 202 ₉ 196 ₃ 201 ₃ 216 ₂ 242 ₅	
→	1 = 1 μ.	D. B 1 = 1 μ.
		1. 163 ₃
		2. 184 ₈ —188 ₁
		26. Juni 186 ₄ —207 ₉
		A — anfangs kernlose Kammer, später kernlose Zelle. B — zweikernige.

22) *Spirogyra crassa*.

L.	M	N 1 = 1 μ.	D.	M 1 = 1 μ.
1. 29. Juni 12 U. 15 M. Tages . . .	97 ₃	90 ₇	1.	166 ₆
2. 4. Juli 9 U. 45 M. Abends . . .	202 ₉ 202 ₉ 100 ₆ (141 ₉)		2.	169 ₉ —169 ₉
	M — zweikernige Zelle. N — kernlose			

23) *Spirogyra crassa*.

L.	a	b	c	d	e
1. 29. Juni 12 U. 45 M. Tages	100 ₆	96 ₃	99 ₈		
2. 4. Juli 10 U. 15 M. Abends	182 ₃	166 ₆	120 ₄	196 ₃	193 ₀
3. 10. Juli 10 U. 13 M. Morgens	212 ₈ 164 ₂ 272 ₂ 127 ₀ 199 ₆ 183 ₁ 186 ₄ 179 ₈				
→	f	a	b 1 = 1 μ.	D.	c e b 1 = 1 μ.
	99 ₀	100 ₆	103 ₉	1.	161 ₇ 161 ₇ 161 ₇
	103 ₉ (136 ₉)	114 ₇ (146 ₈)	173 ₂ 186 ₄	2.	163 ₃ —163 ₃ 163 ₃ —165 ₈ 166 ₆ —166 ₆
	107 ₂ (94 ₀)			3.	165 ₀ —166 ₆ 168 ₃ —171 ₆
	c, e, b — zweikernige Zellen. d — kernlose Kammer. f, a — kernlose Zellen.				

24) *Spirogyra crassa*.

L.	M	N 1 = 1 μ.
1. 29. Juni 2 U. 10 M. Tages . . .	99 ₀	95 ₇
2. 4. Juli 11 U. Abends	160 ₉	103 ₉ (145 ₂)
3. 10. Juli 2 U. 10 M. Tages . . .	191 ₄ 193 ₀ 193 ₀ 200 ₃ 173 ₂ 174 ₁ 280 ₅	I
	D. M 1 = 1 μ.	M — zweikernige Zelle. N — kernlose "
	1. 160 ₀	
	2. 163 ₃ —163 ₃	
	3. 173 ₂ —176 ₅	

25) *Spirogyra crassa*.

L.	k	l 1 = 1 μ.	
1. 29. Juni 2 U. 35 M. Tages .	99 ₈	100 ₄	k — kernlose Zelle. l — mit einem grossen zu- sammengesetzten Kern.
2. 5. Juli 9 U. 35 M. Abends .	107 ₂ (144 ₄) 232 ₈ 240 ₁		

26) *Spirogyra crassa*.

L.	a			
1. 29. Juni 3 U. 35 M. Tages	103 ₉			
2. 5. Juli 9 U. 10 M. Abends	156 ₇ 158 ₄ 150 ₁			
3. 9. Juli 10 U. "	247 ₅ 255 ₇ 242 ₅ 248 ₉ 211 ₂ 209 ₃			
→	b	s	t 1 = 1 μ.	
	101 ₅ 101 ₅ (100 ₆) 99 ₀	I	240 ₉ 165 ₀ 169 ₉ 169 ₉	a, t — zweikernige Zellen. b, s — kernlose Zel- len.
	156 ₇ 108 ₉ (148 ₃)			
	233 ₅ 226 ₀ 111 ₄ (100 ₆)			

27) *Spirogyra crassa*.

L.	a	b 1 = 1 μ.	
1. 29. Juni 7 U. Abends	128 ₇	117 ₁ (131 ₂)	a — zweikernige Zelle. b — kernlose "
2. 6. Juli 10 U. Morgens	189 ₇ 193 ₀ 199 ₅ 183 ₁ 125 ₄ (160 ₀)		

28) *Spirogyra crassa*.

L.					
1. 15. Juli 10 U. 55 M. Morgens					
2. 22. Juli 9 U. 45 M. Abends	189 ₇	182 ₃			
3. 3. August 11 U. 25 M. "	232 ₆ 250 ₈ 248 ₉ 255 ₇ 247 ₃ 247 ₃ 219 ₄				
→	s	t 1 = 1 μ.	D.	s 1 = 1 μ.	
	86 ₆	80 ₈	1.	165 ₀	
	176 ₅	188 ₉	94 ₀ (123 ₇)	2.	167 ₅ —169 ₁
	224 ₄ 224 ₄ 222 ₇ 222 ₇ 232 ₆ 247 ₃ 249 ₁ 249 ₁ 249 ₁ 94 ₀ (59 ₄)		3.	176 ₅ —176 ₅	
	s — mit einem grossen einfachen Kern. t — kernlose Zelle.				

29) *Spirogyra crassa*.

L.	k	
1. 15. Juli 12 U. Tages	84 ₁	
2. 22. Juli 9 U. 10 M. Abends	99 ₈ (137 ₈)	189 ₇
3. 3. August 10 U. 45 M. "	98 ₂ (61 ₀) 333 ₃ 308 ₅ 311 ₀ 328 ₅ 325 ₀ 301 ₅ 308 ₅ 309 ₄	

l															
											84 ₁				
188 ₉												196 ₃			
311 ₈	315 ₁₁	311 ₁₀	287 ₁₁	322 ₆	305 ₂	301 ₉	288 ₇	339 ₉	297 ₈	282 ₁₁	301 ₉	318 ₄	308 ₃	285 ₁₁	300 ₄

1 = 1 μ.														
D. l 1 = 1 μ.														
1. 161 ₁₇														
2. 169 ₉ —169 ₉ k — kernlose Zelle.														
3. 179 ₃₈ —189 ₇ l — zweikernige "														

30) *Spirogyra crassa.* L. s

1 = 1 μ.														
1. 15. Juli 1 U. 12 M. Tages														
2. 22. Juli 8 U. 45 M. Abends														
3. 5. August 3 U. 23 M. Tages														

t														
1 = 1 μ.														
D. t 1 = 1 μ.														
1. 165 ₀ s — anfangs kernlose														
2. 176 ₃ —176 ₃ Kammer, später-														
3. 184 ₃ —196 ₃ kernlose Zelle.														
t — zweikernige.														

31) *Spirogyra crassa.* L.

1 = 1 μ.														
1. 15. Juli 3 U. 25 M. Tages														
2. 23. Juli 10 U. 50 M. Abends														
3. 5. August 11 U. 50 M. Morgens														

a															
1 = 1 μ.															
* *** 110 ₅															
191 ₁₁	240 ₉	245 ₁₀	473 ₃	478 ₃	263 ₂	270 ₆	282 ₁₀	286 ₃	273 ₉	282 ₁₁	275 ₃	278 ₈	273 ₉	278 ₀	275 ₅
198 ₀				207 ₉				202 ₃				194 ₇			

c 1 = 1 μ.														
189 ₇														
101 ₅ (107 ₂)														
107 ₂ (80 ₀)														
277 ₂	259 ₀	265 ₆	247 ₁₅	244 ₂	I									

a — zweikernige Zelle.
c — kernlose "

* — einkernige Zelle.
*** — dreikernige "

a			1 = 1 μ.
166 ₆			
**	*	***	
173 ₂ —174 ₁	173 ₂	173 ₂	* — einkernige Zellen. ** — zweikernige " *** — dreikernige "
178 ₂ —184 ₈	169 ₁ —173 ₂	202 ₉ —216 ₁	

32) *Spirogyra crassa.* L. B A 1 = 1 μ.

1. 15. Juli 3 U. 50 M. Tages		64 ₃	67 ₆							
2. 26. Juli 11 U. 5 M. Abends		99 ₀	239 ₂	237 ₆	241 ₇	235 ₉	243 ₄	245 ₈	234 ₃	234 ₃
3. 4. August 10 U. 50 M. "		114 ₇								

D. A 1 = 1 μ.					
1. 163 ₃			1. B — kernlose Kammer.		
2. 166 ₆ —169 ₉			A — mit einem grossen zusam-		
3. 169 ₉ —176 ₃			gesetzten Kern.		
10. August 10 U. 12 M. M.			2. In jeder Zelle A befindet sich je ein		
169 ₉ —179 ₈			einfacher grosser Kern.		
10. August 10 U. 12 M. M.			10. August 10 U. 12 M. M. B — ist schon		
169 ₉ —179 ₈			abgestorben.		
10. August. A — 66 Zellen.			4. August. A — 66 Zellen.		
10. August. A — 134 "			10. August. A — 134 "		

33) *Spirogyra crassa.* L. s t 1 = 1 μ.

1. 15. Juli 3 U. 50 M. Tages		70 ₁	75 ₉								
2. 26. Juli 10 U. 15 M. Abends		119 ₆	222 ₇	232 ₆	245 ₃	240 ₁	249 ₉	249 ₉	278 ₀	132 ₃	133 ₆
3. 4. August 9 U. 45 M. "		127 ₀									
4. 15. August 10 U. 50 M. "		133 ₆									

D. t 1 = 1 μ.					
1. 165 ₀			s — kernlose Kammer.		
2. 166 ₆ —174 ₉			t — zweikernige.		
3. 166 ₆ —189 ₇			4. August. t — 64 Zellen.		

34) *Spirogyra crassa.* L.

1 = 1 μ.											
1. 15. Juli 3 U. 50 M. Tages											
2. 26. Juli 10 U. 40 M. Abends											
3. 5. August 10 U. 35 M. Morgens											

C																
83,3																
235,1				231,8				212,0				221,9				215,3
245,8	268,9	259,9	268,1	241,7	262,3	259,9	252,3	242,5	459,0	514,8	282,1	272,2	524,7	259,0	268,9	

D 1=1 μ.				D. C 1=1 μ.							
70,9				165,0							
219,4		80,8 (85,8)		173,2—178,2				C — zweikernige Zelle. D — kernlose "			
504,9 448,8 I											

35) *Spirogyra crassa*.

L.													
1. 15. Juli 3 U. 57 M. Tages													
2. 22. Juli 10 U. 30 M. Abends 160,7													
3. 5. August 10 U. 43 M. Morgens 180,7 169,0 326,7 316,8 313,5 313,3 318,4 304,4													

a															
61,0															
161,7															
160,0															
320,1	288,7	286,3	297,0	297,0	325,0	320,1	305,2	301,9	316,8	301,9	296,2	292,0	298,6	287,1	311,0

b 1=1 μ.				D. a 1=1 μ.			
56,1				163,3			
157,6				68,3			
315,1 315,1 302,8 292,0 295,3 302,8 301,9 249,1 251,6				I			
315,1 315,1 302,8 292,0 295,3 302,8 301,9 249,1 251,6				I			

a — mit einem grossen einfachen Kern.
b — anfangs-kernlose Kammer, später-kernlose Zelle.

36) *Spirogyra crassa*.

L. c d 1=1 μ.													
1. 15. Juli 3 U. 57 M. Tages													
2. 22. Juli 11 U. 5 M. Abends													
3. 4. August 9 U. 12 M. "													

D. d 1=1 μ.				c — kernlose Zelle. d — zweikernige "			
165,0				179,0—185,6			

37) *Spirogyra crassa*.

L. c d 1=1 μ.													
1. 17. Juli 11 U. 5 M. Morgens													
2. 28. Juli 10 U. Abends													

D. d 1=1 μ.				c — kernlose Zelle. d — zweikernige "			
165,0				186,4—189,7			
186,4—189,7				186,4—191,4			

38) *Spirogyra crassa*.

L. l k 1=1 μ.														D. l 1=1 μ.	
1. 29. Juli 3 U. 45 M. Tages														1. 169,9	
2. 9. August 9 U. 30 M. Morg.														2. 170,8—173,2	

l — mit einem grossen einfachen Kern.
k — kernlose Zelle.

39) *Spirogyra crassa*.

L. a m 1=1 μ.														a — kernlose Zelle. m — mit einem grossen zusammengesetzten Kern.	
1. 29. Juli 4 U. 55 M. Tages															
2. 9. August 9 U. 45 M. Morg.															

40) *Spirogyra crassa*.

L. m n 1=1 μ.														D. n 1=1 μ.	
1. 29. Juli 9 U. 10 M. Abends														1. 169,9	
2. 9. August 10 U. 12 M. Morgens														2. 174,9—174,9	

m — kernlose Zelle.
n — zweikernige "

41) *Spirogyra crassa*.

L. m													
1. 4. August 11 U. 15 M. Abends													
2. 15. August 9 U. 25 M. "													

m n 1=1 μ.															
207,9															
136,9															
193,0	196,3	169,9	183,1	190,0	193,0	173,2	188,1	193,0	194,7	173,2	176,3	249,1	249,1	239,2	150,1

D. m 1=1 μ.				m — zweikernige. n — kernlose Kammer.			
165,0—165,3				169,1—181,5			

42) *Spirogyra species?* L. α y $1=1 \mu$. D. α $1=1 \mu$.

1. 12. August 5 U. 35 M. Tages

180 ₆	164 ₄
428 ₂	391 ₀ 173 ₂ (202 ₉)

1. 121 ₃
2. 127 ₉ —130 ₃

2. 22. August 11 U. 35 M. Morg.

α — mit einem grossen einfachen Kern.
 y — kernlose Zelle.

43) *Spirogyra species?* L. a b $1=1 \mu$. D. a $1=1 \mu$.

1. 13. August 10 U. 45 M. Morg.

179 ₉	141 ₁ (123 ₇)
287 ₉	272 ₂ 150 ₉ (169 ₁)

1. 113 ₈
2. 120 ₄ —122 ₁

2. 22. August 8 U. 28 M. Abends

a — zweikernige Zelle.
 b — kernlose

44) *Spirogyra species?* L. s t $1=1 \mu$.

1. 13. August 11 U. 5 M. Morgens . .

169 ₉	151 ₈ (148 ₃)
509 ₈	158 ₄ (181 ₃)

s — zweikernige Zelle.
 t — kernlose

2. 22. August 7 U. 50 M. Abends . .

45) *Spirogyra species?* L. A B $1=1 \mu$. D. A $1=1 \mu$.

1. 13. August 12 U. 25 M. Tag.

162 ₅	132 ₀ (115 ₉)
288 ₇	266 ₅ 141 ₉ (169 ₉)

1. 119 ₆
2. 124 ₆ —127 ₉

2. 22. August 5 U. 25 M. "

A — zweikernige Zelle.
 B — kernlose

46) *Spirogyra species?* L. M P $1=1 \mu$. D. M $1=1 \mu$.

1. 13. August 4 U. 40 M. Tag.

239 ₂	183 ₉
300 ₄	321 ₇ 278 ₈ 308 ₅ 196 ₃ (222 ₇)

1. 125 ₄
2. 130 ₃ —135 ₈

2. 22. August 10 U. 50 M. Morg.

M — mit einem grossen einfachen Kern.
 P — kernlose Zelle.

47) *Spirogyra species?* L. M N $1=1 \mu$. D. M $1=1 \mu$.

1. 13. August 5 U. 18 M. Tag.

156 ₇	151 ₈ (136 ₉)
259 ₀	232 ₆ 226 ₀ 239 ₂ 166 ₆ (189 ₇)

1. 127 ₀
2. 149 ₃ —151 ₈

2. 22. August 9 U. 45 M. Morg.

M — mit einem grossen einfachen Kern.
 N — kernlose Zelle.

48) *Spirogyra species?* L. C D E \rightarrow

1. 13. August 8 U. 25 M. Abends . . .

160 ₀ (140 ₂)	193 ₀	...	166 ₆ (148 ₃)
178 ₂ (198 ₈)	260 ₇	267 ₃	...
...	178 ₂ (199 ₆)

2. 22. August 9 U. 25 M. " . . .

\rightarrow F G H $1=1 \mu$.

222 ₇	...	169 ₉ (160 ₀)	202 ₉
299 ₃	305 ₂	...	176 ₅ (202 ₉)
...	...	294 ₃	318 ₄

C, E, G — kernlose Zellen.
 D, H — mit einem grossen einfachen Kern.
 F — zweikernige Zelle.

49) *Spirogyra species?* L. s t $1=1 \mu$. D. t $1=1 \mu$.

1. 13. August 10 U. 25 M. Abends

137 ₈ (120 ₄)	191 ₄
149 ₃ (169 ₉)	346 ₂ 343 ₇

1. 125 ₄
133 ₆ —133 ₆

2. 22. August 8 U. 50 M. "

s — kernlose Zelle.
 t — zweikernige

Tabelle XXVII.

Kultur unter blauvioletter Glocke.

1894.

1) *Spirogyra majuscula*. L.

<i>g</i>	<i>d</i> 1=1 μ .
169 ₉ (160 ₀)	297 ₀
×	326 ₇
×	400 ₉
×	455 ₁

g — kernlose Zelle.
d — zweikernige „

2) *Spirogyra species?* L.

<i>A</i>	<i>B</i> 1=1 μ .
308 ₅	234 ₃ (224 ₀)
363 ₀	222 ₇ (191 ₇)
455 ₁	×

 D.

<i>A</i> 1=1 μ .
1. 82 ₅
2. 84 ₉

A — mit einem grossen einfachen Kern.
B — kernlose Zelle.

1897.

3) *Spirogyra crassa*. L.

<i>B</i>	<i>A</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>H</i>	<i>G</i>
90 ₇	84 ₉ ...	83 ₃	84 ₉ ...	84 ₉	87 ₁
111 ₁	151 ₈ ...	89 ₁ (49 ₃)	168 ₃ ...	97 ₃	151 ₈

 1=1 μ .
B, H — kernlose Kammern.
A, C, G — zweikernige.
D — kernlose Zelle.

4) *Spirogyra crassa*. L.

<i>E</i>	<i>F</i> 1=1 μ .
91 ₂	104 ₀
162 ₁	107 ₂

E — zweikernige.
F — kernlose Kammer.

5) *Spirogyra crassa*. L.

<i>a</i>	<i>b</i> 1=1 μ .
96 ₀	87 ₂
112 ₈ (150 ₁)	220 ₈ 209 ₆

a — kernlose Zelle.
b — zweikernige „

6) *Spirogyra crassa*. L.

<i>K</i>	<i>L</i>	1=1 μ .
86 ₆	89 ₁	
100 ₆ (141 ₉)	156 ₇	
103 ₉ (150 ₁)	160 ₀	173 ₂
I	226 ₀ 252 ₁ 242 ₅ 384 ₁ 381 ₁ 422 ₁ 419 ₉	372 ₉

 D.

<i>L</i> 1=1 μ .
1. 163 ₃
4. 186 ₁ —206 ₂

K — kernlose Zelle.
L — zweikernige „

7) *Spirogyra crassa*. L.

<i>y</i>	<i>x</i> 1=1 μ .
113 ₀	103 ₁
125 ₁ (168 ₃)	160 ₉
127 ₀ (161 ₇)	152 ₅ 156 ₇
I	733 ₁ 697 ₁

 D.

<i>x</i> 1=1 μ .
1. 160 ₀
4. 189 ₇ 206 ₂

y — kernlose Zelle.
x — zweikernige „

8) *Spirogyra crassa*. L.

<i>g</i>	<i>d</i> 1=1 μ .
107 ₂	94 ₀
120 ₁ (158 ₁)	123 ₇ 130 ₃
I	424 ₀ 336 ₆ 339 ₉ 255 ₇ 250 ₈ 226 ₀ 249 ₁

 s

<i>s</i> 1=1 μ .
... 97 ₃ 106 ₁
... 117 ₁ 117 ₁ 123 ₇ (165 ₀)
... I

 D.

<i>s</i> 1=1 μ .
1. 158 ₁
3. 179 ₀ —202 ₉

g, t — kernlose Zellen.
d, s — zweikernige „

9) *Spirogyra crassa*. L.

<i>R</i>	<i>S</i> 1=1 μ .
107 ₂	103 ₉
209 ₃	113 ₈ (151 ₈)

R — zweikernige Zelle.
S — kernlose „

10) *Spirogyra crassa*. L.

<i>A</i>	<i>B</i> 1=1 μ .
66 ₉	64 ₃
189 ₇	153 ₁ 80 ₀

 D.

<i>A</i> 1=1 μ .
1. 160 ₉
2. 162 ₁₂ 162 ₃

A — zweikernige.
B — kernlose Kammer.

11) *Spirogyra crassa*. L. M N 1=1 µ.

1. 29. Mai 5 U. 5 M. Tages	108,9	99,0 (103,9)
2. 9. Juni 10 U. Abends	202,9	199,6
3. 25. Juni 11 U. 5 M. Morgens	315,1 313,5 321,7 328,3	330,0 325,0 346,3 351,1

D. M 1=1 µ.

1.	159,2
2.	166,6—167,5
3.	186,4—198,0

M — zweikernige Zelle.
N — kernlose

12) *Spirogyra crassa*. L. A B C »

1. 29. Mai 9 U. 45 M. Morgens	64,4	57,6	...	68,0
2. 9. Juni 10 U. 40 M. Abends	75,2 (115,2)	123,2 127,2 123,2 126,4	...	78,4 161,6

» D 1=1 µ.

63,2
161,6 134,4 128,0

D. B D 1=1 µ.

1.	160,9	160,9
2.	167,5—169,9	166,6—166,6
25. Juni	166,6—202,1	

A — kernlose Zelle.
C — „ Kammer.
B, D — zweikernige.

25. Juni. A ist schon abgestorben.

13) *Spirogyra majuscula*. L. m n 1=1 µ. D. m 1=1 µ.

1. 1. Juni 11 U. 5 M. Morgens	107,2	89,1	1. 75,9
2. 16. Juni 9 U. 15 M. Abends	443,8	99,0 (115,3)	2. 78,4

m — mit einem grossen einfachen Kern.
n — kernlose Zelle.

14) *Spirogyra crassa*. L. C D 1=1 µ. D. C 1=1 µ.

1. 1. Juni 2 U. 53 M. Tag.	67,6	70,1	1. 161,7
2. 25. Juni 12 U. „	384,6 196,3 214,3	190,6 191,4 231,0	I 2. 163,8—198,8

C — zweikernige.
D — anfangs-kernlose Kammer, später-kernlose Zelle.

15) *Spirogyra crassa*. L. M N »

1. 1. Juni 4 U. 45 M. Tages	70,9	67,6	
2. 18. Juni 10 U. 15 M. Abends	77,3	278,8	292,0
3. 25. Juni 2 U. 50 M. Tages	I 181,3	156,7 141,9 169,9	164,2 189,7 179,8

» s t 1=1 µ. D. N s 1=1 µ.

...	72,6	68,5	1. 166,6	167,5
...	153,1 140,2 140,2 143,5	80,8 (95,7)	2. 176,5—176,5	181,5—181,5
...			3. 186,4—210,4	

M — anfangs-kernlose Kammer, später-kernlose Zelle.
N, s — zweikernige.
t — kernlose Zelle.

16) *Spirogyra crassa*. L. s t 1=1 µ.

1. 1. Juni 5 U. 5 M. Tages	60,2	68,5
2. 18. Juni 10 U. 45 M. Abends	67,6	113,8 94,0 196,3
3. 25. Juni 3 U. 35 M. Tages	I	194,7 240,9 259,0 153,4 165,0

D. t 1=1 µ.

1.	164,2
2.	216,9 226,3
3.	217,8 245,0 245,8 239,2 229,9
	162,5 229,3 231,0 237,6 233,5 165,0

s — anfangs-kernlose Kammer, später-kernlose Zelle.
t — zweikernige.

17) *Spirogyra crassa*. L. S T 1=1 µ. D. S 1=1 µ.

1. 29. Juni 2 U. 20 M. Tag.	102,3	99,0	1. 160,0
2. 6. Juli 10 U. 25 M. Ab.	202,9	108,1 (148,5)	2. 163,3

S — zweikernige Zelle.
T — kernlose

18) *Spirogyra crassa*. L. s t 1=1 µ. D. s 1=1 µ.

1. 29. Juni 3 U. Tages	100,6	92,4	1. 160,0
2. 7. Juli 10 U. 45 M. Abends	222,7	212,8 103,9 (140,2)	2. 168,3—169,9
3. 14. Juli 9 U. 30 M. Morgens	169,9 166,6 232,6	I	3. 173,2—181,5

s — zweikernige Zelle.
t — kernlose

19) *Spirogyra crassa*. L. a b C D A B 1=1 µ.

1. 29. Juni 4 U. 10 M. Tag.	97,3	94,9	103,9	99,0 (98,6)	100,6	94,0
2. 7. Juli 9 U. 55 M. Ab.	209,5	110,5	181,5	×	216,1	103,8
3. 14. Juli 10 U. 15 M. Morg.	182,3	174,9 165,8 169,9	110,5	...		

A, a, C — zweikernige.
b, B — kernlose Kammer.
D — kernlose Zelle.

18. Juli. b ist schon abgestorben.

1.	158,4
3.	169,9—173,2

20) *Spirogyra crassa*. L. a c $l=1 \mu$. D. a $l=1 \mu$.

1. 29. Juni 5 U. 30 M. Tag.	110 _{,5} 107 _{,2}	1. 156 _{,7}	a — zweikernige Zelle. c — kernlose "
2. 8. Juli 9 U. 35 M. Ab.	202 _{,9} 113 _{,8} (138 _{,6})	2. 160 _{,0}	

21) *Spirogyra crassa*. L. z l $l=1 \mu$. D. z $l=1 \mu$.

1. 15. Juli 12 U. 20 M. Tages	80 _{,8} 82 _{,3}	1. 165 _{,3}
2. 6. August 9 U. Abends	229 _{,8} 222 _{,7} 219 _{,4} 216 _{,9} 92 _{,1}	2. 171 _{,6} —176 _{,3}

z — mit einem grossen einfachen Kern.
 l — kernlose Kammer.

22) *Spirogyra crassa*. L. K L $l=1 \mu$. D. K $l=1 \mu$.

1. 15. Juli 12 U. 55 M. Tages	81 _{,7} 78 _{,4}	1. 167 _{,5}	K — zweikernige. L — kernlose Kammer.
2. 31. Juli 9 U. 20 M. Abends	163 _{,3} 146 _{,8} 122 _{,9}	2. 181 _{,5} 176 _{,3}	
3. 7. August 10 U. 15 M. Morg.	230 _{,2} 195 _{,3} 127 _{,0}	3. 184 _{,8} 181 _{,5}	

23) *Spirogyra crassa*. L. A B $l=1 \mu$. D. B $l=1 \mu$.

1. 15. Juli 2 U. 15 M. Tag.	62 _{,7} 61 _{,0}	1. 166 _{,6}
2. 1. Aug. 9 U. 35 M. Ab.	71 _{,8} (76 _{,7}) 252 _{,1}	3. 176 _{,5} 176 _{,3}
3. 6. Aug. 11 U. 10 M. "	70 _{,1} (19 _{,8}) 209 _{,5} 216 _{,1}	4. 176 _{,3} 181 _{,5} 181 _{,5} 182 _{,3}
4. 15. Aug. 10 U. 55 M. Morg.	I 226 _{,0} 219 _{,1} 238 _{,4} 294 _{,3}	A — kernlose Zelle. B — zweikernige "

24) *Spirogyra crassa*. L. A B $l=1 \mu$.

1. 17. Juli 11 U. 40 M. Morgens	70 _{,9} 67 _{,6} (68 _{,9})
2. 1. Aug. 10 U. 25 M. Abends	222 _{,7} 269 _{,5} 204 _{,6} 249 _{,1} I
3. 8. Aug. 10 U. 17 M. Morgens	227 _{,7} 219 _{,4} 206 _{,2} 211 _{,2} 197 _{,2} 202 _{,1} 272 _{,2} I

D. A $l=1 \mu$.

1. 166 _{,6}
2. 181 _{,5} —186 _{,4}
3. 180 _{,7} —188 _{,9}

A — mit einem grossen einfachen Kern.
 B — kernlose Zelle.

25) *Spirogyra crassa*. L. a b c d $l=1 \mu$. D. b d $l=1 \mu$.

1. 29. Juli 4 U. Tages	94 _{,9} (98 _{,7}) 92 _{,4} 90 _{,7} 90 _{,7}	1. 169 _{,9} 169 _{,1}
2. 15. August 1 U. 25 M. "	I 285 _{,1} 103 _{,9} (75 _{,9}) 295 _{,3}	2. 175 _{,7} 173 _{,2}

a, c — kernlose Zellen.
 b — mit einem grossen einfachen Kern.
 d — zweikernige.

Tabelle XXVIII.

Kultur unter rothgelber Glocke.

Gewöhnliche Zellen.

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrösserung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
1894.		
1) 1. 15. Juli 3 U. 30 M. Tages	1	1
2. 28. Juli 1 U. 15 M. "	13 _{,21}	15 _{,30}
3. 1. August 11 U. M. Morgens	28 _{,90}	32 _{,00}
2) 1. 20. Juli 9 U. 45 M. Morgens		
2. 26. Juli 10 U. 30 M. "	4 _{,08}	4 _{,00}
3) 1. 2. August 11 U. 48 M. Abends		
2. 9. August 11 U. 10 M. "	2 _{,12}	2 _{,66}
3. 19. August 11 U. 35 M. "	3 _{,81}	2 _{,66}
4) 1. 4. August 10 U. 41 M. Abends		
2. 13. August 7 U. 46 M. "	4 _{,41}	4 _{,00}
5) 1. 14. August 9 U. 29 M. Abends		
2. 21. August 10 U. 5 M. "	3 _{,08}	4 _{,00}
1897.		
6) 1. 20. März 12 U. 20 M. Tages	1	1
2. 26. März 10 U. 20 M. Abends	1 _{,14}	1 _{,23}
7) 1. 16. April 12 U. 39 M. Tages		
2. 21. April 11 U. 20 M. Abends	1 _{,94}	2 _{,00}
3. 1. Mai 11 U. Abends	7 _{,66}	7 _{,30}
8) 1. 16. April 1 U. Tages		
2. 21. April 11 U. 40 M. Abends	2 _{,18}	2 _{,15}
3. 1. Mai 10 U. 23 M. "	5 _{,97}	5 _{,27}

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
9) 1. 16. April 1 U. 50 M. Tages . . .	1	1
2. 21. April 11 U. 55 M. Nachts . . .	1,87	3,12
3. 2. Mai 10 U. 15 M. Morgens . . .	4,82	13,00
10) 1. 16. April 2 U. 10 M. Tages . . .	1	1
2. 22. April 11 U. 55 M. Nachts . . .	3,89	4,00
3. 2. Mai 10 U. 5 M. Abends . . .	47,85	31,50
11) 1. 16. April 2 U. 25 M. Tages . . .	1	1
2. 22. April 11 U. 15 M. Abends . . .	3,04	5,33
3. 2. Mai 11 U. 25 M. „ . . .	30,28	30,00
12) 1. 16. April 2 U. 35 M. Tages . . .	1	1
2. 22. April 11 U. 25 M. Abends . . .	3,15	4,16
3. 2. Mai 11 U. 35 M. „ . . .	37,87	42,66
13) 1. 16. April 3 U. Tages	1	1
2. 22. April 11 U. 43 M. Abends . . .	3,13	4,00
3. 3. Mai 10 U. 35 M. „ . . .	40,10	32,00
14) 1. 16. April 3 U. 15 M. Tages . . .	1	1
2. 22. April 11 U. 55 M. Abends . . .	2,56	2,85
3. 3. Mai 11 U. Abends	26,82	21,33
15) 1. 16. April 4 U. 55 M. Tages . . .	1	1
2. 22. April 11 U. 55 M. Nachts . . .	3,84	4,00
3. 1. Mai 11 U. 55 M. „ . . .	29,57	24,00
16) 1. 1. Juni 12 U. 25 M. Tages . . .	1	1
2. 12. Juni 11 U. 15 M. Abends . . .	12,19	10,00
17) 1. 1. Juni 1 U. Tages	1	1
2. 12. Juni 9 U. 50 M. Abends . . .	26,14	22,00

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
18) 1. 1. Juni 2 U. 40 M. Tages . . .	1	1
2. 14. Juni 11 U. 15 M. Abends . . .	7,67	8,00
19) 1. 1. Juni 4 U. 20 M. Tages . . .	1	1
2. 14. Juni 10 U. 5 M. Abends . . .	27,15	20,06
20) 1. 1. Juni 4 U. 20 M. Tages . . .	1	1
2. 14. Juni 10 U. 45 M. Abends . . .	16,15	7,06
21) 1. 1. Juni 5 U. 40 M. Tages . . .	1	1
2. 15. Juni 11 U. 10 M. Abends . . .	29,29	16,00
22) 1. 1. Juni 5 U. 55 M. Tages . . .	1	1
2. 15. Juni 10 U. 10 M. Abends . . .	67,10	41,50
23) 1. 29. Juni 12 U. 15 M. Tages . . .	1	1
2. 4. Juli 9 U. 45 M. Abends . . .	3,96	4,20
24) 1. 29. Juni 12 U. 45 M. Tages . . .	1	1
2. 4. Juli 10 U. 15 M. Abends . . .	4,15	4,00
3. 10. Juli 10 U. 13 M. Morgens . . .	8,50	6,50
25) 1. 29. Juni 2 U. 10 M. Tages . . .	1	1
2. 4. Juli 11 U. Abends	3,19	2,10
3. 10. Juli 2 U. 10 M. Tages . . .	14,35	8,80
26) 1. 29. Juni 2 U. 35 M. Tages	1	1
2. 5. Juli 9 U. 35 M. Abends . . .	4,78	8,00
27) 1. 29. Juni 3 U. 35 M. Tages . . .	1	1
2. 5. Juli 9 U. 10 M. Abends . . .	6,63	11,50
3. 9. Juli 10 U. Abends	21,00	31,00

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
28) 1. 29. Juni 4 U. 50 M. Tages . . .	1	1
2. 5. Juli 10 U. 10 M. Abends . . .	5,13	8,00
3. 10. Juli 12 U. 55 M. Tages . . .	22,96	32,00
29) 1. 29. Juni 7 U. Abends	1	1
2. 6. Juli 10 U. Morgens	4,48	4,00
30) 1. 15. Juli 10 U. 55 M. Morgens . .	1	1
2. 22. Juli 9 U. 45 M. Abends . . .	8,05	9,36
3. 3. August 11 U. 25 M. „ . . .	42,76	16,00
31) 1. 15. Juli 12 U. Tages	1	1
2. 22. Juli 9 U. 10 M. Abends . . .	7,73	4,25
32) 1. 15. Juli 1 U. 12 M. Tages	1	1
2. 22. Juli 8 U. 45 M. Abends . . .	6,82	6,40
33) 1. 15. Juli 2 U. 45 M. Tages	1	1
2. 23. Juli 9 U. 50 M. Abends . . .	9,62	10,16
3. 5. August 2 U. 5 M. Tages . . .	47,39	21,66
34) 1. 15. Juli 3 U. 25 M. Tages . . .	1	1
2. 23. Juli 10 U. 50 M. Abends . . .	12,47	8,00
3. 5. August 11 U. 50 M. Morgens .	65,83	16,00
35) 1. 15. Juli 3 U. 50 M. Tages . . .	1	1
2. 26. Juli 11 U. 5 M. Abends . . .	21,00	13,25
36) 1. 15. Juli 3 U. 50 M. Tages . . .	1	1
2. 26. Juli 10 U. 15 M. Abends . . .	18,13	9,00

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
37) 1. 15. Juli 3 U. 50 M. Tages . . .	1	1
2. 26. Juli 10 U. 40 M. Abends . . .	20,06	9,50
3. 5. August 10 U. 35 M. Morgens .	84,65	32,00
38) 1. 15. Juli 3 U. 57 M. Tages . . .	1	1
2. 22. Juli 10 U. 30 M. Abends . . .	8,95	4,00
3. 5. August 10 U. 43 M. Morgens .	119,32	46,00
39) 1. 15. Juli 3 U. 57 M. Tages . . .	1	1
2. 22. Juli 11 U. 5 M. Abends . . .	6,75	4,00
3. 4. August 9 U. 12 M. „ . . .	40,64	9,50
40) 1. 17. Juli 11 U. 5 M. Morgens . . .	1	1
2. 28. Juli 10 U. Abends	13,15	9,66
41) 1. 17. Juli 11 U. 48 M. Morgens . .	1	1
2. 28. Juli 9 U. 35 M. Abends . . .	18,29	17,00
3. 5. August 10 U. 12 M. Morgens .	58,32	41,50
42) 1. 29. Juli 3 U. 45 M. Tages	1	1
2. 9. August 9 U. 30 M. Morgens . .	4,89	4,00
43) 1. 29. Juli 4 U. 55 M. Tages	1	1
2. 9. August 9 U. 45 M. Morgens . .	4,28	3,00
44) 1. 4. August 11 U. 15 M. Abends .	1	1
2. 15. August 9 U. 25 M. „ .	12,06	14,75
45) 1. 13. August 10 U. 45 M. Morgens .	1	1
2. 22. August 8 U. 28 M. Abends .	3,03	2,00
46) 1. 13. August 12 U. 25 M. Tages . .	1	1
2. 22. August 5 U. 25 M. „ . .	3,10	2,00

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
47) 1. 13. August 5 U. 18 M. Tages . .	1	1
2. 22. August 9 U. 45 M. Morgens . .	6,96	4,50
48) 1. 13. August 8 U. 25 M. Abends . .	1	1
2. 22. August 9 U. 25 M. „ . .	2,33	2,66
49) 1. 13. August 10 U. 25 M. Abends . .	1	1
2. 22. August 8 U. 50 M. „ . .	3,32	3,75

Tabelle XXIX.
Kultur unter blauvioletter Glocke.
Gewöhnliche Zellen.

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
1894.		
1) 1. 4. August 9 U. 57 M. Morgens . .	1	1
2. 10. August 11 U. 6 M. Abends . .	1,05	1
3. 19. August 10 U. 40 M. „ . .	1,51	1
4. 30. August 8 U. 26 M. „ . .	1,56	1
2) 1. 4. August 10 U. 25 M. Morgens . .	1	1
2. 12. August 8 U. Abends	1,17	1
3. 21. August 6 U. 59 M. Abends . .	1,37	1
1897.		
3) 1. 20. März 1 U. 7 M. Tages	1	1
2. 5. April 9 U. 30 M. Abends	2,06	1,12
4) 1. 16. April 10 U. 5 M. Morgens	1	1
2. 21. April 10 U. 30 M. Abends	2,03	2,18
5) 1. 16. April 11 U. Morgens	1	1
2. 21. April 10 U. 15 M. Abends	1,75	1,60
3. 30. April 10 U. 18 M. „	3,51	3,00
6) 1. 16. April 11 U. 30 M. Morgens	1	1
2. 21. April 11 U. 14 M. Abends	1,47	1
3. 29. April 11 U. „	3,68	3,20
7) 1. 16. April 12 U. 5 M.	1	1
2. 22. April 10 U. 45 M. Abends	2,37	2,18

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
8) 1. 16. April 3 U. 45 M. Tages . . .	1	1
2. 22. April 10 U. 12 M. Abends . .	2,11	2,11
3. 10. Mai 10 U. 45 M. „ . .	21,92	19,00
9) 1. 16. April 4 U. 5 M. Tages	1	1
2. 22. April 9 U. 45 M. Abends . .	1,89	2,00
10) 1. 29. Mai 11 U. 5 M. Morgens . . .	1	1
2. 10. Juni 9 U. 35 M. „ . . .	5,22	2,00
11) 1. 29. Mai 5 U. 5 M. Tages	1	1
2. 9. Juni 10 U. Abends	3,25	2,28
12) 1. 29. Mai 9 U. 45 M. Morgens . . .	1	1
2. 9. Juni 10 U. 40 M. Abends . .	8,06	8,00
13) 1. 1. Juni 11 U. 5 M. Morgens . .	1	1
2. 16. Juni 9 U. 15 M. Abends . .	4,50	2,00
14) 1. 1. Juni 4 U. 45 M. Tages . . .	1	1
2. 18. Juni 10 U. 15 M. Abends . . .	7,90	3,20
15) 1. 1. Juni 5 U. 5 M. Tages . . .	1	1
2. 18. Juni 10 U. 45 M. Abends . . .	4,51	2,66
3. 25. Juni 3 U. 35 M. Tages	15,99	10,33
16) 1. 29. Juni 1 U. 55 M. Tages . . .	1	1
2. 7. Juli 10 U. 11 M. Abends . . .	2,83	3,54
3. 14. Juli 10 U. 45 M. Morgens . . .	6,66	10,44
17) 1. 29. Juni 2 U. 20 M. Tages . . .	1	1
2. 6. Juli 10 U. 25 M. Abends . . .	2,03	1,09

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Vergrößerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
18) 1. 29. Juni 3 U. Tages	1	1
2. 7. Juli 10 U. 45 M. Abends	4,06	3,00
19) 1. 29. Juni 4 U. 10 M. Tages . . .	1	1
2. 7. Juli 9 U. 55 M. Abends	2,11	1,50
3. 14. Juli 10 U. 15 M. Morgens . . .	6,22	6,12
20) 1. 29. Juni 5 U. Tages	1	1
2. 8. Juli 10 U. Abends	2,69	4,00
3. 13. Juli 10 U. 30 M. Morgens . . .	5,55	8,00
21) 1. 29. Juni 5 U. 30 M. Tages	1	1
2. 8. Juli 9 U. 35 M. Abends	1,90	1,66
22) 1. 15. Juli 12 U. 20 M. Tages . . .	1	1
2. 6. August 9 U. Abends	10,66	7,87
23) 1. 15. Juli 12 U. 55 M. Tages . . .	1	1
2. 31. Juli 9 U. 20 M. Abends	3,25	1,83
3. 7. August 10 U. 15 M. Morgens . .	4,47	3,33
24) 1. 15. Juli 2 U. 15 M. Tages	1	1
2. 1. August 9 U. 35 M. Abends . . .	5,67	2,00
3. 6. August 11 U. 10 M. „	10,12	4,00
4. 15. August 10 U. 55 M. Morgens . .	24,21	8,00
25) 1. 15. Juli 3 U. Tages	1	1
2. 31. Juli 9 U. 55 M. Abends	13,19	8,00
3. 7. August 10 U. 50 M. Morgens . .	23,89	9,11

	Mittleres relatives Wachstum der Zellen seit der ersten Messung.	Mittlere relative Ver- größerung der Zahl der Zellen seit der ersten Messung.
26) 1. 17. Juli 11 U. 40 M. Morgens . .	1	1
2. 1. August 10 U. 25 M. Abends .	10,89	6,14
3. 8. August 10 U. 17 M. Morgens .	21,10	11,07
27) 1. 17. Juli 10 U. 43 M. Morgens . .	1	1
2. 1. August 10 U. 50 M. Abends .	4,78	2,50
3. 7. August 9 U. Abends	10,12	9,00
28) 1. 29. Juli 10 U. 5 M. Morgens . . .	1	1
2. 14. August 9 U. 55 M. Abends . .	7,69	8,00
3. 24. August 10 U. Morgens	19,11	15,83