

# Neue Probleme der Physiologie der Pflanzenzelle.

Von Ernst Küster (Gießen).

Die moderne botanische Zellenforschung hatte einen Höhepunkt, eine Blüteperiode erreicht, als Strasburger und seine Schule das allgemeine Interesse auf die Struktur der Pflanzenzelle, insbesondere ihrer lebendigen Bestandteile lenkten, auf den Bau des Zellkerns und die vielgestaltigen Veränderungen, die der Kern und seine Teile bei der Zellenvermehrung durchmachen.

Der gewaltige Aufwand von Arbeit, welche sehr viele ausgezeichnete Forscher jahraus jahrein der Morphologie der Zelle gewidmet haben, hat einen kaum übersehbaren Schatz von Kenntnissen angehäuft und hat gar viele Fragen einer endgültigen Erledigung nahe gebracht; zahlreiche andere freilich bedürfen trotz aller ihnen gewidmeten Forschermühe dringend noch weiterer Klärung, und viele andere vollends hat erst die jüngste Vergangenheit den Zellen- und Kernmorphologen neu gestellt. Noch immer dürftig ist z. B. die Einsicht zu nennen, die uns in die pathologische Morphologie des Zytoplasmas, des Zellkerns und der anderen Bestandteile der Zelle beschieden ist.

Trotz solcher Fülle der Aufgaben, vor die sich die Zellenmorphologie auch für die Zukunft gestellt sieht, bleibt der Eindruck unverwischt, daß jene Forschungsrichtung zum mindesten insofern ihren Höhepunkt überschritten hat, als das Interesse der Zeit sich nicht mehr in demselben Maße ihr zuwendet, wie vor einigen Jahrzehnten. Wenn in den letzten Jahren als ein neuer Zweig der zellenmorphologischen Forschung die den Chondriosomen zugewandte Arbeitsrichtung sich entwickelt hat, so haben wir es bei ihr zwar mit sehr umfangreichen Arbeitsleistungen zu tun; doch darf ihr Wert wohl nicht durchweg als unumstritten betrachtet werden, und die Aufschlüsse, die sie gebracht — und die Aussichten auf neue Probleme, die sie erschlossen haben, geben ihnen den Charakter eines Nachtrags zu dem, was eine aus dem Vollen schöpfende Zellenmorphologie vergangener

Jahre zu leisten vermocht hat. Wo aber in jüngster Zeit die Zellen- und Kernforschung mit ihren morphologischen Bemühungen neue Bahnen und ungeteiltes Interesse fand, handelt es sich wohl zumeist um Fragen, welche, wie z. B. die der Vererbungslehre und Geschlechtsbestimmung, ebenso sehr der Physiologie der Zelle wie ihrer Morphologie gelten.

Daß auch die rein morphologisch orientierte Zellenforschung noch viele bedeutungsvolle Fragen finden und lösen wird, ist gewiß; aber nicht minder gewiß ist, daß die physiologische Forschungsrichtung diejenige ist, die sich vor ihrem Arbeitsgebiet noch immer wie vor einem kaum jemals beackerten fruchtbaren Mutterboden und von Problemen in wahrer Urwaldsfülle umgeben sieht.

\* \* \*

Man möge das soeben Gesagte nicht dahin verstehen, daß die Physiologie der Zelle ein erst in neuester Zeit erschlossenes Forschungsgebiet sei. Wollen wir ihren Anfängen nachgehen, so müssen wir bei den Leistungen der letzten und vorletzten Forschergeneration, bei Nägeli und Pringsheim, bei de Vries und Pfeffer Umschau halten. An Alter bleibt diese Forschungsrichtung hinter der Morphologie der Zelle kaum zurück; doch scheint es, daß sie weniger gealtert ist als diese, und daß sie ihre Probleme so schnell produziert und sie so reichlich regeneriert, daß sie uns so jung vorkommt, „wie am ersten Tag“; und wer sich in ihre Entwicklung und ihr Aufstreben vertieft, wird — bei aller Dankbarkeit für die Leistungen früherer Jahre und Generationen — vielleicht des Gefühls sich nicht erwehren können, daß erst jetzt der physiologischen Zellenforschungsarbeit der rechte Frühling bevorstehe, oder vielleicht gar jetzt erst es gelte, einen solchen vorzubereiten. Solche Entwicklungsfrische ist für gar manche Forschungsrichtungen bereits in Anspruch genommen worden — stets für diejenigen, die mit dem Leben und dem lebendigen Objekt sich zu befassen haben. In den Wirkungen, die von diesem ausgehen, liegt auch in der Tat das Schicksal der Zellenphysiologie begründet, und wenn unsere Generation von Zellenphysiologen in einer besonders begünstigten Lage zu sein meint, so darf sie getrost an eine solche Bevorzugung glauben und diese durch den in der Biologie längst allgemein gewordenen Triumph der experimentellen Arbeitsweise und ihrer vielseitigen Erfolge erklären — gleichzeitig durch die Fortschritte der physikalisch-chemischen Forschung, insbesondere der Kolloidchemie.

Eine Uebersicht auch nur über die wichtigsten Fragen zu geben, die der Zellenphysiologie in jüngster Zeit gestellt worden sind, kann nicht die Aufgabe der nachfolgenden Zeilen sein; sie sollen lediglich versuchen, von der Mannigfaltigkeit jener Fragestellungen eine bescheidene Vorstellung zu vermitteln. —

\* \* \*

Die Membran, deren Erforschung nach entwicklungsgeschichtlichen und morphologisch-optischen Gesichtspunkten eine Fülle geistvoller Arbeiten gezeitigt hat, und deren Mikrochemie auch in der Zukunft noch viel Forschungsarbeit in Anspruch nehmen wird, legt auch dem Zellenphysiologen viele neue Fragen nahe, nachdem Hansteen-Cranner auf den Gehalt an Phosphatiden aufmerksam gemacht hat, den die Membran mit bestimmten Schichten des lebendigen Plasmas gemeinsam hat, und nachdem erwiesen worden ist, daß die Membranen toter und lebendiger Zellen durch wichtige physikalische Eigenschaften sich unterscheiden (Klebs). Ob wir weiterhin die Membran so unbedenklich als tot werden bezeichnen dürfen, wie es bisher wohl zu geschehen pflegte, muß hiernach zweifelhaft erscheinen.

Die Beziehungen der Membran zur Protoplasma sind keineswegs damit erschöpft, daß jene das letztere allseitig umgibt, — sind vielmehr noch viel verwickelter als auch bei Entdeckung der Plasmaverbindungen oder Plasmodesmen noch scheinen konnte, welche die Plasmakörper benachbarter Zellen durch die Membran hindurch in Verbindung setzen. Der Plasmakörper ist irgendwie sehr fest und bedeutungsvoll mit der Zellwand verbunden; zwingt man ihn durch Wasserentziehung (Plasmolyse) sich von dieser zu trennen, so bleibt er zumeist noch mit ihr an zahlreichen Punkten durch ebenso viele zarte Plasmafäden verbunden (Hecht). Eine Zelle, deren Plasma von der Wand sich abgehoben und alsbald wieder an sie angelegt hat, ist physiologisch nicht mehr dieselbe wie vor dem Versuch: ihr Leben hat irgendwelche deutlich nachweisbare, aber zunächst nicht näher präzisierbare Schädigungen erfahren (Reinhardt).

Das Protoplasma der Pflanzenzelle ist eben deswegen, weil es allseits von der Membran umgeben ist und von ihr nicht ohne Schaden getrennt werden kann, vielen Hilfsmitteln des Forschers schwer zugänglich. Wir müssen lernen, auch das lebende Protoplasma intakter Zellen auf seine physikalischen Eigenschaften hin zu beurteilen. In

hohem Maße ist das bereits den Fragen der Viskosität gegenüber gelungen. Die Wirkungen, welche physikalische und chemische Agenzien auf den lebendigen Zelleninhalt haben, finden in den Aenderungen seiner Viskosität ihren Ausdruck, die wir z. B. dadurch messen, daß wir spezifisch schwerere Anteile in der Zelle sinken und fallen lassen und die Geschwindigkeit ihrer Bewegung messen (Heilbronn) — oder die wechselnden Formveränderungen beachten, die zähes und leicht flüssiges Protoplasma bei der bereits erwähnten Plasmolyse erfährt (Fr. Weber). Die Narkose pflanzlicher Zellen (Weber, Höfler) lehrt, daß anästhetische Mittel je nach der Stärke ihrer Einwirkung lebendiges Plasma bald zäher, bald leichtflüssiger machen. Von den Ionen bestimmter Metalle (Aluminium) ist bekannt, daß sie das Plasma vorübergehend zähe, ja starr machen können (Fluri, Szücs).

Diese Veränderungen des Protoplasmas sind umkehrbar: die bei der Narkose oder unter dem Einfluß wirksamer Ionen erfolgte Erstarrung des Protoplasmas kann wieder zurückgehen. In anderen Fällen sehen wir ähnliche Erstarrungen erfolgen, die anscheinend nicht reversibel, vielmehr mit einer Denaturation des Plasmas verbunden sind. Die von dem natürlichen Zusammenhalt mit der Membran gelösten Protoplasten bekommen eine Erstarrungshaut (Küster); Plasmaerstarrung als Todes symptom ist neuerdings wiederholt studiert worden (Lepeschkin).

Reversible Viskositätsänderungen und endgültige Erstarrung spielen sich an verschiedenen Teilen des Protoplasmas in verschiedener Weise ab: die Oberfläche des Protoplasmas verhält sich anders als wie tiefere Schichten — diejenigen, welche die Vakuolen umhüllen, anders als die äußeren. Untersuchungen, die im Gießener Institut angestellt werden, beschäftigen sich insbesondere mit den Erstarrungsvorgängen der Vakuolenhüllen.

\* Wir dürfen auf Grund des bisher Ermittelten annehmen, daß in einer Zelle unter dem Einfluß aller auf sie wirkenden wechselnden Außenweltsbedingungen wie bei allen Aenderungen der inneren Bedingungen die Viskosität des lebendigen Inhalts fortwährenden Aenderungen unterworfen ist. Höchstwahrscheinlich ist das gleiche ruhelose Spiel auch bei Zellkernen und Chromatophoren vorauszusetzen; bei manchen Pflanzen sind die letzteren so groß, daß die Gestaltveränderungen, die sie nach mechanischen Eingriffen erfahren, unmittelbar auf den Grad ihrer Viskosität zu schließen gestatten (Küster). —



Die Durchlässigkeit oder Permeabilität des lebendigen Plasmas für Wasser und die in ihm gelösten Stoffe und seine Impermeabilität für viele andere Verbindungen beschäftigen die Zellenphysiologen seit Jahrzehnten. Die letzten Jahre haben dem Gebiet der Permeabilitätsforschung erneuten Aufschwung gebracht, nachdem Sittig und Höfle neue Methoden gelehrt haben, nachdem die gesetzmäßigen Änderungen, welche die Permeabilität unter dem Einfluß der verschiedensten Bedingungen erfährt, erkannt worden sind und die Aufmerksamkeit der Forscher auf die wechselnde Schnelligkeit gelenkt worden ist, mit welcher jene Veränderungen vor sich gehen.

Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, daß, wie die Diskosität auch die Permeabilität der Pflanzenzellen fortwährend wechselnde Werte annimmt, auf deren Steigen und Fallen nicht nur äußere Bedingungen, wie Temperatur, Licht, Zuführung von chemischen Agenzien usw., sondern auch die inneren Faktoren, welche in der ruhenden und der sich zur Teilung anschickenden Zelle verwirklicht sind, oder wie sie mit dem Ernährungszustand der Zelle wechseln, gesetzmäßigen Einfluß haben.

Wir nennen das lebendige Protoplasma semipermeabel, weil es Wasser leicht, von den in diesem gelösten Stoffen aber viele gar nicht oder nur langsam eindringen oder permeieren läßt. Wir haben uns gewöhnt, die Semipermeabilität geradezu als Prüfzeichen des Lebens einer Zelle zu bewerten: wenn eine Zelle stirbt, so verliert sie ihre Semipermeabilität und wird permeabel schlechthin. Daß auch dieses Kennzeichen des Lebens nicht untrügllich ist, hat unlängst eine Gießener Dissertation gezeigt, indem sie nachwies, daß in zweifellos toten Zellen das Protoplasma wieder semipermeabel werden kann, wenn man es mit gerbenden Mitteln behandelt (Erich Schneider). Neue Untersuchungen des Gießener Instituts haben abermals zur Erforschung der Zustände geführt, in welchen sich Tod und Leben plasmatischer Anteile auch mit Hilfe der Permeabilitätsmessungen nicht mehr mit Sicherheit feststellen lassen.

Eine einzigartige Rolle spielen bei den der Permeabilität gewidmeten Untersuchungen die Farbstoffe: sehr viele ungiftige, wasserlösliche Farben werden von den Zellen *intra vitam* aufgenommen und oft in erstaunlicher Menge in ihnen gespeichert (Pfeffer). Die Farbstoffe haben vor allem den Vorzug, daß schon sehr geringe Mengen nach ihrem Eindringen in die Zelle von dem mikroskopierenden Beobachter

wahrgenommen werden können, so daß die Entscheidung über Eindringen und Nichteindringen ihnen gegenüber relativ leicht getroffen werden kann. Auch hier haben neue, einfache Methoden vorwärts geholfen: viele Farbstoffe, welche früher für so gut wie unaufnehmbar galten, können mit Leichtigkeit an die lebendige Zelle heran- und in sie hineingeführt werden (Küster). Die vergleichende Betrachtung derjenigen farbigen Stoffe, welche in die Zelle eindringen, und derjenigen, welche nicht einzudringen vermögen, hat zwei Theorien über den Vorgang der Stoffaufnahme gezeitigt: Overton führt ihn auf Lösungserscheinungen zurück, Ruhland auf Filtrationsvorgänge. Wir stehen hier vor einem noch lange nicht abgeschlossenen Kapitel der Zellenforschung und sehen mit wahrer Spannung der weiteren Entwicklung unserer Einsicht in jene bedeutungsvollen Vorgänge entgegen.

Im allgemeinen bedeutet vitale Färbung einer Zelle nicht anderes, als daß der Zellsaft, die tote wässerige Füllung ihres Inneren, die dargebotene Farbe aufnimmt. Die lange umstrittene Frage, ob auch Protoplasma und Zellenkerne sich vital färben können, ist neuerdings in positivem Sinne beantwortet worden; auch längst in der Laboratoriumstechnik übliche Farbstoffe färben jene Teile, ohne sie zu vergiften (Küster). Es läßt sich hoffen, daß diese neuen Methoden neue Einsichten in die Physiologie des Plasmas und der Kerne erschließen werden. —

Eine dritte Kategorie von Erscheinungen, die in der Physik der lebenden Zelle eine fast immer noch völlig unerforschte Rolle spielt, sind die der elektrischen Ladung. An ihrem Studium ist man bisher fast ganz vorbeigegangen, und noch heute ist schwer zu sagen, ob jenen Erscheinungen z. B. für die Erklärung der Vitalfärbung die Bedeutung zukommt, welche manche Forscher für sie in Anspruch zu nehmen geneigt sind. Beobachtungen, welche vor einigen Jahren im Gießener Botanischen Institut in Angriff genommen wurden, führten zu der Vermutung, daß bei den Orientierungsbewegungen, welche manche Organe der Zelle zurücklegen können, auch die Auswirkungen elektrischer Spannungen beteiligt sind (Synstrophe der Chromatophoren u. a. m.).

\* \* \*

Daß die räumliche Verteilung der Zellenbestandteile große Bedeutung für viele Aeußerungen des Zellenlebens haben kann, ist zunächst durch das Studium der Orientierungsbewegungen erkannt

worden. Haberlands Versuch, lokale Wachstumsvorgänge der Zelle auf den lokalen Einfluß des Zellkerns zurückzuführen, ist allerdings nicht ohne Widerspruch geblieben (Küster). Planmäßig die lebendigen Inhaltsstücke einer Zelle im Lumen verschieden und an ihrem aufgezwungenen Platz *intra vitam* erhalten und den Einfluß der Umgruppierung auf das Leben der Zellen untersuchen zu können, mußte schon lange der Wunsch der Zellphysiologen sein, der durch die neuen „Mikro-Manipulatoren“ der Verwirklichung nahe gebracht zu sein schien. Zwar hatte die Zentrifugenmethode eine Fülle schöner Resultate gewinnen lassen; doch blieb der Forscher bei ihr stets abhängig von der spezifischen Schwere der Zellenbestandteile als einer gegebenen Größe, und die Verlagerungen, die sich durch sie erzwingen ließen, werden überdies bald wieder durch vitalen Rücktransport der geschleuderten Zellenorgane korrigiert. —

Mit allerhand mechanischen Eingriffen — Resektionen, Injektionen, planmäßigen Verwundungen usw. — das Leben der Zelle chirurgisch zu behandeln und die natürliche Anordnung ihrer Bestandteile willkürlich zu ändern, ist eine Aufgabe, der viele Pflanzenzellen durch ihre Größe entgegenkommen. Seit Hanstein sind die Siphoneen, die einheimischen wie die der südlichen Meere, solchen Forschungszwecken mit gutem Erfolge dienstbar gemacht worden. Die Zerlegung des Protoplasten in beliebig viele Teilstücke, die Bloßlegung des Zellinhaltes, die Einführung von Fremdkörpern und viele andere Handgriffe sind an ihnen relativ leicht durchführbar. Andererseits sind Pflanzenzellen der höheren Pflanzen, überhaupt alle Zellen gewöhnlicher Größenverhältnisse für die mit mikrochirurgischen Instrumenten ausgeführten Eingriffe sehr schwer zugänglich: ihre Membran ist fest und zähe; sie zu durchstoßen gelingt den zarten „mikrurgischen“ Instrumenten (Péterfi) nur unvollkommen, so daß die Hoffnungen, die der Tierphysiologe auf die neuen Verfahren zu setzen allen Anlaß hat, für den Pflanzenphysiologen nur allzuwenig berechtigt scheinen. Zunächst bleiben wohl die alten Methoden, durch Plasmolyse den Zellenleib bei intakter Membran in zwei oder mehr lebendige Stücke zu zerlegen (Klebs, Townsend), und die Teile der lebendigen Zelle durch die Schleuderkraft zu verlagern, in ihrer bequemen Handhabung und vielseitigen Anwendbarkeit immer noch unübertroffen. —

Noch in einer anderen Beziehung ist die Membran der Pflanzenzelle ein die Ausführung vieler Experimente empfindlich störendes Hindernis — bei der Isolierung der Zellen.

Um die Leistungen der einzelnen Zelle beurteilen und die verschiedenen physiologischen Qualitäten morphologisch verschiedener Zellenarten kennen zu lernen, wird es unerlässlich sein, die Zellen aus dem festgefügtten Verbande, der den Bau des Pflanzenkörpers kennzeichnet, zu lösen und isoliert in vitro nach ähnlichen Grundsätzen zu behandeln, wie sie sich bei der Beobachtung einzelliger Lebewesen bewährt haben. Den Bemühungen, welche botanischerseits der „Pflege“ isolierter Zellen oder zarter Gewebepplatten, d. h. ihrer Lebenderhaltung in künstlichen Medien — oder gar ihrer „Züchtung“ gewidmet waren, d. h. den Versuchen, sie auf jenen Substraten zu Wachstum und Teilung zu bringen, sind bisher nur äußerst bescheidene Erfolge beschieden gewesen. In vielen Fällen setzen die Zellen höherer Pflanzen ihrer Isolierung große Schwierigkeiten entgegen und lassen sich nur unter verhängnisvollen Schädigungen ihrer Substanz voneinander trennen — und diejenigen, welche der Operation zugänglich sind und ihr standgehalten haben, enttäuschen den Forscher durch ihre Trägheit um so mehr, als die Züchtung tierischer Zellen sich zu einem hervorragend wertvollen Hilfsmittel der Physiologie und Pathologie längst hat ausbilden lassen. Immerhin hat auch die botanische Forschung bereits beachtenswerte Ergebnisse gezeitigt. Zunächst gelang der Nachweis, daß verschiedene Zellenformen auf künstlichem Substrat sich auffallend verschieden haltbar erweisen, und vor allem die Schließzellen sich durch große Widerstandsfähigkeit hervortun (Thyman). Eine Gießener Dissertation brachte ferner den Nachweis, daß Zellen, die im natürlichen Gewebezusammenhang besonders kurzlebig sind, in künstlichen Substraten das Vielfache ihres „natürlichen“ Alters erreichen können, zumal wenn sich ihr dissimilativer Stoffwechsel durch Anwendung tiefer Temperaturen stark verlangsamen läßt (Kunkel). Weitere Gießener Studien machten es wahrscheinlich, daß eine Häufung gleichartiger Zellen unter Umständen die Bedingungen für das Gedeihen der einzelnen günstiger zu machen vermag.

Die Mißerfolge der bisherigen Bemühungen dürfen uns keinesfalls entmutigen; ebensowenig dürfen sie uns zu der Meinung bringen, daß sehr vielen Arten der Pflanzenzelle die Fähigkeit zur Weiterentwicklung schlechterdings abginge und ihre „Züchtung“ unmöglich wäre (Miehe). Vielmehr sollen jene Mißerfolge nur ein Ansporn sein, neue Methoden zu erfinden und auf anderem Wege als bisher dem Ziele näherzukommen. Vielleicht sind Hansteen-Tränners schon oben erwähnte Beobachtungen über die von lebenden Zellen abgegebenen Stoffe im-



stande, uns solche Wege zu weisen. Die Tatsache, daß selbst sehr kleine Stücke von Pflanzenorganen noch zu lebhafter Zellenbildung, sogar zur Organbildung befähigt bleiben können (Re ch i n g e r), — daß die „Grenze der Teilbarkeit“ im physiologischen Sinne, wie sich im Gießener Institut zeigen ließ, noch erheblich tiefer liegt als bisher angenommen wurde (T i m m e l), und sehr dünne Gewebepplatten auch dann, wenn isolierte Zellen aus ihnen nicht zu gewinnen oder sie nicht zur Vermehrung zu bringen sind, noch Zellteilung aufweisen können, muß zur Fortsetzung jener Bemühungen ermutigen.

\* \* \*

Alles bisher Gesagte bezog sich auf Zellen von normalem Bau, d. h. auf Zellen, wie die Natur sie liefert und mit Protoplasma, Zellkern und Chromatophoren in spezifischen Verhältnissen ausstattet.

Es gelingt dem Experiment, auch Zellen von anderer, anomaler Zusammensetzung sich zu verschaffen und sie zu beobachten.

Wie man Organismen und Organen der Tiere und Pflanzen durch gewaltsame Eingriffe höchst abenteuerliche Formen und Struktureigenschaften aufnötigen kann, so gelingt es auch, Zellenmonstra zu erzeugen, wie sie die freiwaltende Natur nirgends kennt, und die sich von den normalen Zellen gleicher Artzugehörigkeit selbst in denjenigen Punkten unterscheiden, die zu ihren zuverlässigsten Kennzeichen zu gehören schienen: ich meine die kernlosen Zellen, die an Stelle der kernhaltigen — die chromatophorenfreien, die an Stelle der normal grünen entstehen können, wenn man bei der Zellteilung durch geschickte Eingriffe eine Umlagerung der Bestandteile einer Mutterzelle herbeizuführen und den einen oder anderen Bestandteil von einer der beiden Tochterzellen fernzuhalten vermag (G e r a s s i m o f f, W i s s e l i n g h) — oder diejenigen Zellen, die nach ähnlichen Eingriffen zu viel Kernsubstanz oder zu hohes Chromatophorenkapital auf ihren Lebensweg mitbekommen haben — oder die Zellenriesen, die man durch künstliche Fusion normaler Protoplasmaleiber herzustellen vermag (K ü s t e r). Auch diesen wunderlichen Zellen-Mißgeburten gegenüber steht die physiologische Forschung in mehr als einer Beziehung noch in den ersten Anfängen: die Lebensäußerungen der künstlich erzeugten Mißformen sind noch keineswegs erschöpfend untersucht worden; überdies ist die Zahl der Pflanzen, bei welchen ihre Erzeugung gelungen ist, noch sehr gering.

Der Fortschritt unserer Einsicht in das Leben kernloser Zellen und in die Tätigkeit und Ernährungsweise derjenigen, die abnormerweise ohne Chromatophoren auskommen müssen, wird uns wichtige Aufschlüsse über die Korrelationen geben, welche zwischen den Teilen einer normal ausgestatteten Zelle wie zwischen den Anteilen eines „balancierten“ Systems bestehen. Mit Spannung müssen wir dem Fortgang der an Moosen (Marchal, Wettstein) unternommenen Untersuchungen entgegensehen, durch welche die Herstellung von Pflanzen mit verdoppelter und vervielfachter Chromosomenzahl gelungen ist — und der Beantwortung der Frage, ob auf irgendeinem Wege auch bei den höheren Pflanzen sich Individuen mit so stark gesteigertem Chromosomenbesitz erzeugen lassen.

\* \* \*

Für das Gebäude, dessen Grundriß mit einigen Strichen zu kennzeichnen die vorangehenden Seiten versucht haben, hat auch das Botanische Institut zu Gießen einige Bausteine beizutragen sich bemüht; es ist dabei von der „Gießener Hochschulgesellschaft“ wiederholt durch die Zuwendung von Mitteln, die der Dervollständigung seines Instrumentariums zu dienen hatten, unterstützt worden; für diese wertvolle Hilfe sagt der Leiter des Instituts der „Gießener Hochschulgesellschaft“ seinen wärmsten Dank.

G i e ß e n , März 1927.

Veröffentlichungen des Botanischen Instituts Gießen, soweit sie Fragen  
der Zellphysiologie behandeln.

- K u n k e l, W., Ueber die Kultur von Perianthgeweben. Dissertation Gießen (Arch. f. exper. Zellforschung 1927, Bd. 3 pag. 405).
- K ü s t e r, E., Ueber Vitalfärbung an Pflanzenzellen II, III, IV (Zeitschr. f. wiss. Mikr. 1921, Bd. 38, pag. 280), dasj. V (ebenda 1926, Bd. 43, pag. 378), dasj. VI (ebenda 1927, Bd. 44, pag. 31).
- Ueber Schwellungsdeformationen bei pflanzlichen Zellkernen (Zeitschr. für wiss. Mikr. 1921, Bd. 38, pag. 350).
  - Experimentelle Physiologie der Pflanzenzelle (A b d e r h a l d e n s Handb. d. biolog. Arbeitsmeth., Abt. XI, Teil 1, 1924, pag. 961).
  - Beiträge zur Kenntnis der Plasmolyse (Protoplasma 1926, Bd. 1, pag. 73).
  - Ueber Vitalfärbung von Pflanzenzellen mit Phthaleinen (Ber. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde Gießen N. F., Naturwiss. Abt. 1926, Bd. 11), dasj. 2. Mitteilung (ebenda 1927, Bd. 11).
  - Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Chloroplasten (Protoplasma 1927, Bd. 2, pag. 65).
  - Vitalfärbung der Pflanzenzellen (P é t e r f i s Methodik der wissenschaftl. Biologie 1927, Bd. 1 — erscheint demnächst).
- L e n z, W., Protoplaststudien an Saprolegnia. Dissertation Gießen (Botan. Arch., 1924, Bd. 5, pag. 435).
- S c h n e i d e r, E r i c h, Plasmolyse als Kennzeichen lebender Zellen. Dissertation Gießen (Zeitschr. f. wiss. Mikr., 1925, Bd. 42, pag. 32).
- T i m m e l, H., Ueber die Bildung anomaler Tracheiden im Phloem. Dissertation Gießen (Flora 1927, Bd. 21 — erscheint demnächst).