Ueber mittlere Zellengrössen.[1])

Von

Erich Amelung.

A. Einleitung.

Der Verfasser ist damit vor eine Aufgabe gestellt, die ihn in ein ganz neues Gebiet führt. Wohl haben botanische Schriftsteller das Wachsthum der Zellen, ihre Beziehungen zu einander, ihre Functionen in der Pflanze festgestellt, auch sind Messungen über die Grösse der Zellen gemacht, aber letztere immer nur beiläufig und in geringer Zahl, dagegen finden wir nirgends in der Litteratur Angaben, welche Auskunft geben darüber, ob die Grösse der Zellen und die Grösse des Organs in einem gesetzmässigen und causalen Verhältnisse stehen.

Können wir nun ein solches Verhältniss nachweisen, so werden wir vor die Frage gestellt, ob die Grösse und das Wachsthum der Zelle auch Ursache der Grösse des Organs ist, oder, da wir das Causalverhältniss zwischen Zelle und Wachsthum des Organs noch nicht kennen, ob das Wachsthum des Organs das Wachsthum der Zelle bedingt.

Vergleicht man die Zahl der Zellen mit der Grösse des Organs, so muss gefolgert werden, dass aus der Zahl der Zellen in einem Organ die Grösse der Zellen bestimmt wird, wenn die Grösse des Organs bekannt ist, man kann also die Frage auch so stellen, ob zwischen dem Volumen der Organe und der Zahl ihrer Zellen gesetzliche Beziehungen bestehen.

In diesem letzteren Sinne habe ich die Frage, die ja den Zweck hat, durch zahlreiche Messungen Beziehungen zwischen dem Volumen der Zellen und dem des Organs zu finden, bearbeitet. Nach dieser

1) Preisfrage der Universität Würzburg für das Jahr 1892: „Es sind zahlreiche Messungen anzustellen, welche Auskunft darüber geben, ob und inwiefern Beziehungen zwischen dem Volumen der Zellen und dem Volumen der Pflanzenorgane bestehen?“

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00180-6

vorläufigen Bemerkung könnte man meinen, die Frage sei sehr leicht zu beantworten und ich hätte also nur einige beliebige Pflanzen zu untersuchen. Ich bin aber hier gezwungen, Einschränkungen zu machen, die ich im Folgenden darlege.

Die Zelle kann entweder die ganze Pflanze darstellen, so dass letztere eine einzellige Pflanze wäre, oder die Zelle kann eine kleine Kammer eines nach vielen Millionen zählenden Complexes von Gewebezellen sein. Zu Pflanzen der ersten Art rechnet man eine grosse Zahl niederer Algen und Pilze, die man als einzellige oder seit 15 Jahren nach der von Sachs vorgeschlagenen Nomenclatur als „nicht celluläre" Pflanzen bezeichnet. Es gehören dazu, neben mikroskopisch kleinen, auch Pflanzen von namhafter Grösse, welch letztere vorwiegend zu den Siphoneen gehören. Bei Caulerpa und Halimeda und anderen Siphoneen sehen wir blattartige Gebilde entstehen, die mehrere Centimeter lang werden können, ähnlich wie kriechende Phanerogamen und Farne zahlreiche Wurzelsysteme bilden; Pflanzen, deren Stamm sogar eine Länge von 20—30 cm erreicht, und doch ist das Ganze nur ein einziger Schlauch, der deshalb als eine einzige Zelle betrachtet wird. Im Gegensatz zu diesen, aus einer Zelle bestehenden Pflanzen ist die winzige Spore eines Penicillium ebenfalls eine Zelle, gerade so wie die nur mit den stärksten Vergrösserungen unserer Mikroskope wahrzunehmenden Bacterien ebenfalls als Zellen bezeichnet werden.

Wie oben schon gesagt, besteht eine Caulerpa bei morphologischer Differenzirung in Stamm, Blätter und Wurzeln nur aus einem einzigen Schlauch. Man hat also hier eine Pflanze, deren gesammtes Wachsthum zwar verschiedene Organe erzeugt, aber so, dass mit dem Wachsthum keine Zelltheilungen verbunden sind. Derartige Fälle müssen also von der gestellten Aufgabe gänzlich ausgeschlossen werden, weil hier eine Beziehung zwischen Zellengrösse und Grösse der Organe überhaupt nicht im Sinne der gestellten Aufgabe vorhanden ist.

Wenn in solchen Fällen überhaupt von einem Verhältniss der Zellengrösse zur Grösse der Organe die Rede sein sollte, so müsste man auf den von Sachs in neuester Zeit aufgestellten Begriff der Energiden[1]) zurückgehen, was jedoch ausserhalb der hier gestellten Aufgabe liegt.

---

1) Den Begriff der Energiden, durch den man das ganze Wesen einer Zelle von einer ganz neuen Seite kennen lernt, gebe ich am besten mit Sachs' eigenen Worten wieder. Sachs sagt:

(Flora 1892, Heft I. Physiologische Notizen von J. Sachs. Beiträge zur Zellentheorie. a) Energiden und Zellen.) „Unter einer Energide denke ich mir

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00181-2

Da sich nun in einer Caulerpa oder Halimeda viele Tausende solcher Energiden befinden, wäre es eine besondere Aufgabe, die Zahl oder das Volumen der Energiden mit dem Volumen einer derartigen Pflanze in Beziehung zu setzen.

Diese hochwichtige Frage würde jedoch eine so ausgedehnte Untersuchung verlangen, wie sie in der, durch die Preisfrage bedingten, kurzen Zeit sich nicht erreichen lässt; sie ist deshalb auch ausgeschlossen worden.

In derselben Lage befindet man sich den Mikrosporen und Makrosporen der Prothallioten und Pollenkörnern und Embryosäcken der Gymnospermen und Angiospermen gegenüber. Auch hier findet man theils winzig kleine Organe, wie die eine Energide enthaltende Mikrospore einer Prothalliote, theils sehr grosse Organe, wie die viele Energiden enthaltende Makrospore, oder den viele Tausende von Energiden enthaltenden Embryosack einer Cocosnuss. Und doch sind dies alles Zellen im älteren Sinne des Wortes, obgleich eine solche Zelle, wie bei der Cocosnuss, mehrere hundert Cubikcentimeter Inhalt haben kann.

Ausserdem ist in dem Wortlaut der Preisfrage nur von Zellen die Rede, ich habe daher nur die Zellen in meine Arbeit hineingenommen, wo eine Zelle als eine Kammer im Gewebe einer Pflanze aufzufassen ist.

Die Beziehungen dieser Kammern zur Grösse der Organe festzustellen, halte ich für den eigentlichen Sinn der Frage und in diesem Sinne habe ich sie zu beantworten gesucht.

Nach dem Vorhergesagten können also nur Gewebezellen in Betracht kommen. In hoch organisirten Pflanzen sind die verschiedensten Formen der Zellen vertreten, aber alle diese Formen zu messen, wäre

---

einen einzelnen Zellkern mit dem von ihm beherrschten Protoplasma, so zwar, dass ein Kern und das ihn umgebende Protoplasma als ein Ganzes zu denken sind und dieses Ganze ist eine organische Einheit, sowohl im morphologischen wie im physiologischen Sinne.

„Bekanntlich ist ein kleiner Klumpen Protoplasma ohne Kern nicht wachsthums- und nicht gestaltungsfähig; noch weniger ist dies ein Kern ohne Protoplasma; beide gehören zusammen und erst in ihrer Vereinigung sind sie das Elementargebilde, aus welchem sich die Organismen aufbauen.

„Den Namen Energide wähle ich, um damit die Haupteigenschaft dieses Gebildes zu bezeichnen: dass es nämlich innere Thatkraft, oder wenn man will: Lebenskraft besitzt. Wenn sich die Energide in zwei theilt, so verdoppelt sich die Lebensenergie, nachdem sich die Energide vorher durch Ernährung verstärkt hat."

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00182-8

nicht die Arbeit einiger Monate und sollte sich die Frage auf alle Gewebezellen beziehen, so würde dazu eine lange Zeit, jedenfalls mehrere Jahre erforderlich sein. Man denke nur an die verschiedenen bekannten Gewebeformen der Epidermis, des Parenchyms und der Gefässbündel, an die verschiedene Gestalt und Grösse aller dieser Zellen, so wird man zu der Ueberzeugung kommen, dass die ganze Aufgabe in verschiedene Unterabtheilungen zu zergliedern sein würde.

Es würden Messungen anzustellen sein, über die Grösse der Zellen der Fibrovasalstränge mit ihren Siebröhren, Bast und Holzzellen und Gefässen, über die Grösse der Zellen des embryonalen Gewebes, sowohl in den Vegetationspunkten, als auch im Embryo selbst, über die Zellengrösse im Endosperm, im Sklerenchym, im Cambium und andere mehr.

Bei der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit dieser Formen wird jeder, der den Bau der Pflanzen und also auch die enormen Schwierigkeiten derartiger Untersuchungen kennt, zugeben, dass es unmöglich ist, eine derartige Arbeit in wenigen Monaten auszuführen. In einem Gefässbündel, in dem die verschiedensten Zellformen und zwar im Allgemeinen sehr enge und kleine, auf einen engen Raum zusammengedrängt sind, die Zellen zu sondern und zu messen, würde jahrelange Zeit erfordern und mit Ueberwindung grosser technischer Schwierigkeiten zu kämpfen haben. Bei einem solchen Stand der Dinge habe ich mich entschlossen, nur eine Gewebeform der Untersuchung zu unterwerfen und zwar diejenige, die sich im Allgemeinen durch namhafte Grösse ihrer Zellen und einfache Gestalt derselben auszeichnet. Es ist dies das parenchymatische Gewebe der Rinde und des Markes und von den Blättern Epidermis und Mesophyll, also diejenigen Gewebeformen, welche man früher in der Botanik überhaupt unter dem Begriff des Zellgewebes, gegenüber den Fasern und Gefässen, verstand.

Den grössten Theil dieser Messungen musste ich in kurzer Zeit ausführen und zwar hauptsächlich in den Monaten April bis August, um so noch Zeit für die schriftliche Bearbeitung der Frage zu gewinnen. Die Monate Januar bis März konnte ich dagegen nicht ausnutzen, da die Gewächshauspflanzen in einem Zustand sich befinden, der, wie aus dem Folgenden hervorgeht, meiner Untersuchung die geeigneten Objecte nicht oder nur in unvollkommener Weise darbot. Der gewünschte Unterschied zwischen kleinen und grossen Organen, auf den ich vorwiegend Werth legen musste, ist durch andere störende Einflüsse zum Theil verdeckt.

Denn für mich kam es vor allen Dingen darauf an, möglichst grosse und möglichst kleine, aber morphologisch völlig gleiche Organe

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00183-3

(Blätter, Früchte, Samen, Knollen, Internodien u. s. w.) im gleichen Entwickelungszustand vergleichend zu messen. Der Werth dieser Messungen wird nämlich illusorisch und entspricht dem Sinne der Frage nicht, wenn man die Objecte nicht in genau demselben Entwickelungszustand misst. Einen solchen völlig gleichen Entwickelungszustand findet man aber nur an völlig ausgewachsenen Organen; junge und im Wachsthum befindliche Organe sind also ausgeschlossen, da deren Messungen nur eine Geschichte des Wachsthums ergeben würden.

Musste ich also auf der einen Seite, wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen, meine Arbeit einschränken, so möchte ich andererseits eine Erweiterung meiner Aufgabe für zweckmässig halten. Es sind dies Messungen, die sich auf die Preisfrage im engsten Sinne des Wortes nicht beziehen und mehr auf das physiologische Gebiet hinüberspielen, auf die ich aber durch meine Hauptarbeit ganz von selbst hingelenkt worden bin.

An die Vergleichung von morphologisch gleichen Organen derselben Pflanze schliesst sich zuerst die Vergleichung von Organen sehr nahe verwandter Pflanzen, die in eine Familie gehören und im ganzen Habitus Aehnlichkeit zeigen, an. Dann lag es nahe, etwas darüber zu erfahren, was man als die maximalen Grössen hochorganisirter Pflanzen etwa betrachten darf; gerade in dieser Hinsicht lassen sich in der Litteratur kaum brauchbare Angaben finden. Von ganz besonderem Interesse schien mir aus leicht begreiflichen Gründen die Frage, wie sich die Zellen der Wasserpflanzen zu denen der Landpflanzen verhalten, denn unwillkürlich pflegt man vorauszusetzen, dass bei gleicher Grösse der Organe die Zellen der Wasserpflanzen grösser als die der Landpflanzen seien, und dies um so mehr, als aus manchen Untersuchungen hervorgeht, dass in der That gleichartige Organe derselben Pflanzenspecies bei grösserer Wasserzufuhr auch grössere Zellen und grössere Organe bilden können. Besonders nahe liegend schien es, als ob die Zellengrössen des Pollens in Beziehung zu den Antheren und weiblichen Organen und ebenso die Grössen der Haare selbst zu der ihrer Zellen leicht wahrnehmbare Beziehungen im Sinne unserer Preisfrage darbieten müssen. Allein diese Vermuthung hat sich durch meine Untersuchung auffallender Weise nicht bestätigt.

Betreffs der Pollenkörner hätte man vermuthen dürfen, dass ihre Grösse mit der Grösse der Antheren und vielleicht auch der der Narben und Samenknospen Hand in Hand gehen würde, allein die Untersuchung zeigt, dass Pflanzen, welche durch Insekten bestäubt werden,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00184-9

im Allgemeinen grössere Pollenkörner haben, als solche, welche durch den Wind bestäubt werden.

Die Zellen der Haare bieten der Preisfrage gegenüber scheinbar ein besonders günstiges Material dar, weil man hier ohne Präparation die Dimensionen der Zellen und der ganzen Haare nach allen Richtungen hin feststellen und vergleichen kann. Die directe Untersuchung zeigt jedoch, dass Haare von gleicher Form bei ein und derselben Pflanzenspecies unter sich gewöhnlich gleich gross sind, als eine Vergleichung, wie sie oben für grosse und kleine, aber morphologisch gleiche Organe verlangt ist, von selbst fortfällt. Dazu kommt noch, dass die Haare durch die ihnen gestattete Freiheit des Raumes sich in einer weit günstigeren Lage befinden, als die dicht an einander geschlossenen Zellen des parenchymatischen Grundgewebes, die als solche nur einzelne Theile des Zellengerüstes der Pflanze darstellen und bei ihrem Wachsthum durch die sie umgebenden Gewebemassen gehindert sich dem Gesammtwachsthum des Organs unterordnen müssen, was eben bei den Haaren aus dem Grunde nicht der Fall ist.

B. Litteratur.

Sieht man sich in der botanisch-anatomischen Litteratur um, so findet man Tausende von Zellgewebebildern und in den meisten Fällen ist in der Figurenerklärung auch angegeben, nach welcher Vergrösserung die mikroskopische Abbildung hergestellt ist. Es handelt sich jedoch hier nur um einen Sprachgebrauch, der sich in der Litteratur eingebürgert hat, denn die angegebene Vergrösserungszahl besagt nicht, dass das betreffende Bild genau so viel mal dem betreffenden Object gegenüber vergrössert ist, sondern nur, dass das Bild bei der betreffenden Vergrösserung in beliebiger Grösse gezeichnet wurde. Entsprächen die den Abbildungen beigesetzten Vergrösserungszahlen der Wirklichkeit, so könnte man leicht durch einfaches Nachmessen mit Zirkel und Maassstab die wirkliche Grösse der Zellen bestimmen und man hätte nur noch nöthig, die Grösse des Organs selbst zu kennen, allein von dieser letzteren ist niemals die Rede, ebenso wenig wie die Zellenzeichnung selbst der angegebenen Vergrösserungszahl entspricht, und aus diesem Grunde ist das grosse litterarische Material für meinen Zweck leider nicht zu brauchen. Es bleiben nur noch die wenigen Angaben übrig, welche verschiedene Schriftsteller ausdrücklich in ihren Werken über die wirkliche Grösse der Zellen gemacht haben. Die meisten, wenn auch

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00185-5

nicht gerade unserem Zweck genau entsprechenden, Angaben findet man noch in den Monographien über niedere Algen und Pilze, da bei manchen derselben die Grösse zur Bestimmung der Species nöthig ist, oder sonst ein wissenschaftliches oder praktisches Interesse darbietet. Dagegen ist die blosse Angabe über Grösse von Gewebezellen im Sinne unserer Preisfrage, bei der es sich ja überhaupt nicht um Zellengrösse als solche, sondern um Beziehungen der Zellengrössen zu der Grösse der Organe handelt, in der Litteratur kaum anzutreffen.

Sehen wir ab von dem strengen Sinne unserer Preisfrage, so kann ich allenfalls betreffs der Zellengrösse bei Pflanzen auf einige Angaben von Mohl und Sanio hinweisen, was ich jedoch nur der Vollständigkeit halber thue, weil diese Angaben mit unserer Preisfrage eigentlich und streng genommen nichts zu thun haben. Mohl[1]) sagt in seiner bekannten Abhandlung: „Die vegetabilische Zelle“ (Handwörterbuch der Physiologie 1851) über die Grösse der Zellen Folgendes:

„So wichtig auch für manche specielle, besonders auf die Entwickelungsgeschichte sich beziehende Untersuchungen eine genaue Grössenbestimmung einzelner Elementarorgane ist, so hat doch im Allgemeinen die Kenntniss von der Grösse der Zellen nur einen sehr untergeordneten Werth und dieses um so mehr, da nicht bloss die Zellen des gleichen Organs bei verschiedenen Pflanzen in Hinsicht auf ihre Grösse ausserordentlich grosse Verschiedenheiten zeigen, sondern auch die neben einander liegenden Zellen ein und desselben Organs in ihren Dimensionen nicht selten beträchtig von einander abweichen. Von den ersteren gewähren die Pollenkörner ein sehr auffallendes Beispiel; es besitzen dieselben zwar bei jeder Pflanzenart ziemlich constante Dimensionen, dagegen wechselt ihr Durchmesser von $^1/_{300}'''$ (z. B. bei Myosotis) bis zu $^1/_{15}'''$ und darüber (bei Cucurbita, Strelitzia u. s. w.). Die Zellen desselben Organs sind unter einander leicht um das Doppelte und Dreifache ihrer Grösse verschieden.

„Den Durchmesser der Parenchymzellen können wir im Allgemeinen etwa $^1/_{20}$—$^1/_{100}'''$ annehmen; es fällt dagegen in einzelnen Fällen (z. B. bei den Sporen mancher Pilze bei den Hefezellen) auf weniger als $^1/_{500}'''$ herab und steigt in anderen Fällen, z. B. saftigen Früchten, im Marke des Hollunders u. s. w. auf $^1/_{10}'''$ und darüber, so dass in solchen Fällen die einzelnen Zellen dem Auge wohl sichtbar sind, was im Allgemeinen nicht der Fall ist.

---

1) Mohl, Die vegetabilische Zelle.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00186-1

„Mit dieser geringen Grösse der Mehrzahl der Parenchymzellen bilden die Dimensionen vieler gestreckter Zellen einen auffallenden Contrast, indem zwar der Durchmesser derselben gewöhnlich beträchtlich kleiner als der Durchmesser der Parenchymzellen ist, dagegen die Längenausdehnung oft sehr beträchtig ist. In Beziehung auf die Mehrzahl der gestreckten Zellen, namentlich der prosenchymatosen Zellen des Holzes und Bastes der meisten Pflanzen, würde man sich zwar sehr täuschen, wenn man aus der faserigen Struktur dieser Organe auf eine bedeutende Länge der sie zusammensetzenden Zellen schliessen würde, dagegen kommen doch auch Fälle vor, in welchen einzelne Zellen eine überraschend grosse Längenausdehnung zeigen. Die prosenchymatosen Zellen des Holzes zeigen im Allgemeinen nur eine Länge von $^1/_3$—1 Linie und überschreiten diese letztere Dimension nur selten; ungefähr gleiche Länge erreichen wohl im Allgemeinen die Bastzellen, doch kommen sie in einzelnen Fällen auch von weit bedeutenderer Länge vor, so fand ich sie in einer Palme (einer Species von Astrocaryum) 1‴, 6 bis 2‴, 6 lang. Um ein beträchtiges länger, aber schwer zu messen, da man über Anfang und Ende einer Zelle häufig ungewiss ist, sind die Bastzellen von Flachs und Hanf. Eine sehr beträchtige Länge zeigen ferner manche aus einfachen Zellen gebildete Haare, vorzugsweise die Baumwolle, deren längste Fäden aber doch nicht über 1—2 Zoll steigen. Am auffallendsten durch ihr starkes Längenwachsthum sind unter den Zellen höherer Pflanzen die Pollenkörner, deren in die Griffel eindringenden fadenförmigen Auswüchse bei den mit langen Griffeln versehenen Pflanzen, wie Mirabilis longiflora, Cactus grandiflorus u. s. w. die Länge von drei und mehr Zoll erreichen.

„Die auffallendsten Beispiele von grossen Zellen finden sich in der Familie der Algen, bei manchen einzelligen Algen, wie bei Vaucheria, Bryopsis und vorzugsweise Chara, bei deren grösseren Arten die grossen, die Internodien des Stammes bildenden Zellen die Länge von mehreren Zollen und einen Durchmesser von $^1/_3$‴ und darüber erreichen.

Eine noch viel reichere Angaben über Zellengrössen bietende Abhandlung ist die von Dr. C. Sanio: „Ueber die Grösse der Holzzellen in der gemeinen Kiefer“. Diese sehr verdienstlichen und mit grösster Sorgfalt bearbeiteten Messungen haben leider zu der gestellten Frage keine Beziehungen, da der Zweck von Sanio's Arbeit ein anderer ist. Dennoch erlaube ich mir das Wichtigste aus dieser durch die Genauigkeit der Messungen ausgezeichneten Arbeit an-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00187-7

zuführen, schon desshalb, weil sich hier zeigt, um wie viel Sanio's Arbeit für uns werthvoller sein würde, wenn Sanio bei seinen Messungen eine der unserigen ähnliche Frage behandelt hätte. Trotz dieser Verschiedenheit der Aufgaben, um die es sich hier handelt, halte ich es doch für zweckmässig, etwas näher auf Sanio's Messungen einzugehen, weil es sich eben um Zellengrössen handelt.

Ich führe hier folgende Sätze und Zahlen der oben erwähnten Abhandlung (im achten Band der Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik erschienen, S. 401 u. f.) an:

„1. Die Holzzellen nehmen in den Stamm- und Asttheilen überall von innen nach aussen durch eine Anzahl von Jahresringen hindurch zu, bis eine bestimmte Grösse erreicht ist, welche dann für die folgenden Jahresringe constant bleibt.

„2. Die endliche constante Grösse der Holzzellen ändert sich im Stamm in der Weise ab, dass sie stetig von unten nach oben zunimmt, in bestimmter Höhe ihr Maximum erreicht und dann nach dem Wipfel zu wieder abnimmt.

„3. Die endliche Grösse der Holzzellen in den Aesten ist geringer als im Stamm, hängt aber von diesem in der Weise ab, dass diejenigen Aeste, welche in solcher Stammhöhe entspringen, in der die Holzzellen grösser sind, auch grössere Zellen haben als die Aeste, welche an solchen Stammhöhen entspringen, an denen die constante Zellengrösse eine geringere ist.

„4. Auch in den Aesten nimmt die constante Grösse in den äusseren Jahresringen nach der Spitze zu, um dann wieder zu fallen. Bei dem unregelmässigen, knorrigen Wachsen der Wipeläste kommen indess Unregelmässigkeiten vor; so beobachtete ich bei dem einen Aste, den ich durch eine beträchtige Länge hindurch näher untersuchte, ein zweimaliges Steigen und Fallen."

Specielle Messungen Sanio's. (Die Ausdrücke „M. Br." und „M. L." bedeuten mittlere Breite und mittlere Länge.)

I. Zweijährige Pflanze.

Einjähriger Trieb:

M. Br. 0,011 mm M. L. 0,75 mm.

Zweijähriger Trieb. Erster Jahresring:

M. Br. 0,01 mm.

II. Sechsjährige Pflanze.

1. Sechster einjähriger Jahrestrieb:

M. Br. 0,013 mm M. L. 0,75 mm.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00188-3

2. Fünfter zweijähriger Jahrestrieb. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,012 mm M. L. 0,78 mm.
3. Vierter dreijähriger Jahrestrieb. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,012 mm M. L. 0,69 mm.
4. Dritter vierjähriger Jahrestrieb. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,011 mm.
5. Zweiter fünfjähriger Jahrestrieb. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,011 mm M. L. 0,55 mm.
6. Erster sechsjähriger Trieb. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,01 mm.
7. Wurzel. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,013 mm.

III. 110jähriger Hochstamm.

1. 21jährige Scheibe aus dem Wipfel. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,016 mm M. L. 0,78 mm.
2. 35jährige Scheibe aus dem Wipfel über den dicken Aesten der Krone. Erster Jahersring:
   M. Br. 0,016 mm M. L. 0,8 mm.
3. 72jährige Scheibe aus dem Zopfende des Stammes, 36 Fuss über dem Boden, mindestens 10 Fuss unter der Krone. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,017 mm M. L. 0,95 mm.
4. 105jährige Stammscheibe kurz über dem Boden. Erster Jahresring:
   M. Br. 0,011 mm.

IV. Die Aeste.

1. Wipfelast 52 Fuss über dem Boden entspringend.
   a) Basis mit 55 Jahresringen. Erster Jahresring:
      M. Br. 0,015 mm M. L. 0,91 mm.
   b) Circa 6 Fuss von der Basis mit 46 Jahresringen. Erster Jahresring:
      M. L. 1 mm.

C. Methode der Messungen.

Nachdem ich die Preisfrage in solcher Gestalt zum Theil eingeengt, zum Theil aber auch erweitert habe, wie es im Laufe meiner Untersuchung sich als nothwendig herausstellte, wird es nunmehr nöthig sein zu sagen, in welcher Weise ich die Messungen ausgeführt habe.

Es kam mir vor allen Dingen, wie schon oben erwähnt, darauf an, die Objecte genau in demselben Entwickelungszustand vergleichend

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00189-1

zu messen. Zu diesem Zweck suchte ich mir Blätter, Internodien, überwinterte Knollen, Früchte, Samenkörner u. s. w. mit grofser Sorgfalt aus und zwar in der Art, dafs ich, bei morphogisch völliger gleicher Beschaffenheit der Organe, sehr grosse und sehr kleine Exemplare mit einander vergleichen konnte. Es wurde z. B. ein Rheumblatt, dessen Mittelrippe eine Länge von 750 mm hatte, mit einem solchen von 125 mm Länge verglichen, also ein Grössenunterschied wie 6:1. Im anderen Falle eine Kartoffelknolle von 250 ccm mit einer solchen von 5 ccm, also ein Grössenunterschied wie 50:1.

Von den so ausgesuchten Exemplaren wurden nun an correspondirenden Stellen sehr dünne Längs- oder Querschnitte gemacht, welche in den beiden Fällen den Symmetrieverhältnissen des Organs genau entsprachen. Zur Untersuchung wurden die Schnitte in Wasser oder Glycerin eingebettet, in manchen Fällen zur besseren Sichtbarmachung auch gefärbt, auf ein Objectivmikrometer gelegt und nun gezählt, wie viel Zellen auf eine bestimmte Maasseinheit, gewöhnlich ein Millimeter, gingen. Die Schnitte wurden so gelegt, dass der Maassstab bei den verschiedenen Objecten wieder correspondirend lag, da auf diese Weise die Volumina der zu vergleichenden Zellen, die unter sich gleiche Form haben, aus den correspondirenden Durchmessern von selbst zu erschliessen sind. Es wurden die Zellen von 10 verschiedenen Schnitten des grossen und ebenso vielen Schnitten des kleinen Organs auf einer gleichen Zahl von Mikrometerstrichen gezählt und die jedesmal gefundene Zahl der Zellen notirt. (Es sind dies in den Tabellen diejenigen Zahlen, welche auf die jedesmaligen Grössenbestimmungen folgen). Diese Zahlen wurden nun summirt durch die Zahl der einzelnen Beobachtungen getheilt und so die mittlere Grösse der beobachteten Zellen festgestellt und diese Mittelzahl als das Resultat der Messungen für das betreffende Object betrachtet. Die Messungen sind nicht in den drei Richtungen des Raumes ausgeführt, da dieses in den meisten Fällen aus technischen Gründen schlechterdings unmöglich ist. Nach dem Satz, bei ähnlichen Körpern von ähnlicher Gestalt verhalten sich die Volumina derselben wie die einzelnen correspondirenden Dimensionen, kann also aus den linearen Messungen auf die Volumina der Zellen geschlossen werden, da ich immer nur ähnliche Zellen in ähnlichen Organen nach gleichen symmetrischen Dimensionen gemessen habe. Die Nothwendigkeit, Mittelzahlen aus sehr vielen Einzelbeobachtungen zu gewinnen, ist gerade bei dieser Aufgabe nicht zu umgehen und erst durch diese Mittelzahlen fand ich bestätigt, was ich trotz der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00190-4

Schwierigkeit der Messungen und der unvermeidlichen Beobachtungsfehler als das Hauptresultat meiner Arbeit ansehe:

Dass nämlich bei morphologisch gleichen Pflanzentheilen trotz der ausserordentlichen Grössenunterschiede doch die mittleren Zellengrössen dieselben bleiben. Oder anders ausgedrückt, die Grösse der Organe hängt nicht von der Grösse der Zellen ab, oder je nachdem man das Causalverhältniss zwischen Wachsthum und Zelltheilung auffasst, die Zahl der Zellen hängt von der Grösse des Organs ab.

Nach den dargelegten Grundsätzen habe ich im Laufe der Monate April bis August ca. 1200 Einzelmessungen gemacht. In welcher Weise ich durch diese zahlreichen Messungen zu dem eben genannten wichtigen Resultat gelangt bin, wird aus den folgenden kleinen Tabellen hervorgehen; ich habe jeder derselben, die sich auf je eine Species und je ein Organ beziehen, eine besondere Erklärung vorangestellt, die zum Verständniss genügen wird.

D. Tabellen.

A. Organe derselben Pflanze. — B. Organe verschiedener Pflanzen derselben Species. — C. Pflanzen aus derselben Familie. — D. Wasser- und Landpflanzen. — C. Maximale Zellengrössen. — F. Haare. — G. Pollen.

A. Organe derselben Pflanzen.

Es sind Organe von ursprünglich völlig gleicher Beschaffenheit aber beträchtigem Grössenunterschied.

Buxus sempervirens.

Es wurden Querschnitte durch vorjährige Blätter gemacht und das Pallisadenparenchym gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 34 mm	Länge 10 mm
Breite 17 mm	Breite 6 mm.
Auf 1 mm kommen Zellen:	
68. 67. 71. 70. 72	72. 69. 66. 71. 71
67. 72. 65. 67. 72	69. 75. 68. 70. 67.
Mittelzahl für 1 mm:	
69,7 Zellen	69,8 Zellen.
Also Durchmesser einer Zelle:	
0,01434 mm	0,01434 mm.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00191-0

Vitis vinifera.

Es wurden Querschnitte durch das Holz eines kräftig entwickelten und eines schwach entwickelten Sprosses gemacht.

Kräftiger Spross	Schwacher Spross
Gesammtdurchmesser:	
6 mm	3,5 mm
Durchmesser des Markes:	
4 mm	2,5 mm.
Es bleiben also für Holz:	
2 mm	1 mm.
Auf 1 mm kommen Zellen:	
65. 62. 67. 62. 61	62. 58. 68. 63. 68
62. 63. 61. 63. 63	60. 66. 62. 64. 61.
Mittelzahl für 1 mm:	
69,2 Zellen	63,2 Zellen.
Also Durchmesser einer Zelle:	
0,015 mm	0,015 mm.

Selaginella Krausiana.

Es wurden Querschnitte durch Blätter gemacht und die Zellen der Epidermis gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 5 mm	Länge 2 mm
Breite 2 mm	Breite 1,5 mm.
Auf 1 mm kommer Zellen:	
40. 40. 41. 42. 38	41. 44. 45. 40. 40
41. 42. 40. 38. 40	41. 40. 43. 42. 41.
Mittelzahl für 1 mm:	
40,3 Zellen	41,6 Zellen.
Also Durchmesser einer Zelle:	
0,0248 mm	0,024 mm.

Prunus Lauro-Cerasus.

Es wurden Querschnitte durch vorjährige Blätter gemacht und das Pallisadenparenchym gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 143 mm	Länge 51 mm
Breite 52 mm	Breite 19 mm.
Auf 1 mm kommen Zellen:	
50. 50. 51. 53. 52	47. 46. 45. 47. 46
48. 50. 50. 49. 48	48. 48. 45. 48. 47.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00192-6

Mittelzahl für 1 mm:

50,1 Zellen	46,7 Zellen.

Also Durchmesser einer Zelle:

0,0199 mm	0,021 mm.

Passiflora quadrangularis.

Es wurden Querschnitte durch Blätter gemacht und das Pallisadenparenchym gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 190 mm	Länge 73 mm
Breite 120 mm	Breite 52 mm

Auf 1 mm kommen Zellen:

60. 55. 55. 53. 53	54. 57. 58. 58. 54
56. 55. 55. 53. 55	53. 54. 56. 52. 55.

Mittelzahl für 1 mm:

55,3 Zellen	56,1 Zellen.

Also Durchmesser einer Zelle:

0,018 mm	0,0178 mm.

Nymphaea alba.

Es wurden Querschnitte durch diesjährige Blätter gemacht und und das Pallisadenparenchym gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 230 mm	Länge 95 mm
Breite 230 mm	Breite 95 mm.

Auf 1 mm kommen Zellen:

66. 56. 59. 60. 62	63. 59. 62. 56. 64
60. 58. 57. 58. 64	59. 56. 63. 60. 57.

Mittelzahl für 1 mm:

60 Zellen	59,9 Zellen.

Also Durchmesser einer Zelle:

0,0166 mm	0,0166 mm.

Ficus macrocarpa.

Es wurden Querschnitte durch alte Blätter gemacht und die Epidermiszellen gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 255 mm	Länge 100 mm
Breite 111 mm	Breite 60 mm.

Auf 1 mm kommen Zellen:

27. 25. 24. 26. 26	25. 25. 25. 27. 27
24. 25. 23. 26. 27	26. 25. 26. 25. 25.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00193-2

Mittelzahl für 1 mm:

25,3 Zellen 25,6 Zellen.

Also Grösse einer Zelle:

0,0395 mm 0,039 mm.

Aristolochia Sipho.

Es wurden Querschnitte durch die Blätter gemacht und die Zellen der Epidermis gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 200 mm	Länge 45 mm
Breite 230 mm	Breite 40 mm
Auf 1 mm kommen Zellen:	
35. 39. 36. 35. 37.	39. 38. 39. 36. 38.
38. 39. 37. 38. 37.	36. 38. 39. 38. 37.
Mittelzahl für 1 mm:	
37,8 Zellen	37,1 Zellen
Also Durchmesser einer Zelle:	
0,0263 mm	0,0269 mm

Rheum officinale.

Es wurden Querschnitte durch die Blätter gemacht und die Zellen des Pallisadenparenchyms gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 750 mm	Länge 125 mm
Breite 760 mm	Breite 115 mm.
Auf 1 mm kommen Zellen:	
47. 51. 48. 50. 47.	49. 52. 50. 52. 48.
47. 48. 47. 50. 48.	48. 49. 48. 47. 47.
Mittelzahl für 1 mm:	
48,3 Zellen	49 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:	
0,0207 mm	0,0204 mm.

Quercus sessiliflora.

Es wurden Querschnitte durch die Blätter gemacht und die Zellen der Epidermis gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge 160 mm	Länge 78 mm
Breite 114 mm	Breite 39 mm
Auf 1 mm kommen Zellen:	
37. 32. 36. 36. 35.	32. 35. 34. 37. 38.
35. 32. 35. 34. 37.	33. 34. 37. 36. 34.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00194-8

Mittelzahl für 1 mm:

34,9 Zellen	35 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,0286 mm	0,0285 mm.

Populus nigra.

Es wurden am Basalende einjähriger Holzsprosse Querschnitte gemacht und die Holzzellen gemessen.

Kräftiger Spross	Schwacher Spross
Länge 1300 mm	Länge 400 mm
Durchmesser am Basalende:	
8 mm	4 mm
Auf 1 mm kommen Zellen:	
64. 61. 62. 57. 63.	63. 69. 67. 70. 61.
59. 62. 63. 62. 60.	62. 64. 65. 63. 70.
Mittelzahl für 1 mm:	
59,6 Zellen	65,4 Zellen
Durchmesser einer Zelle:	
0,0167 mm	0,0153 mm

Menyanthes trifoliata.

Es wurde die Epidermis abgezogen und die Spaltöffnungen mit Einschluss der Schliesszellen an der breitesten Stelle gemessen.

Die Messungen sind mit Ocularmikrometer gemacht und bedeuten die Zahlen Abschnitte des Ocularmikrometers. Die wirkliche Grösse wurde durch Vergleichung mit einem Objectivmikrometer ermittelt. Es ergab sich, dass 40 Abschnitte des Ocularmikrometers gleich 0,1 mm waren.

Auf eine Spaltöffnung kommen Abschnitte:

15. 10. 15. 12. 14.	15. 12. 10. 12. 13.
18. 15. 16. 14. 16.	12. 14. 12. 13. 15.
Mittelzahl:	
14,5	12,8

Es ergibt sich hieraus als Breite der Spaltöffnungen:

$^{14,5}/_{40}$ mm	$^{12,8}/_{40}$ mm
= 0,036 mm	0,032 mm

B. Organe verschiedener Pflanzen derselben Species.

Bei diesen Tabellen sind ebenfalls beträchtige Grössenunterschiede vorhanden, die Organe sind aber im Gegensatz zu den vorigen verschiedenen Individuen derselben Species entnommen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00195-4

Helianthus tuberosus.

Es wurden Längsschnitte aus der Mitte einer grossen und einer kleinen vorjährigen Knolle gemacht.

Grosse Knolle	Kleine Knolle
Gewicht: 182 Gramm	Gewicht: 6,5 Gramm.
Auf 1 mm kommen Zellen:	
16. 17. 16. 18. 16.	18. 18. 16. 17. 16.
17. 17. 17. 18. 17.	17. 17. 18. 19. 18.
Mittelzahl für 1 mm:	
16,9 Zellen	17,4 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:	
0,059 mm	0,057 mm

Solanum tuberosum.

Es wurden Längsschnitte aus der inneren Schicht (Mark) und der äusseren Schicht (Rinde) vorjähriger Kartoffelknollen gemacht und die Zellen gemessen.

a) Längsschnitte aus dem Mark:

Auf 1 mm kommen Zellen:	
5. 5. 6. 5. 5.	6. 6. 6. 7. 6.
5. 5. 5. 4. 5.	6. 7. 6. 5. 7.
Mittelzahl eines Millimeters:	
5 Zellen	6,2 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:	
0,2 mm	0,161 mm

b) Längsschnitte aus der Rinde:

Auf 1 mm kommen Zellen:	
7. 7. 8. 7. 7.	8. 8. 8. 7. 8.
7. 8. 7. 6. 8.	8. 7. 8. 7. 9.
Mittelzahl für 1 mm:	
7,2 Zellen	7,8 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:	
0,13 mm	0,127 mm
Gewicht:	
243 Gramm	25 Gramm

Phaseolus multiflorus.

Es wurden an Querschnitten aus der Mitte der Cotyledonen vorjähriger Bohnen die Zellen gemessen.

Grosse Bohne	Kleine Bohne
Gewicht: 1,54 Gramm	Gewicht: 0,37 Gramm.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00196-0

a) im trockenen Zustand:

Auf 1 mm kommen Zellen:

12. 12. 12. 13. 12. 12. 13. 12. 11. 13.
12. 12. 11. 11. 13. 12. 14. 12. 11. 12.

Mittelzahl für 1 mm:

12 Zellen 12,1 Zellen.

Durchmesser der Zelle:

0,083 mm 0,0826 mm.

b) 24 Stunden gequollen:

Auf 1 mm kommen Zellen:

9. 10. 9. 10. 9. 10. 10. 11. 10. 11.
9. 10. 9. 10. 9. 11. 11. 9. 10. 11.

Mittelzahl für 1 mm:

9,4 Zellen 10,4 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,106 mm 0,096 mm.

Gewicht: 3,06 Gramm Gewicht: 1,25 Gramm.

Sambucus nigra.

Es wurden von einjährigen Wassersprossen Querschnitte gemacht und Holz und Markzellen gemessen.

Kräftiger Spross Schwacher

Gesammtdurchmesser:

18,5 mm 12 mm

Durchmesser des Markes:

13 mm 8,5 mm

a) Holz:

Auf 1 mm kommen Zellen:

61. 67. 64. 65. 61. 60. 60. 58. 61. 65.
67. 66. 68. 62. 64. 66. 66. 56. 60. 62.

Mittelzahl für 1 mm:

64,5 Zellen 62,3 Zellen.

Durchmesser der Zellen:

0,0155 mm 0,016 mm

b) Mark:

Auf 1 mm kommen Zellen:

6. 7. 8. 7. 7. 7. 8. 7. 9. 7.
7. 7. 8. 6. 7. 7. 6. 7. 8. 7.

Mittelzahl für 1 mm:

7 Zellen 7,3 Zellen.

Durchmesser der Zelle:

0,142 mm 0,137 mm

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00197-6

Sambucus nigra.

Es wurden von vorjährigen Holzsprossen Querschnitte gemacht und die Holzzellen gemessen.

Kräftiger Spross	Schwacher Spross
Gesammtdurchmesser:	
9,5 mm	4,5 mm
Durchmesser des Markes:	
1,5 mm	1 mm
Auf 1 mm kommen Zellen:	
57. 60. 61. 56. 59.	63. 56. 61. 57. 64.
56. 57. 63. 59. 58.	64. 55. 60. 66. 54.
Mittelzahl für 1 mm:	
58,6 Zellen	60 Zellen.
Durchmesser der Zelle:	
0,017 mm	0,0166 mm.

Polygonum cuspidatum.

Es wurden von correspondirenden Internodien Querschnitte gemacht und die Parenchymzellen auf der Innenseite gemessen.

Kräftiges Internodium	Schwaches Internodium
Länge des ganzen Internodiums:	
70 mm	40 mm
Durchmesser des Internodiums:	
25 mm	6 mm
Durchmesser des Hohlraums:	
15 mm	3 mm
Auf 2 mm kommen Zellen:	
25. 23. 24. 24. 26.	28. 30. 30. 29. 32.
24. 22. 26. 22. 23.	32. 30. 31. 29. 32.
Mittelzahl für 2 mm:	
23,9 Zellen	30,3 Zellen,
Mittelzahl für 1 mm:	
11,9 Zellen	15,15 Zellen.
Durchmesser der Zellen:	
0,083 mm	0,066 mm.

Ailanthus glandulosa.

Es wurden von diessjährigen Wassersprossen Querschnitte gemacht und die Markzellen gemessen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00198-2

Kräftiger Spross	Schwacher Spross
Länge des ganzen Sprosses:	
1300 mm	450 mm
Durchmesser am Basalende:	
12 mm	6 mm
Auf 1 mm kommen Zellen:	
11. 10. 11. 11. 11.	11. 11. 10. 11. 11.
11. 12. 10. 12. 10.	11. 11. 10. 10. 11.
Mittelzahl für 1 mm:	
10,9 Zellen	10,7 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:	
0,091 mm	0,093 mm

Cucumis sativus.

Es wurden Querschnitte durch das parenchymatische Gewebe der Früchte gemacht und diese Zellen gemessen.

Grosse Gurke	Kleine Gurke
Gewicht: 440 Gramm	Gewicht: 11 Gramm.
Auf 5 mm kommen Zellen:	
23. 20. 25. 24. 21.	45. 55. 50. 45. 55.
21. 25. 22. 23. 21.	50. 45. 50. 50. 45.
Mittelzahl für 5 mm:	
22,5 Zellen	49 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:	
0,222 mm	0,102 mm.

Zea Mays.

Es wurden Längsschnitte durch das Endosperm gemacht und zwar von zwei verschiedenen Varietäten, dem Pferdezahnmais und Hühnermais.

Grosses Korn	Kleines Korn
10 Korn = 3,7 Gramm	10 Korn = 0,85 Gramm
1 Korn = 0,37 „	1 Korn = 0,085 „
Auf 1 mm kommen Zellen:	
18. 20. 19. 18. 19.	20. 14. 15. 15. 16.
21. 16. 19. 17. 18.	17. 15. 15. 18. 17.
Mittelzahl für 1 mm:	
18,5 Zellen	16,2 Zellen.
Durchmesser der Zellen:	
0,054 mm	0,062 mm

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00199-0

Fritillaria imperialis.

Es wurden von correspondirenden Blättern einer kräftigen und einer schwachen Pflanze Stücke der Epidermis abgezogen und die Epidermiszellen gemessen.

Grosses Blatt	Kleines Blatt
Länge: 90 mm	Länge: 31 mm
Breite: 60 mm	Breite: 22 mm.
Auf 1 mm kommen Zellen:	
31. 32. 27. 33. 33.	32. 33. 31. 32. 33.
30. 29. 27. 27. 29.	31. 33. 31. 32. 34.
Mittelzahl für 1 mm:	
29,7 Zellen	32,2 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:	
0,033 mm	0,031 mm.

Cucurbita Pepo.

Es wurden wie bei den vorigen die Parenchymzellen der Früchte gemessen.

Grosser Kürbis	Kleiner Kürbis
Gewicht: 4 Kilo	Gewicht: 225 Gramm.
Längendurchmesser:	
250 mm	72 mm
Auf 1 mm kommen Zellen:	
9. 9. 10. 9. 10.	8. 9. 8. 9. 9.
9. 10. 9. 9. 8.	8. 10. 10. 9. 10.
Mittelzahl für 1 mm:	
9,2 Zellen	9 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:	
0,108 mm	0,111 mm

C. Organe von Pflanzen aus derselben Familie.

Die Objecte dieser Abtheilung sind nahe verwandte Pflanzen, die aber beträchtliche Grössenunterschiede zeigen.

Cucurbita Pepo. Cucumis sativus.

a) reife Samen.

An Querschnitten der Kotyledonen wurden die Zellen gemessen.

Gewicht: 0,42 Gramm	Gewicht: 0,031 Gramm.
Auf 1 mm kommen Zellen:	
52. 59. 63. 45. 67.	55. 56. 61. 69. 57.
58. 45. 68. 54. 60.	57. 69. 67. 62. 60.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00200-5

Mittelzahl für 1 mm:

57,1 Zellen 61,3 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,017 mm 0,016 mm

b) reife Früchte.

An Querschnitten wurden die Parenchymzellen der Früchte gemessen.

Gewicht:

225 Gramm 11 Gramm.

Auf 5 mm kommen Zellen:

40. 45. 40. 45. 45. 45. 55. 50. 45. 55.
40. 50. 50. 45. 50. 50. 45. 50. 50. 45.

Mittelzahl für 5 mm:

45 Zellen 49 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,111 mm 0,102 mm

Rheum officinale. Polygonum cuspidatum.

Es wurden Querschnitte durch Blätter gemacht und die Zellen des Pallisadenparenchyms gemessen.

Länge: 750 mm Länge: 140 mm
Breite: 760 mm Breite: 80 mm.

Auf 1 mm kommen Zellen:

47. 51. 48. 50. 47. 62. 62. 65. 63. 61.
47. 48. 47. 50. 48. 59. 64. 63. 59. 61.

Mittelzahl für 1 mm:

48,3 Zellen 62 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,0207 mm 0,0161 mm.

Cicuta virosa. Conium maculatum.

Am Basalende des Stengels wurden Qnerschnitte gemacht und die Zellen des parenchymatischen Gewebes gemessen.

Höhe der ganzen Pflanze:

800 mm 2350 mm

Durchmesser am Basalende:

23 mm 20 mm

Auf 1 mm kommen Zellen:

12. 16. 13. 12. 12. 13. 17. 13. 13. 13.
12. 14. 13. 14. 13. 12. 14. 17. 14. 15.

Mittelzahl für 1 mm:

13,1 Zellen 14,1 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,076 mm 0,07 mm

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00201-1

Victoria regia. *Nymphaea alba.*

Es wurden Querschnitte durch Blätter gemacht und das Pallisadenparenchym gemessen.

Länge: 900 mm	Länge: 190 mm
Breite: 900 mm	Breite: 190 mm

Auf 1 mm kommen Zellen:

47. 50. 51. 50. 54.	53. 50. 51. 56. 54.
53. 48. 51. 52. 50.	51. 54. 54. 50. 53.

Mittelzahl für 1 mm:

50,6 Zellen	52,6 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,0197 mm	0,019 mm

D. Wasser- und Landpflanzen.

In dieser Abtheilung wurden, wenn es irgend möglich war, gleich grosse Organe gemessen. Links ist immer Wasser-, rechts immer Landpflanze.

Heteranthera reniformis. *Asarum europaeum.*

Es wurden die Epidermiszellen gleich grosser Blätter gemessen.

Auf 1 mm kommen Zellen:

51. 47. 47. 45. 50.	19. 21. 19. 19. 20.
47. 50. 46. 51. 47.	20. 19. 18. 20. 20.

Mittelzahl für 1 mm:

48,1 Zellen	19,6 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,0208 mm	0,051 mm.

Auf 1 □ mm kommen Zellen:

2313	384

Heteranthera zosterifolia. *Linum usitatissimum.*

Es wurden die Epidermiszellen gleich grosser Blätter gemessen.

Länge: 35 mm	Länge: 35 mm
Breite: 5 mm	Breite: 4 mm

Auf 1 mm kommen Zellen:

55. 53. 53. 56. 55.	25. 23. 23. 21. 23.
53. 50. 58. 52. 54.	21. 20. 21. 20. 20.

Mittelzahl für 1 mm:

53,9 Zellen	21,7 Zellen.

Durchmesser der Zellen:

0,0185 mm	0,046 mm.

Auf 1 □ mm kommen:

2905 Zellen	570 Zellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00202-7

Musa Ensete. Avena sativa.

Es wurden die Epidermiszellen gemessen. Bei beiden Pflanzen haben die Zellen die Gestalt eines Rechteckes, welches bei Avena sehr in die Länge gezogen ist, es wurden desshalb Quer- und Längsmessungen gemacht.

Länge der Blätter:

1440 mm 300 mm

Breite der Blätter:

400 mm 15 mm

a) Quermessungen:

Auf 1 mm kommen Zellen:

80. 75. 78. 79. 75. 48. 47. 46. 50. 50.
76. 80. 78. 77. 74. 47. 47. 50. 46. 47.

Mittelzahl für 1 mm:

77,2 Zellen 47,8 Zellen.

Breite einer Zelle:

0,0129 mm 0,0209 mm

b) Längenmessungen:

Auf 1 mm kommen Zellen:

40. 32. 44. 38. 49.
35. 28. 25. 45. 44.

Eine Zelle lang:

0,6. 0,5. 0,8. 0,5. 1,0 mm.
0,5. 0,5. 0,4. 1.0. 0,3 mm.

Mittelzahl für 1 mm:

38 Zellen 1,63 Zellen.

Auf 1 □ mm kommen:

2933 Zellen 78 Zellen.

Callitriche verna. Hedysarum multijugum.

Es wurden die Zellen der Epidermis gemessen.

Länge: 8 mm Länge: 9 mm
Breite: 4 mm Breite: 3,5 mm

Auf 1 mm kommen Zellen:

28. 27. 26. 26. 29. 46. 47. 47. 45. 47.
27. 30. 30. 27. 28. 44. 46. 44. 45. 47.

Mittelzahl für 1 mm:

27,8 Zellen 45,8 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,036 mm 0,0218 mm.

Auf 1 □ mm kommen Zellen:

2097 772

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00203-3

Typha angustifolia. Allium ampeloprasum.

Es wurden Querschnitte durch die Blüthenschäfte gemacht und die Zellen des Parenchyms gemessen.

Länge des ganzen Schaftes:

1150 mm 1000 mm

Durchmesser am Basalende:

5,5 mm 6 mm

Auf 1 mm kommen Zellen:

18. 17. 20. 17. 18. 14. 11. 13. 14. 12.
19. 19. 21. 20. 18. 13. 14. 15. 12. 13.

Mittelzahl für 1 mm:

18,7 Zellen 13,1 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,053 mm 0,076 mm.

Cicuta virosa. Conium maculatum.

Es wurden Querschnitte am Basalende der Stengel gemacht und das parenchymatische Gewebe gemessen.

Höhe der ganzen Pflanze:

800 mm 2350 mm

Durchmesser am Basalende:

23 mm 20 mm

Auf 1 mm kommen Zellen:

12. 16. 13. 12. 12. 13. 17. 13. 13. 13.
12. 14. 13. 14. 13. 12. 14. 17. 14. 15.

Mittelzahl für 1 mm:

13,1 Zellen 14,1 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,076 mm 0,07 mm.

Victoria regia. Rheum officinale.

Es wurden Querschnitte durch Blätter gemacht und das Pallisadenparenchym gemessen.

Länge der Blätter:

900 mm 750 mm

Breite der Blätter:

900 mm 760 mm

Auf 1 mm kommen Zellen:

47. 50. 51. 50. 54. 47. 51. 48. 50. 47.
53. 48. 51. 52. 50. 47. 48. 47. 50. 48.

Mittelzahl für 1 mm:

50,6 Zellen 48,3 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,0197 mm 0,0207 mm.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00204-9

Maximale Zellengrössen von verschiedenen Pflanzen.

Als die grössten mir bekannt gewordenen Gewebezellen führe ich folgende an:

Impatiens glandulifera.

Es wurde das parenchymatische Gewebe an der Basis des Stammes gemessen.

Höhe der ganzen Pflanze:
1350 mm
Durchmesser an der Basis:
40 mm
Durchmesser des Gewebecylinders:
7 mm

a) Messungen im Querschnitt:
Auf 5 mm kommen Zellen:
6. 7. 7. 5. 6. 6. 6. 6. 6. 8.
Mittelzahl für 5 mm:
6,3 Zellen.
Durchmesser einer Zelle im Querschnitt:
0,79 mm

b) Messungen im Längsschnitt:
Auf 5 mm kommen Zellen:
30. 25. 31. 28. 28. 29. 25. 29. 27. 26.
Mittelzahl für 5 mm:
26,8 Zellen.
Durchmesser einer Zelle im Längsschnitt:
0,186 mm.
5 cbmm enthalten:
$6{,}3 \times 6{,}3 \times 26{,}8 = 1083{,}69$ Zellen.
Der kubische Inhalt einer Zelle:
0,116 cbmm.

Sambucus nigra.

Es wurden die Markzellen gemessen.

a) Querschnittsmessungen:
Auf 5 mm kommen Zellen:
40. 37. 36. 35. 30. 36. 34. 36. 32. 41.
Mittelzahl für 5 mm:
35,7 Zellen.
Durchmesser einer Zelle:
0,14 mm

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00205-5

b) Längsschnittsmessungen:

Auf 5 mm kommen Zellen:

42. 42. 40. 39. 36. 40. 44. 39. 42. 42.

Mittelzahl für 5 mm:

40,6 Zellen.

Durchmesser einer Zelle:

0,123 mm.

Es enthalten 5 cbmm Zellen:

$35{,}7 \times 35{,}7 \times 40{,}6 = 52742$ Zellen

Der kubische Inhalt einer Zelle:

$0{,}14 \times 0{,}14 \times 0{,}123$ mm $= 0{,}00241$ cbmm.

Solanum tuberosum.

Die Zellen der Kartoffelknollen hatten im Marktheil einen Durchmesser von 0,2 mm, im Rindentheil einen Durchmesser von 0,127 mm.

Ailanthus glandulosa.

Die Markzellen eines kräftigen Sprosses von Ailanthus glandulosa hatten einen Durchmesser von 0,091 mm.

Cucurbita Pepo.

Im Parenchym eines Kürbis hatten die Zellen einen Durchmesser von 0,108 mm.

Cucumis sativus.

Im Parenchym einer Gurke hatten die Zellen einen Durchmesser von 0,222 mm.

Phaseolus multiflorus.

In den Cotyledonen der Bohne hatten die Zellen einen Durchmesser von 0,083 mm.

Haare.

Cucurbita maxima.

a) Freilandpflanze:

Es wurden die Haare eines Blattstiels gemessen.

Länge der Mittelrippe des Blattes:

210 mm.

Breiteste Stelle des Blattes:

240 mm.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00206-1

Länge der Haare in:	Zahl der Zellen:
2,6 mm	7
2,8	7
2,0	8
1,6	7
1,8	7
2,2	7
2,4	7
3,0	8
2,2	7
2,0	7

Mittellänge: 2,26 mm Mittelzahl der Zellen: 7,2.

b) Topfpflanze:

Länge der Mittelrippe des Blattes:
65 mm.

Breiteste Stelle des Blattes:
80 mm.

Länge der Haare in mm:	Zahl der Zellen:
1,6	7
1,8	7
2,4	8
2,6	8
2,2	8
2,2	9
1,2	7
2,4	8
2,0	7
1,4	6

Mittellänge eines Haares: 1,98 mm Mittelzahl der Zellen: 7,5 Zellen.

Auch hier sind die Haare eines Blattstiels gemessen.

Thladiantha dubia.

a) Hauptspross:

Länge der Haare in mm:	Zahl der Zellen:
2,2	6
3,6	8
1,4	5
3,2	8
3,3	9
3,2	9
2,2	7
2,4	7
2,6	8
1,6	6

Mittellänge eines Haares: 2,57 mm Mittelzahl der Zellen: 7,3 Zellen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00207-6

b) Nebenspross:

Länge der Haare in mm:	Zahl der Zellen:
3,6	10
3,6	9
2,6	8
2,0	7
3,2	8
2,4	7
2,2	7
1,8	7
2,0	8
2,2	7

Mittellänge eines Haares: 2,56 mm Mittelzahl der Zellen: 7,8 Zellen.

Asarum europaeum.

a) grosses Blatt:

Länge eines Haares in mm:	Zahl der Zellen in einem Haar:
0,4	9
0,31	8
0,37	8
0,35	8
0,3	8
0,4	10
0,4	9
0,4	8
0,35	7
0,34	8

Mittellänge eines Haares: 0,362 mm Mittelzahl der Zellen: 8,3 Zellen.

b) kleines Blatt:

Länge eines Haares in mm:	Zahl der Zellen in einem Haar:
0,37	10
0,26	7
0,26	7
0,4	11
0,37	9
0,3	8
0,34	9
0,39	11
0,26	6
0,24	6

Mittellänge eines Haares: 0,319 mm Mittelzahl der Zellen: 8,3 Zellen.

Pollen.

Alle Messungen in dieser Abtheilung sind mit Ocularmikrometer ausgeführt. Die Zahlen ohne besondere Angabe bedeuten den Durchmesser der einzelnen Pollenkörner in Mikrometerwerthen. 40 Theile

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00208-2

(Werthe) des Ocularmikrometers entsprechen 0,1 mm. In einigen Fällen haben die Pollenkörner eine von der gewöhnlichen runden Form abweichende Form, es ist dies dann jedesmal bei dem betreffenden Object angegeben.

Allium fistulosum.

10. 9. 12. 10. 12. 11. 12. 13. 10. 11.
Mittelzahl: 11 Mikrometertheile
40 : 0,1 = 11 : x
x = 0,0275 mm Durchmesser.

Aloe saponaria.

15. 15. 15. 15. 14. 16. 14. 15. 16. 14.
Mittelzahl: 14,9 Mikrometertheile.
= 0,0372 mm.

Achillea Millefolium.

14. 13. 14. 13. 14. 14. 15. 14. 14. 14.
Mittelzahl: 13,9 Mikrometertheile.
= 0,0347 mm Durchmesser.

Avena elatior.

17. 18. 18. 18. 17. 16. 18. 17. 18. 18.
Mittelzahl: 17,5 Mikrometertheile.
= 0,0437 mm Durchmesser.

Atriplex halimoides.

8. 9. 8. 9. 9. 8. 8. 9. 7. 9.
Mittelzahl: 8,4 Mikrometertheile.
= 0,021 mm Durchmesser.

Cobaea scandens.

64. 50. 65. 65. 65. 63. 62. 65. 67. 65.
Mittelzahl: 63,1 Mikrometertheile.
= 0,157 mm Durchmesser.

Corydalis lutea.

25. 25. 30. 25. 24. 23. 24. 25. 25. 25.
Mittelzahl: 24,1 Mikrometertheile.
= 0,0602 mm Durchmesser.

Cucurbita ficifolia.

65. 68. 69. 68. 67. 69. 66. 68. 68. 66.
Mittelzahl: 67,4 Mikrometertheile.
= 0,1682 mm Durchmesser.

Cycas Ruminiana.

10. 9. 9. 10. 9. 8. 10. 9. 10. 9.
Mittelzahl: 9,3 Mikrometertheile.
= 0,02325 mm Durchmesser.

Dianthus heptaneurus.

22. 21. 22. 22. 23. 20. 23. 18. 21. 22.
Mittelzahl: 21,4 Mikrometertheile.
= 0,0535 mm Durchmesser.

Funkia ovata.

38. 44. 42. 40. 39. 36. 37. 34. 42. 37.
Mittelzahl: 38,9 Mikrometertheile.
= 0,0972 mm Durchmesser.

Glaucium luteum.

16. 16. 17. 17. 17. 19. 15. 15. 15 17.
Mittelzahl: 16,4 Mikrometertheile.
= 0,041 mm Durchmesser.

Helianthus annuus.

15. 16. 16. 15. 16. 15. 16. 14. 15. 16.
Mittelzahl: 15,4 Mikrometertheile.
= 0,0385 mm Durchmesser.

Hemerocallis fulva.

22. 25. 20. 25. 25. 24. 25. 23. 22. 24.
Mittelzahl: 23,5 Mikrometertheile.
= 0,0587 mm Durchmesser.

Lolium perenne.

12. 12. 12. 10. 13. 13. 12. 9. 13. 13.
Mittelzahl: 11,9 Mikrometertheile.
= 0,02975 mm Durchmesser.

Lilium auratum.

Pollen oval, der längere Durchmesser gemessen.

41. 42. 40. 40. 38. 40. 41. 40. 41. 37.
Mittelzahl: 40 Mikrometertheile.
= 0,1 mm Durchmesser.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00209-0

Lupinus mutabilis.

18. 20. 17. 18. 18. 17. 18. 20. 15. 16.
Mittelzahl: 17,7 Mikrometertheile.
= 0,04425 mm Durchmesser.

Liriodendron tulipifera.

23. 25. 25. 22. 21. 23. 25. 23. 20. 22.
Mittelzahl: 22,9 Mikrometertheile.
= 0,057 mm Durchmesser.

Lilium pomponicum.

28. 31. 26. 31. 26. 28. 27. 34. 36. 31.
Mittelzahl: 29,7 Mikrometertheile.
= 0,074 mm Durchmesser.

Pollen oval, der längere Durchmesser gemessen.

Mirabilis Wrigthii.

66. 70. 67. 67. 66. 70. 60. 70. 100. 70.
Mittelzahl: 70,6 Mikrometertheile.
= 0,1765 mm Durchmesser.

Nymphaea alba.

15. 14. 17. 15. 17. 14. 16. 16. 15. 16.
Mittelzahl: 15,5 Mikrometertheile.
= 0,038 mm Durchmesser.

Nicotiana Tabacum.

16. 15. 15. 15. 14. 14. 16. 15. 15. 15.
Mittelzahl: 15 Mikrometertheile.
= 0,0375 mm Durchmesser.

Orobanche Hederae.

13. 12. 12. 11. 13. 12. 12. 13. 12. 12.
Mittelzahl: 12,2 Mikrometertheile.
= 0,0305 mm Durchmesser.

Plantago lanceolata.

10. 11. 11. 11. 9. 10. 19. 12. 12. 11.
Mittelzahl: 10,8 Mikrometertheile.
= 0,027 mm Durchmesser.

Philadelphus acuminatus.

6. 6. 6. 6. 7. 5. 6. 7. 7. 5.
Mittelzahl: 6,1 Mikrometertheile.
= 0,0152 mm Durchmesser.

Paeonia Moutan.

13. 12. 12. 13. 14. 14. 14. 12. 13. 12.
Mittelzahl: 12,9 Mikrometertheile.
= 0,0322 mm Durchmesser.

Punica Granatum.

10. 9. 9. 10. 9. 9. 9. 9. 8. 8.
Mittelzahl: 9 Mikrometertheile.
= 0,0225 mm Durchmesser.

Pinus austriaca.

33. 33. 34. 35. 34. 35. 34. 32. 32. 32.
Mittelzahl: 33,3 Mikrometertheile.
= 0,083 mm Durchmesser.

Pharbitis hispida.

70. 70. 60. 50. 55. 67. 70. 50. 60. 70.
Mittelzahl: 62,2 Mikrometertheile.
= 0,155 mm Durchmesser.

Pilea serpyllifolia.

7. 7. 7. 8. 7. 7. 7. 8. 8. 7.
Mittelzahl: 7,3 Mikrometertheile.
= 0,01825 mm Durchmesser.

Quamoclit coccineum.

65. 67. 55. 65. 65. 60. 50. 64. 66. 54.
Mittelzahl: 61,1 Mikrometertheile.
= 0,1527 mm Durchmesser.

Reseda odorata.

10. 9. 10. 11. 10. 11. 9. 10. 10. 10.
Mittelzahl: 10 Mikrometertheile.
= 0,025 mm Durchmesser.

Sedum populifolium.

9. 10. 10. 10. 10. 10. 10. 10. 8. 9.
Mittelzahl: 9,6 Mikrometertheile.
= 0,024 mm Durchmesser.

Styphnolobium japonicum.

9. 9. 9. 9. 9. 9. 9. 9. 9. 9.
Mittelzahl: 9 Mikrometertheile.
= 0,0225 mm Durchmesser.

Strelitzia Reginae.

50. 49. 49. 51. 45. 43. 50. 49. 48. 49.
Mittelzahl: 48,3 Mikrometertheile.
= 0,12 mm Durchmesser.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00210-1

Solidago altissima.

11. 11. 11. 13. 12. 12. 10. 12. 10. 12.
Mittelzahl: 11,4 Mikrometertheile.
= 0,0285 mm Durchmesser.

Trifolium medium.

20. 19. 19. 20. 17. 14. 16. 15. 16. 15.
Mittelzahl: 17,1 Mikrometertheile.
= 0,04275 mm Durchmesser.

Typha stenophylla.

9. 10. 8. 10. 11. 11. 9. 10. 8. 9
Mittelzahl: 9,5 Mikrometertheile.
= 0,0237 mm Durchmesser.

Tecoma grandiflora.

15. 14. 15. 15. 15. 15. 15. 15. 14. 14.
Mittelzahl: 14,7 Mikrometertheile.
= 0,03675 mm Durchmesser.

Zea Mays.

31. 29. 33. 30. 30. 28. 31. 33. 29. 31.
Mittelzahl: 30,5 Mikrometertheile.
= 0,0762 mm Durchmesser.

Resultate der Untersuchungen.

Zum Schluss möchte ich die von mir gefundenen Thatsachen noch einmal in kurzen Sätzen recapituliren.

I. Verschieden grosse Organe gleicher Art desselben Pflanzenindividuums bestehen aus Zellen von gleicher oder nahezu gleicher Grösse, ein, wie ich glaube, nicht nur für mich, sondern auch für ältere Mikroskopiker sehr überraschendes Resultat.

II. Nicht weniger überraschend ist ein zweites Resultat meiner Messungen, dass von gleichartigen und gleich grossen Organen diejenigen der Wasserpflanzen gewöhnlich aus kleineren Zellen bestehen, wovon jedoch, wie es scheint, Ausnahmen vorkommen können.

III. Die grössten von mir beobachteten Gewebezellen sind diejenigen im Stamm von Impatiens glandulifera mit 0,79 mm Durchmesser im Querschnitt und 0,18 mm Durchmesser im Längsschnitt.

IV. In Bezug auf die biologischen Verhältnisse der Zellengrössen hebe ich die Thatsache hervor, die ich aus meinen Messungen folgern darf, dass diejenigen Pollenkörner, welche durch den Wind auf die Narben übertragen werden, im allgemeinen kleiner sind, als die durch Insekten zu übertragenden. Es ist dies auch aus anderen Gründen leicht erklärlich, da ein Pollenkorn, dessen Durchmesser und Oberfläche eine sehr grosse, und in Folge dessen auch das Gewicht gross ist, leicht zu Boden fällt, während ein Pollenkorn, dessen Durchmesser und Oberfläche, und in Folge dessen auch Gewicht sehr klein sind, leicht vom Wind lange Zeit in der Luft schwebend gehalten werden kann. Die Pollenkörner der ersteren Art haben deshalb zur Uebertragung Insekten nöthig, während die der zweiten Art leicht vom Winde hin und her bewegt werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00211-7

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: 77

Autor(en)/Author(s): Amelung Erich

Artikel/Article: Ueber mittlere Zellengrössen.[1]) 176-207