

## 29. M. Möbius: Über die Grösse der Chloroplasten.

(Eingegangen am 16. Juni 1920.)

Bei meinen Studien über die Farben der Pflanzen habe ich auch die Grösse der Chlorophyllkörner untersucht und im Verlauf längerer Zeit diese Gebilde bei mehr als 200 verschiedenen Pflanzenarten gemessen. Ich bediente mich dabei eines ZEISS'schen Mikroskops, des Objektivs E und des Okularmikrometers 2 bei einer bestimmten Tubuslänge, wobei ein Teilstrich im Okular  $2,5 \mu$  entsprach. Abgesehen von den thallosen Formen wurden Blätter zur Untersuchung genommen, und wenn diese nicht wie bei Moosen und *Elodea* direkt untersucht werden konnten, wurden die Präparate so hergestellt, daß von dem frisch gepflückten Blatte ein kleiner Flächenschnitt von der Unterseite mit der Epidermis auf den Objektträger gelegt wurde, so daß man in den flachen Schwammparenchymzellen die Chloroplasten deutlich unterscheiden konnte. Diese scheinen in den verschiedenen Zellen des Mesophylls überall gleich groß zu sein bei demselben Blatt, wo sie aber in der Epidermis der Unterseite — die der Oberseite enthält sehr selten welche — vorkommen, sind sie gewöhnlich etwas kleiner. Das Alter des Blattes ist ohne Einfluß auf ihre Grösse, sobald es ganz entfaltet ist, denn natürlich sind ganz junge Chloroplasten, wie wir schon aus SCHIMPER'S Untersuchungen wissen, kleiner als ältere; aber so junge Zustände habe ich hierbei nicht untersucht. Daß in frischen und alten Blättern kein Größenunterschied der Chloroplasten besteht, konnte ich in mehreren Fällen an immergrünen Pflanzen feststellen, indem ich im Frühling alte und neue Blätter mit einander verglich.

Die Chloroplasten selbst sind nun bekanntlich teils kugelig, teils linsenförmig, teils polyedrisch abgeplattet oder anders gestaltet; gemessen wurde daher immer ihr größter Durchmesser, der dann meistens zwei Teilstriche des Okularmikrometers einnahm. In gewissen Fällen ließ sich eine Messung nicht ausführen wegen der vorhandenen Stärkeeinschlüsse. So konnte ich bei manchen Coniferen, Palmen, Proteaceen und Kakteen die Chloroplasten nicht messen,

weil sie entweder durch Stärkeeinschlüsse verzerrt waren oder als kleine mit Oeltröpfchen leicht zu verwechselnde Körnchen erschienen, überhaupt ein klares Bild nicht zu erhalten war. Die abnorm großen Chloroplasten, wie sie SCHÜRHOFF bei *Peperomia metallica* (Beihefte z. bot. Centralbl. XXIII, I, S. 17) und WINCKLER bei seinen Pflropfbastarden mit erhöhten Chromosomenzahlen fand, (Zeitschr. f. Bot. 1916) habe ich dabei nicht berücksichtigt.

Das Resultat meiner Messungen an 215 Pflanzenarten ist nun, daß die Chloroplasten

bei 36 Arten einen Durchmesser von 3—4 (3—5)  $\mu$  hatten,

„ 34 „ „ „ „ 4—5 (4—6)  $\mu$  „

„ 105 „ „ „ „ 5  $\mu$  „

„ 14 „ „ „ „ 5—6 (6)  $\mu$  „

„ 17 „ „ „ „ 5—7,5 (6—7)  $\mu$  „

„ 9 „ „ „ „ 7—10 (7,5)  $\mu$  „

daß also bei fast der Hälfte die Chloroplasten 5  $\mu$  und bei 75 % 4—6  $\mu$  groß sind. Dies harmoniert auch mit der Größe der Phaeoplasten bei den Phaeophyceen nach den Messungen von SENN<sup>1)</sup>, der folgende Maße angibt:

*Dictyota dichotoma* 5  $\mu$

*Taonia atomaria* 3—6  $\mu$

*Padina Pavonia* 3,4—5,6  $\mu$

*Zanardinia collaris* 4,5—6,5  $\mu$

*Asperococcus compressus* 5—7  $\mu$

Trotz der verhältnismäßig kleinen Anzahl der untersuchten Pflanzen scheint es demnach nicht zu gewagt zu sein, wenn wir den Satz aufstellen, daß die Chlorophyllkörner typisch einen Durchmesser von 5  $\mu$  besitzen, denn ich habe meine Untersuchungsobjekte aus den verschiedensten Abteilungen des Pflanzenreichs, von den Moosen bis zu den Compositen, und aus zahlreichen Familien genommen.

Es zeigen sich aber, wie aus der oben gegebenen kleinen Zusammenstellung hervorgeht, doch so große Unterschiede, daß die kleinsten Chloroplasten fast nur den halben Durchmesser, die größten den doppelten Durchmesser der typischen besitzen, und es entsteht die Frage, ob sich ermitteln läßt, von welchen Umständen die Größe dieser Gebilde abhängt.

1) G. SENN, Weitere Untersuchungen über Gestalts- und Lageveränderung der Chromatophoren. IV. und V. (Zeitschr. f. Botanik, XI, Jahrg., S. 81—141.)

Nr.	Speziesname	Familie	Messung	Bemerkungen
1.	<i>Vaucheria scssilis</i>	Siphonac.	5	Alge
2.	<i>Nitella spec.</i>	Charac.	8—5	„
3.	<i>Fegatella conica</i>	Marchantiac.	5—7	Lebermoos
4.	<i>Lunularia vulgaris</i>	„	3—5	„
5.	<i>Lophocolea cuspidata</i>	Jungermanniac.	3—4	„
6.	<i>Sphagnum spec.</i>	Sphagnac.	3—4	Torfmoos
7.	<i>Mnium hornum</i>	Mniac.	5—6	Laubmoos
8.	<i>Rhodobryum roseum</i>	Bryac	5—6	„
9.	<i>Brachythecium rutabulum</i>	Hypnac	5	„
10.	<i>Prothallium</i>	Polypodiac.	5	Thallus
11.	<i>Polypodium adnascens</i>	„	5	krautig
12.	<i>Aspidium Filix mas</i>	„	5	„
13.	<i>Platycterium divergens</i>	„	5	„
14.	— <i>iridioides</i>	„	5—6	„
15.	<i>Ceratozamia robusta</i>	Cycadac.	5	holzige
16.	<i>Encephalartos Altensteinii</i>	„	3	„
17.	<i>Dioon edule</i>	„	3	„
18.	<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgoac.	3—5	„
19.	<i>Taxus baccata</i>	Coniferae	3—5	„
20.	<i>Cephalotaxus Fortunei</i>	„	5	„
21.	<i>Pinus excelsa</i>	„	5	„
22.	<i>Larix leptolepis</i>	„	5	„
23.	<i>Pandanus utilis</i>	Pandanac.	5	„
24.	<i>Vallisneria spiralis</i>	Hydrocharitac.	5	Wasserpflanze
25.	<i>Elodea canadensis</i>	„	5 (4—6)	„
26.	— <i>densa</i>	„	5	„
27.	<i>Alopecurus pratensis</i>	Gramina	5	krautig
28.	<i>Elymus arenarius</i>	„	5	„
29.	<i>Phyllostachys niger</i>	„	4	holzige
30.	<i>Arundinaria japonica</i>	„	5	„
31.	<i>Cyperus spec.</i>	Cyperac.	5	krautig
32.	<i>Carex pendula</i>	„	5	„
33.	<i>Sabal Adansonii</i>	Palmae	3	holzige
34.	<i>Rhapis flabelliformis</i>	„	5	„
35.	<i>Carludovica palmata</i>	Cyclanthac.	7 1/2	„
36.	<i>Calla maculata</i>	Arac.	5	krautig
37.	<i>Caladium spec.</i>	„	5	„
38.	<i>Arum maculatum</i>	„	5—7	„
39.	<i>Pistia stratiotes</i>	„	4	Wasserpflanze
40.	<i>Lemna minor</i>	Lemnac	5	„
41.	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	„	5	„
42.	<i>Nidularium spectabile</i>	Bromeliac.	5—7	krautig
43.	<i>Tradescantia fuscata</i>	Commelinac.	3—5	„
44.	— <i>virginica</i>	„	5	„
45.	<i>Spironema fragrans</i>	„	3	„
46.	<i>Asphodclus luteus</i>	Liliac.	3—4	„
47.	<i>Tulipa Gesneriana</i>	„	5	„
48.	<i>Lachenalia tricolor</i>	„	5	„
49.	<i>Dracaena ensifolia</i>	„	5	holzige
50.	<i>Funkia albomarginata</i>	„	5—7 1/2	krautig
51.	<i>Danae racemosa</i>	„	5	„
52.	<i>Convallaria majalis</i>	„	5	„
53.	<i>Aspidistra elatior</i>	„	5—7 1/2	„
54.	<i>Agave rubicola</i>	Amaryllidac.	7 1/2	succulent
55.	<i>Zephyranthes atamasco</i>	„	5	krautig
56.	<i>Strelitzia reginae</i>	Musac.	5—7	holzige
57.	<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberac.	(3—)5	krautig
58.	<i>Hedychium Gardnerianum</i>	„	3—5	„

Nr.	Speziesname	Familie	Messung	Bemerkungen
59.	<i>Calathea Lietzei</i>	Marantac.	6	krautig
60.	<i>Cypripedium insigne</i>	Orchidac.	5	„
61.	<i>Coeloglossum cristata</i>	„	(4—)5	„
62.	<i>Cymbidium giganteum</i>	„	5—7	„
63.	<i>Phalaenopsis spec.</i>	„	5—7	„
64.	<i>Sobralia Veitchii</i>	„	5—7 1/2	„
65.	<i>Stanhopea tigrina</i>	„	5	„
66.	<i>Piper macrophyllum</i>	Piperac.	3—5	holzig
67.	<i>Peperomia scandens</i>	„	3—4	succulent
68.	<i>Chloranthus inconspicuus</i>	Chloranthac.	3—4	holzig
69.	<i>Populus nigra</i>	Salicac.	3—4	„
70.	<i>Juglans regia</i>	Juglandac.	5	„
71.	<i>Pterocarya caucasica</i>	„	4—5	„
72.	<i>Betula verrucosa</i>	Betulac.	3—4	„
73.	<i>Alnus glutinosa</i>	„	5	„
74.	<i>Fagus sylvatica</i>	Fagac.	5	„
75.	<i>Dorstenia convexa</i>	Morac.	5—6	krautig
76.	<i>Humulus Lupulus</i>	Cannabiac.	5	„
77.	<i>Pellionia Daveauana</i>	Urticac	7 1/2—10	„
78.	<i>Protea leucadendron</i>	Proteac.	5	holzig
79.	<i>Aristolochia Siphon</i>	Aristolochiac.	3—4	„
80.	<i>Asarum europaeum</i>	„	4—5	krautig
81.	<i>Polygonum sachalinense</i>	Polygonac.	3—4	„
82.	<i>Rheum officinale</i>	„	4	„
83.	<i>Beta vulgaris</i>	Chenopodiac.	7—10	„ (rote Rübe)
84.	<i>Amarantus caudatus</i>	Amarantac.	5—7 1/2	„
85.	<i>Phytolacca decandra</i>	Phytolaccac.	5	„
86.	— <i>Kacmpferi</i>	„	5—6	„
87.	<i>Mesembryanthemum Eckloni</i>	Aizoac.	5—6	succulent
88.	— <i>linguiforme</i>	„	5	„
89.	<i>Tetragonia expansa</i>	„	5—6	„
90.	<i>Stellaria media</i>	Caryophyllac.	7—10	krautig
91.	<i>Saponaria officinalis</i>	„	5	„
92.	<i>Nelumbium speciosum</i>	Nymphaeac	4—5	Wasserpflanze
93.	<i>Nymphaea spec.</i>	„	4—5	„
94.	<i>Victoria regia</i>	„	7—10	„
95.	<i>Ceratophyllum submersum</i>	Ceratophyllac	5—7	„
96.	<i>Helleborus purpurascens</i>	Ranunculac.	4—5	krautig
97.	<i>Eranthis haematis</i>	„	5	„
98.	<i>Aquilegia vulgaris</i>	„	4—5	„
99.	<i>Akebia quinata</i>	Lardizabalac.	3—4	holzig
100.	<i>Berberis vulgaris</i>	Berberidac.	5	„
101.	<i>Mahonia aquifolium</i>	„	5	„
102.	<i>Magnolia spec.</i>	Magnoliac.	3—4	„
103.	<i>Calycanthus floridus</i>	Calycanthac.	6—7	„
104.	<i>Cinnamomum ceylanicum</i>	Laurac.	5	„
105.	<i>Bocconia cordata</i>	Papaverac.	5	krautig
106.	<i>Papaver pilosum</i>	„	5	„
107.	— <i>bracteatum</i>	„	5	„
108.	<i>Crambe cordifolia</i>	Cruciferae	5	„
109.	<i>Capsella bursa pastoris</i>	„	5	„
110.	<i>Brassica oleracea</i>	„	5	„ (Rotkraut)
111.	<i>Sisymbrium Alliaria</i>	„	5—7	„
112.	<i>Roseda lutea</i>	Resedac.	4—5	„
113.	<i>Sarracenia hybrida</i>	Sarraceoiac.	4—5	„
114.	<i>Nepenthes phyllanthiflora</i>	Nepenthac.	3	„
115.	<i>Echeveria metallica</i>	Crassulac.	5—6	succulent

Nr.	Speziesname	Familie	Messung	Bemerkungen
116.	<i>Saxifraga longifolia</i>	Saxifragac.	5	krautig
117.	<i>Philadelphus coronarius</i>	"	5	holzig
118.	<i>Hydrangea hortensis</i>	"	f—7	"
119.	<i>Ribes sauyuinum</i>	Ribesiac	3—4	"
120.	<i>Platanus acerifolia</i>	Platanac.	5	"
121.	<i>Sorbus aucuparia</i>	Rosac.	5	"
122.	<i>Cydonia vulgaris</i>	"	4—5	"
123.	<i>Rhaphiolepis rubra</i>	"	5	"
124.	<i>Fragaria vesca</i>	"	4—5	krautig
125.	<i>Poterium Sanguisorba</i>	"	5	"
126.	<i>Rosa polyantha</i>	"	5	holzig
127.	<i>Prunus Padus</i>	"	5	"
128.	— <i>Laurocerasus</i>	"	5	"
129.	<i>Acacia Sophora</i>	Mimosac.	4	"
130.	<i>Tolulifera cochinchinensis</i>	Papilionac.	4—5	"
131.	<i>Robinia Pseudacacia</i>	"	5	"
132.	<i>Sophora japonica</i>	"	5	"
133.	<i>Laburnum alpinum</i>	"	5 6	"
134.	<i>Phaseolus multiflorus</i>	"	4—6	krautig
135.	<i>Galega officinalis</i>	"	4—5	"
136.	<i>Pelargonium zonale</i>	Geraniac.	4—5	"
137.	— <i>tetragonum</i>	"	5	succulent
138.	<i>Tropaeolum majus</i>	Tropaeolac.	5	krautig
139.	<i>Choisya ternata</i>	Rutac	(3—5) 4	holzig
140.	<i>Citrus trifoliata</i>	"	3	"
141.	<i>Ailanthus glandulosa</i>	Simarubac.	5	"
142.	<i>Trichilia undulatifolia</i>	Meliac.	4	"
143.	<i>Polygala myrtifolia</i>	Polygalac.	5	"
144.	<i>Mercurialis annua</i>	Euphorbiac.	5	krautig
145.	<i>Ricinus communis</i>	"	5	krautig-holzig
146.	<i>Euphorbia caput Medusae</i>	"	4—5	succulent
147.	— <i>helioscopica</i>	"	5	krautig
148.	<i>Buxus sempervirens</i>	Buxac	4—5	holzig
149.	<i>Coriaria myrtifolia</i>	Coriariac.	5	"
150.	<i>Pistacia lentiscus</i>	Anacard.	3—4	"
151.	<i>Ilex aquifolium</i>	Aquifoliac.	3—5	"
152.	<i>Euonymus japonica</i>	Celastrac.	5	"
153.	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Acerac.	5	"
154.	— <i>platanoïdes</i>	"	6	"
155.	<i>Ac-culus rubicunda</i>	Sapindac	5	"
156.	<i>Impatiens parviflora</i>	Balsaminac.	5	krautig
157.	<i>Vitis vinifera</i>	Vitac.	4—5	holzig
158.	— <i>inconstans</i>	"	4—5	"
159.	<i>Ampelopsis hederacea</i>	"	5	"
160.	<i>Gossypium barbadense</i>	Malvac.	4—5	"
161.	— <i>herbaceum</i>	"	4	krautig
162.	<i>Alcea rosea</i>	"	5—6	"
163.	<i>Abutilon spec.</i>	"	5	holzig
164.	<i>Theobroma Cacao</i>	Sterculiac.	4—5	"
165.	<i>Marcgravia dubia</i>	Marcgrav.	5 (—7)	"
166.	<i>Camellia japonica</i>	Theac.	4 (—5)	"
167.	<i>Datisca cannabina</i>	Datiscac.	5	krautig
168.	<i>Begonia hybrida</i>	Begoniac.	4—5	"
169.	— <i>metallica</i>	"	7,5	"
170.	<i>Metrosideros coriacea</i>	Myrtac.	4—5	holzig
171.	<i>Bertolonia spec.</i>	Melastomatac.	7—9	krauti g
172.	<i>Sonerila spec.</i>	"	5	"
173.	<i>Fuchsia spec.</i>	Onagrac.	5	holzig

Nr.	Speziesname	Familie	Messung	Bemerkungen
174.	<i>Gunnera chilensis</i>	Halorrhagidac.	5—7½	krautig
175.	<i>Hedera helix</i>	Araliac.	5	holzig
176.	<i>Aralia guatemalensis</i>	"	7—10	"
177.	<i>Eryngium pandanifolium</i>	Umbelliferae	3	krautig
178.	<i>Agopodium Podagraria</i>	"	5	"
179.	<i>Cornus mas</i>	Cornac.	4—5	holzig
180.	<i>Aucuba japonica</i>	"	5	"
181.	<i>Rhododendron spec.</i>	Ericac.	4—5	"
182.	<i>Ardisia crenulata</i>	Myrsinac.	5	"
183.	<i>Fraxinus excelsior</i>	Oleac.	3—4	"
184.	<i>Syringa vulgaris</i>	"	5	"
185.	<i>Olea europaea</i>	"	5	"
186.	<i>Osmanthus fragrans</i>	"	5	"
187.	<i>Buddleia Lindleyana</i>	Loganiac.	5	"
188.	<i>Nerium Oleander</i>	Apocynac.	5	"
189.	<i>Hoya carnosa</i>	Asclepiadac.	5	succulent
190.	<i>Stapelia multiflora</i>	"	5	"
191.	<i>Clerodendron Thomsonae</i>	Verbenac.	5	holzig
192.	<i>Phlomis tuberosa</i>	Labiatae	5	krautig
193.	<i>Teucrium fruticans</i>	"	5	holzig
194.	<i>Datura Stramonium</i>	Solanac.	5	krautig
195.	<i>Solanum nigrum</i>	"	5	"
196.	<i>Nicotiana rustica</i>	"	3—5	"
197.	<i>Episcia fulgida</i>	Gesneriac.	6	"
198.	<i>Saintpaulia ionantha</i>	"	4	"
199.	<i>Acanthus spec.</i>	Acanthac.	5—7	"
200.	<i>Plantago major</i>	Plantaginac.	5	"
201.	<i>Sambucus nigra</i>	Caprifoliac.	6—7½	holzig
202.	<i>Symphoricarpus racemosa</i>	"	3—4	"
203.	<i>Lonicera caprifolium</i>	"	4—5	"
204.	— <i>orientalis</i>	"	3—4	"
205.	<i>Diervilla coraensis</i>	"	5	"
206.	<i>Cucurbita Pepo</i>	Cucurbitac.	5	krautig
207.	<i>Bellis perennis</i>	Compositae	5	"
208.	<i>Dahlia variabilis</i>	"	5	"
209.	<i>Helianthus tuberosus</i>	"	3—4	"
210.	<i>Achillea millefolium</i>	"	5	"
211.	<i>Petasites palustris</i>	"	5	"
212.	<i>Crassocephalum aurantiacum</i>	"	5	"
213.	<i>Kleinia articulata</i>	"	5—6	succulent
214.	<i>Leonodon Taraxacum</i>	"	5—6	krautig
215.	<i>Lactuca sativa</i>	"	5	"

Zunächst wird man einen Zusammenhang zwischen den Größenverhältnissen und den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen vermuten, und zwar, wenn auch nicht durchgehend, doch insoweit, daß die Angehörigen derselben Familie ziemlich gleich große Chloroplasten aufweisen. Damit man dies beurteilen kann, habe ich die Pflanzen in der folgenden Tabelle in systematischer Reihenfolge, mit den Algen beginnend, aufgeführt. Um nicht zu weitläufig zu werden, will ich nur sagen, daß man bei der Durchsicht der Tabelle allerdings in gewissen Fällen den vermuteten

Zusammenhang finden wird, wie z. B. bei den Cycadeen und *Ginkgo*, bei den Compositen, in andern aber auch wieder nicht, insofern z. B. *Victoria regia* auffallend große Chloroplasten hat, *Nymphaea spec.* und *Nelumbium speciosum* aber etwas unter dem Typus bleiben. Nicht einmal die Arten einer Gattung stimmen immer in der Größe ihrer Chloroplasten überein. Was sodann die morphologischen Verhältnisse betrifft, so würde man vielleicht zunächst an die Größe der Zellen denken und in kleinen Zellen kleine, in größeren auch größere Chloroplasten erwarten. Von einer derartigen Abhängigkeit habe ich aber nichts bemerken können und halte es auch für recht schwierig, bei der Ungleichheit der Zellen in demselben Blatt solche Verhältnisse festzustellen. Dasselbe gilt für die Größe des Blattes, denn man braucht nur eine Liste der Pflanzen mit den größten Chloroplasten durchzugehen, um hier neben *Victoria regia* und *Gunnera chilensis* auch *Stellaria media* und *Pellionia Davcauana* zn finden. Schwer ist auch, die Blätter ihrer Beschaffenheit nach, als weiche, lederige, sukkulente usw., in bestimmte Gruppen zu ordnen, die Grenzen sind hier zu wenig scharf. Ich habe nur die sukkulenten in der Tabelle besonders bezeichnet, von denen aber die meisten (8 von 12) 5—6  $\mu$  große Chloroplasten haben, 3 Arten haben 3, 3—4, 4—5  $\mu$  große und eine Art (*Agave rubicola*) hat sogar 7,5  $\mu$  große.

Wir sind damit schon zu der Abhängigkeit von den biologischen Verhältnissen gekommen, und von diesen seien nur noch die der Wasserpflanzen in Betracht gezogen. Aber auch in dieser Gruppe zeichnen sich die Chloroplasten nicht vor den andern aus, denn bei den meisten entspricht der Durchmesser der Chloroplasten dem Typus (bei 5 von 9 Arten) bei einigen (3) ist er kleiner, und bei einer Art, *Victoria regia*, ist er abnorm groß, 7—10  $\mu$ . Die nicht sukkulenten und nicht zu den Wasserpflanzen gehörenden Arten habe ich als krautige und holzige unterschieden, denn allerdings scheint mir diese Trennung einigermaßen derjenigen in größere und kleinere Chloroplasten zu entsprechen und zwar in der Weise, daß die kleineren Chloroplasten sich mehr bei den holzigen Pflanzen finden, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Von 36 Arten mit 3—4 $\mu$ großen Chlor.	sind 20 holzig,	14 krautig:	Verh.:	5/4
„ 34 „ „ 4 5 $\mu$ „ „ „	16 „	18 „	„	8/9
„ 90 „ „ 5 $\mu$ „ „ „	44 „	46 „	„	ca. 1/1
„ 14 „ „ 5—6 $\mu$ „ „ „	2 „	12 „	„	1/6
„ 17 „ „ 5—7,5 $\mu$ „ „ „	5 „	12 „	„	5/12
„ 9 „ „ 7—10 $\mu$ „ „ „	1 „	8 „	„	1/8

Welcher Zusammenhang zwischen der krautigen und holzigen

Beschaffenheit der Gewächse und der Größe ihrer Chlorophyllkörner besteht, ist schwer zu erklären, man kann höchstens darauf hinweisen, daß im allgemeinen die holzigen Pflanzen derbere und trockenere Blätter als die krautigen besitzen, es könnten also möglicherweise bei geringerem relativem Wassergehalt der Zellen auch die plasmatischen Träger des Chlorophyllfarbstoffs sich etwas stärker kontrahiert haben. Doch müßten zur Klärung dieser Frage wohl noch ausge dehntere Untersuchungen vorgenommen werden.

Hier kommt es mir nur darauf an, die Hauptsache hervorzuheben, nämlich die aus meinen Beobachtungen sich ergebende Erkenntnis, daß die Chloroplasten und zwar die eigentlichen Chlorophyllkörner eine ziemlich konstante Größe besitzen, daß ihr Durchmesser meistens  $5 \mu$  beträgt. Sehr selten geht der Durchmesser auf die Hälfte herab, in manchen Fällen bis auf das Doppelte hinauf. Wir dürfen wohl annehmen, daß dies mit der Assimilation zusammenhängt. Wie die Pflanzen im Lauf der phylogenetischen Entwicklung von der Mannigfaltigkeit in Größe und Form der Chloroplasten bei den Algen zu der Konstanz der kleinen rundlichen Chlorophyllkörner von den Moosen an übergegangen sind, so sind sie auch zu einer konstanten Größe dieser Gebilde gekommen, offenbar weil beides sich als das Zweckmäßigste für den Assimilationsprozeß ergeben hat. Wenn wir die Chlorophyllkörner als kugelig annehmen, so ergibt sich für den Durchmesser von  $5 \mu$  eine Kugeloberfläche von  $315 \text{ qu } \mu$  und ein Kugelinhalt von ungefähr  $520 \text{ cub. } \mu$ , da sie aber meistens nicht wirkliche Kugeln, sondern mehr oder weniger abgeplattet und linsenförmig sind, so ist das Verhältnis der Oberfläche zum Inhalt etwas anders, die Oberfläche relativ größer. Wir könnten uns nun die Sache so vorstellen, daß jene typische Größe der Chloroplasten am günstigsten sei für die molekularen Adsorptionskräfte, mit denen nach WILLSTÄTTER der Chlorophyllfarbstoff an das Skelet des Chlorophyllkorns gebunden ist, wenn es darauf ankommt, für die erforderliche Menge des Farbstoffs das richtige Verhältnis zwischen Oberfläche und Masse des protoplasmatischen Trägers, der für eine Zelle bestimmt ist, zu schaffen, und daß sie andererseits auch am günstigsten sei für die Anlagerung der Moleküle des Kohlendioxyds an die des Farbstoffs. Die Konstanz der Größe der Chlorophyllkörner, wie sie hier aus der Untersuchung von mehr als zweihundert Pflanzenarten ermittelt worden ist, dürfen wir somit wohl gegenüberstellen der konstanten Zusammensetzung des Chlorophylls, wie sie WILLSTÄTTER aus der Untersuchung von ungefähr ebensoviel Pflanzen anzunehmen berechtigt ist.



Wir werden uns aber auch erinnern, daß in morphologischer Hinsicht noch andere solche konstanten Größen festgestellt sind. So hat bekanntlich SACHS für die Pflanzenzelle eine gewisse mittlere Größe gefunden, die sich allerdings innerhalb weiterer Grenzen bewegt als die der Chloroplasten, es schwankt nämlich der Durchmesser der ausgewachsenen Parenchymzellen zwischen 0,01 und 0,09 mm. Hierbei muß auch angenommen werden, daß dieses Maß für die physiologischen Verhältnisse, wie sie durch den zelligen Aufbau der Pflanzen bedingt sind, am zweckmäßigsten ist.

Anders ist es beim Zellkern, dessen Größe sehr verschieden ist. Abgesehen von den winzigen Kernen gewisser Pilze und Algen und den Riesenkernen, die in manchen Organen der höheren Pflanzen vorkommen, wechselt doch schon der Durchmesser des Kerns in den vegetativen Organen der Monokotyledonen<sup>1)</sup> zwischen 2,5 (Maranta) und 17  $\mu$  (Crinum). Der Kern hat ja auch, selbst in vegetativen Zellen, sehr viel mehr verschiedenartige Aufgaben zu erfüllen als die Chloroplasten — doch näher auf diese Betrachtungen einzugehen, müssen wir uns an dieser Stelle versagen.

Frankfurt, Botanisches Institut, Juni 1920.

---

1) E. KLIENEGER, Über die Größe und Beschaffenheit der Zellkerne mit besonderer Berücksichtigung der Systematik. (Beihefte zum botanischen Zentralblatt 1917.)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Möbius (Moebius) Martin

Artikel/Article: [Über die Grösse der Chloroplasten. 224-232](#)