

Chlorotheciaceae (festsitzend)*Chlorothecium* Borzi*Characiopsis* Borzi*Peroniella* Borzi**Sciadiinae** (mehrkernig)**Sciadiaceae***Ophiocytium*(incl. *Sciadium*).

Noch möchte ich im Anhang auf eine ebenfalls heterokonte Alge aufmerksam machen, die ich mit *Halosphaera* zugleich in einigen Proben fand und die bei oberflächlicher Musterung für freigewordene *Halosphaera*aplanosporen, gehalten werden könnte. Es ist dies eine Alge aus der CHODATschen Gattung *Monodus*: Zellen fast kugelig, verkieselt, mit einem seitlich kurzen, oft gekrümmten Spitzchen. Chromatophoren 4—8, plättchenförmig, gelbgrün (bei HClzusatz blau), Assimilat Fett und Oel. Vermehrung soweit beobachtet durch Autosporen (4—8). — Zellen 12—15 μ lang, 10—12 μ breit. — *Monodus amicime* nov. spec.

Prag, Mitte Oktober 1915.

50. Paul Jaccard: Über die Verteilung der Markstrahlen bei den Coniferen.

(Eingegangen am 6. November 1915.)

Die Verteilung der Markstrahlen scheint von vornherein keinem Gesetz unterstellt zu sein. In seiner Abhandlung „Über den diagnostischen Wert der Anzahl und Höhe der Markstrahlen bei den Coniferen“¹⁾ kommt B. ESSNER zu dem Schlusse, daß weder die Zahl, noch die Höhe der Markstrahlen, auch nicht die Größe und die Zahl der Markstrahlzellen bei den verschiedenen Individuen einer Art, sogar bei demselben Baum genügend konstant sind, damit sie als Unterscheidungsmerkmale angewendet werden können.

Immerhin konnte ESSNER bei *Pinus strobus* eine Abnahme der Markstrahlenzahl pro Flächeneinheit mit der Höhe über dem Boden konstatieren; er bemerkte außerdem, daß im allgemeinen die Markstrahlen im ersten Jahrringe am zahlreichsten sind, und

1) Abhandlung der Naturforsch. Gesellschaft zu Halle, Bd. XVI. 1886, S. 1—33, enthält auch Angaben über die bezügliche Literatur.

daß dann ihre Zahl abnimmt; darauf folgt eine Zone mit beinahe konstanter Zahl und schließlich im hohen Alter läßt sich wieder eine Tendenz zur Vermehrung dieser Organe bemerken.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit¹⁾ bin ich auf Grund von zahlreichen Zählungen an fünf Fichten und zwei Tannen (*Picea excelsa* und *Abies alba*) zu folgenden Resultaten gekommen: Es zeigte sich, 1. daß ausnahmslos die Durchschnittszahl bei der Stockscheibe, d. h. bei ca. 10–15 cm über dem Boden, merklich höher ist als bei den übrigen Niveaus des Schaftes; 2. daß dagegen etwas höher am Stamm die Zahl der Markstrahlen pro Flächeneinheit ihren geringsten Wert erreicht; 3. daß oberhalb dieses Niveaus die Markstrahlenzahl gegen den Kronenansatz wieder zunimmt.

Es schien mir wünschenswert, die Verteilung der Markstrahlen nicht nur bei astlosen Schäften großer Bäume, sondern auch bei den Stammteilen innerhalb der Krone sowie bei den Ästen derselben zu untersuchen.

Zu diesem Zwecke benutzte ich, 1. ein stattliches Exemplar von *Sequoia sempervirens* von 18,5 m Höhe, welches zufolge Umbau des Hauptgebäudes der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich gefällt wurde; 2. ein 11 m hohes Exemplar von *Picea omorica*.

Das erste wuchs in einem geräumigen, eingeschlossenen Hof, das zweite im Freien vor dem Gebäude.

In verschiedenen Höhen ü. B. wurden Stammscheiben abgesägt und aus ihnen nach vier bestimmten Expositionen (N. S. W. O.) Probestücke herausgenommen zur Anfertigung von Tangential-schnitten aus dem letzten Jahrringe (1914).

In verschiedenen Niveaus der Krone sind ebenfalls Probestücke von Ästen untersucht worden, und zwar auf der oberen und auf der unteren Seite.

Die Zahl der Markstrahlen wurde durch Projektion der Tangentialschnitte auf das Mattglas einer mikrophotographischen Kamera ermittelt, wobei je mehrere Zählungen (8 für den Stamm, 4 bis 5 für die Äste) erfolgten.

Es wurde außerdem die Länge der größten Markstrahlen bei 80facher Vergrößerung gemessen.

Die erhaltenen Resultate sind in den folgenden Tabellen Nr. 1 bis 3 zusammengefaßt.

1) „Neue Untersuchungen über die Ursachen des Dickenwachstums der Bäume“. Naturwiss. Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 12. Jahrg., 1915, S. 355 und folgende.

Tabelle Nr. 1.

Anzahl und Größe der Markstrahlen in verschiedenen Höhen des Stammes bei *Sequoia sempervirens*.

Nr. der Stamm-scheiben	Höhe über dem Boden	Durchschnittszahl der Markstrahlen in einem mikroskopischen Feld von 0,75 mm ²	Extreme Zahlen		Länge der größten Markstrahlen in mm 80fach vergrößert
			Minim.	Maxim.	
Gipfel III	18,00 m	49	45	53	29
" II	17,60 "	49	41	60	32
" I	17,15 "	46	40	47	35
" 0	16,80 "	46	43	50	29
Stamm I	16,50 "	46	42	50	28
II	15,90 "	40	39	41	26
III	15,30 "	41	35	43	29
IV	14,70 "	39,5	33	49	30
V	14,20 "	37	30	49	30
VI	13,45 "	35	31	42	34
VII	12,60 "	34	28	39	35
VIII	12,05 "	31	22	43	29
IX	11,30 "	29	24	36	31
X	10,80 "	25	22	33	34
XI	10,25 "	25	20	30	30,5
XII	9,75 "	25	21	29	36
XIII	8,95 "	24	21	27	37
XIV	8,05 "	24	21	27	38
XV	7,25 "	23	19	27	39
XVI	6,40 "	21	19	24	43
XVII	5,55 "	22	19	23	36
XVIII	4,85 "	21	18	23	39
XIX	4,20 "	23	19	24	44
XX	3,40 "	22	19	26	45
XXI B	2,50 "	23	18	28	46
XXII A	1,40 "	29	24	38	37
Hauptwurzel	15 cm vom Stamm	31	30	37	43

Aus der Tabelle Nr. 1 geht hervor, daß an dem Stamm von *Sequoia sempervirens* von einer bestimmten Höhe über dem Boden an die Zahl der Markstrahlen ziemlich regelmäßig zunimmt, so daß sie beim Gipfel mehr als zweimal die Durchschnittszahl der Scheiben XVI und XVII (ca. 6 m ü. B.) übersteigt.

Von 5 m ü. B. an macht sich nach unten gegen die Stammbasis ebenfalls eine Steigerung der Markstrahlenszahl geltend.

Meine Zählungen betreffend die Wurzeln sind nicht zahlreich genug, um die Verteilung der Markstrahlen bei diesen Organen beurteilen zu können.

Was die Größe der Markstrahlen anbelangt, so sieht man, daß die maximale Länge derselben, obgleich nicht sehr regelmäßig, doch vom Gipfel gegen die Stammbasis zunimmt, und zwar derart, daß vermutlich dadurch die Querschnittsfläche der Markstrahlen

pro Flächeneinheit mehr oder weniger ausgeglichen wird und an den verschiedenen Höhen des Stammes gewissermaßen gleichmäßig bleibt.

Mit Ausnahme der Stammscheiben V und VIII weicht der Durchschnitt der Markstrahlenzahlen von den Extremen bzw. von den wirklichen Zahlen nicht bedeutend ab.

Zahl der Markstrahlen bei den Ästen.

Aus der Tabelle Nr. 2 geht hervor, daß die Markstrahlenzahl im allgemeinen bei den Ästen diejenige beim Stamm merklich übertrifft. Gegenüber einer Durchschnittszahl von 29 für den Stamm zwischen I und XXII findet man bei den Ästen ca. 70 Markstrahlen im Durchschnitte auf derselben tangentialen Fläche (0,75 mm²).

Tabelle Nr. 2.

Anzahl und Größe der Markstrahlen der Äste in verschiedenen Höhen über dem Boden bei *Sequoia sempervirens*.

Bezeichnung der Äste	Approximative Höhe über dem Boden	Durchmesser der Äste in mm	Durchschnittszahl der Markstrahlen in einem mikroskopischen Feld von 0,75 mm ²		Länge der größten Markstrahlen in mm 80fach vergrößert	
			Obere Seite	Untere Seite	Obere Seite	Untere Seite
Nr. 8	16,5 m	17	84	98	17	13
16	16 „	17	70	72	13	13
21	15,5 „	25	57	68	16	14
27	15 „	22	79	89	16	11
32	14,5 „	21,5	74	77	16	13
49	13,5 „	28	62	91	10	11
54	13 „	21	81	84	8	8
71	12 „	36	81	82	11	9
82	11,4 „	42	63	63	10	16
88	11 „	52	61	58	11	10
95	10,5 „	62	65	73	10	13
103	10 „	50	67	85	10	11
107b	9 „	38	44	47	16	12
115	8,2 „	33	64	70	9	10
127	7,4 „	48	60	63	10	9
138	6,5 „	63	60	61	10	10
141	5,6 „	38	76	81	11	7
148	4,9 „	42	69	88	8	8
149	4,5 „	73	67	64	11	10
154	3,6 „	52	59	66	10	11
Durchschnitt:			67	74	11½	11

Im Gegensatz zu dem Stamm macht sich bei den Ästen unserer *Sequoia* keine regelmäßige Zunahme der Markstrahlenzahl mit der Höhe über dem Boden geltend.

Bei den höchst gelegenen Ästen steht zwar die Zahl der Markstrahlen meistens über dem Durchschnitte, bei dem übrigen Teil der Krone zeigt sie aber von einem Ast zum andern große Schwankungen, ohne daß dieselben mit der Größe der Zweige oder mit ihrer Höhe über dem Boden eine sichtbare Beziehung aufweisen.

Hervorzuheben ist die Tatsache, daß die untere, aus abgerundeten dickwandigen Tracheiden bestehende Astseite, ohne Ausnahme markstrahlenreicher ist als die obere Seite, deren Holz aus rechteckigen, dünnwandigen Elementen besteht. Es fragt sich, ob dieser Unterschied mit der ausgeprägten Dorsiventralität der *Sequoia*-äste im Zusammenhang steht. Bei den älteren Zweigen vor allem ist die Breite der unteren Seite häufig zwei- bis dreimal so groß, wie diejenige des Weißholzes auf der entgegengesetzten Seite. Fügen wir noch hinzu, daß auf der unteren Seite meistens ganze Jahrringe aus lauter abgerundeten, dickwandigen Rotholztracheiden bestehen ohne Spuren von dünnwandigen und rechteckigen Frühholztracheiden.

Tabelle Nr. 3.

Anzahl und Größe der Markstrahlen in verschiedenen Höhen des Stammes bei *Picea omorica*.

Nr. der Stamm-scheiben	Höhe über dem Boden	Durchschnitts-zahl der Mark-strahlen in einem mikroskopischen Feld von 0,75 mm ²	Extreme Zahlen		Anzahl der Zellen bei den längsten Markstrahlen
			Minim.	Maxim.	
Stammbasis	10 cm	44	40	49	26
I	50 cm	42	39	45	—
II	1 m	37	34	44	—
III	1,5 „	36	34	39	—
IV	2 „	38	32	42	17
V	2,5 „	38	34	42	30
VI	3 „	38	35	47	27
VII	3,5 „	38	35	44	25
VIII	4 „	38	35	44	22
IX	4,5 „	36	30	40	21
X	5 „	36	33	45	18
XI	5,5 „	36	33	40	18
XII	6 „	35	33	40	25
XIII	6,5 „	37	37	40	22
XIV	7 „	39	37	43	25
XV	7,5 „	37	34	31	30
XVI	8 „	36	30	41	23
XVII	8,5 „	35	30	43	28
XVIII	9 „	38	34	42	24
XIX	9,5 „	37	34	40	20
XX	10 „	38	35	42	26
XXI	10,5 „	48	47	50	29

Was die Länge der größten Markstrahlen anbelangt, so ist sie im Durchschnitt dreimal kleiner in den Ästen, als bei dem-

selben Jahrringe im Stamm. In dieser Hinsicht macht sich zwischen den beiden Astseiten kein merklicher Unterschied geltend. (Durchschnittszahl 80fach vergrößert. $11\frac{1}{2}$ mm auf der oberen gegen 11 mm auf der unteren Seite.)

Markstrahlenzahl bei *Picea omorica*. In der Tabelle Nr. 3 sind die Variationen der Markstrahlenzahl an verschiedenen Höhen des Stammes einer bis auf ca. 2 m über dem Boden geästeten *Omorica*-Fichte angegeben.

Bei diesem Baum, dessen sehr regelmäßig entwickelte Krone bis auf ca. 8 m ü. d. Boden, gleichmäßige 1,5 bis 2 cm dicke Zweige trug, kommt nur bei der Stengelspitze und an der Stammbasis eine den Durchschnitt deutlich überschreitende Markstrahlenzahl vor. Dazwischen hingegen zeigt sie nur unbedeutende Schwankungen.

Ebenso macht sich bei der Länge der größten Markstrahlen keine mit der Höhe über dem Boden zusammenhängende Variation geltend.

* * *

Kurz zusammengefaßt ändert sich bei *Sequoia sempervirens* sowie bei *Picea excelsa* und *Abies alba*, die Zahl der Markstrahlen pro Flächeneinheit, in gleichem Jahresringe des Stammes mit der Höhe über dem Boden folgendermaßen:

1. Von einem im unteren Drittel der Stammlänge gelegenen Niveau an, wo die Markstrahlenzahl am kleinsten ist, steigt dieselbe ziemlich regelmäßig bis zum Gipfel und nimmt ebenfalls gegen die Stammbasis zu.

2. Umgekehrt nimmt im allgemeinen die Länge der größten Markstrahlen von der Stammbasis nach dem Gipfel ab.

3. Die Markstrahlenzahl der Äste ist bedeutend höher als diejenige der gleichaltrigen Jahresringe des Stammes.

4. Die zwischen den einzelnen Ästen vorkommenden Variationen der Markstrahlenzahl sind keiner sichtbaren Gesetzmäßigkeit unterstellt und stehen anscheinend in keinem regelmäßigen Zusammenhang mit der Astgröße.

5. Eine deutliche Beziehung zu der Hypotrophie der *Sequoia*-äste macht sich aber in bezug auf die Markstrahlenzahl geltend. Dieselbe ist regelmäßig auf der unteren breiteren Seite größer als auf der entgegengesetzten Seite.

Über die Ursachen der vorkommenden Variationen in der Verteilung der Markstrahlen sind wir noch unvollkommen unterrichtet.

Wenn wir in dieser Hinsicht unsere im Freien entwickelte *Omorica*-Fichte mit der in einem Hof eingeschlossenen *Sequoia*, deren Gipfel besser belichtet war, als der untere Teil der Krone, dann auch mit einer unterdrückten Tanne¹⁾ vergleichen, so bekommt man den Eindruck, daß die Zahl der Markstrahlen vor allem mit der Intensität der Assimilation im Zusammenhang steht. Zugunsten dieser Ansicht sprechen unter andern die Zunahme der Markstrahlen a) gegen den Baumgipfel, wo das Wachstum entschieden am lebhaftesten vor sich geht; b) beim Wurzelanlauf, wo durch eigenartige Druckspannungen²⁾ die Tätigkeit des Kambiums erhöht wird; dann c) auf der rascher wachsenden unteren Astseite, gegenüber der oberen Seite. Mit den Variationen der Markstrahlenzahl zeigt der Durchmesser der Tracheiden eine gewisse Korrelation. Auffallenderweise nimmt die Breite derselben vom Gipfel gegen die Stammbasis zu; außerdem sind die Tracheiden eines bestimmten Jahrringes in den Ästen bedeutend kleiner als im Stamm.

Bei *Sequoia* z. B. messen die größten Tracheiden im Stammringe 1914 20 – 30 Teilstriche des Meßokulars³⁾, in den Ästen dagegen 7–10 Teilstriche; (bei der Basis des Stammes 20 – 30 Teilstriche; beim Gipfel 15, und dazwischen bei ca. 10 m ü. B. 20.)

Im allgemeinen sind also die Markstrahlen zahlreicher und kürzer bei den Organen oder Teilen derselben, welche die engsten Tracheiden besitzen.

Die Ursachen der Variationen in der Verteilung der Markstrahlen können nur auf experimentellem Weg aufgeklärt werden. Ich hoffe nächsthin weiteres über diese Frage vorlegen zu können.

Pflanzenphysiologisch. Institut der Eidg. techn. Hochschule.

Zürich, November 1915.

1) Tanne Nr. II Degenried in loc. cit. p. 357.

2) Bezüglich dieser Frage siehe in „Neue Untersuchungen“ etc., S. 333 bis 342, „Die Ursachen der Ausbreitung der Stammbasis“.

3) Mit dem Obj. apochr. 2 mm und dem Mikrometerokular Nr. 2 gemessen, d. h. bei einer Vergrößerung von ca. 500fach. Die mittelgroßen Tracheiden im Stamm messen 0,02–0,03 mm, die größten 0,0004 bis 0,005 mm

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Jaccard Paul

Artikel/Article: [Über die Verteilung der Markstrahlen bei den Coniferen. 492-498](#)