© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

27. S. Simon: Der Bau des Holzkörpers sommer- und wintergrüner Gewächse und seine biologische Bedeutung.

Mit Tafel XII und 3 Textfiguren.

Eingegangen am 6. Mai 1902.

Wir wissen, dass im Organismus aller lebenden Wesen eine gewisse Oekonomie herrscht, dass ein Organ, welches bei der ihnen eigenen Lebensweise weniger gebraucht wird, zu Gunsten eines anderen, dessen Ausbildung grösseren Nutzen gewährt, in der Entwickelung zurücktritt. Diese Wachsthumscompensationen, denen wir auf Schritt und Tritt begegnen, erstrecken sich nun auf der einen Seite auf den äusseren Bau und sind hier, wo sie oft eingreifende Veränderungen im Aussehen der Pflanze bewirken, naturgemäss schon auf den ersten Blick leicht festzustellen. Anders verhält es sich mit den Compensationen im anatomischen Bau. Sie verändern das Habitusbild nicht und entziehen sich, wenn wir ihnen nicht in genauer anatomischer Untersuchung nachgehen, unserer Kenntniss. Dass diese letzteren keineswegs seltener auftreten als die ersteren, war zu vermuthen, wenn man die ausserordentliche Reactionsfähigkeit der Zellen auf äussere Einflüsse berücksichtigte. In der That haben nun die Untersuchung natürlicher Verhältnisse wie Versuche bewiesen, dass obige Annahme vollkommen auf Richtigkeit beruht. Erstere machten sich zur Aufgabe, die durch zufällige Abänderung der Wachsthumsbedingungen in der Natur hervorgerufenen Folgen festzustellen, während letztere die Reactionen studirten, welche unter dem Einfluss ganz bestimmter Factoren in die Erscheinung traten. Beide zeigten übereinstimmend, dass bei anderen Lebensbedingungen sich das Sparsamkeitsbedürfniss der Pflanze geltend machte. Die nicht oder wenig gebrauchten Gewebe wurden reducirt, während die jetzt nützlichen, früher oft kaum vorhandenen, eine starke Ausdehnung erfuhren. Das beste Beispiel bieten uns einerseits die Beobachtungen[1]) an Landpflanzen, die plötzlich gezwungen wurden submers zu wachsen (auf überschwemmten Wiesen); hier trat eine Reduction der Festigungs- und Leitungsgewebe zu Gunsten eines reichen Durchlüftungssystems ein, entsprechend den veränderten Lebensbedürfnissen.

1) Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898, S. 26. Hier auch Litteratur.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Aehnliche Verschiebungen in der Ausbildung der Gewebe wurden von Brenner[1]) an den Blättern von *Quercus*-Arten nachgewiesen. Dies geschah sowohl an natürlichen Standorten an Blättern desselben Baumes, die sich unter verschiedenen Belichtungsverhältnissen entwickelt hatten; andererseits wurde dies aber auch experimentell festgestellt durch Cultur junger Pflanzen bei verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Gehen wir nun von diesen Thatsachen aus, die zeigen, in wie hohem Grade der Pflanze die Fähigkeit innewohnt, sich neuen Lebensbedingungen auf's Schnellste anzupassen, so leuchtet ein, dass unter gewöhnlichen Verhältnissen in der Ausbildung und Anordnung der Gewebe den Bedürfnissen in ausgedehntem Masse Rechnung getragen sein muss.

Im Stamme der Holzgewächse spielen die sklerenchymatischen Gewebe eine grosse Rolle, da sie dazu bestimmt sind, ihm Festigkeit zu verleihen. Wir finden nach den Untersuchungen R. Hartig's[2]) stets, dass, sobald im Jahreszuwachs der Bedarf an Leitungsbahnen befriedigt ist, der Rest der noch zur Verfügung stehenden organischen Substanz zu sklerenchymatischen Elementen verarbeitet wird.

Es lag daher nahe, anzunehmen, dass bei dem grossen Bedürfniss nach Festigungsgewebe nicht mehr Speichergewebe angelegt würden, als für das zukünftige Wachsthum des Baumes unbedingt nöthig seien.

So war es denn auch zu erwarten, dass die wintergrünen Gewächse unserer Breiten weniger Speichergewebe besitzen als ihnen nahe verwandte, im anatomischen Bau sonst ähnliche, sommergrüne Arten.

Erstere, so nimmt man im Allgemeinen an, sind durch ihre lange Zeit fortdauernde, assimilatorische Thätigkeit im Stande, alle zum Aufbau ihrer Organe nöthigen Kohlenhydrate fast continuirlich in genügender Menge für den jeweiligen Bedarf zu erzeugen, also vom Orte der Production meist direct nach den Stätten des Verbrauchs überzuführen und dort zu verwerthen; während für die sommergrünen Gewächse Perioden kommen, wo sie wohl Baustoffe gebrauchen, aber nicht produciren können, also auf Reservestoffe und -speicher unbedingt angewiesen sind[3]). Dies ist hauptsächlich das Frühjahr bis

1) Brenner, Klima und Blatt bei der Gattung *Quercus*. Flora 1902, S. 114.

2) R. Hartig, I. Untersuchungen über die Entstehung und die Eigenschaften des Eichenholzes. Forstl. naturw. Zeitschr. III (1894), S. 1 u. s. w. — II. Holzuntersuchungen, Altes und Neues. Berlin 1901, S. 34.

3) Selbstverständlich giebt es Perioden, wo beide Kategorien von Holzgewächsen auf die in den Reservestoffspeichern niedergelegten überschüssigen Assimilationsproducte angewiesen sind; ich meine hier die Zeiten der Samenbildung. Dann werden meist alle zur Verfügung stehenden Reservestoffe zur Verwerthung herangezogen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu dem Zeitpunkt, wo sich die neu gebildeten Blätter in ausgiebiger Weise an der Assimilation zu betheiligen beginnen.

Wenn man nun thatsächlich annehmen kann, dass in unserem Klima mit dem Besitze der wintergrünen Blätter häufig eine wirthschaftliche Besserstellung der Pflanze verbunden ist, so ist damit keineswegs gesagt, dass dies überall der Fall sein muss. Es fragt sich, ob diese immergrünen Blätter nicht in der Mehrzahl der Fälle dazu berufen sind, die Pflanze da überhaupt erst existenzfähig zu machen, wo das sommergrüne Blatt wegen seiner kurzen Lebensdauer dies nicht mehr ermöglichen könnte. Ich erinnere hier nur an solche Verhältnisse wie im Waldesschatten, wo gerade vor und nach dem Laubfall die stärkste Ausnutzung des Lichtes möglich ist, dann in Höhenlagen, wo wegen des späten Erwachens der Vegetation es geboten erscheint, bei hereinbrechender milder Temperatur keinen Augenblick im Interesse der Samenbildung und des Zuwachses verloren gehen zu lassen. Endlich wären noch diejenigen Gegenden zu erwähnen, wo Hitze und Trockenheit eine möglichst weitgehende Reduction der Blattfläche zur Erhöhung der Stabilität erforderten, was nur dann angängig war, wenn das Blatt gleichzeitig immergrün wurde.

Eine Ausnahmestellung endlich nehmen — worauf ich später noch näher eingehen werde — diejenigen laubabwerfenden Gewächse ein, denen nach dem Blattfall Assimilationsorgane in den grün bleibenden Stengeltheilen mit typischem Assimilationsgewebe[1]) bleiben und die in denselben ein Aequivalent für das immergrüne Blatt besitzen.

Betrachten wir nun noch einmal kurz die Biologie der immergrünen Blätter, so wäre in erster Linie zu erwähnen, dass die Lebensdauer derselben eine sehr verschiedene ist. Die Blätter unserer Nadelhölzer zeichnen sich durch eine sehr lange Lebensdauer (circa 7 Jahre) aus, während die meisten Arten ihre Blätter nur zwei Sommer hindurch behalten. Eine andere Kategorie endlich verliert die Blätter schon zu Anfang des zweiten Sommers (einige *Quercus*-Arten etc.).

Auch die Assimilationsthätigkeit des immergrünen Blattes bleibt nicht immer gleich, sondern wechselt mit der Jahreszeit. Dieselbe wird in unseren Breiten nach Aufhören der Zuwachsthätigkeit des Holzkörpers im Verhältniss zur abnehmenden Belichtung träger und träger, bis endlich in den Wintermonaten die Kälte einen dauernden

1) Ich verstehe hierunter die Stengeltheile, deren primäre Rinde aus typischem Assimilationsgewebe besteht, nicht jene Rindengewebe mit mehreren Schichten chlorophyllführender Zellen, die fast allen unseren Holzgewächsen (z. B. *Tilia* etc.) eigen sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verschluss der Spaltöffnungen bewirkt[1]) und somit die Assimilation fast gänzlich aussetzt. Während dieser Ruheperiode functioniren die Blätter als Reservestoffbehälter, da sie dann mit einer stark concentrirten Lösung Glucose erfüllt sind, die wohl aber hauptsächlich den Zweck hat, das Gefrieren des Zellsaftes zu verhüten und so einer Schädigung der Blattgewebe durch Zerreissen vorzubeugen. Analog der Abnahme im Herbst steigt die Thätigkeit der Winterblätter nach Lösung des Spaltenverschlusses im Frühjahr ziemlich schnell, um dann bei intensiver Beleuchtung zu Beginn des Wachsthums bereits mit voller Energie zu arbeiten. — Diese Sätze sind natürlich nicht anwendbar auf die Mediterrangebiete, d. h. die winterfeuchten Gebiete der warm temperirten Zone. Hier ist wohl mit SCHIMPER[2]) anzunehmen, dass die Assimilation in der feuchten Jahreszeit trotz relativ niedriger Temperatur stärker als im Sommer ist; diese Vermuthung bedarf selbstverständlich noch der experimentellen Bestätigung.

Als Reservematerial für das secundäre Dickenwachsthum der Holzpflanzen haben wir in erster Linie die Stärke anzusehen; Zucker und fette Oele dagegen nur als zeitweilige winterliche[3]) Umwandlungsstoffe ersterer oder als Wanderstoffe. Speichergewebe nennen wir hier die Zellcomplexe des Holzkörpers, deren Hauptfunction die Aufspeicherung der Stärke bildet. Diejenigen Zellarten, welche dies als Nebenfunction betreiben, z. B. Libriform mit lebendem Plasmakörper, finden hier keine Berücksichtigung. Jene durchgehend parenchymatischen Gewebecomplexe sind das Mark, die Markstrahlen und das Holzparenchym. Ersteres ist allerdings nur in den einjährigen Trieben von grösserer Bedeutung, später pflegt es sehr bald seine Function als Reservestoffspeicher aufzugeben, wird theilweise als Ort für die Ablagerung unbrauchbarer Stoffe, wie Kalkoxalat, Gerbstoff, gebraucht und trocknet schliesslich ganz ein[4]). Ausgenommen hiervon sind jene Holzgewächse, wo in Folge des kriechenden Wuchses das Dickenwachsthum des Holzkörpers langsam vorwärts schreitet (Zwergsträucher wie Ericaceen, alpine *Salix*-Arten etc.); bei solchen bleibt das Mark lange Jahre hindurch als Speicherorgan thätig.

Was nun endlich die Unterschiede in der Vertheilung dieser Organe betrifft, so streift bereits BÜSGEN in seinem Lehrbuch[5])

---

1) LIDFORSS, Zur Physiologie und Biologie der wintergrünen Flora. Bot. Centralblatt (1896), Bd. LXVIII, S. 33—44.

2) l. c. S. 545.

3) A. FISCHER, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XXII (1891), S. 73. — Cf. auch E. MER, Des variations qu'éprouve la réserve amylacée des arbres aux diverses époques de l'année. Bull. d. Soc. Bot. de France, III. série, Tome 5 (1898), p. 299.

4) A. DE BARY, Vergleichende Anatomie. Leipzig 1877, S. 419.

5) BÜSGEN, Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1897, S. 72—73.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einmal unsere Frage, veranlasst durch eine Arbeit BERTOG's über das Tannenholz[1]). Letzterer kommt bei der Vergleichung seiner für den Gesammtantheil der Markstrahlen am Holzkörper von *Abies* gewonnenen Zahlen mit denen von R. HARTIG[2]) für die Eiche festgestellten zu dem Resultat, dass diese letzteren einen höheren Procentsatz ausmachen als bei der Tanne. „Dieser Unterschied," so fährt er fort, „wird vielleicht allgemein für Laub- und wintergrüne Nadelhölzer bestehen, da jene ihre sämmtlichen Assimilationsorgane jährlich ersetzen müssen und natürlich mehr Reservestoffe verlangen als die Nadelhölzer, die ja nur einen Theil der Nadeln neu bilden."

Obige Auffassung ist nun sehr einleuchtend und bedarf kaum einer näheren Begründung. Sie war auch für den Verfasser der erste Anlass diese Untersuchungen aufzunehmen. Allerdings konnte BERTOG auf Grund der gefundenen Zahlen nicht zu obiger Ansicht kommen, da ja die betreffenden Eichen die von ihm untersuchten *Abies* an Alter bedeutend übertrafen. Gerade die von R. HARTIG gegebenen Zahlenreihen zeigen — und die von BERTOG gefundenen bestätigen dies — die Zunahme der Markstrahlgewebe in höherem Alter. Zwar nimmt BERTOG mit Recht an, dass die Zahlen für die Eiche noch höher ausgefallen wären, wenn auch das verticale Holzparenchym mit berechnet worden wäre, doch konnte er nicht ohne Weiteres hiermit rechnen, da die Mengen des letzteren völlig unbekannt waren. Weiter haben uns die sehr interessanten Versuche[3]) R. HARTIG's gezeigt, wie grosse Schwankungen dieser Zahlen hervorgerufen werden durch äussere Einflüsse, wie Bodenbeschaffenheit, Vergrösserung sowie Freistellung der Krone und hierdurch bedingte grössere Assimilationsthätigkeit.

Alles dies musste bei vorliegenden Untersuchungen genau berücksichtigt werden; es durften nur Gewächse mit einander verglichen werden, die auf gleichem Boden neben einander erwachsen waren, also dieselbe mineralische Nahrung, sowie möglichst denselben Lichtgenuss erhalten hatten. Gerade dieser Factor wirkte erschwerend bei der Auswahl des Vergleichsmaterials, da ja, wie ich bereits vorher ausführte, das wintergrüne Blatt in der Mehrzahl der Fälle eine Anpassung an weniger günstige Vegetationsbedingungen vorstellt und dann, wenn wirklich am selben Standort sommergrüne Gewächse

---

1) BERTOG, Untersuchungen über den Wuchs und das Holz der Weisstanne und Fichte. Forstl. naturw. Zeitschr. IV (1895), S. 207. Für *Abies*: Wurzel = 8 pCt., Stamm: Höhe von 1,3 *m* = 6,1 pCt., 10,9 *m* = 4 pCt, 26,9 *m* = 6,1 pCt.

2) l. c. II, S. 34. Für eine 400jährige Eiche im 40. Jahre = 4 pCt., im 140. Jahre = 8 pCt, später bei Freistellung = 10—12 pCt. Bei einem 240jährigen Bestand betrug in den letzten 140 Jahren das Mittel: Stamm I = 8,4 pCt., Stamm II = 6 pCt. Stamm V = 3,7 pCt.

3) l c. I, S. 189.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

derselben Gattung vorkommen, dieselben irgend welche Aequivalenterscheinungen für die scheinbare Bevorzugung ersterer aufweisen. Dieselben bestehen entweder in den bereits vorher erwähnten grünen Stengeltheilen oder anderen biologischen Einrichtungen, auf die aber erst im speciellen Theil bei den betreffenden Arten näher eingegangen werden soll. In den Kreis der Untersuchung wurden nur hiesige und mediterrane Pflanze gezogen, und von letzteren auch nur solche, deren Lebensweise bekannt war. Auf die anatomischen Verhältnisse bin ich hier nur so weit eingegangen, wie sie zum Verständniss unserer Frage unbedingt nöthig waren.

Methodisches.

Zur genauen Bestimmung der Mengenverhältnisse der Gewebe bediente ich mich einer von Gscheidlen[1]) angegebenen Methode. Es wurden Tangential- resp. Querschnitte von bestimmter Grösse mit dem Zeichenprisma auf starkes Schreibpapier gezeichnet und zwar derart, dass nur die Speichergewebe markirt wurden. Diese wurden dann ausgeschnitten und das genau festgestellte Gewicht dieser mit dem des ganzen Gesichtsfeldes, also der gesammten Holzmasse, verglichen und so der procentuelle Antheil der Speichergewebe ermittelt. Ich bediente mich gerade dieser Methode, da ich mich überzeugt hatte, dass sie bedeutend genauer, wenn auch viel mühsamer ist, als die früher von Bertog[2]) für die Coniferen angegebene, die darin bestand, dass man die durchschnittliche Grösse der Zellen und ihre Anzahl ermittelte und aus dem Product den Antheil derselben am Holzkörper feststellte; ein Verfahren, das für die Dicotylen wegen der verschiedenartigen parenchymatischen Zellen kaum anwendbar war. Besonders scharf ausgeprägte Fälle, die ohne Weiteres den Unterschied deutlich zeigen, wurden graphisch resp. photographisch dargestellt.

Specieller Theil.

Die einheimischen Arten.

Picea excelsa und Larix europaea.

Diese beiden in unseren Wäldern häufig neben einander angepflanzten Bäume boten natürlich das nächstliegende Untersuchungsmaterial. Da die Nadeln der Abietineen eine recht lange, durchschnittlich siebenjährige Lebensdauer besitzen und die Bäume daher über sehr grosse Mengen Assimilationsorgane verfügen, war anzunehmen, dass hier recht grosse Unterschiede in der Ausbildung des

1) Gscheidlen, Physiologische Methodik. Braunschweig 1876, S. 26.
2) l. c. S. 203.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Speichersystems vorhanden seien. Allerdings können wir nicht annehmen, dass die Assimilationsenergie von der Bildung der Nadel an bis zu ihrem Absterben dieselbe bleibt, sondern dürfen wohl auf eine Verminderung dieser rechnen, wie ja auch im Alter die Transpirationsenergie abnimmt. Ausserdem dürfen wir nicht vergessen, dass in der vollbelaubten Krone der Fichte nicht einmal alle Nadeln zum Lichtgenuss kommen, sondern dass einem grossen Theil derselben durch Beschattung der übrigen eine sehr grosse Menge des Lichtes entzogen wird.

Die Lärche dagegen ist ein ausgesprochener Lichtbaum[1]), sie vermag nur bei allseitiger Belichtung sich zu entwickeln. Die Folge hiervon ist, dass alle Blätter von dem Moment an, wo sie ausgebildet sind, sehr energisch zu assimiliren beginnen und diese Thätigkeit nicht eher unterbrechen, bevor sie zu Grunde gehen.

Ein anderer Umstand noch, der zu Gunsten der Ernährungsthätigkeit der Lärche ausschlägt, liegt in einer biologischen Eigenthümlichkeit derselben. Bereits ARESCHOUG weist in seinen „Beiträgen zur Biologie der Holzgewächse[2])“ hierauf hin als auf einen wesentlichen Factor in der Ernährungsthätigkeit. „Die frühzeitig,“ so schreibt er, „im Anfang der Vegetationsperiode heranwachsenden Sprosse, sogar die Endsprosse, sind nämlich Kurztriebe, und erst später im Frühjahr werden die Langtriebe von einem Theil der Kurztriebe, die ihren Platz auf dem oberen Theil des vorjährigen Jahrestriebes haben, erzeugt.“

Da nun von der Ausbildung der benadelten Kurztriebe an bis zum Erscheinen der Langtriebe etwa vier Wochen vergehen, wie ich dies in diesem Frühjahr in der Nähe von Berlin constatiren konnte[3]), so kann man ermessen, dass dies in der That von grosser Bedeutung für das Wachsthum des Baumes ist. Die jungen Kurztriebe können zuerst für das bereits begonnene Dickenwachsthum des Cambiums theilweise die Bildungsstoffe liefern, so dass dies an die Reservestoffe nicht zu grosse Anforderungen zu stellen braucht; später werden dieselben, wenn die Langtriebe erscheinen, völlig deren Ernährung übernehmen können.

Aus diesen Thatsachen nun können wir schliessen, dass die Unterschiede in den Mengen der Speicherorgane nicht so gross sein werden, wie man im ersten Augenblick annehmen könnte, dass vielmehr, wenn auch nicht alle Unterschiede aufgehoben werden, denn dazu reichen selbst die angeführten Momente nicht aus, sie sich doch

1) WARMING, Oekologische Pflanzengeographie. Berlin 1896, S. 15.

2) ARESCHOUG, I. Nova Acta Univ. Lund. Tome XII, 1875—76, S. 69. — Cf. auch II. ENGLER's Jahrb., Bd. 9, S. 70.

3) Die betreffenden Lärchen hatten die Kurztriebe bereits Ende April ausgebildet, während die Langtriebe erst Ende Mai erschienen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in bescheideneren, allerdings scharf erkennbaren Grenzen halten werden. Die folgenden Untersuchungen bestätigen diese Annahme vollkommen.

Zuerst war festzustellen, welche Elemente hier als Speicherorgane anzusprechen seien. Bekanntlich besteht das Holz dieser Coniferen ausser den Tracheïden nur aus den Markstrahlen und dem verticalen Holzparenchym. Von diesen kommt das letztere nicht als Speichergewebe in Betracht, da es ausschliesslich in Form von Harzgängen vorkommt, die wir als Secretionsorgane zu betrachten pflegen[1]), also als Behälter für Endproducte des Stoffwechsels. So blieben für unsere Berechnung nur die Markstrahlen übrig, die allerdings auch nicht nur aus parenchymatischen Elementen, sondern auch aus Quertracheïden bestehen, die mit der Speicherung plastischen Reservematerials nichts zu thun haben. Da diese Quertracheïden aber nur einen geringen Theil der Markstrahlen ausmachen und bei *Picea* und *Larix* fast in gleicher Menge vorkommen, eher bei ersterer etwas überwiegen[2]), so glaubte ich diese ruhig bei der Berechnung der Markstrahlmenge mit einschliessen zu dürfen, vor allem da die Genauigkeit der Berechnung verlangte, möglichst grosse Gesichtsfelder zu zeichnen, wo natürlich wegen der schwachen Vergrösserung die beiden Zellarten schwer zu unterscheiden waren.

Die Menge der Markstrahlen ist bei *Picea* und *Larix* schon verschiedentlich festgestellt worden, und zwar hauptsächlich deswegen, um womöglich in dem Antheil derselben am Holzkörper ein diagnostisches Merkmal für diese wegen ihres einfachen Baues sich so sehr ähnlichen Arten aufzufinden, was besonders in technischer Beziehung sehr erwünscht war.

Die bedeutendste Arbeit, welche hierüber handelt, ist die von Burgerstein[3]), wo wir mit grosser Genauigkeit sämmtliche eventuell für eine Diagnose in Betracht kommenden Merkmale zusammengestellt finden, unter denen die Untersuchungen über die Markstrahlen einen besonders grossen Raum einnehmen. Im Gegensatz zu den Resultaten früherer Autoren[4]), wie Wiesner und Essner, stellt Burgerstein fest, dass die Anzahl der Markstrahlzellen im Durchschnitt bei *Picea* und *Larix* gleich sind, während erstere ein recht bedeutendes Ueberwiegen der Anzahl bei *Larix* fanden; allerdings bezog sich dies nur auf das Mittel, da die einzelnen Zahlen ziemlich

---

1) Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1896, S. 442—443.

2) Schröder (Holz der Coniferen. Dresden 1872) nennt das Verhältniss der Leitzellen zu den Quertracheïden = Markstrahlcoefficient. Er berechnete denselben für Lärche und Fichte und fand, dass er bei der Lärche höher sei wie bei der Fichte.

3) Burgerstein, Vergleichende anatomische Untersuchungen des Fichten- und Lärchenholzes. Denkschr. der math.-naturw. Klasse der Akad., Wien 1893. 40 S.

4) Litteratur unter 3) S. 22.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bedeutende Schwankungen aufwiesen und es so eventuell vorkommen kann, dass eine aus der angegebenen Tabelle herausgegriffene Zahl von *Picea* höher als eine andere von *Larix* ist. Diese allerdings für eine Diagnose recht misslichen Resultate lassen sich nicht nur durch den von R. HARTIG aufgestellten Satz[1]) von dem Schwanken der Markstrahlmenge ganz leicht erklären, sondern sind sogar gar nicht anders zu erwarten; sie werden auch durch die folgende Tabelle vollkommen bestätigt.

Ein anderer Unterschied der Markstrahlzellen beider Arten, der so constant auftritt, dass BURGERSTEIN ihn als diagnostisches Merkmal[2]) empfiehlt, ist die Höhe dieser Zellen; sie beträgt nach seinen Untersuchungen für *Picea* 17—19 μ, für *Larix* 20—22 μ. Es lässt sich denken, dass dies ausschlaggebend ist; dass, wenn die Anzahl gleich, die Höhe aber bei der einen grösser ist als bei der andern, natürlich auch die Cubikverhältnisse bei der ersteren grösser sein müssen. Dieser Umstand ist so in die Augen fallend, dass ich ihn bei den ersten flüchtigen Untersuchungen sofort bemerkte, noch bevor ich die BURGERSTEIN'schen Untersuchungen gelesen hatte. Er veranlasste mich, die oben angegebene Methode zu benutzen und nicht die Zellen einfach zu zählen.

Die folgenden Untersuchungen zeigen nun, dass in den correspondirenden Jahresringen und Baumhöhen bei jedem willkürlich herausgegriffenen Schnitte stets die Masse des Markstrahlgewebes bei *Larix* überwiegt, nicht ein einziges Mal fand ich einen Unterschied zu Gunsten von *Picea*. Gerade die Thatsache, dass das Untersuchungsmaterial verschiedenen Stellen des Stammes oder der Wurzel entnommen war, genügt, um einen etwaigen Zufall von vorn herein auszuschliessen; eine weitere Bestätigung finden die folgenden Angaben noch in den oben besprochenen Arbeiten.

Als Vergleichsmaterial wurden zwei neben einander stehende, kräftige, ca. 25jährige Exemplare von *Larix europaea* und *Picea excelsa* aus dem Forstgarten zu Chorin verwandt, welche mir von Herrn Forstmeister Dr. KIENITZ in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt wurden.

Die Berechnung des procentuellen Antheils der Markstrahlen geschah nach der oben angegebenen Methode auf Tangentialschnitten (Gesichtsfeld 0,88 *qmm*). Die Zahlen der Tabelle stellen jedesmal das Mittel aus mehreren für den betreffenden Jahresring gewonnenen Daten dar, doch möchte ich hierzu noch bemerken, dass die einzelnen Zahlen äusserst geringe Abweichungen vom Mittel aufweisen.

---

1) l. c. II, S. 34 etc.

2) l. c. S. 21.

Stamm:

Jahresring	1 *m* über dem Boden		6 *m* über dem Boden	
	Larix pCt	*Picea* pCt.	*Larix* pCt.	*Picea* pCt.
5. Ring . . .	7,25	5,25	9,50	6,65
7. Ring . . .	7,00	5,35	—	—
9. Ring . . .	7,50	6,00	8,65	5,65
11. Ring . .	6,50	4,75	7,00	6,50
16. Ring . . .	7,00	5,00	—	—
18. Ring . . .	7,65	5,50	—	—

Wurzel:

Jahresring	Nahe der Stammbasis		1 *m* von der Stammbasis	
	Larix pCt.	*Picea* pCt.	*Larix* pCt.	*Picea* pCt.
6. Ring . . .	6,75	4,25	6,50	4,65
8. Ring . . .	6,65	4,35	—	—
10. Ring . . .	8,35	6,00	6,50	4,50
12. Ring . . .	9,50	7,25	6,50	4,00
14. Ring . . .	8,25	7,00	—	—
18. Ring . . .	8,00	7,25	—	—

Mahonia aquifolium Pursh und Berberis vulgaris L.

Obwohl *Mahonia* eigentlich keine bei uns einheimische Pflanze ist, so finden wir sie doch so häufig an gleichem Standort mit *Berberis* angepflanzt, dass sie für vorliegende Untersuchungen wohl geeignet erschien. Allerdings treten auch hier bei der sommergrünen der beiden Arten ähnliche biologische Verhältnisse wie bei *Larix* auf, welche, da die Blätter von *Mahonia* ausserdem nur zweijährig sind, eine beträchtliche Verminderung, fast Aufhebung der Differenz in der Menge der Speichergewebe bedingen. Diese biologischen Eigenthümlichkeiten bestehen nach den Worten Areschoug's[1]), der auch auf sie zuerst aufmerksam machte, in Folgendem: „Die Knospe, die bei dem Sauerdorn einen Verjüngungstrieb hervorbringen soll, erzeugt zuerst im Frühjahr einen blättertragenden Kurztrieb, dessen Knospe, einer anticipirten Entwickelung zufolge, weiter hinein in den Sommer zu einem Verjüngungstriebe auswächst.“ Wir sehen

1) l. c. I, S. 88.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hier also die Aequivalenterscheinung für das immergrüne Blatt noch stärker ausgebildet als im ersteren Falle, da hier neben der viel kürzeren Lebensdauer des immergrünen Blattes die Entwickelung der Langtriebe bei der sommergrünen Art erst später im Sommer, also einige Monate nach derjenigen der Kurztriebe beginnt. Diese können dann bis zum Erscheinen der Langtriebe genügend Bildungsstoffe angesammelt haben, um deren Wachsthum kräftig zu unterstützen.

Aus diesen Gründen ist die Bevorzugung von *Berberis* in der Ausbildung der Speichergewebe gering, meist kaum vorhanden. Dieselben werden hier übrigens in erster Linie von den grossen Markstrahlen gebildet, die auch bei meinen Untersuchungen gezeichnet wurden, während Längsparenchym kaum vorhanden ist. Dagegen bleibt in gewissen Libriformzellen, die etwas weitlumiger als die übrigen sind, ziemlich lange das lebende Plasma erhalten, und besitzen diese Zellen demzufolge die Fähigkeit kleinere Mengen Stärke zu speichern. Für die Berechnung kommen diese nicht in Betracht, da ihre Mengen zu unbedeutend sind; es bleiben uns also hierfür nur die bereits angeführten grossen Markstrahlen.

Das Untersuchungsmaterial bestand aus 3 *cm* starken Aesten, die allerdings Sträuchern entnommen waren, welche nicht neben einander gestanden hatten, aber ungefähr auf gleichem Boden und unter gleicher Belichtung erwachsen waren. Zur Berechnung des procentuellen Antheils wurden Gesichtsfelder von 0,88 *qmm* Grösse verwandt.

Berberis: 18,0, 18,0, 19,0, 15,0, 17,0, 17,0, 21,5, 23,0, 21,5, 21,5, 21,5, 19,5,
= Mittel: **20 pCt.**

Mahonia: 19,0 14,0, 16,0 17,5, 17,5, 17,5, 17,5, 21,5, 21,5, 20,5, 17,5, 17,5,
= Mittel: **18 pCt.**

Vaccinium Myrtillus L. und Vaccinium Vitis Idaea L.

Diese beiden kriechenden Holzgewächse boten wegen ihres häufigen gemeinsamen Vorkommens in unseren Wäldern besonders günstige Vergleichsobjecte. Auch hier finden wir bei der sommergrünen Art eine Erscheinung, die darauf hinzielt, ihr das Fehlen der immergrünen Blätter zu ersetzen, die ihr augenscheinlich wegen ihres häufigen Standorts im Schatten anderer Gewächse sehr nützlich wären. Die Einrichtung, auf die ich hier anspiele, sind grün bleibende Stengel, deren primäre Rinde ein typisches Assimilationsgewebe aufweist, und die ausserdem zur Vergrösserung ihrer Oberfläche mit stark hervorspringenden Kanten versehen sind (vergl. hierzu umstehende Abbildung). Auf diese Weise sind nun die betreffenden Pflanzen im Stande, auch nach dem Blattfall die Assimilation fortzusetzen. Da diese primäre Rinde nun durchschnittlich drei Jahre hin-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch lebensfähig bleibt und erst dann (durch Peridermbildung) abgeworfen wird, so wird es verständlich, dass die Pflanze hierdurch fast wirthschaftlich ebenso gestellt ist, wie die verwandte immergrüne Art.

Dies kommt natürlich auch in der Anatomie zum Ausdruck, auf die ich hier kurz eingehen will. Der eigentliche Holzkörper ist hier wie bei allen kriechenden Holzgewächsen verhältnissmässig schwach ausgebildet, und nimmt, wie mir scheint, auch aus diesem Grunde in den jungen Trieben das Holzparenchym einen äusserst kleinen Raum ein, jedenfalls um die Dauerhaftigkeit nicht noch mehr zu beeinträchtigen. Dagegen ist das Mark sehr stark entwickelt und bleibt lange Jahre hindurch das hauptsächlichste Speichergewebe. Es ist in

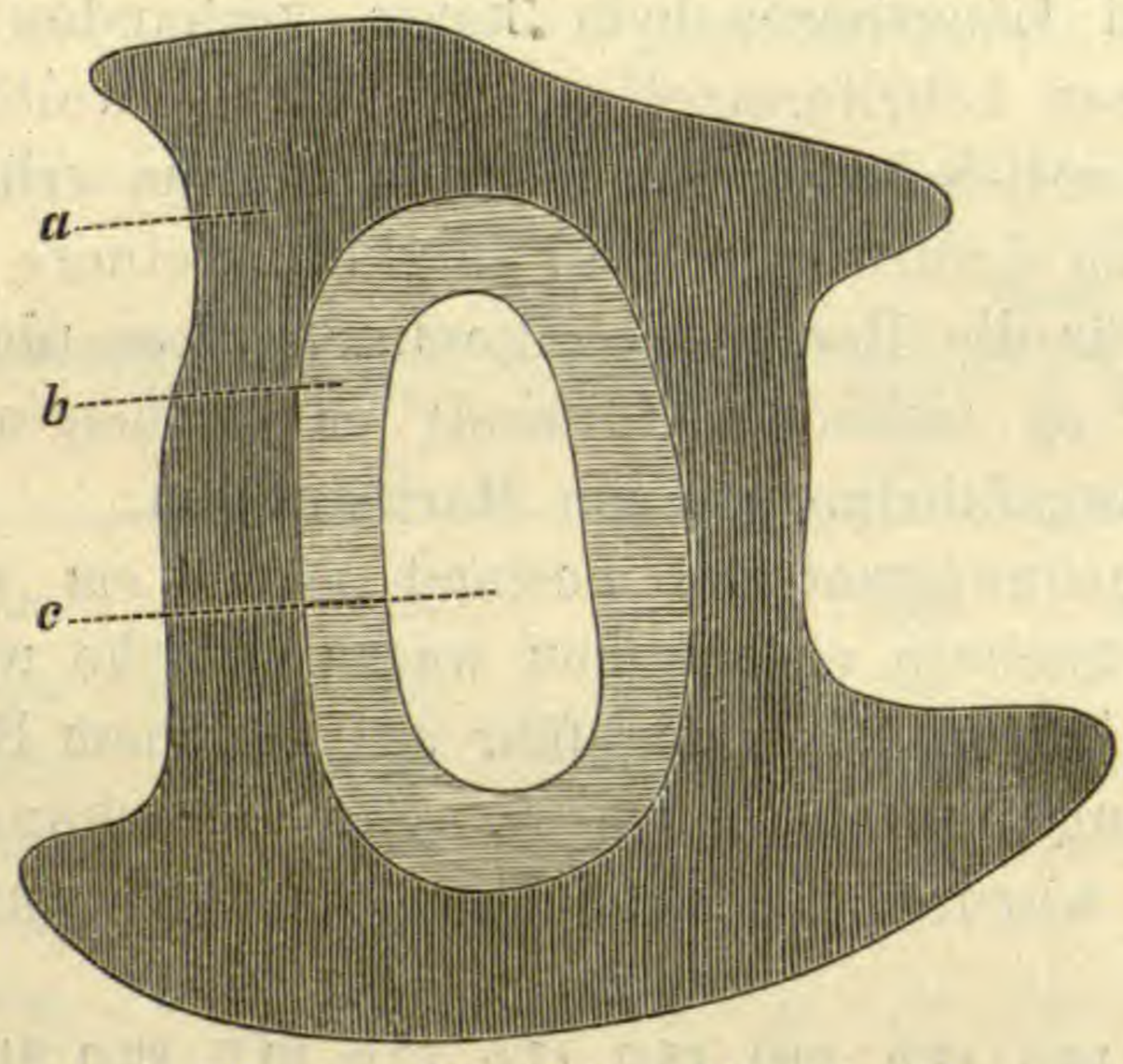


Fig. 1. *Vaccinium Myrtillus* L.
Querschnitt durch einen einjährigen Trieb. *a* Assimilationsgewebe, *b* Holz, *c* Mark.

der Regel bei der immergrünen Art von etwas geringerem Umfang als bei der sommergrünen Art; doch möchte ich dem keine grosse Bedeutung beimessen, da sich die Grösse des Markes nach dem Wachsthum des jungen Triebes richtet. Ist dies schwach, so ist auch die Ausdehnung des Markes weniger gross und umgekehrt. Ausserdem braucht sich der Zuwachs des Holzkörpers später kaum nach der erstjährigen Anlage zu richten, so dass man bei kleinem Mark oft einen sehr stark entwickelten Holzkörper vorfindet.

Untersucht man dagegen ältere Stämmchen, in denen der Holzkörper bereits stärker ausgebildet ist, so findet man die Markstrahlen, entsprechend der abnehmenden Speicherfähigkeit des Markes, stärker entwickelt, und der Vergleich zeigt uns dann in der That, dass diese bei *Vaccinium Myrtillus* in etwas grösseren Mengen vorhanden sind als bei *Vaccinium Vitis Idaea*. Dies ist, wie mir scheint, auch begreiflich, da diese grünen Stengeltheile doch nicht ein vollständiges Aequivalent für die immergrünen Blätter darstellen können.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mediterrane Arten.

Wir kommen jetzt zur Besprechung einer Reihe mediterraner Holzgewächse, die mir aus dem Botanischen Garten zu Catania durch die Güte des Herrn Prof. LOPRIORE zugingen.

Pistacia Lentiscus L. und Pistacia terebinthus L.

Diese beiden für die Macchien der Mittelmeerländer typischen Gehölze, von denen das erstere wintergrün, das letztere sommergrün ist, boten ein ausgezeichnetes Vergleichsmaterial. Gerade diese stets unter denselben Bedingungen wachsenden Pflanzen mussten in der Vertheilung der Speicherorgane jene von uns vermuthete Verschiedenheit zeigen, sofern nicht unsere Annahme überhaupt hinfällig werden sollte, da hier keinerlei biologische Einrichtungen vorliegen, welche der sommergrünen Art die Vortheile des immergrünen Blattes ersetzen konnten. In der That zeigte bereits die erste flüchtige Untersuchung, die hier durch die Vereinigung fast aller parenchymatischen Elemente in den Markstrahlen recht vereinfacht wird, ein bedeutendes Ueberwiegen dieser Elemente bei der sommergrünen Art.

Bei der genauen zahlenmässigen Feststellung nach der oben angegebenen Methode erhielt ich für eine ganze Reihe von Schnitten folgende Durchschnittszahlen. (Gesichtsfeld = 0,88 *qmm.*) (cf. auch Fig. 2 und 3, S. 246.)

Alter	*P. Lentiscus* pCt.	*P. terebinthus* pCt.
5jähriger Ast	12	18
16jähriger Ast resp. Stamm .	14	19

Diese Resultate, die bei der wintergrünen Art nur zwei Drittel der Markstrahlmenge wie bei der sommergrünen Art zeigen, sind wohl unbedingt als Bestätigung unserer Voraussetzung zu betrachten.

Magnolia grandiflora und Magnolia obovata Thunberg.

Diese Arten gehören eigentlich nicht mehr in den Rahmen unserer Untersuchungen, da sie, obwohl im Mediterrangebiet häufig angepflanzt, aus Amerika resp. Japan stammen. Bei der Art ihres Vorkommens in der Heimath, die immergrüne Art in den subtropischen Regenwäldern Nordamerikas, die andere in den warmtrockenen Gebieten Japans, ist ein Vergleich unmöglich. Ich habe die Arten hier nur angeführt, da mir die Proben aus Catania zugingen und es angebracht erschien, gerade bei diesem Beispiel zu zeigen, wie wider-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sinnig es ist, Pflanzen verschiedener Herkunft vergleichen zu wollen, die so verschiedenartigen Ernährungsbedingungen angepasst sind.

Die Vertheilung der Speichergewebe übrigens, die unten kurz angegeben ist, hielt sich bei beiden ungefähr in denselben Grenzen; die Menge derselben überwog ein Wenig in den Wurzeln der sommergrünen Art.

Alter etc.	*Mg. grandiflora* pCt.	*Mg. obovata* pCt.
18jähriger Zweig, äusserster Ring	29,4	30,6
anderer 18jähriger Zweig, äusserster Ring	32,0	32,7
Wurzel: 3 *cm* stark	43,0	46,0

Elaeagnus reflexa und Elaeagnus angustifolia L.

Eine weitere gute Stütze unserer Hypothese bilden diese im Mediterrangebiet häufigen Pflanzen. Sie zeigen wieder, dass, wenn keine biologischen, nivellirenden Einrichtungen vorhanden sind, die immergrüne Art stets weniger Speicherorgane besitzt, als die sommergrüne Pflanze. Auch hier ist die Untersuchung relativ einfach, da fast alle Speicherelemente in den Markstrahlen vereinigt sind und nur verhältnissmässig wenig Längsparenchym vorhanden ist; allerdings bei der wintergrünen *reflexa* etwas mehr wie bei *angustifolia*, was aber bei den grossen Unterschieden in der Massenausbildung der Markstrahlen wenig in Betracht kommt. Man brauchte eventuell nur, um ganz sicher zu gehen, diese Unterschiede um vielleicht 1 pCt. geringer anzunehmen.

Untersucht wurden wieder verschieden starke Aeste correspondirenden Alters nach der angegebenen Methode; dieselben ergaben folgende Resultate:

Material	*E. reflexa* pCt.	*E. angustifolia* pCt.
Ast: 2 *cm* stark . . .	12	$16^1/_2$
Ast: 6 *cm* stark . . .	18	25

Obige Resultate stellen wieder das Mittel aus einer ganzen Reihe von Zahlen dar, die sich durch grosse Gleichmässigkeit auszeichneten.

Quercus-Arten.

Ein weiteres günstiges Untersuchungsobject schienen die Arten dieser Gattung darzustellen, die in sommergrünen, halb und ganz

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

immergrünen Formen im Mediterrangebiet vorkommen. Obwohl nun die wintergrünen Arten fast durchgängig Bewohner der trockneren Gegenden sind, während die sommergrünen Arten an die Areale gebunden sind, wo ihnen wenigstens hinreichende Feuchtigkeit während der Triebperiode zu Gebote steht, sind sie doch an den Grenzen ihrer Verbreitungsbezirke vielfach vermischt, so dass die Vergleichung des aus den dortigen Gärten stammenden Materials gestattet erschien, ohne dass man zu befürchten brauchte, dass sich ein Theil dieser Pflanzen unter zu wenig natürlichen Lebensbedingungen befunden habe. Gerade dies war nämlich bei der Auswahl besonders zu beachten, denn wie die vorher citirten Untersuchungen R. HARTIG's gezeigt haben, ist gerade die Eiche besonders fähig, auf verschiedenartige Vegetationsverhältnisse durch grosse Differenzen in den Mengenverhältnissen ihrer Speicherorgane zu reagiren.

Die Anatomie von *Quercus* ist ja als Paradigma für den Bau des Holzkörpers der Dicotylen allgemein bekannt, so dass ich hierauf nicht näher einzugehen brauche. Ich möchte nur erwähnen, dass als Speichergewebe in erster Linie die sog. grossen Markstrahlen in Betracht kommen; die kleinen einreihigen Strahlen sowie das verticale Holzparenchym finden sich im Gegensatz zu ersterem nur in minimalen Quantitäten und bei allen Arten ungefähr in gleicher Vertheilung, so dass ich von der zahlenmässigen Vergleichung dieser absehen zu können glaubte.

Eine genaue anatomische Beschreibung der Hölzer einer grossen Reihe europäischer, sowie amerikanischer Eichen hat bereits ABROMEIT[1]) gegeben, der unter anderem besonders der Ausdehnung der grossen Markstrahlen Beachtung geschenkt hat. Da der Verfasser aber zu den Untersuchungen Exemplare verwendete, die sowohl aus den verschiedensten Gegenden stammten, als auch von verschiedenem Alter waren, so waren seine Resultate leider für vorliegende Vergleiche nicht verwerthbar.

Die mir zur Verfügung stehenden Proben brachten mir fast durchgängig eine Bestätigung meiner Hypothese, die Unterschiede waren derart, dass sie auf den ersten Blick bereits deutlich hervortraten, weshalb ich vorzog, photographische Aufnahmen der Quer- und Radialschnitte machen zu lassen, um so am klarsten die Unterschiede demonstriren zu können.

In folgender Tabelle bringe ich eine Zusammenstellung der untersuchten Arten, die mir sowohl in ca. 5 *cm* starken Stamm- resp. Aststücken, als auch theilweise in Wurzelstücken vorlagen.

---

1) ABROMEIT. Ueber die Anatomie des Eichenholzes. PRINGSHEIM's Jahrb. XV (1884), p. 209 u. ff.

Art	Blätter	Speicher-gewebe	Herkunft	Ab-bildung
Quercus pubescens	sommergrün			
Stamm		viel	Catania	Fig. 1 u. 4
Wurzel				
Quercus appennina	sommergrün			
Wurzel		viel	Catania	Fig. 5
Quercus pedunculata	sommergrün			
Stamm		viel	Erenkeuy (Anatolien)	
Quercus laurifolia	wintergrün			
Stamm		wenig	Catania	Fig. 2, 3 und 6 der Tafel
Wurzel				
Quercus Suber	wintergrün			
Stamm		viel	Catania	
Quercus Ilex	wintergrün			
Stamm		wenig	Erenkeuy	
Quercus pseudococcifera . . .	halbwintergrün			
Stamm		mittel	Catania	
Wurzel				

Die zuletzt angeführte Art *Quercus pseudococcifera* behält nach der Mittheilung des Herrn Prof. LOPRIORE ihre Blätter bis zum Mai; dem entsprechend steht sie auch in Bezug auf die Massenverhältnisse ihrer Speichergewebe in der Mitte zwischen den sommergrünen und wintergrünen Arten.

Nach der vorliegenden Tabelle bestätigen alle Arten bis auf eine unsere Voraussetzung[1]); diese eine Ausnahme bildet die Korkeiche, *Quercus Suber*, welche ungefähr die gleiche Menge oder mehr Speichergewebe aufweist, wie die sommergrünen Arten. Dies Verhalten scheint mir durch das enorme, fast continuirliche Wachsthum der Korkschicht erklärlich, das eben grosse Vorräthe an Baustoffen und dem entsprechend auch an Speicherorganen nöthig hat. Der sonstige Bau des Holzkörpers dieser Art ähnelt übrigens den immergrünen Eichen, worauf ich noch später zurückkommen werde.

Vergleichen wir nun die Resultate der soeben angeführten Untersuchungen, so finden wir die eingangs ausgesprochene Vermuthung bestätigt. Es haben sich jene erwarteten Differenzen in der Ausbildung der Speichergewebe zwischen den sommergrünen und wintergrünen nahe verwandten Holzgewächsen ergeben, welche sich unter gleichen Vegetationsbedingungen entwickelt hatten. Es fanden sich aber bei verschiedenen sommergrünen Pflanzen biologische Ein-

1) Von *Quercus appennina* lag auch ein Aststück vor, welches aber eine so unregelmässige Vertheilung der Markstrahlen und so ungleichmässiges Dickenwachsthum zeigte, dass es zum Vergleich nicht geeignet erschien.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

richtungen, die im Stande sind, für das wintergrüne Blatt entweder einen theilweisen oder einen fast vollkommenen Ersatz zu bieten. Diese haben wir im Laufe der Untersuchung kennen gelernt als grünbleibende Zweige mit ausgeprägtem Assimilationsgewebe (*Vaccinium Myrtillus*) oder in Form der frühzeitigen Entwickelung von Kurztrieben, die erst einige Zeit die Stoffproduction ausüben, bevor die Langtriebe, welche einen grossen Bedarf an Bildungsstoffen haben, erscheinen (*Berberis vulgaris*). Bei *Larix europaea* finden wir ausserdem den interessanten Fall, dass die letzterwähnte Erscheinung dort nivellirend einwirkt, wo von vorn herein wegen der langen Blattdauer der immergrünen Art eine grosse Differenz in der Menge der Speichergewebe zu erwarten war.

Wie mir scheint, verdienen die angeführten biologischen Einrichtungen eine besondere Beachtung. Sie sind der beste Beweis dafür, dass das Vorhandensein immergrüner Blätter nicht ganz zufällig ist, sondern den Bedürfnissen der Pflanze unter bestimmten klimatischen Bedingungen am besten entspricht; sonst würden wir nicht die ebendort wachsenden verwandten sommergrünen Arten mit diesen stellvertretenden Eigenschaften ausgerüstet finden.

Die Festigungsgewebe und Leitungsbahnen.

Nachdem im Vorhergehenden sich der von uns angenommene Zusammenhang zwischen der Ausbildung der Speichergewebe und den Bedürfnissen der Pflanze als thatsächlich bestehend herausgestellt hat, bliebe noch die Frage offen, ob auch in der Vertheilung der übrigen Gewebe jener Forderung nach Sparsamkeit Rechnung getragen ist.

Die Gesetzmässigkeit in der Vertheilung der Festigungsgewebe und Leitungsbahnen trat im Bau der vorher angeführten Dikotylen[1]) scharf hervor. Die sommergrünen Gewächse zeichnen sich durch die fast nur aus grossen Gefässen bestehende Frühjahrszone aus (Fig. 4 der Tafel und umstehende Abbildung Fig. 3). Dann folgen kleine Gefässe resp. Tracheïden, wobei die Libriformelemente häufiger werden, bis im Spätholz diese letzteren den Hauptbestandtheil bilden. Verticales Holzparenchym findet sich viel in nächster Nähe der Gefässe, ausserdem in Gruppen und Bändern im Libriform. Bei den immergrünen Gewächsen (Fig. 3 der Tafel und umstehende Abbildung Fig. 2) dagegen finden wir die Leitungsbahnen fast gleichmässig durch den Jahresring vertheilt mit kaum grösseren Gefässen resp. Gefässmengen im Frühjahr; ebenso gleichmässig ist das Libriform angeordnet, das uns hier

1) Im Holz der Coniferen ist bekanntlich eine so weitgehende Differenzirung nicht vorhanden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bei allen Gewächsen mit nicht zu schwach entwickeltem Holzkörper als die eigentliche Grundmasse des Holzes entgegentritt; durch dies

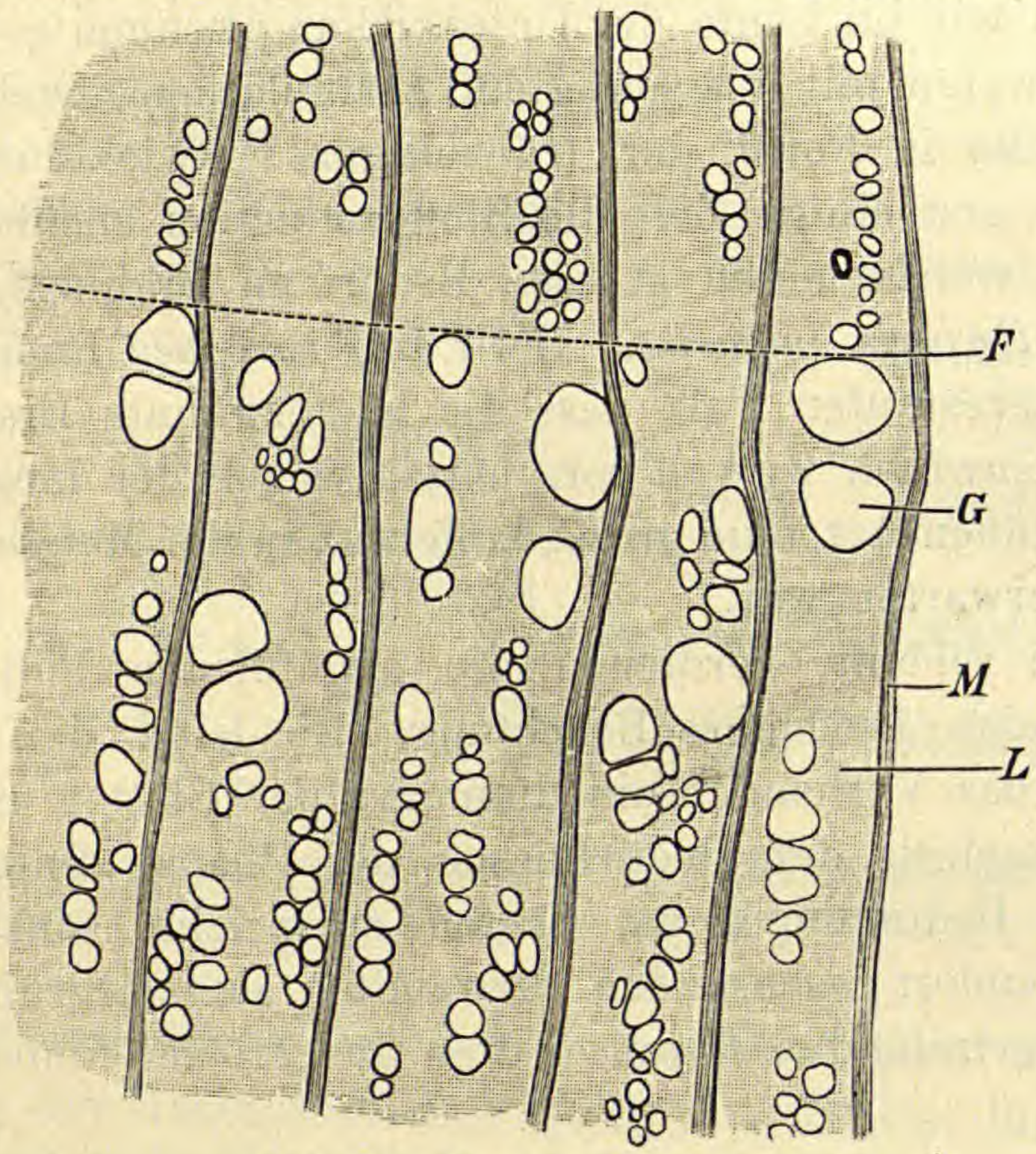


Fig. 2. *Pistacia Lentiscus.*
F Frühlingszone, *M* Markstrahlen, *L* Libriform, *G* Gefässe.

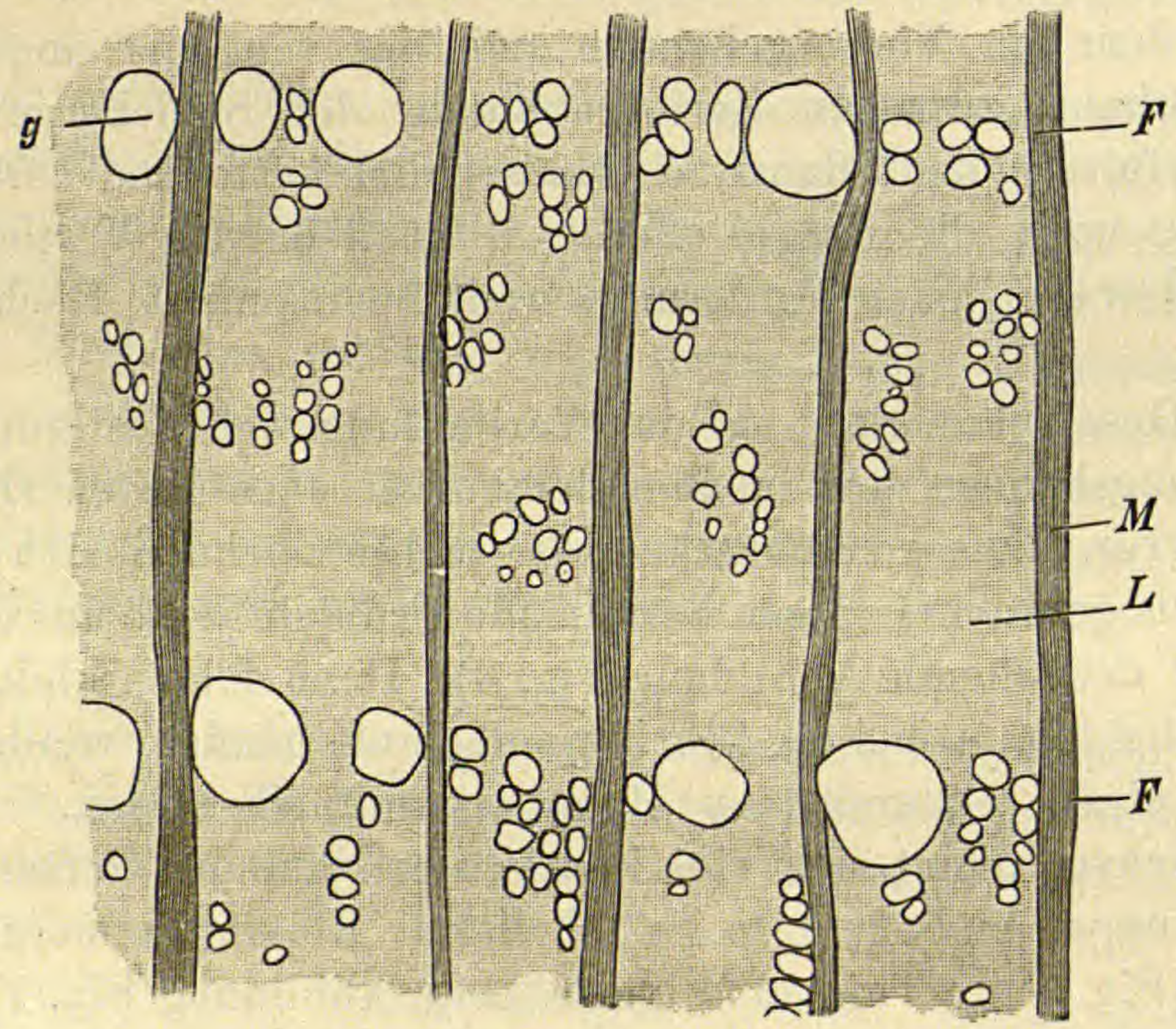


Fig. 3. *Pistacia terebinthus.*
F Frühlingszone, *M* Markstrahlen, *L* Libriform, *g* Gefässe.

hindurch im Contact mit den Gefässen zieht sich bänderartig das Längsparenchym von einem zum anderen Markstrahl.[1])

1) Man könnte den hier gemachten Angaben entgegenhalten, dass es auch sommergrüne Hölzer giebt, in denen die Leitungsbahnen gleichmässig durch den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Betrachten wir nun hier die physiologische Bedeutung dieser eigenartigen Vertheilung der Gewebecomplexe, so sind in derselben die Lebensbedürfnisse der beiden besprochenen Pflanzenkategorien vollkommen zum Ausdruck gebracht. Die sommergrüne Art hat zu Beginn des neuen Jahres vor allem die Aufgabe für die Eröffnung neuer Leitungsbahnen zu sorgen, um die in der Entfaltung begriffenen, stark transpirirenden, grossen Laubmassen mit den nöthigen Wassermengen versehen zu können. Erst wenn diese ausgebildet sind und ihrem Bedürfniss nach Wasserbahnen genügt ist, kann die Pflanze für die Festigung des Holzkörpers sorgen.

Bei den wintergrünen Pflanzen dagegen pflegt die Entwickelung neuer Laubmassen nicht so plötzlich zu erfolgen, da infolge Vorhandenseins älterer Blätter kein so dringendes Bedürfniss hierzu besteht. Dem zufolge ist auch die plötzliche Anlage grosser Mengen von neuen Leitungsbahnen unnöthig; die Pflanze kann vielmehr im weiteren Holzzuwachs allen ihren Bedürfnissen, der Leitung, Festigung und Speicherung, gleichzeitig gerecht werden. Daher jene Gleichmässigkeit in der Vertheilung dieser Elemente. Vor allem wird sie nun diesen Vortheil für eine besonders starke Ausdehnung der Festigungselemente ausnutzen, was desto stärker zum Ausdruck kommen wird, wenn diese Pflanzen, was wohl meist der Fall ist, gleichzeitig Xerophyten sind, also wegen geringerer Transpiration auch weniger Leitungsbahnen gebrauchen. Wir sehen bei diesen wintergrünen Xerophyten die Grundmasse des Holzes aus Libriform bestehen, was demselben natürlich eine überaus grosse Härte verleiht. Aber auch bei den Pflanzen, wo die Leitungsbahnen in ziemlicher Menge vorhanden sind, ist ebenfalls eine beträchtliche Zunahme der Stereïden zu bemerken.

Während wir nun im vorhergehenden Abschnitte sahen, dass die Speicherorgane nicht in grösserer Menge angelegt werden, als unbedingt erforderlich ist, verhalten sich die Festigungselemente hiervon abweichend. Sie suchen sich, wenn nur möglich, zu vermehren.

Zusammenfassung.

Uebersehen wir zum Schluss noch einmal die Ergebnisse vorliegender Untersuchung, so können wir für die Gewebevertheilung in den Holzgewächsen der gemässigten Zonen folgende Sätze aufstellen.

---

ganzen Jahresring vertheilt sind; ich denke hier hauptsächlich an die *Salix*- und *Populus*- etc. -Arten. Das Verhalten dieser Gewächse ist aber, wie mir scheint, sehr erklärlich, da diese Arten bekanntlich auf sehr feuchtem Boden wachsen und fast die ganze Vegetationszeit hindurch neue Sprosse anlegen, was selbstverständlich viel Leitungsbahnen erfordert. Daher finden wir diese sog. „weichen Hölzer“ fast nur aus Gefässen resp. Tracheïden und Parenchym zusammengesetzt, während die Stereïden fast ganz fehlen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1. Kommen unter gleichen klimatischen Verhältnissen nahe verwandte Pflanzen, von denen die eine sommergrün, die andere wintergrün ist, neben einander vor, so wird die sommergrüne Art infolge der beschränkteren Assimilationsdauer eine grössere Ausdehnung in der Anlage des Speichersystems anstreben, als die betreffende wintergrüne Art.

2. Dieser Satz wird nur dann eine Einschränkung erfahren, wenn die sommergrüne Pflanze mit irgend welchen biologischen Einrichtungen ausgerüstet ist, die ihr ein volles oder theilweises Aequivalent für das immergrüne Blatt bieten[1]). Dieselbe wird dann im ersten Fall gar keine oder nur eine geringe Erhöhung der Speichergewebe aufweisen, im zweiten Fall dagegen werden diese Einrichtungen wenigstens einer zu grossen Entwickelung dieser Gewebeart vorbeugen, die event. für die Festigkeit des Achsengerüstes nachtheilig werden könnte.

3. Entsprechend der geringeren Ausdehnung der Speichergewebe bei wintergrünen Gewächsen finden wir bei diesen dafür eine stärkere Ausbildung der Festigungsgewebe, die in der Mehrzahl der Fälle sehr bedeutend wird, da die betr. Gewächse meist gleichzeitig Xerophyten sind und aus diesem Grunde auch weniger Leitungsbahnen besitzen.

4. Diese Leitungsbahnen sind bei immergrünen Arten, gleichgültig ob in geringerer oder grösserer Menge vorhanden, stets ziemlich gleichmässig durch den ganzen Jahresring vertheilt und spiegeln so die gleichmässigere Lebensthätigkeit während der ganzen Vegetationszeit wieder. Im Gegensatz hierzu sind die sehr grossen Leitungsbahnen der sommergrünen Gewächse vorwiegend auf das Frühholz beschränkt, entsprechend der plötzlichen Entwickelung grosser Laubmassen im Frühjahr.

5. Wie die Vertheilung der Leitungsbahnen, so ist auch die der Festigungsgewebe bei den immergrünen Gewächsen sehr gleichmässig; es bilden diese letzteren Gewebe in den meisten Fällen die Grundmasse des Holzes. Im Gegensatz hierzu werden bei den sommergrünen Arten die Festigungsgewebe erst dann gebildet, wenn der Bedarf an Leitungsbahnen gedeckt ist, also im Spätholz.

Zum Schlusse möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Geh. Reg.-Rath Professor Kny, der mich zu vorliegenden Untersuchungen anregte, meinen aufrichtigsten Dank aussprechen für das lebhafte Interesse, welches er meinen Arbeiten entgegenbrachte. — Ferner bin ich den Herren Prof. Lopriore-Catania, Prof. Schwarz-Ebers-

1) Stengel mit ausgedehntem Assimilationsgewebe. Bildung der Kurztriebe längere Zeit vor den Langtrieben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

walde, Forstmeister Dr. KIENITZ-Chorin für die liebenswürdige Uebersendung von Untersuchungsmaterial zu herzlichstem Dank verpflichtet.

Berlin, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Quercus pubescens* (sommergrün), Tangentialschnitt durch den äusseren Jahresring eines 5 *cm* starken Astes.
Fig. 2. *Quercus laurifolia* (wintergrün) wie 1.
Fig. 3. *Quercus laurifolia*, Querschnitt. M = Markstrahlen, G = Gefässe.
Fig. 4. *Quercus pubescens*. Querschnitt. Frühjahrszone jedesmal durch einen Gefässring gebildet. (Fig. 1—4. Stammholz. Zweimal vergrössert.)
Fig. 5. *Quercus appennina*. Querschnitt. Wurzel nat. Gr.
Fig. 6. *Quercus laurifolia*. Querschnitt. Wurzel nat. Gr.

---

28. S. Schwendener: Die neuesten Einwände Jost's gegen meine Blattstellungstheorie.

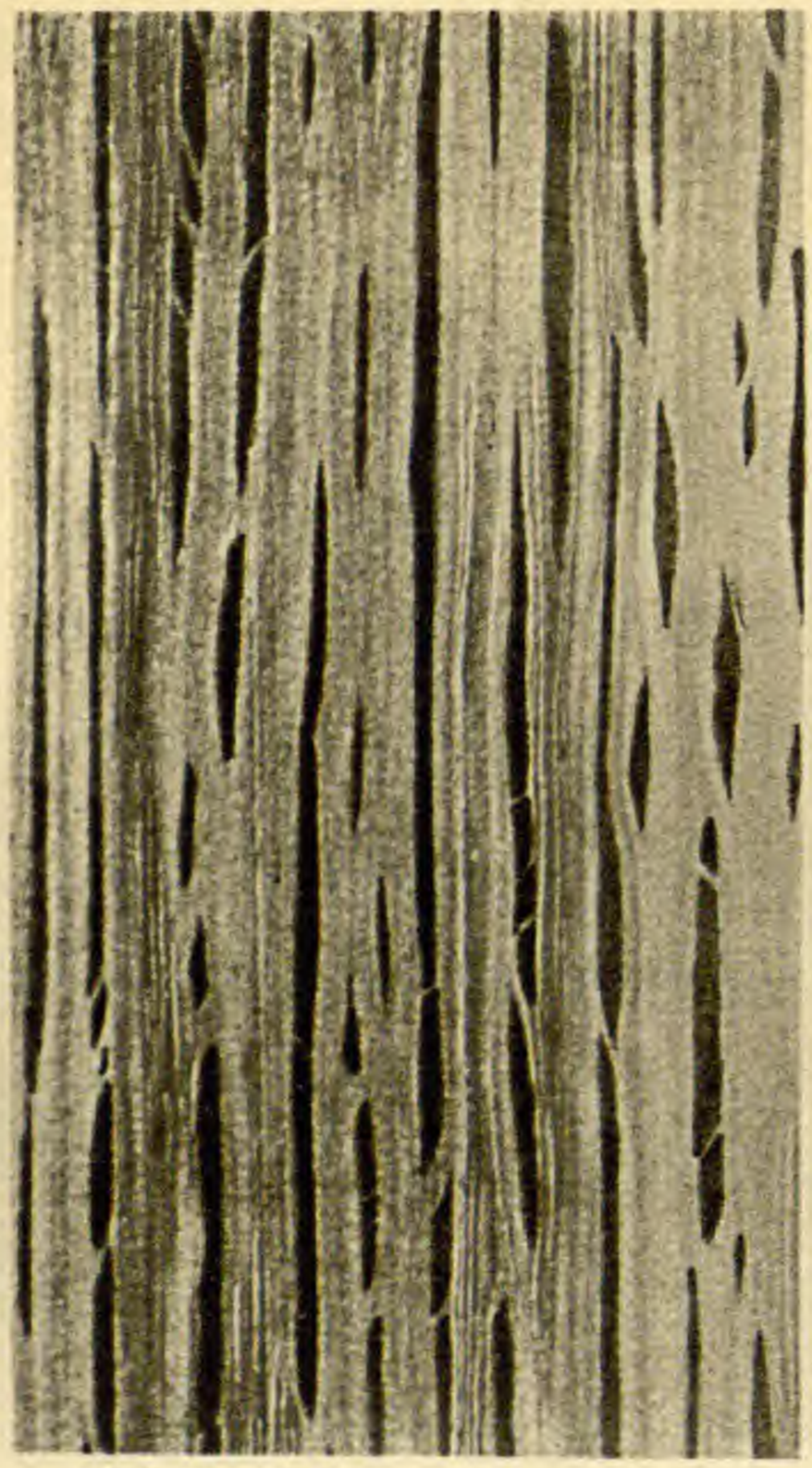
Mit 5 Abbildungen.

Eingegangen am 15. Mai 1902.

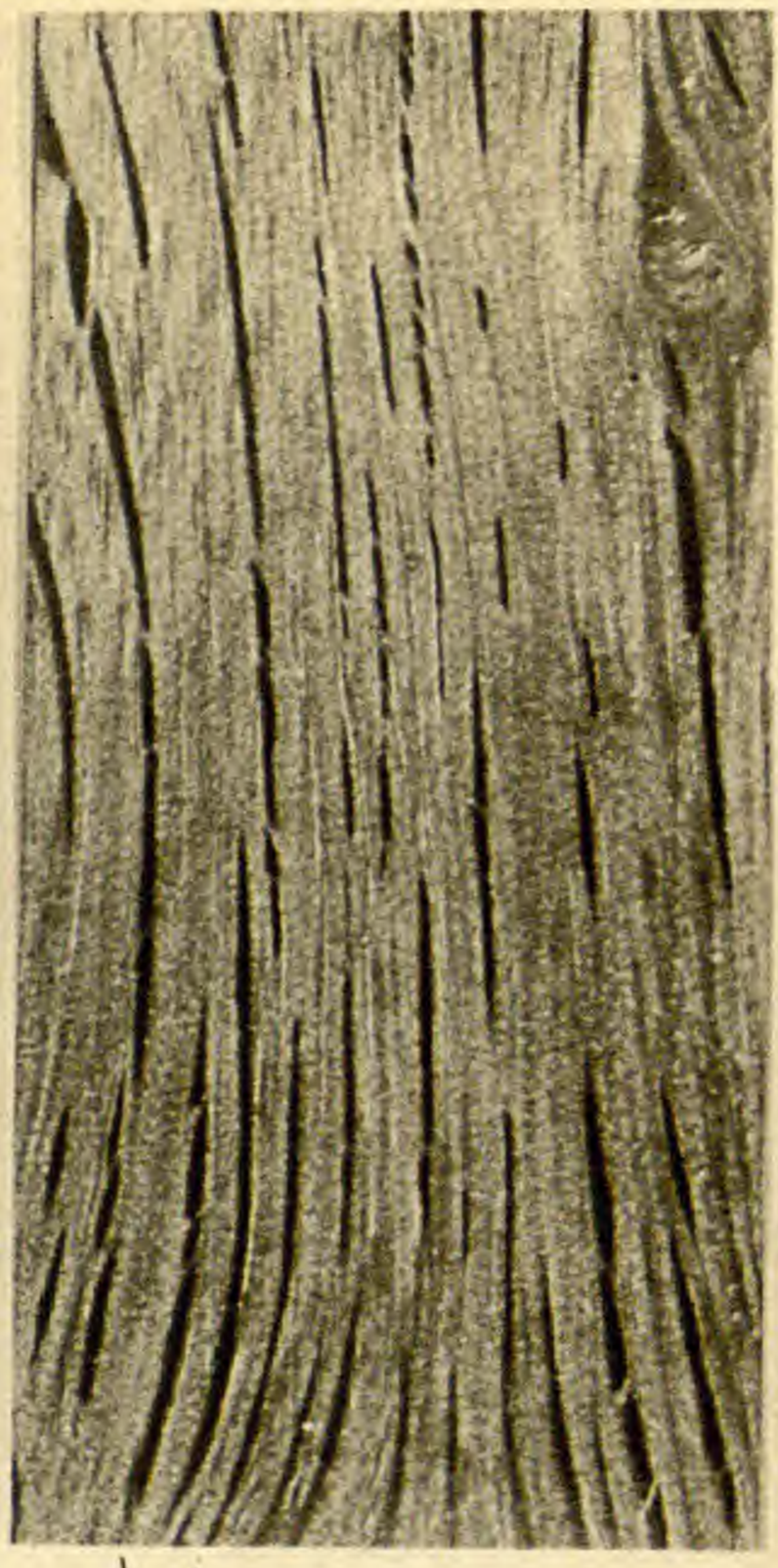
Im zweiten Heft des Jahrganges 1902 der Botanischen Zeitung kommt L. JOST noch einmal auf meine Theorie der Blattstellungen zurück, die er schon im Jahre 1899 einer abfälligen Kritik unterzogen hatte[1]). Er ergänzt seine frühere Veröffentlichung durch einige Bemerkungen zu meiner kurz darauf erschienenen Antikritik[2]), sowie durch eine ausführlichere Besprechung meiner späteren Mittheilung über die Divergenzänderungen an den Blüthenköpfen von *Helianthus*[3]). Zum Schlusse folgen dann noch eigene Beobachtungen an derselben Pflanze, aus denen hervorgehen soll, dass meine Angaben über den Betrag der seitlichen Verschiebungen unhaltbar sind. Nebenbei wird Auskunft gewünscht über die Art und Weise, wie das Vorrücken der Contactzeilen, d. h. der Sparrenwechsel durch Torsion zu Stande komme. Ein solcher Vorgang ist nämlich nach JOST überhaupt unmöglich. Aber wie kommt er zu diesem unerwarteten Urtheil? Man braucht nur etwas näher zuzusehen, dann stellt sich heraus, dass

1) Bot. Zeitung 1899, Heft 11.
2) Sitzungsber. der Berliner Akademie der Wissensch. 1899.
3) Ebenda, 22. November 1900.

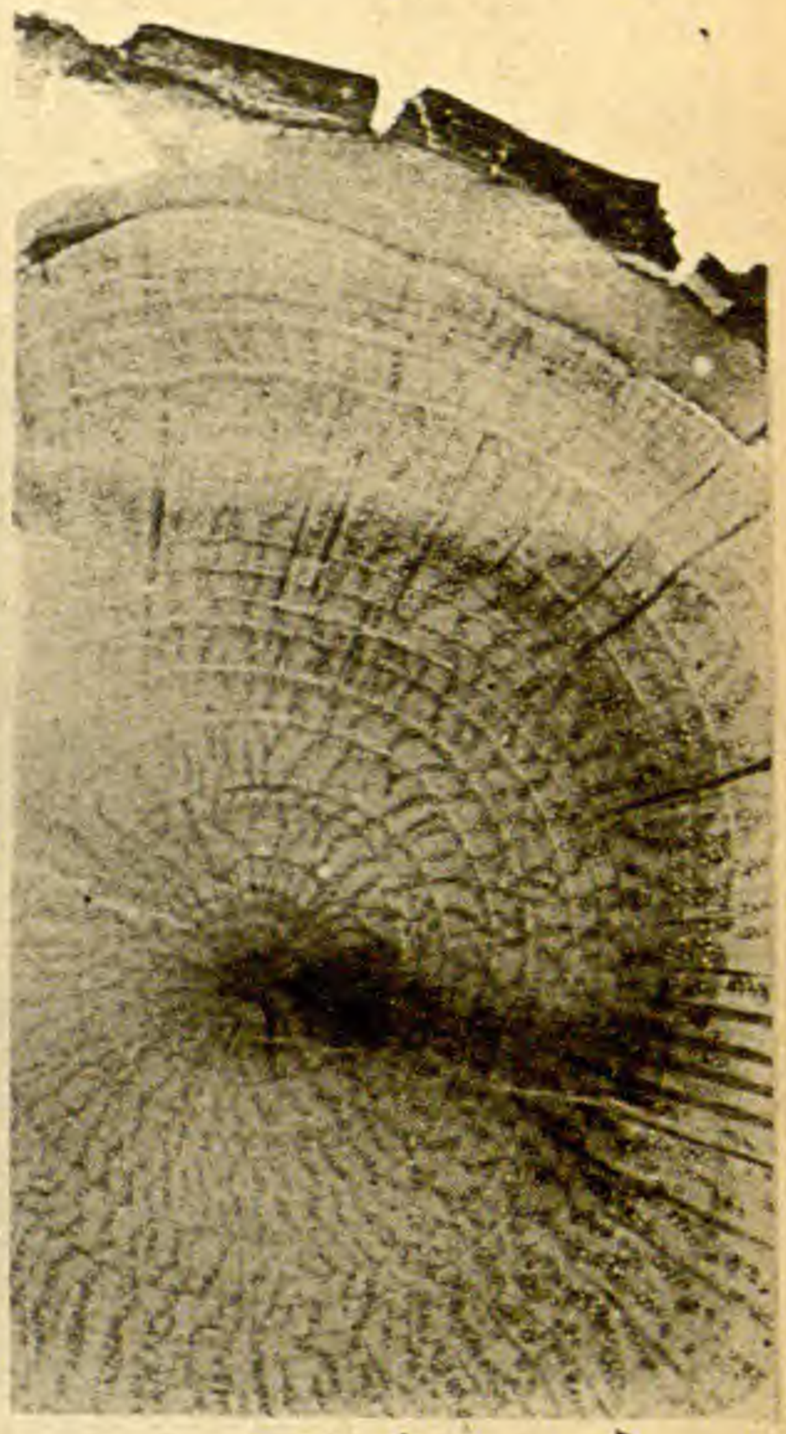
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



1

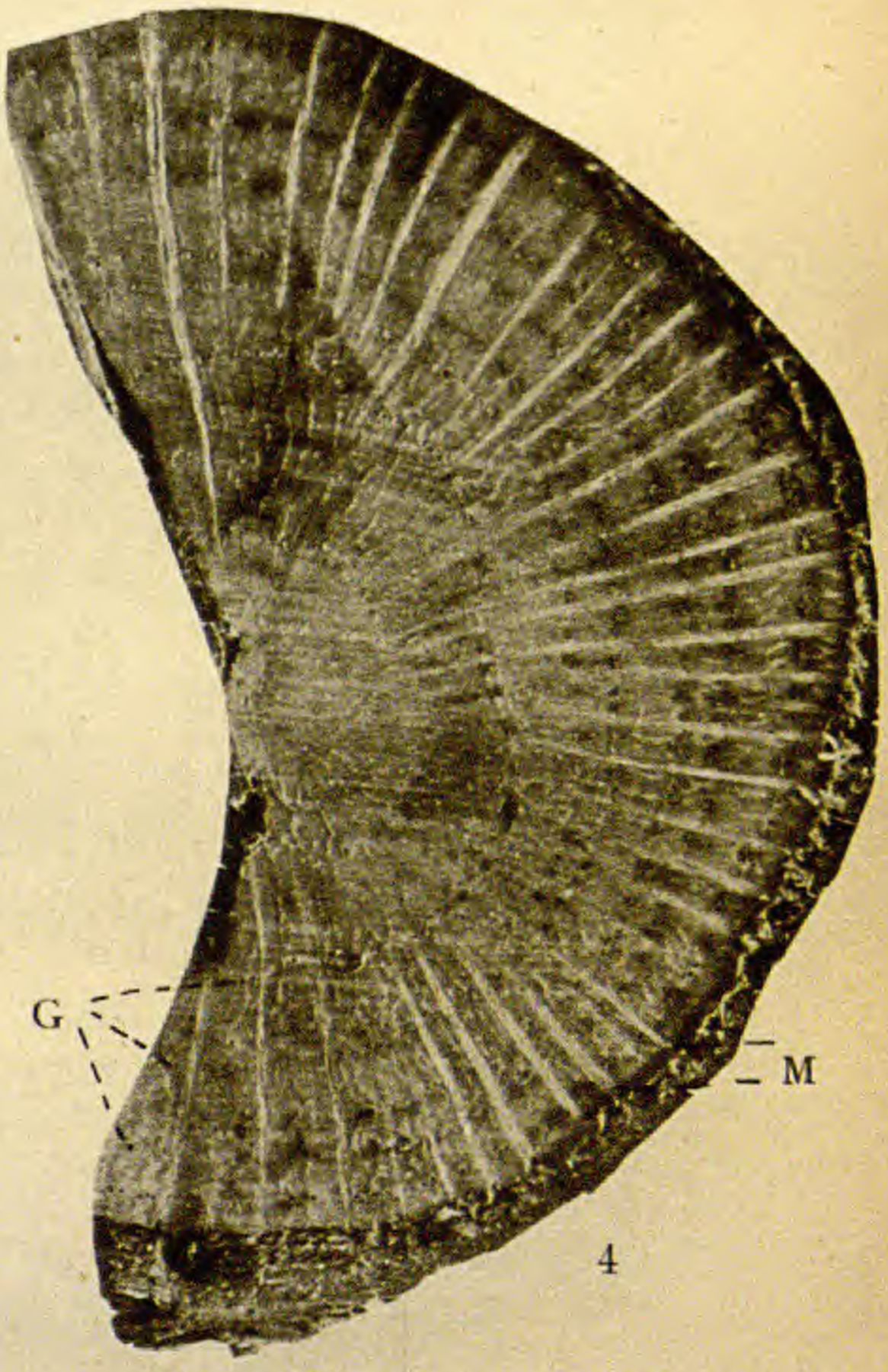


2



3

5



4

6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: 20

Autor(en)/Author(s): Simon Siegfried

Artikel/Article: Der Bau des Holzkörpers sommer- und wintergrüner Gewachse und seine biologische Bedeutung. 229-249