

DIE GESTALTUNG DER MENGENVERHÄLTNISSE DER GEWEBEELEMENTE IM HOLZKÖRPER DER ESCHÉ AN DEN VERSCHIEDENEN FUNDORTEN

(Studien über *Fraxinus excelsior* L. III.)

Von:

I. SZALAI und MAGDALENE B. VARGA

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Szeged, Ungarn
(Eingegangen am 4. Dezember 1955.)

Die drei grossen Gruppen der Strukturelemente im Körper der Laubbäume: die Wasser transportierenden *trachealen* Elemente, das die organischen Stoffe aufnehmende und speichernde *Parenchym* und die festigenden *Fasern* sind nicht nur strukturell, sondern auch quantitativ und hinsichtlich ihrer Anordnung äusserst vielfältig. Diese drei Gewebeelemente des Holzkörpers sind in Bezug auf ihre technische Nutzung vielfach nicht gleichwertig. Insbesondere die Menge der festigenden Elemente, der Fasern, ist von Bedeutung. Die Papier- und Zellstoffindustrie vermag das kleinzellige Parenchym und die Gefässglieder nicht oder nur in unbedeutender Menge — z. B. als Bindemittel — zu verwenden.

In der vorliegenden Arbeit soll einerseits darüber berichtet werden, in welchem quantitativen Verhältnis die einzelnen Bauelemente im Holzkörper des *Fraxinus excelsior* zueinander stehen und andererseits, ob die die von verschiedenen Fundorten stammenden Exemplare in dieser Hinsicht Übereinstimmungen oder Abweichungen¹ zeigen und schliesslich auch, inwiefern die Mengenverhältnisse dieser drei Gruppen von Bauelementen mit dem Lebensalter des Baumes in Beziehung gebracht werden können.

Untersuchungsmethoden und Material

Die erste und zugleich wichtigste Aufgabe war, die Messungen und Berechnungen mit einer richtigen Methode vorzunehmen, damit die erhaltenen Angaben in jedem einzelnen Falle die Wirklichkeit wahrheitsgetreu widerspiegeln. Im Falle des *Fraxinus excelsior*, aber auch anderer ausgesprochen ringporiger Hölzer lässt sich gleich beim Anblick des Querschnittes feststellen (Abb. 1., A), dass weder die längs der radialen (*a*, *b*), noch längs der tangentialen Linien (*c*, *d*) vorgenommenen Messungen und Berechnungen einen zutreffenden Durchschnittswert in Bezug auf den Anteil der einzelnen Elemente

¹ Skizze der Sammelpätze siehe Szalai—Varga: Acta Biol. Szeged, Nova Series, Tom II. p. 78.

liefern kann. Aus diesem Grunde haben wir — mit einer gewissen Abänderung — die Methode von HUBER und PRÜTZ (1) übernommen und die Vermessungen und Berechnungen entlang solcher Linien angestellt, die mit den Markstrahlen einen Winkel von 30° einschliessen (Abb. 1, B und C). In diesem Falle haben wir für alle Strukturelemente selbst schon bei radialen Entfernungen von nur 1 cm gute Durchschnittswerte erhalten. An den Exemplaren sämtlicher Fundorte haben wir in den verschiedenen Stammhöhen

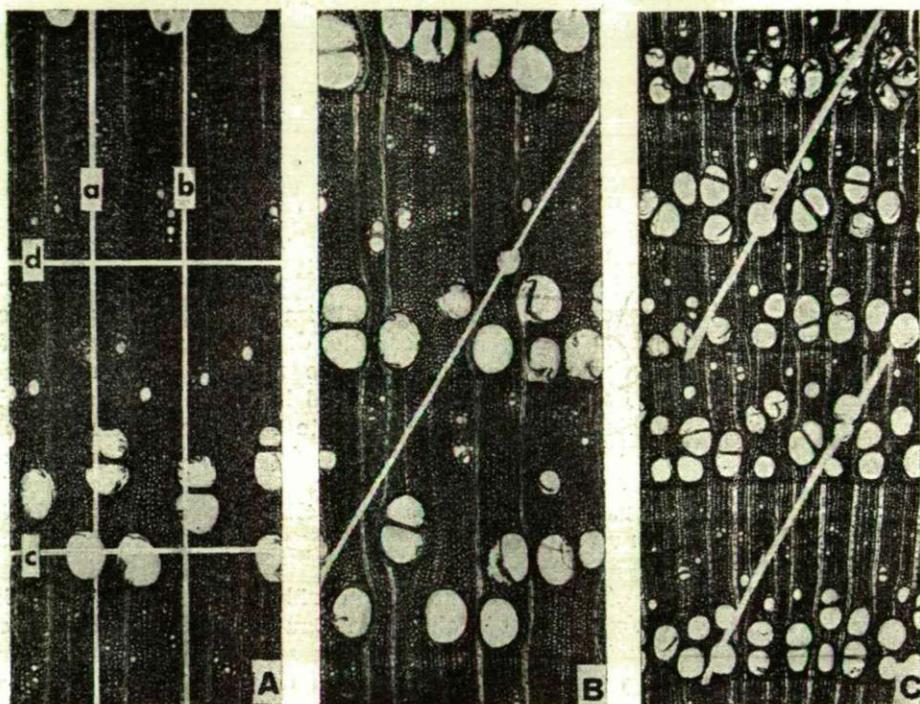


Abb. 1. Querschnitt aus dem Holzkörper des *Fraxinus excelsior* mit Andeutung verschiedener Vermessungsrichtungen: A genau Radial- (a, b) und Tangentiallinien (c, d), wo a den Markstrahl nicht berührt, b verläuft längs eines Markstrahles; B und C die Richtlinien der Schrägvermessung und Berechnung. (Aufnahme: I. Szalai).

— abgesehen von den innersten (nicht charakteristischen) Jahrringen — entlang des ganzen Radius der Holzscheibe bis zu den äussersten Jahrringen zahlreiche Schrägvermessungen (30°) vorgenommen (Abb. 1. C) und die Anteilverhältnisse der einzelnen Strukturelemente in % angegeben.

Untersucht wurden Exemplare von sechs verschiedenen Fundorten mit abweichendem Boden. Zur Feststellung der Rolle des Lebensalters in der Entwicklung der Mengenverhältnisse wurden Messungen einerseits an in verschiedenen Stammhöhen, andererseits in der gleichen Höhe an verschiedenen Stellen des Gebietes zwischen Mark und Kambium entnommenen Proben angestellt.

Messergebnisse

Das prozentuelle Vorkommen der Gewebeelemente ist in Tabelle 1 zusammengefasst, welche die Durchschnittsergebnisse von an mehreren Individuen verschiedener Fundorte in verschiedenen Stammhöhen vorgenommenen Messungen enthält.

Tabelle 1.

Fundort	Prozentuelle Anteil der Gewebeelemente im Holzkörper						
	Fasern	Markstrahlen	Gefässe	Paratracheales	Metatracheales	Terminales	Zusammen-
Sandboden	64,9	10,3	15,9	6,9	0,8	1,2	8,9
Schwemmboden	53,6	13,5	22,8	8,2	0,7	1,2	10,1
Alkali-Wiesentonboden	63,8	10,9	12,8	8,5	3,0	1,0	12,5
Älterer-Schwemmboden	63,3	13,2	11,0	5,9	0,8	0,8	7,5
Wiesentonboden	61,7	15,7	13,8	5,9	2,2	0,7	8,8
Steppenboden	64,9	14,8	12,6	5,6	1,0	1,1	7,7
Durchschnittswerte	62,8	13,1	14,8	6,8	1,4	1,0	9,2

Faseranteil. Die Anteilnahme der Fasern beträgt nach den obigen Mittelwerten 53,6 . . . 68,3%, was beinahe mit den Angaben von HUBER—PRÜTZ, die auf Grund von 7 Messungen 62,4% (50,5 . . . 72,4) erhielten, übereinstimmt. In den von uns untersuchten Exemplaren der verschiedenen Fundorte treten mit der geringsten Fasermenge diejenigen aus dem Schwemmboden hervor (53,6%), während die grösste Fasermenge in den Exemplaren des Älteren-Schwemmbodens gefunden wird (68,3%). Die Anteilnahme der Fasern macht in allen Fällen — ausgenommen die Schwemmboden-Exemplare — mehr als 60% aus.

Gefässanteil. Im Falle der Gefässe stehen die Verhältnisse umgekehrt, indem in den »faserarmen« Exemplaren des Schwemmbodens die Gefässe mit 22,8%, in den von allen übrigen Fundorten aber nur mit 11,0—15,9% vertreten sind. Die wenigsten Gefässe finden sich in den Bäumen des Alkali-Wiesentonbodens (11,0%).

Markstrahlanteil. Dieses Bauelement soll hier nicht näher erörtert werden, da in einer vorhergehenden Arbeit (4) die Frage der Anteilnahme der Markstrahlen eingehend behandelt worden ist. Es sei nur darauf hingewiesen, dass die an den Querschnitten vorgenommenen linearen Messungen, wenn wir sie mit den Ergebnissen der an den Tangentialschnitten durchgeführten gravimetrischen Messungen vergleichen, sich als vollkommen real erweisen (4).

Längsparenchymanteil. Die Anteilnahme der drei verschiedenen Längsparenchyme wurden gesondert gemessen. An den mit Jod-Jodkali behandelten Präparaten waren die Messungen infolge der guten Differenziertheit des

Längsparenchym verhältnismässig leicht durchführbar. Die höchsten Werte fanden wir an den Exemplaren des *Alkali-Wiesentonbodens* (12,5%), die niedrigsten dagegen bei den Eschen des *Älteren-Wiesentonbodens* (7,5%). Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, ist das paratracheale Parenchym am häufigsten, es macht etwa zweimal soviel aus, als das metatracheale und terminale Parenchym zusammen.

Auswertung der Messergebnisse

Die in der Einleitung aufgeworfenen Fragen lassen sich folgendermassen beantworten:

1. Das Verhältnis der Gewebeelementen zueinander

Bei den Exemplaren sämtlicher Fundorte bilden die Fasern die Hauptmasse, während das Längsparenchym mit dem kleinsten Prozentsatz am Aufbau des Holzkörpers beteiligt ist. Aber auch hier gibt es Ausnahmen, wie z. B. die Exemplare des *Alkali-Wiesentonbodens*. Ein Vergleich unserer Messungen mit den Angaben von HUBER und PRÜTZ (Tabelle 2) zeigt, dass in den von

Tabelle 2.

	Fasern	Gefässe	Markstrahlen	Längsparenchym
Huber-Prütz	62,4 %	12,1 %	14,9 %	10,6 %
Szalai-Varga	62,8 %	14,9 %	13,1 %	9,2 %

uns gesammelten Exemplaren der ungarischen Tiefebene in der prozentuellen Anteilnahme die Fasern von den trachealen Elementen gefolgt sind.

2. Die Anteilnahme der Gewebeelemente je nach den einzelnen Fundorten

Nach Tabelle 1 stehen die auf *Wiesentonboden* gewachsenen Exemplare dem Durchschnittstyp am nächsten. Abweichungen in der prozentuellen Beteiligung der Strukturelemente von diesem allgemeinen Typ wurden je nach den Fundorten folgendermassen festgestellt:

a) An den wasserreichsten Fundorten, den zeitweise überschwemmten Inundationsgebieten sind die trachealen Elemente stark auf Kosten der Fasern vermehrt. Die prozentuelle Anteilnahme der Fasern ist im Verhältnis zum Durchschnitt um 9,2% verringert, während die Gefässmenge um 7,9% zunimmt.

b) Auf dem *Alkali-Wiesentonboden* dagegen ist die Verminderung der trachealen Elemente (um 2,1%) und der Anstieg des Längsparenchyms (um 3,3%) bei durchschnittlicher Faserbeteiligung auffallend.

c) Im grössten Prozentsatz finden wir die Fasern an den an *Älteren-Schwemmboden* (Galerien-Wälder) liegenden Fundorten vertreten (< 5,5%), auffallend ist aber der geringe Gehalt an Längsparenchym (> 1,7%).

d) Bezüglich der von technischen und industriellen Gesichtspunkten wichtigen Faseranteilnahme lässt sich die Rangliste der Fundorte folgendermassen aufstellen:

Tabelle 3.

	Fasern %	Andere Elemente %	Fundort
1	68,3	31,7	Älterer-Schwemmboden
2	64,9	35,1	Sandboden
3	64,9	35,1	Steppenboden
4	63,8	36,2	Alkali-Wiesentonboden
5	61,7	38,3	Wiesentonboden
6	53,6	46,4	Schwemmboden

Natürlich wäre es nicht richtig, aus der obigen Reihenfolge zu folgern, dass z. B. der *Sandboden* eine der besten Bodenarten zur Anlegung von Eschenwäldern sei, da z. B. auf dem *Schwemmboden* — wenn auch die Fasernproduktion relativ die geringste ist — die Gesamtmassenproduktion der unter besseren Bedingungen sich entwickelnden Eschen-Exemplare bedeutend grösser ist als auf dem *Alkali-Wiesenton-* bzw. *Sandboden*. Sie kann aber als Ausgangsbasis im Falle industrieller Verwertung dienen, wenn die Auswahl auf Grund der Festigkeit geschieht.

3. Das Verhältnis zwischen prozentuellem Anteil der Bauelemente und Lebensalter

Als Grundlage für die Auswertung können die Daten in Tabelle 4 dienen:

Tabelle 4.

Fundort	Prozentuelle Verteilung der Gewebeelemente je nach der Alter des Stammes						
	Stammhöhe	Fasern	Gefässe	Markstrahlen	Paratracheales	Metatracheales	Terminales
Sandboden	0 Meter	65,3	13,6	12,0	6,4	1,3	1,5
	8 "	63,2	18,1	9,7	7,5	0,7	0,8
	16 "	66,2	16,3	9,2	6,8	0,6	0,9
Schwemmboden	0 Meter	52,4	22,7	14,4	8,2	1,0	1,3
	8 "	54,2	23,5	12,5	8,0	0,5	1,3
	16 "	54,3	22,3	13,6	8,5	0,6	0,7
Alkali-Wiesentonboden	0 Meter	62,5	10,7	13,1	8,2	4,2	1,3
	4 "	62,2	12,4	10,6	7,1	2,9	0,8
	8 "	62,7	15,4	9,2	10,2	1,8	0,7

Wir haben zwischen den bei der Messung in den verschiedenen Stammhöhen erhaltenen Zahlen — einschliesslich die an Bäumen von hier nicht erwähnten Bodenarten gemachten Messungen — keine solche Zusammenhänge

gefunden, auf Grund derer die Wirkung des Allgemein- und des Eigenalters eines Baumes auf die Gestaltung der quantitativen Verhältnisse der Gewebelemente konzipiert werden könnte. Leider hat die Ausdehnung unserer diesbezüglichen Untersuchungen durch das relativ niedrige Alter des Waldbestandes der in unserer Tiefebene angelegten Wälder (30—55 Jahre) eine Einschränkung erfahren. Wir sind überzeugt, dass solche Zusammenhänge bestehen — dies haben auch die gravimetrischen Messungen der Markstrahlen (4) bewiesen — sie werden aber durch die Einwirkung der Fundorte (ökologische Einflüsse) verdeckt.

Zusammenfassung

Die Raumteile der einzelnen Gewebearten in der Eschen der ungarischen Tiefebene stimmen im allgemeinen mit denen der Eschen Mitteleuropas überein. Die prozentuelle Anteilnahme wird aber innerhalb gewisser Grenzen durch die klimatischen und Bodenverhältnisse der Fundorte, sowie durch die Dichte des Baumbestandes beeinflusst. Zweifellos übt das Lebensalter einen Einfluss auf die Gestaltung der Mengeverhältnisse der Gewebeelemente aus, jedoch ist dieser Einfluss nicht bedeutend genug, um neben den ökologischen Einwirkungen genügend stark zur Geltung zu kommen.

Schrifttum

- [1] Huber, B.—Prütz, G.: Holz als Roh- und Werkstoff, **10**, 377—381, (1938).
- [2] Hulten, E.: Acta Bot. Fenn. **28**, 1—250, (1941).
- [3] Kolmann, P.: Technologie des Holzes, Berlin, (1936).
- [4] Szalai, I.—Varga, M.: Acta Biol. Szeged, **1**, 71—94, (1955).
- [5] Szalai, I.—Varga, M.: Acta Biol. Szeged, **2**, 77—96, (1956).