

Holz von *Vitis vinifera* im Raster-Elektronenmikroskop

VON

S. PLANK UND F. WOLKINGER

Bois de *Vitis vinifera* au microscope électronique à balayage

Résumé. — Les parties caractéristiques du tissu et les éléments cellulaires du bois de vigne (*Vitis vinifera* L.) furent reproduits par microscopie électronique à balayage. On s'est concentré particulièrement sur la formation des fibres vivantes et cloisonnées du bois. Des fibres vivantes et cloisonnées sont présentes également dans le phloème. Elles forment alternativement avec le liber mou un complexe de tissus indépendants et servent comme les fibres libriformes du xylème, en plus de leur rôle de support, surtout au stockage de l'amidon. Les fibres de phloème sont en moyenne plus courtes que les fibres de xylème. D'autres différences morphologiques n'ont pas été constatées.

Einleitung

Gemäß dem Einteilungsprinzip der Hölzer in 17 verschiedene histologische Bautypen nach BRAUN (1970) ist das Holz von *Vitis vinifera* L. dem „*Ulmus-laevis*-Bautyp“ zuzuordnen. Das Grundgewebe setzt sich größtenteils aus Holzfaser-, in geringerem Maße auch aus Tracheidenkomplexen zusammen. Die zykliporen Gefäße haben einfache Perforationen und sind häufig von paratrachealen Kontakt-Parenchym scheiden umgeben.

Die vorliegenden Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Holzfasern, die als Besonderheit einen lebenden Zellinhalt besitzen (WOLKINGER 1969, 1970). Diese Fasern, wie auch die lebenden Bastfasern, sind zusätzlich durch Septen in Kammern unterteilt (ESAU, 1948, 1965, PARAMESWARAN und LIESE 1969, WOLKINGER 1969). Somit steht bei *Vitis* der Großteil des Holzgewebes im Dienste der Reservestoffspeicherung.

Anhand von Rasterbildern werden einige Besonderheiten der Holzanatomie von *Vitis vinifera* gezeigt. Unterschiede in Länge und Breite zwischen Holz- und Bastfasern sind in Histogrammform dargestellt.

Material und Methoden

Für die raster-elektronenmikroskopischen Untersuchungen wurden Sprosse von *Vitis vinifera* aus dem Botanischen Garten in Graz herangezogen. Diese wurden auf passende Größe zugeschnitten und in eigens dafür konstruierte Rasterteller gespannt. Die Fixierung erfolgte in schmelzendem Stickstoff bei -210°C . In flüssigem Stickstoff wurde die radiale Seite der Probe mit Glasmessern (LKB-Knifemaker) in einem modifizierten Leitz-Schlittenmikrotom angehobelt (PLANK 1976). Vorschub: $1\ \mu\text{m}$. Die anderen Flächen wurden mit Rasierklingen begradigt. Gefriertrocknung

und Bedampfung mit Kohle und Gold zur Leitfähigkeitserhöhung erfolgten in der universellen Präparationsanlage EPA 100 von Leybold-Heraeus (GRASENICK 1962, ALDRIAN *et al.* 1972). Für Beobachtung und Photographie stand ein Cambridge Stereoscan Mark II zur Verfügung. Arbeitsspannung: 30 kV.

Die statistischen Messungen an den Holz- und Bastfasern wurden an einer mazerierten Probe (Essigsäure : 30 Vol.% H₂O₂ = 1 : 1) vorgenommen. Länge und Breite wurden an 50 verschiedenen Zellelementen vermessen. Die Ergebnisse sind in Histogrammen dargestellt.

Ergebnisse

Einen Überblick über das einjährige Holz des Weinstockes gibt Abb. 1. Die Breite dieses ersten Jahresringes ist gering, der Markbereich im Vergleich zu Holz und Bast groß. Man erkennt einen großen Anteil an Librifasern im Holz- (Holzfaser) und Bastteil (Bastfasern). Die Fasern sind vielfach durch Septen in Kammern unterteilt.

Abb. 2 stellt einen Querschnitt durch periphere Zonen des Sprosses dar. Zu erkennen sind das Kambium sowie Teile des Bastes und des Holzes. Die Holzfasern sind dickwandig und zeigen eine streng radiale Anordnung. Ihr Lumen ist durch Septen in Kammern unterteilt (Abb. 3). Diese Septenbildung erfolgt erst nachträglich durch mitotische Teilung des Faserzellkernes (PARAMESWARAN und LIESE 1969). Die Septen selbst zeigen eine primärwandähnliche Struktur aus Zellulose und Pektin mit Mittellamelle und Plasmodesmen. In manchen Fällen kommt es zu Verdickungen dieser Septen, wobei auch einfache Tüpfel auftreten (GREGUSS 1959, WOLKINGER 1969). Den lebenden Holzfasern kommt im *Vitis*-Holz eine wichtige Funktion als Reservestoffspeicher zu. Die häufigsten Depotstoffe sind Stärkekörner. Diese Stärkespeicherung unterliegt jahreszeitlich bedingten Veränderungen (COCKERHAM 1930, SAUTER 1966, PLANK 1976).

Im Gegensatz zu den Holzfasern, die beinahe gleichmäßig über den gesamten Jahresring verteilt sind, treten die lebenden Bastfasern in Gewebekomplexen auf, die mit dem Weichbast (Siebröhren, Geleitzellen, Bastparenchym) alternieren. Eine solche Bastfaserngruppe ist in Abb. 2 abgebildet. In älteren Weinstöcken werden innerhalb eines Jahres mehrere solche Faserkomplexe abwechselnd mit dem Weichbast gebildet (ESAU 1948). Sie sind wie die Holzfasern gekammert (Abb. 4, 5) und speichern Stärkekörner. In der Regel bleiben sie zwei Jahre aktiv, bevor sie mit der Borke abgestoßen werden. Deutliche morphologische Unterschiede zwischen Bast- und Holzfasern bestehen nicht. Lediglich bei der Vermessung einer größeren Anzahl von Zellen lassen sich Unterschiede feststellen. So zeigt Abb. 9 (1), daß die Holzfasern im Durchschnitt länger sind als die Bastfasern. Die mittlere Länge der Holzfasern liegt bei ca. 760 μm , die der Bastfasern bei 530 μm . Mit 1081 μm wurden die längsten Fasern im Holz gemessen. Eine weitgehende Übereinstimmung wurde aber bei der Breite der Fasern festgestellt (Abb. 9 (2)). Sie beträgt im Durchschnitt 20 μm für die Holzfasern, 21 μm für die Bastfasern.

Eine wichtige physiologische Funktion hat das Strahlenparenchym (Abb. 6). Es dient nicht nur als Reservestoffspeicher, sondern sorgt auch für den Transport der Reservestoffe in Mobilisations- und Depositionsphasen (SAUTER 1966). *Vitis vinifera* hat besonders hohe Strahlen, die mehrere Zentimeter erreichen können. Die Holz-

strahlzellen sind meist von rechteckiger Form, wobei liegende (= radial gestreckte) mit stehenden Formen abwechseln, ähnlich wie bei polymeren, heterogenen Holzstrahlen (BRAUN 1970). Die genaue Zuordnung zu einem Bautyp nach BRAUN (1970) ist schwierig.

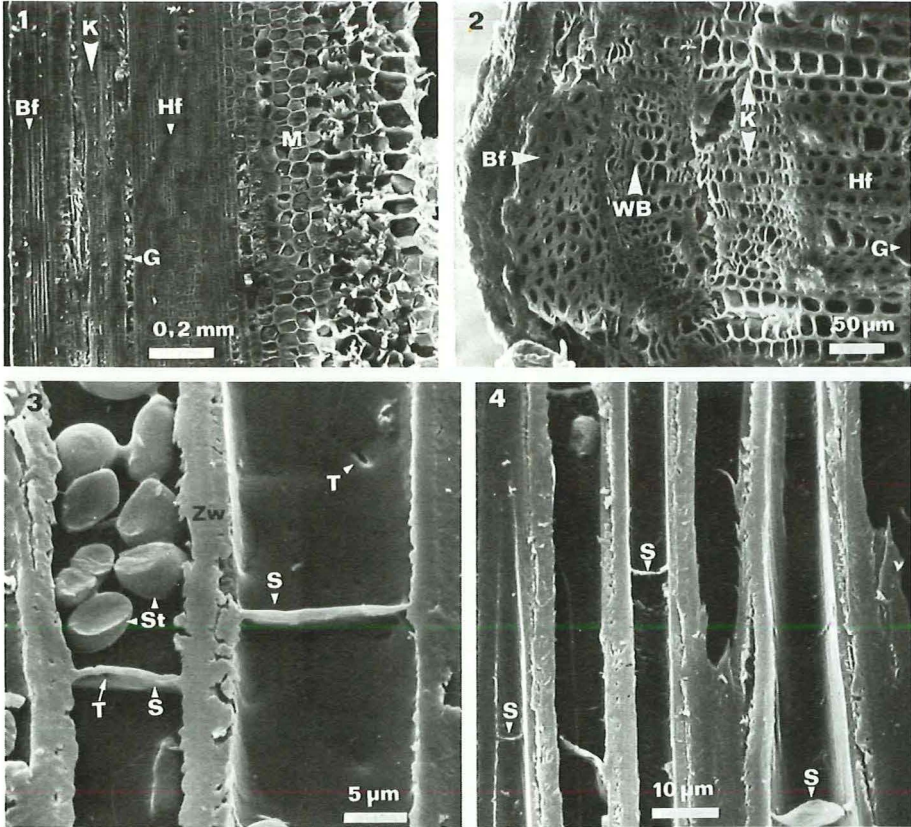


Abb. 1: Radialschnitt durch einen einjährigen Sproß von *Vitis vinifera* (Bf = Bastfasern, G = Gefäß, Hf = Holzfasern, K = Kambium, M = Mark).

Abb. 2: Querschnitt durch den kambialen Bereich eines einjährigen *Vitis*-Sprosses (Bf = Bastfasern, G = Gefäß, Hf = Holzfasern, K = Kambium, WB = Weichbast).

Abb. 3: Lebende, septierte Holzfasern von *Vitis vinifera* (S = Septum, St = Stärkegranul, T = einfacher Tüpfel, Zw = Zellwand zwischen zwei Holzfasern). Radialschnitt.

Abb. 4: Lebende, septierte Bastfasern von *Vitis vinifera* (S = Septum). Radialschnitt.

Fig. 1: Coupe radiale d'un sarment d'un an de *Vitis vinifera* (Bf = fibres de phloème, G = vaisseau, Hf = fibres libriformes, K = cambium, M = moelle).

Fig. 2: Coupe transversale de la région du cambium (Bf = fibres de phloème, G = vaisseau, Hf = fibres libriformes, K = cambium, WB = liber mou).

Fig. 3: Fibres libriformes vivantes et cloisonnées de *Vitis vinifera* (S = cloison, St = grains d'amidon, T = ponctuation simple, Zw = paroi cellulaire entre deux fibres libriformes). Coupe radiale.

Fig. 4: Fibres de phloème vivantes et cloisonnées de *Vitis vinifera* (S = cloison). Coupe radiale.

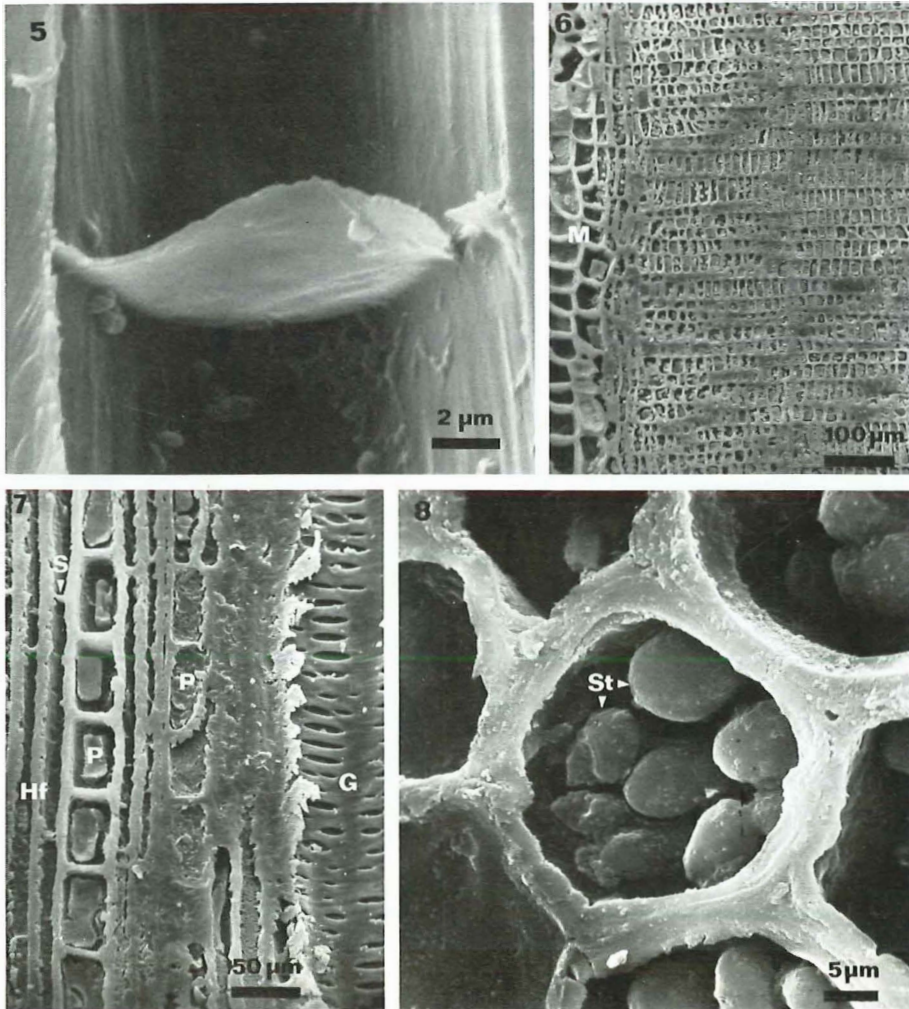


Abb. 5: Septum einer lebenden Bastfaser von *Vitis vinifera*.

Abb. 6: Holzstrahl von *Vitis vinifera* im Radialschnitt. Die Holzstrahlzellen sind mit Stärkekörnern gefüllt (M = Mark).

Abb. 7: Radialschnitt durch das Holzgewebe von *Vitis vinifera*. Im Bild lebende Holzfasern (Hf), Strangparenchym (P) und ein Gefäß (G); (S = Septum).

Abb. 8: Querschnitt durch eine periphere Markzelle eines einjährigen *Vitis*-Sprosses (St = Stärkekörner).

Fig. 5: Cloison d'une fibre de phloème vivante de *Vitis vinifera*.

Fig. 6: Coupe radiale d'un rayon médullaire de *Vitis vinifera*. Les cellules du rayon sont remplies de grains d'amidon (M = moelle).

Fig. 7: Coupe radiale du tissu ligneux de *Vitis vinifera* (G = vaisseau, Hf = fibres libriformes vivantes, P = parenchyme axiale, S = cloison).

Fig. 8: Coupe transversale d'une cellule périphérique de la moelle d'un sarment d'un an de *Vitis vinifera* (St = grains d'amidon).

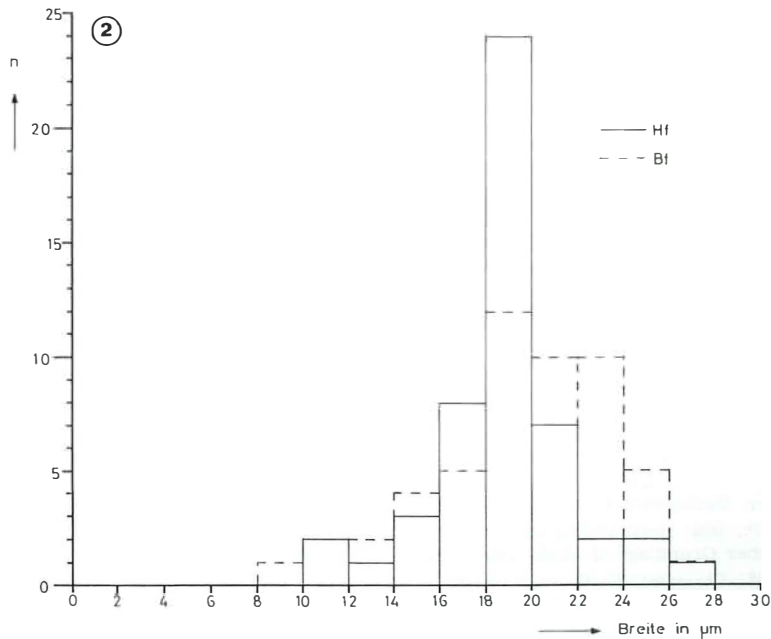
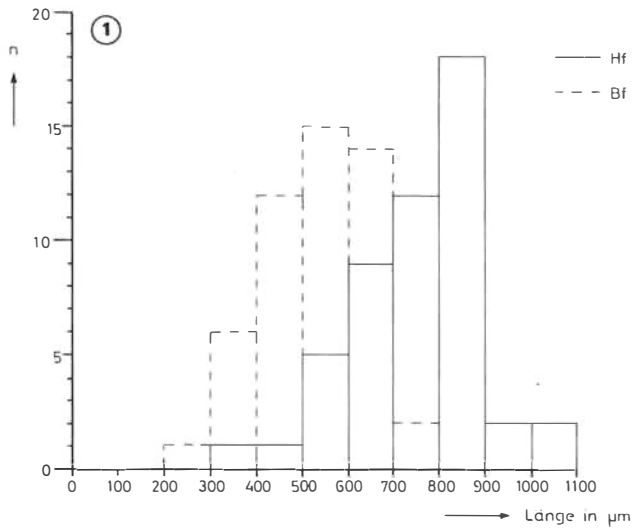


Abb. 9: Graphische Darstellung von Länge (1) und Breite (2) der Holz- und Bastfasern von *Vitis vinifera* (Bf = Bastfasern, HF = Holzfasern, n = Anzahl der Messungen).

Graphique de la longueur (1) et largeur (2) des fibres libriformes et des fibres de phloème de *Vitis vinifera* (Bf = fibres de phloème, Hf = fibres libriformes, n = nombre des mesurages).

Eine wichtige Speicher-, Schleus- und Abwehrfunktion bei Pilzinfektionen (MOREAU *et al.* 1973) haben auch die axialen Parenchymzellen, die bei *Vitis* vielfach als Scheiden um die Gefäße gebildet werden. Abb. 7 zeigt einen solchen Parenchymstrang. Die Zellen sind viel dünnwandiger als die Holzfasern und reichlich betüpfelt. Als interfibrilläres Parenchym findet man diese Stränge auch gelegentlich innerhalb des Holzfasergewebes.

In jungen Trieben sind auch noch die peripheren Zellen des Markes mit Stärkekörnern gefüllt (Abb. 8). Diese haben längliche Gestalt.

Zusammenfassung

Charakteristische Gewebeteile und Zellelemente vom Holz des Weinstockes, *Vitis vinifera* L., wurden raster-elektronenmikroskopisch abgebildet. Dabei wurde auf die Ausbildung der lebenden, septierten Holzfasern besonderer Wert gelegt. Lebende, septierte Fasern treten auch im Bast auf (Bastfasern). Sie bilden alternierend mit dem Weichbast selbständige Gewebekomplexe und dienen wie die Holzfasern neben ihrer Stützfunktion vorwiegend der Stärkespeicherung. Die Bastfasern sind im Durchschnitt kürzer als die Holzfasern. Andere morphologische Unterschiede wurden nicht festgestellt.

Dem Leiter des Zentrums für Elektronenmikroskopie in Graz, Herrn Wirkl. Hofrat Dipl.-Ing. Dr. F. GRASENICK, sei herzlich dafür gedankt, daß diese Untersuchungen an seinem Institut durchgeführt werden konnten.

Literatur

- ALDRIAN, A., WALTINGER, H. und ZEDLACHER, H., 1972: Charakteristische Merkmale der universellen Präparationsanlage EPA 100 und einige spezielle Anwendungsmöglichkeiten in der Raster Elektronenmikroskopie. Beitr. elektronenmikrosk. Direktabb. Oberfl. 5, 397—409.
- BRAUN, H. J., 1970: Funktionelle Histologie der sekundären Sproßachse. I. Das Holz. In: LINSBAUER, K. (Hrsg.): Handbuch der Pflanzenanatomie IX, Teil 1. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- COCKERHAM, G., 1930: Some observations on cambial activity and seasonal starch content in sycamore (*Acer pseudo-platanus*). Proc. Leeds Philosoph. Soc., Sci. Sect. 2, 64—80.
- ESAU, K., 1948: Phloem structure in the grapevine, and its seasonal changes. Hilgardia 18, 217—275.
- — —, 1965: Anatomy and cytology of *Vitis* phloem. Hilgardia 37, 17—72.
- GRASENICK, F., 1962: Über die elektronenmikroskopische Untersuchung von Eis und empfindlichen Stoffsystemen. V. Internatl. Congr. Electr. Microsc. (Philadelphia) 1, GG-12.
- GREGUSS, P., 1959: Bestimmung der mitteleuropäischen Laubbölzer und Sträucher auf xylogomischer Grundlage. 2. Aufl. Verl. Ungar. Naturwiss. Museum, Budapest.
- MOREAU, M., CZANINSKI, Y., CATESSON, A. M. et PERESSE, M., 1973: Les cellules associées aux vaisseaux, siège des réactions de défense contre l'agression parasitaire dans les tissus du xylème de l'Ocillet. C.R. Acad. Sci. Paris. Sér. D 277, 1017—1020.
- PARAMESWARAN, N. and LIESE, W., 1969: On the formation and fine structure of septate wood fibres of *Ribes sanguineum*. Wood Sci. Technol. 3, 272—286.
- PLANK, S., 1976: Histologie und Verkernung des Holzes von *Sambucus nigra* L. und *Sambucus racemosa* L. I. Histologie und jahreszeitliche cytologische Veränderungen. Phytol. (Horn/N.-Ü.) 17 (im Druck).
- SAUTER, J. J., 1966: Untersuchungen zur Physiologie der Pappel-Holzstrahlen. I. Jahresperiodischer Verlauf der Stärkespeicherung im Holzstrahlenparenchym. Z. Pflanzenphysiol. 55, 246—258.

- WOLKINGER, F., 1969: Morphologie und systematische Verbreitung der lebenden Holzfasern bei Sträuchern und Bäumen. I. Zur Morphologie und Zytologie. *Holzforsch.* 23, 135—144.
- —, 1970: Morphologie und systematische Verbreitung der lebenden Holzfasern bei Sträuchern und Bäumen. II. Zur Histologie. *Holzforsch.* 24, 141—151.

Eingegangen am 28. 5. 1976

Univ.-Prof. Dr. F. WOLKINGER
Mag. Dr. S. PLANK

Ludwig Boltzmann-Institut für Umwelt-
wissenschaften und Naturschutz
Heinrichstraße 5/III
A — 8010 Graz

Institut für Anatomie und Physiologie
der Pflanzen
Universität Graz
Schubertstraße 51
A — 8010 Graz
Österreich