Über die Blattspur der Weinrebe

Von Margit Draczynski

Aus dem Institut für Botanik, Gärungsphysiologie und Hefereinzucht der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim am Rhein

Die Anatomie der Blattspur bei der Rebe war bis vor wenigen Jahren nur lückenhaft bekannt. Erstmals beschrieb Nägeli (6) und bildete den Verlauf der Blattspurstränge am Internodium von *Vitis vinifera* ab. Jeder Blattspurstrang steigt 2 bis 7 Internodien hinab, ehe er sich mit einem andern Strang des Internodiums vereinigt. Aus dem Stengel treten 5 Leitbündel in das Blatt und 3 in die Ranke ein. Zur Anatomie des Blattstiels von *Vitis vinifera* zeigte Penzig (7) eine Abbildung. Die Leitbündel (Stränge) sind hier kreisförmig bis elliptisch angeordnet. An der Oberseite (Rinnenseite) befinden sich außerhalb des Leitbündelkreises 2 schräge, mit ihren Xylemen zueinandergekehrte Leitbündel, die nach Gard (1) zur Festigung des Blattstieles beitragen. Gard fand die gleichen anatomischen Merkmale an den Blattstielen von *Vitis riparia*, *V. rupestris* und deren reziproken Kreuzungen. Strasburger (9) ergänzte diese Beschreibungen über den Blattstiel dadurch, daß er die starken Collenchymgewebe, die besonders unter den vorspringenden Leisten vorhanden sind, als weitere Festigungselemente bewertete. Über den weiteren Verlauf der Leitbündel zum Internodium hin gab nur Strasburger eine Beschreibung: „An der Basis des Blattstiels von *Vitis* (gemeint ist *Vitis vinifera* und *V. labrusca*) öffnet sich der Gefäßbündelkreis auf der Oberseite und tritt rinnenförmig aufgerollt in den Stengel ein, um in dessen Gefäßbündelkreis alsbald Aufnahme zu finden." Dieser Satz hat Eingang in alle, die Rebe betreffenden Lehrbücher gefunden. Das war der Stand unserer Kenntnisse über die Blattspur der Rebe, als Hengl (2, 3) erstmalig die sogenannten „Riesenmarkstrahlen" entdeckte und die von ihm benannte Querbrücke beschrieb.

Als Rebenveredler suchte er den Schwierigkeiten einer gleichmäßigen Kallusbildung bei der Veredlung u. a. durch gründliche Studien der Anatomie der Veredlungsstellen zu begegnen. Dabei fand er ... „unterhalb des Auges befinden sich eigenartige Wülste, die sich aus dem Rebprofil scharf abheben, dann sich aber in den Internodien allmählich verlaufen. Diese Stränge sind für das Rebauge so typisch, daß wir sie auf jedem Bilde, auf jeder Zeichnung geradezu als Charakteristikum der Weinrebe empfinden." In einer weiteren Arbeit (4) heißt es: „Die Querbrücke ist ein wulstartiges Gebilde, das den halben Rebknoten umschlingt und schließlich in die Blattnarbe einmündet. Jeder Winzer kennt diese Kanelierungen, die außen an der Rebe unterhalb des Blattansatzes vom Blatt laufen. Sie werden als Blattspuren bezeichnet." Es erhebt sich hier die Frage, warum eine Beschreibung der so auffälligen äußeren Blattspurstruktur bei der Kulturrebe bislang in der Literatur fehlte. Eine Erklärung dafür könnte bei Kroemers (5) Beschreibung über das Blatt gegeben sein, wobei er die Henglsche Querbrücke erwähnt, ohne jedoch ihre Bedeutung erkannt zu haben. Auf Seite 33 seines Buches über „Die Rebe" heißt es: „Der Blattgrund, der bei vielen Pflanzen nur als schwache oder starke Anschwellung der Blattbasis erscheint, ist bei der Rebe mehr gegliedert. Er umfaßt 2 kleine Nebenblättchen, auch Afterblättchen genannt, die seitlich vom Blattstiel auf einem etwas vorspringenden schwachen Wulst der Stengelknoten sitzen und aus dünnhäutigen, länglich-stumpfen Schuppen bestehen." Die Ansatzstelle dieser Nebenblättchen geht also genau entlang der Blattspurwülste, der Henglschen Querbrücke, zu beiden Seiten der Blattstielbasis. Diese Blättchen sind nur an den ganz jungen Blättern der Sproßspitze gut zu erkennen. Sie wachsen nicht weiter, sondern vertrocknen früh und sind einige Internodien tiefer als unscheinbare Reste noch vorhanden, wenn sie nicht ganz abgefallen sind. Übrig bleiben die „Wülste" zu beiden Seiten des Blattstiels; sie sehen bei flüchtiger Betrachtung wie die Narben der Ansatzstellen dieser Blättchen aus, wurden sicher auch nur als solche bewertet und daher weiter nicht beachtet.

In Verbindung mit der Querbrücke fand HENGL an Querschnitten knapp unterhalb des Augenknotens 4–6 ungewöhnlich breite Markstrahlen, die er Riesenmarkstrahlen nannte. Er hielt sie für die Blattspur, die in 4–6 Gefäßsträngen nach außen durch die Rinde stoßen, in die Querbrücke einmünden und von da ab in den Blattstiel eintreten.

Bei einer anatomisch-histologischen Nachprüfung der HENGLschen Riesenmarkstrahlen fanden M. RÜDEL und H. BRÜCKBAUER (8), daß ein einziger Riesenmarkstrahl nicht einen Blattspurstrang allein darstellt. Am Außenrande dieses Markstrahles befindet sich ein Gewebe, das nach HENGL als „Rammkopf" in die Rinde vorstößt. Dieser „Rammkopf" ist der eigentliche Blattspurstrang, während der „Riesenmarkstrahl" die dazugehörige Blattlücke darstellt.

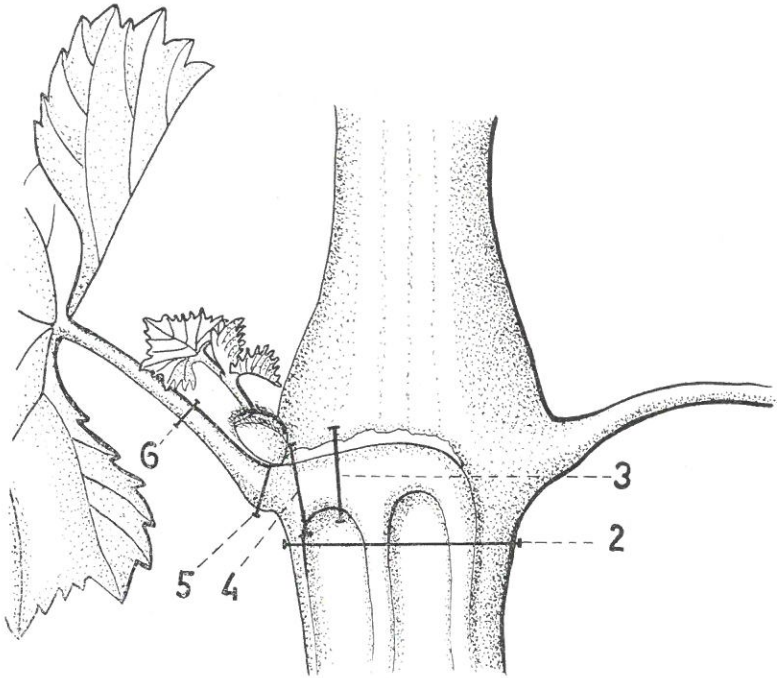

Abbildung 1: Ein Teilstück aus dem Sommertrieb des Rieslings. Zur Erläuterung der Abbildungen 2 bis 6 zeigen die Linien diejenigen Stellen an, von denen Querschnitte hergestellt und abgebildet wurden

Ferner konnten sie beweisen, daß die Blattlücke nicht ausschließlich aus Markstrahlgewebe besteht, sondern auch zum großen Teil aus einem von der Stärkescheide her gebildeten parenchymatischen Gewebe. Daß jeder Riesennmarkstrahl aus Blattspurstrang und Blattlücke besteht, konnte Verfn. ebenfalls feststellen und daher diese Befunde M. RÜDELS und H. BRÜCKBAUERS vollauf bestätigen.

Sowohl HENGL als auch RÜDEL und BRÜCKBAUER stellten diese Beobachtungen an Rebtrieben an, die im Spätherbst geerntet wurden, zu einer Zeit also, da die Entwicklung der Blattspurstränge bereits abgeschlossen und ihr Zweck in der Natur erfüllt war. Die oben besprochenen Ergebnisse stellten demnach das Endstadium in der Entwicklung der Blattspur dar.

Es schien nun eine lohnende Aufgabe, den Verlauf der Blattspur im jugendlichen Zustand, von ihrem Ausscheren aus dem Leitbündelkreis des Internodiums bis zu ihrem Eintritt durch die Blattstielbasis in den Blattstiel zu untersuchen, zu einem Zeitpunkt also, da die Blattspur in voller Funktion steht. Auch galt es, die Frage zu klären, wie die beiden schrägen Leitbündel an der Oberseite des Blattstiels außerhalb des Leitbündelkreises entstehen.

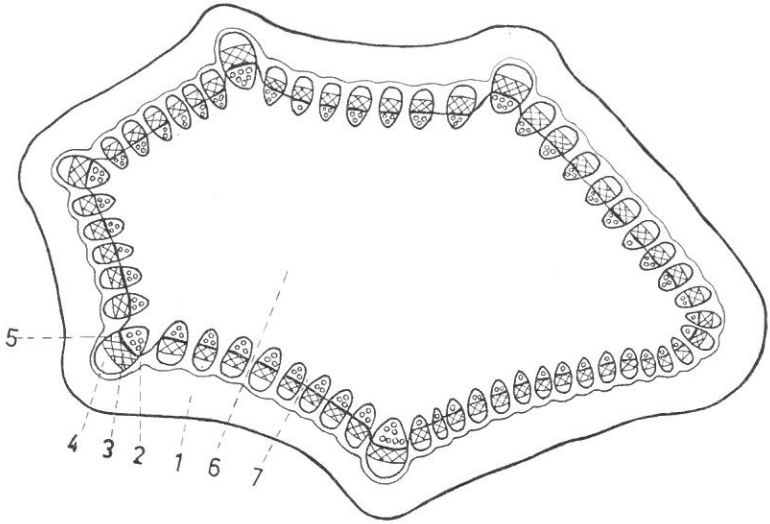

Abbildung 2: Querschnitt durch den Stengel unterhalb der Querbrücke. Die fünf Blattspurstränge sind bereits gegen die Rinde gerückt. 1 = Kollenchymring, 2—5 = ein Leitbündel: 2 = Holzteil, 3 = Siebteil, 4 = primärer Bast des Siebteils, 5 = Kambium, 6 = Mark, 7 = primärer Markstrahl.

Als Untersuchungsmaterial dienten die Sommertriebe des Rieslings von Anfang Juli. In dieser Zeit waren bis zu 25 Internodien ausgebildet. Das erste (= älteste) Internodium, das am alten Stamm saß, wies bereits 3–4 Hartbastplatten auf, jedoch noch kein Korkkambium. Im 13. Internodium waren die ersten Hartbastplatten, je eine im Kreise zu erkennen, während sie im 14. Internodium noch gänzlich fehlten. Vom 17. Internodium abwärts begann das sekundäre Dickenwachstum: das Xylem (= Holzteil) bildete einen geschlossenen Ring, mit primären und sekundären Markstrahlen, der primäre Hartbast war ganz verholzt. Im 18. Internodium wies das Xylem mehr Holzelemente auf, als im 19. Internodium. Hier begann der primäre Hartbast eben zu verholzen, daher konnten

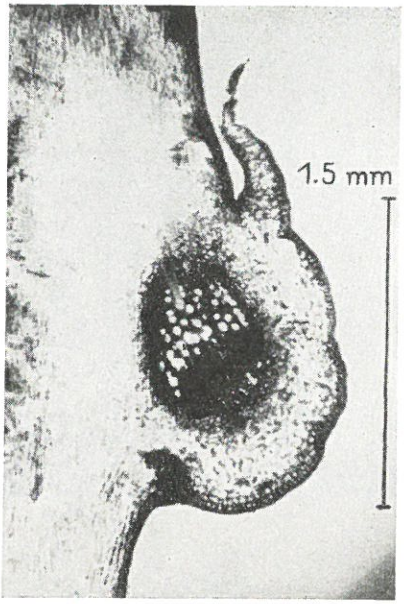

Abbildung 3:

Querschnitt durch die Querbrücke zwischen dem 2. und 3. Blattspurstrang. In das Leitbündel, das mit dem Holzteil nach oben gerichtet ist, ist der 2. Blattspurstrang bereits eingemündet.

seine Zellen von den Rindenzellen der Umgebung gut unterschieden werden. Die 40 Leitbündel im Kreise waren noch oval, innen am Holzteil spitzer, außen am Siebteil (= Phloëm) abgerundet. Vom Holzteil wiesen nur die Spiralen der Tracheen Verholzungen auf. Dieses im jugendlichen Zustand befindliche 19. Internodium wurde für die Untersuchungen verwendet.

Ein Querschnitt knapp unterhalb des Augenknotens *(Abb. 2)* zeigt die 5 Blattspurstränge. Sie liegen unter den bereits gut entwickelten Rippenbögen, etwas außerhalb des Leitbündelkreises. In diesem Stadium fallen sie durch ihre Größe auf. Sie haben die Rindenzone noch nicht ganz erreicht. Die entstehenden Blattspurlücken bestehen noch ausschließlich aus Markstrahlgewebe.

Diese 5 Blattspurstränge ziehen vom oben beschriebenen Querschnitt ab einige Millimeter das Internodium hoch. Dann beschreiben die beiden äußeren Stränge, der eine an der Mitte der Rinnenseite, der andere an der Mitte der Flachseite, des Internodiums oder Stengels, je einen Bogen von ungefähr 90° zur Bildung der horizontalen Querbrücke; die anderen Stränge, einer an der Rinnenseite, zwei an der Flachseite des Stengels, fügen sich in kurzen Bögen in diese Querbrücke ein. Um den Weg der einzelnen Blattspurstränge vom Ausscheren aus dem Leitbündelkreis des Stengels bis zu ihrem Eintritt in den Blattstiel verfolgen zu können, mußten Handschnitte angefertigt werden. Nur so war es möglich, senkrechte Schnitte der einzelnen Stränge zu erlangen, da ein geringes Abweichen von der Senkrechten verzerrte Bilder zur Folge hatte.

Die Querschnitte wurden zunächst durch den ersten bogenförmig verlaufenden Blattspurstrang bis in die Querbrücke geführt. Es war zu erwarten, daß dieser Strang seine Stellung beibehalten würde, in der Querbrücke daher mit dem Xylem nach innen in radiärer Lage anzutreffen sein würde. Das war nicht der Fall: der Strang vollführt im Bogen eine Drehung, so daß er in der Querbrücke mit dem Xylem nach oben, dabei etwas nach innen gedreht ist und das Phloëm entsprechend nach unten weist. Auch war anzunehmen, daß der 2. Blattspurstrang bei seinem Eintritt in die Querbrücke unterhalb des ersten

Stranges mit diesem parallel weitergehen würde. Entsprechende Schnitte zeigten aber, daß der zweite Strang sowohl an der Rinnenseite als auch an der Flachseite des Stengels in den ersten Strang so einmündet, daß der Querschnitt nach seiner Einmündung wieder nur einen einzigen, wenn auch etwas verbreiterten Strang zeigt *(Abb. 3)*. Der mittlere der 5 Blattspurstränge, der zur Flachseite des Stengels gehört, jedoch gegen die Schmalseite zu liegt, zieht auch zur Querbrücke hoch. Entsprechende Schnitte zeigen, daß er sich nicht mit einem der von rechts und links kommenden Stränge vereinigt, sondern für sich bleibt.

Vor ihrem Eintritt in die Blattstielbasis teilt sich jeder dieser 3 Blattspurstränge in mehrere: das mittelste teilt sich in 3–4, welche an der Untersete des sich formenden Leitbündelkreises des Blattstiels ihre Anordnung finden. Die beiden von rechts und links aus der Querbrücke kommenden Leitbündel teilen sich ebenfalls in einige Bündel durch Bildung von zunächst mehrerer, im Querschnitt einzelliger Markstrahlen, die in der Folge mehrzellig werden und so dieses Leitbündel in mehrere aufteilen. Das oberste dieser gebildeten Leitbündel kommt in einer Drehung dem aus ihm gebildeten gegenüber zu liegen, derart, daß ihre Xyleme zueinander gestellt sind. Diese Anordnung ist durch ihre weitere Stellung im Leitbündelkreis des Blattstiels bestimmt, da diese neu abgeteilten Leitbündel zu den oberen Leitbündeln des Kreises gehören *(Abb. 4)*. Ein Querschnitt durch

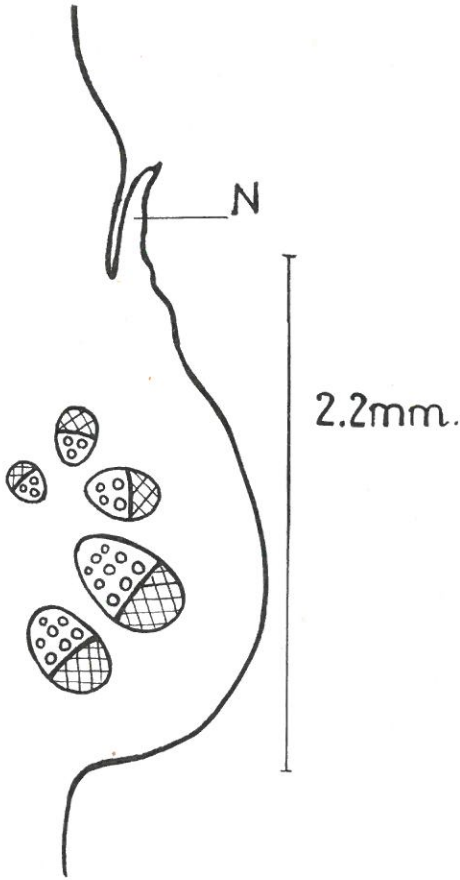

Abbildung 4:

Querschnitt durch die Querbrücke zwischen dem 2. und 3. Blattspurstrang, vor ihrem Eintritt in die Blattstielbasis. Der Blattspurstrang ist in fünf Leitbündel aufgeteilt. N = Rest des Nebenblättchens.

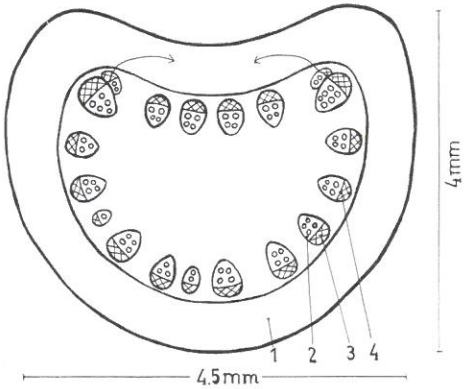

Abbildung 5:

Querschnitt durch die Blattstielbasis. Die Pfeile beginnen bei den neu entstandenen Leitbündeln und zeigen den Weg zu ihrer entgültigen Stellung im Blattstiel. 1 = Kollenchymring. 2—4 = ein Leitbündel: 2 = Holzteil, 3 = Siebteil, 4 = Kambium.

die Ansatzstelle des Blattstiels, dem sog. Augenpolster, zeigt, daß dieser durch das über ihm liegende Auge oben eingedrückt erscheint, so daß der Leitbündelkreis an dieser Stelle ebenfalls wie in einer Mulde angeordnet ist. Dieser muldenförmige obere Teil besteht zuerst aus ungefähr 6 Leitbündeln, die dann 2 gerade, langgestreckte Leitbündel bilden; sie runden sich auch im Blattstiel nicht zum Kreise, sondern behalten ihre gerade Gestalt, wodurch der sonst runde Leitbündelkreis oben abgeflacht erscheint. Die weiteren 14 Leitbündel schließen sich an diese beiden Leitbündel halbkreisförmig an.

Bevor es noch nach der Teilung der Leitbündel zur Bildung der beiden langgestreckten Leitbündel kommt, teilt sich an jeder oberen Ecke der Mulde aus den beiden Eckleitbündeln je ein kleines Leitbündel ab *(Abb. 5)*; diese kleinen Leitbündel gelangen außerhalb des Leitbündelkreises, kommen durch Drehung mit ihren Xylemen zueinander zu

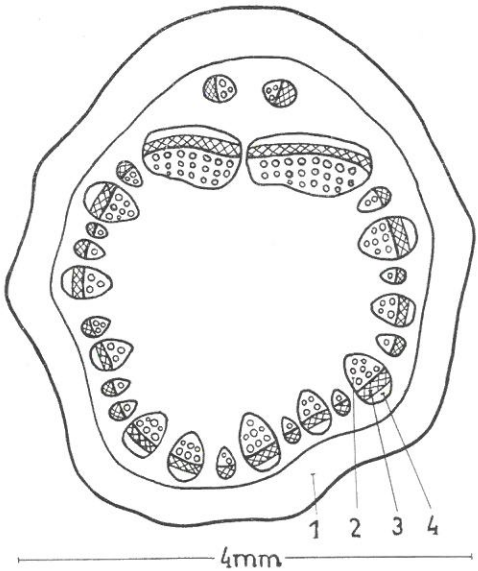

Abbildung 6:

Querschnitt durch den Blattstiel. Die beiden kleinen Leitbündel, deren Entstehung in Abb. 5 gezeigt ist, liegen an der Rinnenseite des Blattstiels, außerhalb des Leitbündelkreises. 1 = Kollenchymring, 2—4 = ein Leitbündel: 2 = Holzteil, 3 = Siebteil, 4 = primärer Bast des Siebteils.

liegen und sind im Blattstiel in schräger Lage oberhalb des Kreises zu erkennen. Es sind dies die beiden Leitbündel unterhalb der Rinnenseite des Blattstiels, die zur Festigung desselben beitragen sollen. Außerdem fällt ein breiter, bereits in der Blattstielbasis gebildeter Kollenchymring auf, der ebenfalls als Festigungselement des Blattstiels dient *(Abb. 6)*.

Zusammenfassung

1. Um Aufschlüsse über den jugendlichen Zustand der Blattspur, ihren Verlauf vom Internodium in die Querbrücke und ihren Eintritt in den Blattstiel zu erlangen, wurden aus dem Sommertrieb der Sorte Riesling Internodien untersucht, die sich noch im Primärzustand befanden.

2. Knapp unterhalb des Auges sind im Querschnitt 5, bei älteren Internodien 7 Blattspurstränge zu erkennen, die in die Rindenzone ausscheren und deren Blattlücken noch ausschließlich aus Markstrahlgewebe bestehen. Zwei dieser Stränge ziehen zu beiden Seiten des Blattstielansatzes in die oben beschriebene Querbrücke hoch und verschmelzen hier zu einem einzigen Strang. Nur der mittlere, der ebenfalls in die Querbrücke gelangt, vereinigt sich nicht mit einem dieser beiden Blattspurstränge. Alle drei Stränge teilen sich vor ihrem Eintritt in die Blattstielbasis in eine bestimmte Anzahl von Leitbündeln. Entsprechend der Form des Blattstieles, der an seiner Ansatzstelle noch nicht rund, sondern durch das über ihm liegende Auge oben konkav ist, ordnen sich die eintretenden Leitbündel in einem Kreise an, der oben eingedrückt erscheint. Aus den beiden oberen Eckleitbündeln entstehen zwei kleine Leitbündel, die außerhalb des Leitbündelkreises oben, in etwas schräger Lage, mit ihren Holzteilen zueinander zu liegen kommen. Die beiden Eckleitbündel vereinigen sich mit den dazwischenliegenden zu zwei langgestreckten Leitbündeln, die durch ihre gerade Form den ganzen Leitbündelkreis oben abflachen. Ein breiter Kollenchymring ist sowohl in der Blattstielbasis als auch im Blattstiel vorhanden.

Literatur

(1) Gard, A.: Etudes anatomiques sur les vignes et leur hybrides artificiels. Bordeaux, Thèse (1903).
(2) Hengl, R. u. R.: Der Augenknoten der Weinrebe und seine Bedeutung für das Gelingen einer Veredlung. Der Winzer (Wien) 11, 24—26 (1955).
(3) Hengl, R.: Eine neuaufgefundene anatomische Sonderheit der Weinrebe. Der Winzer (Wien) 11, 138—140 (1955).
(4) Hengl, R.: Alte Erfahrungen und neue Erkenntnisse bei der Rebenveredlung in Österreich. Weinberg und Keller 5, 361—368 (1958).
(5) Kroemer, K.: Die Rebe. Ihr Bau und ihr Leben. Berlin (1923).
(6) Nägeli, C.: Über das Wachstum des Stammes und der Wurzel bei den Gefäßpflanzen. Beitr. z. wiss. Botanik I (1858).
(7) Penzig, O.: Anatomia e morfologia della vite (Vitis vinifera). Milano (1881).
(8) Rüdel, M., und H. Brückbauer: Anatomisch-histologische Untersuchungen an den Blattspursträngen der Rebe. Vitis 3, 27—37 (1961).
(9) Strasburger, E.: Über den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena (1891).