

## Histologische Untersuchungen an Weinbeeren

VON

G. ALLEWELDT, M. ENGEL und H. GEBBING

### Histological investigations with grapevine berries

**S u m m a r y .** — Comparative histological investigations have been carried out with berries of the grapevine varieties Aris, Bacchus, Pollux, Morio-Muskat, Müller-Thurgau, Portugieser, Riesling and *Vitis labrusca*.

1. Thickness of cuticle ranges from 1.6  $\mu\text{m}$  (Morio-Muskat, Portugieser) to 3.8  $\mu\text{m}$  (Aris) and decreases slightly with increasing ripeness.
2. Epidermis is between 6.5  $\mu\text{m}$  (Portugieser) and 10.0  $\mu\text{m}$  (Aris) in thickness.
3. Thickness of hypodermis ranges from 107  $\mu\text{m}$  (Portugieser) to 246  $\mu\text{m}$  (*V. labrusca*).
4. The number of the subepidermal cell layers varies between 9.3 (Portugieser) and 11.1 (Müller-Thurgau).
5. The distance of the vascular bundles to the berry surface ranges from 200  $\mu\text{m}$  to 300  $\mu\text{m}$ . Only for *V. labrusca* a distance of 500 to 550  $\mu\text{m}$  has been measured.
6. The results are discussed with regard to possible correlations with resistance to *Botrytis* (gray rot) and to cracking of berries.

### Einleitung

Die Histologie der Weinbeere war schon mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Neben dem Aufbau der Gesamtbeere wurde in verschiedenen Arbeiten der Beerenhaut besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Sie besitzt hohe mechanische Schutzigenschaften. Einerseits wirkt sie dem Aufplatzen der Beere entgegen (MEYNHARDT 1964), andererseits bildet sie einen Schutz gegen pilzliche Infektionen im Laufe der Beerenentwicklung (BERNARD 1976, 1977 a und b). Die Tatsache, daß der Aufbau der Beerenhaut sortenspezifische Unterschiede aufweist (PRATT 1971), läßt eine Ergänzung der Untersuchungen im Hinblick auf mögliche Beziehungen zur Pilzresistenz der Beeren gerechtfertigt erscheinen.

### Material und Methoden

Für die histologischen Untersuchungen der Beerenhaut wurden fünf *Vitis-vinifera*-Sorten (Bacchus, Morio-Muskat, Müller-Thurgau, Riesling und Portugieser), zwei interspezifische Neuzuchten (Aris und Pollux) sowie *Vitis labrusca* herangezogen. Die Beerenproben der Sorten Morio-Muskat, Riesling und Portugieser stammten aus Grünstadt in der Rheinpfalz, das übrige Untersuchungsmaterial aus der Rebenversuchsanlage der Universität Hohenheim. Der erste Sammeltermin lag am Ende der Phase II (NITSCH *et al.* 1960), der zweite Termin in Phase IV. Die zur Untersuchung bestimmten Beeren wurden unmittelbar nach der Probeentnahme in FPA 70 fixiert und nach der Paraffinmethode (JOHANSEN 1940, GERLACH 1977) weiterbe-

handelt. Nachdem von je fünf Beeren einer Sorte 10 bis 12  $\mu\text{m}$  dicke Mikrotomschnitte hergestellt worden waren, erfolgte eine Färbung mit Haematoxylin und Chrysoidin (SCHWERDTFEGER und BUCHLOH 1968). Bei der Auswertung der Schnitte wurden folgende Parameter erfaßt: Dicke der Cuticula, Dicke der Epidermis und der subepidermalen Zellschichten, Anzahl der subepidermalen Zellschichten und der Abstand der peripheren Leitbündel von der Beerenoberfläche. Bei den Sorten Morio-Muskat und Riesling wurde auch die Dicke der tangentialen Zellwände der Epidermis und der subepidermalen Zellen gemessen. Beim zweiten Untersuchungstermin wurden nur die Sorten Morio-Muskat und Riesling untersucht.

Aufbau der Beerenhaut  
Structure of berry skin

Sorte	Cuticula- dicke $\mu\text{m}$	Epidermis- dicke $\mu\text{m}$	Hypodermis- dicke $\mu\text{m}$	Zahl subepidermalen Zellschichten n	Abstand Leitbündel — Beerenoberfläche $\mu\text{m}$
Portugieser	1,6	6,5	107	9,3	200—230
Morio-Muskat	1,6	6,8	115	9,7	160—200
Bacchus	2,0	9,4	190	11,0	260—280
Müller-Thurgau	2,0	8,8	166	11,1	260—290
Riesling	3,4	7,8	168	9,9	280—310
Aris	3,8	10,0	169	10,6	260—300
Pollux	3,0	9,2	142	10,4	270—320
<i>Vitis labrusca</i>	3,0	7,8	246	11,0	500—550

Die Beeren wurden im August, kurz vor Beginn der Zuckereinlagerung, entnommen.

Abb. 1: Querschnitt der Beerenhaut von Morio-Muskat im August (Vergrößerung 230  $\times$ ). — Dicke der Cuticula: 1,6  $\mu\text{m}$ ; Dicke der Epidermis: 6,8  $\mu\text{m}$ ; Zahl der Hypodermiszellschichten: 9,7; Dicke der Hypodermis: 115  $\mu\text{m}$ ; Abstand Leitbündel — Beerenoberfläche: 160—220  $\mu\text{m}$ .

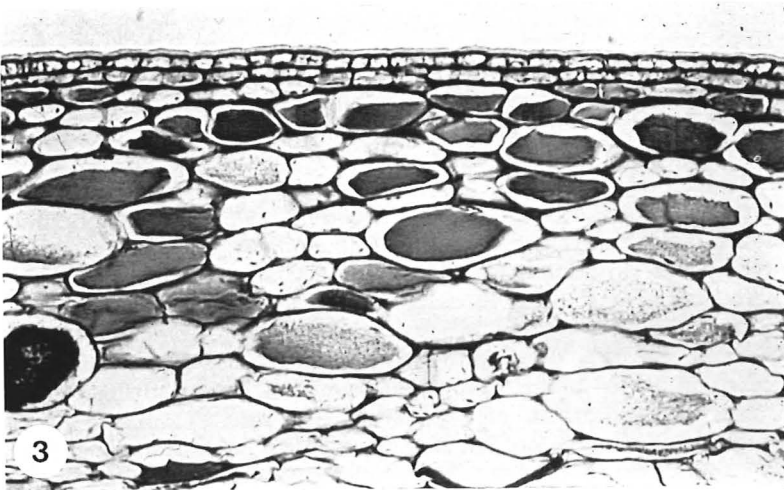
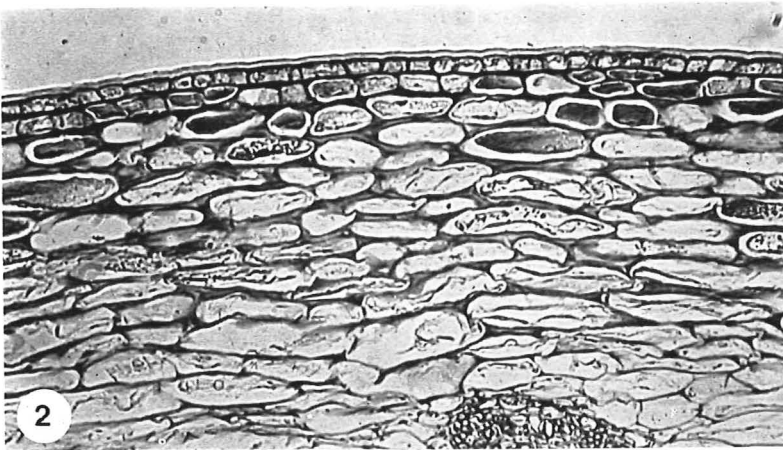
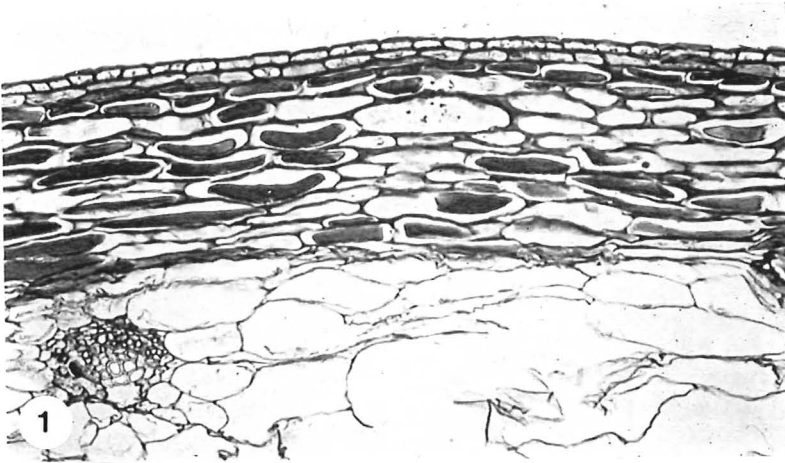
Abb. 2: Querschnitt der Beerenhaut von Aris im August (Vergrößerung 230  $\times$ ). — Dicke der Cuticula: 3,8  $\mu\text{m}$ ; Dicke der Epidermis: 10,0  $\mu\text{m}$ ; Zahl der Hypodermiszellschichten: 10,6; Dicke der Hypodermis: 169  $\mu\text{m}$ ; Abstand Leitbündel — Beerenoberfläche: 260—300  $\mu\text{m}$ .

Abb. 3: Querschnitt der Beerenhaut von *Vitis labrusca* im August (Vergrößerung 230  $\times$ ). — Dicke der Cuticula: 3,0  $\mu\text{m}$ ; Dicke der Epidermis: 7,8  $\mu\text{m}$ ; Zahl der Hypodermiszellschichten: 11,0; Dicke der Hypodermis: 246  $\mu\text{m}$ ; Abstand Leitbündel — Beerenoberfläche: 500—550  $\mu\text{m}$ .

Fig. 1: Transverse section of berry skin (Morio-Muskat) in August ( $\times 230$ ). — Thickness of cuticle: 1.6  $\mu\text{m}$ ; thickness of epidermis 6.8  $\mu\text{m}$ ; number of hypodermal cell layers: 9.7; thickness of hypodermis: 115  $\mu\text{m}$ ; distance of vascular bundles — berry surface: 160—200  $\mu\text{m}$ .

Fig. 2: Transverse section of berry skin (Aris) in August ( $\times 230$ ). — Thickness of cuticle: 3.8  $\mu\text{m}$ ; thickness of epidermis: 10.0  $\mu\text{m}$ ; number of hypodermal cell layers: 10.6; thickness of hypodermis: 169  $\mu\text{m}$ ; distance of vascular bundles — berry surface: 260—300  $\mu\text{m}$ .

Fig. 3: Transverse section of berry skin (*Vitis labrusca*) in August ( $\times 230$ ). — Thickness of cuticle: 3.0  $\mu\text{m}$ ; thickness of epidermis: 7.8  $\mu\text{m}$ ; number of hypodermal cell layers: 11.0; thickness of hypodermis: 246  $\mu\text{m}$ ; distance of vascular bundles — berry surface: 500—550  $\mu\text{m}$ .



### Ergebnisse

Aus der Tabelle geht hervor, daß die deutlichsten Sortenunterschiede bei der Dicke der Cuticula auftreten. Dabei fallen die Rebsorten Aris durch eine sehr dicke ( $3,8 \mu\text{m}$ ) und Morio-Muskat sowie Portugieser durch eine sehr dünne Cuticula ( $1,6 \mu\text{m}$ ) auf (s. auch Abb. 1, 2 und 3). Auch bei der Dicke der Epidermis sind Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten feststellbar, allerdings nicht so deutlich wie in der Dicke der Cuticula. Die geringste Dicke wurde mit  $6,5 \mu\text{m}$  an Beeren der Rebsorte Portugieser, die größte mit  $10,0 \mu\text{m}$  an Beeren der Rebsorte Aris gemessen.

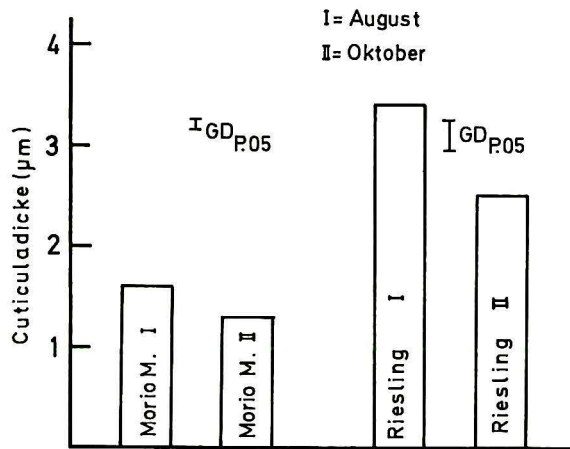


Abb. 4: Dicke der Cuticula im Verlauf der Beerenreife. Vergleich der Rebsorten Morio-Muskat und Riesling.

Thickness of cuticle during process of ripening, comparing the grapevine varieties Morio-Muskat and Riesling.

Die Hypodermis der Beerenhaut ist bei den untersuchten Rebsorten aus 9 bis 11 Zellschichten aufgebaut. Nur die Differenzen zwischen Portugieser einerseits und Bacchus, Müller-Thurgau sowie *V. labrusca* andererseits sind statistisch gesichert. Bei genauerer Untersuchung der einzelnen Zellschichten der Hypodermis wurden aber weitere Sortenunterschiede erkennbar. Der radiale Durchmesser der Zellen nimmt von außen nach innen, in Richtung Beerenmitte, zu. Diese Größenzunahme ist aber nicht bei allen Sorten gleich stark. Während bei Bacchus, Pollux und *V. labrusca* die Dicke der Zellschichten kontinuierlich zunimmt, „pendelt“ er sich bei den übrigen Sorten auf ein bestimmtes Niveau ein, bei Morio-Muskat z. B. auf  $10\text{--}13 \mu\text{m}$ . Weitere Unterschiede in der Struktur der Hypodermis konnten bei einem Vergleich zwischen Morio-Muskat und Bacchus festgestellt werden. Bei der Sorte Morio-Muskat besitzen ca. 87 % der gemessenen subepidermalen Zellen einen radialen Durchmesser von nur  $6\text{--}15 \mu\text{m}$ , davon wiederum 50 % einen Durchmesser von nur  $6\text{--}9 \mu\text{m}$ . Dies verdeutlicht, daß hier die Hypodermis sehr gleichmäßig aus flachen, langgestreckten Zellen aufgebaut ist. Bei der Rebsorte Bacchus dagegen zeigte sich deutlich, daß hier prozentual mehr Zellen unterschiedlicher Größe am Aufbau der

Beerenhaut beteiligt sind. An manchen Stellen überwiegen großlumige Zellen, während unmittelbar daneben kleinere, tangential gestreckte Zellen den Aufbau der Beerenhaut bestimmen.

Als weiteres Unterscheidungsmerkmal zwischen den Genotypen wurde der Abstand der peripheren Leitbündel von der Beerenoberfläche gemessen. Mit Ausnahme von *V. labrusca* betrug der Abstand zwischen 200 und 300  $\mu\text{m}$ , bei dieser Art indessen 500—550  $\mu\text{m}$ ; d. h., daß bei *V. labrusca* die Leitbündel etwa doppelt so weit entfernt von der Beerenoberfläche liegen wie bei den übrigen untersuchten Sorten!

Die Veränderungen im Aufbau der Beerenhaut während der Beerenreife, also zwischen den Terminen im August und Oktober, wurden bei den Sorten Morio-Muskat und Riesling vergleichend festgestellt. Bei beiden Rebsorten ist die Cuticula im Oktober dünner als im August (Abb. 4). Die gleiche Tendenz ist beim Durchmesser der Epidermiszellen zu erkennen. Der Aufbau der Hypodermis verändert sich dagegen unterschiedlich: Bei Morio-Muskat blieb die Dicke der subepidermalen Zellschichten im Oktober gegenüber August nahezu unverändert, bei Riesling aber nahm sie im Oktober ab. So haben sich die Epidermiszellen beider Sorten einer Volumenzunahme im Laufe der Beerenreife unterschiedlich angepaßt.

### Diskussion

Zur Charakterisierung der untersuchten Rebsorten im histologischen Aufbau ihrer Beerenhaut wurden verschiedene Kriterien verwendet. Dabei erwies sich die Dicke der Cuticula als bestes Unterscheidungsmerkmal. Der Cuticula, die die Transpiration der Beere herabsetzt, wird von BERNAED (1976 und 1977 a) eine Schutzfunktion gegen *Botrytis cinerea* zugeschrieben. Nach seiner Meinung spielt hierbei allein die Dicke der Cuticula eine wichtige Rolle. Auf den mechanischen Schutz der Cuticula machten schon BLACKMAN und WELSFORD (zit. bei STADLER 1953) sowie LOUIS (1963) aufmerksam. In den vorliegenden Untersuchungen wiesen die Rebsorten Portugieser und Morio-Muskat eine dünne und die *Botrytis*-resistenten Sorten Pollux und Aris eine dicke Cuticula auf. Wenngleich diese Gegenüberstellung deutliche Beziehungen zwischen der Cuticuladicke und der *Botrytis*-Resistenz anzeigt, ist sie, wie aus dem Beispiel Pollux und Riesling hervorgeht, nicht allein für die Beerenresistenz gegen *Botrytis* bestimmend.

Bei der Anzahl der subepidermalen Zellschichten traten nur geringe Sortenunterschiede auf. MEYNHARDT (1964) fand indessen bei amerikanischen Tafeltraubensorten Unterschiede zwischen 2 und 17 subepidermalen Zellschichten. Aus diesen Ergebnissen schloß er, daß die Anzahl der subepidermalen Zellschichten in enger Beziehung zum Aufplatzen der Beerenhaut mancher Sorten steht. Auch bei Keltertraubensorten könnte im Hinblick auf das sortentypische Aufplatzen der Beere bei der mechanischen Lese (PFAFF 1980) an einen Zusammenhang zwischen der Zahl der epidermalen Zellschichten und der Eignung der Sorte für die mechanische Lese gedacht werden. Die praktischen Ergebnisse aber widerlegen diese Möglichkeit, wenn nicht zugleich auch der Aufbau der Hypodermis berücksichtigt wird. Denn der gleichmäßige Aufbau der Hypodermis wird bei Morio-Muskat- und Portugieserbeeren an wenigen Stellen durch größere Zellen unterbrochen, welche ein Mehrfaches der übrigen Zellgröße erreichen können. An diesen Stellen ist die mechanische Widerstandsfähigkeit der Beerenhaut nach BERNARD (1977 a) verringert.

Beim Abstand der Leitbündel von der Beerenoberfläche konnten nur geringfügige Sortenunterschiede festgestellt werden. Diese Tatsache könnte darauf zurück-

zuführen sein, daß zur Zeit des ersten Untersuchungstermins im August noch keine nennenswerte Zellstreckung stattgefunden hatte. Zu einem späteren Zeitpunkt wären die Sortenunterschiede vielleicht deutlicher hervorgetreten, da sich die einzelnen Sorten nach Reifebeginn hinsichtlich der Zellstreckung verschieden entwickeln (BERNARD 1977 b). MEYNHARDT (1956, 1964) wies nach, daß bei verschiedenen Tafeltraubensorten der Abstand zwischen den peripheren Leitbündeln und der Beerenoberfläche zwischen 700 und 1100  $\mu\text{m}$  variierte. Ferner zeigte sich, daß besonders die Beeren von Tafeltraubensorten mit oberflächlich gelegenen Leitbündeln leicht aufplatzten.

Bei den untersuchten Rebsorten konnten charakteristische Merkmale im histologischen Aufbau der Beerenhaut gefunden werden, die zum Teil zur Ergänzung der ampelographischen Beschreibung der Sorten herangezogen werden könnten. Die Untersuchung der Beerenhaut zu einem frühen Termin erweist sich als günstiger, da später bei der Bearbeitung der reifen Beeren Schwierigkeiten entstehen können. Diese ergeben sich vor allem dadurch, daß die Gewebe reifer Beeren weicher sind und deshalb beim Schneiden Deformationen und Artefakte auftreten können.

### Zusammenfassung

Es wurden vergleichende histologische Untersuchungen an der Beerenhaut der Rebsorten Aris, Bacchus, Pollux, Morio-Muskat, Müller-Thurgau, Portugieser und Riesling sowie bei *Vitis labrusca* durchgeführt.

1. Die Cuticuladicke liegt zwischen 1,6  $\mu\text{m}$  (Morio-Muskat, Portugieser) und 3,8  $\mu\text{m}$  (Aris); sie nimmt mit zunehmender Reife etwas ab.
2. Die Dicke der Epidermis liegt zwischen 6,5  $\mu\text{m}$  (Portugieser) und 10,0  $\mu\text{m}$  (Aris).
3. Die Hypodermisdicke liegt zwischen 107  $\mu\text{m}$  (Portugieser) und 246  $\mu\text{m}$  (*V. labrusca*).
4. Die Zahl der subepidermalen Zellschichten liegt zwischen 9,3 (Portugieser) und 11,1 (Müller-Thurgau).
5. Der Abstand der Leitbündel von der Beerenoberfläche liegt zwischen 200  $\mu\text{m}$  und 300  $\mu\text{m}$ . Nur bei *V. labrusca* wurde ein Abstand von 500–550  $\mu\text{m}$  gemessen.
6. Die Ergebnisse werden im Hinblick auf mögliche Korrelationen zur *Botrytis*-Resistenz und zur Platzfestigkeit der Beeren diskutiert.

### Literaturverzeichnis

- BERNARD, A. C., 1976: Résistance mécanique des baies de *Vitis vinifera* au *Botrytis cinerea* PERS. La France Viticole 8, 301–307.
- — —, 1977 a: Observations histologiques sur la pellicule des baies de *Vitis vinifera* en relation avec *Botrytis cinerea* PERS. La France Viticole 9, 7–20.
- — —, 1977 b: Observations histologiques sur les baies de *Vitis vinifera* au cours de leur croissance. La France Viticole 9, 137–146, 172–182, 199–205.
- GERLACH, D., 1977: Botanische Mikrotechnik, 2. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- JOHANSEN, D. A., 1940: Plant Microtechnique, McGraw Hill Book Co., Inc., New York, London.
- LOUIS, D., 1963: Les modalités de la pénétration du *Botrytis cinerea* PERS. dans les plantes. Ann. Epiphyties 14, 57–72.
- MEYNHARDT, J. T., 1956: Splitting of table grapes with special reference to Queen of the Vineyard. M. Sc. Thesis, Univ. Stellenbosch, RSA.
- — —, 1964: Some studies on berry-splitting of Queen of the Vineyard grapes. S. Afr. J. Agricult. Sci. 7, 179–186.

- NITSCH, J., PRATT, P., NITSCH, C. and SHAULIS, N. J., 1960: Natural growth substances in Concord and Concord Seedless grapes in relation to berry development. *Amer. J. Bot.* 47, 566—576.
- PRAFF, F., 1980: Ist der Einsatz des Traubenvollernters aufzuhalten? *Dt. Weinbau-Jb.* 31, 181—186.
- PRATT, C., 1971: Reproductive anatomy in cultivated grapes. *Amer. J. Enol. Viticult.* 22, 92—109.
- SCHWERDTFEGER, G. und BUCHLOH, G., 1968: Die Korkentwicklung in den Abschlußgeweben der Triebe und Früchte verschiedener Apfelsorten. *Gartenbauwiss.* 33 (15), 77—102.
- STADLER, L., 1953: Untersuchungen über die Graufäule (*Botrytis cinerea* Pers.) an Trauben. *Phytopathol. Z.* 20, 315—344.

*Eingegangen am 29. 1. 1981*

Prof. Dr. G. ALLEWELDT  
Institut für Obst-, Gemüse- und Weinbau  
Universität Hohenheim  
D 7000 Stuttgart-Hohenheim