

Auslauben – ein Widerspruch in sich?

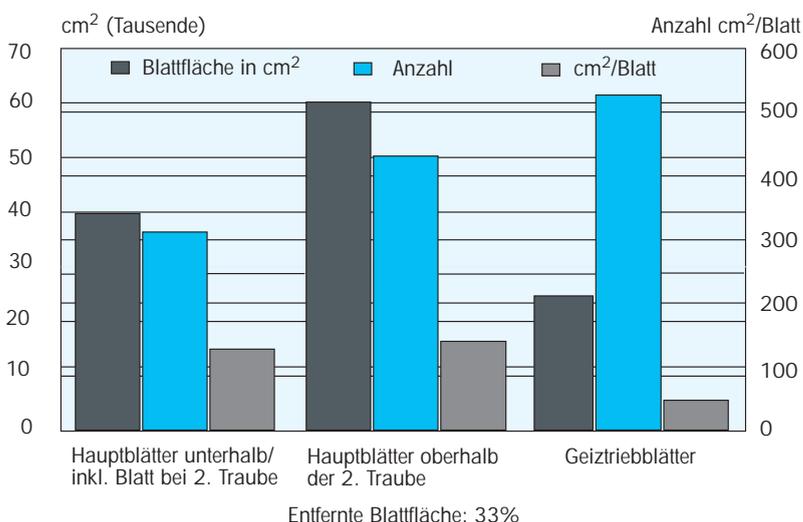
Das Entfernen der Blätter in der Traubenzzone vor oder während der Reife wirkt wie ein Widerspruch: Zum Zeitpunkt der intensivsten Kohlenhydrat-Akkumulation in den Trauben wird assimilierende Blattfläche oft rigoros entfernt. Im diesem Beitrag wird auf die pflanzenphysiologischen Hintergründe eingegangen, die dieses Paradox erklären. Die Gründe, die für oder gegen ein frühes beziehungsweise spätes, ein starkes beziehungsweise mässiges Auslauben sprechen, sind in einer Übersicht zusammengestellt. Schliesslich werden noch die Vor- und Nachteile des manuellen gegenüber dem maschinellen Entlauben diskutiert und die heute gängigen mechanischen Verfahren vorgestellt.

PETER WEISSENBACH UND HANS PETER RUFFNER,
EIDGENÖSSISCHE FORSCHUNGSANSTALT WÄDENSWIL

Es steht in jedem pflanzenphysiologischen Lehrbuch und mittlerweile pfeifen es auch die Stare vom Wingerthüttli-Dach: CO₂ wird in den grünen Blättern unter Lichteinwirkung in organische Substanz eingebaut, das heisst assimiliert, in Zucker (Saccharose) umgewandelt und so zu den Verbrauchergeweben transportiert.

Die wichtigsten Verbraucherorte in der Rebe sind im Lauf der Vegetationsperiode zuerst die Sprossspitzen und jungen Blätter, dann die Früchte, später die verholzenden Rebtriebe und im Herbst schliesslich die Wurzeln. Die überschüssigen Assimilate werden im Holz und in den Wurzeln als Stärke eingelagert. Diese Reserve ermöglicht im Frühjahr den Austrieb bis zum Zeitpunkt, in dem die Pflanze wieder über ein funktionierendes Photosynthesesystem verfügt. Man geht davon aus, dass Blätter, die etwa ein Drittel bis die Hälfte ihrer Endgrösse erreicht haben, mehr exportieren als importieren. Kurz und verständlich: Die Bildung von «Baumaterial» ist auf das Vorhandensein eines ausreichenden Anteils an assimilierender Blattfläche angewiesen.

Abb. 1: Auslaubversuch in Walenstadt 1998.



Vom Blatt zum Verbraucher

Der Assimilat-Transport erfolgt in Pflanzen und damit auch in der Rebe von Orten hoher Assimilatkonzentration (Produktionsort, Quelle oder Source) zu solchen mit niedriger Zuckerkonzentration (Verbraucher, Sink). Also vom Blatt Richtung Triebspitze beziehungsweise zu den Wurzeln. Da der Konzentrationsgradient – das ist der Konzentrationsunterschied zwischen Source und Sink bezogen auf die Distanz zwischen den beiden Geweben – die Transportgeschwindigkeit massgeblich beeinflusst, werden dem produzierenden Blatt nahe gelegene, aktive Verbraucher am besten mit Assimilaten versorgt.



Abb. 2: Gerät Galvit: In den beiden weissen Auslaubköpfen sind die rotierenden Luftdüsen angebracht.

Dass unter diesen Voraussetzungen empfohlen wird, ausgerechnet kurz vor Reifebeginn die Blätter in der Traubenzone mehr oder weniger rigoros zu entfernen, klingt paradox! Warum stimmt aber der Schluss nicht, dass ein Auslauben in dieser Situation widersinnig ist? Dazu muss man wissen, dass es sich bei der reifenden Traube nicht um einen Source-Sink-Transport entlang einem abnehmender Zuckergradienten handelt. Die Zellen des Beerenfleisches erreichen gegen Ende der Reife ja Konzentrationen über 180 g/Liter (entspricht zirka 90 °Oe). Das ist deutlich höher als der Zuckergehalt von assimilierenden Blättern – die ja auch beim Verzehr als Salat nicht als süß empfunden werden. Die Probe aufs Exempel kann im Rebberg angestellt werden. Das so genannte Massenstrom-Modell ist nicht in der Lage, einen Transport «bergauf», das heisst gegen ein Konzentrationsgefälle auszulösen.

Der Wasserimport in reifende Traubenbeeren

Untersuchungen des Ionen-Transports an reifenden Beeren haben hier weiter geholfen: Es ist bekannt, dass Ca⁺⁺-Ionen im Xylem, das heisst in den verholzten Wasserleitgefässen transportiert werden. K⁺-Ionen hingegen sind phloëmmobil, sie reisen im Assimilatstrom mit. Die Beobachtung, dass nach dem Reifebeginn der Anteil an K⁺-Ionen weiter zunimmt, während der Import an Ca⁺⁺-Ionen fast zum Erliegen kommt, wird dahin gehend interpretiert, dass beim Weichwerden der Beeren die starren Xylemröhren beim Eintritt in die Beere abgeklemmt oder abgerissen werden, während die elastischen Siebröhren des Phloëms keinen Schaden nehmen.

Kommt es dann in der Beere wegen der Verdunstung zu Wassermangel, wird dieses Wasser über die Phloëmgefässe eingeführt. Dort ist aber während des Tages (wenn auch die Verdunstung am grössten ist) nicht einfach Wasser, sondern Zuckerwasser vorhanden. So werden bei Wasserbedarf laufend auch Assimilate importiert. Der Konzentrationsgradient bezieht sich in dieser Phase nicht mehr auf die gelösten Stoffe, sondern auf die Wasserkonzentration! Je mehr Zucker in einer Beere vorhanden ist, um so weniger Wasser

Tab. 1: Positive und negative Einflüsse des Auslaubens bei früher, später, rigoroser oder zurückhaltender Durchführung des Arbeitsgangs.

Entlaubung	Positive Einflüsse	Negative Einflüsse
früh	Sonnenbrandrisiko gering Pflanzenschutz vor Traubenschluss möglich: Schutz gegen Botrytis!	Hagelrisiko gross Beeinträchtigung der Assimilationsleistung möglich Negativer Einfluss auf die Blütenstands-bildung des Folgejahres
spät	Assimilationsfläche bleibt lange erhalten Ein Arbeitsgang mit letzter Ertragsregulierung nach Reifebeginn	Sonnenbrandrisiko hoch Pflanzenschutz: Zugänglichkeit der Trauben verringert Wirksamkeit der Abschluss-Spritzung evtl. beeinträchtigt
rigoros	Ernteerleichterung Einsatz von unqualifiziertem Personal möglich Durchlüftung schafft gutes (trockenes) Mikroklima	Trauben plötzlich stark exponiert Arbeitsaufwand bei gestaffelter Durchführung hoch
wenig	Schatten/Halbschatten für Trauben Mechanischer Schutz bei Hagel Assimilationsfläche bleibt erhalten	Wirksamkeit eher gering Botrytisrisiko hoch

enthält sie pro Volumeneinheit. Nur zur Illustration: Eine einmolare Traubenzuckerlösung enthält pro Liter 180 g Zucker und etwa 880 ml Wasser! Die Sogwirkung eines solchen Systems liegt bei rund -35 bar!

Da in diesem Fall nicht mehr der Produktionsort der Assimilate als Source zu betrachten ist, sondern ganz allgemein das Wasser im Phloëm, spielt auch die Distanz der zu entfernenden Blätter zu den Trauben eine untergeordnete Rolle. Dass hingegen die durch das Auslauben bewirkte Exposition der Trauben an Licht und Luft die Verdunstung fördert, steht ausser Zweifel. Aus diesen Überlegungen geht hervor, dass nach der Theorie eine eher späte (nach dem Weichwerden), dann aber rigorose Auslaubung der Traubenzone angezeigt wäre. In der Praxis gibt es aber situationsbedingt gute Gründe, die sowohl gegen eine (zu) späte wie auch gegen eine (zu) extreme Entlaubung der Traubenzone sprechen können.

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, ist meist der Vorteil des einen Verfahrens gleichzeitig auch der Pferdefuss



Abb. 3 (links): Gerät Galvit: verletzte Beeren.

Abb. 4 (rechts): Gerät Galvit: verletzte Blätter.

Tab. 2: Erntedaten nach Entlaubung mit den verschiedenen Verfahren.

Verfahren	kg/m ²	Essig kg/m ²	°Oe	Säure g/l	pH
Hand	0,667	0,038	91,4	8,77	3,19
Galvit	0,563	0,035	88,8	8,57	3,2
Souslikov	0,739	0,06	88,9	9,41	3,18

der gegenteiligen Massnahme. Damit wird das Auslauben zu Gratwanderung. Kompromisse können zwar eingegangen werden, bringen aber meist bedeutende betriebswirtschaftliche Nachteile.

Die Praxis des Auslaubens

In der Praxis wird entweder traditionell von Hand entblättert oder die Traubenzone mechanisch bearbeitet. Das Entblättern von Hand hat zweifelsfrei den Vorteil, dass sehr selektiv vorgegangen werden kann. Je nach Lage und Philosophie des Betriebs ist von einer radikalen bis zur einseitigen Auslaubung alles denkbar. Auch sind mehrere Durchgänge möglich. Die Arbeit wird in der Praxis denn auch meist mit dem Ausbrechen der Geiztriebe in der Traubenzone verbunden.

Wird in einem Durchgang entblättert, muss mit sechzig bis siebzig Arbeitsstunden pro Hektare gerechnet werden. Dies ist aber keine verlorene Zeit. Messungen zeigen, dass eine Reduktion der Erntezeit um zirka siebzig Stunden pro Hektare gegenüber nicht ausgelauten Reben erreicht werden kann. Was die Arbeitsstunden betrifft, ist das Auslauben von Hand somit ein Nullsummenspiel. Allerdings muss angefügt werden, dass diese Erhebungen bei Blauburgunder (2/45 und Mariafeld) nach zwei Botrytizidbehandlungen mit sehr guter Wirkung erfolgt sind. Bei nachlassender Wirkung der Botrytizide würde sich der Ernteaufwand wohl stark zu Gunsten der Auslaubvariante verschieben.

Mechanische Entlaubung

Es gibt zur Zeit drei Techniken zur mechanischen Entblätterung:

Entblättern mit Luftdruck

Beim Entblättern mit Luftdruck wird durch eine rotierende Düse ein Pressluftstrahl auf die Laubwand gerichtet (Abb. 2). Der Luftdruck allein würde allerdings die Blätter nur wegdrücken. Deswegen wird der Luftstrom in kurzen Abständen unterbrochen. Durch das stossweise Austreten des Luftstrahls werden die Blätter regelrecht zerfetzt.

Vorteile:

- Die ganze Tiefe der Laubwand wird erfasst. Auch Blätter im Innern werden entfernt.
- Dieses Verfahren kann zirka zehn Tage nach der Blüte bereits eingesetzt werden. Mit anderen Worten, die Traubenzone kann früh, also vor dem Traubenschluss ausgelaut werden.

Nachteile:

- Einzelne Beeren werden verletzt (Abb. 3). Diese fallen aber bis zur Ernte ab.
- Von Auge ist das Resultat eher als Hagelschaden zu beurteilen denn als qualifizierte Arbeit (Abb. 4).



Abb. 5: Gerät Souslikov: Der Brenner erzeugt genügend Hitze um die Blätter zu denaturieren.

- Es braucht einen starken Traktor.
- Das Verfahren ist sehr laut!

Entblättern mit Unterdruck

Das Entblättern mit Unterdruck beruht auf einem Ansaugen der Blätter. Allerdings fallen sie deswegen noch nicht ab. Sie werden je nach Gerät an eine Öffnung oder an ein Gitter gesaugt und mit einem Messer abgeschnitten.

Vorteile:

- Das ganze Blatt ist weg.

Nachteile:

- Es werden nur die äusseren Blätter angesaugt und abgeschnitten. Die Trauben müssen schon nach unten hängen; sonst werden sie ebenfalls abgeschnitten. Dies ist praktisch erst nach dem Traubenschluss der Fall. Für die erste Botrytisbehandlung kommt damit dieser Einsatz zu spät.
- Ebenfalls lautes Verfahren.

Thermisches Entblättern

Thermisches Entblättern. In den letzten Jahren kamen Maschinen zur thermischen Entblätterung auf den Markt. Diese Geräte erzeugen über Keramikplatten mittels eines Gasbrenners Hitze (Abb. 5). Die Blätter, die von der Wärmequelle bestrahlt wurden, welken und rollen sich nach ein paar Stunden ein.

Vorteile:

- Blätter rollen sich schnell ein (Abb. 6 u. 7), eine Botrytisbehandlung kann bereits nach 24 Stunden erfolgen.
 - Schnelle Fahrgeschwindigkeiten (je nach Temperatur der Platten bis 5 km/h).
 - Das Gerät ist leicht.
 - Es braucht also keine starke Zugmaschine.
- #### Nachteile:
- Eingerollte Blätter fallen erst kurz vor der Ernte ganz ab.
 - Stiel bleibt am Trieb («Stechen bei der Ernte»).
 - Trauben müssen nach unten hängen (Traubenschäden Abb. 8). Damit erst nach Traubenschluss einsetzbar.

Praxistest

In einem Praxistest wurden Hand-, Pressluft- (Galvit) und thermische (Souslikov) Entblätterung miteinander

verglichen. Die Zeitpunkte der Behandlung lagen naturgemäss zeitlich auseinander. Das Verfahren Galvit wurde bei Erbsengösse der Beeren durchgeführt, die Handauslaubung kurz vor dem Traubenschluss und Souslikov kurz nach Traubenschluss. Alle drei Verfahren erfüllten die Anforderungen an die Entblätterung für die beiden, respektive die zweite Botrytisbehandlung.

Daten: Jahr 2000, Standort: Wädenswil, Pflanzung: 1996.
Sorte: Blauburgunder 2/45, Unterlage: 5 C.
Reduktion auf eine Traube pro Trieb vor dem Weichwerden.

Entfernte Blätter

An Blauburgunder Mariafeld wurden 1998 detaillierte Untersuchungen bezüglich entfernter Blattmasse beim Auslauben durchgeführt (Abb. 1). Dabei konnte gezeigt werden, dass zirka ein Drittel der Blattfläche bei der Variante Galvit wie auch bei der Variante Hand entfernt wurde.

Beim Praxistest wurde dieses Resultat in Stichprobenerhebungen bestätigt. Bei allen drei Varianten kann deshalb von der gleichen Laubfläche ausgegangen werden.

Erntemenge und Qualität

Die Quadratmeter-Erträge weichen recht stark voneinander ab. Wenig erstaunt das Resultat von Galvit, unterstreicht es doch frühere Ergebnisse, wonach die Erntemenge je nach Anwendungszeitpunkt reduziert wird.

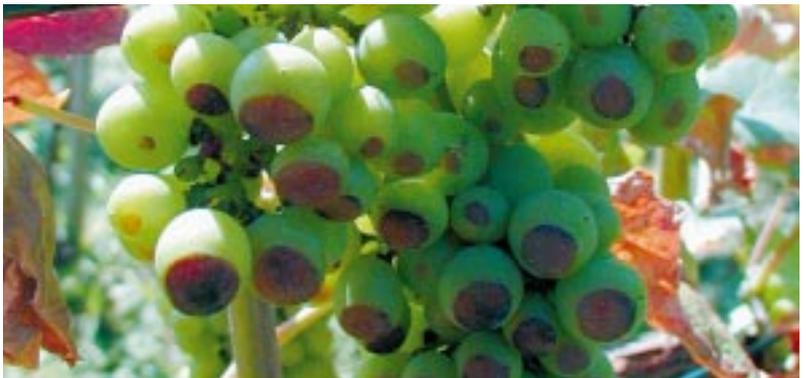
Weswegen die Variante Souslikov bei der Ernte am meisten einbrachte, ist nicht ganz erklärbar, da bei früheren Untersuchungen kein so grosser Einfluss des Zeitpunkts des Entblättern festgestellt werden konnte.

Eventuelle Gradienten in der Versuchsanlage sind nicht ganz auszuschliessen. Die Qualitätswerte liegen nahe beisammen. Der Unterschied ist statistisch nicht gesichert.

Das Jahr 2000 war ein ausgesprochenes Essigjahr. Hier zeigten die drei Varianten recht grosse Unterschiede. Vor allem die Variante Souslikov hatte mit 60 g Essigbeeren massiv höhere Ernteverluste. Dies zeigte sich vor allem in der Ernteleistung und somit bei den Kosten der Weinlese.

Fazit

Auslauben der Traubenzone gehört in unseren Breitengraden sicher zur guten Botrytis-Vorsorge. Die



Laubwand trocknet nach Niederschlägen schneller ab und eine gezielte Botrytisbekämpfung ist ohne Entblätterung viel schwieriger. Die maschinelle Auslaubung bringt von der Arbeitsqualität her nicht die gleichen Resultate wie die Arbeit von Hand. Wirtschaftlich gesehen ist aber die maschinelle Variante sicher prüfenswert.

Schliesslich ist dies aber auch eine Frage der Produktionsphilosophie des Betriebs.

Abb. 6 (oben):
Gerät Souslikov: Resultat nach 1 Stunde.

Abb. 7 (Mitte):
Gerät Souslikov: Resultat nach 24 Stunden.

Abb. 8 (unten):
Gerät Souslikov: verletzete Beeren.

RÉSUMÉ

Effeuiller – une contradiction intrinsèque?

Le fait d'effeuiller la vigne dans les zones fructifères avant ou pendant la maturation peut paraître contradictoire: au moment où l'accumulation d'hydrate de carbone dans le raisin est à son apogée, on diminue souvent rigoureusement la superficie du feuillage qui en assure l'assimilation. Le présent article décrit les mécanismes physiologiques de la plante qui expliquent ce paradoxe apparent. Les arguments en faveur ou contre un effeuillage précoce ou tardif, massif ou modéré, sont rassemblés sous forme de tableau synoptique. Enfin, on discute des avantages et des inconvénients de l'effeuillage manuel ou mécanisé et les procédés mécaniques aujourd'hui couramment utilisés sont brièvement présentés.