Zeitschrift: Botanica Helvetica
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 106 (1996)
Heft: 1

Artikel: Stress und Stressbewältigung bei Weinreben
Autor: Koblet, Werner / Candolfi-Vasconcelos, M. Carmo / Keller, Markus
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-72193

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bot Helv 106: 73–84

0253-1453/96/010073-12 $ 1.50+0.20/0
© 1996 Birkhäuser Verlag, Basel

Streß und Streßbewältigung bei Weinreben

Werner Koblet [1], M. Carmo Candolfi-Vasconcelos [2] und Markus Keller [3]

[1] Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil
[2] Oregon State University, Corvallis, OR, USA
[3] Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia

Manuskript angenommen am 22. März 1996

Abstract

Koblet W., Candolfi-Vasconcelos M.C., and Keller M. 1996. Stress and stress recovering by grapevines. Bot. Helv. 106: 73–84.

Grapevines in natural environments are subjected to multiple stress during their life. Insufficient light during bud differentiation reduces fertility and bud burst in the following year. Reduced irradiance and hence a low supply of assimilates may induce inflorescence and bunch stem necrosis. Low temperature stress can cause direct crop loss because of poor pollination or fertilization, defective flower parts, or poor carbohydrate nutrition of the flower. Limiting light conditions and severe leaf removal during inflorescence initiation reduced bud fertility. Low temperature in autumn induces early leaf senescence and leaf fall mainly on overcropped vines. Crop load may under certain conditions affect photosynthesis. There was a clear trend towards lower photosynthetic rates on cluster thinned vines. Overcropped vines on the other hand bear lower quality grapes and accumulate insufficient reserves. These vines often show chlorosis in the following season.

The grapevine has a great potential for stress acclimation. Low-light stress strongly enhances the number of new leaves and laterals. Plants bearing only main leaves compensate for absence of laterals by delaying leaf senescence. Leaves are not the only source organs. Carbon as well as nitrogen can be mobilized from the permanent parts of the vine. Long-term survival of grapevines and therefore allocation to vegetative growth has priority over reproductive growth before pollination is completed and presemably after seed maturity is reached.

Key words: Grapevines, stress factors, stress recovering, photosynthesis, mobilization of reserves.

Einleitung

Während des ganzen Lebens sind Reben verschiedenen Streßfaktoren ausgesetzt. So beeinträchtigen Lichtmangel, kühle Temperaturen, Frost, Hagel, zu viel oder zu wenig Wasser, unsachgemäße Laubarbeit, Krankheiten und Schädlinge ihre Leistungsfähigkeit. In dieser Publikation werden entsprechende Resultate eigener Versuche präsentiert und mit anderen Arbeiten verglichen. Unser Ziel war abzuklären, wie Reben auf Streß

reagieren und ob sie den Leistungsverlust durch fehlende oder kranke Blätter kompensieren können. Solche Kenntnisse sind für die Integrierte oder Biologische Produktion wichtig, um den Schwellenwert von Schadereignissen abschätzen und physiologische Störungen verhüten zu können.

Material und Methoden

Phytotronversuche

Zweijährige Reben der Sorte Riesling × Silvaner wurden in 18-Liter-Töpfen im Phytotron bei schwachem (30 µmol m^{-2} s^{-1}) und mittlerem Licht (140 µmol m^{-2} s^{-1}) kultiviert und ihnen verschiedene Stickstoffmengen verabreicht. Erfaßt wurden das Auftreten der Blütenstiellähme, der Fruchtansatz sowie die Photosynthese, welche mit einem tragbaren LCA-Infrarot-Gaswechselmeßgerät gemessen wurde (Keller und Koblet 1995).

Ebenfalls im Phytotron untersuchten wir an dreijährigen Blauburgunder-Reben das Einlagerungs- und Mobilisierungsvermögen von Assimilaten. Die radioaktiv markierten Assimilate aus dem Blatt eines Nebentriebes wanderten infolge Kühlung des Haupttriebes nicht zu dessen Trauben, sondern in Stamm und Wurzeln. Anschließend wurden die Blätter am traubentragenden Trieb entfernt und die Remobilisierung der ^{14}C-Reserven verfolgt (Candolfi-Vasconcelos et al. 1994).

Freilandversuche

Entblätterungsversuche wurden von 1985 bis 1987 mit verschiedenen Freilandreben der Sorte Blauburgunder durchgeführt. Fragestellung und Durchführung werden bei den Ergebnissen kurz besprochen (ausführliche Beschreibungen bei Koblet und Perret 1982, Candolfi-Vasconcelos 1990, Koblet et al. 1993). Für die Gaswechselmessungen stand ebenfalls das vorgängig erwähnte LCA-Gerät zur Verfügung. Dank Verwendung von $^{14}CO_2$ konnte die Mobilisierung von eingelagerten Reserven unter Streßbedingungen nachgewiesen werden. Die Laubfläche wurde mit einem Blattmeßgerät (Licor) gemessen. Ertrag und Qualität bestimmte man bei der Lese: den Zuckergehalt der Trauben durch Dichtemessung (Brix), den Säuregehalt mit einem automatischen Titriergerät. Analysiert wurde auch der Kohlenhydratgehalt im Holz (Candolfi-Vasconcelos und Koblet 1990).

Resultate und Diskussion

Einfluß von Lichtmangel

Knospenfruchtbarkeit

Die Fruchtbarkeit der Knospen wird durch verschiedene Faktoren bestimmt. Die Bedeutung von Temperatur, Licht und Tageslänge untersuchte Buttrose (1970). Er fand eine enge Beziehung zwischen Licht, Wärme und Fruchtbarkeit. Zu ähnlichen Resultaten gelangten May (1965) sowie Shaulis und May (1971). Sie stellten bei guter Belichtung von Knospen und Blättern einen positiven Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Knospen und auf die spätere Traubengröße fest. Unsere Versuche im Phytotron ergaben, daß Schwachlicht (30 µmol m^{-2} s^{-1}) die Fruchtbarkeit verringert, den Austrieb verfrüht und das Wachstum der Geizen fördert (Keller und Koblet 1995). Das Abdecken der Knospen mit schwarzer Folie verringerte Fruchtbarkeit und Austrieb (Koblet 1985). Abb. 1 zeigt die entsprechenden Resultate. Spätes Abdecken erst am 1. Juli wirkte sich nicht mehr negativ aus. Bei einer Reberziehung mit permanent dichten Laubwänden nimmt die Augenfruchtbarkeit stetig ab (Smart und Robinson 1991).

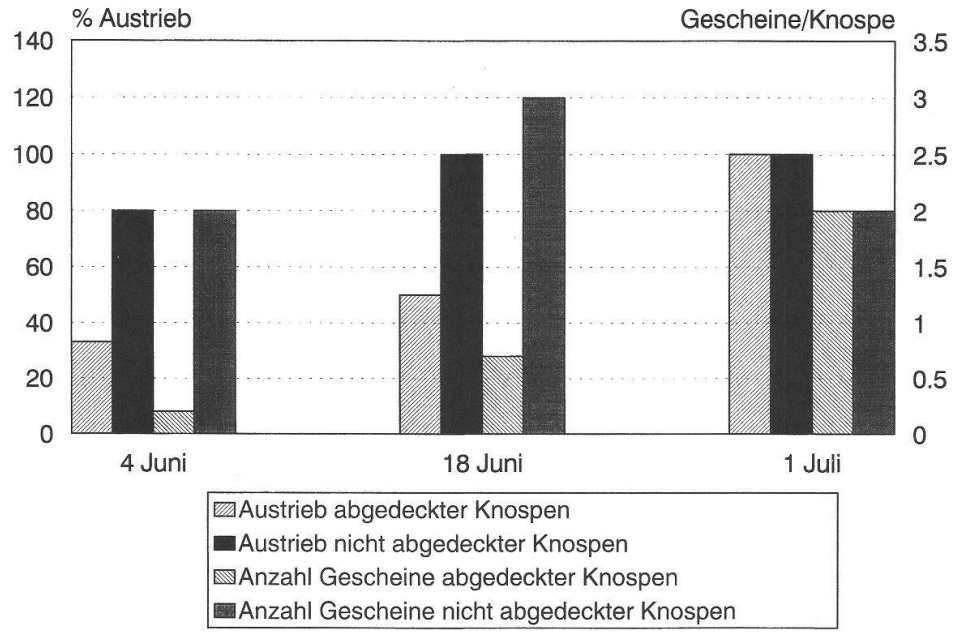

Abb. 1. Einfluß des Abdeck-Zeitpunktes auf die Knospenfruchtbarkeit und auf den Austrieb.

Stiellähme

Diese physiologische Störung kann vor der Blüte und bei beginnender Traubenreife auftreten. Nekrosen zeigen sich auf dem Stielgerüst (s. Abb. 2) und beeinträchtigen die Versorgung der Blüten bzw. Beeren. Später können ganze Traubenteile abfallen. Jordan (1989) fand, daß steigende NH_4-Versorgung und mangelndes Licht diese Störung auslösen. Wir untersuchten ebenfalls den Einfluß steigender Stickstoffdüngung und unterschiedlicher Lichtbedingungen auf die Blütenstiellähme (Keller und Koblet 1994). Abb. 3 zeigt die Ergebnisse. Schwachlicht löste bei allen N-Versorgungsvarianten diese Krankheit aus, ohne daß die N-Menge einen Einfluß hatte. Bei mittlerer Beleuchtung zeigten sich keine Stielnekrosen. Beobachtungen im Freiland ließen jedoch erkennen, daß Reben in zu stark mit Stickstoff versorgten Böden bei schlechter Herbstwitterung (wenig Sonnenlicht) vermehrt stiellahme Trauben trugen.

Erziehungssystem und Photosynthese

Die Triebposition wirkt sich unterschiedlich auf die Photosynthese aus. Die Ergebnisse von Schubert et al. (1995) zeigen, daß hängende Schosse eine kleinere Blattfläche und geringere Assimilation aufweisen. Wir untersuchten ebenfalls den Gaswechsel von Blättern verschiedener Schnittsysteme, nämlich a) hohe Erziehung mit hängenden und b) niedrige Erziehung mit aufrecht wachsenden Schossen. Zu Beginn der Saison assimilierten die Blätter hängender Triebe weniger als die der aufrecht stehenden. Es scheint, daß sie schlechter belichtet waren. Im allgemeinen stellten wir eine enge Beziehung zwischen Belichtung und Assimilationsleistung der Blätter fest. Die Photosynthese der ganz jungen und der älteren Blätter war kleiner als die der „mittelalterlichen" (Abb. 4).

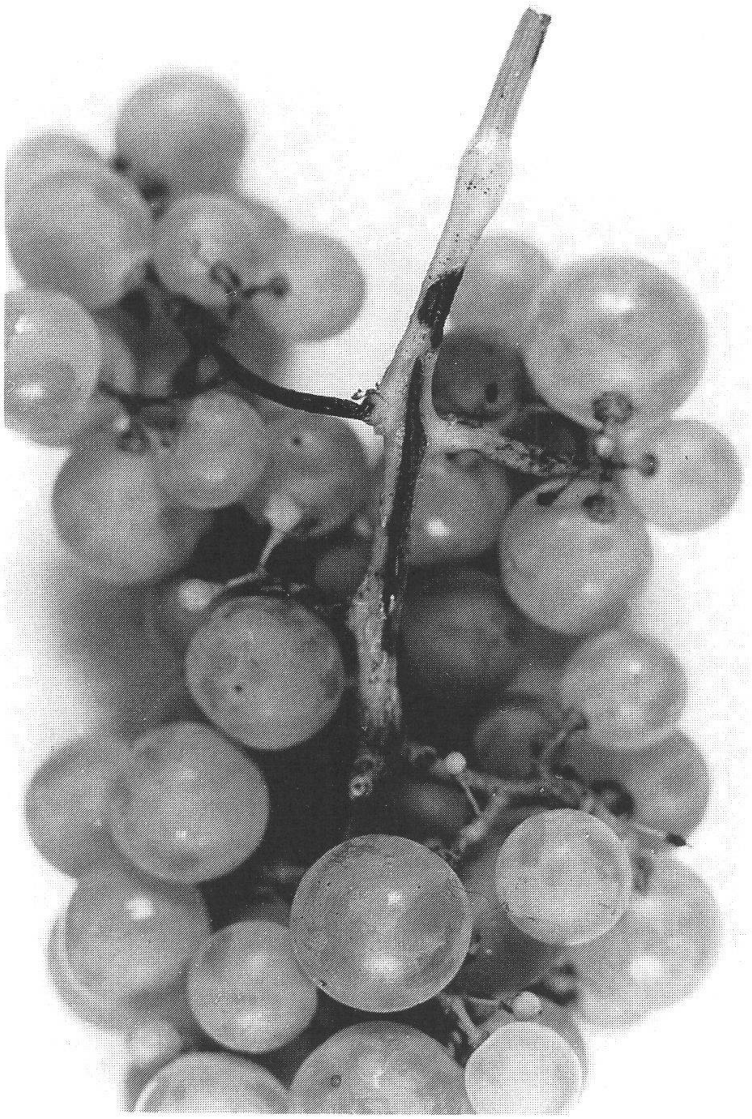

Abb. 2. Stiellähme der Trauben.

Einfluß der Temperatur

Alle Umwelteinflüsse, welche die Photosynthese, das Wachstum und die Nährstoffaufnahme beeinflussen, wirken sich auch auf die generativen Organe aus. Kühle Witterung zur Zeit der Blüte verhindert einen optimalen Fruchtansatz.

Abfallen von Blüten und Beeren

In früheren Versuchen (Koblet 1966) konnten wir zeigen, daß kühle Temperaturen von 10–13 °C Pollenkeimung und Pollenschlauchwachstum verhinderten. Am auffälligsten war dieser Einfluß kurz vor und während des Aufblühens. Kalter Regen hinderte ebenfalls Pollenentwicklung und Abwerfen der Blütenkäppchen und förderte dadurch das Verrieseln der Gescheine.

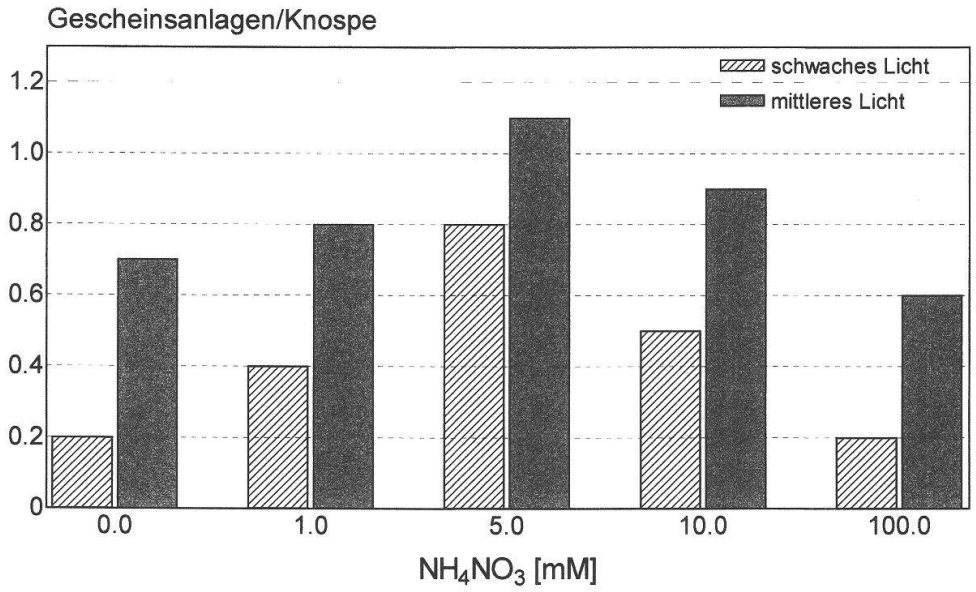

Abb. 3. Einfluß von N-Düngung und unterschiedlicher Lichtintensität auf Stielnekrosen der Blütenstände (Gescheine).

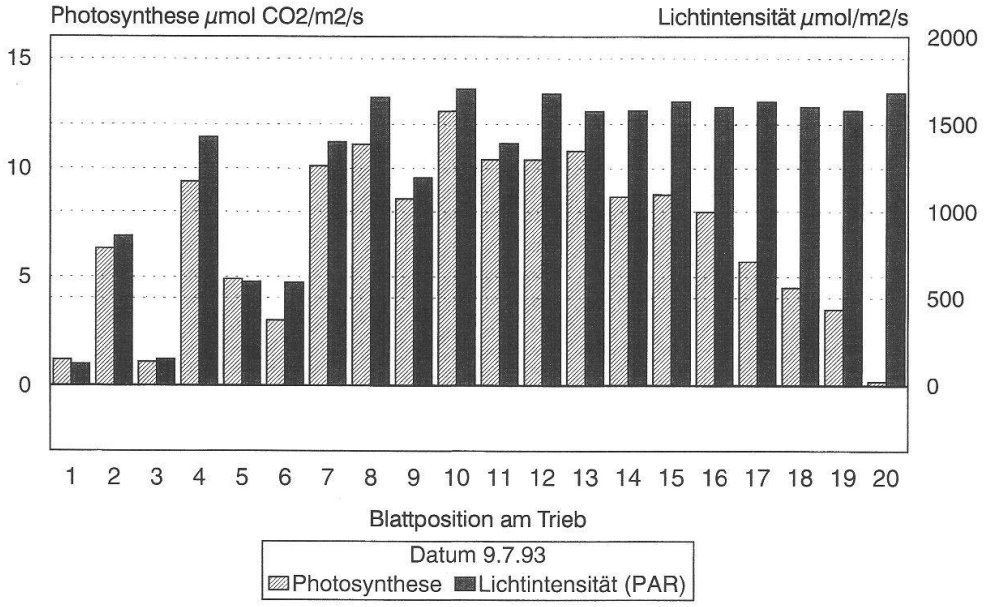

Abb. 4. Photosyntheseleistung von Blättern in Abhängigkeit von der Belichtung und vom Alter.

Blattalterung

Im Herbst 1995 wirkten sich kühle Temperaturen (2–5 °C) negativ auf die Traubenreife aus: ungenügende Assimilationsleistung der Blätter, schlechte Versorgung der Trauben mit Zucker und teilweise Stiellähme. Die Blätter zeigten früher Seneszenz, vor allem an überlasteten Reben.

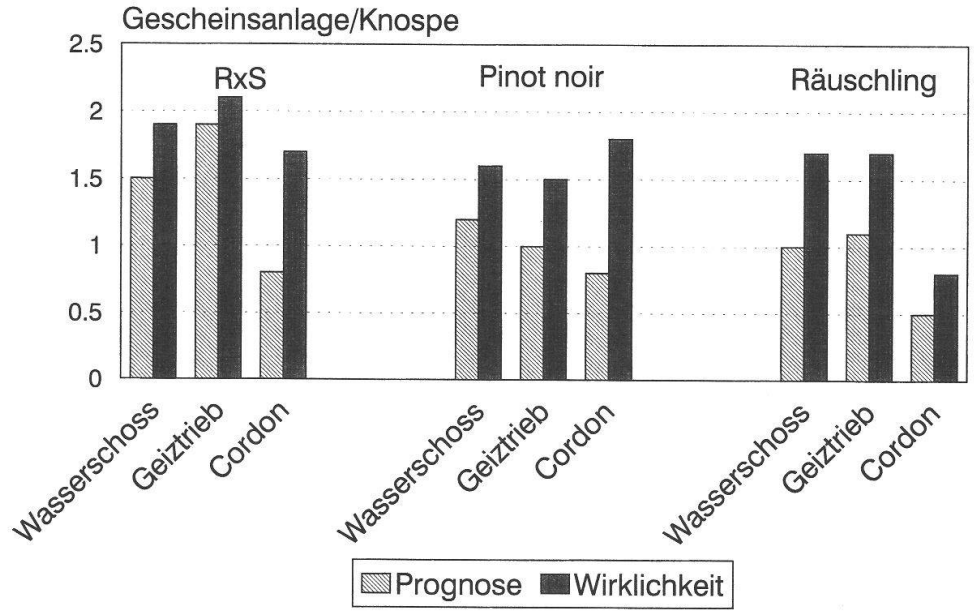

Abb. 5. Hagelschaden, Knospenfruchtbarkeit – Prognose und Wirklichkeit.

Hagel und Knospenfruchtbarkeit

Zwei schwere Hagelwetter vernichteten 1994 den Traubenbehang in unseren Versuchsrebbergen fast gänzlich. Darüber hinaus wurden die meisten fruchttragenden Triebe bei einer Länge von etwa 25 cm abgeschlagen. Zum Teil wuchsen nach den Hagelschlägen Wasserschosse aus dem alten Holz und Seitentriebe (Geiztriebe) aus den Triebstummeln. Im Rahmen einer Diplomarbeit von M. Freund (1995) wurde im Winter die Fruchtbarkeit dieser Stummel, der Geizen und Wasserschosse ermittelt: Etwa 10 000 Augen verschiedener Sorten, Reblagen und Triebe wurden im Gewächshaus angetrieben und die Zahl der Blütenstände ermittelt. Der Zweck dieser Untersuchung war, festzustellen, auf welche Triebe die Reben angeschnitten werden sollten. Im folgenden Frühjahr überprüften wir unsere Prognose. Die Darstellung in Abb. 5 zeigt, daß unsere Prognosen stets etwas pessimistischer auffielen als die Wirklichkeit. Erstaunt hat uns, wie schnell sich die Reben nach einem so starken Hagelschlag erholen konnten.

Einfluß von Laubarbeiten und Blattverlust

Unter den oft feucht-warmen Witterungsbedingungen in der Schweiz befällt die Traubenfäulnis (*Botrytis cinerea*) die Beeren häufig schon vor der Reife. Eine optimale Laubarbeit kann als flankierende Maßnahme diese Krankheit teilweise verhüten. Bald nach dem Fruchtansatz werden die Blätter in der Traubenzone entfernt, um das Mikroklima zu verbessern. Aus arbeitstechnischen Überlegungen wird manchmal zu früh und zu stark ausgelaubt, was die Augenfruchtbarkeit einschränken und das Verrieseln fördern kann.

Auslauben, Knospenfruchtbarkeit und Verrieseln

Zur Zeit der Blüte und später wurden Blauburgunder-Reben vollständig entlaubt (Simulation eines Frostes oder Hagelschlages) und der Einfluß auf die Knospenfrucht-

barkeit (zukünftiger Ertrag im folgenden Jahr) untersucht. Wurden die Blätter während der Vollblüte oder 2 Wochen später entfernt, entstand die größte Einbuße, d.h. die Augenfruchtbarkeit war stark verringert (Candolfi-Vasconcelos und Koblet 1990). Späteres Auslauben blieb weitgehend ohne negativen Einfluß.

Wir untersuchten auch den Einfluß des Entblätterns auf den Fruchtansatz. Ähnlich wie bei der Fruchtbarkeit zeigte sich der größte Verrieselungsschaden beim Entlauben zur Zeit der Blüte und 2 Wochen später. Für die weinbauliche Praxis heißt das, daß stärkeres Auslauben zur Verminderung des Fäulnisdruckes erst drei Wochen nach der Blüte durchgeführt werden sollte.

Blattfläche, Ertrag, Qualität und Reservestoffe

Sechs Wochen nach der Blütezeit wurden Blauburgunder-Reben unterschiedlich entlaubt, d.h. die Reben behielten sowohl Haupt- als auch Geiztriebblätter (Kontrollen), bzw. nur Hauptblätter oder nur Geiztriebblätter. Der Traubenertrag der Reben mit nur Geiztriebblättern wurde im ersten Jahr kaum negativ beeinflußt. Im 2. Streßjahr war er jedoch rund 50% geringer als bei den Kontrollen. Reben mit nur Hauptblättern zeigten keine Ertragsverminderung. Die Mostqualität (Zuckergehalt) und die Beerenfarbe der Reben mit nur Geizen waren im ersten Jahr etwas besser, nicht aber im 2. Jahr (Candolfi-Vasconcelos und Koblet 1990).

In einem weiteren Versuch wurde die Bedeutung der Blattfläche für die Einlagerung von Reservestoffen im Holz untersucht. Mit zunehmender Entblätterung ging auch die Einlagerung von Stärke und Zucker zurück (Koblet et al. 1993). Wurden die Reben fast vollständig entlaubt, so war der Stärkegehalt im Holz nach zwei Streßjahren erheblich reduziert. Es brauchte zwei weitere Jahre, bis sich die Reben wieder erholt hatten.

Geringere Mengen an Reserven werden auch nach Jahrgängen mit zu hohem Ertrag eingelagert. Murisier und Aerny (1994) konnten zeigen, daß namentlich die Einlagerung in die Wurzeln betroffen wurde. Die Wurzeln dieser Reben trieben später aus und wiesen mehr chlorotische Blätter auf als solche mit kleinerer Traubenmenge.

Allgemein läßt sich sagen, daß der Ertrag von der Zahl der Hauptblätter zum Zeitpunkt der Blüte und den folgenden 2–3 Wochen abhängt. Für die Traubenqualität sowie für die Reserveeinlagerung ins Holz und in die Wurzeln sind vor allem die Geiztriebblätter verantwortlich.

Kompensationsvermögen der Weinrebe bei Streß: Anpassungsvermögen der Blätter

Blattentwicklung

Wurden Hauptblätter an Freilandreben (Blauburgunder) entfernt, so bildeten die Pflanzen mehr Geiztriebe und eine größere Anzahl Blätter (Candolfi-Vasconcelos und Koblet 1990). Selbst nach zwei Streßjahren hielt dieses Geiztriebwachstum an, doch blieben die Blätter kleiner.

Reben mit nur Hauptblättern, deren Geizen laufend entfernt wurden, reagierten mit verzögertem Blattfall. Eine weitere Kompensation bestand darin, daß bei Entfernung von Blättern die verbleibenden größer wurden (Candolfi-Vasconcelos und Koblet 1991). Die Fähigkeit, fehlende Hauptblätter durch vermehrtes Wachstum der Geizen zu kompensieren, zeigte sich auch in anderen Untersuchungen (Kliewer 1970, Reynolds und Wardle 1989).

Photosynthese

Schwaches Licht reduzierte die Photosynthese, führte aber unabhängig vom N-Angebot zu einem verstärkten Blatt- und Geiztriebwachstum und zu einem früheren Altern der basalen Hauptblätter (Keller und Koblet 1995). Es scheint, daß die Rebe bei Lichtmangel die jungen Blätter fördert und die alten vorzeitig abstößt. Die Gesamttrockenmasse dieser Reben war gegenüber derjenigen von Pflanzen mit mittlerer Beleuchtung vermindert. Die Blütenstände wurden diesbezüglich am meisten betroffen, gefolgt von den Blättern, Wurzeln, Trieben und vom Holz. Die älteren Blätter der schwachbelichteten Reben zeigten eine frühere Seneszenz, auch bauten sie das Chlorophyll vorzeitig ab (Keller und Koblet 1995). Nach unseren Untersuchungen exportieren die Hauptblätter während der ersten Hälfte der Vegetationszeit ihre Assimilate in die Blüten bzw. in die jungen Trauben und als Reserven ins alte Holz. Die Geiztriebe sind wichtig für das Reifen der Trauben und ebenfalls für die Reservebildung (Koblet 1969, Candolfi-Vasconcelos und Koblet 1990). Pflanzen mit weniger Hauptblättern hatten bis zum Reifebeginn eine höhere photosynthetische Leistung und einen höheren Chlorophyllgehalt als die Kontrollen (Candolfi-Vasconcelos und Koblet 1991). Diese Leistungssteigerung von teilweise entblätterten Reben konnte jedoch den Blattverlust nur zum Teil kompensieren. Das Entfernen von Geizen resultierte in einer Erhöhung der Assimilationsleistung der Hauptblätter. Die Assimilationsleistung der unteren Blätter nahm im Laufe des Sommers langsam ab (Candolfi-Vasconcelos und Koblet 1991). Die Untersuchungen von Hunter und Visser (1988) ergaben, daß die basalen Blätter ihre höchste Leistung bis nach dem Fruchtansatz der Trauben aufwiesen und später langsam alterten. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Poni et al. (1994): Eine maximale photosynthetische Leistung erreichten die Blätter nach 30–35 Tagen. Nach etwa 50 Tagen ging die Leistungsfähigkeit langsam zurück.

Unsere vorläufigen Versuche mit Riesling × Silvaner-Reben haben ergeben, daß Blätter von traubentragenden Schossen gegenüber nicht fruchttragenden Reben eine leicht erhöhte Photosynthese zeigten (Katz 1991). Weder die Zahl der Trauben noch der Zeitpunkt des Entfernens hatten einen namhaften Einfluß auf die Photosynthese.

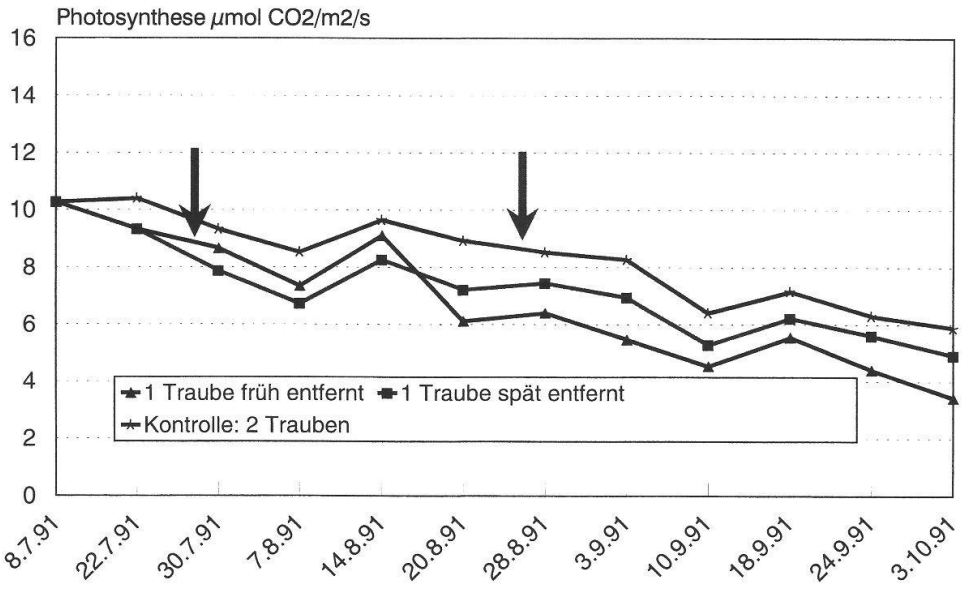

Abb. 6. Einfluß von der Traubenzahl auf die Assimilationsleistung der Riesling × Silvaner-Reben.

Mobilisierung von Reserven

Beim Austrieb der Rebe

Wurzeln und Holz sind Reserveorgane der Reben. Zur Zeit des Austriebs von Schossen und Wurzeln werden Reserven mobilisiert und in die wachsenden Gewebe geleitet. Scholefield et al. (1978) sowie Koblet und Perret (1982) konnten zeigen, daß ^{14}C-markierte Assimilate aus den Blättern in die mehrjährigen Reserveorgane der Reben und beim Austrieb zurück in die Triebspitzen wanderten. Überlastete Reben lagerten weniger Reservestoffe in die Wurzeln ein und zeigten im nächsten Frühjahr einen späteren Wurzelaustrieb und häufiger Chlorose (Murisier und Aerny 1994).

Beim Reifen der Trauben

Sechs Wochen nach der Blüte wurden Blauburgunder-Reben im Freiland unterschiedlich stark entblättert. Die Triebe wiesen anschließend 2, 4, 6, 8, 10 und 12 Blätter sowie je 2 Geizen zu 4 Blätter auf. Bei der Weinlese erhoben wir Ertrag und Qualität der Trauben und im Winter wurden die Reservestoffe im Holz analysiert. Mit zunehmender Entblätterung verringerte sich der Zuckergehalt in den Trauben; diese Reduktion war aber kleiner als erwartet. Bei der Holzanalyse zeigten sich in den entblätterten Varianten kleinere Mengen an Trockensubstanz und Kohlenhydraten. Nach einem Jahr Erholungszeit waren keine Unterschiede zu den nicht entblätterten Reben mehr feststellbar (Koblet et al. 1993).

In einem anderen Freilandversuch ließen wir Riesling × Silvaner-Reben $^{14}CO_2$ assimilieren. Im folgenden Sommer entfernten wir die Blätter von traubentragenden Trieben. Die im Vorjahr eingelagerten ^{14}C-Reserven fanden wir in den Trauben der entblätterten Reben wieder (Abb. 7). Trauben von Stöcken mit genügend Laub wiesen keine markierten Assimilate auf. Es scheint, daß nur unter Streßbedingungen Reserven für die Reife mobilisiert werden (Candolfi-Vasconcelos et al. 1994).

Im Phytotron wurden Einlagerungs und Mobilisierungsversuche mit dreijährigen Blauburgunder-Reben durchgeführt. Wie einleitend erwähnt, konnten ^{14}C-Assimilate aus dem Blatt eines Nebentriebes infolge Kühlung der Basis des Haupttriebes nicht zu dessen Trauben sondern nur in den Stamm und in die Wurzeln wandern (Candolfi-Vasconcelos et al. 1994). Anschließend wurden die Blätter des traubentragenden Triebes entfernt und die Remobilisierung der ^{14}C-Reserven verfolgt. Das Entfernen der Blätter bewirkte einen Rückfluß der ^{14}C-markierten Verbindungen in die Trauben, allerdings nur bis zu einer gewissen Reife. Später hörte der Rücktransport auf. Ob hier allenfalls die Traubenkerne einen regulierenden Einfluß ausüben, sollen weitere Untersuchungen zeigen. Bei nicht gestreßten Reben fand auch hier keine ^{14}C-Mobilisierung statt (Candolfi-Vasconcelos et al. 1994).

Schlußfolgerungen für die Weinbaupraxis

Ungünstige Witterungsbedingungen, Krankheiten und Schädlinge beeinträchtigen die Laubmasse, den Fruchtansatz und die Traubenqualität. Für einen guten Fruchtansatz sind die Hauptblätter zur Zeit der Blüte und wenige Wochen später verantwortlich. In der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode werden die Geiztriebblätter immer wichtiger für die Zuckereinlagerung in die Trauben sowie für die Reservestoffbildung in Holz und Wurzeln. Meist ist aber ein Blattverlust nicht linear mit dem Schadensausmaß verknüpft, weil Reben ein gutes Kompensationsvermögen aufweisen: Erhöhung der photosynthetischen Leistung der verbleibenden Blätter, vermehrtes Wachstum der Gei-

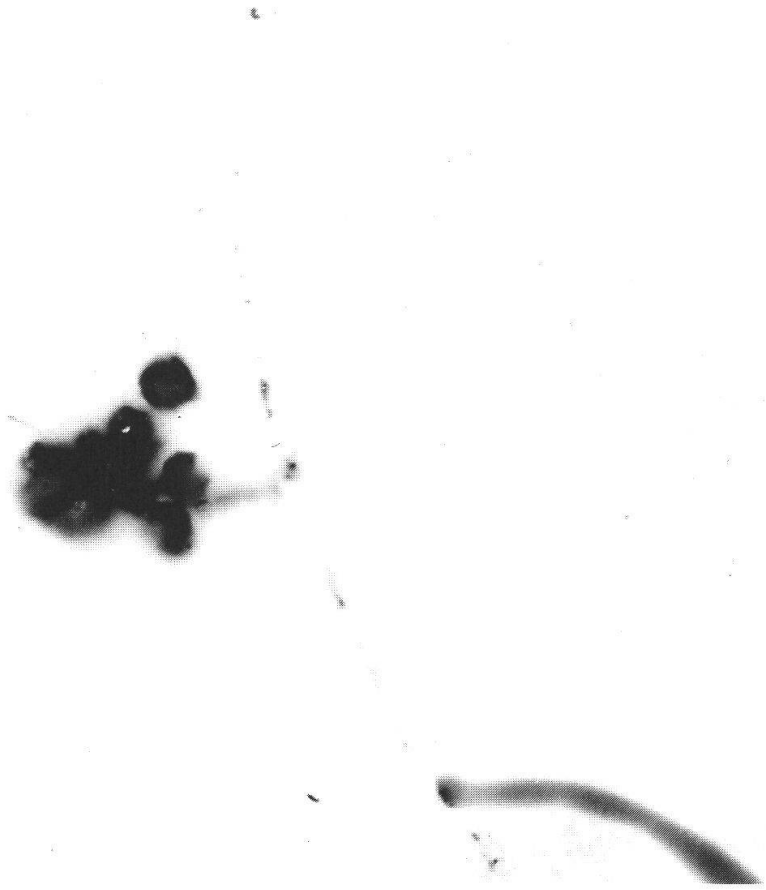

Abb. 7. Rücktransport von ^{14}C-Reserven aus dem Holz in die Trauben entblätterter Reben.

zen und Mobilisierung von eingelagerten Reserven. Bei einem Befall durch saugende Insekten kann mit deren Bekämpfung bis zu einem gewissen Grad zugewartet werden, weil beispielsweise Geizen geschädigte Hauptblätter wenigstens teilweise kompensieren und intakte Blätter mehr assimilieren. Die oft zur Zeit der Blüte und während der Reifephase auftretende Stiellähme ist vermutlich die Folge ungenügender Belichtung bzw. einer mangelnden Assimilatversorgung und/oder eines zu hohen Stickstoffgehalts (NH_3-Toxizität) in der Pflanze. Bei ungünstigen Lichtverhältnissen kann lediglich durch optimale Laubarbeit eine bessere Ausnützung des Lichtes erreicht werden. In Lagen mit vermehrtem Auftreten von Stiellähmung soll die N-Düngung vermindert oder weggelassen werden. Eine gute Laubarbeit, bei der möglichst jedes Blatt im Laufe des Tages besonnt wird, garantiert außerdem eine gute Traubenqualität mit weniger Fäulnis.

Zusammenfassung

Die Reben sind zu allen Jahreszeiten verschiedenen Streßfaktoren ausgesetzt. Im Vorsommer hemmt mangelndes Licht während der Knospendifferenzierung die Fruchtbarkeit und den Knospenaustrieb des folgenden Jahres. Kühle Witterung mit ungenügendem Sonnenlicht und folglich geringer Photosynthese sowie entsprechend reduziertem Assimilatangebot können zu Stiellähme der Blüten, mangelnder Befruchtung und zu

Ertragseinbußen führen. Blattverlust oder unsachgemäße Laubarbeit beeinträchtigen ebenfalls die Knospenfruchtbarkeit, den Fruchtansatz und die Traubenqualität. Kühle Temperaturen im Herbst leiten den vorzeitigen Blattfall ein; eher betroffen werden Reben mit großem Ertrag. Die Photosyntheseleistung wird durch einen normalen Ertrag positiv beeinflußt. Überlastete Reben hingegen bringen Trauben geringer Qualität und zeigen häufig Chlorose. Die Rebe hat ein großes Potential, Streßeinflüssen zu begegnen. So fördert Lichtmangel das Wachstum neuer Blätter, insbesondere an Seitentrieben (Geizen). Reben mit wenig Hauptblättern bilden mehr Geizen und lassen die verbleibenden Blätter größer werden und später abfallen. Eingelagerte Reserven im alten Holz und in den Wurzeln können unter Streß mobilisiert und in die wachsenden Organe sowie reifenden Trauben geleitet werden.

Literatur

Buttrose M. S. 1970. Fruitfulness in grape vines: The response of different cultivars to light, temperature, and daylength. Vitis 9:121–125.

Candolfi-Vasconcelos M. C. 1990. Compensation and stress recovering related to leaf removal in *Vitis vinifera*. PhD. Thesis, ETH Zürich.

Candolfi-Vasconcelos M. C. and Koblet W. 1990. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera*. Evidence of compensation and stress recovering. Vitis 29:199–221.

Candolfi-Vasconcelos M. C. and Koblet W. 1991. Influence of partial defoliation on gas exchange parameters and chlorophyll content of field grown grapevines – Mechanisms and limitation of the compensation capacity. Vitis 30:129–141.

Candolfi-Vasconcelos M. C., Candolfi M. P. and Koblet W. 1994. Retranslocation of carbon reserves from the woody storage tissue into the fruit as a response to defoliation stress during the ripening period in *Vitis vinifera*. Planta 192:567–573.

Freund M. 1995. Künftiges Ertragspotential verhagelter Reben. Diplomarbeit ETH Zürich.

Hunter J. J. and Visser J. H. 1988. Distribution of ^{14}C photosynthate in the shoot of *Vitis vinifera* L. cv Cabernet Sauvignon. I. The effect of leaf position and developmental stage of vine. S. Afr. J. Enol. Viticult. 9:3–15.

Jordan D. T. 1989. Ammonium in grapevines: Seasonal levels in tissue and xylem extracts, and tendril model system. PhD. Thesis Oregon State Univ., USA.

Katz P. 1991. Einfluß des Ertragsniveaus auf die Photosynthese der Rebe. Diplomarbeit ETH Zürich.

Keller M. and Koblet W. 1994. Is carbon starvation rather than excessive nitrogen supply the cause of inflorescence necrosis in *Vitis vinifera* L.? Vitis 33:81–86.

Keller M. and Koblet W. 1995. Stress-induced development of inflorescence necrosis and bunch-stem necrosis in *Vitis vinifera* L. in response to environmental and nutritional effects. Vitis 34: 145–150.

Koblet W. 1966. Fruchtansatz bei Reben in Abhängigkeit von Triebbehandlungen und Klimafaktoren. Wein Wiss. 7:297–323 und 8:345–379.

Koblet W. 1969. Wanderungen von Assimilaten in Rebtrieben und Einfluß der Blattfläche auf Ertrag und Qualtiät der Trauben. Wein Wiss. 24:277–319.

Koblet W. 1985. Einfluß des Lichtes auf die Knospenfruchtbarkeit bei Reben. Schweiz. Z. Obst und Weinbau 121:381–385.

Koblet W. and Perret P. 1982. Relation of soil moisture to photosynthesis in plotted plants. University of California, Davis, Symposium Proceedings 159–163.

Koblet W. and Perret P. 1982. Wanderung, Einlagerung und Mobilisation von Kohlenhydraten in Reben. Wein Wiss. 37:368–382.

Koblet W., Candolfi-Vasconcelos M. C., Aeschiman E. and Howell G. S. 1993. Influence of defoliation, rootstock, and training system on Pinot noir grapevines. I. Mobilisation and reaccumulation of assimilates in woody tissue. Wein Wiss. 48:104–108.

Kliewer W. M. 1970. Effect of time and severity of defoliation on growth and composition of Thompson seedless grapes. Amer. J. Enol. Vitic. 21:37–47.

May P. 1965. Reducing inflorescence formation by shading individual Sultana buds. Austr. J. Biol. Sci. 18: 463–473.

Murisier F. and Aerny J. 1994. Influence du niveau de rendement de la vigne sur les réserves de la plante et sur la chlorose. Rôle du porte-greffe. Rev. Suisse Arboric. Vitic. Hortic. 26:281–287.

Poni S., Intieri C. and Silvestroni O. 1994. Interaction of leaf age, fruiting and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non-irrigated conditions. I. Gas exchange. Am. J. Enol. Vitic. 45:71–78.

Reynolds A. G. and Wardle D. A. 1989. Effects of timing and severity of summer hedging on growth, yield, fruit composition, and canopy characteristics of de Chaunac. I. Canopy characteristics and growth parameters. Amer. J. Enol. Vitic. 40:109–120.

Scholefield P. S., Nales F. F. and May P. 1978. Carbon balance of the Sultana vine and effects of autumn defoliation by harvest pruning. Austr. J. Plant. Physiol 5:561–570.

Schubert A., Restagno M., Novello V. and Peterlunger E. 1995. Effects of shoot orientation on growth, net photosynthesis, and hydraulic conductivity of *Vitis vinifera* L. Cv. Cortese. Am. J. Enol. Vitic. 46:324–328.

Shaulis N. J. and May P. 1971. Response of Sultana vines to training on a divided canopy and to shoot crawding. Am. J. Enol. Vitic. 22:215–222.

Smart R. and Robinson M. 1991. Sunlight into wine. Wintitles, Adelaide.