

Traubenwelke – eine neue Hypothese

Die Traubenwelke führte in den letzten Jahren auch in der Schweiz vermehrt zu Ertragsausfällen. Nach ihrem starken Auftreten im Jahr 2005 führte Hans Jüstrich, Rebbaukommissär des Kantons Graubünden, eine Umfrage in der Deutschschweiz durch. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden die Antworten ausgewertet. Die Ergebnisse wurden ergänzt durch Resultate von Betriebsbesuchen im Spätsommer 2006. In einer Semesterarbeit folgte dann eine Literaturrecherche zur Überprüfung einer neuen Theorie: Die verfrühte Verstopfung der Siebröhren (Phloem) durch Kallose unterbricht die Versorgung der Beeren und lässt diese schrumpfen.

PETER SCHUMACHER, JUDITH BIRCHER UND DANIEL INDERMAUR,
FACHSTELLE WEINBAU DER ZHAW ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR
ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN, WÄDENSWIL
peter.schumacher@zhaw.ch

Im Herbst 2005 verursachte die Traubenwelke grosse Ertragsausfälle in der ganzen Deutschschweiz. Nach Siegfried et al. (2006) betrug diese oft mehr als 10%, in einzelnen Anlagen sogar bis zu 70%. Auch in Österreich wurden in den vergangenen Jahren ähnliche Einbussen beobachtet (Redl 2005). Im Jahr 2006 trat wieder die Stiehlähme viel stärker auf als die Traubenwelke, da und dort wurde aber auch erneut die Traubenwelke beobachtet. Diese Situation scheint sich in diesem Jahr zu wiederholen.

Erstmals wurde die Traubenwelke 1997 in Österreich bei der Sorte Zweigelt beschrieben, daher auch die ursprüngliche Bezeichnung Zweigeltkrankheit (Redl 2005). Nach dem heutigen Stand der Forschung können ein parasitärer Pilz, Bakterien, Viren oder auch Phytoplasmen als Ursache ausgeschlossen werden (Redl 2005).

Warum ist die Traubenwelke erst seit 2002 ein Thema in der Schweiz? Es ist zu vermuten, dass schon früher die Traubenwelke auftrat, aber wahrscheinlich mit der Stiehlähme gleichgesetzt wurde. Dies ist auch nicht verwunderlich: Die begünstigenden Faktoren sind ähnlich und die beiden physiologischen Störungen treten oft gleichzeitig auf. Auch das Hauptsymptom ist ähnlich: Die Beeren verlieren nach beginnender Traubenreife an Turgeszenz und werden lahm (Abb. 1). Solche Trauben sind gekennzeichnet von tiefen Mostgewichten, tiefen pH-Werten, hohen Säuregehalten und einer beeinträchtigten Aroma- beziehungsweise Farbstoffsynthese (Spring et al. 2006).

Im Gegensatz zur Stiehlähme sind aber bei der Traubenwelke am Stielgerüst keine Nekrosen erkennbar. Häufig wird bei der Traubenwelke jedoch eine Rotverfärbung beim Traubenansatz beobachtet (Abb. 2), die zum Teil gleichzeitig mit einer 3 bis 4 mm langen Verdickung nahe am Stielansatz auftritt. Diese Verdickung wurde 2006 bei zirka 50% der Triebe mit Traubenwelke beobachtet.



Abb. 1: Symptom der Traubenwelke: geschrumpfte Beeren bei Blauburgunder. Im Gegensatz zur Stiehlähme sind keine Läsionen am Stielgerüst sichtbar.



Abb. 2: Bei der Traubenwelke kann oft eine Verdickung und Rotverfärbung am Hauptstiel der Trauben beobachtet werden. (Foto: Hans Jüstrich, Plantahof Landquart)

Umfrage in der Deutschschweiz

Aufgrund des massenhaften Auftretens im Jahr 2005 verschickte der Rebbaukommissär des Kantons Graubünden, Hans Jüstrich, einen Fragekatalog an alle Fachstellenleiter beziehungsweise Rebbaukommissäre der Deutschschweiz, den diese an die Rebbaupraktiker weiterleiteten. Insgesamt wurden 77 Fragebögen aus den Kantonen Aargau (17), Graubünden (24), St. Gallen (7), Schaffhausen (4), Schwyz (2), Thurgau (1), Zürich (22) und dem Fürstentum Liechtenstein (1) zurückgesandt.

Die Auswertung zeigt klar, dass die Traubenwelke im Untersuchungsgebiet hauptsächlich beim Blauburgunder und relativ selten beim Müller-Thurgau auftritt (Tab. nachstehend). Für die restlichen Sorten kann keine klare Aussage gemacht werden, da die Anbaufläche viel geringer und folglich auch die Anzahl befallener Parzellen kleiner ist. Einzig beim Zweigelt könnten die vier Nennungen auf eine erhöhte Anfälligkeit hinweisen wie sie in Österreich beobachtet wird.

Sorten mit Traubenwelke im Jahr 2005 (142 Parzellen von 77 Produzenten).

Blauburgunder	114
Müller-Thurgau	5
Diolinoir	2
Grauburgunder	2
Cabernet Dorsa	2
Zweigelt	4
Chardonnay	1
Sauvignon blanc	2
Pinot blanc	1
Garanoir	2
Cabernet Sauvignon	2
Gewürztraminer	1
Malbec	1
unbekannt	3

Beim Blauburgunder waren hauptsächlich die drei Klone 2/45, Mariafeld und 10/5 beziehungsweise 10/5/5 befallen (Abb. 3). Auch hier widerspiegeln die Zahlen zu einem grossen Teil wieder die Verbreitung der Klone. Bei den Unterlagen waren es vor allem SO4 und 5C, die einen Befall begünstigten (Abb. 4). Eine Erklärung dafür ist schwierig, da die beiden Unterlagen bezüglich Wüchsigkeit recht unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Häufig wurde nämlich eine ausgeprägte Wuchskraft mit dem vermehrten Auftreten der Traubenwelke in Verbindung gebracht, was die Umfrage bestätigt (Abb. 5). Die Häufigkeitsverteilung weist auf eine eher überdurchschnittliche Wuchskraft hin.

Über den Einfluss von den weiteren Faktoren kann aufgrund der Umfrage wenig ausgesagt werden, da die Häufigkeitsverteilung der Resultate vor allem die allgemeinen Verhältnisse in der Deutschschweiz widerspiegeln. Dies betrifft die Ertragshöhe, den pH-Wert, die Düngung (Magnesium und Stickstoff) und den Zeitpunkt der Ertragsregulierung.

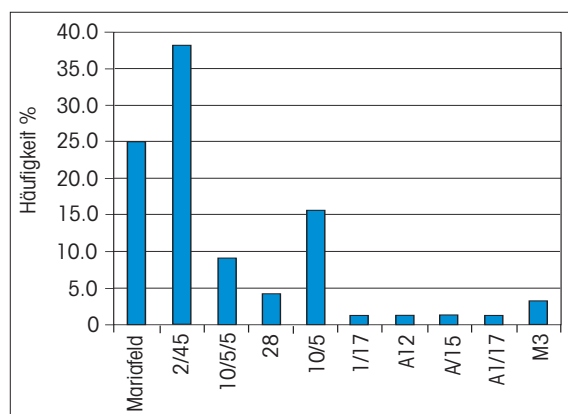


Abb. 3: Einfluss des Klons auf das Auftreten der Traubenwelke im Jahr 2005 (in % aller Blauburgunder, n=114).

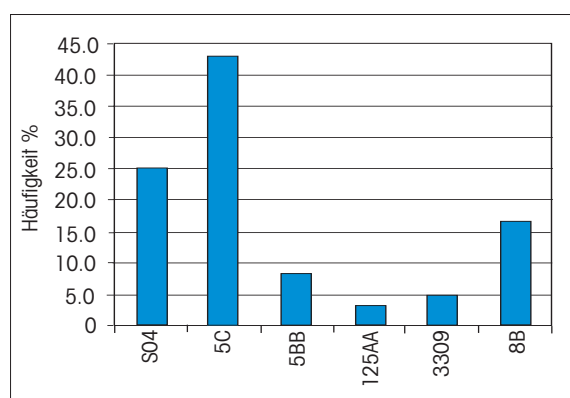


Abb. 4: Einfluss der Unterlagen auf das Auftreten der Traubenwelke im Jahr 2005 (in % aller Unterlagen bei den Parzellen mit Blauburgunder, n=114).

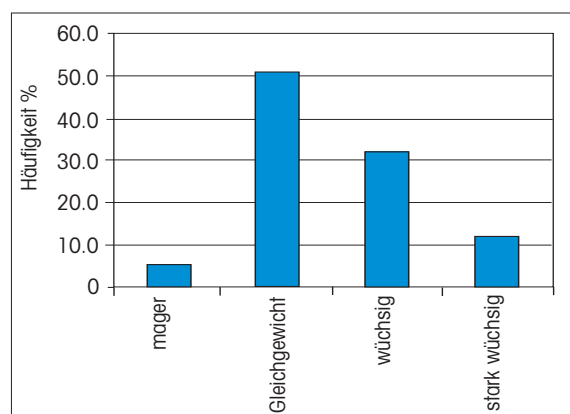


Abb. 5: Einfluss der Wuchskraft auf das Auftreten der Traubenwelke im Jahr 2005 (in % aller Nennungen bei den Parzellen mit Blauburgunder, n=114).

Betriebsbesuche im Jahr 2006

Aufgrund der beschränkten Aussagekraft der Umfrage wurden im Spätsommer 2006 sieben Betriebe mit Traubenwelke besucht, um eine Analyse vor Ort zu ermöglichen. Das Hauptziel war, Unterschiede zwischen befallenen und nicht befallenen Parzellen innerhalb des gleichen Betriebs ausfindig zu machen.

Eine erste wichtige Erkenntnis war, dass ein Teil der Bewirtschafter Unsicherheiten bei der Unterscheidung zwischen Traubenwelke und Stiellähme

erkennen liessen. Es ist davon auszugehen, dass ein Teil der Antworten auf die schriftliche Umfrage sich nicht auf die Traubenwelke bezogen. Dies zeigt deutlich die Grenzen von schriftlichen Umfragen auf. Im Folgenden werden Resultate beschrieben, die für die meisten Fallbeispiele zutreffen.

Bezüglich Sorten, Klonen und Unterlagen wurden die Resultate der Umfrage bestätigt: Mit Traubenwelke befallen waren vor allem Blauburgunder-Parzellen, die mit den Klonen 2/45, Mariafeld, häufig auch 10/5/5 auf SO4 und 5C bestockt waren. Dies war auf allen Betrieben so und man kann daher Sorte, Klon und Unterlage als die wichtigsten Risikofaktoren für das Auftreten der Traubenwelke in der Deutschschweiz einstufen. Dies gilt auch für die Westschweiz, nur sind dort vornehmlich Sorten wie Sauvignon blanc und Diolinoir befallen (Spring et al. 2006).

Der Befall war meist nicht regelmässig verteilt. Es gab grosse Unterschiede zwischen und sogar innerhalb der einzelnen Rebstöcke. In 60 bis 80% der Fälle war beim Blauburgunder nur die erste Traube befallen. Bei den restlichen 40 bis 20% der Triebe wurde die Traubenwelke bei beiden Trauben beobachtet. Beim Gamaret hingegen wurde bei 30% der Triebe mit Traubenwelke nur die zweite Traube befallen. Also auch hier ein unterschiedliches Bild in Abhängigkeit von der Sorte.

Es scheint, dass es eine gewisse Beziehung gibt zwischen der Holzreife und dem Auftreten der Traubenwelke. Auf vier von sieben Betrieben konnte eine verzögerte Holzreife beobachtet werden, wobei diese Unterschiede mit zunehmender Traubenreife geringer wurden. Bezüglich der Versorgung mit Stickstoff und damit der Wüchsigkeit ergab sich kein einheitliches Bild ausser auf einem Betrieb, bei dem in einer zweigeteilten Parzelle die stärker mit Stickstoff versorgte Hälfte auch stärker von der Traubenwelke betroffen war. Die höhere Stickstoffversorgung konnte mit dem N-Tester nachgewiesen werden: Die wüchsiger Anlage hatte den Wert 636 (sehr hohe Versorgung), die etwas weniger wüchsige dagegen den Wert 616 (hohe Versorgung). Für alle weiteren Faktoren konnten entweder kein Einfluss auf das Auftreten der Traubenwelke ausgemacht werden oder die Beobachtungen waren von Betrieb zu Betrieb widersprüchlich. Dies betrifft Stickstoff- wie Kalium- und Magnesium-Versorgung, Begrünung, Bodentyp, Stressfaktoren und Ertragshöhe.

Alles deutet darauf hin, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit ein Zusammenspiel vieler Faktoren das Phänomen der Traubenwelke beeinflusst. Das unregelmässige Auftreten innerhalb der Parzellen deutet darauf hin, dass in Risikosituationen auch kleinste Unterschiede entscheidend sein können. Dabei hat die Witterung sicher einen starken Einfluss, denn anders können die Jahresunterschiede im Befall nicht erklärt werden. Beim Vergleich des Wetters zwischen den Jahrgängen fällt auf, dass die Temperatur im Sommer nie so tief sank wie 2005, dem Jahr mit dem stärksten Auftreten der Traubenwelke. Damals fiel am 6. August die Temperatur verbreitet auf 7 °C! Solche Werte werden normalerweise erst im September gemessen.

... und eine spannende Hypothese

Diese Fakten bezüglich dem ausserordentlich frühen Kälteeinbruch führen zu einer spannenden Hypothese: Kann es sein, dass die tiefen Temperaturen im August vom Regulationssystem der Rebe als Zeichen des Herbsts interpretiert wurden? Dass dieses Phänomen eigentlich jedes Jahr, aber viel später auftritt und dann nicht mehr wahrgenommen wird? Auslöser für diese Gedanken war ein Übersichtsartikel über die Traubenreife von Coombe und McCarthy (2000) von der Universität Adelaide, Australien. Die Autoren hatten bei der Sorte Syrah beobachtet, dass die Trauben oft im Zustand der Überreife geerntet werden, dass also die Erhöhung des Zuckergehalts in der Schlussphase der Reife durch Konzentration und nicht durch die Einlagerung von Zucker über das Phloem erfolgt.

Für ein besseres Verständnis dieses Prozesses werden kurz die wichtigsten Punkte des Reifeverlaufs beschrieben:

Nach der Blüte wachsen die befruchteten Beeren durch Zellteilung und Zellstreckung und werden durch die Leitbahnen mit Wasser samt Nährelementen und Zucker (Saccharose) versorgt. Der Zucker wird nur im Phloem (den Siebröhren) transportiert, Wasser hauptsächlich im Xylem (Gefässelement). Erst in den 80er Jahren konnte gezeigt werden, dass bei Reifebeginn (Farbumschlag) das Xylem unterbrochen wird. Das bedeutet, dass nach dem Farbumschlag und damit während der Zuckereinlagerung die Beeren hauptsächlich über das Phloem mit Wasser versorgt werden. Gegen Ende der Reifephase wurde bei der Sorte Syrah ein weiteres Phänomen beobachtet. Die Siebröhren im Traubenstielgerüst werden durch Kallose verstopft, so dass auch die Wasserzufuhr über das Phloem unterbrochen wird. Somit wird das Wasser, das über die Beerenhaut verdunstet, nicht mehr ersetzt, die Beeren «welken» (Coombe und McCarthy 2000). Bezüglich der Symptome sind die Parallelen zur Traubenwelke offensichtlich und es stellt sich die Frage, ob ein ursächlicher Zusammenhang besteht zwischen der Traubenwelke und der Kallose-Einlagerung.

Diese Verstopfung ist kein ungewöhnlicher Prozess. Die Kallose, ein Polysaccharid, wird bei den meisten Pflanzen für die Abdichtung der Siebelemente im Phloem verwendet (Taiz und Zeiger 2000). Dies geschieht bei Stresssituationen wie hohen Temperaturen, Verletzungen oder dem Befall mit Pilzkrankheiten sowie als Vorbereitung auf die Winterruhe.

Welche weiteren Indizien sprechen für die Hypothese, dass die Traubenwelke durch eine frühzeitige Verstopfung des Phloems durch Kallose verursacht wird? Erstens wurden durch Coombe und McCarthy (2000) vereinzelt verfrühte Einlagerungen von Kallose schon während des Sommers beobachtet, wobei keine dafür verantwortlichen Faktoren eruiert werden konnten. Ferner wird bei der Traubenwelke eine Verdickung in der Nähe des Traubenstiel-Ansatzes beobachtet, die eventuell auf einen Phloemstau hinweisen könnte. Drittens werden beim Aufbau von Kallose zusätzliche Calciumionen benötigt. Dies führt kurzfristig zu einer erhöhten Aufnahme von Calcium über die Wurzeln, was die Aufnahme des Anta-

gonismuspartners Kalium beeinträchtigt. Dies könnte den verminderten Kaliumgehalt der Beeren bei der Traubenwelke erklären. Es gibt also viele Indizien, die die Hypothese des Phloemverschlusses durch Kallose bei der Traubenwelke stützen.

Ursachen für den vorzeitigen Phloem-Unterbruch

Doch welche Faktoren führen zu diesem Verschluss des Phloems? Aufgrund der Literaturrecherche kommen folgende Faktoren in Frage:

- Temperatur (tiefe Temperaturen, starke Temperaturschwankungen oder Hitzestress)
- UV-Strahlung
- Befall durch Krankheitserreger
- Trockenstress
- Mechanische Schädigung durch Wind, Bewirtschaftung etc.

Aufgrund der Fakten scheint es am wahrscheinlichsten zu sein, dass die tiefen Temperaturen Anfang August 2005 frühzeitig die Winterruhe eingeleitet und damit das starke Auftreten der Traubenwelke ausgelöst haben. Das unregelmässige Auftreten legt aber nahe, dass sicherlich noch weitere Faktoren einwirkten. Da die Traubenwelke mit grosser Wahrscheinlichkeit erst in den letzten Jahrzehnten aufgetreten ist, kommen hauptsächlich solche Faktoren in Frage, die sich in dieser Zeit verändert haben. Die erhöhte UVB-Strahlung ist ein Faktor, der näher betrachtet werden muss. Dagegen wird dem Befall durch Krankheitserreger oder Trockenstress eine geringere Bedeutung zugemessen.

Wie weiter?

Kallose kann relativ einfach durch Einfärbung mit Anilin-Blau nachgewiesen werden. Im Rahmen einer weiteren Semesterarbeit werden diesen Herbst Proben mit Traubenwelke gesammelt und auf das Vorhandensein von Kallose im Phloem untersucht. Dazu muss ein Schnitt an der Verdickungsstelle am Stielgerüst, der potenziellen Anlagerungsstelle für Kallose erfolgen und das offen gelegte Gewebe analysiert

werden. Wir wollen auch untersuchen, wann und wie diese Unterbrechung des Phloems bei Trauben ohne Traubenwelke stattfindet.

Sollten wir tatsächlich eine Einlagerung von Kallose beobachten, werden wir Experimente planen, um künstlich eine Verstopfung des Phloems auszulösen. Eine Idee ist, im August Reben künstlich tiefen Temperaturen auszusetzen. Es ist aber klar, dass mit der Erklärung des physiologischen Vorgangs noch keine wirksame Bekämpfungsmöglichkeit zur Verfügung steht. Aber wir werden hoffentlich Ideenanstösse erhalten für indirekte oder direkte Gegenmassnahmen.

Dank

Wir danken den Winzern für das Ausfüllen des Fragebogens und die Zeit, die sie sich bei den Betriebsbesuchen genommen haben. Ferner danken wir Hans Jüstrich für die wertvolle Zusammenarbeit.

Literatur

Coombe B. G. und McCarthy M. G.: Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 2, 131–135, 2000.

Redl H.: Der Traubenwelke auf der Spur. In: *Deutsches Weinbau – Jahrbuch 2005* (Verlag Eugen Ulmer), 83–90, 2005.

Siegfried W. und Jüstrich H.: Auftreten und Bekämpfung der Stielähme. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 15, 4–7, 2006.

Spring J.-L. und Zufferey V.: Die Traubenwelke, physiologische Störung der Rebe, nimmt zu, 2006. www.news.admin.ch/message/?lang=de&msg-id=8860.

Taiz L. und Zeiger E.: *Physiologie der Pflanzen*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 2000.

RÉSUMÉ

Flétrissure du raisin – une nouvelle hypothèse

En Suisse aussi, la flétrissure du raisin commence à sévir depuis quelques années et à induire des pertes de récolte. Le phénomène ayant été particulièrement marqué en 2005, Hans Jüstrich, commissaire viticole aux Grisons, a mené une enquête dans les cantons de la Suisse alémanique. Les réponses ont ensuite été évaluées dans le cadre d'un travail de diplôme et les résultats complétés par la visite d'exploitations à la fin de l'été 2006. Un travail de semestre a ensuite servi à compiler toute la littérature susceptible d'étayer une nouvelle théorie selon laquelle l'obstruction prématurée du phloème par des callosités couperait l'approvisionnement des baies qui de ce fait se ratatinent.