

Rebsortenspezifische Unterschiede in Fertilitätsparametern und ihre Bedeutung für die Anwendung der Wachstumsregulatoren GA₃ und Prohexadion-Calcium

SUSANNE BÖLL, HEINRICH HOFMANN und PETER SCHWAPPACH

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
D-97209 Veitshöchheim, Herrnstraße 8
E-Mail: Susanne.Boell@lwg.bayern.de

In einem dreijährigen Forschungsprojekt wurden die entwicklungsphysiologischen Reaktionen der beiden Rebsorten 'Silvaner' und 'Grauburgunder' auf praxisnahe Behandlungen mit den Wachstumsregulatoren Gibberellin GA₃ und Prohexadion-Calcium untersucht. Vergleichende Untersuchungen der Pollenschlauchentwicklung und der Samenentwicklung bei den beiden Rebsorten ergaben kaum behandlungsbedingte, aber ausgeprägte sortenspezifische Unterschiede. 'Grauburgunder' zeigte eine wesentlich höhere Anzahl Pollenschläuche und eine damit einhergehende höhere Befruchtungsrate der Samenanlagen sich entwickelnder Fruchtknoten als 'Silvaner'. Während sich bei 'Silvaner' alle befruchteten Samenanlagen zu Kernen entwickelten, degenerierte die Hälfte der befruchteten Samenanlagen bei 'Grauburgunder' im weiteren Entwicklungsverlauf. Hinsichtlich der Verrieselung von Fruchtknoten zeigte 'Silvaner' mit einem deutlich höheren Prozentsatz unbefruchteter Fruchtknoten als 'Grauburgunder' ebenfalls sortenspezifische Unterschiede, während Behandlungseffekte auch hier kaum eine Rolle spielten.

Schlagwörter: Gibberellin, Prohexadion-Ca, Verrieselung, sortenspezifische Befruchtungsraten

Variety-specific differences in fertility parameters and their significance for the application of the growth regulators GA₃ and prohexadione-Calcium. In a 3-years research project the ontogenetic responses of the two varieties 'Silvaner' and 'Pinot gris' to practice-oriented applications of the growth regulators gibberellin GA₃ and Prohexadione-Ca were studied. Comparative analyses of pollen tube development and seed development of those cultivars produced hardly any treatment-dependent, but distinct variety-specific differences. 'Pinot gris' had a considerably higher number of pollen tubes and thereby a higher fertilization rate of ovules in developing ovaries than 'Silvaner'. While in 'Silvaner', all fertilized ovules developed into seeds, half of the fertilized ovules aborted during further development in 'Pinot gris'. Also shattered berries showed variety-specific differences with a much higher percentage of completely unfertilized ovaries in 'Silvaner' than in 'Pinot gris', while, again, different treatments hardly had any effects.

Keywords: gibberellin, prohexadione-Calcium, berry shatter, variety-specific fertilization rates

Les différences dans les paramètres de fertilité spécifiques aux cépages et leur importance pour l'application des régulateurs de croissance GA₃ et prohexadione-calcium. Les réactions physiologiques des deux cépages 'Silvaner' et 'Grauburgunder' à des traitements proches de la pratique avec les régulateurs de croissance gibbéréline GA₃ et prohexadione-calcium ont été examinées au cours d'un projet de recherche durant trois ans. Les examens comparatifs du développement des tubes polliniques et des semences des deux cépages ont fait ressortir des différences qui ne sont guère dues au traitement, mais qui sont très spécifiques aux cépages. Le 'Grauburgunder' présentait un nombre beaucoup plus élevé de tubes polliniques et, par conséquent, un taux de fertilisation des ovules plus élevé des ovaires en voie de développement que le 'Silvaner'. Tandis que tous les ovules fertilisés du 'Silvaner' sont devenus des pépins, la moitié des ovules fertilisés du 'Grauburgunder' ont dégénéré au cours du développement ultérieur. Avec un pour-

centage nettement plus élevé d'ovaires non fertilisés que pour le 'Grauburgunder', le 'Silvaner' présentait également des différences spécifiques au cépage en ce qui concerne la coulure des ovaires, tandis que les effets du traitement ne jouaient guère de rôle, là non plus.

Mots clés: gibbérelline, prohexadione-Ca, coulure, taux de fertilisation spécifiques aux cépages

Verrieselung der Trauben während der frühen Beerenentwicklung ist ein natürlicher Prozess, der in seinem Ausmaß von genetischen (Rebsorte), physiologischen (Fruchtansatz, Nährstoffversorgung) und klimatischen Bedingungen (Kälte, Niederschläge) abhängt (MÜLLER-THURGAU, 1883; SARTORIUS, 1938; KOBLET, 1966; SCHNEIDER und STAUDT, 1978). In den letzten Jahrzehnten haben jedoch zunehmend günstige Witterungsbedingungen häufig zu hohen Fruchtansätzen mit kompakten Trauben geführt, deren Beeren sich gegenseitig abdrücken und in der Folge massive Probleme mit Botrytis- und Essigfäulebefall zeigen.

Vielfach in Versuchen belegt ist die präventive Wirkung von Gibberellinen (GA₃) bei Botrytis und Essigfäule durch induzierte Lockerbeerigkeit bei Ertragsrebsorten, die häufig zu einer Befallsreduktion von weit über 50 % führt (HILL et al., 2003; PETGEN, 2004; ROSCHATT et al., 2003). Es werden jedoch starke sortentypische Unterschiede beobachtet, deren Ursachen nicht bekannt sind. Sensible Sorten, die schon auf geringe GA₃-Dosierungen reagieren, zeigen darüber hinaus unerwünschte Nebenwirkungen im Folgejahr mit vermindertem Gescheinsansatz sowie reduzierten Gescheinsgrößen, die bei robusteren Sorten nicht auftreten. Auch Prohexadion-Calcium (Regalis[®]), ein Gibberellin-Biosynthesehemmer, führt bei einigen Rebsorten zu einer erwünschten Verrieselung der Gescheine. Systemische Langzeitwirkungen dieses Wachstumsregulators auf die Fruchtbarkeit wurden bisher nicht untersucht.

Die meisten Autoren (NICKELL, 1983; ROSCHATT et al., 2003) gehen davon aus, dass die beobachteten Effekte von GA₃ auf eine Samendegeneration nach der Befruchtung zurückzuführen sind. Weiterhin nimmt man an, dass korrelative Prozesse zwischen Beeren, die samenbedingt unterschiedliche Phytohormonkonzentrationen aufweisen, eine Rolle spielen, die sekundär zu einer Ausbildung von Trenngewebe im Blütenstiel und damit zum Abfallen samenreduzierter Beeren führen (BANGERTH, 2000; NITSCH et al., 1960; ONGARO und LEYSER, 2008). Einzelne Untersuchungen weisen jedoch darauf hin, dass Gibberellinsäure die Pollenkeimung hemmt, so dass eine verringerte Befruchtungsrates zu den beobachteten Verrieselungseffekten führen kann (KIMURA et al., 1996; OKAMOTO

und MIURA, 2005; WEAVER und MCCUNE, 1960).

Histologische Untersuchungen zur Samenentwicklung bei mehreren Rebsorten zeigten, dass es mehrere Degenerationstypen der Samenanlagen gibt, die zu Verrieselungserscheinungen führen (KASSEMAYER und STAUDT, 1982). Bei Degenerationstyp I findet trotz normal entwickelter Samenanlagen keine Befruchtung statt. Der sekundäre Embryosackkern bleibt am Eiapparat liegen und teilt sich nicht. Innerhalb weniger Tage degenerieren der Embryosack und das Nucellusgewebe, das häufig eine hantelförmige Gestalt annimmt. Bei Degenerationstyp II handelt es sich um sterile Samenanlagen ohne Embryosackausbildung. Das Nucellusgewebe zeigt kein Teilungs- und nur eingeschränktes Streckungswachstum. Die Integumente entwickeln sich anfänglich normal; später kommt es zu einem Wachstumsstopp der Gewebe. Vereinzelt wurden auch Samenanlagen mit anfänglicher Endospermentwicklung beobachtet, die in ihrer Entwicklung stehen geblieben waren (partielle Stenospermokarpie; STOUT, 1936).

In dieser Arbeit sollten über mehrere Jahre sortenspezifische Unterschiede in den Reaktionen der beiden Rebsorten 'Silvaner' und 'Grauburgunder' auf die beiden Wachstumsregulatoren GA₃ und Prohexadion-Ca detailliert mikroskopisch und histologisch untersucht und die Ursachen für die Verrieselung der Fruchtknoten bestimmt werden.

Material und Methoden

Behandlung und Probenentnahme

In den Jahren 2006 bis 2008 wurden praxisrelevante Dosierungen von 2,8 g/ha GA₃ (entspricht 28 g/ha Gibb3[®]) bzw. 180 g/ha Prohexadion-Ca (entspricht 1,8 kg/ha Regalis[®]) bei 'Silvaner' und 8,0 g/ha GA₃ (entspricht 80 g/ha Gibb3[®]) bzw. 135 g/ha Prohexadion-Ca (entspricht 1,35 kg/ha Regalis[®]) bei 'Grauburgunder' bei einer Wasseraufwandmenge von 400 l/ha vorgenommen. Die Applikation erfolgte während der Vollblüte beidseitig in die Traubenzone. In den Jahren 2007 und 2008 wurde einige Stunden nach Abtrocknen des Spritzbelags jeweils das erste Geschein eines Triebes aus dem mittleren Bereich der Bogebe in einen

luftdurchlässigen Gazebeutel eingetütet. Dies wurde in allen vier Wiederholungen jeder Variante an jeweils drei Rebstöcken durchgeführt, so dass pro Variante zwölf Gescheine für die Auswertung zur Verfügung standen.

Die verrieselten Fruchtknoten bzw. Beerchen wurden über mehrere Wochen täglich aus den Gazebeuteln entnommen und in FAA Fixierlösung (50 % Ethanol : Essigsäure : Formaldehyd = 8:1:1 v/v/v) aufbewahrt. Die Gazebeutel wurden nach Ende der Verrieselungsphase im Entwicklungsstadium BBCH 75 (LORENZ et al., 1994) entfernt. Um den Vergleich zu sich normal entwickelnden, nicht verrieselten Fruchtknoten zu haben, wurden in beiden Jahren je 80 Fruchtknoten an Rappen der einzelnen Varianten zu den Entwicklungszeitpunkten BBCH 65, BBCH 68, und Beerchen zu den Entwicklungszeitpunkten BBCH 71, BBCH 73, BBCH 75 entnommen.

Pollenschlauchuntersuchungen

2006 wurden während der Vollblüte (BBCH 65) Pollenschlauchuntersuchungen an jeweils 20 Fruchtknoten und 2007 an jeweils 40 Fruchtknoten jeder Behandlungsgruppe beider Rebsorten durchgeführt. Die Fruchtknoten wurden der Länge nach halbiert, mit Leitungswasser gespült und mit Anilinblau über 24 Stunden angefärbt (2,3 g K_3PO_4 in 100 ml Aqua dest. + 0,1 g Anilinblau). Danach wurden die Präparate zweimal mit Leitungswasser gespült, auf Objektträger aufgebracht, in Glycerin eingebettet und vorsichtig gequetscht. Die Anzahl der in die Griffel halbierten Fruchtknoten eingewachsener Pollenschläuche wurde unter dem Fluoreszenzmikroskop unter Blaulichtanregung gezählt.

Die Ergebnisse der Pollenschlauchuntersuchungen wurden Häufigkeitskategorien zugeordnet und als Gruppenmittelwerte mit Standardfehlern angegeben. Statistische Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen einer Rebsorte wurden mit der Kruskal-Wallis ANOVA (SIEGEL, 1987) untersucht.

Histologische Samenanlagenuntersuchungen

Während der Hauptverrieselungsphase wurden je 20 Fruchtknoten der beiden am häufigsten verrieselten Beerengrößen histologisch untersucht. Die Präparate wurden nach der Entlüftung in Paraffin eingebettet und Längsschnitte angefertigt. Die Schnittdicke betrug 6 μm (in Einzelfällen 12 μm). Die Schnitte wurden mit Astrablau (0,2 %) und Safraninrot (0,1 %) angefärbt. Die verrieselten Fruchtknoten entsprachen, abgesehen

von vertrockneten Fruchtknoten ohne Wachstum, in ihrer Größe den Entwicklungsstadien BBCH 69 bis BBCH 71. Entsprechend wurden je 20 von verschiedenen Rappen der einzelnen Varianten entnommene Fruchtknoten dieser Größen vergleichend histologisch untersucht. Da ein Großteil der Proben aus dem Jahr 2008 durch einen technischen Defekt eines Kühlschranks erfroren war, wurden Mischproben aus den Jahren 2007 und 2008 untersucht. Nachdem sich die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsgruppen in den beiden Jahren statistisch nicht signifikant voneinander unterschieden, wurden sie gemeinsam ausgewertet.

Untersuchung der Samenentwicklung

Zu Beginn der Reife (BBCH 81) wurde die mittlere Samenanzahl der Beeren in Abhängigkeit von der Beerengröße untersucht. Pro Variante wurden 20 Trauben je Rebsorte entbeert und die Beeren über Lochtablets (\varnothing 5, 7, 9, 11, 13, 15 mm) nach Größe sortiert. Von je zehn Beeren pro Größenklasse wurde die Samenanzahl pro Beere bestimmt. Bei der Bestimmung der mittleren Samenanzahl wurden Beeren mit einem Durchmesser ≥ 10 mm berücksichtigt.

Ergebnisse

Sortenspezifische und behandlungsabhängige Pollenschlauchabundanzen

'Grauburgunder' und 'Silvaner' unterschieden sich deutlich in der Anzahl gekeimter Pollenschläuche (Tab. 1), wobei 'Grauburgunder' in beiden Jahren eine wesentlich höhere Pollenschlauchabundanz als 'Silvaner' aufwies. Behandlungsspezifische Unterschiede in der Pollenschlauchabundanz traten bei 'Grauburgunder' nicht auf (2006: Kruskal-Wallis ANOVA: $X^2 = 2,8$, $p = 0,25$; 2007: $X^2 = 1,7$, $p = 0,43$). Bei 'Silvaner' wurde 2006 zwar ein signifikanter (Kruskal-Wallis ANOVA: $X^2 = 9,4$, $p = 0,01$) und 2007 ein tendenzieller Behandlungseffekt beobachtet (Kruskal-Wallis ANOVA: $X^2 = 5,2$, $p = 0,08$; Tab. 1), aber für 2006 ließen sich Unterschiede zwischen den einzelnen Behandlungsgruppen im Anschlussstest (Schaich-Hamerle; BORTZ et al., 1990) statistisch nicht absichern.

Verrieselungsverlauf

Bei beiden Rebsorten verrieselte in den beiden Jahren nur ein geringer Anteil der Fruchtknoten direkt nach der Blüte. Der Hauptanteil verrieselte innerhalb einer knappen Woche, kurz bevor bzw. während die Ge-

Tab.1: Mittlere Pollenschlauchhäufigkeit in Griffeln der verschiedenen Behandlungsgruppen der Rebsorten 'Silvaner' und 'Grauburgunder' in den Jahren 2006 und 2007

Jahr	Silvaner			Grauburgunder		
	Kontrolle	Regalis	Gibb3	Kontrolle	Regalis	Gibb3
2006	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	1,8 ± 0,2	2,4 ± 0,3	3,0 ± 0,2	2,8 ± 0,3
2007	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,6 ± 0,2	3,0 ± 0,2	2,9 ± 0,2

Pollenschlauch-Häufigkeitskategorien: 1 = 1-5; 2 = 6-10; 3 = 11-20; 4 > 20 Pollenschläuche

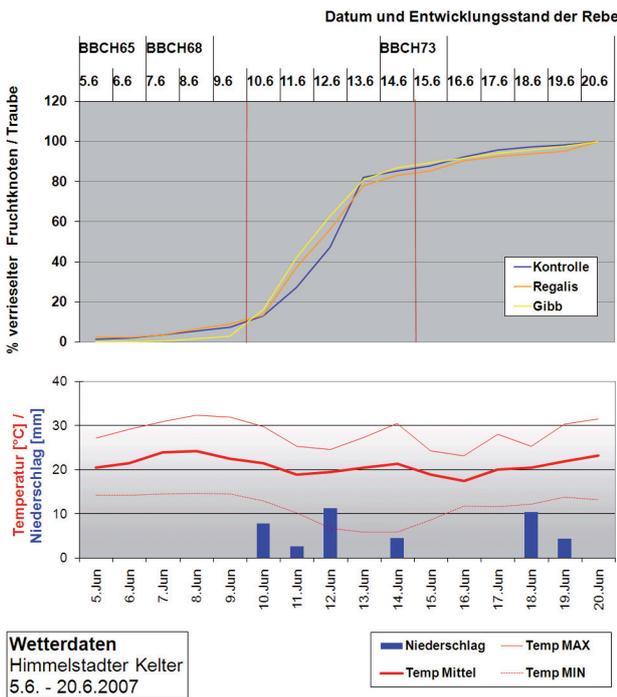
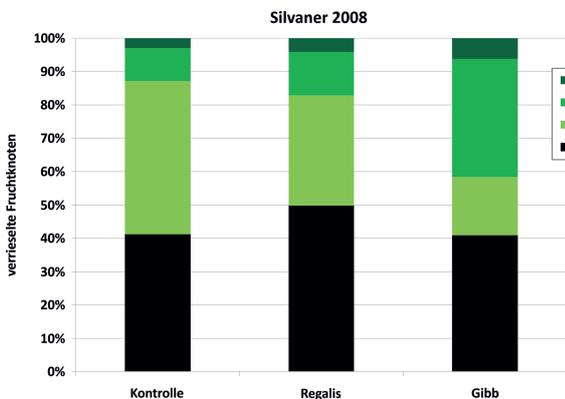


Abb. 1: Zeitlicher Verrieselungsverlauf - Silvaner 2007



scheine das Stadium BBCH 73 (Schrotkorngröße) erreicht hatten (Abb. 1). Der zeitliche Verlauf der Verrieselung unterschied sich bei den einzelnen Varianten nicht.

Größenverteilung verrieselter Fruchtknoten

Die verrieselten Fruchtknoten waren nicht bis leicht vergrößert (Größe 2 entspricht BBCH 71) (Abb. 2). Der Anteil vertrockneter, schwarz gefärbter Fruchtknoten (Größe 0) lag 2007 je nach Behandlungsgruppe zwischen 16 und 18 % bei 'Silvaner' und 23 bis 37 % bei 'Grauburgunder'. 2008 lag der Anteil bei 'Silvaner' zwischen 41 % und 50 %, bei 'Grauburgunder' bei 25 bis 30 %.

Vereinzelt untersuchte vertrocknete Fruchtknoten zeigten zwar Pollenschlauchwachstum (Abb. 3), allerdings ohne dass die Pollenschläuche das Griffelgewebe völlig durchwuchsen und die Mikropyle erreichten.

Befruchtungsraten sich entwickelnder Fruchtknoten am Rappen

Bei 'Grauburgunder' besaßen alle untersuchten Fruchtknoten zu beiden Entwicklungsstadien mindestens eine

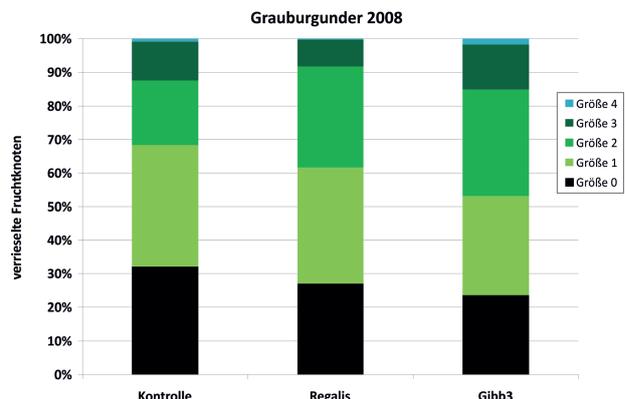


Abb. 2: Größenverteilung verrieselter Fruchtknoten - 2008

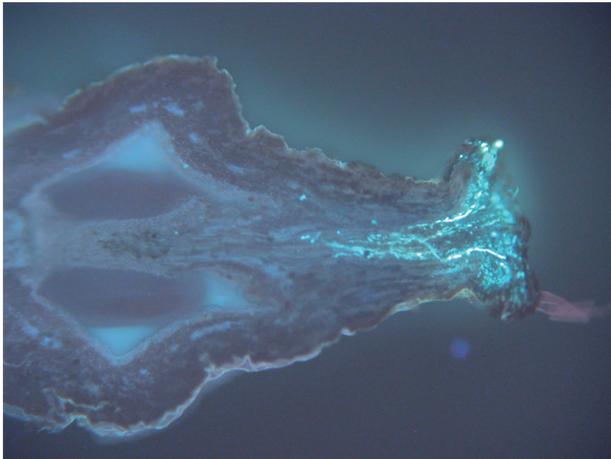


Abb. 3: Grauburgunder 2007: Längsschnitt durch vertrockneten, mit Anillinblau gefärbten Fruchtknoten. Pollenschläuche fluoreszieren türkisfarben.



Abb. 4: Längsschnitt durch befruchtete Samenanlage

befruchtete Samenanlage (Abb. 4 und 5), während bei 'Silvaner' 10 bis 35 % (BBCH 69) bzw. 5 bis 20 % (BBCH 71 bis 73) (Tab. 2) der Beeren völlig unbefruchtet waren (Abb. 6).

Betrachtet man den Prozentsatz befruchteter Samenanlagen pro Beere zu beiden Entwicklungszeitpunkten (Tab. 2), so ergibt sich bei 'Grauburgunder', dass bei vier vorhandenen Samenanlagen pro Fruchtknoten bei allen Varianten 3 bis 4 Samen/Beere (= 75 bis 100 % befruchtete Samenanlagen), bei 'Silvaner' dagegen nur maximal 2 Samen/Beere ausgebildet wurden. Samenuntersuchungen der drei größten Beerenfraktionen zu Beginn der Reife ergaben jedoch, dass nicht nur 'Silvaner', sondern auch 'Grauburgunder' im Schnitt 2 Samen/Beere aufweist (Tab. 3).

Sortenspezifische Befruchtungsraten verrieselter Fruchtknoten

Im Schnitt zeigte 'Grauburgunder' mit 25 bis 30 % befruchteter Samenanlagen der verrieselten Beerchen der Größenklassen 1 und 2 (Abb. 2) eine höhere Befruchtungsrate als 'Silvaner' mit 14 bis 18 % (Tab. 4). Bei 'Grauburgunder' waren 33 bis 48 % der untersuchten Beerchen (Größenklassen 1 und 2) gänzlich unbefruchtet, während der Anteil bei 'Silvaner' mit 60 % deutlich höher lag.

Diskussion

Die Pollenschlauchuntersuchungen während der Vollblüte zeigten bei 'Silvaner' eine tendenzielle Förderung der Pollenschlauchabundanz nach GA₃-Applikation, während bei 'Grauburgunder' keine Behandlungseffekte beobachtet wurden. Das bedeutet, dass der Einsatz der Wachstumsregulatoren bei keiner der beiden

Tab.2: Prozentualer Anteil befruchteter Samenanlagen je Fruchtknoten (FK) am Rappen

	Silvaner			Grauburgunder		
	Kontrolle	Regalis	Gibb3	Kontrolle	Regalis	Gibb3
BBCH 69						
% befruchtete Samenanlagen/FK	45 ± 25	32 ± 28	44 ± 33	78 ± 25	78 ± 16	68 ± 29
Mittelwert ± SD						
Median	50	38	38	75	75	75
% unbefruchtete Fruchtknoten	10	35	15	0	0	0
BBCH 71						
% befruchtete Samenanlagen/FK	63 ± 32	41 ± 28	50 ± 26	83 ± 19	90 ± 17	82 ± 20
Mittelwert ± SD						
Median	75	50	50	78	100	88
% unbefruchtete Fruchtknoten	5	20	10	0	0	0

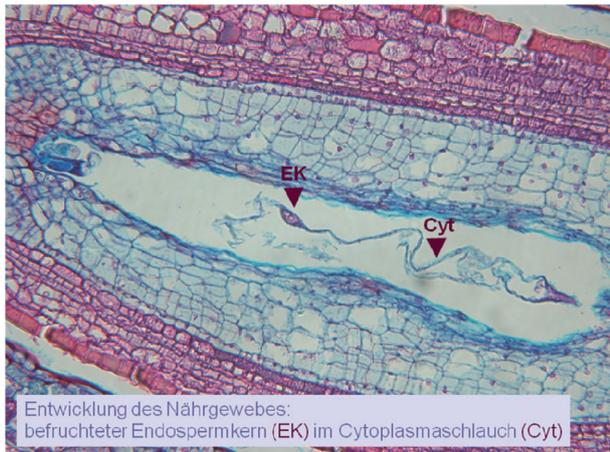


Abb. 5: Längsschnitt durch befruchtete Samenanlage

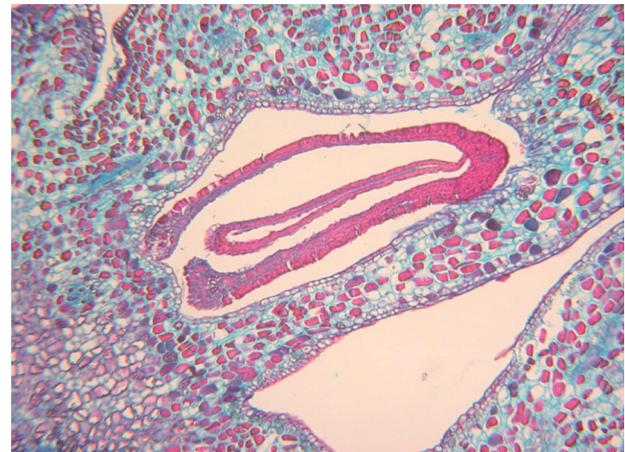


Abb. 6: Längsschnitt durch unbefruchtete Samenanlage mit kollabiertem Embryosack

Tab.3: Mittlere Kernzahl der Beeren zu Beginn der Reife im Jahr 2008. Berücksichtigt wurden Beeren mit einem Durchmesser ≥ 10 mm

	Kontrolle	Regalis	Gibb
Grauburgunder	1,7	1,7	1,6
Silvaner	1,8	1,7	1,8

Rebsorten zu einer Verringerung der Befruchtungsrates durch Hemmung der Pollenkeimung führte, wie mehrere Autoren sie, allerdings bei kernlosen Tafeltrauben, nach GA_3 -Anwendung beobachtet hatten (KIMURA et al., 1996; OKAMOTO und MIURA, 2005; WEAVER und MCCUNE, 1960).

Es gab jedoch in beiden Jahren, wie auch in einer vergleichenden Untersuchung 2008 mit weiteren Rebsorten (BÖLL et al., 2009a), deutliche sortenspezifische Unterschiede in der Pollenschlauchabundanz zwischen 'Silvaner' und 'Grauburgunder': Während 'Silvaner' nur eine geringe Anzahl einwachsender Pollenschläuche aufwies, lag sie bei 'Grauburgunder' um ein Vielfaches höher. Zum Zeitpunkt der Vollblüte befinden sich nur in den Antheren, im Pollen und in den Pollenschläuchen hohe endogene Gibberellinkonzentrationen im Fortpflanzungsgewebe (PHARIS und KING, 1985; BARENDESE et al., 1970). Gibberelline induzieren die Aktivierung verschiedener Hydrolasen, die maßgeblich am Pollenschlauchwachstum beteiligt sind. Für 'Silvaner' und 'Grauburgunder' konnte gezeigt werden, dass die höhere Pollenschlauchabundanz bei 'Grauburgunder' mit einer wesentlich höheren endogenen Gibberellinkonzentration einhergeht, während 'Silvaner' einen ent-

sprechend deutlich niedrigeren endogenen Gibberellinstatus aufwies (BÖLL et al., 2009a). Das könnte erklären, warum Rebsorten mit hoher Pollenschlauchabundanz nur geringfügig, Rebsorten mit geringer Pollenschlauchabundanz dagegen sehr sensibel auf exogene Gibberellinapplikationen während der Blüte reagieren (BÖLL et al., 2009a).

Die sortenspezifischen Unterschiede im Auftreten von Pollenschläuchen scheinen einen direkten Einfluss auf die Befruchtungsrates der sich entwickelnden Fruchtknoten zu haben: Entsprechend hatte 'Silvaner' mit im Schnitt knapp zwei befruchteten Samenanlagen pro Fruchtknoten bei den sich am Rappen entwickelnden Beerchen bei allen Varianten eine deutlich geringere Befruchtungsrates als 'Grauburgunder' mit drei bis vier befruchteten Samenanlagen/Fruchtknoten. Ein Teil der am Rappen befindlichen Fruchtknoten wies bei 'Silvaner' sogar völlig unbefruchtete Samenanlagen auf, während bei 'Grauburgunder' kein einziger derartiger Fall beobachtet wurde. Auch bei der Weiterentwicklung der Samenanlagen ergaben sich deutliche sortenspezifische Unterschiede: Während sich bei 'Silvaner' alle befruchteten Samenanlagen zu Kernen entwickelten, fand bei 'Grauburgunder', unabhängig von der Behandlung, bei fast der Hälfte der Samenanlagen ein Entwicklungsstillstand des Endosperms und in der Folge eine Degeneration der befruchteten Samenanlagen statt (Abb. 7), so dass zur Reife im Schnitt nicht mehr Kerne pro Beere gebildet wurden als bei 'Silvaner'. Die Ursachen sind unbekannt, aber möglicherweise spielen hier ähnliche korrelative Prozesse bei der Versorgung einzelner Samenanlagen eines Frucht-

Tab.4: Prozentualer Anteil befruchteter Samenanlagen je verrieseltem Fruchtknoten (FK)

Fruchtknotengrößen 1 + 2	Silvaner			Grauburgunder		
	Kontrolle	Regalis	Gibb3	Kontrolle	Regalis	Gibb3
% befruchtete Samenanlagen/FK Mittelwert \pm SD	15 \pm 23	14 \pm 21	18 \pm 26	29 \pm 27	30 \pm 30	25 \pm 31
Median	0	0	0	25	25	25
% unbefruchtete Fruchtknoten	60	60	60	33	40	48

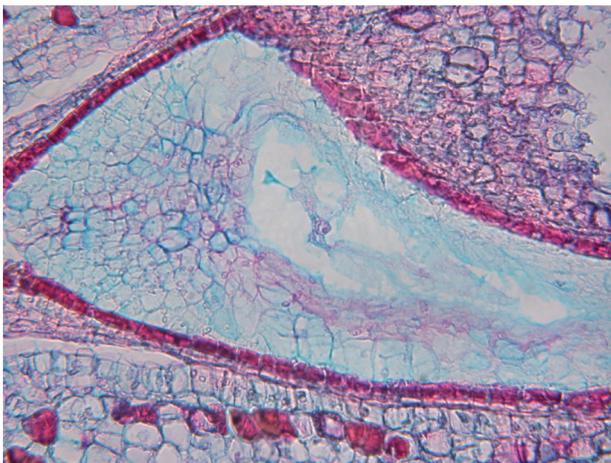


Abb. 7: Längsschnitt durch befruchtete Samenanlage mit abgebrochener Endospermentwicklung

knotens eine Rolle, wie sie BANGERTH (2000) in seinem CDA-Modell für die Konkurrenz benachbarter Beeren postuliert hat.

Der zeitliche Verrieselungsverlauf war typisch (NITSCH et al., 1960; KASSEMAYER und STAUDT, 1982) und bei beiden Rebsorten sehr ähnlich: Temperaturabhängig wurde die Hauptverrieselungsphase nach ein bis zwei Wochen erreicht, in der dann innerhalb von wenigen Tagen (4 bis 9) über 70 % der verrieselnden Fruchtknoten absisiert wurden. Der Anteil schwarzer, vertrockneter Fruchtknoten konnte sehr hoch sein und bei 'Silvaner' bis zu 50 % der verrieselten Fruchtknoten betragen. Innerhalb einer Rebsorte waren die Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen relativ gering und uneinheitlich.

Bei vereinzelt untersuchten vertrockneten Fruchtknoten wurde wider Erwarten Pollenschlauchwachstum beobachtet, allerdings ohne dass die Pollenschläuche die Mikropyle der Samenanlage erreicht hatten und eine Befruchtung erfolgt war. Obwohl die Hauptverrieselung während des Entwicklungsstadiums Schrotkorngröße (BBCH 73) stattfindet, war das Gros der

verrieselten Fruchtknoten kleiner und entsprach größtmäßig den Stadien BBCH 69 bis 71. Die zeitliche Verzögerung dürfte damit zusammenhängen, dass vor dem Abwerfen ein Trenngewebe im Blütenstiel ausgebildet wird (KASSEMAYER und STAUDT, 1982).

'Silvaner' reagierte in den beiden mit Wachstumsregulatoren behandelten Varianten mit einer erhöhten Verrieselung (BÖLL et al., 2009b), ohne jedoch behandlungsspezifische Unterschiede in den Befruchtungsraten der Samenanlagen der verrieselten Fruchtknoten zu zeigen (Tab. 4). Aber es waren ähnliche sortentypische Unterschiede wie bei den untersuchten Fruchtknoten am Rappen zu beobachten: Der Prozentsatz unbefruchteter Samenanlagen pro verrieseltem Fruchtknoten war bei 'Silvaner' deutlich höher als bei 'Grauburgunder'. Der Anteil gänzlich unbefruchteter Fruchtknoten dominierte bei 'Silvaner' und lag mit 60 % wesentlich höher als bei 'Grauburgunder'. Dies entspricht Beobachtungen von KASSEMAYER und STAUDT (1982) bei den Sorten 'Weissburgunder' und 'Gewürztraminer' und von BARRITT (1970) bei der Sorte 'Ontario', wo bei den verrieselten Fruchtknoten nur unbefruchtete, meist stark degenerierte, kollabierte Samenanlagen gefunden wurden. Bei der Sorte 'Concord' wurden analog zu 'Grauburgunder' unterschiedlich weit entwickelte Samenanlagen je Fruchtknoten beobachtet (NITSCH et al., 1960). Dies könnte auch hier Unterschiede in der sortenspezifischen Anzahl der einwachsenden Pollenschläuche während der Befruchtung widerspiegeln.

Danksagung

Wir möchten MONIKA ADELHARDT und ASTRID BAUMANN für ihren hohen Arbeitseinsatz und ihre ausgezeichneten histologischen Präparationen danken. Diese Arbeit wurde vom Forschungsring Deutscher Weinbau (Fördernr. 8503.187) unterstützt.

Literatur

- BARENDSE, G.W.M., RODRIGUES-PEREIRA, A.J., BERKERS, P.A., DRIESSEN, F.M., VAN EYDEN-EMONS, A. and LINSKENS, H.F. 1970: Growth hormones in pollen, styles and ovaries of *Petunia hybrida* and *Lilium* species. Acta Bot. Neerl. 19: 175-186
- BANGERTH, F. 2000: Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones. Plant Growth Regulation 31: 43-59
- BARRITT, B.H. 1970: Ovule development in seeded and seedless grapes. Vitis 9: 7-14
- BOLL, S., LANGE, T., HOFMANN, H. and SCHWAPPACH, P. 2009a: Gibberellin-sensitivity corresponds to pollen tube abundance in seeded vine varieties. Mitt. Klosterneuburg 59: 129-133
- BOLL, S., HOFMANN, H. und SCHWAPPACH, P. 2009b: Wirkung von Gibb3 und Regalis auf verschiedenen Rebsorten. Obstbau Weinbau 46(2): 82-84
- BORTZ, J.G., LIENERT, A. und BOEHNKE, K. (1990): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. - Berlin: Springer, 1990
- HILL, G., HILL, M. und BUTTERFASS, J. 2003: Gibberelline - kleiner, weniger, besser? Dt. Weinmagazin (19): 32-35
- KASSEMAYER, H.-H. und STAUDT, G. 1982: Cytologische Untersuchungen über die Ursachen des Verrieselns. Vitis 21: 121-135
- KIMURA, P.H., OKAMOTO, G. and HIRANO, K. 1996: Effects of gibberellic acid and streptomycin on pollen germination and ovule and seed development in Muscat Bailey A. Am. J. Enol. Vitic. 47: 152-156
- KOBLET, W. 1966: Fruchtansatz bei Reben in Abhängigkeit von Triebbehandlung und Klimafaktoren. Wein-Wiss. 21: 297-323, 345-379
- LORENZ, D.H., EICHHORN, K.W., BLEIHOLDER, H., KLOSE, R., MEIER, U. und WEBER, E. 1994: Phaenologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala. Wein-Wiss. 49: 66-70
- MÜLLER-THURGAU, H. 1883: Über das Abfallen der Rebenblüthen und die Entstehung kernloser Traubenbeeren. Weinbau 9(23): 87-89, 95-96
- NICKELL, L.G. (1983): Plant growth regulating chemicals. Vol. I. (ed. Louis G. Nickell). - Boca Raton, Fla.: CRC Press, 1983
- NITSCH, J.P., PRATT, C., NITSCH, C. und SHAULIS, N.J. 1960: Natural growth substances in Concord and Concord Seedless grapes in relation to berry development. Am. J. Bot. 47: 566-576
- ONGARO, V. and LEYSER, O. 2008: Hormonal control of shoot branching. J. exp. bot. 59: 67-74
- OKAMOTO, G. and MIURA, K. 2005: Effect of pre-bloom GA application on pollen tube growth in cv. Delaware grape pistils. Vitis 44: 157-159
- PETGEN, M. 2004: Was bringen Gibberelline? Dt. Weinmagazin (3): 28-32
- PHARIS, R.P. and KING, R.W. 1985: Gibberellins and reproductive development in seed plants. Ann. Rev. Physiol. 36: 517-568
- ROSCHATT, C., HAAS, E. und PEDRI, U. 2003: Der Einsatz von Gibberellinen im Weinbau gegen Essigfäule. Obstbau Weinbau (4): 114-117
- SARTORIUS, O. 1938: Vererbungsstudien an der Weinrebe mit besonderer Berücksichtigung der Vererbungsweise der Fruchtbarkeit. Z. Züchtung, Reihe A: Pflanzenzüchtung 22(2): 202-316
- SCHNEIDER, W. und STAUDT, G. 1978: Zur Abhängigkeit des Verrieselns von Umwelt und Genom bei *Vitis vinifera*. Vitis 17: 45-53
- SIEGEL, S. (1987): Nicht-parametrische statistische Methoden. 3. Aufl. - Eschborn bei Frankfurt: Fachbuchhandlung für Psychologie, 1987
- STOUT, A.B. 1936: Seedlessness in grapes. NY State Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 238
- WEAVER, R.J. and McCune, S.B. 1960: Further studies with gibberellin on *Vitis vinifera* grapes. Botan. Gaz. 121: 155-162

Manuskript eingelangt am 17. November 2009