

Untersuchungen zu Tropfbewässerung und Blattwasserpotential bei den Rebsorten 'Weißer Riesling' und 'Syrah'

MARTIN MEHOFER, KAREL HANAK, BERNHARD SCHMUCKENSCHLAGER und FERDINAND REGNER

Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau Klosterneuburg
A-3400 Klosterneuburg, Wiener Straße 74
E-Mail: Martin.Mehofer@weinobst.at

In einer Versuchsanordnung mit drei Varianten wurde der Einfluss der Tropfbewässerung auf die Rebsorte 'Weißer Riesling' über zwei Jahre und auf die Rebsorte 'Syrah' über drei Jahre beobachtet. Dies erfolgte mittels Tropfbewässerung von 75 Liter beziehungsweise 160 Liter pro Stock an sieben Terminen im Zeitraum Traubenschluss bis Reifebeginn. Die Bewässerung bewirkte eine Zunahme der Traubendichte in den eher trockenen Sommern der Jahre 2006 und 2007, nicht jedoch im niederschlagsreichen Sommer 2008. Im Jahr 2007 verhielt sich das Blattwasserpotential der Reben proportional zu den verabreichten Wassermengen. Das mittlere Blattwasserpotential lag in Abhängigkeit von der Rebsorte zum Stadium BBCH 83 bei der Variante mit hoher Wassergabe bei -0,39 MPa, bei der Variante mit niedriger Wassergabe bei -0,59 MPa und bei der unbewässerten Variante bei -0,73 MPa. Im Jahr 2008 ergaben sich zwischen den drei Versuchsvarianten zum Entwicklungsstadium BBCH 79 bei beiden Sorten keine signifikanten Unterschiede, die Werte lagen zwischen -0,33 und -0,42 MPa. Bei 'Riesling' zeigte sich im Jahr 2007 tendenziell ein positiver Einfluss der Bewässerung auf das Mostgewicht und den Kaliumgehalt. Tendenziell zeigten sich bei allen analysierten Parametern bei der unbewässerten Variante die niedrigsten Werte. Im Jahr 2008 traten bei 'Riesling' keine Unterschiede bei den Parametern Traubengewicht, 100-Beerengewicht, Mostgewicht, Gehalt an titrierbaren Säuren und Stickstoffgehalt im Most auf. Bei 'Syrah' konnten 2006 keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Im Jahr 2007 wurden tendenziell das geringste Traubengewicht, das höchste Mostgewicht, der niedrigste Kaliumgehalt und der niedrigste Stickstoffgehalt im Most bei der unbewässerten Variante festgestellt. Statistisch nicht signifikante Unterschiede bei Traubengewicht, 100-Beerengewicht und Mostgewicht traten 2008 auf. Tendenziell erreichte die unbewässerte Variante geringere Werte bei Kalium- und Stickstoffgehalt.

Schlagwörter: Weinbau, Tropfbewässerung, Blattwasserpotential, Scholander Bombe

Investigations into drip irrigation and leaf water potential with the grapevine varieties 'Riesling' and 'Syrah'. The influence of drip irrigation (75 l and 160 l per vine, resp.; seven application dates from bunch closing to veraison) was investigated with the grape varieties 'Riesling' (over a period of two years) and 'Syrah' (over a period of three years) with three experimental variants. Irrigation caused an increase of cluster density in the rather dry summers of 2006 and 2007, but not in the wet summer of 2008. In 2007 leaf water potential was proportional to the amounts of irrigated water. At BBCH 83 the leaf water potential from highly irrigated vines (160 litres per plant) reached a mean value of -0,39 MPa. Less irrigation (75 litres per plant) showed a mean value of -0,59 MPa and non-irrigated vines a mean value of -0,73 MPa. In 2008, however, there were no significant differences in leaf water potential (-0,33 to -0,42 MPa) between the different variants at BBCH 79. In tendency a positive influence of irrigation on the must density and the potassium content in the must was noticed in the grapes of 'Riesling' in 2007, the lowest values in all analysed parameters (cluster weight, berry weight, must weight, contents of potassium, magnesium and nitrogen) were found with the non-irrigated variant of 'Riesling'. In 2008 no differences in the parameters cluster weight, berry weight, must weight, titratable acidity and nitrogen content could be registered with 'Riesling'. With 'Syrah' no significant differences between the variants could be noticed in 2006. In 2007 tendencies towards lower cluster weight, higher must density, lower potassium contents and lower nitrogen contents in the must were found with

the non-irrigated 'Syrah' vines. In 2008 differences in cluster weight, berry weight and must density were found, but without statistic significance. Lower potassium contents and nitrogen contents in the must were measured in tendency with the non-irrigated vines.

Key words: viticulture, drip irrigation, leaf water potential, Scholander bomb

Recherches dans le domaine de l'irrigation goutte-à-goutte et du potentiel hydrique foliaire des cépages 'Weisser Riesling' et 'Syrah'. Dans le cadre d'un essai comprenant trois variantes, l'influence de l'irrigation goutte-à-goutte sur les cépages 'Weisser Riesling' et 'Syrah' a été observée pendant deux et trois ans, respectivement. L'irrigation goutte-à-goutte a été réalisée pendant sept jours dans la période entre la fermeture de la grappe et le début de la maturation à raison de 75 litres et/ou de 150 litres par vigne. L'irrigation a eu pour effet une augmentation de la compacité des grappes dans les étés plutôt secs des années 2006 et 2007, mais elle est restée sans effet en été 2008, riche en précipitations. En 2007, le potentiel hydrique foliaire des vignes était proportionnel aux quantités d'eau administrées. Le potentiel hydrique foliaire moyen se situait, en fonction du cépage au stade BBCH 83, à -0,39 MPa pour la variante fortement irriguée, à -0,59 MPa pour la variante faiblement irriguée et à -0,73 MPa pour la variante non irriguée. En 2008, les trois variantes des deux cépages ne présentaient pas de différences significatives jusqu'au stade de développement BBCH 79, les valeurs se situant entre -0,33 et -0,42 MPa. Quant au 'Riesling', une influence tendancielle positive de l'irrigation sur la densité du moût et sur la teneur en potassium a été remarquée en 2007. En général, l'ensemble des paramètres analysés des variantes non irriguées présentaient les valeurs les plus basses. En 2008, pour le 'Riesling', aucune différence n'est apparue quant aux paramètres suivants: poids des raisins, poids de 100 grains, densité du moût, teneur en acides titrables et teneur en azote du moût. Pour 'Syrah', on n'a pu constater aucune différence significative en 2006. En 2007, on a relevé le poids le plus faible des raisins, la densité du moût la plus élevée, la teneur la plus faible en potassium et la teneur la plus faible en azote du moût pour la variante non irriguée. En 2008, des différences statistiquement non significatives sont apparues quant au poids des raisins, au poids de 100 grains et à la densité du moût. En général, la variante non irriguée présentait des teneurs plus faibles en potassium et en azote.

Mots clés: viticulture, arrosage goutte-à-goutte, potentiel hydrique foliaire, bombe de Scholander, azote

Das Thema Bewässerung im Weinbau wird laut FEICHTER (2006) in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen. Grund dafür ist nicht nur der sich abzeichnende Klimawandel, sondern vor allem die Tatsache, dass in der Vergangenheit der Aspekt der Wasserversorgung der Rebe zu wenig erforscht wurde beziehungsweise die Mittel dafür nicht vorhanden waren (FEICHTER, 2006). Nach SCHULTZ (2000) und GRUBER und SCHULTZ (2007) ist leider zu erwarten, dass Wetterkapriolen mit Starkniederschlägen wie im Jahrgang 2006 oder extreme Hitze wie im Sommer 2003 keine Einzelfälle bleiben werden. Besonders leistungsfähig ist in diesem Zusammenhang laut GRUBER und SCHULTZ (2007) eine Kombination von Dauerbegrünung und Tropfbewässerung, weil damit eine sehr vielseitige und vor allem auch sehr reaktionsschnelle Anpassung an die sich jeweils erst im Jahresverlauf ergebenden Anforderungen möglich ist. In den nächsten Jahren wird in vielen anderen Weinbauländern der Welt (REUTHER und WANNEMACHER, 2005) die Frage der Bewässerung zur Qualitätssteigerung und Ertragssicherung massiv an Bedeutung gewinnen. REDL (2007) kommt zum Schluss, dass in einem sehr trockenen Frühjahr eine

ausreichende Wasserversorgung bereits vor der Reblüte zwecks raschen Aufbaus der Laubwand und zur ausreichenden Nährstoffversorgung der Gescheine von Vorteil wäre. Die zunehmende Variabilität bei kleinräumigen Wetterereignissen ist nach SCHULTZ (2007a und 2007b) zumindest in den letzten Jahren zu spüren. Doch wo die Grenze zwischen „zu trocken“ und „zu feucht“ liegt, ist ebenfalls extrem variabel. Im Jahr 2002 wurden am Rudesheimer Berg Bewässerungsversuche durchgeführt, während die Oder- und Elbe-Gebiete sowie die Wachau große Schäden durch Überflutung hatten (SCHULTZ, 2007a und 2007b). Das Jahr 2006 wiederum gilt als eines der besten an der Ahr und in der Wachau (warm und trocken), während viele deutsche Gebiete dazwischen Probleme mit zu feuchten Bedingungen hatten. Eine Tropfbewässerung in Kombination mit einer Begrünung zur Risikominimierung sollte daher zunehmend ein Teil der Überlegungen zur Abmilderung zu erwartender klimatischer Entwicklungen werden. Auch PRIOR (2008a) spricht sich in Zusammenhang mit der mit dem Klimawandel prognostizierten Zunahme von wechselnden Witterungsextremen für eine flexible Lösung, zum Beispiel

einer Kombination aus ganzflächiger Dauerbegrünung und Tropfbewässerung als Universalsystem, aus. Die bisher vorliegenden Ergebnisse zur Tropfbewässerung bei Reben in den Gebieten mit natürlicher Niederschlagsarmut (REDL, 2008) belegen mehrheitlich die Möglichkeit einer beachtlichen Verbesserung der sensorischen Weinqualität. Späte Bewässerungsgaben zur Reifezeit und dauernde Verabreichung kleiner Gaben erwiesen sich als ungünstig (REDL, 2008). So ergaben sich unter den heimischen Bedingungen markante Verschlechterungen bei Weiß- und Rotweinsorten mit späten Bewässerungsgaben während der Beerenreife (REDL, 2007). Andererseits spielt nach PRIOR (2008b) gerade in der Reifephase eine moderate Wasserversorgung eine bedeutende Rolle für die Photosyntheseleistung und daher für die Weinqualität und Ertragsleistung. Wenn eine an den Standort angepasste Bestandspflege nicht ausreicht, sollte über eine Zusatzbewässerung nachgedacht werden (PRIOR, 2007). Diese bedarf im Sinne der Qualitätssicherung einer exakten Steuerung von Zeitpunkt und Wassermenge. Eine sachgerechte Tropfbewässerung führt weniger zu einer Ertragssteigerung als vielmehr zu einer Ertragsicherung (PRIOR, 2007), welche teilweise deutliche Mostgewichtssteigerungen zulässt. Die Bewässerung sollte in der Regel (PRIOR, 2007) Mitte Juli begonnen und soweit erforderlich bis Ende September durchgeführt werden. Nach REDL et al. (1996) wird der Zuckergehalt der Beeren durch eine gute Wasserversorgung in der Reifephase IV gesteigert, der Säuregehalt vor allem durch eine optimale Bodenfeuchtigkeit in den Wachstumsphasen I und II, nicht aber in der Reifephase IV. Für Ertragsanlagen werden einerseits über einen längeren Zeitraum geringe Bewässerungsgaben und kurze Bewässerungsintervalle empfohlen. Andererseits gibt es in Österreich sehr gute Erfahrungen mit hohen Wassermengen pro Termin und nur wenigen Bewässerungsgängen. Diese Strategie (REDL, 2007) zielt darauf ab, die Reben und ihr Wurzelsystem nicht zu stark an die künstlichen Wassergaben anzupassen und vielmehr einen flexiblen Wechsel von moderatem Stress und kräftigeren Wassergaben (ähnlich einem natürlichen Niederschlag) zu praktizieren.

Die druckkompensierte Tropfbewässerung (RUPP, 2002) garantiert am ehesten eine genaue Wasserverteilung. In diesem Zusammenhang ist auch BECKER (2007) zu zitieren, wonach die Tropfbewässerung als Teil eines insgesamt ausgeklügelten Qualitätsmanagements zum qualitativen und betriebswirtschaftlich rentablen Bestehen des chilenischen Weinbaus beiträgt. Allerdings

ist im Einzelfall zu prüfen, ob eine gesteigerte Rebenvitalität, der Mehrertrag und eine eventuelle Qualitätssteigerung in Abhängigkeit von der Trockenstressgefährdung des Standorts die Zusatzkosten (PRIOR, 2006b) der Bewässerung decken. Nach RUPP (2005) dient aus heutiger Sicht eine optimal gestaltete Zusatzbewässerung nicht allein der Steigerung von Mostgewicht und Mengenleistung, sondern vor allem der Sicherung der sensorischen Weinqualität. Auf Grund der Niederschlagsverteilung in den österreichischen Weinbaugebieten sind extreme Trockenperioden selten, sodass die alternierende Bewässerung nur für karge, seichte und trockene Böden sinnvoll ist. An Standorten mit geringem Wasserspeichervermögen - Böden mit geringer Gründigkeit, hohem Grobanteil, sehr hohem Sandgehalt oder in Steillagen - ist der Einsatz einer einfachen Tropfbewässerung im Unterstockbereich deutlich effizienter als jede andere Art von Bewässerung. In extrem trockenen Jahren, wie in der Vegetationsperiode 2003, gilt dies auch für Böden mit einem größeren Wasserspeichervermögen durch höheren Löss- beziehungsweise Lehmgehalt (STOLL, 2005). Nach PERTOLL (2008) stellt für eine optimale Steuerung der Bewässerung die Messung der Bodenfeuchtigkeit ein wichtiges Hilfsmittel dar. Die Nährstoffaufnahme und -verfügbarkeit hängt demnach sehr stark von der Bodenfeuchte ab. Zu niedrige wie auch zu hohe Wassergaben können sich negativ auf den Ertrag und die Traubengesundheit auswirken (PERTOLL, 2008). Zudem können mit einer gezielten Steuerung der Bewässerung Kosten eingespart werden. Die Messung des Blattwasserpotenzials mittels Scholander-Bombe mit dem Ziel der Bewässerungssteuerung (MOSLER, 2007) ist im Vergleich zu anderen Methoden die exakteste und besonders aussagekräftig. Im praktischen Einsatz gibt es jedoch auch einige Nachteile: Die Messungen sind arbeits- und zeitaufwändig und müssen, um vergleichbar zu sein, immer vor Sonnenaufgang erfolgen. Zudem erfordert die exakte Bestimmung des Blattwasserpotenzials einige Erfahrung (MOSLER, 2007). Nach RUPP (2007 und 2008) wird die Überschreitung eines Gleichgewichtsdrucks von 0,2 MPa (2 bar) bei weißen Rebsorten beziehungsweise 0,3 MPa (3 bar) bei roten Rebsorten als Grundlage erachtet, um mit qualitätsorientierten Bewässerungsmaßnahmen zu beginnen. Über eine frühmorgendliche Messung des Blattwasserpotenzials wird der Wasserstatus im Boden erfasst (SCHULTZ, 2003). Auf diesem Weg lässt sich der Wasserstatus der Pflanze exakt bestimmen. Für die deutschen Weinbaugebiete wurde ein Bewässerungsschwellenwert von

-0,25 bis -0,3 MPa definiert. Liegt das Wasserpotenzial darüber, so ist keine Bewässerung nötig. Trotz guter praxisorientierter Entwicklungen werden nur wenige Betriebe Messgeräte zur Blattwasserpotenzialmessung anschaffen, da ein ökonomisch sinnvoller Einsatz dieses Gerätes nur in Gemeinschaftsnutzung auf lokaler Ebene, innerhalb eines Wasserverbandes oder einer Genossenschaft, möglich ist (RUPP, 2008). Vor allem bei Bewässerungsgemeinschaften mit zentraler Wasserbereitstellung kann das Blattwasserpotenzial den Verantwortlichen solide Hinweise über den tatsächlichen Stand des Bewässerungsbedarfs liefern (RUPP, 2008). Dort, wo Wasser im Tankwagen transportiert werden muss, sind demnach die Messwerte besonders wertvoll. Schließlich macht sich hier jeder nutzlos gefahrenen Kubikmeter Wasser bei den Transportkosten bemerkbar (RUPP, 2008). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass jeder, der eine Bewässerungsanlage betreibt, die Wassermengen auf der Grundlage des frühmorgendlichen Blattwasserpotenzials dosieren sollte, da hier die Einsparungseffekte hoch sind (PORTEN et al., 2007). Das frühmorgendliche Blattwasserpotenzial erfasst den Versorgungszustand der Reben sehr genau, allerdings ohne darzustellen, mit welcher Intensität die Rebe aus welchen Bodenbereichen ihr Wasser bezieht (PRIOR, 2006b).

Die Bestimmung des frühmorgendlichen Blattwasserpotenzials erfolgt mittels Druckkammer zwischen 3 Uhr und 5 Uhr morgens (ACEVEDO-OPAZO et al., 2008). Dabei wird der Pflanzenwassergehalt in einem Stadium ohne Wasserfluss in der Pflanze gemessen. Man erhält damit Information über den Bodenwassergehalt im unmittelbar an die Wurzelzone angrenzenden Bodenbereich. Die Bestimmung des Blattwasserpotenzials wird dabei als Ersatz für die Messung des Bodenwasserpotenzials betrachtet, weil sich während der Nacht, wenn die Stomata geschlossen werden und der Transpirationsdruck sehr niedrig ist, ein Gleichgewicht zwischen Blatt- und Bodenwasserpotenzial einstellt. Das Blattwasserpotenzial repräsentiert allerdings das Bodenwasserpotenzial in den feuchtesten Bodenschichten und ist folglich bei einem sehr inhomogenen Boden nicht für das gesamte durchschnittliche Bodenwasserpotenzial repräsentativ. (ACEVEDO-OPAZO et al., 2008).

Aus pflanzenphysiologischer Sicht verändern sich während der Beerenentwicklung die Transportwege in die Beere (SCHULTZ, 2002). So werden vor dem Weichwerden noch große Mengen an Wasser, Calcium und Stickstoff über das Xylem eingelagert und Zucker, Amino-

säuren, Kalium, Magnesium und Phosphor vorwiegend über das Phloem. Ab dem Weichwerden der Beeren ist ein Großteil des Xylems unterbrochen und der gesamte Transport, auch der von Wasser, Calcium und Stickstoff, muss über das Phloem erfolgen (SCHULTZ, 2002). Die praktische Auswirkung dieses noch nicht lange bekannten Phänomens liegt darin, dass alle Maßnahmen, die die Transpiration der Beere fördern, auch die Einlagerung der anderen genannten Stoffe fördern.

Die Bewässerung ist also besonders in Trockengebieten eine geeignete Maßnahme zur Optimierung und Sicherung des Ertrags und der Traubenqualität. Dabei sind Menge und Zeitpunkt der Wasserausbringung zwei wesentliche Einflussfaktoren. In diesem Versuch wird der Einfluss verschieden hoher Wassergaben auf die Traubenqualität der Rebsorten 'Syrah' und 'Riesling' beurteilt. Zu viel, beziehungsweise zu wenig Wasser in der Phase direkt nach der Blüte beeinflusst die Beerengröße deutlich (SCHULTZ, 2003). Um die Entwicklung von zu großen Beeren zu verhindern, sollte daher in der Phase des Beerenwachstums bis zu sechs Wochen nach der Blüte (Dauer je nach Rebsorte) nicht bewässert werden. Nach RUPP (2002) dient eine zusätzliche Bewässerung nur während einer engen Zeitspanne nach Abschluss des Zellwachstums und vor dem Reifebeginn vor allem der Qualitätsverbesserung. Ausnahmen sind extreme und früh auftretende Trockenphasen mit Wuchsstokkung und beginnendem Rankenabwerfen. Der Erfolg der Tropfbewässerung hängt davon ab, die richtigen Entwicklungsphasen der Rebe zu erkennen, bei denen die Inhaltsstoffbildung in den Beeren angeregt wird und nicht deren Dickenwachstum (REUTHER, 2005). Dies ist hauptsächlich zwischen den Rebstadien Traubenschluss (BBCH 77 bis 79) und Reifebeginn (BBCH 81) der Fall (BADER, 2002). In trockenen, heißen Jahren kann es selbstverständlich notwendig sein, früher mit der Bewässerung zu beginnen.

Material und Methoden

Rebanlagen im Versuch

Die Untersuchungen wurden am Versuchsgut Agneshof des Lehr- und Forschungszentrums für Wein- und Obstbau Klosterneuburg durchgeführt (Tab. 1).

Versuchsvarianten

Die Untersuchungen wurden mit den folgenden Varianten durchgeführt:

Variante 1 (VAR 1): keine Wassergabe

Tab. 1: Rebanlagen des Versuchsgutes Agneshof

Standort	Pflanzjahr	Pflanzweite	Rebsorte	Unterlage
Quartier Franzhauser IV (FHIV)	1996	3,00 x 1,20 m	Riesling (RR)	Kober 5BB
Quartier Harer-Böschung (HB)	1998	1,50 x 1,00 m	Syrah (SH)	SO4

Variante 2 (VAR 2): niedrige Wassergabe (ca. 75 Liter pro Rebe und Jahr in Form von sieben Einzelgaben)

Variante 3 (VAR 3): hohe Wassergabe (ca. 160 Liter pro Rebe und Jahr in Form von sieben Einzelgaben)

Niederschlagsmengen Jänner bis Oktober

Die für die Untersuchung relevanten Niederschlagsmengen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: Monatliche Niederschlagsmengen (Jänner bis Oktober) in den Jahren 2006 bis 2008

Monat	Niederschlagsmenge (mm; l/m ²)		
	2006	2007	2008
Jänner	53	49	47
Februar	39	64	10
März	77	87	65
April	82	2	69
Mai	84	103	59
Juni	79	63	88
Juli	22	64	105
August	172	49	66
September	14	247	60
Oktober	19	73	37
Summe	641	801	606
Summe April bis Oktober	472	601	484

Bewässerungsparameter

Die für die unterschiedlichen Bewässerungsvarianten relevanten Parameter sind in den Tabellen 3 bis 6 dargestellt.

Tab. 3: Angaben zur Wasserausbringung

	HB / Syrah	FHIV / Riesling
Tropferabstand	80 cm	80 cm
Wassermenge je Tropfer und Stunde	ca. 1,6 l	ca. 1,6 l
Pflanzabstand	100 cm	120 cm
Wassermenge je Rebe und Stunde	ca. 2,0 l	ca. 2,4 l

Tab. 4: Bewässerungstermine, Dauer der Ausbringung (h) und Menge des ausgebrachten Wassers pro Stock (l) bei 'Syrah' im Jahr 2006

Datum	VAR 2		VAR 3	
	h	l	h	l
19.7. BBCH 79	4,5	10,4	9	20,7
25.7.	5,0	11,5	10	23,0
28.7.	4,5	10,4	9,0	20,7
3.8.	6,5	15,0	9,5	22,0
9.8.	4,5	10,4	9,0	20,7
14.8.	4,5	10,4	9,0	20,7
21.8. BBCH 83	4,5	10,4	8,0	18,4
Liter pro Stock und Jahr		78,5		146,2

BBCH 79: Ende des Traubenschlusses

BBCH 83: Fortschreiten der Beeren-Aufhellung

Tab. 5: Bewässerungstermine, Dauer der Ausbringung (h) und Menge des ausgebrachten Wassers pro Stock (l) bei 'Syrah' und 'Riesling' im Jahr 2007

Datum	VAR 2		VAR 3	
	h	l	h	l
3.7. BBCH 79	5	10,5	5	10,9
4.7.			5	11,3
13.7.	5	11,0	10	25,7
16.7.	5	10,1	5	10,5
17.7.			5	11,9
19.7.	5	10,8	5	11,3
20.7. BBCH 81			5	10,8
24.7.	5	10,1	10	21,1
1.8.	5	11,2	10	23,0
7.8	5	11,2	5	11,7
8.8. BBCH 83			5	11,6
Liter pro Stock und Jahr		74,9		159,8

BBCH 79: Ende des Traubenschlusses

BBCH 81: Beginn der Reife; Beeren beginnen hell zu werden

BBCH 83: Fortschreiten der Beeren-Aufhellung

Tab. 6: Bewässerungstermine, Dauer der Ausbringung (h) und Menge des ausgebrachten Wassers pro Stock (l) bei 'Syrah' und 'Riesling' im Jahr 2008

Datum	VAR 2		VAR 3	
	h:min	l	h:min	l
17.7. BBCH 79	5:05	9,5	10:05	20,4
22.7.	5:10	10,7	10:00	24,3
29.7.	7:00	15,7	10:00	24,3
31.7.	5:00	10,1	5:00	10,9
1.8.			4:55	10,2
5.8.	5:00	10,7	9:45	23,0
11.8.	5:15	12,0	10:00	23,0
18.8. BBCH 83	5:00	11,6	9:55	22,4
Liter pro Stock und Jahr		80,3		158,5

BBCH 79: Ende des Traubenschlusses

BBCH 83: Fortschreiten der Beeren-Aufhellung

Tab. 8: Kulturmaßnahmen mit Relevanz für den Wasserhaushalt im Quartier Harer-Böschung ('Syrah') am Beispiel des Jahres 2007

Datum	Tätigkeit	Anmerkung
2. Mai	Mähen	
11. Mai	Jäten	Doppeltriebe und Wasserschosse entfernen
21. Mai	Laubarbeit	Einstricken und Stämmchen putzen
5. Juni	Mähen	
12. Juni	Mähen	
8. August	Laubarbeit	Wipfeln und Teilentblätterung der Traubenzone
24. August	Mähen	
16. Oktober	Lese	Zeitpunkt der Reifeparameterauswertung

Tab. 7: Kulturmaßnahmen mit Relevanz für den Wasserhaushalt im Quartier Franzhauser IV ('Riesling') am Beispiel des Jahres 2007

Datum	Tätigkeit	Anmerkung
14. März	Bodenbearbeitung	Bodenvorbereitung mit der Bodenfräse für Frühjahrsgründung (kein Auffrieren der Ackerkrume aufgrund des milden Winters)
29. März	Aussaat	Kreiselegge-Kombination: Buchweizen (80 kg/ha) und Phacelia (20 kg/ha) in jeder zweiten Fahrgasse
16. April	Bodenbearbeitung	Mulchen der Wintergründung und des Rebholzes
8. Mai	Laubarbeit	Stämmchen putzen
21. Mai	Laubarbeit	Einstricken und Stämmchen putzen
24. Mai	Laubarbeit	Stämmchen putzen
25. Mai	Bodenbearbeitung	Mulchen der Wintergründungsreihen und Herbizideinsatz (1 % Roundup)
18. Juni	Laubarbeit	Bearbeitung mit dem Laubschneider
18. Juni	Bodenbearbeitung	Mulchen der Frühjahrsgründung
23. Juli	Bodenbearbeitung	Mulchen und Streifenbehandlung mit 1 % Rapir
9. August	Laubarbeit	Wipfeln und Teilentblätterung der Traubenzone
23. August	Laubarbeit	Teilentblätterung der Traubenzone
26. September	Lese	Zeitpunkt der Reifeparameterauswertung
12. Oktober	Sonstige Arbeiten	Einbringung von Kompost (jede 2. Reihe; ca. 20 t/ha)
22. Oktober	Aussaat	Kreiselegge-Saatkasten-Kombination: 100 kg/ha Winterroggen und 80 kg/ha Winterwicke in jeder zweiten Fahrgasse

Tab. 9: Traubendichte bei 'Riesling' und 'Syrah' in den Jahren 2006 bis 2008

	Syrah 25.9.2006	Riesling 25.9.2007	Syrah 25.9.2007	Riesling 8.10.2008	Syrah 24.9.2008
VAR 1	mittel bis dicht	mittel	mittel bis dicht	mittel bis dicht	dicht
VAR 2	dicht	mittel	dicht bis sehr dicht	mittel bis dicht	dicht
VAR 3	dicht	mittel bis dicht	dicht bis sehr dicht	mittel bis dicht	dicht

Kultur- und Pflanzenschutzmaßnahmen

In den Tabellen 7 und 8 sind am Beispiel des Jahres 2007 jene Kulturmaßnahmen angeführt, die für den Wasserhaushalt in den Versuchsquartieren relevant sind.

Bestimmung der Traubendichte

Die Bestimmung der Traubendichte erfolgt nach dem Deskriptor-Code „O.I.V. 204“. Sie errechnet sich als Mittelwert aller Trauben von zehn Trieben und ist für beide untersuchten Sorten in Tabelle 9 dargestellt.

Bestimmung des Blattwasserpotenzials

Das Blattwasserpotenzial entspricht mit umgekehrten Vorzeichen dem Druck, der notwendig ist, um das Wasser aus einem frisch abgeschnittenen Blatt durch den Blattstiel herauszupressen. Die Messung erfolgte mittels Scholander-Bombe (PWSC, 7" Vessel, G4 Specimen Holder, 40 bar Gauge, 32" Legs, Probenkammerhöhe 18 cm) (UMS GmbH, D-81379 München). Dazu wurden vor Sonnenaufgang frisch abgeschnittene Haupttrieblätter im Bereich der Traubenzone in eine Druckkammer eingespannt, wobei der Blattstiel durch eine gasdicht abgedichtete Öffnung nach außen ragt. Anschließend wird die Druckkammer mit Pressluft unter Druck gesetzt. Der anzulegende Druck, damit der erste Safttropfen an der Schnittstelle erscheint, entspricht dem Wasserpotenzial im Moment seiner Entnahme. In der Nacht gleicht sich das Wasserpotenzial der Rebor-gane dem Wasserpotenzial des Bodens allmählich an. Die beiden Potenziale liegen vor Sonnenaufgang auf etwa gleicher Höhe. Die festgestellten Messwerte erlauben daher Rückschlüsse auf die aktuelle Wasserversorgungssituation und spiegeln die für die Wasseraufnahme erforderliche Saugspannung der Pflanze wider. Die bei allen drei Varianten beider Rebsorten gemessenen Blattwasserpotenziale sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tab. 10: Blattwasserpotenzial (MPa) der Rebsorten 'Riesling' und 'Syrah' vor Sonnenaufgang

	Riesling		Syrah	
	8.8.2007	29.7.2008	8.8.2007	29.7.2008
VAR 1	-0,67	-0,39	-0,78	-0,33
VAR 2	-0,51	-0,40	-0,68	-0,37
VAR 3	-0,33	-0,42	-0,45	-0,35

Bestimmung des Botrytisbefalls

Befallshäufigkeit (%) und Befallsstärke (%) wurden an sämtlichen Trauben von mindestens sechs Rebstöcken zur Vollreife vor der Lese visuell bewertet (Tab. 11). Die Befallshäufigkeit bewertet die Anzahl der Trauben, an denen Botrytis aufgetreten ist. Die Befallsstärke bewertet die Anzahl der mit Botrytis befallenen Beeren an den befallenen Trauben.

Tab. 11: Botrytisbefall der Rebsorte 'Riesling' am 6.10.2008

	BH (%)	BS (%)
VAR 1	27	15
VAR 2	31	20
VAR 3	26	16



Abb. 1: „Scholander-Bombe“ zur Messung des Blattwasserpotenzials



Abb. 2: Wasseraustritt aus dem Blattstiel des unter Druck gesetzten Blattes

Bestimmung von Ertrag, Traubengewicht, 100-Beerengewicht, Mostgewicht, Säure-, Stickstoff-, Magnesium- und Kaliumgehalt im Most

Der Ertrag wurde unmittelbar nach der Ernte in den Weingartenanlagen mit einer transportfähigen Waage Typ PLE, Baujahr 1991, 60 kg/20 g (Bizerba, A-1230 Wien) bestimmt. Die Bestimmung des 100-Beerengewichts erfolgte mittels Analysenwaage, Typ QT 6100-000V2, Industry 6100 g/0,1 g (Sartorius AG, D-37075 Göttingen). Die Entsaftung erfolgte mittels Saftzentrifuge (Santos Anneé 90, Typ 28) und die Filtration mit Hilfe von Faltenfiltern (Sartorius, Grade: 3 hw, 65 g/m², d = 150 mm, Qty = 100). Die Bestimmung des Zuk-

Tab. 12: Ertrag, Mostgewicht, Säure-, Kalium- und Stickstoffgehalt und 100-Beeren-gewicht bei 'Syrah'; Erntezeitpunkt: 19.10.2006

	Ertrag (kg/Stock)	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	Kalium (AAS, mg/l)	Stickstoff (OPA-NAC, mg/l)	100-Beeren- Gewicht (g)
VAR 1	1,98	20,9	7,1	1479	82	151
VAR 2	2,03	20,5	6,8	1533	111	165
VAR 3	1,96	20,6	7,0	1477	140	164

Tab. 13: Durchschnittliches Traubengewicht, 100-Beeren-gewicht, Mostgewicht, Kalium-, Magnesium- und Stickstoffgehalt im Most von 'Syrah'; Erntezeitpunkt 16.10.2007

	Traubengewicht (g)	100-Beeren- gewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Kalium (AAS, mg/l)	Magnesium (AAS, mg/l)	Stickstoff (OPA-NAC, mg/l)
VAR 1	179	148	17,6	1258	71	110
VAR 2	208	148	16,9	1302	65	132
VAR 3	222	155	16,9	1289	67	132

Tab. 14: Durchschnittliches Traubengewicht, 100-Beeren-gewicht, Mostgewicht, Säure-, Kalium- und Stickstoffgehalt im Most von 'Syrah'; Erntezeitpunkt 6.11.2008

	Traubengewicht (g)	100-Beeren- gewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	Kalium (AAS, mg/l)	Stickstoff (OPA-NAC, mg/l)
VAR 1	248	225	17,5	7,5	1510	136
VAR 2	233	222	17,1	7,4	1606	170
VAR 3	200	219	17,6	7,5	1680	175

Tab. 15: Durchschnittliches Traubengewicht, 100-Beeren-gewicht, Mostgewicht, Kalium-, Magnesium- und Stickstoffgehalt bei 'Riesling'; Erntezeitpunkt: 26.9.2007

	Traubengewicht (g)	100-Beeren- gewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Kalium (AAS, mg/l)	Magnesium (AAS, mg/l)	Stickstoff (OPA-NAC, mg/l)
VAR 1	128	137	16,8	913	63	78
VAR 2	130	142	17,5	937	70	85
VAR 3	132	144	17,9	964	69	85

Tab. 16: Durchschnittliches Traubengewicht, 100-Beeren-gewicht, Mostgewicht, Säure- und Stickstoffgehalt im Most bei 'Riesling'; Erntezeitpunkt: 20.10.2008

	Traubengewicht (g)	100-Beeren- gewicht (g)	Mostgewicht (°KMW)	Titrierbare Säuren (g/l)	Stickstoff (OPA-NAC, mg/l)
VAR 1	153	165	17,5	10,1	75
VAR 2	142	157	17,2	10,7	55
VAR 3	149	169	17,3	10,7	71

kergehalts erfolgte mittels Handrefraktometer (Bleeker, Zeist, Niederlande). Der Säuregehalt wurde durch Titration mit 2/15 normaler Blaulauge bis zum Umschlagspunkt (pH = 7) bestimmt.

Stickstoff-, Magnesium- und Kaliumgehalt im Most wurden mittels IAA-Verfahren analysiert. Die Analysenwerte für beide Sorten und alle untersuchten Jahre sind in den Tabellen 12 bis 16 dargestellt.

Abb. 3: Traube der Rebsorte 'Syrah', hohe Wassergabe, im September 2007



Abb. 4: Traube der Rebsorte 'Syrah', unbewässert, im September 2007



Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Versuche erfolgte mit dem Programmsystem SPSS. Es wurde ein Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Stichproben hinsichtlich ihrer Mittelwerte durchgeführt. Dabei wurde geklärt, ob sich die auftretenden Mittelwertunterschiede durch zufällige Schwankungen erklären lassen oder nicht. Der vorliegenden statistischen Analyse wurde die Testsituation Einfaktorielle ANOVA (Post-Hoc-Mehrfachvergleich) zugrunde gelegt. Die Varianzanalyse wurde mittels Tukey-Test durchgeführt. Dieser zeigt im Falle eines signifikanten Ergebnisses an, welche Mittelwerte sich statistisch voneinander unterscheiden. Folgende Signifikanzgrenzen wurden benutzt:

$P \leq 0,001$ = „sicher“

$P \leq 0,01$ = „hoch signifikant“

$P \leq 0,05$ = „signifikant“

Ergebnisse

Traubendichte

Aus Tabelle 9 ist für das Jahr 2006 bei 'Syrah' eine tendenziell höhere Traubendichte bei den beiden bewässerten Varianten im Vergleich zur Kontrolle ersichtlich. Tabelle 9 und die Abbildungen 3 und 4 machen auch deutlich, dass im Jahr 2007 die Wassergaben im Zeitraum 3. Juli bis 8. August eine Zunahme der Traubendichte bewirkten. Die statistische Auswertung ergab bei 'Riesling' zwischen VAR 1 und VAR 3 signifikante Unterschiede in der Traubendichte. Bei 'Syrah' ergab sich sowohl bei VAR 2 als auch bei VAR 3 eine sichere Erhöhung der Traubendichte im Vergleich zu VAR 1. Zwischen VAR 2 und VAR 3 konnten bei beiden Rebsorten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Im Jahr 2008 war kein Einfluss der Bewässerungsmaßnahmen im Zeitraum 17. Juli bis 18. August auf die Traubendichte erkennbar.

Blattwasserpotenzial vor Sonnenaufgang

Aus Tabelle 10 ist ersichtlich, dass sich die unterschiedliche Wasserversorgung der drei Versuchsvarianten im Jahr 2007 auf das Blattwasserpotenzial der Reben deutlich auswirkte. Es lag in Abhängigkeit von der Rebsorte am 8. August 2007 bei VAR 3 bei -0,33 und -0,45 MPa, bei VAR 2 bei -0,51 und -0,68 MPa und bei VAR 1 bei -0,67 und -0,78 MPa.

Im Jahr 2008 traten signifikante Unterschiede im Blattwasserpotenzial weder bei 'Riesling' noch bei 'Syrah' auf. Der wahrscheinliche Grund dafür waren die regelmäßigen und ausreichenden Niederschlagsmengen in den Monaten Juni und Juli 2008.

Botrytisbefall

Aus Tabelle 11 ist abzulesen, dass im Jahr 2008 ein Botrytisbefall bei 'Riesling' auftrat. Ein signifikanter Einfluss der Bewässerungsmaßnahmen war nicht erkennbar.

Ertrags- und Reifeparameter

Aus den in Tabelle 12 dargestellten Werten können keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten abgeleitet werden, da die Streuung innerhalb der Versuchsvarianten sehr hoch war.

In Tabelle 13 sind bei 'Syrah' tendenziell das geringste Traubengewicht, das höchste Mostgewicht, der niedrigste Kaliumgehalt und der niedrigste Stickstoffgehalt im Most bei VAR 1 abzulesen. Die Ergebnisse lassen sich jedoch nicht statistisch absichern.

Aus Tabelle 14 sind Unterschiede bei Traubengewicht, 100-Beerengewicht und Mostgewicht zwischen den einzelnen Varianten erkennbar. Diese lassen sich jedoch auf Grund der Streuung innerhalb der Varianten nicht statistisch absichern. Bei Kalium- und Stickstoffgehalt im Most traten bei VAR 1 geringere Werte im Vergleich zu den bewässerten Varianten auf.

In Tabelle 15 ist tendenziell ein Einfluss der Bewässerung auf Mostgewicht (°KMW) und Kaliumgehalt im Most (mg/l) bei 'Riesling' erkennbar. Die Ergebnisse lassen sich jedoch nicht statistisch absichern. Tendenziell zeigten sich bei allen analysierten Parametern (Traubengewicht, 100-Beerengewicht, Mostgewicht, Kaliumgehalt, Magnesiumgehalt, Stickstoffgehalt) bei VAR 1 die niedrigsten Werte.

Aus Tabelle 16 ist ersichtlich, dass bei den Parametern Traubengewicht, 100-Beerengewicht, Mostgewicht, Gehalt an titrierbarer Säure und Stickstoffgehalt im Most keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten auftraten.

Diskussion

Nach BAUER (2008) ist die Höhe der Wassergabe pro Bewässerungstermin vor allem vom Speichervermögen des Bodens und der Ungewissheit der nachfolgenden natürlichen Niederschläge abhängig. Das Ausgangsmaterial des Bodens im gegenständlichen Versuch ist nach FRIEDRIGER (1971) Flyschmaterial (Hangschutt, vorwiegend Kalksandstein). Darüber ist sandiger Lehm beziehungsweise Lehm mit mäßigem Grobanteil (Grus, Steine) gelagert (FRIEDRIGER, 1971). Der Humusgehalt liegt laut aktuellem Bodenuntersuchungsergebnis im mittleren Bereich (3,5 %). Der Boden ist alkalisch (pH-Wert = 7,3). Pro Bewässerungstermin sollten laut BAUER (2008) maximal 10 bis 15 Liter pro Rebstock ausgebracht werden. Je später diese Gaben verabreicht werden, umso geringer soll die einzelne Wassermenge pro Stock sein. Wassergaben sind nur bei geringen Bodenwasservorräten im Wurzelraum (30 bis 35 % nFK) oder Bodenwasserspannungen über -0,16 MPa (pF = 3,2) und in mäßigen Einzelgaben von etwa 8 l/m² sinnvoll (RUPP, 2002). Mit der moderaten Wassergabe in diesem Versuch werden diese Empfehlungen erreicht, mit der stärkeren Bewässerung deutlich überschritten.

In der aktuellen Versuchsanordnung mit drei Varianten wurde der Einfluss der Tropfbewässerung auf die Rebsorte 'Riesling' über zwei Jahre und auf die Rebsorte 'Syrah' über drei Jahre beobachtet. Dies erfolgte mittels Tropfbewässerung von 75 Liter beziehungsweise 160 Liter pro Stock an sieben Terminen im Zeitraum Traubenschluss bis Reifebeginn mit einer durchschnittlichen Einzelgabe von 10,7 Liter beziehungsweise 21,4 Liter pro Stock. Die Bewässerung hat eine Zunahme der Traubendichte in den eher trockenen Jahren 2006 und 2007, nicht jedoch im niederschlagsreichen Sommer 2008 bewirkt. Im Jahr 2007 verhielt sich das Blattwasserpotenzial der Reben proportional zu den verabreichten Wassermengen. Entscheidend sind dabei die verfügbaren Wassermengen in der Entwicklung der Trauben nach der Blüte, also Mitte Juni bis Ende Juli. Trotz größerer Regenmengen im Jahr 2007 war in den Sommermonaten zu wenig Niederschlag verfügbar. Folglich ist die Verteilung der Niederschlagsmenge genauso relevant wie die Menge.

Nach RUPP (2007 und 2008) wird die Überschreitung eines Gleichgewichtsdrucks von -0,2 MPa bei weißen Rebsorten bzw. -0,3 MPa bei roten Rebsorten als Grundlage erachtet, um mit qualitätsorientierten Bewässerungsmaßnahmen zu beginnen. Die von RUPP (2007 und 2008) und SCHULTZ (2003) angegebene Höhe

der Bewässerungsschwellenwerte konnte in den vorliegenden Ergebnissen nicht nachvollzogen werden. Nach SCHULTZ (1996) haben unbewässerte Reben der Rebsorte 'Syrah' frühmorgendliche Blattwasserpotenziale von bis zu -1,4 MPa und Reben der Rebsorte 'Grenache' am selben Standort Blattwasserpotenziale von bis zu -0,85 MPa erreicht. OKAMOTO et al. (2004) haben folgende drei Bewässerungsvarianten bei vier Jahre alten Reben der Sorte 'Chardonnay' auf 'SO4' untersucht: kontinuierliche Bewässerung bis zu einer Bodenwasserspannung von -0,01 MPa, keine Bewässerung ab 15 Tagen nach Reifebeginn (früher Stress) und keine Bewässerung ab 25 Tagen nach Reifebeginn (später Stress). In den beiden Varianten mit reduzierter Bewässerung wurden signifikant höhere Aminosäuregehalte gemessen. Im Gegensatz dazu fand sich der niedrigste Prolingehalt nach OKAMOTO et al. (2004) allerdings in der Variante mit der geringsten Wassergabe. Das Blattwasserpotenzial war in den beiden Varianten mit reduzierter Wassergabe im Vergleich zur kontinuierlich bewässerten Variante verringert (OKAMOTO et al., 2004). SOUZA et al. (2005) maßen in Untersuchungen bei der Rebsorte Castelão (*Vitis vinifera* L.) im südlichen Portugal Blattwasserpotenziale zwischen -0,2 MPa und -0,8 MPa. Dabei wurden der Wert -0,8 MPa bei der unbewässerten Variante und der Wert -0,2 MPa bei der voll bewässerten Variante ermittelt. Die Werte der Varianten „Teilzonenbewässerung“ und „Defizitbewässerung“ lagen im Bereich dazwischen. Das Beeren-gewicht und die Gehalte an Äpfel- und Weinsäure waren bei den unbewässerten Reben am geringsten (SOUZA et al., 2005). Saisonale Veränderungen im Blatt- und Stammwasserpotenzial und in der stomatären Leitfähigkeit bei bewässerten und unbewässerten Reben der Rebsorte 'Tempranillo' in den Jahren 2003 und 2004 wurden von INTRIGLIOLO und CASTEL (2006) ermittelt. Der Unterschied im vor Tagesanbruch gemessenen Blattwasserpotenzial zwischen den bewässerten und den nicht bewässerten beziehungsweise durch den Regen versorgten Reben begann sich ab Ende Juni zu vergrößern. Diese Differenz stieg während der weiteren Saison an. Dabei blieben die Werte des Blattwasserpotenzials der bewässerten Reben zwischen -0,15 und -0,3 MPa konstant, während bei den nicht bewässerten Varianten Werte von -0,54 MPa Mitte August 2003 und -0,4 MPa im August 2004 gemessen wurden (INTRIGLIOLO und CASTEL, 2006). SHACKEL (2007) ermittelte den Tagesverlauf des Blattwasserpotenzials an sechs Terminen im Jahr 2001. Dabei wurden immer ähnliche Verläufe mit Minimalwerten am Nachmittag zwischen

zwei und drei Uhr festgestellt. Die Unterschiede im Blattwasserpotenzial zwischen bewässerten und nicht bewässerten Reben nahmen im Verlauf des Vegetationsjahres zu, wobei die Differenzen am Nachmittag wesentlich größer waren als vor Sonnenaufgang. Das frühmorgendliche Blattwasserpotenzial zeigte nach ZSÓFI et al. (2009) größere Unterschiede im Wasserangebot zwischen zwei verschiedenen Weingartenstandorten als das zu Mittag gemessene. Die im Jahr 2003 gemessenen Werte lagen bei der Rebsorte 'Kékfrankos' am Standort Eger-Nagyeged zwischen -0,3 und -0,35 MPa und am Standort Eger-Kólyuktető zwischen -0,1 und -0,15 MPa. CHACÓN et al. (2009) stellten in Abhängigkeit von der Intensität der Bewässerung im Entwicklungszeitraum „Blüte“ bis „Beginn der Beerenverfärbung“ frühmorgendliche Blattwasserpotenziale bis zu -0,6 MPa fest. Während der Entwicklungsphasen „Beginn der Beerenverfärbung“ und „Reife“ lagen die gemessenen Werte im Bereich zwischen -0,2 MPa und -0,8 MPa.

In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich bei 'Riesling' im Jahr 2007 ein positiver Einfluss der Bewässerung auf das Mostgewicht (°KMW) und den Kaliumgehalt im Most (mg/l). Die Ergebnisse ließen sich jedoch nicht statistisch absichern. Dabei zeigten sich bei allen analysierten Parametern (Traubengewicht, 100-Beeren-gewicht, Mostgewicht, Kaliumgehalt, Magnesiumgehalt, Stickstoffgehalt) bei VAR 1 tendenziell die niedrigsten Werte. Auch RUPP (2005) beschreibt in fast jedem Jahr eine Steigerung der Mostgewichte durch die Bewässerung. Im Mittel konnten demnach Steigerungen von 2 bis 4 °Oechsle bei einer Spanne von bis zu 10 °Oechsle in Einzeljahren erreicht werden. Außerdem wurde mit Ausnahme des Jahres 2003 die bereits bekannte Erhöhung der titrierbaren Gesamtsäure durch die Bewässerung bestätigt. SANTOS et al. (2005) konnten keine signifikanten Einflüsse auf den Zuckergehalt der Beeren und den pH-Wert durch die unterschiedlichen Bewässerungsmaßnahmen „Teilzonenbewässerung“, „Defizitbewässerung“ und „normale Bewässerung“ im Vergleich zu nicht bewässerten Reben ermitteln. Dabei wurde zweimal pro Woche im Zeitraum zwischen Mitte Juni und 3. September (eine Woche vor der Lese) bewässert (SANTOS et al. 2005). Nach SCHIES und RIEDEL (2004) wiesen die bewässerten Varianten höhere Traubenerträge auf als die Kontrolle, und bei den Varianten mit größeren Bewässerungsmengen fanden sich auch deutlich mehr hefeverwertbare Stickstoffverbindungen im Most. Im vorliegenden Versuch traten im Versuchsjahr 2008 bei 'Riesling' hingegen keine Unter-

schiede zwischen den Versuchsvarianten bei den Parametern Traubengewicht, 100-Beerengewicht, Mostgewicht, Gehalt an titrierbaren Säuren und Stickstoffgehalt im Most auf. Auch PRIOR (2008a) konnte durch die Tropfbewässerung im Steilhang in keinem Untersuchungs-jahr den Gehalt an hefeverwertbarem Stickstoff in den Trauben steigern. Bei der Rebsorte 'Syrah' konnten im gegenständigen Versuch im Jahr 2006 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden, da die Streuung innerhalb der Versuchsvarianten sehr hoch war. Weiters wurde im Jahr 2007 tendenziell das geringste Traubengewicht, das höchste Mostgewicht, der niedrigste Kaliumgehalt und der niedrigste Stickstoffgehalt im Most bei der unbewässerten Variante festgestellt. Ebenso waren im Jahr 2008 im vorliegenden Versuch bei der Rebsorte 'Syrah' Unterschiede beim Traubengewicht, 100-Beerengewicht und Mostgewicht zwischen den einzelnen Varianten erkennbar. Diese ließen sich jedoch auf Grund der Streuung innerhalb der Varianten nicht statistisch absichern. Bei Kalium- und Stickstoffgehalt im Most traten bei der unbewässerten Variante geringere Werte im Vergleich zu den bewässerten Varianten auf. Dies steht im Gegensatz zu PRIOR (2008a), bestätigt aber die Ergebnisse von SCHIES und RIEDEL (2004). SCHULTZ (1996) stellte bei wassergestressten Reben der Sorte 'Syrah' die gleichen Zuckerkonzentrationen und Farbdichten wie bei den bewässerten Kontrollreben fest, obwohl das frühmorgendliche Blattwasserpotenzial Werte bis zu -1,4 MPa erreichte. STEVENS et al. (2008) haben einen von der Unterlagsrebsorte abhängigen Einfluss der Bewässerung auf den Reifeverlauf von 'Chardonnay' ermittelt. Der Reifeverlauf dieser Rebsorte auf der Unterlagsrebe 'Ramsey' wurde durch die Bewässerung nicht beeinflusst. Es zeigte sich hingegen im Jahr 2002 ein positiver Einfluss durch die reduzierte Bewässerung auf den Reifeverlauf der auf die Unterlagsreben '110 Richter' und 'K51-40' aufgepfropften Reben. Im Jahr 2002 verringerte die reduzierte Bewässerung den Reifeverlauf der auf die Unterlagsrebe 'Paulsen 1103' veredelten Reben, während im Jahr 2003 der Reifeverlauf durch diese Maßnahme erhöht wurde (STEVENS et al., 2008). Betrachtet man das Mostgewicht als Qualitätskriterium, so sind laut PRIOR (2008a) die Tropfbewässerung und die Bodenabdeckung in der Lage, die Weinqualität zu steigern. Auch der zuckerfreie Extrakt kann in Abhängigkeit vom Jahrgang durch die Tropfbewässerung und vor allem durch die Bodenabdeckung mehr oder weniger deutlich gesteigert werden (PRIOR, 2008a). Auf Trockenstandorten vermag nach PRIOR (2006a und

2006b) eine sachgerechte Bewässerung sowohl die Vitalität der Reben zu verbessern als auch die Ertragsleistung zu sichern. Durch eine Bewässerung lassen sich demnach dort auch die Mostgewichte deutlich steigern, welche auf Grund der geringeren Erträge meistens stärker ausfallen als vergleichsweise bei einer Bodenabdeckung. Nach PRIOR (2008a) ist eine sachgerechte Tropfbewässerung in der Regel weniger ertragssteigernd als eine Bodenabdeckung und kann auf Trockenstandorten der Ertragssicherung und Stockerhaltung dienen. Diese bedarf jedoch einer exakten Steuerung des Zeitpunkts und der Wassermengen. Unter diesen Voraussetzungen sind auf Trockenstandorten auch in Jahren wie 2007 deutliche Mostgewichtssteigerungen möglich (PRIOR, 2008a). Auch REUTHER (2005) konnte in den Jahren 2003 und 2004 mit Bewässerungsmaßnahmen Erfolge erzielen. Demnach zeigten sich vor allem im Jahrhundertssommer 2003 die positiven Effekte. Es kam aber auch im Jahr 2004 zu einer deutlichen Ertragssicherung bei gleichzeitig hohen Mostgewichten.

Literatur

- ACEVEDO-OPAZO, C., TISSEYRE, B., OJEDA, H., ORTEGA-FARIAS, S. and GUILLAUME, S. 2008: Is it possible to assess the spatial variability of vine water status? *J. Int. Sci. Vigne Vin* 42(4): 203-219
- BADER, W. 2002: Wasser marsch - Bewässerung im Weinbau. *Dt. Weinbau* (16): 12-13
- BAUER, K. (2008): Weinbau. 8. Aufl. - Wien: Österr. Agrarverlag, 2008
- BECKER, A. 2007: Bewässerung in Chile. Andenwasser in neuen Schläuchen. *Dt. Weinmagazin* (6): 14-15
- CHACÓN, J.L., GARCÍA, E., MARTÍNEZ, J., ROMERO, R. and GÓMEZ, S. 2009: Impact of the vine water status on the berry and seed phenolic composition of 'Merlot' (*Vitis vinifera* L.) cultivated in a warm climate: Consequence for the style of wine. *Vitis* 48(1): 7-9
- FEICHTER, M. 2006: Neue Ansätze zur Steuerung der Bewässerung im Weinbau. *Obstbau Weinbau* 43(5): 144-146
- GRUBER, B.R. und SCHULTZ, H.R. 2007: Botrytis, Begrünung und Bewässerung. *Dt. Weinmagazin* (6): 20-22
- FRIEDRIGER, W. (1971): Österreichische Bodenkartierung: Kartierung von Versuchsflächen der Höheren Bundeslehr- und Versuchsanstalt Klosterneuburg. -Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1971
- INTRIGLIOLO, D.S. and CASTEL, J.R. 2006: Vine and soil-based measures of water status in a Tempranillo vineyard. *Vitis* 45(4): 157-163
- MOSLER, T.C. 2007: Bewässerung muss genau gesteuert sein. *Bad. Winzer* 32(4): 60-63
- OKAMOTO, G., KUWAMURA, T. and HIRANO, K. 2004: Effects of water deficit stress on leaf and berry ABA and berry ripening in Chardonnay grapevines (*Vitis vinifera*). *Vitis* 43(1): 15-17
- PERTOLL, G. 2008: Bodenfeuchtigkeitsmessung - Grundlage für die Bewässerung im Weinbau. *Obstbau Weinbau* 45(5): 145-149

- PORTEN, M., KOHL, E. und HERMEN, S. 2007: Low Cost Messapparatur (LCM06) zur Feststellung der Bewässerungswürdigkeit. Dt. Weinmagazin (3): 30-32
- PRIOR, B. 2006a: Was bringt eine Tropfbewässerung? Dt. Weinbau (5): 14-17
- PRIOR, B. 2006b: Versuchergebnisse aus Rheinhessen. Tropfbewässerung als Antwort auf Trockenstress? Dt. Weinmagazin (5): 22-27
- PRIOR, B. 2007: Tropfbewässerung oder effizientere Nutzung der Niederschläge? Dt. Weinmagazin (6): 26-32
- PRIOR, B. 2008a: Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserversorgung auf Trockenstandorten. Auch 2007 notwendig? Dt. Weinmagazin (7): 10-15
- PRIOR, B. 2008b: Juli 2008: Aktuelle Wasserversorgung. Dt. Weinmagazin (14): 8-10
- REDL, H., RUCKENBAUER, W. und Traxler, H. (1996): Weinbau heute - Handbuch für Beratung, Schulung und Praxis. - Graz: Stocker, 1996
- REDL, H. 2007: Nachhaltige Auswirkungen auf die weinbauliche Nutzung, Teil 2: Wasserqualität und Management bei Bewässerung. Der Winzer 63(7): 6-9
- REDL, H. 2008: Ergebnisse aus trockenen Weinbaulagen Österreichs, Teil 3: Tropfbewässerung zur Qualitätsoptimierung. Der Winzer 64(4): 22-27
- Reuther, H. und WANNEMACHER, F. 2005: Bewässerung in Österreich. Kein Tropfen auf den heißen Stein. Dt. Weinmagazin (1): 34-37
- REUTHER, H. 2005: Bewässerung im Weinbau. Der Weinbau (8): 18-21
- RUPP, D. 2002: Bewässerung im Weinbau gezielt einsetzen. Rebe & Wein 55(8): 29-30
- RUPP, D. 2005: Tropfbewässerung: mehrjährige Ergebnisse. Dt. Weinbau (5): 14-17
- Rupp, D. 2007: Den Bewässerungsbedarf erkennen: Scholander-Bombe für die Praxis. Rebe & Wein 60(5): 25-27
- RUPP, D. 2008: Bewässerung: Kostenbewusst und zielgenau. Rebe & Wein 61(5): 21-24
- SANTOS, T.P., LOPES, C.M., RODRIGUES, M.L., DE SOUZA, C.R., RICARDO-DA-SILVA, J.M., MAROCO, J.P., PEREIRA, J.S. and CHAVES, M.M. 2005: Effects of partial root-zone drying irrigation on cluster microclimate and fruit composition of field-grown Castelao grapevines. *Vitis* 44 (3): 117-125
- SCHIES, W. und RIEDEL, M. 2004: Bewässerung im Weinbau. Bad. Winzer 29(3): 28-31
- SCHULTZ, H. R. 1996: Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. *Acta Horticulturae* (427): 251-266
- SCHULTZ, H.R. 2000: Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. *Austral. J. Grape Wine Res.* 6(1): 2-12
- SCHULTZ, H.R. 2002: Inhaltsstoffbildung während der Beerenreife. Dt. Weinbau (22): 22-25
- SCHULTZ, H.R. 2003: Qualitätsorientierte Bewässerung. Dt. Weinbau (14): 32-35
- SCHULTZ, H.R. 2007a: Klimawandel und Tropfbewässerung. Extreme Flexibilität. Dt. Weinmagazin (6): 23-25
- SCHULTZ, H.R. 2007b: Veränderungen im Klima - Konsequenzen für den Einsatz der Tropfbewässerung. *Obstbau Weinbau* 44(6): 193-195
- SHACKEL, K.A. 2007: Water relations of woody perennial plant species. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 41(3): 121-129
- SOUZA, C.R., MAROCO, J.P., DOS SANTOS, T.P., RODRIGUES, M.L., LOPES, C.M., PEREIRA, J.S. and CHAVES, M.M. 2005: Grape berry metabolism in field-grown grapevines exposed to different irrigation strategies. *Vitis* 44(3): 103-109
- STEVENS, R.M., PECH, J.M., GIBBERD, M.R., WALKER, R.R., JONES, J.A., TAYLOR, J. and NICHOLAS, P.R. 2008: Effect of reduced irrigation on growth, yield, ripening rates and water relations of Chardonnay vines grafted to five rootstocks. *Austral. J. Grape Wine Res.* 14(3): 177-190
- STOLL, M. 2005: Gezielt bewässern - bewusst stressen. Dt. Weinbau (9): 24-25
- ZSÓFI, Z., GÁL, L., SZILÁGYI, Z., SZÜCS, E., MARSCHALL, M., NAGY, Z. and BÁLO, B. 2009: Use of stomatal conductance and pre-dawn water potential to classify terroir for the grape variety Kékfrankos. *Austral. Grape Wine Res.* 15(1): 36-47

Manuskript eingelangt am 6. Mai 2009