

Einfluß der Wasserversorgung auf Wachstum, Gaswechsel und Substanzproduktion traubentragender Reben

III. Die Substanzproduktion

von

R. EIBACH und G. ALLEWELDT

Influence of water supply on growth, gas exchange and substance production of fruit-bearing grapevines

III. Substance production

S u m m a r y : The influence of water supply of fruit-bearing and vegetatively growing vines on dry matter production and on yield and quality has been investigated during the years 1979 and 1980.

1. Dry matter production is significantly reduced by soil drought, root growth being less influenced than shoot growth. Comparing well watered plants with dry-cultivated ones, no differences are found in the total production of vegetatively growing and fruit-bearing vines. The fruit, however, reduced the dry matter production of all vegetative organs, particularly root growth under drought conditions. Despite reduction of the vegetative growth the total amount of shoot and cluster weight of fruit-bearing vines is in all cases higher than shoot weight of vegetatively growing plants.
2. The different effect of drought and fruit production on shoot and root growth caused a pronounced alteration of the shoot-to-root ratio: This ratio being low at a low water supply, and high in fruit-bearing plants.
3. A significant correlation between net photosynthesis and net assimilation rates was obtained. The correlation coefficients range between $r = +0.90$ and $r = +0.95$.
4. An optimum water supply during growth stage I of the grape berry results in a significant increase of yield via increased single-berry weight whereas no increase in yield (Müller-Thurgau) or only a slight increase (Bacchus) occurs when drought conditions during stage III of berry growth are counteracted by a surplus watering.
5. A sufficient water supply, particularly in stage I of berry growth, leads to an increased acid content of the berry.

Key words : soil, water, growth, berry, yield, must quality, variety of vine, drought, resistance.

Einleitung

Der in den letzten Jahrzehnten zu beobachtende Rückgang des Rebenanbaus am Hang und eine gleichzeitige Ausbreitung in der Ebene ist neben anderen Faktoren auch auf die in den Hanglagen häufig festzustellenden Ertrags- und Qualitätsdepressionen durch Wassermangel zurückzuführen. Die Umstellung von wurzelechten Reben auf Pfropfreben und die damit verbundenen Ertragssteigerungen, die ihrerseits wiederum mit einem erhöhten Wasserbedarf der Reben gekoppelt sind, förderten diese Entwicklung (BOSIAN 1955; ZIMMERMANN 1955; GEISLER 1957; ALDINGER 1964; VAN DER WESTHUIZEN 1974).

Eine Vielzahl von Untersuchungen beschäftigten sich daher mit der Reaktion der Rebe auf geringe Wasserversorgung. So berichten GOOSEN (1956), VAADIA und KASIMATIS (1961), ALLEWELDT (1963/64 a und b), ALEXANDER (1965), ERLLENWEIN (1965), GOROSHKO

(1972), BUTTROSE (1974), HOFÄCKER (1974, 1977), CHRISTENSEN (1975), MAGRISO (1979), BETTNER und DIESLER (1980) und BECKER und ZIMMERMANN (1983) von einer Verringerung des Triebwachstums sowie von einer Reduktion der vegetativen Substanzproduktion. Umgekehrt erzielten KOHNLECHNER (1958), FURI (1964), BRANAS und VERGNES (1965, 1966), BRANAS (1967), KIEFER und STEINBERG (1974), SAFRAN *et al.* (1975), STEINBERG (1976, 1978), MÜLLER (1978, 1980) und BALZHAUSER (1979) in Freilandversuchen eine höhere vegetative Substanzproduktion durch Bewässerung.

Die Substanzproduktion, vor allem aber die Ausbildung der vegetativen Organe, wird nicht unwesentlich von der Frucht — Traubenbehang — beeinflusst. MAGGS (1963), CLAUSEN (1975) und QUAST (1975, 1977) konnten an mehreren Kulturpflanzen zeigen, daß durch die Frucht die Ausbildung der vegetativen Organe wie Wurzel, Stengel und Blätter reduziert wird. Inwieweit dies auch für Reben zutrifft und welche Konsequenzen dies auf das Verhalten der Rebe bei Trockenheit hat, war ein Teil der Fragestellung der vorliegenden Untersuchungen.

Auch die für die Praxis letztendlich entscheidende Frage nach dem Einfluß der Wasserversorgung auf Ertrag und Qualität wurde in einer Reihe von Untersuchungen aufgegriffen. Beerenertragssteigerungen durch Bewässerung wurden von KLENK (1948), HENDRICKSON und VEIHMAYER (1951), VAADIA und KASIMATIS (1961), BRANAS und VERGNES (1965, 1966), BRANAS (1967), BRÜNDLMAYER (1968), ALEXANDRESCU (1968), TONCHEV (1972, 1973, 1977), KIEFER und STEINBERG (1974), MAGRISO *et al.* (1973), HARDIE und CONSIDINE (1976), FURI und KOZMA (1977), ADZHIEV und KURBANOV (1978), FURI (1976, 1977), MÜLLER (1978, 1980), SPAYD und MORRIS (1978 a, 1978 b), STEINBERG (1978), BALZHAUSER (1979), FREEMAN *et al.* (1979) und NAKANO *et al.* (1978) erzielt.

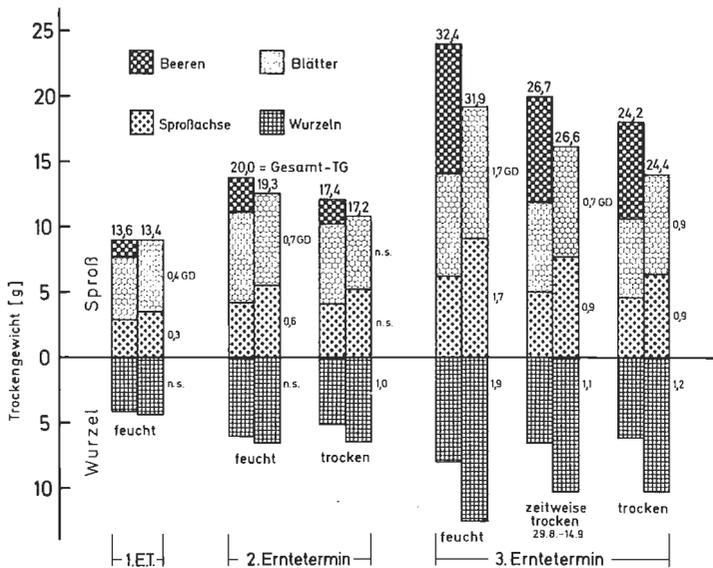


Abb. 1: Einfluß der Bodenfeuchte auf die Substanzproduktion vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau. (E.T. = Erntetermin; GD = Grenzdifferenz für 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit).

Influence of soil water content on substance production of vegetatively growing and fruit-bearing vines of the cultivar Müller-Thurgau. (E.T. = harvesting time; GD = LSD at P 5 %).

Hinsichtlich der Traubenqualität sind die vorliegenden Ergebnisse jedoch sehr indifferent. So berichten KLENK (1948), GOEDECKE (1966, 1967), CERNY *et al.* (1968), BALLATORE *et al.* (1970), TONCHEV (1973), GERHARD (1974), LOMBARDO (1973), MAGRISO *et al.* (1973), HARDIE und CONSIDINE (1976), BOURZEIX *et al.* (1977), ADZHIEV und KURBANOV (1978), FÜRI (1976) und LOMBARDO *et al.* (1977) von einem höheren Zuckergehalt bewässerter Reben, während VEIHMAYER und HENDRICKSON (1957), BRANAS und VERGNES (1965), BALLATORE *et al.* (1970), ORIOLANI (1974), CHRISTENSEN (1975), NEJA *et al.* (1977) und FÜRI (1977) keine unterschiedlichen Zuckergehalte bei bewässerten und unbewässerten Reben feststellen konnten. Eine Qualitätsminderung durch Bewässerung beobachteten HENDRICKSON und VEIHMAYER (1951), VAADIA und KASIMATIS (1961), BRANAS (1967), TONCHEV (1973), LOINGER (1978), MÜLLER (1978), SPAYD und MORRIS (1978 a) und FREEMAN *et al.* (1980).

Die wechselnden Witterungsverhältnisse in den einzelnen Jahren sowie die unterschiedliche Versuchsanstellung vor allem im Hinblick auf die Wasserversorgung in den einzelnen Entwicklungsstadien der Pflanze erschweren einen Vergleich der unterschiedlichen Ergebnisse. Da die Ansichten hinsichtlich des Einflusses der Wasserversorgung auf die Traubenqualität bisher kontrovers geblieben sind, wurde diese Frage erneut aufgegriffen.

Material und Methoden

Die Anzucht und Kultivierung der Versuchspflanzen erfolgte nach EIBACH und ALLEWELDT (1983).

Die Nettoassimilationsleistung E in $\text{mg TG}/\text{dm}^2$ Blattfläche $\cdot d$ wurde in Anlehnung an ŠESTAK *et al.* (1971) nach folgender Formel errechnet:

$$E = \frac{W_2 - W_1}{A_2 - A_1} \cdot \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1}$$

W = Trockengewicht (mg)
 A = Blattfläche (dm^2)
 t = Zeit (d)

Ergebnisse

1. Einfluß der Bodenfeuchte auf die Substanzproduktion

Wie aus Abb. 1 hervorgeht, reduziert eine geringere Wasserversorgung die Substanzproduktion vegetativer und traubentragender Pflanzen in der Zeit vom 1. Erntetermin zum 2. Erntetermin im Mittel um 2,4 g (= 12 %). Diese Differenz zwischen dem Trockensubstanzertrag dauernd feucht und dauernd trocken kultivierter Pflanzen steigt bis zum 3. Erntetermin auf 7,9 g (= 25 %) an. Der Substanzertrag der wiederan- gefeuchteten Variante liegt zwischen den beiden Extremvarianten.

Beachtenswert ist das Ergebnis, daß zu allen Ernteterminen und in allen Wasserversorgungsstufen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der gesamten Substanzproduktion vegetativer und traubentragender Pflanzen auftreten.

Der Einfluß der Traube zeigt sich zum 1. Erntetermin mit einer signifikanten Reduktion des Sproßachsen- und Blatttrockengewichtes. Die durch die Traube bedingte Wachstumshemmung aller anderen Pflanzenorgane wird mit fortschreitendem Pflanzenalter immer deutlicher, so daß zu Versuchsende in allen Wasserversorgungsstufen Wurzel-, Sproßachsen- und Blatttrockengewichte hochsignifikant reduziert sind.

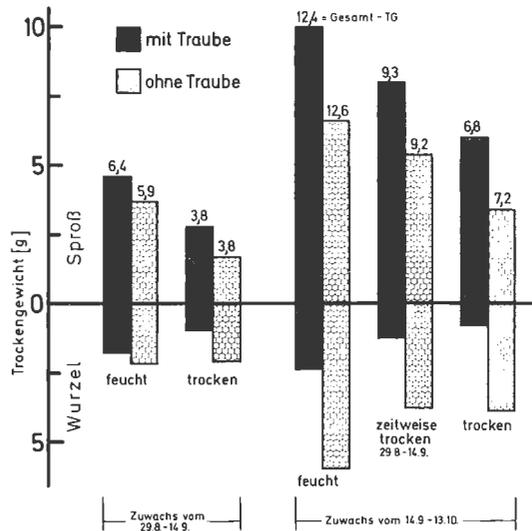


Abb. 2: Einfluß der Bodenfeuchte auf den Substanzzuwachs vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau.

Influence of soil water content on the increase of substance production of vegetatively growing and fruit-bearing vines of the cultivar Müller-Thurgau.

Auch zeigt sich eine Abhängigkeit der Substanzbildung aller Pflanzenorgane von der Höhe des Beerenertrages innerhalb einer Feuchtestufe, die durch folgende Korrelationskoeffizienten zum Ausdruck kommt: Sproßachse: $r = -0,82$; Blatt: $r = -0,77$; Wurzel: $r = -0,75$.

Trotz des negativen Einflusses der Traube auf das vegetative Wachstum der Pflanze ist die oberirdische Stoffproduktion höher als bei vegetativ wachsenden Pflanzen. Der Zuwachs zwischen den einzelnen Ernteterminen macht dies noch augenfälliger (Abb. 2): Die Substanzzunahme des Sprosses traubentragender Pflanzen ist deutlich erhöht, der Zuwachs der Wurzel deutlich vermindert, besonders bei fortgeschrittener Beerenerentwicklung. Dies drückt sich in den Relativzahlen aus, wonach die Substanzzunahme des Sprosses zwischen den beiden ersten Ernteterminen um 24 % (Feuchtkultur) bzw. um 53 % (Trockenkultur) und zwischen den beiden letzten Ernteterminen um 52 % (Feuchtkultur) bzw. 76 % (Trockenkultur) gegenüber den vegetativ wachsenden Pflanzen erhöht ist. Für die Hemmung des Wurzelwachstums gelten ähnliche Relationen.

Die durch die Traube bedingte veränderte Substanzproduktion der einzelnen Pflanzenorgane sowie die unterschiedliche Reaktion traubentragender und vegetativ wachsender Pflanzen auf die reduzierte Wasserversorgung führt zu einer Verschiebung des Sproß-Wurzel-Verhältnisses (Abb. 3). Vegetativ wachsende Pflanzen zeigen im Verlauf der Vegetation ein fallendes und damit sich zugunsten der Wurzel verschiebendes Sproß-Wurzel-Verhältnis. Diese Tendenz wird durch Bodentrockenheit verstärkt. Genau umgekehrt reagieren traubentragende Pflanzen: Es kommt zu einer relativ stärkeren Substanzbildung des Sprosses, besonders bei trocken kultivierten Pflanzen. Das Wurzelwachstum traubentragender Pflanzen wird also eingeschränkt — ein Effekt, der durch Bodentrockenheit noch verstärkt wird.

Die Ergebnisse aus anderen Versuchsjahren zeigen hiermit eine gute Übereinstimmung (s. EIBACH 1981).

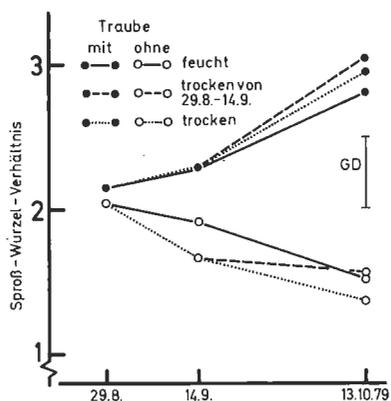


Abb. 3: Einfluß der Bodenfeuchte auf das Sproß-Wurzel-Verhältnis vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau (GD = Grenzdifferenz für 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit).

Influence of soil water content on the shoot-to-root ratio of vegetatively growing and fruit-bearing vines of the cultivar Müller-Thurgau (GD = LSD at P 5 %).

2. Die Beziehung zwischen Substanzproduktion und Gaswechsel

In Tabelle 1 sind die errechneten Nettoassimilationsleistungen dargestellt. Bodentrockenheit führt zu einer durchschnittlichen Reduktion von 29 %. Der im Jahr 1980 gewählte „mildere Wasserstreß“ bei den Trockenvarianten zeigt sich vor allem in der traubentragenden Trockenvariante der Rebsorte Müller-Thurgau, deren Nettoassimilationsleistung mit 24 % deutlich geringer reduziert ist als im Jahr 1979 mit 35 %. Der Vergleich der Nettoassimilationsleistungen traubentragender und vegetativ wachsender Pflanzen ergibt in allen Fällen eine Steigerung bei den traubentragenden Varianten, die zwischen 5 und 27 % liegt. Die vor allem in der Feuchtkultur zu beobachtende höhere Steigerung im Jahr 1979 ist sicherlich auf den in diesem Jahr höheren Anteil des Beerengewichtes in Relation zum Gesamtgewicht zurückzuführen.

Bei einem Sortenvergleich zeigt sich die in allen Varianten höhere Nettoassimilationsleistung der Rebsorte Bacchus.

Die Korrelationskoeffizienten zwischen der Nettoassimilationsleistung und der an den Versuchspflanzen ermittelten Nettophotosyntheseraten (s. EIBACH und ALLEWELDT 1984) betragen für 1979: $r = +0,90$ und für 1980: $r = +0,95$. Beide Korrelationskoeffizienten sind hochsignifikant abzusichern, so daß aufgrund dieser engen Beziehung unter definierten Bedingungen der Nettoassimilationsratemessung (s. ALLEWELDT *et al.* 1982) und bei Kenntnis der gesamten Blattfläche aus der Nettophotosyntheserate eines Blattes auf die Substanzproduktion der Pflanze geschlossen werden kann.

3. Einfluß der Bodenfeuchte auf Ertrags- und Qualitätsparameter

Die Auswirkungen einer unterschiedlichen Wasserversorgung auf Beerenertrag und Qualität sind in Tabelle 2 A) zusammengestellt. Die mittlere Beerenzahl je Pflanze schwankt zwischen 72 und 101. Wenngleich zum 2. resp. 3. Erntetermin jeweils eine etwas höhere Beerenzahl in der Feuchtkultur zu erkennen ist, so ist diese Streuung als zufällig anzusehen.

Tabelle 1

Einfluß der Wasserversorgung auf die Nettoassimilationsleistung vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorten Müller-Thurgau und Bacchus

Influence of water supply on net assimilation rates of vegetatively growing and fruit-bearing vines of the cultivars Müller-Thurgau and Bacchus

Jahr	Wasser- versor- gung % WK	Variante	Müller-Thurgau			Bacchus		
			mg TG dm ² · d	Relativ		mg TG dm ² · d	Relativ	
				Veget.	Feucht		Veget.	Feucht
1979	80	Vegetativ	20,6	100	100			
	80	Mit Traube	26,1	127	100			
	30 und 80 ¹⁾	Vegetativ	18,4	100	89			
	30 und 80 ¹⁾	Mit Traube	21,9	119	84	—	—	—
	30	Vegetativ	15,7	100	76			
	30	Mit Traube	17,0	108	65			
1980	80	Vegetativ	29,1	100	100	33,1	100	100
	80	Mit Traube	30,5	105	100	34,9	105	100
	40	Vegetativ	21,5	100	74	21,7	100	66
	40	Mit Traube	23,3	108	76	24,3	112	70

¹⁾ 30 % WK vom 29. 8. bis 14. 9. und 80 % WK vom 15. 9. bis 13. 10.

Die Zunahme des Einzelbeerengewichts wird in der Zeitspanne vom 1. zum 2. Erntetermin besonders stark gehemmt. So ist das Einzelbeerengewicht der trocken kultivierten Pflanzen am 14. 9. mit 0,24 g gegenüber der Feuchtvariante mit 0,35 g etwa um 1/3 (31 %) vermindert. Hingegen beträgt die Reduktion des Einzelbeerengewichtes in der Trockenkultur zu Versuchsende am 13. 10. nur noch 0,13 g oder 18 %. Die wieder angefeuchtete Variante liegt mit 0,67 g je Beere zwischen den Extremen. Der Beerenertrag je Pflanze der Feuchtkultur führt zu einer Ertragssteigerung von 46 % gegenüber der Trockenkultur bzw. von 16 % im Vergleich zur wieder angefeuchteten Variante. Der Säuregehalt erreicht mit 32,9 g/l (Trockenkultur) bzw. 28,5 g/l (Feuchtkultur) am 14. 9. den höchsten Wert. Zu Versuchsende ist die Relation mit einem höheren Säuregehalt feucht kultivierter Pflanzen umgekehrt. Im Gegensatz zur Feuchtkultur ist der Zuckergehalt in der Trockenkultur zum 2. Erntetermin deutlich erhöht. Dies deckt sich mit Beobachtungen im Freiland, wonach Trockenheit zu einem früheren Einsetzen der Reifephase führt (FREEMAN *et al.* 1980). Zu Versuchsende ist der Zuckergehalt trocken kultivierter und wieder angefeuchteter Pflanzen mit jeweils 12,5 % um 1,3 % gegenüber der Feuchtvariante gesteigert. Der Zuckerertrag steigt vom 1. zum 2. Erntetermin nur wenig. Trockenheit beeinflusst bis zu diesem Beerenentwicklungsstadium den Zuckerertrag kaum. Bis Versuchsende erhöht sich der Zuckerertrag noch um das 5- bis 6fache, wobei der Wert trocken kultivierter Pflanzen deutlich niedriger liegt.

Aufgrund der gegebenen Voraussetzungen zur Durchführung einer Kovarianzanalyse ist es möglich, Einzelbeerengewicht und Zuckerertrag auf eine standardisierte Beerenzahl zu korrigieren. Die so errechneten Werte sind in Tabelle 2 B) wiedergegeben. Die durch Bodentrockenheit bedingte Verminderung des Einzelbeerengewichtes tritt deutlich in Erscheinung. Besonders auffällig ist die Hemmung des Einzelbeeren-

Tabelle 2

Einfluß der Bodenfeuchte auf Ertrags- und Qualitätskomponenten der Rebsorte Müller-Thurgau
(A = gemessene, B = korrigierte Werte)

Influence of soil water content on yield and quality components of the grape cultivar Müller-Thurgau (A = measured, B = corrected values)

Ertrags- parameter	1. Erntetermin 29. 8.		2. Erntetermin 14. 9.		3. Erntetermin 13. 10.		
	Feucht		Feucht	Trocken	Feucht	Zeitw. trocken	Trocken
A) Beerenzahl (n)	90,8		94,2	72,1	101,1	89,4	88,0
Einzelbeeren- gewicht (g)	0,18		0,35	0,24	0,72	0,67	0,59
Beeren- ertrag (g)	15,9		32,9	17,3	72,5	60,0	51,6
Säure (g/l)	21,4		28,5	32,9	12,9	9,7	9,3
Zucker (%)	4,7		4,3	6,8	11,2	12,5	12,5
Zuckerertrag ¹⁾	74,8		141,4	117,9	812,5	750,3	645,5
B) Beerenzahl (n)	90		90	90	90	90	90
Einzelbeeren- gewicht (g)	0,18		0,36	0,21	0,75	0,67	0,58
GD 5 %	—		0,04		0,07		
Beeren- ertrag (g)	15,8		32,4	18,9	67,5	60,3	52,2
Zucker (%)	4,7		4,3	6,9	11,4	12,5	12,5
Zuckerertrag ¹⁾	74,3		138,6	130,0	769,2	752,6	653,2
GD 5 %	—		NS		90,8		

¹⁾ Beeren-ertrag (g) · Zucker (%).

gewichtetes durch die herabgesetzte Wasserversorgung in der Zeit vom 1. zum 2. Erntetermin. Gemäß der Einteilung des Beerenwachstums in drei Phasen entspricht dies der Beerenwachstumsphase I. Der Beeren-ertrag ist aufgrund der konstanten Beerenzahl in seinen Relativwerten mit dem Einzelbeeregewicht identisch.

Die korrigierten Zuckerertragswerte weisen zum 2. Erntetermin keine Unterschiede zwischen Feucht- und Trockenkultur auf, während zu Versuchsende der Zuckerertrag der Trockenkultur signifikant niedriger ist. Bemerkenswert ist die nahezu gleiche Zuckerbildung von feucht kultivierten und wiederangefeuchteten Pflanzen.

Die errechneten Zuckergehalte entsprechen nahezu exakt den gemessenen Werten.

Eine weitergehende Differenzierung bezüglich des Einflusses der Bodenfeuchte bei unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Beere auf Ertrags- und Qualitätsparameter führt zu den in Tabelle 3 dargestellten Ergebnissen. Für die Rebsorte Bacchus ergibt sich bei dauernder Feuchtkultur mit 185 Beeren die höchste Beerenzahl je

Tabelle 3

Einfluß unterschiedlicher Befeuchtungszeitpunkte auf Ertrags- u. Qualitätsparameter der Rebsorten Bacchus u. Müller-Thurgau (FP = Feuchtperiode)
 Influence of different watering times on yield and quality parameters of the grape cultivars Bacchus and Müller-Thurgau (FP = watering period)

Variante	Beerenzahl (n)	Beeren- frisch- gewicht/ Rebe (g)	Einzel- beeren- gewicht (g)	Zucker- gehalt (%)	Zucker- ertrag/ Rebe ¹⁾	Gesamt- säure (g/l)	Wein- säure (g/l)	Weinsäure (%)
Bacchus								
Dauernd trocken	100	47	0,46	20,9	925	5,4	3,5	63
1. FP: 22. 5.—13. 6.	150	94	0,63	15,2	1425	5,9	3,5	59
2. FP: 22. 6.—13. 7.	138	73	0,53	17,2	1253	5,3	3,6	69
3. FP: 7. 7.—29. 7.	141	70	0,50	18,9	1326	5,3	3,9	63
Dauernd feucht	185	119	0,64	15,7	1858	6,0	3,0	50
Müller-Thurgau								
Dauernd trocken	70	44	0,64	15,8	703	6,5	4,1	64
1. FP: 22. 5.—13. 6.	76	58	0,77	15,5	907	6,7	4,3	64
2. FP: 22. 6.—13. 7.	86	58	0,67	15,8	910	5,7	4,0	69
3. FP: 7. 7.—29. 7.	72	45	0,62	17,1	763	6,0	4,0	67
Dauernd feucht	54	48	0,90	15,0	720	7,6	4,4	58

¹⁾ Beerenertrag je Pflanze (g) · Zucker (%).

Tabelle 4

Einfluß unterschiedlicher Befeuchtungszeitpunkte auf Ertrags- und Qualitätsparameter der Rebsorten Bacchus und Müller-Thurgau (auf standardisierte Beerenzahl korrigierte Werte) (FP = Feuchtperiode)

Influence of different watering times on yield and quality parameters of the grape cultivars Bacchus and Müller-Thurgau; values corrected to standardized berry number (FP = watering period)

Variante	Beerenzahl (n)	Einzelbeerengewicht (g)		Zuckerertrag ¹⁾		Zuckergehalt (%)	
		\bar{x}	Relativ zu „trocken“	\bar{x}	Relativ zu „trocken“	\bar{x}	Relativ zu „trocken“
Bacchus							
Dauernd trocken	143	0,45	100	1243	100	19,5	100
1. FP: 22. 5.—13. 6.	143	0,63	140	1378	110	15,3	79
2. FP: 22. 6.—13. 7.	143	0,53	118	1284	103	17,0	87
3. FP: 7. 7.—29. 7.	143	0,50	111	1337	108	18,8	96
Dauernd feucht	143	0,66	147	1585	128	16,8	86
GD 5 %		0,13		270			
Müller-Thurgau							
Dauernd trocken	72	0,64	100	720	100	15,8	100
1. FP: 22. 5.—13. 6.	72	0,77	120	876	121	16,0	101
2. FP: 22. 6.—13. 7.	72	0,67	105	770	107	16,1	102
3. FP: 7. 7.—29. 7.	72	0,62	97	759	105	17,1	108
Dauernd feucht	72	0,90	141	894	124	13,9	88
GD 5 %		0,15		169			

¹⁾ Beerenertrag je Pflanze (g) · Zuckergehalt (%).

Pflanze und bei dauernder Trockenkultur mit 100 Beeren die geringste. Wenngleich eine Beeinflussung der Beerenzahl durch die unterschiedliche Wasserversorgung nicht ausgeschlossen werden kann, so ist doch ein Großteil dieser Streuung als zufällig anzusehen. Dies zeigt sich beispielsweise bei einem Vergleich der Variante mit guter Wasserversorgung vom 7. 7. bis 29. 7. (= 3. Feuchtperiode) und der Variante mit dauernder Bodentrockenheit, die durchschnittlich 41 Beeren je Pflanze weniger aufweist. Bei der Rebsorte Müller-Thurgau tritt diese Streuung nicht auf.

Der Beerenertrag läßt aufgrund der unterschiedlichen Beerenzahl keinen direkten Schluß auf die Beeinflussung der Ertragsbildung durch die gewählten Wasserstufen zu. Besser dazu geeignet ist das Einzelbeerengewicht. Es wird bei der Sorte Bacchus durch eine gute Wasserversorgung von 0,46 g auf 0,64 g und bei Müller-Thurgau von 0,64 g auf 0,90 g erhöht. Beachtenswert ist, daß die 1. Feuchtperiode während der Wachstumsphase I der Beere den stärksten fördernden Einfluß auf das Einzelbeerengewicht ausübt! Eine Feuchtperiode in der Reifephase III der Beere (hier 2. und 3. Feuchtperiode) hat keinen (Müller-Thurgau) oder nur einen sehr geringen Einfluß (Bacchus) auf das Einzelbeerengewicht.

Der Zuckergehalt feucht kultivierter Pflanzen ist im Vergleich zur Trockenkultur um 5,2 % (Bacchus) bzw. um 0,8 % (Müller-Thurgau) vermindert, was die Vorjahresergebnisse bestätigt. Im Gegensatz zum Einfluß der Bodenfeuchte auf das Einzelbeerengewicht wird der Zuckergehalt in der 1. Feuchtperiode am stärksten und in der 3. Feuchtperiode am geringsten reduziert.

Der Säuregehalt trocken kultivierter Pflanzen liegt bei beiden Sorten jeweils niedriger als bei feucht kultivierten Pflanzen. Der säurereduzierende Effekt der Trockenheit tritt besonders deutlich in der Wachstumsphase I des Beerenwachstums auf. Der Weinsäureanteil liegt sowohl bei den dauernd feucht kultivierten Pflanzen als auch bei den Varianten mit kurzfristiger Feuchtperiode jeweils über dem der Feuchtkultur. Entsprechende Beobachtungen, wonach der Weinsäureanteil durch Trockenheit erhöht wird, werden auch von WOLF (1960) berichtet. Diese Befunde deuten darauf hin, daß eine gute Wasserversorgung in der Beerenwachstumsphase I den Säuregehalt erhöht und daß sie in der Reifephase III keinen Einfluß auf den Säuregehalt hat.

Die Werte der auf eine konstante Beerenzahl korrigierten Einzelbeerengewichte und Zuckererträge sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Für das Einzelbeerengewicht der Sorte Müller-Thurgau ergibt sich keine signifikante Regression mit der Beerenzahl.

Der Einfluß der Bodenfeuchte auf das Einzelbeerengewicht zeigt sich nach Korrektur der Werte noch deutlicher, ebenso der Effekt einer guten Wasserversorgung zu Versuchsbeginn (= Wachstumsphase I der Beere). Die dargestellten Relativwerte des Einzelbeerengewichtes entsprechen aufgrund der konstanten Beerenzahl der Ertragsrelation.

Der korrigierte Zuckerertrag ist bei beiden Sorten für die Feuchtkultur am größten und für die Trockenkultur am geringsten. Im Gegensatz zum Vorjahr weisen die zu einem späteren Zeitpunkt optimal mit Wasser versorgten Pflanzen (2. und 3. Feuchtperiode) gegenüber der Feuchtkultur einen etwas geringeren Zuckerertrag auf. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Pflanzen in diesem Jahr nicht während der gesamten Reifephase einer guten Wasserversorgung unterworfen sind, sondern nur für die Dauer von 3 Wochen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß die Ertragshöhe (Beerengewicht) weitgehend von der Wasserversorgung in der Wachstumsphase I des Beerenwachstums bestimmt wird, während ein hoher Zuckergehalt von einer guten Wasserversorgung in der Reifephase III der Beeren abhängig ist. Eine gute Wasserversorgung in der Reifephase III der Beere erhöht somit den Zuckergehalt, ohne gleichzeitig auch ertragssteigernd zu

wirken, während eine gute Wasserversorgung in der Wachstumsphase I der Beere den Ertrag merkbar anhebt, gleichzeitig aber den Zuckergehalt vermindert. In Abb. 4 sind diese Zusammenhänge schematisch dargestellt.

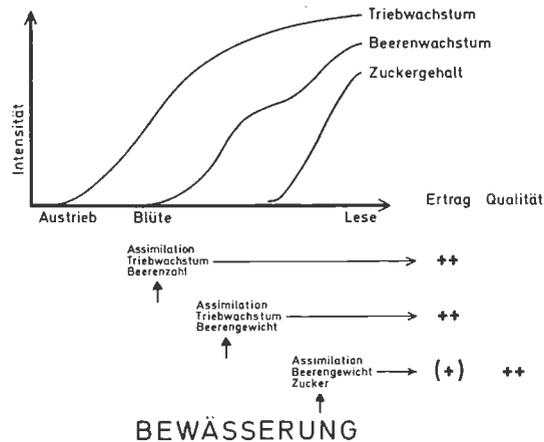


Abb. 4: Einfluß der Wasserversorgung zu unterschiedlichen Entwicklungsphasen auf den Ertrag und die Qualität der Trauben.

Influence of water supply during different development phases on yield and quality of grapes.

Diskussion

Unter den gegebenen Versuchsbedingungen führt Bodentrockenheit zu einem geringeren Substanzertrag von 25—41 %: Ergebnisse von BUTTROSE (1974), HOFÄCKER (1977) und BECKER und ZIMMERMANN (1983) bestätigen die geringere Substanzbildung bei verminderter Wasserversorgung. Umgekehrt konnten VAADIA und KASIMATIS (1961), BRANAS und VERGNES (1965, 1966) CERNY *et al.* (1968), KIEFER und STEINBERG (1974), TONCHEV (1973), FURI (1977) und MÜLLER (1978, 1980) durch Bewässerung im Freiland die beim Gipfeln anfallende Sproßmasse sowie den Schnittholzertrag steigern. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß durch Bodentrockenheit vorwiegend das Sproßgewicht reduziert wird. So ist das Sproßgewicht bei einer verminderten Wasserversorgung mit durchschnittlich etwa 50 % sehr deutlich reduziert, während das Wurzelgewicht nahezu unbeeinflusst bleibt. Somit führt eine verminderte Wasserversorgung zu einer Einengung des Sproß-Wurzel-Verhältnisses, eine Beobachtung, die durch die Untersuchungen von ERLNWEIN (1965), BUTTROSE (1974), HOFÄCKER (1977) und DÜRING (1979) bestätigt wird.

Unabhängig von der Feuchtestufe kann bei allen durchgeführten Untersuchungen eine Reduktion der Blatt-, Sproßachsen- und Wurzeltrockensubstanz durch die Traube festgestellt werden. Dabei ist das Blattgewicht mit durchschnittlich 17 % deutlich geringer reduziert als das Sproßachsen- mit 29 % und das Wurzelgewicht mit 30 %. Daneben zeigt sich auch eine Abhängigkeit zwischen dem Beeren-ertrag/Pflanze und dem Blatt-, Sproßachsen- und Wurzelgewicht dergestalt, daß ein höherer Beeren-ertrag zu einer geringeren Substanzproduktion dieser Organe führt.

Trotz diesem durch die Traube bedingten deutlich verringerten Substanzertrag der vegetativen Organe ist die gesamte Substanzproduktion vegetativer und traubentragender Pflanzen sowohl in der Feucht- als auch in der Trockenkultur jeweils gleich. Die Substanzbildung der Traube erfolgt also ausschließlich auf Kosten der vegetativen Organe. Für gut mit Wasser versorgte Pflanzen liegen entsprechende Ergebnisse von SCHÖNHERR und LENZ (1968), LENZ und BUNEMANN (1969), LENZ und DAUNICHT (1970) für Erdbeeren, von LENZ (1967, 1970) für *Citrus*, von CLAUSSEN (1975) für Auberginen und von QUAIST (1975, 1977) für Tomaten vor.

Trotz des verringerten Blatt- und Sproßachsengewichtes traubentragender Pflanzen führt das Beerenwachstum zu einem erhöhten Sproßgewicht. Dies sowie die Tatsache, daß das Wurzelgewicht durch die Traube eingeschränkt wird, führen zu einem erhöhten Sproß-Wurzel-Verhältnis traubentragender Pflanzen. Entsprechende Befunde, wonach die Frucht das Sproß-Wurzel-Verhältnis erhöht, liegen von LENZ (1971) für Erdbeeren und von HOFACKER (1977) für Reben vor.

Bei einem Vergleich von traubentragender Feucht- und Trockenkultur zeigt sich vor allem für das Wurzelgewicht eine unterschiedlich starke Reduktion: Während die Traube bei feucht kultivierten Pflanzen das Wurzelgewicht um durchschnittlich 27 % vermindert, ist diese Reduktion mit 33 % bei Trockenheit verstärkt.

Zusammenfassend ergibt sich daraus die enge Wechselwirkung zwischen der Wasserversorgung, der Traube und der Substanzbildung vegetativer Organe. Während Bodentrockenheit die Substanzbildung der Sprosse vegetativer Pflanzen stark einschränkt, ändert sich das Wurzelgewicht kaum. Dagegen reagieren traubentragende Pflanzen umgekehrt mit der stärksten Einschränkung der Wurzelsubstanz, eine Reaktion, die durch Bodentrockenheit noch verstärkt wird. Für die weinbauliche Praxis lassen sich daraus die negativen Auswirkungen einer allzu frühen Ertragsbelastung einer Junganlage auf das Wurzelwachstum ableiten.

Pflanzliche Stoffbildung ist in erster Linie von der Photosynthese abhängig. EGLE (1960) weist jedoch auf die komplexen Zusammenhänge zwischen der Substanzproduktion und der photosynthetischen Leistung hin, die durch eine Reihe von endogenen und exogenen Faktoren beeinflussbar ist. Für Reben konnte AMIRDZHANOV (1973) eine Beziehung zwischen dem Substanzertrag und der Photosynthese herstellen. Die in den eigenen Untersuchungen gefundenen hochsignifikanten Korrelationen von $r = +0,90$ bis $r = +0,95$ zwischen der Nettoassimilationsrate und der Nettophotosyntheserate sind Ausdruck für diesen engen Zusammenhang. Mithin ist es also möglich, unter definierten Versuchsbedingungen aus der Nettophotosyntheserate eines Blattes auf die Substanzbildung der Pflanze zu schließen.

Eine Variation der Wasserversorgung in der Wachstumsphase I der Beeren wirkt sich vor allem auf das Beerengewicht aus. Langanhaltende Bodentrockenheit führt zu einer deutlichen Reduktion des Einzelbeerengewichtes von 13—29 % im Vergleich zur Feuchtkultur. Entsprechende Befunde werden auch von VAADIA und KASIMATIS (1961), MUJIDABA *et al.* (1962), BRANAS und VERGNES (1965, 1966), KLEWER und SCHULTZ (1973) und FURI und KOZMA (1977) berichtet. Es zeigt sich, daß bei insgesamt gleichlanger optimaler Wasserversorgung zu verschiedenen Phasen der Beerenentwicklung eine früh einsetzende Feuchtperiode zu einer erheblichen Steigerung des Einzelbeerengewichtes im Vergleich zur dauernden Trockenkultur führt. Optimale Wasserversorgung in der Reifephase III bewirkt dagegen nur eine geringfügige Steigerung des Einzelbeerengewichtes. Somit wird das Einzelbeerengewicht und damit der Traubenertrag vor allem durch die Wasserversorgung in der Wachstumsphase I beeinflusst. Zu dem gleichen Resultat kommen HARDIE und CONSIDINE (1976), die durch früh einsetzenden Trockenstreß das geringste Einzelbeerengewicht erzielten, während Bodentrockenheit

in der Reifephase III das Beerengewicht im Vergleich zur dauernden Feuchtkultur nur wenig reduzierte.

Langanhaltende Bodentrockenheit erhöht den Zuckergehalt der Beeren gegenüber der dauernden Feuchtkultur. Gefäßversuche von KLEWER und SCHULTZ (1973) sowie Freilandversuche von HENDRICKSON und VEIHMEYER (1951), VAADIA und KASIMATIS (1961), MUJDABA *et al.* (1962), TONCHEV (1973), SPAYD und MORRIS (1978 a) und FREEMAN *et al.* (1980) führten zu gleichen Ergebnissen. Sicherlich spielt dabei der in den Untersuchungen beobachtete und auch in der Literatur (FREEMAN *et al.* 1980) beschriebene frühere Beginn der Reifephase III bei langanhaltender Bodentrockenheit eine Rolle. Die durchgeführte Variation der Wasserversorgung in den Beerenwachstumsphasen zeigt, daß eine Steigerung des Zuckergehaltes lediglich durch eine gute Wasserversorgung in der Reifephase III zu erzielen ist. Auch die aus dem Freiland berichteten Qualitätssteigerungen, die in ihrem Ausmaß den vorliegenden Steigerungsraten entsprechen, wurden durch Bewässerung nur während der Reifephase erzielt (KLENK 1948, BUDIG 1960). Dagegen führt eine optimale Wasserversorgung in der Beerenwachstumsphase I zu deutlich geringeren Zuckergehalten.

Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen aus den Jahren 1979 und 1980 befassen sich mit dem Einfluß der Wasserversorgung auf die Substanzbildung traubentragender und vegetativ wachsender Pflanzen sowie auf den Ertrag und die Qualität der Trauben.

1. Die Substanzbildung wird durch Bodentrockenheit deutlich reduziert. Dabei zeigt sich, daß das Wurzelwachstum im Vergleich zum Sproßwachstum weniger beeinflußt wird. Im Gesamtsubstanzertrag unterscheiden sich vegetativ wachsende und traubentragende Pflanzen weder in der Feucht- noch in der Trockenkultur. Die Substanzbildung der Traube geht zu Lasten des Blatt-, Sproßachsen- und Wurzelgewichtes, wobei das Wurzelgewicht vor allem in der Trockenkultur am stärksten reduziert ist. Trotz des verminderten Blatt- und Sproßachsengewichtes traubentragender Pflanzen kommt es aufgrund des Beerenwachstums zu einer höheren oberirdischen Substanzbildung im Vergleich zu vegetativ wachsenden Pflanzen.
2. Die unterschiedliche Reaktion der einzelnen Pflanzenorgane auf Bodentrockenheit und Traubenansatz drückt sich im Sproß-Wurzel-Verhältnis aus: Bodentrockenheit führt zu einem niedrigeren Sproß-Wurzel-Verhältnis und damit zu einer Verschiebung zugunsten der Wurzel, während traubentragende Pflanzen ein höheres, zugunsten des Sprosses verschobenes Sproß-Wurzel-Verhältnis aufweisen.
3. Es kann eine signifikante Korrelation zwischen der Nettophotosyntheserate und der Nettoassimilationsleistung nachgewiesen werden. Die errechneten Korrelationskoeffizienten liegen zwischen $r = +0,90$ und $r = +0,95$.
4. Optimale Bodenfeuchte in der Wachstumsphase I der Beere führt über ein höheres Einzelbeerengewicht zu deutlichen Ertragssteigerungen. Eine ausreichende Wasserversorgung in der Reifephase III führt dagegen zu keinen (Müller-Thurgau) bzw. geringen (Bacchus) Ertragssteigerungen. Umgekehrt kann der Zuckergehalt der Beeren nur durch eine gute Wasserversorgung in der Reifephase III gesteigert werden.
5. Eine ausreichende Wasserversorgung hat im Vergleich zur langanhaltenden Trockenkultur einen höheren Säuregehalt zur Folge. Der Säuregehalt wird vor allem durch eine optimale Bodenfeuchte in der Wachstumsphase I erhöht, nicht indessen in der Reifephase III.

Literatur

- ADZHIEV, A. M.; KURBANOV, S. A.; 1978: The effect of mist irrigation on some physiological processes in grapevines (Russ.). *Vinodel. Vinogradar. SSSR* **2**, 33—37. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **48**, 568.]
- ALDINGER, G.; 1964: Was können wir zur Vermeidung bzw. Verminderung von Trockenschäden tun? *Rebe und Wein* **17**, 244—245.
- ALEXANDER, D. McE.; 1965: The effect of high temperature regimes or short periods of water stress on development of small fruiting Sultana vines. *Austral. J. Agricult. Res.* **16**, 817—823.
- ALEXANDRESCU, I.; 1968: Les résultats scientifiques obtenus en Roumanie par l'irrigation des cepages pour raisins de table. *Rev. Hort. Viticult. (Bukarest)* **17**, (7—8), 223—235. [Ref.: *Vitis* **8**, 241.]
- ALLEWELDT, G.; 1963/64 a: Die Umweltabhängigkeit des vegetativen Wachstums, der Wachstumsruhe und der Blütenbildung von Reben (*Vitis* species). *Vitis* **4**, 11—41.
- — ; 1963/64 b: Untersuchungen über die Blütenbildung der Reben. *Vitis* **4**, 176—184.
- — ; EIBACH, R.; RÜHL, E.; 1982: Untersuchungen zum Gaswechsel der Rebe. I. Einfluß von Temperatur, Blattalter und Tageszeit auf Nettphotosynthese und Transpiration. *Vitis* **21**, 93—100.
- AMIRDZHANOV, A. G.; 1973: The dependence of grapevine productivity on photosynthesis (Russ.). *Vestnik Sel'skokhozyaistvennoi (Nauki)* **10**, 81—85. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **44**, 7490.]
- BALLATORE, G. P.; RAVELLE, F.; LOMBARDO, V.; 1970: Esperienze di irrigazione della vite sull'ambiente semi-arido della Sicilia sudoccidentale. *Irrigazione* **17**, 25—36.
- BALZHÄUSER, H.; 1979: Untersuchungen über Tropfbewässerung an Hang- und Steillagen des Weinbaues. *Diss. Univ. Bonn*.
- BECKER, N.; ZIMMERMANN, H.; 1983: Experimentell-ökologischer Versuch zum Einfluß der Lichtintensität und der Wasserversorgung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung bei Topfreben. *Wein-Wiss.* **38**, 219—259.
- BETNER, W.; DIESLER, E.; 1980: Untersuchungen des Wasserhaushaltes der Rebe unter extremen Bodenfeuchtebedingungen in Topfversuchen. *Wein-Wiss.* **35**, 371—387.
- BOSIAN, G.; 1955: Vom Wasserbedarf des Rebstockes. *Dt. Weinbaukalender* **6**, 54—58.
- BOURZEIX, M.; HEREDIA, N.; MERIAUX, S.; ROLLIN, H.; PUTTEN, P.; 1977: De l'influence de l'alimentation hydrique de la vigne sur les caractéristiques des baies de raisins et leur richesse en couleur, tanins et autres constituants phénoliques. *C. R. Acad. Sci. (Paris)* **284**, 365—368.
- BRANAS, J.; 1967: L'irrigation dans le Midi de la France. *Progr. Agric. Vitic.* **84**, 585—597.
- — ; VERGNES, A.; 1965: Sur un essai d'irrigation de la vigne. *Progr. Agric. Vitic.* **82**, 33—41, 75—83.
- — ; — — ; 1966: Deux essais d'irrigation. *Progr. Agric. Vitic.* **83**, 105—112, 133—139, 166—170, 181—188.
- BRÜNDLMAYER, W.; 1968: Erfahrungsbericht über die Berechnung von Weingärten. *Winzer* **24**, 98—100.
- BUDIG, H.; 1960: Auswirkungen einer Weinbergsberechnung auf die Reifeentwicklung der Reben im extremen Trockenjahr 1959. *Dt. Weinbau* **15**, 959—960.
- BUTTROSE, M. S.; 1974: Fruitfulness in grape-vines: Effects of water stress. *Vitis* **12**, 299—305.
- CERNY, J.; HASELBACH, J.; JASA, B.; 1968: L'influence de l'irrigation sur le rendement et sur la qualité des raisins. *Connaiss. Vigne Vin* **2**, 359—375.
- CHRISTENSEN, P.; 1975: Response of 'Thomson Seedless' grapevines to the timing of preharvest irrigation cut-off. *Amer. J. Enol. Viticult.* **26**, 188—194.
- CLAUSSEN, W.; 1975: Untersuchungen über den Einfluß der Frucht auf die Netto-Photosyntheseraten und den Saccharose- und Stärkestoffwechsel der Blätter und Wurzeln von Auberginen (*Solanum melongena* L.). *Diss. Univ. Berlin*.
- DÜRING, H.; 1979: Wirkungen der Luft- und Bodenfeuchtigkeit auf das vegetative Wachstum und den Wasserhaushalt bei Reben. *Vitis* **18**, 211—220.
- EGLE, K.; 1960: Die CO₂-Assimilation: Landpflanzen. In: RUHLAND, W. (Hrsg.): *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, Bd. V/1, 115—163. Springer-Verlag, Berlin.
- EIBACH, R.; 1981: Die Beziehung zwischen Gaswechsel, Ertrag und Mostqualität der Rebe bei unterschiedlicher Wasserversorgung. *Diss. Univ. Hohenheim*.
- — ; ALLEWELDT, G.; 1983: Einfluß der Wasserversorgung auf Wachstum, Gaswechsel und Substanzproduktion traubentragender Reben, I. Das vegetative Wachstum. *Vitis* **22**, 231—240.
- — ; — — ; 1984: Einfluß der Wasserversorgung auf Wachstum, Gaswechsel und Substanzproduktion traubentragender Reben. II. Der Gaswechsel. *Vitis* **23**, 11—20.
- ERLENWEIN, H.; 1965: Einfluß von Klimafaktoren auf das Wachstum von *Vitis*-Arten und -Sorten. *Vitis* **5**, 94—109.
- FREEMAN, B. M.; LEE, T. H.; TURKINGTON, C. R.; 1979: Interaction of irrigation and pruning level on growth and yield of Shiraz vines. *Amer. J. Enol. Viticult.* **30**, 218—223.

- — ; — — ; 1980: Interaction of irrigation and pruning level on grape wine quality of Shiraz vines. *Amer. J. Enol. Viticult.* **31**, 124—135.
- FURI, J.; 1964: Erfahrungen mit der Bewässerung von Rebananlagen (ung.). *Kertészet és Szőlészet (Budapest)* **13**, 14—16. [Ref.: *Vitis* **4**, 392.]
- — ; 1976: The effect of sprinkler irrigation on the yield and quality of some table and dual purpose grape cultivars (Hung.) *Szőlészet és Borászat* **1**, 265—279. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **48**, 1278.]
- — ; 1977: Grape irrigation (Hung.). *Keszgazdaság* **9** (5), 23—38. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **48**, 7162.]
- — ; KOZMA, F.; 1977: Der Wasserverbrauch und -bedarf der Rebe während der Vegetationsperiode. *Wein-Wiss.* **32**, 103—121.
- GEISLER, G.; 1957: Untersuchungen zum Verhalten interspezifischer *Vitis*-Kreuzungen gegen Trockenheit. *Vitis* **1**, 82—92.
- GERHARD, G.; 1974: Haben sich Beregnungsanlagen im Weinbau bewährt? *Dt. Weinbau* **29**, 356—357.
- GOEDECKE, H.; 1966: Beregnung im Weinbau. *Feld und Wald* **46**, 16.
- — ; 1967: Beregnung im Weinbau. *Landtechnik* **22**, 32—36.
- GOOSEN, R. J.; 1956: Irrigation of Sultanas along the lower Orange River. *Farming in South Africa* **32**, 45—48.
- GOROSHKO, V. V.; 1972: The effect of soil water stress on vine growth and yield (Russ.). *Vinodel. Vinogradar. SSSR (Moskau)* **32** (1), 35—36. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **42**, 7579.]
- HARDIE, W. J.; CONSIDINE, J. A.; 1976: Responses of grapes to waterdeficit in particular stages of development. *Amer. J. Enol. Viticult.* **27**, 55—61.
- HENDRICKSON, A. H.; VEIHMAYER, F. J.; 1951: Irrigation experiments with grapes. *Calif. Agricult. Exp. Sta. Bull.* **728**, 3—31.
- HOFÄCKER, W.; 1974: Einfluß von Umweltfaktoren auf Ertrag und Mostqualität der Rebe. *Diss. Univ. Hohenheim*.
- — ; 1977: Untersuchungen zur Stoffproduktion der Rebe unter dem Einfluß wechselnder Bodenwasserversorgung. *Vitis* **16**, 162—173.
- KIEFER, W.; STEINBERG, B.; 1974: Einfluß der Bodenfeuchte auf Menge und Güte des Ertrages bei der Rebe. *Dt. Weinbau* **29**, 352—356.
- KLENK, K.; 1948: Künstliche Beregnung von Rebkulturen. *Mitt. Württ. LVA Wein- und Obstbau, Weinsberg I*, 1—22.
- KLIEWER, W. M.; SCHULTZ, H. B.; 1973: Effect of sprinkler cooling of grapevines on fruit growth and composition. *Amer. J. Enol. Viticult.* **24**, 17—26.
- KONLECHNER, H.; 1958: Weinberg-Beregnungsversuche 1957. *Mitt. Klosterneuburg* **8 A**, 196—198.
- LENZ, F.; 1967: Relationships between the vegetative and reproductive growth of Washington Navel Orange cuttings (*Citrus sinensis* L. OSBECK). *J. Hort. Sci.* **42**, 31—39.
- — ; 1970: Der Einfluß unterschiedlicher Stickstoff- und Phosphorernährung und von unterschiedlich starkem Fruchtbehang auf das vegetative und generative Wachstum von „Washington-Navel“-Stecklingen. *Gartenbauwiss.* **35**, 143—173.
- — ; 1971: Untersuchungen über das Wurzelwachstum und das Sproß-Wurzel-Verhältnis bei Erdbeeren. *Erwerbsobstbau* **13**, 37—40.
- — ; BUNEMANN, G.; 1969: Einfluß von Ernährung, Fruchtbehang und Ausläufern auf die Trockensubstanzbildung und die Wasser- und Nährstoffaufnahme bei Erdbeeren. I. Wirkung von Stickstoff, Phosphor und Fruchtbehang. *Erwerbsobstbau* **11**, 185—188.
- — ; DAUNICHT, J.; 1970: Die Photosynthese von Erdbeerpflanzen in Abhängigkeit von Ernährung und Fruchtbehang. *Erwerbsobstbau* **12**, 61—62.
- LOINGER, C.; 1978: Relations entre l'alimentation en eau de la vigne et la composition des moûts dans les vignobles israéliens. *Ann. Technol. Agric.* **27**, 93—97.
- LOMBARDO, V.; 1973: Esperienze di irrigazione della vite nella Sicilia occidentale. *Ric. Sci.* **79**, 220—233. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **44**, 5496.]
- — ; SALA, G.; TRAFANI, N.; 1977: Ricerche sperimentali sulla fertilizzazione minerale del vigneto asciutto ed irriguo nella Sicilia occidentale. *Vignevini* **4**, 13—19. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **48**, 1297.]
- MAGGS, D. H.; 1963: The reduction in growth of apple trees brought about by fruiting. *J. Hort. Sci.* **38**, 85—94, 119—128.
- MAGRISO, YU.; 1979: Untersuchungen einiger physiologischer Eigenschaften, die für die Trockenresistenz der Rebe bestimmend sind (bulg.). *Gradinar. Lozar. Nauka (Sofia)* **16** (4), 79—86. [Ref.: *Vitis* **19**, 351.]
- — ; TOSHEVA, A.; ATANOSOV, YU.; 1973: Investigations on the irrigation of Shiroka Melnishka grapevines (Bulg.) *Lozar. Vinar* **22**, 15—20. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **45**, 1582.]
- MUJDABA, F.; OSLOBEANU, M.; ALEXANDESCU, J.; 1962: Contribution à la connaissance de l'influence de l'irrigation sur la qualité des raisins de 20 cépages du vigno à fruits de vignoble de Murfatlar.

- Lucr. Stiint. 5, 667—682.
- MÜLLER, K.; 1978: Mehrzweckberegnung im Weinbau — Versuchsergebnisse und Anwendungsmöglichkeiten. Weinberg und Keller 25, 405—419.
- — ; 1980: Untersuchungen über den Einfluß der Zusatzberegnung im Weinbau auf Muschelkalkböden in Franken. Diss. Univ. Bonn.
- NAKANO, M.; SUZUKI, M.; SHIMOMURA, K.; 1978: Properties of the soil moisture on the growth of Muskat grape in the computercontrolled greenhouse for pomological studies (Jap.). Sci. Rep. Fac. Agricult. (Okayama Univ.) 53, 43—54. [Abstr.: Hort. Abstr. 49, 7453.]
- NEJA, R. A.; WILDMAN, W. E.; AYERS, R. S.; KASIMATIS, A. N.; 1977: Grapevine response to irrigation and trellis treatments in Salinas Valley. Amer. J. Enol. Viticult. 28, 16—26.
- ORIOLANI, D. M. J. C.; 1974: Comparaison des divers modes d'irrigation en Argentine. Bull. OIV 47, 218—231.
- QUAST, P.; 1975: Gibberellinbestimmung in Verbindung mit Kohlenhydratgehalten und Trockensubstanzverteilung bei Solanaceen. Diss. Univ. Berlin.
- — ; 1977: Verteilung von Trockensubstanz, Kohlenhydraten und Gibberellin bei Tomaten-, Kartoffel- und Auberginenpflanzen mit und ohne Früchten. Gartenbauwiss. 42, 97—105.
- SAFRAN, B.; BRAVDO, B.; BERNSTEIN, Z.; 1975: L'irrigation de la vigne par goutte à goutte. Bull. OIV 48, 405—429.
- ŠESTÁK, Z.; ČATSKÝ, J.; JARVIS, P. G. (Eds.); 1971: Plant Photosynthetic Production: Manual of Methods. Dr. W. Junk N.V. Publishers, The Hague.
- SCHÖNHERR, J.; LENZ, F.; 1968: Das Wachstum unterschiedlich stark fruchtender Erdbeerpflanzen (Var. Senga Sengana). Mitt. Klosterneuburg 18, 109—117.
- SPAYD, S. E.; MORRIS, J. R.; 1978 a: Maturation and quality of 'Concord Grapes' as influenced by the pre-harvest complex. Ark. Farm. Res. 27, 5.
- — ; — — ; 1978 b: Influence of irrigation, pruning severity, and nitrogen on yield and quality of 'Concord' grapes in Arkansas. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103, 211—216.
- STEINBERG, B.; 1976: Einfluß der ortsfesten Zusatzberegnung auf die Ertragsbildung der Rebe. Z. Bewässerungswirtschaft 11, 87—105.
- — ; 1978: Der Einfluß der Zusatzberegnung. Rebe und Wein 31, 143—145.
- TONCHEV, G.; 1972: The effect of irrigation on the grapevine cultivar G'mza grown in grey forest soils (Bulg.). Gradinar. Lozar. Nauka 9 (8), 51—60. [Abstr.: Hort. Abstr. 43, 6737.]
- — ; 1973: The effect of irrigation on Cabernet Sauvignon grapevine grown on a leached chernozem soil (Bulg.). Khidrotekhnika i Melioratsii 18, 23—26. [Abstr.: Hort. Abstr. 44, 2264.]
- — ; 1977: Studies on interrupted irrigation regimes for grapevines (Bulg.). Gradinar. Lozar. Nauka 14, 113—120. [Abstr.: Hort. Abstr. 48, 7163.]
- VAADIA, Y.; KASIMATIS, A. N.; 1961: Vineyard irrigation trials. Amer. J. Enol. Viticult. 12, 88—98.
- VAN DER WESTHUIZEN, J. H.; 1974: Water relations and irrigation requirements of wine grapes: Water relations of grafted and ungrafted grape cultivars. 1968—1971. Final report. Landbounavors./Agricult. Res. 1974, 110—111.
- VEIHMAYER, F. J.; HENDRICKSON, A. H.; 1957: Irrigation: grapes and deciduous fruits. Calif. Agricult. 11, 13—18.
- WOLF, J.; 1960: Der Säurestoffwechsel fleischiger Früchte. In: RUHLAND, W. (Hrsg.): Handbuch der Pflanzenphysiologie, Bd. XII/2, 720—808. Springer-Verlag, Berlin.
- ZIMMERMANN, J.; 1955: Warum befriedigen unsere Unterlagen nicht? Dt. Weinbaukalender 6, 51—54.

Eingegangen am 13. 2. 1985

Dr. R. EIBACH
BFA für Rebenzüchtung
Geilweilerhof
D-6741 Siebeldingen