

Einfluß der Wasserversorgung auf Wachstum, Gaswechsel und Substanzproduktion traubentragender Reben

II. Der Gaswechsel

von

R. EIBACH und G. ALLEWELDT

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

II. Gas exchange

S u m m a r y . — The present investigations deal with the influence of water supply on gas exchange of Müller-Thurgau and Bacchus vines, both with and without clusters.

1. A reduced water supply causes an immediate reduction of 27 % of the rate of net photosynthesis throughout all experiments. However, during longer lasting drought periods the rate of net photosynthesis recovers, leading to somewhat lesser rates than those of the control plants.
2. The presence of clusters enhances the rate of net photosynthesis. This enhancement is more pronounced with well watered plants (11 %) than in dry-cultivated ones (6 %). The effect of clusters on the net rate of photosynthesis is most pronounced at stage III of berry development.
3. Soil drought causes a reduction of the rate of transpiration by 39 %. The influence of the cluster on transpiration can only be intimated with well watered plants to a maximum increase of 5 %.
4. The ratio of the net photosynthesis and transpiration rates what is called as the "productivity of transpiration", increases to an average of 20 % due to a reduced water supply. The cluster raises the "productivity of transpiration" by 6 %.
5. The transpiration coefficient is reduced significantly by soil drought. Cluster-bearing plants have a lower transpiration coefficient. Compared to Bacchus, Müller-Thurgau shows a significantly higher transpiration coefficient.
6. A high positive correlation exists between the gas exchange measurements and the transpiration coefficient.

Einleitung

Die Photosynthese wird durch eine Reihe von Faktoren beeinflusst, von denen die Wasserversorgung eine herausragende Rolle spielt. Bereits MÜLLER-THURGAU (1894) und SCHANDERL (1930) stellten bei Reben eine Hemmung der Photosynthese durch Trockenheit fest, die durch neuere Untersuchungen bestätigt wird (GEISLER 1963, SHIMOMURA 1967, MAGRISO und SLAVCHEVA 1975, HOFÄCKER 1976, LIU *et al.* 1978, MAGRISO 1979, ALLEWELDT und RÜHL 1982). Während somit Trockenheit die Photosyntheseintensität reduziert, konnten HANSEN (1967), SCHÖNHERR und LENZ (1968), LENZ und BÜNE-MANN (1969), LENZ und DAUNICHT (1970, 1971), HOFFMANN und LENZ (1974), CLAUSSEN (1975, 1977) und QUAST (1977) sowie HOFÄCKER (1976) eine durch die Frucht bedingte Steigerung der Nettophotosyntheserate nachweisen. Es erschien daher interessant, die Wirkung der Trockenheit auf vegetativ wachsende und traubentragende Reben vergleichend zu prüfen und weiterhin zu versuchen, sortentypische Reaktionen auf Trockenheit zu erfassen.

Ebenso wie die Photosynthese wird auch die Transpirationsrate durch Bodentrockenheit herabgesetzt (GEISLER 1961, LANGE und MEYER 1979, MAGRISO 1979, ALLEWELDT und RÜHL 1982). Keine Ergebnisse liegen dagegen bislang über den Einfluß der Traube auf die Transpiration vor. Die vorliegenden Untersuchungen beschäftigen sich mit dem Einfluß der Wasserversorgung auf den Gaswechsel unter besonderer Berücksichtigung der Frage, inwieweit die Reaktionen der Rebe durch Traubenbehang modifiziert werden.

Material und Methoden

Die Anzucht und Kultivierung der Versuchspflanzen erfolgte nach EIBACH und ALLEWELDT (1983). Die Nettophotosyntheserate (NPR) wurde in Anlehnung an SAUTTER

Tabelle 1

Einfluß der Bodenfeuchte auf die Nettophotosyntheserate vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorten Müller-Thurgau und Bacchus

Influence of soil water content on the net photosynthesis rate of fruitless and fruit-bearing vines of the cvs Müller-Thurgau und Bacchus

Jahr	Wasser- versorgung % WK	Variante	Müller-Thurgau			Bacchus		
			mg CO ₂ · cm ⁻² · h ⁻¹	Relativ		mg CO ₂ · cm ⁻² · h ⁻¹	Relativ	
				Veget.	Feucht		Veget.	Feucht
1978 ¹⁾	80	Vegetativ	13,1	100	100			
	80	Mit Traube	14,7	112	100			
	30	Vegetativ	9,0	100	69	—	—	—
	30	Mit Traube	9,2	102	63			
	GD 5 %		1,9					
1979	80	Vegetativ	21,9	100	100			
	80	Mit Traube	24,6	112	100			
	30	Vegetativ	15,6	100	71	—	—	—
	30	Mit Traube	17,3	111	70			
	GD 5 %		2,5					
1980	80	Vegetativ	14,4	100	100	14,4	100	100
	80	Mit Traube	15,5	108	100	16,2	113	100
	40	Vegetativ	11,2	100	78	11,9	100	82
	40	Mit Traube	12,1	108	78	12,4	104	77
	GD 5 %		1,7		1,7			

¹⁾ Mittelwert von 3 Meßterminen.

(1971) mit einem URAS 2 T der Firma Hartmann und Braun bestimmt. Zusätzlich wurde noch ein URAS 2 T zur Registrierung der Transpirationsrate (TR) eingesetzt. Als Lichtquelle dienten HQL-Lampen. Es wurde mit halboffenen Küvetten gearbeitet (vgl. KRIEDEMANN und SMART (1971), die in einem Pflanzenwuchsschrank der Firma Karl Weiß, Gießen, Typ Z 600 E/5-60 JU S, installiert waren (vgl. HOFÄCKER 1976). Die Messungen erfolgten nach vorangegangener Adaptation der Versuchspflanzen bei 25 °C, 50 % rel. Luftfeuchte und 35 klx.

Nach ALLEWELDT *et al.* (1982) wird der Gaswechsel durch das Blattalter sowie durch den Tagesmeßzeitpunkt beeinflußt. Um derartige Fehlerquellen auszuschließen, erfolgten die Gaswechselfmessungen nach der von diesen Autoren beschriebenen Methode. Zur Ermittlung des Transpirationskoeffizienten wurde der tägliche Wasserverbrauch während der Versuchsperiode aufgezeichnet. Um den Trockensubstanzzuwachs während der Versuchsperiode bestimmen zu können, wurde das Trockengewicht zu Versuchsbeginn über die Blattfläche geschätzt. Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten und Regressionsgleichungen sind bei EIBACH (1981) angegeben.

Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der NPR-Messungen aus den Jahren 1978—1980 zusammengefaßt. Im Mittel der Jahre und Sorten führt Bodentrockenheit zu einer Reduktion der NPR um 27 %. Die im Jahre 1980 zu beobachtende geringere Hemmung der NPR ist auf die bessere Wasserversorgung in der Trockenvariante zurückzuführen und stimmt mit der geringeren Hemmung des vegetativen Wachstums überein (vgl. EIBACH und ALLEWELDT 1983).

Tabelle 2

Einfluß der Bodenfeuchte auf die Nettophotosyntheserate vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau (1978)

Influence of soil water content on the net photosynthesis rate of fruitless and fruit-bearing vines of the cv. Müller-Thurgau

Wasserversorgung % WK	Variante	Nettophotosyntheserate Wochen nach der Blüte ¹⁾								
		6			9			11		
		mgCO ₂ ·cm ⁻² ·h ⁻¹	Relativ Veg.	Feucht	mgCO ₂ ·cm ⁻² ·h ⁻¹	Relativ Veg.	Feucht	mgCO ₂ ·cm ⁻² ·h ⁻¹	Relativ Veg.	Feucht
80	Vegetativ	12,9	100	100	12,0	100	100	14,4	100	100
80	Mit Traube	13,4	104	100	13,7	114	100	17,0	118	100
30	Vegetativ	5,9	100	46	9,5	100	79	11,6	100	81
30	Mit Traube	5,7	97	43	9,7	102	71	12,2	105	72
GD 5 %		1,9			1,8			2,0		

¹⁾ Beginn der Bodentrockenheit 2 Wochen nach der Blüte.

Die Traube verursacht eine Steigerung der NPR um durchschnittlich 9 %. Die durch die Traube bedingte Steigerungsrate der NPR ist in der Feuchtkultur mit 11 % im Mittel höher als in der Trockenvariante mit 6 %. Ein 1980 durchgeführter Sortenvergleich zeigt, daß die Sorte Bacchus in der Feuchtkultur mit einer höheren Steigerungsrate auf die Traubenbelastung reagiert als Müller-Thurgau, was allerdings wahrscheinlich auf einer unterschiedlichen Ertragsbelastung beruht. (Einzelheiten hierzu werden in einer gesonderten Veröffentlichung mitgeteilt.)

Die in Tabelle 2 dargestellten Meßergebnisse zu drei verschiedenen Terminen zeigen, daß der Einfluß der Traube auf die NPR in hohem Maße vom Entwicklungsstadium abhängig ist. So ist in der Feuchtkultur der Einfluß der Traube 6 Wochen nach der Blüte mit einer Erhöhung um 4 % noch recht gering, während zum letzten Meßter-

Tabelle 3

Einfluß der Bodenfeuchte auf die Transpirationsrate vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorten Müller-Thurgau und Bacchus

Influence of soil water content on the transpiration rate of fruitless and fruit-bearing vines of the cvs Müller-Thurgau und Bacchus

Jahr	Wasser- versorgung % WK	Variante	Transpirationsrate					
			Müller-Thurgau			Bacchus		
			$\text{g H}_2\text{O}$ $\cdot \text{cm}^{-2}$ $\cdot \text{h}^{-1}$	Relativ		$\text{g H}_2\text{O}$ $\cdot \text{cm}^{-2}$ $\cdot \text{h}^{-1}$	Relativ	
		Veget.	Feucht		Veget.	Feucht		
1978 ¹⁾	80	Vegetativ	1,26	100	100			
	80	Mit Traube	1,30	103	100			
	30	Vegetativ	0,72	100	57	—	—	—
	30	Mit Traube	0,71	99	55			
	GD 5 %		0,19					
1979	80	Vegetativ	2,04	100	100			
	80	Mit Traube	2,20	108	100			
	30	Vegetativ	1,31	100	64	—	—	—
	30	Mit Traube	1,31	100	60			
	GD 5 %		0,22					
1980	80	Vegetativ	1,54	100	100	1,41	100	100
	80	Mit Traube	1,59	103	100	1,46	104	100
	40	Vegetativ	0,92	100	60	0,97	100	69
	40	Mit Traube	0,93	101	58	0,97	100	66
	GD 5 %		0,13			0,14		

¹⁾ Mittelwert von 3 Meßterminen.

min, 11 Wochen nach der Blüte und damit in der Phase intensiver Zuckereinlagerung, die Steigerung mit 18 % sehr deutlich ist. Dieser Effekt ist, wenngleich schwächer, auch in der Trockenkultur angedeutet.

Besonders interessant ist die Beobachtung, daß sich mit fortdauernder Bodentrockenheit die NPR erholt und den Werten der Feuchtkultur annähert.

Die TR wird im Mittel aller Untersuchungen durch Bodentrockenheit um 39 % reduziert (Tabelle 3). Die Hemmung ist damit im Vergleich zur NPR (27 %) stärker. Eine durch die Traube bedingte Steigerung der TR ist in der Feuchtkultur mit durchschnittlich 5 % angedeutet. Bei Bodentrockenheit ist kein Einfluß der Traube auf die Transpiration zu messen. Sortenunterschiede im Jahre 1980 ergeben sich vor allem in

Tabelle 4

Einfluß der Bodenfeuchte auf das Verhältnis von Nettophotosyntheserate zu Transpirationsrate bei vegetativen und traubentragenden Pflanzen der Rebsorten Müller-Thurgau und Bacchus

Influence of soil water content on the ratio of net photosynthesis and transpiration rates of fruitless and fruit-bearing vines of the cvs Müller-Thurgau and Bacchus

Jahr	Wasserversorgung % WK	Variante	Nettophotosyntheserate/Transpirationsrate					
			Müller-Thurgau			Bacchus		
			mg CO ₂ /g H ₂ O	Relativ Veget. Feucht		mg CO ₂ /g H ₂ O	Relativ Veget. Feucht	
1978 ¹⁾	80	Vegetativ	10,4	100	100			
	80	Mit Traube	11,3	109	100			
	30	Vegetativ	12,5	100	120	—	—	—
	30	Mit Traube	13,0	104	115			
	GD 5 %		0,6					
1979	80	Vegetativ	10,8	100	100			
	80	Mit Traube	11,2	105	100			
	30	Vegetativ	11,9	100	111	—	—	—
	30	Mit Traube	13,2	111	111			
	GD 5 %		0,6					
1980	80	Vegetativ	9,4	100	100	10,3	100	100
	80	Mit Traube	9,8	104	100	11,2	109	100
	40	Vegetativ	12,4	100	132	12,4	100	120
	40	Mit Traube	13,1	106	134	12,9	104	115
	GD 5 %		0,6		0,5			

¹⁾ Mittelwert von 3 Meßterminen.

Tabelle 5

Einfluß der Bodenfeuchte auf den Transpirationskoeffizienten vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorten Müller-Thurgau und Bacchus (1980)

Influence of soil water content on the transpiration coefficient of fruitless and fruit-bearing vines of the cvs Müller-Thurgau and Bacchus

Wasser- versor- gung % WK	Variante	Transpirationskoeffizient					
		Bacchus			Müller-Thurgau		
		g H ₂ O · g TS ⁻¹	Differenz		g H ₂ O g TS ⁻¹	Differenz	
	Veget.	Feucht	Veget.	Feucht			
80	Vegetativ	393	—	—	430	—	—
80	Mit Traube	370	-23	—	426	-4	—
40	Vegetativ	232	—	-161	281	—	-149
40	Mit Traube	223	-9	-147	271	-10	-155
GD 5 %		32			29		

der Feuchtvariante, in der die TR der Rebsorte Müller-Thurgau um jeweils 0,13 g H₂O · dm⁻² · h⁻¹ höher liegt als bei Bacchus.

Wird der im Versuchsjahr 1980 ermittelte tägliche Wasserverbrauch mit der Transpiration je Pflanze bei einer mittleren Blattfläche, die sich aus der Blattfläche zu Versuchsbeginn und -ende ergibt, in Beziehung gesetzt, so zeigt sich ein enger Zusammenhang, der sich in dem Korrelationskoeffizienten von $r = +0,98^{**}$ widerspiegelt.

Die unterschiedlich starke Reaktion von NPR und TR auf eine Variation der Wasserversorgung sowie auf den Fruchtbehang wird aus dem Quotienten NPR/TR (mg CO₂ /g H₂O) ersichtlich (Tabelle 4). Bodentrockenheit erhöht die Verhältniszahl und damit die „Produktivität der Transpiration“ um durchschnittlich 20 %. Die Traube steigert das Verhältnis von NPR/TR im Mittel um 6 %. Diese Differenzen sind jedoch nicht in allen Fällen statistisch abzusichern. Die Ergebnisse in der Feuchtkultur im Jahre 1980 deuten auf eine geringere „Produktivität der Transpiration“ bei der Sorte Müller-Thurgau hin.

Die im Jahre 1980 ermittelten Transpirationskoeffizienten (ml Wasserverbrauch/g Trockensubstanz) sind in Tabelle 5 für die Rebsorten Müller-Thurgau und Bacchus zusammengestellt. Beide Sorten weisen bei Bodentrockenheit einen signifikant geringeren Transpirationskoeffizienten auf. Traubentragende Reben tendieren ebenfalls zu etwas niedrigeren Werten, jedoch sind die Differenzen in keinem Fall gesichert. In allen Varianten ist der Transpirationskoeffizient der Sorte Bacchus (305 ml H₂O/g TS) im Vergleich zu Müller-Thurgau (352 ml H₂O/g TS) niedriger.

Der über alle Varianten errechnete Korrelationskoeffizient zwischen dem Verhältnis NPR/TR und dem Transpirationskoeffizienten beträgt $r = 0,95^{**}$. Aufgrund dieser engen Korrelation kann mit einem Bestimmtheitsmaß von 90 % aus den Gaswechselwerten auf den Transpirationskoeffizienten geschlossen werden.

Diskussion

Die vorliegenden Untersuchungen befassen sich mit dem Einfluß der Bodenwasserversorgung auf den Gaswechsel der Rebe, wobei der Frage, inwieweit der Fruchtbehang die Reaktionen der Rebe modifiziert, besondere Beachtung geschenkt wurde.

Eine verminderte Wasserversorgung führt zu einer Reduktion der NPR, eine Reaktion, die durch eine Reihe von Untersuchungen bestätigt wurde (SCHANDERL 1930, GEISLER 1963, KOBAJASHI *et al.* 1963, SHIMOMURA 1967, LOVEYS und KRIEDEMANN 1973, MAGRISO und SLAVCHEVA 1975, HOFÄCKER 1976, LIU *et al.* 1978, CARBONNEAU und CASTERAN 1979, MAGRISO 1979, RÜHL 1981, ALLEWELDT und RÜHL 1982). Es zeigt sich ferner eine Abhängigkeit zwischen der NPR und der Dauer der Trockenperiode: Die Reduktion der NPR, die kurz nach Beginn der Trockenphase sehr stark ist, nimmt mit fortdauernder Bodentrockenheit ab. Diese „Erholung“ der NPR bei längerer Bodentrockenheit wurde auch von GEISLER (1963) und ORTH (1983) berichtet.

Die NPR traubentragender Pflanzen ist im Vergleich zu vegetativ wachsenden Pflanzen in beiden Wasserversorgungsstufen erhöht. Dieser Effekt ist in der Feuchtkultur stärker ausgeprägt als in Trockenkultur. Es zeigt sich eine Abhängigkeit vom Beerenentwicklungsstadium, wonach die Steigerungsraten ab Beginn der Phase III, der Phase der Zuckereinlagerung in die Beere, am größten sind. CLAUSSEN (1977) konnte bei Auberginen ebenfalls die deutlichste Erhöhung der NPR fruchttragender Pflanzen im Vergleich zu vegetativ wachsenden Pflanzen während der Phase des intensivsten Fruchtwachstums feststellen.

Die höhere NPR fruchtender Pflanzen könnte durch eine Beeinflussung durch Phytohormone hervorgerufen worden sein, da verschiedentlich gezeigt wurde, daß Auxine, Cytokinine und Gibberelline die Photosynthese der Blätter stimulieren können (Literatur bei KULL 1972). Es wird vermutet, daß die aus den Früchten in die Blätter wandernden Hormone für die höhere NPR verantwortlich sind. Andererseits wird auch eine Beeinflussung des Assimilattransports durch Phytohormone (BIDWELL und QUONG 1975, DURING und ALLEWELDT 1980) und die damit mögliche Rückwirkung auf die Photosynthese diskutiert.

Untersuchungen von HANSEN (1967), HOFFMANN und LENZ (1974) und QUAST (1975) an anderen Kulturpflanzen sowie von HOFÄCKER (1977) bei Reben zeigten, daß die Kohlenhydratgehalte der Blätter fruchttragender Pflanzen niedriger sind. Es wird deshalb ein kausaler Zusammenhang zwischen der NPR und der Assimilatkonzentration der Blätter in der Form angenommen, daß eine höhere Konzentration von Kohlenhydraten im Blatt eine geringere Photosynthese durch Endprodukthemmung bewirkt (Literatur bei NEALES und INCOLL 1968). Die geringeren Assimilatkonzentrationen in den Blättern fruchtender Pflanzen werden auf einen schnelleren Abtransport zurückgeführt.

Die in den vorliegenden Untersuchungen festgestellte verminderte TR bei Bodentrockenheit wird durch die Ergebnisse von GEISLER (1961), SHIMOMURA (1967), TONCHEV (1972), MÉRIAUX *et al.* (1975), KARAPETYAN *et al.* (1976), LANGE und MEYER (1979), MAGRISO (1979) und ALLEWELDT und RÜHL (1982) bestätigt. Eine Erklärung für die namentlich in der Feuchtkultur festgestellte leichte Steigerung der TR traubentragender Pflanzen geben die Beobachtungen von TUNSAWAN und BÜNEMANN (1973), wonach die Spaltöffnungen von Blättern fruchtender Pflanzen weiter geöffnet sind, so daß ihre Transpiration erhöht ist. Bodentrockenheit beeinträchtigt die TR stärker als die NPR, wie aus den Verhältniszahlen von NPR zu TR ersichtlich wird. In die gleiche Richtung weisende Ergebnisse liegen auch von MAGRISO (1979) und ALLEWELDT und RÜHL (1982) vor. Wenngleich im Ausmaß geringer, erhöht auch die Traube die „Produktivität der Transpiration“.

Die ermittelten Transpirationskoeffizienten liegen im Bereich von 223 bis 430 ml H₂O/g TS. Auch BRAVDO *et al.* (1972), ALLEWELDT und RÜHL (1982) und BECKER und ZIMMERMANN (1983) kommen zu ähnlichen Werten.

Im Mittel beider Sorten ist der Transpirationskoeffizient durch eine verminderte Wasserversorgung um 38 % geringer. Ein für die Bildung von 1 g Trockensubstanz geringerer Wasserverbrauch bei Bodentrockenheit geht auch aus den Untersuchungen von BUTTROSE (1974), HOFÄCKER (1977), ALLEWELDT und RÜHL (1982) und BECKER und ZIMMERMANN (1983) hervor. Der Einfluß der Traube auf den Transpirationskoeffizienten ist gering, mit einer Verringerung von durchschnittlich 4 % in der Tendenz jedoch erkennbar. Auch HOFÄCKER (1977) konnte eine höhere Substanzproduktion je verbrauchter Wassereinheit bei traubentragenden Pflanzen feststellen. Die aus den Gaswechselmeßwerten abgeleitete höhere „Produktivität der Transpiration“ bei Bodentrockenheit und Fruchtbegang findet somit in den ermittelten Transpirationskoeffizienten ihre Bestätigung. Aufgrund der engen Korrelation zwischen dem Verhältnis NPR/TR und dem Transpirationskoeffizienten erscheint im Hinblick auf die Trockenresistenzzüchtung die Erfassung des Gaswechsels zur Selektion trockenresistenter Zuchtstämme aussichtsreich.

Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen aus den Jahren 1978—1980 befassen sich mit dem Einfluß der Wasserversorgung auf den Gaswechsel traubentragender und vegetativ wachsender Reben der Sorten Müller-Thurgau und Bacchus.

1. Die Nettophotosyntheserate wird durch eine herabgesetzte Wasserversorgung im Mittel aller Meßreihen um 27 % reduziert. Es zeigt sich eine Abhängigkeit von der Länge der Trockenphase, wonach sich mit zunehmender Dauer der Trockenperiode die Reduktion der Nettophotosyntheserate verringert.
2. Die Traube verursacht eine Steigerung der Nettophotosyntheserate, wobei dieser Effekt in der Feuchtkultur mit durchschnittlich 11 % größer ist als in der Trockenkultur mit durchschnittlich 6 %. Die Nettophotosyntheserate traubentragender Pflanzen ist in der Beerenentwicklungsphase III am stärksten erhöht.
3. Bodentrockenheit bedingt eine Verminderung der Transpiration um durchschnittlich 39 %. Der Einfluß der Traube auf die Transpiration ist lediglich in der Feuchtkultur mit einer Steigerung von 5 % angedeutet.
4. Das Verhältnis von Nettophotosyntheserate zu Transpirationsrate und somit die „Produktivität der Transpiration“ ist durch eine reduzierte Wasserversorgung um durchschnittlich 20 % gesteigert. Die Traube erhöht die „Produktivität der Transpiration“ um 6 %.
5. Der Transpirationskoeffizient wird durch Bodentrockenheit deutlich verringert. Traubentragende Reben zeigen ebenfalls eine Tendenz zu kleineren Transpirationskoeffizienten. Die Sorte Müller-Thurgau hat im Vergleich zu Bacchus einen gesichert höheren Transpirationskoeffizienten.
6. Die ermittelten Gaswechselmeßwerte lassen mit einem Bestimmtheitsmaß von 90 % einen Schluß auf den Transpirationskoeffizienten zu.

Literatur

- ALLEWELDT, G., EIBACH, R. und RÜHL, E., 1982: Untersuchungen zum Gaswechsel der Rebe. I. Einfluß von Temperatur, Blattalter und Tageszeit auf Nettophotosynthese und Transpiration. *Vitis* 21, 93—100.

- — und RÜHL, E., 1982: Untersuchungen zum Gaswechsel der Rebe. II. Einfluß langanhaltender Bodentrockenheit auf die Leistungsfähigkeit verschiedener Rebsorten. *Vitis* 21, 313—324.
- BECKER, N. und 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.
- BIDWELL, R. G. S. and QUONG, E. C.-K., 1975: Indole acetic acid effect on the distribution of photosynthetically fixed carbon in the bean plant. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 168, 361—370.
- BRAVDO, B., LAVÉE, S. and SAMISH, R. M., 1972: Analysis of water consumption of various grapevine cultivars. *Vitis* 10, 279—291.
- BUTTROSE, M. S., 1974: Fruitfulness in grape-vines. Effect of water stress. *Vitis* 12, 299—305.
- CARBONNEAU, A. and CASTERAN, P., 1979: Irrigation-depressing effect on floral initiation of Cabernet Sauvignon grapevines in Bordeaux area. *Amer. J. Enol. Viticult.* 30, 3—7.
- 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.
- —, 1977: Einfluß der Frucht auf die Netto-Photosyntheserate der Aubergine (*Solanum melongena* L.). *Gartenbauwissenschaft* 42, 61—65.
- DURING, H. and ALLEWELDT, G., 1980: Effects of plant hormones on the phloem transport in grapevines. *Ber. Dt. Bot. Ges.* 93, 339—347.
- EIBACH, R., 1981: Die Beziehung zwischen Gaswechsel, Ertrag und Mostqualität der Rebe bei unterschiedlicher Wasserversorgung. Diss. Univ. Hohenheim.
- — und ALLEWELDT, G., 1983: Einfluß der Wasserversorgung auf Wachstum, Gaswechsel und Substanzproduktion traubentragender Reben. I. Das vegetative Wachstum. *Vitis* 22, 231—240.
- GEISLER, G., 1961: Untersuchungen zum Pfropfeinfluß auf die Transpiration im Zusammenhang mit der Unterlagenzüchtung der Reben. *Züchter* 31, 8—14.
- —, 1963: Die CO₂-Assimilationsrate wurzelechter und gepfropfter Reben (*Vitis*) unter dem Einfluß wechselnder Wasserversorgung. *Angew. Bot.* 37, 270—280.
- HANSEN, P., 1967: ¹⁴C-studies on apple trees. I. The effect of fruit on the translocation and distribution of photosynthates. *Physiol. Plant.* 20, 382—391.
- HOFÄCKER, W., 1976: Untersuchungen über den Einfluß wechselnder Bodenwasserversorgung auf die Photosyntheseintensität und den stomatären Diffusionswiderstand bei Rebblättern. *Vitis* 15, 171—182.
- —, 1977: Untersuchungen zur Stoffproduktion der Rebe unter dem Einfluß wechselnder Bodenwasserversorgung. *Vitis* 16, 162—173.
- HOFFMANN, E. und LENZ, F., 1974: Die Photosyntheseraten und Kohlenhydratgehalte der Blätter bei fruchttragenden und nichtfruchttragenden Auberginen- und Erdbeerpflanzen. *Gartenbauwissenschaft* 39, 539—547.
- KARAPETYAN, ZH. G., SKLYAROVA, I. A. and POGOSYAN, K. S., 1976: Physiological and biochemical changes in 1-year-old vine shoots in relation to soil moisture and tissue water content (Russ.). *Trudy Arm. N. I. I. Vinogradar. Vinodel. Plodovod.* No. 13, 231—240 [Abstr.: *Hort. Abstr.* 48, 1280.]
- KOBAJASHI, A., KURETANI, M. and OTO, H., 1963: Effects of soil moisture on the growth and nutrient absorption of grapes. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 32, (2), 1—8.
- KRIEDEMANN, P. E. and SMART, R. E., 1971: Effects of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. *Photosynthetica* 5, 6—15.
- KULL, U., 1972: Wirkungen von Wuchsstoffen auf Speicherung und Stoffwechsel in vegetativen Pflanzenteilen (unter besonderer Berücksichtigung des Kohlenhydrathaushaltes). *Ser. Bot. Studien* Bd. 19, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- LANGE, O. und MEYER, A., 1979: Mittäglicher Stomatenschluß bei Aprikose (*Prunus armeniaca*) und Wein (*Vitis vinifera*) im Freiland trotz guter Wasserversorgung. *Flora* 168, 511—528.
- LENZ, F. und 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.
- — und DAUNICHT, J., 1970: Die Photosynthese von Erdbeerpflanzen in Abhängigkeit von Ernährung und Fruchtbehang. *Erwerbsobstbau* 12, 61—62.
- — und — —, 1971: Einfluß von Wurzel und Frucht auf die Photosynthese bei *Citrus*. *Angew. Bot.* 45, 11—20.
- LIU, W. T., POOL, R., WENKERT, W. and KRIEDEMANN, P. E., 1978: Changes in photosynthesis, stomatal resistance and abscisic acid of *Vitis labruscana* through drought and irrigation cycles. *Amer. J. Enol. Viticult.* 29, 239—246.

- LOVEYS, B. R. and KRIEDEMANN, P. E., 1973: Rapid changes in abscisic acid-like inhibitors following alterations in vine leaf water potential. *Physiol. Plant.* **28**, 476—479.
- 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.]
- — et SLAVCHEVA, T., 1975: Influence de l'humidité et de la fumure du sol sur l'intensité de la photosynthèse chez la vigne (bulg.). *Gradinar. Lozar. Nauka (Sofia)* **12**, (3), 64—72. [Ref.: *Vitis* **14**, 262.]
- MÉRIAUX, S., WEBER, M., ROLLIN, H. et RUTTEN, P., 1975: Effets des modalités d'application d'une contrainte hydrique sur quelques aspects de la morphologie et de l'activité de la feuille de *Vitis vinifera* L. variété Cabernet Sauvignon. *C. R. Hebd. Séances Acad. Sci., Sér. D*, **281**, 1235—1237.
- MÜLLER-THURGAU, H., 1894: Einwirkung anhaltender Trockenheit auf Reben und Obstbäume. *Beil. Weinbau Weinhandel* Nr. 32.
- NEALES, T. F. and INCOLL, L. D., 1968: The control of leaf photosynthesis rate by the level of assimilate concentration in the leaf: a review of the hypothesis. *Bot. Rev.* **34**, 107—125.
- ORTH, C., 1983: Einfluß der Wasserversorgung auf die Assimilatranslokation bei Reben. *Diss. Univ. Hohenheim*.
- QUAST, P., 1975: Gibberellinbestimmung in Verbindung mit Kohlenhydratgehalten und Trockensubstanzverteilung bei Solanaceen. *Diss. Univ. Berlin*.
- — , 1977: Die Bedeutung der Photosynthese für die Ertragsbildung im Pflanzenbau sowie spezielle Möglichkeiten zur Steigerung der photosynthetischen Aktivität. *Mitt. OVR* **32**, 215—224.
- RUHL, E., 1981: Einfluß der Wasserversorgung auf Photosynthese, Transpiration und vegetatives Wachstum verschiedener Rebsorten. *Diss. Univ. Hohenheim*.
- SAUTTER, L., 1971: Einfluß der NPK-Düngung auf die Photosynthese der Reben. *Diss. Univ. Hohenheim*.
- SCHANDERL, H. 1930: Untersuchungen über die Photosynthese einiger Rebsorten, speziell des Rieslings, unter natürlichen Verhältnissen. *Wiss. Arch. Landwirtsch., Abt. A, Pflanzenbau*, **3**, 529—560.
- SCHÖNHERR, J. und LENZ, F., 1968: Das Wachstum unterschiedlich stark fruchtender Erdbeerpflanzen (Var. Senga Sengana). *Mitt. Klosterneuburg* **18**, 109—117.
- SHIMOMURA, K., 1967: Effects of soil moisture on growth and nutrient absorption of grapes. *Acta Agron. Sci. Hung.* **16**, 209—216.
- TONCHEV, G., 1972: The effect of irrigation on the grapevine cultivar G^mza grown on grey forest soils (Bulg.). *Gradinar. Lozar. Nauka (Sofia)* **9**, (8) 51—60. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **43**, 6737.]
- TUNSAWAN, T. und BÜNEMANN, G., 1973: Spaltöffnungsverhalten bei Apfelbäumen mit und ohne Früchte. *Gartenbauwissenschaft* **38**, 109—115.

Eingegangen am 1. 12. 1983

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