

# Einfluß der Wasserversorgung auf Wachstum, Gaswechsel und Substanzproduktion traubentragender Reben

## I. Das vegetative Wachstum

von

R. EIBACH und G. ALLEWELDT

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

#### I. Vegetative growth

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

1. A reduced water supply leads to a reduction in shoot growth, number of leaves and leaf area. A lower mean length of internodes and leaf size of dry-cultivated plants results from the somewhat stronger inhibition of shoot growth and development of leaf size compared with number of leaves.
2. The presence of clusters reduces the shoot length, leaf number and leaf area. Dryness of soil intensifies this effect.
3. The growth inhibitory effect of a lower water supply is slightly more pronounced in the variety Bacchus (about 5 % more) than in Müller-Thurgau.

#### Einleitung

Die Rebe kann aufgrund ihres weitreichenden und tiefen Wurzelsystems längere Trockenperioden weithin ohne größeren Schaden überstehen (MARX 1957). Sie wird daher im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen als recht trockenresistent eingestuft. Dennoch kommt es in Trockenjahren immer wieder zu Ertrags- und Qualitätsminderungen (KLENK 1948, KONLECHNER 1958, BUDIG 1960, BURCKHARDT und GOEDECKE 1961, BRÜNDLMAYER 1968, MAGRISO *et al.* 1975, MÜLLER 1978, SPAYD und MORRIS 1978, STEINBERG 1978, FREEMAN *et al.* 1979). Offensichtlich werden diese Probleme vor allem in den klassischen Weinbaulagen, den Steillagen, die sich im allgemeinen durch Flachgründigkeit und hohen Steinanteil auszeichnen, deren Erhaltung jedoch nicht zuletzt aus ökologischen Gesichtspunkten wünschenswert ist. Die hier im Teil I wiedergegebenen Ergebnisse beziehen sich zunächst auf die Frage, welchen Einfluß die Bodenfeuchte auf das vegetative Wachstum ausübt und wie dies durch den Fruchtbehang modifiziert wird.

#### Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1978—1980 an Gewächshauspflanzen der Rebsorten Müller-Thurgau und Bacchus unter kontrollierten Bodenfeuchtebedingungen durchgeführt. Jede Versuchsvariante umfaßte 10—12 Pflanzen mit jeweils 1—2 Trauben je Rebe bei den traubentragenden Versuchsgliedern. Die Anzucht von traubentragenden Pflanzen erfolgte nach zwei Methoden:

- a) Von bereits Ende Februar im Gewächshaus zum Austrieb gebrachten Mutterpflanzen wurden nach Ausbildung der Infloreszenzen in den Winteraugen die Triebe in Segmente von 3 Nodien geschnitten. Das basale Blatt jedes Segmentes wurde entfernt und der Steckling zur Bewurzelung gebracht. Nach ca. 4 Wochen kam es zum Austrieb der Winteraugen mit Infloreszenzen.
- b) Die Bewurzelung erfolgte kurz vor oder während der Blüte an Trieben von im Freiland wachsenden Pflanzen. Nach Entfernung der basalen 2—3 Blätter wurde eine schlauchartige PVC-Folie über den Trieb bis zum Ansatz an die Tragrute gestülpt, mit feuchter Erde gefüllt und an beiden Enden zugebunden. Bis zur zweiten Septemberhälfte war die Bewurzelung im allgemeinen ausreichend, und die Triebe wurden abgeschnitten und getopft. Der Fruchtansatz der austreibenden Winteraugen im darauffolgenden Frühjahr lag in Abhängigkeit von der Sorte zwischen 70 und 90 %.

Als Kulturgefäße dienten 5-l-Plastikeimer bzw. 3-l-Gefäße. Die Düngung erfolgte nach vorausgegangener Nährstoffanalyse des Bodens mit Einzelnährstoffdüngern entsprechend dem Bedarf.

Die Bestimmung der Wasserkapazität (WK) wurde nach SCHLICHTING und BLUME (1966) durchgeführt. Die Einstellung auf die gewünschte Wasserkapazität erfolgte gravimetrisch. Die Bewässerung wurde mittels eines in Zusammenarbeit mit der Technischen Zentrale der Universität Hohenheim gebauten Wägesystems gesteuert (vgl. RÜHL 1981).

Die Ermittlung von Trieblänge, Blattzahl und Blattfläche erfolgte während des Versuchszeitraumes in regelmäßigen Abständen (Methode der Blattflächenmessung am Stock s. EIBACH 1981).

### Ergebnisse

Wie aus Abb. 1 zu entnehmen ist, führt eine optimale Wasserversorgung zu einer kontinuierlichen Zunahme der Trieblänge sowohl vegetativ wachsender als auch traubentragender Pflanzen. Diese Zunahme ist bei traubentragenden Pflanzen jedoch statistisch gesichert geringer.

Die ab dem 1. Mai bei 30 % WK kultivierten Pflanzen reagieren mit einer deutlichen Hemmung des Längenwachstums auf die herabgesetzte Bodenfeuchte. Diese Hemmung wird wiederum durch die Anwesenheit der Traube verstärkt. So stellt die traubentragende Trockenvariante 22 d nach Beginn der Bodentrockenheit ihr Längenwachstum völlig ein, während unter gleichen Bodenfeuchtebedingungen die vegetativ wachsenden Pflanzen bis zum Versuchsende noch einen durchschnittlichen Zuwachs von 19 cm/Pflanze aufweisen.

In Abb. 2 sind die wöchentlichen Zuwachsraten des Triebes dargestellt. Die Zuwachsraten der gut mit Wasser versorgten Pflanzen folgen einer Optimumkurve mit einem Maximum in der 5. Versuchswoche. Die wöchentlichen Zuwachsraten der trockenen kultivierten Pflanzen liegen in dem Zeitraum von Beginn der Trockenphase bis Versuchsende um durchschnittlich 80 % niedriger. Der negative Wert in der 9. Woche nach der Blüte für die traubentragende Trockenkultur erklärt sich durch das Absterben einiger Triebspitzen, eine Reaktion, die bei der vegetativ wachsenden Trockenkultur nicht zu beobachten ist.

Ein dem Triebängenwachstum ähnliches Verhalten bei unterschiedlicher Wasserversorgung zeigt sich auch für die Blattzahl (Abb. 3) und die Blattfläche (Abb. 4): eine Reduktion durch Bodentrockenheit einerseits und innerhalb einer Feuchtestufe durch den Traubenbehang andererseits.

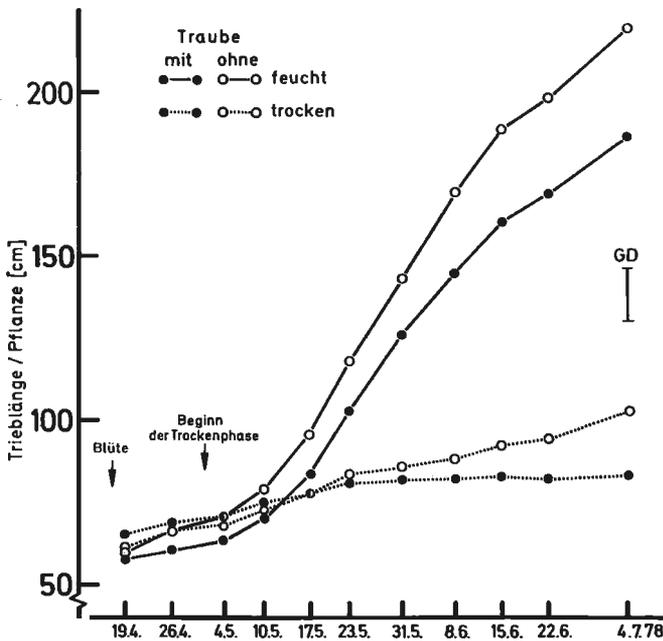


Abb. 1: Einfluß der Bodenfeuchte auf das Trieb­längenwachstum vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau (1978). GD = Grenzdifferenz für 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit.

Influence of soil water content on shoot growth of fruitless and fruit-bearing vines of the cv. Müller-Thurgau (1978). GD = LSD at P 5 %.

Die Relativzahlen in der Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse (Tabelle 1) verdeutlichen die durch Bodentrockenheit stärkere Einschränkung des Trieb­längenwachstums und der Blattflächenentwicklung im Vergleich zur Blattzahl, woraus sich eine geringere durchschnittliche Internodienlänge und Einzelblattfläche bei Trockenkultur ableiten läßt. Die durch die Traube bedingte Reduktion ist bei allen erfaßten Parametern in der Trockenkultur jeweils stärker ausgeprägt.

Innerhalb der traubentragenden Feuchtvariante ist ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen dem Beeren­ertrag und dem vegetativen Wachstum zu erkennen. Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten betragen für die Trieb­länge  $r = -0,88^{**}$ , für die Blattzahl  $r = -0,88^{**}$  und für die Blattfläche  $r = -0,95^{**}$ .

Eine zweite Versuchsserie sollte zur Absicherung der bisherigen Ergebnisse dienen, wobei neben der Sorte Müller-Thurgau auch die Sorte Bacchus in die Untersuchungen mit einbezogen wurde (Tabelle 2). Der gegenüber dem ersten Versuch mit 40 % WK gewählte „mildere Wasserstreß“ zeigt sich in einer geringeren Hemmung des vegetativen Wachstums. Im Mittel aller Varianten kommt es durch die Bodentrockenheit zu einer Reduktion des Trieb­längenwachstums um 56 %. In beiden Feuchtestufen führt die Anwesenheit der Traube zu einem verminderten Trieb­längenwachstum, wobei die Reduktion der beiden Sorten in der Trockenkultur jeweils relativ größer ist.

Die Blattzahl ist durch Bodentrockenheit um 9,4 bis 11,2 Blätter reduziert. Im Mittel aller Varianten ist die Verminderung mit 37 % im Vergleich zur Trieb­länge (= 56 %) geringer, was die Ergebnisse des ersten Versuches bestätigt. Die verminderte

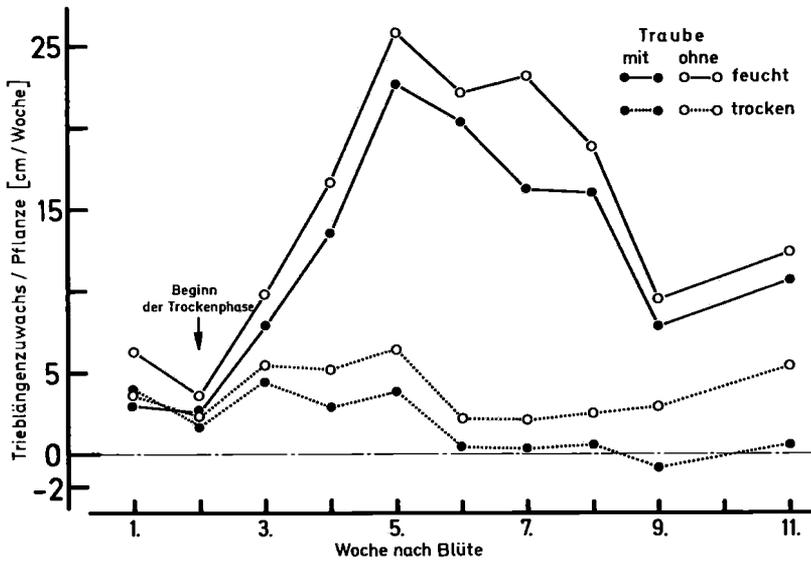


Abb. 2: Einfluß der Bodenfeuchte auf den wöchentlichen Triebzuwachs vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau (1978).

Influence of soil water content on the weekly increase of shoot length of fruitless and fruit-bearing vines of the cv. Müller-Thurgau (1978).

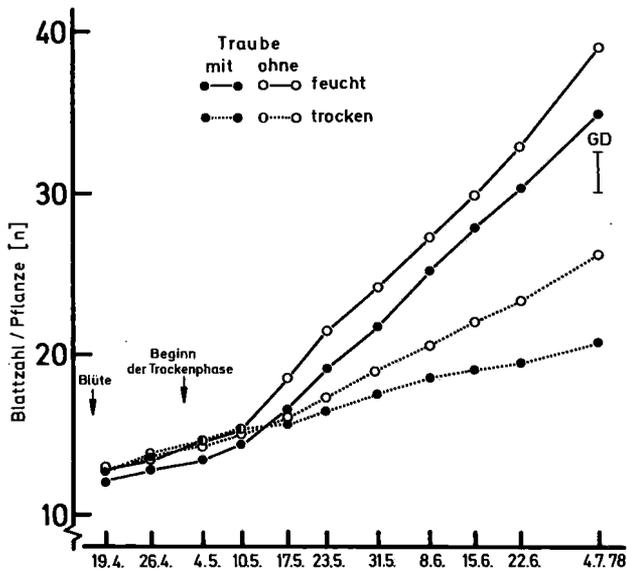


Abb. 3: Einfluß der Bodenfeuchte auf die Blattzahl vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau (1978). GD = Grenzdifferenz für 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit.

Influence of soil water content on leaf number of fruitless and fruit-bearing vines of the cv. Müller-Thurgau (1978). GD = LSD at P 5 %.

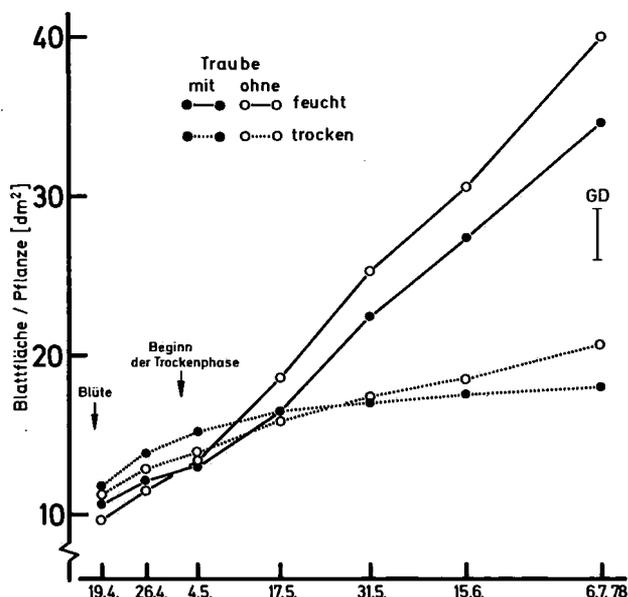


Abb. 4: Einfluß der Bodenfeuchte auf die Blattfläche vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau (1978). GD = Grenzdifferenz für 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit.

Influence of soil water content on leaf area of fruitless and fruit-bearing vines of the cv. Müller-Thurgau (1978). GD = LSD at P 5 %.

Blattbildung traubentragender Pflanzen ist sowohl absolut als auch relativ bei herabgesetzter Wasserversorgung deutlicher ausgeprägt, was wiederum den verstärkten Fruchteinfluß auf das vegetative Wachstum bei Bodentrockenheit dokumentiert. Der Triebblängenreduktion vergleichbar ist die relative Reduktion der Blattfläche sowohl durch Bodentrockenheit als auch durch die Anwesenheit der Traube.

Entsprechend den Ergebnissen aus dem vorher beschriebenen Versuch kommt es sowohl durch die Traube als auch durch die herabgesetzte Wasserversorgung zu einer geringeren mittleren Blattgröße und Internodienlänge. Die deutlichste Beeinträchtigung ist dabei jeweils durch das Zusammentreffen von Bodentrockenheit und Traubenansatz zu erkennen. Deutlichere Sortenunterschiede ergeben sich vor allem hinsichtlich der Blattgröße, wobei die mittlere Blattgröße der Sorte Müller-Thurgau jeweils um 10–15 cm<sup>2</sup> über den entsprechenden Werten der Sorte Bacchus liegt. Der bei den anderen erfaßten Parametern in beiden Feuchtstufen zu erkennende jeweils größere Einfluß der Traube bei der Rebsorte Bacchus ist sicherlich in erster Linie auf den höheren Fruchtbehang dieser Sorte im Vergleich zu Müller-Thurgau zurückzuführen und nicht als sortenspezifische Reaktion zu werten. Nähere Einzelheiten hierzu werden in einer gesonderten Veröffentlichung mitgeteilt.

In einer weiteren Versuchsserie wurde die Reaktion traubentragender Pflanzen der Rebsorten Bacchus und Müller-Thurgau auf kurzfristige Feuchteperioden (FP) während einer langanhaltenden Bodentrockenheit (40 % WK) untersucht. Hierzu wurden die Pflanzen zu verschiedenen Terminen jeweils 3 Wochen unter optimalen Bodenfeuchtebedingungen (80 % WK) kultiviert.

In Tabelle 3 sind die Zunahmen der Trieblänge und Blattzahl zusammengefaßt. Eine frühe Feuchteperiode (1. FP) führt zu einem geringeren Triebblängenwachstum als

Tabelle 1

Einfluß der Bodenfeuchte auf die Zunahme von mittlerer Trieblänge, Blattzahl und Blattfläche vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorte Müller-Thurgau · Versuchsjahr 1978

Influence of soil water content on the increase of average shoot length, leaf number and leaf area of fruitless and fruit-bearing vines of the cv. Müller-Thurgau · Growing season 1978

Wasser- versor- gung	Variante	Zunahme der Trieblänge vom 4. 5. bis 4. 7.			Zunahme der Blattzahl vom 4. 5. bis 4. 7.			Zunahme der Blattfläche vom 4. 5. bis 4. 7.		
		cm	Relativ		n	Relativ		cm <sup>2</sup>	Relativ	
		% WK	Veget.	Feucht		Veget.	Feucht		Veget.	Feucht
80	Vegetativ	148,4	100	100	24,5	100	100	2 672	100	100
80	Mit Traube	123,2	83	100	21,4	87	100	2 141	80	100
30	Vegetativ	36,2	100	24	11,9	100	49	693	100	26
30	Mit Traube	11,7	32	10	6,0	50	28	284	41	13
GD 5 %		15,7			2,2			238		

spätere Feuchteperioden (2. und 3. FP). Die Unterschiede zwischen der 2. und 3. Feuchteperiode sind gering, wobei wohl die kurze zeitliche Aufeinanderfolge der Feuchteperioden eine Rolle spielen dürfte. Die bei der Sorte Bacchus nur geringfügigen Differenzen von Trieblänge und Blattzahl zwischen der dauernden Trockenkultur und Pflanzen der 1. Feuchteperiode sind aufgrund der mehrfach gefundenen Korrelation zwischen der Ertragshöhe (g Beerengewicht/Pflanze) und dem Triebängenwachstum sowie der Blattzahl vor allem auf den unterschiedlichen Beerenertrag beider Varianten zurückzuführen.

Die Zunahme von Trieblänge und Blattzahl während der verschiedenen Feuchteperioden entsprechen in allen Fällen absolut etwa dem Zuwachs der dauernd feucht kultivierten Pflanzen während des gleichen Zeitraumes, was für eine rasche Adaptation der Pflanzen an optimale Wasserverhältnisse spricht. Mit Ausnahme der Blattzahl in der dauernden Trocken- und Feuchtkultur ergibt sich jeweils eine geringere Gesamtzunahme von Trieblänge und Blattzahl der Sorte Bacchus gegenüber Müller-Thurgau. Hierbei ist allerdings wieder der unterschiedliche Beerenertrag beider Sorten zu beachten.

### Diskussion

Die vorliegenden Befunde zeigen die engen Wechselwirkungen zwischen der Wasserversorgung und dem vegetativen Wachstum. So führt eine herabgesetzte Wasserversorgung zu einer Hemmung des Sproßwachstums, was durch die reduzierte Trieblänge, Blattzahl und Blattfläche zum Ausdruck kommt. Untersuchungen von ALLEWELDT (1963/1964 a, b), BUTTROSE (1974) und HOFÄCKER (1974) führten zu dem gleichen Ergebnis. Umgekehrt konnten KONLECHNER (1958), FÜRI (1964) und JUSTYAK (1970) in Freilandversuchen das Triebängenwachstum durch Beregnung bzw. Bewässerung wesentlich steigern. Die prozentual geringere Hemmung der Blattentwicklung im Vergleich

zum Triebblängenwachstum und der Blattflächenentwicklung führt zu einer geringeren Internodienstreckung sowie zu einer geringeren mittleren Blattgröße trocken kultivierter Reben. So ist die mittlere Internodienlänge durch Bodentrockenheit um durchschnittlich 21 % reduziert. Dies steht im Einklang mit Untersuchungen von KASIMATIS (1967) und MÉRIAUX *et al.* (1974). Die Reduktion der mittleren Blattgröße von trocken kultivierten Reben ist mit 22 % der Reduktion der Internodienlänge vergleichbar. Auch KIEFER und STEINBERG (1974) berichten von einer geringeren mittleren Blattgröße unberegneter Reben. Jedoch geht aus Untersuchungen von BALZHÄUSER (1979) und MÜLLER (1980) eine gegensätzliche Reaktion mit einer größeren mittleren Blattgröße unberegneter Reben hervor. Ein Vergleich der beiden untersuchten Sorten zeigt die unterschiedliche Auswirkung der Bodentrockenheit auf die mittlere Internodienlänge und Blattgröße: Bei Müller-Thurgau ist die Hemmung beider Parameter um ca. 5 % geringer als bei Bacchus.

Während sich die Wachstumsraten von Triebblänge und Blattzahl vegetativ wachsender Pflanzen im Verlauf einer langanhaltenden Bodentrockenheit kaum ändern, zeigen die traubentragenden Pflanzen während einer andauernden Trockenperiode mit fortschreitender Beerenreife geringere Wachstumsraten. Unter den hier gewählten Versuchsbedingungen kommt es bei sich ändernden Bodenfeuchteverhältnissen zu einer raschen Anpassung der Wachstumsreaktionen des Triebes an die Bodenfeuchte.

Tabelle 2

Einfluß der Bodenfeuchte auf die Zunahme von mittlerer Triebblänge, Blattzahl und Blattfläche sowie auf die mittlere Blattgröße und Internodienlänge vegetativer und traubentragender Pflanzen der Rebsorten Bacchus und Müller-Thurgau · Versuchsjahr 1980

Influence of soil water content on the increase of average shoot length, leaf number and leaf area and on average leaf size and internode length of fruitless and fruit-bearing vines of the cvs. Bacchus and Müller-Thurgau · Growing season 1980

Wasserversorgung	Variante	Zunahme der Triebblänge vom 23. 5.—29. 7.	Zunahme der Blattzahl vom 23. 5.—29. 7.	Zunahme der Blattfläche vom 23. 5.—29. 7.	Blattgröße	Internodienlänge
% WK		cm	n	dm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm
Bacchus						
80	Vegetativ	230	29,5	31,1	96,3	7,0
80	Mit Traube	181	27,0	25,8	87,6	5,9
40	Vegetativ	108	20,1	12,8	67,6	5,1
40	Mit Traube	67	15,8	9,3	62,2	4,2
GD 5 %		17	1,9	2,4	5,1	0,4
Müller-Thurgau						
80	Vegetativ	204	27,0	32,6	106,6	6,6
80	Mit Traube	191	26,1	30,9	104,2	6,2
40	Vegetativ	104	17,4	15,8	81,3	5,2
40	Mit Traube	79	15,1	12,8	77,9	4,7
GD 5 %		18	2,1	2,1	5,0	0,4

Tabelle 3

Einfluß verschiedener Befeuchtungszeitpunkte auf die Zunahme von mittlerer Trieblänge und Blattzahl traubentragender Pflanzen der Rebsorten Bacchus und Müller-Thurgau · Die unterstrichenen Werte geben die Zunahmen während der Feuchtperiode (FP) an · Versuchsjahr 1980

Influence of different watering periods on the increase of average shoot length and leaf number of fruit-bearing vines of the cvs. Bacchus and Müller-Thurgau · The underlined figures show the increases during the watering periods (FP) · Growing season 1980

Variante	Bacchus			Müller-Thurgau				
	Gesamtzunahme <sup>1)</sup>	Zunahme in der Zeit der			Gesamtzunahme <sup>1)</sup>	Zunahme in der Zeit der		
		1. FP	2. FP	3. FP		1. FP	2. FP	3. FP
Zunahme der Trieblänge (cm)								
Dauernd trocken	67	30	16	19	79	24	29	26
1. FP: 22. 5.—13. 6.	70	<u>50</u>	6	7	95	<u>46</u>	17	28
2. FP: 22. 6.—13. 7.	131	30	<u>66</u>	45	137	23	<u>66</u>	50
3. FP: 7. 7.—29. 7.	118	29	25	<u>60</u>	135	24	42	<u>76</u>
Dauernd feucht	181	56	64	62	191	47	68	74
Zunahme der Blattzahl (n)								
Dauernd trocken	15,8	6,2	4,8	4,4	15,6	4,2	4,8	5,3
1. FP: 22. 5.—13. 6.	14,0	<u>8,2</u>	2,3	1,5	18,2	<u>6,9</u>	4,7	6,0
2. FP: 22. 6.—13. 7.	21,5	5,8	<u>8,6</u>	6,3	21,6	4,8	<u>9,0</u>	7,2
3. FP: 7. 7.—29. 7.	20,5	6,2	5,6	<u>7,9</u>	21,5	5,0	7,3	<u>8,7</u>
Dauernd feucht	27,0	8,6	9,4	8,4	26,1	7,2	9,6	8,3

<sup>1)</sup> Versuchsdauer vom 22. 5.—29. 7.

So ist das Triebängenwachstum und die Blattneubildung, unabhängig von der Dauer der vorhergehenden Trockenperiode, nachiedereinsetzender guter Wasserversorgung sowohl bei Bacchus als auch bei Müller-Thurgau mit dem der ständig feucht kultivierten Pflanzen vergleichbar (Tabelle 3). Entsprechende Beobachtungen wurden auch von ALEXANDER (1965), BUTTROSE (1974) und HOFÄCKER (1974) berichtet. Aus Untersuchungen von HOFÄCKER (1974) und RÜHL (1981) geht jedoch hervor, daß die Geschwindigkeit des Triebängenwachstums nach Wiederbefeuchtung abhängig ist von der Dauer und Intensität der vorherigen Trockenperiode, wobei auch Sortenunterschiede beobachtet werden (RÜHL 1981).

Die Anwesenheit der Traube führt zu einer Hemmung bzw. Reduktion des Triebängenwachstums, der Blattzahl/Trieb, der Blattfläche/Pflanze und der Einzelblattfläche. Die Wirkung der Traube verstärkt sich mit fortschreitender Beerenreife; sie wird

zusätzlich erhöht durch Zahl und Gewicht der Trauben je Pflanze. Die innerhalb der Feuchtvarianten signifikant negativen Korrelationen zwischen dem Beerenertrag einerseits und der Trieblänge, der Blattzahl und der Blattfläche andererseits verdeutlichen dies. Auch bei einer herabgesetzten Wasserversorgung zeigen sich diese Abhängigkeiten, jedoch sind aufgrund der Interaktion zwischen Traube, Sproßwachstum und Wasserversorgung die errechneten Korrelationskoeffizienten nur selten abzuschätzen. Die unterschiedliche Hemmung in der Zunahme von Trieblänge, Blattzahl und Blattfläche traubentragender Pflanzen von Bacchus und Müller-Thurgau ist daher vor allem auf die unterschiedliche Traubenbelastung beider Sorten zurückzuführen und sicherlich nicht auf eine sortentypische Reaktion.

Eine der Bodentrockenheit gleichgerichtete Wirkung zeigt sich durch den Einfluß der Traube auf die mittlere Internodienlänge und Blattgröße. In allen Versuchsjahren ergeben sich negative Korrelationskoeffizienten zwischen der Ertragshöhe und der mittleren Internodienlänge sowie Blattgröße, die zwischen  $r = -0,40$  und  $r = -0,80$  schwanken.

### Zusammenfassung

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

1. Eine herabgesetzte Wasserversorgung führt zu einer Reduktion des Triebängenwachstums, der Blattzahl und der Blattfläche. Aus der relativ stärkeren Hemmung des Triebängenwachstums und der Blattflächenentwicklung im Vergleich zur Blattzahl resultiert eine geringere mittlere Internodienlänge und Blattgröße trockener kultivierter Pflanzen.
2. Bei Anwesenheit von Trauben wird der Zuwachs von Trieblänge, Blattzahl und Blattfläche reduziert. Dieser Effekt wird durch Bodentrockenheit verstärkt.
3. Die wachstumshemmende Wirkung einer geringen Wasserversorgung ist bei der Rebsorte Bacchus geringfügig (um etwa 5 %) stärker ausgeprägt als bei Müller-Thurgau.

### Literatur

- 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.
- ALLEWELDT, G., 1963/1964 a: Die Umweltabhängigkeit des vegetativen Wachstums, der Wachstumsruhe und der Blütenbildung von Reben (*Vitis*-Species). *Vitis* **4**, 11—41.
- —, 1963/1964 b: Untersuchungen über die Blütenbildung der Reben. *Vitis* **4**, 176—184.
- BALZHÄUSER, H., 1979: Untersuchungen über Tropfbewässerung an Hang- und Steillagen des Weinbaues. *Diss. Univ. Bonn*.
- BRUNDELMAYER, W., 1968: Erfahrungsbericht über die Beregnung von Weingärten. *Winzer (Wien)* **24**, 98—100.
- BUDIG, H., 1960: Auswirkungen einer Weinbergsberegnung auf die Reifeentwicklung der Reben im extremen Trockenjahr 1959. *Dt. Weinbau* **15**, 959—960.
- BURCKHARDT, H. und GOEDECKE, H., 1961: Die Auswirkung künstlicher Beregnung im Weinbau. *Weinberg und Keller* **8**, 255—281.
- BUTTROSE, M. S., 1974: Fruitfulness in grape-vines: Effects of water stress. *Vitis* **12**, 299—305.
- EIBACH, R., 1981: Die Beziehung zwischen Gaswechsel, Ertrag und Mostqualität der Rebe bei unterschiedlicher Wasserversorgung. *Diss. Univ. Hohenheim*.

- FREEMAN, B. M., LEE, T. H. and TURKINGTON, C. R., 1979: Interaction of irrigation and pruning level and growth and yield of Shiraz vines. *Amer. J. Enol. Viticult.* **30**, 218—223.
- FÜRI, J., 1964: Erfahrungen mit der Bewässerung von Rebananlagen (ung.). *Kertészeti és Szőlészeti (Budapest)* **13** (11), 14—16. [Ref.: *Vitis* **4**, 392.]
- HOFÄCKER, W., 1974: Einfluß von Umweltfaktoren auf Ertrag und Mostqualität der Rebe. Diss. Univ. Hohenheim.
- JUSTYAK, I., 1968: Régimes thermiques dans des vignes cultivées avec et sans irrigation. *Acta Geogr. Debrecina* **14**, 105—113. [Ref.: *Bibliog. Dt. Wetterd. (Offenbach a. M.)* **25**, 816.]
- KASIMATIS A. N., 1967: Grapes. In: HAGAN, R. M., HAISE, H. R. and EDMINISTER, T. W. (Eds.): *Irrigation of agricultural land*, 719—733. *Amer. Soc. Agron., Madison, Wis., USA.*
- KIEFER, W. und STEINBERG, G., 1974: Einfluß der Bodenfeuchte auf Menge und Güte des Ertrages bei der Rebe. *Dt. Weinbau* **29**, 352—356.
- KLENK, E., 1948: Künstliche Beregnung von Rebkulturen. *Mitt. Württ. LVA Wein- und Obstbau, Weinsberg* **1**, 1—22.
- KONLECHNER, H., 1958: Weinberg-Beregnungsversuche 1957. *Mitt. Klosterneuburg* **8A**, 196—198.
- MAGRISO, YU., TOSHEVA, A. and ATANASOV, YA., 1973: Investigations on the irrigation of Shiroka Melnisha grapevines (Bulg.). *Lozar. Vinar.* **22** (5), 15—20. [Abstr.: *Hort. Abstr.* **45**, 1582.]
- MARK, K. H., 1957: Beregnung im Weinbau. *Mitt. Dt. Landw. Ges.* **72**, 638—639.
- MÉRIAUX, S., ROLLIN, H. et RUTTEN, P., 1974: Effets de la sécheresse sur quelques phénomènes de croissance de l'appareil végétatif de la vigne. *Connaiss. Vigne Vin* **8**, 109—128.
- 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.
- RÜHL, E., 1981: Einfluß der Wasserversorgung auf Photosynthese, Transpiration und vegetatives Wachstum verschiedener Rebsorten. Diss. Univ. Hohenheim.
- SCHLICHTING, E., BLUME, H. P., 1966: *Bodenkundliches Praktikum*. 1. Aufl. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.
- SPAYD, S. E. and MORRIS, J. R., 1978: 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., 1978: Der Einfluß der Zusatzberegnung. *Rebe und Wein* **31**, 143—145; 169—173.

*Eingegangen am 4. 7. 1983*

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