

Wirkungen der Luft- und Bodenfeuchtigkeit auf das vegetative Wachstum und den Wasserhaushalt bei Reben

von

H. DÜRING

Effects of air and soil humidity on vegetative growth and water relationships of grapevines

S u m m a r y . — The influence of relative humidity (r.h.) and soil humidity on bud burst, vegetative growth of shoots and roots and water relationships of the grapevine cultivars Riesling and Müller-Thurgau was studied under growth cabinet conditions.

1. At 95 % r.h. bud burst occurred earlier and in a more complete manner than at 75 % or 50 % r.h. Highest rates of bud burst were recorded in late spring (April to May) when at 95 % r.h. the rate of bud burst of Riesling reached 80 % after 7 d and that of Müller-Thurgau after 9 d.
2. At 50 % r.h. a soil moisture stress (water capacity, w.c. = 60 %) led to a reduction of shoot growth (length, fresh and dry weight) and of leaf number but intensified root development (fresh and dry weight). Fresh and dry weights of Riesling leaves and shoots were — independently of soil humidity conditions — higher than those of Müller-Thurgau. The shoot:root ratio of Riesling cuttings on a dry weight basis was smaller than that of Müller-Thurgau.
3. Sufficiently irrigated cuttings (w.c. = 100 %) at 95 % r.h. were characterized by an intensified shoot growth (length, fresh and dry weight) and a higher leaf number per shoot, while the leaf area and the root system (fresh and dry weight) were reduced.
4. A soil moisture stress (w.c. = 60 %) at 50 % r.h. induced a decrease of leaf water potential, an increase of the abscisic acid content of leaves and an increase of stomatal resistance, respectively. At 95 % r.h. sufficiently irrigated cuttings showed very low stomatal resistance, compared to water stressed and well irrigated plants at 50 % r.h. Under all conditions stomatal resistance of Müller-Thurgau proved to be higher than that of Riesling.

Einleitung

Als essentielle exogene Voraussetzungen des Knospenaustriebs und der Wurzelbildung von Rebstecklingen gelten ausreichende Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse; für die Sproß- und Blattentwicklung sind darüber hinaus die Lichtintensität und Tageslänge von ausschlaggebender Bedeutung (ALLEWELDT 1964, 1967, ERLÉNWEIN 1965, BOUARD und POUGET 1971). Bei der Anzucht von Stecklingen unter Gewächshausbedingungen hat sich das Abdecken der Stecklinge mit einer Folie bis zum Knospenaustrieb bewährt — eine Methode, deren positive Wirkung auf dem annähernd konstant hohen Feuchtigkeitsgehalt in Boden und Atmosphäre beruht. Bei einem weiteren Verbleib der Stecklinge unter Gewächshausbedingungen kommt es erfahrungsgemäß zu morphologischen und physiologischen Abweichungen gegenüber Freilandpflanzen, für die neben anderen Klimafaktoren auch die hohe relative Luftfeuchtigkeit (F_{rel}) im Gewächshaus verantwortlich zu machen ist. Experimentelle Befunde zur Rolle des Faktors Luftfeuchtigkeit im Boden-Pflanze-Atmosphäre-

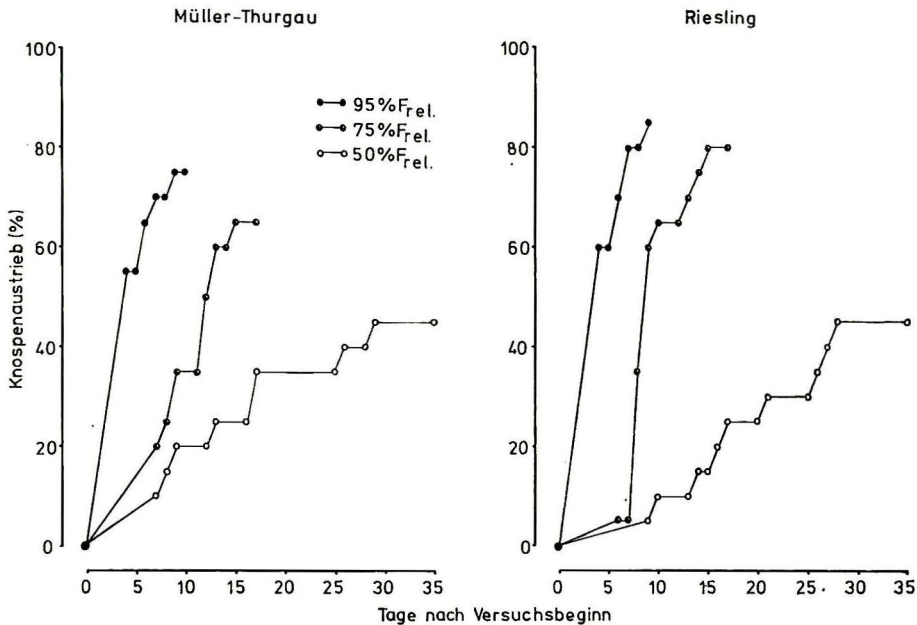
Tabelle 1
 Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf den zeitlichen Verlauf des Knospenaustriebes
 Effect of relative humidity on the time course of bud burst

Versuchsdauer Sorte rel. Luftfeuchtigkeit (%)	3. Januar — 6. Februar				20. April — 25. Mai					
	Müller-Thurgau		Riesling		Müller-Thurgau			Riesling		
	50	95	50	95	50	75	95	50	75	95
Dauer (d) bis zu einem Knospenaustrieb von:										
20 %	12	2	19	5	9	7	2	16	7	2
40 %	29	4	31	8	26	10	3	27	8	3
80 %	—	11	—	15	—	—	9	—	15	7

Kontinuum im Hinblick auf Knospenaustrieb und vegetative Entwicklung bei Reben liegen bisher nicht vor; deshalb wurde — an frühere Versuche zur Stomata-Reaktion auf Veränderungen der F_{rel} anknüpfend (DÜRING 1976) — in der vorliegenden Arbeit bei zwei Rebsorten der Einfluß einer unterschiedlichen F_{rel} und Bodenfeuchtigkeit auf den Knospenaustrieb, die Sproß- und Wurzelentwicklung, den Wasserhaushalt und die Abscisinsäure- (ABS-)Konzentration untersucht.

Material und Methoden

Je 50 Zweiaugenstecklinge der Sorten Riesling und Müller-Thurgau wurden in den Jahren 1977 und 1978 jeweils vom 3. Januar bis zum 22. Februar nach einer Chinosolbehandlung in feuchtem Quarzsand in zwei Klimaschränken bei $25 (\pm 1) ^\circ\text{C}$ angezogen. Täglich wurden 14 h lang mittels Fluora-Lampen ca. 7000 lx in Höhe der Knospen gegeben und anschließend ca. 2500 lx. Die F_{rel} des einen Schrankes betrug $50 (\pm 5) \%$, die des anderen Schrankes $95 (\pm 5) \%$. Ausgetriebene und bewurzelte Stecklinge wurden in ein Torf-Sand-Gemisch überführt und in der Folge täglich auf Durchlauf (WK = 100 %, entspricht ca. 49 g $\text{H}_2\text{O}/100$ g Boden) bzw. so bewässert, daß der Boden eine WK von 60 % hatte, d. h. ca. 31 g $\text{H}_2\text{O}/100$ g Boden enthielt. Die Bestimmung des Bodenwassergehaltes erfolgte gravimetrisch (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1966).



Der Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf den Knospenaustrieb bei Stecklingen der Sorten Müller-Thurgau und Riesling (20. April — 25. Mai).

The influence of relative humidity on bud burst of Müller-Thurgau and Riesling cuttings (20th April to 25th May).

Neben dem Knospenaustrieb wurden in regelmäßigen Abständen die Sproßlänge und bei Versuchsende die Blattzahl, die Frisch- und Trockengewichte der Blätter, Sproßachsen und Wurzeln ermittelt. Die Blattfläche wurde mittels eines Blattflächenmeßgerätes der Fa. Licor (USA) bestimmt. Die Messungen des stomatären Widerstandes erfolgten mit einem Gerät der gleichen Firma, wie früher beschrieben (DÜRING 1976); die Bestimmungsmethode der ABS ist bei DÜRING (1977) wiedergegeben.

Ergebnisse

1. Knospenaustrieb

Zweiaugenstecklinge der Sorten Müller-Thurgau und Riesling wurden bei gleicher Bodenfeuchtigkeit (100 % WK), aber unterschiedlicher F_{rel} zum Austrieb gebracht (Tabelle 1, Abb.). Bei Versuchsbeginn am 3. Januar ist bei beiden Sorten ein deutlich früherer Knospenaustrieb und bei Versuchsende ein höherer Anteil ausgetriebener Knospen bei 95 % F_{rel} gegenüber 50 % F_{rel} festzustellen. Hierbei benötigt die Sorte Riesling bei 50 und 95 % F_{rel} einen längeren Zeitraum zum Knospenaustrieb als die Sorte Müller-Thurgau. Bei Versuchsbeginn am 20. April sind grundsätzlich gleiche Tendenzen erkennbar: Auch hier wird die Abhängigkeit des Knospenaustriebs von der F_{rel} deutlich, wobei die Sorte Riesling nur bei 50 % F_{rel} einen gegenüber Müller-Thurgau leicht verzögerten Austrieb zeigt, während bei 75 % und 95 % F_{rel} ein 80 %iger Knospenaustrieb bei Riesling etwas früher vorliegt als bei Müller-Thurgau. Ein Vergleich der im Januar und im April/Mai gewonnenen Daten macht deutlich, daß bei 50 und 95 % F_{rel} im April/Mai die Knospen rascher austreiben als bei der jeweiligen F_{rel} im Januar. Die Ergebnisse zeigen somit, daß die Knospenaustriebsbereitschaft und damit der Übergang von der exogenen Nachruhe zur Vegetationsperiode von jahreszeitlich bedingten endogenen Faktoren, aber in hohem Maße auch von der F_{rel} beeinflusst wird.

2. Vegetative Entwicklung

Zur Untersuchung der weiteren vegetativen Entwicklung wurden die bei 50 % F_{rel} ausgetriebenen Stecklinge bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit (Kontrolle) bzw. unter Wassermangelbedingungen im Boden (WK = 60 %, Variante A) weiterkultiviert. Die bei 95 % F_{rel} angezogenen Stecklinge wurden bei unverändert hoher F_{rel} und ausreichender Bodenfeuchtigkeit gehalten (Variante B).

a. Wirkungen eines Wasserdefizits

Aus Tabelle 2 geht hervor, daß bei 50 % F_{rel} ein Wassermangel das Sproßwachstum, d. h. die Sproßlänge, die Sproßgewichte und die Blattzahl bei beiden Sorten leicht reduziert, während die Wurzelentwicklung bei Wassermangel erhöht ist. Hieraus ergibt sich bei der Wassermangelvariante eine niedrigere Sproß-Wurzel-Relation als bei der ausreichend bewässerten Kontrolle.

Die Blatt-, Sproß- und Wurzelproduktion läßt — summarisch betrachtet — bei Zugrundelegung der Frisch- und Trockengewichte keine nennenswerten Unterschiede zwischen der ausreichend bewässerten und der Wassermangelvariante erkennen. Auffallend sind in beiden Varianten die deutlich größeren Blatt- und Sproßfrisch- und -trockengewichte, die höhere Blattfläche/Pflanze und die größeren Wurzelfrisch- und -trockengewichte des Riesling verglichen mit den Werten des Müller-Thurgau.

b. Wirkungen einer hohen relativen Luftfeuchte

Eine hohe F_{rel} löste bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit ein intensives Sproßwachstum aus, d. h. Sproßlänge sowie Sproßfrisch- und -trockengewicht und die Blattzahl sind gegenüber der Kontrolle und der Variante A erhöht; allerdings sind die Blattfläche sowie die Blattfrisch- und -trockengewichte gegenüber der Kontrolle und der Variante A reduziert.

Tabelle 2

Der Einfluß unterschiedlicher Luft- und Bodenfeuchtigkeit auf das vegetative Wachstum der Sorten Müller-Thurgau und Riesling 50 d nach dem Knospenaustrieb (Mittelwert aus 2 Versuchen)

The effect of different air and soil humidity on vegetative growth, 50 d after bud burst · Cultivars: Müller-Thurgau and Riesling · Average values from two experiments

Sorte Variante	Müller-Thurgau			Riesling		
	Kontrolle	A	B	Kontrolle	A	B
rel. Luftfeuchtigkeit (%)	50	50	95	50	50	95
Wasserkapazität (%)	100	60	100	100	60	100
Sproßlänge (cm)	6,5	5,6	10,2	9,2	8,9	11,1
Blattzahl/Pflanze	5,2	4,8	6,6	5,0	4,9	5,5
Blattfläche/Pflanze (cm ²)	48,5	49,2	34,8	81,3	85,3	46,0
Sproßgewicht/ Pflanze (g)	0,40	0,30	0,74	0,56	0,44	0,67
Blattfrischgewicht/ Pflanze (g)	0,75	0,73	0,46	1,10	0,95	0,50
Wurzelfrischgewicht/ Pflanze (g)	0,41	0,54	0,42	0,61	0,69	0,36
Sproß-Wurzel-Relation (Frischgewicht)	2,8	1,9	2,9	2,7	2,0	3,3
Summe der Frischgewichte von Blättern, Sproß und Wurzeln (g)	1,6	1,6	1,6	2,4	2,1	1,5
Sproßtrockengewicht/ Pflanze (g)	0,04	0,03	0,05	0,06	0,05	0,07
Blatttrockengewicht/ Pflanze (g)	0,10	0,10	0,07	0,17	0,15	0,08
Wurzeltrockengewicht/ Pflanze (g)	0,03	0,04	0,03	0,06	0,08	0,03
Sproß-Wurzel-Relation (Trockengewicht)	4,7	3,3	4,0	3,8	2,5	5,0
Summe der Trockengewichte von Blättern, Sproß und Wurzeln (g)	0,17	0,17	0,15	0,3	0,3	0,2

Auf die Wurzelfrisch- und -trockengewichte des Müller-Thurgau übt die hohe F_{rel} im Vergleich zur Kontrolle offenbar keinen Einfluß aus, während bei Riesling eine gegenüber der Kontrolle geringere Wurzelentwicklung (Frisch- und Trockengewichte) zu beobachten war. Ein Vergleich der Varianten A und B läßt geringere Wurzelfrisch- und -trockengewichte bei hoher F_{rel} und Bodenfeuchtigkeit erkennen. Die Sproß-Wurzel-Relationen sind bei beiden Sorten im Vergleich zur Variante A erhöht.

Die Sproß-, Blatt- und Wurzelproduktion (Frisch- und Trockengewichte) des Müller-Thurgau bei hoher F_{rel} unterscheidet sich kaum von der der Varianten mit geringer F_{rel} ; die entsprechenden Werte des Riesling sind dagegen bei hoher F_{rel} deutlich vermindert.

Insgesamt lassen die Versuche bei Wassermangelpflanzen eine gegenüber ausreichend bewässerten Pflanzen reduzierte Sproßentwicklung und eine erhöhte Blattflächen- und Wurzelentwicklung erkennen; die Sproß-Wurzel-Relation ist vermindert. Eine hohe F_{rel} führt dagegen zu einer Zunahme der Sproßlänge und zu einer Reduktion der Blattflächenentwicklung und der Trockensubstanzproduktion.

Gegenüber dem Riesling ist bei Müller-Thurgau bei 50 % F_{rel} und Wassermangel eine geringere Sproß-, Blatt- und Wurzelentwicklung festzustellen. Bei 95 % F_{rel} und ausreichender Bewässerung zeigt Müller-Thurgau zwar ebenfalls eine geringere Sproßlänge, im übrigen ist er aber durch eine höhere Blattzahl bei gleichzeitig reduzierter Einzelblattentwicklung, durch einen höheren Wassergehalt in Sproß und Wurzel und durch eine niedrigere Sproß-Wurzel-Relation gekennzeichnet.

3. Wasserhaushalt

Bei einer F_{rel} von 50 % bewirkte ein Wassermangel im Boden (Variante A) gegenüber der ausreichend mit Wasser versorgten Kontrolle höhere Werte der stomatären Resistenz, ein vermindertes Wasserpotential und erhöhte ABS-Konzentrationen der Blätter (Tabelle 3). Gegenüber dem Riesling ist in Variante A bei Müller-Thurgau eine höhere stomatäre Resistenz bei geringerem Wasserpotential und niedrigeren ABS-Werten feststellbar. Bei hoher F_{rel} und ausreichender Bewässerung entsprechen das Blattwasserpotential und die ABS-Werte etwa den Werten der Kontrolle, doch ist die stomatäre Resistenz vermindert. Wie bei der Kontrolle und Variante A liegen auch hier die Werte der stomatären Resistenz des Müller-Thurgau über denen des Riesling.

Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse zum Knospenaustrieb bestätigen die bisherigen Erfahrungen bei der Stecklingsanzucht dahingehend, daß bei hoher F_{rel} der Knospenaustrieb rascher erfolgt als bei geringer F_{rel} und daß ferner die Knospen im Januar/Februar langsamer austreiben als im April/Mai. Auf welche Weise eine hohe F_{rel} den Knospenaustrieb fördert, ist im einzelnen unklar; es kann aber angenommen werden, daß bei einer hohen F_{rel} Wasserdampfmoleküle in das Holz des Stecklings und/oder in die ruhenden Knospen eindringen und dort als notwendige Voraussetzung einer Aktivierung des Enzymstoffwechsels wirksam werden. — Bei beiden Sorten ist eine morphologische Anpassung an eine Wassermangelsituation festzustellen, indem es zu einer Reduktion des Sproßwachstums und zu einer Intensivie-

T a b e l l e 3

Einfluß der relativen Luftfeuchtigkeit auf die stomatäre Resistenz, das Wasserpotential und die ABS-Gehalte von Müller-Thurgau- und Riesling-Reben bei unterschiedlicher Bodenfeuchtigkeit

The effect of relative air humidity and soil humidity on diffusive resistance, water potential and abscisic acid content of Müller-Thurgau and Riesling grapevines

Sorte Variante	M ü l l e r - T h u r g a u			R i e s l i n g		
	Kontrolle	A	B	Kontrolle	A	B
rel. Luftfeuchtigkeit (%)	50	50	95	50	50	95
Wasserkapazität (%)	100	60	100	100	60	100
Stomatäre Resistenz ¹⁾ (sec · cm ⁻¹)	6,2 (±1,9)	21,5 (±2,1)	3,1 (±0,7)	4,8 (±2,1)	14,1 (±1,3)	2,8 (±0,3)
Wasserpotential ²⁾ (bar)	-4 (±1,0)	-20 (±2,6)	-6 (±1,1)	-5 (±1,1)	-28 (±3,0)	-6 (±1,2)
ABS ³⁾ (µg/100 g Fr.Gew.)	2,3 (±1,8)	10,2 (±4,8)	3,9 (±1,5)	2,8 (±2,0)	31,0 (±6,5)	3,2 (±1,1)

¹⁾ Mittelwerte aus je 56 Messungen.

²⁾ Mittelwerte aus je 10 Messungen.

³⁾ Mittelwerte aus je 3 Analysen.

rung des Wurzelwachstums kommt. Ein Vergleich der trockenresistenten Sorte Riesling mit der weniger resistenten Sorte Müller-Thurgau läßt bei beiden Sorten in einer Wassermangelsituation eine zwar nahezu gleiche Sproß-Wurzel-Relation bezogen auf die Frischgewichte, aber eine günstigere Sproß-Wurzel-Relation bezogen auf die Trockengewichte bei Riesling erkennen.

Interessant sind die Wirkungen einer hohen F_{rel} bei ausreichender Wasserversorgung, die einen morphogenetischen Einfluß der F_{rel} erkennen lassen (vgl. MORRISON BAIRD und WEBSTER 1978). So ist bei hoher F_{rel} das Sproßlängenwachstum intensiviert und die Blattfläche pro Pflanze bei gleichzeitig erhöhter Blattzahl reduziert. Diese Befunde lassen sich mit den Beobachtungen von EBERHARDT (1903) und YAPP (1912) in Einklang bringen, die bei hoher F_{rel} kleine, schmale Zellen, eine höhere Anzahl Haare und Stomata je Flächeneinheit, eine engere Blattnervatur und ein insgesamt kompakteres Gewebe feststellten.

Eine weitere morphologische Wirkung übt die F_{rel} nach Untersuchungen von WIEBE und KRUG (1974) auf die Menge und Struktur des cuticulären Wachses aus. BAKER (1974) stellte bei einem Wechsel von 40 % auf 98 % F_{rel} eine Abnahme der Wachsmenge und eine relative Abnahme der Ketone sowie eine relative Zunahme der Aldehyde im cuticulären Wachs fest.

Die Reaktionen des Wasserhaushalts in einer Wassermangelsituation bestanden erwartungsgemäß in einer Abnahme des Wasserpotentials und einer hieraus resultierenden Zunahme der ABS, die ihrerseits eine Schließung der Stomata auslöste. Auffallend sind die Unterschiede zwischen Riesling und Müller-Thurgau, die eine relativ geringere Reaktion im Wasserpotential und ABS-Gehalt bei Müller-Thurgau, trotzdem aber eine stärkere Zunahme der stomatären Resistenz bei dieser Sorte erkennen lassen. Dies bestätigt den engen Kausalzusammenhang zwischen Wasserpotential und ABS-Gehalt, der bei Reben (LOVEYS und KRIEDEMANN 1973, DÜRING 1978) und anderen Pflanzen bereits aufgezeigt wurde (ZABADAL 1973, WALTON *et al.* 1977). Geht man von der Feststellung KRIEDEMANN *et al.* (1972) aus, daß bereits eine Verdoppelung der Blatt-ABS-Gehalte bei Reben zu einem Stomataschluß führt, dann kann angenommen werden, daß bei einer Erhöhung der ABS-Gehalte um das 4,4fache (Müller-Thurgau) bzw. um das 11,1fache (Riesling) die Stomata bei beiden Sorten weitgehend geschlossen sind. Die frühere Beobachtung, daß im Kurzzeitversuch bei Reben in einer Wassermangelsituation eine Verminderung der F_{rel} einen Anstieg der stomatären Resistenz auslöst (DÜRING 1976), steht in Übereinstimmung mit Ergebnissen von LANGE *et al.* (1971), SCHULZE *et al.* (1972) und COMACHO-B *et al.* (1974). Die vorliegenden Daten weisen jedoch darauf hin, daß auch bei Rebstecklingen, deren gesamte Entwicklung bei ausreichender Bodenfeuchte und hoher F_{rel} verlief, eine geringere stomatäre Resistenz vorliegt als bei ausreichend bewässerten Stecklingen in niedrigerer F_{rel} .

Wie HALL *et al.* (1976) ausführen, wurde der Stomataschluß in trockener Luft zunächst mit fortschreitenden Wasserverlusten im Blattwassergehalt infolge erhöhter Transpiration zu erklären versucht; doch eingehende Versuche von COMACHO-B *et al.* (1974) und ASTON (1976) zeigten, daß trockene Luft auch ohne Veränderung des Blattwassergehaltes („bulk water“) die stomatäre Resistenz erhöht. Zwar war eine Intensivierung dieses Prozesses bei Wassermangel (SCHULZE *et al.* 1974), geringer Strahlung (KAUFMANN 1976) oder relativ niedrigen Temperaturen (HALL *et al.* 1976) zu beobachten, doch scheint eine direkte Stomatareaktion bei Veränderung der F_{rel} vorzuliegen, deren Mechanismus Gegenstand intensiver Forschung ist (ASTON 1976, EDWARDS und MEIDNER 1978, LÖSCH und SCHENK 1978).

Zusammenfassung

Bei zwei Rebsorten, Riesling und Müller-Thurgau, wurde unter Klimaschrankbedingungen der Einfluß unterschiedlicher relativer Luftfeuchtigkeit (F_{rel}) und Bodenfeuchtigkeit auf den Knospenaustrieb, die vegetative Entwicklung und den Wasserhaushalt untersucht.

1. Der Knospenaustrieb erfolgte bei 95 % F_{rel} deutlich rascher und vollständiger als bei 75 % oder 50 %. Die höchste Austriebsrate wurde im April/Mai beobachtet, als bei 95 % F_{rel} 80 % der Knospen nach 7 d (Riesling) bzw. 9 d (Müller-Thurgau) austrieben.
2. Bei Wassermangelbedingungen (WK = 60 %) und 50 % F_{rel} war eine Reduktion des Sproßwachstums (Länge, Frisch- und Trockengewichte) und der Blattzahl pro Steckling sowie eine Förderung der Wurzelentwicklung (Frisch- und Trockengewichte) festzustellen. Unabhängig von der Wasserversorgung im Boden erzielte der Riesling größere Blatt- und Sproßfrisch- und -trockengewichte und — bezogen auf die Trockengewichte — eine geringere Sproß-Wurzel-Relation.
3. Bei ausreichender Bewässerung löste eine hohe F_{rel} (95 %) eine Förderung des Sproßwachstums (Länge, Frisch- und Trockengewichte) und der Blattbildung aus, während die Blattflächen- und Wurzelentwicklung (Frisch- und Trockengewichte) reduziert war.
4. Ein Wassermangelstreß (WK = 60 %) löste bei 50 % F_{rel} eine Abnahme des Blattwasserpotentials sowie eine Zunahme der Abscisiasäuregehalte der Blätter und der stomatären Resistenz aus. Bei 95 % F_{rel} ließen ausreichend bewässerte Stecklinge, verglichen mit den Wassermangelpflanzen und den ausreichend bewässerten Pflanzen bei 50 % F_{rel} , eine sehr geringe stomatäre Resistenz erkennen. In allen Fällen lag die stomatäre Resistenz des Müller-Thurgau über der des Riesling.

Literatur

- ALLEWELDT, G., 1964: Die Umweltabhängigkeit des vegetativen Wachstums, der Wachstumsruhe und der Blütenbildung von Reben (*Vitis-Species*). II. Die Gibberellinreaktionen und die Knospenperiodizität. *Vitis* 4, 152—175.
- —, 1967: Physiologie der Rebe. Forschungsergebnisse der Jahre 1956—1960. *Vitis* 6, 48—62.
- ASTON, M. J., 1976: Variation of stomatal diffusive resistance with ambient humidity in sun flower (*Helianthus annuus*). *Austral. J. Plant Physiol.* 3, 489—501.
- BAKER, E. A., 1974: The influence of environment on leaf wax development in *Brassica oleracea* var. *gemmifera*. *New Phytol.* 73, 955—966.
- BOUARD, J. et POUGET, R., 1971: Physiologie de la croissance et du développement. In: RIBÉREAU-GAYON, P. et PEYNAUD, E. (Ed.): *Sciences et techniques de la vigne*, I, 330—413. Dunod, Paris.
- COMACHO-B, S. E., HALL, A. E. and KAUFMANN, M. R., 1974: Efficiency and regulation of water transport in some woody and herbaceous species. *Plant Physiol.* 54, 169—172.
- DÜRING, H., 1976: Untersuchungen zur Umweltabhängigkeit der stomatären Transpiration bei Reben. I. Beleuchtungsstärke und Luftfeuchtigkeit. *Vitis* 15, 82—87.
- —, 1977: Analysis of abscisic acid and indole-3-acetic acid from fruits of *Vitis vinifera* L. by high pressure liquid chromatography. *Experientia* 33, 1666—1667.
- —, 1978: Untersuchungen zur Umweltabhängigkeit der stomatären Transpiration bei Reben. II. Ringelungs- und Temperatureffekte. *Vitis* 17, 1—9.
- EBERHARDT, P., 1903: Influence de l'air sec et de l'air humide sur la forme et sur la structure des végétaux. *Ann. Sci. Nat. Bot., Sér. VIII*, 18, 60—152.
- EDWARDS, M. and MEIDNER, H., 1978: Stomatal responses to humidity and the water potentials of epidermal and mesophyll tissue. *J. Exp. Bot.* 29, 771—780.

- ERLENWEIN, H., 1965: Einfluß von Klimafaktoren auf das Wachstum von *Vitis*-Arten und -Sorten. *Vitis* 5, 94—109.
- HALL, A. E., SCHULZE, E.-D. and LANGE, O. L., 1976: Current perspectives of steady-state stomatal responses to environment. In: LANGE, O. L., KAPPEN, L. and SCHULZE, E.-D. (Eds.): *Water and plant life. Problems and modern approaches*, 169—188. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- KAUFMANN, M. R., 1976: Stomatal response of Engelmann spruce to humidity, light, and water stress. *Plant Physiol.* 57, 898—901.
- KRIEDEMANN, P. E., LOVEYS, B. R., FULLER, G. C. and LEOPOLD, A. C., 1972: Abscisic acid and stomatal regulation. *Plant Physiol.* 49, 842—847.
- LÖSCH, R. and SCHENK, B., 1978: Humidity responses of stomata and the potassium content of guard cells. *J. Exp. Bot.* 29, 781—787.
- 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.
- MORRISON BAIRD, L. A. and WEBSTER, B. D., 1978: Relative humidity as a factor in the structure and histochemistry of plants. *HortScience* 13, 556—558.
- SCHEFFER, F. und SCHACHTSCHABEL, P., 1966: *Lehrbuch der Bodenkunde*. F. Enke Verlag, Stuttgart.
- SCHULZE, E.-D., LANGE, O. L., BUSCHBOM, U., KAPPEN, L. and EVENARI, M., 1972: Stomatal responses to changes in humidity in plants growing in the desert. *Planta* 108, 259—270.
- — — — —, EVENARI, M., KAPPEN, L. and BUSCHBOM, U., 1974: The role of air humidity and leaf temperature in controlling stomatal resistance of *Prunus armeniaca* L. under desert conditions. I. A simulation of the daily course of stomatal resistance. *Oecologia* 17, 159—170.
- WALTON, D. C., GALSON, E. and HARRISON, M. A., 1977: The relationship between stomatal resistance and abscisic acid levels in leaves of water-stressed bean plants. *Planta* 133, 145—148.
- WIEBE, H. J. and KRUG, A., 1974: Physiological problems with cauliflower in growth chambers. *Acta Hort.* 39, 105—113.
- YAPP, R. H., 1912: *Spirea ulmaria* L. and its bearing on the problem of xeromorphy in marsh plants. *Ann. Bot.* 26, 815—870.
- ZABADAL, TH. J., 1973: Water potential threshold for the increase of abscisic acid in leaves. *Plant Physiol.* 53, 125—127.

Eingegangen am 7. 6. 1979

Dr. H. DÜRING
BFA für Rebenzüchtung
Geilweilerhof
D 6741 Siebeldingen