



Beziehungen zwischen Klimafaktoren und dem Stiellähmebefall bei Riesling × Sylvaner

von

R. THEILER und H. MÜLLER

Correlations between climatic factors and the occurrence of stIELlaehme on Riesling × Sylvaner

S u m m a r y : At Wädenswil, correlations between climatic factors and the occurrence of grape peduncle necrosis (stiellaehme) of Riesling × Sylvaner were investigated. In a long-term programme (1976—1984), the percentage frequency of stiellaehme observed in a particular plot was correlated with the mean 13.30-hour-temperature ($T_{13.30}$) and the amount of precipitation determined for five periods of grapevine development (03—19: before bud burst ('Wollstadium') until beginning of flowering; 19—25: flowering period; 25—35: first phase of berry growth; 35—36: veraison; 36—38: second phase of berry growth). Only for the flowering period significant correlations to the occurrence of stiellaehme exist, with correlation coefficients of $r = -0.94$ for the mean 13.30-hour-temperature and $r = 0.79$ for the precipitation. For the flowering period, other climatic factors gave significant correlations as well: two additional mean temperatures (daily maxima and daily mean), the sum of the 13.30-hour-temperatures above 15 °C and the mean duration of sunshine. The correlations of precipitation, duration of sunshine and the sum of the temperature above 15 °C are not causal because these values are highly correlated with the mean temperatures.

In a short-term programme (1984), the flowering periods and the occurrence of stiellaehme in 659 grapes from 28 vines were recorded. The influence of climatic factors on the frequency of stiellaehme was investigated in one year by group comparison of grapes exposed to various weather conditions. Only the mean temperatures lead to significant correlations e. g. the mean 13.30-hour-temperature with $r = -0.98$. The equations of the regression lines from the long and short-term programmes are not identical, suggesting that factors other than temperature exert an influence.

Nevertheless, the results clearly show that the level of stiellaehme is largely determined by the mean temperature during the flowering period. The data suggest that during the flowering period an irreversible metabolic process occurs in the flowers/berries, the effects of which are apparent only after veraison.

Key words: stiellaehme, climate, temperature, flower biology.

Einleitung

Die Stiellähme der Trauben ist eine nichtparasitäre, physiologische Erkrankung der Reben, die erst nach Reifebeginn der Beeren auftritt. Charakteristisch sind die mangelnde Reife der Beeren und die Nekrosen an den Traubenstielen. Bei den zahlreichen Veröffentlichungen ist zu unterscheiden zwischen den Untersuchungen über die inneren und die äußeren Faktoren, die zur Stiellähme der Trauben führen (THEILER 1975 a und 1981). Die Interaktionen zwischen diesen Faktoren sind weitgehend ungeklärt.

Von den inneren Faktoren sind zu nennen: Nährstoffaufnahme und K-, Ca- und Mg-Verteilung (LAUBER und KOBLET 1967; HIFNY 1971; STELLWAAG-KITTLER 1975; BRECHBUHLER 1975; SCIENZA und FREGONI 1977; SCIENZA 1982); Wuchsstärke der Schosse und Traubenstiele, Erziehung und Schnitt (THEILER 1973 und 1981; REDL 1984); Blüten- und Beerenentwicklung (THEILER 1974 und 1977; THEILER und COOMBE 1985).

Von den äußeren Faktoren sind hervorzuheben: Düngung (SCHALLER 1977; GYSI 1983 und 1984; REDL und WEINDLMAYR 1983); Witterungsbedingungen bzw. Klimafaktoren (GOSEN *et al.* 1975; HARTMAIR 1975; HAUB und STELLWAAG-KITTLER 1977; THEILER 1978, 1980 und 1983; THEILER und LEONHARDT 1984; BRECHBUHLER 1986).

In einer gegebenen Parzelle fällt als erstes die örtliche und zeitliche Variation des Stielähmebefalls auf, d. h. die Unterschiede von Traube zu Traube, Stock zu Stock und Jahr zu Jahr (SCIENZA 1982; BOSELLI *et al.* 1983; BRENDL und HOFMANN 1983; GYSI 1983 und 1984; REDL 1984). Ein Ziel der Stielähmeuntersuchungen muß sein, diese Befallsunterschiede zu erklären. Zwischen der Befallshäufigkeit und der Stickstoffmenge bzw. -form (GYSI 1983, 1984) sowie der Aufnahme von K, Ca und Mg (BOSELLI *et al.* 1983) konnten gewisse Zusammenhänge festgestellt werden, doch lassen sich die Befallsunterschiede zwischen verschiedenen Jahren damit nicht erklären.

In jüngerer Zeit konnten für die Sorte Riesling × Sylvaner enge Beziehungen zwischen den mittleren Temperaturen während der Blüte und der Stielähme-Befallshäufigkeit nachgewiesen werden (THEILER 1983). Diese werden in der vorliegenden Arbeit erhärtet und erweitert, indem u. a. nachgewiesen wird, daß auch innerhalb eines Jahres enge Beziehungen zwischen den Temperaturen während der Blüte und dem Stielähmebefall bestehen.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an der Sorte Riesling × Sylvaner (Müller-Thurgau) auf der Unterlage 1616 am Standort Wädenswil durchgeführt. Die 1957 bepflanzte Parzelle liegt 425 m ü. M. auf einem rund 4° geneigten, NE-exponierten Hang, 0,4 km davon entfernt, in einer Höhe von 463 m ü. M., befindet sich die Wetterstation Wädenswil.

1. Langzeitprogramm 1976—1984

Für die Periode 1976—1984 liegen folgende Daten vor:

1. Kalenderdaten von einzelnen phänologischen Entwicklungsstadien der Rebe gemäß EICHHORN und LORENZ (1977)
2. Klimadaten von der Wetterstation Wädenswil
3. Daten über die Stielähme-Befallshäufigkeit

Sechs phänologische Stadien wurden berücksichtigt: 03: Wolle stadium; 19: Blühbeginn; 25: Nachblüte; 35 und 36: Beginn und Ende der ersten Phase des Reifebeginns; 38: Ernte. In der vorliegenden Arbeit sind die Stadien 35 und 36 definiert als Beginn bzw. Ende der starken Zunahme des Zuckergehaltes (THEILER 1985).

Die Stielähme-Befallshäufigkeit eines Rebstockes ist definiert als Anteil der befallenen Trauben des Stockes, ausgedrückt in Prozent. Die Befallshäufigkeit der Parzelle wird als Mittelwert der Befallshäufigkeiten mehrerer Reben berechnet. Die Anzahl der untersuchten Rebstöcke lag in den einzelnen Jahren zwischen 10 und 59.

Die ersten Symptome der Stielähme treten nach Reifebeginn auf. Danach nimmt der Befall in der Regel noch bis zur Ernte zu, und die Befallshäufigkeit ist deshalb vom Zeitpunkt der Erhebung abhängig. In Wädenswil erfolgten die Auszählungen jeweils unmittelbar vor der Ernte. Sie wurden immer von der gleichen Person vorgenommen, und die Beobachtungsreihe dürfte deshalb sehr homogen sein.

Für jedes Jahr wurden für die Zeitspannen zwischen den phänologischen Stadien 03—19, 19—25, 25—35, 35—36 und 36—38 die mittleren 13.30-Uhr-Temperaturen und die Niederschlagssummen berechnet. Die beiden Randtage gehören jeweils zur Zeit-

spanne. Für die Zeitspanne 19—25 (d. h. für die Blühperiode) wurden zusätzlich folgende Größen bestimmt: Durchschnittswerte von Tagesmaximum und Tagesmittel der Lufttemperatur, Summen des 13.30-Uhr-Wertes über 15 °C und Durchschnittswerte der Sonnenscheindauer. Bei den mittleren 13.30-Uhr-Temperaturen handelt es sich um revidierte Berechnungen; deshalb weichen die Werte von den früher veröffentlichten (THEILER 1983) teilweise ab.

Zwischen den einzelnen Klimafaktoren und der Stiehlähme-Befallshäufigkeit wurden lineare Regressionen und die zugehörigen Korrelationskoeffizienten berechnet.

2. Kurzzeitprogramm 1984

In der untersuchten Parzelle wurden 1984 an allen 659 Trauben von 28 untersuchten Reben, verteilt auf vier Reihen, die Blühperioden und der zeitliche Verlauf des Stiehlähmebefalls nach der 6teiligen Skala von THEILER (1975 b) bestimmt. Während der Blüte wurde in einer Reihe der untersuchten Parzelle auf 1,0 m über Boden (d. h. auf Traubenniveau) die Lufttemperatur registriert. Als Meßinstrument diente ein sorgfältig geeichter Thermograph in einer Wetterhütte.

Für die Blühperiode jeder dieser Trauben berechnete man aus den Temperaturmessungen im Rebberg folgende drei Größen: Durchschnittswerte von Tagesmaximum und 13.30-Uhr-Temperatur und Summe der 13.30-Uhr-Temperaturen über 15 °C. Die Trauben wurden gemäß diesen Temperaturen in Klassen eingeteilt, und für jede Klasse wurde die Stiehlähme-Befallshäufigkeit ermittelt. Danach wurden die Klassentemperaturen mit den Befallshäufigkeiten in Beziehung gesetzt, d. h. es wurden wie oben lineare Regressionen und die zugehörigen Korrelationskoeffizienten berechnet. In gleicher Weise wurde die Beziehung zwischen mittlerer 13.30-Uhr-Temperatur (gemessen an der Wetterstation Wädenswil) und Stiehlähme-Befallshäufigkeit untersucht. Weiter wurde die Beziehung zwischen mittlerer 13.30-Uhr-Temperatur während der Blühperiode (gemessen im Rebberg) und Stiehlähme-Befallshäufigkeit für die 28 beobachteten Rebstöcke untersucht. Die Temperatur für einen Stock ist dabei definiert als Mittelwert über die mittleren 13.30-Uhr-Temperaturen aller Trauben des Stockes.

Resultate

1. Langzeitprogramm 1976—1984

In Tabelle 1 finden sich die Kalenderdaten der phänologischen Entwicklungsstadien 03, 19, 25, 35, 36 und 38, die Stiehlähme-Befallshäufigkeit (BH), die zugehörige Standardabweichung (s) und die Anzahl der kontrollierten Rebstöcke (n) für die Jahre 1976—1984.

Die Befallshäufigkeit variiert über den weiten Bereich von 10,0 bis 81,5 %. Die Standardabweichung liegt zwischen 2,5 und 28,7 % und erreicht somit recht hohe Beträge. Die große Anzahl der untersuchten Reben (n liegt zwischen 10 und 59) bietet jedoch Gewähr dafür, daß die tabellierten Mittelwerte der BH relativ zuverlässig sind.

Es stellt sich die Frage, ob die Variation der Befallshäufigkeit zwischen den einzelnen Jahren mit der Variation von Klimafaktoren zusammenhängt und, wenn ja, welche Zeitabschnitte in der Entwicklung der Rebe und welche Klimafaktoren maßgebend sind.

In Tabelle 2 sind die mittleren 13.30-Uhr-Temperaturen in den Zeitspannen zwischen verschiedenen phänologischen Entwicklungsstadien und die Korrelationskoeffizienten zwischen Temperatur und Stiehlähme-Befallshäufigkeit für die Jahre

Tabelle 1

Kalenderdaten der phänologischen Entwicklungsstadien nach EICHHORN und LORENZ (1977), Stiellähme-Befallshäufigkeit (BH), zugehörige Standardabweichung (s) und Anzahl der untersuchten Rebstöcke (n) für Riesling × Sylvaner in Wädenswil für die Jahre 1976—1984

Dates of phenological stages of development according to EICHHORN and LORENZ (1977), frequency of stiellaehme (BH) plus standard deviation (s) and number of recorded vines (n) for Riesling × Sylvaner · Wädenswil, 1976—1984

Jahr	Datum des phänologischen Entwicklungsstadiums						BH (%)	s (%)	n
	03	19	25	35	36	38			
1976	23.4.	18.6.	24.6.	6.8.	10.8.	1.10.	10,0	2,5	10
1977	28.4.	20.6.	29.6.	19.8.	23.8.	17.10.	61,2	16,0	18
1978	2.5.	26.6.	12.7.	22.8.	29.8.	25.10.	63,7	12,3	12
1979	27.4.	21.6.	29.6.	7.8	24.8.	5.10.	34,5	17,3	28
1980	2.5.	11.7.	21.7.	26.8.	8.9.	15.10.	81,5	10,7	18
1981	10.4.	15.6.	29.6.	12.8.	18.8.	1.10.	57,5	15,5	30
1982	30.4.	17.6.	25.6.	6.8.	16.8.	7.10.	46,6	28,7	24
1983	22.4.	21.6.	27.6.	16.8.	6.9.	28. 9.	44,2	19,6	59
1984	27.4.	2.7.	9.7.	21.8.	4.9.	15.10.	52,9	20,7	28

Tabelle 2

Mittlere 13.30-Uhr-Temperatur in den Zeitspannen zwischen verschiedenen phänologischen Entwicklungsstadien und Korrelationskoeffizienten zwischen Temperatur und Stiellähme-Befallshäufigkeit für Riesling × Sylvaner in Wädenswil für die Jahre 1976—1984

Mean 13.30-hour-temperatures during the periods between different phenological stages of development and correlation coefficients between temperature and frequency of stiellaehme for Riesling × Sylvaner · Wädenswil, 1976—1984

Jahr	BH (%)	Mittlere 13.30-Uhr-Temperatur (°C) in der Zeitspanne				
		03-19	19-25	25-35	35-36	36-38
1976	10,0	16,4	25,7	23,0	20,5	17,5
1977	61,2	16,8	17,8	20,2	16,1	15,8
1978	63,7	16,1	16,2	21,0	20,2	14,5
1979	34,5	17,1	21,4	21,4	19,2	17,4
1980	81,5	15,6	17,0	22,3	20,2	16,4
1981	57,5	16,3	17,3	21,0	22,6	17,8
1982	46,6	17,8	19,9	22,1	21,7	18,3
1983	44,2	16,0	21,5	23,8	22,3	17,3
1984	52,9	15,8	19,7	21,5	22,3	14,6
Korrelationskoeffizient		-0,36	-0,94	-0,42	-0,11	-0,44

1976—1984 angegeben. Berücksichtigt sind die Zeitspannen 03—19, 19—25, 25—35, 35—36 und 36—38. Für die Zeitspanne 19—25 (d. h. für die Blühperiode) ist der Korrelationskoeffizient mit $-0,94$ hoch signifikant. Die Gleichung der Regressionsgeraden lautet:

$$BH = 174,4 \% - 6,33 \% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot T_{13,30} \text{ (Abb. 1)}$$

Für alle anderen Zeitspannen sind die Korrelationskoeffizienten nicht signifikant.

In Tabelle 3 sind die entsprechenden Berechnungen für den Niederschlag wiedergegeben. Wiederum ist der Korrelationskoeffizient für die Blühperiode signifikant und für alle anderen Zeitspannen nicht signifikant. Mit $r = 0,79$ liegt der r^2 -Wert allerdings deutlich tiefer als bei der mittleren 13.30-Uhr-Temperatur.

Nach diesen Resultaten bestehen somit nur für die Blühperiode enge Beziehungen zwischen einzelnen Klimafaktoren und der Stiehlähme-Befallshäufigkeit. Diese Periode wurde daher näher untersucht.

Die Tabelle 4 enthält Klimadaten für die Blühperiode und Korrelationskoeffizienten zwischen Klimadaten und Stiehlähme-Befallshäufigkeit für die Jahre 1976—1984. Zusätzlich zur mittleren 13.30-Uhr-Temperatur und zum Niederschlag wurden noch folgende Klimafaktoren berücksichtigt: Durchschnittswerte von Tagesmaximum und Tagesmittel der Lufttemperatur, Summe der 13.30-Uhr-Temperaturen über 15°C und durchschnittliche Sonnenscheindauer.

Wie Tabelle 4 zeigt, sind alle untersuchten Beziehungen erstaunlich eng. Bei den vier Temperaturgrößen liegen die Korrelationskoeffizienten zwischen $-0,93$ und $-0,95$, bei der Sonnenscheindauer beträgt der Korrelationskoeffizient $-0,90$ und beim Niederschlag $0,79$. In den Beziehungen zwischen Klimafaktoren und Stiehlähme-Befallshäufigkeit nimmt die Temperatur folglich eine dominierende Stellung ein.

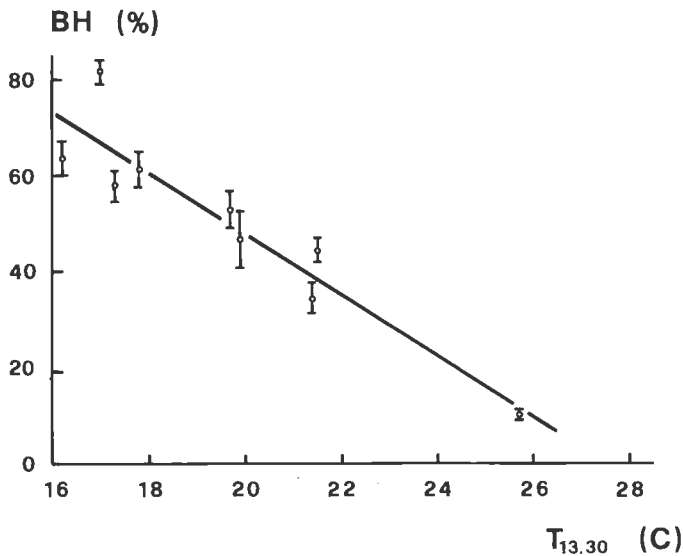


Abb. 1: Beziehung zwischen mittlerer 13.30-Uhr-Temperatur während der Blühperiode ($T_{13,30}$) und Stiehlähme-Befallshäufigkeit (BH) für Riesling \times Sylvaner in Wädenswil in der Periode 1976—1984.

Zu jeder BH ist die Standardabweichung des Mittelwertes (s/\bar{n}) beidseitig aufgetragen.

Correlation between 13.30-hour-temperature during the flowering period ($T_{13,30}$) and frequency of steeplechime (BH) for Riesling \times Sylvaner at Wädenswil during 1976—1984. For each BH the standard deviation of the mean (s/\bar{n}) is given.

Tabelle 3

Niederschlag in den Zeitspannen zwischen verschiedenen phänologischen Entwicklungsstadien und Korrelationskoeffizienten zwischen Niederschlag und Stiellähme-Befallshäufigkeit für Riesling × Sylvaner in Wädenswil für die Jahre 1976—1984

Precipitations during the periods between different phenological stages of development and correlation coefficients between precipitation and frequency of stiellaehme for Riesling × Sylvaner · Wädenswil, 1976—1984

Jahr	BH (%)	Niederschlag (mm) in der Zeitspanne				
		03-19	19-25	25-35	35-36	36-38
1976	10,0	214	0,5	382	30,9	182
1977	61,2	179	76,1	279	29,3	86
1978	63,7	311	77,8	231	0,0	208
1979	34,5	290	24,9	106	106,7	137
1980	81,5	386	76,5	70	47,8	97
1981	57,5	192	51,4	228	6,1	297
1982	46,6	227	65,0	236	95,2	214
1983	44,2	263	24,4	195	141,8	99
1984	52,9	273	11,7	212	27,9	800
Korrelationskoeffizient		0,45	0,79	-0,58	-0,28	0,01

Tabelle 4

Klimadaten für die Blühperiode (19—25) und Korrelationskoeffizienten zwischen Klimadaten und Stiellähme-Befallshäufigkeit für Riesling × Sylvaner in Wädenswil für die Jahre 1976—1984. $T_{13.30}$, T_{max} und T_m bezeichnen die Durchschnittswerte von 13.30-Uhr-Wert, Tagesmaximum und Tagesmittel der Lufttemperatur, T_{sum} bezeichnet die Summe der 13.30-Uhr-Temperaturen über 15 °C, S die durchschnittliche Sonnenscheindauer und P den Niederschlag

Climatic data for the flowering period (19—25) and correlation coefficients between climatic data and frequency of stiellaehme for Riesling × Sylvaner at Wädenswil during 1976—1984. $T_{13.30}$, T_{max} and T_m are the means of 13.30-hour-value, daily maximum and daily mean of air temperature, T_{sum} refers to the sum of the 13.30-hour-temperatures above 15 °C, S is the mean duration of sunshine and P is the amount of precipitation

Jahr	BH (%)	$T_{13.30}$ (°C)	T_{max} (°C)	T_m (°C)	T_{sum} (°C)	S (h/d)	P (mm)
1976	10,0	25,7	26,9	21,3	74,7	12,2	0,5
1977	61,2	17,8	20,0	15,6	30,0	5,0	76,1
1978	63,7	16,2	18,0	14,1	38,0	2,5	77,8
1979	34,5	21,4	23,5	18,6	57,9	7,4	24,9
1980	81,5	17,0	18,0	14,7	24,1	2,1	76,5
1981	57,5	17,3	18,6	14,6	49,6	3,3	51,4
1982	46,6	19,9	21,6	16,8	44,3	5,1	65,0
1983	44,2	21,5	23,3	18,2	45,8	5,9	24,4
1984	52,9	19,7	21,8	16,4	39,8	8,0	11,7
Korrelationskoeffizient		-0,94	-0,94	-0,93	-0,95	-0,90	0,79

Tabelle 5

Beziehung zwischen mittlerer 13.30-Uhr-Temperatur während der Blühperiode und Stiellähme-Befallshäufigkeit für Riesling × Sylvaner in Wädenswil im Jahr 1984, bestimmt aufgrund von Beobachtungen an 659 Trauben. In der ersten Spalte stehen die Blühperioden und in der zweiten Spalte die zugehörigen mittleren 13.30-Uhr-Temperaturen (gemessen im Rebberg). In den folgenden sechs Spalten ist für jede Temperatur angegeben, wieviele Trauben unter die einzelnen Stiellähme-Befallsklassen nach THEILER (1975 b) fallen. Die letzten beiden Spalten enthalten die durchschnittlichen Temperaturen und die Befallshäufigkeiten für Temperaturklassen von 2 °C

Correlation between mean 13.30-hour-temperature during the flowering period and frequency of stielaehme for Riesling × Sylvaner at Wädenswil in 1984, calculated from the data of 659 grapes. In the first column the flowering periods are listed and in the second column the accompanying mean 13.30-hour-temperatures (measured in the vineyard). In the following six columns, for each temperature the number of grapes is given, belonging to the different classes of stielaehme severity according to THEILER (1975 b). In the last two columns the mean temperatures and the percentage frequency of stielaehme for temperature classes of 2 °C are presented.

2. Kurzzeitprogramm 1984

Wie im 1. Teil dieses Kapitels dargestellt, bestehen in der Blühperiode enge Beziehungen zwischen Klimafaktoren und Stiellähme-Befallshäufigkeit. Die Durchschnittswerte von 13.30-Uhr-Temperatur und Tagesmaximum und die Summe der 13.30-Uhr-Temperaturen über 15 °C liefern dabei die drei höchsten r^2 -Werte. Das Hauptziel des Kurzzeitprogrammes 1984 war es, abzuklären, ob sich auch innerhalb eines Jahres Beziehungen zwischen diesen drei Temperaturgrößen und der Befallshäufigkeit nachweisen lassen. Zu diesem Zweck wurde der Stiellähmebefall von Trauben verglichen, die bei unterschiedlichen Temperaturen geblüht hatten.

Abb. 2 zeigt den Verlauf der 13.30-Uhr-Temperatur (gemessen im Rebberg) und die Niederschlagsverteilung (gemessen an der Wetterstation Wädenswil), vom 27. Juni bis 15. Juli 1984. Dies ist die Zeit, in der die Blühperioden der 659 untersuchten Trauben lagen. Die Temperaturen bewegen sich über den weiten Bereich von 13,9 bis 33,3 °C. Je nach dem Blühtermin können somit während der einzelnen Blühperioden recht unterschiedliche mittlere 13.30-Uhr-Temperaturen herrschen (vgl. Tabelle 5).

In Tabelle 5 sind die Blühperioden und die zugehörigen 13.30-Uhr-Temperaturen (gemessen im Rebberg) für die 659 untersuchten Trauben angegeben. Die Temperaturen sind nach zunehmender Größe geordnet. Für jede Temperatur ist angegeben, wieviele Trauben unter die einzelnen Stiellähme-Befallsklassen nach THEILER (1975 b) fallen. Zudem enthält die Tabelle die durchschnittlichen Temperaturen und die Befallshäufigkeiten für Temperaturklassen von 2 °C.

Die Gleichung der Regressionsgeraden und der zugehörige Korrelationskoeffizient lauten:

$$BH = 127,4 \% - 2,93 \% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot T_{13.30 - \text{Rebberg}} \quad r = -0,95$$

Die Beziehung ist hoch signifikant.

In gleicher Weise wurden die Beziehungen zwischen drei weiteren Temperaturen während der Blühperiode und der Stiellähme-Befallshäufigkeit untersucht. Diese Temperaturen sind: das mittlere Tagesmaximum (gemessen im Rebberg), die Summe der 13.30-Uhr-Temperaturen über 15 °C (ebenfalls gemessen im Rebberg) und die mittlere 13.30-Uhr-Temperatur (gemessen an der Wetterstation Wädenswil). Die Gleichungen der Regressionsgeraden und die Korrelationskoeffizienten lauten:

$$BH = 123,1 \% - 2,60 \% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot T_{\text{max} - \text{Rebberg}} \quad r = -0,89$$

$$BH = 53,0 \% + 0,04 \% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot T_{\text{sum} - \text{Rebberg}} \quad r = 0,13$$

$$BH = 119,0 \% - 3,07 \% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot T_{13.30 - \text{Wetterstation}} \quad r = -0,98$$

Blühperiode (19—25)	$\bar{T}_{13,30}$ (°C)	Anzahl Trauben mit Befallsstärke					$\bar{T}_{13,30}$ (°C)	Befallshäufigkeit (%)
		0	1	2	3	4		
29.6.— 4.7.	19,5					1		
28.6.— 4.7.	20,0				1	2		
28.6.— 6.7.	20,3			3	1			
1.7.— 6.7.	20,5				1		1	
30.6.— 4.7.	20,7			3			20,8	69,2
30.6.— 6.7.	20,9	9	2	6	3	2	4	
27.6.— 2.7.	21,8	1						
29.6.— 9.7.	22,4	1		1	1	1	1	
28.6.— 9.7.	22,5	2		1				
30.6.— 2.7.	22,9	1	1					
2.7.— 9.7.	23,2	8	4	7	5	4	6	23,3
30.6.— 9.7.	23,3	50	27	64	25	13	27	61,1
1.7.— 9.7.								
3.7.— 9.7.	23,5	19	9	19	10	1	6	
1.7.— 10.7.	24,2	1			1			
4.7.— 9.7.	24,3	17	6	10	2	2	1	
3.7.— 10.7.	24,6			1	1			25,1
4.7.— 10.7.	25,5				1	1		
5.7.— 9.7.	25,9	14	4	11	3		4	
10.7.— 15.7	26,4		1					
5.7.— 10.7.	27,0	1	1					
6.7.— 9.7.	27,5	8	3	6	4	1		27,4
5.7.— 11.7.	27,9			1				46,2
11.7.— 13.7.	28,5	4	2					
6.7.— 10.7.								
7.7.— 9.7.	28,9	32	8	21	7	5	2	29,2
10.7.— 13.7.	29,6	4		1	1			
7.7.— 10.7.	29,8	14	8	7	4		6	
11.7.— 12.7.	30,3	1						
7.7.— 11.7.	30,5	16	7	11	1		3	
8.7.— 12.7.	30,7	2		1				
8.7.— 10.7.	30,9	3		3	1		2	30,8
10.7.— 12.7.	31,1	4	2	1				
9.7.— 12.7.								
8.7.— 11.7.	31,5	6		2		2		
9.7.— 11.7.	32,4			1				
10.7.— 11.7.	33,0	1	2	1				

Somit liefern die Durchschnittstemperaturen, nicht dagegen die Temperatursumme, signifikante Korrelationen.

Die Unterschiede zwischen den Korrelationskoeffizienten für die drei Durchschnittstemperaturen sollten nicht überbewertet werden. Denn die Zahl der untersuchten Trauben ist verhältnismäßig gering, und die Korrelationskoeffizienten sind somit von der Klasseneinteilung abhängig. Die Gleichungen der Regressionsgeraden werden jedoch durch die Art der Klasseneinteilung nicht wesentlich beeinflusst.

Für die Beziehung zwischen mittlerer 13.30-Uhr-Temperatur während der Blühperiode (gemessen an der Wetterstation Wädenswil) und der Stiehlähme-Befallshäufigkeit liegen nun zwei Varianten vor. In beiden Fällen handelt es sich um Geraden. Die erste wurde auf Grund der Mittelwerte über die untersuchten Reben für die Jahre 1976—1984 bestimmt und die zweite auf Grund der Beobachtungen an 659 Trauben im Jahr 1984. Beide zeigen eine Abnahme der Befallshäufigkeit mit zunehmender Temperatur. Die Abnahme ist jedoch im ersten Fall rund doppelt so groß wie im zweiten ($-6,33\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ gegenüber $-3,07\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$).

Somit lassen sich Beziehungen zwischen Durchschnittstemperaturen während der Blühperiode und der Stiehlähme-Befallshäufigkeit auf zwei Ebenen nachweisen: 1. auf der Basis von Werten für eine Parzelle aus mehreren Jahren und 2. aufgrund der Befallsklassen von Trauben in einem einzelnen Jahr. Es stellt sich nun die Frage, ob

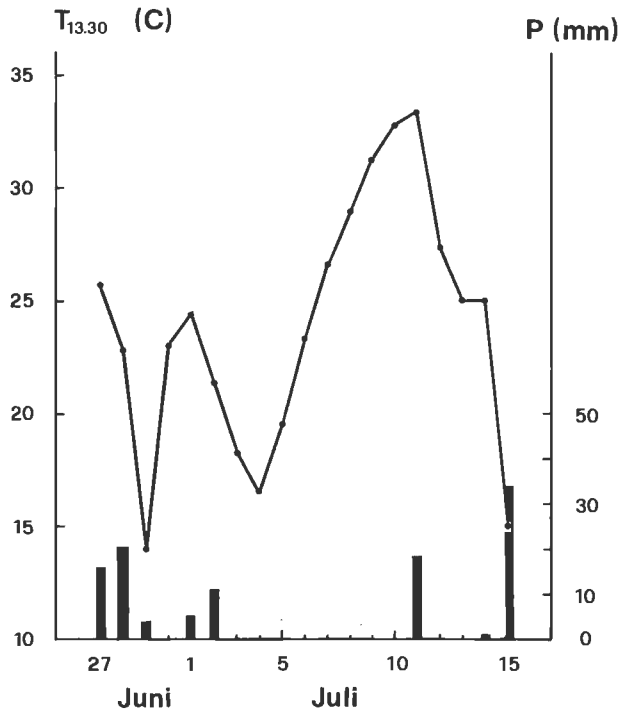


Abb. 2: Verlauf der 13.30-Uhr-Temperatur (gemessen im Rebberg) und Niederschlag in Wädenswil vom 27. Juni bis 15. Juli 1984, d. h. in der Zeit, in der die Blühperioden der 659 untersuchten Trauben liegen.

Course of 13.30-hour-temperature (measured in the vineyard) and precipitation at Wädenswil from 27 June until 15 July 1984 for the flowering periods of the observed 659 grapes.

sich entsprechende Beziehungen auch bei der Auswertung einzelner Rebstöcke in einem einzelnen Jahr zeigen lassen. In der vorliegenden Untersuchung an den 28 Stöcken konnte kein klarer Zusammenhang zwischen der mittleren 13.30-Uhr-Temperatur während der Blühperiode der einzelnen Stöcke und deren Stiellähme-Befallshäufigkeit nachgewiesen werden. Die Temperatur für einen Stock wurde dabei definiert als Mittelwert über die mittleren 13.30-Uhr-Temperaturen aller Trauben des Stockes. Die Temperaturen für die einzelnen Stöcke streuen lediglich über einen Bereich von 4,4 °C, während die Befallshäufigkeiten zwischen 19,2 und 96,3 % schwanken.

Aus dem Langzeitprogramm geht hervor, daß auch eine mäßige Korrelation zwischen dem Niederschlag während der Blühperiode und der Stiellähme-Befallshäufigkeit besteht. Im Kurzzeitprogramm konnte keine entsprechende Korrelation nachgewiesen werden, obwohl während der Blüte zwischen dem 27. Juni und 15. Juli 1984 eine Niederschlagsmenge von 108,4 mm gemessen wurde (Abb. 2).

Diskussion

1. Langzeitprogramm 1976—1984

Für die Blühperiode bestehen enge Beziehungen zwischen Klimafaktoren und Stiellähme-Befallshäufigkeit (Tabelle 4):

Die Beziehung zwischen Niederschlag und Befallshäufigkeit in Wädenswil ist sehr wahrscheinlich nicht ursächlich, sondern beruht auf einer relativ engen Korrelation zwischen Niederschlag und Temperatur. Denn an anderen Standorten, beispielsweise im Markgräflerland (BRD) (THEILER und LEONHARDT 1984), besteht zum Niederschlag keine signifikante Korrelation.

Die Beziehung zwischen Sonnenscheindauer und Befallshäufigkeit in Wädenswil scheint ebenfalls nicht ursächlich zu sein, sondern auf einer engen Korrelation zwischen Sonnenscheindauer und Temperatur zu beruhen. Im Markgräflerland und in Ruppertsberg/Pfalz (BRD) ist die Sonnenscheindauer nach unveröffentlichten Berechnungen deutlich schlechter mit der Befallshäufigkeit korreliert als die Temperatur.

Die Beziehungen zwischen den drei betrachteten Durchschnittswerten der Lufttemperatur und der Befallshäufigkeit dürften ursächlich sein, denn sie lassen sich auch an anderen Standorten nachweisen (THEILER und MÜLLER, in Vorbereitung).

Das durchschnittliche Tagesmittel liefert mit $r = -0,93$ einen etwas tieferen r^2 -Wert als die anderen beiden Durchschnittstemperaturen. Obwohl der Unterschied gering ist, dürfte er real sein. Er läßt sich damit erklären, daß für die pflanzenphysiologischen Vorgänge nicht so sehr das Tagesmittel entscheidend ist, sondern die Temperatur während der Photosynthese. Hierfür bilden die 13.30-Uhr-Temperatur und das Tagesmaximum brauchbare Maßzahlen. PEYER und KOBLET (1966) fanden bei ihrer Untersuchung des Blühzeitpunktes der Rebe ebenfalls, daß es sinnvoll ist, die Temperatur zur Zeit der besten Belichtung einzubeziehen und nicht das Tagesmittel.

Die Beziehung zwischen der Summe der 13.30-Uhr-Temperaturen über 15 °C und der Befallshäufigkeit besitzt zwar mit $r = -0,95$ den höchsten r^2 -Wert, ist aber nach den Resultaten des Kurzzeitprogrammes und nach unveröffentlichten Berechnungen für Au (bei Wädenswil), Markgräflerland und Ruppertsberg trotzdem nicht ursächlich. Der enge Zusammenhang beruht vor allem darauf, daß die Dauer der Blühperiode in Wädenswil verhältnismäßig geringe jährliche Unterschiede aufweist und daß deshalb Durchschnittstemperaturen und Temperatursumme über diese Zeitspanne eng korreliert sind.

2. Kurzzeitprogramm 1984

Auch innerhalb eines Jahres besteht eine enge Beziehung zwischen der mittleren 13.30-Uhr-Temperatur während der Blühperiode und der Stiehlähme-Befallshäufigkeit (Tabelle 5). Das erhärtet die Ergebnisse des Langzeitprogrammes entscheidend. Die Geraden aus Kurzzeit- und Langzeitprogramm unterscheiden sich jedoch in der Steigung klar. Mindestens eine der Geraden widerspiegelt folglich nicht allein den Einfluß der Temperatur, sondern auch den von einem oder mehreren anderen Faktoren, die (allenfalls nicht ursächlich) mit der Temperatur verknüpft sind.

In Tabelle 5 fällt auf, daß für alle Temperaturen grundsätzlich Trauben mit jeder Befallsstärke auftreten können. Dieses erstaunliche Ergebnis bleibt unverändert, wenn man anstelle aller 28 Rebstöcke nur diejenigen 10 betrachtet, deren Stiehlähme-Befallshäufigkeiten höchstens um 10 % vom Gesamtmittel von 52,9 % abweichen.

3. Bedeutung der Ergebnisse für weitere Stiehlähme-Untersuchungen

Mit den vorliegenden Untersuchungen ließ sich der spezifische Einfluß eines Klimafaktors — der mittleren Temperatur während der Blühperiode — auf die Stiehlähme der Trauben nachweisen. Hinweise anderer Autoren auf die Stiehlähme-bestimmende oder -auslösende Wirkung der Niederschläge während oder vor der Beerenreife (HAUB und STELLWAAG-KITTLER 1977; REDL 1983; BRECHBUHLER 1986) konnten nicht bestätigt werden.

Der hohe Korrelationskoeffizient zwischen mittlerer Temperatur während der Blühperiode und Stiehlähme-Befallshäufigkeit deutet auf einen irreversiblen Vorgang während der Blüte hin, der sich erst gegen Ende der Beerenreife sichtbar auswirkt.

In diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen von KASSEMAYER und STAUDT (1981 und 1983) aufschlußreich, die zeigen, daß die Befruchtung der Blüten ca. 2—3 d nach der Bestäubung (Abwerfen der Blütenkämpchen) erfolgt, worauf die Nucellus- und Endospermentwicklung einsetzt. Die Proembryobildung beginnt erst ca. 20 d nach der Anthese. Wie von THEILER (1983) nachgewiesen, liefert die mittlere 13.30-Uhr-Temperatur der Zeitspanne Nachblüte—Fruchtansatz (25—29, nach EICHHORN und LORENZ 1977) in Wädenswil keine signifikante Korrelation zum Stiehlähmebefall. Zur Kontrolle wurden die Berechnungen noch für die Periode 1976—1984 durchgeführt. Es resultiert ein Korrelationskoeffizient von $r = -0,40$, was nicht signifikant ist. Auch die Niederschlagsmenge der Periode 25—29 ist mit $r = 0,37$ nicht signifikant mit der Stiehlähme-Befallshäufigkeit korreliert. Aus diesen Ergebnissen läßt sich schließen, daß der oben genannte irreversible Vorgang vermutlich auf die Befruchtungsphase der Blüten und die Zeit der beginnenden Nucellus- und Endospermentwicklung der Samenanlage beschränkt ist. Unklar bleibt, weshalb bei gleichen Temperaturmittelwerten während der Blühperiode einzelne Trauben im Herbst Stiehlähme aufweisen und andere nicht.

Die Temperatur während der Blühperiode bestimmt den jährlichen Stiehlähmebefall einer Parzelle weitgehend. Sie überdeckt die Einflüsse der Wuchsstärke und der Düngung, die sich jedoch innerhalb eines Jahres spürbar auswirken können (THEILER 1981; GYSI 1983 und 1984; REDL 1984). Die Temperatur ist möglicherweise auch zum Teil für diejenigen Unterschiede verantwortlich, die man bisher als Standort- und Sortenunterschiede interpretiert hat (THEILER und MÜLLER, in Vorbereitung).

Zusammenfassung

In Wädenswil wurden Beziehungen zwischen Klimafaktoren und dem Stiehlähmebefall bei Riesling \times Sylvaner untersucht. In einem Langzeitprogramm (1976—1984)

wurden für fünf Entwicklungsperioden (03—19: Wollestadium bis Blühbeginn; 19—25: Blühperiode; 25—35: 1. Beerenwachstumsphase; 35—36: Reifebeginn; 36—38: 2. Beerenwachstumsphase) jeweils die mittlere 13.30-Uhr-Temperatur ($T_{13.30}$) und die Niederschlagssumme bestimmt und mit der prozentualen Befallshäufigkeit (BH) der Parzelle korreliert. Einzig in der Blühperiode ergaben sich signifikante Korrelationskoeffizienten: $r = -0,94$ bei der 13.30-Uhr-Temperatur und $r = 0,79$ beim Niederschlag. In der Blühperiode lieferten auch andere Klimafaktoren signifikante r -Werte: zwei weitere Durchschnittstemperaturen (Tagesmaximum und Tagesmittel), Summe der 13.30-Uhr-Temperaturen über 15°C und durchschnittliche Sonnenscheindauer. Die Beziehungen zu Niederschlag, Sonnenscheindauer und Temperatursumme sind jedoch nicht ursächlich, sondern beruhen darauf, daß diese Größen relativ eng mit den Durchschnittstemperaturen korreliert sind.

In einem Kurzzeitprogramm (1984) wurden die Blühperioden und der Stiehlähmebefall von 659 Trauben an 28 Rebstöcken erhoben. Durch den Vergleich der Befallshäufigkeiten in Klassen von Trauben mit unterschiedlichen Witterungsverhältnissen während der Blühperiode ließen sich auch innerhalb eines Jahres die Einflüsse von Klimafaktoren untersuchen. Einzig die Durchschnittstemperaturen lieferten wieder Beziehungen mit signifikanten r -Werten, so z. B. die 13.30-Uhr-Temperatur mit $r = -0,98$. Die Gleichungen der Regressionsgeraden aus Langzeit- und Kurzzeitprogramm sind nicht identisch, was darauf hinweist, daß neben der Temperatur noch andere Faktoren wirksam sind.

Die Ergebnisse deuten auf einen irreversiblen Vorgang während der Blühperiode hin, der sich erst nach Beginn der Beerenreife sichtbar auswirkt. Die Stiehlähme muß daher primär als Folge eines temperaturabhängigen Regulationsprozesses angesehen werden.

Verdankung

Die finanzielle Unterstützung der Untersuchungen 1984 durch den Schweizerischen Weinbauverein sei bestens verdankt.

Literatur

- BASLER, P.; 1980: Beeinflussung von Leistungsmerkmalen der Weinrebe (*Vitis vinifera* L.) in der Ostschweiz durch Klimafaktoren und Erträge sowie Versuch einer Qualitätsprognose. Wein-Wiss. **35**, 3—18, 90—116, 155—176, 227—241.
- BOSELLI, M.; SCIENZA, A.; DOROTEA, G.; VOLPE, B.; 1983: Possibilità di previsione del disseccamento del rachide mediante il controllo della nutrizione minerale. Vignevini **10**, 35—38.
- BRECHBUHLER, CH.; 1975: Ergebnisse von Untersuchungen zur Bekämpfung der Stiehlähme. Mitt. Klosterneuburg **25**, 19—24.
- — ; 1986: Travaux réalisés en 1984 sur le dessèchement de la rafle. IAEST-Mitt. **20** (im Druck).
- BRENDEL, G.; HOFMANN, E. L.; 1983: Kausalanalytische Untersuchungen über den Einfluß ökologischer Faktoren auf das Auftreten der Stiehlähme auf einem Standort bei verschiedenen Neuzüchtungen im Vergleich zur Sorte Riesling. Mitt. Klosterneuburg **33**, 105—110.
- EICHHORN, K. W.; LORENZ, D. H.; 1977: Phänologische Entwicklungsstadien der Rebe. Nachrichtenbl. Dt. Pflanzenschutzd. (Braunschweig) **29**, 119—120.
- GOSEN, O.; RONCADOR, I.; BONETTI, S.; SERAFINI, G.; EGGER, E.; IANNINI, B.; 1975: Bekämpfungsversuche gegen die Stiehlähme der Trauben und Einfluß einiger Umweltfaktoren auf deren Auftreten. Mitt. Klosterneuburg **25**, 25—32.
- GYSI, C.; 1983: Einfluß der Stickstoffmenge und -form auf das Auftreten der Stiehlähme an Riesling \times Sylvaner. Mitt. Klosterneuburg **33**, 122—126.
- — ; 1984: Einfluß der Düngung auf die Qualität von Reben in einem Topfversuch. Schweiz. Z. Obst- Weinbau **120**, 705—714.

- HARTMAIR, V.; 1975: Beobachtungen über das Auftreten der Stielähme in Abhängigkeit von Umweltfaktoren. Mitt. Klosterneuburg **25**, 45—48.
- HAUB, G.; STELLWAAG-KITTLER, F.; 1977: Bedeutung der Witterungsfaktoren für das Auftreten der Stielähme. Mitt. Klosterneuburg **27**, 156—160.
- HIFNY, A. A. H.; 1971: Untersuchungen zur Stielähme der Reben. Diss., Univ. Hohenheim.
- HOFACKER, W.; 1974: Einfluß von Umweltfaktoren auf Ertrag und Mostqualität der Rebe. Ein Beitrag zur methodischen Ermittlung der optimalen Standortbedingungen im Weinbau. Diss., Univ. Hohenheim.
- KASSEMEYER, H. H.; STAUDT, G.; 1981: Über die Entwicklung des Embryosacks und die Befruchtung der Reben. *Vitis* **20**, 202—210.
- — —; — — —; 1983: Über das Wachstum von Endosperm, Embryo und Samenanlage von *Vitis vinifera*. *Vitis* **22**, 109—119.
- LAUBER, H. P.; KOBLET, W.; 1967: Spritzversuche gegen die Stielähme der Trauben. Schweiz. Z. Obst-Weinbau **103**, 283—290.
- PEYER, E.; KOBLET, W.; 1966: Der Einfluß der Temperatur und der Sonnenstunden auf den Blütezeitpunkt der Reben. Schweiz. Z. Obst-Weinbau **102**, 250—255.
- REDL, H.; 1983: Ergebnisse der Stielähme-Untersuchungen 1981. IAEST-Mitt. **18**, 51—64.
- — —; 1984: Auswirkungen der Fruchtholzlänge auf den Stielähmebefall. Mitt. Klosterneuburg **34**, 97—101.
- — —; WEINDLMAYR, J.; 1983: Der Einfluß der Stickstoffversorgung des Bodens auf das Auftreten der Stielähme der Trauben. Mitt. Klosterneuburg **33**, 1—8.
- SCIENZA, A.; 1982: Recenti acquisizioni sulle cause e sulla terapia del disseccamento del rachide. *Vignevini* **9**, 15—30.
- — —; FREGONI, M.; 1977: Einfluß der Beerenzahl und einiger chemischer Merkmale der Trauben auf die Stielähme. Mitt. Klosterneuburg **27**, 177—180.
- SCHALLER, K.; 1977: Beziehungen zwischen verschiedenen Nährstoff-Fractionen des Bodens und dem Auftreten der Stielähme. Mitt. Klosterneuburg **27**, 151—155.
- STELLWAAG-KITTLER, F.; 1975: Untersuchungen zur Aufklärung des Auslösungsmechanismus der Stielähme an Trauben. Mitt. Klosterneuburg **25**, 3—18.
- THEILER, R.; 1973: Längenmessungen an Traubenstielen und Schossen der Sorte Roter Gutedel, *Vitis vinifera* L. Wein-Wiss. **28**, 303—321.
- — —; 1974: Einfluß von Blüten und Beeren auf das Wachstum der Traubenstiele, deren Abszession und die Stielähmeanfälligkeit, *Vitis vinifera* L. Wein-Wiss. **29**, 26—45.
- — —; 1975 a: Stielähme beeinflussende Faktoren — ihre Bedeutung für das Auftreten der Symptome. Mitt. Klosterneuburg **25**, 37—44.
- — —; 1975 b: Beschlüsse der Tagung des 5. Internationalen Erfahrungsaustausches über die Stielähme der Trauben 1974. Mitt. Klosterneuburg **25**, 63—67.
- — —; 1977: Physiologische Aspekte im Zusammenhang mit der Stielähme der Trauben der Sorte Roter Gutedel, *Vitis vinifera* L. Mitt. Klosterneuburg **27**, 165—174.
- — —; 1978: Stielähme-Prognose (Ein Diskussionsbeitrag). Schweiz. Z. Obst-Weinbau **114**, 613—624.
- — —; 1980: Stielähme-Prognose und Bekämpfungsmaßnahmen 1980. Schweiz. Z. Obst-Weinbau **116**, 499—508.
- — —; 1981: Untersuchungen zur Stielähme der Trauben und ihre praktische Bedeutung für die Bekämpfung. Dt. Weinbau-Jahrb. **1980**, **31**, 125—144.
- — —; 1983: Stielähme-Befallsprognose an Trauben (Ergebnisse von 1978 bis 1982 und Prognose für 1983). Schweiz. Z. Obst-Weinbau **119**, 522—532.
- — —; 1985: Stielähme-Untersuchungen 1984. IAEST-Mitt. **20** (im Druck).
- — —; COOMBE, B. G.; 1985: Influence of berry growth and growth regulators on the development of grape peduncles in *Vitis vinifera* L. *Vitis* **24**, 1—11.
- — —; LEONHARDT, A.; 1984: Die Vorhersage der Stielähme der Trauben als Voraussetzung für eine gezielte Bekämpfung. Bad. Winzer (6), 282—292.
- — —; MÜLLER, H.: Beziehungen zwischen mittlerer Tagesmaximumtemperatur während der Blüteperiode und Stielähmebefall für verschiedene Rebsorten und Standorte. (In Vorbereitung).

Eingegangen am 22. 7. 1985

R. THEILER
Eidgenössische Forschungsanstalt für
Obst-, Wein- und Gartenbau
CH-8820 Wädenswil