

Aus der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof

Untersuchungen über die Kausalität zwischen Gibberellinbehandlung und Austriebshemmung bei Reben

von

G. ALLEWELDT

Die Gibberelline üben auf den Austrieb ruhender Knospen von Reben einen Hemmeffekt aus (ALLEWELDT 1959, RIVES und POUGET 1959, WEAVER 1959). Diese Beobachtung wurde inzwischen von BRIAN, PETTY und RICHMOND (1959) an einer Reihe anderer Holzpflanzen bestätigt. Zwischen Gibberellinwirkung und endogener Ruheperiode ließen weitere experimentelle Untersuchungen eine enge Beziehung erkennen (ALLEWELDT 1960). Mit einer Austriebshemmung wurde eine gleichzeitige Erhöhung der Wachstumsintensität der austreibenden Knospen aber nur dann festgestellt, wenn eine Gibberellin-Applikation kurz vor dem Austrieb erfolgte, nicht schon Wochen vorher oder, wie in den Versuchen von BRIAN und Mitarb., RIVES und POUGET und WEAVER, bereits vor Eintritt der Winterruhe. Dieser Befund ließ schon früher (1960) Zweifel an einer primären, also direkten Wirkung der Gibberelline auf den Austrieb aufkommen, zumal andererseits die endogene oder photoperiodisch induzierte Ruhe durch Gibberellin verhindert oder verzögert werden kann. Auf diesen nur schwer verständlichen Gegensatz wiesen kürzlich auch BRIAN, GROVE und MACMILLAN (1960) hin, so daß weitere Untersuchungen zur Klärung dieser Frage als notwendig erachtet wurden.

Im Zusammenhang mit der austriebsverzögernden Wirkung einer Gibberellin-Vorbehandlung wurde von verschiedenen Autoren (BRIAN und Mitarb. 1959, RIVES und POUGET 1959, sowie WEAVER 1959) auf die Möglichkeit hingewiesen, diesen Hemmeffekt der Gibberelline zur Verhütung von Spätfrostschäden praktisch auszunutzen. Diese Möglichkeit gewinnt jedoch erst dann eine erhebliche Bedeutung für den Wein- und Obstbau, wenn eine gelenkte Austriebshemmung mit Gibberellin durchführbar ist und wenn gleichzeitig keine unerwünschten Austriebsschäden auftreten, wie sie von RIVES und POUGET beschrieben wurden. Die vorliegenden Untersuchungen sollen auch zu diesem Problem einen Beitrag liefern.

Material und Methoden

Die bei Reben achsial angelegten Winterknospen können vor einsetzender endogener Ruheperiode durch Dekapitation der primären Sproßachse zum Austreiben veranlaßt werden. Eine gleichzeitige Entblätterung fördert den prozentualen Anteil austreibender Knospen. Dieses Verfahren wurde angewendet, um die Wirkung der Gibberellinsäure¹⁾ auf den Austrieb und auf

1) Für die mir zur Durchführung vorliegender Untersuchungen von den Firmen Boehringer & Söhne, Mannheim-Waldhof und Merck Sharp & Dohme, Harlem, Holland (K-Gibberellat, Gibrel) zur Verfügung gestellten Präparate bin ich zu aufrichtigstem Dank verpflichtet.

das Wachstum der austreibenden Knospen festzustellen. In der Regel wurden die Versuchspflanzen (1- oder 2jährige Reben) auf 5 Knospen zurückgeschnitten. Zum Eindämmen des Blutungssaftstromes wurde die Schnittfläche mit Lanolin bestrichen.

Während der Winterruhe wurde der Austrieb mit Rindite forciert, indem mit einer fein ausgezogenen Glaskapillare eine Substanzmenge von 2 — 4 mg auf die Knospen aufgetragen wurde. Eine 1malige Anwendung genügte i. a., um die Knospen auch während der Ruheperiode zum Austreiben zu veranlassen.

Gibberellinsäure (GS) wurde mit wenigen Ausnahmen in Lanolin (1—10 mg GS/1 g Lanolin) ringförmig um die Sproßachse, etwa 1 — 2 cm unterhalb der Schnittfläche aufgetragen. Vor allem bei den an 1- oder 2-Augenstecklingen durchgeführten Untersuchungen wurde das Gibberellin-Lanolingemisch auf die apikale Schnittfläche aufgetragen. In einigen wenigen Versuchen wurde GS auch als wässrige Lösung (500 oder 1000 mg GS/l) ohne Haft- oder Netzmittel auf die Knospen aufgetropft.

Alle Versuche wurden im Gewächshaus unter Normaltagbedingungen durchgeführt.

Bei den Sorten Riesling und Sylvaner handelt es sich um die Klone 90, resp. Candidus 1 — 76.

Ergebnisse

A. Einfluß der Gibberellinsäure auf die Austriebsgeschwindigkeit

Vor der einsetzenden Ruheperiode der Reben, also in der Zeit von Anfang Juli bis Mitte August, ist der Hemmeffekt der GS durch relativ hohe GS-Gaben von über 500 γ /Pflanze oder 100 γ /Knospe nur sehr schwach. Bei geringer, aber noch wuchsfördernder GS-Dosis bleibt dieser Hemmeffekt aus. Hingegen wird die Zahl der austreibenden Knospen durch GS in Abhängigkeit von der Sorte bis zu 40 — 50 % herabgesetzt (Tab. 1). Am empfindlichsten reagieren die *vini-fera*-Sorten und einige Zuchtstämme aus interspezifischen Kreuzungen, während auf der anderen Seite die Zahl der austreibenden Knospen bei den *riparia*- und physiologisch *riparia*-ähnlichen Formen durch Gibberellin nur unwesentlich herabgesetzt wird. Diese sortenspezifische Reaktion stimmt mit Beobachtungen über den Einfluß der GS auf das Längenwachstum der Reben überein (unveröffentlicht).

Mit dem Übergang zur Ruheperiode verschärft sich die Hemmwirkung der GS bis schließlich ein Austrieb völlig unterbleibt (Tab. 2). Diese Vorgänge können sich, wie in dem angegebenen Beispiel mit Riesling, in wenigen Tagen abspielen. Während noch am 20. Juli 80 % der mit GS behandelten Pflanzen austrieben, war 14 Tage später (3. August) eine absolute Austriebshemmung zu erzielen.

Eine Umkehr dieser Verhältnisse liegt vor, wenn die Applikation der GS erst während des Abklingens oder nach der Ruheperiode erfolgt (Abb. 1), so daß die im Februar und März mit GS behandelten Pflanzen keine zeitliche Austriebshemmung mehr erkennen lassen. Die zu beobachtende geringe Hemm-

Tabelle 1

Einfluß der GS auf den Austrieb dekapitierter und entblätterter Pflanzen vor Beginn der Winterruhe ¹⁾

(Alle Angaben sind auf unbehandelte Kontrollpflanzen bezogen)

Sorte	Versuchsreihen n	GS γ/Knospe	Austrieb in Tagen		ausgetriebene Knospen	
			Diff. d	beschleunigt n ²⁾	Diff. %	erhöht n ²⁾
Sylvaner	7	78	+ 1,2	—	- 43	—
FS. 4-206-36	3	57	+ 1,5	—	- 40	—
FS. 4-201-39	24	61	+ 0,9	8	- 26	4
Riesling 90	12	50	+ 1,7	3	- 19	2
Riparia ³⁾	7	79	+ 0,8	—	+ 5	5
Kober 5 BB	1	40	+ 0,1	—	± 0	—
Rupestris St. George	1	84	± 0	—	± 0	—
A-23-7	3	40	+ 0,1	1	+ 2	1
FS. 4-175-30	1	190	+ 0,2	—	+ 17	1

¹⁾ In dieser Zusammenstellung wurden 3jährige Versuchsergebnisse (1958 — 60) an 1- und 2jährigen Topfreben zusammengefaßt, die im Juli und August zum Austreiben veranlaßt wurden. Die Zahl der Versuchspflanzen/Variante lag zwischen 5 und 10.

²⁾ Hierbei handelt es sich um die Zahl der Versuchsreihen, in denen sich der Austrieb beschleunigte oder die Zahl der ausgetriebenen Knospen gegenüber den unbehandelten Pflanzen erhöhte.

³⁾ Riparia Klone G 1, G 75, G 79.

Tabelle 2

Einfluß von GS auf den Austrieb von Winterknospen bei beginnender Winterruhe (Riesling 90)

dekapitiert am	Variante	Austrieb in Tagen			ausgetriebene Knospen	
		\bar{x}	$\pm m$	Diff.	n	Diff. in %
10. 7. 59	unbehandelt GS	7,9	0,3	+ 1,5	20	- 20
		9,4	0,6		16	
15. 7. 59	unbehandelt GS	12,1	0,3	+ 1,3	17	- 18
		13,4	0,7		14	
20. 7. 59	unbehandelt GS	11,1	0,1	+ 4,0	16	- 50
		15,1	1,2		8	
28. 7. 59	unbehandelt GS	17,4	1,4	+ 16,8	12	- 66
		34,2	1,3		4	
3. 8. 59	unbehandelt GS	22,8	4,7	—	10	- 100
		—	—		0	

GS: 5 mg/1 g Lanolin auf apikale Schnittfläche, im Mittel 100 — 120 γ GS/Pflanze. Pflanzen auf 5 Knospen zurückgeschnitten und entblättert.
n = 10 Pflanzen/Variante

wirkung bei Sbl. 2-19-58 während der Ruheperiode im Dezember ist auf die geringe Anzahl austreibender Knospen — auch bei den unbehandelten Pflanzen — zurückzuführen. Durch Zugabe von Rindite, das bei Anwendung im zeitigen Frühjahr oder bei einer Überdosierung zur Austriebshemmung führen kann (vgl. auch POUGET und RIVES 1958), bleibt das Bild im wesentlichen erhalten, doch wird der GS-Hemmeffekt, ganz besonders bei der Sorte Sbl. 2-19-58 sehr gemildert.

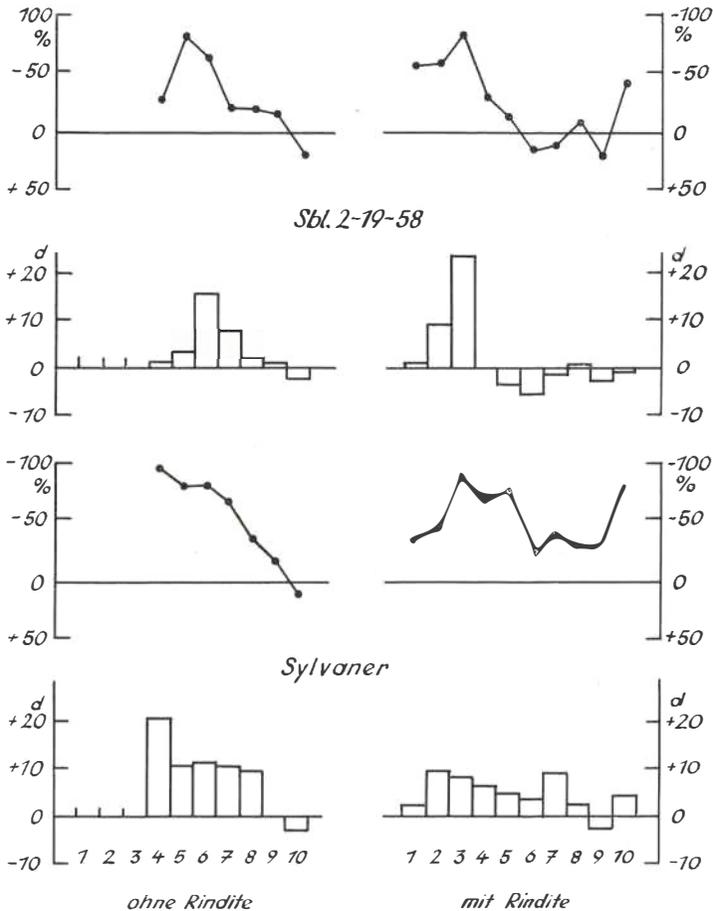


Abb. 1: Wirkung der GS auf den Austrieb der Winterknospen während und nach der endogenen Ruheperiode, bezogen auf die unbehandelten Kontrollen

Säulen: Austriebsgeschwindigkeit in Tagen, Kurve: Zahl der ausgetriebenen Knospen in %. Zeitpunkt der Behandlung:

- 1: 15.10.59 — 2: 20.10.59 — 3: 27.11.59 — 4: 11.12.59 — 5: 24.22.59 —
- 1: 15.10.59 — 2: 20.10.59 — 3: 27.21.59 — 4: 11.12.59 — 5: 24.12.59 —
- 6: 22.1.60 — 7: 18.2.60 — 8: 3.3.60 — 9: 17.3.60 — 10: 31.3.60

Eine gleiche, vom endogenen Jahresrhythmus gesteuerte GS-Empfindlichkeit ist an 2-Augenstecklingen zu beobachten, die von im Freiland wachsenden Pflanzen genommen und im Gewächshaus zum Austrieb gebracht wurden (Abb. 2). Auch bei den Stecklingen ist wiederum eine geringe GS-Sensibilität

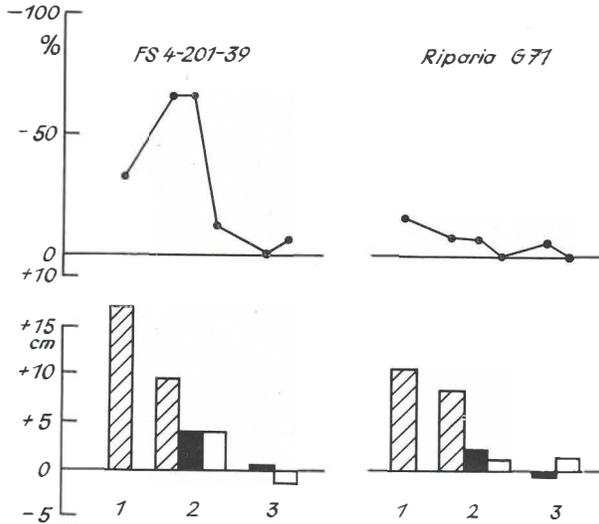


Abb. 2: Einfluß der GS auf die Austriebsgeschwindigkeit und Zahl der ausgetriebenen Knospen von 2-Augenstecklingen, bezogen auf die unbehandelten Kontrollen

Säulen: Austriebsgeschwindigkeit in Tagen (schraffiert: 1 mg/1 g Lanolin, apikal; schwarz: 1000 mg GS/l und weiß: 100 mg GS/l, Knospen), Kurve: Zahl der ausgetriebenen Knospen in %; gesteckt am 30. 10. 58 (1), 3. 1. 59 (2), 4. 3. 59 (3)

der Sorte Riparia G 71 hinsichtlich der Zahl der ausgetriebenen Knospen festzustellen.

Offensichtlich werden somit nur Primärvorgänge der Austriebsbereitschaft der Knospen direkt oder indirekt durch GS beeinflusst, nicht hingegen nachfolgende Vorgänge, die vermutlich bereits zur Zellstreckung und -teilung führen. Diese Vorstellung läßt sich ebenfalls aus Versuchen folgern, in denen die Pflanzen erst nach Beginn der zum Austrieb führenden Prozesse GS erhielten (Tab. 3). So war schon 2—4 Tage nach dem Umsetzen von 1-Augenstecklingen in ein wärmeres Gewächshaus am 6. 2. 1960 oder 2 Tage nach dem Dekapitieren und Entblättern 1jähriger Topfpflanzen ein deutliches Nachlassen der GS-Hemmung zu beobachten. Die auffallend geringe Austriebshemmung der Stecklinge bei sofortiger Applikation der GS ist, ähnlich wie bei Sbl. 2-19-58 (Abb. 1), auf die geringe Zahl ausgetriebener Knospen zurückzuführen. Da in beiden Experimenten die GS als wässrige Lösung direkt auf die Knospen aufgetropft wurde, dürfte der beobachtete Effekt schwerlich mit

Tabelle 3
Die Wirkung einer zeitlich abgestuften GS-Gabe auf den Austrieb der Winterknospen
(Sylvaner cand. 1-76)

Variante	GS γ je Knospe	Austrieb in Tagen			ausgetriebene Knospen	
		\bar{x}	$\pm m$	Diff.	n	Diff. in %
1-Augenstecklinge						
unbehandelt		14,6	0,67		10	
GS sofort	24	17,3	—	+ 2,7	3	- 70
GS nach 2 Tagen	25	24,8	—	+ 10,2	4	- 60
GS nach 4 Tagen	28	22,8	2,18	+ 8,2	6	- 40
GS nach 9 Tagen	22	14,1	1,20	- 0,5	9	- 10
GS nach 12 Tagen	20	15,0	0,68	+ 0,4	10	± 0
GS nach 14 Tagen	25	14,1	0,61	- 0,5	10	± 0
1jährige Pflanzen						
unbehandelt		9,6	0,29		13	
GS sofort	16	11,8	1,30	+ 2,2	6	- 56
GS nach 2 Tagen	27	11,0	1,22	+ 1,4	7	- 46
GS nach 5 Tagen	22	10,4	0,79	+ 0,8	10	- 23
GS nach 8 Tagen	30	10,0	0,35	+ 0,4	12	- 4

1-Augenstecklinge: Versuchsbeginn: 6. 2. 1960

GS: 1000 mg/l, je Knospe 1 Tropfen

1jährige Pflanzen: Versuchsbeginn: 6. 8. 1960

GS: 1000 mg/l, je Knospe 1 Tropfen

n = 10 Stecklinge, resp. 5 Pflanzen/Variante

Tabelle 4
Die Wirkung einer Sproßachsenringelung nach apikaler GS-Applikation
auf den Austrieb der Winterknospen

Sorte	Variante	Austrieb in Tagen			ausgetriebene Knospen	
		\bar{x}	$\pm m$	Diff.	%	Diff. %/o
Sylvaner	unbehandelt	9,6	0,29		52	
	GS-apikal	11,0	0,78	+ 2,4	40	- 23
	GS-apikal + geringelt	9,9	0,38	+ 0,3	50	- 4
Riparia G 79	unbehandelt	8,5	0,56		54	
	GS-apikal	10,1	0,42	+ 1,6	49	- 11
	GS-apikal + geringelt	9,0	0,42	+ 0,5	60	+ 11

Versuchsbeginn: Sylvaner: 6. 8. 1960; Riparia G 79: 5. 8. 1960

Versuchspflanzen/Variante: Sylvaner: 5; Riparia G 79: 7

GS: 10 mg/1 g Lanolin; Sylvaner: 258 γ /Pflanze; Riparia G 79: 435 γ /Pflanze

Tabelle 5

Einfluß der GS auf das Wachstum austreibender Knospen dekapitierter
und entblätterter Pflanzen

(Angaben umgerechnet auf die Wachstumsintensität der ersten 10 Tage
nach dem Austrieb)

Sorte	Ver- suchs- reihen	Vari- ante ¹⁾	mittlere Wuchslänge je Pflanze			mittlere Nodienzahl je Pflanze		
			cm		Diff.	cm		Diff.
			\bar{x}	abs.	rel.	n	abs.	rel.
Sylvaner	3	K	12,0			7,1		
		GS	24,4	+ 12,4	203	10,1	+ 3,0	142
Riesling	2	K	15,3			8,9		
		GS	28,3	+ 13,0	185	8,4	- 0,5	95
FS. 4-201-39	8	K	10,0			4,1		
		GS	18,4	+ 8,4	184	5,1	+ 1,0	124
Sbl. 2-19-58	1	K	14,6			7,8		
		GS	23,8	+ 9,2	163	7,6	- 0,2	98
Kö-48-43	1	K	13,7			3,8		
		GS	16,8	+ 3,1	123	4,5	+ 0,7	119
FS. 4-206-36	1	K	23,9			5,0		
		GS	26,4	+ 2,5	113	4,6	- 0,4	92
FS. 4-175-30	1	K	13,1			10,1		
		GS	25,1	+ 12,0	192	11,5	+ 1,4	114
Riparia G 75	1	K	23,6			11,6		
		GS	43,0	+ 19,4	182	16,1	+ 4,5	139
Riparia G 1	1	K	9,1			7,1		
		GS	13,4	+ 4,3	147	9,5	+ 2,4	134
Rupestris St. George	1	K	17,1			12,7		
		GS	24,0	+ 6,9	140	14,5	+ 1,8	114
A-23-7	1	K	11,5			4,2		
		GS	13,4	+ 1,9	116	3,8	- 0,3	91
Riparia G 79	1	K	8,7			4,9		
		GS	7,8	- 0,9	90	4,7	- 0,2	96

¹⁾ K = Kontrolle
Nähere Angaben s. Tabelle 1

einem sehr langsamen Eindringen der GS bis zum Ort ihrer Wirksamkeit zu erklären sein. Hiergegen spricht auch die relativ rasche Abnahme der Hemmwirkung bei einer zeitlichen Austriebsdauer von etwa 10 — 14 Tagen sowie

Beobachtungen über die Reaktionsgeschwindigkeit des Längenwachstums nach GS-Behandlung junger Blätter (unveröffentlicht).

Die Unterbrechung des Phloems durch Ringelung der Sproßachse dicht unterhalb des applizierten Gibberellin-Lanolingemisches schaltet die hemmende Wirkung der GS auf den Austrieb aus (Tab. 4). Gleichzeitig unterblieb hierdurch eine Wachstumssteigerung der jungen Triebe.

B. Einfluß der Gibberellinsäure auf die Wachstumsintensität austreibender Knospen

Die Wachstumsgeschwindigkeit der jungen Triebe ist gleich nach dem Austrieb im allgemeinen sehr hoch. Dies führt zu einer sehr rasch einsetzenden Konkurrenzverschärfung zwischen zwei oder mehreren Trieben mit zeitlich nur geringfügig differierender Austriebsgeschwindigkeit. Die Folge — als Steigerung der korrelativen Hemmung anzusprechen — ist eine Wachstumshemmung der zeitlich später austreibenden Knospen, verbunden mit einem Absterben des Sproßmeristems des gehemmten Triebes. Um unter diesen gegebenen Umständen ein möglichst echtes Bild einer GS-Wirkung zu gewinnen, erschien es zweckmäßig, hierfür als Maß die Gesamtwuchslänge aller Triebe zugrunde zu legen.

Betrachten wir nunmehr den Einfluß einer GS-Vorbehandlung auf die Wachstumsintensität der jungen Triebe von dekapitierten und entblätterten Pflanzen, läßt sich bei fast allen Sorten eine signifikante Förderung nachweisen. Hierbei ist, wie aus der zusammenfassenden Übersicht (Tab. 5) hervorgeht, eine scharfe Trennung zwischen 2 verschiedenen GS-Reaktionsgruppen — ähnlich wie in Tab. 1, S. 268 — nicht möglich. Sowohl einige der als Gibberellinsensibel angesprochenen *vinifera*-Sorten als auch einige amerikanische Wildformen, die als Gibberellin-unempfindlich bezeichnet wurden, reagierten auf GS mit einer höheren Wuchsgeschwindigkeit. Dieser Befund läßt sich mit den Beobachtungen über eine gehemmte GS-Translokation teilweise entblätterter „*riparia*“-Pflanzen vergleichen, wonach bei diesen Reaktionstypen ein GS-Effekt ausbleibt, wenn zwischen Ort der Applikation und Sproßmeristem ältere Blätter inseriert sind (unveröffentlicht). Analoge Verhältnisse liegen in den in Tabelle 5 beschriebenen Versuchen vor. Auch hier sind keine älteren Blätter zwischen Applikationsort und Rezeptor (Knospe) inseriert, die die Weiterleitung der GS unterbinden könnten. Somit ist in Übereinstimmung mit den Beobachtungen an älteren Pflanzen bei den *riparia*-Sorten eine Wachstumssteigerung zu erwarten (vgl. auch ALLEWELDT 1960).

In den Versuchen von RIVES und POUGET (1959) und WEAVER (1959) rief eine vorjährige Gibberellin-Behandlung eine Austriebshemmung im kommenden Frühjahr hervor, ohne gleichzeitig stimulierend auf das Längenwachstum der austreibenden Knospen einzuwirken. Es wurde darum an eine indirekte GS-Wirkung gedacht (1960), mit der Vermutung, daß das wirksame Gibberellin zum Zeitpunkt des Austreibens der Knospe dem wachsenden Sproßmeristem nicht mehr in wirksamen Mengen zur Verfügung steht. Um diese Vorstellung zu begründen, wurden die während der Sommermonate mit GS behandelten Pflanzen während und nach der endogenen Ruhephase zum Austreiben ver-

Tabelle 6

Nachwirkung einer GS-Vorbehandlung auf das Wachstum austreibender Knospen

Sorte	Vor- behand- lung	Austrieb in Tagen		ausge- triebene Knospen %	mittlere Wuchslänge/Pflanze cm		Diff.	
		\bar{x}	$\pm m$		\bar{x}	$\pm m$	abs.	rel.
		Riesling 90	— GS	10,6 10,4	0,8 1,1	48 52	6,9 16,4	1,92 1,87
FS. 4-175-30	— GS	9,9 11,6	0,7 0,8	67 62	9,6 8,1	0,82 0,53		100 84

*) $P = 0,50 \%$

Pflanzen am 24. 8. 60 auf 5 Nodien zurückgeschnitten und mit Rindite behandelt
Wuchslängen gemessen am 21. 9. 60
n = 8 Pflanzen/Variante

anlaßt, ohne sie, wie in den bisherigen Experimenten, kurz vor dem Austrieb mit GS zu behandeln.

Im 1. Versuch führte die GS-Behandlung (500 mg GS/l, aufgetropft auf ältere Blätter), die vom 14. 6. — 16. 8. 60 erfolgte, bei Riesling zu einer Wuchslängenförderung von $69,1 \pm 7,3$ cm auf $98,0 \pm 5,0$ cm (= 142 %) und bei FS. 4-175-30 zu einer leichten, jedoch statistisch nicht signifikanten Wachstumsdepression von $61,5 \pm 3,1$ cm auf $54,0 \pm 2,9$ cm. Am 24. 8. 60 wurden die Pflanzen auf 5 Knospen zurückgeschnitten. Wegen der schon weit vorgeschrittenen Holzreife — ein Laubfall setzte bereits ein — wurden die Knospen mit

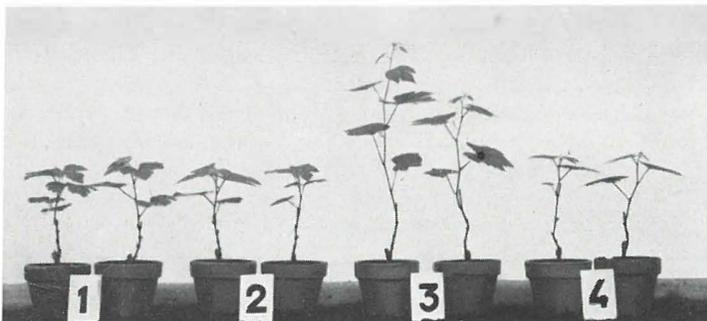


Abb. 3: Nachwirkung einer GS-Vorbehandlung auf das Wachstum austreibender Winterknospen

1 und 2: FS. 4-175-30; 3 und 4: Riesling; links (1 und 3) mit GS vorbehandelt, rechts (2 und 4) unbehandelt

Tabelle 7

Nachwirkung einer GS-Vorbehandlung auf das Wachstum
austreibender Knospen

Sorte	Vor- behand- lung	Austrieb in Tagen		ausge- triebene Knospen %	mittlere Wuchslänge/Pflanze			
		\bar{x}	$\pm m$		cm		Diff.	
				\bar{x}	$\pm m$	abs.	rel.	
Riesling	—	12,7	0,78	75	15,2	0,8		
	GS	13,9	0,72	84	15,8	1,0	+ 0,6	112
FS. 4-175-30	—	9,8	0,56	79	22,2	3,5		
	GS	9,7	0,71	67	23,5	1,9	+ 1,3	106

Versuchspflanzen am 20. 3. 60 auf 5 Knospen zurückgeschnitten und gedüngt

Wuchslängen gemessen am 23. 4. 60

n = 8 Pflanzen/Variante

Rindite zum Austreiben gezwungen. Gleiches Versuchsmaterial ohne eine Rindite-Behandlung verharrte im Stadium der endogenen Ruhe.

Auf die Austriebsgeschwindigkeit übte die GS-Vorbehandlung keinen Effekt aus, vermutlich bedingt durch die dominierende Wirkung von Rindite. Hingegen ließ sich bei Riesling eine erhöhte Wuchsgeschwindigkeit der jungen Triebe nachweisen (Tab. 6 und Abb. 3). Erwartungsgemäß blieb dieser GS-Effekt bei der Sorte FS. 4-175-30 aus.

Versuchspflanzen, die eine sehr ähnliche GS-Vorbehandlung erfahren hatten, doch erst nach der Ruheperiode am 20. 3. 1960 dekapitiert wurden, ließen keine spezifische GS-Wirkung auf die Wachstumsintensität der jungen Triebe erkennen und der vermutlich unspezifische GS-Effekt auf die Austriebsgeschwindigkeit war nur angedeutet (Tab. 7). Es sei noch betont, daß die Pflanzen vor dem Dekapitieren umgetopft und gedüngt wurden, um eventuelle Einflüsse einer unterschiedlichen Nährstoffversorgung auszuschalten. In diesem Versuch war während der GS-Behandlung der Pflanzen vom 6. 7. — 26. 8. 59 (500 mg GS/l, auf ältere Blätter aufgetropft, Riesling: 308 γ GS/Pflanze, FS. 4-175-30: 379 γ GS/Pflanze) eine Wachstumssteigerung bei Riesling von 169 % (von $40,4 \pm 3,6$ cm auf $68,4 \pm 4,8$ cm) zu beobachten. Bei FS. 4-175-30 wurde unter gleichen Bedingungen, nur mit einer etwas höheren GS-Dosis, keine GS-Förderung gemessen ($35,5 \pm 5,4$ cm bzw. $34,5 \pm 3,9$ cm).

Daß aber die Reben während der Nachruhe genauso sensibel auf GS ansprechen können wie in den Sommermonaten vor Einsetzen der endogenen Ruhe, beweisen die in Abb. 4 fotografierten Versuchspflanzen. Hierbei handelt es sich um die Sorte Riesling, die nach Überwinterung in einem ungeheizten Gewächshaus am 18. 2. 60 auf 5 Knospen dekapitiert, mit GS behandelt (10 mg GS/1 g Lanolin, je Pflanze 412 γ GS auf die Schnittfläche) und gleichzeitig in ein

Warmhaus umgestellt wurden. Der Austrieb erfolgte etwa 10 Tage später — ohne Anzeichen einer GS-Hemmung. Am 15. 3. 60 betrug die mittlere Gesamtwuchslänge der unbehandelten Pflanzen $32,3 \pm 3,8$ cm, die der behandelten $52,8 \pm 4,9$ cm. Die Differenz ist mit $P < 0,10$ % signifikant.

Bereits früher (1960) wurde kurz erwähnt, daß die erhöhte Wachstumsintensität der Knospen nach dem Austreiben durch GS gleichzeitig die Wachstumsdifferenzen zwischen mehreren Trieben einer Pflanze erheblich vergrößert. Diese Beobachtung konvergiert mit der Wirkung der Tragblätter auf Austrieb



Abb. 4: Einfluß der GS auf das Wachstum austreibender Winterknospen der Sorte Riesling

Links: unbehandelt, rechts: mit GS behandelt. Pflanzen zurückgeschnitten am 18. 2. 60. Aufnahme am 24. 3. 60

und Wachstum. In beiden Fällen erhöht sich die Wuchsgeschwindigkeit des apikalen Triebes, meist auf Kosten der tiefer gelegenen Triebe. Es lag bei der apikalen Aufbringung der GS die Vermutung nahe, hierfür die durch eine einseitige GS-Applikation eintretende Bevorzugung der apikalen Knospen verantwortlich zu machen. Doch ist, wie weitere Untersuchungen ergaben (Abb. 5), das gleiche Ergebnis durch Auftropfen der GS auf jede Knospe und damit durch eine gleichmäßige Verteilung der GS innerhalb der Pflanze zu erzielen, womit die einseitige Wachstumsförderung eines Triebes als Charakteristikum der GS-Reaktion zu gelten hat. Hieraus resultiert eine Austriebshemmung basaler Knospen, mitunter auch eine Wachstumshemmung der in der Nähe des stark wachsenden Triebes inserierten und ausgetriebenen Knospen. Es findet somit ein vertikaler, basipetal gerichteter Wachstumsabfall statt, der von sich aus wiederum das Wachstum des bevorzugten Triebes fördert und die vorliegenden Wuchsdifferenzen zwischen den einzelnen Trieben vergrößert.

Durch eine IES-Applikation¹⁾ ist eine sehr ähnliche Wirkung auf das Wachstum der austreibenden Knospen zu erzielen (Abb. 6). Eine Wachstumsförderung der Gesamtpflanze bleibt in diesem Falle jedoch aus; die aufgetre-

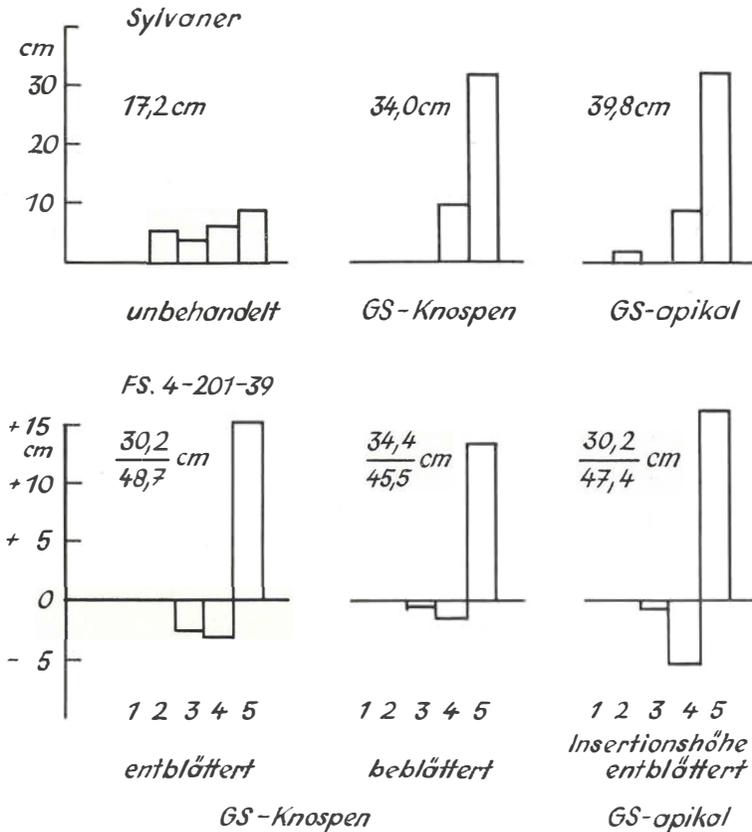


Abb. 5: Einfluß der GS auf das Wachstum der Triebe verschiedener Insertionshöhe

Sylvaner: Versuchsdauer: 33 Tage (6. 8. — 8. 9. 60); GS-Knospen 500 mg/l (22 γ /Knospe), GS-apikal: 10 mg GS/1 g Lanolin (256 γ /Knospe).

FS. 4-201-39; Versuchsdauer 37 Tage (27. 7. — 2. 9. 60); GS-Knospen: 1000 mg/l (48 γ /Knospe), GS-apikal: 10 mg/1 g Lanolin (85 γ /Knospe).

Mittlere Gesamtwuchslänge jeder Variante über jeder Säulengruppe angegeben, bei FS. 4 — 201 — 39: obere Zahl die Wuchslänge der Kontrolle, untere Zahl die der behandelten Pflanzen

¹⁾ Auch nach apikaler Kumarin- oder Trijodbenzoesäure-Applikation entblätterter Pflanzen ist ebenfalls ein basipetal ausgerichteter Wuchsgradient der einzelnen Triebe einer Pflanze festgestellt worden, obwohl sich durch Trijodbenzoesäure die Zahl der austreibenden Knospen gegenüber den unbehandelten Kontrollen erhöht.

tenen Differenzen der mittleren Gesamtwuchslänge einer Pflanze sind statistisch nicht gesichert.

Bei 2triebigen Pflanzen sind die Verhältnisse hinsichtlich der GS-Reaktion ähnlich wie bei den 1triebigen gelagert (Abb. 7). Eine Übertragung des GS-Effektes vom behandelten auf den jeweils unbehandelten, apikal oder basal gelegenen Trieb, ist nicht festzustellen. Die Applikation der GS unterhalb bei-

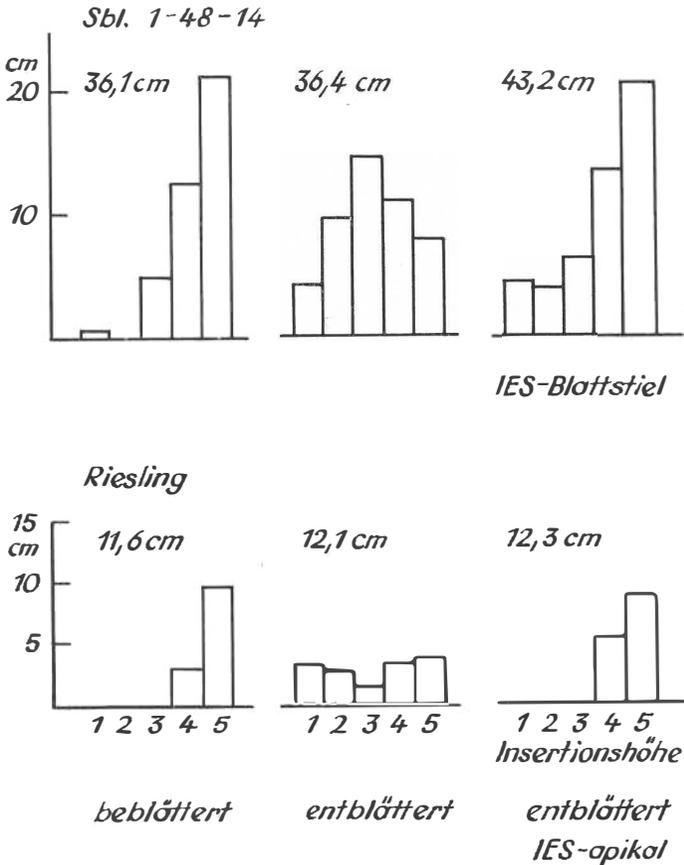


Abb. 6: Einfluß der β -Indolylessigsäure auf das Wachstum der Triebe verschiedener Insertionshöhe

Sbl. 1-48-14: Versuchsdauer 20 Tage (15. 7. — 4. 8. 60), IES: 1 mg/1 g Lanolin auf die Schnittfläche der Blattstiele nach vorherigem Abschneiden der Blattspreiten (42 γ IES/Pflanze).
 Riesling: Versuchsdauer 21 Tage (7. 7. — 28. 7. 59), IES: 1 mg/1 g Lanolin auf apikale Schnittfläche der Sproßachse (90 γ IES Pflanze).
 Mittlere Wuchslänge/Pflanze über jeder Säulengruppe angegeben, Differenzen statistisch nicht signifikant

der Triebe erhöht die Wachstumsintensität beider Triebe. Der basale Trieb wird hierbei bevorzugt. Die Befunde sind identisch mit Beobachtungen über die Wachstumsstimulierung von 2triebigen Pflanzen nach unterschiedlicher GS-Applikation (unveröffentlicht).

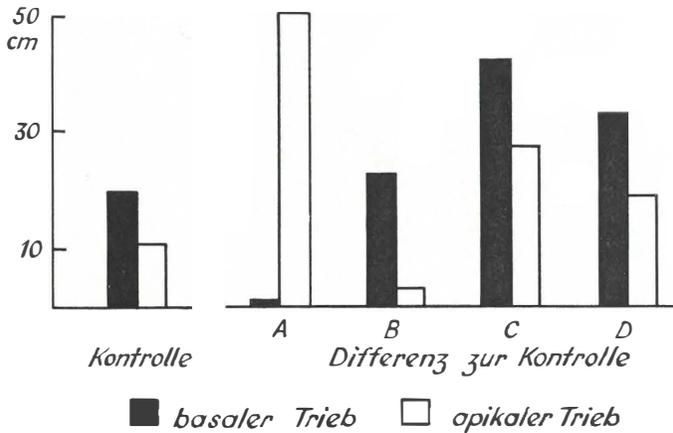


Abb. 7: Wirkung unterschiedlicher GS-Applikation auf das Wachstum austreibender Winterknospen von 2triebigen Pflanzen von FS. 4 — 201 — 39

Applikationsort der GS: apikaler Trieb (A), basaler Trieb (B), beide Triebe (C), unterhalb beider Triebe (D); Versuchsdauer 34 Tage (5. 8. — 8. 9. 60), GS: 10 mg/1 g Lanolin, 425 γ GS/Trieb

Diskussion

Ein Abklingen einer GS-Reaktion nach einmaliger Applikation ist im Hinblick auf das Untersuchungsergebnis von BRIAN und HEMMING (1955), das in der Folgezeit von zahlreichen anderen Autoren bestätigt werden konnte, bei Reben zu erwarten. Die zeitliche Begrenzung einer Gibberellin-Nachwirkung auf das Längenwachstum, wie aus den Tabellen 6 und 7 hervorgeht, führt zwangsläufig zu der Annahme, daß das während der Vegetationsperiode applizierte Gibberellin in der darauffolgenden Ruhephase im Pflanzengewebe so weit festgelegt oder inaktiviert wird, daß den Knospen zum Zeitpunkt des Austreibens kein Gibberellin oder in nur ungenügenden Mengen zur Verfügung steht. Demzufolge sind die Pflanzen dann auch potentiell nicht mehr dazu befähigt, charakteristische GS-Symptome aufzuweisen. Offen bleibt hierbei noch die Ursache der oftmals auch nur angedeuteten Austriebsverzögerung nach vorangegangener GS-Behandlung. Anzeichen sprechen dafür, daß es sich hierbei um einen unspezifischen, sekundären Effekt handelt, wofür neben einer Erhöhung der apikalen Dominanz, auf die später noch näher eingegangen wird, möglicherweise noch Ernährungsstörungen verantwortlich zu machen sind.

Diese Beobachtungen schließen aber die mögliche, praktische Nutzenanwendung der Austriebshemmung durch eine vorjährige GS-Behandlung zur Verhütung von Spätfrostschäden weitgehend aus. Der von RIVES und POUGET (1959) beobachtete, ungerichtete Effekt auf den Austrieb, wobei es auch zu unerwünschten Austriebsschäden kam, verhindert eine zielbewußte Austriebslenkung. Eine GS-Behandlung im zeitigen Frühjahr hingegen dürfte zu einem gegenteiligen Effekt führen, nämlich keine zeitliche Austriebshemmung, aber eine Wachstumsförderung, die zu einer höheren Temperaturempfindlichkeit der jungen Triebe führen dürfte.

Die Verschiebung der Wachstumsintensität der einzelnen Triebe einer Pflanze zugunsten des meist apikal gelegenen Triebes darf als Ursache für die absolute Austriebshemmung tiefer gelegener Knospen angesehen werden. Denn es wäre unverständlich, warum bei gleich behandelten Knospen nur die apikalen oder gar bei apikaler Applikation gerade die oberste Knospe, die der stärksten GS-Zufuhr ausgesetzt ist, austreibt und am kräftigsten wächst, während in beiden Fällen die tiefer gelegenen Knospen, die wegen eines zu erwartenden vertikalen Gibberellin-Gradienten weitaus weniger GS erhalten, am Austreiben verhindert werden. Infolgedessen ist an eine erhöhte korrelative Hemmung nach exogener Gibberellin-Zufuhr zu denken, die bereits vor dem visuellen Austrieb — noch während der Knospenschwellung — in der Pflanze ihre Wirksamkeit entfaltet (vgl. hierzu auch WICKSON und THIMANN 1958, BRIAN und HEMMING 1957, MARTH und Mitarb. 1957 u. a.). Dieser Befund spricht gegen den sog. „sparing auxin“-Effekt der Gibberelline (GALSTON und WARBURG 1959), zumal eine entsprechende Kumarin-, TJBS- oder IES-Applikation (Abb. 6) zu ähnlichen Reaktionen der Pflanzen führt, ohne aber eine Wachstumssteigerung der Triebe herbeizuführen.

Diese Beobachtungen geben somit einen Hinweis auf die wirklich spezifischen Einflüsse der Gibberellinsäure auf die sehr komplexen Vorgänge des Knospenaustriebes und der Wachstumsintensität der jungen Triebe. Nach dem vorliegenden Material bleibt als echte GS-Wirkung auf den Austrieb nur das wachstumsstimulierende Prinzip erhalten, während Austriebsverzögerung und -hemmung vermutlich auf sekundäre, indirekte Vorgänge zurückzuführen sind, wobei die Erhöhung der apikalen Dominanz als wesentlichster Faktor anzusprechen ist.

Zusammenfassung

Im Mittelpunkt der vorliegenden Untersuchungen stand die Beobachtung von ALLEWELDT, RIVES und POUGET und WEAVER über eine Austriebshemmung bei Reben nach vorheriger Gibberellin-Behandlung, um die eventuelle Kausalität zwischen Gibberellin und Hemmeffekt zu überprüfen. Hierzu wurden Experimente an 1- und 2jährigen Topfreben sowie an 1- und 2-Augenstecklingen durchgeführt, die zu folgenden Resultaten führten:

1. Eine Gibberellinbehandlung kurz vor dem Austrieb verzögert den Austriebstermin, setzt die Anzahl austreibender Knospen einer Pflanze herab und erhöht bei allen Sorten die Wuchsgeschwindigkeit der jungen Triebe.

2. Der Einfluß der Gibberellinsäure auf die Austriebsverzögerung und -hemmung läßt mit zunehmender Austriebsbereitschaft nach. Demzufolge ist durch Gibberellin ein nur schwacher Hemmeffekt vor der Winterruhe (Juli/August) und im zeitigen Frühjahr (ab Februar/März) zu erzielen, dagegen ein signifikanter Hemmeffekt während der endogenen Ruheperiode (September/Dezember).
3. Eine Gibberellinbehandlung vor der Winterruhe kann zwar nach der Ruheperiode noch zu einer zeitlichen und prozentualen Austriebshemmung führen, nicht aber zu einer höheren Wuchsgeschwindigkeit der jungen Triebe.
4. Es wird angenommen, daß es sich bei der zu beobachtenden Austriebshemmung um einen unspezifischen Gibberellineffekt handelt, ausgelöst vornehmlich durch die spezifisch wuchsstimulierende Wirkung der Gibberellinsäure, die zu einer gesteigerten korrelativen Hemmung führt. Demzufolge sind die Möglichkeiten einer gerichteten Austriebshemmung als sehr gering anzusehen und die praktische Nutzenanwendung dieser Erscheinung als weitgehend ausgeschlossen zu betrachten.

Literaturverzeichnis

- ALLEWELDT, G.: Austriebshemmung ruhender Knospen von Reben durch Gibberellinsäure. *Naturwiss.* **46**, 434 (1959).
- : Untersuchungen über den Austrieb der Winterknospen von Reben. *Vitis* **2**, 134 — 152 (1960).
- : Weitere Untersuchungen über die sortenspezifische Gibberellinreaktion der Reben. Im Druck.
- BRIAN, P. W., J. F. GROVE and J. MACMILLAN: The gibberellins. *Fortschr. Chem. Org. Naturst.* **18**, 350 — 433 (1960).
- and H. G. HEMMIG: The effect of gibberellic acid on shoot growth of pea seedlings. *Phys. Plantarum* **8**, 669 — 681 (1955).
- and H. G. HEMMIG: The effect of maleic hydrazide on the growth response of plants to gibberellic acid. *Ann. Appl. Biol.* **45**, 489 — 497 (1957).
- — , J. H. P. PETTY and P. T. RICHMOND: Extended dormancy of deciduous woody plants treated in autumn with gibberellic acid. *Nature* **184**, 69 (1959).
- GALSTON, A. W. and H. WARBURG: An analysis of auxin-gibberellin interaction in pea stem tissue. *Plant Physiol.* **34**, 16 — 22 (1959).
- MARTH, P. C., W. V. AUDIA and J. W. MITCHELL: Effects of gibberellic acid on growth and development of plants of various genera and species. *Bot. Gaz.* **118**, 106 — 111 (1957).
- POUGET, R. et M. RIVES: Action de la rindite sur la dormance de la Vigne. *C. R. Acad. Sci. (Paris)* **246**, 3664 — 3666 (1958).

- RIVES, M. et R. POUGET: Action de la gibberelline sur la dormance de la Vigne (*Vitis vinifera* L.). C. R. Acad. Sci. (Paris) **248**, 3600 — 3602 (1959).
- WEAVER, R. J.: Prolonging dormancy in *Vitis vinifera* with gibberellin. Nature **183**, 1198 — 1199 (1959).
- WICKSON, M. and K. V. THIMANN: The antagonism of auxin and kinetin in apical dominance. Physiol. Plantarum **11**, 62 — 74 (1958).

eingegangen am 20. 12. 1960