

Die Umweltabhängigkeit des vegetativen Wachstums, der Wachstumsruhe und der Blütenbildung von Reben (*Vitis*-Species)

III. Die Blütenbildung*)

von

G. ALLEWELDT

Inhalt: Einleitung	11
Material und Methoden	13
Ergebnisse	14
I. Triebwachstum¹⁾	14
A. Photoperiodische Wachstumsreaktionen	14
B. Kausalanalytische Untersuchungen über das Wirkungsprinzip der photoperiodischen Reaktion	29
C. Einfluß von Gibberellin auf das Sproßwachstum	152
II. Knospenruhe, Wachstumsruhe und Knospenaustrieb	165
A. Endogene Wachstumsrhythmik	165
B. Einsetzen der Wachstumsruhe	166
C. Aufhebung der endogenen Wachstumsruhe	169
III. Blütenbildung	
A. Endogene Komponenten der Blühbereitschaft	240
B. Einfluß von Klimafaktoren	244
C. Einfluß von Gibberellinsäure und der Ernährung	249
Diskussion	249
Schlußbetrachtung	251
Zusammenfassung	255
Literaturverzeichnis	259

III. Blütenbildung

A. Endogene Komponenten der Blühbereitschaft

Bei *Vitis*-Arten ist der Übergang von der vegetativen zur generativen Phase — wie bei allen Holzpflanzen — ein außerordentlich komplexer Vorgang. Eine große Zahl von inneren und äußeren Faktoren sind daran beteiligt. Vermutlich wird keiner Einzelkomponente jenes Schwergewicht zugesprochen werden können, wie z. B. die Tageslänge für die Blütenbildung photoperiodisch sensibler, kurzlebiger Arten.

Mehr noch als bei den krautigen Arten, bei denen die Existenz einer „minimalen Blattzahl“ (PURVIS und GREGORY 1937) einen entwicklungsgeschichtlich vegetativen Lebensabschnitt darstellt, ist diese Phase ein wesentliches Charakteristikum der Holzpflanzen und für die Blühreife von ganz besonderer Bedeutung. Die vegetative Phase zeichnet sich bei ihnen durch ausgeprägte morphologische Merkmale und physiologische Eigenschaften aus, wie Wuchs- und Blattform, Bewurzelungsfähigkeiten usw. Allgemein wird sie als die Jugend- oder juvenile Phase bezeich-

¹⁾ Die Abschnitte I und II erschienen in *Vitis* 4, 11—41 (1963) und *Vitis* 4, 152—175 (1964).

^{*)} Dritter Teil einer Habilitationsschrift zur Erlangung der *venia legendi* an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Justus-Liebig-Universität Gießen.

net. Sie ist von artspezifischer Dauer und beträgt beispielsweise bei *Fagus sylvatica* L. bis zu 30–45 Jahren. Sie wird durch die Alters- oder senile Phase abgelöst. Das Einsetzen der Blühreife ist, worauf KEMMER und THIELE (1954) hinweisen, nicht zwangsläufig mit der Beendigung des Primärstadiums verbunden (vergl. auch FRITZSCHE 1948, PASSECKER 1952), zumal kein plötzlicher Umschlag (= Alternativreaktion), sondern ein sehr allmählicher Übergang (= quantitative Reaktion) vorliegt und geradezu charakteristisch ist. Das Phänomen der Topophysis (MOLISCH 1922, SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL 1954) weist sogar darauf hin, daß selbst noch bei senilen Pflanzen juvenile, nur vegetative Gewebsareale oder Organe, erhalten bleiben, so daß der Begriff der Blühreife für die Gesamtpflanze als sehr problematisch anzusehen ist.

Durch die Existenz einer Jugend- und Altersphase ist die Blütenbildung der Holzpflanzen als ein typisches Symptom des Alterns anzusprechen. Das wesentlichste Merkmal des Alterns ist eine Aktivitäts- oder Wüchsigkeitsverminderung. Konsequenterweise müßte dann die nachlassende Wachstumsintensität und damit die verminderte Apikaldominanz (WAREING 1959, BÜNSOW 1961a) für die Differenzierung generativer Organe mit verantwortlich sein oder die zur Bildung dieser Organe notwendigen Voraussetzungen schaffen. Die Beziehung zwischen Apikaldominanz und Blütenbildung, die später noch näher zu untersuchen sein wird, scheint bei Reben im Hinblick auf den Übergang zur generativen Phase nicht vorzuliegen, da sie erst im 3. bis 5. Lebensjahr blühen, während das Maximum der vegetativen Wüchsigkeit viele Jahre später liegt (BRANAS, BERNON und LEVADOUX 1946). Andere Verhältnisse mögen bei der jährlich wiederkehrenden Induktion zur Anlage von Blüten vorliegen. Es dürfte daher folgerichtiger sein, an eine physiologische Reife des Gewebes zu denken, welches zwar ein bestimmtes Alter voraussetzt, jedoch nicht mit dem Altern als Vorgang identisch ist. So unterscheidet WAREING (1959) zwei Reaktionstypen, nämlich erstens jene Holzpflanzen, bei denen die Blütenbildung noch während der „rising phase“ eintritt und zweitens Arten, die während der „falling phase“ blühen, d. h., daß einige Arten noch während der Phase zunehmender Wüchsigkeit, andere aber erst nach Erreichen des Maximums der vegetativen Massenbildung generative Organe ausbilden. Damit wäre der Kernpunkt unserer Problemstellung aufgeworfen, nämlich die Frage nach den inneren und äußeren Faktoren, die jenen Prozeß auslösen oder beschleunigen, der zur Gewebereife und damit letztlich zur Blütenbildung führt.

Hierin ist insofern ein wesentlicher Unterschied zur Physiologie der Blütenbildung kurzlebiger, meist annueller Arten, zu erblicken, als es sich um Untersuchungen während der Primärphase handelt, die mit der Phase der „minimalen Blattzahl“ hapaxanter Arten vergleichbar ist, und nicht um Untersuchungen während der Phase der potentiellen Blühbereitschaft. Es geht also praktisch bei Holzpflanzen darum, die Primärphase (vergl. die Beziehung, nicht die Analogie zur „minimalen Blattzahl“) zu verkürzen oder ihre Abhängigkeit von äußeren Faktoren und inneren Bedingungen aufzuklären. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn, abgesehen von genetischen Frühblühern (RIGHTER 1939, JOHNSSEN 1949, HERRMANN 1951, MERGEN und CUTTING 1957, SKOK 1961 u. a.), noch keine experimentellen Möglichkeiten bestehen, die meist Jahre andauernde Primärphase zeitlich zu verkürzen.

Grundsätzlich kann ein blühauslösendes Reifestadium nach einer bestimmten Cyklenfolge (Wachstum und Ruhe) oder nach Erreichen einer fraglos artspezifischen Wuchsgröße eintreten (POTAPENKO 1939, DOORENBOS 1955, WAREING 1959). Bei Reben sprechen Beobachtungen für ein enges Zusammenspiel von Cyklenzahl und Wuchsgröße, zumal die für die Blütenbildung erforderliche Wachstumskapazität oh-

nehin selten in einem Jahr zu erreichen ist. Sind aber alle Wachstumsfaktoren im Optimum, so werden bei vegetativ vermehrten Reben schon im ersten Lebensjahr Blüten angelegt.

Die potentielle Blühbereitschaft, die nach WAREING (1959) mit dem Übergang zum generativen Lebensabschnitt gegeben ist und einen irreversiblen Vorgang darstellt, ist nicht notwendigerweise mit der Ausbildung von Blütenanlagen verbunden. Sie ist nur die Voraussetzung für die Bildung von generativen Organen. Wie bei den krautigen Arten ist nunmehr daran zu denken, daß jetzt die Blütenbildungsvorgänge direkt durch Einzelfaktoren der Umwelt beeinflusst werden und gegebenenfalls die Primordienbildung unterdrücken und so zu einer Verlängerung der Primärphase führen (= Erhöhung der „minimalen Blattzahl“). Darüber hinaus ist zu vermuten, daß durch äußere Komponenten von Jahr zu Jahr eine erneute Induktion zur Blütenbildung erfolgen muß. Gewiß ist zunächst nur, daß die Intensität der Blütenbildung außerordentlich umweltlabil ist.

So sind bei den polyxanten Holzpflanzen zwei prinzipiell verschieden gestaltete Vorgänge zu unterscheiden: Die Erlangung der Blühbereitschaft oder kurz die Blühreife (KLEBS) und die Induktion zur Anlage von Blütenprimordien.

Die vielen Maßnahmen und Eingriffe zur Vorverlegung der Blühreife oder zur Erhöhung der Blühwilligkeit von Obst- und Forstpflanzen, wie Ringelung, Strangulation, Zweigkrümmen, Dekapitieren, Wurzelschnitt und vieles andere mehr (vergl. HEITMÜLLER und MELCHIOR 1960) zielen letzten Endes darauf ab, die Ernährungsbedingungen der blütenbildenden Organe zu verändern, so z. B. das C:N-Verhältnis (KOBEL 1931). In Einzelfällen ist hierdurch die Intensität der Blütenbildung beachtlich erhöht worden. Auch wurde von einer Vorverlegung der Blühreife gesprochen, doch ist mit diesen Methoden eine entscheidende Auslösung der Blütenbildung an Jungpflanzen nicht erreicht worden. So berichteten WAREING und LONGMAN (1958), daß ein horizontales oder nahezu vertikales Wachstum die Blütenzahl 2- bis 5jähriger Zweige von 12- bis 15jährigen *Larix leptolepis* Murray-Pflanzen von 5,5 auf 50,0 (horizontales Wachstum) und 90,0 Blüten (abwärts gebogene Zweige) erhöht wurde. Bei der ohnehin sehr komplexen Natur der Blütenbildung ist die Interpretation dieser Beobachtungen außerordentlich schwierig, da durch die Verlagerung der Angriffspunkte der Gravitation sowohl das Längenwachstum (Apikaldominanz) als auch die Nährstoff- und Wasserversorgung, die Auxintranslokation sowie die Polarität (YEFEVKIN 1961) beeinflusst werden.

So lassen alle genannten blühfördernden Maßnahmen keinen faßbaren Schluß auf die effektiv beeinflussten Vorgänge der Blütenbildung zu. Aber es ist festzuhalten, daß eine Vielzahl von Kräften Blühreife und Intensität der Blütenbildung während der Primär- und Sekundärphase bestimmen. Entscheidend ist eine innere Disposition zur Blütenbildung, welche eine bestimmte Gewebereife voraussetzt, die, soweit es sich heute schon überschauen läßt, vor allem von Ernährungskomponenten abhängig ist.

Allgemein wird das Sproßwachstum durch Bildung von Inflorescenzen und Blüten abgeschlossen. Dies trifft streng genommen auch für die Rebe zu, bei welcher jedoch die Sproßspitze zu einer meist 2- oder 3armigen Ranke umgebildet ist, die durch den sympodialen Sproßaufbau habituell als primäre Verzweigung erscheint. Die Ranken können somit als vegetative Inflorescenzen i. S. BÜNSOW'S (1961) angesehen werden. Bei einer entsprechenden Disposition der Pflanze und einem gegebenen Blühimpuls können sie zur Differenzierung von „generativen“ Inflorescenzen umgestimmt werden, wie sie umgekehrt zur Bildung von Laubblätter tragenden

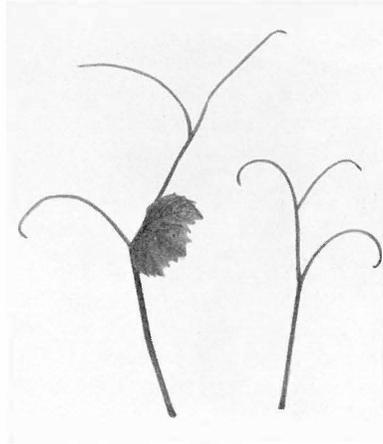


Abb. 11: Laubblattbildung an einer dreiarmligen Ranke (Sorte Sylvaner).

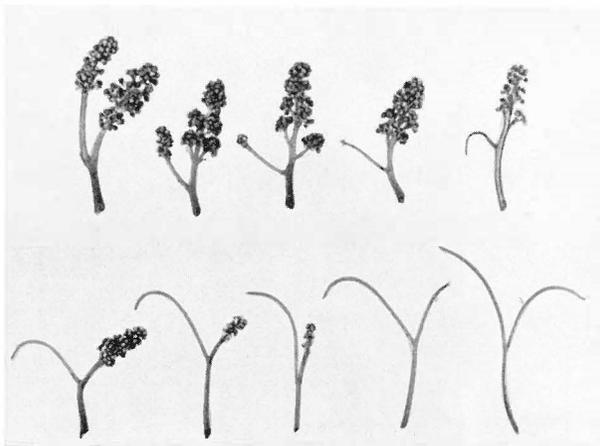


Abb. 12: Praeflorale Infloreszenzen mit zunehmender Intensität der Blütenbildung.

Sprossen neigen. Hiermit ist die hohe physiologische Labilität der Ranken gekennzeichnet. Sofern diese Prozesse keiner Alternativreaktion folgen, sondern quantitativen Prinzipien, sind alle Übergangstypen zu erwarten. Dies ist, wie Abb. 11 und 12 erkennen lassen, der Fall. Diese Übergangsformen sind häufig anzutreffen, wobei spezifische Sortenunterschiede bestehen²⁾. Ein gehäuftes Auftreten von beblätterten Ranken wurde an virusverseuchten Sylvaner-Reben von BRÜCKBAUER (1958) beobachtet. Ebenso scheint die Bildung von praefloralen Infloreszenzen nicht allein sortentypisch zu sein, sondern vor allem durch Klimafaktoren ausgelöst zu werden³⁾, da sie jahrgangsweise unterschiedlich häufig auftreten. Zudem sind sie

²⁾ In der Praxis des Weinbaues werden Sorten mit beblätterten oder sproßbildenden Ranken als „Räuber“, „Gabler“ oder „Wechsler“ bezeichnet.

³⁾ Im Weinbau sind sie unter den Bezeichnungen „Gescheinsranken“ oder „Rankengescheine“ bekannt, womit gleichzeitig die Intensität der Blütendifferenzierung charakterisiert wird.

meist auf die proximal inserierten Infloreszenzen beschränkt, wobei der basale Rispenast unter gleichzeitiger Verlängerung des Hypopodiums rankenartig umgebildet ist. Mit dem „Rückschlag“ zur Ranke kehrt auch physiologisch seine Funktion als Halte- oder Stützorgan wieder. Die Reduktion der Blütenzahl wie auch eine partielle Rankenbildung kann als Ausdruck eines ungenügenden Blühimpulses gewertet werden.

2. Einfluß von Klimafaktoren auf die Intensität der Blütenbildung.

Die Dauer der vegetativen Phase der Reben sämlinge zeigt eine sehr hohe genetische Variabilität. Sie reicht von etwa 2 Jahren bis über 10 Jahre (HUSFELD, persönl. Mitteilung). Wesentlich enger, etwa 2 bis 4 Jahre, ist die Variationsbreite von Rebenklonen, also von vegetativ vermehrten Pflanzen. A priori sind hierfür züchterische Maßnahmen ausschlaggebend, da eine Selektion auf frühe Blühreife ein wichtiges Zuchtziel darstellt.

Die Intensität der Blütenbildung „fruchtbarer“ Pflanzen hängt weitgehend von äußeren Faktoren ab, wie mehrjährige Beobachtungen und Auszählungen an äl-

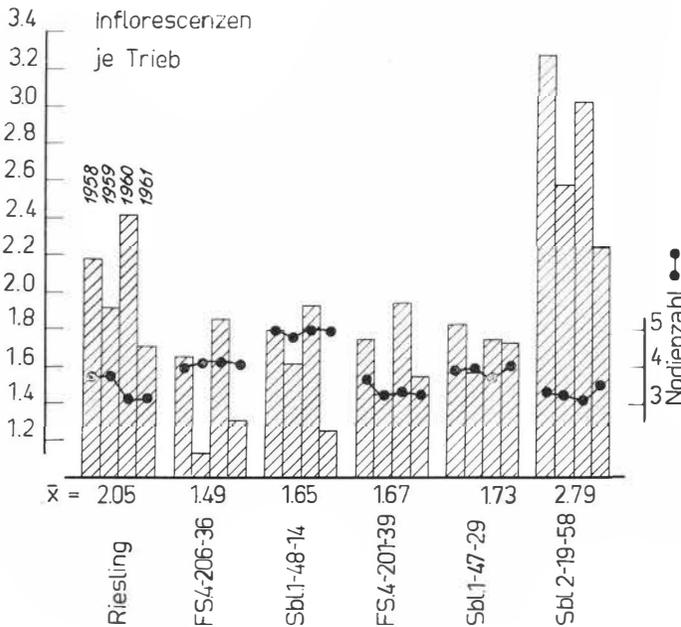


Abb. 13: Zahl der Infloreszenzen/Trieb und die Insertionshöhe (Nodienzahl) der untersten Inflorescenz.

teren Reben ergaben (Tabelle 23 und Abb. 13). Bei den meisten Sorten werden etwa 2 Infloreszenzen/Trieb ausgebildet, doch gibt es auch Sorten, wie der Zuchtstamm Sbl. 2-19-58, mit 3, 4 und 5 Infloreszenzen am Trieb.

Die Zahl der Infloreszenzen/Trieb schwankt von Jahr zu Jahr, ohne dabei zu einer wesentlichen Verschiebung bestehender Sortenrelationen zu führen. Hierzu ist jedoch zu sagen, daß die Intensität der Blütenbildung nicht nur von der Inflo-

Tabelle 23

Die Modifikabilität und Variabilität der Zahl der Infloreszenzen/Trieb und der Insertionshöhe der untersten Inflorescenz bei einigen Sorten und Neuzuchten (Standort Geilweilerhof)

Neuzucht	Zahl der Infloreszenzen/Trieb						Insertionshöhe der 1. Inflorescenz					
	1958-1961		1958	1959	1960	1961	1958-1961		1958	1959	1960	1961
	\bar{x}	$\pm m$	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	$\pm m$	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}
FS. 4-206-36	1,49	0,16	1,65	1,13	1,86	1,31	4,24	0,11	3,91	4,35	4,34	4,36
Sbl. 3-39-51	1,54	0,09	1,65	1,34	1,72	1,43	4,67	0,09	4,94	4,60	4,69	4,47
Sbl. 1-48-14	1,65	0,15	1,80	1,61	1,93	1,25	4,97	0,06	5,08	4,83	5,00	4,95
FS. 4-201-39	1,67	0,11	1,75	1,45	1,95	1,54	3,39	0,09	3,63	3,27	3,29	3,28
Sbl. 6-16-7	1,68	0,10	1,86	1,43	1,85	1,57	3,69	0,12	3,92	3,17	3,47	3,89
Sbl. 1-47-29	1,73	0,05	1,82	1,57	1,77	1,75	3,90	0,08	3,89	3,98	3,68	4,05
Sbl. 2-19-43	1,86	0,04	1,90	1,75	1,91	1,89	3,88	0,41	5,11	3,80	3,46	3,16
Sbl. 5-24-20	1,92	0,09	2,11	1,79	2,02	1,75	3,51	0,06	3,65	3,48	3,34	3,60
FS. 4-175-30	1,98	0,11	1,97	2,04	2,23	1,70	3,75	0,07	3,58	3,87	3,86	3,66
Sbl. 2-19-58	2,79	0,23	3,29	2,59	3,03	2,25	3,29	0,09	3,29	3,28	3,08	3,50
\bar{x}	1,83	0,12	1,98	1,67	2,03	1,64	3,92	0,11	4,09	3,86	3,82	3,89
$v \%$	19,9		24,3	24,6	18,3	17,9	9,1		15,3	12,6	15,0	14,6
Sylvaner, we*)	1,53	0,12	1,84	1,47	1,55	1,27	3,86	0,09	4,01	4,04	3,65	3,75
Sylvaner, gepfr.**)	1,78	0,14	1,95	1,36	1,92	1,36	3,63	0,11	3,79	3,83	3,40	3,48
Portugieser	1,88	0,09	2,07	1,79	1,91	1,74	4,20	0,09	4,33	4,39	4,13	3,96
Riesling	2,05	0,13	2,17	1,91	2,42	1,71	3,38	0,12	3,70	3,66	3,05	3,10
\bar{x}	1,81	0,09	2,01	1,74	1,95	1,52	3,77	0,18	3,98	3,95	3,56	3,57

*) wurzelecht, **) gepfropft auf Kober 5 BB

rescenzenzahl/Trieb, sondern auch von der Blütenzahl/Inflorescenz bestimmt wird. Aus technischen Gründen mußte auf die Feststellung der Blütenzahl verzichtet werden. Lediglich die Auszählung von „verrankten“ Inflorescenzen gibt einen Anhaltspunkt über die Blütenzahl/Inflorescenz. So waren 1960 im Mittel aller Sorten 4,6% und 1961 45,5% aller Blütenstände unvollständig ausgebildet (verlängertes Hypopodium, Primärverzweigung als funktionstüchtige Ranke ausgebildet, geringe Blütenzahl, rudimentäre Blütenorgane).

Die 1. Inflorescenz⁴⁾ ist, wie aus Tabelle 23 hervorgeht, am 3. oder 4. Nodium inseriert. Auf Abb. 13 ist zu sehen, daß die „Insertionshöhe“ sortentypisch ist und nur sehr geringen Jahresschwankungen unterliegt. Da sie den entwicklungsge- schichtlichen Zeitpunkt der Anlage von Inflorescenzen widerspiegelt, ist damit ein Hinweis für den jahreszeitlichen Beginn der Blütenbildung gegeben. Ferner besteht zwischen Insertionshöhe und Zahl der Inflorescenzen/Trieb eine negative Korrelation ($\sigma = -0,914$, berechnet nach BEHRENS 1920), d. h., daß Sorten mit niedriger „Insertionshöhe“ mehr Inflorescenzen/Trieb ausbilden.

Die Inflorescenz- und Blütenprimordien sind etwa Anfang bis Mitte Juli – bei einigen Sorten auch früher oder später – in den Axillarien festzustellen (MÜLLER-THURGAU 1892, BEHRENS 1897). Die Differenzierung der Inflorescenzanlagen geht bis in den Spätherbst weiter, also auch während der endogenen Knospenruhe. Sie ist erst im Folgejahr mit der Pollentradenbildung und der Narbenreife abgeschlossen (BARNARD 1932/33, SNYDER 1933, BARNARD und THOMAS 1933, WINKLER und SHERSETTIN 1937, ANTCLIFF und WEBSTER 1955).

Als vermutliche Apparenzzeit ist eine Dauer von 2 bis 3 Wochen anzunehmen (bei *Citrus*-Arten nach AYALON und MONSELISE [1960] etwa 3 Wochen). Demnach würde bei Reben die Induktion zur Blütenbildung in unserem Anbauggebiet mit den längsten Tagen im Jahr, also Ende Juni, zusammenfallen. Folglich ist – obwohl experimentell keine Belege vorhanden sind – eine blühinduzierende Wirkung des sommerlichen Langtages denkbar, wobei sowohl Licht als auch Temperatur zusammen oder unabhängig voneinander wirken können. Allerdings ist ein spezifischer Langtageffekt auf die Blütenbildung anderer Holzgewächse nur vereinzelt nachgewiesen worden. So beobachteten GARNER und ALLARD (1931) bei *Cassia marilandica* L. und bei *Hibiscus syriacus* L., DOORENBOS (1955) bei *Rhododendron catawbiense album* und bei Azaleen sowie VITKOVSKI (1955) bei *Ribes nigrum* L. eine Blühförderung durch Langtag. Diese Ergebnisse dürften mit den Beobachtungen von POTAPENKO (1939), LONGMAN und WAREING (1959) weitgehend übereinstimmen, wonach das durch Langtag stimulierte Längenwachstum letztlich für die Induktion zur Blütenbildung entscheidend ist, nicht aber oder nur ausschließlich ein spezifisch photo-periodischer Einfluß. Ebenso selten ist Kurztag als spezifisch blüteninduzierendes Prinzip festgestellt worden, wie bei *Ribes nigrum* L. (NASR und WAREING 1961 a, b, vergl. VITKOVSKI 1959), bei *Coffea arabica* L. (PIRINGER und BORTHWICK 1955, MES 1956/57) und bei *Bougainvillea glabra* Choisy (ALLARD 1935). In den meisten Fällen wird von einer tagneutralen Reaktion gesprochen (ALLARD 1935, FURR, COOPER und REECE 1947, MES 1956/57, DAVIDSON und HAMNER 1957, DOWNS und PIRINGER 1958, AYALON und MONSELISE 1960 u. a.), wobei artspezifische Reaktionen vorliegen (MES 1956/57). Aber ohne Berücksichtigung aller anderen, gleichzeitig auf die Pflanze einwirkenden Umweltfaktoren, kann diesen Ergebnissen keine Allgemeingültigkeit zugesprochen werden. So beobachtete ROBERTS (1927), um nur ein Beispiel anzugeben,

⁴⁾ Die 2. Inflorescenz eines Triebes ist in der Regel am nächst höheren Nodium inseriert. Lediglich zwischen der 2. und 3. Inflorescenz wird in der Regel ein Nodium übersprungen (Monochasialglied des sympodialen Sproßaufbaues).

eine enge Wechselwirkung zwischen Tageslänge und N-Versorgung beim Apfel, in der Weise, daß die Blütenbildung im Kurztag durch eine hohe und im Langtag durch eine niedrige N-Düngung gefördert wurde.

Bei der großen Bedeutung, die dem vegetativen Wachstum der Holzpflanzen für die Blütenbildung zuerkannt werden muß, wird es im Einzelfalle sehr schwer sein, die spezifische Wirkung eines Einzelfaktors von der unspezifischen Beeinflussung anderer Komponenten zu trennen, insbesondere nicht von dem Einfluß aller Kräfte auf die Wachstumsintensität. Sie sind bei der notwendig langen Dauer derartiger Untersuchungen naturgemäß sehr schwer kontrollierbar und reproduzierbar, wie die Wasserversorgung, die Ernährung — direkt oder indirekt durch einen Hypobionten —, Lichtintensität und schließlich die Temperatur (MES 1956/57, ELZENGA, SMEETS und DE BRUYN 1956, IWASAKI und OWADA 1960, HUGLIN 1960). Vor allem ist bei der Intensität der Blütenbildung mit einer großen Wirkung aller Wachstumsfaktoren zu rechnen, worauf die Jahresschwankungen der Inflorescenzwerte/Trieb hinweisen (Tabelle 23).

Auf Grund der meteorologischen Daten der 4 Beobachtungsjahre war zwischen der mittleren Pentadentemperatur vom 25. Juni bis zum 10. Juli und der Inflores-

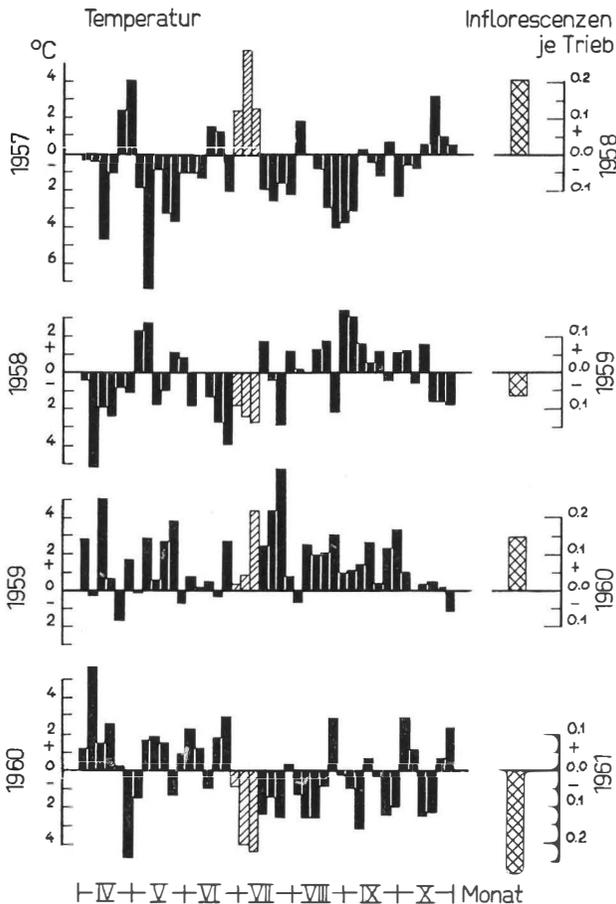


Abb. 14: Die Differenz der Pentadenmittelwerte der Temperatur vom vierjährigen Mittel (1957—1960). Die „kritische“ Periode der Inflorescenzbildung (Juni/Juli) ist schraffiert dargestellt. Die mittlere Inflorescenzzahl/Trieb aller Sorten wurde als Differenzwert zum vierjährigen Mittel aufgetragen.

Tabelle 24

Witterungsdaten für die Zeit vom 25. Juni bis 10. Juli und vom 20. Juni bis 15. Juli, dargestellt als Pentadenmittelwerte

Jahr	Differenz zum 4-jährigen Mittel		
	mittlere Tagestemperatur °C	Sonnenschein- dauer h	Nieder- schlag mm
25. Juni - 10. Juli			
1957	+ 3,6	+ 19,3	27,2
1958	- 2,3	- 9,5	53,6
1959	+ 1,9	+ 2,8	27,0
1960	- 3,1	- 12,3	27,7
\bar{x}	18,9	39,6	33,9
20. Juni - 15. Juli			
1957	+ 1,4	+ 7,6	97,4
1958	- 1,8	- 4,1	81,3
1959	+ 2,1	+ 2,3	76,3
1960	- 1,7	- 6,0	57,2
\bar{x}	18,6	38,2	78,1

cenzzahl/Trieb eine positive Korrelation festzustellen (Abb. 14 und Tabelle 24). Hierbei wurde so vorgegangen, daß die Temperaturwerte der Jahre 1957–1960, die die Blütenzahl in den Vegetationsjahren 1957–1961 modifiziert haben, gemittelt wurden. Die Abweichungen vom 4jährigen Mittel wurden getrennt für jedes Beobachtungsjahr in Abb. 14 aufgetragen und in Beziehung zur Inflorescenzzahl gesetzt. Auf diese Weise war zwischen der mittleren Inflorescenzzahl aller Sorten und der Temperatur vom 25. 6. bis 10. 7. eine gute Übereinstimmung nachzuweisen. Diese Übereinstimmung gilt ebenso für die Sonnenscheindauer wie für die Tagesmaxima und -minima der Temperatur. Die Niederschlagsmengen waren in allen Jahren ausreichend gewesen. Bei diesem Vorgehen fand das spezifische Verhalten der Sorten bewußt keine Berücksichtigung, um überhaupt eine mögliche Umweltabhängigkeit zu erfassen. Im Einzelfalle ist daher mit einer zeitlichen Verschiebung der Temperaturwirkung zu rechnen sowie generell mit einem Temperatureinfluß in dem Gesamtzeitraum von Juli bis September.

Als weiterer Faktor, der die Blütenbildung unter den ökologischen Bedingungen des Standortes (Geilweilerhof) beeinflußt hat, erwies sich bei der Zuchtsorte FS. 4-201-39 die Schnittart. An der doppelten Bogrebe, mit etwa 10–15 Knospen je Bogrebe, wurden $1,96 \pm 0,04$ Inflorescenzen/Trieb gezählt, hingegen beim Kopfschnitt nur $1,41 \pm 0,09$ Inflorescenzen.

Der Traubenertrag einer Pflanze ist von der Zahl der Inflorescenzen, der Blütenzahl/Inflorescenz und vom Einzelbeerengewicht abhängig. Mithin ist eine Ertragsprognose, was praktisch wünschenswert wäre, um danach den Winterschnitt der Reben zu richten, mit der Bestimmung der Inflorescenzzahl/Trieb (oder Knospe in den Wintermonaten) allein nur bedingt möglich (ALLEWELDT 1959, MAY 1961). Lediglich unter stets relativ konstanten Umweltbedingungen ergibt die Multiplikation der Inflorescenzzahl mit einem empirisch festgestellten Faktor (Traubengewicht) ein praktisch brauchbares Ergebnis (TURCOVIC 1958, BRISA und MILOSAVLJEVIC 1954). Hierauf beruht das System eines „balanced pruning“.

3. Einfluß der Gibberellinsäure und der Ernährung.

Zwei wesentliche Eigenschaften der Gibberellinsäure lernten wir bisher kennen, nämlich ihre wachstumsstimulierende und ihre austriebsbeeinflussende Wirkung. Nunmehr begegnet sie uns als blühhemmendes Agens, was zunächst nicht mit ihrer Fähigkeit im Einklang steht, Blütenbildung bei krautigen Arten auszulösen (BRIAN, GROVE und MACMILLAN 1960). Ihre Hemmwirkung wurde an verschiedenen Obstarten von HULL und LEWIS (1959), BRADLEY und CRANE (1960) und von CRANE, PRIMER und CAMPBELL (1960) beobachtet. Ferner ist ihre Hemmwirkung noch an *Syringa vulgaris* (DOSTAL 1961) und an *Hedera helix* (ROBBINS 1930) festgestellt worden. Bei kernhaltigen Reben wurde die „toxische“ Gibberellinwirkung von WEAVER (1960 c) beobachtet. GALUN (1961) verwendet den blühhemmenden Einfluß der Gibberellinsäure bei Gurken zur Feststellung einzelner Vorgänge der Bildung von ♀ und ♂ Blüten. Bei *Cryptomeria japonica* erhöht Gibberellin die Bildung von ♂ zu Ungunsten von ♀ Blüten (HASHIZUME 1961).

Allen Beobachtungen über die Wirkung von Gibberellin auf die Blütenbildung ist gemeinsam, daß gleichzeitig mit der Gibberellinbehandlung das TriebLängenwachstum gefördert wird (Umbildung von Kurztrieben in Langtriebe, Streckung der Internodien). An *Vitis rupestris* aber wirkte Gibberellin blühhemmend, ohne das Triebwachstum zu beeinflussen (Tabelle 25)³⁾. Das wöchentliche Besprühen der Versuchspflanzen vom 14. 6. bis 8. 9. 1960 mit Gibberellin (50 mg/l) verhinderte die Anlage von Blütenprimordien. Somit ist die Blühreife der erst 2jährigen Pflanzen durch GS verzögert worden. Da es sich bei dieser Sorte um einen ♂-blühenden Klon handelt, der hinsichtlich seines photoperiodischen Verhaltens und seiner Gibberellinempfindlichkeit auf das Längenwachstum zu den *riparia*-Reaktionstypen gehört, können erst weitere Untersuchungen Auskunft über eine generelle, blühhemmende Wirkung von Gibberellin bei anderen *Vitis*-Arten und -Sorten geben. Beobachtungen sprechen dafür, daß Gibberellin auch bei ihnen in der gleichen Tendenz wirksam ist. So fiel die Inflorescenzzahl/Trieb der Zuchtsorte Sbl. 2-19-58 durch 2maliges Besprühen mit 50 mg/l GS am 20. 6. und am 27. 6. 1960 im Folgejahr von $2,25 \pm 0,03$ auf $1,98 \pm 0,06$. Die Differenz ist zwar gering, doch war auch die applizierte Gibberellindosis sehr schwach, zumal es sich hierbei um Freilandpflanzen gehandelt hat. Weiterhin haben Knospenuntersuchungen an Versuchspflanzen, die 1961 mit Gibberellin besprüht wurden, eine Reduktion der Inflorescenzzahl ergeben (so u. a. bei Sbl. 2-19-58).

Die Werte in Tabelle 25 zeigen ferner, daß N die Blütenzahl um fast 100% erhöhte, ohne die TriebLänge nennenswert zu verändern (vergl. Tabelle 3, Teil I).

Diskussion

Die Blühintensität „blühreifer“ Reben wird nach den vorliegenden Beobachtungen vornehmlich durch die Temperatur bestimmt. Unter anderen ökologischen Voraussetzungen mögen zweifelsohne andere, im Minimum befindliche Faktoren praevälieren oder stärker modifizierend wirken (vergl. N-Ernährung der Gefäßpflanzen). Es erhebt sich die Frage, ob die zur Modifikabilität der Blütenbildung führenden Vorgänge bei potentiell blühfähigen Pflanzen ähnlichen oder analogen Gesetzmäßigkeiten unterworfen sind wie die Induktion photoperiodisch sensibler, hapaxanter Arten. Im Hinblick auf das Vorliegen einer „minimalen Blattzahl“, wel-

³⁾ Die Wuchslängenzunahme der Versuchspflanzen während der Gibberellinbehandlung (14. 6. bis 18. 9. 1960) betrug im Mittel beider N-Stufen 92,8 cm (unbehandelt) und 93,7 cm.

Tabelle 25

Einfluß von Gibberellin auf die Anlage und Ausbildung der Infloreszenzen von *V. rupestris*

1960		1961				
GS ¹⁾	N g/Gefäß	Intensität der Blütenbildung ²⁾				
		Infloreszenzen		Blütenzahl ³⁾		
		gesamt	verrankt %	gesamt	je Inflorescenz \bar{x}	$\pm m$
ohne	0,5	24	37	947	63,1	6,7
	1,5	30	30	1868	89,0	8,5
mit	0,5	1	—	—	—	—
	1,5	1	—	—	—	—

Mitscherlich-Kulturgefäße, 2 Pflanzen/Gefäß, 10 Pflanzen/Variante, Düngung je Gefäß: 0,5 oder 1,0 g N, 0,75 g K₂O, 0,5 g P₂O₅, 1,0 g CaCO₃ und 0,5 Mg SO₄.

¹⁾ GS: 50 mg/l, Pflanzen in wöchentlichen Abständen vom 14. 6. bis 8. 9. 1960 (11 Gaben) besprüht (12,5 mg GS/Pflanze).

²⁾ Angaben bezogen auf 10 Pflanzen (20 Triebe).

³⁾ Blütenzahl der nicht verrankten Infloreszenzen.

che einen extrem vegetativen Lebensabschnitt widerspiegelt und von einer physiologisch labilen Phase abgelöst wird, wobei Umweltfaktoren (Tageslänge, Temperatur) die generative oder vegetative Entwicklungsrichtung determinieren, muß die gestellte Frage dann bejahend beantwortet werden, wenn durch Ausschalten des induzierend wirkenden Faktors die Blütenbildung „blühreifer“ Reben ausbleibt. Dieser Nachweis steht noch aus, doch kann damit gerechnet werden, daß uns Gibberellin die Beantwortung erleichtert, da bei *V. rupestris* eine absolute Hemmung zu beobachten war, jedoch eine Hemmung jener Vorgänge, die zur Blühreife führen. Sie mit jenen Induktionsvorgängen gleichzusetzen, die sich vermutlich jährlich bei blühreifen Pflanzen abspielen, erscheint noch verfrüht.

Ontogenetisch entwickeln sich die Blütenprimordien der Reben in den Axillarien der Kurztriebe. Das Wachstum der Kurztriebe wird durch den Langtrieb kontrolliert. Ernährungsfaktoren und Tageslänge (Tabelle 7, Teil I) greifen in den Korrelationsprozeß modifizierend ein. Unter diesen Bedingungen wäre eine Beziehung zwischen Apikaldominanz und Induktion zur Blütenbildung (WAREING 1959, BÜNSOW 1961), bei Reben möglich, da die Determination der Blüten und Infloreszenzen noch während der maximalen Wachstumsintensität des Haupttriebes und der stärksten Hemmung der Kurztriebe einsetzt. Ob diese Beziehung besteht, muß erst näher überprüft werden, da die Blütenknospen der Reben morphologisch am sympodialen Langtrieb plazentiert sind und so direkt einem Korrelationsprinzip des Langtriebes unterliegen (vergl. Untersuchungen über den Knospenaustrieb).

Über die an der Blütenbildung beteiligten Vorgänge oder über spezifische biochemische Prozesse, die zur Anlage von Infloreszenzen- oder Blütenprimordien führen, ist bisher sehr wenig bekannt. Ein spezifisches Blühhormon (MELCHERS und LANG 1948) ist bisher noch nicht aufgefunden worden und bei Reben auch kaum zu erwarten. Bedeutungsvoller scheint hingegen die Blühhemmstoffvorstellung unter

Mitwirkung von Auxinen (DENFFER 1950) zu sein, da sie eine enge Beziehung zum Korrelationshemmstoff (LIBBERT 1954) anknüpft. Zumindest läßt die Vorstellung einer Aufhebung blühhemmender Prinzipien für die Induktion zur Blütenbildung Raum für die Wirksamkeit einer Gleichgewichtsreaktion oder einer bestimmten Konstellation verschiedener Wirkungsmechanismen (Komplexwirkung nach v. BOGUSLAWSKI 1959) zueinander zu.

Ob spezifische Nukleinsäuren bei der Blütenbildung der Holzpflanzen eine Rolle spielen oder jene Bedeutung haben, die ihnen von HESS (1961) zuerkannt wird, sei noch dahingestellt; eine Mitbeteiligung am Prozeß der Blütenbildung kann ihnen aber nicht abgesprochen werden (SALISBURY und BONNER 1960). So haben KESSLER, BAK und COHEN (1959) und KESSLER und LAVEE (1959) zeigen können, daß die Behandlung von Reben (Sorte Dabouki) im Mai mit verschiedenen Purinen und Pyrimidinen (50 mg/l) die Intensität der Blütenbildung im Folgejahr erhöht. Als wirksam erwiesen sich Uracil und Caffein.

Sehr unklar ist noch der Zusammenhang zwischen Gibberellin und Blütenbildung. Durch Negativreaktionen (GALUN 1961) dürfte es möglich sein, nicht nur ihre spezifische Wirkung zu präzisieren, sondern auch einen Einblick in den Mechanismus der Blütenbildung zu erhalten.

Zahlreiche Untersuchungen liegen über die Beeinflussung der Blütenbildung von Reben durch besondere Maßnahmen vor, wie Erziehung, Schnitt, Düngung oder Unterlage (vergl. hierzu die ausführlichen Messungen und Auszählungen von HUGLIN 1958). Eine Kausalanalyse dieser Daten ist im Hinblick auf die Unspezifität der genannten Faktoren nur bedingt möglich. So spricht HUGLIN (1958) von einem spezifischen Einfluß der Unterlage auf die Intensität der Blütenbildung des Hyperbionten. Dieser Einfluß ist sicherlich vorhanden, doch wird er stets von einem unspezifischen Einfluß des Pfropfeffektes überlagert. So betrug in einem eigenen Gefäßversuch mit verschiedenen Pfropfsymbionten die Inflorescenzahl/Trieb bei Sylvaner auf eigener Wurzel $1,27 \pm 0,09$, bei einer homoplastischen Symbiose $1,07 \pm 0,02$ und bei der Kombination Sylvaner auf Riparia G 64 jedoch $1,93 \pm 0,06$. Die Differenzen sind statistisch gesichert, Alter, Ernährung und Wasserversorgung der Pflanzen waren gleich. Da aber HUGLIN (1958) im elsässischen Weinbaugebiet eine positive Korrelation zwischen Wüchsigkeit (Länge und Durchmesser der Langtriebe) und Inflorescenzahl erhielt, ist der Befund an den Gefäßpflanzen zunächst mit der Wachstumsintensität des Hyperbionten in Verbindung zu bringen, bevor an eine spezifische, von der Unterlage bestimmte Wirkung gedacht werden kann.

Um einen Überblick über jene Faktoren zu haben, die in irgendeiner Weise auf die Blühreife oder auf die Intensität der Blütenbildung Einfluß nehmen, wurde in Anlehnung an v. BOGUSLAWSKI (1959) der Versuch unternommen, sie in einem Wirkungs-Dreieck schematisch darzustellen (Abb. 15). Die Spitzen dieses Dreiecks werden von den Komponenten „Klima“, „Pflanze“ und „Boden“ eingenommen. Sinngemäß sind auch die Einzelfaktoren des Klimas, der Pflanze und des Bodens zusammengefaßt und als Kräftegruppen den zugehörigen Schenkeln des Dreiecks zugeordnet. Das Schema, welches keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann, gibt eine Vorstellung von der Vielfältigkeit der möglichen Einflüsse innerer und äußerer Art auf den Ausprägungsgrad der generativen Entwicklung.

Schlußbetrachtung

Die Analyse einzelner Komponenten der Wachstumsperiodizität der Reben soll nunmehr zu einer Synthese, zu einer Gesamtschau des engen Ineinandergreifens

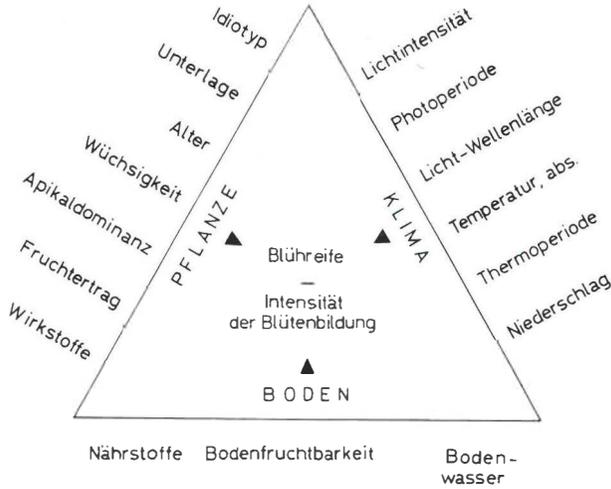


Abb. 15: Schematische Darstellung der auf die Blütenbildung wirksamen endogenen und exogenen Komponenten der Pflanze, des Klimas und des Bodens.

von Wachstum und Ruhe einzelner Organe der Pflanze führen. Auf Abb. 16 ist der Ablauf der Jahresrhythmik des Wachstums schematisch dargestellt worden. Es ist nicht die Absicht dieses Schemas, die Reaktionsbreite der *Vitis*-Arten zu erfassen, sondern vielmehr einen Überblick über das zeitliche In- und Übereinandergreifen der wesentlichsten Vorgänge der Wachstumsrhythmik zu vermitteln. Im Einzelfalle mögen also Abweichungen vorliegen, insbesondere für *Vitis*-Arten, die in den vorliegenden Untersuchungen keine Berücksichtigung fanden. Auch mögen geringe zeitliche Verschiebungen einzelner Teilkomponenten der Jahresperiodik bei nichtblühenden Sämlingen in der Primärphase vorliegen.

Wie auf Abb. 16 zu erkennen ist, setzt das Triebwachstum etwa 2 bis 6 Wochen nach der Wurzelblutung ein. Blutungsbeginn und -intensität sind weitgehend temperaturabhängig. Werden, wie einige Beobachtungen ergaben, Topfpflanzen Anfang Januar vom Freiland in einem Warmhaus aufgestellt, setzt bei Temperaturen über 10–12° die Wurzelblutung unverzüglich ein. Demnach liegt das Tempe-

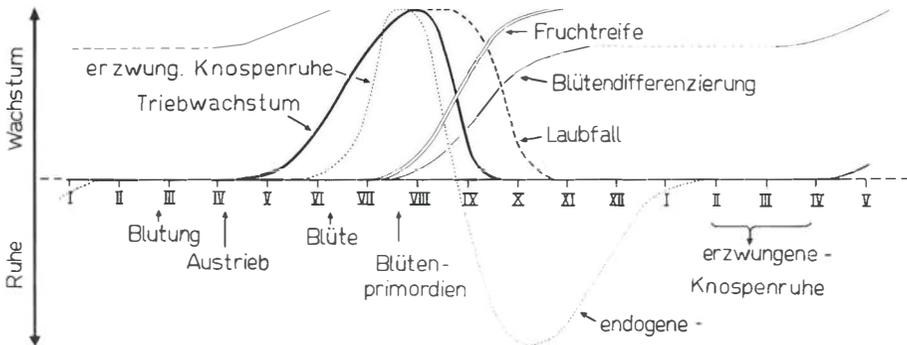


Abb. 16: Schematische Darstellung der jahresperiodischen Wachstumsrhythmik, des Fruchtwachstums und der Blütenbildung.

raturminimum der Wurzelblutung niedriger als das Temperaturminimum des Knospenaustriebs (BRANAS, BERNON und LEVADOUX 1946). Ob ein kausaler Zusammenhang zwischen Wurzeldruck und Austrieb besteht, ist bisher noch nicht geklärt worden.

Die Wachstumsgeschwindigkeit erreicht ihre Höchstwerte im Juni. Etwa bis Mitte August hört die Wachstumszunahme der Langtriebe auf, und die Sproßspitze stirbt ab. Das Wachstum der Kurztriebe (= Geiztriebe) setzt sich, besonders bei einigen amerikanischen Formen, noch bis in das Spätjahr hinein fort und wird sehr oft erst durch Nachtfröste beendet. Für die Wachstumsintensität kann die Tageslänge des Standortes als beeinflussender Faktor angesehen werden. Daneben dürften Temperatur- (SMEETS 1957, TUKEY 1960 u. a.) und thermoperiodische Tagesschwankungen (HELLMERS und SUNDAHL 1959) eine bedeutende Rolle spielen. Überhaupt ist dem Zusammenwirken verschiedener Umweltfaktoren größte Beachtung zu schenken, da bei biologischen Prozessen niemals ein Faktor für sich allein wirksam ist. Auf diese Komplexwirkung wurde bereits mehrfach hingewiesen.

An der Beendigung des Längenwachstums sind vornehmlich korrelative Vorgänge beteiligt (SÖDING 1952), die vermutlich eng mit der Knospenruhe (VEGIS 1953, 1955, 1961) zusammenhängen und in diesem Sinne wiederum einem Temperatureinfluß unterworfen sind. Daneben ist an eine direkte Tageslängenwirkung zu denken, vor allem bei den *riparia*-Reaktionstypen, die allein auf der successiven Tageslängenverkürzung seit Anfang Juli beruhen kann. Denn diese allmähliche Tageslängenverkürzung übt, wie JOHNSON, BORTHWICK und LEFFEL (1960) an Sojabohnen nachwies, über die absolute Länge der Photoperiode hinaus einen spezifischen Einfluß aus.

Während des Triebblängenwachstums zeigen die Winterknospen noch eine maximale Austriebsbereitschaft. Diese erzwungene Ruhe geht aber kurz vor dem Wachstumsstillstand der Langtriebe und kurz nach Anlage von Blütenprimordien in ein endogenes Ruhestadium über. Die Aufhebung der Apikaldominanz und aller korrelativen Hemmungen führt nun nicht mehr zum Knospenaustrieb. Ein enger Zusammenhang zwischen Wachstumsstillstand der Langtriebe (Nachlassen der Apikaldominanz) und Knospenruhe ist deutlich zu erkennen. Weniger eindeutig ist aber die Beziehung zwischen Apikaldominanz und Blütenbildung (NASR und WAREING 1961 a, b, BÜNSOW 1961), doch wurde bereits darauf hingewiesen (Seite 250), daß die Winterknospen, in denen die Anlage der Blütenprimordien erfolgt, einem direkten Korrelationsstrom der Haupttriebe unterliegen und vermutlich keine Beziehung zur Apikaldominanz der Kurztriebe besteht.

Die Weiterentwicklung der Blütenprimordien wird sehr wahrscheinlich nicht durch eine echte, endogene Differenzierungsruhe unterbrochen (Literatur s. VEGIS 1961). Vermutlich entscheiden allein die Temperaturbedingungen während der winterlichen Wachstumsruhe über Differenzierung und „Ruhe“ der Infloreszenzen. Folglich können günstige Umweltbedingungen während der endogenen Knospenruhe (August–Oktober) den Differenzierungsgrad der Infloreszenzen beeinflussen und so die Blütenzahl je Inflorescenz modifizieren. Ob hierauf das unterschiedlich starke Auftreten von „verrankten“ Infloreszenzen beruht, kann nicht gesagt werden. Bei einem ausreichenden Blühimpuls ist mit Sicherheit anzunehmen, daß unter sehr günstigen Bedingungen während der Knospenruhe weitere Inflorescenzprimordien angelegt werden können. Ob diese Fähigkeit zur Anlage von Infloreszenzen auch nach der Winterruhe, also nach dem Austrieb besteht, ist auf Grund von Beobachtungen aus der Praxis zu vermuten.

Beachtenswert, jedoch noch nicht näher untersucht, ist die Bildung sog. Geiztriebinfloreszenzen. Bei einigen Sorten regelmäßig, bei anderen nur unter bestimm-

ten, noch unbekanntem Voraussetzungen, treten an den Kurztrieben im Hochsommer Infloreszenzen auf, die in sonnigen Herbstmonaten zu Trauben heranreifen können.

Welche kausalen Beziehungen zwischen der Fruchtentwicklung und dem Ablauf der eben geschilderten Wachstums- und Entwicklungsvorgänge bestehen, läßt sich noch nicht überblicken. Sicher ist, daß bei hohem Fruchtansatz eine gesteigerte Nährstoffkonkurrenz zwischen Frucht, vegetativem Wachstum und Blütenbildung einsetzt. In der Praxis spricht hierfür die mangelnde Holzausbildung und -reife und die geringe Zahl angelegter Blütenstände in guten Ertragsjahren. Eine Parallele findet sich in der alternierenden Fertilität zahlreicher Obstsorten, die durch ein entsprechendes „Ausdünnen“ d. h. durch Verminderung des Fruchtertrages, ausgeglichen werden kann (KOBEL 1931). Diese Nährstoffkonkurrenz kann ebenfalls dazu beitragen, die Wachstumsgeschwindigkeit der Haupttriebe im Hochsommer zu vermindern.

Mit abnehmender Kambiumaktivität im Herbst setzt der Laubfall langsam ein. Beide Vorgänge stehen in enger Abhängigkeit zur Tageslänge und zur Temperatur. Erst wenn diese Prozesse abgelaufen sind, kann von einer Wachstumsruhe der Triebe – und damit des Kambiums – gesprochen werden. Es bleibt offen, ob es sich hierbei um eine echte Ruheperiode handelt, da zu dieser Zeit die Knospen bereits wieder eine gewisse Austriebsbereitschaft besitzen (Abb. 16). Bei einem forcierten Austrieb der Knospen wird zwangsläufig auch die Kambiumaktivität stimuliert (SÖDING 1952). Außerdem können Reben zwei Ernten im Jahr hervorbringen, was bedeutet, daß die Knospen sofort nach ihrer endogenen Ruhe austreiben müssen, was nur möglich ist, wenn die Kambiumaktivität erhalten bleibt.

Wenn wir rückblickend den Ablauf der Jahresperiodizität überschauen, so ist zwar ein inneres, regelndes Prinzip vorhanden, was wir mit der Bezeichnung „Biologische Uhr“ umschreiben können, doch besteht ein sehr weiter Spielraum für einen modifizierenden Einfluß von Umweltfaktoren. Diese Reaktionspotenz praktisch auszunutzen, ist das Ziel aller weinbaulichen Maßnahmen, denn nur innerhalb ihrer Grenzen ist eine Beeinflussbarkeit vorhanden. Maßnahmen, wie Erziehung, Schnitt, Standraum, Düngung, Laubpflege u. a., haben sich ihr unterzuordnen, sollen die potentiellen Möglichkeiten „rentabel“ ausgeschöpft werden. Nur durch Züchtung von Formen mit abweichender Reaktionsbreite kann die gegebene Reaktionspotenz erweitert werden. Die vorgelegten Befunde und züchterischen Ergebnisse haben die Spanne der vorhandenen Variabilität innerhalb der Gattung *Vitis* klargelegt, die hinsichtlich des photoperiodischen Verhaltens von extrem kurztagempfindlichen (*riparia*-Typen) bis zu kurztagverträglichen Sorten (*vinifera*-Typen) reicht⁶⁾. Mit der engen Beziehung zwischen photoperiodischem Verhalten und Gibberellinreaktionsvermögen ist die Selektion auf photoperiodische Reaktionstypen möglich. Damit ist der „GS-Test“ als Frühdiagnose züchterisch anwendbar.

Die sog. Herkunftswirkung (v. BOGUSLAWSKI 1959) spielt im Weinbau eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die Verwendung mehr oder minder langer Sproßachsen als Unterlagen, Edelreiser oder als Blindreben läßt allein vom Blickwinkel der Nährstoffeinlagerung eine Nachwirkung vorjähriger Einflüsse erwarten. Konkrete Hinweise haben die Ergebnisse der Abb. 4 (Teil I) geliefert. Sie zeigen, daß der Austriebsbeginn im Folgejahr durch die Tageslänge des Vorjahres zu beeinflussen ist. In der Praxis ist mit einem derartigen Einfluß zu rechnen, da der Laubfall erst sehr spät einsetzt und die Pflanze mithin den photoperiodischen Reiz des Spätjahres

⁶⁾ Ob bei Reben auch photoperiodisch tagneutral reagierende Genotypen existieren oder solche, bei denen das Maximum der Wüchsigkeit unterhalb einer bestimmten Tageslänge liegt, kann nur vermutet werden. Sie wären physiologisch und züchterisch von großem Interesse.

aufnehmen kann. Andererseits haben die Untersuchungen an den Gewebeexplantaten die Modifikabilität der Kallus- und Wurzelbildungspotenz als Ausdruck hormoneller Vorgänge nachgewiesen. Die Beobachtungen aus der Praxis der Veredlungen finden hiermit eine Erklärung, zugleich aber geben sie die Richtung an, wie die Verwachsung (Kallusbildung) der Veredlungsstelle zu verbessern oder wie die Wurzelbildung der Unterlagen zu fördern bzw. die der Edelreiser zu hemmen ist. Aus unveröffentlichten Untersuchungen geht hervor, daß die Reaktionsnorm der Gewebeexplantate mit dem Verhalten von Sproßachsenstecklingen übereinstimmt (vergl. ebenso die Befunde an *Populus*-Stecklingen von NITSCH und NITSCH 1959).

Im photoperiodischen Verhalten, im Gibberellinreaktionsvermögen und schließlich in ihren Temperaturansprüchen (Tabelle 22, Teil II) unterscheiden sich die *vinifera*- von den *riparia*-Reaktionstypen. Diese physiologischen Differenzen geben genügend Spielraum für eine gegenseitige Beeinflußbarkeit. Sie wird noch, wie aus Tabelle 3, Teil I zu entnehmen ist, durch die unterschiedliche Intensität der Nährstoffverwertung (Ertragsbildung) verstärkt. In praxi liegen Erfahrungen und vielseitige Beobachtungen über das „Unterlagenproblem“ vor. Mit Hilfe der hier aufgezeigten Verschiedenheiten auf physiologischer Ebene können bestehende Zusammenhänge erkannt und der Züchtung von Unterlagssorten neue Impulse verliehen werden.

Ein physiologisch besonders interessanter Pfropfeffekt ist die Vorverlegung der Blühreife. Kürzlich berichtete CAMPBELL (1961), daß die Unterlage *Malus sikkimensis* die Jugendphase von Apfelsämlingen um ca. 3 bis 5 Jahre von 7 bis 14 auf 4 bis 9 Jahre verkürzt. In der Praxis des Weinbaues ist die Beschleunigung der Blüh- und Ertragsreife seit langem bekannt. Bei diesem Pfropfeffekt ist weniger an die Übertragung eines blühhördernden Agens (Blühhormon) zu denken (FURR, COOPER und REECE 1947) als vielmehr an eine Veränderung des Nährstoffangebotes, wobei zweifelsohne das C : N-Verhältnis eine Rolle spielt (KOBEL 1954), jedoch nicht als entscheidend anzusehen ist. Die Veränderung des Nährstoffangebotes kann durch die Spezifität der Unterlage und durch einen unspezifischen Pfropfeffekt — vielleicht über den Wasserhaushalt — bedingt sein. Der Einfluß ernährungsphysiologischer Faktoren auf die Intensität der Blütenbildung, wie sie in dem vorliegenden Bericht nur angedeutet wurde (Tabelle 25), hat für die Praxis sehr weitreichende Konsequenzen. Denn trotz der vermutlich dominierenden Wirkung klimatischer Faktoren ermöglicht sie, aktiv die Intensität der Blütenbildung zu beeinflussen, und zwar nicht nur über die Wüchsigkeit, sondern auch direkt wie bei *V. rupestris*. Möglicherweise ist hierbei eine Spätdüngung im Herbst von großem Vorteil.

Zusammenfassung

Gegenstand vorliegender Untersuchungen an einigen *Vitis*-Arten, -Sorten und interspezifischen Zuchtstämmen war die Beeinflussung der jahresperiodischen Wachstumsrhythmik und der Blütenbildung durch Umweltfaktoren und die Feststellung ihrer Modifikabilitätsbreite. Besondere Aufmerksamkeit wurde hierbei dem Einfluß der Tageslänge und der Wirkung einer exogenen Zufuhr von Gibberellinsäure auf wachstums- und entwicklungsphysiologische Vorgänge gewidmet. In einigen Versuchsreihen sind ferner die Wirkungsfaktoren Temperatur, Wasserversorgung und Ernährung berücksichtigt worden, um die Komplexwirkung aller Umweltkomponenten zu untersuchen.

I. Der Einfluß der Photoperiode und der Gibberellinsäure auf das Triebwachstum.

1. Die Wachstumsgeschwindigkeit erwies sich unter natürlichen Temperaturbedingungen als eine quantitative Tageslängenreaktion. Kurztag (10–13 Stunden) führt zu einem raschen Wachstumsstillstand der Triebe, Langtag fördert das Längenwachstum und erhöht die Wachstumsdauer. Das Verhältnis zwischen Wachstumszunahme (Trieblänge) im Kurztag und im Langtag ist sortenspezifisch. *V. vinifera*-Sorten zeichnen sich durch eine quantitativ schwächere Kurztagreaktion aus als die untersuchten amerikanischen Wildformen (*V. riparia*, *V. rupestris*, *Solonis robusta*) und ihre interspezifischen Kreuzungsprodukte, die als Unterlagen im Weinbau Verwendung finden, wie Kober 5 BB, MG. 101-14 u. a. — In interspezifischen Kreuzungspopulationen zwischen *V. vinifera* und amerikanischen Wildformen treten neben intermediären Reaktionstypen (Sbl. 2-19-58) beide physiologische Extreme auf (FS. 4-201-39 und FS. 4-195-39).

Störlicht während einer langen Dunkelphase hebt bei allen Sorten den hemmenden Kurztageinfluß auf.

Das Vorliegen einer „kritischen Tageslänge“ wird im Hinblick auf die quantitative Natur der photoperiodischen Wachstumsreaktionen in Frage gestellt.

2. Kurztag fördert die zur Wachstumsruhe führenden Vorgänge, so daß die Wachstumsdauer verkürzt und der Austrieb der Kurztrieb- und Winterknospen gehemmt wird. Die vollständige Austriebshemmung (= Induktion zur endogenen Knospenruhe) tritt erst nach längerer Kurztageinwirkung ein. Daher werden Reduktion der Wachstumsgeschwindigkeit und Induktion der Knospenruhe als 2 nebeneinander ablaufende Vorgänge angesehen, die durch die Photoperiode kontrolliert werden.
3. Durch Kurztag wird die Holzreife gefördert und wichtige Blattstrukturmerkmale (Sukkulenz, Oberflächenentwicklung, Zellsaftkonzentration, Blattform) verändert. Der Laubfall wird durch die Tageslänge nicht beeinflußt.
4. Das Trockensubstanzgewicht der oberirdischen Pflanzenmasse ist zunächst nicht mit den photoperiodisch induzierten Veränderungen der Wachstumsgeschwindigkeit korreliert. Erst nach längerer Versuchsdauer (Zeitfaktor) ist eine signifikante Erhöhung der Trockenproduktion im Langtag festzustellen. Hierbei ist neben der direkten Beziehung zur gebotenen Lichtmenge ein reizphysiologischer Effekt auf die Trockensubstanzbildung (durch Kurztag + Störlicht) nachzuweisen.
5. Der photoperiodische Reiz wird von jungen und älteren Blattspreiten aufgenommen, nicht aber vom Sproßmeristem und den jüngsten, zusammengefalteten Blättchen der Triebspitze. Es wird angenommen, daß es sich hierbei nur um eine Frage der reizaufnehmbaren Oberfläche handelt, zumal zwischen der Blattzahl/Pflanze (partielle Entblätterung) und dem Grad der Kurztaghemmung eine positive Korrelation besteht. Die auf die Blattoberfläche bezogene Kurztagwirkung ist sortenspezifisch. Der photoperiodische Impuls wird von den Blattspreiten auf das Sproßmeristem übertragen, wobei eine basi- und akropetale Wanderung im Sproßachsengewebe erfolgt.
6. Die Kurztagwirkung wird vornehmlich auf eine Auxinabnahme und auf einen aktiven Hemmstoffbildungsprozeß zurückgeführt. Als dritte Komponente dürfte die Aktivität eines Gibberellin-Inaktivators eine Rolle spielen (s. Punkt 10). Die Wirkung des Störlichtes wird mit der Blockierung einer während der Dunkelphase ablaufenden, photolabilen Hemmstoffsynthese interpretiert. Auf die

Zunahme an Hemmsubstanzen ist die induzierte Knospenruhe trotz verminderter Apikaldominanz zurückzuführen. Im gleichen Sinne ist die Wachstumshemmung von Gewebekulturen nach längerer Kurztagewirkung auf die Mutterpflanzen zu verstehen. Andererseits ist die Induktion zur Wurzelbildung bei Kober 5 BB durch Kurztagvorbehandlung der Mutterpflanzen als eine Herabsetzung des endogenen Auxinspiegels anzusehen. Vermutlich beruht auf dieser Herabsetzung als Primärvorgang die Verminderung der Wuchsgeschwindigkeit im Kurztag.

7. Durch exogene Zufuhr von Gibberellin wird die Wuchsgeschwindigkeit durch Zunahme der Internodienlänge und der Blattentfaltungsrates erhöht.
8. Das Gibberellinreaktionsvermögen ist sortenspezifisch. *V. vinifera*-Sorten und Zuchtstämme gleicher physiologischer Reaktionsbreite (*vinifera*-Reaktionsgruppe) sind sehr gibberellinsensibel, während amerikanische Wildformen und interspezifische Kreuzungstämme gleicher Reaktion (*riparia*-Reaktionsgruppe) nur sehr wenig oder gar nicht auf Applikation von Gibberellinsäure ansprechen. Zwischen dem photoperiodischen Verhalten und der Reaktion auf Gibberellin besteht ein vermutlich kausaler Zusammenhang.
9. Das Gibberellinreaktionsvermögen einer Sorte wird auf einen Gibberellin-Inaktivator oder -Inhibitor zurückgeführt, der vor allem in älteren Blattspreiten lokalisiert ist. Der endogene Gehalt dieses hypothetischen Inaktivators oder seine Aktivität bestimmen das Reaktionsvermögen auf exogene Zufuhr von Gibberellin. Es wird vermutet, daß der Gibberellin-Inaktivatorspiegel bei den Vertretern der *riparia*-Reaktionsgruppe höher liegt als bei den *vinifera*-Reaktionsarten.
10. Bei den kurztagverträglichen Sorten (*vinifera*-Reaktionsgruppe) führt eine kontinuierliche Applikation von Gibberellin zur Aufhebung der photoperiodisch induzierten Wachstumshemmung, gleichgültig, ob hierbei Gibberellin auf ältere Blätter oder auf das Sproßmeristem direkt appliziert wird. Hierbei kann die Wachstumsgeschwindigkeit im Kurztag höher liegen als bei den im Langtag, aber nicht mit Gibberellin behandelten Pflanzen. Unter diesen Bedingungen fällt der LT:KT-Quotient unter den Wert von 1,0. Bei den *riparia*-Reaktionstypen beeinflußt Gibberellin die Kurztagreaktion überhaupt nicht, wenn Gibberellin auf ältere Blattspreiten aufgetropft wird, und nur unwesentlich, wenn die Sproßspitze in Gibberellinlösungen eingetaucht wird.
11. Gibberellin hebt im Kurztag nur die durch die Tageslänge induzierte Reduktion der Wachstumsgeschwindigkeit auf. Insofern ist eine Beziehung zur Abnahme des endogenen Auxinspiegels gegeben. Die durch Kurztag induzierte Knospenruhe wird aber durch Gibberellin nicht beeinflußt, selbst nicht bei den gibberellinempfindlichen Sorten der *vinifera*-Reaktionsgruppe. Auf Grund dieses Befundes scheint die Annahme berechtigt zu sein, die photoperiodische Wachstumshemmung im Kurztag auf das Ergebnis von 2 nebeneinander ablaufenden Vorgängen der Wachstumshemmung und der Ruheknospenbildung zurückzuführen.

II. Knospenruhe, Wachstumsruhe und Knospenaustrieb.

1. Die Austriebsbereitschaft der Winterknospen ist einem jahresperiodischen Rhythmus unterworfen. Während des sommerlichen Triebwachstums ist die Knospenruhe korrelativ bedingt (korrelative Knospenruhe). Alle Maßnahmen, die die Apikaldominanz und korrelative Hemmung aufheben, wie Dekapitation

des Langtriebes, Ringelung, Entblätterung usw. führen zur Enthemmung der Knospen und folglich zu ihrem Austreiben. Im Hochsommer (August) setzt eine endogene Knospenruhe ein. Sie ist nur durch Applikation von Rindite aufzuheben. Die endogene Ruhe wird abgelöst durch eine Phase der erzwungenen Ruhe, welche allein durch ungünstige Temperaturbedingungen hervorgerufen wird. Es wird angenommen, daß mit abnehmender endogener Ruhe (Nachruhe) und beim Übergang zur erzwungenen Ruhe der Temperaturbereich des Austriebs (Temperaturminimum und -maximum) erweitert wird.

2. Das Einsetzen der endogenen Ruhe wird durch Kurztag und im sommerlichen Langtag vermutlich durch hohe Temperaturen hervorgerufen. Ferner führt eine Applikation von Gibberellin kurz vor und kurz nach der endogenen Hauptruhe zu einer Verlängerung dieser Ruhephase. Diese Gibberellinwirkung ist nicht sortentypisch. Während der korrelativen und der erzwungenen Ruhe ist keine Austriebshemmung durch Gibberellin nachzuweisen.
3. Die Aufhebung der endogenen Knospenruhe ist nicht durch das Einwirken tiefer Temperaturen (Stratifikation) bedingt.
4. Für den Knospenaustrieb während der Phase der erzwungenen Ruhe (ab Mitte Dezember bis Anfang Januar) sind sortenspezifische Temperaturansprüche festzustellen.
5. Die verschiedentlich zu beobachtende Austriebshemmung nach einer vorjährigen Gibberellinbehandlung wird als ein indirekter Gibberellineffekt angesehen, der vermutlich auf ernährungsphysiologischen Störungen beruht.
6. Eine vorjährige Kurztageinwirkung vermag in Abhängigkeit vom Zeitpunkt und der Dauer der Einwirkung den Austrieb der Winterknospen im Folgejahr zu verzögern und die Zahl der austreibenden Knospen zu verringern. Dieser Effekt war bisher jedoch nur bei den Sorten der *vinifera*-Reaktionsgruppe zu beobachten.

III. Blütenbildung.

1. Die Ausbildung generativer Organe setzt bei den Reben eine 2- bis 3jährige vegetative Lebensphase voraus. Die Bedingungen für den Übergang zur potentiellen Blühbereitschaft (Blühreife) werden diskutiert und vermutet, daß hierfür vor allem ernährungsphysiologische Voraussetzungen ausschlaggebend sind, die zu einer bestimmten Gewebereife führen. Dazu ist ein Pflanzengröße notwendig, die aus Wachstumsgeschwindigkeit und Cyclenzahl resultiert. Demzufolge ist die Blühreife ein sehr komplexer, innerer Zustand, der durch eine Vielzahl von Einzelfaktoren hervorgerufen wird, wobei Tageslänge und Temperatur vermutlich über die Wachstumsintensität wirksam werden.
2. Der Übergang zur potentiellen Blühbereitschaft wird durch Gibberellin gehemmt (Versuch mit *V. rupestris*).
3. Bei blühreifen Pflanzen erfolgt die Determination der Inflorescenzanlagen in den Monaten Juli/August. Die Differenzierung der Primordien ist erst im Folgejahr abgeschlossen.
4. Zwischen der Intensität der Blütenbildung (Zahl der Inflorescenzen/Trieb und Differenzierungsgrad der Inflorescenzen) und den Temperaturbedingungen in der letzten Juni- und in der ersten Juli-Dekade war eine positive Korrelation festzustellen. Diese Korrelation besteht ebenso zur Sonnenscheindauer und zu den Tagesmaxima- und -minima-Werten der Temperatur. Bei einem ungenü-

genden Blühimpuls wird nicht nur die Zahl der Infloreszenzen/Trieb vermindert, sondern auch die Zahl der Einzelblüten je Inflorescenz. Als Folge zeigen die Infloreszenzen einen mehr oder minder starken Verrankungsgrad.

5. Gibberellin reduziert die Intensität der Blütenbildung.
6. Eine zusätzliche N-Düngung erhöhte bei *V. rupestris* die Zahl der Blüten/Inflorescenz und in geringem Umfange auch die Zahl der Infloreszenzen am Trieb.
7. Die Blühreife wie auch die jährlich erneut einsetzende Induktion der Blütenbildung stellen einen quantitativen Prozeß dar, der keiner Alles-oder-Nichts-Reaktion (Alternativreaktion) unterliegt.

IV. Jahresperiodizität.

Der zeitliche Ablauf der jahresperiodischen Wachstumsrhythmik, der Blütenbildung und des Fruchtwachstums werden gegenübergestellt und in einem Diagramm schematisch skizziert. Die engen Wechselbeziehungen und Interaktionen zwischen Wachstumsperiodik und der Blütenbildung werden diskutiert. Die Bedeutung der Umweltlabilität einzelner Komponenten der Wachstums- und Entwicklungsrhythmik für Züchtung und Weinbau wird untersucht.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden von 1957 bis 1961 am Forschungs-Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof durchgeführt. Es ist mir daher eine angenehme Pflicht, Herrn Direktor Prof. Dr. B. HUSFELD für die Förderung und für die mir stets zuteil gewordene Unterstützung meinen ergebensten Dank zu sagen. Mein Dank gilt ferner Herrn Prof. Dr. E. v. BOGUSLAWSKI, meinem hochverehrten Lehrer, für wertvolle Anregungen und Diskussionen.

Literaturverzeichnis*)

- ANTCLIFF, A. J. and W. J. WEBSTER: Studies on the Sultana vine. I. Fruit bud distribution and bud burst with reference to potential crop. Austr. J. Agr. Res. 6, 565—588 (1955).
- AYALON, S. and S. P. MONSELISE: Flower bud induction and differentiation in the Shamouti orange. Proc. Amer. Soc. hortic. Sci. 75, 216—221 (1960).
- BARNARD, C.: Fruit bud studies. I. The Sultana. An analysis of the distribution and behaviour of the buds of the Sultana vine, together with an account of the differentiation and development of the fruit buds. J. Council Sci. and Ind. Res. (Austr.) 5, 47—52 (1932/33).
- — and J. E. THOMAS: Fruit bud studies. II. The Sultana. Different development of the fruit buds. J. Council Sci. and Ind. Res. (Austr.) 6, 285—294 (1933).
- BEHRENS, J.: Aufbau und Wachstum des Rebensprosses. Weinbau u. Weinhandel 15, 437—438 und 447—448 (1897).
- BEHRENS, W. U.: Zur Feststellung von Korrelationen nach der Rangmethode. Ldw. Jb. 72, 591—605 (1920).
- BRADLEY, M. V. and J. C. CRANE: Adverse effect of gibberellin on bud development in some stonefruit plants. Calif. Agric. 14 (10), 12 (1960).
- BRISA, K. und M. MILOSAVLJEVIC: Untersuchung der Fruchtbarkeit der Rebenknospen während der Winterruhe. Wiss. Arb. Ldw. Fak. Zemun 2, 1—14 (1954).
- BRÜCKBAUER, H.: Symptomatologische Beschreibung der Viruskrankheiten und der virusverdächtigen Erscheinungen an Reben (I). Weinberg u. Keller 5, 409—428 (1958).
- BÜNSOW, R.: Zur Physiologie der Achsengestaltung bei *Kalanchoe Blossfeldiana*. II. Mitt. Die Seitenachsen. Planta 57, 88—110 (1961).
- CRANE, J. C., P. E. PRIMER and R. C. CAMPBELL: Gibberellin induced parthenocarpy in *Prunus*. Proc. Amer. Soc. hortic. Sci. 75, 129—137 (1960).
- DENFFER, D. v.: Blühormone und Blühhemmung. Neue Gesichtspunkte zur Physiologie der Blütenbildung. Naturwiss. 37, 296—301 und 317—321 (1950).
- DOSTAL, R.: Gibberellinsäure und Knospenbildung bei *Syringa vulgaris*. Naturwiss. 48, 139—140 (1961).

*) Die im I. und II. Teil bereits zitierte Literatur ist hier nicht nochmals aufgeführt worden.

- ELZENGA, G., L. SMEETS and J. W. DE BRUYN: Influence of the temperature on growth and alkaloid content of first-year *Atropa belladonna* L. *Euphytica* 5, 276—280 (1956).
- FURR, J. R., W. C. COOPER and P. C. REECE: An investigation of flower formation in adult and juvenile Citrus trees. *Amer. J. Bot.* 34, 1—8 (1947).
- GALUN, E.: Gibberellic acid as a tool for the estimation of the time interval between physiological and morphological bisexuality of cucumber floral buds. *Phyton* 16, 57—62 (1961).
- GARNER, W. W. and H. A. ALLARD: Duration of the flowerless condition of some plants in response to unfavorable length of day. *J. Agric. Res.* 43, 439—444 (1931).
- HASHIZUME, H.: The effect of gibberellin on sex differentiation in *Cryptomeria japonica* strobiles. II. Effects of auxin and urea on gibberellin-induced sex transition to female in strobiles. *J. Jap. Forest Soc.* 43, 47—49 (1961).
- HEITMÜLLER, H. H. und G. H. MELCHIOR: Über die blühhördernde Wirkung des Wurzelschnitts, des Zweigkrümmens und der Strangulation an japanischer Lärche (*Larix leptolepis* [Sieb. et Zucc.] Gord.). *Sylvae Genetica* 9, 65—72 (1960).
- HELLMERS, H. and W. P. SUNDAHL: Response of *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. and *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco seedlings to temperature. *Nature* 184, 1247 (1959).
- HERRMANN, S.: Im Primärstadium blühende Kiefer. *Naturwiss.* 38, 381—382 (1951).
- HESS, D.: Ribosenukleinsäure und Blühinduktion. *Planta* 56, 229—232 (1961).
- HUGLIN, P.: Untersuchungen über die Knospenfruchtbarkeit der Reben mit besonderer Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu den Unterlagen. *Weinberg u. Keller* 7, 127—138 (1960).
- HULL, J. and L. N. LEWIS: Response of one-year-old cherry and mature bearing cherry, peach and apple trees to gibberellin. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 74, 93—100 (1959).
- IWASAKI, T. and OWADA, A.: The effects of environmental conditions during winter on the number of flowers and the growth of shoots. *Hortic. Assoc. Japan* 29, 37—46 (1960).
- JOHNSSEN, H.: Hereditary precocious flowering in *Betula verrucosa* and *B. pubescens*. *Hereditas* 35, 112—114 (1949).
- JOHNSON, H. W., H. A. BORTHWICK and R. C. LEFFEL: Effects of photoperiod and time of planting on rates of development of the soybean on various stages of the life cycle. *Bot. Gaz.* 122, 77—95 (1960).
- KEMMER, E. und I. THIELE: Entwicklungsfragen bei Apfelgehölzen. *Züchter* 24, 346—352 (1954).
- KESSLER, B., R. BAK and A. COHEN: Flowering in fruit trees and annual plants as affected by purines, pyrimidines, and triiodobenzoic acid. *Plant Physiol.* 34, 605—608 (1959).
- — and S. LAVÉE: Effects of purines, pyrimidines and metals upon the flowering of olive trees and grape vines. *Ktavim* 9, 261—263 (1959).
- KOBEL, F.: Lehrbuch des Obstbaues auf physiologischer Grundlage. Springer-Verl., Berlin (1931).
- LONGMAN, K. A. and P. F. WAREING: Early induction of flowering in birch seedlings. *Nature* 184, 2037—2038 (1959).
- MAY, P.: The value of an estimate of fruiting potential in the Sultana. *Vitis* 3, 15—26 (1961).
- MERGEN, F. and S. G. CUTTING: Male flowers on one-year-old mungo pine seedlings. *Forest Sci.* 3, 355—356 (1957).
- MES, M. G.: Studies on the flowering of *Coffea arabica* L. I. The influence of temperature on the initiation and growth of coffee flower buds. *Port. Acta. Biol.* 4, 328—341 (1956/57).
- MÜLLER-THURGAU, H.: Die Rebenknospe. *Weinbau u. Weinhandel* 10, 63—66 (1892).
- NASR, T. A. A. and P. F. WAREING: Studies on flower initiation in black currant. I. Some internal factors affecting flowering. *J. Hort. Sci.* 36, 1—10 (1961).
- — and — — : Studies on flower initiation in black currant. II. Photoperiodic induction of flowering. *J. Hort. Sci.* 36, 11—17 (1961).
- POTAPENKO, J.: Acceleration of development and fruiting of fruit-tree seedlings. *C. R. Acad. Sci. URSS* 23, 839—842 (1939).
- PURVIS, O. N. and F. G. GREGORY: Studies in vernalisation of cereals. I. A comparative study of vernalisation of winter rye by low temperatures and by short days. *Ann. Bot.* 1, 569—591 (1937).
- RIGHTER, F. I.: Early flower production among the pines. *J. Forestry* 37, 935—938 (1939).
- ROBBINS, W. J.: Further studies on juvenile and adult *Hedera*. *Amer. J. Bot.* 47, 485—491 (1960).
- ROBERTS, R. H.: Relation of composition to the growth and fruiting of young apples as affected by seedling shading and photoperiod. *Plant Physiol.* 2, 237—286 (1927).
- SALISBURY, F. B. and J. BONNER: Inhibition of photoperiodic induction by 5-fluorouracil. *Plant Physiol.* 35, 173—177 (1960).
- SMEETS, L.: Some effects of temperature on the shoot growth of cherry seedlings. *Euphytica* 6, 161—168 (1957).
- TUKEY, L. D.: Some effects of night temperature on the growth of McIntosh apples. II. *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.* 75, 39—46 (1960).

- TURCOVIC, Z.: Ertragsfaktoren im Weinbau. Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau **67**, 103—107 (1958).
- VITKOVSKI, V. L.: Effect of short day on the formation of generative organs in long day varieties of black currant. Fiziol. Rastenji **6**, 367—369 (1959).
- WAREING, P. F.: Experimental induction of male cones in *Pinus sylvestris*. Nature **171**, 47 (1953 b).
- — and K. A. LONGMAN: Physiology of flowering in forest trees. Gr. Brit. Forestry Comm. Rpt. For. Res. 107—109 (1958).
- WEAVER, R. J.: Growth of grapes in relation to gibberellin. Adv. Chem. Ser. **28**, 89—108 (1960 b).
- WINKLER, A. J. and E. M. SHEMAZZIN: Fruit-bud and flower formation in the Sultanina grape. Hilgardia **10**, 589—611 (1937).
- YEFEVKIN, A. K.: On the problem of the inversion of polarity in plants. Bot. Z. **46**, 474—482 (1961)

Eingegangen am 11. 7. 1963

Priv.-Doz. DR. G. ALLEWELDT
Forschungs-Institut für Rebenzüchtung
Geilweilerhof
Siebeldingen, Landau/Pfalz