

# Wuchsstoffversuche mit Reben.

II. Teil:

## Reaktionsweise von Samen, Keimlingen und nichtholzigen Organen der Weinrebe auf künstliche Wuchsstoffgaben.<sup>1</sup>

VON WOLFGANG R. MÜLLER-STOLL  
(Botanisches Institut Potsdam-Sanssouci).

Mit 8 Textabbildungen.

### 1. Einleitung.

Mit dieser Mitteilung ist eine Reihe von Veröffentlichungen über die Einwirkung künstlicher Wuchsstoffgaben auf die Weinrebe vorläufig abgeschlossen. Den Ausgangspunkt dieser Studien bildete die Frage, ob sich durch künstlich applizierten synthetischen Wuchsstoff eine Förderung des Verwachsungsvorgangs bei gepfropften Reben erreichen läßt. Wie ich in zwei Arbeiten bereits bekanntgegeben habe (MÜLLER-STOLL 1938, 1940) und von anderer Seite bestätigt wurde (BOSIAN 1938, EVENARI und KONIL 1938), ist durch Wuchsstoffbehandlung von Rebenpflöpfingen<sup>2</sup> eine praktisch bedeutsame Steigerung der Verwachsungsprozente zu erzielen, ein Befund, der für die Rebenveredlungspraxis aussichtsreiche Möglichkeiten bietet. Aus diesen zunächst von rein praktischen Gesichtspunkten geleiteten Versuchen ergaben sich bald der Wunsch und die Notwendigkeit, ganz allgemein die verschiedenen vegetativen und reproduktiven Teile der Weinrebe auf ihr Verhalten gegenüber einer Wuchsstoffapplikation zu prüfen. Zunächst wurde die Bewurzelungsfähigkeit und Callusbildung von einjährigem Rebschnittholz unter dem Einfluß von Wuchsstoffgaben untersucht; die Ergebnisse, die für das Verständnis der Wuchsstoffwirkung auf veredelte Reben Bedeutung besitzen, wurden als Teil I der „Wuchsstoffversuche mit Reben“ bereits veröffentlicht (MÜLLER-STOLL 1939).

Vorliegende Mitteilung beschäftigt sich mit dem Wuchsstoffeinfluß auf Weinsamen, Weinkeimlinge, Ranken, Blätter, Grünstecklinge, Traubenbeeren usw. Ich möchte betonen, daß dabei zunächst weniger an praktische Anwendungsmöglichkeiten gedacht wurde, da ich der Meinung bin, daß bei einer Pflanze von der Wichtigkeit der Weinrebe die Kenntnis auch solcher Dinge von Interesse sein muß, die keinen von vornherein festliegenden nützlichen Zweck verfolgen. Trotzdem geben die folgenden Ausführungen in diesem und jenem Punkte auch zu praktischen Erwägungen Anlaß. Allgemein gesehen vermitteln sie ein Bild von der Reaktionsfähigkeit der Weinrebe in ihren verschiedenen Teilen gegenüber von außen herangebrachten Wuchsstoffen und dürften somit auch für die Beurteilung mancher Fragen praktischer Art von einigem Wert sein. Da man offenbar in neuerer Zeit eine Art Inventur über die Anwendungsmöglichkeiten von Wuchsstoffen bei landwirtschaftlichen und gärtnerischen Gewächsen anstrebt, wurde ich in der Absicht bestärkt, vorliegende Ergebnisse bekannt zu geben.

Fragestellung und Methodik der Versuche stützen sich auf die grundlegenden Arbeiten der theoretischen Wuchsstoffforschung; es lag hier nicht in meiner Absicht, diese durch einen Beitrag zu bereichern. Vielmehr stellte ich die Weinrebe als Objekt in den Vordergrund, um mit dem bewährten experimentellen Rüstzeug der allgemeinen Wuchshormonforschung in möglichst vielseitiger Versuchsfolge die Reaktionsweise von *Vitis vinifera* gegenüber synthetischen Wuchsstoffen festzustellen. Als solche dienten  $\beta$ -Indolylessigsäure (= synth. Heteroauxin) und  $\beta$ -Indolylbuttersäure, beides Präparate von Merck, Darmstadt; letztgenannter Stoff besitzt nach

<sup>1</sup> I. Teil: Gartenbauwiss. 19, 127–153 (1939).

<sup>2</sup> Zu dieser Frage wurde kürzlich auch aus der Schweiz über umfangreiche Versuche berichtet (J. ANLIKER u. F. KOBEL, Landw. Jb., Schweiz 46, 203–248 [1945]).

Angaben verschiedener Forscher ebenfalls hervorragende Wuchsstoffeigenschaften (vgl. HITCHCOCK und ZIMMERMAN 1936, SCHLENKER 1937 S. 62). Die experimentellen Unterlagen zu dieser Mitteilung wurden in den Jahren 1936–1938 während meiner Tätigkeit am staatlichen Weinbauinstitut in Freiburg Br. zusammengetragen. Meinem damaligen Mitarbeiter Dr. H. BALBACH habe ich wiederum für seine bereitwillige Hilfe zu danken. Das Manuskript zu vorstehender Arbeit war bereits im Dez. 1939 fertiggestellt; Verfasser hielt sich damals und den ganzen Krieg über in Südwest- bzw. Südafrika auf. Die Drucklegung war bislang nicht möglich, da das Manuskript erst jetzt wieder verfügbar wurde.

Als man damit begann, die Erkenntnisse der Wuchsstoffforschung praktisch nutzbar zu machen, war das erste Ziel die Bewurzelungsförderung von Stecklingspflanzen. Man kann sagen, daß die gärtnerische Praxis in der Wuchsstoffbehandlung von Stecklingen heute bereits ein wertvolles und zuverlässiges Hilfsmittel besitzt. Unter den neueren Veröffentlichungen zeichnen sich die Mitteilungen von AMLONG und NAUNDORF (1937, 1938, 1938 a, 1939) dadurch aus, daß die Verfasser auch andere Anwendungsmöglichkeiten synthetischer Wuchsstoffe ins Auge fassen und eine Prüfung ihres praktischen Wertes versuchen. Zwar wurden schon vorher von anderer Seite bei diesem oder jenem Objekt mit ähnlichen Methoden Versuche angestellt, jedoch mit allgemeiner, nicht in angewandter Richtung gelenkter Fragestellung. Die Tomate war beispielsweise ein viel benutzter Untersuchungsgegenstand der Wuchsstoffforschung; trotzdem bestand bislang über die praktische Seite der Wuchsstoffwirkung auf diese Pflanze keine Klarheit. Erst später hat HERBST (1939) verschiedene Anwendungsformen des Heteroauxins auf ihren Wert für die Tomatenkultur untersucht. Damit war auf dem Gebiet der angewandten Wuchsstoffforschung auch außerhalb der Frage der Stecklingsvermehrung ein gewisser Anfang gemacht. Die bisherigen Ergebnisse legen den Gedanken nahe, möglichst zahlreiche Kulturpflanzen auf ihr Verhalten gegenüber künstlichen Wuchsstoffgaben zu prüfen, denn in dem möglichen Nutzen einer Wuchsstoffbehandlung besteht sicher von Fall zu Fall große Verschiedenheit, obwohl im Prinzip die Reaktionsweise der einzelnen Gewächse ziemlich gleichartig sein dürfte.

Allerdings muß hier vor übertriebenen Hoffnungen gewarnt werden. Einmal ist trotz der stark angewachsenen Literatur das Forschungsgebiet noch ziemlich jung und in angewandter Richtung kaum entwickelt. Die Bemühungen um die praktische Auswertung der Erkenntnisse über die pflanzlichen Wuchshormone bewegen sich vorläufig noch in ihrem ersten Stadium. Die derzeit üblichen Behandlungsverfahren können, weder was die Technik, noch was die Mittel betrifft, als durchgearbeitet gelten. Eine Verbesserung könnte sich vielleicht aus dem Befund von AMLONG und NAUNDORF (1938, S. 298) ergeben, daß durch Kombination verschiedener Wuchsstoffpräparate eine noch bessere und offenbar vielseitigere Wirkung zu erzielen ist als mit Heteroauxin allein. Andererseits ist die Brauchbarkeit einer Wuchsstoffbehandlung bei irgendeiner Pflanze eng mit der Frage

der Wirtschaftlichkeit verknüpft; was jeweils als wirtschaftlich tragbar gelten kann, wird sich immer erst aus der Praxis ergeben, wenngleich sorgfältige Überlegungen auch darüber gewisse vorläufige Anhaltspunkte verschaffen können. Schließlich darf man nicht vergessen, daß Ergebnisse, die unter den Versuchsbedingungen im Laboratorium oder Gewächshaus durchaus Vorteile versprechen, in die Praxis übertragen, viel von ihrer vermuteten Bedeutung einbüßen können. Vor allem muß stets geprüft werden, ob ein für aussichtsreich gehaltenes neues Verfahren die derzeitigen besten Methoden der Praxis im Erfolg um so viel übertrifft, daß eine Empfehlung sich rechtfertigt; auch HERBST (1939 S. 523) weist auf diesen Umstand mit Nachdruck hin. Zu diesen Bemerkungen hat mich folgendes veranlaßt: Die Praxis nimmt teilweise ein auffallend lebhaftes Interesse an den Fortschritten der Wuchshormonforschung. Dies war offenbar der Anlaß zur Empfehlung unzureichend überprüfter oder unwirtschaftlicher Methoden und Mittel und zu widersprechenden Angaben in bezug auf die Anwendungsmöglichkeiten von Wuchsstoffen. Wo es um die Frage der Nützlichkeit geht, muß sich die Wissenschaft möglichst Zurückhaltung auferlegen und es unter allen Umständen vermeiden, irreführende Vorstellungen zu erwecken. Dies kann dem Fortschritt und Erfolg einer neuen Forschungsrichtung sehr zum Nachteil gereichen.

## 2. Beeinflussung der Samenkeimung durch Wuchsstoffe.

Theoretisch gesehen sind die Aussichten für eine Keimungsförderung bei Rebsamen durch künstliche Wuchsstoffgaben nicht ungünstig. Offenbar ist zur Samenkeimung eine gewisse Menge Wuchshormon notwendig; im allgemeinen scheinen Samen ziemlich große Mengen natürlicher Wuchsstoffe zu enthalten (CHOLODNY 1935, LAIBACH und MEYER 1935). Werden z. B. Haferkörnern die Auxine teilweise entzogen, so zeigen sich Ausfallerscheinungen, die durch erneute Wuchsstoffzufuhr wieder beseitigt werden können (POHL 1935, 1936). Die Auxine sind im Endosperm oder in den Kotyledonen der Samen in verschieden großer Menge als sog. Reservewuchsstoff gespeichert und werden bei der Keimung dem Keimling zugeführt, der seinerseits mit dem Ergrünen selbst Wuchsstoff zu produzieren beginnt (OVERBECK 1933). Es lag nahe, durch künstliche Hebung des Wuchsstoffspiegels von Samen eine Verbesserung der Keimungsergebnisse anzustreben, obwohl Wuchsstoffmangel keinesfalls als einziger Grund, höchstens als Teilfaktor für schlechte Samenkeimung angesehen werden durfte (vgl. CHOLODNY 1935). Da das leicht zu beschaffende Heteroauxin große Wirksamkeit auf höhere Pflanzen besitzt, lag eine Verwendung dieses Stoffes zur Samenbehandlung nahe. Allerdings hat POHL durch Heteroauxinbehandlung von Samen keinen Erfolg erzielt. Auch DAVIES, ATKINS und HUDSON (1937) erhielten in Heteroauxin-haltigem Keimbett bei Samen von *Avena*, *Lepidium* und *Brassica* ein negatives Ergebnis. Dagegen berichten AMLONG und NAUNDORF (1937, 1938, 1938 a, 1939) von einer beträchtlichen Erhöhung der Keimprozente bei verschiedenen landwirtschaftlichen und Gartensamereien (Gemüse-Arten, Gewürzpflanzen, Blumen) durch Heteroauxin und andere, z. T. ähnliche synthetische Substanzen, mitunter um das Vielfache der Kontrollwerte. Die Samen wurden nach Einquellung in Wuchsstofflösungen in ein wuchsstofffreies Keimbett gebracht. Bemerkenswerterweise waren auch bei altem, in seiner Keimkraft geschwächtem Saatgut gute Erfolge zu verzeichnen. TOVARNITSKIJ und RIRKIND (1937), ebenso THIMANN und LANE (1938) erzielten durch Heteroauxinbehandlung landwirtschaftlicher Samereien, besonders von Getreide, eine beachtliche Entwicklungsförderung. HERBST (1939) hat bei Tomatensamen eine allerdings nur schwache Keimungsförderung durch Heteroauxin erreicht. Wenn das Verfahren sich in der Praxis bewähren und einführen sollte, wäre damit auf dem Gebiet der angewandten Wuchsstoffforschung ein beachtlicher Erfolg erzielt.

Meine Wuchsstoffversuche mit Rebsamen datieren noch vor der Bekanntgabe der ersten Ergebnisse von AMLONG und NAUNDORF. Ich verfuhr dabei

ähnlich wie die genannten Autoren und legte jeweils 100 Samen in drei- bis vierfacher Wiederholung in wässrige Lösungen von  $\beta$ -Indolylessigsäure oder  $\beta$ -Indolylbuttersäure verschiedener Konzentration ein; nach 24stündiger Behandlung wurden die Samen — es handelte sich um solche vorjähriger Ernte — mit Wasser gewaschen und nach dem in der Samenkontrolle üblichen Verfahren in feuchten Filtrierpapier-taschen bei etwa 28° C im Wärmeschrank zur Keimung gebracht. Bei einer Versuchsreihe mit drei verschiedenen Heteroauxinkonzentrationen und 18tägiger Keimdauer schien eine Steigerung der Keimprozente durch die Wuchsstoffbehandlung vorzuliegen, die allerdings nicht sehr bedeutend war (Tab. 1). Am besten wirkte 0,05 %  $\beta$ -Indolylessigsäure mit 26 % Keimung bei Traminer gegenüber 19 % im Kontrollversuch und 19 % bei Riesling gegenüber 12 % unbehandelt. Bei Guttedelsamen lag die stärkste Keimungsförderung bei 0,03 % Heteroauxin mit 35 % gegenüber 27 % unbehandelt.

Tabelle 1. *Einfluß von  $\beta$ -Indolylessigsäure auf die Keimung von Rebsamen bei 24stündiger Vorbehandlung mit wässriger Wuchsstofflösung in wuchsstofffreiem Keimbett (Filtrierpapier). Keimungsergebnis nach 18 Tagen bei 28° C.*

Rebsorte und Herkunft	Gekeimte Samen bei einer Heteroauxinkonzentration von			
	0,05 %	0,03 %	0,01 %	0,0 % (Kontrolle)
Riesling, Freiburger Schloßberg . . . . .	19%	18%	15%	12%
Traminer, Freiburger Schloßberg . . . . .	26%	20%	18%	19%
Guttedel, Freiburger Lorettoberg . . . . .	32%	35%	28%	27%

Ein unter den gleichen Versuchsbedingungen durchgeführter Versuch mit jeweils sechs verschiedenen Konzentrationen von  $\beta$ -Indolylessigsäure und  $\beta$ -Indolylbuttersäure lieferte bei Traminersamen folgende Keimzahlen:

Konzentration: %	0,1	0,075	0,05	0,025	0,0125	0,006	0,0
$\beta$ -Indolylessigsäure:	9%	29%	24%	20%	22%	18%	17%
$\beta$ -Indolylbuttersäure:	8%	27%	28%	21%	18%	19%	17%

Die höchsten Keimprozente wurden bei 0,075 %  $\beta$ -Indolylessigsäure mit 29 % und 0,05 %  $\beta$ -Indolylbuttersäure mit 27 % gegenüber 17 % im Kontrollversuch erreicht. Die höchste Wuchsstoffkonzentration wirkte offenbar schädlich, denn es wurde nur 8 und 9 % Keimung festgestellt. Geringe Konzentrationen von 0,025 bis 0,006 % bewirkten dagegen in Übereinstimmung mit dem in Tab. 1 wiedergegebenen Versuch keine oder nur eine unwesentliche, noch durchaus innerhalb der Fehlergrenze liegende Erhöhung der Keimzahlen.

Eine weitere Versuchsreihe mit verschieden langer Vorbehandlung der Rebsamen (24 und 48 Stunden) ließ bei längerer Beizung auch einen Einfluß der niederen Wuchsstoffkonzentrationen (0,06 und 0,025 %) vermuten (Tab. 2). Nach 48stündiger Einwirkungsdauer einer höheren Wuchsstoffdosis (0,075 %) verschlechterte sich jedoch wohl infolge einsetzender Hemmungswirkung das Keimungsergebnis. Mit Verdoppelung der Behandlungszeit erhöhten sich die Keimungs-

prozente bei 0,006 % Heteroauxin von 13 auf 24 % bei Rieslingsamen, von 23 auf 29 % bei Müller-Thurgau-Samen, während gleichzeitig bei 0,075 % Wuchs-

Tabelle 2. Wuchsstoffwirkung auf Rebsamen bei verschieden langer Vorbehandlung mit  $\beta$ -Indolylessigsäure in 3 Konzentrationen; Keimprozente nach 25 Tagen bei 28° C in wuchsstofffreiem Keimbett (Filtrierpapier).

Rebsorte und Herkunft	Behandlungsdauer in Stunden	Gekeimte Samen bei einer Heteroauxinkonzentration von			
		0,075 %	0,025 %	0,006 %	0,0 % (Kontrolle)
Riesling, Freiburger Schloßberg	24	28 %	21 %	13 %	15 %
Müller-Thurgau, Freiburger Lorettoberg	48	20 %	24 %	24 %	16 %
Müller-Thurgau, Freiburger Lorettoberg	24	30 %	26 %	23 %	24 %
Müller-Thurgau, Freiburger Lorettoberg	48	12 %	24 %	29 %	26 %

stoff die Werte bei der ersten Rebsorte von 28 auf 20 % sanken, bei der zweiten sogar von 30 auf 13 %. Bei 0,025 % Heteroauxin waren dagegen kaum Unterschiede festzustellen; mit Änderung der Einwirkungsdauer hielten sich hier offenbar Förderung und Hemmung die Waage. Durch Wuchsstoffbehandlung wird die Keimung vom Rebsamen zeitlich etwas verzögert. Besonders deutlich war dies bei 48stündiger Beizung mit Heteroauxinlösungen festzustellen; hier keimte die Hauptmenge der behandelten Samen erst 4—6 Tage später als die Kontrolle. Dies deckt sich mit den Angaben von HERBST (1939) über den keimungsverzögernden Einfluß von Heteroauxin auf Tomatensamen, während AMLONG und NAUNDORF bei ihren Objekten eine Erhöhung der Keimgeschwindigkeit durch Wuchsstoffapplikation beobachteten. Bei Rebsamen läuft die zeitliche Keimungsverzögerung und die Steigerung der Keimungsprozente durch Heteroauxin offenbar parallel nebeneinander her; es handelt sich vielleicht um eine recht verwickelte Wirkungskette, die noch der näheren Aufklärung bedarf.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß Samen in Erde ausgesät eine größere Keimkraft besitzen, als bei einem Keimversuch auf feuchtem Filtrierpapier. BORISS (1936) hat es wahrscheinlich gemacht, daß während der Keimung auftretende Hemmstoffe durch die Erde absorbiert werden und dadurch die Keimfähigkeit verbessert wird. Da in der Praxis Samen im allgemeinen in Erde zum Keimen ausgelegt werden, war natürlich zu prüfen, wie sich eine Wuchsstoffbehandlung von Rebsamen mit Erde als Keimbett auswirkt. AMLONG und NAUNDORF (1938 S. 293) geben an, daß bei ihren Versuchssämereien auch in diesem Fall die Keimfähigkeit erheblich verbessert wurde, daß jedoch wegen der günstigen Eigenschaften von Erde als Keimsubstrat die Keimprozente allgemein viel höher lagen als bei Keimung auf Filtrierpapier. Ich legte vorbehandelte Rebsamen in Gartenerde und reinem Quarzsand sowie zur Kontrolle auf feuchtem Filtrierpapier in Glasschalen zur Keimung aus (Tab. 3). Von 100 Müller-Thurgau-Samen keimten in Gartenerde bei Behandlung mit 0,05 % Heteroauxin 46, bei  $\beta$ -Indolylbuttersäure sogar 49 gegenüber 40 im Kontrollversuch; bei Samen von Spätburgunder waren die entsprechenden Zahlen 32 und 34 gegenüber 26 unbehandelt. Bei gleicher Behandlung ergaben sich auf Filtrierpapier als Keimsubstrat Werte von 35 und 40 % gegenüber 29 % unbehandelt bei

Müller-Thurgau und bei Spätburgunder bei beiden Wuchsstoffpräparaten 27 % gegenüber 16 % unbehandelt. In Quarzsand war die Keimung in den unbe-

Tabelle 3. Wuchsstoffwirkung auf die Keimung von Rebsamen nach 24stündiger Vorbehandlung mit 0,25 %  $\beta$ -Indolylessigsäure und  $\beta$ -Indolylbuttersäure; Keimfähigkeit in % nach 20 Tagen bei 25° C im Gewächshaus in verschiedenen Keimsubstraten (Gartenerde, Quarzsand, Filtrierpapier).

Rebsorte und Herkunft	Keimsubstrat	Keimfähigkeit nach Vorbehandlung mit 0,05 %		Kontrolle unbehandelt
		$\beta$ -Indolylessigsäure	$\beta$ -Indolylbuttersäure	
Müller-Thurgau, Freiburger Lorettoberg	Gartenerde	46 %	49 %	40 %
	Quarzsand	40 %	37 %	32 %
	Filtrierpapier	35 %	40 %	29 %
Bl. Spätburgunder, Freiburger Schloßberg	Gartenerde	32 %	34 %	26 %
	Quarzsand	25 %	29 %	19 %
	Filtrierpapier	27 %	27 %	16 %

handelten Kontrollversuchen etwas besser als auf Filtrierpapier, erreichte jedoch nicht die Keimkraft wie in Gartenerde. Durch Wuchsstoffbehandlung erhöhte sich auch bei Aussaat in Quarzsand das Keimvermögen, bewegte sich aber nur etwa in Höhe der nach Vorbehandlung auf Filtrierpapier erzielten Werte. Der Versuch zeigte, daß die Wuchsstoffwirkung ziemlich unabhängig von der Art des benutzten Keimbettes ist. Bei allgemein verbesserten Keimungsbedingungen durch Aussaat in Erde schien eine Wuchsstoffbehandlung gegenüber einer Keimung auf Filtrierpapier entsprechend höhere Keimprozente zu bewirken, mit anderen Worten, das beste Keimungsergebnis wurde mit behandelten Samen in Erde erzielt. Allerdings scheint unter günstigen Keimungsverhältnissen (Gartenerde) die Keimkraft durch Wuchsstoffe relativ nicht so stark angeregt zu werden wie unter weniger günstigen. HERBST hat bei Tomatensamen festgestellt, daß unbehandelte Samen in Erde besser keimen als behandelte auf Filtrierpapier, was sich mit den Befunden bei Rebsamen deckt. Für die praktische Verwendungsmöglichkeit einer Samenbeizung mit Wuchsstoffen ist indes entscheidend, ob bei Aussaat behandelter Samen in Erde ein Erfolg von wirtschaftlichem Wert erzielt wird.

Keimungsversuche in wuchsstoffhaltigem Keimbett nahm ich nicht vor, da sie zu wenig Erfolgsaussichten zu bieten schienen, nachdem in der Literatur mehrfach über Versagen dieser Methode berichtet wird. Zuletzt fand HERBST bei Keimung von Tomatensamen auf Filtrierpapier, mit Heteroauxinlösung 1 : 1 Mill. getränkt, wohl eine anfängliche Steigerung der Keimgeschwindigkeit, aber im Enderfolg keine Verbesserung der Keimprozente. Der Unterschied gegenüber einer Vorbehandlung mit Wuchsstoffen beruht darauf, daß als Zugabe zum Keimbett nur stark verdünnte Wuchsstofflösungen in Frage kommen; bei Gegenwart größerer Heteroauxinmengen wird das Wachstum des hervortretenden Keimlings, insbesondere das der Keimwurzel, stark gehemmt oder aufgehoben (vgl. SCHLENKER 1937 S. 45). Für das Keimlingswachstum förderliche, schwache Lösungen sind aber offenbar nicht mehr in der Lage, auch solche Samen anzuregen, die normalerweise überhaupt nicht auflaufen. Wir müssen daher unterscheiden zwischen einer einmaligen, mit einer gewissen Nachwirkung verbundenen, starken Anregung durch höhere Wuchsstoffgaben bei Vorbehandlung ruhender Samen einerseits und einer laufenden Beeinflussung während der ganzen Keimlingsentwicklung andererseits; da im letzteren Fall wegen der Gefahr einer Schädigung nur ganz

schwache Lösungen benutzt werden können, ist die Methode zur zahlenmäßigen Verbesserung der Keimfähigkeit offenbar nicht geeignet.

Keimlinge aus wachsstoffbehandeltem Saatgut sollen nach AMLONG und NAUNDORF (1937, 1938) besser gedeihen als solche aus unbehandelten Samen. Für Radieschen und Zuckerrüben haben die Autoren gezeigt, daß sogar die Ertragsfähigkeit erheblich gesteigert wird. Auch HERBST hat bei Tomatenkeimlingen eine Förderung des Längenwachstums nach Wachsstoffbeizung der Samen beobachtet; der anfängliche Wachstumsunterschied gegenüber Pflanzen aus unbehandelten Samen hat sich jedoch sehr bald ausgeglichen. Ich habe vorbehandelte Rebsamen in Erde ausgesät und das Wachstum der Keimlinge verfolgt. Obwohl behandelte Samen meist etwas später auflaufen, war etwa im Alter von 4–5 Wochen ein kleiner Vorsprung in der Sproßlänge (gemessen von der Bodenoberfläche bis zum Vegetationspunkt der Sproßspitze) bei Keimpflanzen aus wachsstoffgebeiztem Saatgut festzustellen (Tab. 4). Die Förderung betrug im günstigsten Fall 11 mm im Durchschnitt bei 5 Wochen alten Traminerkeimlingen nach

Tabelle 4. Nachwirkung einer Wachsstoffbehandlung von Rebsamen auf das Längenwachstum der Keimlinge von Traminer und Riesling 5 Wochen und 2½ Monate nach dem Auflaufen. Durchschnittliche Sproßlänge von jeweils 50 in Gartenerde gezogenen Keimpflanzen (in Klammer mittlere Streuung  $\sigma$ ). Aussaat 11. Mai 1937.

Wachsstoffart und Konzentration		Sproßlänge in Millimetern bei Keimlingen von			
		Traminer		Riesling	
		Alter: 5 Wochen	2½ Monate	5 Wochen	2½ Monate
		mm	mm	mm	mm
$\beta$ -Indolyl- essigsäure	0,05 %	36 (2,5)	68 (4,2)	31 (2,1)	66 (3,6)
	0,075 %	41 (3,2)	66 (4,6)	36 (3,8)	63 (4,1)
$\beta$ -Indolyl- buttersäure	0,05 %	39 (2,6)	70 (3,8)	35 (3,4)	64 (5,2)
	0,075 %	42 (3,0)	72 (5,0)	34 (2,8)	60 (4,8)
Kontrolle unbehandelt		31 (2,7)	68 (4,4)	27 (3,1)	62 (4,1)

Behandlung der Samen mit 0,075 %  $\beta$ -Indolylbuttersäure; bezogen auf den Kontrollwert von 31 mm mittlerer Sproßlänge belief sich der Mehrzuwachs auf etwa 28 %. Bei gleichaltrigen Rieslingkeimpflanzen hat 0,075 % Heteroauxin mit 9 mm Vorsprung (= 30 %) gegenüber 27 mm Sproßlänge der Kontrolle am besten gewirkt. Bei den übrigen Versuchen war der Erfolg geringer, die Förderung des Längenwachstums der Keimlinge durch die Samenbeizung mit Wachsstoffen nach dem Augenschein jedoch unverkennbar. Als dieselben Versuchspflanzen im Alter von 2½ Monaten wiederum gemessen wurden, waren die anfänglichen Unterschiede weitgehend ausgeglichen (Tab. 4). Die kleinen Differenzen zwischen den Mittelwerten der einzelnen Versuche lagen völlig innerhalb der Fehlergrenze. Der Einfluß einer Samenbehandlung auf das Keimlingswachstum ist somit sicher nicht sehr nachhaltig und besitzt kaum praktischen Wert.

Das Ergebnis der besprochenen Versuche kann dahin zusammengefaßt werden, daß Rebsamen auf eine Vorbehandlung mit synthetischen Wuchshormonen offenbar mit einer Erhöhung der Keimfähigkeit und einer anfänglichen Steigerung des Sämlingswachstums reagieren können. Unter den gewählten Versuchsbedingungen und bei dem benutzten Samenmaterial, das als normal gelten kann, war der fördernde Einfluß der Wachsstoffgaben jedoch nicht sehr stark.

Einschränkend muß gesagt werden, daß die Keimungsförderung keineswegs von solcher Größenordnung ist, daß sie als zweifelsfrei erwiesene Tatsache hingestellt werden darf; in dieser Hinsicht müssen weitere, ausgedehntere Versuche angestellt werden.<sup>3</sup> In keinem Fall war bei Rebsamen der Erfolg von ähnlichen Ausmaßen wie bei manchen von AMLONG und NAUNDORF geprüften Objekten. Die Verhältnisse liegen eher so, wie sie HERBST für Tomatensamen angibt, bei denen im günstigsten Fall die Keimkraft nur um wenige Prozente gesteigert werden konnte. Die natürliche Keimungsfähigkeit von Rebsamen ist im allgemeinen unbefriedigend. Zwar ist die weinbauliche Praxis bei der ausschließlich vegetativen Vermehrungsweise der Rebe an der Samenkeimung weniger interessiert. Immerhin kommen aber in den Rebenzüchtungsbetrieben alljährlich sehr große Mengen von Weinsamen zur Aussaat, so daß u. U. eine Erhöhung der Keimprozente durch Wachsstoffgaben wünschenswert wäre, zumal bei Kreuzungen durch künstliche Bestäubung meist nur ein zahlenmäßig beschränktes Samenmaterial zur Verfügung steht, das in möglichst hohem Anteil zum Auflaufen gebracht werden sollte.

Die bislang durch Wachsstoffbehandlung von Rebsamen erzielte Keimungsförderung bietet jedoch wenig Aussicht auf eine praktische Verwertungsmöglichkeit von wirtschaftlichem Wert; der Behandlungserfolg scheint zu gering zu sein, als daß er eine Empfehlung der Methode rechtfertigen würde. Ob durch weiteren Ausbau und Verbesserung des Verfahrens auch bei Weinsamen praktisch verwertbare Ergebnisse zu erzielen sind, ist zweifelhaft.

Wir müssen uns die Frage vorlegen, worauf die unterschiedliche Wirksamkeit einer Wachsstoffbehandlung bei den verschiedenen Samenarten zurückzuführen ist. Da experimentelle Unterlagen über die Mechanik der Wachsstoffwirkung auf Samen noch fehlen, kann man darüber nur Vermutungen äußern. Zunächst dürfte die Permeabilität der Samenschale für Wachsstofflösungen eine Rolle spielen; es ist zu erwarten, daß im allgemeinen in hart- und dickschalige Samen die Wachsstoffe schwerer und langsamer eindringen. In diesem Zusammenhang könnte die Sklerotesta der Rebsamen für den Behandlungserfolg erschwerend wirken. Eine Art Aufschließung des Testagewebes, um es für Wachsstoffe durchlässiger zu machen, wäre vielleicht nicht ungünstig. AMLONG und NAUNDORF (1937 S. 422) haben die These vertreten, daß in frischem Saatgut der zur Keimung notwendige Auxingehalt noch nicht optimal ist, und daher durch weitere Wachsstoffzufuhr eine Förderung zustande kommt; bei an sich schlecht keimenden oder durch Alter in ihrer Keimfähigkeit geschwächten Samen soll Wachsstoffmangel der entscheidende Faktor sein. Mir scheint, daß diese Anschauung nicht unbedingt richtig ist und für zahlreiche Fälle nicht zutreffen dürfte. Zunächst sei an die Feststellung von CHOLODNY (1935) erinnert, der in nicht mehr keimfähigen, alten Haferkörnern noch viel Auxin fand. In allen Fällen einer effektiven Schädigung bzw. Lebensunfähigkeit des Embryos wird eine Wachsstoffzugabe niemals Erfolg bringen. Rebsamen aus „Selbstungen“ sind beispielsweise offenbar infolge von Schwierigkeiten bei der Befruchtung und den ihr folgenden Zellteilungen viel schlechter keimfähig als durch Kreuzung gewonnenes

<sup>3</sup> In diesem Zusammenhang sei auf eine kürzlich erschienene Arbeit von A. F. FLEROW u. E. I. KOWALENKO (Der Einfluß von Wachsstoffen und Alkaloiden auf die Entwicklung der Stecklinge und die Keimung des Weines. C. r. [Doklady] Acad. Sci. URSS 58, 677 [1947] russ.) hingewiesen.

Saatgut. Es besteht wenig Aussicht, daß derartige Mängel durch Wachsstoffe behoben werden können.

In welchem Umfang Stoffe hormoneller Art bei der Samenkeimung eine Rolle spielen, ist im einzelnen noch nicht bekannt. Neben den A-Wachsstoffen (Auxin, Heteroauxin) besitzen dabei sicher auch die mit Vitaminen identischen oder verwandten Bios-Wachsstoffe Bedeutung. Über das Vorkommen von Wachsstoffen der Bios-Gruppe und ihren Einfluß auf die Keimlingsentwicklung finden sich in der Literatur eine Reihe von Angaben (vgl. SCHLENKER 1937 S. 75). B-Wachsstoffe gelten als zellteilungsauslösend, während A-Wachsstoffe mehr für das Streckungswachstum verantwortlich sein sollen. Obwohl anscheinend diese Abgrenzung nicht sehr scharf ist, dürften sich die beiden Wachsstoffgruppen in der Wirkung ergänzen. Daher wäre bei schlechter oder fehlender Wirkung von Heteroauxin und ähnlichen Substanzen an einen Mangel an Bios zu denken. AMLONG und NAUNDORF (1938) haben Heteroauxin mit Trockenhefe als Biospräparat kombiniert, aber vorläufig nur geringe Erfolge bei der Samenkeimung erzielt. Trotzdem müßten die B-Wachsstoffe bei weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiet Berücksichtigung finden.

Anscheinend ist die Stärke des Reaktionsvermögens einer Pflanze gegen künstliche Wachsstoffeinflüsse mit artgebundenen Eigenschaften verknüpft. Über das Vorhandensein einer solchen spezifischen Reaktionsfähigkeit ist kaum etwas Genaueres bekannt, obgleich gewisse Erscheinungen wohl nur auf diese Weise erklärt werden können. Die Rebe beantwortet beispielsweise in allen ihren Teilen Wachsstoffeinflüsse, gemessen an den klassischen Objekten der Wachsstoffforschung, recht träge; eine Steigerung der Empfindlichkeit gegenüber synthetischen Wuchshormonen scheint mir hier zwar nicht aussichtslos, aber immerhin schwierig zu sein. Auf dem besonderen Gebiet der Samenkeimung ist es von Nachteil, daß etwa bestehende, schlechtes Auflaufen verursachende Mängel ihrer Natur nach von Fall zu Fall schwer erkannt werden können; wir sind daher meist auf rein empirisches Vorgehen angewiesen und können die Wirkungsaussichten einer Wachsstoffbehandlung von vornherein kaum bestimmen. Diese Umstände wirken erschwerend auf einen zielstrebigem Einsatz von synthetischen Wuchshormonen bei der Samenkeimung, da neben der spezifischen Eigenart und dem Reaktionsvermögen des jeweiligen Objektes auch der meist unbekannt, teilweise mit dem Alter schwankende innere Zustand zu berücksichtigen ist<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Anmerkung des Verfassers bei der Drucklegung: Die Angaben von AMLONG u. NAUNDORF und THIMANN u. LANE über eine Erhöhung der Keimprozente durch Heteroauxin von Samen und Früchten wurden neuerdings durch DRAWERT (Planta 37, 1, 1949) einer eingehenden Kritik unterzogen. In sorgfältig durchgeführten Großzahlversuchen war bei einer Reihe von Versuchsobjekten keine Keimungsförderung durch  $\beta$ -Indolylessigsäure nachzuweisen. DRAWERT hält die früheren, anders lautenden Befunde für „Zufallsergebnisse auf Grund einer zu kleinen Versuchszahl und zu geringerer Beachtung der anderen, die Keimung beeinflussenden Faktoren“. Das von AMLONG und NAUNDORF vorgelegte Material macht indes nicht unbedingt den Eindruck von Zufälligkeitbefunden, zumal es sich dabei nicht allein um die Erhöhung der Keimzahlen von Samen, sondern zum Teil auch um eine erhebliche Entwicklungsförderung (Ertragssteigerung) der daraus erwachsenen Pflanzen handelt. Die Frage bedarf daher noch weiterer Nachprüfung. Vorläufig kann man die letztgenannten Ergebnisse wohl nur so deuten, daß durch die Verbesserung der Startwachsstoffe die Samen eine gewisse nachhaltige Anregung für ihre weitere Entwicklung erfahren, die in manchen Fällen wirtschaftlich belangvolle Ertragssteigerungen bedingen kann. Da

### 3. Wachsstoffbehandlung von Rebsämlingen.

Keimlingspflanzen sind häufig benutzte und vielseitig studierte Versuchsobjekte in der Wachsstoffforschung; als bekanntestes Beispiel sei die *Avena*-Koleoptile erwähnt. Ich glaubte deshalb, daß es von Interesse ist, vergleichsweise auch mit Weinsämlingen einige Wachsstoffversuche anzustellen. Ich verzichtete auf alle Versuchsmöglichkeiten mit verletzten Keimlingen, z. B. Hypokotylstümpfen und benutzte nur intakte, in Sand oder Erde wurzelnde Keimpflanzen als Versuchsobjekte und zwar wurde die Frage geprüft, ob und in welcher Weise durch Wachsstoffapplikation sich das Wachstum von Rebsämlingen beschleunigen läßt. Die Frage der Nachwirkung einer Samenbehandlung auf das Keimlingswachstum wurde bereits im vorigen Abschnitt besprochen. Zur direkten Behandlung von Keimlingen mit Wachsstofflösungen bestehen drei Möglichkeiten; dabei wurde von der Benutzung von Wachsstoffpasten abgesehen, da sie sich zur praktischen Verwendung in jeder Beziehung als ungeeignet erwiesen haben.

a) Die Pinselmethode von SCHLENKER und MITTMANN (1936) und PFAHLER (1938) besteht darin, daß die Sproßgipfel von Keimlingspflanzen in regelmäßigen Zeitabständen unter Zuhilfenahme eines Pinsels mit Wachsstofflösung betupft werden. Bei *Epilobium*-Sämlingen ließ sich dadurch das Längenwachstum der Sprosse erheblich steigern; obwohl dabei meist eine Verkleinerung der Blattflächen eingetreten ist, scheint gleichzeitig eine gewisse Erhöhung der Substanzproduktion (Pflanzenmasse) erzielt worden zu sein (SCHLENKER 1937 S. 87). AMLONG und NAUNDORF (1938 a) haben mit Hilfe der Pinselmethode Frühreiben bei Fliederknospen hervorgerufen.

b) Um die etwas umständliche Pinselmethode einfacher und rationeller zu gestalten, haben AMLONG und NAUNDORF (1937) das Sprühverfahren entwickelt; dabei wird Wachsstofflösung mit Hilfe einer feinen Zerstäuberspritze den oberirdischen Teilen der Sämlinge aufgespritzt. Die Autoren erreichten bei Weizenkeimlingen und Radieschen eine erhebliche Entwicklungsbeschleunigung, im letzteren Fall auch früheres Blühen. Um einen sichtbaren Erfolg zu erzielen, müssen allerdings ziemlich starke Lösungen in häufiger Wiederholung angewandt werden; daher ist das Verfahren für die Praxis gegenwärtig kaum rentabel, soll jedoch nach AMLONG und NAUNDORF möglicherweise für hochwertige Gemüse- und Arzneipflanzen in Betracht kommen.

c) Versuche zur Erzielung einer Entwicklungsförderung durch Wachsstoffdüngung wurden besonders von amerikanischen Forschern unternommen. Bei der Düngemethode wird die Erde, in der die Versuchspflanzen wurzeln, mit stark verdünnten Wachsstofflösungen begossen, in der Annahme, daß sie, nach

nach v. GUTTENBERG (Planta 30, 109, 1942)  $\beta$ -Indolylessigsäure bei höheren Pflanzen als Auxinaktivator dient, könnte man sich vorstellen, daß durch eine Behandlung von Samen mit synthetischem Wachsstoff die inaktiven Reservewachsstoffe in erhöhtem Maße in wirksame Substanz übergeführt werden. Ob dies tatsächlich der Fall ist oder ob nach DRAWERT's Auffassung Heteroauxin überhaupt nicht auf Samen zu wirken vermag, muß durch weitere Untersuchungen geklärt werden. In neuester Zeit erzielten SÖDING, BÖMEKE u. FUNKE (Planta [Berl.] 37, 498 [1949]) teilweise sehr beachtliche Wachstumsförderungen bei *Daucus Carota* durch Samenbehandlung mit kombinierten Wachsstofflösungen, allerdings nur bei wenigstens teilweise schattigem Stand der Kulturen. Bei voller Sonne und reichlicher Ernährung war höchstens eine geringfügige Wirkung festzustellen, ein deutlicher Hinweis auf die Wichtigkeit anderer Wachstumsfaktoren für die Wirkungsmöglichkeit zusätzlicher Wachsstoffgaben.

Aufnahme durch die Wurzeln in die oberirdischen Teile geleitet dort eine Entwicklungsförderung bewirken. Die bekannte Tatsache, daß Wurzeln im allgemeinen gegen größere Wuchsstoffmengen sehr empfindlich sind und leicht gehemmt werden (vgl. S. 215), dürfte bei Wuchsstoff-Düngungsversuchen oft hinderlich in Erscheinung treten. Immerhin ist es HITCHCOCK und ZIMMERMAN (1935) gelungen, Tabakpflanzen durch Düngung mit verschiedenen synthetischen Wuchsstoffen früher zum Blühen zu bringen, ohne daß das Sproßwachstum gehemmt wurde. Auch LOEWING und BAUGUËSS (1936) sowie GREENFIELD (1937) konnten durch Begießen der Erde mit geeigneten Heteroauxinkonzentrationen das Längenwachstum von Levkojen-Sämlingen eindeutig fördern; dasselbe gelang GRACE (1938) bei *Tropaeolum*. SKOOG (1938) erzielte eine Entwicklungsförderung bei Wasserkulturen durch Zugabe von Heteroauxin zur Nährlösung, während in anderen Fällen, z. B. bei Gramineen-Keimlingen, derartige Versuche bislang erfolglos waren.

Mit Hilfe der beiden erstgenannten Verfahren habe ich durch Behandlung 14 Tage alter Weinkeimlinge eine deutlich sichtbare Wachstumsförderung erzielt. Bei der Pinselmethode betrug nach zehnmaliger täglicher Behandlung mit einem Tropfen einer 0,05 prozent. Heteroauxinlösung je Pflanze die Länge der oberirdischen Achsenabschnitte bei Traminer 42 mm im Durchschnitt von 50 Einzelsämlingen (mittlere Streuung  $\sigma = 3,8$  mm) gegenüber 35 mm ( $\sigma = 3,1$ ) im nur mit Wasser behandelten Kontrollversuch, bei Gutedelkeimlingen 44 mm ( $\sigma = 3,3$ ) gegenüber 26,5 mm ( $\sigma = 2,7$ ) unbehandelt. Bei gewichtsmäßiger Bestimmung fand ich für 25 Traminersämlinge samt Wurzeln 3,61 g Frischgewicht nach Behandlung gegenüber 3,36 g unbehandelt, bei Gutedel 3,91 g gegenüber 3,47 g. Eine zweite Versuchsserie nach der Pinselmethode mit 0,05 %  $\beta$ -Indolylbuttersäure brachte dasselbe Ergebnis, allerdings war die Wachstumsförderung etwas geringer; das Gesamtfrischgewicht für 25 Traminerkeimlinge betrug behandelt 3,56 g, unbehandelt 3,29 g, für die gleiche Anzahl Gutedelsämlinge behandelt 3,78 g, unbehandelt 3,45 g. Die Sproßlänge belief sich bei diesem Versuch im Mittel auf 40,5 mm ( $\sigma = 3,1$ ) behandelt gegenüber 36 mm ( $\sigma = 2,8$ ) unbehandelt bei Traminer, und 43 mm ( $\sigma = 2,9$ ) behandelt gegenüber 37,5 mm ( $\sigma = 3,0$ ) unbehandelt bei Gutedel.

Nach dem Sprühverfahren wurden jeweils 100 in flache Tonschalen mit sandiger Gartenerde kultivierte, ca. 20 Tage alte Rebsämlinge behandelt und zwar mit 0,05 prozent. Heteroauxin und  $\beta$ -Indolylbuttersäure; die Keimlinge wurden zehnmal in täglichen Abständen allseits mit Lösung fein überstäubt, bis sie über und über mit Spritztröpfchen bedeckt waren. Eine Wachstumsförderung war hier nicht so rasch sichtbar wie beim vorigen Verfahren, offenbar weil der Wuchsstoff bei gleichmäßiger Verteilung über die ganze Pflanzenmasse nicht so stark absorbiert wird wie bei Applikation am Sproßpol. Das Ergebnis war folgendes: bei Heteroauxinbehandlung Sproßlänge 40 mm ( $\sigma = 3,2$ ) gegenüber 34,5 mm ( $\sigma = 3,6$ ) als Kontrollwert bei Traminer und 43 mm ( $\sigma = 3,1$ ) gegenüber 37 mm ( $\sigma = 2,6$ ) bei Gutedel  $\beta$ -Indolylbuttersäure 41,5 mm ( $\sigma = 3,0$ ) gegenüber 36,5 mm ( $\sigma = 3,1$ ) bei Traminer und 42 mm ( $\sigma = 2,3$ ) gegenüber 37 mm ( $\sigma = 3,0$ ) bei Gutedel. Derselbe Versuch ergab als Frischgewicht für jeweils 25 Keimlinge einschließlich Wurzeln nach Heteroauxinbehandlung 3,42 g gegenüber 3,04 g nach Wasserbehandlung bei Traminer und 3,59 g gegenüber 3,17 g bei Gut-

edel; nach  $\beta$ -Indolylbuttersäurebehandlung lauteten dieselben Zahlen 3,50 g und 3,13 g bei Traminer sowie 3,51 g und 3,20 g bei Gutedel.

Auch durch das Sprühverfahren konnte also ebenso wie durch die vorige Behandlungsart das Keimlingswachstum etwas gefördert werden. Die behandelten Sämlinge zeigten bei beiden Methoden gestrecktere Internodien und etwas kleinere Blattspreiten als die Kontrollpflanzen. Wie die Frischgewichtsbestimmungen ergaben, bezog sich der Behandlungserfolg jedoch nicht nur auf einen Längenzuwachs der Sproßachsen, sondern auch auf eine Zunahme an Pflanzennasse. Verglichen mit den Ergebnissen von SCHLENKER u. MITTMANN bei *Epilobium*-Sämlingen war jedoch die Wachstumsförderung bei jungen Weinpflanzen verhältnismäßig gering. Während dort die Sproßlänge durch viel verdünntere Heteroauxinlösungen in etwa der gleichen Zeit auf fast das Doppelte der Kontrollen gesteigert wurden, liegen die bei Rebkeimlingen erzielten Unterschiede bei den meisten Versuchen hart an der Fehlergrenze, gelegentlich sogar noch innerhalb. Immerhin ergeben sämtliche erzielten Erhöhungen der Sproßlänge im Mittelwert 6,63 mm, während die Werte der mittleren Streuung aus 16 Einzelversuchen im Mittel  $\sigma = 3,04$  mm ausmachen. Im besten Fall betrug die Förderung 7,5 mm, d. h. 20,5 % bezogen auf den Kontrollwert, im ungünstigsten Fall noch 4,5 mm = 12,8 %. Gewichtsmäßig war die Förderung durch Wuchsstoffe etwas geringer, im besten Fall 0,44 g d. h. 13 % bezogen auf den Kontrollwert, im Mittel aus allen Versuchen 0,346 g = 10,7 %.

Durch die Düngemethode wurde kein positives Ergebnis erzielt. Ich habe jeweils 100 Gutedelsämlinge im Alter von 20 Tagen in Tonschalen von etwa 4 dm<sup>2</sup> Bodenoberfläche mit 200 cm<sup>3</sup> Wuchsstofflösung begossen und zwar mit  $\beta$ -Indolyllessigsäure und  $\beta$ -Indolylbuttersäure in einer Verdünnung von 1:100 000 und 1:1 Million. Dem Augenschein nach war kein Unterschied in der Entwicklung der verschiedenen Kulturen gegenüber der Kontrolle festzustellen. Zwei Wochen nach Zugabe der Wuchsstoffe betrug das Frischgewicht der Sämlinge berechnet auf jeweils 25 Stück 4,16 g und 4,02 g bei Heteroauxin und 3,86 g und 4,11 g bei  $\beta$ -Indolylbuttersäure gegenüber einem Kontrollwert von 4,04 g. Die Düngemethode ist also in den geprüften Wuchsstoffkonzentrationen zur Wachstumsbeschleunigung bei Rebsämlingen nicht geeignet. Höhere Wuchsstoffgaben wirken bereits schädlich; bei Zugabe von 0,001 % Heteroauxin in der gleichen Weise konnte ich eine starke Hemmungswirkung auf Rebkeimlinge feststellen.

Die Versuche bestätigten die in anderem Zusammenhang mehrfach gewonnene Ansicht, daß die Weinrebe im Vergleich zu anderen Pflanzen verhältnismäßig schwach auf Wuchsstoffreize anspricht. Die Düngemethode hat völlig versagt, während bei der Sprüh- und Pinselmethode eine geringe Entwicklungsbeschleunigung eintrat. Wenn aus irgendeinem Grund eine praktische Ausnutzung des Verfahrens wünschenswert wäre, könnte es in der gegenwärtigen Form wegen zu unbedeutendem Erfolg nicht empfohlen werden. GREENFIELD (1937) vertritt die Auffassung, daß es natürlicherweise wuchsstoffarme und wuchsstoffreiche Pflanzen mit optimalem Auxingehalt gibt; die letzteren

sollen auf künstliche Wuchshormone nicht reagieren. Demnach wäre die Rebe als verhältnismäßig wuchsstoffreich anzusehen, denn ihre Reaktion ist im allgemeinen ziemlich schwach, zum mindesten träge. Feststellungen über ihren natürlichen Wuchsstoffgehalt fehlen noch; sie würden allerdings nicht viel aussagen können, da es jeweils darauf ankommt, ob der Auxingehalt optimal ist, d. h. ob nicht durch weitere Zugabe die Leistung der Pflanze noch gesteigert werden kann. Im übrigen bin ich der Meinung, daß GREENFIELDS These zwar für eine Reihe von Fällen zutreffen mag, daß aber, wie oben bereits angedeutet wurde, für das ungleiche Reaktionsvermögen von Pflanzen gegenüber künstlichen Wuchshormonen noch eine Anzahl anderer Gründe maßgebend sein können (vgl. S. 216). Es scheint, daß nur wenige Pflanzen in der Lage sind, eine Wuchsstoffdüngung mit einer Wachstumssteigerung zu beantworten. Das schädigende Moment überwiegt offenbar häufig so stark, daß bei keiner Wuchsstoffkonzentration eine positive Reaktion eintritt; durch stärkere Wuchsstoffdüngung wird das Wachstum stets mehr oder weniger gehemmt. Vielfach treten dabei Bildungsanomalien auf, z. B. nach HITCHCOCK u. ZIMMERMAN (1935) bei Tomaten sproßbürtige Luftwurzeln.

#### 4. Wuchsstoffversuche mit Ranken und Blättern der Weinrebe.

Es gehört zu den am längsten bekannten Tatsachen auf dem Gebiet der Wuchshormonforschung, daß durch applizierte Wuchsstoffe Krümmungserscheinungen an Pflanzenteilen hervorzurufen sind. Um an ganz bestimmten Stellen eines pflanzlichen Organs Wuchsstoff zuführen zu können, ist die von LAIBACH (1933) angegebene Wuchsstoffpaste, eine Verreibung gleicher Teile Wuchsstofflösung mit reinstem Lanolin, ein bewährtes Mittel. Das Reaktionsvermögen einer Pflanze kann leicht durch an geeigneter Stelle aufgetragene Wuchsstoffpaste geprüft werden. Da die Weinrebe nicht zu den Pflanzen zu gehören scheint, die auf Wuchsstoffgaben besonders gut ansprechen, wurde der Versuch unternommen, durch Wuchsstoffapplikation an Ranken und Blattorganen der Rebe weitere Angaben zur Frage ihres Reaktionsvermögens zusammenzutragen. Einige vergleichende Pastenversuche mit Wein- und Cucurbitaceen-Ranken hat bereits BORESCH (1938) durchgeführt. Als Versuchspflanzen benutzte ich zweijährige, auf eine Rute gezogene Gutedel-Topfreben.

Die Ranken der Weinrebe sind ihrer Aufgabe entsprechend in starkem Maße kontaktreizbar; an Berührungstellen mit festen Körpern entsteht eine positive Krümmung zur Reizquelle hin, die den bekannten Rankvorgang einleitet. In besonders empfindlichem Zustand können Rankenäste sogar durch einseitig haftende Wassertropfen veranlaßt werden, eine Umschlingungsbewegung auszuführen. Streicht man Lanolin-Wasserpaste einseitig an eine Weinranke, so ist mitunter zu beobachten, daß der Pastenklumpen eine Rankbewegung auslöst, so daß der Rankenast ihn als enge Schlinge umschließt. Sobald jedoch wuchsstoffhaltige Paste verwendet wird, vollzieht sich an der Kontaktstelle ein lokaler Wachstumsvorgang, so daß eine negative Krümmung bzw. Einrollung resultiert. Bei mehr punktförmigem Ansetzen der Paste, — ich benutzte stets 0,1%ige Lösungen von Heteroauxin oder  $\beta$ -Indolylbuttersäure zu ihrer Herstellung, — biegen sich die Rankenteile in mehr oder minder scharfem Knick nach außen von der Aufstrichstelle weg (Abb. 1 u. 2).

Die Empfindlichkeit der Weinranken gegenüber Wuchsstoffen schwankt sehr mit ihrem Alter. Junge Ranken reagieren ziemlich stark, ältere dagegen nur schwach oder überhaupt nicht. Ein anschaulicher Versuch mit 0,1% Heteroauxinpaste ist in Abb. 1

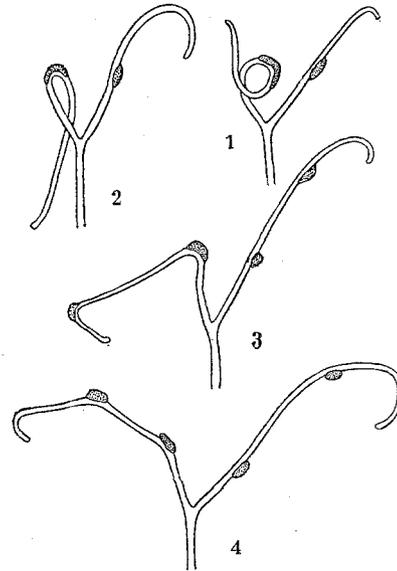


Abb. 1. Krümmungserscheinungen an Weinranken 24 Stunden nach einseitigem Auftragen von 0,1% Heteroauxinpaste, Abnahme des Reaktionsvermögens bei untereinander an einem sproßstehenden Ranken (1—4). Rankenäste links mit Wuchsstoffpaste, rechts mit Wasserpaste.

wiedergegeben; dabei wurde jeweils der linke Rankenast mit wuchsstoffhaltiger Paste, der rechte mit Wasserpaste behandelt. Eine noch nicht ausgewachsene Ranke in der Nähe der Sproßspitze bildete 24 Stunden nach Applikation des Wuchsstoffes eine vollständige Schlinge und hat somit eine Kreisbewegung um 360° ausgeführt. Die am gleichen Sproß nächst tiefer stehende Ranke bog sich in der gleichen Zeitspanne kaum um etwas mehr als 180°, während die noch tiefer folgenden Ranken sich mit Abknickungen um 90° und weniger begnügten. Diese Gesetzmäßigkeit gilt auch in bezug auf die Rankenstiele nach Wuchsstoffgabe (Abb. 2). Unterschiede zwischen

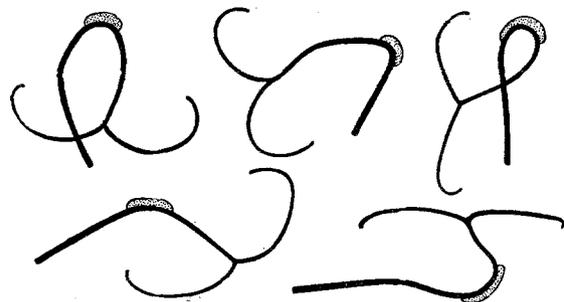


Abb. 2. Durch Heteroauxin und  $\beta$ -Indolylbuttersäure, als Paste einseitig aufgetragen, an Rankenstielen nach 24 Stunden hervorgerufene Krümmungserscheinungen, oben junge, unten ältere Ranken.

Heteroauxin- und  $\beta$ -Indolylbuttersäurepaste waren an der Reaktion der Weinranken nicht zu erkennen. In demselben Maße, wie sie mit zunehmendem Alter ihre Rankfähigkeit verlieren, büßen sie auch ihr Reaktionsvermögen gegenüber Wuchsstoffen ein. In der Regel war bei meinem Material die 5. oder 6. Ranke unterhalb der Sproßspitze nicht mehr kontaktreizbar; sie

ist dann nicht mehr wachstumsfähig und kann auf Wuchsstoffreize nicht ansprechen.

Durch Pastenaufstrich lassen sich auch an Blättern Krümmungserscheinungen hervorrufen (vgl. SCHLENKER 1937 S. 48). Eine eingehende Studie über das Reaktionsvermögen von *Coleus*-Blättern verdanken wir FISCHNICH (1935); er beobachtete nach Wuchsstoffgabe den Ablauf einer Bewegungsfolge, die mit dem Ausklingen der Wuchsstoffwirkung wieder in der normalen Blattstellung endete. Doch scheint ein Wechsel von epinastischer und hyponastischer Krümmungsreaktion wie bei *Coleus* selten vorzukommen. SCHLENKER (S. 49) erwähnt, daß er bei verschiedenen Pflanzenarten nach Auftragen von Wuchsstoffpaste auf die Mittelrippe der Blattunterseiten stets nur eine Bewegung und zwar eine Aufwärtskrümmung beobachtete. Auch JURŠIČ (1937) hat die Einwirkung von Heteroauxin auf verschiedene Laub- und Keimblätter untersucht.

Rebblätter reagieren auf Wuchsstoffreiz ebenfalls nur mit einer einzigen Krümmungsbewegung, die nicht mehr rückgängig gemacht werden kann. Trägt man längs der Mittelrippe der Blattunterseiten 0,1% Heteroauxin- oder  $\beta$ -Indolylbuttersäurepaste auf, so rollt sich innerhalb von 24 Stunden der Mittellappen der Blätter mehr oder weniger stark nach oben ein

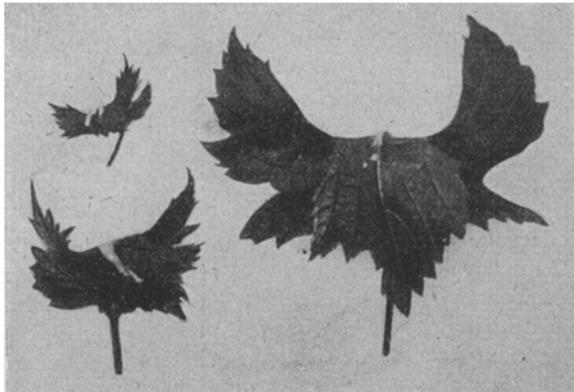


Abb. 3. Junge Guteidelblätter verschiedenen Alters unterseits längs der Mittelrippe mit 0,1%  $\beta$ -Indolylbuttersäurepaste bestrichen, starke Aufwärtskrümmung, bzw. Einrollung des Mittellappens nach 24 Stunden.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

(Abb. 3). Bei jungen Blättern ist die Aufwärtskrümmung so stark, daß die Blattspitze nach hinten zeigt und meist die Blattbasis oder den Blattstiel berührt; der Mittellappen kleiner, eben gerade entfalteter Blättchen kann sich sogar schneckenförmig einrollen und mit der Spitze eine Kreisbewegung um etwa  $360^\circ$  ausführen.

Ältere Weinblätter reagieren nur noch schwach auf Wuchsstoffzufuhr. Bei unterseitiger Applikation durch Paste vollführten die Blätter am 5. bis 8. Knoten unter dem Sproßgipfel meist nur noch schwach hyponastische Bewegungen in Form einer leichten Aufwärtskrümmung des Mittellappens. Noch tiefer stehende Blätter hatten in der Regel die Fähigkeit verloren, auf Wuchsstoffreize anzusprechen, und gleichen darin in jeder Beziehung den Weinranken. Wird Wuchsstoffpaste oberseits längs der Mittelnerven aufgetragen, so reagieren selbst junge, noch nicht ausgewachsene Blätter nur schwach durch eine leichte Abwärtskrümmung, ältere Blätter vom 4. oder 5. Knoten unter der Sproßspitze an überhaupt nicht mehr; dies entspricht den Feststellungen FISCHNICH's (1935) bei *Coleus*. Neben einem erschwerten Eindringen des Wuchsstoffes von der Blattoberseite her, scheint dies auch mit mechanischen Ursachen zusammenzuhängen,

da eine Wachstumsförderung des unterseits weit vortretenden Mittelnerven eine stärkere Krümmung bewirken muß als entsprechende Wachstumsvorgänge im Gewebe der Blattoberseiten. Nach Pastenbehandlung von Blättern beobachtete ich keine Beeinflussung der Nachbarblätter im Hinblick auf Krümmungen oder Stellungsveränderungen.

Werden abgeschnittene Weinblätter mit der Unterseite flach auf Wuchsstofflösungen gelegt, so treten ebenfalls mehr oder weniger starke Aufwärtskrüm-

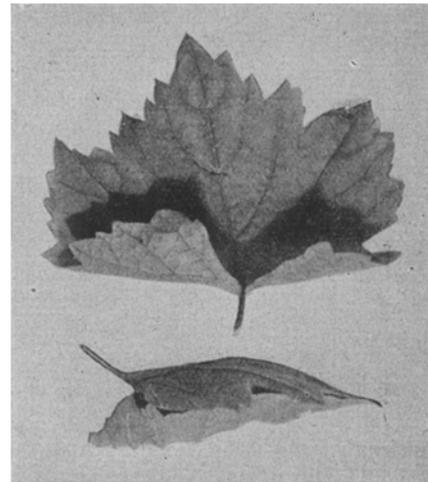


Abb. 4. Krümmungserscheinungen an abgeschnittenen, mit der Unterseite auf Wuchsstofflösung (0,02%  $\beta$ -Indolyllessigsäure) gelegten Rebblättern nach 24 stündiger Einwirkung.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr.

mungen ein (Abb. 4). Bei jungen, noch voll reaktionsfähigen Blättern findet häufig eine vollständige Zusammenfaltung der Spreiten statt. Je nachdem, welche Spreitenteile besonders benetzt werden, vollzieht sich die Faltung in bestimmter Weise. Entweder wird das Blatt median gefaltet und die beiden Blatthälften stoßen oben zusammen oder das Blatt faltet sich quer, indem sich Blattbasis und Spitze des Mittellappens einander nähern. Bei weniger stark reagierenden Blättern krümmen sich nur die Lappenden oder die Basis samt Stiel hoch (vgl. Abb. 4); schließlich können lediglich buckelige Verkrümmungen der Spreiten resultieren, die auf ungleichmäßigem Wachstum des Blattgewebes beruhen.

Krümmungen an Blattstielen durch einseitig aufgetragene Wuchsstoffpaste hervorzurufen, erwies sich als unmöglich. Das Stielgewebe vermag offenbar den Wuchsstoffreiz nicht aufzunehmen. Dagegen kann man durch Behandlung der Unterseiten der Blattstielpolster hyponastische Bewegungen der ganzen Blätter erzielen. Mit 0,1%igen Pasten behandelt, veränderten z. B. Trollingerblätter innerhalb 48 Stunden ihre Stellung so, daß die vorher meist  $\pm$ horizontal oder schräg nach unten gerichteten Blattstiele aufwärts zeigten und zur Sproßachse in einem Winkel unter  $90^\circ$  standen (Abb. 5). In derselben Weise reagieren auch Weinranken, wenn an der Ansatzstelle am Sproß unterseits Wuchsstoffpaste aufgetragen wird. Solche Stellungsveränderungen nach Wuchsstoffgabe vollziehen sich sehr langsam und ohne größeren Aktionsbereich. Auch Krümmungen an Rebsprossen durch einseitig aufgetragene Paste hervorzurufen, ist schwierig. Ich erhielt nur an ganz jungen Achsentteilen unmittelbar unter dem Sproß-

gipfel schwache Reaktionen, selten und undeutlich im Bereich der Internodien, jedoch häufiger und besser an den Knoten. Durch seitlich angebrachte Wachstoffsoppe konnten nach 36—48 Stunden mehr oder

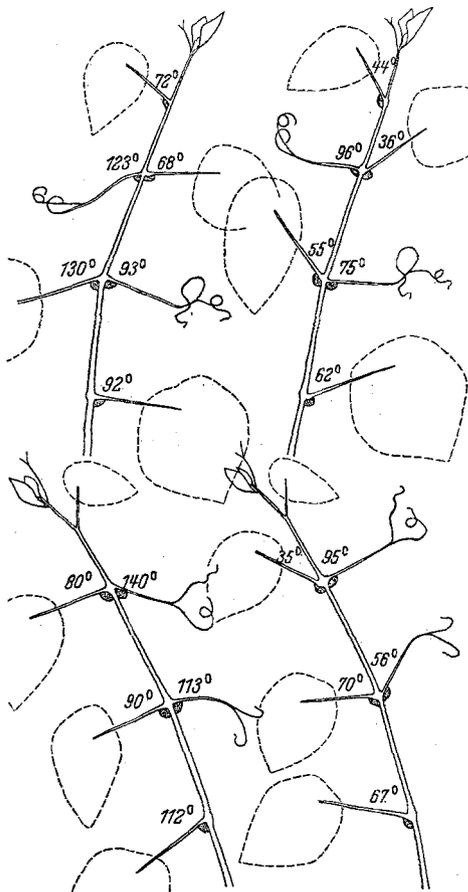


Abb. 5. Veränderung der Blattstellung an 2 Rebsprossen durch Aufwärtsbewegung der Blattstiele und Verkleinerung ihres Stellungswinkels zur Sprossachse nach Auftragen von 0,1% Paste von Heteroauxin (oben) und  $\beta$ -Indolylbuttersäure (unten) auf der Unterseite der Blattstielpolster. Links Ausgangsstellung, rechts Erfolg nach 48stündiger Einwirkung.

weniger große Abknickungen der Sprosse im Knoten erzielt werden. Der von MAI (1934) angegebene Versuch, durch Wachstoffsoppe entspreitete Blattstiele länger am Leben zu erhalten, gelingt auch bei Reben. Es wurden an Gutedelsprossen die Blätter eine Strecke weit entspreitet und den Stielstümpfen Pastenkappen aufgesetzt, die auf der einen Sprosseite — Rebblätter sind bekanntlich zweizeilig wechselständig inseriert, — Heteroauxin- bzw.  $\beta$ -Indolylbuttersäure-haltig waren, auf der anderen Seite zur Kontrolle wachstoffsrei. Im Durchschnitt von jeweils 10 Blattpaaren wurden die Stiele bei Heteroauxinoppe nach 23, bei  $\beta$ -Indolylbuttersäureoppe nach 20 Tagen abgeworfen, bei Wasseroppe bereits nach 10 Tagen. Nach MAI soll der Wachstoffsoppe die Ausbildung eines Demarkationsgewebes an der Stielbasis verhindern.

Alle durch Wachstoffsoppe an Blättern oder Ranken erzeugten Form- oder Richtungsveränderungen scheinen weitgehend irreversibel zu sein, ein Zeichen daß es sich um durch Gewebewachstum fixierte Vorgänge handelt, die bei der Weinrebe weder rückgängig gemacht noch durch eine entsprechende Gegenreaktion ausgeglichen werden können. Im Gegensatz

zu manchen anderen Pflanzen, bei denen nach Ausklängen der Wachstoffsoppe die beeinflussten Organe vielfach in ihre Ausgangsstellung zurückkehren, vermisst man bei der Rebe ein solches Regulationsvermögen. Außerdem fällt auch in den zuletzt geprüften Punkten ihre ziemlich träge Reaktionsfähigkeit auf; in günstigen Fällen sind erst nach vielen Stunden geringe Veränderungen eingetreten. Im Vergleich dazu finden beispielsweise bei *Coleus* schon nach kurzer Zeit starke Krümmungsbewegungen u. dgl. statt. Ranken und Blätter der Weinrebe können nur auf Wachstoffsoppe reagieren, solange sie noch natürlicherweise wachstumsfähig sind; durch Wachstoffsoppezufuhr kann jedoch die infolge Alters verloren gegangene Wachstumsfähigkeit nicht wieder hergestellt werden. Die Reaktionsweise der Weinblätter ist sehr einfach; es wurden keine Anhaltspunkte dafür gefunden, daß bei der Rebe eine supraoptimale, gegensinnige Reaktionen auslösende Wachstoffsoppeanreicherung stattfindet, wie sie FISCHNICH (1935) für *Coleus*-Blätter annimmt. Es ist noch unklar, welches die hauptsächlichliche Ursache für das im allgemeinen träge Reaktionsvermögen der Weinrebe gegenüber Wachstoffsoppe ist. Neben anderen Gründen könnte ein sehr langsames Eindringen einerseits (vielleicht bei Blättern und Ranken) oder rasche Ableitung des aufgenommenen Wachstoffsoppe andererseits (bei Rebsprossen?) in Betracht kommen. In praktischer Hinsicht scheint das etwas schwerfällig anmutende Verhalten der Weinrebe gegenüber künstlicher Wachstoffsoppezufuhr im allgemeinen doch mit einer gewissen Beständigkeit und Nachhaltigkeit einmal erzielter Wirkungen verbunden zu sein.

##### 5. Wurzelbildung an grünen Sprosteilen der Weinrebe.

Versuche zur Anregung der Bewurzelung von einjährigen holzigen Rebestecklingen durch künstliche Wachstoffsoppezufuhr wurden zuletzt wegen der vermuteten praktischen Bedeutung bereits von verschiedener Seite durchgeführt (FISCHNICH 1937, AMLONG u. NAUNDORF 1937, KORDS 1938, AMLONG 1938, MÜLLER-STOLL 1939). Dagegen hat man bislang unverholzte, noch grüne Sprosteile der Weinrebe auf ihre Bewurzelungsfähigkeit nach Wachstoffsoppeapplikation nicht geprüft. Zwar spielen Grünstecklinge gegenüber Schnittholz zu Vermehrungszwecken im praktischen Weinbau keine Rolle; höchstens zur Gewinnung von Versuchsmaterial oder im Interesse einer möglichst raschen Vermehrung bestimmter Pflanzen (Selektionen und Kreuzungen) wird man unter Umständen zu Grünstecklingen greifen. Grüne Rebsprosse bewurzeln sich als Stupfer im allgemeinen schlecht; am besten wachsen sie noch in Torf oder Torf-Sand-Gemisch mit hoher und gleichmäßiger Unterwärme im Gewächshaus an. Die besten Erfolge hat man nach meinen Erfahrungen bei Schnittmaterial, das von ebenfalls im Gewächshaus gezogenen nicht zu alten Topfreben stammt. Dagegen bewurzeln sich Grünstecklinge von Reben aus dem freien Weinberg in der Regel sehr schwer; es interessierte mich daher, ob sich durch Wachstoffsoppebehandlung auch in diesem Fall das Anwachsresultat verbessern läßt. Die guten Erfolge, die besonders von HITCHCOCK u. ZIMMERMAN (1936) sowie LAIBACH

(1937) bei einer Anzahl Pflanzen erzielt wurden, die ohne Wuchsstoffbehandlung nur schwer oder gar nicht als Stecklinge vermehrt werden können, ließen diesen Versuch aussichtsreich erscheinen.

Als Material benutzte ich kräftige, sömmerige Ruten von Trollinger und Müller-Thurgau aus einer städtischen Rebanlage in Stuttgart. Die grünen Sprosse wurden im August zu Stecklingen geschnitten und zwar in der Weise, daß jeder Steckling ein Internodium und zwei Knoten bekam; am oberen Knoten wurde das Blatt belassen, nur die Spreite etwas eingekürzt und Geiztriebe entfernt, der untere Knoten wurde dagegen entblättert. Die Stecklinge habe ich 24 Stunden mit dem Fußteil bis zur halben Höhe in Wuchsstofflösungen eingetaucht und im Gewächshaus in einen Sandkasten mit etwa 30 bis 32° C eingepflanzt. Nach 15 Tagen war die Wurzelbildung so weit vorgeschritten, daß die Versuche ausgewertet werden konnten. Die Auswertung geschah in der Weise, daß nach Ausscheidung der gesunden, gut bewurzelten und zur Weiterkultur geeigneten Pflanzen der Rest der Stecklinge in zwei Gruppen geteilt wurde, nämlich in solche, die infolge von Fäulnis abgestorben und solche, die zwar unbewurzelt aber noch gesund waren. Bei letzteren bestand bei Versuchsabschluß kaum Aussicht, daß sie sich noch bewurzelt hätten.

Die Versuche lieferten recht günstige Ergebnisse (Tabelle 5). Bei Grünstecklingen der Weinrebe scheint die Anwachs-förderung durch Wuchsstoffe bei geeigneter Wahl der Bedingungen anteilmäßig noch besser zu gelingen als bei holzigen Stecklingen. Bei

Tabelle 5. Bewurzelung von Grünstecklingen von Trollinger und Müller-Thurgau nach Vorbehandlung mit Heteroauxinlösungen verschiedener Konzentration (24stündiges Eintauchen). Versuchsbeginn 23. 8. 1938, ausgewertet nach 15 Tagen.

Rebsorte	Heteroauxin-konzentration	Gesamt-zahl der Stecklinge	Ergebnis		
			Ausfall durch Fäulnis	ohne Wurzeln noch lebend	gut bewurzelte Pflanzen
Trollinger	0,02 %	160	30%	67%	3%
	0,01 %	160	10%	73%	17%
	0,005 %	160	7%	33%	60%
	0,0025 %	160	3%	47%	50%
	unbehandelt	160	0%	77%	23%
Müller-Thurgau	0,005 %	150	26%	28%	46%
	unbehandelt	150	12%	68%	20%

Trollinger fand ich beispielsweise nach Behandlung mit 0,005 %  $\beta$ -Indolylessigsäure 60 % gut bewurzelte Stecklinge gegenüber 23 % im Kontrollversuch mit Wasserbehandlung. Dies bedeutet eine Mehrleistung von 37 %, während ich früher bei holzigen Weinstecklingen unter zahlreichen Versuchen als Höchstwert eine Anwachssteigerung um 27,5 %, im Durchschnitt von 12 Versuchsreihen jedoch nur eine Mehrleistung durch Wuchsstoffzufuhr von 12,6 % erhielt (MÜLLER-STOLL 1939 S. 130/31). 0,005 % Heteroauxin hat nach 24stündiger Vorbehandlung bei Trollinger-Grünstecklingen das beste Ergebnis gebracht (vgl. Abb. 6), aber auch durch 0,0025 %ige Lösung wurde der Anwachs noch um 27 %, nämlich von 23 % (Kontrollwert) auf 50 % erhöht. Hohe Heteroauxingaben schädigten dagegen in steigendem Maße; bei 0,01 %  $\beta$ -Indolylessigsäure wurden noch 17 %, bei 0,02 % nur 3 % brauchbare Stecklinge gewonnen. Ein Versuch mit Grünstecklingen von Müller-Thurgau lieferte bei gleicher Behandlungsweise wie

bisher und 0,005 % Heteroauxin 46 % bewurzelte Pflanzen gegenüber 20 % im Kontrollversuch, somit eine Steigerung um 26 %. Bei richtiger Versuchsanstellung darf man also bei grünen Weinstecklingen einen hohen Anfall an gut bewurzelten Pflanzen nach Wuchsstoffapplikation erwarten, im allgemeinen sogar einen höheren als bei Stecklingen aus einjährigem Schnittholz. Wenn eine Vermehrung von Rebpfanzen durch Grünstecklinge irgendwie wünschenswert erscheint, kann eine Wuchsstoffbehandlung mit guter Erfolgsaussicht durchgeführt werden.

Wenn man in dem besprochenen Konzentrationsversuch mit Trollinger-Stecklingen die durchschnittliche Anzahl der bei den angewachsenen Pflanzen gebildeten Wurzeln betrachtet und jeweils auf 100 Stecklinge umrechnet, erhält man folgende Zahlen:

Heteroauxin %:	0,02	0,01	0,005	0,0025	0,0
Wurzelzahl pro					(Kontrolle)
100 Pflanzen:	1150	560	522	253	214

Die relative Anzahl der Wurzeln steigt also mit der Konzentration an und erreicht ihren höchsten Wert bei 0,02 % Heteroauxin, obwohl hier das Anwachs-ergebnis als solches am schlechtesten war; bei den wenigen Stecklingen, die sich hier nur entwickeln konnten, wurden außerordentlich viele Wurzeln angelegt. In den für den Anwachs günstigen Konzentrationsstufen war die Wurzelbildung um vieles schwächer, jedoch erheblich besser als im Kontrollversuch. Dies bestätigt die früher an holzigen Weinstecklingen gemachte Feststellung (MÜLLER-STOLL 1939 S. 139), daß das beste Anwachs-ergebnis keineswegs mit der zahlenmäßig am stärksten geförderten Wurzelentwicklung zusammenfällt. Ist die Wurzelbildung anteilmäßig besonders groß, so scheinen sich auf der anderen Seite die schädlichen Einflüsse der Wuchsstoffgaben bereits so stark auszuwirken, daß das allgemeine Anwachs-ergebnis dadurch  $\pm$  herabgedrückt wird. In bezug auf die Größe der gebildeten Wurzeln haben die Konzentrationen 0,01 und 0,005 % mit 30—40 mm maximaler Wurzellänge am besten

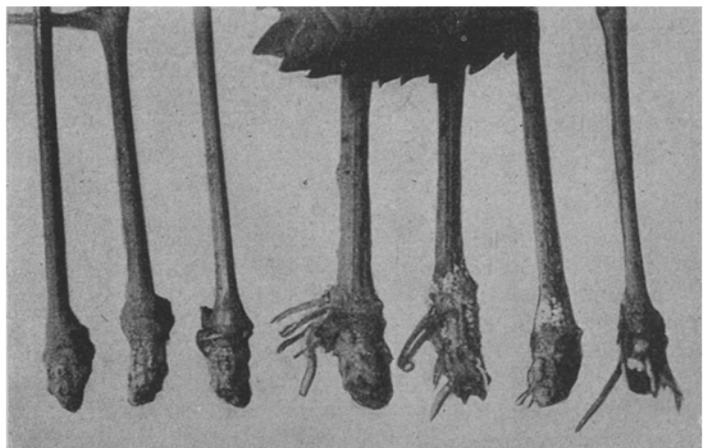


Abb. 6. Bewurzelungserfolg bei Trollinger-Grünstecklingen nach 24-stündiger Vorbehandlung mit 0,005 % Heteroauxinlösung. Links 3 Stecklinge unbehandelt, rechts 4 Stecklinge behandelt im Alter von 15 Tagen.

abgeschnitten; nach oben und unten nahmen die Werte rasch ab und betragen bei der Kontrolle nur noch 3 mm.

Der schädliche Einfluß zu starker Wachsstofflösungen äußerte sich nicht nur in einem schlechteren Anwachs-ergebnis, sondern auch durch sehr hohe Fäulnisprozente. In den unbehandelten Versuchen faulten wenige oder gar keine Pflanzen. Bei Behandlung stieg mit der applizierten Wachsstoffmenge auch der Ausfall durch Fäulnis rasch an (vgl. Tab. 5) und war auch bei den erfolgreichen Konzentrationen (0,005 und 0,0025%) höher als bei den Kontrollen, wurde aber durch das günstige Endresultat wieder mehr als ausgeglichen. Durch zu hohe Heteroauxingaben werden die äußeren Gewebepartien der behandelten Sproßabschnitte offenbar geschädigt oder teilweise abgetötet, so daß in starkem Maße Fäulnisbakterien eindringen können. Es scheint aber, daß auch bei im Endergebnis günstig wirkenden Wachsstoffkonzentrationen ein Teil der Stecklinge geschädigt wird und durch Fäulnis verloren geht.

Bei allen behandelten Stecklingspflanzen war die Wachsstoffwirkung an einer mehr oder weniger starken Verdickung des Fußteiles zu erkennen, und zwar ebenso bei den bewurzelten Exemplaren als auch bei den nicht bewurzelten, noch lebenden und z. T. auch bei durch Fäulnis abgängigen Pflanzen (Abb. 7). Die keulenförmigen Auftreibungen an der Basis zeigten sich besonders stark bei den höchsten Wachsstoffgaben. Während die Kontrollpflanzen keine basale Geschwulst bildeten, blieben hier alle Blätter am apikalen Ende erhalten; mit Zunahme der Anschwellungen nach Behandlung wurden

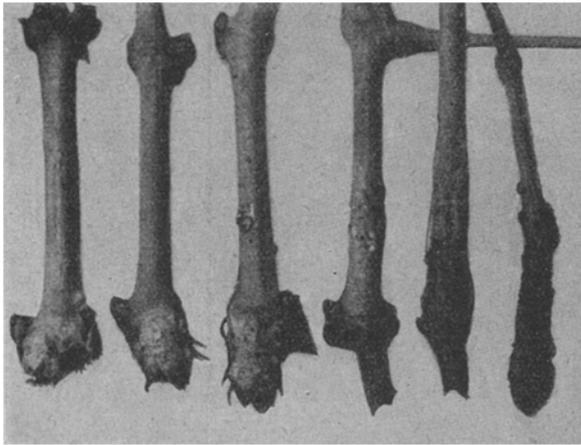


Abb. 7. Keulenförmige Verdickungen (links) und starke Fäulnis (rechts) am Fußteil von Müller-Thurgau-Grünstecklingen nach Vorbehandlung mit 0,01% Heteroauxinlösung.

dagegen in steigendem Maße die Blätter abgeworfen, nach hohen Heteroauxingaben fast bei allen Stecklingen. Dieser korrelative Zusammenhang scheint auf einem Abtransport von Baustoffen aus dem Blatt nach der Basis zur Anlage des Verdickungsgewebes zu beruhen. Neben den keulenförmigen Anschwellungen, durch die die Achsenteile oft das Doppelte ihres ursprünglichen Durchmessers erreichten, bildeten sich auch unregelmäßige, warzige Wucherungen an der Oberfläche der Sprosse, die zwar auch bei unbehandelten Pflanzen vorkommen, sich aber nach Wachsstoffgabe ungleich viel stärker zeigten (vgl. Abb. 6). Das warzige, rauhe Aussehen der betreffenden Teile wird durch kallöse Zellwucherungen der Epidermis, bzw. des primären Rindengewebes (vgl. CZAJA 1935, JOST und REISS 1936) hervorgerufen. Die keulenförmigen oder knolligen Sproßverdickungen beruhen dagegen in der Hauptsache auf einem durch Wachsstoffzufuhr induzierten, anormalen sekundären Dickenwachstum, ähnlich wie ich es als kambiale Geschwulstbildung bei holzigen Rebsprossen bereits beschrieben habe (MÜLLER-STOLL 1939 S. 141).

Es gehört zu den anschaulichsten Versuchen auf dem Gebiet der Wachsstoffe, an intakten Pflanzen sproßbürtige Wurzeln zu erzeugen; bei einer Reihe von Objekten wurden in dieser Beziehung vor allem durch Wachsstoffpaste günstige Ergebnisse erzielt (vgl. LAIBACH u. FISCHNICH 1935). Ich versuchte daher, an bewurzelten grünen Rebsprossen

durch entsprechende Behandlung ebenfalls Wurzelbildung hervorzurufen. Zunächst wurde 0,1%ige Heteroauxinpaste an jungen Topfreben von Silvaner, Riesling, Müller-Thurgau und Berl.  $\times$  Rip. 5 BB geprüft. Die Paste wurde einseitig als kurzer Streifen oder ringförmig in verschiedener Höhe der Sprosse aufgetragen. Die Versuchspflanzen standen unter Glasglocken im Gewächshaus, um die Luftfeuchtigkeit möglichst hoch zu halten. Alle Bemühungen blieben jedoch erfolglos. Vielleicht wäre es bei Verdunkelung der pastenbestrichenen Sproßteile doch noch zur Wurzelbildung gekommen, doch wurde die Frage bei dieser Versuchsordnung nicht weiter verfolgt.

Schließlich versuchte ich durch Vorbehandlung interkalärer Stengelabschnitte mit starken Wachsstofflösungen zum Ziel zu kommen. Entblätterte, 6—7 cm lange Sproßstrecken von horizontal gelegten Topfreben wurden während 24 Stunden in halben Petrischalen mit Lösung gebadet; danach wurden die Sprosse wieder in senkrechte Lage gebracht. Auch jetzt blieb der Erfolg noch aus, wenn die behandelten Sproßteile nicht besonders geschützt wurden; Aufstellung unter normalen Gewächshausbedingungen genügte nicht im Gegensatz zu Tomaten und anderen Pflanzen. Am besten gelang die Erzeugung sproßbürtiger Wurzeln, wenn man die behandelten Sproßabschnitte mit Taschen aus paraffiniertem Papier umhüllte. Die Taschen waren von 2,5 cm lichter Weite, oben offen und unten bis auf den Durchlaß für den Stengel geschlossen; sie wurden mit dauernd feucht gehaltenem Sägemehl gefüllt. Ich habe an einem Rebsproß 2 oder 3 solcher Taschen übereinander angebracht und die eingeschlossenen Stengelabschnitte verschieden behandelt (im Kontrollversuch nur mit Wasser). Zwischen den einzelnen Taschen blieben immer längere Strecken beblättert und ohne

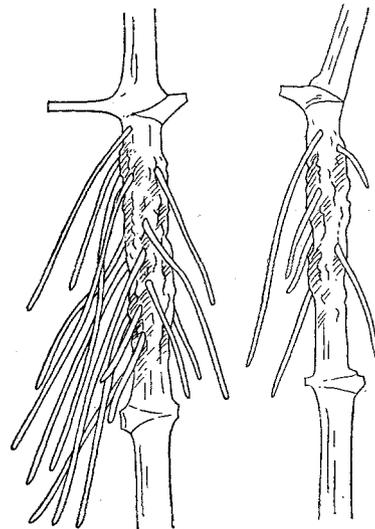


Abb. 8. Sproßbürtige Wurzeln an grünen interkalären Achsenabschnitten von Topfreben nach Vorbehandlung mit 0,02% Lösung von Heteroauxin (links) und  $\beta$ -Indolylbuttersäure (rechts) nach 21 Tagen; Behandlungsstellen waren in Papierhülsen mit feuchtem Sägemehl eingeschlossen.

jeden Eingriff. Nach 3—4 Wochen waren an den vorbehandelten Sproßteilen (Internodien und Knoten) mehr oder weniger reichlich Wurzeln gebildet worden (Abb. 8). Unterschiede in der Wurzelherzeugung

zwischen Heteroauxin und  $\beta$ -Indolylbuttersäure jeweils in Konzentrationen von 0,05 und 0,02 % wurden nicht festgestellt. Allerdings unterblieb häufig jegliche Wurzelbildung; bei dem geprüften Material standen die erfolgreichen Behandlungen zu den erfolglosen etwa im Verhältnis 1:4. In wasserbehandelten Kontrollversuchen wurde bei den benutzten Versuchspflanzen (Topfreben mit einem einzigen, senkrecht stehenden Trieb) nie Wurzelbildung beobachtet. Doch könnten unbehandelte Sproßabschnitte nach noch längerem Verbleiben in feuchter Sägemehlpackung gelegentlich einige Wurzeln bilden. Das in der Praxis zu Vermehrungszwecken früher viel, heute kaum mehr geübte „Vergruben“ von Rebruten ist nichts anderes als eine Erzeugung sproßbürtiger Wurzeln; allerdings liegen hier die physiologischen Voraussetzungen insofern anders, als es sich dabei um in horizontaler Lage in Erde eingeschlagene verholzte Triebe handelt.

Ein ähnliches, wenn auch zahlenmäßig nicht so günstiges Ergebnis wie mit Papierhüllen erhielt ich, wenn über die behandelten Achsenabschnitte ein weites Glasrohr geschoben, beiderseits mit Watte und Kakaobutter möglichst abgedichtet wurde und durch eine nasse Filtrierpapiereinlage für die nötige Feuchtigkeit gesorgt war. Zweckmäßigerweise mußten die Röhren mit schwarzem Papier verdunkelt werden, da bei der Rebe im Gegensatz zu anderen Objekten (vgl. DORFMÜLLER u. MEVIUS 1937, FISCHNICH 1937 a) die Hemmungswirkung des Lichtes auf die Wurzelbildung durch Wuchsstoffgabe kaum kompensiert zu werden scheint. Doch gelang es nicht, an apikalen Sproßstrecken nach Entfernung des Triebgipfels nach dieser Methode Wurzelbildung hervorzurufen; es trat nach einiger Zeit stets Fäulnis ein. Es scheint also unmöglich zu sein, bewurzelte Rebsprosse durch Wuchsstoffzufuhr soweit polar umzustimmen, daß am apikalen Ende sproßbürtige Wurzeln erzeugt werden; dies gelingt offenbar nur an interkalaren Achsenabschnitten. Die Versuche beleuchten wiederum die Tatsache, daß die Rebe verhältnismäßig schwer auf Wuchsstoffe anspricht; so werden sproßbürtige Wurzeln nach Wuchsstoffzufuhr nur bei Einhaltung günstigster Außenbedingungen für das Wurzelwachstum (hohe Feuchtigkeit, Verdunkelung) gebildet.

## 6. Einwirkung von Wuchsstoffen auf Weinbeeren.

Unsere Kenntnisse über die Anwendungsmöglichkeiten künstlicher Wuchsstoffgaben bei Blüten und Früchten sind noch gering. Zwar ist bekannt, daß Wuchsstoffe auch auf die reproduktive Phase der Pflanzen von Einfluß sind. So konnte nach HITCHCOCK und ZIMMERMAN (1935) Tabak durch Wuchsstoffdüngung früher zum Blühen gebracht werden; AMLONG und NAUNDORF (1937) erzielten durch Aufspritzen von Heteroauxinlösungen auf das Laub von *Raphanus* schnellere und bessere Ausbildung der Blüten. Auch Bios-Wuchsstoffe, wie Hefeextrakt, sollen als Düngung günstig auf Blüten und Fruchtentwicklung einwirken; als Beispiel sei auf die erfolgreichen Versuche von VIRTANEN und v. HAUSEN (1933, 1934) mit Erbsen hingewiesen. Am wichtigsten sind die Versuche von DOLLRUS (1936) und GUSTAVSON (1936) zur Erzielung parthenocarper Fruchtentwicklung durch künstliche Wuchsstoffzufuhr. Der erste Autor hat aus jungen Fruchtknoten verschiedener Pflanzenarten die Samenanlagen operativ entfernt und Heteroauxinpaste eingebracht; der zweite Autor behandelte unbestäubte Fruchtknoten verschiedener Gewächse äußerlich mit Pasten von Heteroauxin und anderen synthetischen Wuchsstoffen.

In beiden Fällen entwickelten sich parthenocarpe Früchte, die meist nahezu die Größe normaler Früchte erreichten. Neuerdings hat HERBST (1939) den Einfluß von Heteroauxin auf Tomaten untersucht und in einigen Fällen Reifebeschleunigung und verbessertes Größenzwachstum bei normalen Früchten erzielt, ferner in Bestätigung der Befunde GUSTAVSON's durch Behandlung unbefruchteter, dem Absterben naher Fruchtknoten ausgereifte kernlose Tomaten.

Es wurden einige orientierende Wuchsstoffversuche mit Weintrauben durchgeführt, um zunächst einmal die auf diesem Gebiet liegenden Möglichkeiten abzutasten. Ich muß betonen, daß die Befunde weder die Frage ausreichend beleuchten, noch zur praktischen Auswertung geeignet sind. Immerhin liefern sie verschiedene Anhaltspunkte für eine spätere genaue Überprüfung des Problems. Ich arbeitete nur mit Wuchsstofflösungen, da sie die behandelten Traubenbeeren in keiner Weise in ihrem Gebrauchswert beeinträchtigen. Nach Besprühen junger Weintrauben mit Heteroauxinlösungen ist keine über das Normale hinausgehende Größenentwicklung der Beeren eingetreten. Die Sprühversuche wurden an Freilandreben von Gutedel und Neuburger mit 0,05 und 0,1 Prozent. Lösungen durchgeführt und zwar durch 5maliges gleichmäßiges Bespritzen von je 10 normalen Trauben gleichartiger Insertion in 2tägigem Abstand. In der ersten Versuchsreihe fand die Behandlung vom 2.—11. 7. 1937 statt und begann, als die Beerchen Erbsengröße erreicht hatten; in der zweiten Versuchsreihe fiel das Besprühen in die Zeit des Reifebeginns (Weichwerdens) der Beeren, 8.—17. 8. 1937. Im Vergleich zu unbehandelten Kontrollpflanzen war keine Zunahme des durchschnittlichen Beerengewichtes, bestimmt an jeweils 100 normalen Beeren kurz vor der Lese am 3. 10. 1937, festzustellen. Dagegen konnte ich bei der zweiten Versuchsreihe (Behandlung zur Zeit des Weichwerdens) eine Reifebeschleunigung beobachten, während in der ersten Versuchsreihe die Wuchsstoffgabe ganz ohne Einfluß auf die Traubenentwicklung zu sein schien. An zu jungen Beeren appliziert, wirkt offenbar das Heteroauxin nicht nachhaltig genug, und eine etwa vorhandene Wirkung wird bald ausgeglichen. Im zweiten Fall ergaben jedoch Mostgewichtsbestimmungen mit Hilfe des Handzuckerrefraktometers von Zeiss im Durchschnitt von jeweils 30 untersuchten Beeren am 28. 9. 1937 folgende Werte:

	Gutedel	Neuburger
behandelt mit 0,05% Heteroauxin . . . . .	78°	79° nach Oechsle
behandelt mit 0,1% Heteroauxin . . . . .	77°	80° nach Oechsle
unbehandelt . . . . .	69°	73° nach Oechsle

Die Versuche wurden in einer geringen Weinlage durchgeführt und ergaben also etwa 6 Wochen nach der Behandlung eine Erhöhung der Mostgewichte um 7—9 Oechsle-Grade über die Kontrollwerte.

Angeregt durch die Versuche von GUSTAVSON versuchte ich durch Wuchsstoffzufuhr parthenocarpe Beerenanlagen zur Entwicklung zu bringen. Geschme von Gutedel und Spätburgunder wurden vor dem Aufblühen kastriert und in Pergamenthüllen eingebeutel, so daß keine Befruchtung eintrat. Ein Teil der Fruchtknoten fiel ab, die übrigen entwickelten sich zu kleinen Kümmerbeerchen, die im Höchstfall eine Größe von 4,5—6 mm im Durchmesser erreich-

ten. 20 Tage nach erfolgter Kastration besprühte ich die Fruchststände 7mal in täglichem Abstand mit 0,1% Heteroauxinlösung mit dem Erfolg, daß die Fruchtanlagen stark zu wachsen begannen und bis zum Eintritt der allgemeinen Reife sich zu kernlosen, den normalen Beeren an Größe nur wenig nachstehenden Früchten entwickelt haben.

Ein zweiter Versuch mit natürlicherweise „verrieselten“ Trauben der Sorten Traminer und Riesling bestätigte diesen Befund. Das „Durchrieseln“ besteht bekanntlich darin, daß ein  $\pm$  großer Teil der Fruchtanlagen einer Traube infolge von Störungen bei der Bestäubung nicht zur normalen Entwicklung gelangt, sondern nur kleine, parthenokarpe Kümmerbeeren bildet, die keinerlei praktischen Wert besitzen. Bei ungünstiger Witterung zur Zeit der Reblüte können große Ertragsausfälle durch „Verrieseln“ eintreten. Die Behandlungsart war die gleiche wie im vorigen Versuch mit künstlich durch Kastration und Einbeuteln zum „Verrieseln“ gebrachten Fruchtanlagen. Die Besprühung fand etwa 4 Wochen nach der Hauptblüte statt, als der Unterschied zwischen normalen und „verrieselten“ Beeren bereits deutlich sichtbar war. Zum Versuch wurden Trauben ausgewählt, die nur wenige normal entwickelte Beeren besaßen, in der Hauptsache aber unbefruchtete Kümmerbeeren. Letztere entwickelten sich nach Behandlung recht gut und erreichten bis zum 2. 9. 1937 etwa  $\frac{3}{4}$  der Größe normaler Beeren. Eine zu diesem Zeitpunkt durchgeführte gewichtsmäßige Bestimmung ergab für kernlose „verrieselte“ Beeren von Traminer nach Behandlung ein Gewicht von 38 g für 25 Stück gegenüber 9,2 g für die gleiche Zahl unbehandelte „verrieselte“ Beerchen und 44 g für 25 normal befruchtete Traminerbeeren; bei Riesling wurden im entsprechenden Versuch folgende Werte gefunden: normale Beeren 39 g, „verrieselte“ unbehandelt 7,6 g, „verrieselte“ behandelt mit 0,1% Heteroauxin 32 g für je 25 Beeren. Es ergab sich somit im Beerengewicht ein Nutzeffekt um ein Mehrfaches des Kontrollwertes, so daß in der Tat eine namhafte Ertragssteigerung bei „verrieselten“ Trauben durch Wachsstoffzufuhr im Bereich der Möglichkeit läge. Über die qualitative Beschaffenheit der durch Heteroauxin zur Entwicklung gebrachten parthenokarpen Beeren wurden keine Feststellungen getroffen; man darf jedoch annehmen, daß sie normal befruchteten Beeren in dieser Hinsicht ziemlich gleich sind.

Zusammenfassend ist also zu sagen, daß durch Wachsstoffbehandlung von Weintrauben sowohl eine Reifebeschleunigung bei normalen Beeren als auch eine Entwicklungsanregung bei „verrieselten“, parthenokarpen Beeren erreicht wurde. Um ein endgültiges Urteil über den praktischen Wert dieser Befunde abgeben zu können, müssen die Versuche auf breiterer Grundlage wiederholt werden. Immerhin wäre es denkbar, daß Wachsstoffe zur Reifebeschleunigung bei Trauben, bzw. zur Verbesserung der Traubenausreife besonders unter ungünstigen klimatischen Bedingungen oder in geringen Lagen u. U. praktische Verwendung finden können. Andererseits könnten die schädlichen Folgen schlechter Witterung zur Blütezeit der Reben durch Induktion parthenokarper Beerenentwicklung mit Hilfe von Wachsstoffen einen gewissen Ausgleich erfahren. Da das ganze Problem sich zunächst noch im Versuchs-

stadium bewegen dürfte, kann vorläufig die Frage der Wirtschaftlichkeit beiseite gelassen werden, die gegenwärtig in vielen Fällen eine Verwendung synthetischer Wachsstoffe in der Praxis undiskutabel erscheinen läßt. Man darf aber erwarten, daß mit dem weiteren Ausbau der Wachsstoffforschungen nach der praktischen Seite hin sich auch günstigere wirtschaftliche Voraussetzungen ergeben werden.

## 7. Zusammenfassung.

1. Durch Vorbehandlung mit wässrigen Lösungen synthetischer Wachsstoffe (Heteroauxin und  $\beta$ -Indolylbuttersäure) und Auslegen in wachsstofffreiem Keimbett konnte die Keimfähigkeit von Weinsamen in gewissem Ausmaß gesteigert werden. Auch unter günstigsten Keimungsbedingungen in Gartenerde bewirkt Wachsstoffbeizung eine Erhöhung der Keimprozentage. Die Samenbehandlung übt keine nachhaltige Wirkung auf das Wachstum von Rebkeimlingen aus, das nur anfänglich etwas gefördert wird. Der Erfolg einer Wachsstoffapplikation war unter den gewählten Bedingungen bei Rebsamen verhältnismäßig gering; die möglichen Gründe hierfür werden diskutiert.

2. Nach mehrmaligem Bepinseln oder Besprühen mit Lösungen synthetischer Wachsstoffe ergab sich bei jungen Rebsämlingen eine deutliche, jedoch nicht sehr starke Förderung des Sproßlängenwachstums und Erhöhung der Substanzproduktion. Dagegen gelang es nicht, durch Wachsstoffdüngung die Keimlingsentwicklung zu beschleunigen.

3. Weinranken vollführen nach einseitigem Auftragen von Wachsstoffpaste negative Krümmungsbewegungen, deren Stärke vom Zustand und Alter der Ranken abhängig ist. Bei jungen, noch nicht ausgewachsenen Reblättern erfolgt nach Bestreichen der Mittelrippe der Unterseiten mit Wachsstoffpaste hyponastische Krümmung bzw. Einrollung des Mittelrippens; oberseits aufgetragen ist die Wirkung der Paste nur gering. Ältere Blätter oder Ranken reagieren schwach oder überhaupt nicht, da mit dem Verlust der Wachstums- bzw. Rankfähigkeit auch das Reaktionsvermögen auf Wachsstoffreize verloren geht. Durch künstliche Wachsstoffzufuhr wird die Wachstumsfähigkeit dieser Organe nicht wieder hergestellt. Die durch Wachsstoffe bewirkten Krümmungserscheinungen an Weinranken und -blättern werden weitgehend durch Wachstum fixiert und können kaum mehr ausgeglichen oder rückgängig gemacht werden.

4. Durch Vorbehandlung von Stecklingen aus grünen Rebtrieben (Grünstecklingen) mit Wachsstofflösungen ist es möglich, eine bessere und raschere Bewurzelung und einen wesentlich höheren Anfall an brauchbaren Stecklingspflanzen zu erzielen. Das günstigste Ergebnis lieferte 0,005% Heteroauxin bei 24stündiger Vorbehandlung; stärkere Lösungen waren  $\pm$  schädlich. Zur Erzeugung sproßbürtiger Wurzeln an intakten Topfreben war Wachsstoffpaste ungeeignet; dagegen gelang der Versuch nach Vorbehandlung interkalärer Sproßstrecken mit Wachsstofflösungen. Dabei war es notwendig, günstige Außenbedingungen für die Wurzelbildung in bezug auf Feuchtigkeit und Belichtung durch besondere Umhüllung der behandelten Triebabschnitte einzuhalten.

5. Durch wiederholtes Besprühen mit Heteroauxinlösungen konnte die Ausreife von Traubenbeeren be-

schleunigt werden, so daß sich um 7—9 Oechslegrade höhere Mostgewichte als im Kontrollversuch ergaben. Durch natürliches Verrieseln der Blüte entstandene oder durch Kastration künstlich erzeugte parthenokarpe, kernlose Kümmerbeeren lassen sich durch Wuchsstoffbehandlung zum Wachstum anregen, so daß sie zur Zeit der Traubenreife normal befruchteten Weinbeeren in der Größe nur wenig nachstehen. Zur praktischen Auswertung der Befunde bedarf es weiterer Versuche.

6. Die Untersuchungen erstrebten einen Überblick über die Reaktionsfähigkeit der Weinrebe in ihren einzelnen (nicht verholzten) Teilen gegenüber künstlicher Wuchsstoffzufuhr. Die Rebe spricht im Vergleich zu anderen Pflanzen fast durchweg träge und ziemlich schwach auf Wuchsstoffreize an; die Gründe hierfür sind im einzelnen noch unbekannt.

#### Literatur.

1. AMLONG, H. U.: Ber. dtsch. bot. Ges. 56, 239 (1938).
- 2. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Forschungsdienst 4, 417 (1937).
- 3. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Forschungsdienst 5, 292 (1938).
- 4. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Gartenbauwiss. 12, 118 (1938 a).
- 5. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Die Wuchshormone in der gärtnerischen Praxis. Berlin 1938 b.
- 6. AMLONG, H. U. und G. NAUNDORF: Forschungsdienst 7, 465 (1939).
- 7. BORESCH, K.: Jb. Bot. 86, 315 (1938).
- 8. BORISS, H.: Ber. dtsch. bot. Ges. 54, 472 (1936).
- 9. BOSIAN, G.: Wein u. Rebe 20, 299 (1938).
- 10. CHOLODNY, N.: Planta (Berl.) 23, 289 (1935).
- 11. CZAJA, A. TH.: Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 197 (1935).
- 12. DAVIES, W., G. A. ATKINS und P. C. B. HUDSON: Ann. Bot., n. ser. 1, 329 (1937).
- 13. DOLLFUS, H.: Planta (Berl.) 25, 1 (1936).
- 14. DORFMÜLLER, W. und W. MEVIUS: Ber. dtsch. bot. Ges. 55, 131 (1937).
- 15. EVENARI, M. und E. KONIL: Palest. J. Bot. 1, B (1938).
- 16. FISCHNICH, O.: Planta (Berl.) 24, 552 (1935).
- 17. FISCHNICH, O.: Angew. Bot. 19, 522 (1937).
- 18. FISCHNICH, O.: Ber. dtsch. bot. Ges. 55, 279 (1937 a).
- 19. GREENFIELD, S. S.: Amer. J. Bot. 24, 494 (1937).
- 20. GUSTAVSON, F. G.: Proc. nat. Acad. Sci. USA. 22, 628 (1936).
- 21. HERBST, W.: Gartenbauwiss. 12, 520 (1939).
- 22. HITCHCOCK, A. E. und P. W. ZIMMERMAN: Contrib. Boyce Thompson Inst. 7, 447 (1935).
- 23. HITCHCOCK, A. E. und P. W. ZIMMERMAN: Contrib. Boyce Thompson Inst. 8, 63 (1936).
- 24. JOST, L. und E. REISS: Z. Bot. 30, 335 (1936).
- 25. JURISIČ, J.: Anz. Akad. Wiss. Wien., math.-naturwiss. Kl. 74, 97 (1937).
- 26. KORDES, H.: Gartenbauwiss. 11, 545 (1938).
- 27. LAIBACH, F.: Ber. dtsch. bot. Ges. 51, 386 (1933).
- 28. LAIBACH, F.: Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 359 (1935).
- 29. LAIBACH, F.: Gartenbauwiss. 11, 65 (1937).
- 30. LAIBACH, F. und O. FISCHNICH: Ber. dtsch. bot. Ges. 53, 528 (1935).
- 31. LAIBACH, F. und F. MEYER: Senckenbergiana 17, 73 (1935).
- 32. LOEHWING, W. F.: und L. C. BAUGUËSS Science 84, 46 (1936).
- 33. MAI, G.: Jb. Bot. 79, 681 (1934).
- 34. MÜLLER-STOLL, W. R.: Angew. Bot. 20, 218 (1938).
- 35. MÜLLER-STOLL, W. R.: Gartenbauwiss. 13, 127 (1939).
- 36. MÜLLER-STOLL, W. R.: Gartenbauwiss. 14, 151 (1940).
- 37. OVERBEEK, J. VAN: Rec. trav. bot. néerl. 30, 537 (1933).
- 38. PFAHLER, E.: Jb. Bot. 86, 675 (1938).
- 39. POHL, R.: Planta (Berl.) 23, 523 (1935).
- 40. POHL, R.: Planta (Berl.) 25, 720 (1936).
- 41. SCHLENKER, G.: Die Wuchsstoffe der Pflanzen. München-Berlin 1937.
- 42. SCHLENKER, G. und G. MITTMANN: Jb. Bot. 83, 315 (1936).
- 43. SKOOG, F.: Amer. J. Bot. 25, 361 (1938).
- 44. THIMANN, K. V. und R. H. LANE: Amer. J. Bot. 25, 535 (1938).
- 45. TOVARNITSKIJ, V. I. und T. L. RIRKIND: C. r. Acad. Sci. USSR., n. ser. 15, 363 (1937).
- 46. VIRTANEN, A. I. und S. V. HAUSEN: Nature 132, 408 (1933).
- 47. VIRTANEN, A. I. und S. V. HAUSEN: Nature 133, 383 (1934).

(Aus den Arbeiten der Fachgruppe „Qualitätsermittlung“ des Verbandes deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. Vorsitzender: Prof. Dr. W. SCHUPHAN.)

## Die physiologischen Veränderungen einiger Wertstoffgehalte der Kopfkohlarten (*Brassica oleracea* L.) während der Winterlagerung im Mikro-Lagerungsversuch<sup>1</sup>.

Von HELGA KÜHNE, Hamburg.

Mit 24 Textabbildungen.

### A. Einleitung.

Als Vitamin C-Träger spielen bekanntlich in der Ernährung Gemüse und Obst eine überragende Rolle. Während das Problem einer ausreichenden Vitamin C-Versorgung im Sommer im allgemeinen leicht zu lösen ist, verursacht dies im Winter, noch mehr aber im Frühjahr bis zum Anschluß an die neue Ernte, doch recht erhebliche Schwierigkeiten. So steht während dieser Zeit frisches Obst nicht in genügenden Mengen zur Verfügung. Außerdem enthalten die noch am leichtesten zugänglichen Winterobstarten, insbesondere Äpfel und Birnen — im Gegensatz zu einigen nur im Sommer verfügbaren Beerenobstarten (schwarze Johannisbeeren, Erdbeeren usw.) — nur relativ unbedeutende Mengen an Vitamin C. Dies ist aus der Tabelle 1 klar ersichtlich.

Hiernach dürfte durch Winterobst allein der Vitamin C-Bedarf der Bevölkerung nicht zu decken sein. Es ergibt sich also die Forderung, andere hochwertige natürliche Vitamin C-Träger konsequent in die Ernährung einzuschalten. Nur ihre Anwesenheit vermag die gefährlichen Auswirkungen der C-Hypovitaminose (Frühjahrs Müdigkeit, Anfälligkeit gegen Infektionskrankheiten) und die eigentliche C-Avitaminose mit folgenschweren Gesundheitsschädigungen zu verhindern.

Die Kartoffel nimmt als Vitamin C-Quelle durch den regelmäßigen und mengenmäßig erheblichen Verbrauch (trotz eines nur mäßigen Vitamin C-Gehaltes) eine Sonderstellung ein und ist in Notzeiten oftmals fast der einzige ins Gewicht fallende Vitamin C-Lieferant. Neben der Kartoffel dürfte lagerfähiges Wintergemüse das wichtigste Reservoir für natürliches Vitamin C in den kritischen Winter- und Frühjahrsmonaten sein. Aus der oben angeführten tabellarischen Zusammenstellung (Tab. 1) geht deut-

<sup>1</sup> Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg.