Erkenntnisse aus dem Bereich der Rebenverdlungsforschung und der Rebschultechnik *)

Von B. Julliard

Station de Recherches Viticoles et Oenologiques I. N. R. A. Colmar (Frankreich)

I. Grundlagen der Veredlung

Der Erfolg der Veredlung setzt voraus, daß die Vorgänge des Austriebes, der Bildung des Kallus und der Wurzeln sowie des Entstehens von Leitbündeln im Kallus harmonisch verlaufen. Alle diese Erscheinungen stellen spezifische, physikalische und biochemische Anforderungen dar, denen man versucht hat, auf empirischem Wege gerecht zu werden. Mit Ausnahme in den Mittelmeergegenden bleibt das Vortreiben eine Notwendigkeit. Von diesem Zeitpunkt bis zur Wiederherstellung des Wurzelsystems und zum Einsetzen der Photosynthese leben die Pfropfreben auf Kosten ihrer Reservestoffe, der Kohlenhydrate, die als Grundlage der Atmung dienen, der Mineralstoffe, Wuchsstoffe und ihrer Vorläufer.

Drei Gruppen von Faktoren beeinflussen das Gelingen einer Veredlung:

- 1. Die Beschaffenheit der Veredlungspartner
- 2. Die Umweltfaktoren
- 3. Der Parasitenbefall

1.) Die Beschaffenheit der Veredlungspartner

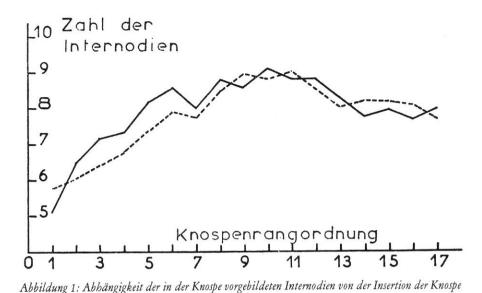
Die potentiellen Eigenschaften einer Sorte im Zusammenhang mit den Umweltfaktoren sind natürlich erblich bedingt. Die Wahl des Edelreises hängt aber ebenfalls von Marktimperativen wie Weinbautraditionen und Geschmack der Kundschaft ab, diejenige der Unterlage von der Beschaffenheit des Bodens und des Klimas. Die mehr oder weniger guten Vermehrungsmöglichkeiten der Sorten sollten bei dieser Wahl keine Rolle spielen.

a) Das Edelreis

Das Auge bildet das wesentliche Organ des Edelreises. Ein Ausbleiben von jeglichem Austrieb bedeutet einen totalen Mißerfolg der Veredlung. Ein schlechtes Wachstum des Triebes hat aber auch eine geringe Wuchsstoffsynthese, und somit das Ausbleiben des Reizes für die Bildung von Gefäßen im Kallus und von Wurzeln als Folge. Solche Pfropfreben sind, wegen Wurzel- oder Verwachsungsmängel, nicht verkäuflich. Das Vorhandensein eines tadellosen wachstumsfähigen Auges bildet somit die Haupteigenschaft eines Edelreises. Kontrollen im Weinberg zeigen, daß in Abwesenheit von Frost- und Hagelschäden ungefähr 10% der Augen als Folge verschiedener Ursachen nicht austreiben. Somit ist es angebracht, Edelreiser mit beschädigten oder unvollkommenen Knospen (z. B. diejenige der Basalteile der Ruten) auszuschalten. Damit bleiben aber schätzungsweise immer noch 5% Ausfälle, die auf das Fehlen des Austriebes zurückzuführen sind.

Wie kann man die Qualität der Knospen feststellen? Die Knospen eines Reises werden an verschiedenen Zeitpunkten, die mehr oder weniger günstig sind, gebildet. Dadurch entstehen Unterschiede in der Vollkommenheit ihrer Beschaffenheit. Huglin (5) hat gezeigt, daß die Schwankungen des Knospenaufbaues (Abb. 1), ausgedrückt in Anzahl der voraus-

^{*)} Nach einem Vortrag gehalten anläßlich der 11. Fachtagung der deutschen Rebenveredler am 23.1.1969 in Geisenheim



gebildeten Internodien, sehr stark sind. Diese Schwankungen überdecken sich im großen und ganzen mit denjenigen der Knospenfruchtbarkeit, und die Höchstgrenze der beiden

Werte wird in den Augen des siebten bis neunten Ranges erreicht. Obwohl noch keine genauen Versuche in dieser Hinsicht durchgeführt wurden, dürfte man annehmen, daß die Edelreiser dieser Rangordnung wohl die besten sein könnten.

Für den Rebenveredler ist der Grad der Holzreife äußerst wichtig. Zur Beurteilung dieser Eigenschaft wurden verschiedene Kriterien vorgeschlagen. Die Farbänderung des Triebes von grün zu braun als Folge der Tätigkeit des Korkkambiums ist ein Zeichen dafür, daß die Rute die unterste Schwelle des Vorganges erreicht hat, gibt jedoch keine Angabe über den Kohlenhydratspiegel. Der von RAVAZ und BONNET (11) empfohlene Jodtest wird in Frankreich noch öfters angewandt, und erlaubt eine gewisse Beurteilung des Stärkegehaltes. Die Lokalisierung und die Intensität der Färbung erlaubt eine Einstufung in vier Klassen.

Das Interesse für die Holzreife der Edelreiser hat mehrere Gründe:

- 1. Die nicht ausgereiften Teile der Ruten werden durch mäßige Kälteeinwirkung zerstört.
- 2. Der Frostwiderstand ausgereifter Ruten hängt in einem gewissen Maße von dem Reifegrad
- 3. Es wird gewöhnlich angenommen, daß gut ausgereifte Triebe ebenfalls gut entwickelte Knospen tragen.

Diese Schlußfolgerung setzt zwar voraus, daß eine positive Korrelation zwischen beiden Vorgängen besteht. Streng genommen ist das aber nicht der Fall, denn sie sind weitgehend unabhängig von einander. Im Gewächshaus kann die Holzreife durch Abstellen der Bewässerung beschleunigt werden. Umgekehrt ist es auch möglich, mittels hoher Stickstoffdosen eine übermäßige Wüchsigkeit, die sich nachteilig auf die Holzreife auswirkt, zu erreichen.

Demzufolge kann man sagen, daß ein Edelreis sowohl eine gute Holzreife als auch eine gewisse, aber nicht übertriebene, Wüchsigkeit besitzen soll.

b) Die Unterlage

Die Unterlage beteiligt sich an der Verwachsung durch Bildung eines apicalen Kallus und bildet das gesamte Wurzelsystem. Darüber hinaus werden, während des Vortreibens und in der Rebschule, solange die jungen Blätter nicht voll assimilieren, ihre Reservestoffe verbraucht.

Um ihre Fähigkeit zur Kallus- und Wurzelbildung zu beurteilen, wurden die verschiedenen Vitis-Arten und Sorten unseres Sortimentes folgendermaßen aufgezogen:

- 1. Stecklinge ohne Knospen und ohne Auxin,
- 2. Stecklinge ohne Knospen aber mit Auxin,
- 3. Stecklinge mit Knospen,

sie wurden in Vortreibkisten mit Sägemehl eingepackt und im Gewächshaus unter 25 Grad Celsius vorgetrieben. Das Experiment ist seit 1962 mehrmals wiederholt worden.

In Abwesenheit von Knospen und exogenem Auxin kann, je nach der Gewebereaktion, folgende Klassifizierung gemacht werden.

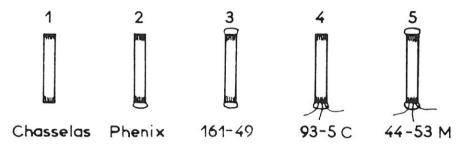


Abbildung 2: Kallus- und Wurzelbildung bei unbehandelten geblendeten Stecklingen verschiedener Rebensorten

Typus 1 (z. B. Gutedel):

Es werden weder Kallus noch Wurzeln gebildet.

Typus 2 (z. B. Phoenix):

Bildung von Kallus an der Basis.

Typus 3 (z. B. 161 - 49):

Bildung von Kallus an beiden Enden des Stecklings.

Typus 4 (z. B. 93 - 5 C):

Bildung von Kallus und Wurzeln an der Basis.

Typus 5 (z. B. 44 - 53):

Bildung von Kallus an beiden Enden sowie von Wurzeln an der Basis.

Bringt man exogenes Auxin auf das obere Ende der Stecklinge, so wird die Kallus- und Wurzelbildung noch mehr angeregt. Die Anwesenheit eines Auges stört dagegen die Beurteilung der Kallusbildung am oberen Ende der Stecklinge.

Eine solche Methode stellt einen praktischen Schnelltest zur Bewertung der Bewurzelungsund Verdelungsfähigkeit von Unterlagenneuzüchtungen dar.

Kallus entwickelt sich bei einer Optimaltemperatur von zirka 30°C, in luftigem und feuchtem Milieu. Dabei sind endogenes oder exogenes Auxin sowie ein innerer Teilungsfaktor unerläßlich. Verschiedene synthetische Kinine hatten keine positive Wirkung auf die Kallusbildung. Die Wurzelbildungsfähigkeit hängt in der Hauptsache von den Erbfaktoren ab. Die Bedeutung der Wurzelbildung der Abschnitte längs einer Rute zog unsere Aufmerksamkeit auf das Vorhandensein eines Faktors, dessen Einfluß entscheidend ist, an. Wir konnten beweisen, daß dieser Faktor weder Auxin noch ein gewöhnlicher trophischer Faktor, wie Glukose oder Mineralstoff, sein kann. Diese Tatsache vermindert keineswegs die Rolle dieser Nährstoffe in dem Unterhalt der Pfropfrebe, bevor sie autostroph wird. In dieser Hinsicht gilt hier ebenfalls, was wir von der Holzreife des Edelreises gesagt haben. Eine Hierachie zwischen den Faktoren der Kallus-Wurzel- und Gefäßbildung kann aber nur durch Versuche festgelegt werden.

2. Die Umweltfaktoren

a) Das Vortreiben

Die Technik des Vortreibens wurde in der Champagne, anfangs dieses Jahrhunderts festgelegt. Was Depuisset 1908 (3) darüber geschrieben hat, ist noch heute, mit wenig Änderungen, maßgebend. Der Verfasser empfiehlt eine Temperatur von 30°C während 8 Tagen, gibt aber nicht genau an, wo diese Temperatur gemessen wird, im Raum oder in den Kisten. Nun kann aber die Temperatur in den Kisten, je nach den Aufbewahrungsbedingungen, anfangs des Vortreibens sehr unterschiedlich sein und das Wichtigste ist, diese 30°C ziemlich rasch innerhalb dieser Kisten zu erreichen.

Das Vortreiben soll vor allem die Bildung des Verwachsungskallus bezwecken, nicht unbedingt den Austrieb, der ja später in der Rebschule stattfinden könnte.

Bezüglich des Zeitpunktes verfügt man nur über einen engen Spielraum, da man an die Möglichkeiten des Einschulens in der Rebschule gebunden ist. Es ist auch nicht möglich, eine genaue optimale Dauer des Vortreibens zu bestimmen, da diese weitgehend von der Kallusbildung, die wir im voraus nicht kennen, abhängt.

b) Die Rebschule

Die Außenbedingungen des Vortreibens können verhältnismäßig leicht kontrolliert werden. Bei Rebschulen, die allen Witterungsschwankungen unterworfen werden, ist das leider nicht der Fall.

Vergleicht man die in den letzten fünf Jahren erreichten praktischen Ergebnisse mit den wichtigsten Daten der Klimatologie, Durchschnittstemperaturen und Niederschläge während mehreren Wochen nach dem Einschlagen in der Rebschule, so erhält man Erklärungen über wichtige Ursachen von Mißerfolgen. 1962 waren die Durchschnittstemperaturen der 2 ersten Wochen ausnahmsweise niedrig, jedoch mit trockenem und sonnigem Wetter. Die niedrigen Temperaturen von Ende Mai und Anfangs Juni 1965 sind wohl für die schlechtesten Anwuchsprozente der letzten 10 Jahre verantwortlich. Der mit Wasser durchtränkte Boden hatte sich bis auf 10°C abgekühlt und Erstickungserscheinungen haben den Ausfall durch die Kälte noch verschlimmert. Im Jahre 1964 verursachte die anhaltende Trokkenheit des Monats Juni ein Austrocknen des Kallus, in welchem die Gefäßbündel noch nicht

vollständig gebildet waren und somit einen Ausfall von zirka 10 %. Umgekehrt erscheinen uns die günstigen Temperatur- und Niederschlagsbedingungen von 1963 nach dem Einschlagen als verantwortlich für einen ausgezeichneten Anwachsprozentsatz.

In der Praxis sucht man für Rebschulen, leichte und durchlässige Böden, welche sich im Frühjahr schnell erwärmen und gut dränieren; diese Forderung ist voll gerechtfertigt.

II. Versuchsergebnisse

1. Wert der Edelreiser

Die Möglichkeit einer Wertverschiedenheit der Knospen je nach ihrer Stellung auf dem Trieb wurde schon durch römische Naturforscher erwähnt. Die Abb. 3 zeigt die Stärke der Wurzelbildung auf geblendeten und ungeblendeten Stecklingen der Sorten Grauklevner und Auxerrois.

Es handelt sich um 6 cm lange Schnitthölzer, die der Reihe nach von unten nach oben auf dem ausgereiften Teil von Ruten entnommen wurden. Jede Klasse befindet sich im Versuch in 5 Wiederholungen von je 20 Stecklingen, und das Vortreiben wird in Sägemehl gefüllten Kisten durchgeführt. Dabei wird die mineralische Ernährung durch Nährsalzlösung, oft diejenige von Heller, gesichert.

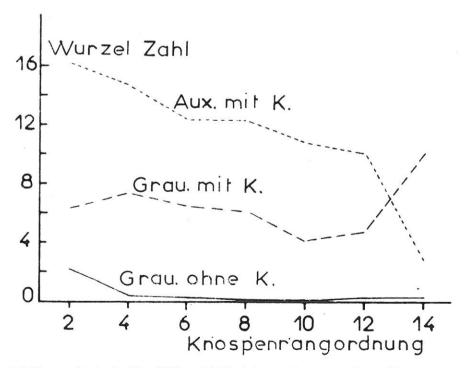


Abbildung 3: Stärke der Wurzelbildung bei Blindreben von Auxerrois und Grauklevner in Abhängigkeit von der Insertionshöhe innerhalb der Rute (Rang)

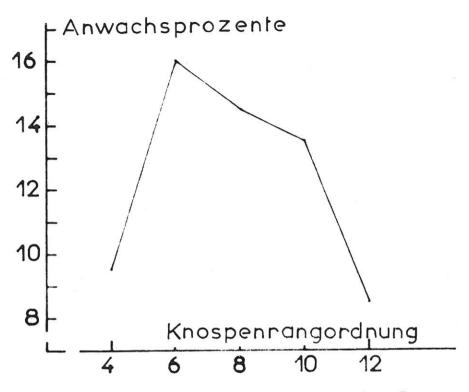


Abbildung 4: Einfluß der Knospenrangordnung auf die Anwachsprozente der Veredlungen

Der Grad der Wurzelbildung ist je nach Sorte verschieden. Genaue Versuche haben bewiesen, daß er sich mit der Zeit verändert. Daraus konnte geschlossen werden, daß die Wurzelbildung mehreren Faktoren, von denen mindestens einer beweglich und unbeständig ist, unterworfen ist.

Das Veredeln soll es ermöglichen, klar darzulegen, was bei der festgestellten Variation dem Edelreis zuzuschreiben ist. Solche Versuche wurden 1964 und 1965 durchgeführt. Im Jahre 1964 wurden Rieslingaugen der Rangordnungen 3, 5, 7, 10 und 13 auf SO4 gepfropft, sowie Gewürztramineraugen der Rangordnung 3 und 16. Beide Versuchsergebnisse stimmten überein: die besten Resultate wurden mit den Augen der Reihen 7 bis 10 erreicht. Die Kontrolle der Entwicklung und der Regelmäßigkeit des apicalen Kallus stellte ein solches Ergebnis vor dem Einschulen in Aussicht. Zur Bestätigung wurde im Jahr 1965 ein weiterer kleiner Versuch mit Auxerrois - Augen der Rangordnung 4, 6, 8, 10 und 12 durchgeführt.

Die Abb. 4 hebt die Wichtigkeit des Knospenzustandes hervor. Man kann sich nämlich fragen, warum hier die Augen der Rangordnung 6 die besten Resultate lieferten.

Diese Tasache ist wahrscheinlich auf die klimatischen Verhältnisse des Jahres 1964, während welchen sich diese Knospen ausgebildet haben, zurückzuführen. Mai und Juni waren sehr warm, aber im Juni hatte eine starke Trockenheit eine erhebliche Wachstumsverminderung

zur Folge. Trotz des sehr schönen Wetters könnten dadurch die der Rangordnung 8 höher liegenden Augen in ihrer Entwicklung behindert worden sein.

Welches kann der praktische Nutzen von solchen Versuchen sein?

Wenn man schon speziell Edelreismutterholzanlagen zur Produktion von selektioniertem und virosefreiem Material anbaut, sollte man zugleich auch sehen, wie man pro Stock nicht nur eine Höchstzahl von Edelreisern erhalten kann, sondern ein Maximum von gut veredlungsfähigen Knospen.

Der Pflanzenbestand, der Schnitt, die Lauberziehung, der Ertrag, auf welchen man zu diesem Zwecke teilweise verzichten sollte, sind Faktoren, die man berücksichtigen muß.

2. Wurzel- und Kallusbildung der Abschnitte längs der Unterlagsruten

Einzelne, vollständige SO4-Stöcke wurden in Steinbach (Elsaß) im Dezember 1964 abgeerntet. Einige davon wurden sofort in Blindreben von je einem Internodium und nach festgestellter Rangordnung geschnitten. Eine Serie erhielt eine apicale Auxingabe durch 24-stündiges Eintauchen der Köpfe in eine 80 ppm Lösung. Die zweite Serie galt als Kontrolle. Folgende Resultate konnten beobachtet werden.

An den unbehandelten Blindreben entwickelten sich keine Wurzeln, was einmal mehr die absolute Notwendigkeit dieser Hormone zur Wurzelbildung sowie das Fehlen von endogenem Auxin in die Geweben des Stieles dieser Sorte, beweist. Die mit Auxin behandelten Blindreben entwickelten kräftig Kallus und Wurzeln von dem 17. Internodium ab, darunter aber sehr wenig.

Die rstlichen Stöcke wurden draußen in feuchtem Sägemehl aufbewahrt und dienten zur normalen Herstellung von Pfropfreben. Dabei wurde aber ebenfalls die Rangordnung der Blindreben berücksichtigt und die Ausbeute an erstklassigen Wurzelreben ermittelt (Julliard 10).

Ein Vergleich zwischen beiden Versuchen zeigt, daß das Ausbleiben von Kallus- und Wurzelbildung in den unteren Internodien der SO4-Ruten im Dezember nur ein vorübergehender Vorgang ist. Später ergeben diese Pflanzenteile sogar die besten Resultate. Zur Erklärung dieser Beobachtungen können 2 sich ergänzende Hypothesen gemacht werden. Die erste wäre das Vorhandensein einer endogenen Ruheperiode bei SO4, deren Tiefe längs des Triebes ungleich verteilt ist. Die zweite wäre das Vorhandensein eines beweglichen "Wurzelbildungsfaktors", der fähig ist, während der Aufbewahrung sich an der Basis anzusammeln. Die Ergebnisse weiterer Versuche stimmen mit dieser zweiten Hypothese überein.

Man könnte diese Resultate mit denjenigen von Eifert (4) vergleichen. Dieser Forscher stellte ebenfalls eine geringe Kallusbildung während des Winters, weiter ein Maximum zwischen dem 15. März bis 15. April und ein totales Ausbleiben im Mai, fest. Wir werden aber später sehen, daß es möglich ist, Unterlagenholz, welches in der Lage ist schönen Kallus und zahlreiche Wurzeln zu bilden, bis Oktober und wahrscheinlich noch länger, nahe bei 0°C aufzubewahren.

Schließlich sind die durch das Edelreis und die Unterlage entstandenen Variationsursachen struktureller oder biochemischer Natur, nämlich Stand der Entwicklung der Augen einerseits, Gradation der trophischen-plastischen- und Hormonsubstanzen andererseits. Beim Veredeln ist es wohl nicht möglich die Struktur der Organe zu ändern. Dagegen ist es manchmal möglich, einem biochemischen Mangel nachzuhelfen, daher der Gedanke Auxin anzuwenden.

3. Zugaben von Auxin und Gibberellinsäure

Zahlreiche Versuche (7, 8, 9, 12, 13), wurden in vielen Weinbauländern mit Indolessig-, Indolbutter- oder Naphtalenessigsäure durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Verfahren angewandt:

- a) mehr oder weniger tiefes Eintauchen des Fußendes
- b) mit Talk vermengt
- c) in Lanolinpaste vermischt, aber immer am Fußende der Unterlage aufgetragen.

Die Ergebnisse zeigten aber kein einheitliches Bild, so daß sich nur selten praktische Verwendungen daraus ergaben.

Ein Versuch von 1963 war in dieser Hinsicht interessant, daß er die Unabhängigkeit der Ausbeute an erstklassigen Pfropfreben von der Wurzelanzahl der Unterlage SO4 beim Einschulen zeigte. Es kann festgestellt werden, daß in Abwesenheit von Indolbuttersäure, das Adenin die Zahl der Wurzeln erhöht, ohne aber die Ausbeute an erstklassigem Material zu verbessern. Mit Indolbuttersäure konnte eine fünffache Wurzelbildung beobachtet werden.

Eine zu große Wurzelanzahl, die sich auf Kosten der Unterlage bildet, ist keineswegs für einen hohen Anwachsprozentsatz günstig. Dieser und frühere Versuche haben uns auch bewiesen, daß für eine Unterlage wie SO4 der praktische Begrenzungsfaktor keineswegs die schlechte Bewurzelung oder Kallusbildung sein kann. Sobald eine Verbindung zwischen Edelreis und Unterlage hergestellt ist, wandert der in Knospen gebildete Reiz an die Basis der Unterlage und 4 bis 5 Wurzeln sind für die Ernährung der Pfropfrebe ausreichend.

Somit kann dieser Begrenzungsfaktor nur eine mangelhafte Gefäßbildung im Kallus sein. Die Arbeiten von Camus (1) haben bewiesen, daß das Veredeln einer Knospe gewisse Zerstörungserscheinungen, gefolgt von einer neuen Differenzierung der Leitgefäße, auswirkt. Camus ist der Ansicht, daß diese zellenbildende Kraft dem Auxin, von dem man weiß, daß es normalerweise von den primären aktiven Bildungsgeweben hergestellt wird, gleichzustellen ist.

Bringt man nun Auxin an die Veredlungsstelle selbst, so darf man davon eine Auswirkung auf die Gefäßbildung sowie auf die Wurzelbildung erhoffen. Da aber Auxin auch nach oben ziehen kann, besteht die Gefahr einer Verhinderung der Knospenentwicklung. Die Menge und der günstigste Zeitpunkt müssen somit durch Versuche bestimmt werden.

EIFERT (4) hat den Wert eines Zusatzes von Auxin am oberen Ende der Unterlagen unterstrichen. Im Jahre 1963 waren wir über die Wirksamkeit einiger Tropfen Naphtylessigsäurelösung, welche auf die Schnittwunde eines geblendeten Auges aufgetragen worden waren, erstaunt. 1964 (1,12) haben wir festgestellt, daß ein apicales Eintauchen von Stecklingen der V. Berlandieri, deren Wurzelbildung begünstigt, während eine basale Auxinzugabe ohne Wirkung blieb.

Im Winter 1963-64 wurde ein faktorieller Versuch mit Auxin und Gibberellinsäure durchgeführt. Gibberellinsäure kann nämlich (7) bei geringen Konzentrationen positiv auf die Wurzelbildung wirken. Die Abb. 5 und 6 zeigen, daß eine Zugabe von Auxin und Gibberellinsäure am unteren Ende eines Rebstecklings das Wachstum und die eigene Wuchsstoffbildung der Knospe ändert.

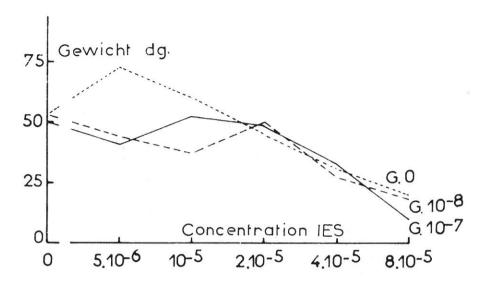


Abbildung 5: Einfluß des Auxins und der Gibberllinsäure auf das Wachstum von Blindreben nach 24stündigem Eintauchen des Wurzelpols

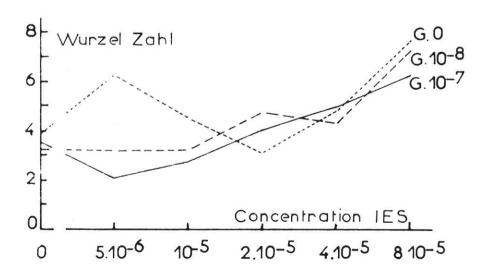


Abbildung 6: Einfluß des Auxin und der Gibberellinsäure auf die Wurzelbildung von Blindreben durch 24-stündiges Eintauchen des Wurzelpols

Die Abb. 6 betrifft das Gewicht der Triebe. Man stellt fest, daß geringe Mengen, bis 10-5, das Wachstum anregen, während stärkere Dosen dasselbe hemmen. Die Gibberellinsäure hebt die positive Wirkung von schwachen Auxinmengen auf.

Die Einwirkung dieser Behandlungen auf die Wurzelbildung stimmen mit früheren Beobachtungen überein. Schwache Auxindosen üben, mittels ihrer Wirkung auf das Wachstum, einen positiven, indirekten Einfluß auf die Wurzelbildung aus. Mit den 2 höheren Dosen überragt letzten Endes der positive direkte Einfluß die negative, durch ein mangelhaftes Wachstum der Knospe hervorgerufene Einwirkung. Praktisch gesehen bedeutet das, daß es nicht möglich ist, höhere Dosen von Indolessigsäure an die Veredlungsstelle (die sowohl der Basis des Edelreises als auch dem Kopf des Unterlagenteils entspricht) zu bringen, ohne sich der Gefahr einer Hemmung des Austriebes und des Wachstums der Knospe auszusetzen.

Zur Durchführung von solchen Versuchen benützten wir folgende Technik: die 25 bis 27 cm langen Unterlagenstecklinge werden in Bündeln von je 100 bis 200 Stück zusammengenommen und mit dem Kopfende in die Versuchslösung getaucht. Höhe und Dauer des Eintauchens sowie die Temperatur der Lösung können nach dem Gutdünken des Versuchsanstellers abgeändert werden. Der Einfachheit wegen haben wir zunächst eine einzige Tauchart angewendet: Höhe der Lösung 2,5 cm, Temperatur 20° C, Dauer des Eintauchens 24 Stunden. In einem weiteren faktoriellen Versuch wurde, zur Ausschaltung von Ungleichheitsursachen, Klonenmaterial benützt (Klon Gewürztraminer 457 auf SO4-Klon) mit Indolbutteressigsäure und Gibberellinsäure. Alle 8 Behandlungen wurden 7 mal wiederholt. In Tabelle I, in welcher die verschiedenen angewandten Konzentrationen angegeben sind, kann man besonders die positive Wirkung der Indolbutteressigsäure ermessen. Bis zur Konzentration 10^{-7} besitzt die Gibberellinsäure ebenfalls eine gewisse positive Wirkung, die aber in Anwesenheit von Auxin nicht mehr spürbar ist. Die höchste Dosis Gibberellinsäure hatte eine negative Wirkung.

Tabelle I: Ergebnis der Anwendung von Indol-Buttersäure und Gibberellinsäure auf die Anwuchsprozente durch Eintauchen des Triebpoles (Gewürztraminer 457/S04-1964)

IBS (Indol-Buttersäure)	0			10-5				
Gibberrelinsäure	0	5.10-8	10-7	2.10-7	0	5.10- ⁸	10-7	2.10-7
Prozentsatz erstklassiger Wurzelreben	32	43	44	29	49	47	50	28

Dieselbe Technik wurde ebenfalls 1965 mit der Sorte Riparia-Rupestris 3309 C als Unterlage in 2 Versuchen geprüft:

Im ersten, dessen Einzelheiten sich in Tabelle II befinden wurden für jede Behandlung 250 Veredlungen hergestellt in 5 Wiederholungen. Die Resultate sind zu unterschiedlich, daß man irgend eine Wirkung der Gibberellinsäure hervorheben könnte. Man kann aber feststellen, daß starke Dosen von Indol-Buttersäure den Anwuchsprozentsatz verringert haben.

Im zweiten wurde 3309 mit Spätburgunder veredelt. Die Kontrollserie ergab 26% gut verwachsene Wurzelreben, die behandelte (IES zu 10-4) 23%.

Daraus kann man schließen, daß solche Behandlungen den Anwuchsprozentsatz dieser Unterlage nicht verbessern. Man darf aber nicht vergessen, daß sich diese Sorte gewöhnlich sehr gut veredeln läßt, und daß sie vermag, Wurzeln in Abwesenheit von exogenem Auxin zu bilden.

Tabelle II: Einfluß der Indol-Buttersäure und der Gibberellinsäure auf die anfallenden Wurzelreben (%satz erstklassiger Wurzelreben) (Auxerois/ 3309 - 1965)

IBS		Gibbere	ellinsäure		Ø
	0	10-9	10-8	10-7	
0	9,6*	3,2	14,4	8,4	8,9
5.10_2	14,4	10,8	11,2	11,6	12,0
10-4	15,6	13,2	6,8	6,8	10,6
2°20 ⁻⁴	4,8	7,6	6,8	7,6	6,7

^{*} Durchschnitt der 250 Veredlungen

Zum Schluß dieses Absatzes seien noch die Resultate von 3 weiteren Versuchen des Jahres 1965 mit SO4 angegeben (Tabelle III und IV).

Tabelle III: Einfluß des Eintauchens des Triebpoles bei der Unterlage SO4 auf die Anwuchsprozente (1965).

AUXERROIS/SO4					
eingetaucht in	IES	0	13,8%	erstkl.	Wurzelreben
	IES	5.10-2	15,3%	"	"
	IES	10^{-4}	17,9%	"	"
MUSCAT OTTONEL/SO4					
eingetaucht in	IES	0	7,8%	"	27
	IES	10^{-4}	16.6%		

Tabelle IV: Gegenseitige Wirkung der Indolyl-B-Buttersäure und der Gibberellinsäure auf die Verwachsungsprozente der Pfropfreben durch Eintauchen des Triebpoles (Elsässer Muskateller/\$04 - 1965)

Behandlungsweise

IBS:	0	Gibberellinsäure	0	11,2%	erstkl.	Wurzelreben
"	"	"	10- ⁹	7,0%	**	"
"	"	'n	10-8	3,6%	"	"
IBS:	2,5 . 10-5	"	0	14,4%	,,	,,
"	"	"	10- ⁹	19,6%	"	"
"	"	n	10-8	16,6%	22	,,
IBS:	5 . 10-5	"	0	20,6%	,,	,,
"	"	22	10- ⁹	33,4%	"	"
"	"	n	10-8	25,0%	'n	"
IBS:	10-4	"	0	32,2%	,,	,,
**	22	"	10-9	21,6%	"	"
"	"	"	10-8	18,4%	"	"
Nicht	eingetauchte	e Vergleichsprobe		16,4%	22	"

Solche Versuche wurden seither mit ziemlich gleichmäßigem Erfolg durchgeführt, d. h. eine Besserung der Anwuchsprozente von etwa 10%. Man könnte auch versuchen, Auxin an anderen Zeitpunkten zu verwenden, aber ein Eintauchen der Veredlungen vor dem Einschulen z. B. ist praktisch nicht durchführbar. Laubspritzungen mit Auxin waren nicht zufriedenstellend.

4. Einfluß der Ernährungsfaktoren

Mineralnährstoffe

In der Regel genügen die Mineralstoffreserven der zur Veredlung dienenden Schnitthölzer, um eine normale Entwicklung bis zur eigenen Wurzelbildung zu sichern. Um jedoch die betreffenden Reservestoffe nicht verfrüht anzugreifen, haben wir es vorgezogen, die Unterlagen in eine Minerallösung, wie z. B. diejenige von Heller zu tauchen. Während des Vortreibens begossen wir die Kisten ein- oder zweimal mit der Nährlösung, die uns zur Heranzucht der Sämlinge diente.

Zucker

Die Abb. 7 erläutert die Wirksamkeit verschiedener Zuckerarten auf die Wurzelbildung von Rebeninternodiumstücken. Da beim Veredeln die in Betracht kommenden Gewebemengen um ein vielfaches größer sind, können hier die Ergebnisse nicht dieses Maß erreichen. Diesbezügliche Versuche haben bis jetzt nicht erlaubt, sich über den Nutzen solcher Zugaben zu vergewissern.

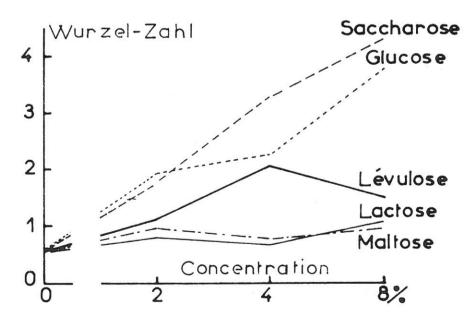


Abbildung 7: Wirkung von verschiedenen Zuckerarten auf die Wurzelbildung

5. Einfluß verschiedenartiger Stoffe

Morphaktin

Schneider (14) benannte als Morphaktin eine Gruppe von Fluorenolderivaten mit verschiedenen physiologischen Eigenschaften, die in der Hauptsache als Unkrautvertilgungsmittel verwendet werden. Diese Substanz sowie Amino-fluorenole, die aber krebsbildend sind, übt eine sehr starke Wirkung auf die Kallusbildung und seine Verholzung aus. Verschiedene in der Rebschule vorgenommene Versuche ergaben ungleiche Resultate.

Vitamin K und Chinolinsalze

In einer systematischen Untersuchung der Vitaminenwirkung auf die Wurzelbildung übt das Vitamin K, bei sehr geringen Konzentrationen, einen gewissen Einfluß aus. Diese Substanz ist aber sehr teuer und ihre chemische Stabilität äußerst gering. Nun schien es uns, daß der Wirkungsmodus der Oxychinolinsalze obigem Vitamin etwas ähnlich sein könnte. Die pilz- und bakterientötenden Eigenschaften dieser Produkte sind bekannt und werden in der menschlichen, tierischen und pflanzlichen Heilkunde benutzt.

Im Jahre 1965 wendeten wir Vitamin K 5 in Konzentrationen von 10-9 bis 10-4 an, ohne jedoch irgendwelche Einwirkung auf Veredlungen von Spätburgunder auf 3309 festzustellen. Veredlungen von Gutedel auf SO4 unter Anwendung einer Dosis von 10-5 ergaben bessere Ergebnisse als die unbehandelte Kontrollserie. Dagegen mußten wir 1968 feststellen, daß die gleiche Behandlung mit der gleichen Unterlage keinen Einfluß ausübte.

Im Jahre 1966 führten wir einen Versuch mit neutralem Hydroxy - 8 - Chinolinsulfat (NQS) in einer Lösung von 500 mg/l durch. Diese Konzentration ergab sich aus einem Vorversuch mit Stecklingen. Man stellt einen durchschnittlichen 6 % Gewinn bei Verwendung von neutralem Hydroxy - 8 - Chinolinsulfat und einen 11 % bei Verwendung desselben Salzes mit Indolessigsäure (Julliard 10). In weiteren Versuchen erwies sich eine doppelt starke Konzentration schädlich.

1967 konnten folgende Resultate beobachtet werden:

NQS-Mengen:

0	250	500	1.000 mg/l
Anwuchs %:			
32	38	40	34

was den vorhergehenden Versuch bestätigt.

Im Jahre 1968 verglichen wir das neutrale NQS Salz mit dem Hydroxy - 8 - Chinolin und Kalium Doppelsalz unter Anwendung von Gewürztraminer auf SO4. Dieser Versuch wurde nach der von Becker (1) empfohlenen Technik durchgeführt, d. h. totales 5 stündiges Eintauchen der Unterlagen und Edelreiser. Wie man es ersehen kann, machte sich dieses Verfahren zum Vorteil des Doppelsalzes: Erstklassige Wurzelreben:

Unbehandelt	NQS	Doppelsalz		
	27,0 %	38 %		

Ein kurzfristiges Eintauchen von 1 Stunde gab ein ungenügendes Resultat.

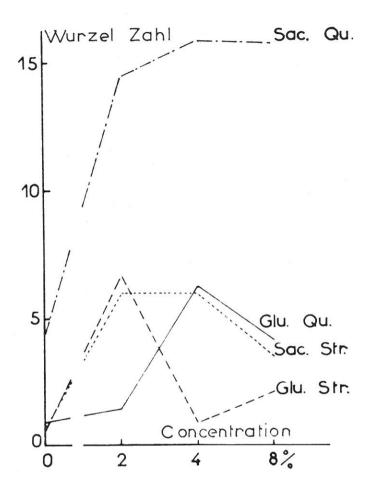


Abbildung 8: Wirkungen der Zuckerarten Dextrose und Saccharose in Gegenwart von Streptomycin oder von neutralem Hydro-8-Chinolinsulfat auf die Wurzelbildung

In der Abb. 8 wird eine Interaktion zwischen Saccharose und neutralem Hydroxy - 8 - Chinolinsulfat, die von der Einwirkung dieses Salzes auf Botrytis unabhängig ist, veranschaulicht. Dieser Versuch, der im Oktober 1968 durchgeführt wurde, beweist ebenfalls die Möglichkeit einer einjährigen Aufbewahrung von Rebholz bei 0⁰ C im Kühlhaus.

Paraffin und Wachs

Weder gewöhnliches Paraffin, noch Weichparaffin oder Baumwuchs oder Riedel-Wachs erhöhten in unseren Vortreibsverhältnissen die Anwuchsprozente.

6. Kontrolle des Umweltfaktors Temperatur

Beim Vortreiben

Zahlreiche Verfasser sind sich über eine für die Kallusbildung optimale Temperatur von 27

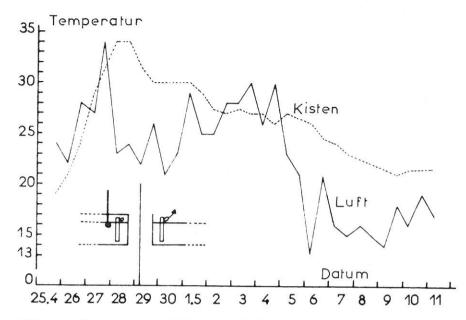


Abbildung 9: Kistentemperatur in Höhe der Pfropfstelle und Innentemperatur des Raumes (Abdeckung der Kisten am 29.4.)

bis 30° C einig. In unseren jetzt noch laufenden Versuchen stellen wir fest, daß die für die Wurzelbildung günstigste Temperatur niedriger liegt. Es wäre deshalb wünschenswert, die zwei Enden der veredelten Blindreben verschiedenartig zu erwärmen. Verschiedene Forscher haben schon daran gedacht und es scheint auch, mittels elektrischem Heizdraht, durchaus möglich. Wie es aus Abb. 9 hervorgeht, hat die Angabe der Vortreiblokaltemperatur keinen Sinn. Man muß die Temperatur in der Kiste messen und auch genau angeben, an welcher Stelle der Kiste diese Messung durchgeführt wird.

In der Rebschule

In unseren nördlichen Breitengraden erleiden die Veredlungen beim Auspflanzen in die Rebschule einen erheblichen Entwicklungsrückschlag:

- 1. die schon neugebildeten Wurzeln werden bewußt oder unbewußt abgebrochen,
- die Bodentemperatur steht selten über 15⁰ C und die Lufttemperatur sinkt manchmal bis zur Nullgrenze.

Das kalte und nasse Frühjahr 1965 wirkte sich sehr schlecht auf die Pfropfreben aus. Unter diesen Bedingungen konnten wir feststellen (Tabelle V), daß ein Einschulen in sehr lockerem Boden nützlicher war als elektrische Kabelheizung.

Man kann auch versuchen, die Strahlungsenergie durch Aufstellen von Kunststofftunnels auszunützen. 1968 wurden volle und durchlochte Polyethylen-Tunnels mit einem Durchmesser von 1,40 m verwendet. Die Zunahme der Anwuchsprozente bei durchlochten war nur

gering: 44,8 % erstklassige Pfropfreben gegenüber 42,2 bei der unbehandelten Serie. Solche Tunnels haben aber den Vorteil, keine Überwachung zu benötigen. Der Versuch mit vollen Polyethylentunnels betrug 13 Wiederholungen zu je 100 Pfropfreben. Das Ergebnis war sehr befriedigend, da die Ausbeute an erstklassigem Material von 24,8 % für das unbehandelte auf 35,5 für das überdeckte stieg. Die Belüftung ist aber hier ein heikler Punkt. Ein Windstoß, der ein Tunnel verschloß, genügte um schlimme Verbrennungsschäden zu verursachen.

Tabelle V: Einfluß der Durchlässigkeit sowie der Temperatur des Bodens auf die Zahl der anfallenden Pfropfreben.

uen 1 fropfreoem	% Verwach- sungen	Gewicht	% erstkl. Wurzelreb.	Durchschnitts- gewicht erstkl. Wurzelreben
GEWÜRZTRAMINER/SO4 Rebschule				
Vergleichsprobe Beet	17 %	30 g	13,0%	33 g
Vergleichsprobe	67,5%	31 g	43,3%	35 g
Beheizt mit 1 Heizkabel	63,6%	42 g	48,5%	43 g
Beheizt mit 2 Heizkabeln MUSCAT-OTTONEL/SO4 Rebschule	72,6%	38 g	44,0%	46 g
Vergleichsprobe Beet_	17 %	28 g	11,0%	29 g
Vergleichsprobe	35,0%	27 g	20,0%	30 g
Beheizt mit 1 Heizkabel	30,3%	29 g	15,1%	33 g
Beheizt mit 2 Heizkabeln	33,3%	33 g	22,4%	34 g

Zusammenfassung

Drei Faktoren beeinflussen das Gelingen einer Veredlung: Die Beschaffenheit des Veredlungspartners, die Umweltfaktoren und der Parasitenbefall. Das Vorhandensein eines einwandfreien austriebfähigen Auges ist die wesentlichste Forderung an das Edelreis. Die damit gewährleistete Wuchsstoffsynthese schafft die Grundlage für die Bildung von Gefäßen im Kallus und in den Fußwurzeln. Außerdem muß eine gute Holzausreife vorhanden sein. Zur Bewertung der Kallusbildung und Bewurzelungsfähigkeit der Unterlagsreben wurde ein Vortreibtest für Stecklinge entwickelt. Die Fähigkeit zur Ausbildung von Wurzeln ist erblich verankert, doch besteht ein Wurzelbildungsgradient längs der Rute, der weder von Wuchsstoffen noch von der Ernährung abhängig ist.

Die Qualität der veredlungsfähigen Augen wird maßgeblich durch die zur Zeit ihrer Entwicklung herrschenden Witterungsbedingungen geprägt. In Versuchen konnte bei der

Unterlage SO4 eine Hemmung der Kallus- und Wurzelbildung im Monat Dezember in den unteren Partien der Ruten beobachtet werden, die späterhin wieder aufgehoben war. Die Applikation von Indolbuttersäure verstärkte die Wurzelbildung um das 5fache. Auch Gibberellinsäure wirkt sich in geringen Konzentrationen günstig auf die Wurzelbildung aus. Die Zugabe von Auxin und Gibberellinsäure in der Konzentration von 10-5 am unteren Ende

eines Rebstecklings regt das Wachstum der Triebe an und verbessert die Ausbeute an Veredlungen 1. Wahl. Stärkere Dosen wirken hemmend. Die Gibberellinsäure kann die positive Wirkung von schwachen Auxinmengen aufheben. Höhere Konzentrationen von β -Indollylessigsäure, an die Veredlungsstelle gebracht, verursachen eine Hemmung des Triebwachstums.

Weitere Untersuchungen wurden zur Prüfung des Einflusses von Ernährungsfaktoren auf die Wurzelbildung von Pfropfreben durchgeführt. Verwendung fanden mineralische Nährlösung nach Heller, Zuckerlösungen, Morphaktin und Vitamin K. Sie brachten sehr unterschiedliche Resultate. Die Versuche mit neutralem und Doppelsalz des Hydroxy - 8 - Chinolin konnten die in Geisenheim mit Chinosollösungen erzielten guten Ergebnisse bestätigen, wobei eine Mehrausbeute aus erstklassigen Wurzelreben von 14,7% erzielt wurde.

Auch das Problem der Verbesserung der Kulturbedingungen wurde in der Versuchsanstellung einbezogen. Die Konservierung der eingestrahlten Sonnenenergie konnte durch Überdecken der Reihen, mit Polyaethylentunnels erreicht werden, was sich letztlich in einer Verbesserung der Anwuchsprozente auswirkte. Allerdings muß hierbei für eine ausreichende Belüftung gesorgt werden, damit keine Schäden durch Verbrennung auftreten.

Résumé

Trois facteurs exercent une influence sur la réussite d'un greffage: les aptitudes des deux partenaires de la greffe, les facteurs ambiants et les dégâts des parasites. La présence d'un oeil impeccable et apte à débourrer est une condition première pour le greffon. La substance de croissance ainsi assurée constitue la base de la formation des vaisseaux dans le callus et les racines. Il faut ensuite une bonne maturité du bois. Pour apprécier la formation du callus et l'aptitude à l'enracinement des porte-greffes, on a mis au point un test de stratification pour les boutures. L'aptitude à l'enracinement est déterminée par le patrimoine héréditaire, et il existe le long du sarment un gradiant de formation des racines, qui ne dépend ni des substances de croissance ni de l'alimentation.

La qualité des yeux aptes au greffage est nettement conditionnée par les conditions atmosphériques au moment de leur développement. Lors d'essais sur SO4, on a pu observer une gêne de la formation du callus et des racines en décembre dans les parties inférieures des sarments, gêne qui disparaît si on opère plus tard. L'application d'acide indolbutyrique a multiplié par 5 la formation des racines. De même, l'acide gibberellique à faible concentration agit favorablement sur l'enracinement. L'apport d'auxines et d'acide gibberellique à la concentration de 10-5 à la base d'une bouture excite la croissance des pousses et améliore la reprise en plants de premier choix. Des doses plus élevées agissent en sens inverse. L'acide gibberellique peut augmenter l'action positive de faibles quantités d'auxines. De fortes concentrations d'acide indolyl-β-acétique apportées au pint de soudure gênent la végétation de la pousse.

D'autres recherches ont été effectuées pour montrer l'influence des facteurs nutritifs sur l'enracinement des greffés-soudés. On a utilisé les solutions nutritives minérales de Heller, des solutions sucrées, la morphactine et la vitamine K. Les résultats ont été très différents. Les essais effectués avec le sel neutre double de 8-hydroxyquinoléine ont permis de confirmer les bons résultats obtenus à Geisenheim avec les solutions de Chinosol, une augmentation de la reprise en plants de premier choix de 14,7% ayant été obtenue.

Le problème de l'amélioration des conditions de culture a également été compris dans le protocole d'essai. La conservation de l'énergie solaire a pu être obtenue en recouvrant les rangées d'un tunnel de polyéthylène, ce qui a eu finalement pour effet une amélioration du pourcentage de reprise. Mais il faut veiller à une aération suffisante, afin d'eviter les dédâts de brûlures.

Literatur

- 1. Becker, H.: Botrytis und Rebenveredlung. Weinberg und Keller 13, 12, 533-547, 1966.
- 2. Camus, G.: Recherches sur le rôle des bourgeons dans les phénomènes de morphogenèse. Rev. Cyt. Biol. Vég. 11, 1-195, 1949.
- 3. Depuisset, L.: Stratification des greffes boutures. Progrès Ag. et Vit. 29, 16, 478-485, 1908.
- 4. Eifert, J.: Physiologische Erkenntnisse und agrotechnische Verfahren bei der Pfropfrebenherstellung in Großbetrieben. Weinberg und Keller 13, 107-120, 1966.
- 5. Huglin, P.: Recherches sur les bourgeons de la vigne. Am. Amel. Plantes, Thèse 1958.
- 6. Julliard, B.: Influence de l'acide indolyl-\beta-acétique sur l'enracinement des boutures de Vitis Berlandieri. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 259, p. 3 356-3 359, 1964.
- 7. Julliard, B.: Interaction de l'auxine et de la gibber elline sur la rhizogenèse des boutures de vigne (Vitis vinifera L.). C. R. Acad. Sc. Paris, t. 258, p. 5716-5719, 1964.
- Julliard, B.: Action d'un dérivé du fluorenol sur la prolifération et la différenciation de boutures de vignes (Vitis vinifera L.). - C. R. Acad. Sc. Paris, t. 262, p. 273-276, 1966.
- 9. Julliard, B.: Sur la rhizogenèse chez la vigne. Vitis, 6, p. 375-382, 1967.
- 10. Julliard, B.: Über einige Erkenntnisse aus dem Bereich der Rebenveredlungsforschung und der Rebschnitttechnik. Les Vins d'Alsace. 1969. Nr. 2, 26-29; Nr. 3, 45-49; Nr. 4, 62-68.
- 11. Ravaz, L. und A. Bonnet: Sur la qualité des bois de vigne. Ann. Ec. Nat. Agric. Mont. T. 1, p. 27-61, 1901.
- 12. Schenk, W.: Untersuchungen zur Anwendung von Wuchsstoffen in der Rebenveredlung. Die Wein-Wissenschaft 22, 1-16, 1967.
- 13. Schenk, W.: Stimulation der Veredlungspartner als Maßnahme zur Erhöhung der Ausbeute an pflanzfähigen Pfropfreben. Weinberg und Keller 16, 13-30, 1969.
- 14. Schneider, G.: Naturwissenschaften 51, 17, 417, 1964.