Die Änderungen der Reservekohlehydrate des Rebholzes und die Bedeutung des Kohlehydratstoffwechsels für die Verwachsungsvorgänge bei der Pfropfrebe

Von Josef Eifert

Aus dem Laboratorium für Rebenforschung, Staatsgut Balatonboglar (Ungarn)

Die biochemische Rolle der Kohlehydrate in dem für vegetative Vermehrung dienenden Rebholz

Es ist allgemein bekannt, daß Holzpflanzen und somit auch die Rebe, die Reservestoffe in ihren überwinternden Organen aufspeichern. Am stärksten vertreten sind die Kohlehydrate, die dadurch größte Bedeutung gewinnen. An den Stoffwechselvorgängen nehmen natürlich nur die leicht mobilisierbaren Kohlehydrate teil, wie die verschiedenen Zuckerarten und Stärke.

Die Bildung der Kohlehydrate kann auf die photosynthetische Reduktion der Kohlensäure (CO₂) zurückgeführt werden.

Danach spielen sie die führende Rolle bei dem Stoffwechsel, teils weil sie die Quelle der Synthese vieler Pflanzenstoffe sind, und teils weil sie als wichtigstes Substrat für die Zellatmung, d. h. für die Respiration dienen. Als solche stellen sie auch die Basis für die durch Respiration produzierte sog. "freie Energie" dar.

Das Ausgangsmaterial zur vegetativen Vermehrung bei der Rebe ist das einjährige Rebholz, in dessen Holz- und Bastgewebe während der Entwicklung und Reifung Reservekohlehydrate eingelagert werden. Für die Entwicklung eines Stecklings oder einer Pfropfrebe zu einem neuen Pflanzenindividuum müssen Teile des einjährigen Holzes, während einer bipolaren Regeneration, Triebe und das Wurzelsystem bilden.

Für die Neubildung dieser Organe ist aber "freie Energie, d. h. ein chemisches Potential notwendig. Die durch die Zellatmung entstehende sog. oxydative Energie, die die biosynthetischen Vorgänge der Rebe so lange versorgen kann bis eine noch wertvollere Energiebildung, namentlich die photosynthetische Phosphorylierung, in Gang gesetzt werden kann.

Nach solchen Überlegungen kann der Rebtrieb als Vermehrungsorgan, biochemisch, stoffwechselphysiologisch vorübergehend als ein sich heterotroph ernährendes Individuum angesehen werden. Unter solchen Umständen spielt der Mechanismus der oxydativen Phosphorylierung in dem Energieumsatz der Rute eine höchst wichtige Rolle, so lange die Vorbedingungen der autotrophen Ernährung, wie Triebe und Wurzelsystem, nicht zur Verfügung stehen. Hat der Steckling oder die Pfropfrebe schon eine gewisse Laubfläche, dann beginnt eine mit Hilfe des Sonnenlichtes sich vollziehende Energieproduktion, welche in der Pflanzenbiochemie als photosynthetische Phosphorylierung bezeichnet wird. Dieser Vorgang darf mit der Photosynthese, der Assimilation, nicht verwechselt werden; er läuft schon bei einer viel geringeren Lichtintensität als bei der Assimilation ab.

Beide energieproduzierende Vorgänge führen vor allem zur ATP- (Adenosintriphosphat) Synthese. Diese Verbindung ist ein wichtiger Energievermittler in der Biosynthese.

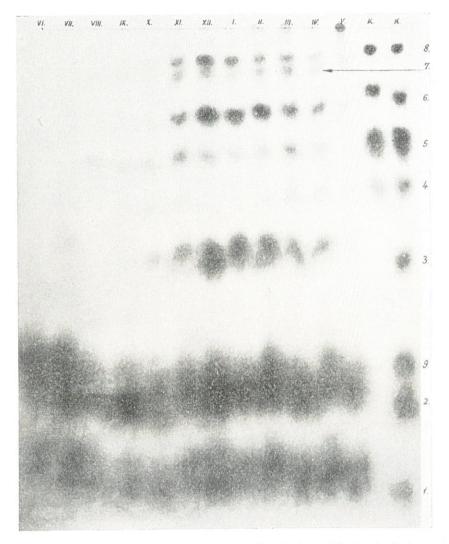


Abbildung 1: Papierchromatographische Analyse des Rebtriebes bzw. Rebholzes durch ein ganzes Jahr. 1 = Fruktose, 2 = Glukose, 3 = Saccharose, 4 = Maltose, 5 = Melibiose, 6 = Raffinose, 7 = Unbekannter Zucker (Manninotiose?), 8 = Stachyose, K = Kontrolle.

Qualitative und quantitative Kohlehydratveränderungen von auf dem Stock überwinternden Trieben

Die Entwicklung des Rebtriebes beginnt mit dem Knospenausschlag und vollendet sich durch verschiedene, anatomisch und physiologisch charakterisierbare Perioden (Hegedüs, 1958). In der Periode der Differenzierung und des Wachstums ist der Trieb das Organ des Kohlehydrattransportes. Später beginnt die Akkumulation der Kohlehydrate, und am Ende der Vegetationsperiode dienen die ausgereiften Triebe als Kohlehydrat-Speicherorgane.

Die wichtige Rolle der Reservekohlehydrate in der Vermehrung wurde schon vor langer Zeit erkannt. Ihre Menge bildet das Kriterium der Ausreife (Kövessi, 1901). Über die Rolle der verschiedenen Kohlehydratformen sind die Meinungen heute noch nicht einheitlich. Manche Forscher vermuten einen Zusammenhang zwischen Zuckergehalt und Reifegrad (Stoev, 1948), andere wieder zwischen Stärkegehalt und Reifegrad (ZIMMERMANN, 1945, 1954). Für den Nachweis des letzteren einpfehlen die meisten ein histochemisches Verfahren mit Jod-Jodkali.

Die Untersuchungen des Kohlehydratstoffwechsels während der Entwicklung und Ruheperiode der Rebtriebe (Winkler-Williams, 1945; Stoev, 1948; Eifert und Mitarbeiter, 1961) beweisen, daß das Ausreifen der Triebe mit der sortenspezifischen Verfärbung derselben beendet ist. Darauf folgt die Laubverfärbung, und gleichzeitig erreichen die Triebe ein Maximum im Gesamtkohlehydratgehalt.

Zu dieser Zeit entwickelt sich in den Trieben ein Stärkemaximum und ein Zuckerminimum. Bald darauf folgt nun der Laubfall. (Eifert und Mitarb., 1961).

Im Laufe der früheren Rebholzanalysen (Winkler-Williams und Stoev) hat man nur Stärke und reduzierenden Zucker bestimmt. Es wurde Glukose, Fruktose und Saccharose gefunden. In der letzten Zeit wurde jedoch durch papierchromatographische Untersuchungen bewiesen (Panczèl, 1961), daß neben den erwähnten Zuckerformen zahlreiche Oligosaccharide, besonders während der Ruheperiode, in den Rebtrieben zu finden sind. Es wurden Maltose (Stoev, 1948), Melibiose, Raffinose, Stachiose und ein bis jetzt nicht identifiziertes Oligosaccharid mit Aldehyd-Charakter, wahrscheinlich Manninotriose, nachgewiesen. Auch ein Monosaccharid, nämlich Galaktose, wurde noch festgestellt.

Daraus, daß die genannten Oligosaccharide hauptsächlich während der Ruheperiode zu finden sind, muß man die Folgerung ziehen, daß neben der Stärke gerade mit diesen wichtigen Reservekohlehydraten zu rechnen ist. Ihrer Struktur nach gehören sie zu der sog. "Raffinose-Familie".

Der Kohlehydratstoffwechsel zeigt die größten Veränderungen während der Ruheperiode der Rebe. Im Herbst wird Stärke synthetisiert, und es entwickelt sich das schon erwähnte Stärkemaximum auf Kosten des Zuckergehaltes.

Nach der Laubverfärbung wird die Stärke in Zucker umgesetzt, und zwar zu Gunsten der Oligosaccharide. Damit kommt das Wintermaximum des Zuckers und das Winterminimum der Stärke zustande. Unserer Meinung nach dauert die Tiefruhe der Rebe von dem herbstlichen Stärkemaximum bis zu dessen Winterminimum. In dieser Zeit laufen die Vorgänge streng in der Richtung des Stärkeabbaues. Für die darauf folgende "Zwangsruhe" ist die Stärkesynthese charakteristisch, und mit der Entwicklung des Frühjahrsmaximums kann die Winterruhe als beendet angesehen werden. Anschließend beginnt der Knospenausschlag. Der Zeitpunkt des Auftretens des Stärkemaximums im Frühjahr hängt von der Temperatur ab, meistens findet man es Mitte März. (Abb. 2)

Aus dieser kurzen Schilderung haben wir die jahresperiodischen Änderungen des Zucker- und Stärkegehaltes kennengelernt und können jetzt daraus den Schluß ziehen, daß die sich fortwährend ändernden Stärkemengen für Holzreifebestimmungen weder in Form

chemisch-analytischer noch in Form biochemischer Methoden geeignet sind. Dasselbe gilt auch für den Zucker. Der Wert des Rebholzes kann somit nur durch den sich in der Ruheperiode kaum verändernden Gesamtkohlehydratgehalt bestimmt werden. Die bisher besprochenen quantitativen und qualitativen Kohlehydratveränderungen beziehen sich auf die am Stock überwinternden Rebtriebe.

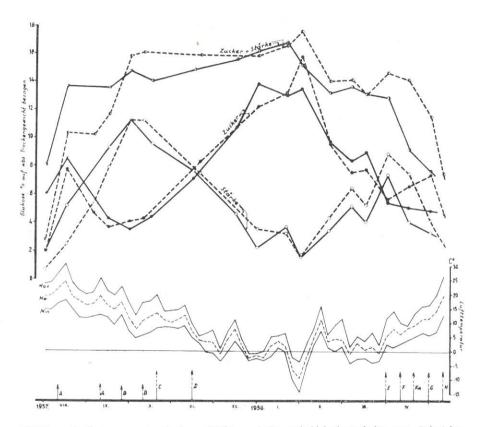


Abbildung 2: Änderungen des Zucker-, Stärke- und Gesamtkohlehydratgehaltes von Rebtrieben während der Winterruhe 1957/58. ——— Kurven des 10. und ———— des 25. Internodiums, sowie Pendatenmittelwerte der Lufttemperatur. A = Beginn der Holzverfärbung — B = Braunwerden der Rebtriebe — C = Beginn der Laubverfärbung — D = Beendigung des Laubfalles — E = Beginn der intensiven Wasseraufnahme — E = E00 knospenausschlag — E = E10 cm lange Triebe.

Unsere gleichzeitig durchgeführten Versuche haben es bewiesen, daß die qualitativen Änderungen des Kohlehydratstoffwechsels auch in den abgeschnittenen und im Einschlag aufbewahrten Ruten ganz ähnlich ablaufen. Die im Frühjahr sich vollziehende Zucker-Stärke-Umwandlung gab auch hier ein Stärkemaximum, und zwar zeitlich abhängig von der Lagertemperatur.

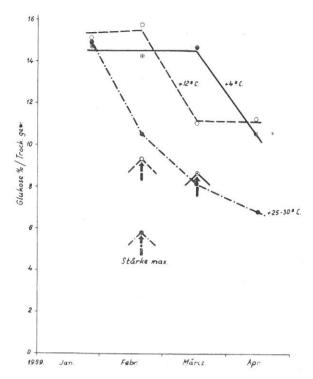


Abbildung 3: Änderungen der Gesamtkohlehydrate der bei verschiedenen Temperaturen aufbewahrten Reben. Die Stärkemaxima sind mit den Pfeilen gekennzeichnet

Im folgenden wird über die quantitativen Änderungen, die während der Lagerung, des Vortreibens und Abhärtens in dem Rebholz vorkommen, und weiter, welche Auswirkungen diese Änderungen für den Anwuchs haben, berichtet.

Kohlehydratänderungen während der Lagerung

Die Lagerungsverhältnisse des Vermehrungsmaterials haben wir hinsichtlich der Temperatur variiert. Dadurch wurde es möglich, einerseits die kohlehydratverzehrende Wirkung der ansteigenden Temperatur zu beobachten (Abb. 3), und andererseits konnten wir im gleichen Zeitpunkt Pfropfreben mit verschiedenem Kohlehydratgehalt herstellen (Abb. 5).

Für Versuchszwecke haben wir Schnittholz von *Riparia portalis* am 26. Januar 1959 eingesammelt und es bei drei verschiedenen Temperaturwerten in den Einschlag gebracht; nämlich bei \pm 4, \pm 12 und \pm 25 Grad C.

Die Änderungen des Gesamtkohlehydratgehaltes sind aus der Abbildung 3 zu entnehmen.

Wie zu erwarten war, verminderte sich der Kohlehydratgehalt in den bei verschiedener Temperatur aufbewahrten Ruten mit verschiedener Geschwindigkeit und in verschiedenem Zeitpunkt. Bei 25 Grad begann die Verminderung sofort, bei \pm 12 Grad einen Monat später und bei \pm 4 Grad erst zwei Monate später, also Mitte März. Aus den bei-

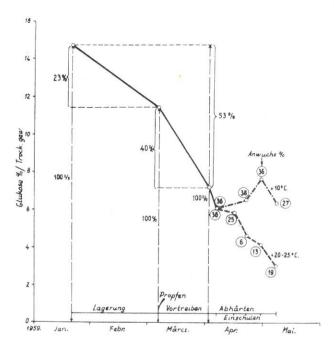


Abbildung 4: Kohlehydratänderungen des Unterlagenholzes bei zwei verschiedenen Abhärtetemperaturen, von dessen Abschneiden bis zum Einschulen der Pfropfungen. Die eingekreisten Zahlen zeigen die Anwuchsprozente der bei verschiedenen Temperaturwerten und verschieden lange abgehärteten Pfropfungen.

den letzten Versuchen ging hervor, daß die Gesamtkohlehydratwerte sich erst dann verminderten, wenn das Frühjahrsmaximum der Stärke sich schon ausgebildet hat. Nach Erscheinen des Stärkemaximums beginnt eine rasche Abnahme der Gesamtkohlehydrate. Dieser Vorgang kann höchstwahrscheinlich die Folge einer spontanen, intensiven Respiration sein, die mit der Stärkesynthese in Zusammenhang stehen mag. Im nächsten Jahre konnten wir diesen Vorgang bei -10 Grad hemmen; das Stärkemaximum entwickelte sich dann nicht, und auch die Abnahme der Gesamtkohlehydrate konnte nicht beobachtet werden.

Aus den Beobachtungen kann man die praktische Folgerung ziehen, daß bei \pm 4 Grad die Gesamtkohlehydratmengen bis Mitte März reservierbar sind.

Weiterhin ist es auch offenbar, daß in einem Einschlag im Freien die Änderungen der Gesamtkohlehydratwerte von der jeweiligen Temperatur abhängig sind, die sich aber ihrerseits mit der Witterung ändert.

In der Abbildung 4 wird gezeigt, daß der Kohlehydratgehalt, der im Januar noch $14,7\,^{9}/_{0}$ betrug, in den im Freien eingeschlagenen Reben bis zum 6. März auf $11,4\,^{9}/_{0}$ sank.

Die Rebe "verlor" also etwa ein Viertel (23%) ihrer ursprünglichen Kohlehydratreserven. Dieser Verlust, von der Temperatur und von der Dauer der Lagerung abhängig, kann sogar noch beträchtlicher sein (vgl. Abbildung 3).

Nach Kenntnis der wichtigen biochemischen Rolle der Reservekohlehydrate hielten wir es für notwendig, die Änderungen dieser Energiequellen auch während der verschiedenen Phasen der Pfropfrebenherstellung zu untersuchen.

Die höhere Temperatur wirkt aktivierend auf die Stoffwechselvorgänge, und so ist es leicht zu verstehen, daß bei der Temperatur des Vortreibens (+ 23 Grad) der Kohle-hydratverbrauch am größten ist. Unterdessen bilden sich die neuen Gewebe und Organe. Diese Vorgänge benötigen große Energiemengen, die durch den Verbrauch der Reserve-kohlehydrate beschafft werden müssen- Aufgrund der Versuche, die wir von November

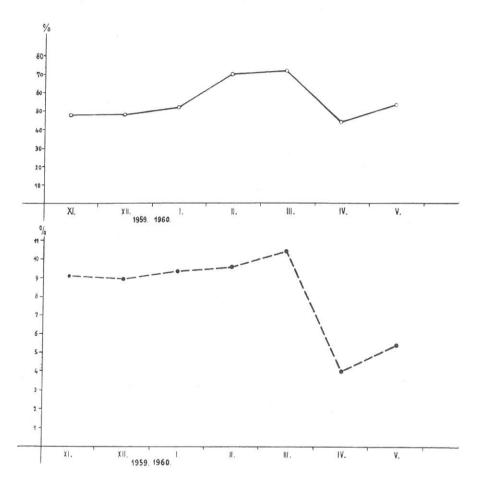


Abbildung 5: Kohlehydratverbrauch der Rebe während des Vortreibens, in Kohlehydratprozenten und in Prozenten der Ausgangsmengen angegeben.

bis Mai im Thermostat durchgeführt haben, konnten wir den Kohlehydratbedarf des Vortreibens der verschiedenen Termine feststellen. Wie man in Abbildung 5 sehen kann, verbraucht die Rute 40 bis 70 Prozent ihrer Reservekohlehydrate. Das Maß des Verbrauches hängt stark von der Tiefe der Ruheperiode ab. Der größte Kohlehydratver-

Abbildung 6:

Anwuchsprozentänderungen (eingekreiste Zahlen) in Zusammenhang a) mit den Kohlehydratwerten, und b) mit der Kallusintensität.

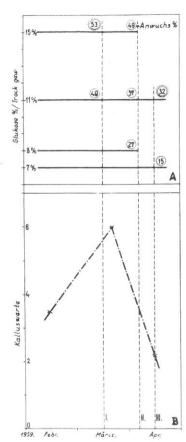
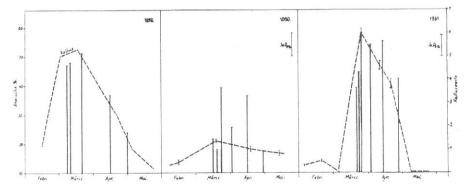


Abbildung 7:

Kallusintensität- und Anwuchsprozentänderungen von Februar bis Mai, in drei aufeinanderfolgenden Jahren (1959—61). Die schattierten Kolumnen zeigen die Anwuchsprozente der je zwei Wochen früher gepfropften, aber in demselben Zeitpunkt vorgetriebenen Pfropfreben. Sorte: Welschriesling auf Berl. x Rip. Tel. 5 C. Bei den Kalluswerten ist die mittlere Abweichung des Mittelwertes (Sx) angegeben.



brauch kann im März festgestellt werden, weil, wie aus den späteren Erläuterungen noch ersichtlich werden wird, zu dieser Zeit in der Kallusbildung eine aktive Periode zu beobachten ist.

Wenn wir nun in Rechnung stellen, daß eine Rute schon im Einschlag, vom 20. Januar bis zum 6. März, also bis zum Pfropfen, etwa 23 Prozent ihrer Reservekohlehydrate und während des Vortreibens noch 40 % der übriggebliebenen Reserven verbraucht, müssen wir zu dem Schluß kommen, daß in einer vorgetriebenen Pfropfrebe nur noch weniger als die Hälfte der Kohlehydrate vorhanden ist. Die Kohlehydratbilanz stellt klar heraus, wie sehr der Energievorrat der Rute bis zur Vollendung der Kallusbildung und des Knospenausschlages in Anspruch genommen ist. Man muß also alles tun, um die Bildung überflüssiger und energieverzehrender Organe, wie z. B. Wurzeln, Fußkallus, lange Triebe und sogar allzu üppiger Wundkallus zu verhindern. Das führt nämlich zur Verschwendung von Reserven und von Energie.

Im folgenden möchten wir über einen Versuch berichten, bei dem wir Pfropfungen mit verschiedenem Kohlehydratgehalt in demselben Zeitpunkt und Pfropfungen mit gleichem Kohlehydratgehalt zu verschiedenen Zeiten vorgetrieben haben. Wir vergleichen nun die Anwuchsprozente mit dem Kohlehydratgehalt und mit der Intensität der Kallusbildung der verschiedenen Perioden. (Abb. 6)

An den Änderungen der Anwuchsprozente kann beobachtet werden, daß die Werte teilweise von dem Kohlehydratgehalt und teilweise von der in dem Zeitpunkt vorhandenen Kallusintensität abhängig sind. Die beiden Komponenten bestimmen zusammen den Anwuchs. Diese Wechselwirkung hat einen additiven Charakter. Das bedeutet, daß hohe Kohlehydratwerte zusammen mit der größten Kallusintensität (in der ersten Periode) die höchsten Anwuchsprozente ergeben (53 %); wogegen niedrige Kohlehydratwerte bei geringer Kallusintensität die niedrigsten Erfolge aufweisen (15 %). Wenn wir die Anwuchsprozente mit der Intensität der Kallusbildung in Zusammenhang bringen, finden wir, daß bei gleichem Kohlehydratgehalt (z. B. 11 %) die Werte mit abnehmender Kallusbildung ebenfalls abnehmen (von 49 %) zu 32 %). Wenn nun aber die Anwuchsprozente bei einer gegebenen Kallusintensität, z. B. in der zweiten Periode, mit dem Kohlehydratgehalt verglichen werden, wird es klar, daß mit abnehmendem Kohlehydratgehalt auch die Anwuchsprozente sich vermindern (von 49 %) zu 27 %).

Aufgrund dieser Wechselwirkung haben wir einen interessanten, zwar vielleicht noch nicht allgemein gültigen Zusammenhang ermittelt. Wir haben nämlich die Anwuchsprozentverringerung errechnet, die eine Iprozentige Kohlehydratabnahme in den verschiedenen Kallusperioden zur Folge hat. Demnach brachte 1 % Kohlehydratabnahme in der ersten Kallusperiode (intensive Kallusbildung) einen Rückgang im Anwuchs von 1%, in der zweiten Periode von 3 % und in der dritten Periode von 4,2 %. Diese Ergebnisse stützen unsere Behauptung, wonach der Zusammenhang zwischen Kohlehydratgehalt und Kallusintensität additiv sei.

Die Auswirkung des verschiedenen Kohlehydratgehaltes konnte man übrigens später an der Kondition der Pfropfreben deutlich erkennen.

Die Kohlehydratänderungen während des Abhärtens

Den Zeitraum zwischen dem Ende des Vortreibens und dem Beginn des Einschulens nennt man allgemein die Zeit des Abhärtens. Über die Dauer des Abhärtens sind die Fachleute sich nicht einig. Außerdem wird dies oft durch Notlagen beeinflußt, wodurch der Zeitpunkt des Einschulens aufgeschoben werden muß. Schon ein ungünstiges Regenwetter oder eine Arbeitsstauung können solche Verschiebungen zur Folge haben. Wenn wir nun obendrein an einen Großbetrieb denken, wie z. B. derjenige von Balatonboglär, wo in einer

Saison 3 Millionen Pfropfreben und 11 Millionen Stecklinge eingeschult werden müssen, kann man damit rechnen, daß schon die kleinste Stauung riesige Schäden anrichtet. In einem Vortreibraum werden auf einmal fünfhunderttausend Pfropfreben vorgetrieben. In den warmen Frühlingstagen bedeutet eine Verspätung von einigen Tagen schon große Verluste, die durch die Kohlehydratabnahme, genauer durch den "Energieverlust", verursacht werden.

Unsere Versuche wurden mit Pfropfungen von Perle de Csaba auf Riparia portalis durchgeführt. Ein Teil der vorgetriebenen Reben wurde in einem Raum mit + 10 Grad untergebracht (Oberraum einer Eisgrube), und der andere Teil blieb in einem ungeheizten, gut durchlüftbaren Raum, wie es während des Abhärtens im Betrieb üblich ist. In beiden Fällen dauerte das Abhärten je 4, 11, 17, 25 und 34 Tage.

In dieser Zeit änderte sich der Kohlehydratgehalt der Unterlagen wie Abbildung 4 zeigt. Die dargestellten Anwuchsprozente sind die Mittelwerte von vier Wiederholungen.

Die Kurven des Kohlehydratgehaltes zeigen, welch große Unterschiede sich aus den verschiedenen Temperaturen der Abhärteräume ergeben. Der Kohlehydratgehalt der in dem ungekühlten Raum abgehärteten Pfropfreben nimmt bis zum Einschulen laufend ab, während der Kohlehydratgehalt der gekühlten Pfropfreben eher etwas zunimmt, aber keinesfalls weniger wird. Neben den Einschulterminen sind die Anwuchsprozente aufgeführt. Die Daten zeigen, daß mit der Kohlehydratabnahme der ungekühlten Pfropfreben auch deren Anwuchsprozente niedriger werden, und zwar ist ein Rückgang, ausgehend von 36 Prozent am 4. Tag, auf 5,7 Prozent am 17. Tag zu beobachten. Trotz der weiteren Kohlehydratverluste zeigt sich im Anwuchs eine gewisse Erhöhung. Die am 25. Tag eingeschulten ergaben 13,4, die am 34. Tag eingeschulten 19,0 Prozent Anwuchs. Die Erklärung dafür ist wahrscheinlich in der Assimilationstätigkeit und Photophosphorylierung der inzwischen entwickelten Laubfläche zu suchen.

In den gekühlten Pfropfreben nahm der Kohlehydratgehalt weiter nicht ab, und auch die Anwuchsprozente wurden nicht kleiner.

Sogar die nach 25 Tagen eingeschulten Pfropfreben gaben noch 36 $^{0}/_{0}$ Anwuchs, was von großer Bedeutung ist, wenn wir bedenken, daß der Anwuchs bei dem üblichen Abhärten schon nach 11 Tagen auf 23 $^{0}/_{0}$ zurückfällt.

Dieser Versuch hat grundsätzlich bewiesen, daß einerseits die Reserven der vorgetriebenen Pfropfreben ohnehin an der Grenze des kritischen Kohlehydratgehaltes sind, und andererseits, daß wirklich Sicherheit für die Pfropfrebenherstellung in Großbetrieben nur durch Kühleinrichtungen geschaffen werden kann. Wir empfehlen die Abkühlung der Lufttemperatur auf 8 bis 10 Grad. Hierbei wird auch gleichzeitig die Botrytis-Gefahr herabgesetzt. Der gekühlte Abhärteraum soll hell sein.

Wir verfolgten somit den Weg der Kohlehydrate bei der abgeschnittenen Rebe durch die verschiedenen agrotechnischen Vorgänge bis zur Rebschule. Weiterhin untersuchten wir die Auswirkung der Veränderungen auf die Höhe des Anwuchses. Aufgrund unserer Beobachtungen können zusammenfassend folgende, allgemeingültige Feststellungen gemacht werden:

- 1. Vom Abschneiden bis zur Beendigung des Vortreibens verbraucht die Rute bzw. die Pfropfrebe etwa die Hälfte (53 %) ihres ursprünglichen maximalen Kohlehydratgehaltes.
- 2. Infolgedessen sind die vorgetriebenen Pfropfreben an "Energie" sehr verarmt, und deshalb werden die Anwuchsprozente durch die Dauer und Temperatur des Abhärtens stark beeinflußt.
- Der Gesamtkohlehydratgehalt des Rebholzes und die Intensitätsschwankungen der Kallusbildung zeigen einen additiven Zusammenhang in der Gestaltung der Anwuchsprozentwerte.

Vorausgehend wurde schon erwähnt, daß der Zucker- und Stärkegehalt der Ruten während der Ruheperiode infolge einer ständigen Zucker-Stärke-Verwandlung sich in ständiger Änderung befindet, der Gehalt an Gesamtkohlehydraten dagegen nahezu gleich bleibt. Nur nebenbei sei darauf hingewiesen, daß im Dezember und Januar eine vorübergehende 2–3% ige Erhöhung der Gesamtwerte merkbar wird, die wir am Stock und im Einschlag ganz ähnlich fanden (Eifert und Mitarb., 1961). Es mag sein, daß diese Schwankung aus der Hydrolyse und Synthese der Hemizellulose stammt (Afrikjan und Mitarb., 1954).

Wir haben den Gesamtkohlehydratgehalt der Sorte Berl. × Rip. 5 C (Teleki) drei Jahre hindurch (1959, 1960 und 1961) im Januar untersucht.

Die Resultate unterschieden sich in den verschiedenen Jahrgängen kaum, und auf Trockengewicht bezogen ergaben sich etwa 14–15 %. Aus dem untersuchten Material haben wir ab 15. Februar alle vierzehn Tage Pfropfungen hergestellt und, abgesehen von den ersten zwei Terminen, die Pfropfreben sofort vorgetrieben. Die Pfropfungen vom 15. Februar und 1. März wurden zusammen mit denen vom 15. März vorgetrieben. So könnten wir die Ergebnisse einer gedehnten Pfropfungsperiode durch drei Jahre miteinander vergleichen. Es wurde immer Welschriesling auf 5 C von demselben Standort gepfropft.

Aus Abbildung 7 ist klar ersichtlich, daß die Anwuchsprozente der verschiedenen Jahrgänge, trotz den beinahe gleichen Ausgangskohlehydratmengen, erhebliche Unterschiede aufweisen. Wenn wir die Werte der Anwuchsprozente im Zusammenhang mit den Pfropfterminen betrachten, können wir feststellen, daß diese in den verschiedenen Jahrgängen ganz ähnlich sind. Einen maximalen Anwuchs ergaben die im März gepfropften und vorgetriebenen Reben. Vor und nach diesem Termin sind die Erfolge kleiner. Den geringsten Anwuchs und die schwächsten Pfropfreben bekamen wir nach dem maximalen Erfolg im März. Die früh hergestellten Pfropfreben hatten gute Kondition, ihr Anwuchsprozentsatz war aber schwankend.

Die auffallenden Ergebnisse bringen zwei notwendige Fragen mit sich:

- 1. Gibt es überhaupt einen Zusammenhang zwischen den im Triebe akkumulierten Kohlehydratmengen und der Holzreife?
- 2. Welche Ursache haben die Differenzen der Anwuchsprozente in demselben Jahr und zwischen den verschiedenen Jahrgängen?

Die erste Frage kann anhand der bisherigen Beobachtungen gleich beantwortet werden. Es wurde festgestellt, daß wenigstens in den drei beobachteten Jahrgängen die Gesamtkohlehydratmengen keinen wesentlichen Unterschied aufwiesen (14–15 %), wobei die Anwuchsprozente in den einzelnen Jahrgängen gesicherte Unterschiede zeigten. Daraufhin kann behauptet werden, daß in den untersuchten drei Jahrgängen die Unterschiede in den Anwuchsprozenten nicht von den Mengen der akkumulierten Kohlehydrate bedingt wurden, also daß gleiche Kohlehydratmengen – bezüglich der Anwuchsprozente – noch gar nicht den gleichen Reifegrad des Rebholzes bedeuten

Die zweite Frage versuchen wir aufgrund unserer Kallusuntersuchungen zu beantworten. Wir führen seit 1959 systematische Untersuchungen durch, um die Kallusbildungsfähigkeit, den Rhythmus und die Intensität der Kallusbildung der einzelnen Sorten in der Ruheperiode festzustellen. Die Besprechung dieser Ergebnisse, die auf diesem Feld erzielt wurden, genügte schon an sich zur Ausfüllung eines Vortrages.

Es sei hier nur ein einziges Teilergebnis hervorgehoben, das sich auf die zweite Frage bezieht. Die Untersuchungen wurden im Thermostat mit 5 cm langen Rutenstücken durchgeführt. Die Kallusbildung wurde an beiden Polen mit Hilfe einer subjektiv gewählten, empirischen Skala von 0-7 bestimmt. Ein ringsum geschlossener Kallusring erhielt 7 Punkte.

Die Anordnung und die Wiederholungen waren so gewählt, daß die Versuche dadurch statistisch auswertbar gestaltet wurden.

Die Kallusintensität der letzten drei Jahre (1959/61) wird ebenfalls in *Abbildung* 7 dargestellt. Die Tendenz der Intensitätskurven ist zwar innerhalb einzelner Jahrgänge gleich, miteinander verglichen zeigen sie dagegen auffallende Unterschiede (Sorte 5 C, Triebpol). Aus der Abbildung ist zu ersehen, daß es bezüglich der Kallusbildung bessere (1961 und 1959) und weniger gute Jahrgänge gibt (1960).

Alljährlich ist die Kallusbildung im März die aktivste, vorher und nachher ist sie geringer. Wahrscheinlich spielen darin die Schwankungen des Auxinniveaus eine große Rolle.

Wenn wir nun die jahrgangsmäßigen und jahresperiodischen Änderungen der Kallusbildungsintensität mit den Anwuchsprozenten desselben Jahrganges vergleichen, können wir die zweite Frage folgendermaßen beantworten: Die jahresperiodischen und jahrgangsmäßigen Änderungen der Anwuchsprozente sind, bei demselben Kohlehydratgehalt, von den Schwankungen der Kallusbildungsintensität abhängig.

Mit dieser kleinen Ergänzung wollte ich nur darauf hinweisen, daß die Beurteilung der Holzreife ein weitgehend komplexes Problem ist, dessen Kriterium mit dem bloßen Kohlehydratgehalt noch bei weitem nicht angegeben werden kann. Die eingespeicherten Kohlehydratmengen sind vor allem als Kraftstoffe anzusehen, mit welchen man, während der einzelnen agrotechnischen Vorgänge, behutsam wirtschaftend umgehen muß.

Wenn wir also den Energiehaushalt der Rebe uns vor Augen halten, müssen wir in der Praxis der Pfropfrebenherstellung darauf achten, daß die maximalen Mengen der Reservekohlehydrate durch eine zielbewußte Lagerung – womöglich kalt (0 bis –4°) und vor Temperaturschwankungen geschützt – bis zum Pfropfen aufgespart werden. Mit dem Pfropfen selbst kann man schon früh, im Februar, beginnen, wenn man nur die Möglichkeit hat, die Pfropfungen auch weiterhin kalt aufzubewahren. Das Vortreiben dagegen soll nur in der aktivsten Kallusperiode vorgenommen werden, da die reservierten Kohlehydrate zu dieser Zeit am besten auszunützen sind. Vor der maximalen Kallusintensität verwertet nämlich die Rebe die aus der Veratmung der Kohlehydrate stammende Energie in der Kallusbildung noch nicht günstig. Nach dem Kallusmaximum aber beeinflussen die herabgesetzte Kallusbildung und die verminderten Kohlehydratmengen den Anwuchs wiederum nachteilig.

Da die vorgetriebenen Pfropfreben aus verschiedenen Gründen oft nicht gleich eingeschult werden können, und weil sie ohnehin nur noch über die Hälfte ihrer ursprünglichen Kohlehydratmengen verfügen, soll man sie während des Abhärtens bei höchstens 8–10 Grad halten, was die weiteren Kohlehydratverluste verhindert. So vertragen die Pfropfreben sogar eine längere Aufbewahrung ohne Schäden.

Die hier vorgeführten Versuche und Ergebnisse sind Teile vieler diesbezüglichen Arbeiten, die wir am Laboratorium zu Balatonboglär gemeinsam geleistet haben.

Ich möchte auch an dieser Stelle Herrn und Frau Balo, Frau Dr. Panczel und Frau Eifert für ihre Mühe und Mitwirkung danken.

Literatur

- (1) Afrikjan, B. L., S. A. Marutjan, R. G. Saakjan: Die Erscheinungsformen der Reservekohlehydrate der Weinrebe. Dokl. Akad. Nauk. SSSR 96. 1195—1196 (1954) (Russisch).
- (2) EIFERT, J., M. PANCZEL, A. EIFERT: Änderung des Stärke- und Zuckergehaltes der Rebe während der Ruheperiode. Vitis 2, 257—265 (1961).
- (3) Hegedüs, A.: Histologische Untersuchungen des Reifevorganges der Rebe. (Ungarisch). Szöl. Kut. Int. Évk. (1958). Vol. XI., Fasc. 1, p. 133—147.
- (4) KÖVESSI, F.: Recherches biologiques sur l'aoutement des sarments de la vigne. Rev. Generale de Botanique Paris. Tom. XIII., 193 (1901).
- (5) PANCZEL, M., J. EIFERT: Bestimmung des Zucker- und Stärkegehaltes der Weinrebe mittels Anthronreagens. Mitt. Ser. A Klosterneuburg, Jg. X. p. 102—110 (1960).
- (6) PANCZEL, M.: Papierchromatographische Untersuchungen des Zuckergehaltes der Rebe. Mitt. Ser. A. Klosterneuburg, Jg. XII. 124—130 (1962).
- (7) Stoev, K. D.: Metamere Änderungen des Kohlehydratgehaltes und der Bewurzelungsfähigkeit der Rebe (Russisch). Dokl. Ak. Nauk SSSR. 59 (4): 781—784. (1948).
- (8) Stoev, K. D.: Physiologische Grundlagen der Kohlehydratänderungen im Rebholz (Bulgarisch). Godisnik na Sofiskija Univ. Agr. Fak. 26: 545-620 (1948).
- (9) ZIMMERMANN, J.: Bestimmung der Holzreife und Ergebnisse für die Unterlagen 1952. Der Dtsch. Weinbau 8 (4): 87-89 (1953).
- (10) ZIMMERMANN, J.: Sproßhistologie und Holzreife bei der Rebe. Mitt. Ser. A. Jg. IV. p. 101— 119 (1954).
- (11) WINKLER, A. J., O. W. WILLIAMS: Starch and sugars of Vitis vinifera. Plant Physiol. 20: 412-432 (1945).
- (12) Jahresberichte des Laboratoriums für Rebenforschung zu Balatonboglår, 1959, 1960, 1961. (Handschrift).