

(Aus dem Forstbotanischen Institut und der Versuchsabteilung für Forstpflanzenzüchtung Tharandt bei Dresden.)

# Untersuchungen über die Eigenschaften der Beeren und Blätter von süßen und bitteren Ebereschen (*Sorbus aucuparia* L.).

Von WOLFGANG R. MÜLLER-STOLL und KLAUS MICHAEL.

Mit 7 Textabbildungen.

## 1. Einleitung.

Die Ebereschenformen mit nicht bitteren, genießbaren Früchten finden heute überall größtes Interesse. Wenig bekannt ist allerdings, daß es sich dabei nicht um Züchtungserzeugnisse der Gegenwart handelt, daß ihre Entstehung vielmehr verhältnismäßig lange Zeit zurückliegt. Bisher sind zwei solcher süßfrüchtigen Formen als botanische Varietäten beschrieben und mit einem Namen belegt worden:

1. var. *moravica* ZENGERLING 1889 (Syn. var. *dulcis* BECK, var. *edulis* DIECK), davon kennt man eine geschlitztblättrige Abart: forma *laciniata* BEISSNER 1899.

2. var. *rossica* SPÄTH-KOEHNE 1901 mit einer großfrüchtigen Abart: forma *major* SPÄTH 1903.

Die Mährische Eberesche (var. *moravica*) wurde etwa um das Jahr 1810 als wilder Baum durch Zufall im Altvatergebirge (mährische Sudeten) entdeckt und seither durch Veredlung weitervermehrt. Die russischen Formen, von denen es außer den bei uns als var. *rossica* und *rossica-major* bekannten Typen offenbar noch andere gibt, dürften schon erheblich länger in Kultur sein. Obwohl sich namhafte Sachkenner tatkräftig für die Ausbreitung der Kultur der Süßen Eberesche eingesetzt haben, blieb ihre Kenntnis in den meisten Gebieten auf einen engen Kreis von Liebhabern beschränkt. Nachdem die mährische Varietät jedoch als einer unserer wertvollsten Vitamin-C-Träger erkannt wurde, war damit das allgemeine Interesse an dieser Fruchtart wachgerufen.

Die Literatur über die Süße Eberesche ist noch klein. Die erste gründliche Beschreibung der var. *moravica* stammt von KRAETZL (1890). In neuester Zeit hat besonders KOERNICKE (1944) der Pflanze eine ausführliche Schrift gewidmet, während von MÜLLER-STOLL (1947) der Versuch einer monographischen Darstellung aller die Süße Eberesche betreffenden Fragen unternommen worden war; darin wird auch weiteres Schrifttum über den Gegenstand nachgewiesen.

Das verstärkte Interesse an der Süßen Eberesche ließ das Bedürfnis nach einer züchterischen Verbesserung der Pflanze aufkommen, so daß an verschiedenen Stellen diesbezügliche Arbeiten in Angriff genommen wurden. Bis jetzt haben wir noch keine Sorten im eigentlichen Sinne, d. h. bestimmte mit Namen belegte Typen, deren Eigenschaften in einer Sortenbeschreibung niedergelegt sind. Was bisher an Süßer Eberesche durch die Baumschulen angeboten wird, ist Material von oft recht verschiedener Qualität insofern, als hinsichtlich Wüchsigkeit, Ertrag, Fruchtgröße, Gehaltseigenschaften der Beeren usw. ziemliche Verschiedenheiten zu bestehen scheinen. Mit der Inangriffnahme von Züchtungsarbeiten mit Süßer Eberesche am hiesigen Institut ergab sich die Notwendigkeit, Reihenuntersuchungen über einige züchterisch wichtige Eigenschaften bei süßfrüchtigen Bäumen durchzuführen, um einen Überblick über die Variabili-

tät der Merkmale und Anhaltspunkte für die Selektion zu finden. Zugleich dienten diese Untersuchungen dem Auffinden besonders wertvoller Ausgangspflanzen für die weitere Züchtungsarbeit. Dabei wurde auch die bittere Normalform in die Erhebungen mit einbezogen, um die Unterschiede gegen die süßfrüchtigen Formen schärfer erfassen zu können.

Soweit sich die bei den Untersuchungen gewonnenen Zahlen dafür eigneten, wurden sie statistisch ausgewertet. Die erzielten Ergebnisse sind im folgenden zusammengestellt; sie beziehen sich auf einige für die Unterscheidung der einzelnen Formen wesentliche morphologische Eigenschaften der Beeren und Blätter, sowie auf einige besonders belangvolle Beereninhaltsstoffe: Zucker, Säure und Vitamin C.

## 2. Material und Methode.

Die untersuchten Proben wurden stets baumweise getrennt geerntet und in Papiertüten verpackt ins Laboratorium gebracht. Die Beeren wurden möglichst rasch verarbeitet und standen bis dahin im Kühlschrank. Blattproben haben wir zunächst herbariumsmäßig getrocknet und bei späterer Gelegenheit untersucht. Im folgenden steht ein größeres Material von Frucht- und Blattproben weitgehend einheitlicher Herkunft im Vordergrund der Betrachtung; es wurde am gleichen Tage durch eine Zapfenpflückerkolonne des Tharandter Forstamtes unter Aufsicht und Anleitung unseres damaligen Mitarbeiters für Forstpflanzenzüchtung, Forstmeister Dr. W. LANGNER, von gleichmäßig gewachsenen, voll entwickelten Straßebäumen in Dresden entnommen (Behrischstraße, Voglerstraße, Burgsdorfstraße, Mommsenstraße, Zeunerstraße). Hier stehen in größerer Zahl Mährische Ebereschen untermischt mit der bitteren Normalform. Für die Erlaubnis zum Beernten der Bäume haben wir dem Pächter, der Fa. Obstkellerei Donath, Dresden-Lockwitzgrund, zu danken. Durch das kühle und regnerische Wetter im Sommer 1946 wurde die Reife der Ebereschenbeeren stark verzögert, so daß die Vollreife erst Anfang bis Mitte Oktober eintrat. Um Auswirkungen von Unterschieden im Reifegrad zu vermeiden, wurde mit der Probeentnahme bis zum 14. Oktober gewartet. Im übrigen waren die beernteten Bäume nach Standortbedingungen und Entwicklungszustand von solcher Einheitlichkeit, daß das Material zur Feststellung der von Außeneinflüssen unabhängigen Variabilität der Beeren- und Blatteigenschaften geeignet erschien. Um gute Durchschnittswerte für die untersuchten Einzelbäume zu erhalten, wurde die Entnahme so durchgeführt, daß im oberen fertilen Teil der Kronen an mehreren Stellen ganze Fruchtzweige samt Blättern entnommen wurden. Aus einer Anzahl normal entwickelter Fruchtstände desselben Baumes wurden danach jeweils etwa gleiche Mengen Beeren von einwandfreier Beschaffenheit entnommen und daraus eine Durchschnittsprobe von 250–300 g Gewicht gebildet, die

der weiteren Untersuchung diene. Bei den in den folgenden Darlegungen nur gelegentlich mit herangezogenen Beerenproben von anderen (auswärtigen) Standorten handelt es sich ebenfalls meist um Material von Straßenbäumen, das durch das Personal der Straßenbauämter nach unseren Anweisungen gelernt worden war.

An den Beerenproben wurden zunächst die äußeren Merkmale — Größe, Form, Farbe — festgestellt. Die anschließende analytische Untersuchung erstreckte sich auf den Gehalt an Zucker, Fruchtsäure und Vitamin C (Ascorbinsäure) und in Verbindung damit auf eine Feststellung von Wassergehalt und Trockengewicht. Aus den verschiedenen Einwaagen ergab sich außerdem das durchschnittliche Frischgewicht für die einzelne Beere, das sich als gute Maßzahl zur Kennzeichnung der Variabilität der Beerengröße erwies.

Zur Bestimmung des Zucker- und Säuregehaltes wurden etwa 10 g Beeren mit gereinigtem Quarzsand unter Zugabe von 100 ccm Wasser fein verrieben; danach wurde die Masse zur Ausfällung der Proteine unter Umrühren auf 55–60° C erwärmt, nach Erkalten filtriert und schließlich das Filtrat in einem Meßkolben auf 200 ccm aufgefüllt. Davon wurden 25 ccm mit n/20 Natronlauge gegen Phenolphthalein heiß titriert. Die Säure wurde als Äpfelsäure berechnet; 1 ccm verbrauchte n/20 Lauge entspricht 3,352 mg Äpfelsäure. Zur Zuckerbestimmung wurden vom gleichen Extrakt 10 oder 15 ccm mit  $\frac{1}{2}$  bzw.  $\frac{3}{4}$  ccm Salzsäure (D. 1,125) versetzt und 1 Stunde im Wasserbad hydrolysiert. Nach Filtrieren und Neutralisieren wurde der Zuckergehalt nach BERTRAND bestimmt und als Fruktose berechnet.

Für die Bestimmung des Ascorbinsäuregehaltes in Pflanzenmaterialien wurde schon eine Unzahl von Verfahrensvorschriften in Vorschlag gebracht. Die meisten von ihnen stellen nur Abwandlungen der alten TILLMANSSchen Dichlorphenolindophenol-Titration dar. Die bis in die jüngste Zeit immer wieder vorgebrachten methodischen Änderungsvorschläge lassen darauf schließen, daß ein völlig befriedigender Weg bislang wohl noch nicht gefunden ist. Um den Endpunkt der Titration zuverlässiger (objektiv) erfassen zu können, wurden zum Teil auch elektrische Registrierverfahren empfohlen (HARRIS u. Mitarb. 1942, HASSELBACH 1947). Im allgemeinen wird man jedoch mit der visuellen Feststellung des Farbumschlages auskommen. Durch die Arbeit von SABALITSCHKA (1943) hat die Bestimmungsmethode nunmehr eine gewisse Standardisierung erfahren; danach wird zur Herstellung der Pflanzenextrakte am besten Metaphosphorsäurelösung verwendet, wie bereits von OTT (1938) empfohlen wurde. Ein von RESCHKE an Ebereschbeeren erprobtes Verfahren wird von KOERNICKE (1944) mitgeteilt. Wir sind in Anlehnung an die verschiedenen Vorschriften und unter Berücksichtigung der Beschaffungsschwierigkeiten für manche Chemikalien folgendermaßen verfahren:

Etwa 5 g Beeren werden mit eisenfreiem Analysenquarzsand unter portionsweiser Zugabe einer auf etwa 60° C erwärmten frisch bereiteten 2 proz. Metaphosphorsäurelösung im Mörser zu einem dünnen homogenen Brei verrieben. Dieser wird durch einen Glasfiltertiegel (1 G 3) abgesaugt, wobei mehrmals unter Umrühren des Rückstandes mit warmer Metaphosphorsäurelösung nachgewaschen wird; vor Beendigung des Auswaschens darf der Rückstand nicht mit Luft in Berührung kommen. Das Filtrat wird in einem 100 ccm-Kölbchen gesammelt, das man mit Metaphosphorsäurelösung bis zur Marke auffüllt. Nach dem Auskühlen des Extraktes werden sofort 10 ccm mit n/1000—n/2000 2,6-Dichlorphenol-

indophenollösung aus einer Mikrobürette titriert. Wir haben durchweg auf Rotumschlag titriert, d. h. der metaphosphorsaure Extrakt wurde unmittelbar verwendet. Der Farbumschlag nach Rot ist nicht ganz leicht zu beobachten, da die Extrakte eine schwach rosa Eigenfarbe besitzen; er ist dann erreicht, wenn der rötliche Ton der vorgelegten Lösung sich gegenüber einer Vergleichsprobe, die durch eine der zugegebenen Farblösung entsprechenden Menge Wasser verdünnt wurde, zu vertiefen beginnt. Bei Titration auf Blau wird bei Eberesch nur um ein geringes mehr Farbstoff verbraucht; die Extrakte werden zunächst mit Natronlauge, dann mit Soda bis etwa  $pH = 5$  neutralisiert (Lakmuspapier wird noch gerötet). Die Farblösung fällt blau ein und ruft beim Umschlag einen graublauen Ton hervor.

Zur Einstellung der Farblösung haben wir MOHRsches Salz verwendet nach der Vorschrift von STROHECKER und VAUBEL (1936); 1 ccm n/100 Eisenammoniumsulfat ( $\approx 3,9215$  g/l) entsprechen 10 ccm n/1000 Farblösung und diese 0,88 mg Ascorbinsäure. Wichtig ist, daß bei allen Operationen rasch gearbeitet wird, um so wenig wie möglich Luftsauerstoff auf Extraktionsgut und Extrakt einwirken zu lassen. Eine Berührung mit Metallteilen ist unbedingt zu vermeiden; für alle Lösungen darf nur aus Glas destilliertes Wasser verwendet werden.

Wir haben mit diesem Arbeitsgang bei Eberesch gute Erfahrungen gemacht; er liefert gut reproduzierbare Ergebnisse und gestattet, ohne allzu viel Zeitaufwand eine größere Zahl von Proben zu analysieren. Dies ist gerade im Zusammenhang mit züchterischen Arbeiten, die Reihenuntersuchungen notwendig machen, wichtig. Wir haben daher von der etwas umständlichen Erfassung der gebundenen Ascorbinsäure abgesehen. Unsere Vitamin-C-Werte beziehen sich also durchweg nur auf die direkt titrierbare Ascorbinsäure unter Vernachlässigung der Dehydro-Ascorbinsäure, die nach einigen von KOERNICKE (1944) mitgeteilten Zahlen, bevor die Beeren überreif sind, 9–10% der Gesamt-Ascorbinsäure ausmacht.

Für die Blattuntersuchungen bei var. *moravica* und der bitteren Normalform wurde das bereits erwähnte Material von gut entwickelten, gleichmäßig gewachsenen, fruchttragenden Straßenbäumen aus Dresden benutzt, dessen Einheitlichkeit auch hinsichtlich der Standortsbedingungen für den Vergleich der beiden Formen besonders günstig erschien. Ergänzend wurden Blätter von jüngeren Bäumen der var. *rossica* beigezogen, um auch diese Varietät zu berücksichtigen. Die Bäume stammten von der Fa. L. Späth - Berlin und wurden vor wenigen Jahren im Forstbotanischen Garten zu Tharandt angepflanzt. Die untersuchten *rossica*-Blätter entsprechen also nach Herkunft und Alter der Bäume dem übrigen Material nicht völlig, doch glauben wir, daß sie die Formeigentümlichkeiten der Varietät gut wiedergeben. Absichtlich wurden extreme Standorte vermieden, nämlich einerseits raue Gebirgslagen, andererseits bevorzugte Standorte in Nutzgärten, wo auch der Blattbau Veränderungen erfährt.

Bei den Blättern handelte es sich in der Hauptsache um die Erfassung von Längenmaßen zwecks genauerer Ermittlung einiger uns als wesentlich erscheinenden und zum Teil schon von KRAETZL (1890) als Unterscheidungsmerkmale herangezogenen Größenverhältnisse. Die stets an herbariumsmäßig getrockneten Blättern durchgeführten Messungen wurden bei längeren Strecken, z. B. bei der Gesamtblattlänge, mit einem Maßstab, bei einzelnen Fiederblättchen durch Auflegen auf Millimeterpapier vorgenommen. So wurden die Länge und Breite und die Länge der Randzählung parallel zur Mittelrippe von 10–12 seitlichen Fiederblättchen eines Blattes gemessen und die Werte ebenso wie die daraus berechneten Verhältniszahlen (Breite zur Länge und Länge

der Randzählung zur ganzen Länge) gemittelt; die gefundenen Mittelwerte für jedes untersuchte Blatt lagen der weiteren statistischen Bearbeitung zugrunde. Das unpaare Endblättchen wurde wegen seines abweichenden Baus nicht mit herangezogen. Der Fehler der einzelnen Messung dürfte nicht größer sein als  $\pm 0,2$  mm.

### 3. Vergleichende Untersuchungen an Ebereschenfrüchten.

#### a) Äußere Merkmale der Beeren und Fruchtstände.

Die wichtigsten äußeren Merkmale der Beeren sind ihre Form, Farbe und Größe. Die Beerenform ist bei der var. *moravica* genau wie bei der bitteren Normalform vorwiegend kugelig. Wenn man die Erstbeschreibung der Mährischen Eberesche durch KRAETZL (1890) zum Vergleich heranzieht, so ist man erstaunt, daß dort die Beerengestalt der süßen Varietät als länglich-eiförmig angegeben und abgebildet wird. Unter den zahlreichen von uns untersuchten Beerenproben von *moravica*-Bäumen fanden wir nie längliche Formen, nur sehr vereinzelt solche mit um ein geringes größerem Längsdurchmesser, die man als „fast kugelig“ bezeichnen kann; die Mehrzahl war jedoch ausgesprochen kugelig. Auch KOERNICKE (1944) fand unter den bei Bonn vorkommenden Süßen Ebereschen nie längliche Beerenformen; nach seinen Messungen ist der Breitedurchmesser der Beeren (13–16 mm) sogar im allgemeinen etwas größer als der Längsdurchmesser (11–12 mm), woraus sich eine ganz schwach abgeflachte Kugelform ergibt. Bei der parallel dazu untersuchten bitteren Form wurden 8–14 mm in der Breite und 9–11 mm in der Länge gefunden; hier sind die Beeren weniger abgeflacht, halten sich strenger an die Kugelgestalt oder sind gelegentlich etwas langgestreckt. Bei einem von uns untersuchten Beerenmaterial einheitlicher Herkunft verteilen sich die gestaltlichen Merkmale folgendermaßen:

	Süße Eberesche ( <i>moravica</i> )	gewöhnliche bittere Eberesche
kugelig . . . . .	37	8
fast kugelig . . . .	2	2
länglich eiförmig . .	0	6
Summe	39	16 Bäume

Vorläufig muß es ungeklärt bleiben, wie die von diesem Ergebnis völlig abweichende Angabe bezüglich der Gestalt der *moravica*-Beeren bei dem als zuverlässig geltenden KRAETZL zu verstehen ist. Daß der Typus der Pflanze sich in der Zwischenzeit derart verändert haben soll, ist nicht sehr einleuchtend, so daß vielleicht doch ein Beobachtungsfehler vorliegt.

Schon KRAETZL bezeichnet die Früchte der Mährischen Eberesche als scharlachrot im Gegensatz zur Normalform mit hellzinnberroter Beerenfarbe. Dazu bemerkte KOERNICKE allerdings, daß die Unterschiede schwer wahrzunehmen sind und nur, wenn Beerenproben gleichen Reifegrades dicht nebeneinander gehalten werden. Nach unseren Beobachtungen sind die bitteren Beeren im allgemeinen von hellerer Färbung, das Rot hat oft einen Stich nach Gelb, während die mährische Form vorwiegend eine dunklere Rotfärbung aufweist; doch ist die Trennung nicht streng durchführbar, wie folgende Zusammenstellung

nach Beobachtungen an Dresdener Straßenbäumen bei Vollreife der Beeren zeigt:

	Süße Eberesche ( <i>moravica</i> )	gewöhnliche bittere Eberesche
orange-ziegelrot . .	7	8
ziegelrot . . . . .	15	4
scharlachrot . . . .	17	4
Summe	39	16 Bäume

Einen gewissen Unterschied fand KOERNICKE auch in der Art der Verfärbung bei einsetzender Frucht-reife; bei der Mährischen Eberesche soll sich das Grün über Orange nach Rot verwandeln, bei der bitteren Form über Gelbgrün.

Bei genauer Betrachtung der Beerenhäute fällt auf, daß oft eine feine gelbe Punktierung vorhanden ist. Nach unseren Feststellungen sind diese Punkte bei der Mährischen Eberesche regelmäßig zu finden, wenn auch nicht immer in gleicher Dichte. Bei der bitteren Form sind die Beeren teils ohne Punkte, teils spärlich punktiert; dichtere Punktierung scheint selten oder nie vorzukommen:

	Süße Eberesche ( <i>moravica</i> )	gewöhnliche bittere Eberesche
ohne Punkte . . . . .	0	6
spärlich punktiert . . .	7	10
mäßig dicht punktiert .	30	0
sehr dicht punktiert . .	2	0
Summe	39	16 Bäume

Auch die Beerengröße wurde an dem gleichen Material von Dresdener Straßenbäumen näher untersucht (Tabelle 1). Sie kann sowohl nach dem Beeren-durchmesser (Länge) als auch nach dem Frisch- und Trockengewicht der Einzelbeere beurteilt werden, insofern als im durchschnittlichen Frisch- und Trockengewicht einer Beere die von Baum zu Baum vorkommenden Unterschiede in der Beerengröße in sehr anschaulicher Weise zum Ausdruck gelangen. In Tabelle 1 (ebenso in den Tabellen 2 u. 5) werden neben den Mittelwerten und den Extremwerten die mittlere Streuung der Einzelbeobachtung und die mittlere Schwankung des Mittelwertes jeweils in der betreffenden Maßeinheit und in Prozenten des Mittels angegeben. Bei den Werten für die relative mittlere Schwankung fällt auf, daß diese Zahl in einigen Fällen bei den bitteren Beeren erheblich größer ist als bei der var. *moravica*. Dies dürfte vermutlich damit zusammenhängen, daß uns von der bitteren Normalform wesentlich weniger Einzelbestimmungen zur Verfügung standen. Die Zahlen bringen klar zum Ausdruck, daß die süßen Beeren im Durchschnitt viel größer und schwerer sind als die bitteren, nämlich rund 2 mm länger und über doppelt so schwer. Die mittlere Streuung der Werte zeigt keine gegenseitige Überschneidung. Auffallend ist der sehr große Variationsbereich des Beerenfrischgewichtes bei der Mährischen Eberesche (0,37–1,05 g).

Im durchschnittlichen Trockengewicht je Beere sind ebenfalls deutliche Unterschiede vorhanden, wenngleich hier die Streubereiche für Mährische und bittere Eberesche einander etwas genähert sind. Der Mittelwert für die Normalform beträgt hier knapp  $\frac{2}{3}$  des für var. *moravica* geltenden Betrages. Dieser Unterschied gegenüber dem Frischgewicht hängt mit den Verschiedenheiten im Wassergehalt zusammen,

Tabelle 1. Durchschnittliche Beerengröße, Frisch- und Trockengewicht einer Beere und Beeren-Wassergehalt in Prozenten des Trockengewichtes für Mährische und gewöhnliche bittere Eberesche; Dresdener Straßenbäume, Oktober 1946.

		Mittel	Variationsbreite	mittl. Streuung		mittl. Schwankung des Mittels	
				$\sigma$	%	$\mu$	%
Größe (Länge) der Beere (mm)	<i>moravica</i>	10,9	8—12	0,56	5,1	0,09	0,8
	bitter	8,6	8—10	0,69	8,0	0,25	2,8
Frischgewicht der Beere (g)	<i>moravica</i>	0,76	0,37—1,05	0,146	19,1	0,023	3,0
	bitter	0,37	0,28—0,50	0,106	28,6	0,037	10,0
Trockengewicht der Beere (g)	<i>moravica</i>	0,191	0,081—0,302	0,0549	28,8	0,0088	4,6
	bitter	0,120	0,087—0,148	0,0231	19,3	0,0037	3,1
Wassergehalt in % des Trockengewichtes	<i>moravica</i>	255	201—328	35,0	13,7	5,5	2,2
	bitter	190	175—212	11,9	6,3	4,9	2,6

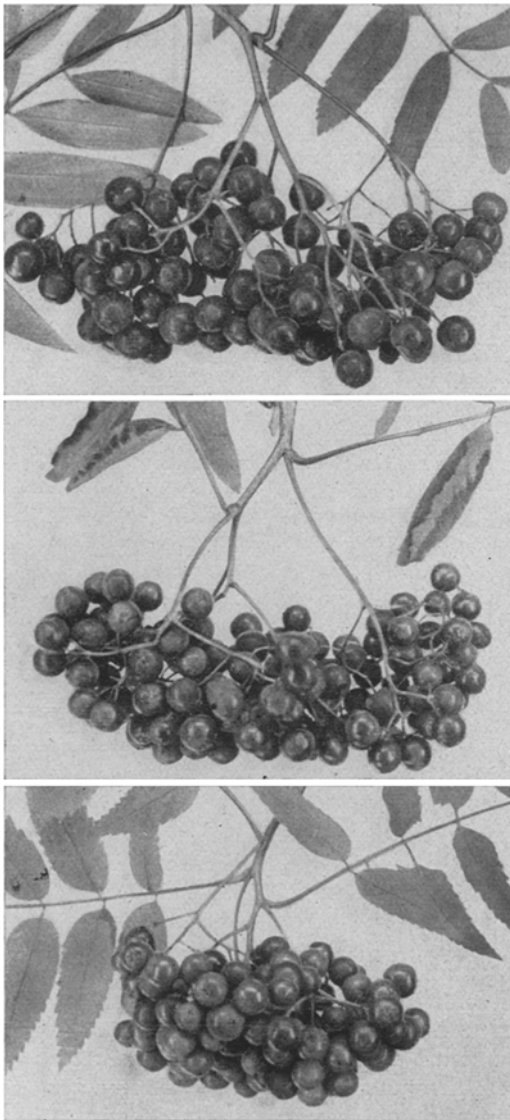


Abb. 1. Typische Fruchtolden (reif) von var. *moravica* (oben und Mitte) und gewöhnlicher bitterer Eberesche (unten) von nebeneinander stehenden Straßenbäumen in Dresden, Ernte 1948. Beachte die Verschiedenheiten in der Beerengröße: durchschnittl. Beeren-gewicht oben 0,80g, Mitte 0,47g, unten 0,43; in der Mitte ein ziemlich kleinbeeriger Typus der Mährischen Eberesche mit einer hohen Beerenzahl pro Fruchtstand; gleicher Reproduktionsmaßstab.

tionsstatistischen Angaben beziehen sich also auf die zwischen den einzelnen Bäumen vorkommenden Verschiedenheiten, z. B. auf das durchschnittliche Beeren-gewicht des einzelnen Baumes, nicht aber auf das einzelne Beerenindividuum und dessen Variabilität.

Bezüglich der Beeren der var. *rossica* stand uns leider kein geeignetes Material zur Verfügung, so daß entsprechende Messungen undurchführbar waren. Auch hier scheinen die vorkommenden Größenunterschiede erheblich zu sein; die typische *rossica* wird als kleinbeerig, die forma *major* als ausgesprochen großbeerig beschrieben; die Extreme werden vermutlich durch allerlei Übergänge verbunden.

Über die Verschiedenheiten im Bau der Fruchtstände bei süßer und bitterer Eberesche kann hier im wesentlichen nur kurz referiert werden, da keine eingehenden eigenen Untersuchungen darüber vorliegen. Nach unseren Beobachtungen sind die bisher angegebenen Merkmale im wesentlichen zutreffend. Bereits KRAETZL (1890) hat erkannt, daß die Mährische Eberesche nicht nur großbeeriger ist, sondern auch erheblich größere, schirmartig ausgebreitete und damit weniger gewölbt erscheinende Blüten- und Fruchtstände mit steil aufsteigenden Infloreszenzästen besitzt. Die kleineren Trugdolden der Normalform sind stärker, in der Regel mehr oder weniger halbkugelig gewölbt, mit mehr seitlich ausgebreiteten Verästelungen. In der Blüten- bzw. Beerenzahl je Dolde und mehr noch im Doldengewicht bestehen große Unterschiede. KOERNICKE (1944) konnte bei var. *moravica* bis 362 Einzelblüten zählen gegenüber 165 als Höchstzahl bei benachbarten bitteren Bäumen. Als Mittel gibt derselbe Autor bei der mährischen Form 260 Beeren je Fruchtstand an (Variationsbreite 163—362).

Diese Zahlen scheinen uns mindestens für reife Fruchtolden reichlich hoch gegriffen zu sein, denn es ergeben sich daraus nach KOERNICKE Beeren-mengen von 105—375 g je Fruchtstand. Man muß jedoch berücksichtigen, daß nicht alle Blüten einer Infloreszenz reife Beeren liefern; ein Teil wird bereits beim Verblühen abgeworfen, ein weiterer Teil der Fruchtanlagen verkümmert während der Frucht-entwicklung, so daß bei der Reife die Beerenzahl gegenüber der ursprünglichen Blütenzahl mehr oder weniger vermindert ist. Nach unseren stichprobenweisen Feststellungen müssen 100—150 oder gar 200 g schwere Fruchtstände bereits als überdurchschnittlich gut bzw. sehr gut entwickelt gelten. Bei der bitteren Normalform sind über 50 g schwere Fruchtstände schon als groß zu bezeichnen; mittel-

denn die bitteren Beeren haben einen relativ höheren Trockensubstanzanteil. Es ist vielleicht notwendig, ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß alle hier besprochenen Zahlenwerte sich auf Durchschnittsbestimmungen für Einzelbäume aufbauen; die varia-

große Dolden wiegen hier etwa 45 g und tragen etwa 100 Beeren. Mittelgroße Fruchtstände der *moravica* sind mit 90—180 Beeren 75—100 g schwer; ihre kleinbeerigen Typen haben im allgemeinen fast ebenso große Fruchtstände wie die großbeerigen, dafür ist die Beerenzahl entsprechend größer. Offenbar gelangen bei Kleinbeerigkeit mehr Fruchtanlagen zur vollen Entwicklung, während bei großbeerigen Typen ein größerer Teil vorher abgestoßen wird. Beispiele für Form, Größe und Beerenmenge bei den Fruchtständen der Mährischen und bitteren Eberesche sind in Abb. 1 wiedergegeben; der einheitliche Reproduktionsmaßstab erleichtert den Vergleich.

#### b) Gehaltseigenschaften der Beeren.

Die Verschiedenheiten im Wassergehalt zwischen Mährischer und bitterer Eberesche deuten an, daß die süße Form im Stadium der Vollreife saftreichere Früchte besitzt (Tabelle 2). Man könnte vermuten, daß der durchschnittlich höhere Wassergehalt der süßen Beeren einfach durch ihre Großbeerigkeit bedingt ist; denn große Beeren haben eine kleinere relative Oberfläche und damit einen geringeren Anteil an Beerenschalen, die vielleicht einen wasserärmeren Gewebeteil darstellen und dadurch bei kleinen Beeren den Wassergehalt im ganzen herabdrücken könnten. Eine rechnerische Überprüfung des Sachverhalts hat jedoch ergeben, daß innerhalb des in der Beerengröße sehr veränderlichen *moravica*-Materials eine Korrelation dieser Art nicht besteht; die großbeerigen Typen sind keineswegs wasserhaltiger als die kleinbeerigen. Man darf daraus schließen, daß für die Verschiedenheiten im Wassergehalt bei süßen und bitteren Beeren die geringere Größe der letzteren offenbar keine Rolle spielt; die gewöhnliche bittere Form scheint bei Vollreife als idiotypisches Merkmal im ganzen ein trockeneres, wasserärmeres Fruchtfleisch zu besitzen.

Bei Berechnung auf Frischgewichtsbasis würden sich bei den übrigen hier untersuchten Gehaltseigenschaften der Beeren Unregelmäßigkeiten durch den schwankenden Wassergehalt ergeben. Um nicht auf diese am natürlichsten erscheinende Bezugsgröße verzichten zu müssen und trotzdem das Bild klarer fassen zu können, haben wir alle Werte für den Zucker-, Säure- und Vitamin-C-Gehalt auf ein umgerechnetes Frischgewicht mit einheitlich 70% Wasser bezogen (Tabelle 2). In derselben Weise wurden die durchschnittlichen Frischgewichte

je Einzelbeere umgewertet, so daß auch bei allen Berechnungen über die korrelativen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Beereneigenschaften (Abschnitt 3c) die Wassergehaltsschwankungen ausgeschaltet sind.

Im Zuckergehalt erwies sich die Mährische Eberesche gegenüber der bitteren Form als bedeutend überlegen (Tabelle 2). Die Verschiedenheit ist hier so erheblich, daß der Unterschied der Mittelwerte weitaus größer ist als der dreifache mittlere Fehler; auch die Variationsbereiche der beiden Formen berühren sich hier nicht. Durch die beobachteten Spitzengehalte von 12—13% Zucker wird eine bereits von KOCHS (1922) mitgeteilte Beobachtung an einem Baum im botanischen Garten Berlin-Dahlem mit 13,45% Zucker bei 63,4% Wassergehalt bestätigt; derartige Bäume sind züchterisch als besonders wertvoll zu bezeichnen. Daß die bittere Eberesche im Vergleich zur var. *moravica* einen deutlich geringeren Zuckergehalt besitzt, war auf Grund früherer stichprobenweiser Untersuchungen bereits bekannt (vgl. MÜLLER-STOLL 1947), daß sich aber die Werte auf den engen Bereich von 4—6% beschränken, ist einigermaßen erstaunlich im Vergleich mit dem weit gespannten Variationsbereich bei der mährischen Form (6—13%).

Es überrascht ferner, daß die Beeren der var. *moravica* auch deutlich mehr Fruchtsäure besitzen, denn im allgemeinen vermindert sich ja bei Früchten die Säure mit zunehmendem Zuckergehalt. Die Unterschiede zwischen mährischer und bitterer Form sind bei der Säure nicht so groß wie beim Zucker; aus den früheren Untersuchungen ist dieser Sachverhalt wohl deshalb nicht zu erkennen, weil er sich nur an Hand eines größeren Materials nachweisen läßt. Der hohe Säuregehalt der Mährischen Eberesche mit Werten bis 3,5% macht die Frucht überaus geeignet zur Herstellung von Saftpräparaten, die einen vollwertigen Ersatz für Zitronensaft darstellen und diesem in mancher Hinsicht noch überlegen sind (MÜLLER-STOLL 1947). Daß auch bei der var. *rossica* mit ähnlich hohen Zucker- und Säuregehalten zu rechnen ist wie bei *moravica*, wird durch eine Analyse von OTTO und KOOPER (1910) belegt, die 9,2% Zucker und 3,1% Säure feststellten bei 72,5% Wassergehalt.

Der für die Beurteilung der Fruchtqualität besonders wichtige Vitamin-C-Gehalt der Ebereschenbeeren liegt, wie schon frühere Autoren und zuletzt auch KOERNICKE gezeigt haben, bei der Mährischen Eberesche ebenfalls erheblich über dem

Tabelle 2. Gehalte an Zucker, Säure und Vitamin C und durchschnittliches Beereengewicht bei Mährischer und bitterer Eberesche unter Zugrundelegung eines umgerechneten Frischgewichtes mit 70% Wassergehalt; Dresdener Straßenbäume, Oktober 1946.

		Mittel	Variationsbreite	mittl. Streuung		mittl. Schwankung des Mittels	
				$\sigma$	%	$\mu$	%
Zuckergehalt (%) . . . .	<i>moravica</i>	9,47	6,1 — 13,1	1,52	16,0	0,24	2,5
	bitter	4,70	4,3 — 5,6	0,39	8,3	0,14	2,9
Säuregehalt (%) . . . .	<i>moravica</i>	2,51	1,6 — 3,5	0,38	15,0	0,06	2,4
	bitter	1,95	1,6 — 2,9	0,34	17,3	0,12	6,1
Vitamin-C-Gehalt (mg%)	<i>moravica</i>	94,9	67—128	12,5	13,2	2,0	2,1
	bitter	54,0	35—70	12,8	23,7	4,5	8,4
Frischgewicht der Beere (g)	<i>moravica</i>	0,71	0,42—1,01	0,161	22,8	0,026	3,7
	bitter	0,43	0,30—0,65	0,120	28,3	0,042	9,9

der bitteren Normalform. Nach unseren Feststellungen ist der Variationsbereich des Vitaminwertes bei den beiden Formen fast vollständig getrennt; der Mittelwert wurde bei *moravica* gegenüber „bitter“ fast doppelt so hoch gefunden (Verhältnis 1:0,57). Die Unterschiede von Baum zu Baum sind beim Vitamin-C-Gehalt (hier stets als direkt titrierbare Ascorbinsäure zu verstehen) besonders groß; bei beiden Formen betragen die Höchstwerte rund das Doppelte der Minimumwerte. Die Spitzengehalte liegen bei der Mährischen Eberesche bei 100–130 mg% und ermutigen dazu, bei der Durchzüchtung der Pflanze gerade auf diese vitaminreichen Typen zurückzugreifen, besonders wenn sie zugleich hohe Zucker- und große Beeren besitzen.

Zur Aufklärung der Verteilung der Ascorbinsäure im Beerengewebe wurde bei zwei Proben mit Glasinstrumenten die Beerenschale vorsichtig abgelöst, danach das Beerenfleisch möglichst sauber vom Kerngehäuse getrennt; jeder Bestandteil wurde für sich in Wägegläschen mit Metaphosphorsäurelösung eingetragen, aus deren Gewichtszunahme sich das Frischgewicht der einzelnen Fraktionen ergab. Die weitere Analyse vollzog sich in der üblichen Weise. Das Ergebnis (Tabelle 3) zeigte, daß nur geringe Unterschiede im Ascorbinsäuregehalt der Schale gegenüber dem Fruchtfleisch bzw. Kerngehäuse bestehen. Die Beerenhäute enthalten nur etwa 10 mg% mehr Vitamin C als die übrigen Teile. Durch Kontrollbestimmungen an ganzen Beeren konnte festgestellt werden, daß bei der Trennung der einzelnen Bestandteile keine nennenswerten Vitaminverluste eingetreten sind, denn die gefundenen Werte wichen nur unwesentlich von den mit Hilfe der Gewichtsanteile der einzelnen Fraktionen errechneten Zahlen für die gesamte Beerenmasse ab.

Die bisher vorliegenden Angaben über den Vitamin-C-Gehalt süßfrüchtiger Ebereschen beziehen sich ausschließlich auf die mährische Varietät. Nach brieflicher Mitteilung von Herrn Dr. TH. LÖNN, Reichsarboretum Köln, soll die var. *rossica* bei Probeuntersuchungen noch einen wesentlich höheren Vitaminwert ergeben haben als *moravica*. Da es bei der züchterischen Verbesserung der Süßen Eberesche darauf ankommen wird, besonders vitaminreiche Edelsorten zu schaffen, ist diese Feststellung sehr beachtenswert. Vielleicht lassen sich durch

eine züchterische Verwertung der var. *rossica* in dieser Richtung besondere Erfolge erzielen. Daß sich bei Pflanzen Rassenunterschiede im Vitamin-C-Gehalt stark ausprägen können, haben auch die neueren Untersuchungen am Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) ergeben, dessen vitaminreiche Beeren im Alpengebiet

Tabelle 3. *Vitamin-C-Gehalte (direkt titrierbare Ascorbinsäure) von Schalen, Fruchtfleisch und Kerngehäuse Süßer Ebereschen (var. moravica), Oktober 1946.*

Baum Nr.	Dresden 4 a	Dresden 17
	mg %	mg %
Beerenschalen . . . . .	109	119
Beerenfleisch . . . . .	98	106
Kerngehäuse . . . . .	96	102
ganze Beeren (gemessen) . . . .	98	107
„ „ (berechnet) . . . . .	100	109

einen zum Teil mehrfach höheren Ascorbinsäuregehalt aufweisen als in den Wuchsgebieten an den norddeutschen Küsten (DARMER 1948, LÖNNER 1948, STOCKER 1948); SABALITSCHKA u. MICHEL (1946) haben darauf hingewiesen, daß die im Vitamingehalt sich ausprägende Eigenart der einzelnen Formen auch beim Verpflanzen der Sanddornsträucher in eine völlig andere Umgebung erhalten bleibt, also durch die Umweltbedingungen verhältnismäßig wenig beeinflusst wird.

#### c) Korrelative Beziehungen zwischen verschiedenen Beereigenschaften.

Im Hinblick auf züchterische Aufgaben wurden die Zusammenhänge zwischen den näher untersuchten Gehaltseigenschaften der Ebereschenbeeren untereinander und dem Beerengewicht mit den Methoden der Korrelationsrechnung genauer erfaßt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt, wobei außer dem Korrelationskoeffizienten auch die mittlere Schwankung einer Beobachtung in x- und y-Richtung und der Richtungskoeffizient der mittleren Regressionsgeraden angegeben wird; die dazugehörigen Schwerpunktskoordinaten der Punktfeder können aus den Mittelwertsangaben der Tabelle 2 entnommen werden. Für einzelne Beispiele werden graphische Darstellungen der Einzelbeobachtungen wiedergegeben (Abb. 2–4); sie vermitteln einen guten Eindruck der Streubereiche der einzelnen Eigenschaften. Es wurden dabei die Werte für gewöhnliche bittere Eberesche um eine Reihe von Beobachtungen ver-

Tabelle 4. *Korrelative Beziehungen zwischen den Gehaltseigenschaften süßer und bitterer Ebereschenbeeren untereinander und dem durchschnittlichen Beerenfrischgewicht; die zugrundeliegenden Werte beziehen sich auf ein umgerechnetes Frischgewicht mit einem mittleren Wassergehalt von 70%. Dresdener Straßebäume, Oktober 1946.*

Vergleichskollektive x : y		Korrelations- koeffizient r	mittlere Schwankung einer Beobachtung		Richtungskoeffizient der mittl. Regressionsgeraden tg φ
			$\sigma_{v_x}$	$\sigma_{v_y}$	
Zucker : Vitamin C (%) (mg%)	<i>moravica</i>	0,29	1,7 %	14,0 mg%	29 mg% / %
	bitter	0,59	0,35 %	11,1 mg%	52 mg% / %
Zucker : Beeren- (%) gewicht (g)	<i>moravica</i>	0,41	1,6 %	0,15 g	0,039 g / %
	bitter	0,14	0,39 %	0,13 g	0,168 g / %
Zucker : Säure (%) (%)	<i>moravica</i>	0,37	1,65 %	0,37 %	0,086 % / %
	bitter	0,08	0,43 %	0,47 %	2,36 % / %
Säure : Beeren- (%) gewicht (g)	<i>moravica</i>	0,40	0,36 %	0,15 g	0,19 g / %
	bitter	0,43	0,42 %	0,13 g	0,14 g / %
Säure : Vitamin C (%) (mg%)	<i>moravica</i>	0,10	0,39 %	14,5 mg%	344 mg% / %
	bitter	0,13	0,47 %	13,6 mg%	0,044 mg% / %
Beeren- gewicht (g) (mg%)	<i>moravica</i>	—0,18	0,16 g	13,8 mg%	0,002 mg% / g
	bitter	0,13	0,13 g	12,6 mg%	275 mg% / g



mehrt, die sich auf Proben anderer Herkunft beziehen, also nicht unmittelbar zu dem den Berechnungen ausschließlich zugrunde liegenden Material von Dresdener Straßenbäumen, Ernte Oktober 1946, gehören. Die Werte fügen sich trotzdem gut in das allgemeine Bild ein.

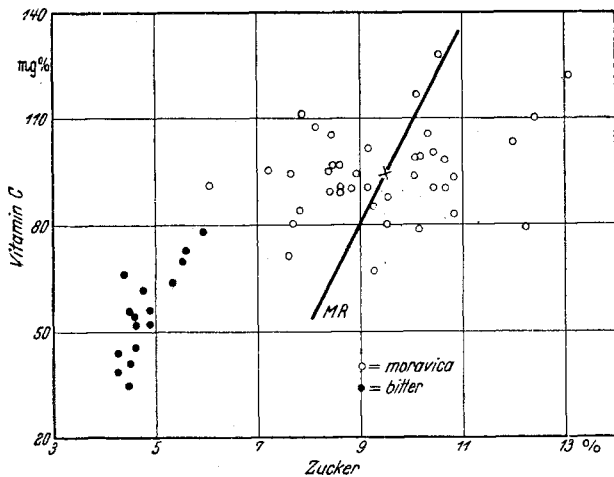


Abb. 2. Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Zucker- und Vitamin-C-Gehalt der Beeren von Mährischer und bitterer Eberesche. Jeder Punkt stellt ein Wertepaar für den Durchschnitt je eines einzelnen Baumes dar. MR = mittlere Regressionsgerade für var. *moravica*.

Zunächst sei festgestellt, daß wirklich enge korrelative Zusammenhänge in keinem Fall aufzufinden waren; zwischen keinem der verglichenen Eigenschaftspaare bestehen Beziehungen, die über die anderen vorherrschen und dadurch eine besondere Bedeutung erlangen. Es ergaben sich indes in einigen Fällen zwar schwache, aber durchaus noch deutliche, rechnerisch gesicherte Zusammenhänge, besonders bei der Mährischen Eberesche, mit Korrelationsfaktoren zwischen 0,29 und 0,41. Die Herausbildung straffer Zusammenhänge wird dabei offensichtlich durch wechselseitige Verknüpfung einer Reihe von Variablen verhindert.

Eine positive Korrelation der erwähnten Art war bei *moravica*-Beeren zwischen dem Zuckergehalt einerseits und dem Vitamin-C-Gehalt, Beerengewicht und Säuregehalt andererseits, sowie zwischen Säuregehalt und Beerengewicht festzustellen, d.h. also bei Zunahme des einen Wertes besteht im allgemeinen auch beim zweiten die Neigung zum Anstieg. Wird z. B. bei einer Beerenprobe ein hoher Zuckergehalt gefunden, so kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit damit gerechnet werden, daß auch die Gehalte an Vitamin C und Säure hoch liegen. Großbeerige Typen mit einem hohen mittleren Beerengewicht neigen bis zu einem gewissen Grad zu erhöhten Gehalten an Säure und Zucker. Zwischen Säure- und Vitamin-C-Gehalt ist bei *moravica* der Korrelationswert so klein (0,10), daß nicht auf einen Zusammenhang geschlossen werden kann. Zwischen Beerengewicht und Vitamin-C-Gehalt scheint eine sehr geringe negative Korrelation zu bestehen ( $-0,18$ ), d.h. mit steigendem Beerengewicht nimmt der Vitaminwert eher ab, was mit der schwachen Anreicherung des Vitamin C in den Beerschalen, die bei Kleinbeerigkeit mengenmäßig stärker ins Gewicht fallen, zusammenhängen dürfte.

Daß der Vitamin-C-Gehalt infolge Anreicherung der Ascorbinsäure in der Schalenschicht bei manchen Früchten im Verhältnis zur relativen Oberfläche gesetzmäßig ansteigt, haben HALLSWORTH und LEWIS (1944) an

Tomaten nachgewiesen. Nach DARMER (1948) sind beim Sanddorn der Ostdeutschen Ostseeküste die kleinbeerigen Typen im allgemeinen die besten Vitaminträger. Bei Tiroler Sanddorn hat STOCKER (1948) eine deutliche negative Korrelation zwischen Vitamin-C-Gehalt und Beerengröße gefunden ( $-0,30$ ), doch soll der Vitaminreichtum der kleinbeerigen Sträucher im wesentlichen

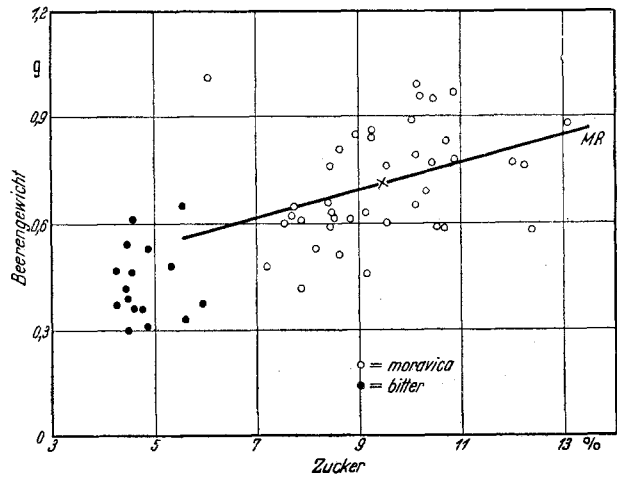


Abb. 3. Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Zuckergehalt und Beerengewicht bei Mährischer und bitterer Eberesche; vgl. ferner Text zu Abb. 2.

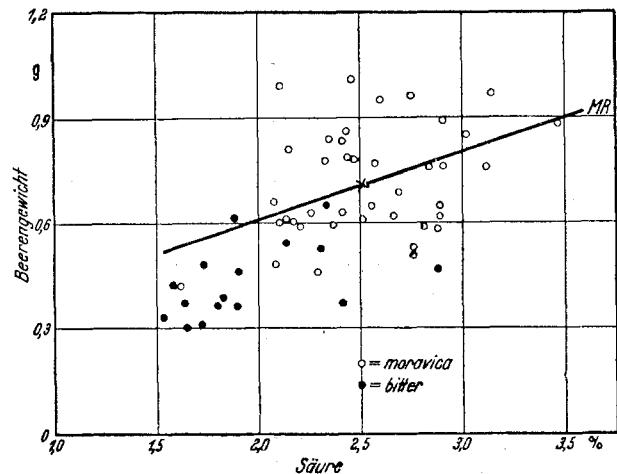


Abb. 4. Graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Säuregehalt und Beerengewicht bei Mährischer und bitterer Eberesche; vgl. ferner Text zu Abb. 2.

durch den geringeren Wassergehalt der Beeren bedingt sein; bei Berechnung auf das Trockengewicht war keine gesicherte Beziehung zwischen Vitamingehalt und Substanzmenge der einzelnen Beere nachzuweisen.

Bei der bitteren Eberesche hat sich eine deutliche positive Korrelation nur zwischen Zucker- und Vitamingehalt und Säuregehalt und Beerengewicht ergeben (0,59 bzw. 0,43). Bei den übrigen vier Gegenüberstellungen waren keine sicheren Zusammenhänge nachzuweisen, auch nicht bei den Paaren Zuckergehalt: Beerengewicht und Zuckergehalt: Säuregehalt, die bei der Mährischen Eberesche ohne Zweifel gewisse positive Beziehungen erkennen ließen. Es dürfte dies mit der viel geringeren Variationsbreite der Werte für die betreffenden Beereigenschaften bei der bitteren Form, insbesondere beim Säure- und Zuckergehalt, zusammenhängen. Die ermittelten statistischen Beziehungen zwischen einigen wichtigen Beereigenschaften können für die züchterische Bearbeitung der Süßen Eberesche bedeutsam sein,

doch liegen bei dem derzeitigen Stand der Ebereschenzüchtung in dieser Hinsicht noch keine Erfahrungen vor.

d) Veränderlichkeit der Gehaltseigenschaften infolge äußerer Umstände.

Über die Beeinflussung der Gehaltseigenschaften von Eberescheneeren durch die Umweltbedingungen liegen bisher kaum eindeutige Ergebnisse vor. Daß die Gehalte an Vitamin C, Zucker usw. durch wechselnde Wachstumsbedingungen gewisse Veränderungen erfahren, ist selbstverständlich; es ist nur die Frage, inwieweit sich hieraus für die Fruchtqualität belangvolle Auswirkungen ergeben, sei es in der Art jahresweise auftretender stärkerer Schwankungen, sei es als standörtlich bedingte Erscheinungen, die beim praktischen Anbau Berücksichtigung verdienen.

einzig deutlich hervortretende Beziehung zur Meereshöhe ist danach das Größerwerden der Beeren in den tieferen Lagen. Die Säuregehalte scheinen in allen Höhenstufen ziemlich gleich zu bleiben, während beim Zuckergehalt der Beeren vielleicht eine kleine Zunahme nach unten hin zu verzeichnen ist. Der Vitaminwert erreicht in Tabelle 5 in mittlerer Höhenlage von 500—600 m einen gewissen Höchststand und nimmt nach oben und unten hin ab, doch ist zu vermuten, daß gerade in bezug auf die Ascorbinsäure die abnorme Witterung in der Vegetationsperiode 1947, auf die sich die Analysen beziehen, das Bild entscheidend beeinflußt hat.

Das eine ist auf jeden Fall sicher, daß auch im Tiefland Spitzenwerte für Vitamin C (120 bis 140 mg% direkt titrierbare Ascorbinsäure) gefunden werden, wie aus Tabelle 6 mit Angaben für in Hausgärten wachsende *moravica*-Bäume hervorgeht. Da-

Tabelle 5. Vitamin C-, Zucker- und Säuregehalt und durchschnittliches Beerengewicht (Mittel- und Extremwerte) bei Landstraßenbäumen der var. *moravica* aus verschiedener Höhenlage in Sachsen, September 1947. Alle Werte sind auf ein Frischgewicht mit 70% Wasser bezogen.

Ort	Höhenlage m	Vitamin C mg%	Zucker %	Säure %	Beerengewicht g	Anzahl Bäume
Sosa/Erzgebirge . . . .	780	56,4 50—62	5,84 5,3—7,1	1,74 1,62—1,94	0,44 0,39—0,49	5
Sayda/Erzgebirge . . . .	590	64,4 47—85	5,39 4,4—7,4	— —	0,63 0,50—0,80	6
Annaberg/Erzgebirge . .	520	63,8 54—79	7,10 6,4—7,9	1,64 1,60—1,73	0,65 0,58—0,74	6
Chemnitz . . . . .	270	53,8 42—66	7,59 6,1—8,4	— —	0,91 0,85—1,01	4
Königsbrück . . . . .	200	46,9 43—55	8,42 5,0—10,6	1,94 1,75—2,22	0,84 0,70—0,99	4

Tabelle 6. Beispiele für Gehaltseigenschaften und Beerengewichte von Süßer Eberesche (var. *moravica*) bei Kultur in Hausgärten, Ernte 1946. Alle Werte sind auf ein Frischgewicht mit 70% Wasser bezogen.

Ort	Höhenlage m	Vitamin C mg%	Zucker %	Säure %	Beerengewicht g	Anzahl Bäume
Carlsfeld/Erzgebirge . .	820	76	7,24	2,43	0,36	2
Auerbach/Vogtland . .	500	100	7,94	1,99	0,47	2
Leipzig-N 25 . . . . .	110	138	9,46	2,97	0,95	1
Dähre/Altmark . . . .	50	134	9,32	3,22	0,92	1

Im Hinblick auf den Vitamin-C-Gehalt der Früchte wäre vor allem der Einfluß der Höhenlage von Interesse. Denn von anderen Pflanzen ist bekannt, daß die Ascorbinsäurewerte mit wachsender Meereshöhe des Standortes zunehmen (vgl. BUKATSCH 1943). LÖHNER (1948) vermutet, daß die Sanddornbeeren sich ebenso verhalten. Ob auch die Eberesche dieser wahrscheinlich auf der Förderung der Vitamin-C-Synthese durch Strahlungswirkung beruhenden Gesetzmäßigkeit folgt, läßt sich zur Zeit nicht mit Sicherheit entscheiden. Die bisherigen Beobachtungen lassen eher darauf schließen, daß an hoch gelegenen Gebirgsstandorten durch Verzögerung oder ungünstige Beeinflussung des Reifungsvorganges die Vitamingehalte zum Teil wesentlich niedriger bleiben als in tieferen Lagen; doch müßte die Frage unter Berücksichtigung aller Möglichkeiten der Beeinflussung durch andere Umstände noch genauer untersucht werden. In Tabelle 5 sind Analysen von Beeren aus verschiedener Höhenlage zusammengestellt; die

nach ist in niedriger Lage unter sonst etwa gleichen Bedingungen nicht nur das Beerengewicht, sondern auch der Vitaminwert und in geringerem Maße auch der Zuckergehalt gegenüber den Berglagen erhöht. Inwieweit dies mit den besonderen Verhältnissen in Hausgärten (Windschutz, Bodenbearbeitung, Düngung) zusammenhängt, läßt sich vorläufig nicht sagen. Es wäre denkbar, daß sich die im Tieflandklima mögliche bessere Ausnutzung der durch die gärtnerische Pflege gebotenen günstigen Wachstumsbedingungen auch in der Beerenzusammensetzung auswirkt. Trotz ihres recht guten vegetativen Wachstums blieben die gartenmäßig gepflegten Bäume im oberen Erzgebirge in den Beereigenschaften wesentlich hinter den Tieflandbäumen zurück. Beim Sanddorn ist es so, daß die Pflanzen im Tiefland (norddeutsche Küsten und Oberrheingebiet) ganz bedeutend größere Beeren (botanisch richtiger Scheinfrüchte) besitzen als an Gebirgsstandorten (DARMER 1948, STOCKER 1948), der Vitamin-C-Gehalt verhält sich



jedoch genau umgekehrt. Es ist hier zu vermuten, daß die Unterschiede zwischen den verschiedenen geographischen Formen im wesentlichen erblich fixiert sind.

In welchem Umfang die bei der Süßen Eberesche (*moravica*) vorkommenden Verschiedenheiten rein modifikative Erscheinungen sind oder auf erblicher Veranlagung beruhen, kann gegenwärtig noch nicht entschieden werden. Die ungewöhnliche Variationsbreite einzelner Eigenschaften, wie sie bei den Reihenuntersuchungen an Dresdener Straßenbäumen zutage trat, macht es wahrscheinlich, daß in gewissem Umfang auch genotypische Unterschiede vorhanden sind; diese können nur im Laufe der Zeit durch Sproßmutation entstanden sein, da der Baum seit seiner Entdeckung vor etwa 140 Jahren nur vegetativ weitervermehrt wird. In allen Höhenstufen zeigen sich ziemliche Schwankungen in der Zusammensetzung der Früchte (Tabelle 5). Dabei werden die standörtlich verursachten Erscheinungen durch indi-

Notreife blieben vor allem auch die Vitaminwerte niedriger als sonst. Die für die var. *moravica* erstaunlich geringen Gehalte an Ascorbinsäure in Tabelle 5 sind eine Folgeerscheinung der Dürreschädigung. Durch vergleichende Untersuchung derselben Baumindividuen in den beiden Jahren 1946 und 1947 werden die Verhältnisse besonders deutlich gemacht (Tabelle 7). Sehr stark ist die Depression bei den Vitaminwerten; im Vergleich damit wurde der Zuckergehalt offenbar nur wenig herabgedrückt. Dagegen war im Dürrejahr auch der Säuregehalt meist bedeutend niedriger als sonst, während beim Beeren-gewicht sich so gut wie keine Auswirkungen ergaben. Da die Süße Eberesche besondere Bedeutung für die Herstellung vitaminreicher Fruchtsäfte hat und die Steigerung ihres Anbaus vor allem unter diesem Gesichtspunkt betrieben wird, verdient die starke Beeinträchtigung gerade der hierbei besonders wichtigen Vitamin- und Säurewerte durch Trockenheit Beachtung in der Praxis. Im Spätsommer und Herbst

Tabelle 7. Gehalte an Vitamin C, Zucker und Säure und Gewicht je Einzelbeere bei denselben Bäumen (var. *moravica*) in zwei aufeinander folgenden Jahren (1946 und 1947). Alle Werte beziehen sich auf ein Frischgewicht mit 70% Wasser.

Ort	Baum Nr.	Erntejahr	Vitamin C mg %	Zucker %	Säure %	Beerengewicht g
Geyersdorf bei Annaberg, Erzgebirge 520 m . . . . .	2	1946	96	7,42	2,21	0,56
		1947	58	6,62	1,63	0,59
	3	1946	73	6,22	2,94	0,60
		1947	54	6,44	1,66	0,58
	4	1946	78	7,89	2,33	0,75
		1947	62	7,26	1,63	0,73
	8	1946	102	7,65	2,28	0,72
		1947	69	7,51	1,60	0,74
Steinpleis-Voigtsgrün bei Zwickau 465 m . . . . .	1	1946	66	8,35	2,75	0,62
		1947	41,4	7,37	1,39	0,58
	2	1946	61	7,33	3,19	0,50
		1947	45,5	6,08	1,35	0,48
Dresden, Zeunerstraße <sup>1)</sup> 115 m . . . . .		1946	96	8,08	2,58	0,63
		1947	57	5,08	2,32	0,65

<sup>1</sup> Mischproben von zwei nebeneinander stehenden Straßenbäumen.

viduelle Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen abgewandelt und überlagert. Da die letzteren bei manchen Eigenschaften eine recht weite Spanne zu umfassen scheinen, muß zur genaueren Beurteilung der Verhältnisse ein sehr umfangreiches Material beigezogen werden können. In diesem Sinne kann man das hier zur Frage der Beeinflussung Mitgeteilte nur als erste Anhaltspunkte bewerten. Da es sich bei der Süßen Eberesche um ein künstlich angepflanztes Gewächs handelt, ist überall mit einer gewissen Einheitlichkeit des Materials zu rechnen. Dadurch dürfte es leichter sein, genotypisch bedingte Verschiedenheiten von den Wirkungen der Umwelteinflüsse zu unterscheiden.

Klimatisch extreme Jahre haben auf die Beerenzusammensetzung bei der Süßen Eberesche einen ziemlichen Einfluß und bedingen zum Teil starke Abweichungen vom normalen Verhalten. Durch die extreme Dürre im Sommer und Herbst 1947 wurden nicht nur die vegetative Entwicklung und der Frucht-ertrag ungünstig beeinflusst, in Verbindung mit der durch den frühen Vegetationsabschluß erzwungenen

1947 sind die Ebereschenbeeren oft auf dem Baum vertrocknet und begannen zum Teil zu schrumpfen, ehe sie ganz ausgefärbt waren. Nicht selten konnte man schon Anfang September fast entlaubte Bäume mit notreifen Früchten sehen. Solche Beeren zeigten meist Vitamin-C-Gehalte unter 40 mg % bei einem Wassergehalt von 65—60% und darunter. Im Niederland war die Dürrewirkung naturgemäß stärker als im Gebirge; auf diesen Umstand dürften die besonders geringen Vitaminwerte in tieferen Lagen zurückzuführen sein (Tabelle 5). Im übrigen sind nicht nur an tragenden Bäumen Schäden eingetreten, noch viel stärker waren die Auswirkungen der Trockenheit bei den seit 1946 durchgeführten umfangreichen Jungpflanzungen, vor allem an den Landstraßen in Sachsen, wo starke Ausfälle zu verzeichnen waren.

#### e) Gehaltsveränderungen während der Beerenreife.

An Hand von Stichproben hat KOERNICKE (1944) gezeigt, daß bei der Mährischen Eberesche der Vitamin-C-Gehalt bei beginnender Fruchtreife steil

ansteigt, im Stadium der Vollreife sein Maximum erreicht, um danach, wenn die Beeren überreif, d. h. mehlig und saftarm werden, wieder abzufallen. Der Vorgang wird durch folgende Zahlenwerte, die KOERNICKE bei Bonner Süßen Ebereschen erhalten hat, veranschaulicht:

Erntezeit	direkt titrierbare Ascorbinsäure	Dehydro-Ascorbinsäure	Gesamt-Ascorbinsäure	Dehydro-Asc. in % der Gesamt-Asc.	
im August 1941	mg %	mg %	mg %		
8. September	68,0	7,2	75,2	9,6	halbreif
26. „	98,5	10,2	108,7	9,4	vollreif
	83,9	19,7	103,6	18,4	überreif

Im Stadium der Überreife nimmt die Dehydro-Ascorbinsäure noch weiter zu und vermehrt sich im Verhältnis zur Gesamt-Ascorbinsäure sogar ganz erheblich. Der Vitaminverlust vollzieht sich zunächst nur auf Kosten der direkt titrierbaren Ascorbinsäure, die wesentlich stärker abfällt als die Gesamt-Ascorbinsäure.

rasch ab. Ebenso verhalten sich auch die Ebereschenbeeren; mit der Überreife einsetzende Oxydationsvorgänge im Beerengewebe bauen die Ascorbinsäure ab, offenbar zunächst unter Überführung in Dehydro-Ascorbinsäure.

Die Veränderungen der Gehaltseigenschaften von *moravica*-Beeren bei fortschreitender Reife wurden von Juli bis Ende September 1947 an einem tragenden Baum im Forstbotanischen Garten zu Tharandt verfolgt (Tabelle 8). Am besten sind die Verhältnisse zu beurteilen, wenn die Werte einheitlich auf einen bestimmten Wassergehalt bezogen werden (70%), denn während der Beobachtungszeit machte auch der Wassergehalt der Beeren starke Änderungen durch. Das Ansteigen des Vitaminwertes bis zur Vollreife und der nachfolgende Abfall bei Überreife konnte bestätigt werden. Der Zuckergehalt verhält sich im wesentlichen ähnlich, doch ist hier der Abfall schwächer und nur bei Umrechnung auf einen einheitlichen Wassergehalt nachweisbar. Die leichte Zunahme, die sich bei der Säure bei Bezug auf das augenblickliche

Tabelle 8. *Veränderungen der Gehalte an Vitamin C, Zucker, Säure und Wasser während der Reifezeit der Beeren einer Mährischen Eberesche im Forstbotanischen Garten Tharandt. Die kursiv gedruckten Werte sind auf ein Frischgewicht mit 70% Wasser bezogen, die übrigen auf das Frischgewicht mit dem aktuellen Wassergehalt.*

Datum der Probeentnahme	Beschaffenheit der Beeren	Vitamin C mg%		Zucker %		Säure %		Wasser %
23. 7. 1947	halbreif, Verfärbung hat begonnen . . .	61	85	4,05	5,62	2,34	3,25	78,4
14. 8. 1947	Annäherung an die Vollreife . . . . .	83	96	6,37	7,35	2,28	2,63	74,0
25. 8. 1947	vollreif, Beeren ausgefärbt und weich .	93	102	7,27	7,98	2,32	2,54	72,6
10. 9. 1947	überreif, Beerenfleisch wird mehlig . . . . .	90	89	7,30	7,25	2,35	2,33	69,8
29. 9. 1947	stark überreif, Beeren schrumpfen. . . . .	69	57	8,40	6,91	2,51	2,06	63,5

Es wurde früher so dargestellt, daß das Maximum des Vitamin-C-Gehaltes schon bei beginnender Reife erreicht wird und danach schon vor Eintritt der Vollreife wieder ein Abfall erfolgt. In der Praxis der safterstellenden Industrie war man demzufolge bestrebt, die Ebereschenbeeren möglichst frühzeitig, ehe sie vollständig ausgefärbt waren, zu ernten. Im Hinblick auf die Saftergiebigkeit und den Säurereichtum mögen damit Vorteile verbunden sein, vom Gesichtspunkt hoher Vitaminwerte betrachtet, ist dieses Vorgehen allerdings nicht zu empfehlen. Mit der Vermehrung des Beobachtungsmaterials bei den verschiedenen Fruchtarten wird immer deutlicher, daß die Höchstgehalte an Vitamin C erst mit Eintritt der Vollreife erreicht werden. SABALITSCHKA u. MICHELS (1942) zeigten, daß bei Hagebutten Spitzengehalte an Vitamin C nur erzielt werden, wenn man die Früchte am Stock ausreifen läßt, nicht aber bei künstlicher Nachreife vorzeitig geernteter Früchte. Auch beim Sanddorn, dessen Beeren im allgemeinen im September vollreif werden, wurden in diesem Stadium die höchsten Ascorbinsäuregehalte festgestellt (BRÜHME 1943, STOCKER 1948); wenn hier später das Beerenfleisch überreif und wässrig wird, sinken die Vitaminwerte anfangs langsam, dann

Frischgewicht ergibt, ist nur eine scheinbare; tatsächlich nimmt der Gehalt ab, besonders stark am Anfang und am Ende der Beobachtungsperiode.

Leider ist das gewonnene Bild kein völlig normales, denn das ungewöhnlich trockene und sonnige Wetter machte sich trotz der an sich geschützten und kühlen Lage (Nordhang) schließlich auch bei dem Versuchsbaum geltend und führte im September zu fast völliger Entlaubung. Bei der letzten Probeentnahme waren die Beeren schon ziemlich geschrumpft und vertrocknet dann, so daß die Versuchsreihe nicht weiter fortgesetzt werden konnte. Infolge der besonderen Witterungsbedingungen traten 1947 die Beerenverfärbung und die Vollreife nicht nur erheblich früher ein als sonst, sondern es wurden offenbar auch die stofflichen Veränderungen im gesamten zeitlich stärker zusammengedrängt. Der verhältnismäßig starke und rasche Abfall der Werte gegen Ende der Beobachtungszeit dürfte in normalen Jahren kaum eintreten, denn gewöhnlich schließt sich an die Beerenreife eine kühlere und oft feuchte Witterung an, so daß die Früchte am Baum lange frisch bleiben und ihre Zusammensetzung viel allmählicher verändern. Auch die auffallend starke Vitaminzerstörung dürfte in diesem Ausmaß gewöhnlich nicht stattfinden; der

Vorgang dürfte sich auf eine längere Zeitspanne verteilen. Der Versuch zeigt immerhin, daß die Ascorbinsäure von den untersuchten Beerenbestandteilen der am wenigsten stabile ist und durch anormale Witterungsverhältnisse ungewöhnlich stark angegriffen wird. Dementsprechend ist auch der Vitamin-gehalt in abgeernteten und gelagerten Beeren sehr empfindlich gegen unsachgemäße Behandlung des Erntegutes (MÜLLER-STOLL 1949).

#### 4. Vergleichende Untersuchungen an Ebereschenblättern.

Bereits KRAETZL (1890) hat zur Unterscheidung der Mährischen Eberesche auch gewisse Blattmerkmale herangezogen und hielt sie für recht brauchbar. Spätere Autoren, neuerdings auch KOERNICKE (1944),

fünf Fiederpaaren, nur gelegentlich eines oder zwei vierfiederige oder ganz selten ein dreifiederiges Blatt. Die bittere Form trägt nächst der Infloreszenz meist ein bis zwei Blätter mit vier Fiederpaaren. Alle diese Blätter sind nicht so charakteristisch gebaut wie die tiefer am Sproß stehenden größeren Blätter. Da unter unserem Material die Blätter mit sechs Fiederpaaren am reichlichsten vertreten waren, nahmen wir ausschließlich diese zur Untersuchung; den im folgenden mitgeteilten Maßangaben liegen also durchweg sechsfiederige Blätter zugrunde.

Die untersuchten Blätter stammten zwar von denselben Bäumen, von denen auch das Material für die bereits besprochenen Beerenuntersuchungen entnommen war, wurden jedoch nicht baumweise getrennt vermessen. Die statistischen Angaben beziehen

Tabelle 9. Größenverhältnisse der Blätter und Knospen von süßen und bitteren Ebereschen. Den Messungen liegen durchweg Blätter mit 6 Fiederpaaren zugrunde.

		Mittel	Variationsbreite	mittlere Streuung		mittl. Schwankung des Mittels	
				$\sigma$	%	$\mu$	%
Blattlänge (gesamt) mm	<i>moravica</i>	221	175—259	19,2	8,7	3,6	1,6
	<i>rossica</i>	146	117—180	14,0	9,6	3,1	2,1
	bitter	107	134—232	20,0	15,6	8,2	4,9
Abstand der Blattfiedern voneinander mm	<i>moravica</i>	23,6	11—31	3,4	14,2	0,29	1,2
	<i>rossica</i>	15,2	12,5—18	2,3	15,2	0,31	2,1
	bitter	17,9	10—27	3,5	19,6	0,50	2,8
Entfernung d. ersten Fiederpaares vom Blattansatz (Stiellänge) mm	<i>moravica</i>	43,9	30—52	4,6	10,4	0,83	1,9
	<i>rossica</i>	32,6	25—45	5,2	15,9	1,56	4,8
	bitter	36,0	29—45	4,4	12,1	1,38	3,8
Länge der Fiederblättchen mm	<i>moravica</i>	52,6	47—66	5,5	10,4	1,12	2,1
	<i>rossica</i>	40,5	34—50	3,9	9,7	1,20	2,9
	bitter	41,0	35—50	4,4	10,8	1,34	3,3
Breite der Fiederblättchen mm	<i>moravica</i>	15,2	13—16,5	1,87	12,3	0,40	2,6
	<i>rossica</i>	15,2	13,5—18,5	1,42	9,3	0,43	2,8
	bitter	14,2	11—18	1,98	13,9	0,60	4,2
Verhältnis Breite zu Länge der Fiederblättchen	<i>moravica</i>	0,289	0,27—0,33	0,015	5,2	0,0031	1,1
	<i>rossica</i>	0,370	0,35—0,40	0,017	4,7	0,0052	1,4
	bitter	0,342	0,27—0,39	0,036	10,5	0,0110	3,2
Verhältnis Länge der Randzählung zu Länge der Fiederblättchen	<i>moravica</i>	0,277	0,15—0,47	0,079	28,5	0,016	5,9
	<i>rossica</i>	0,611	0,49—0,73	0,071	11,6	0,021	3,5
	bitter	0,646	0,45—0,83	0,122	18,9	0,037	5,7
Länge der Winterknospen	<i>moravica</i>	13,5	10—17	2,11	15,6	0,39	2,8
	bitter	11,5	8—15	1,66	14,5	0,48	2,9

zogen dagegen in Zweifel, daß die Blattform wirklich verlässliche Kennzeichen aufweist, unter Hinweis auf die bei der Gesamtart *Sorbus aucuparia* vorhandene Veränderlichkeit im Blattbau. Wir hielten daher eine Überprüfung für angebracht, nachdem uns hierzu geeignetes Material in die Hände kam (vgl. S. 234).

Als wir versuchten, die Größenverhältnisse der Blätter und Fiederblättchen durch Messung festzulegen, ergab sich alsbald, daß sich die einzelnen Merkmale je nach der Fiederzahl der Blätter recht verschieden darstellen können. Bei den kleineren Blättern waren die in Betracht gezogenen Kennzeichen im allgemeinen weniger deutlich ausgeprägt, als wenn größere Blätter mit mehr Fiedern verwendet wurden. Für *moravica*-Blätter gibt KRAETZL 5—8 Fiederpaare an, für die bittere Normalform 4—7, das unpaarige Endblättchen nicht gerechnet. Am Ende der fertilen Zweige, den Blüten- bzw. Fruchtständen benachbart, stehen bei der Mährischen Eberesche nach unseren Beobachtungen meist zwei Blätter mit

sich daher nicht auf die Schwankungen von Baum zu Baum, sondern auf das einzelne Blatt, bei den Fiederblättchen auf den Durchschnitt von jeweils 10—12 Fiedern eines Blattes. Die Materialauswahl beschränkte sich außerdem auf die Blätter aus dem oberen, stark belichteten Kronenteil.

##### a) Blattbau der var. *moravica*.

Die in Tabelle 9 zusammengestellten Meßergebnisse zeigen, daß von den untersuchten Formen die var. *moravica* in allen Abmessungen die größten Blätter hat. Nicht nur die Gesamtlänge und der Blattstiel vom Ansatz bis zum untersten Fiederpaar sind wesentlich größer als bei den beiden anderen Formen, sondern auch der Abstand zwischen den Blattfiedern, wodurch das ganze Blatt ein viel lockereres Aussehen erhält (Abb. 5). Dieser Eindruck wird noch verstärkt durch die lange und schmale Gestalt der Fiederblättchen, die darin wesentlich von den breiteren und kürzeren Blättchen der bitteren Urform und der

var. *rossica* abweichen (Abb. 6); am Verhältnis Breite:Länge wird der Unterschied sehr deutlich. Besonders charakteristisch für *moravica* ist jedoch die Art der Randzählung: Die Zähne sind hier nicht nur kleiner und feiner als in der Mehrzahl der Fälle bei der bitteren Form, sondern beschränken sich außerdem auf einen mehr oder weniger kleinen Teil des Blattrandes an der Spitze der Fiedern (Abb. 7). Die Verhältniszahl, die den Anteil der Zählung an der gesamten Blättchenlänge angibt, ist bei *moravica* sehr niedrig; im Mittel sind nur 28% des Blattrandes gezähnt gegenüber 61 und 65% bei *rossica* bzw.

los gewisse Annäherung an den Typus der *moravica*-Blätter erkennen. Tatsächlich kann man gerade in höheren Gebirgslagen, z. B. im oberen Erzgebirge, gelegentlich bitterfrüchtige Bäume finden, die sich im Blattwerk nur schwer von der var. *moravica* unterscheiden lassen. Das *moravica*-Blatt mit seiner rückgebildeten Zählung stellt offenbar einen ausgesprochenen Alterstypus dar, der der ständigen vegetativen Weitervermehrung sein Fortbestehen verdankt. Einen ähnlichen Laubcharakter zeigen auch manche der vegetativ fortgepflanzten Gartenformen der bitteren Eberesche, wie z. B. die im Tharandter Forstgarten gedeihende forma *pendula* KIRCHN. Von diesen Grenzfällen abgesehen, ist aber gerade durch das Merkmal der Randzählung bei typischer Merkmalsausbildung eine sichere Trennung der var. *moravica* von der bitteren Form auch an Hand der Blattgestalt ohne weiteres möglich, so daß in dieser Hinsicht die Auffassung von KRAETZL durchaus bestätigt werden kann.

Ein Vergleich mit den Zahlenangaben KRAETZL's (1890) ist nicht ohne weiteres möglich, da keine Mitteilungen über die Fiederzahl der untersuchten Blätter gemacht werden. Durchweg liegen seine Angaben höher; das *moravica*-Blatt wird z. B. durch folgende Zahlen charakterisiert: Gesamtlänge 24–30 cm, Stiellänge 5 cm, Abstand der Blättchenpaare 3 cm, Länge der Fiederblättchen 7–8 cm. Wir fanden bei einer Reihe von Blättern mit sieben Fiederpaaren 19,5–30 cm für die Gesamtlänge. Man darf daraus wohl schließen, daß sich KRAETZL's Angaben auf Blätter mit besonders hoher Fiederzahl und unter diesen auch auf die größten Exemplare beziehen.

Bei den beiden süßfrüchtigen Varietäten müssen sich, da sie ja von der Normalform abstammen, irgendwelche Beziehungen zu den natürlichen Formen von *Sorbus aucuparia* finden lassen. Die wenig abändernde Art wird bisher hauptsächlich nach der Behaarung in drei, sich in gewisser Hinsicht auch in der geographischen Verbreitung unterscheidende Varietäten gegliedert, nämlich in die für die Ebenen und niederen Berglagen unseres Gebietes als Typus geltende var. *glabrescens* ZABEL mit anfangs behaarten, zur Fruchtreife kahl werdenden Zweigen und Blättern, die dauernd mehr oder minder kahle var. *glabrata* WIMMER und GRAB. der Alpen und hohen Lagen anderer Gebirge und schließlich die stärker und bleibend behaarte var. *lanuginosa* (KIT.) SCHUR., die offenbar hauptsächlich nach Osten und Südosten hin verbreitet ist. Leider sind diese Formen hinsichtlich ihrer Morphologie und Verbreitung noch zu wenig untersucht, so daß es kaum möglich ist, einen genauen Vergleich mit den süßen Varietäten vorzunehmen.

Auf der Oberseite der Fiederblättchen sind die Haare bei allen Formen nur spärlich bis sehr vereinzelt und zeigen kaum Unterschiede. Unterseits trägt die Mährische Eberesche hauptsächlich entlang der stärkeren Blattnerven eine schwache filzige Behaarung; die Blattflächen selbst und auch die Blattspindeln sind dagegen meist nur spärlich behaart bis kahl und dadurch deutlich von dem bei uns hauptsächlich vorkommenden Typus der Normalform unterschieden. In der Behaarung erinnert die var. *moravica* zweifellos an die kahle Gebirgsform *glabrata*, die ja auch keinen völlig haarlosen, sondern einen verhältnismäßig schwach behaarten Typus darstellt. Auch KRÜSSMANN (1937) bezeichnet die *moravica* im Gegensatz zu KRAETZL als „fast kahl“. Auch in der schmalen Form der Blättchen besteht eine gewisse Annäherung an die var. *glabrata*, die ebenfalls eine Neigung zur Verschmälerung der Spreiten erkennen läßt; dazu kommt, daß das Ursprungsgebiet der süßen Abart in den Hochlagen der mährischen Sudeten in das Verbreitungsgebiet der var. *glabrata* fällt, die z. B. aus dem Riesengebirge und den Karpathen genannt wird, so daß eine Abstammung von dieser Form nicht unwahrscheinlich ist. Bei allem darf man nicht vergessen, daß die drei natürlichen Varietäten der bitteren Eberesche weder morphologisch noch geographisch streng getrennt sind, sondern in ihren Merkmalen ineinander übergehen und offenbar auch verbreitungsmäßig miteinander verzahnt sind.

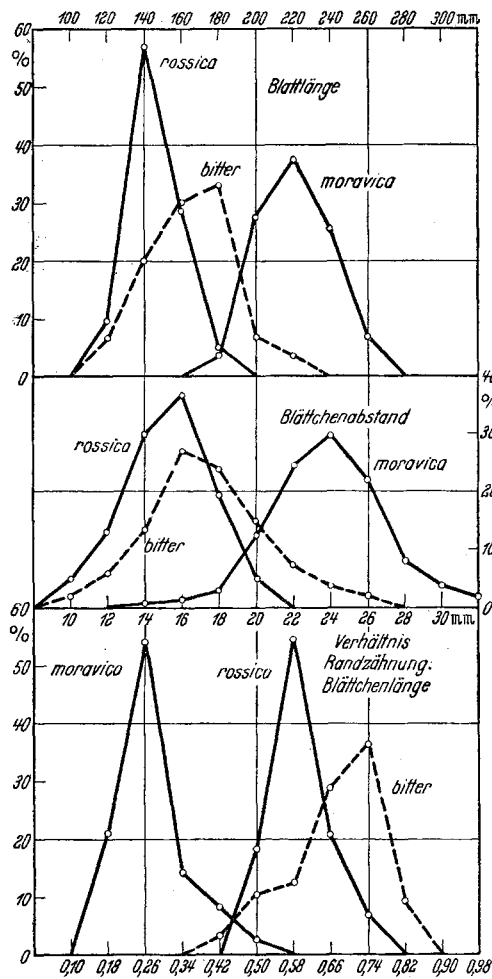


Abb. 5. Variationskurven für einige Blatteigenschaften bei süßfrüchtigen und bitteren Ebereschen: Gesamtblättlänge, Abstände der einzelnen Blättchenpaare voneinander, Verhältniszahl Länge der Randzählung zu Länge der Fiederblättchen.

„bitter“. Die am stärksten gezähnten *moravica*-Blättchen sind wenigstens noch gut zur Hälfte ganzrandig, ein Fall, der bei den beiden anderen Formen nur gelegentlich bei besonders schwach gezähnten Blättern vorkommt (Abb. 5).

Der erste Verfasser hat kürzlich darauf hingewiesen (MÜLLER-STOLL 1947), daß auch die Eberesche in gewissem Umfang zur Ausbildung einer Altersform des Laubes neigt, wobei die Blättchen schmaler werden und schwächer gezähnt sind im Gegensatz zu den stark und grob gezähnten Jugendblättern; eine besonders deutliche Ausprägung erfährt der Formtypus der Jugendblätter an den Lohdentrieben, deren Laub bei älteren Bäumen in auffallendem Gegensatz zur Beblätterung der Krone steht. Das ausgesprochene Alterslaub der bitteren Normalform läßt zweifel-

Unterschiede, die KRAETZL in der Färbung der einjährigen Triebe von *moravica* zu erkennen glaubte, sind nicht zuverlässig; auch die Knospengröße bietet kein brauchbares Unterscheidungsmerkmal. Unsere Messungen ergaben, daß in der Länge der Winterknospen zwischen *moravica* und „bitter“ kein zur Trennung der beiden Formen ausreichender Unterschied besteht (Tabelle 9); die Knospen von *moravica* sind zwar im allgemeinen etwas gestreckter und dadurch schlanker, doch ist die Veränderlichkeit in beiden Fällen so groß, daß die Variationskurven stark ineinander laufen.

#### b) Blattbau der var. *rossica*.

Die var. *rossica* ist, wie aus Tabelle 9 hervorgeht, an Hand der untersuchten Blattdimensionen und Verhältniszahlen von der bitteren Form nicht zu unterscheiden. Die Blätter sind vielleicht im ganzen etwas kleiner und die Fiederblättchen stehen noch dichter beisammen als bei der Wildform, soweit dies nicht einfach darauf beruht, daß das *rossica*-Material von jüngeren Bäumen stammte. Im Durchschnitt sind die Blättchen im Verhältnis zur Länge breiter, doch reicht der Unterschied für eine zuverlässige Abtrennung der Form nicht aus. Selbst der Umfang der Randzählung ist nahezu derselbe wie bei der bitteren Form (Abb. 5).

Man muß daher andere Merkmale zur Unterscheidung heranziehen, die jedoch nicht ohne weiteres durch Messung erfaßt werden können. Bei Durchsicht eines größeren Materials fällt auf, daß die *rossica*-Blättchen eine gleichmäßig ovale Form besitzen, dadurch daß sie im oberen Teil breiter sind und sich nach der Spitze zu rascher verjüngen, während bei der bitteren Form die Fiedern spitzwärts schlanker zulaufen und dadurch einen mehr spitzeiförmigen Umriß erhalten (Abb. 7). Die Randzählung ist bei *rossica* meist nicht so fein wie bei *moravica*, aber auch stets einfach; Doppelzähne wurden bei beiden süßfrüchtigen Formen nie beobachtet, kommen jedoch bei der bitteren Form in etwa  $\frac{3}{8}$  der Fälle vor (dabei besitzt eine Randzacke dicht nebeneinander zwei Spitzchen). Das ältere *rossica*-Blatt zeigt auf der Oberseite meist eine deutlicher hervortretende Nervatur, einmal durch eine etwas andere Färbung des Blattgewebes längs der Adern, zum anderen infolge einer leichten Wölbung der von den Blattnerven umschlossenen Felder; die Blattfläche erscheint dadurch leicht gebuckelt, während sie bei der Normalform und bei *moravica* meist glatt ist.

Das wichtigste Kennzeichen der var. *rossica* ist jedoch die starke Behaarung. Die rotgefärbte Blattspindel trägt ziemlich dichtstehende weißliche Haare und die Unterseite der Fiederblättchen ist mit einem lockeren filzig-wolligen Haarüberzug bedeckt, der längs der Adern länger und dichter wird. Von der Unterseite betrachtet erscheint dadurch das Blatt mehr weißlichgrau im Gegensatz zu der graugrünnen Färbung bei *moravica* und „bitter“.

Durch die Behaarung wird auf mögliche Beziehungen der *rossica* zur var. *lanuginosa* hingewiesen, deren östliche Verbreitung dazu in Einklang stünde; auch findet sich bei *lanuginosa* eine Neigung zur Verbreiterung der Blättchen, was bei *rossica* ebenfalls festzustellen ist. Bei weiteren Untersuchungen an süßfrüchtigen Ebereschen aus Rußland ergeben sich vielleicht auch Hinweise auf Beziehungen dieser Typen zu kaukasischen und asiatischen Arten der *aucuparia*-Gruppe; die Fiederblättchen unserer *rossica* ähneln z. B. in Form und Serratur sehr der von C. K. SCHNEIDER (1906) beschriebenen *Sorbus Boissieri*. Vermutlich zeigt nach Osten hin unsere Eberesche zum Teil Übergänge nach anderen Arten.

#### 5. Züchterischer Ausblick.

Die süßfrüchtigen Varietäten der Eberesche sind nicht nur morphologisch von der bitteren Stammform mehr oder weniger gut geschiedene Typen, sondern

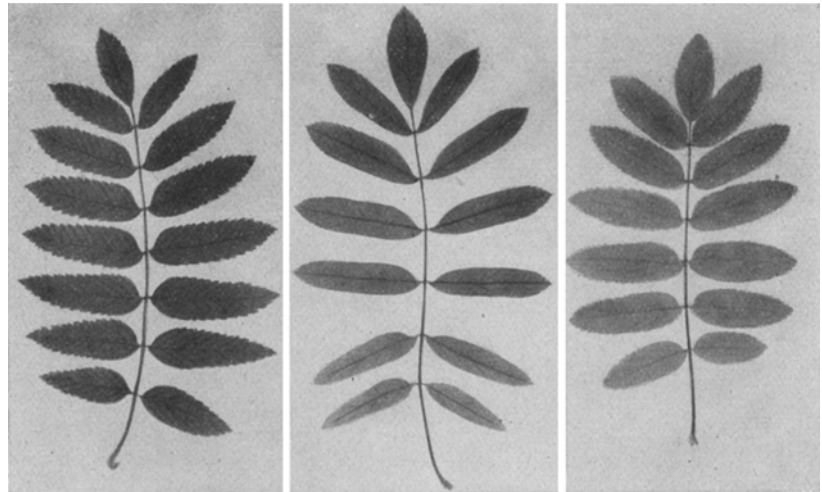


Abb. 6. Typische Blätter von gewöhnlicher bitterer Eberesche (links), var. *moravica* (Mitte) und var. *rossica* (rechts); gleicher Reproduktionsmaßstab.

zeigen auch in der stofflichen Zusammensetzung der Früchte recht weitgehende Unterschiede. Wenn wir auch vorläufig nur für die var. *moravica* in dieser Beziehung über genauere Unterlagen verfügen, so ist doch auf Grund gelegentlicher Einzelbeobachtungen

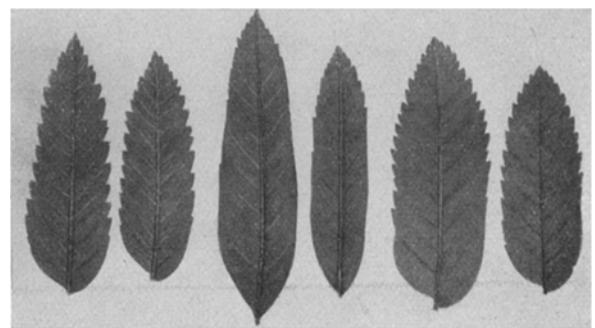


Abb. 7. Je zwei typische Fiederblättchen (mittlere Seitenfiedern der rechten Blatthälfte) von gewöhnlicher bitterer Eberesche mit einigen Doppelzähnen (links), var. *moravica* (Mitte) und var. *rossica* (rechts).

zu erwarten, daß die Verhältnisse bei der var. *rossica* ziemlich ähnlich liegen. Wir müssen die verschiedenen, spontan entstandenen süßen Formen als Ergebnisse von Mutationsvorgängen auffassen, wobei die Gleichartigkeit der gegenüber der Normalform eingetretenen Veränderungen auffallend ist. Beide süße Formen haben einen höheren Zuckergehalt der

Beeren, und auch im Vitaminreichtum dürfte die *rossica* der Mährischen Eberesche wenigstens gleichkommen, wenn nicht sogar ihr überlegen sein. Dazu kommt noch die Neigung zu einer erheblichen Steigerung der Fruchtgröße, so daß sich die eingetretene Mutation allein bei den Beeren auf mindestens vier Werteigenschaften bezogen haben muß, nämlich Bitterstoff-Freiheit, Zuckergehalt, Vitamin-C-Gehalt, Fruchtgröße. Dabei ist der bei *moravica* nachgewiesene höhere Säuregehalt noch nicht mitgezählt, der im Hinblick auf die Verwertung durch die Fruchtsaft-verarbeitende Industrie ebenfalls von großer Bedeutung ist. Dazu kommen, wenigstens bei der uns genauer bekannten Mährischen Eberesche, die größeren Fruchtstände und dadurch bedingten reicheren Erträge, das volle und saftreichere Beerenfleisch, der bessere Kronenwuchs und die ebenmäßige Stammbildung, wodurch die Pflanze einen besonderen Wert bekommt.

Dies ist gewiß eine recht große Zahl von Leistungen, die, vom Standpunkt des an einer Nutzung interessierten Menschen aus betrachtet, der Pflanze bedeutende Vorzüge verleihen. Es erscheint um so beachtenswerter, wenn man bedenkt, daß diese Formen spontan unter Wildpflanzen aufgetreten sind und ihre Entdeckung mehr oder weniger dem Zufall überlassen war. Obwohl die Gesamtart *Sorbus aucuparia* ein Gewächs ist, das an sich wenig zu Abänderungen neigt, ergibt sich bei näherer Betrachtung doch eine gewisse Variabilität, die, wie die vorliegenden Untersuchungen gezeigt haben, nicht durchweg nur als Auswirkungen modifizierender Einflüsse anzusehen, d. h. phaenotypisch bedingt sind, sondern wahrscheinlich in gewissem Umfang genotypisch verankerte Verschiedenheiten darstellen. In einigen züchterisch besonders belangvollen Beereneigenschaften, z. B. Fruchtgröße, Zucker- u. Vitamin-C-Gehalt, wurden gerade bei *moravica* sogar besonders große individuelle Verschiedenheiten zwischen Bäumen, die unter weitgehend gleichartigen Standortbedingungen wuchsen, festgestellt. Dieses Ergebnis deutet an, daß man mit guten Erfolgsaussichten einer züchterischen Bearbeitung der Pflanze näher treten darf.

In Deutschland ist die Ebereschenzüchtung erst in jüngster Zeit in Angriff genommen worden, länger zurück reicht jedoch die züchterische Bearbeitung der Pflanze in Rußland. Dort hat das rauhe, kontinentale Klima, das besonders in den nördlichen Gebieten den Obstbau viel schwieriger gestaltet als bei uns, gewissermaßen dazu aufgefordert, den anspruchslosen, an ungünstige Klimabedingungen angepaßten Baum auf seine Verwertbarkeit als Obstpflanze zu prüfen. Offenbar hat man, schon bevor eigentliche Zuchtsorten vorhanden waren, Süße Ebereschen in Rußland in großem Stil angepflanzt und die Beeren seinerzeit ähnlich wie Rosinen getrocknet und gezuckert in den Handel gebracht. Heute gibt es in Rußland mehrere durchgezüchtete Edelsorten, die dem bekannten Pflanzenzüchter MITSCHURIN ihre Entstehung verdanken (vgl. MITSCHURIN 1943); sie sind unserem Material naturgemäß weitaus überlegen, das noch keine bewußte züchterische Verbesserung erfahren hat. Es wird mit zu den künftigen Aufgaben gehören, auch die neuen russischen Sorten bei uns zu erproben und in die Arbeiten zur

Schaffung bodenständiger Ebereschensorten mit einzubeziehen.

Aus einer 1925 durchgeführten Kreuzung von *Sorbus aucuparia* L. mit *Crataegus sanguinea* PALL. hat MITSCHURIN eine als Granateberesche (Granatnaja) bezeichnete neue Form erhalten. Der mittelgroß werdende Baum liefert etwa kirschgroße Früchte von angenehm süßsaurem, nicht bitterem Geschmack; er wird als reichtragend und hart bezeichnet. Zu gleicher Zeit gewann MITSCHURIN eine zweite Edelsorte aus einer Kreuzung von Eberesche mit *Mespilus germanica* L., die den Namen MITSCHURIN'S Desserteberesche (Mitschurinskaja desertnaja) erhielt. Die Beeren sind hier mittelgroß, rot und besitzen einen pikanten, leicht bitteren Geschmack; sie werden besonders zur industriellen Verarbeitung empfohlen. Die Pflanze ist kleinwüchsig und erreicht mit 5 Jahren eine Höhe von nur 1,5 m. Sie eignet sich auch für die nördlichen Gebiete Rußlands, da sie infolge ihres niedrigen Wuchses im Winter durch die Schneedecke geschützt wird. Eine weitere Zuchtsorte MITSCHURIN'S ist die sog. Schwarzfürchtige (Tschernoplodnaja). Sie gehört zur botanischen Art *Sorbus melanocarpa* HUNN. aus der Sektion *Aronia* PERS., die bei uns unter der Bezeichnung Apfelbeere bekannt ist. Ihre Heimat ist Nordamerika; der Wuchs ist strauchförmig bis 1 m hoch. Die MITSCHURIN'sche Sorte erzeugt gute schwarze Beeren, die ebenfalls industriell zu Marmeladen usw. verarbeitet werden können. Infolge ihres Zwergwuchses gedeiht sie auch unter nördlichen Klimabedingungen und wird gerne zusammen mit anderen Obstgehölzen zur Errichtung von Windschutzhecken benützt.

Bei uns wurde eine planmäßige züchterische Verbesserung der Süßen Eberesche erst während des letzten Krieges begonnen, als die Nachfrage nach einheimischen Rohmaterialien zur Herstellung von Vitamin-C-Präparaten immer größer wurde. Damals hat Prof. Dr. W. RUDORF in Müncheberg als erster in Deutschland mit Arbeiten in dieser Richtung begonnen; leider wurden dann durch Kriegseinwirkung die angelegten Versuche so gestört, daß heute in Müncheberg die Ebereschenzüchtung im wesentlichen von neuem aufgebaut werden muß. Inzwischen sind auch durch das Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung in München und durch unsere hiesige Versuchsabteilung für Forstpflanzenzüchtung entsprechende Arbeiten in Angriff genommen worden. Neben Versuchen zur Klärung wichtiger genetischer Fragen, z. B. bezüglich der Vererbungsweise der Bitterstoff-Freiheit, wird dabei die Selektion hochwertiger Zuchtstämme betrieben. Schon aus dem heute vorhandenen Baummaterial lassen sich Typen auswählen, die, als Sorten weitervermehrt, bereits eine Verbesserung darstellen würden, wenn Wüchsigkeit und hoher Ertrag der Bäume mit großbeerigen und überdurchschnittlich zucker- und vitaminreichen Früchten gepaart sind. Darüber hinaus darf man auch von Kreuzungen, z. B. zwischen *moravica* und *rossica*, mancherlei erhoffen. Wahrscheinlich wird man zweckmäßigerweise ein zweifaches Zuchtziel verfolgen müssen, nämlich die Schaffung hochwertiger Edelsorten zum gartenmäßigen Anbau mit besonders wohlschmeckenden und vor allem auch frisch genießbaren Früchten und daneben die Selektion anspruchsloser und widerstandsfähiger Massenträger mit säurereichen Beeren zur Fruchtsaftbereitung, vor allem zum Anbau im Wald und an den Landstraßen. Als Fernziel sind samenreife süßfrüchtige Sorten anzustreben, die für einen Großanbau im Wald gegenüber der heute betriebenen vegetativen Vermehrungsweise erhebliche Vorteile



bieten würden. Die Wichtigkeit aller dieser Arbeiten ergibt sich schon aus der Überlegung, welcher Gewinn es für die Volksernährung wäre, wenn im Wald und an den Straßen in wirklich großem Umfang hochwertige Süße Ebereschen anstatt der überall verbreiteten bitteren Bäume gebaut würden.

### 6. Zusammenfassung.

1. Im Zusammenhang mit züchterischen Arbeiten wurden serienmäßige Untersuchungen über die Eigenschaften süßfrüchtiger und gewöhnlicher bitterer Ebereschen durchgeführt. Die mährische Süße Eberesche (var. *moravica*) unterscheidet sich vor allem durch bedeutend größere Beeren und Fruchtstände, sowie wesentlich höhere Zucker- und Vitamin-C-Gehalte der Früchte von der bitteren Form. Auch der Gehalt an Fruchtsäure zeigt im Durchschnitt eine Steigerung gegenüber der Normalform. Bei der noch nicht genauer geprüften var. *rossica* scheinen nach bisherigen Feststellungen im wesentlichen dieselben Veränderungen vorzuliegen.

2. Zwischen den verschiedenen Beereneigenschaften ergaben sich in einigen Fällen gesicherte korrelative Zusammenhänge, die auch von züchterischem Interesse sind.

3. Ungünstige äußere Umstände, besonders Trockenheit, wirken stark erniedrigend auf den Vitamin-C-Gehalt der Beeren. Eine Steigerung der Vitaminwerte in Höhenlagen wurde bei Süßer Eberesche bisher nicht festgestellt. Spitzengehalte an Vitamin C kommen auch im Tiefland vor; günstige Wachstumsbedingungen, besonders bei gärtnerischer Pflege, scheinen verbessernd auf den Vitaminwert zu wirken. Mit Eintritt der Vollreife erreichen die Ebereschenbeeren den Höchstgehalt an Vitamin C; bei Überreife tritt je nach den Umständen ein mehr oder weniger rascher Abfall ein.

4. Die brauchbarsten Unterscheidungsmerkmale der Blätter sind bei der var. *moravica* die schmale Gestalt und die schwache, auf das vorderste Drittel beschränkte Randzählung der Fiederblättchen, bei der var. *rossica* die breitere, mehr elliptische Blättchenform und vor allem die ausgeprägte bleibende Behaarung der Blattunterseite und der Blattspindel.

5. Die bei uns vorhandenen Süßen Ebereschen sind vegetative Nachkommen spontan aufgetretener Mutanten und züchterisch noch nicht weiter bearbeitet. Vorkommende starke Verschiedenheiten in züchterischen wesentlichen Eigenschaften, die unter einheitlichen Standortbedingungen festzustellen sind, bieten jedoch günstige Ansatzpunkte für die Selektion. Im

Gegensatz zu Rußland, wo in der Ebereschenzüchtung bereits beachtliche Erfolge erzielt wurden, ist bei uns erst in jüngster Zeit mit der züchterischen Verbesserung dieser wertvollen Pflanzen begonnen worden.

### Literatur.

1. BUKATSCH, F.: Über den Ascorbinsäuregehalt der Coniferennadeln. Vit. u. Hormone **4**, 192 (1943).
2. BRÜHME: Die Sanddornbeere als Vitaminträger. Dtsch. Heilpflanze **9**, Jg. (1943).
3. DARMER, G.: *Hippophaë rhamnoides* L. (Sanddorn) als neues Züchtungsobjekt. Züchter **17/18**, 430 (1947).
4. HALLSWORTH, E. G. und V. M. LEWIS: Vitamin C content in tomatoes. Nature (London) **154**, 431 (1944).
5. HARRIS, L. J., L. W. MAPSON u. Y. L. WANG: Vitaminmethoden. IV. Eine einfache potentiometrische Methode zur Bestimmung von Ascorbinsäure, geeignet zur Verwendung bei gefärbten Extrakten. Biochem. J. **36**, 183 (1942).
6. HASSELBACH, H.: Freie und gebundene Ascorbinsäure. Polarographische Bestimmung in Pflanzen. Z. Pflanzenernährung usw. **39**, 27 (1947).
7. KOCHS, J.: Beiträge zur Kenntnis der Zusammensetzung einiger Früchte. Angew. Bot. **4**, 113 (1922).
8. KOERNICKE, M.: Zur Kenntnis der mährischen „süßen“ Eberesche, einer wertvollen natürlichen Vitamin-C-Spenderin. Dtsch. Heilpflanze **9**, Jg. (1943); erweiterter Sonderabdr. Heilpflanzen-Schriftenreihe **17**, Stollberg/Erzgeb. (1944).
9. KRAETZL, F.: Die süße Eberesche, *Sorbus aucuparia* L. var. *dulcis*. Wien und Olmütz (1890).
10. KRÜSSMANN, G.: Die Laubgehölze. Berlin (1937).
11. LÖHNER, M.: *Hippophaë rhamnoides*, der Sanddorn. Pharmazie **3**, 130, 179 (1948).
12. MITSCHURIN, I. W.: Gedanken und Erkenntnisse. Ergebnisse 60-jähr. Züchtungsarbeit. Frankfurt/Oder (1943).
13. MÜLLER-STOLL, W. R.: Die Süße Eberesche, *Sorbus aucuparia* L. var., als Obstbaum und Vitaminträger. Pharmazie **2**, 79, 123 (1947).
14. MÜLLER-STOLL, W. R.: Die Süße Eberesche. Stuttgart (1949).
15. OTT, M.: Tierversuch oder chemische Bestimmung des Vitamin C. Über einen neuen Apparat zur Bestimmung des Vitamin C. Angew. Chemie **51**, 537 (1938).
16. OTTO, R. und W. KOOPER: Beiträge zur Kenntnis des Nachreifens von Früchten II. Z. Unters. Nahrungs- und Genußmittel **19**, 330 (1910).
17. SABALITSCHKA, TH.: Zur Bestimmung von Vitamin C. IV. Über die Bestimmung des Vitamins C mit Dichlorphenolindophenol. Vitamine und Hormone **4**, 376 (1943).
18. SABALITSCHKA, TH. und H. MICHEL: Verhalten des Vitamin-C-Gehaltes von Hagebutten verschiedenen Reifegrades beim Ernten und Nachreifen. Angew. Bot. **24**, 233 (1942).
19. SABALITSCHKA, TH. und H. MICHEL: Der Vitamin-C-Gehalt von Sanddornbeeren aus dem Küsten- und dem Alpengebiet. Süddtsch. Apotheker-Ztg. **86**, 153 (1946).
20. SCHNEIDER, C. K.: Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde, Bd. 1, Jena (1906).
21. STOCKER, O.: Tiroler Sanddorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) als Vitamin-C-Höchstleistungspflanze. Züchter **19**, 9 (1948).
22. STROHECKER, R. und R. VAUBEL: Die Bestimmung der Ascorbinsäure (C-Vitamin) nach TILLMANS durch Titration mit 2,6-Dichlorphenolindophenol. Angew. Chemie **49**, 666 (1936).

(Aus der Zentralforschungsanstalt für Pflanzenzüchtung [ERWIN-BAUR-Institut], Müncheberg/Mark, Abt. Forstpflanzenzüchtung, Waldsiedersdorf/Mark, Höhenld.)

## Die Vererbung der Frühblüte der Kiefer.

Von O. SCHRÖCK.

Bereits in Kieferndickungen finden sich immer wieder einzelne Bäume, die durch frühzeitigen Zapfenbehang auffallen, obwohl die Mannbarkeit der Kiefer im geschlossenen Bestand in der Regel erst mit 30 bis 40 Jahren eintritt. Diesen Bäumen ist bisher keinerlei Bedeutung zugemessen worden, ja, sie sind sogar immer als fremd- oder schlechtrassig bezeichnet und vorzeitig geschlagen worden. Aber schon LÖFF-

LER (14) hatte vorgeschlagen, frühblühende Bäume für Kreuzungen zu verwenden, um schnellere Aufklärung über den Erbgang der Werteigenschaften der Kiefern zu erhalten. Sonst hielt er sie jedoch nicht für züchterisch wertvoll, weil es nicht das Ziel der Forstwirtschaft sei, frühfruchtende Bäume zu züchten.

Der späte Eintritt der Mannbarkeit unserer Waldbäume ist nicht allein für die züchterische Bearbei-