

## **Eine neue Methode zur Mostgewichtsbestimmung und Klassifizierung unverletzter Weinbeeren**

von

U. STEIN, R. BLAICH und R. WIND

### **A novel method for non-destructive determination of the sugar content and for classification of grape berries**

**S u m m a r y .** — The sugar degree of grape berries was determined by fractionation with defined solutions of different density without injury of the berry. This method allows the classification of large amounts of berries according to their maturity.

The efficiency of the method was proved by the determination of different classes of maturity in berries of 10 grape varieties at a given time. The values were compared with data obtained by refractometrical determinations. Density fractionation is the prerequisite for the comparison of the resistance against *Botrytis cinerea* of grape varieties on a large scale.

### **Einleitung**

Einer der entscheidenden Parameter für die Anfälligkeit von Weinbeeren gegen *Botrytis*-Befall ist deren Zuckergehalt. Infektionsversuche sind deshalb nur sinnvoll, wenn sie an Beeren vergleichbarer Reifestufen, deren Bestimmung ohne Verletzung der Beerenhaut erfolgen muß, durchgeführt werden.

Dies schließt die Anwendung der einfach zu handhabenden Methode der Reifemessung mit dem Handrefraktometer aus. Von der vergleichenden Analyse optisch ähnlicher Beeren können aufgrund der Sortenunterschiede in der Beerenfarbe kaum verlässliche Werte erwartet werden. Zuckerbestimmungen nach der Infektion verbieten sich wegen Veränderungen des Mostgewichts durch den Pilz ebenfalls.

Im folgenden wird eine Methode beschrieben, die nicht nur eine verletzungsfreie Bestimmung des Mostgewichtes von gesunden Beeren ermöglicht, sondern darüber hinaus auch eine schnelle Klassifizierung großer Beerenmengen nach ihrem Mostgewicht und damit differenzierte Untersuchungen über Reifungsvorgänge und Reifeverteilungen innerhalb von Beerenpopulationen erlaubt. In umfangreichen Versuchsreihen wird gezeigt, daß die erhaltenen Werte den refraktometrisch ermittelten entsprechen.

### **Material und Methoden**

#### **1. Pflanzenmaterial**

Aus den Versuchsanlagen der BFAR wurden von den Rebsorten Müller-Thurgau, Riesling, Gutedel, Morio-Muskat (2n und 4n), Elbling (2n und 4n), Bacchus, Optima, Ga-54-14, Ga-49-22 und B-6-18 Anfang September und Oktober 1982 jeweils 40—60 Trauben und Traubenteile von meist 30 Stöcken entnommen, die Beeren unmittelbar am Stielansatz abgeschnitten und sofort weiterverarbeitet.

## 2. Isopyknische Trennung von Weinbeeren im Dichtegradienten

Durch Auflösen von NaCl in Wasser wurde eine Reihe von Lösungen mittels einer Mostwaage auf unterschiedliche Dichten (1,030, 1,040 . . . 1,100) eingestellt. Ein Zusatz von 0,05 % Tween 80 diente zur Erhöhung der Benetzungsfähigkeit.

In einem 500-ml-Meßzylinder wurde durch vorsichtiges Unterschichten von jeweils 100 ml jeder Lösung ein Stufengradient errichtet und in diesen die gesamten Beeren einer Traube eine nach der anderen vorsichtig eingegeben. Diese sanken darin allmählich unter und blieben an der dem eigenen spezifischen Gewicht entsprechenden Stelle in Schwebe.

## 3. Trennung von Weinbeeren nach Dichteklassen im Batch-Verfahren

Die abgeschnittenen Beeren einer Traube wurden in etwa 4 l der ersten Lösung ( $D = 1,030$ ) eingebracht, die an der Oberfläche schwimmenden Beeren abgeschöpft, die Lösung sorgfältig abgeschüttet, 4 l der zweiten Lösung ( $D = 1,040$ ) eingegossen und kurz umgerührt. So wurde sinngemäß auch mit den übrigen Lösungen verfahren. Die jeweils abgetrennten Beeren wurden kurz in Leitungswasser gewaschen, abgetrocknet, gezählt, verwogen und — falls für Infektionsversuche bestimmt — mit einer 1%igen wäßrigen NaOCl-Lösung („Domestos“) 10 min sterilisiert.

Mit dem Handrefraktometer bestimmte man danach die Oechslegrade von etwa 40 Beeren aus jeder Dichteklasse.

# Ergebnisse und Diskussion

## I. Methodik

### 1. Einfluß der Dichtelösungen auf die Eigenschaften der Beeren

Die Verweildauer der Beeren in der Salzlösung während der Trennung beträgt etwa 10 min. Sie verändern dabei weder Gewicht, Form oder Aussehen, noch wird die Wachsschicht sichtbar beeinträchtigt. Auch eine Veränderung der *Botrytis*-Anfälligkeit oder der geschmacklichen Eigenschaften konnte nicht festgestellt werden.

### 2. Trennung im Dichtegradienten

Die isopyknische Trennung der Beeren nach ihrem spezifischen Gewicht wäre für Routineuntersuchungen durch die langwierige Herstellung des Gradienten zu aufwendig. Sie erwies sich jedoch als Methode der Wahl für Übersichtsanalysen und Demonstrationszwecke (Abb. 3a).

Entgegen anfänglichen Befürchtungen wurde der Gradient durch das Einbringen der Beeren nicht gestört, sondern lediglich die Stufen etwas vermischt, was eher zu einer Verbesserung der Trennung führte: Der Gradient blieb über mindestens eine Woche stabil und tolerierte auch Bewegungen, wie etwa das Umhertragen des Meßzylinders.

### 3. Klassifizierung von Beeren mit dem Batch-Verfahren

#### a) Wahl der Klassenbreite

Vorversuche hatten gezeigt, daß eine Einteilung der Beeren in Dichteklassen von je 10 °Oe (1,010—1,019 usw.) allen praktischen Erfordernissen für weitere Analysen

Tabelle 1

Zusammenhang zwischen Dichte und refraktometrischem Mostgewicht bei 10 Rebsorten am 3.—6. 9. 1982 und am 1. 10. 1982 ·  $\bar{x}$  = Mittelwert, s = Standardabweichung

Relations between the density and the refractometrical values of berries in 10 grape varieties on September 3—6 and October 1, 1982 ·  $\bar{x}$  = medium value, s = standard deviation

Rebsorte	Dichte														Mittleres Mostgewicht °Oe		
	1,030 $\bar{x} \pm s$		1,040 $\bar{x} \pm s$		1,050 $\bar{x} \pm s$		1,060 $\bar{x} \pm s$		1,070 $\bar{x} \pm s$		1,080 $\bar{x} \pm s$		1,090 $\bar{x} \pm s$			1,100 $\bar{x} \pm s$	
Müller-Thurgau (4. 09.)	27,9	3,9	33,6	5,0	39,7	4,7	46,1	4,6	56,6	5,2	67,0	4,5	—	—	—	—	50,1
Riesling (4. 09.)	23,4	3,5	26,5	3,6	30,9	4,3	37,6	4,5	48,4	4,3	58,8	3,6	72,5	1,9	—	—	42,9
Gutedel (4. 09.)	—	—	—	—	40,0	3,9	49,0	3,9	56,9	4,4	65,0	4,5	—	—	—	—	51,5
B-6-18 (4. 09.)	—	—	34,5	6,1	41,2	5,6	40,4	5,4	54,1	4,8	63,1	3,6	72,7	2,3	—	—	57,8
Optima (4. 09.)	—	—	35,9	5,6	41,7	5,1	52,6	5,1	61,8	4,0	70,4	4,1	80,7	3,3	—	—	62,3
Ga-54-14 (6. 09.)	—	—	29,7	4,0	37,1	5,3	49,1	3,6	57,4	4,9	66,7	2,7	78,0	1,9	—	—	57,8
Ga-54-14 (1. 10.)	—	—	—	—	38,3	4,8	50,0	3,5	60,2	4,3	69,0	3,6	78,7	2,9	86,5	3,0	69,9
Ga-49-22 (6. 09.)	—	—	29,1	5,8	35,8	5,2	47,7	3,7	58,2	3,7	67,2	3,6	78,7	2,1	—	—	53,5
Ga-49-22 (1. 10.)	—	—	—	—	35,7	3,8	49,8	3,9	61,1	2,9	69,8	3,4	79,0	2,8	—	—	70,8
Bacchus (6. 09.)	—	—	36,4	5,5	43,7	5,6	51,4	3,9	62,1	3,4	72,9	4,1	81,5	2,4	—	—	63,9
Bacchus (1. 10.)	—	—	—	—	46,7	5,3	53,6	4,1	63,0	3,7	70,8	3,6	79,8	2,5	90,8	2,7	67,2
Morio-Muskat 2n (5. 09.)	26,2	3,6	30,9	3,9	37,4	2,8	48,7	3,7	59,4	3,9	—	—	—	—	—	—	41,2
Morio-Muskat 4n (5. 09.)	25,4	3,7	31,0	3,8	38,5	4,3	47,5	3,4	56,0	2,5	67,5	2,1	—	—	—	—	40,2
Elbling 2n (5. 09.)	24,4	5,1	31,0	4,8	40,2	3,8	48,5	3,6	59,5	3,4	—	—	—	—	—	—	40,5
Elbling 4n (5. 09.)	24,0	5,6	31,9	4,6	41,3	3,4	49,7	4,1	60,8	3,1	69,4	2,9	78,3	2,1	—	—	48,9

genügte. Deshalb wurden auch die im folgenden dargestellten Ergebnisse auf der Basis dieser Klassifizierung erarbeitet.

#### b) Korrelation zwischen Beerendichte und refraktometrischem Mostgewicht

Die Trennung nach Dichteklassen soll als Schnellmethode für die Mostgewichtsbestimmung eine Alternative zur Refraktometrie darstellen, deren Leistungsfähigkeit — auch im Vergleich zur absoluten analytischen Zuckerbestimmung — bereits in zahlreichen Arbeiten dargelegt wurde (u. a. JAKOB und SCHRODT 1969, UNVERZAGT 1969, WEILING *et al.* 1974). Deshalb wurden auch im wesentlichen diese beiden Verfahren verglichen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 und in Abb. 1 dargestellt.

Bei allen 10 untersuchten Rebsorten besteht etwa ab einem Mostgewicht von 30—35 °Oe (ab Reifebeginn) ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen dem spezifischen Gewicht der gesamten Beere und dem refraktometrisch ermittelten Gesamtextrakt. Mit Ausnahme des Rieslings gibt es dabei nur eine geringe Sortenspezifität, d. h. eine Parallelverschiebung der Kurve. Wie Abb. 1 zeigt, liegen sämtliche Meßwerte in einem relativ engen Bereich. Durch die Breite der Dichteklassen ist eine bestimmte Streuung der Meßwerte vorgegeben. Trotzdem ist ab 40 bzw. 50 °Oe die Trennung der einzelnen Reifeklassen möglich, d. h. die Standardabweichungen innerhalb einer Sorte überlappen nicht mehr.

Vor allem beim Riesling verläuft die Kurve in den unteren Reifeklassen etwas flacher. Dies dürfte damit zusammenhängen, daß in diesem Bereich sowohl die refraktometrischen Werte wie auch die Dichtewerte zu einem großen Teil durch Nichtzucker-Metaboliten bestimmt werden, die bei den beiden Methoden in unterschiedlichem Maße zu den Meßwerten beitragen können.

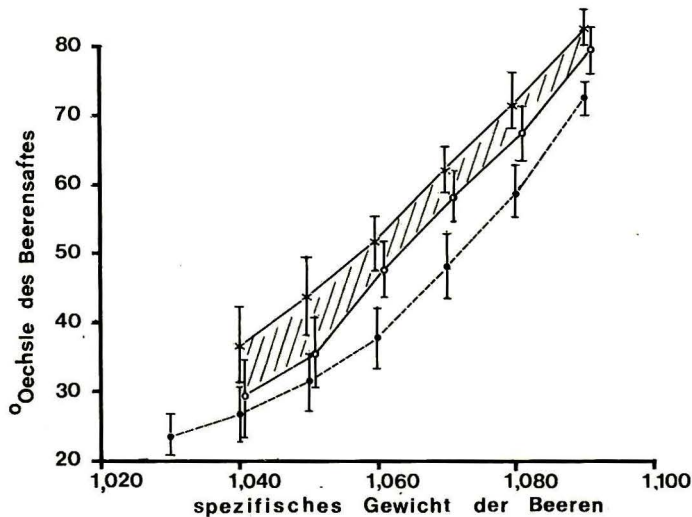


Abb. 1: Zusammenhang zwischen spezifischem Gewicht und refraktometrisch ermitteltem Mostgewicht bei Traubenbeeren von Riesling (● — — — ●), Ga-49-22 (× — — — ×) und Bacchus (○ — — — ○). Die Werte von 7 weiteren Rebsorten liegen innerhalb der schraffierten Fläche (vgl. Tabelle 1).

Relationships between the specific weight of berries and the sugar degree as obtained by refractometry in the varieties Riesling (● — — — ●), Ga-49-22 (× — — — ×) and Bacchus (○ — — — ○). The values of 7 additional varieties range within the hatched area (see Table 1).

## c) Einfluß von Beerengröße und Kernzahl

Bei *V.-vinifera*-Sorten beträgt der Anteil der Kerne am Gesamtvolumen der Beere etwa 3—10 % (LEIDEL 1981). Das spezifische Gewicht der Kerne beträgt bis etwa 1,1 — bei unreifen Beeren weniger. Geht man von dem ungünstigsten Fall aus, daß eine unreife Beere der Dichte 1,03 vollreife Samen enthielte, so würde sich deren spezifisches Gewicht von dem einer samenlosen um etwa 7 % unterscheiden.

Da bei europäischen Keltertrauben Beeren mit mehr als 3 Samen, wie auch samenlose, relativ selten anzutreffen sind, kann dieser Unterschied für die meisten praktischen Untersuchungen vernachlässigt werden, zumal auch das Gewicht der einzelnen Samen mit deren zunehmender Zahl abnimmt und das Beerengewicht ansteigt (Literatur bei SCHUMANN 1972, RAPP und KLENERT 1976).

Die Beerengröße spielt innerhalb eines relativ weiten Bereichs keine Rolle. Lediglich sehr kleine Beeren (bei den hier untersuchten Sorten <7 mm) zeigen innerhalb der gleichen Dichteklassen ein um 5—7 ‰ geringeres Mostgewicht als die großen (s. Tabelle 2). Aus diesem Grund wurden für die folgenden Versuche die kleinsten Beeren (etwa 5 ‰) nicht berücksichtigt.

Eine weitere Einschränkung der Methode gilt für *Botrytis*-befallene Beeren. Wo diese in Untersuchungen einbezogen werden sollen, müssen sie getrennt analysiert werden.

## II. Praktische Anwendung

## 1. Bestimmung von Reifeverteilungen

Während über Reifebeginn und Reifeverlauf sowie deren Beeinflussung durch verschiedene Faktoren umfangreiche Untersuchungen vorliegen, wurde die Frage der Reifeverteilung, d. h. der Anteil unterschiedlich reifer Beeren zu einem gegebenen Zeitpunkt, nur teilweise innerhalb spezieller Fragestellungen berücksichtigt (Literatur bei HOFÄCKER *et. al.* 1976, ALLEWELDT 1977, KLENERT *et. al.* 1978). Deshalb sollte die Eigenschaft der beschriebenen Methode auch in diesem Rahmen erprobt werden.

Mit dem Batch-Verfahren wurde die Reifeverteilung in Trauben von 10 Sorten (von zweien neben der diploiden auch die tetraploide Form) ermittelt und in Abb. 2 grafisch dargestellt. Es deutet sich an, daß in der Anzahl der jeweils vorhandenen Klassen, d. h. in der Breite der Verteilungskurve in einigen Fällen sortenspezifische

Tabelle 2

Zusammenhang zwischen Dichte und refraktometrisch ermitteltem Mostgewicht bei unterschiedlich großen Beeren der Rebsorten Ga-54-14 und Müller-Thurgau

Relation between the density and the refractometrical values in berries of different size of the varieties Ga-54-14 and Müller-Thurgau

Rebsorte	Beeren- durch- messer	Dichte											
		1,030 $\bar{x} \pm s$	1,040 $\bar{x} \pm s$	1,050 $\bar{x} \pm s$	1,060 $\bar{x} \pm s$	1,070 $\bar{x} \pm s$	1,080 $\bar{x} \pm s$						
Ga-54-14	> 7 mm	—	—	28,7	3,2	36,9	3,4	48,3	3,1	56,1	4,0	65,4	2,9
Ga-54-14	< 7 mm	—	—	23,5	2,9	29,4	2,8	41,3	3,0	52,3	2,9	61,5	2,7
M.-Thurgau	> 7 mm	25,5	4,2	32,7	4,8	39,0	4,2	47,5	4,1	58,1	4,3	68,9	4,8
M.-Thurgau	< 7 mm	21,0	3,1	27,2	4,1	32,9	3,7	44,6	3,3	55,8	3,1	64,1	2,9

Unterschiede bestehen (Abb. 2 a und b). Auch tetraploide Formen scheinen sich hierin von der diploiden Sorte zu unterscheiden (Abb. 2 c und d). Interessant ist auch der Vergleich zweier Stadien des Reifeverlaufs dreier Sorten (Abb. 2 e und f).

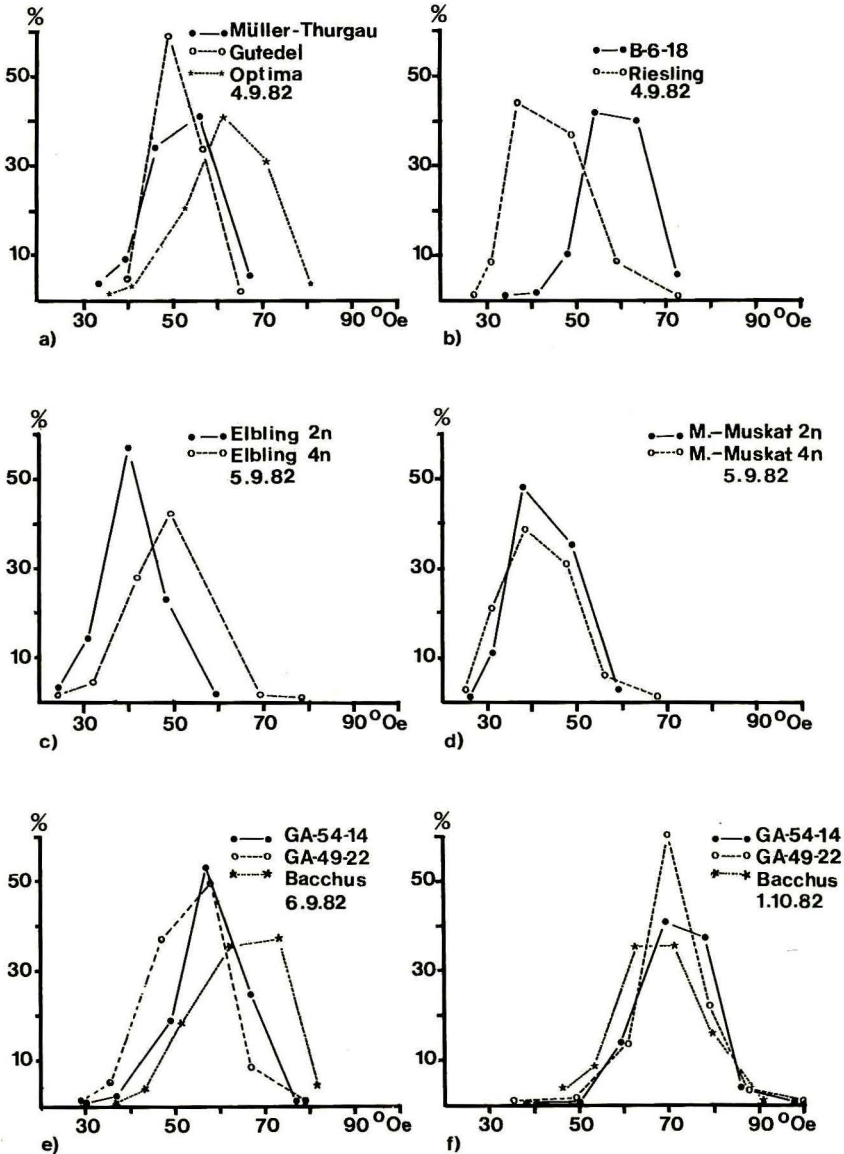


Abb. 2: Reifeverteilung bei 10 Rebsorten zu einem gegebenen Zeitpunkt. Ordinate: Gewichtsanteil der jeweiligen Reife Klassen in Prozent.

Distribution of maturity within the berries of 10 grape varieties at a given moment. The weight of the different classes of maturity is given in % on the ordinate.

Inwieweit sich die obigen, die einzelnen Rebsorten betreffenden Beobachtungen bestätigen lassen, müßte erst in weiteren Jahren geprüft werden. Unabhängig davon könnte jedoch das angewandte Verfahren eine wertvolle Ergänzung der klassischen Methoden zur Reifebestimmung darstellen.

Möglicherweise wirkt sich das Vorliegen einzelner, sehr reifer Beeren bei insgesamt relativ niedrigem Gesamtmostgewicht auf die *Botrytis*-Anfälligkeit einer Sorte aus, zu deren Untersuchung die Klassifizierungsmethode ursprünglich entwickelt worden war.

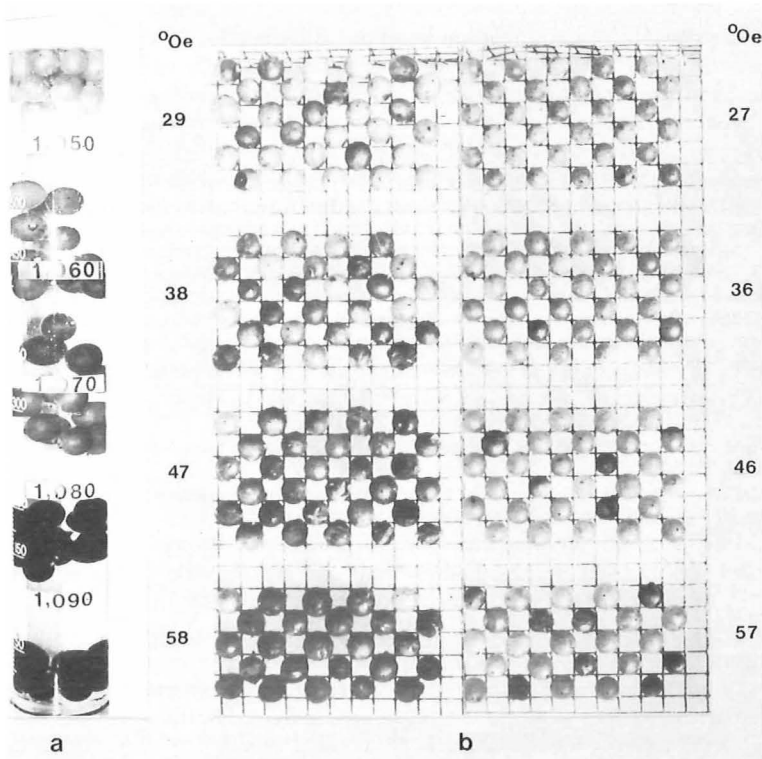


Abb. 3: a) Verteilung unterschiedlich reifer Beeren einer Rotweinsorte in einem NaCl-Dichtegradienten. — b) nach 4 Dichteklassen sortierte und mit *Botrytis*-Konidien infizierte Beeren der Rebsorte Ga-54-14 (rechts) und Fosters White Seedling (links), nach 7 d in feuchter Kammer; faule Beeren sind dunkel.

a) Distribution within a density gradient (NaCl) of berries with different maturity of a red grape variety. — b) Berries of the grape varieties Ga-54-14 (on the right) and Fosters White Seedling (on the left) sorted according to their specific weight and infected with conidia of *Botrytis cinerea* after 7 d of incubation: rotten berries appear dark.

## 2. *Botrytis*-Anfälligkeit von Beeren unterschiedlicher Dichteklassen

Die Infektionsversuche mit Beeren unterschiedlicher Dichteklassen zeigten, wie zu erwarten, die generelle Zunahme des *Botrytis*-Befalls mit steigendem Mostgewicht sowie die teilweise erheblichen Unterschiede in der Anfälligkeit der Sorten. Abb. 3

zeigt infizierte Beeren aus 4 Mostgewichtsklassen jeweils einer anfälligen und einer resistenteren Sorte.

Durch die einfache Klassifizierung sind auch Beeren aus Trauben mit unterschiedlichem Gesamtmostgewicht vergleichbar. Dies ermöglichte erst die zur Zeit in Angriff genommene rationellere Untersuchung größerer Beerenzahlen auf *Botrytis*-Resistenz.

### Zusammenfassung

Das Mostgewicht von Weinbeeren kann mit Hilfe von Lösungen definierter Dichte ohne Verletzung der Beerenhaut bestimmt werden. Dadurch wird eine schnelle und einfache Klassifizierung großer Beerenmengen nach deren Reifegrad ermöglicht.

Die Leistungsfähigkeit der Methode wurde durch Bestimmung der Reifeverteilung bei Beeren von 10 Rebsorten zu definierten Zeitpunkten belegt; die Werte wurden durch Vergleich mit refraktometrisch ermittelten Daten überprüft. Das Verfahren schafft die Voraussetzung für vergleichende Routineuntersuchungen der *Botrytis*-Resistenz von Rebsorten.

### Literatur

- ALLEWELDT, G., 1977: Wachstum und Reife der Weinbeere. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. **140**, 25—34.
- HOFÄCKER, W., ALLEWELDT, G. und KHADER, S., 1976: Einfluß von Umweltfaktoren auf Beerenwachstum und Mostqualität bei der Rebe. *Vitis* **15**, 96—112.
- JAKOB, L. und SCHRÖDT, W., 1969: Die Traubenreife — ein Spiegel für die Qualität des Weines. Weinblatt **64**, 750—756.
- KLENERT, M., RAPP, A. und ALLEWELDT, G., 1978: Einfluß der Traubentemperatur auf Beerenwachstum und Beerenreife der Rebsorte Silvaner. *Vitis* **17**, 350—360.
- LEIDEL, J., 1981: Vergleichende Untersuchungen zur Beerenentwicklung von *Vitis vinifera* L. cv. Bacchus und Portugieser. Diss. Univ. Gießen, FB Angewandte Biologie und Umweltsicherung.
- RAPP, A. und KLENERT, M., 1974: Einfluß der Samen auf die Beerenreife bei *Vitis vinifera* L. *Vitis* **13**, 222—232.
- SCHUMANN, F., 1972: Vergleich von morphologischen und physiologischen Eigenschaften verschiedener *Vitis-vinifera*-Sorten und -Kreuzungen. Diss. Univ. Bonn.
- UNVERZAGT, W., 1969: Das Ergebnis 25jähriger Reifemessungen bei verschiedenen Traubensorten. Weinberg und Keller **16**, 40—48.
- WEILING, F., SCHÖFFLING, H. und GOEDECKE, H., 1974: Untersuchungen zur Ermittlung des Mostgewichtes in Rebanlagen (vor der Lese) anhand von Beerenstichproben. Weinberg u. Keller **21**, 401—420.

Eingegangen am 23. 12. 1982

Prof. Dr. R. BLAICH  
BFA für Rebenzüchtung  
Geilweilerhof  
D 6741 Siebeldingen