I

(Veröffentlichungsbedürftige Rechtsakte)

VERORDNUNG (EWG) Nr. 2676/90 DER KOMMISSION

vom 17. September 1990

zur Festlegung gemeinsamer Analysemethoden für den Weinsektor

DIE KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN —

gestützt auf den Vertrag zur Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft,

gestützt auf die Verordnung (EWG) Nr. 822/87 des Rates vom 16. März 1987 über die gemeinsame Marktorganisation für Wein (1), zuletzt geändert durch die Verordnung (EWG) Nr. 1325/90 (2), insbesondere auf Artikel 74,

in Erwägung nachstehender Gründe:

Gemäß Artikel 74 Absatz 1 der Verordnung (EWG) Nr. 822/87 ist die Einführung von Analysemethoden zur Feststellung der Zusammensetzung der Erzeugnisse nach Artikel 1 der Verordnung sowie von Verfahren vorgesehen, die Auskunft darüber geben können, ob diese Erzeugnisse nicht zugelassenen önologischen Verfahren unterworfen worden sind.

Soweit die Gemeinschaft die Grenzwerte der für die Anwendung bestimmter önologischer Verfahren charakteristischen Bestandteile und Tabellen zum Vergleich der analytischen Daten nicht erlassen hat, sollten die Mitgliedstaaten ermächtigt werden, diese Grenzwerte festzusetzen.

Artikel 13 Absatz 1 der Verordnung (EWG) Nr. 822/87 sieht eine analytische Prüfung vor, die sich mindestens auf die Grenzwerte derjenigen charakteristischen Bestandteile des betreffenden Qualitätsweines b.A. erstreckt, die im Anhang der genannten Verordnung aufgeführt sind.

Die Überwachung der Angaben in den Dokumenten über die betreffenden Erzeugnisse macht die Einführung einheitlicher Analysemethoden notwendig, um präzise und vergleichbare Daten zu erhalten. Diese Methoden müssen demnach für alle Handelsgeschäfte und Kontrollmaßnahmen verbindlich sein. In Anbetracht der Erfordernisse der Kontrolle und der begrenzten Möglichkeiten des Handels ist es jedoch angebracht, eine beschränkte Anzahl gebräuchlicher Verfahren zuzulassen, die eine schnelle und ausreichend sichere Bestimmung der gesuchten Bestandteile des Weines ermöglichen.

Es sind nun so weit wie möglich Methoden festzulegen, die allgemein anerkannt sind, wie die im Rahmen der internationalen Konvention zur Vereinheitlichung der Analysen und Bewertungsmethoden für Weine von 1954 entwickelten Methoden, die vom Internationalen Weinamt in dem „Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins" (Sammlung der internationalen Analysemethoden für Wein) veröffentlicht wurden.

Die auf dem Weinsektor geltenden gemeinschaftlichen Analyseverfahren sind durch die Verordnung (EWG) Nr. 1108/82 der Kommission (3) erlassen worden. Mit Rücksicht auf den wissenschaftlichen Fortschritt hat es sich als notwendig erwiesen, einige Verfahren durch geeignetere Verfahren zu ersetzen, andere Verfahren zu ändern und wieder andere neu einzuführen, insbesondere wenn diese inzwischen vom Internationalen Weinamt verabschiedet wurden. Angesichts der großen Anzahl und der Vielfalt dieser Anpassungen ist es zweckmäßig, alle Analyseverfahren in einer neuen Verordnung zusammenzufassen und die Verordnung (EWG) Nr. 1108/82 aufzuheben.

Um die Ergebnisse der Anwendung der in Artikel 74 der Verordnung (EWG) Nr. 822/87 angeführten Analysemethoden vergleichen zu können, gelten für Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse die Definitionen, die vom Internationalen Amt für Rebe und Wein festgelegt worden sind.

Zur Berücksichtigung des wissenschaftlichen Fortschritts sowie der verbesserten technischen Ausstattung der amtlichen Laboratorien und in der Absicht, die Arbeit dieser Laboratorien leistungsfähiger und rationeller zu gestalten, sollte die Anwendung automatisierter Analysemethoden unter bestimmten Voraussetzungen zugelassen werden. Es muß darauf hingewiesen werden, daß in Streitfällen Referenzverfahren und gebräuchliche Verfahren nicht durch automatisierte Methoden ersetzt werden dürfen.

Die Ergebnisse der Messung der Dichte mit dem auf das Prinzip des Biegeschwingers gestützten automatisierten Verfahren sind hinsichtlich Genauigkeit, Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit mindestens gleichwertig gegenüber den Ergebnissen, die mit den im Anhang dieser Verordnung unter Punkt 1 aufgeführten Methoden zur Messung der Volumenmasse und der relativen Dichte gewonnen worden sind. Nach Artikel 74 Absatz 3 der Verordnung (EWG) Nr. 822/87 sollte dieses automatisierte Verfahren daher als gleichwertig

(1) ABl. Nr. L 84 vom 27. 3. 1987, S. 1.
(2) ABl. Nr. L 132 vom 23. 5. 1990, S. 19.
(3) ABl. Nr. L 133 vom 14. 5. 1982, S. 1.

mit den im Anhang dieser Verordnung genannten Methoden angesehen werden.

Die in Kapitel 25 Ziffer 2.2.3.3.2 des Anhangs dieser Verordnung beschriebene Methode zur Bestimmung des Gesamtschwefeldioxidgehaltes der Weine und Moste mit einem vermuteten Gehalt unter 50 mg/l führt zu einer besseren Freisetzung des Schwefeldioxids als die in Kapitel 13 Ziffer 13.4 im Anhang der Verordnung (EWG) Nr. 1108/82 beschriebene Bestimmungsmethode. Daraus ergeben sich bei den analysierten Erzeugnissen höhere Gesamtschwefeldioxidgehalte, die — insbesondere bei einigen Traubensäften — die vorgeschriebenen Grenzwerte überschreiten können. Zur Vermeidung von Schwierigkeiten für den Absatz von Traubensäften, die beim Inkrafttreten dieser Verordnung bereits hergestellt waren, und in Erwartung, daß bei der Herstellung auf eine bessere Entschwefelung der stummgemachten Moste geachtet wird, erscheint es notwendig, während einer Übergangszeit die Anwendung der in der vorgenannten Verordnung beschriebenen Bestimmungsmethode weiter zu gestatten.

Die in dieser Verordnung vorgesehenen Maßnahmen entsprechen der Stellungnahme des Verwaltungsausschusses für Wein —

HAT FOLGENDE VERORDNUNG ERLASSEN:

Artikel 1

(1) Im Anhang dieser Verordnung sind die gemeinschaftlichen Verfahren angegeben, mit denen für Handelsgeschäfte und für alle Kontrollmaßnahmen:

— die Zusammensetzung der Erzeugnisse nach Artikel 1 der Verordnung (EWG) Nr. 822/87 bestimmt und

— festgestellt werden kann, ob diese Erzeugnisse nicht zugelassenen önologischen Verfahren unterzogen worden sind.

(2) Für die Parameter, für die Referenzmethoden und gebräuchliche Methoden festgelegt sind, haben die mit den Referenzverfahren gewonnenen Ergebnisse Vorrang.

Artikel 2

Im Sinne dieser Verordnung gelten als:

a) *Wiederholbarkeit* derjenige Wert, unterhalb dessen man die absolute Differenz zwischen zwei einzelnen Prüfergebnissen, die man mit demselben Verfahren an identischem Prüfmaterial und unter denselben Bedingungen (derselbe Bearbeiter, dasselbe Gerät, dasselbe Labor, kurze Zeitspanne) erhalten hat, mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit erwarten darf; wenn nichts anderes angegeben ist, so ist diese Wahrscheinlichkeit 95 %.

b) *Vergleichbarkeit* ist derjenige Wert, unterhalb dessen man die absolute Differenz zwischen zwei einzelnen Prüfergebnissen, die man an identischem Material aber unter verschiedenen Bedingungen (verschiedene Bearbeiter, verschiedene Geräte, verschiedene Labors und/oder zu verschiedenen Zeiten) erhalten hat, mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit erwarten darf; wenn nichts anderes angegeben ist, so ist diese Wahrscheinlichkeit 95 %.

Unter einem „einzelnen Prüfergebnis" versteht man denjenigen Wert, den man erhalten hat, indem man ein genormtes Prüfverfahren zur Gänze auf eine einzelne Probe angewandt hat.

Artikel 3

(1) Es ist zulässig, daß unter der Verantwortung des Leiters eines Laboratoriums automatisierte Analysemethoden angewandt werden, sofern die Genauigkeit, Wiederholbarkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse mindestens gleichwertig gegenüber den Ergebnissen sind, die mit den im Anhang dieser Verordnung genannten Analysemethoden gewonnen worden sind.

Bei Streitfällen dürfen die im Anhang aufgeführten Analysemethoden nicht durch die automatisierten Analysemethoden ersetzt werden.

(2) Das automatisierte Verfahren zur Bestimmung der Dichte mit dem Biegeschwinger gilt als gleichwertig mit den unter Ziffer 1 dieser Verordnung aufgeführten Methoden.

Artikel 4

Wo Wasser für Lösungen, Verdünnungen oder zum Auswaschen vorgesehen ist, handelt es sich immer um destilliertes oder gleichwertiges entmineralisiertes Wasser. Soweit nicht anderweitig angegeben, müssen alle chemischen Reagenzien analysenreine Qualität besitzen.

Artikel 5

Die Verordnung (EWG) Nr. 1108/82 wird aufgehoben.

Artikel 1 Absatz 4 dieser Verordnung gilt jedoch bis zum 31. Dezember 1990.

Artikel 6

Diese Verordnung tritt am Tag ihrer Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* in Kraft.

Sie gilt mit Wirkung vom 1. Oktober 1990.

Diese Verordnung ist in allen ihren Teilen verbindlich und gilt unmittelbar in jedem Mitgliedstaat.

Brüssel, den 17. September 1990.

Für die Kommission
Ray MAC SHARRY
Mitglied der Kommission

Anmerkung: Die Tabellen und Diagramme sowie ein Teil der Abbildungen im Anhang wurden der Kommission der Europäischen Gemeinschaften vom Office International de la Vigne et du Vin in Paris zur Verfügung gestellt.

ANHANG

1. VOLUMENMASSE UND RELATIVE DICHTE BEI 20 °C

1. DEFINITION

Volumenmasse ist der Quotient aus der Masse eines bestimmten Volumens Wein oder Most bei 20 °C und seinem Volumen, ausgedrückt in g/ml, Symbol ρ 20 °C.

Relative Dichte bei 20 °C oder Dichte d 20 °C/20 °C ist das in Dezimalen ausgedrückte Verhältnis der Masse eines bestimmten Volumens Wein oder Most bei 20 °C zur Masse des gleichen Volumens bei 20 °C. Symbol: $d^{20\,°C}_{20\,°C}$.

2. PRINZIP DER METHODEN

Die Volumenmasse und die relative Dichte bei 20 °C einer Probe werden wie folgt bestimmt:

Referenzmethode: Bestimmung mit dem Pyknometer, gebräuchliche Methoden: Bestimmung mit dem Aräometer oder Bestimmung mit der hydrostatischen Waage.

Bemerkung:

Für sehr genaue Bestimmungen muß die Volumenmasse um den Gehalt an Schwefeldioxid korrigiert werden.

$\rho_{20\,°C} = \rho'_{20\,°C} - 0{,}0006 \cdot s$

$\rho_{20\,°C}$ = korrigierte Volumenmasse

$\rho'_{20\,°C}$ = festgestellte Volumenmasse

S = Gesamtschwefeldioxid in g/l.

3. VORBEREITUNG DER PROBE

Enthält der Wein oder der Most merkliche Mengen Kohlendioxid, muß dieses zum größten Teil vorher entfernt werden, indem man 250 ml Wein in einem 1 000-ml-Gefäß schüttelt oder unter leichtem Vakuum durch 2 g Watte filtriert.

4. REFERENZMETHODE

4.1. **Gerätschaften**

Übliches Labormaterial, insbesondere:

4.1.1. Pyknometer (1) aus Pyrexglas von etwa 100 ml Fassungsvermögen mit einem eingeschliffenen beweglichen Thermometer mit 1/10 Gradeinteilung von 10 °C bis 30 °C. Dieses Thermometer muß geprüft sein (Abbildung 1).

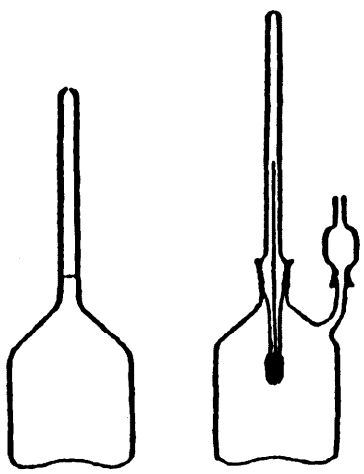


Abbildung 1

Pyknometer mit Taragefäß

(1) Jedes gleichwertige Pyknometer kann verwendet werden.

Das Pyknometer besitzt seitlich ein 25 mm langes Rohr von maximal 1 mm Innendurchmesser, dessen Ende konisch geschliffen ist. Dieses seitliche Rohr kann mit einem „Auffangstöpsel" verschlossen werden, der aus einem konisch geschliffenen Rohr mit ausgezogener Spitze besteht. Dieser Stöpsel dient als „Ausdehnungskammer".

Die beiden Schliffe des Pyknometers müssen sehr sorgfältig ausgeführt sein.

4.1.2. Als Tara verwendet man ein Gefäß von gleicher äußerer Form (< 1 ml genau) wie das beschriebene Pyknometer und von gleicher Masse wie die Masse des mit einer Flüssigkeit der Dichte 1,01 gefüllten Pyknometers; Natriumchloridlösung, 2 % (g/v).

Hitzebeständiger Mantel, der sich genau an die Form des Pyknometers anpaßt.

4.1.3. Zweiarmige Waage mit einer Belastbarkeit bis zu 300 g und einer Empfindlichkeit von 0,1 mg genau

oder

einarmige Waage mit einer Belastbarkeit bis zu 200 g und einer Empfindlichkeit von 0,1 mg genau.

4.2. **Eichung des Pyknometers**

Die Eichung des Pyknometers umfaßt die Bestimmung folgender Merkmale:

— Leergewicht;

— Volumen bei 20 °C;

— Masse des Wassers bei 20 °C.

4.2.1. **Verwendung einer zweiarmigen Waage**

Das Tarageföß wird auf die linke Schale der Waage und das saubere und trockne Pyknometer mit seinem „Auffangstöpsel" auf die rechte Schale der Waage gestellt; das Gleichgewicht wird mit Hilfe von mit „p"-Gramm bezeichneten Gewichten hergestellt.

Das Pyknometer wird sorgfältig mit destilliertem Wasser bei Raumtemperatur gefüllt und das Thermometer angebracht. Das Pyknometer wird gut abgetrocknet und in den hitzebeständigen Mantel gegeben. Man mischt durch Hin- und Herdrehen, bis die auf dem Thermometer abgelesene Temperatur konstant bleibt. Man stellt sodann genau auf den oberen Rand des Seitenrohrs ein. Dieses Seitenrohr wird getrocknet, der Auffangstöpsel eingesetzt, die Temperatur t °C sorgfältig abgelesen und gegebenenfalls um die Ungenauigkeit des Thermometers korrigiert. Das mit Wasser gefüllte Pyknomter wird gewogen; p' = Masse in Gramm, die zur Herstellung des Gleichgewichtes dient.

Berechnung (1)

Gewicht des leeren Pyknometers:

Leergewicht = p + m

m = Masse der im Pyknometer enthaltenen Luft

m = 0,0012 (p − p').

Volumen bei 20 °C:

$V_{20\,°C} = (p + m - p') \cdot F_t$

F_t = Faktor aus Tabelle I für die Temperatur t °C

$V_{20\,°C}$ wird auf ± 0,001 ml genau berechnet.

Masse des Wassers bei 20 °C:

$M_{20\,°C} = V_{20\,°C} \cdot 0{,}998203$

0,998203 = Volumenmasse des Wassers bei 20 °C.

(1) Ein Zahlenbeispiel wird in Abschnitt 6 dieses Kapitels gegeben.

4.2.2. *Verwendung einer einarmigen Waage*

Zu bestimmen sind:

— die Masse des sauberen und trocknen Pyknometers: P

— die Masse des mit Wasser gefüllten Pyknometers bei t °C: P_1 gemäß den Angaben unter 4.2.1

— die Masse des Tarageſäßes T_o.

Berechnung (1):

Gewicht des leeren Pyknometers:

Leergewicht: P − m

m = Masse der im Pyknometer enthaltenen Luft

$m = 0{,}0012 (P_1 - P)$

Volumen bei 20 °C

$V_{20\,°C} = [P_1 - (P - m)] \cdot F_t$

F_t = Faktor aus Tabelle I für die Temperatur t °C

Das Volumen bei 20 °C wird auf ± 0,001 ml genau berechnet.

Masse des Wassers bei 20 °C:

$M_{20\,°C} = V_{20\,°C} \cdot 0{,}998203$

0,998203 = Volumenmasse des Wassers bei 20 °C.

4.3. **Durchführung der Bestimmung** (1)

4.3.1. *Verwendung einer zweiarmigen Waage*

Das mit der für die Bestimmung vorbereiteten Probe gefüllte Pyknometer wird nach der Beschreibung unter 4.2.1 gewogen. Dabei ist p" die Masse in Gramm, die zur Herstellung des Gleichgewichtes bei t °C dient.

Masse der im Pyknometer enthaltenen Flüssigkeit = p + m − p".

Scheinbare Volumenmasse bei t °C:

$$\rho_{t\,°C} = \frac{p + m - p''}{V_{20\,°C}}$$

Die Volumenmasse bei 20 °C wird mit Hilfe einer der nachstehenden Korrekturtabellen je nach Art der untersuchten Flüssigkeit berechnet: trockner Wein (Tabelle II), natürlicher oder konzentrierter Most (Tabelle III), Süßweine (Tabelle IV).

Man erhält die Dichte 20 °C/20 °C des Weines durch Division der Volumenmasse bei 20 °C durch 0,998203.

4.3.2. *Verwendung einer einarmigen Waage*

Man wägt das Tarageſäß = T_1.

Berechnung $dT = T_1 - T_o$.

Die Masse des leeren Pyknometers zum Zeitpunkt der Messung = P − m + dT.

Das mit der für die Bestimmung vorbereiteten Probe gefüllte Pyknometer wird nach den Angaben unter 4.2.1 gewogen. P_2 ist die Masse bei t °C.

(1) Ein Zahlenbeispiel wird in Abschnitt 6 dieses Kapitels gegeben.

Masse der im Pyknometer enthaltenen Flüssigkeit bei t °C = $P_2 - (P - m + dT)$.

Scheinbare Volumenmasse bei t °C:

$$\rho_{t\,°C} = \frac{P_2 - (P - m + dT)}{V_{20\,°C}}$$

Die Volumenmasse bei 20 °C der untersuchten Flüssigkeit — trockner Wein, natürlicher Most und konzentrierter Most, Süßwein — wird gemäß 4.3.1 berechnet.

Man erhält die Dichte 20 °C/20 °C durch Division der Volumenmasse 20 °C durch 0,998203.

4.3.3. Wiederholbarkeit für trockne und liebliche Weine: r = 0,00010, für Süßweine: r = 0,00018.

4.3.4. Vergleichbarkeit für trockne und liebliche Weine: R = 0,00037, für Süßweine: R = 0,00045.

5. GEBRÄUCHLICHE VERFAHREN

5.1. **Bestimmung mit dem Aräometer**

5.1.1. *Gerätschaften*

5.1.1.1. Aräometer

Die Aräometer müssen hinsichtlich ihrer Ausmaße und Gradeinteilungen den Vorschriften der ISO entsprechen.

Sie müssen einen zylindrischen Schwimmer mit einem Rohr von mindestens 3 mm Durchmesser besitzen. Für trockne Weine muß die Skala eine Gradeinteilung von 1/1000 und 5/1000 zwischen 0,983 bis 1,003 aufweisen. Der Abstand zwischen den Tausendstel-Markierungen muß mindestens 5 mm betragen. Zur Bestimmung der Dichte der entalkoholisierten Weine sowie von Süßweinen und Mosten ist ein Satz von 5 Aräometern mit folgenden Skalenbereichen zu verwenden: 1,000—1,030; 1,030—1,060; 1,060—1,090; 1,090—1,120; 1,120—1,150. Auf den Skalen dieser Geräte muß die Volumenmasse bei 20 °C mindestens in Tausendsteln und halben Tausendsteln abzulesen sein, wobei der Abstand zwischen den Tausendstel-Markierungen mindestens 3 mm betragen muß.

Diese Aräometer müssen so graduiert sein, daß die Ablesung am unteren Meniskus erfolgt. Auf die Angabe der Gradeinteilung in Volumenmasse bei 20 °C oder relative Dichte bei 20 °C und die Art der Ablesung am Meniskus muß entweder durch einen Vermerk an der Skala oder durch einen im Schwimmer eingeschlossenen Zettel hingewiesen werden.

Die Geräte müssen von einer amtlichen Stelle geprüft sein.

5.1.1.2. Geeichtes Thermometer mit mindestens 0,5 °C Gradeinteilung.

5.1.1.3. Glaszylinder; 36 mm Innendurchmesser und 320 mm Höhe, der mit Hilfe eines Stativs befestigt wird.

5.1.2. *Durchführung der Bestimmung*

5.1.2.1. Messung

In einen Glaszylinder (5.1.1.3) werden 250 ml der nach 3 vorbereiteten Probe eingefüllt und das Aräometer sowie das Thermometer eingebracht. Man schüttelt, um den Temperaturausgleich herzustellen, und liest nach 1 Minute das Thermometer ab. Das Thermometer wird herausgenommen und die scheinbare Volumenmasse bei t °C am Schwimmer des Aräometers nach 1 Minute abgelesen.

Die bei t °C abgelesene scheinbare Volumenmasse wird mit Hilfe der Tabellen für trockne Weine (Tabelle V), Moste (Tabelle VI) und Weine mit Restzucker (Tabelle VII) korrigiert.

Die Dichte 20 °C/20 °C erhält man durch Division der Volumenmasse bei 20 °C durch 0,998203.

5.2. **Bestimmung mit der hydrostatischen Waage**

5.2.1. *Gerätschaften*

5.2.1.1. Hydrostatische Waage

Hydrostatische Waage mit einer Belastbarkeit bis zu 100 g, Empfindlichkeit: 0,1 mg.

Unter jeder Waagschale befindet sich ein Schwimmer aus Pyrexglas mit einem Volumen von mindestens 20 ml. Diese beiden identischen Schwimmer hängen an einem Draht von höchstens 0,1 mm Durchmesser.

Der unter der rechten Waagschale befestige Schwimmer taucht in einen Glaszylinder, der mit einer Marke versehen ist, ein. Der Innendurchmesser des Glaszylinders muß mindestens 6 mm mehr betragen als der Durchmesser des Schwimmers. Der Schwimmer muß vollständig in die im Glaszylinder befindliche Flüssigkeit eintauchen, so daß die Flüssigkeit den Faden berührt. Die Temperatur der im Glaszylinder enthaltenen Flüssigkeit wird mittels eines Thermometers mit 1/5-Grad-Skala gemessen.

Eine einarmige hydrostatische Waage kann auch verwendet werden.

5.2.2. *Durchführung der Bestimmung*

5.2.2.1. Eichung der hydrostatischen Waage

Das Gleichgewicht wird, während die Schwimmer in der Luft hängen, auf der rechten Waagschale mit den Gewichten p eingestellt.

Man füllt den Glaszylinder bis zur Marke mit Wasser, liest 2 oder 3 Minuten nach dem Schütteln die Temperatur t °C ab und stellt das Gleichgewicht auf der rechten Waagschale mit den Gewichten p' wieder ein.

Volumen des Schwimmers bei 20 °C:

$V_{20\,°C} = (p' - p)(F + 0{,}0012)$

F = Faktor gemäß Tabelle I für die Temperatur t °C
p und $V_{20\,°C}$ sind die Merkmale des Schwimmers.

5.2.2.2. Messung

Der rechte Schwimmer taucht in den mit Wein oder Most bis zur Marke gefüllten Glaszylinder ein. Man liest die Temperatur t °C des Weines (oder des Mostes) ab,

p'' = Gewichte, die zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes aufgelegt wurden,

ρ t °C = scheinbare Volumenmasse:

$$\rho_{t\,°C} = \frac{(p'' - p)}{V} + 0{,}0012.$$

Diese Volumenmasse wird auf 20 °C mittels der Tabellen II, III oder IV umgerechnet.

6. BEISPIEL FÜR DIE BERECHNUNG DER VOLUMENMASSE BEI 20 °C UND DER DICHTE 20 °C/20 °C (REFERENZMETHODE)

6.1. Verwendung einer zweiarmigen Waage

6.1.1. *Aufstellung der Pyknometerkonstanten*

1. Wägung des sauberen und trocknen Pyknometers:

   Gewicht = Pyknometer + p
   p = 104,9454 g.

2. Wägung des mit Wasser gefüllten Pyknometers bei der Temperatur t °C:

   Gewicht = Pyknometer + Wasser + p'
   p' = 1,2396 g für t = 20,5 °C.

3. Berechnung der Masse der im Pyknometer enthaltenen Luft:

   $m = 0{,}0012\,(p - p')$
   $m = 0{,}0012\,(104{,}9454 - 1{,}2396)$
   $m = 0{,}1244$ g.

4. Konstante Merkmale

   Gewicht des leeren Pyknometers p + m:
   p + m = 104,9454 + 0,1244
   p + m = 105,0698 g

   Volumen bei 20 °C = $(p + m - p') \cdot F_{t\,°C}$

   $F_{20{,}50\,°C} = 1{,}001900$
   $V_{20\,°C} = (105{,}0698 - 1{,}2396) \cdot 1{,}001900$
   $V_{20\,°C} = 104{,}0276$ ml

   Masse des Wassers bei 20 °C = $V_{20\,°C} \cdot 0{,}998203$
   $M_{20\,°C} = 103{,}8405$ g.

6.1.2. *Bestimmung der Volumenmasse bei 20 °C und der Dichte 20 °C/20 °C eines trocknen Weins:*

$\rho'' = 1{,}2622$ bei 17,80 °C

$$\rho_{17{,}80\,°C} = \frac{105{,}0698 - 1{,}2622}{104{,}0275}$$

$\rho_{17{,}80\,°C} = 0{,}99788$ g/ml

Tabelle II erlaubt die Berechnung von $\rho_{20\,°C}$ aus $\rho_{t\,°C}$ mittels der Gleichung:

$$\rho_{20\,°C} = \rho_{t\,°C} \pm \frac{c}{1000}$$

Bei t = 17,80 °C und einem Alkoholgehalt von 11 % vol beträgt c = 0,54.

$$\rho_{20\,°C} = 0{,}99788 - \frac{0{,}54}{1000}$$

$\rho_{20\,°C} = 0{,}99734$ g/ml

$$d^{20\,°C}_{20\,°C} = \frac{0{,}99734}{0{,}998203} = 0{,}99913$$

6.2. Verwendung einer einarmigen Waage

6.2.1. *Aufstellung der Pyknometerkonstanten*

1. Wägung des sauberen und trocknen Pyknometers

   P = 67,7913 g.

2. Wägung des mit Wasser gefüllten Pyknometers bei der Temperatur t °C:

   P_l = 169,2715 bei 21,65 °C.

3. Berechnung der Masse der im Pyknometer enthaltenen Luft:

   $m = 0{,}0012 (P_l - P)$
   $m = 0{,}0012 \times 101{,}4802$
   $m = 0{,}1218$ g.

4. Konstante Merkmale:

   Gewicht des leeren Pyknometers: P − m
   P − m = 67,7913 − 0,1218
   P − m = 67,6695 g
   Volumen bei 20 °C = $[P_l - (P - m)] F_{t\,°C}$
   $F_{21{,}65\,°C}$ = 1,002140
   $V_{20\,°C} = (169{,}2715 - 67{,}6695) \cdot 1{,}002140$
   = 101,8194 ml
   Masse des Wassers bei 20 °C = $V_{20\,°C} \cdot 0{,}998203$
   $M_{20\,°C}$ = 101,6364 g
   Masse des Taragefäßes: T_o
   T_o = 171,9160 g.

6.2.2. *Bestimmung der Volumenmasse bei 20 °C und der Dichte 20 °C/20 °C eines trocknen Weines*

T_l = 171,9178 g
dT = 171,9178 − 171,9160 = + 0,0018 g
P − m + dT = 67,6695 + 0,0018 = 67,6713 g
P_2 = 169,2799 bei 18 °C

$$\rho_{18\,°C} = \frac{169{,}2799 - 67{,}6713}{101{,}8194}$$

$\rho_{18\,°C}$ = 0,99793 g/ml.

Tabelle II erlaubt die Berechnung von $\rho_{20\,°C}$ aus $\rho_{t\,°C}$ mittels der Gleichung:

$$\rho_{20\,°C} = \rho_{t\,°C} \pm \frac{c}{1000} \cdot$$

Bei t = 18 °C und einem Alkoholgehalt von 11 % vol beträgt c = 0,49

$$\rho_{20\,°C} = 0{,}99793 - \frac{0{,}49}{1000}$$

$\rho_{20\,°C}$ = 0,99744 g/ml

$$d^{20\,°C}_{20\,°C} = \frac{0{,}99744}{0{,}998203} = 0{,}99923.$$

TABELLE I

Faktor F

Mit diesen Faktoren muß die Masse des Wassers, die im Pyknometer aus Pyrexglas bei t °C enthalten ist, multipliziert werden, um das Volumen des Pyknometers bei 20 °C zu erhalten

t °C	F	t °C	F	t °C	F	t °C	F	t °C	F	t °C	F	t °C	F
10,0	1,000398	13,0	1,000691	16,0	1,001097	19,0	1,001608	22,0	1,002215	25,0	1,002916	28,0	1,003704
,1	1,000406	,1	1,000703	,1	1,001113	,1	1,001627	,1	1,002238	,1	1,002941	,1	1,003731
,2	1,000414	,2	1,000714	,2	1,001128	,2	1,001646	,2	1,002260	,2	1,002966	,2	1,003759
,3	1,000422	,3	1,000726	,3	1,001144	,3	1,001665	,3	1,002282	,3	1,002990	,3	1,003787
,4	1,000430	,4	1,000738	,4	1,001159	,4	1,001684	,4	1,002304	,4	1,003015	,4	1,003815
10,5	1,000439	13,5	1,000752	16,5	1,001175	19,5	1,001703	22,5	1,002326	25,5	1,003041	28,5	1,003843
,6	1,000447	,6	1,000764	,6	1,001191	,6	1,001722	,6	1,002349	,6	1,003066	,6	1,003871
,7	1,000456	,7	1,000777	,7	1,001207	,7	1,001741	,7	1,002372	,7	1,003092	,7	1,003899
,8	1,000465	,8	1,000789	,8	1,001223	,8	1,001761	,8	1,002394	,8	1,003117	,8	1,003928
,9	1,000474	,9	1,000803	,9	1,001239	,9	1,001780	,9	1,002417	,9	1,003143	,9	1,003956
11,0	1,000483	14,0	1,000816	17,0	1,001257	20,0	1,001800	23,0	1,002439	26,0	1,003168	29,0	1,003984
,1	1,000492	,1	1,000829	,1	1,001273	,1	1,001819	,1	1,002462	,1	1,003194	,1	1,004013
,2	1,000501	,2	1,000842	,2	1,001290	,2	1,001839	,2	1,002485	,2	1,003222	,2	1,004042
,3	1,000511	,3	1,000855	,3	1,001306	,3	1,001859	,3	1,002508	,3	1,003247	,3	1,004071
,4	1,000520	,4	1,000868	,4	1,001323	,4	1,001880	,4	1,002531	,4	1,003273	,4	1,004099
11,5	1,000530	14,5	1,000882	17,5	1,001340	20,5	1,001900	23,5	1,002555	26,5	1,003299	29,5	1,004128
,6	1,000540	,6	1,000895	,6	1,001357	,6	1,001920	,6	1,002578	,6	1,003326	,6	1,004158
,7	1,000550	,7	1,000909	,7	1,001374	,7	1,001941	,7	1,002602	,7	1,003352	,7	1,004187
,8	1,000560	,8	1,000923	,8	1,001391	,8	1,001961	,8	1,002625	,8	1,003379	,8	1,004216
,9	1,000570	,9	1,000937	,9	1,001409	,9	1,001982	,9	1,002649	,9	1,003405	,9	1,004245
12,0	1,000580	15,0	1,000951	18,0	1,001427	21,0	1,002002	24,0	1,002672	27,0	1,003432	30,0	1,004275
,1	1,000591	,1	1,000965	,1	1,001445	,1	1,002023	,1	1,002696	,1	1,003458		
,2	1,000601	,2	1,000979	,2	1,001462	,2	1,002044	,2	1,002720	,2	1,003485		
,3	1,000612	,3	1,000993	,3	1,001480	,3	1,002065	,3	1,002745	,3	1,003513		
,4	1,000623	,4	1,001008	,4	1,001498	,4	1,002086	,4	1,002769	,4	1,003540		
12,5	1,000634	15,5	1,001022	18,5	1,001516	21,5	1,002107	24,5	1,002793	27,5	1,003567		
,6	1,000645	,6	1,001037	,6	1,001534	,6	1,002129	,6	1,002817	,6	1,003594		
,7	1,000656	,7	1,001052	,7	1,001552	,7	1,002151	,7	1,002842	,7	1,003621		
,8	1,000668	,8	1,001067	,8	1,001570	,8	1,002172	,8	1,002866	,8	1,003649		
,9	1,000679	,9	1,001082	,9	1,001589	,9	1,002194	,9	1,002891	,9	1,003676		

TABELLE II

Korrekturtabelle zur Umrechnung der Volumenmasse von trocknen Weinen und entalkoholisierten trocknen Weinen, gemessen bei t °, bezogen auf 20 °C. Bestimmung mit dem Pyknometer aus Pyrexglas.

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{C}{1000} \begin{cases} - \text{ wenn } t° < 20\,°C \\ + \text{ wenn } t° > 20\,°C \end{cases}$$

Temperatur in °C	Alkoholgehalt in % Vol.																							
	0	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10	1,59	1,64	1,67	1,71	1,77	1,84	1,91	2,01	2,11	2,22	2,34	2,46	2,60	2,73	2,88	3,03	3,19	3,35	3,52	3,70	3,87	4,06	4,25	4,44
11	1,48	1,53	1,56	1,60	1,64	1,70	1,77	1,86	1,95	2,05	2,16	2,27	2,38	2,51	2,63	2,77	2,91	3,06	3,21	3,36	3,53	3,69	3,86	4,03
12	1,36	1,40	1,43	1,46	1,50	1,56	1,62	1,69	1,78	1,86	1,96	2,05	2,16	2,27	2,38	2,50	2,62	2,75	2,88	3,02	3,16	3,31	3,46	3,61
13	1,22	1,26	1,28	1,32	1,35	1,40	1,45	1,52	1,59	1,67	1,75	1,83	1,92	2,01	2,11	2,22	2,32	2,44	2,55	2,67	2,79	2,92	3,05	3,18
14	1,08	1,11	1,13	1,16	1,19	1,23	1,27	1,33	1,39	1,46	1,52	1,60	1,67	1,75	1,84	1,93	2,03	2,11	2,21	2,31	2,42	2,52	2,63	2,74
15	0,92	0,96	0,97	0,99	1,02	1,05	1,09	1,13	1,19	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,55	1,63	1,70	1,78	1,86	1,95	2,03	2,12	2,21	2,30
16	0,76	0,79	0,80	0,81	0,84	0,86	0,89	0,93	0,97	1,01	1,06	1,10	1,16	1,21	1,26	1,32	1,38	1,44	1,51	1,57	1,64	1,71	1,78	1,85
17	0,59	0,61	0,62	0,63	0,65	0,67	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,85	0,88	0,95	0,96	1,01	1,05	1,11	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40
18	0,40	0,42	0,42	0,43	0,44	0,46	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,60	0,63	0,65	0,68	0,71	0,74	0,77	0,81	0,84	0,87	0,91	0,94
19	0,21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,42	0,44	0,46	0,47
20																								
21	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48
22	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52	0,54	0,56	0,59	0,61	0,63	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,80	0,83	0,87	0,90	0,93	0,97
23	0,68	0,70	0,71	0,72	0,74	0,76	0,78	0,80	0,83	0,86	0,90	0,93	0,96	1,00	1,03	1,08	1,13	1,17	1,22	1,26	1,31	1,37	1,41	1,46
24	0,93	0,96	0,97	0,99	1,01	1,03	1,06	1,10	1,13	1,18	1,22	1,26	1,31	1,36	1,41	1,47	1,52	1,58	1,64	1,71	1,77	1,84	1,90	1,97
25	1,19	1,23	1,25	1,27	1,29	1,32	1,36	1,40	1,45	1,50	1,55	1,61	1,67	1,73	1,80	1,86	1,93	2,00	2,08	2,16	2,24	2,32	2,40	2,48
26	1,47	1,51	1,53	1,56	1,59	1,62	1,67	1,72	1,77	1,83	1,90	1,96	2,03	2,11	2,19	2,27	2,35	2,44	2,53	2,62	2,72	2,81	2,91	3,01
27	1,75	1,80	1,82	1,85	1,89	1,93	1,98	2,04	2,11	2,18	2,25	2,33	2,41	2,50	2,59	2,68	2,78	2,88	2,98	3,09	3,20	3,31	3,42	3,53
28	2,04	2,10	2,13	2,16	2,20	2,25	2,31	2,38	2,45	2,53	2,62	2,70	2,80	2,89	3,00	3,10	3,21	3,32	3,45	3,57	3,69	3,82	3,94	4,07
29	2,34	2,41	2,44	2,48	2,53	2,58	2,65	2,72	2,81	2,89	2,99	3,09	3,19	3,30	3,42	3,53	3,65	3,78	3,92	4,05	4,19	4,33	4,47	4,61
30	2,66	2,73	2,77	2,81	2,86	2,92	3,00	3,08	3,17	3,27	3,37	3,48	3,59	3,72	3,84	3,97	4,11	4,25	4,40	4,55	4,70	4,85	4,92	5,17

Anmerkung: Diese Tabelle kann auch zur Umrechnung der Dichte d^t_{20} in Dichte 20/20 verwendet werden.

TABELLE III

Korrekturtabelle zur Umrechnung der Volumenmasse von nicht angereicherten Mosten und Mostkonzentraten, gemessen bei t °, bezogen auf 20 °C. Bestimmung mit dem Pyknometer aus Pyrexglas.

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{C}{1000} \begin{cases} - \text{ wenn } t° < 20\,°C \\ + \text{ wenn } t° > 20\,°C \end{cases}$$

Temperatur in °C	Volumenmasse																							
	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36
10°	2,31	2,48	2,66	2,82	2,99	3,13	3,30	3,44	3,59	3,73	3,88	4,01	4,28	4,52	4,76	4,98	5,18	5,42	5,56	5,73	5,90	6,05
11°	2,12	2,28	2,42	2,57	2,72	2,86	2,99	3,12	3,25	3,37	3,50	3,62	3,85	4,08	4,29	4,48	4,67	4,84	5,00	5,16	5,31	5,45
12°	1,92	2,06	2,19	2,32	2,45	2,58	2,70	2,82	2,94	3,04	3,15	3,26	3,47	3,67	3,85	4,03	4,20	4,36	4,51	4,65	4,78	4,91
13°	1,72	1,84	1,95	2,06	2,17	2,27	2,38	2,48	2,58	2,69	2,78	2,88	3,05	3,22	3,39	3,55	3,65	3,84	3,98	4,11	4,24	4,36
14°	1,52	1,62	1,72	1,81	1,90	2,00	2,09	2,17	2,26	2,34	2,43	2,51	2,66	2,82	2,96	3,09	3,22	3,34	3,45	3,56	3,67	3,76
15°	1,28	1,36	1,44	1,52	1,60	1,67	1,75	1,82	1,89	1,96	2,04	2,11	2,24	2,36	2,48	2,59	2,69	2,79	2,88	2,97	3,03	3,10
16°	1,05	1,12	1,18	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,55	1,60	1,66	1,71	1,81	1,90	2,00	2,08	2,16	2,24	2,30	2,37	2,43	2,49
17°	0,80	0,86	0,90	0,95	1,00	1,04	1,09	1,13	1,18	1,22	1,26	1,30	1,37	1,44	1,51	1,57	1,62	1,68	1,72	1,76	1,80	1,84
18°	0,56	0,59	0,62	0,66	0,68	0,72	0,75	0,77	0,80	0,83	0,85	0,88	0,93	0,98	1,02	1,05	1,09	1,12	1,16	1,19	1,21	1,24
19°	0,29	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57	0,59	0,60	0,61	0,62
20°																						
21°	0,29	0,30	0,32	0,34	0,35	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,53	0,56	0,58	0,59	0,60	0,61	0,62	0,62
22°	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,79	0,81	0,84	0,87	0,90	0,96	1,00	1,05	1,09	1,12	1,15	1,18	1,20	1,22	1,23
23°	0,89	0,94	0,99	1,03	1,08	1,12	1,16	1,20	1,25	1,29	1,33	1,37	1,44	1,51	1,57	1,63	1,67	1,73	1,77	1,80	1,82	1,84
24°	1,20	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,54	1,60	1,66	1,71	1,77	1,82	1,92	2,01	2,10	2,17	2,24	2,30	2,36	2,40	2,42	2,44
25°	1,51	1,59	1,66	1,74	1,81	1,88	1,95	2,02	2,09	2,16	2,23	2,30	2,42	2,53	2,63	2,72	2,82	2,89	2,95	2,99	3,01	3,05
26°	1,84	1,92	2,01	2,10	2,18	2,26	2,34	2,42	2,50	2,58	2,65	2,73	2,87	3,00	3,13	3,25	3,36	3,47	3,57	3,65	3,72	3,79
27°	2,17	2,26	2,36	2,46	2,56	2,66	2,75	2,84	2,93	3,01	3,10	3,18	3,35	3,50	3,66	3,80	3,93	4,06	4,16	4,26	4,35	4,42
28°	2,50	2,62	2,74	2,85	2,96	3,07	3,18	3,28	3,40	3,50	3,60	3,69	3,87	4,04	4,21	4,36	4,50	4,64	4,75	4,86	4,94	5,00
29°	2,86	2,98	3,10	3,22	3,35	3,47	3,59	3,70	3,82	3,93	4,03	4,14	4,34	4,53	4,72	4,89	5,05	5,20	5,34	5,46	5,56	5,64
30°	3,20	3,35	3,49	3,64	3,77	3,91	4,05	4,17	4,30	4,43	4,55	4,67	4,90	5,12	5,39	5,51	5,68	5,84	5,96	6,08	6,16	6,22

Anmerkung: Diese Tabelle kann auch für die Umrechnung der Dichte d^t_{20} in Dichte 20/20 verwendet werden.

TABELLE IV

Korrekturtabelle zur Umrechnung der Volumenmasse von süßen Weinen mit einem Alkoholgehalt von 13 % Vol. oder mehr, gemessen bei t °, bezogen auf 20 °C. Bestimmung mit dem Pyknometer aus Pyrexglas.

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{C}{1000} \begin{cases} - \text{ wenn } t° < 20\,°C \\ + \text{ wenn } t° > 20\,°C \end{cases}$$

Temperatur in °C	Weine mit 13 % Vol. – Volumenmasse							Weine mit 15 % Vol. – Volumenmasse							Weine mit 17 % Vol. – Volumenmasse						
	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120
10°	2,36	2,71	3,06	3,42	3,72	3,96	4,32	2,64	2,99	3,36	3,68	3,99	4,30	4,59	2,94	3,29	3,64	3,98	4,29	4,60	4,89
11°	2,17	2,49	2,80	2,99	3,39	3,65	3,90	2,42	2,73	3,05	3,34	3,63	3,89	4,15	2,69	3,00	3,32	3,61	3,90	4,16	4,41
12°	1,97	2,25	2,53	2,79	3,05	3,29	3,52	2,19	2,47	2,75	3,01	3,27	3,51	3,73	2,42	2,70	2,98	3,24	3,50	3,74	3,96
13°	1,78	2,02	2,25	2,47	2,69	2,89	3,09	1,97	2,21	2,44	2,66	2,87	3,08	3,29	2,18	2,42	2,64	2,87	3,08	3,29	3,49
14°	1,57	1,78	1,98	2,16	2,35	2,53	2,70	1,74	1,94	2,14	2,32	2,52	2,69	2,86	1,91	2,11	2,31	2,50	2,69	2,86	3,03
15°	1,32	1,49	1,66	1,82	1,97	2,12	2,26	1,46	1,63	1,79	1,95	2,10	2,25	2,39	1,60	1,77	1,93	2,09	2,24	2,39	2,53
16°	1,08	1,22	1,36	1,48	1,61	1,73	1,84	1,18	1,32	1,46	1,59	1,71	1,83	1,94	1,30	1,44	1,58	1,71	1,83	1,95	2,06
17°	0,83	0,94	1,04	1,13	1,22	1,31	1,40	0,91	1,02	1,12	1,21	1,30	1,39	1,48	1,00	1,10	1,20	1,30	1,39	1,48	1,56
18°	0,58	0,64	0,71	0,78	0,84	0,89	0,95	0,63	0,69	0,76	0,83	0,89	0,94	1,00	0,69	0,75	0,82	0,89	0,95	1,00	1,06
19°	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,33	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,52	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,52	0,54
20°																					
21°	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	0,49	0,51	0,35	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54
22°	0,60	0,67	0,73	0,80	0,85	0,91	0,98	0,65	0,72	0,78	0,84	0,90	0,96	1,01	0,71	0,78	0,84	0,90	0,96	1,01	1,07
23°	0,93	1,02	1,12	1,22	1,30	1,39	1,49	1,01	1,10	1,20	1,29	1,38	1,46	1,55	1,10	1,19	1,29	1,38	1,46	1,55	1,63
24°	1,27	1,39	1,50	1,61	1,74	1,84	1,95	1,37	1,49	1,59	1,72	1,84	1,95	2,06	1,48	1,60	1,71	1,83	1,95	2,06	2,17
25°	1,61	1,75	1,90	2,05	2,19	2,33	2,47	1,73	1,87	2,02	2,17	2,31	2,45	2,59	1,87	2,01	2,16	2,31	2,45	2,59	2,73
26°	1,94	2,12	2,29	2,47	2,63	2,79	2,95	2,09	2,27	2,44	2,62	2,78	2,94	3,10	2,26	2,44	2,61	2,79	2,95	3,11	3,26
27°	2,30	2,51	2,70	2,90	3,09	3,27	3,44	2,48	2,68	2,87	3,07	3,27	3,45	3,62	2,67	2,88	3,07	3,27	3,46	3,64	3,81
28°	2,66	2,90	3,13	3,35	3,57	3,86	4,00	2,86	3,10	3,23	3,55	3,77	3,99	4,20	3,08	3,31	3,55	3,76	3,99	4,21	4,41
29°	3,05	3,31	3,56	3,79	4,04	4,27	4,49	3,28	3,53	3,77	4,02	4,26	4,49	4,71	3,52	3,77	4,01	4,26	4,50	4,73	4,95
30°	3,44	3,70	3,99	4,28	4,54	4,80	5,06	3,68	3,94	4,23	4,52	4,79	5,05	5,30	3,95	4,22	4,51	4,79	5,07	5,32	5,57

Temperatur in °C	Weine mit 19 % Vol. – Volumenmasse							Weine mit 21 % Vol. – Volumenmasse						
	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120
10°	3,27	3,62	3,97	4,30	4,62	4,92	5,21	3,62	3,97	4,32	4,66	4,97	5,27	5,56
11°	2,99	3,30	3,61	3,90	4,19	4,45	4,70	3,28	3,61	3,92	4,22	4,50	4,76	5,01
12°	2,68	2,96	3,24	3,50	3,76	4,00	4,21	2,96	3,24	3,52	3,78	4,03	4,27	4,49
13°	2,40	2,64	2,87	3,09	3,30	3,51	3,71	2,64	2,88	3,11	3,33	3,54	3,74	3,95
14°	2,11	2,31	2,51	2,69	2,88	3,05	3,22	2,31	2,51	2,71	2,89	3,08	3,25	3,43
15°	1,76	1,93	2,09	2,25	2,40	2,55	2,69	1,93	2,10	2,26	2,42	2,57	2,72	2,86
16°	1,43	1,57	1,70	1,83	1,95	2,08	2,18	1,56	1,70	1,84	1,97	2,09	2,21	2,32
17°	1,09	1,20	1,30	1,39	1,48	1,57	1,65	1,20	1,31	1,41	1,50	1,59	1,68	1,77
18°	0,76	0,82	0,88	0,95	1,01	1,06	1,12	0,82	0,88	0,95	1,01	1,08	1,13	1,18
19°	0,39	0,42	0,45	0,49	0,52	0,55	0,57	0,42	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,61
20°														
21°	0,38	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,41	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60
22°	0,78	0,84	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	0,84	0,90	0,96	1,02	1,08	1,14	1,19
23°	1,19	1,28	1,38	1,47	1,55	1,64	1,72	1,29	1,39	1,48	1,57	1,65	1,74	1,82
24°	1,60	1,72	1,83	1,95	2,06	2,18	2,29	1,73	1,85	1,96	2,08	2,19	2,31	2,42
25°	2,02	2,16	2,31	2,46	2,60	2,74	2,88	2,18	2,32	2,47	2,62	2,76	2,90	3,04
26°	2,44	2,62	2,79	2,96	3,12	3,28	3,43	2,53	2,81	2,97	3,15	3,31	3,47	3,62
27°	2,88	3,08	3,27	3,42	3,66	3,84	4,01	3,10	3,30	3,47	3,69	3,88	4,06	4,23
28°	3,31	3,54	3,78	4,00	4,22	4,44	4,64	3,56	3,79	4,03	4,25	4,47	4,69	4,89
29°	3,78	4,03	4,27	4,52	4,76	4,99	5,21	4,06	4,31	4,55	4,80	5,04	5,27	5,48
30°	4,24	4,51	4,80	5,08	5,36	5,61	5,86	4,54	4,82	5,11	5,39	5,66	5,91	6,16

TABELLE V

Korrekturtabelle zur Umrechnung der Volumenmasse von trocknen Weinen und entalkoholisierten, trocknen Weinen, gemessen bei t °, bezogen auf 20 °C. Bestimmung mit dem Pyknometer oder dem Aräometer aus gewöhnlichem Glas.

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{C}{1000} \begin{cases} - \text{ wenn } t° < 20\,°C \\ + \text{ wenn } t° > 20\,°C \end{cases}$$

Temperatur in °C	Alkoholgehalt in % Vol.																							
	0	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10°	1,45	1,51	1,55	1,58	1,64	1,70	1,78	1,88	1,98	2,09	2,21	2,34	2,47	2,60	2,75	2,90	3,06	3,22	3,39	3,57	3,75	3,93	4,12	4,31
11°	1,35	1,40	1,43	1,47	1,52	1,58	1,65	1,73	1,83	1,93	2,03	2,15	2,26	2,38	2,51	2,65	2,78	2,93	3,08	3,24	3,40	3,57	3,73	3,90
12°	1,24	1,28	1,31	1,34	1,39	1,44	1,50	1,58	1,66	1,75	1,84	1,94	2,04	2,15	2,26	2,38	2,51	2,63	2,77	2,91	3,05	3,19	3,34	3,49
13°	1,12	1,16	1,18	1,21	1,25	1,30	1,35	1,42	1,49	1,56	1,64	1,73	1,82	1,91	2,01	2,11	2,22	2,33	2,45	2,57	2,69	2,81	2,95	3,07
14°	0,99	1,03	1,05	1,07	1,11	1,14	1,19	1,24	1,31	1,37	1,44	1,52	1,59	1,67	1,75	1,84	1,93	2,03	2,13	2,23	2,33	2,44	2,55	2,66
15°	0,86	0,89	0,90	0,92	0,95	0,98	1,02	1,07	1,12	1,17	1,23	1,29	1,35	1,42	1,49	1,56	1,63	1,71	1,80	1,88	1,96	2,05	2,14	2,23
16°	0,71	0,73	0,74	0,76	0,78	0,81	0,84	0,87	0,91	0,96	0,99	1,05	1,10	1,15	1,21	1,27	1,33	1,39	1,45	1,52	1,59	1,66	1,73	1,80
17°	0,55	0,57	0,57	0,59	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,74	0,77	0,81	0,84	0,88	0,92	0,96	1,01	1,05	1,11	1,15	1,20	1,26	1,31	1,36
18°	0,38	0,39	0,39	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,55	0,57	0,60	0,62	0,65	0,68	0,71	0,74	0,78	0,81	0,85	0,88	0,91
19°	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,32	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41	0,43	0,44	0,46
20°																								
21°	0,21	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,25	0,26	0,27	0,29	0,29	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48
22°	0,43	0,45	0,45	0,46	0,47	0,49	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65	0,68	0,71	0,73	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,93	0,96
23°	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72	0,74	0,77	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,95	0,99	1,03	1,07	1,12	1,16	1,21	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45
24°	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99	1,01	1,04	1,07	1,11	1,15	1,20	1,24	1,29	1,34	1,39	1,45	1,50	1,56	1,62	1,69	1,76	1,82	1,88	1,95
25°	1,16	1,19	1,21	1,23	1,26	1,29	1,33	1,37	1,42	1,47	1,52	1,57	1,63	1,70	1,76	1,83	1,90	1,97	2,05	2,13	2,21	2,29	2,37	2,45
26°	1,42	1,46	1,49	1,51	1,54	1,58	1,62	1,67	1,73	1,79	1,85	1,92	1,99	2,07	2,14	2,22	2,31	2,40	2,49	2,58	2,67	2,77	2,86	2,96
27°	1,69	1,74	1,77	1,80	1,83	1,88	1,93	1,98	2,05	2,12	2,20	2,27	2,35	2,44	2,53	2,63	2,72	2,82	2,93	3,04	3,14	3,25	3,37	3,48
28°	1,97	2,03	2,06	2,09	2,14	2,19	2,24	2,31	2,38	2,46	2,55	2,63	2,73	2,83	2,93	3,03	3,14	3,26	3,38	3,50	3,62	3,75	3,85	4,00
29°	2,26	2,33	2,37	2,40	2,45	2,50	2,57	2,64	2,73	2,82	2,91	2,99	3,11	3,22	3,34	3,45	3,58	3,70	3,84	3,97	4,11	4,25	4,39	4,54
30°	2,56	2,64	2,67	2,72	2,77	2,83	2,90	2,98	3,08	3,18	3,28	3,38	3,50	3,62	3,75	3,88	4,02	4,16	4,30	4,46	4,61	4,76	4,92	5,07

Anmerkung: Diese Tabelle kann auch für die Umrechnung der Dichte d^t_{20} in Dichte d^{20}_{20} verwendet werden.

TABELLE VI

Korrekturtabelle zur Umrechnung der Volumenmasse von nicht angereicherten Mosten und Mostkonzentraten, gemessen bei t °, bezogen auf 20 °C. Bestimmung mit dem Pyknometer oder dem Aräometer aus gewöhnlichem Glas.

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{C}{1000} \begin{cases} - \text{ wenn } t° < 20\,°C \\ + \text{ wenn } t° > 20\,°C \end{cases}$$

Temperatur in °C	Volumenmasse																					
	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36
10°	2,17	2,34	2,52	2,68	2,85	2,99	3,16	3,29	3,44	3,58	3,73	3,86	4,13	4,36	4,60	4,82	5,02	5,25	5,39	5,56	5,73	5,87
11°	2,00	2,16	2,29	2,44	2,59	2,73	2,86	2,99	3,12	3,24	3,37	3,48	3,71	3,94	4,15	4,33	4,52	4,69	4,85	5,01	5,15	5,29
12°	1,81	1,95	2,08	2,21	2,34	2,47	2,58	2,70	2,82	2,92	3,03	3,14	3,35	3,55	3,72	3,90	4,07	4,23	4,37	4,52	4,64	4,77
13°	1,62	1,74	1,85	1,96	2,07	2,17	2,28	2,38	2,48	2,59	2,68	2,77	2,94	3,11	3,28	3,44	3,54	3,72	3,86	3,99	4,12	4,24
14°	1,44	1,54	1,64	1,73	1,82	1,92	2,00	2,08	2,17	2,25	2,34	2,42	2,57	2,73	2,86	2,99	3,12	3,24	3,35	3,46	3,57	3,65
15°	1,21	1,29	1,37	1,45	1,53	1,60	1,68	1,75	1,82	1,89	1,97	2,03	2,16	2,28	2,40	2,51	2,61	2,71	2,80	2,89	2,94	3,01
16°	1,00	1,06	1,12	1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,54	1,60	1,65	1,75	1,84	1,94	2,02	2,09	2,17	2,23	2,30	2,36	2,42
17°	0,76	0,82	0,86	0,91	0,96	1,00	1,05	1,09	1,14	1,18	1,22	1,25	1,32	1,39	1,46	1,52	1,57	1,63	1,67	1,71	1,75	1,79
18°	0,53	0,56	0,59	0,63	0,65	0,69	0,72	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,90	0,95	0,99	1,02	1,06	1,09	1,13	1,16	1,18	1,20
19°	0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,43	0,43	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,55	0,57	0,58	0,59	0,60
20°																						
21°	0,28	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,37	0,39	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,51	0,54	0,56	0,57	0,58	0,59	0,60	0,60
22°	0,55	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,78	0,81	0,84	0,87	0,93	0,97	1,02	1,06	1,09	1,12	1,15	1,17	1,19	1,19
23°	0,85	0,90	0,95	0,99	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	1,25	1,29	1,32	1,39	1,46	1,52	1,58	1,62	1,68	1,72	1,75	1,77	1,79
24°	1,15	1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,48	1,54	1,60	1,65	1,71	1,76	1,86	1,95	2,04	2,11	2,17	2,23	2,29	2,33	2,35	2,37
25°	1,44	1,52	1,59	1,67	1,74	1,81	1,88	1,95	2,02	2,09	2,16	2,22	2,34	2,45	2,55	2,64	2,74	2,81	2,87	2,90	2,92	2,96
26°	1,76	1,84	1,93	2,02	2,10	2,18	2,25	2,33	2,41	2,49	2,56	2,64	2,78	2,91	3,03	3,15	3,26	3,37	3,47	3,55	3,62	3,60
27°	2,07	2,16	2,26	2,36	2,46	2,56	2,65	2,74	2,83	2,91	3,00	3,07	3,24	3,39	3,55	3,69	3,82	3,94	4,04	4,14	4,23	4,30
28°	2,39	2,51	2,63	2,74	2,85	2,96	3,06	3,16	3,28	3,38	3,48	3,57	3,75	3,92	4,08	4,23	4,37	4,51	4,62	4,73	4,80	4,86
29°	2,74	2,86	2,97	3,09	3,22	3,34	3,46	3,57	3,69	3,80	3,90	4,00	4,20	4,39	4,58	4,74	4,90	5,05	5,19	5,31	5,40	5,48
30°	3,06	3,21	3,35	3,50	3,63	3,77	3,91	4,02	4,15	4,28	4,40	4,52	4,75	4,96	5,16	5,35	5,52	5,67	5,79	5,91	5,99	6,04

Anmerkung: Diese Tabelle kann auch für die Umrechnung der Dichte d^t_{20} in Dichte d^{20}_{20} verwendet werden.

TABELLE VII

Korrekturtabelle zur Umrechnung der Volumenmasse von Weinen mit einem Restzuckergehalt bei einem Alkoholgehalt von 13 % Vol. oder mehr, gemessen bei t °, bezogen auf 20 °C. Bestimmung mit dem Aräometer oder mit dem Pyknometer aus gewöhnlichem Glas.

$$\rho_{20} = \rho_t \pm \frac{C}{1000} \begin{cases} - \text{ wenn } t° < 20\,°C \\ + \text{ wenn } t° > 20\,°C \end{cases}$$

Temperatur in °C	Weine mit 13 % Vol. – Volumenmasse							Weine mit 15 % Vol. – Volumenmasse							Weine mit 17 % Vol. – Volumenmasse						
	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120
10°	2,24	2,58	2,93	3,27	3,59	3,89	4,18	2,51	2,85	3,20	3,54	3,85	4,02	4,46	2,81	3,15	3,50	3,84	4,15	4,45	4,74
11°	2,06	2,37	2,69	2,97	3,26	3,53	3,78	2,31	2,61	2,93	3,21	3,51	3,64	4,02	2,57	2,89	3,20	3,49	3,77	4,03	4,28
12°	1,87	2,14	2,42	2,67	2,94	3,17	3,40	2,09	2,36	2,64	2,90	3,16	3,27	3,61	2,32	2,60	2,87	3,13	3,39	3,63	3,84
13°	1,69	1,93	2,14	2,37	2,59	2,80	3,00	1,88	2,12	2,34	2,56	2,78	2,88	3,19	2,09	2,33	2,55	2,77	2,98	3,19	3,39
14°	1,49	1,70	1,90	2,09	2,27	2,44	2,61	1,67	1,86	2,06	2,25	2,45	2,51	2,77	1,83	2,03	2,23	2,42	2,61	2,77	2,94
15°	1,25	1,42	1,59	1,75	1,90	2,05	2,19	1,39	1,56	1,72	1,88	2,03	2,11	2,32	1,54	1,71	1,87	2,03	2,18	2,32	2,47
16°	1,03	1,17	1,30	1,43	1,55	1,67	1,78	1,06	1,27	1,40	1,53	1,65	1,77	1,88	1,25	1,39	1,52	1,65	1,77	1,89	2,00
17°	0,80	0,90	1,00	1,09	1,17	1,27	1,36	0,87	0,98	1,08	1,17	1,26	1,35	1,44	0,96	1,06	1,16	1,26	1,35	1,44	1,52
18°	0,54	0,61	0,68	0,75	0,81	0,86	0,92	0,60	0,66	0,73	0,80	0,85	0,91	0,97	0,66	0,72	0,79	0,86	0,92	0,97	1,03
19°	0,29	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,32	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,51	0,35	0,38	0,41	0,45	0,48	0,51	0,53
20°																					
21°	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,45	0,47	0,32	0,35	0,38	0,42	0,45	0,48	0,50	0,34	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53
22°	0,57	0,64	0,70	0,76	0,82	0,88	0,93	0,63	0,69	0,75	0,81	0,87	0,93	0,98	0,68	0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	1,04
23°	0,89	0,98	1,08	1,17	1,26	1,34	1,43	0,97	1,06	1,16	1,25	1,34	1,42	1,51	1,06	1,15	1,25	1,34	1,42	1,51	1,59
24°	1,22	1,34	1,44	1,56	1,68	1,79	1,90	1,32	1,44	1,54	1,66	1,78	1,89	2,00	1,43	1,56	1,65	1,77	1,89	2,00	2,11
25°	1,61	1,68	1,83	1,98	2,12	2,26	2,40	1,66	1,81	1,96	2,11	2,25	2,39	2,52	1,80	1,94	2,09	2,24	2,39	2,52	2,66
26°	1,87	2,05	2,22	2,40	2,56	2,71	2,87	2,02	2,20	2,37	2,54	2,70	2,85	3,01	2,18	2,36	2,53	2,71	2,86	3,02	3,17
27°	2,21	2,42	2,60	2,80	3,00	3,18	3,35	2,39	2,59	2,78	2,98	3,17	3,35	3,52	2,58	2,78	2,97	3,17	3,36	3,54	3,71
28°	2,56	2,80	3,02	3,25	3,47	3,67	3,89	2,75	2,89	3,22	3,44	3,66	3,86	4,07	2,97	3,21	3,44	3,66	3,88	4,09	4,30
29°	2,93	3,19	3,43	3,66	3,91	4,14	4,37	3,16	3,41	3,65	3,89	4,13	4,36	4,59	3,40	3,66	3,89	4,13	4,38	4,61	4,82
30°	3,31	3,57	3,86	4,15	4,41	4,66	4,92	3,55	3,81	4,10	4,38	4,66	4,90	5,16	3,82	4,08	4,37	4,65	4,93	5,17	5,42

Temperatur in °C	Weine mit 19 % Vol. – Volumenmasse							Weine mit 21 % Vol. – Volumenmasse						
	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120	1,000	1,020	1,040	1,060	1,080	1,100	1,120
10°	3,14	3,48	3,83	4,17	4,48	4,78	5,07	3,50	3,84	4,19	4,52	4,83	5,12	5,41
11°	2,87	3,18	3,49	3,78	4,06	4,32	4,57	3,18	3,49	3,80	4,09	4,34	4,63	4,88
12°	2,58	2,86	3,13	3,39	3,65	3,88	4,10	2,86	3,13	3,41	3,67	3,92	4,15	4,37
13°	2,31	2,55	2,77	2,99	3,20	3,41	3,61	2,56	2,79	3,01	3,23	3,44	3,65	3,85
14°	2,03	2,23	2,43	2,61	2,80	2,96	3,13	2,23	2,43	2,63	2,81	3,00	3,16	3,33
15°	1,69	1,86	2,02	2,18	2,33	2,48	2,62	1,86	2,03	2,19	2,35	2,50	2,65	2,80
16°	1,38	1,52	1,65	1,78	1,90	2,02	2,13	1,51	1,65	1,78	1,91	2,03	2,15	2,26
17°	1,06	1,16	1,26	1,35	1,44	1,53	1,62	1,15	1,25	1,35	1,45	1,54	1,63	1,71
18°	0,73	0,79	0,85	0,92	0,98	1,03	1,09	0,79	0,85	0,92	0,98	1,05	1,10	1,15
19°	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,52	0,56	0,41	0,44	0,47	0,51	0,54	0,57	0,59
20°														
21°	0,37	0,41	0,44	0,47	0,50	0,53	0,56	0,41	0,44	0,47	0,51	0,54	0,57	0,59
22°	0,75	0,81	0,87	0,93	0,99	1,04	1,10	0,81	0,88	0,94	1,00	1,06	1,10	1,17
23°	1,15	1,30	1,34	1,43	1,51	1,60	1,68	1,25	1,34	1,44	1,63	1,61	1,70	1,78
24°	1,55	1,67	1,77	1,89	2,00	2,11	2,23	1,68	1,80	1,90	2,02	2,13	2,25	2,36
25°	1,95	2,09	2,24	2,39	2,53	2,67	2,71	2,11	2,25	2,40	2,55	2,69	2,83	2,97
26°	2,36	2,54	2,71	2,89	3,04	3,20	3,35	2,55	2,73	2,90	3,07	3,22	3,38	3,54
27°	2,79	2,99	3,18	3,38	3,57	3,75	3,92	3,01	3,20	3,40	3,59	3,78	3,96	4,13
28°	3,20	3,44	3,66	3,89	4,11	4,32	4,53	3,46	3,69	3,93	4,15	4,36	4,58	4,77
29°	3,66	3,92	4,15	4,40	4,64	4,87	5,08	3,95	4,20	4,43	4,68	4,92	5,15	5,36
30°	4,11	4,37	4,66	4,94	5,22	5,46	5,71	4,42	4,68	4,97	5,25	5,53	5,77	6,02

2. BESTIMMUNG DES ZUCKERGEHALTES VON MOST, KONZENTRIERTEM MOST UND REKTIFIZIERTEM TRAUBENMOSTKONZENTRAT (RTK) NACH DEM REFRAKTOMETRISCHEN VERFAHREN

1. PRINZIP DER METHODE

Bestimmung der Refraktion bei 20 °C, ausgedrückt als Brechungsindex oder als Massenprozente Saccharose, und Ermittlung des Zuckergehaltes in g/l und g/kg aus einer entsprechenden Tabelle für Most, konzentrierten Most und rektifiziertes Traubenmostkonzentrat.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Abbé-Refraktometer

Abbé-Refraktometer mit Skaleneinteilung entweder:

— in Massenprozent Saccharose (auf 0,1 % genau) oder

— in Brechungsindex mit 4 Dezimalen.

Das Refraktometer muß ausgerüstet sein mit einem Thermometer (15—25 °C) und einer Temperiereinrichtung zur Messung bei 20 °C ± 5 °C.

Die Gebrauchsanweisung für das Gerät muß genau befolgt werden, vor allem hinsichtlich der Eichung und der Lichtquelle.

3. VORBEREITUNG DER PROBE

3.1. Most und konzentrierter Most

Der Most wird gegebenenfalls durch eine trockene, gefaltete Gaze filtriert. Nachdem die ersten Tropfen des Filtrats verworfen wurden, wird die Bestimmung mit der filtrierten Probe durchgeführt.

3.2. Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat

Je nach Konzentration verwendet man entweder das RTK direkt oder eine Verdünnung, die durch Auffüllen von 200 g genau gewogenem RTK mit destilliertem Wasser auf 500 g hergestellt wird.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

Die Probe wird auf eine Temperatur von etwa 20 °C gebracht. Einige Tropfen werden auf das Prisma des Refraktometers gegeben, so daß sich die Probe beim Aufeinanderpressen der beiden Prismen gleichmäßig auf der Oberfläche verteilt. Die Messung wird entsprechend der Arbeitsanleitung für das verwendete Gerät durchgeführt.

Man liest entweder die Massenprozent Saccharose auf 0,1 % genau oder den Brechungsindex mit 4 Dezimalen ab.

Es werden mindestens 2 Bestimmungen an derselben Probe durchgeführt. Man stellt die Temperatur t °C fest.

5. BERECHNUNG

5.1. Temperaturkorrektur

5.1.1. Skaleneinteilung in Massenprozent Saccharose: Zur Temperaturkorrektur wird Tabelle I verwendet.

5.1.2. Skaleneinteilung in Brechungsindex: der dem bei t °C abgelesenen Brechungsindex entsprechende Saccharosegehalt in % (g/g) wird Tabelle II entnommen (Spalte 1). Dieser Wert wird unter Verwendung von Tabelle I auf 20 °C korrigiert.

5.2. **Invertzuckergehalt von Most und konzentriertem Most**

Der den Massenprozent Saccharose bei 20 °C entsprechende Invertzuckergehalt, ausgedrückt in g/l und g/kg, wird Tabelle II entnommen. Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

5.3. **Invertzuckergehalt von rektifiziertem Traubenmostkonzentrat (RTK)**

Der den Massenprozent Saccharose bei 20 °C entsprechende Invertzuckergehalt, ausgedrückt in g/l und g/kg, wird Tabelle III entnommen. Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

Wurde die Messung mit verdünntem RTK durchgeführt, so ist das Ergebnis mit dem Verdünnungsfaktor zu multiplizieren.

5.4. **Brechungsindex von Most, konzentriertem Most und rektifiziertem Traubenmostkonzentrat**

Der Brechungsindex bei 20 °C wird entsprechend den Massenprozent Saccharose bei 20 °C Tabelle II entnommen. Die Angabe erfolgt mit 5 Dezimalen.

TABELLE I

Korrektur für die Bestimmung der Saccharose bei einer anderen Temperatur als 20 °C

Temperatur C	Saccharose in Gramm je 100 g der Probe									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	75
	Abziehen									
15	0,25	0,27	0,31	0,31	0,34	0,35	0,36	0,37	0,36	0,36
16	0,21	0,23	0,27	0,27	0,29	0,31	0,31	0,32	0,31	0,23
17	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22	0,23	0,23	0,23	0,20	0,17
18	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,12	0,12	0,09
19	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05
	Hinzuzählen									
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
22	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
23	0,18	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
24	0,24	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29
25	0,30	0,32	0,32	0,34	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,37

Die Temperaturschwankungen gegenüber 20 °C dürfen 5 °C nicht überschreiten.

TABELLE II

Zuckergehalt (1) von Most und konzentriertem Most in Gramm je Liter und in Gramm je Kilogramm, bestimmt mittels Refraktometrie, abgelesen bei 20 °C als Massenprozent Saccharose oder als Brechungsindex. Die Volumenmasse bei 20 °C ist ebenfalls angegeben.

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
10.0	1.34781	1.0390	82.3	79.2	4,89
10.1	1.34798	1.0394	83.4	80.2	4,95
10.2	1.34814	1.0398	84.5	81.3	5,02
10.3	1.34830	1.0402	85.6	82.2	5,09
10.4	1.34845	1.0406	86.6	83.2	5,14
10.5	1.34860	1.0410	87.6	84.1	5,20
10.6	1.34875	1.0414	88.6	85.1	5,26
10.7	1.34890	1.0419	89.7	86.1	5,33
10.8	1.34906	1.0423	90.8	87.1	5,39
10.9	1.34921	1.0427	91.8	88.1	5,45
11.0	1.34936	1.0431	92.9	89.1	5,52
11.1	1.34952	1.0435	94.0	90.0	5,58
11.2	1.34968	1.0439	95.0	91.0	5,64
11.3	1.34984	1.0443	96.1	92.0	5,71
11.4	1.34999	1.0447	97.1	92.9	5,77
11.5	1.35015	1.0452	98.2	94.0	5,83
11.6	1.35031	1.0456	99.3	95.0	5,90
11.7	1.35046	1.0460	100.3	95.9	5,96
11.8	1.35062	1.0464	101.4	96.9	6,02
11.9	1.35077	1.0468	102.5	97.9	6,09
12.0	1.35092	1.0473	103.6	98.9	6,15
12.1	1.35108	1.0477	104.7	99.9	6,22
12.2	1.35124	1.0481	105.7	100.8	6,28
12.3	1.35140	1.0485	106.8	101.9	6,35
12.4	1.35156	1.0489	107.9	102.9	6,41
12.5	1.35172	1.0494	109.0	103.8	6,47
12.6	1.35187	1.0498	110.0	104.8	6,53
12.7	1.35203	1.0502	111.1	105.8	6,60
12.8	1.35219	1.0506	112.2	106.8	6,66
12.9	1.35234	1.0510	113.2	107.8	6,73
13.0	1.35249	1.0514	114.3	108.7	6,79
13.1	1.35266	1.0519	115.4	109.7	6,86
13.2	1.35282	1.0523	116.5	110.7	6,92
13.3	1.35298	1.0527	117.6	111.7	6,99
13.4	1.35313	1.0531	118.6	112.6	7,05
13.5	1.35329	1.0536	119.7	113.6	7,11
13.6	1.35345	1.0540	120.8	114.6	7,18
13.7	1.35360	1.0544	121.8	115.6	7,24
13.8	1.35376	1.0548	122.9	116.5	7,30
13.9	1.35391	1.0552	124.0	117.5	7,37
14.0	1.35407	1.0557	125.1	118.5	7,43
14.1	1.35424	1.0561	126.2	119.5	7,50
14.2	1.35440	1.0565	127.3	120.5	7,56
14.3	1.35456	1.0569	128.4	121.5	7,63
14.4	1.35472	1.0574	129.5	122.5	7,69
14.5	1.35488	1.0578	130.6	123.4	7,76
14.6	1.35503	1.0582	131.6	124.4	7,82
14.7	1.35519	1.0586	132.7	125.4	7,88
14.8	1.35535	1.0591	133.8	126.3	7,95
14.9	1.35551	1.0595	134.9	127.3	8,01

(1) Der Zuckergehalt wird in Invertzucker ausgedrückt.

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
15.0	1.35567	1.0599	136.0	128.3	8,08
15.1	1.35583	1.0603	137.1	129.3	8,15
15.2	1.35599	1.0608	138.2	130.3	8,21
15.3	1.35615	1.0612	139.3	131.3	8,27
15.4	1.35631	1.0616	140.4	132.3	8,34
15.5	1.35648	1.0621	141.5	133.2	8,41
15.6	1.35664	1.0625	142.6	134.2	8,47
15.7	1.35680	1.0629	143.7	135.2	8,54
15.8	1.35696	1.0633	144.8	136.2	8,60
15.9	1.35712	1.0638	145.9	137.2	8,67
16.0	1.35728	1.0642	147.0	138.1	8,73
16.1	1.35744	1.0646	148.1	139.1	8,80
16.2	1.35760	1.0651	149.2	140.1	8,86
16.3	1.35776	1.0655	150.3	141.1	8,93
16.4	1.35793	1.0660	151.5	142.1	9,00
16.5	1.35809	1.0664	152.6	143.1	9,06
16.6	1.35825	1.0668	153.7	144.1	9,13
16.7	1.35842	1.0672	154.8	145.0	9,20
16.8	1.35858	1.0677	155.9	146.0	9,26
16.9	1.35874	1.0681	157.0	147.0	9,33
17.0	1.35890	1.0685	158.1	148.0	9,39
17.1	1.35907	1.0690	159.3	149.0	9,46
17.2	1.35923	1.0694	160.4	150.0	9,53
17.3	1.35939	1.0699	161.5	151.0	9,59
17.4	1.35955	1.0703	162.6	151.9	9,66
17.5	1.35972	1.0707	163.7	152.9	9,73
17.6	1.35988	1.0711	164.8	153.9	9,79
17.7	1.36004	1.0716	165.9	154.8	9,86
17.8	1.36020	1.0720	167.0	155.8	9,92
17.9	1.36036	1.0724	168.1	156.8	9,99
18.0	1.36053	1.0729	169.3	157.8	10,06
18.1	1.36070	1.0733	170.4	158.8	10,12
18.2	1.36086	1.0738	171.5	159.7	10,19
18.3	1.36102	1.0742	172.6	160.7	10,25
18.4	1.36119	1.0746	173.7	161.6	10,32
18.5	1.36136	1.0751	174.9	162.6	10,39
18.6	1.36152	1.0755	176.0	163.6	10,46
18.7	1.36169	1.0760	177.2	164.6	10,53
18.8	1.36185	1.0764	178.3	165.6	10,59
18.9	1.36201	1.0768	179.4	166.6	10,66
19.0	1.36217	1.0773	180.5	167.6	10,72
19.1	1.36234	1.0777	181.7	168.6	10,80
19.2	1.36251	1.0782	182.8	169.5	10,86
19.3	1.36267	1.0786	183.9	170.5	10,93
19.4	1.36284	1.0791	185.1	171.5	11,00
19.5	1.36301	1.0795	186.3	172.5	11,07
19.6	1.36318	1.0800	187.4	173.5	11,13
19.7	1.36335	1.0804	188.6	174.5	11,21
19.8	1.36351	1.0809	189.7	175.5	11,27
19.9	1.36367	1.0813	190.8	176.5	11,34

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
20.0	1.36383	1.0817	191.9	177.4	11,40
20.1	1.36400	1.0822	193.1	178.4	11,47
20.2	1.36417	1.0826	194.2	179.4	11,54
20.3	1.36434	1.0831	195.3	180.4	11,60
20.4	1.36451	1.0835	196.5	181.4	11,67
20.5	1.36468	1.0840	197.7	182.3	11,75
20.6	1.36484	1.0844	198.8	183.3	11,81
20.7	1.36501	1.0849	200.0	184.3	11,88
20.8	1.36518	1.0853	201.1	185.3	11,96
20.9	1.36534	1.0857	202.2	186.2	12,01
21.0	1.36550	1.0862	203.3	187.2	12,08
21.1	1.36568	1.0866	204.5	188.2	12,15
21.2	1.36585	1.0871	205.7	189.2	12,22
21.3	1.36601	1.0875	206.8	190.2	12,29
21.4	1.36618	1.0880	207.9	191.1	12,35
21.5	1.36635	1.0884	209.1	192.1	12,42
21.6	1.36652	1.0889	210.3	193.1	12,49
21.7	1.36669	1.0893	211.4	194.1	12,56
21.8	1.36685	1.0897	212.5	195.0	12,63
21.9	1.36702	1.0902	213.6	196.0	12,69
22.0	1.36719	1.0906	214.8	196.9	12,76
22.1	1.36736	1.0911	216.0	198.0	12,83
22.2	1.36753	1.0916	217.2	199.0	12,90
22.3	1.36770	1.0920	218.3	199.9	12,97
22.4	1.36787	1.0925	219.5	200.9	13,04
22.5	1.36804	1.0929	220.6	201.8	13,11
22.6	1.36820	1.0933	221.7	202.8	13,17
22.7	1.36837	1.0938	222.9	203.8	13,24
22.8	1.36854	1.0943	224.1	204.8	13,31
22.9	1.36871	1.0947	225.2	205.8	13,38
23.0	1.36888	1.0952	226.4	206.7	13,45
23.1	1.36905	1.0956	227.6	207.7	13,52
23.2	1.36922	1.0961	228.7	208.7	13,59
23.3	1.36939	1.0965	229.9	209.7	13,66
23.4	1.36956	1.0970	231.1	210.7	13,73
23.5	1.36973	1.0975	232.3	211.6	13,80
23.6	1.36991	1.0979	233.4	212.6	13,87
23.7	1.37008	1.0984	234.6	213.6	13,94
23.8	1.37025	1.0988	235.8	214.6	14,01
23.9	1.37042	1.0993	237.0	215.6	14,08
24.0	1.37059	1.0998	238.2	216.6	14,15
24.1	1.37076	1.1007	239.3	217.4	14,22
24.2	1.37093	1.1011	240.3	218.2	14,28
24.3	1.37110	1.1016	241.6	219.4	14,35
24.4	1.37128	1.1022	243.0	220.5	14,44
24.5	1.37145	1.1026	244.0	221.3	14,50
24.6	1.37162	1.1030	245.0	222.1	14,56
24.7	1.37180	1.1035	246.4	223.2	14,64
24.8	1.37197	1.1041	247.7	224.4	14,72
24.9	1.37214	1.1045	248.7	225.2	14,78

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
25.0	1.37232	1.1049	249.7	226.0	14,84
25.1	1.37249	1.1053	250.7	226.8	14,90
25.2	1.37266	1.1057	251.7	227.6	14,96
25.3	1.37283	1.1062	253.0	228.7	15,03
25.4	1.37300	1.1068	254.4	229.9	15,11
25.5	1.37317	1.1072	255.4	230.7	15,17
25.6	1.37335	1.1076	256.4	231.5	15,23
25.7	1.37353	1.1081	257.8	232.6	15,32
25.8	1.37370	1.1087	259.1	233.7	15,39
25.9	1.37387	1.1091	260.1	234.5	15,45
26.0	1.37405	1.1095	261.1	235.3	15,51
26.1	1.37423	1.1100	262.5	236.4	15,60
26.2	1.37440	1.1106	263.8	237.5	15,67
26.3	1.37457	1.1110	264.8	238.3	15,73
26.4	1.37475	1.1114	265.8	239.2	15,79
26.5	1.37493	1.1119	267.2	240.3	15,88
26.6	1.37510	1.1125	268.5	241.4	15,95
26.7	1.37528	1.1129	269.5	242.2	16,01
26.8	1.37545	1.1133	270.5	243.0	16,07
26.9	1.37562	1.1138	271.8	244.1	16,15
27.0	1.37580	1.1144	273.2	245.2	16,23
27.1	1.37598	1.1148	274.2	246.0	16,29
27.2	1.37615	1.1152	275.2	246.8	16,35
27.3	1.37632	1.1157	276.5	247.9	16,43
27.4	1.37650	1.1163	277.9	249.0	16,51
27.5	1.37667	1.1167	278.9	249.8	16,57
27.6	1.37685	1.1171	279.9	250.6	16,63
27.7	1.37703	1.1176	281.3	251.6	16,71
27.8	1.37721	1.1182	282.6	252.7	16,79
27.9	1.37739	1.1186	283.6	253.5	16,85
28.0	1.37757	1.1190	284.6	254.3	16,91
28.1	1.37775	1.1195	286.0	255.4	16,99
28.2	1.37793	1.1201	287.3	256.5	17,07
28.3	1.37810	1.1205	288.3	257.3	17,13
28.4	1.37828	1.1209	289.3	258.1	17,19
28.5	1.37846	1.1214	290.7	259.2	17,27
28.6	1.37863	1.1220	292.0	260.3	17,35
28.7	1.37881	1.1224	293.0	261.0	17,41
28.8	1.37899	1.1228	294.0	261.8	17,47
28.9	1.37917	1.1233	295.3	262.9	17,55
29.0	1.37935	1.1239	296.7	264.0	17,63
29.1	1.37953	1.1244	298.1	265.1	17,71
29.2	1.37971	1.1250	299.4	266.1	17,79
29.3	1.37988	1.1254	300.4	266.9	17,85
29.4	1.38006	1.1258	301.4	267.7	17,91
29.5	1.38024	1.1263	302.8	268.8	17,99
29.6	1.38042	1.1269	304.1	269.9	18,07
29.7	1.38060	1.1273	305.1	270.6	18,13
29.8	1.38078	1.1277	306.1	271.4	18,19
29.9	1.38096	1.1282	307.4	272.5	18,26

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
30.0	1.38114	1.1288	308.8	273.6	18,35
30.1	1.38132	1.1293	310.0	274.5	18,42
30.2	1.38150	1.1298	311.2	275.5	18,49
30.3	1.38168	1.1302	312.4	276.4	18,56
30.4	1.38186	1.1307	313.6	277.3	18,63
30.5	1.38204	1.1312	314.8	278.3	18,70
30.6	1.38222	1.1317	316.0	279.2	18,77
30.7	1.38240	1.1322	317.2	280.2	18,85
30.8	1.38258	1.1327	318.4	281.1	18,92
30.9	1.38276	1.1332	319.6	282.0	18,99
31.0	1.38294	1.1336	320.8	283.0	19,06
31.1	1.38312	1.1341	322.0	283.9	19,13
31.2	1.38330	1.1346	323.2	284.9	19,20
31.3	1.38349	1.1351	324.4	285.8	19,27
31.4	1.38367	1.1356	325.6	286.8	19,35
31.5	1.38385	1.1361	326.8	287.7	19,42
31.6	1.38403	1.1366	328.1	288.6	19,49
31.7	1.38421	1.1371	329.3	289.6	19,56
31.8	1.38440	1.1376	330.5	290.5	19,64
31.9	1.38458	1.1380	331.7	291.5	19,71
32.0	1.38476	1.1385	332.9	292.4	19,78
32.1	1.38494	1.1391	334.2	293.4	19,86
32.2	1.38513	1.1396	335.5	294.4	19,93
32.3	1.38531	1.1401	336.7	295.4	20,00
32.4	1.38550	1.1406	338.0	296.4	20,08
32.5	1.38568	1.1411	339.3	297.3	20,16
32.6	1.38586	1.1416	340.6	298.3	20,24
32.7	1.38605	1.1422	341.9	299.3	20,31
32.8	1.38623	1.1427	343.1	300.3	20,38
32.9	1.38642	1.1432	344.4	301.3	20,46
33.0	1.38660	1.1437	345.7	302.3	20,54
33.1	1.38678	1.1442	346.9	303.2	20,61
33.2	1.38697	1.1447	348.1	304.1	20,68
33.3	1.38715	1.1452	349.3	305.0	20,75
33.4	1.38734	1.1457	350.5	305.9	20,82
33.5	1.38753	1.1461	351.7	306.9	20,90
33.6	1.38771	1.1466	352.9	307.8	20,97
33.7	1.38790	1.1471	354.1	308.7	21,04
33.8	1.38808	1.1476	355.3	309.6	21,11
33.9	1.38827	1.1481	356.5	310.5	21,18
34.0	1.38845	1.1486	357.7	311.4	21,25
34.1	1.38864	1.1491	359.0	312.4	21,33
34.2	1.38882	1.1496	360.3	313.4	21,41
34.3	1.38901	1.1501	361.5	314.3	21,48
34.4	1.38919	1.1506	362.8	315.3	21,55
34.5	1.38938	1.1512	364.1	316.3	21,63
34.6	1.38957	1.1517	365.4	317.3	21,71
34.7	1.38975	1.1522	366.7	318.2	21,79
34.8	1.38994	1.1527	367.9	319.2	21,86
34.9	1.39012	1.1532	369.2	320.2	21,94

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
35.0	1.39031	1.1537	370.5	321.1	22,01
35.1	1.39050	1.1543	371.8	322.1	22,09
35.2	1.39069	1.1548	373.0	323.0	22,16
35.3	1.39087	1.1553	374.3	324.0	22,24
35.4	1.39106	1.1558	375.6	325.0	22,32
35.5	1.39125	1.1563	376,9	325.9	22,39
35.6	1.39144	1.1568	378.1	326.9	22,45
35.7	1.39163	1.1573	379.4	327.8	22,54
35.8	1.39181	1.1579	380.7	328.8	22,62
35.9	1.39200	1.1584	381.9	329.7	22,69
36.0	1.39219	1.1589	383.2	330.7	22,77
36.1	1.39238	1.1594	384.5	331.6	22,85
36.2	1.39257	1.1599	385.8	332.6	22,92
36.3	1.39276	1.1604	387.0	333.5	22,99
36.4	1.39295	1.1610	388.3	334.5	23,07
36.5	1.39314	1.1615	389.6	335.4	23,15
36.6	1.39332	1.1620	390.9	336.4	23,22
36.7	1.39351	1.1625	392.2	337.3	23,30
36.8	1.39370	1.1630	393.4	338.3	23,37
36.9	1.39389	1.1635	394.7	339.2	23,45
37.0	1.39408	1.1641	396.0	340.2	23,53
37.1	1.39427	1.1646	397.3	341.1	23,60
37.2	1.39446	1.1651	398.6	342.1	23,68
37.3	1.39465	1.1656	399.8	343.0	23,75
37.4	1.39484	1.1661	401.1	344.0	23,83
37.5	1.39504	1.1666	402.4	344.9	23,91
37.6	1.39523	1.1672	403.7	345.9	23,99
37.7	1.39542	1.1677	405.0	346.8	24,06
37.8	1.39561	1.1682	406.2	347.7	24,13
37.9	1.39580	1.1687	407.5	348.7	24,21
38.0	1.39599	1.1692	408.8	349.6	24,29
38.1	1.39618	1.1698	410.1	350.6	24,37
38.2	1.39637	1.1703	411.3	351.5	24,44
38.3	1.39657	1.1708	412.6	352.4	24,51
38.4	1.39676	1.1713	413.9	353.4	24,59
38.5	1.39695	1.1718	415.2	354.3	24,67
38.6	1.39714	1.1723	416.4	355.2	24,74
38.7	1.39733	1.1728	417.7	356.1	24,82
38.8	1.39753	1.1733	419.0	357.1	24,90
38.9	1.39772	1.1739	420.2	358.0	24,97
39.0	1.39791	1.1744	421.5	358.9	25,04
39.1	1.39810	1.1749	422.8	359.8	25,12
39.2	1.39830	1.1754	424.1	360.8	25,20
39.3	1.39849	1.1759	425.3	361.7	25,27
39.4	1.39869	1.1764	426.6	362.6	25,35
39.5	1.39888	1.1770	427.9	363.6	25,42
39.6	1.39907	1.1775	429.2	364.5	25,50
39.7	1.39927	1.1780	430.5	365.4	25,58
39.8	1.39946	1.1785	431.7	366.3	25,65
39.9	1.39966	1.1790	433.0	367.3	25,73

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
40.0	1.39985	1.1796	434.3	368.2	25,80
40.1	1.40004	1.1801	435.6	369.2	25,88
40.2	1.40024	1.1806	437.0	370.1	25,96
40.3	1.40043	1.1812	438.3	371.1	26,04
40.4	1.40063	1.1817	439.7	372.1	26,12
40.5	1.40083	1.1823	441.0	373.0	26,20
40.6	1.40102	1.1828	442.3	374.0	26,28
40.7	1.40122	1.1833	443.7	374.9	26,36
40.8	1.40141	1.1839	445.0	375.9	26,44
40.9	1.40161	1.1844	446.4	376.9	26,52
41.0	1.40180	1.1850	447.7	377.8	26,60
41.1	1.40200	1.1855	449.0	378.7	26,68
41.2	1.40219	1.1860	450.2	379.6	26,75
41.3	1.40239	1.1865	451.5	380.5	26,83
41.4	1.40259	1.1870	452.8	381.4	26,90
41.5	1.40279	1.1875	454.1	382.3	26,98
41.6	1.40298	1.1881	455.3	383.2	27,05
41.7	1.40318	1.1886	456.6	384.2	27,13
41.8	1.40338	1.1891	457.9	385.1	27,21
41.9	1.40357	1.1896	459.1	386.0	27,28
42.0	1.40377	1.1901	460.4	386.9	27,35
42.1	1.40397	1.1907	461.7	387.8	27,43
42.2	1.40417	1.1912	463.1	388.8	27,52
42.3	1.40436	1.1917	464.4	389.7	27,59
42.4	1.40456	1.1923	465.8	390.7	27,68
42.5	1.40476	1.1928	467.2	391.6	27,76
42.6	1.40496	1.1934	468.5	392.6	27,84
42.7	1.40516	1.1939	469.9	393.5	27,92
42.8	1.40535	1.1945	471.2	394.5	28,00
42.9	1.40555	1.1950	472.6	395.4	28,08
43.0	1.40575	1.1956	473.9	396.4	28,16
43.1	1.40595	1.1961	475.2	397.3	28,23
43.2	1.40615	1.1967	476.6	398.3	28,32
43.3	1.40635	1.1972	477.9	399.2	28,40
43.4	1.40655	1.1977	479.3	400.1	28,48
43.5	1.40675	1.1983	480.6	401.1	28,56
43.6	1.40695	1.1988	481.9	402.0	28,63
43.7	1.40715	1.1994	483.3	402.9	28,72
43.8	1.40735	1.1999	484.6	403.9	28,79
43.9	1.40755	1.2005	486.0	404.8	28,88
44.0	1.40775	1.2010	487.3	405.7	28,95
44.1	1.40795	1.2015	488.6	406.7	29,03
44.2	1.40815	1.2021	490.0	407.6	29,11
44.3	1.40836	1.2026	491.3	408.5	29,19
44.4	1.40856	1.2032	492.7	409.5	29,27
44.5	1.40876	1.2037	494.0	410.4	29,35
44.6	1.40896	1.2042	495.3	411.3	29,43
44.7	1.40916	1.2048	496.7	412.3	29,51
44.8	1.40937	1.2053	498.0	413.2	29,59
44.9	1.40957	1.2059	499.4	414.1	29,67

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
45.0	1.40977	1.2064	500.7	415.0	29,75
45.1	1.40997	1.2070	502.1	416.0	29,83
45.2	1.41018	1.2076	503.5	417.0	29,92
45.3	1.41038	1.2081	504.9	417.9	30,00
45.4	1.41058	1.2087	506.3	418.9	30,08
45.5	1.41079	1.2093	507.8	419.9	30,17
45.6	1.41099	1.2098	509.2	420.9	30,25
45.7	1.41119	1.2104	510.6	421.8	30,34
45.8	1.41139	1.2110	512.0	422.8	30,42
45.9	1.41160	1.2115	513.4	423.7	30,50
46.0	1.41180	1.2121	514.8	424.7	30,59
46.1	1.41200	1.2127	516.1	425.6	30,66
46.2	1.41221	1.2132	517.5	426.5	30,75
46.3	1.41241	1.2137	518.8	427.5	30,82
46.4	1.41262	1.2143	520.2	428.4	30,91
46.5	1.41282	1.2148	521.5	429.3	30,99
46.6	1.41302	1.2154	522.8	430.2	31,06
46.7	1.41323	1.2159	524.2	431.1	31,15
46.8	1.41343	1.2165	525.5	432.0	31,22
46.9	1.41364	1.2170	526.9	432.9	31,31
47.0	1.41384	1.2175	528.2	433.8	31,38
47.1	1.41405	1.2181	529.6	434.8	31,47
47.2	1.41425	1.2187	531.0	435.7	31,55
47.3	1.41446	1.2192	532.4	436.7	31,63
47.4	1.41466	1.2198	533.8	437.6	31,72
47.5	1.41487	1.2204	535.3	438.6	31,81
47.6	1.41508	1.2210	536.7	439.5	31,89
47.7	1.41528	1.2215	538.1	440.5	31,97
47.8	1.41549	1.2221	539.5	441.4	32,05
47.9	1.41569	1.2227	540.9	442.4	32,14
48.0	1.41590	1.2232	542.3	443.3	32,22
48.1	1.41611	1.2238	543.6	444.2	32,30
48.2	1.41632	1.2243	545.0	445.1	32,38
48.3	1.41652	1.2249	546.3	446.0	32,46
48.4	1.41673	1.2254	547.7	446.9	32,59
48.5	1.41694	1.2260	549.1	447.8	32,63
48.6	1.41715	1.2265	550.4	448.7	32,70
48.7	1.41736	1.2271	551.8	449.7	32,79
48.8	1.41756	1.2276	553.1	450.6	32,86
48.9	1.41777	1.2282	554.5	451.4	32,95
49.0	1.41798	1.2287	555.8	452.3	33,02
49.1	1.41819	1.2293	557.2	453.3	33,11
49.2	1.41840	1.2298	558.6	454.2	33,19
49.3	1.41861	1.2304	560.0	455.1	33,27
49.4	1.41882	1.2310	561.4	456.1	33,36
49.5	1.41903	1.2315	562.8	457.0	33,44
49.6	1.41924	1.2321	564.2	457.9	33,52
49.7	1.41945	1.2327	565.6	458.8	33,61
49.8	1.41966	1.2332	567.0	459.8	33,69
49.9	1.41987	1.2338	568.4	460.7	33,77

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
50.0	1.42008	1.2344	569.8	461.6	33,86
50.1	1.42029	1.2349	571.2	462.5	33,94
50.2	1.42050	1.2355	572.6	463.5	34,02
50.3	1.42071	1.2361	574.0	464.4	34,10
50.4	1.42092	1.2366	575.4	465.3	34,19
50.5	1.42114	1.2372	576.9	466.2	34,28
50.6	1.42135	1.2378	578.3	467.2	34,36
50.7	1.42156	1.2384	579.7	468.1	34,44
50.8	1.42177	1.2389	581.1	469.0	34,53
50.9	1.42198	1.2395	582.5	469.9	34,61
51.0	1.42219	1.2401	583.9	470.9	34,69
51.1	1.42240	1.2407	585.4	471.8	34,78
51.2	1.42261	1.2413	586.9	472.8	34,87
51.3	1.42283	1.2419	588.3	473.8	34,95
51.4	1.42304	1.2425	589.8	474.7	35,04
51.5	1.42325	1.2431	591.3	475.7	35,13
51.6	1.42346	1.2437	592.8	476.6	35,22
51.7	1.42367	1.2443	594.3	477.6	35,31
51.8	1.42389	1.2449	595.7	478.6	35,39
51.9	1.42410	1.2455	597.2	479.5	35,48
52.0	1.42431	1.2461	598.7	480.5	35,57
52.1	1.42452	1.2466	600.1	481.4	35,65
52.2	1.42474	1.2472	601.5	482.3	35,74
52.3	1.42495	1.2478	602.9	483.2	35,82
52.4	1.42517	1.2483	604.3	484.1	35,91
52.5	1.42538	1.2489	605.8	485.0	35,99
52.6	1.42559	1.2495	607.2	485.9	36,08
52.7	1.42581	1.2500	608.6	486.8	36,16
52.8	1.42602	1.2506	610.0	487.7	36,24
52.9	1.42624	1.2512	611.4	488.6	36,33
53.0	1.42645	1.2518	612.8	489.6	36,41
53.1	1.42666	1.2524	614.3	490.5	36,50
53.2	1.42686	1.2530	615.8	491.4	36,59
53.3	1.42707	1.2536	617.2	492.4	36,67
53.4	1.42727	1.2542	618.7	493.3	36,76
53.5	1.42748	1.2548	620.2	494.3	36,85
53.6	1.42769	1.2554	621.7	495.2	36,94
53.7	1.42789	1.2560	623.2	496.2	37,03
53.8	1.42810	1.2566	624.6	497.1	37,11
53.9	1.42830	1.2571	626.1	498.0	37,20
54.0	1.42851	1.2577	627.6	499.0	37,29
54.1	1.42874	1.2583	629.0	499.9	37,37
54.2	1.42897	1.2589	630.4	500.8	37,45
54.3	1.42919	1.2595	631.8	501.7	37,54
54.4	1.42942	1.2600	633.2	502.6	37,62
54.5	1.42965	1.2606	634.7	503.5	37,71
54.6	1.42988	1.2612	636.1	504.3	37,79
54.7	1.43011	1.2617	637.5	505.2	37,88
54.8	1.43033	1.2623	638.9	506.1	37,96
54.9	1.43056	1.2629	640.3	507.0	38,04

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
60.0	1.44192	1.2938	716.8	554.0	42,59
60.1	1.44215	1.2944	718.3	554.9	42,68
60.2	1.44237	1.2950	719.8	555.8	42,77
60.3	1.44260	1.2956	721.2	556.7	42,85
60.4	1.44283	1.2962	722.7	557.6	42,94
60.5	1.44306	1.2968	724.2	558.4	43,03
60.6	1.44328	1.2974	725.7	559.3	43,12
60.7	1.44351	1.2980	727.2	560.2	43,21
60.8	1.44374	1.2986	728.6	561.1	43,29
60.9	1.44396	1.2992	730.1	562.0	43,38
61.0	1.44419	1.2998	731.6	562.8	43,47
61.1	1.44442	1.3004	733.1	563.8	43,56
61.2	1.44465	1.3011	734.7	564.7	43,65
61.3	1.44488	1.3017	736.2	565.6	43,74
61.4	1.44511	1.3023	737.8	566.5	43,84
61.5	1.44533	1.3030	739.4	567.4	43,93
61.6	1.44556	1.3036	740.9	568.4	44,02
61.7	1.44579	1.3042	742.5	569.3	44,12
61.8	1.44602	1.3048	744.0	570.2	44,21
61.9	1.44625	1.3055	745.6	571.1	44,30
62.0	1.44648	1.3061	747.1	572.0	44,39
62.1	1.44671	1.3067	748.6	572.9	44,48
62.2	1.44694	1.3073	750.2	573.8	44,57
62.3	1.44717	1.3080	751.7	574.7	44,66
62.4	1.44740	1.3086	753.3	575.6	44,76
62.5	1.44764	1.3092	754.8	576.5	44,85
62.6	1.44787	1.3098	756.3	577.4	44,94
62.7	1.44810	1.3104	757.9	578.3	45,03
62.8	1.44833	1.3111	759.4	579.2	45,12
62.9	1.44856	1.3117	761.0	580.1	45,21
63.0	1.44879	1.3123	762.5	581.0	45,31
63.1	1.44902	1.3130	764.1	582.0	45,40
63.2	1.44926	1.3136	765.7	582.9	45,49
63.3	1.44949	1.3143	767.3	583.8	45,59
63.4	1.44972	1.3149	768.9	584.8	45,69
63.5	1.44996	1.3156	770.6	585.7	45,79
63.6	1.45019	1.3162	772.2	586.6	45,88
63.7	1.45042	1.3169	773.8	587.6	45,98
63.8	1.45065	1.3175	775.4	588.5	46,07
63.9	1.45089	1.3182	777.0	589.4	46,17
64.0	1.45112	1.3188	778.6	590.4	46,26
64.1	1.45135	1.3195	780.1	591.3	46,35
64.2	1.45159	1.3201	781.7	592.1	46,45
64.3	1.45183	1.3207	783.2	593.0	46,53
64.4	1.45206	1.3213	784.8	593.9	46,63
64.5	1.45230	1.3219	786.3	594.8	46,72
64.6	1.45253	1.3226	787.8	595.7	46,81
64.7	1.45276	1.3232	789.4	596.6	46,90
64.8	1.45300	1.3238	790.9	597.5	46,99
64.9	1.45324	1.3244	792.5	598.3	47,09

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
55.0	1.43079	1.2635	641.7	507.9	38,11
55.1	1.43101	1.2640	643.2	508.8	38,22
55.2	1.43123	1.2646	644.6	509.7	38,30
55.3	1.43145	1.2652	646.1	510.7	38,39
55.4	1.43167	1.2658	647.6	511.6	38,48
55.5	1.43189	1.2664	649.1	512.5	38,57
55.6	1.43210	1.2670	650.5	513.4	38,65
55.7	1.43232	1.2676	652.0	514.3	38,74
55.8	1.43254	1.2682	653.5	515.3	38,83
55.9	1.43276	1.2688	654.9	516.2	38,91
56.0	1.43298	1.2694	656.4	517.1	39,00
56.1	1.43320	1.2700	657.9	518.0	39,09
56.2	1.43342	1.2706	659.4	518.9	39,18
56.3	1.43364	1.2712	660.8	519.9	39,26
56.4	1.43386	1.2718	662.3	520.8	39,35
56.5	1.43409	1.2724	663.8	521.7	39,44
56.6	1.43431	1.2730	665.3	522.6	39,53
56.7	1.43453	1.2736	666.8	523.5	39,62
56.8	1.43475	1.2742	668.2	524.4	39,70
56.9	1.43497	1.2748	669.7	525.4	39,79
57.0	1.43519	1.2754	671.2	526.3	39,88
57.1	1.43541	1.2760	672.7	527.2	39,97
57.2	1.43563	1.2766	674.3	528.2	40,06
57.3	1.43586	1.2773	675.8	529.1	40,15
57.4	1.43608	1.2779	677.4	530.1	40,25
57.5	1.43630	1.2785	678.9	531.0	40,34
57.6	1.43652	1.2791	680.4	532.0	40,43
57.7	1.43674	1.2797	682.0	532.9	40,52
57.8	1.43697	1.2804	683.5	533.8	40,61
57.9	1.43719	1.2810	685.1	534.8	40,70
58.0	1.43741	1.2816	686.6	535.7	40,80
58.1	1.43763	1.2822	688.1	536.6	40,88
58.2	1.43786	1.2828	689.6	537.5	40,97
58.3	1.43808	1.2834	691.0	538.4	41,06
58.4	1.43831	1.2840	692.5	539.3	41,14
58.5	1.43854	1.2846	694.0	540.2	41,23
58.6	1.43876	1.2852	695.5	541.1	41,32
58.7	1.43899	1.2858	697.0	542.0	41,41
58.8	1.43921	1.2864	698.4	542.9	41,50
58.9	1.43944	1.2870	699.9	543.8	41,58
59.0	1.43966	1.2876	701.4	544.7	41,67
59.1	1.43989	1.2882	702.9	545.7	41,76
59.2	1.44011	1.2888	704.5	546.6	41,86
59.3	1.44034	1.2895	706.0	547.5	41,95
59.4	1.44056	1.2901	707.6	548.5	42,04
59.5	1.44079	1.2907	709.1	549.4	42,13
59.6	1.44102	1.2913	710.6	550.3	42,22
59.7	1.44124	1.2920	712.2	551.2	42,32
59.8	1.44147	1.2926	713.7	552.2	42,41
59.9	1.44169	1.2932	715.3	553.1	42,50

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
65.0	1.45347	1.3251	794.0	599.2	47,18
65.1	1.45371	1.3257	795.6	600.1	47,27
65.2	1.45394	1.3264	797.2	601.1	47,37
65.3	1.45418	1.3270	798.8	602.0	47,46
65.4	1.45441	1.3277	800.4	602.9	47,56
65.5	1.45465	1.3283	802.1	603.8	47,66
65.6	1.45489	1.3290	803.7	604.7	47,75
65.7	1.45512	1.3296	805.3	605.6	47,85
65.8	1.45536	1.3303	806.9	606.6	47,94
65.9	1.45559	1.3309	808.5	607.5	48,04
66.0	1.45583	1.3316	810.1	608.4	48,13
66.1	1.45607	1.3322	811.6	609.3	48,22
66.2	1.45630	1.3328	813.2	610.1	48,32
66.3	1.45654	1.3335	814.8	611.0	48,41
66.4	1.45678	1.3341	816.3	611.9	48,50
66.5	1.45702	1.3347	817.9	612.8	48,60
66.6	1.45725	1.3353	819.4	613.6	48,69
66.7	1.45749	1.3360	820.9	614.5	48,77
66.8	1.45773	1.3366	822.5	615.4	48,87
66.9	1.45796	1.3372	824.1	616.2	48,97
67.0	1.45820	1.3378	825.6	617.1	49,05
67.1	1.45844	1.3385	827.2	618.0	49,15
67.2	1.45868	1.3391	828.8	618.9	49,24
67.3	1.45892	1.3398	830.4	619.8	49,34
67.4	1.45916	1.3404	832.0	620.7	49,43
67.5	1.45940	1.3411	833.7	621.6	49,53
67.6	1.45964	1.3418	835.3	622.5	49,63
67.7	1.45988	1.3424	836.9	623.4	49,73
67.8	1.46012	1.3431	838.5	624.3	49,82
67.9	1.46036	1.3437	840.1	625.2	49,92
68.0	1.46060	1.3444	841.7	626.1	50,01
68.1	1.46084	1.3450	843.4	627.0	50,11
68.2	1.46108	1.3457	845.1	628.0	50,21
68.3	1.46132	1.3464	846.7	628.9	50,31
68.4	1.46156	1.3471	848.4	629.8	50,41
68.5	1.46181	1.3478	850.1	630.8	50,51
68.6	1.46205	1.3484	851.8	631.7	50,61
68.7	1.46229	1.3491	853.5	632.6	50,71
68.8	1.46253	1.3498	855.1	633.5	50,81
68.9	1.46277	1.3505	856.8	634.5	50,91
69.0	1.46301	1.3512	858.5	635.4	51,01
69.1	1.46325	1.3518	860.1	636.3	51,10
69.2	1.46350	1.3525	861.7	637.2	51,20
69.3	1.46374	1.3531	863.3	638.0	51,29
69.4	1.46398	1.3538	864.9	638.9	51,39
69.5	1.46423	1.3544	866.6	639.8	51,49
69.6	1.46447	1.3551	868.2	640.7	51,58
69.7	1.46471	1.3557	869.8	641.6	51,68
69.8	1.46495	1.3564	871.4	642.4	51,78
69.9	1.46520	1.3570	873.0	643.3	51,87

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
70.0	1.46544	1.3577	874.6	644.2	51,97
70.1	1.46568	1.3583	876.2	645.1	52,06
70.2	1.46593	1.3590	877.8	645.9	52,15
70.3	1.46618	1.3596	879.4	646.8	52,25
70.4	1.46642	1.3603	881.0	647.7	52,35
70.5	1.46667	1.3609	882.7	648.6	52,45
70.6	1.46691	1.3616	884.3	649.4	52,54
70.7	1.46715	1.2622	885.9	650.3	52,64
70.8	1.46740	1.3629	887.5	651.2	52,73
70.9	1.46765	1.3635	889.1	652.1	52,83
71.0	1.46789	1.3642	890.7	652.9	52,92
71.1	1.46814	1.3649	892.4	653.8	53,02
71.2	1.46838	1.3655	894.1	654.7	53,12
71.3	1.46863	1.3662	895.7	655.6	53,22
71.4	1.46888	1.3669	897.4	656.5	53,32
71.5	1.46913	1.3676	899.1	657.4	53,42
71.6	1.46937	1.3683	900.8	658.3	53,52
71.7	1.46962	1.3689	902.5	659.2	53,62
71.8	1.46987	1.3696	904.1	660.1	53,72
71.9	1.47011	1.3703	905.8	661.0	53,82
72.0	1.47036	1.3710	907.5	661.9	53,92
72.1	1.47061	1.3717	909.2	662.8	54,02
72.2	1.47086	1.3723	910.8	663.7	54,12
72.3	1.47110	1.3730	912.5	664.6	54,22
72.4	1.47135	1.3737	914.2	665.5	54,32
72.5	1.47160	1.3744	915.9	666.4	54,42
72.6	1.47185	1.3750	917.5	667.3	54,51
72.7	1.47210	1.3757	919.2	668.2	54,62
72.8	1.47234	1.3764	920.9	669.0	54,72
72.9	1.47259	1.3771	922.5	669.9	54,81
73.0	1.47284	1.3777	924.2	670.8	54,91
73.1	1.47309	1.3784	925.9	671.7	55,01
73.2	1.47334	1.3791	927.6	672.6	55,11
73.3	1.47359	1.3798	929.2	673.5	55,21
73.4	1.47384	1.3804	930.9	674.4	55,31
73.5	1.47409	1.3811	932.6	675.2	55,41
73.6	1.47434	1.3818	934.3	676.1	55,51
73.7	1.47459	1.3825	936.0	677.0	55,61
73.8	1.47484	1.3832	937.6	677.9	55,71
73.9	1.47509	1.3838	939.3	678.8	55,81
74.0	1.47534	1.3845	941.0	679.7	55,91
74.1	1.47559	1.3852	942.7	680.5	56,01
74.2	1.47584	1.3859	944.4	681.4	56,11
74.3	1.47609	1.3866	946.0	682.3	56,21
74.4	1.47634	1.3872	947.7	683.2	56,31
74.5	1.47660	1.3879	949.4	684.0	56,41
74.6	1.47685	1.3886	951.1	684.9	56,51
74.7	1.47710	1.3893	952.8	685.8	56,61
74.8	1.47735	1.3900	954.4	686.7	56,71
74.9	1.47760	1.3906	956.1	687.5	56,81

TABELLE III

Zuckergehalt (1) von rektifiziertem Traubenmost in Gramm je Liter und in Gramm je Kilogramm, bestimmt mittels Refraktometrie, abgelesen bei 20 °C als Massenprozent Saccharose oder als Brechungsindex. Die Volumenmasse bei 20 °C ist ebenfalls angegeben.

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
50.0	1.42008	1.2342	627.6	508.5	37,28
50.1	1.42029	1.2348	629.3	509.6	37,38
50.2	1.42050	1.2355	630.9	510.6	37,48
50.3	1.42071	1.2362	632.4	511.6	37,56
50.4	1.42092	1.2367	634.1	512.7	37,66
50.5	1.42113	1.2374	635.7	513.7	37,76
50.6	1.42135	1.2381	637.3	514.7	37,85
50.7	1.42156	1.2386	638.7	515.7	37,94
50.8	1.42177	1.2391	640.4	516.8	38,04
50.9	1.42198	1.2396	641.9	517.8	38,13
51.0	1.42219	1.2401	643.4	518.8	38,22
51.1	1.42240	1.2406	645.0	519.9	38,31
51.2	1.42261	1.2411	646.5	520.9	38,40
51.3	1.42282	1.2416	648.1	522.0	38,50
51.4	1.42304	1.2421	649.6	523.0	38,59
51.5	1.42325	1.2427	651.2	524.0	38,68
51.6	1.42347	1.2434	652.9	525.1	38,78
51.7	1.42368	1.2441	654.5	526.1	38,88
51.8	1.42389	1.2447	656.1	527.1	38,97
51.9	1.42410	1.2454	657.8	528.2	39,07
52.0	1.42432	1.2461	659.4	529.2	39,17
52.1	1.42453	1.2466	661.0	530.2	39,26
52.2	1.42475	1.2470	662.5	531.3	39,35
52.3	1.42496	1.2475	664.1	532.3	39,45
52.4	1.42517	1.2480	665.6	533.3	39,54
52.5	1.42538	1.2486	667.2	534.4	39,63
52.6	1.42560	1.2493	668.9	535.4	39,73
52.7	1.42581	1.2500	670.5	536.4	39,83
52.8	1.42603	1.2506	672.2	537.5	39,93
52.9	1.42624	1.2513	673.8	538.5	40,02
53.0	1.42645	1.2520	675.5	539.5	40,12
53.1	1.42667	1.2525	677.1	540.6	40,22
53.2	1.42689	1.2530	678.5	541.5	40,30
53.3	1.42711	1.2535	680.2	542.6	40,40
53.4	1.42733	1.2540	681.8	543.7	40,50
53.5	1.42754	1.2546	683.4	544.7	40,59
53.6	1.42776	1.2553	685.1	545.8	40,69
53.7	1.42797	1.2560	686.7	546.7	40,79
53.8	1.42819	1.2566	688.4	547.8	40,89
53.9	1.42840	1.2573	690.1	548.9	40,99
54.0	1.42861	1.2580	691.7	549.8	41,09
54.1	1.42884	1.2585	693.3	550.9	41,18
54.2	1.42906	1.2590	694.9	551.9	41,28
54.3	1.42927	1.2595	696.5	553.0	41,37
54.4	1.42949	1.2600	698.1	554.0	41,47
54.5	1.42971	1.2606	699.7	555.1	41,56
54.6	1.42993	1.2613	701.4	556.1	41,66
54.7	1.43014	1.2620	703.1	557.1	41,76
54.8	1.43036	1.2625	704.7	558.2	41,86
54.9	1.43058	1.2630	706.2	559.1	41,95

(1) Der Zuckergehalt wird in Invertzucker ausgedrückt.

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
55.0	1.43079	1.2635	707.8	560.2	42,04
55.1	1.43102	1.2639	709.4	561.3	42,14
55.2	1.43124	1.2645	711.0	562.3	42,23
55.3	1.43146	1.2652	712.7	563.3	42,33
55.4	1.43168	1.2659	714.4	564.3	42,44
55.5	1.43189	1.2665	716.1	565.4	42,54
55.6	1.43211	1.2672	717.8	566.4	42,64
55.7	1.43233	1.2679	719.5	567.5	42,74
55.8	1.43255	1.2685	721.1	568.5	42,83
55.9	1.43277	1.2692	722.8	569.5	42,93
56.0	1.43298	1.2699	724.5	570.5	43,04
56.1	1.43321	1.2703	726.1	571.6	43,13
56.2	1.43343	1.2708	727.7	572.6	43,23
56.3	1.43365	1.2713	729.3	573.7	43,32
56.4	1.43387	1.2718	730.9	574.7	43,42
56.5	1.43409	1.2724	732.6	575.8	43,52
56.6	1.43431	1.2731	734.3	576.8	43,62
56.7	1.43454	1.2738	736.0	577.8	43,72
56.8	1.43476	1.2744	737.6	578.8	43,81
56.9	1.43498	1.2751	739.4	579.9	43,92
57.0	1.43519	1.2758	741.1	580.9	44,02
57.1	1.43542	1.2763	742.8	582.0	44,12
57.2	1.43564	1.2768	744.4	583.0	44,22
57.3	1.43586	1.2773	745.9	584.0	44,31
57.4	1.43609	1.2778	747.6	585.1	44,41
57.5	1.43631	1.2784	749.3	586.1	44,51
57.6	1.43653	1.2791	751.0	587.1	44,61
57.7	1.43675	1.2798	752.7	588.1	44,71
57.8	1.43698	1.2804	754.4	589.2	44,81
57.9	1.43720	1.2810	756.1	590.2	44,91
58.0	1.43741	1.2818	757.8	591.2	45,01
58.1	1.43764	1.2822	759.5	592.3	45,11
58.2	1.43784	1.2827	761.1	593.4	45,21
58.3	1.43809	1.2832	762.6	594.3	45,30
58.4	1.43832	1.2837	764.3	595.4	45,40
58.5	1.43854	1.2843	766.0	596.4	45,50
58.6	1.43877	1.2850	767.8	597.5	45,61
58.7	1.43899	1.2857	769.5	598.5	45,71
58.8	1.43922	1.2863	771.1	599.5	45,80
58.9	1.43944	1.2869	772.9	600.6	45,91
59.0	1.43966	1.2876	774.6	601.6	46,01
59.1	1.43988	1.2882	776.3	602.6	46,11
59.2	1.44011	1.2889	778.1	603.7	46,22
59.3	1.44034	1.2896	779.8	604.7	46,32
59.4	1.44057	1.2902	781.6	605.8	46,43
59.5	1.44079	1.2909	783.3	606.8	46,53
59.6	1.44102	1.2916	785.2	607.9	46,64
59.7	1.44124	1.2921	786.8	608.9	46,74
59.8	1.44147	1.2926	788.4	609.9	46,83
59.9	1.44169	1.2931	790.0	610.9	46,93

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
60.0	1.44192	1.2936	791.7	612.0	47,03
60.1	1.44215	1.2942	793.3	613.0	47,12
60.2	1.44238	1.2949	795.2	614.1	47,23
60.3	1.44260	1.2956	796.9	615.1	47,34
60.4	1.44283	1.2962	798.6	616.1	47,44
60.5	1.44305	1.2969	800.5	617.2	47,55
60.6	1.44328	1.2976	802.2	618.2	47,65
60.7	1.44351	1.2981	803.9	619.3	47,75
60.8	1.44374	1.2986	805.5	620.3	47,85
60.9	1.44397	1.2991	807.1	621.3	47,94
61.0	1.44419	1.2996	808.7	622.3	48,04
61.1	1.44442	1.3002	810.5	623.4	48,14
61.2	1.44465	1.3009	812.3	624.4	48,25
61.3	1.44488	1.3016	814.2	625.5	48,36
61.4	1.44511	1.3022	815.8	626.5	48,46
61.5	1.44534	1.3029	817.7	627.6	48,57
61.6	1.44557	1.3036	819.4	628.6	48,67
61.7	1.44580	1.3042	821.3	629.7	48,79
61.8	1.44603	1.3049	823.0	630.7	48,89
61.9	1.44626	1.3056	824.8	631.7	48,99
62.0	1.44648	1.3062	826.6	632.8	49,10
62.1	1.44672	1.3068	828.3	633.8	49,20
62.2	1.44695	1.3075	830.0	634.8	49,30
62.3	1.44718	1.3080	831.8	635.9	49,40
62.4	1.44741	1.3085	833.4	636.9	49,50
62.5	1.44764	1.3090	835.1	638.0	49,60
62.6	1.44787	1.3095	836.8	639.0	49,71
62.7	1.44810	1.3101	838.5	640.0	49,81
62.8	1.44833	1.3108	840.2	641.0	49,91
62.9	1.44856	1.3115	842.1	642.1	50,02
63.0	1.44879	1.3121	843.8	643.1	50,12
63.1	1.44902	1.3128	845.7	644.2	50,23
63.2	1.44926	1.3135	847.5	645.2	50,34
63.3	1.44949	1.3141	849.3	646.3	50,45
63.4	1.44972	1.3148	851.1	647.3	50,56
63.5	1.44995	1.3155	853.0	648.4	50,67
63.6	1.45019	1.3161	854.7	649.4	50,77
63.7	1.45042	1.3168	856.5	650.4	50,88
63.8	1.45065	1.3175	858.4	651.5	50,99
63.9	1.45088	1.3180	860.0	652.5	51,08
64.0	1.45112	1.3185	861.6	653.5	51,18
64.1	1.45135	1.3190	863.4	654.6	51,29
64.2	1.45158	1.3195	865.1	655.6	51,39
64.3	1.45181	1.3201	866.9	656.7	51,49
64.4	1.45205	1.3208	868.7	657.7	51,60
64.5	1.45228	1.3215	870.6	658.8	51,71
64.6	1.45252	1.3221	872.3	659.8	51,81
64.7	1.45275	1.3228	874.1	660.8	51,92
64.8	1.45299	1.3235	876.0	661.9	52,03
64.9	1.45322	1.3241	877.8	662.9	52,14

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
65.0	1.45347	1.3248	879.7	664.0	52,25
65.1	1.45369	1.3255	881.5	665.0	52,36
65.2	1.45393	1.3261	883.2	666.0	52,46
65.3	1.45416	1.3268	885.0	667.0	52,57
65.4	1.45440	1.3275	886.9	668.1	52,68
65.5	1.45463	1.3281	888.8	669.2	52,79
65.6	1.45487	1.3288	890.6	670.2	52,90
65.7	1.45510	1.3295	892.4	671.2	53,01
65.8	1.45534	1.3301	894.2	672.3	53,12
65.9	1.45557	1.3308	896.0	673.3	53,22
66.0	1.45583	1.3315	898.0	674.4	53,34
66.1	1.45605	1.3320	899.6	675.4	53,44
66.2	1.45629	1.3325	901.3	676.4	53,54
66.3	1.45652	1.3330	903.1	677.5	53,64
66.4	1.45676	1.3335	904.8	678.5	53,75
66.5	1.45700	1.3341	906.7	679.6	53,86
66.6	1.45724	1.3348	908.5	680.6	53,96
66.7	1.45747	1.3355	910.4	681.7	54,08
66.8	1.45771	1.3361	912.2	682.7	54,18
66.9	1.45795	1.3367	913.9	683.7	54,29
67.0	1.45820	1.3374	915.9	684.8	54,40
67.1	1.45843	1.3380	917.6	685.8	54,51
67.2	1.45867	1.3387	919.6	686.9	54,62
67.3	1.45890	1.3395	921.4	687.9	54,73
67.4	1.45914	1.3400	923.1	688.9	54,83
67.5	1.45938	1.3407	925.1	690.0	54,95
67.6	1.45962	1.3415	927.0	691.0	55,06
67.7	1.45986	1.3420	928.8	692.1	55,17
67.8	1.46010	1.3427	930.6	693.1	55,28
67.9	1.46034	1.3434	932.6	694.2	55,40
68.0	1.46060	1.3440	934.4	695.2	55,50
68.1	1.46082	1.3447	936.2	696.2	55,61
68.2	1.46106	1.3454	938.0	697.2	55,72
68.3	1.46130	1.3460	939.9	698.3	55,83
68.4	1.46154	1.3466	941.8	699.4	55,94
68.5	1.46178	1.3473	943.7	700.4	56,06
68.6	1.46202	1.3479	945.4	701.4	56,16
68.7	1.46226	1.3486	947.4	702.5	56,28
68.8	1.46251	1.3493	949.2	703.5	56,38
68.9	1.46275	1.3499	951.1	704.6	56,50
69.0	1.46301	1.3506	953.0	705.6	56,61
69.1	1.46323	1.3513	954.8	706.6	56,72
69.2	1.46347	1.3519	956.7	707.7	56,83
69.3	1.46371	1.3526	958.6	708.7	56,94
69.4	1.46396	1.3533	960.6	709.8	57,06
69.5	1.46420	1.3539	962.4	710.8	57,17
69.6	1.46444	1.3546	964.3	711.9	57,28
69.7	1.46468	1.3553	966.2	712.9	57,39
69.8	1.46493	1.3560	968.2	714.0	57,51
69.9	1.46517	1.3566	970.0	715.0	57,62

Saccharose % (g/g)	Brechungs-index bei 20 °C	Volumen-masse bei 20 °C	Invert-zucker g/l	Invert-zucker g/kg	Alkohol % vol. 20 °C
70.0	1.46544	1.3573	971.8	716.0	57,72
70.1	1.46565	1.3579	973.8	717.1	57,84
70.2	1.46590	1.3586	975.6	718.1	57,95
70.3	1.46614	1.3593	977.6	719.2	58,07
70.4	1.46639	1.3599	979.4	720.2	58,18
70.5	1.46663	1.3606	981.3	721.2	58,29
70.6	1.46688	1.3613	983.3	722.3	58,41
70.7	1.46712	1.3619	985.2	723.4	58,52
70.8	1.46737	1.3626	987.1	724.4	58,63
70.9	1.46761	1.3633	988.9	725.4	58,74
71.0	1.46789	1.3639	990.9	726.5	58,86
71.1	1.46810	1.3646	992.8	727.5	58,97
71.2	1.46835	1.3653	994.8	728.6	59,09
71.3	1.46859	1.3659	996.6	729.6	59,20
71.4	1.46884	1.3665	998.5	730.7	59,31
71.5	1.46908	1.3672	1000.4	731.7	59,42
71.6	1.46933	1.3678	1002.2	732.7	59,53
71.7	1.46957	1.3685	1004.2	733.8	59,65
71.8	1.46982	1.3692	1006.1	734.8	59,76
71.9	1.47007	1.3698	1008.0	735.9	59,88
72.0	1.47036	1.3705	1009.9	736.9	59,99
72.1	1.47056	1.3712	1012.0	738.0	60,11
72.2	1.47081	1.3718	1013.8	739.0	60,22
72.3	1.47106	1.3725	1015.7	740.0	60,33
72.4	1.47131	1.3732	1017.7	741.1	60,45
72.5	1.47155	1.3738	1019.5	742.1	60,56
72.6	1.47180	1.3745	1021.5	743.2	60,68
72.7	1.47205	1.3752	1023.4	744.2	60,79
72.8	1.47230	1.3758	1025.4	745.3	60,91
72.9	1.47254	1.3765	1027.3	746.3	61,02
73.0	1.47284	1.3772	1029.3	747.4	61,14
73.1	1.47304	1.3778	1031.2	748.4	61,25
73.2	1.47329	1.3785	1033.2	749.5	61,37
73.3	1.47354	1.3792	1035.1	750.5	61,48
73.4	1.47379	1.3798	1037.1	751.6	61,60
73.5	1.47404	1.3805	1039.0	752.6	61,72
73.6	1.47429	1.3812	1040.9	753.6	61,83
73.7	1.47454	1.3818	1042.8	754.7	61,94
73.8	1.47479	1.3825	1044.8	755.7	62,06
73.9	1.47504	1.3832	1046.8	756.8	62,18
74.0	1.47534	1.3838	1048.6	757.8	62,28
74.1	1.47554	1.3845	1050.7	758.9	62,41
74.2	1.47579	1.3852	1052.6	759.9	62,52
74.3	1.47604	1.3858	1054.6	761.0	62,64
74.4	1.47629	1.3865	1056.5	762.0	62,76
74.5	1.47654	1.3871	1058.5	763.1	62,87
74.6	1.47679	1.3878	1060.4	764.1	62,99
74.7	1.47704	1.3885	1062.3	765.1	63,10
74.8	1.47730	1.3892	1064.4	766.2	63,23
74.9	1.47755	1.3898	1066.3	767.2	63,33
75.0	1.47785	1.3905	1068.3	768.3	63,46

3. ALKOHOLGEHALT

1. DEFINITION

Der in Volumenprozent ausgedrückte Alkholgehalt ist gleich der Anzahl Liter Ethanol, die in 100 l Wein enthalten sind. Beide Volumina werden bei 20 °C gemessen. Symbol: „% vol".

Bemerkung:

Die Homologen des Ethanols sowie der Ethanol und die Homologen des Ethanols der Ester sind im Alkoholgehalt enthalten, da sie in das Destillat übergehen.

2. PRINZIP DER METHODEN

2.1. **Destillation des durch Calciumhydroxid alkalisierten Weines und Bestimmung des Alkoholgehaltes im Destillat**

2.2. **Referenzmethode: Pyknometrische Bestimmung der Volumenmasse des Destillates**

2.3. **Gebräuchliche Methoden**

2.3.1. *Bestimmung des Alkoholgehaltes des Destillates mit dem Aräometer*

2.3.2. *Bestimmung des Alkoholgehaltes des Destillates durch Messung der Volumenmasse mittels hydrostatischer Waage*

2.3.3. *Bestimmung des Alkoholgehaltes des Destillates mit dem Refraktometer*

Anmerkung:

Der Alkoholgehalt entsprechend der Volumenmasse des Destillates kann den Tabellen I, II und III im Anhang dieses Kapitels entnommen werden. Diese sind aufgrund der internationalen Alkoholtabelle berechnet worden, die von der internationalen Organisation für das gesetzliche Meßwesen im Jahr 1972 in ihrer Empfehlung Nr. 22 veröffentlicht und vom „internationalen Weinamt" (Office international de la Vigne et du Vin) auf der Generalversammlung 1974 angenommen wurde.

Die allgemeine Gleichung zur Berechnung des Alkoholgehaltes in % Vol. aus der Volumenmasse einer wäßrig-alkoholischen Lösung unter Berücksichtigung der Temperatur ist im Anhang dieses Kapitels angegeben.

3. GEWINNUNG DES DESTILLATES

3.1. **Gerätschaften**

3.1.1. Destillationsapparatur bestehend aus:

— einem 1-Liter-Normalschliffkolben;

— einer Rektifizierkolonne von etwa 20 cm Länge oder einer anderen Einrichtung zur Verhinderung eines Überschäumens;

— einer Wärmequelle: jegliches Anbrennen der Extraktstoffe ist durch die Verwendung eines entsprechenden Gerätes zu vermeiden;

— einem in ein dünnes Rohr auslaufenden Kühler, durch das das Destillat bis zum Boden des Vorlagegefäßes, das einige Milliliter Wasser enthält, geführt wird.

3.1.2. Wasserdampfdestillationsapparatur bestehend aus:

1. einem Wasserdampfentwickler;
2. einem Destillierkolben;
3. einer Rektifizierkolonne;
4. einem Kühler.

Es kann jede Art von Destillations- oder Wasserdampfdestillationsapparatur verwendet werden, wenn sie den folgenden Bedingungen entspricht: Eine wäßrig-alkoholische

Mischung von 10 % Vol. Alkohol wird fünfmal hintereinander destilliert. Nach der fünften Destillation muß das Destillat einen Alkoholgehalt von mindestens 9,9 % Vol. aufweisen, d. h. der Alkoholverlust während einer Destillation darf nicht mehr als 0,02 % Vol. betragen.

3.2. **Reagenzien**

3.2.1. *Calciumhydroxidsuspension* ($Ca(OH)_2$), 2M

Diese wird so hergestellt, daß 1 l heißes Wasser (60—70 °C) vorsichtig auf 120 g ungelöschten Kalk (CaO) gegossen wird.

3.3. **Vorbereitung der Probe**

Bei Jungweinen oder Schaumweinen muß vorher die Hauptmenge an Kohlendioxid entfernt werden. Hierzu werden 250 bis 300 ml Wein in einen 500-ml-Kolben gegeben und geschüttelt.

3.4. **Durchführung der Bestimmung**

In einem 200-ml-Meßkolben wird der Wein abgemessen und die Temperatur festgestellt.

Der Wein wird in den Destillierkolben der Destillations- bzw. Wasserdampfdestillationsapparatur umgefüllt. Der Meßkolben wird viermal mit 5 ml Wasser nachgespült und das Wasser ebenfalls in den Kolben gegeben. Sodann fügt man 10 ml Calciumhydroxidlösung (3.2.1) und im Fall der Destillation einige Siedesteine aus porösem inerten Material (Bimsstein) hinzu.

Das Destillat wird in demselben 200-ml-Meßkolben aufgefangen, der zur Abmessung des Weines gedient hat.

Bei der Destillation müssen drei Viertel des Ausgangsvolumens, bei der Wasserdampfdestillation 198 bis 199 ml überdestilliert werden. Man füllt mit destilliertem Wasser auf 200 ml auf. Die Temperatur des Destillates soll nicht mehr als ± 2 °C von der Ausgangstemperatur abweichen.

Man mischt vorsichtig mit kreisförmigen Bewegungen.

Bemerkung:

Bei Weinen, die besonders reich an Ammoniumionen sind, wird das Destillat gegebenenfalls unter den obengenannten Bedingungen erneut destilliert, wobei die Calciumhydroxidsuspension durch 1 ml 10 %ige (v/v) Schwefelsäure ersetzt wird.

4. REFERENZMETHODE

Bestimmung des Alkoholgehaltes des Destillates mit dem Pyknometer.

4.1. **Gerätschaften**

4.1.1. Geeichte Pyknometer, siehe „Bestimmung der Volumenmasse".

4.2. **Durchführung der Bestimmung**

Die Bestimmung der scheinbaren Volumenmasse bei t °C des Destillates (3.4) wird, wie in Kapitel 1 „Volumenmasse" unter 4.3.1 und 4.3.2 angegeben, durchgeführt. ρ_t = scheinbare Volumenmasse bei t °C.

4.3. **Angabe der Ergebnisse**

4.3.1. *Berechnung*

Der Alkoholgehalt bei 20 °C wird der Tabelle I entnommen. Hierzu sucht man entlang der Zelle, die dem ganzzahligen Anteil T °C der gemessenen Temperatur t °C entspricht, den

zu ρ_t nächst höheren Volumenmassenwert. Mit der darunterstehenden Tabellendifferenz wird die Volumenmasse ρ bei der Temperatur T °C berechnet.

Nun sucht man, wiederum entlang der Zeile der Temperatur T °C, den zu der berechneten Volumenmasse ρ nächsthöheren Wert ρ'. Man berechnet die Differenz beider Volumenmassen $(\rho' - \rho)$ und dividiert durch die rechts neben ρ' stehende Tabellendifferenz. Der Quotient gibt die Alkoholvolumenprozente in Dezimalen an, deren ganze Zahlen oberhalb der Spalte, in der sich der Volumenmassewert ρ' befindet, angegeben sind. Ein Beispiel für die Berechnung des Alkholgehaltes ist in Abschnitt 6 dieses Kapitels angegeben.

Anmerkung:

Diese Temperaturkorrektur ist programmiert worden und kann gegebenfalls automatisch erfolgen.

4.3.2. *Wiederholbarkeit (r):*

r = 0,10 % Vol.

4.3.3. *Vergleichbarkeit (R):*

R = 0,19 % Vol.

5. GEBRÄUCHLICHE METHODEN

5.1. **Aräometrie**

5.1.1. *Gerätschaften*

5.1.1.1. Alkoholmeter

Das Alkoholmeter muß den Definitionen für die Geräte der Klasse I oder II gemäß der Internationalen Empfehlung Nr. 44 „Alkoholmeter und Aräometer für Alkohol" der IOML (Internationale Organisation für das gesetzliche Meßwesen) entsprechen.

5.1.1.2. Thermometer von 0—40 °C, Einteilung in 1/10 Grad, auf 1/20 Grad genau geprüft.

5.1.1.3. Glaszylinder, 36 mm Innendurchmesser und 320 mm Höhe, der mit Hilfe eines Stativs befestigt wird.

5.1.2. *Durchführung des Bestimmung*

Das Destillat (3.4) wird in den Glaszylinder gefüllt, und das Thermometer und das Alkoholmeter werden hineingebracht. Das Ablesen des Thermometers erfolgt eine Minute nach dem Schütteln, um einen Temperaturausgleich zwischen dem Glaszylinder, dem Thermometer, dem Alkoholmeter und dem Destillat zu gewährleisten. Das Thermometer wird herausgenommen und der scheinbare Alkoholgehalt nach einer Minute abgelesen. Es wird mindestens dreimal mit Hilfe einer Lupe abgelesen. Die Temperaturkorrektur des scheinbaren Alkoholgehaltes gemessen bei t °C wird mit Hilfe von Tabelle II vorgenommen.

Die Temperatur der Flüssigkeit soll nur gering von der der Raumtemperatur abweichen (höchstens 5 °C Unterschied).

5.2. **Bestimmung der Volumenmasse mit der hydrostatischen Waage**

5.2.1. *Gerätschaften*

5.2.1.1. Hydrostatische Waage, siehe Kapitel I „Volumenmasse".

5.2.2. *Durchführung der Bestimmung*

Die Bestimmung der scheinbaren Volumenmasse bei t °C des Destillates wird, wie in Kapitel I „Volumenmasse" unter 5.2.2 beschrieben, durchgeführt.

5.2.3. *Angabe der Ergebnisse*

Der Alkoholgehalt bei 20 °C wird gemäß den unter 4.3.1 gegebenen Anweisungen der Tabelle I entnommen, sofern der Schwimmer aus Pyrexglas besteht und gemäß der Tabelle III, sofern der Schwimmer aus gewöhnlichem Glas besteht.

5.3. **Refraktometrie**

5.3.1. *Gerätschaften*

5.3.1.1. Refraktometer, das die Messung der Brechungsindizes zwischen 1,330 und 1,346 ermöglicht.

Je nach Art des Gerätes werden folgende Messungen durchgeführt:

— bei 20 °C, mit Hilfe einer geeigneten Einrichtung;

— bei Raumtemperatur t °C, gemessen mittels eines Thermometers (Genauigkeit 0,05 °C). Eine Korrekturtabelle für die Temperatur wird mit dem Gerät geliefert.

5.3.2. *Durchführung der Bestimmung*

Die Messung des Brechungsindexes des Weindestillates (3.4) erfolgt gemäß der für den verwendeten Gerätetyp beschriebenen Arbeitsweise.

5.3.3. *Angabe der Ergebnisse*

Der dem Brechungsindex bei 20 °C entsprechende Alkoholgehalt ist der Tabelle IV zu entnehmen.

Anmerkung:

Tabelle IV gibt die Beziehung zwischen den Brechungsindizes für reine wäßrig-alkoholische Lösungen und Weindestillaten an. Bei Weindestillaten werden Verunreinigungen des Destillates (hauptsächlich höhere Alkohole) berücksichtigt. Das Vorhandensein von Methanol ist durch eine Verringerung des Brechungsindexes, somit also des Alkoholgehaltes, zu erkennen.

6. BEISPIEL FÜR DIE BERECHNUNG DES ALKOHOLGEHALTES EINES WEINES
(Referenzmethode)

6.1. **Verwendung einer zweiarmigen Waage**

6.1.1. Die Pyknometerkonstanten sind, wie in Kapitel I „Volumenmasse und relative Dichte" unter 6.1.1 angegeben, bestimmt und berechnet worden.

6.1.2. *Wägung des mit Destillat gefüllten Pyknometers:*

Zahlenbeispiel

Gewicht = Pyknometer + Destillat bei t °C + p″

t °C	= 18,90 °C
t °C korrigiert	= 18,70 °C
p″	= 2,8074 g

p + m − p″ = Masse des Destillats bei t °C : 105,0698 − 2,8074 = 102,2624 g

Scheinbare Volumenmasse bei t °C:

$$\rho_t = \frac{p + m - p''}{\text{Volumen des Pyknometers bei 20 °C}} \qquad \left\{ \rho_{18,70\,°C} = \frac{102,2624}{104,0229} = 0,983076 \right.$$

6.1.3. *Berechnung des Alkoholgehaltes:*

Man bezieht sich auf die Tabelle der scheinbaren Volumenmassen von wäßrig-alkoholischen Lösungen bei verschiedenen Temperaturen (siehe 4.3.1).

Auf der Zeile 18 °C der Tabelle der scheinbaren Volumenmasse ist die zu der gemessenen Volumenmasse 0,983076 nächsthöhere Volumenmasse 0,98398 in der Spalte 11 % Vol.

Volumenmasse bei 18 °C: $(98307{,}6 + 0{,}7 \times 22)\ 10^{-5} = 0{,}98323$
$0{,}98398 - 0{,}98323 = 0{,}00075$

Dezimalstellen der Alkoholvolumenprozente = 75/114 = 0,65

Der Alkoholgehalt beträgt somit 11,65 % Vol.

6.2. **Verwendung einer einarmigen Waage**

6.2.1 Die Pyknometerkonstanten sind, wie in Kapitel I „Volumenmasse und relative Dichte" unter 6.2.1 angegeben, bestimmt und berechnet worden.

6.2.2. *Wägung des mit Destillat gefüllten Pyknometers:*

Gewicht des Taragefäßes zum Zeitpunkt der Bestimmung in Gramm:	$T_1 = 171{,}9178$
Mit Destillat gefülltes Pyknometer bei 20,50 °C in Gramm:	$P_2 = 167{,}8438$
Änderung des Luftdrucks:	$dT = 171{,}9178 - 171{,}9160 = + 0{,}0018$
Masse des Destillates bei 20,50 °C:	$L_t = 167{,}8438 - (67{,}6695 + 0{,}0018) = 100{,}1725$
Scheinbare Volumenmasse des Destillates:	$\rho_{20.5\,°C} = \frac{100{,}1725}{101{,}8194} = 0{,}983825$

6.2.3. *Berechnung des Alkoholgehaltes*

Man bezieht sich auf die Tabelle der scheinbaren Volumenmassen von wäßrig-alkoholischen Lösungen bei verschiedenen Temperaturen (siehe 4.3.1).

Auf der Zeile 20 °C der Tabelle der scheinbaren Volumenmassen ist die zu der gemessenen Volumenmasse 0,983825 nächsthöhere Volumenmasse 0,98471 in der Spalte 10 % Vol.

Volumenmasse bei 20 °C:
$(98382{,}5 + 0{,}50 \times 24)\ 10^{-5} = 0{,}983945$
$0{,}98471 - 0{,}983945 = 0{,}000765$

Dezimalstellen der Alkoholvolumenprozente = 76,5/119 = 0,64

Der Alkoholgehalt beträgt somit 10,64 % Vol.

FORMEL ZUR BERECHNUNG DER ALKOHOLTABELLEN FÜR MISCHUNGEN AUS ETHYLALKOHOL UND WASSER

Die Volumenmasse „ρ", ausgedrückt als Kilogramm je Kubikmeter (kg/m³), einer Mischung aus Ethylalkohol und Wasser bei der Temperatur t, ausgedrückt in Grad Celsius, ist durch folgende Formel in Abhängigkeit von

— dem Massengehalt p, ausgedrückt durch eine Dezimalzahl (1),
— der Temperatur t, ausgedrückt in Grad Celsius (E. I. P. T. 68),
— den nachstehenden numerischen Koeffizienten

gegeben.

Die Formel gilt für Temperaturen zwischen − 20 °C und + 40 °C.

$$\varrho = A_1 + \sum_{k=2}^{12} A_k\, p^{k-1} + \sum_{k=1}^{6} B_k (t - 20\,°C)^k$$

$$+ \sum_{i=1}^{n} \sum_{k=1}^{m} C_{i,k}\, p^k (t - 20\,°C)^i \qquad \begin{array}{llll} n = 5 & & m_3 = 9 \\ m_1 = 11 & & m_4 = 4 \\ m_2 = 10 & & m_5 = 2 \end{array}$$

Numerische Koeffizienten der Formel

k	A_k kg/m³	B_k
1	9,982 012 300 · 10²	− 2,061 851 3 · 10⁻¹ kg/(m³ · °C)
2	− 1,929 769 495 · 10²	− 5,268 254 2 · 10⁻³ kg/(m³ · °C²)
3	3,891 238 958 · 10²	3,613 001 3 · 10⁻⁵ kg/(m³ · °C³)
4	− 1,668 103 923 · 10³	− 3,895 770 2 · 10⁻⁷ kg/(m³ · °C⁴)
5	1,352 215 441 · 10⁴	7,169 354 0 · 10⁻⁹ kg/(m³ · °C⁵)
6	− 8,829 278 388 · 10⁴	− 9,973 923 1 · 10⁻¹¹ kg/(m³ · °C⁶)
7	3,062 874 042 · 10⁵	
8	− 6,138 381 234 · 10⁵	
9	7,470 172 998 · 10⁵	
10	− 5,478 461 354 · 10⁵	
11	2,234 460 334 · 10⁵	
12	− 3,903 285 426 · 10⁴	

k	$C_{1,k}$ kg/(m³ · °C)	$C_{2,k}$ kg/(m³ · °C²)
1	1,693 443 461 530 087 · 10⁻¹	− 1,193 013 005 057 010 · 10⁻²
2	− 1,046 914 743 455 169 · 10¹	2,517 399 633 803 461 · 10⁻¹
3	7,196 353 469 546 523 · 10¹	− 2,170 575 700 536 993
4	− 7,047 478 054 272 792 · 10²	1,353 034 988 843 029 · 10¹
5	3,924 090 430 035 045 · 10³	− 5,029 988 758 547 014 · 10¹
6	− 1,210 164 659 068 747 · 10⁴	1,096 355 666 577 570 · 10²
7	2,248 646 550 400 788 · 10⁴	− 1,422 753 946 421 155 · 10²
8	− 2,605 562 982 188 164 · 10⁴	1,080 435 942 856 230 · 10²
9	1,852 373 922 069 467 · 10⁴	− 4,414 153 236 817 392 · 10¹
10	− 7,420 201 433 430 137 · 10³	7,442 971 530 188 783
11	1,285 617 841 998 974 · 10³	

k	$C_{3,k}$ kg/(m³ · °C³)	$C_{4,k}$ kg/(m³ · °C⁴)	$C_{5,k}$ kg/(m³ · °C⁵)
1	− 6,802 995 733 503 803 · 10⁻⁴	4,075 376 675 622 027 · 10⁻⁶	− 2,788 074 354 782 409 · 10⁻⁸
2	1,876 837 790 289 664 · 10⁻²	− 8,763 058 573 471 110 · 10⁻⁶	1,345 612 883 493 354 · 10⁻⁸
3	− 2,002 561 813 734 156 · 10⁻¹	6,515 031 360 099 368 · 10⁻⁶	
4	1,022 992 966 719 220	− 1,515 784 836 987 210 · 10⁻⁶	
5	− 2,895 696 483 903 638		
6	4,810 060 584 300 675		
7	− 4,672 147 440 794 683		
8	2,458 043 105 903 461		
9	− 5,411 227 621 436 812 · 10⁻¹		

(1) Beispiel: Für einen Massegehalt von 12 %: p = 0,12.

TABELLE I

INTERNATIONALE ALKOHOLVOLUMENPROZENTE — BEI 20 °C

Tabelle der scheinbaren Volumenmassen von wäßrig-alkoholischen Mischungen
— Pyknometer aus Pyrex-Glas —
Volumen bei t° mit Luftdruckkorrektur

	Alkoholgehalt in % vol																							
t°	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
0°	999,64	1,50	998,14	1,44	996,70	1,40	995,30	1,35	993,95	1,30	992,65	1,24	991,41	1,19	990,22	1,14	989,08	1,10	987,98	1,05	986,93	1,00	985,93	0,95
	−0,07		−0,06		−0,06		−0,06		−0,06		−0,06		−0,06		−0,05		−0,04		−0,03		−0,02		−0,01	
1°	999,71	1,51	998,20	1,44	996,76	1,40	995,36	1,35	994,01	1,30	992,71	1,24	991,47	1,20	990,27	1,15	989,12	1,11	988,01	1,06	986,95	1,01	985,94	0,97
	−0,05		−0,05		−0,04		−0,04		−0,04		−0,04		−0,03		−0,03		−0,02		−0,02		−0,01		0,00	
2°	999,76	1,51	998,25	1,45	996,80	1,40	995,40	1,35	994,05	1,30	992,75	1,25	991,50	1,20	990,30	1,16	989,14	1,11	988,03	1,07	986,96	1,02	985,94	0,98
	−0,03		−0,03		−0,03		−0,02		−0,02		−0,02		−0,02		−0,01		−0,01		0,00		0,01		0,02	
3°	999,79	1,51	998,28	1,45	996,83	1,41	995,42	1,35	994,07	1,30	992,77	1,25	991,52	1,21	990,31	1,16	989,15	1,12	988,03	1,08	986,95	1,03	985,92	1,00
	−0,02		−0,02		−0,01		−0,02		−0,01		−0,01		0,00		0,00		0,01		0,02		0,03		0,04	
4°	999,81	1,51	998,30	1,46	996,84	1,40	995,44	1,36	994,08	1,30	992,78	1,26	991,52	1,21	990,31	1,17	989,14	1,13	988,01	1,09	986,92	1,04	985,88	1,00
	0,00		0,00		0,00		0,00		0,01		0,02		0,02		0,02		0,02		0,03		0,04		0,05	
5°	999,81	1,51	998,30	1,46	996,84	1,40	995,44	1,37	994,07	1,31	992,76	1,26	991,50	1,21	990,29	1,17	989,12	1,14	987,98	1,10	986,88	1,05	985,83	1,01
	0,01		0,01		0,01		0,02		0,01		0,02		0,03		0,04		0,05		0,05		0,05		0,06	
6°	999,80	1,51	998,29	1,46	996,83	1,41	995,42	1,36	994,06	1,32	992,74	1,27	991,47	1,22	990,25	1,18	989,07	1,14	987,93	1,10	986,83	1,06	985,77	1,03
	0,03		0,03		0,03		0,03		0,04		0,04		0,04		0,05		0,06		0,07		0,08		0,09	
7°	999,77	1,51	998,26	1,46	996,80	1,41	995,39	1,37	994,02	1,32	992,70	1,27	991,43	1,23	990,20	1,19	989,01	1,15	987,86	1,11	986,75	1,07	985,68	1,03
	0,05		0,04		0,04		0,05		0,05		0,05		0,05		0,06		0,06		0,07		0,08		0,09	
8°	999,72	1,50	998,22	1,46	996,76	1,42	995,34	1,37	993,97	1,32	992,65	1,27	991,38	1,24	990,14	1,19	988,95	1,16	987,79	1,12	986,67	1,08	985,59	1,05
	0,05		0,06		0,06		0,06		0,06		0,06		0,07		0,07		0,08		0,09		0,10		0,11	
9°	999,67	1,51	998,16	1,46	996,70	1,42	995,28	1,37	993,91	1,32	992,59	1,28	991,31	1,24	990,07	1,20	988,87	1,17	987,70	1,13	986,57	1,09	985,48	1,06
	0,07		0,07		0,07		0,07		0,07		0,08		0,08		0,09		0,09		0,10		0,11		0,12	
10°	999,60	1,51	998,09	1,46	996,63	1,42	995,21	1,37	993,84	1,33	992,51	1,28	991,23	1,25	989,98	1,20	988,78	1,17	987,60	1,14	986,46	1,10	985,36	1,06
	0,09		0,09		0,09		0,08		0,09		0,09		0,10		0,10		0,11		0,11		0,12		0,13	
11°	999,51	1,51	998,00	1,46	996,54	1,41	995,13	1,38	993,75	1,33	992,42	1,29	991,13	1,25	989,88	1,21	988,67	1,18	987,49	1,15	986,34	1,11	985,23	1,07
	0,10		0,09		0,09		0,10		0,10		0,11		0,11		0,11		0,12		0,13		0,13		0,14	
12°	999,41	1,50	997,91	1,46	996,45	1,42	995,03	1,38	993,65	1,34	992,31	1,29	991,02	1,25	989,77	1,22	988,55	1,19	987,36	1,15	986,21	1,12	985,09	1,09
	0,11		0,11		0,11		0,11		0,11		0,11		0,12		0,12		0,13		0,14		0,15		0,16	
13°	999,30	1,50	997,80	1,46	996,34	1,42	994,92	1,38	993,54	1,34	992,20	1,30	990,90	1,25	989,65	1,23	988,42	1,20	987,22	1,16	986,06	1,13	984,93	1,09
	0,12		0,12		0,12		0,13		0,13		0,13		0,13		0,14		0,14		0,15		0,16		0,16	
14°	999,18	1,50	997,68	1,46	996,22	1,43	994,79	1,38	993,41	1,34	992,07	1,30	990,77	1,26	989,51	1,23	988,28	1,21	987,07	1,17	985,90	1,13	984,77	1,11
	0,13		0,14		0,14		0,13		0,13		0,14		0,14		0,15		0,16		0,16		0,17		0,18	
15°	999,05	1,51	997,54	1,46	996,08	1,42	994,66	1,38	993,28	1,35	991,93	1,30	990,63	1,27	989,36	1,24	988,12	1,21	986,91	1,18	985,73	1,14	984,59	1,12
	0,15		0,14		0,14		0,15		0,15		0,15		0,16		0,16		0,17		0,17		0,18		0,19	
16°	998,90	1,50	997,40	1,46	995,94	1,43	994,51	1,38	993,13	1,35	991,78	1,31	990,47	1,27	989,20	1,25	987,95	1,21	986,74	1,19	985,55	1,15	984,40	1,13
	0,16		0,16		0,16		0,16		0,16		0,17		0,17		0,18		0,18		0,19		0,19		0,20	
17°	998,74	1,50	997,24	1,46	995,78	1,43	994,35	1,38	992,97	1,36	991,61	1,31	990,30	1,28	989,02	1,25	987,77	1,22	986,55	1,19	985,36	1,16	984,20	1,14
	0,17		0,17		0,17		0,16		0,17		0,17		0,18		0,18		0,19		0,20		0,21		0,22	
18°	998,57	1,50	997,07	1,46	995,61	1,42	994,19	1,39	992,80	1,36	991,44	1,32	990,12	1,28	988,84	1,26	987,58	1,23	986,35	1,20	985,15	1,17	983,98	1,14
	0,18		0,18		0,18		0,19		0,19		0,19		0,19		0,20		0,20		0,20		0,21		0,22	
19°	998,39	1,50	996,89	1,46	995,43	1,43	994,00	1,39	992,61	1,36	991,25	1,32	989,93	1,29	988,64	1,26	987,38	1,23	986,15	1,21	984,94	1,10	983,76	1,16
	0,19		0,19		0,19		0,19		0,19		0,19		0,20		0,20		0,21		0,22		0,23		0,24	
20°	998,20	1,50	996,70	1,46	995,24	1,43	993,81	1,39	992,42	1,36	991,06	1,33	989,73	1,29	988,44	1,27	987,17	1,24	985,93	1,22	984,71	1,19	983,52	1,16

	Alkoholgehalt in % vol																							
t°	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
20°	998,20	1,50	996,70	1,46	995,24	1,43	993,81	1,39	992,42	1,36	991,06	1,33	989,73	1,29	988,44	1,27	987,17	1,24	985,93	1,22	984,71	1,19	983,52	1,16
	0,20		0,20		0,20		0,20		0,21		0,21		0,21		0,22		0,22		0,23		0,24		0,24	
21°	998,00	1,50	996,50	1,46	995,04	1,43	993,61	1,40	992,21	1,36	990,85	1,33	989,52	1,30	988,22	1,27	986,95	1,25	985,70	1,23	984,47	1,19	983,28	1,18
	0,21		0,21		0,21		0,21		0,21		0,22		0,22		0,23		0,24		0,24		0,24		0,26	
22°	997,79	1,50	996,29	1,46	994,83	1,43	993,40	1,40	992,00	1,37	990,63	1,33	989,30	1,31	987,99	1,28	986,71	1,25	985,46	1,23	984,23	1,21	983,02	1,18
	0,22		0,22		0,23		0,23		0,23		0,23		0,24		0,24		0,24		0,25		0,26		0,25	
23°	997,57	1,50	996,07	1,47	994,60	1,43	993,17	1,40	991,77	1,37	990,40	1,34	989,06	1,31	987,75	1,28	986,47	1,26	985,21	1,24	983,97	1,20	982,77	1,20
	0,24		0,23		0,23		0,23		0,24		0,24		0,24		0,25		0,26		0,26		0,27		0,29	
24°	997,33	1,49	995,84	1,47	994,37	1,43	992,94	1,41	991,53	1,37	990,16	1,34	988,82	1,32	987,50	1,29	986,21	1,26	984,95	1,25	983,70	1,22	982,48	1,20
	0,24		0,25		0,24		0,25		0,24		0,25		0,26		0,26		0,26		0,27		0,28		0,28	
25°	997,09	1,50	995,59	1,46	994,13	1,44	992,69	1,40	991,29	1,38	989,91	1,35	988,56	1,32	987,24	1,29	985,95	1,27	984,68	1,26	983,42	1,22	982,20	1,21
	0,25		0,25		0,26		0,25		0,26		0,26		0,26		0,26		0,28		0,28		0,28		0,30	
26°	996,84	1,50	995,34	1,47	993,87	1,43	992,44	1,41	991,03	1,38	989,65	1,35	988,30	1,32	986,98	1,31	985,67	1,27	984,40	1,26	983,14	1,24	981,90	1,22
	0,26		0,26		0,26		0,27		0,27		0,27		0,27		0,28		0,28		0,29		0,30		0,30	
27°	996,58	1,50	995,08	1,47	993,61	1,44	992,17	1,41	990,76	1,38	989,38	1,35	988,03	1,33	986,70	1,31	985,39	1,28	984,11	1,27	982,84	1,24	981,60	1,23
	0,27		0,27		0,27		0,27		0,28		0,28		0,29		0,29		0,29		0,30		0,31		0,32	
28°	996,31	1,50	994,81	1,47	993,34	1,44	991,90	1,42	990,48	1,38	989,10	1,36	987,74	1,33	986,41	1,31	985,10	1,29	983,81	1,28	982,53	1,25	981,28	1,23
	0,28		0,28		0,28		0,29		0,28		0,29		0,29		0,30		0,31		0,31		0,31		0,32	
29°	996,03	1,50	994,53	1,47	993,06	1,45	991,61	1,41	990,20	1,39	988,81	1,36	987,45	1,34	986,11	1,32	984,79	1,29	983,50	1,28	982,22	1,26	980,96	1,24
	0,28		0,29		0,29		0,29		0,30		0,30		0,31		0,31		0,31		0,32		0,32		0,33	
30°	995,75	1,51	994,24	1,47	992,77	1,45	991,32	1,42	989,90	1,39	988,51	1,37	987,14	1,34	985,80	1,32	984,48	1,30	983,18	1,28	981,90	1,27	980,63	1,25
	0,30		0,30		0,30		0,30		0,31		0,31		0,31		0,31		0,32		0,33		0,34		0,34	
31°	995,45	1,51	993,94	1,47	992,47	1,45	991,02	1,43	989,59	1,39	988,20	1,37	986,83	1,34	985,49	1,33	984,16	1,31	982,85	1,29	981,56	1,27	980,29	1,26
	0,31		0,31		0,31		0,32		0,31		0,32		0,32		0,33		0,33		0,34		0,35		0,36	
32°	995,14	1,51	993,63	1,47	992,16	1,46	990,70	1,42	989,28	1,40	987,88	1,37	986,51	1,35	985,16	1,33	983,83	1,32	982,51	1,30	981,21	1,28	979,93	1,26
	0,31		0,31		0,32		0,32		0,32		0,33		0,33		0,34		0,35		0,35		0,35		0,35	
33°	994,83	1,51	993,32	1,48	991,84	1,46	990,38	1,42	988,96	1,41	987,55	1,37	986,18	1,36	984,82	1,34	983,48	1,32	982,16	1,30	980,86	1,28	979,58	1,28
	0,32		0,33		0,33		0,33		0,35		0,34		0,35		0,35		0,34		0,35		0,36		0,37	
34°	994,51	1,52	992,99	1,48	991,51	1,46	990,05	1,44	988,61	1,40	987,21	1,38	985,83	1,36	984,47	1,33	983,14	1,33	981,81	1,31	980,50	1,29	979,21	1,28
	0,33		0,33		0,34		0,35		0,34		0,35		0,35		0,35		0,36		0,36		0,36		0,37	
35°	994,18	1,52	992,66	1,49	991,17	1,47	989,70	1,43	988,27	1,41	986,86	1,38	985,48	1,36	984,12	1,34	982,78	1,33	981,45	1,31	980,14	1,30	978,84	1,29
	0,34		0,35		0,35		0,35		0,35		0,35		0,35		0,36		0,36		0,37		0,37		0,38	
36°	993,84	1,53	992,31	1,49	990,82	1,47	989,35	1,43	987,92	1,41	986,51	1,38	985,13	1,37	983,76	1,34	982,42	1,34	981,08	1,31	979,77	1,31	978,46	1,29
	0,35		0,35		0,36		0,35		0,36		0,36		0,37		0,37		0,38		0,37		0,39		0,39	
37°	993,49	1,53	991,96	1,50	990,46	1,46	989,00	1,44	987,56	1,41	986,15	1,39	984,76	1,37	983,39	1,35	982,04	1,33	980,71	1,33	979,38	1,31	978,07	1,30
	0,36		0,36		0,36		0,37		0,37		0,37		0,37		0,37		0,38		0,39		0,38		0,39	
38°	993,13	1,53	991,60	1,50	990,10	1,47	988,63	1,44	987,19	1,41	985,78	1,39	984,39	1,37	983,02	1,36	981,66	1,34	980,32	1,32	979,00	1,32	977,68	1,31
	0,36		0,37		0,37		0,37		0,38		0,38		0,38		0,39		0,38		0,39		0,40		0,40	
39°	992,77	1,54	991,23	1,50	989,73	1,47	988,26	1,45	986,81	1,41	985,40	1,39	984,01	1,38	982,63	1,35	981,28	1,35	979,93	1,33	978,60	1,32	977,28	1,32
	0,37		0,37		0,38		0,39		0,38		0,39		0,39		0,39		0,40		0,39		0,40		0,41	
40°	992,40	1,54	990,86	1,51	989,35	1,48	987,87	1,44	986,43	1,42	985,01	1,39	983,62	1,38	982,24	1,36	980,88	1,34	979,54	1,34	978,20	1,33	976,87	1,32

	Alkoholgehalt in % vol																													
t°	10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21							
0	986,93	1,00	985,93	0,95	984,98	0,92	984,06	0,88	983,18	0,84	982,34	0,80	981,54	0,78	980,76	0,75	980,01	0,73	979,28	0,72	978,56	0,70	977,86	0,70						
	−0,02		−0,01		0,01		0,01		0,03		0,04		0,07		0,08		0,10		0,12		0,14		0,17							
1	986,95	1,01	985,94	0,97	984,97	0,92	984,05	0,90	983,15	0,85	982,30	0,83	981,47	0,79	980,68	0,77	979,91	0,75	979,16	0,74	978,42	0,73	977,69	0,72						
	−0,01		0,00		0,01		0,03		0,04		0,07		0,08		0,10		0,12		0,14		0,16		0,18							
2	986,96	1,02	985,94	0,98	984,96	0,94	984,02	0,91	983,11	0,88	982,23	0,84	981,39	0,81	980,58	0,79	979,79	0,77	979,02	0,76	978,26	0,75	977,51	0,74						
	0,01		0,02		0,04		0,05		0,06		0,07		0,09		0,11		0,13		0,15		0,17		0,19							
3	986,95	1,03	985,92	1,00	984,92	0,95	983,97	0,92	983,05	0,89	982,16	0,86	981,30	0,83	980,47	0,81	979,66	0,79	978,87	0,78	978,09	0,77	977,32	0,77						
	0,03		0,04		0,04		0,06		0,07		0,09		0,10		0,12		0,14		0,16		0,18		0,20							
4	986,92	1,04	985,88	1,00	984,88	0,97	983,91	0,93	982,98	0,91	982,07	0,87	981,20	0,85	980,35	0,83	979,52	0,81	978,71	0,80	977,91	0,79	977,12	0,79						
	0,04		0,05		0,06		0,07		0,09		0,10		0,12		0,14		0,15		0,17		0,19		0,22							
5	986,88	1,05	985,83	1,01	984,82	0,98	983,84	0,95	982,89	0,92	981,97	0,89	981,08	0,87	980,21	0,84	979,37	0,83	978,54	0,82	977,72	0,82	976,90	0,80						
	0,05		0,06		0,08		0,09		0,10		0,12		0,13		0,14		0,17		0,19		0,21		0,22							
6	986,83	1,06	985,77	1,03	984,74	0,99	983,75	0,96	982,79	0,94	981,85	0,90	980,95	0,88	980,07	0,87	979,20	0,85	978,35	0,84	977,51	0,83	976,68	0,83						
	0,08		0,09		0,09		0,10		0,12		0,13		0,15		0,16		0,18		0,19		0,21		0,23							
7	986,75	1,07	985,68	1,03	984,65	1,00	983,65	0,98	982,67	0,95	981,72	0,92	980,80	0,89	979,91	0,89	979,02	0,86	978,16	0,86	977,30	0,85	976,45	0,85						
	0,08		0,09		0,11		0,13		0,13		0,14		0,15		0,18		0,19		0,21		0,23		0,25							
8	986,67	1,08	985,59	1,05	984,54	1,02	983,52	0,98	982,54	0,96	981,58	0,93	980,65	0,92	979,73	0,90	978,83	0,88	977,95	0,88	977,07	0,87	976,20	0,87						
	0,10		0,11		0,12		0,12		0,14		0,16		0,18		0,19		0,21		0,22		0,24		0,26							
9	986,57	1,09	985,48	1,06	984,42	1,02	983,40	1,00	982,40	0,98	981,42	0,95	980,47	0,93	979,54	0,92	978,62	0,89	977,73	0,90	976,83	0,89	975,94	0,89						
	0,11		0,12		0,12		0,14		0,16		0,17		0,18		0,20		0,20		0,23		0,24		0,26							
10	986,46	1,10	985,36	1,06	984,30	1,04	983,26	1,02	982,24	0,99	981,25	0,96	980,29	0,95	979,34	0,92	978,42	0,92	977,50	0,91	976,59	0,91	975,68	0,91						
	0,12		0,13		0,14		0,16		0,16		0,17		0,19		0,20		0,23		0,25		0,27		0,29							
11	986,34	1,11	985,23	1,07	984,16	1,06	983,10	1,02	982,08	1,00	981,08	0,98	980,10	0,96	979,14	0,95	978,19	0,94	977,25	0,93	976,32	0,93	975,39	0,92						
	0,13		0,14		0,16		0,16		0,18		0,19		0,21		0,22		0,24		0,25		0,27		0,28							
12	986,21	1,12	985,09	1,09	984,00	1,06	982,94	1,04	981,90	1,01	980,89	1,00	979,89	0,97	978,92	0,97	977,95	0,95	977,00	0,95	976,05	0,94	975,11	0,95						
	0,15		0,16		0,16		0,18		0,19		0,20		0,21		0,23		0,24		0,26		0,28		0,30							
13	986,06	1,13	984,93	1,09	983,84	1,08	982,76	1,05	981,71	1,02	980,69	1,01	979,68	0,99	978,69	0,98	977,71	0,97	976,74	0,97	975,77	0,96	974,81	0,96						
	0,16		0,16		0,18		0,18		0,20		0,22		0,23		0,24		0,26		0,27		0,28		0,30							
14	985,90	1,13	984,77	1,11	983,66	1,08	982,58	1,07	981,51	1,04	980,47	1,02	979,45	1,00	978,45	1,00	977,45	0,98	976,47	0,98	975,49	0,98	975,51	0,98						
	0,17		0,18		0,19		0,20		0,21		0,22		0,24		0,25		0,26		0,28		0,30		0,32							
15	985,73	1,14	984,59	1,12	983,47	1,09	982,38	1,08	981,30	1,05	960,25	1,04	979,21	1,01	978,20	1,01	977,19	1,00	976,19	1,00	975,19	1,00	974,19	1,00						
	0,18		0,19		0,20		0,22		0,22		0,24		0,24		0,27		0,28		0,30		0,31		0,32							
16	985,55	1,15	984,40	1,13	983,27	1,11	982,16	1,08	981,08	1,07	980,01	1,04	978,97	1,04	977,93	1,02	976,91	1,02	975,89	1,01	974,88	1,01	973,87	1,02						
	0,19		0,20		0,21		0,22		0,23		0,24		0,26		0,27		0,29		0,30		0,32		0,33							
17	985,36	1,16	984,20	1,14	983,06	1,12	981,94	1,09	980,85	1,08	979,77	1,06	978,71	1,05	977,66	1,04	976,62	1,03	975,59	1,03	974,56	1,02	973,54	1,04						
	0,21		0,22		0,22		0,23		0,25		0,26		0,27		0,28		0,29		0,31		0,32		0,35							
18	985,15	1,17	983,98	1,14	982,84	1,13	981,71	1,11	980,60	1,09	979,51	1,07	978,44	1,06	977,38	1,05	976,33	1,05	975,28	1,04	974,24	1,05	973,19	1,05						
	0,21		0,22		0,24		0,24		0,25		0,26		0,28		0,29		0,31		0,32		0,34		0,35							
19	984,94	1,18	983,76	1,16	982,60	1,13	981,47	1,12	980,35	1,10	979,25	1,09	978,16	1,07	977,09	1,07	976,02	1,06	974,96	1,06	973,90	1,06	972,84	1,06						
	0,23		0,24		0,24		0,26		0,27		0,28		0,29		0,30		0,31		0,33		0,34		0,36							
20	984,71	1,19	983,52	1,16	982,36	1,15	981,21	1,13	980,08	1,11	978,97	1,10	977,87	1,08	976,79	1,08	975,71	1,08	974,63	1,07	973,56	1,08	972,48	1,08						

	Alkoholgehalt in % vol																													
t°	10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21							
20°	984,71	1,19	983,52	1,16	982,36	1,15	981,21	1,13	980,08	1,11	978,97	1,10	977,87	1,08	976,79	1,08	975,71	1,08	974,63	1,07	973,56	1,08	972,48	1,08						
	0,24		0,24		0,26		0,27		0,28		0,29		0,31		0,33		0,34		0,36		0,37									
21°	984,47	1,19	983,28	1,18	982,10	1,15	980,95	1,14	978,81	1,12	978,69	1,11	977,58	1,10	976,48	1,10	975,38	1,09	974,29	1,09	973,20	1,09	972,11	1,09						
	0,24		0,26		0,28		0,29		0,30		0,31		0,33		0,33		0,35		0,35		0,36		0,37							
22°	984,23	1,21	983,02	1,18	981,84	1,17	980,67	1,15	979,52	1,13	978,39	1,12	977,27	1,12	976,15	1,10	975,05	1,11	973,94	1,10	972,84	1,10	971,74	1,12						
	0,26		0,26		0,27		0,28		0,29		0,31		0,32		0,33		0,35		0,35		0,37		0,39							
23°	983,97	1,20	982,77	1,20	981,57	1,18	980,39	1,16	979,23	1,15	978,08	1,13	976,95	1,13	975,82	1,12	974,70	1,11	973,59	1,12	972,47	1,12	972,47	1,12						
	0,27		0,29		0,29		0,29		0,30		0,31		0,33		0,33		0,35		0,37		0,38		0,40							
24°	983,70	1,22	982,48	1,20	981,28	1,18	980,10	1,17	978,93	1,16	977,77	1,15	976,62	1,13	975,49	1,14	974,35	1,13	973,22	1,13	972,09	1,14	970,95	1,14						
	0,28		0,28		0,29		0,31		0,32		0,33		0,33		0,35		0,36		0,37		0,39		0,40							
25°	983,42	1,22	982,20	1,21	980,99	1,20	979,79	1,18	978,61	1,17	977,44	1,15	976,29	1,15	975,14	1,15	973,99	1,14	972,85	1,15	971,70	1,15	970,55	1,16						
	0,28		0,30		0,31		0,31		0,32		0,33		0,35		0,36		0,37		0,39		0,40		0,41							
26°	983,14	1,24	981,90	1,22	980,68	1,20	979,48	1,19	978,29	1,18	977,11	1,17	975,94	1,16	974,78	1,16	973,62	1,16	972,46	1,16	971,30	1,16	970,14	1,17						
	0,30		0,30		0,31		0,32		0,33		0,34		0,35		0,36		0,38		0,39		0,40		0,42							
27°	982,84	1,24	981,60	1,23	980,37	1,21	979,16	1,20	977,96	1,19	976,77	1,18	975,59	1,17	974,42	1,18	973,24	1,17	972,07	1,17	970,90	1,18	969,72	1,18						
	0,31		0,32		0,32		0,33		0,34		0,35		0,36		0,38		0,38		0,40		0,41		0,43							
28°	982,53	1,25	981,28	1,23	980,05	1,22	978,83	1,21	977,62	1,20	976,42	1,19	975,23	1,19	974,04	1,18	972,86	1,19	971,67	1,18	970,49	1,20	969,29	1,20						
	0,31		0,32		0,33		0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,40		0,40		0,42		0,43							
29°	982,22	1,26	980,96	1,24	979,72	1,23	978,49	1,22	977,27	1,21	976,06	1,20	974,86	1,20	973,66	1,20	972,46	1,19	971,27	1,20	970,07	1,21	968,86	1,22						
	0,32		0,33		0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,40		0,41		0,43		0,44		0,45							
30°	981,90	1,27	980,63	1,25	979,38	1,24	978,14	1,23	976,91	1,22	975,69	1,21	974,48	1,22	973,26	1,21	972,05	1,21	970,84	1,21	969,63	1,22	968,41	1,23						
	0,34		0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,40		0,40		0,41		0,42		0,44		0,45							
31°	981,56	1,27	980,29	1,26	979,03	1,25	977,78	1,24	976,54	1,23	975,31	1,23	974,08	1,22	972,86	1,22	971,64	1,22	970,42	1,23	969,19	1,23	967,96	1,24						
	0,35		0,36		0,36		0,37		0,38		0,39		0,39		0,40		0,42		0,43		0,44		0,46							
32°	981,21	1,28	979,93	1,26	978,67	1,26	977,41	1,25	976,16	1,24	974,92	1,23	973,69	1,23	972,46	1,24	971,22	1,23	969,99	1,24	968,75	1,25	967,50	1,25						
	0,35		0,35		0,37		0,37		0,38		0,39		0,40		0,42		0,42		0,44		0,45		0,46							
33°	980,86	1,28	979,58	1,28	978,30	1,26	977,04	1,26	975,78	1,25	974,53	1,24	973,29	1,25	972,04	1,24	970,80	1,25	969,55	1,25	968,30	1,26	967,04	1,27						
	0,36		0,37		0,37		0,38		0,39		0,40		0,41		0,42		0,43		0,44		0,46		0,47							
34°	980,50	1,29	979,21	1,28	977,93	1,27	976,66	1,27	975,39	1,26	974,13	1,25	972,88	1,26	971,62	1,25	970,37	1,26	969,11	1,27	967,84	1,27	966,57	1,29						
	0,36		0,37		0,38		0,39		0,39		0,40		0,42		0,42		0,44		0,46		0,46		0,48							
35°	980,14	1,30	978,84	1,29	977,55	1,28	976,27	1,27	975,00	1,27	973,73	1,27	972,46	1,26	971,20	1,27	969,93	1,28	968,65	1,27	967,38	1,29	966,09	1,30						
	0,37		0,38		0,38		0,39		0,40		0,41		0,42		0,44		0,45		0,45		0,47		0,48							
36°	979,77	1,31	978,46	1,29	977,17	1,29	975,88	1,28	974,60	1,28	973,32	1,28	972,04	1,28	970,76	1,28	969,48	1,28	968,20	1,29	966,91	1,30	965,61	1,32						
	0,39		0,39		0,40		0,40		0,41		0,42		0,43		0,44		0,45		0,47		0,48		0,49							
37°	978,38	1,31	978,07	1,30	976,77	1,29	975,48	1,29	974,19	1,29	972,90	1,29	971,61	1,29	970,32	1,29	969,03	1,30	967,73	1,30	966,43	1,31	965,12	1,33						
	0,38		0,39		0,40		0,41		0,42		0,43		0,44		0,45		0,46		0,47		0,49		0,50							
38°	979,00	1,32	977,68	1,31	976,37	1,30	975,07	1,30	973,77	1,30	972,47	1,30	971,17	1,30	969,87	1,30	968,57	1,31	967,26	1,32	965,94	1,32	964,62	1,34						
	0,40		0,40		0,41		0,42		0,42		0,43		0,44		0,45		0,47		0,48		0,49		0,50							
39°	978,60	1,32	977,28	1,32	975,96	1,31	974,65	1,30	973,35	1,31	972,04	1,31	970,73	1,31	969,42	1,32	968,10	1,32	966,78	1,33	965,45	1,33	964,12	1,36						
	0,40		0,41		0,41		0,42		0,43		0,44		0,45		0,46		0,47		0,48		0,49		0,51							
40°	978,20	1,33	976,87	1,32	975,55	1,32	974,23	1,31	972,92	1,32	971,60	1,32	970,28	1,32	968,96	1,33	967,63	1,33	966,30	1,34	964,96	1,35	963,61	1,37						

	Alkoholgehalt in % vol																																			
f	20			21			22			23			24			25			26			27			28			29			30			31		
0	978,56	0,70		977,86	0,70		977,16	0,69		976,47	0,71		975,76	0,71		975,05	0,72		974,33	0,75		973,58	0,77		972,81	0,80		972,01	0,83		971,18	0,87		970,31	0,90	
	0,14			0,17			0,19			0,22			0,24			0,26			0,29			0,31			0,34			0,36			0,39			0,41		
1	978,42	0,73		977,69	0,72		976,97	0,72		976,25	0,73		975,52	0,73		974,79	0,75		974,04	0,77		973,27	0,80		972,47	0,82		971,65	0,86		970,79	0,89		969,90	0,92	
	0,16			0,18			0,20			0,23			0,25			0,28			0,30			0,32			0,34			0,37			0,39			0,41		
2	978,26	0,75		977,51	0,74		976,77	0,75		976,02	0,75		975,27	0,76		974,51	0,77		973,74	0,79		972,95	0,82		972,13	0,85		971,28	0,88		970,40	0,91		969,49	0,95	
	0,17			0,19			0,22			0,23			0,26			0,28			0,31			0,33			0,36			0,38			0,40			0,42		
3	978,09	0,77		977,32	0,77		976,55	0,76		975,79	0,78		975,01	0,78		974,23	0,80		973,43	0,81		972,62	0,85		971,77	0,87		970,90	0,90		970,00	0,93		969,07	0,98	
	0,18			0,20			0,22			0,25			0,27			0,29			0,31			0,34			0,36			0,38			0,40			0,43		
4	977,91	0,79		977,12	0,79		976,33	0,79		975,54	0,80		974,94	0,80		973,94	0,82		973,12	0,84		972,28	0,87		971,41	0,89		970,52	0,92		969,60	0,96		968,64	1,00	
	0,19			0,22			0,23			0,26			0,27			0,30			0,33			0,35			0,37			0,39			0,42			0,44		
5	977,72	0,82		976,90	0,80		976,10	0,82		975,28	0,81		974,47	0,83		973,64	0,85		972,79	0,86		971,93	0,89		971,04	0,91		970,13	0,95		969,18	0,98		968,20	1,01	
	0,21			0,22			0,25			0,26			0,29			0,31			0,33			0,35			0,37			0,40			0,42			0,44		
6	977,51	0,83		976,68	0,83		975,85	0,83		975,02	0,84		974,18	0,85		973,33	0,87		972,46	0,86		971,58	0,91		970,67	0,94		969,73	0,97		968,76	1,00		967,76	1,03	
	0,21			0,23			0,25			0,28			0,30			0,32			0,34			0,36			0,38			0,40			0,42			0,44		
7	977,30	0,85		976,45	0,85		975,60	0,86		974,74	0,86		973,88	0,87		973,01	0,89		972,12	0,90		971,22	0,93		970,29	0,96		969,33	0,99		968,34	1,02		967,32	1,06	
	0,23			0,25			0,27			0,28			0,31			0,33			0,35			0,37			0,40			0,42			0,43			0,46		
8	977,07	0,87		976,20	0,87		975,33	0,87		974,46	0,89		973,57	0,89		972,68	0,91		971,77	0,92		970,85	0,96		969,89	0,98		968,91	1,00		967,91	1,05		966,86	1,07	
	0,24			0,26			0,28			0,30			0,31			0,34			0,35			0,38			0,39			0,41			0,44			0,46		
9	976,83	0,89		975,94	0,89		975,05	0,89		974,16	0,90		973,26	0,92		972,34	0,92		971,42	0,95		970,47	0,97		969,50	1,00		968,50	1,03		967,47	1,07		966,40	1,09	
	0,24			0,26			0,28			0,30			0,33			0,34			0,37			0,39			0,41			0,43			0,45			0,46		
10	976,59	0,91		975,68	0,91		974,77	0,91		973,86	0,93		972,93	0,93		972,00	0,95		971,05	0,97		970,08	0,99		969,09	1,02		968,07	1,05		967,02	1,08		965,94	1,12	
	0,27			0,29			0,30			0,33			0,34			0,36			0,38			0,40			0,42			0,44			0,46			0,47		
11	976,32	0,93		975,39	0,92		974,47	0,94		973,53	0,94		972,59	0,95		971,64	0,97		970,67	0,99		969,68	1,01		968,67	1,04		967,63	1,07		966,56	1,09		965,47	1,13	
	0,27			0,28			0,31			0,32			0,34			0,36			0,38			0,40			0,42			0,44			0,45			0,48		
12	976,05	0,94		975,11	0,95		974,16	0,95		973,21	0,96		972,25	0,97		971,28	0,99		970,29	1,01		969,28	1,03		968,25	1,06		967,19	1,08		966,11	1,12		964,99	1,15	
	0,28			0,30			0,31			0,33			0,35			0,37			0,39			0,41			0,43			0,45			0,47			0,49		
13	975,77	0,96		974,81	0,96		973,85	0,97		972,88	0,98		971,90	0,99		970,91	1,01		969,90	1,03		968,87	1,05		967,82	1,08		966,74	1,10		965,64	1,14		964,50	1,17	
	0,28			0,30			0,32			0,34			0,36			0,38			0,40			0,41			0,43			0,45			0,47			0,49		
14	975,49	0,98		974,51	0,98		973,53	0,99		972,54	1,00		971,54	1,01		970,53	1,03		969,50	1,04		968,46	1,07		967,39	1,10		966,29	1,12		965,17	1,16		964,01	1,19	
	0,30			0,32			0,34			0,35			0,37			0,39			0,40			0,42			0,44			0,46			0,48			0,49		
15	975,19	1,00		974,19	1,00		973,19	1,00		972,19	1,02		971,17	1,03		970,14	1,04		969,10	1,06		968,04	1,09		966,95	1,12		965,83	1,14		964,69	1,17		963,52	1,21	
	0,31			0,32			0,34			0,36			0,37			0,39			0,41			0,43			0,45			0,46			0,48			0,51		
16	974,88	1,01		973,87	1,02		972,85	1,02		971,83	1,03		970,80	1,05		969,75	1,06		968,69	1,08		967,61	1,11		966,50	1,13		965,37	1,16		964,21	1,20		963,01	1,22	
	0,32			0,33			0,35			0,37			0,39			0,40			0,42			0,44			0,45			0,48			0,50			0,50		
17	974,56	1,02		973,54	1,04		972,50	1,04		971,46	1,05		970,41	1,06		969,35	1,08		968,27	1,10		967,17	1,12		966,05	1,16		964,89	1,18		963,71	1,20		962,51	1,24	
	0,32			0,35			0,36			0,37			0,39			0,41			0,43			0,45			0,47			0,48			0,49			0,52		
18	974,24	1,05		973,19	1,05		972,14	1,05		971,09	1,07		970,02	1,08		968,94	1,10		967,84	1,12		966,72	1,14		965,58	1,17		964,41	1,19		963,22	1,23		961,99	1,25	
	0,34			0,35			0,36			0,39			0,40			0,42			0,43			0,45			0,47			0,48			0,50			0,52		
19	973,90	1,06		972,84	1,06		971,78	1,08		970,70	1,08		969,62	1,10		968,52	1,11		967,41	1,14		966,27	1,16		965,11	1,18		963,93	1,21		962,72	1,25		961,47	1,27	
	0,34			0,36			0,38			0,39			0,41			0,42			0,45			0,46			0,47			0,49			0,51			0,52		
20	973,56	1,08		972,48	1,08		971,40	1,09		970,31	1,10		969,21	1,11		968,10	1,14		966,96	1,15		965,81	1,17		964,64	1,20		963,44	1,23		962,21	1,26		960,95	1,29	

	Alkoholgehalt in % vol																																			
f	20			21			22			23			24			25			26			27			28			29			30			31		
20	973,56	1,08		972,48	1,08		971,40	1,09		970,31	1,10		969,21	1,11		968,10	1,14		966,96	1,15		965,81	1,17		964,64	1,20		963,44	1,23		962,21	1,26		960,95	1,29	
	0,36			0,37			0,38			0,40			0,42			0,44			0,45			0,46			0,49			0,50			0,52			0,53		
21	973,20	1,09		972,11	1,09		971,02	1,11		969,91	1,12		968,79	1,13		967,66	1,15		966,51	1,16		965,35	1,20		964,15	1,21		962,94	1,25		961,69	1,27		960,42	1,31	
	0,36			0,37			0,40			0,41			0,42			0,44			0,45			0,48			0,49			0,51			0,52			0,54		
22	972,84	1,10		971,74	1,12		970,62	1,12		969,50	1,13		968,37	1,15		967,22	1,16		966,06	1,19		964,87	1,21		963,66	1,23		962,43	1,26		961,17	1,29		959,88	1,32	
	0,37			0,39			0,40			0,42			0,43			0,45			0,47			0,48			0,49			0,51			0,53			0,55		
23	972,47	1,12		971,35	1,13		970,22	1,14		969,08	1,14		967,94	1,17		966,77	1,18		965,59	1,20		964,39	1,22		963,17	1,25		961,92	1,28		960,64	1,31		959,33	1,33	
	0,38			0,40			0,41			0,42			0,44			0,45			0,47			0,49			0,51			0,52			0,54			0,55		
24	972,09	1,14		970,95	1,14		969,81	1,15		968,66	1,16		967,50	1,18		966,32	1,20		965,12	1,22		963,90	1,24		962,66	1,26		961,40	1,30		960,10	1,32		958,78	1,35	
	0,39			0,40			0,42			0,43			0,45			0,47			0,48			0,49			0,51			0,53			0,54			0,55		
25	971,70	1,15		970,55	1,16		969,39	1,16		968,23	1,18		967,05	1,20		965,85	1,21		964,64	1,23		963,41	1,26		962,15	1,28		960,87	1,31		959,56	1,33		958,23	1,37	
	0,40			0,41			0,42			0,44			0,46			0,47			0,49			0,50			0,51			0,53			0,54			0,57		
26	971,30	1,16		970,14	1,17		968,97	1,18		967,79	1,20		966,59	1,21		965,38	1,23		964,15	1,24		962,91	1,27		961,64	1,30		960,34	1,32		959,02	1,36		957,66	1,38	
	0,40			0,42			0,43			0,45			0,46			0,48			0,49			0,51			0,53			0,54			0,56			0,56		
27	970,90	1,18		969,72	1,18		968,54	1,20		967,34	1,21		966,13	1,23		964,90	1,24		963,66	1,26		962,40	1,29		961,11	1,31		959,80	1,34		958,46	1,36		957,10	1,40	
	0,41			0,43			0,45			0,46			0,47			0,48			0,50			0,52			0,54			0,56			0,57			0,59		
28	970,49	1,20		969,29	1,20		968,09	1,21		966,88	1,22		965,66	1,24		964,42	1,26		963,16	1,28		961,88	1,31		960,57	1,33		959,24	1,35		957,89	1,38		956,51	1,41	
	0,42			0,43			0,45			0,47			0,49			0,50			0,52			0,53			0,53			0,55			0,56			0,58		
29	970,07	1,21		968,86	1,22		967,64	1,23		966,41	1,24		965,17	1,25		963,92	1,28		962,64	1,29		961,35	1,31		960,04	1,35		958,69	1,36		957,33	1,40		955,93	1,42	
	0,44			0,45			0,46			0,47			0,49			0,50			0,51			0,53			0,55			0,55			0,58			0,58		
30	969,63	1,22		968,41	1,23		967,18	1,24		965,94	1,26		964,68	1,26		963,42	1,29		962,13	1,31		960,82	1,33		959,49	1,35		958,14	1,39		956,75	1,40		955,35	1,44	
	0,44			0,45			0,46			0,48			0,49			0,51			0,52			0,53			0,55			0,57			0,58			0,60		
31	969,19	1,23		967,96	1,24		966,72	1,26		965,46	1,27		964,19	1,28		962,91	1,30		961,61	1,32		960,29	1,35		958,94	1,37		957,57	1,40		956,17	1,42		954,75	1,44	
	0,44			0,46			0,47			0,48			0,50			0,51			0,53			0,54			0,55			0,57			0,58			0,59		
32	968,75	1,25		967,50	1,25		966,25	1,27		964,98	1,29		963,69	1,29		962,40	1,32		961,08	1,33		959,75	1,36		958,39	1,39		957,00	1,41		955,59	1,43		954,16	1,46	
	0,45			0,46			0,48			0,49			0,50			0,52			0,53			0,55			0,57			0,57			0,59			0,61		
33	968,30	1,26		967,04	1,27		965,77	1,28		964,49	1,30		963,19	1,31		961,88	1,33		960,55	1,35		959,20	1,38		957,82	1,39		956,43	1,43		955,00	1,45		953,55	1,47	
	0,46			0,47			0,49			0,50			0,51			0,53			0,54			0,56			0,56			0,59			0,59			0,60		
34	967,84	1,27		966,57	1,29		965,28	1,29		963,99	1,31		962,68	1,33		961,35	1,34		960,01	1,37		958,64	1,38		957,26	1,42		955,84	1,43		954,41	1,46		952,95	1,49	
	0,46			0,48			0,49			0,51			0,52			0,53			0,55			0,56			0,58			0,58			0,60			0,62		
35	967,38	1,29		966,09	1,30		964,79	1,31		963,48	1,32		962,16	1,34		960,82	1,36		959,46	1,38		958,08	1,40		956,68	1,42		955,26	1,45		953,81	1,48		952,33	1,50	
	0,47			0,48			0,50			0,51			0,53			0,54			0,55			0,57			0,58			0,60			0,61			0,62		
36	966,91	1,30		965,61	1,32		964,29	1,32		962,97	1,34		961,63	1,35		960,28	1,37		958,91	1,40		957,51	1,41		956,10	1,44		954,66	1,46		953,20	1,49		951,71	1,51	
	0,48			0,49			0,50			0,52			0,53			0,55			0,56			0,57			0,59			0,60			0,61			0,62		
37	966,43	1,31		965,12	1,33		963,79	1,34		962,45	1,35		961,10	1,37		959,73	1,38		958,35	1,41		956,94	1,43		955,51	1,45		954,06	1,47		952,59	1,50		951,09	1,53	
	0,49			0,50			0,51			0,52			0,54			0,55			0,57			0,58			0,59			0,60			0,62			0,63		
38	965,94	1,32		964,62	1,34		963,28	1,35		961,93	1,37		960,56	1,38		959,18	1,40		957,78	1,42		956,36	1,44		954,92	1,46		953,46	1,49		951,97	1,51		950,46	1,54	
	0,49			0,50			0,52			0,53			0,54			0,56			0,57			0,58			0,60			0,61			0,62			0,64		
39	965,45	1,33		964,12	1,36		962,76	1,36		961,40	1,38		960,02	1,40		958,62	1,41		957,21	1,43		955,78	1,46		954,32	1,47		952,85	1,50		951,35	1,53		949,82	1,55	
	0,49			0,51			0,52			0,54			0,55			0,56			0,58			0,59			0,60			0,62			0,63			0,64		
40	964,96	1,35		963,61	1,37		962,24	1,38		960,86	1,39		959,47	1,41		958,06	1,43		956,63	1,44		955,19	1,47		953,72	1,49		952,23	1,51		950,72	1,54		949,18	1,57	

TABELLE II

INTERNATIONALE ALKOHOLVOLUMENPROZENTE — BEI 20 °C

Tabelle für die Temperaturkorrektur der scheinbaren Alkoholvolumenprozente

Die unten angegebenen Korrekturwerte sind zu den scheinbaren Alkoholvolumenprozenten bei t ° (Alkoholmeter aus gewöhnlichem Glas) hinzuzufügen oder abzuziehen.

Temperatur		hinzufügen	Scheinbarer Alkoholgehalt bei t °C															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	0°		0,76	0,77	0,82	0,87	0,95	1,04	1,16	1,31	1,49	1,70	1,95	2,26	2,62	3,03	3,49	4,02	4,56
	1°		0,81	0,83	0,87	0,92	1,00	1,09	1,20	1,35	1,52	1,73	1,97	2,26	2,59	2,97	3,40	3,87	4,36
	2°		0,85	0,87	0,92	0,97	1,04	1,13	1,24	1,38	1,54	1,74	1,97	2,24	2,54	2,89	3,29	3,72	4,17
	3°		0,88	0,91	0,95	1,00	1,07	1,15	1,26	1,39	1,55	1,73	1,95	2,20	2,48	2,80	3,16	3,55	3,95
	4°		0,90	0,92	0,97	1,02	1,09	1,17	1,27	1,40	1,55	1,72	1,92	2,15	2,41	2,71	3,03	3,38	3,75
	5°		0,91	0,93	0,98	1,03	1,10	1,17	1,27	1,39	1,53	1,69	1,87	2,08	2,33	2,60	2,89	3,21	3,54
	6°		0,92	0,94	0,98	1,02	1,09	1,16	1,25	1,37	1,50	1,65	1,82	2,01	2,23	2,47	2,74	3,02	3,32
	7°		0,91	0,93	0,97	1,01	1,07	1,14	1,23	1,33	1,45	1,59	1,75	1,92	2,12	2,34	2,58	2,83	3,10
	8°		0,89	0,91	0,94	0,98	1,04	1,11	1,19	1,28	1,39	1,52	1,66	1,82	2,00	2,20	2,42	2,65	2,88
	9°		0,86	0,88	0,91	0,95	1,01	1,07	1,14	1,23	1,33	1,44	1,57	1,71	1,87	2,05	2,24	2,44	2,65
	10°		0,82	0,84	0,87	0,91	0,96	1,01	1,08	1,16	1,25	1,35	1,47	1,60	1,74	1,89	2,06	2,24	2,43
	11°		0,78	0,79	0,82	0,86	0,90	0,95	1,01	1,08	1,16	1,25	1,36	1,47	1,60	1,73	1,88	2,03	2,20
	12°		0,72	0,74	0,76	0,79	0,83	0,88	0,93	0,99	1,07	1,15	1,24	1,34	1,44	1,56	1,69	1,82	1,96
	13°		0,66	0,67	0,69	0,72	0,76	0,80	0,84	0,90	0,96	1,03	1,11	1,19	1,28	1,38	1,49	1,61	1,73
	14°		0,59	0,60	0,62	0,64	0,67	0,71	0,74	0,79	0,85	0,91	0,97	1,04	1,12	1,20	1,29	1,39	1,49
	15°		0,51	0,52	0,53	0,55	0,58	0,61	0,64	0,68	0,73	0,77	0,83	0,89	0,95	1,02	1,09	1,16	1,24
	16°		0,42	0,43	0,44	0,46	0,48	0,50	0,53	0,56	0,60	0,63	0,67	0,72	0,77	0,82	0,88	0,94	1,00
	17°		0,33	0,33	0,34	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51	0,55	0,59	0,62	0,67	0,71	0,75
	18°		0,23	0,23	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,51
	19°		0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23	0,24	0,25

Temperatur		abziehen	Scheinbarer Alkoholgehalt bei t °C															
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	21°			0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26
	22°			0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52
	23°			0,40	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,70	0,74	0,78
	24°			0,55	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67	0,70	0,73	0,77	0,81	0,85	0,89	0,94	0,99	1,04
	25°			0,69	0,71	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,89	0,93	0,97	1,02	1,07	1,13	1,19	1,25	1,31
	26°			0,85	0,87	0,90	0,93	0,96	1,00	1,04	1,08	1,13	1,18	1,24	1,30	1,36	1,43	1,50	1,57
	27°				1,03	1,07	1,11	1,15	1,19	1,23	1,28	1,34	1,40	1,46	1,53	1,60	1,68	1,76	1,84
	28°				1,21	1,25	1,29	1,33	1,38	1,43	1,49	1,55	1,62	1,69	1,77	1,85	1,93	2,02	2,11
	29°				1,39	1,43	1,47	1,52	1,58	1,63	1,70	1,76	1,84	1,92	2,01	2,10	2,19	2,29	2,39
	30°				1,57	1,61	1,66	1,72	1,78	1,84	1,91	1,98	2,07	2,15	2,25	2,35	2,45	2,56	2,67
	31°				1,75	1,80	1,86	1,92	1,98	2,05	2,13	2,21	2,30	2,39	2,49	2,60	2,71	2,83	2,94
	32°				1,94	2,00	2,06	2,13	2,20	2,27	2,35	2,44	2,53	2,63	2,74	2,86	2,97	3,09	3,22
	33°					2,20	2,27	2,34	2,42	2,50	2,58	2,67	2,77	2,88	2,99	3,12	3,24	3,37	3,51
	34°					2,41	2,48	2,56	2,64	2,72	2,81	2,91	3,02	3,13	3,25	3,38	3,51	3,65	3,79
	35°						2,62	2,70	2,78	2,86	2,95	3,05	3,16	3,27	3,39	3,51	3,64	3,78	3,93	4,08
	36°						2,83	2,91	3,00	3,09	3,19	3,29	3,41	3,53	3,65	3,78	3,91	4,05	4,21	4,37
	37°							3,13	3,23	3,33	3,43	3,54	3,65	3,78	3,91	4,04	4,18	4,33	4,49	4,65
	38°							3,36	3,47	3,57	3,68	3,79	3,91	4,03	4,17	4,31	4,46	4,61	4,77	4,94
	39°							3,59	3,70	3,81	3,93	4,05	4,17	4,30	4,44	4,58	4,74	4,90	5,06	5,23
	40°						3,82	3,94	4,06	4,18	4,31	4,44	4,57	4,71	4,86	5,02	5,19	5,36	5,53

Temperatur		hinzufügen	Scheinbarer Alkoholgehalt bei t °C															
			14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	0°		3,49	4,02	4,56	5,11	5,65	6,16	6,63	7,05	7,39	7,67	7,91	8,07	8,20	8,30	8,36	8,39	8,40
	1°		3,40	3,87	4,36	4,86	5,35	5,82	6,26	6,64	6,96	7,23	7,45	7,62	7,75	7,85	7,91	7,95	7,96
	2°		3,29	3,72	4,17	4,61	5,05	5,49	5,89	6,25	6,55	6,81	7,02	7,18	7,31	7,40	7,47	7,51	7,53
	3°		3,16	3,55	3,95	4,36	4,77	5,17	5,53	5,85	6,14	6,39	6,59	6,74	6,86	6,97	7,03	7,07	7,09
	4°		3,03	3,38	3,75	4,11	4,48	4,84	5,17	5,48	5,74	5,97	6,16	6,31	6,43	6,53	6,59	6,63	6,66
	5°		2,89	3,21	3,54	3,86	4,20	4,52	4,83	5,11	5,35	5,56	5,74	5,89	6,00	6,10	6,16	6,20	6,23
	6°		2,74	3,02	3,32	3,61	3,91	4,21	4,49	4,74	4,96	5,16	5,33	5,47	5,58	5,67	5,73	5,77	5,80
	7°		2,58	2,83	3,10	3,36	3,63	3,90	4,15	4,38	4,58	4,77	4,92	5,05	5,15	5,24	5,30	5,34	5,37
	8°		2,42	2,65	2,88	3,11	3,35	3,59	3,81	4,02	4,21	4,38	4,52	4,64	4,74	4,81	4,87	4,92	4,95
	9°		2,24	2,44	2,65	2,86	3,07	3,28	3,48	3,67	3,84	3,99	4,12	4,23	4,32	4,39	4,45	4,50	4,53
	10°		2,06	2,24	2,43	2,61	2,80	2,98	3,16	3,33	3,48	3,61	3,73	3,83	3,91	3,98	4,03	4,08	4,11
	11°		1,88	2,03	2,20	2,36	2,52	2,68	2,83	2,98	3,12	3,24	3,34	3,43	3,50	3,57	3,62	3,66	3,69
	12°		1,69	1,82	1,96	2,10	2,24	2,38	2,51	2,64	2,76	2,87	2,96	3,04	3,10	3,16	3,21	3,25	3,27
	13°		1,49	1,61	1,73	1,84	1,96	2,08	2,20	2,31	2,41	2,50	2,58	2,65	2,71	2,76	2,80	2,83	2,85
	14°		1,29	1,39	1,49	1,58	1,68	1,78	1,88	1,97	2,06	2,13	2,20	2,26	2,31	2,36	2,39	2,42	2,44
	15°		1,09	1,16	1,24	1,32	1,40	1,48	1,56	1,64	1,71	1,77	1,83	1,88	1,92	1,96	1,98	2,01	2,03
	16°		0,88	0,94	1,00	1,06	1,12	1,19	1,25	1,31	1,36	1,41	1,46	1,50	1,53	1,56	1,58	1,60	1,62
	17°		0,67	0,71	0,75	0,80	0,84	0,89	0,94	0,98	1,02	1,05	1,09	1,12	1,14	1,17	1,18	1,20	1,21
	18°		0,45	0,48	0,51	0,53	0,56	0,59	0,62	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81
	19°		0,23	0,24	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41

Temperatur		abziehen	Scheinbarer Alkoholgehalt bei t °C															
			14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	21°		0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30	0,31	0,33	0,34	0,35	0,35	0,37	0,38	0,38	0,39	0,39	0,40
	22°		0,47	0,49	0,52	0,55	0,57	0,60	0,62	0,65	0,67	0,70	0,72	0,74	0,75	0,76	0,78	0,79	0,80
	23°		0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90	0,93	0,97	1,01	1,04	1,07	1,10	1,12	1,15	1,17	1,18	1,19
	24°		0,94	0,99	1,04	1,10	1,15	1,20	1,25	1,29	1,34	1,39	1,43	1,46	1,50	1,53	1,55	1,57	1,59
	25°		1,19	1,25	1,31	1,37	1,43	1,49	1,56	1,62	1,68	1,73	1,78	1,83	1,87	1,90	1,94	1,97	1,99
	26°		1,43	1,50	1,57	1,65	1,73	1,80	1,87	1,94	2,01	2,07	2,13	2,19	2,24	2,28	2,32	2,35	2,38
	27°		1,68	1,76	1,84	1,93	2,01	2,10	2,18	2,26	2,34	2,41	2,48	2,55	2,61	2,66	2,70	2,74	2,77
	28°		1,93	2,02	2,11	2,21	2,31	2,40	2,49	2,58	2,67	2,76	2,83	2,90	2,98	3,03	3,08	3,13	3,17
	29°		2,19	2,29	2,39	2,50	2,60	2,70	2,81	2,91	3,00	3,09	3,18	3,26	3,34	3,40	3,46	3,51	3,55
	30°		2,45	2,56	2,67	2,78	2,90	3,01	3,12	3,23	3,34	3,44	3,53	3,62	3,70	3,77	3,84	3,90	3,95
	31°		2,71	2,83	2,94	3,07	3,19	3,31	3,43	3,55	3,67	3,78	3,88	3,98	4,07	4,15	4,22	4,28	4,33
	32°		2,97	3,09	3,22	3,36	3,49	3,62	3,74	3,87	4,00	4,11	4,22	4,33	4,43	4,51	4,59	4,66	4,72
	33°		3,24	3,37	3,51	3,65	3,79	3,92	4,06	4,20	4,33	4,45	4,57	4,68	4,79	4,88	4,97	5,04	5,10
	34°		3,51	3,65	3,79	3,94	4,09	4,23	4,37	4,52	4,66	4,79	4,91	5,03	5,15	5,25	5,34	5,42	5,49
	35°		3,78	3,93	4,08	4,23	4,38	4,53	4,69	4,84	4,98	5,12	5,26	5,38	5,50	5,61	5,71	5,80	5,87
	36°		4,05	4,21	4,37	4,52	4,68	4,84	5,00	5,16	5,31	5,46	5,60	5,73	5,86	5,97	6,08	6,17	6,25
	37°		4,33	4,49	4,65	4,82	4,98	5,15	5,31	5,48	5,64	5,80	5,95	6,09	6,22	6,33	6,44	6,54	6,63
	38°		4,61	4,77	4,94	5,12	5,29	5,46	5,63	5,80	5,97	6,13	6,29	6,43	6,57	6,69	6,81	6,92	7,01
	39°		4,90	5,06	5,23	5,41	5,59	5,77	5,94	6,12	6,30	6,47	6,63	6,78	6,93	7,06	7,18	7,29	7,39
	40°		5,19	5,36	5,53	5,71	5,90	6,08	6,26	6,44	6,62	6,80	6,97	7,13	7,28	7,41	7,54	7,66	7,76

TABELLE III

INTERNATIONALE ALKOHOLVOLUMENPROZENTE — BEI 20 °C

Tabelle der scheinbaren Volumenmassen von wäßrig-alkoholischen Mischungen

— Geräte aus gewöhnlichem Glas —

Volumenmasse bei t°, mit Luftdruckkorrektur

	Alkoholgehalt in % Vol.																							
t°	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
0	999,34	1,52	997,82	1,45	996,37	1,39	994,98	1,35	993,63	1,29	992,34	1,24	991,10	1,18	989,92	1,15	988,77	1,09	987,68	1,05	986,63	1,00	985,63	0,96
	−0,09		−0,09		−0,09		−0,08		−0,08		−0,08		−0,07		−0,05		−0,05		−0,04		−0,03		−0,02	
1	999,43	1,52	997,91	1,45	996,46	1,40	995,06	1,35	993,71	1,29	992,42	1,25	991,17	1,20	989,97	1,15	988,82	1,10	987,72	1,06	986,66	1,01	985,65	0,97
	−0,06		−0,06		−0,06		−0,06		−0,06		−0,05		−0,05		−0,04		−0,03		−0,02		−0,02		−0,01	
2	999,49	1,52	997,97	1,40	996,52	1,40	995,12	1,35	993,77	1,30	992,47	1,25	991,22	1,21	990,01	1,16	988,85	1,11	987,74	1,06	986,68	1,02	985,66	0,98
	−0,05		−0,05		−0,04		−0,04		−0,04		−0,04		−0,03		−0,03		−0,03		−0,02		0,00		0,01	
3	999,54	1,52	998,02	1,46	996,56	1,40	995,16	1,35	993,81	1,30	992,51	1,26	991,25	1,21	990,04	1,16	988,88	1,12	987,76	1,08	986,68	1,03	985,65	0,99
	−0,03		−0,03		−0,03		−0,03		−0,02		−0,02		−0,02		−0,01		0,00		0,01		0,01		0,02	
4	999,57	1,52	998,05	1,46	996,59	1,40	995,19	1,36	993,83	1,30	992,53	1,26	991,27	1,22	990,05	1,17	988,88	1,13	987,75	1,08	986,67	1,04	985,63	1,00
	−0,02		−0,02		−0,02		−0,02		−0,02		−0,01		0,00		0,00		0,00		0,01		0,02		0,03	
5	999,59	1,52	998,07	1,46	996,61	1,40	995,21	1,36	993,85	1,31	992,54	1,27	991,27	1,22	990,05	1,17	988,88	1,14	987,74	1,09	986,65	1,05	985,60	1,02
	0,00		0,00		0,00		0,01		0,01		0,01		0,01		0,02		0,03		0,03		0,04		0,06	
6	999,59	1,52	998,07	1,46	996,61	1,41	995,20	1,36	993,84	1,31	992,53	1,27	991,26	1,23	990,03	1,18	988,85	1,14	987,71	1,10	986,61	1,07	985,54	1,02
	0,01		0,01		0,01		0,01		0,01		0,02		0,02		0,02		0,03		0,04		0,05		0,06	
7	999,58	1,52	998,06	1,46	996,60	1,41	995,19	1,36	993,83	1,32	992,51	1,27	991,24	1,23	990,01	1,19	988,82	1,15	987,67	1,11	986,56	1,08	985,48	1,04
	0,03		0,03		0,03		0,03		0,04		0,04		0,05		0,05		0,06		0,07		0,07		0,08	
8	999,55	1,52	998,03	1,46	996,57	1,41	995,16	1,37	993,79	1,32	992,47	1,28	991,19	1,23	989,96	1,20	988,76	1,16	987,60	1,11	986,49	1,09	985,40	1,05
	0,04		0,04		0,04		0,04		0,04		0,04		0,05		0,06		0,06		0,06		0,08		0,08	
9	999,51	1,52	997,99	1,46	996,53	1,41	995,12	1,37	993,75	1,32	992,43	1,29	991,14	1,24	989,90	1,20	988,70	1,16	987,54	1,13	986,41	1,09	985,32	1,06
	0,06		0,06		0,06		0,06		0,06		0,07		0,07		0,07		0,08		0,09		0,10		0,11	
10	999,45	1,52	997,93	1,46	996,47	1,41	995,06	1,37	993,69	1,33	992,36	1,29	991,07	1,24	989,83	1,21	988,62	1,17	987,45	1,14	986,31	1,10	985,21	1,07
	0,07		0,06		0,06		0,07		0,07		0,07		0,07		0,08		0,09		0,10		0,10		0,11	
11	999,38	1,51	997,87	1,46	996,41	1,42	994,99	1,37	993,62	1,33	992,29	1,29	991,00	1,25	989,75	1,22	988,53	1,18	987,35	1,14	986,21	1,11	985,10	1,08
	0,09		0,09		0,09		0,09		0,09		0,09		0,10		0,11		0,11		0,11		0,12		0,13	
12	999,29	1,51	997,78	1,46	996,32	1,42	994,90	1,37	993,53	1,33	992,20	1,30	990,90	1,26	989,64	1,22	988,42	1,18	987,24	1,15	986,09	1,12	984,97	1,09
	0,09		0,09		0,09		0,09		0,10		0,10		0,10		0,10		0,11		0,12		0,13		0,14	
13	999,20	1,51	997,69	1,46	996,23	1,42	994,81	1,38	993,43	1,33	992,10	1,30	990,80	1,26	989,54	1,23	988,31	1,19	987,12	1,16	985,96	1,13	984,83	1,10
	0,11		0,11		0,11		0,11		0,11		0,12		0,12		0,13		0,13		0,14		0,15		0,16	
14	999,09	1,51	997,58	1,46	996,12	1,42	994,70	1,38	993,32	1,34	991,98	1,30	990,68	1,27	989,41	1,23	988,18	1,20	986,98	1,17	985,81	1,14	984,67	1,11
	0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,13		0,13		0,14		0,14		0,15		0,16	
15	998,97	1,51	997,46	1,46	996,00	1,42	994,58	1,38	993,20	1,34	991,86	1,31	990,55	1,27	989,28	1,24	988,04	1,20	986,84	1,18	985,66	1,15	984,51	1,12
	0,13		0,13		0,13		0,13		0,14		0,14		0,14		0,15		0,15		0,17		0,17		0,18	
16	998,84	1,51	997,33	1,46	995,87	1,42	994,45	1,39	993,06	1,34	991,72	1,31	990,41	1,28	989,13	1,24	987,89	1,22	986,67	1,18	985,49	1,16	984,33	1,13
	0,14		0,14		0,14		0,14		0,14		0,15		0,15		0,15		0,16		0,17		0,17		0,18	
17	998,70	1,51	997,19	1,46	995,73	1,42	994,31	1,39	992,92	1,35	991,57	1,31	990,26	1,28	988,98	1,25	987,73	1,22	986,50	1,18	985,32	1,17	984,15	1,14
	0,15		0,15		0,16		0,16		0,16		0,16		0,17		0,17		0,18		0,18		0,19		0,19	
18	998,55	1,51	997,04	1,47	995,57	1,42	994,15	1,39	992,76	1,35	991,41	1,32	990,09	1,28	988,81	1,26	987,55	1,23	986,32	1,19	985,13	1,17	983,96	1,15
	0,17		0,16		0,16		0,16		0,16		0,16		0,17		0,18		0,18		0,19		0,20		0,21	
19	998,38	1,50	996,88	1,47	995,41	1,42	993,99	1,39	992,60	1,35	991,25	1,33	989,92	1,29	988,63	1,26	987,37	1,24	986,13	1,20	984,93	1,18	983,75	1,16
	0,18		0,18		0,18		0,18		0,19		0,19		0,19		0,20		0,21		0,22		0,22		0,23	
20	998,20	1,50	996,70	1,47	995,23	1,42	993,81	1,40	992,41	1,35	991,06	1,33	989,73	1,30	988,43	1,27	987,16	1,24	985,92	1,21	984,71	1,19	983,52	1,17

	Alkoholgehalt in % Vol.																							
t°	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
20	998,20	1,50	996,70	1,47	995,23	1,42	993,81	1,40	992,41	1,35	991,06	1,33	989,73	1,30	988,43	1,27	987,16	1,24	985,92	1,21	984,71	1,19	983,52	1,17
	0,19		0,19		0,19		0,19		0,19		0,20		0,20		0,21		0,21		0,22		0,23		0,23	
21	998,01	1,50	996,51	1,47	995,04	1,42	993,62	1,40	992,22	1,36	990,86	1,33	989,53	1,31	988,22	1,27	986,95	1,25	985,70	1,22	984,48	1,19	983,29	1,17
	0,20		0,20		0,19		0,20		0,20		0,20		0,21		0,21		0,22		0,22		0,23		0,24	
22	997,81	1,50	996,31	1,46	994,85	1,43	993,42	1,40	992,02	1,36	990,66	1,34	989,32	1,31	988,01	1,28	986,73	1,25	985,48	1,23	984,25	1,20	983,05	1,18
	0,21		0,21		0,21		0,21		0,21		0,22		0,22		0,22		0,23		0,24		0,24		0,25	
23	997,60	1,50	996,10	1,46	994,64	1,43	993,21	1,40	991,81	1,37	990,44	1,34	989,10	1,31	987,79	1,29	986,50	1,26	985,24	1,23	984,01	1,21	982,80	1,19
	0,21		0,21		0,22		0,22		0,22		0,22		0,23		0,23		0,23		0,24		0,25		0,26	
24	997,39	1,50	995,89	1,47	994,42	1,43	992,99	1,40	991,59	1,37	990,22	1,35	988,87	1,31	987,56	1,29	986,27	1,27	985,00	1,24	983,76	1,22	982,54	1,20
	0,23		0,23		0,23		0,23		0,24		0,24		0,24		0,25		0,25		0,25		0,26		0,27	
25	997,16	1,50	995,66	1,47	994,19	1,43	992,76	1,41	991,35	1,37	989,98	1,35	988,63	1,32	987,31	1,29	986,02	1,27	984,75	1,25	983,50	1,23	982,27	1,21
	0,23		0,23		0,23		0,24		0,24		0,24		0,24		0,25		0,26		0,27		0,27		0,28	
26	996,93	1,50	995,43	1,47	993,96	1,44	992,52	1,41	991,11	1,37	989,74	1,35	988,39	1,33	987,06	1,30	985,76	1,28	984,48	1,25	983,23	1,24	981,99	1,22
	0,25		0,25		0,25		0,25		0,25		0,26		0,26		0,26		0,27		0,28		0,29		0,29	
27	996,68	1,50	995,18	1,47	993,71	1,44	992,27	1,41	990,86	1,38	989,48	1,35	988,13	1,33	986,80	1,31	985,49	1,29	984,20	1,26	982,94	1,24	981,70	1,23
	0,25		0,25		0,26		0,26		0,26		0,26		0,27		0,28		0,28		0,28		0,29		0,30	
28	996,43	1,50	994,93	1,48	993,45	1,44	992,01	1,41	990,60	1,38	989,22	1,36	987,86	1,34	986,52	1,31	985,21	1,29	983,92	1,27	982,65	1,25	981,40	1,23
	0,26		0,27		0,27		0,27		0,27		0,28		0,28		0,28		0,29		0,29		0,30		0,31	
29	996,17	1,51	994,66	1,48	993,18	1,44	991,74	1,41	990,33	1,39	988,94	1,36	987,58	1,34	986,24	1,32	984,92	1,29	983,63	1,28	982,35	1,26	981,09	1,24
	0,27		0,27		0,27		0,28		0,28		0,28		0,28		0,29		0,29		0,30		0,31		0,32	
30	995,90	1,51	994,39	1,48	992,91	1,45	991,46	1,41	990,05	1,39	988,66	1,37	987,29	1,34	985,95	1,32	984,63	1,30	983,33	1,29	982,04	1,27	980,77	1,25
	0,29		0,29		0,29		0,29		0,30		0,30		0,30		0,31		0,31		0,32		0,32		0,32	
31	995,61	1,51	994,10	1,48	992,62	1,45	991,17	1,42	989,75	1,39	988,36	1,37	986,99	1,35	985,64	1,33	984,31	1,30	983,01	1,29	981,72	1,27	980,45	1,26
	0,29		0,29		0,29		0,29		0,30		0,31		0,31		0,31		0,31		0,32		0,33		0,34	
32	995,32	1,51	993,81	1,48	992,33	1,45	990,88	1,42	989,45	1,40	988,05	1,37	986,68	1,35	985,33	1,33	984,00	1,31	982,69	1,30	981,39	1,28	980,11	1,26
	0,30		0,31		0,31		0,31		0,31		0,31		0,31		0,32		0,33		0,33		0,34		0,34	
33	995,02	1,52	993,50	1,48	992,02	1,45	990,57	1,43	989,14	1,40	987,74	1,37	986,37	1,36	985,01	1,34	983,67	1,31	982,36	1,31	981,05	1,28	979,77	1,27
	0,30		0,31		0,31		0,31		0,31		0,32		0,33		0,33		0,33		0,34		0,34		0,35	
34	994,72	1,53	993,19	1,48	991,71	1,45	990,26	1,43	988,83	1,41	987,42	1,38	986,04	1,36	984,68	1,34	983,34	1,32	982,02	1,31	980,71	1,29	979,42	1,28
	0,32		0,32		0,32		0,33		0,33		0,33		0,33		0,33		0,33		0,34		0,34		0,35	
35	994,40	1,53	992,87	1,48	991,39	1,46	989,93	1,43	988,50	1,41	987,09	1,38	985,71	1,36	984,35	1,34	983,01	1,33	981,68	1,31	980,37	1,30	979,07	1,29
	0,32		0,32		0,33		0,33		0,33		0,33		0,34		0,34		0,35		0,35		0,36		0,37	
36	994,08	1,53	992,55	1,49	991,06	1,46	989,60	1,43	988,17	1,41	986,76	1,39	985,37	1,36	984,01	1,35	982,66	1,33	981,33	1,32	980,01	1,31	978,70	1,29
	0,33		0,34		0,34		0,34		0,35		0,35		0,35		0,35		0,36		0,36		0,36		0,37	
37	993,75	1,54	992,21	1,49	990,72	1,46	989,26	1,44	987,82	1,41	986,41	1,39	985,02	1,37	983,65	1,35	982,30	1,33	980,97	1,32	979,65	1,32	978,33	1,30
	0,34		0,34		0,35		0,36		0,36		0,36		0,36		0,36		0,37		0,38		0,38		0,38	
38	993,41	1,54	991,87	1,50	990,37	1,47	988,90	1,44	987,46	1,41	986,05	1,39	984,66	1,37	983,29	1,36	981,93	1,34	980,59	1,32	979,27	1,32	977,95	1,31
	0,35		0,35		0,36		0,36		0,36		0,37		0,37		0,37		0,37		0,38		0,38		0,39	
39	993,06	1,54	991,52	1,51	990,01	1,47	988,54	1,44	987,10	1,41	985,68	1,39	984,29	1,37	982,92	1,36	981,56	1,34	980,22	1,33	978,89	1,33	977,56	1,31
	0,35		0,36		0,36		0,37		0,38		0,38		0,38		0,38		0,38		0,39		0,39		0,39	
40	992,71	1,55	991,16	1,51	989,65	1,48	988,17	1,45	986,72	1,42	985,30	1,39	983,91	1,37	982,54	1,36	981,18	1,35	979,83	1,33	978,50	1,33	977,17	1,32

	Alkoholgehalt in % Vol.																							
t	10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21	
0	986,63	1,00	985,63	0,96	984,67	0,92	983,75	0,87	982,88	0,84	982,04	0,81	981,23	0,77	980,46	0,75	979,71	0,73	978,98	0,72	978,26	0,70	977,56	0,70
	–0,03		–0,02		–0,01		0,00		0,02		0,04		0,05		0,07		0,09		0,11		0,13		0,15	
1	986,66	1,01	985,65	0,97	984,68	0,93	983,75	0,89	982,86	0,86	982,00	0,82	981,18	0,79	980,39	0,77	979,62	0,75	978,87	0,74	978,13	0,72	977,41	0,72
	–0,02		–0,01		0,00		0,01		0,03		0,04		0,06		0,08		0,10		0,12		0,14		0,17	
2	986,68	1,02	985,66	0,98	984,68	0,94	983,74	0,91	982,83	0,87	981,96	0,84	981,12	0,81	980,31	0,79	979,52	0,77	978,75	0,76	977,99	0,75	977,24	0,74
	0,00		0,01		0,02		0,04		0,05		0,06		0,08		0,10		0,12		0,14		0,16		0,18	
3	986,68	1,03	985,65	0,99	984,66	0,96	983,70	0,92	982,78	0,88	981,90	0,86	981,04	0,83	980,21	0,81	979,40	0,79	978,61	0,78	977,83	0,77	977,06	0,76
	0,01		0,02		0,03		0,04		0,05		0,07		0,08		0,10		0,12		0,14		0,16		0,18	
4	986,67	1,04	985,63	1,00	984,63	0,97	983,66	0,93	982,73	0,90	981,83	0,87	980,96	0,85	980,11	0,83	979,28	0,81	978,47	0,80	977,67	0,79	976,88	0,79
	0,02		0,03		0,05		0,06		0,08		0,09		0,11		0,13		0,14		0,16		0,18		0,20	
5	986,65	1,05	985,60	1,02	984,58	0,98	983,60	0,95	982,65	0,91	981,74	0,89	980,85	0,87	979,98	0,84	979,14	0,83	978,31	0,82	977,49	0,81	976,68	0,81
	0,04		0,06		0,06		0,07		0,08		0,10		0,11		0,13		0,15		0,17		0,19		0,21	
6	986,61	1,07	985,54	1,02	984,52	0,99	983,53	0,96	982,57	0,93	981,64	0,90	980,74	0,89	979,85	0,86	978,99	0,85	978,14	0,84	977,30	0,83	976,47	0,83
	0,05		0,06		0,08		0,09		0,10		0,12		0,14		0,15		0,17		0,19		0,20		0,22	
7	986,56	1,08	985,48	1,04	984,44	1,00	983,44	0,97	982,47	0,95	981,52	0,92	980,60	0,90	979,70	0,88	978,82	0,87	977,95	0,85	977,10	0,85	976,25	0,85
	0,07		0,08		0,09		0,10		0,11		0,12		0,14		0,16		0,18		0,19		0,21		0,23	
8	986,49	1,09	985,40	1,05	984,35	1,01	983,34	0,98	982,36	0,96	981,40	0,94	980,46	0,92	979,54	0,90	978,64	0,88	977,76	0,87	976,89	0,87	976,02	0,87
	0,08		0,08		0,09		0,11		0,13		0,14		0,15		0,16		0,18		0,20		0,22		0,24	
9	986,41	1,09	985,32	1,06	984,26	1,03	983,23	1,00	982,23	0,97	981,26	0,95	980,31	0,93	979,38	0,92	978,48	0,90	977,56	0,89	976,67	0,89	975,78	0,89
	0,10		0,11		0,12		0,13		0,14		0,16		0,17		0,18		0,19		0,21		0,23		0,25	
10	986,31	1,10	985,21	1,07	984,14	1,04	983,10	1,01	982,09	0,99	981,10	0,96	980,14	0,94	979,20	0,93	978,27	0,92	977,35	0,91	976,44	0,91	975,53	0,91
	0,10		0,11		0,12		0,13		0,15		0,16		0,17		0,19		0,21		0,23		0,25		0,27	
11	986,21	1,11	985,10	1,08	984,02	1,05	982,97	1,03	981,94	1,00	980,94	0,97	979,97	0,96	979,01	0,95	978,06	0,94	977,12	0,93	976,19	0,93	975,26	0,92
	0,12		0,13		0,14		0,15		0,16		0,17		0,19		0,21		0,22		0,24		0,26		0,27	
12	986,09	1,12	984,97	1,09	983,88	1,06	982,82	1,04	981,78	1,01	980,77	0,99	979,78	0,98	978,80	0,96	977,84	0,96	976,88	0,95	975,93	0,94	974,99	0,94
	0,13		0,14		0,15		0,16		0,17		0,19		0,20		0,21		0,23		0,24		0,26		0,28	
13	985,96	1,13	984,83	1,10	983,73	1,07	982,66	1,05	981,61	1,03	980,58	1,00	979,58	0,99	978,59	0,98	977,61	0,97	976,64	0,97	975,67	0,96	974,71	0,96
	0,15		0,16		0,17		0,18		0,19		0,20		0,22		0,23		0,24		0,26		0,27		0,29	
14	985,81	1,14	984,67	1,11	983,56	1,08	982,48	1,06	981,42	1,04	980,38	1,02	979,36	1,00	978,36	0,99	977,37	0,99	976,38	0,98	975,40	0,98	974,42	0,98
	0,15		0,16		0,17		0,18		0,19		0,20		0,22		0,24		0,26		0,27		0,28		0,30	
15	985,66	1,15	984,51	1,12	983,39	1,09	982,30	1,07	981,23	1,05	980,18	1,04	979,14	1,02	978,12	1,01	977,11	1,00	976,11	0,99	975,12	1,00	974,12	1,00
	0,17		0,18		0,19		0,20		0,21		0,22		0,23		0,25		0,26		0,28		0,30		0,31	
16	985,49	1,16	984,33	1,13	983,20	1,10	982,10	1,08	981,02	1,06	979,96	1,05	978,91	1,04	977,87	1,02	976,85	1,02	975,83	1,01	974,82	1,01	973,81	1,02
	0,17		0,18		0,19		0,20		0,21		0,23		0,24		0,25		0,27		0,29		0,30		0,31	
17	985,32	1,17	984,15	1,14	983,01	1,11	981,90	1,09	980,81	1,08	979,73	1,06	978,67	1,05	977,62	1,04	976,58	1,04	975,54	1,02	974,52	1,02	973,50	1,04
	0,19		0,19		0,20		0,22		0,24		0,25		0,26		0,27		0,28		0,29		0,31		0,33	
18	985,13	1,17	983,96	1,15	982,81	1,13	981,68	1,11	980,57	1,09	979,48	1,07	978,41	1,06	977,35	1,05	976,30	1,05	975,25	1,04	974,21	1,04	973,17	1,05
	0,20		0,21		0,22		0,23		0,24		0,25		0,26		0,27		0,29		0,30		0,32		0,34	
19	984,93	1,18	983,75	1,16	982,59	1,14	981,45	1,12	980,33	1,10	979,23	1,08	978,15	1,07	977,08	1,07	976,01	1,06	974,94	1,05	973,89	1,06	972,83	1,06
	0,22		0,23		0,24		0,24		0,25		0,26		0,28		0,29		0,30		0,31		0,33		0,35	
20	984,71	1,19	983,52	1,17	982,35	1,14	981,21	1,13	980,08	1,11	978,97	1,10	977,87	1,08	976,79	1,08	975,71	1,08	974,63	1,07	973,56	1,08	972,48	1,08

	Alkoholgehalt in % Vol.																							
t	10		11		12		13		14		15		16		17		18		19		20		21	
20°	984,71	1,19	983,52	1,17	982,35	1,14	981,21	1,13	980,08	1,11	978,97	1,10	977,87	1,08	976,79	1,08	975,71	1,08	974,63	1,07	973,56	1,08	972,48	1,08
	0,23		0,23		0,23		0,25		0,26		0,28		0,29		0,31		0,32		0,33		0,35		0,36	
21°	984,48	1,19	983,29	1,17	982,12	1,16	980,96	1,14	979,82	1,13	978,69	1,11	977,58	1,10	976,48	1,09	975,39	1,09	974,30	1,09	973,21	1,09	972,12	1,09
	0,23		0,24		0,25		0,26		0,27		0,28		0,29		0,31		0,32		0,33		0,35		0,36	
22	984,25	1,20	983,05	1,18	981,97	1,17	980,70	1,15	979,55	1,14	978,41	1,12	977,29	1,12	976,17	1,10	975,07	1,10	973,97	1,10	972,86	1,10	971,76	1,11
	0,24		0,25		0,26		0,27		0,28		0,29		0,30		0,31		0,33		0,34		0,35		0,37	
23	984,01	1,21	982,80	1,19	981,61	1,18	980,43	1,16	979,27	1,15	978,12	1,13	976,99	1,13	975,86	1,12	974,74	1,11	973,63	1,12	972,51	1,12	971,39	1,13
	0,25		0,26		0,27		0,28		0,29		0,30		0,31		0,32		0,33		0,35		0,36		0,38	
24	983,76	1,22	982,54	1,20	981,34	1,19	980,15	1,17	978,98	1,16	977,82	1,14	976,68	1,14	975,54	1,13	974,41	1,13	973,28	1,13	972,15	1,14	971,01	1,14
	0,26		0,27		0,28		0,29		0,30		0,31		0,32		0,33		0,35		0,36		0,38		0,39	
25	983,50	1,23	982,27	1,21	981,06	1,20	979,86	1,18	978,68	1,17	977,51	1,16	976,36	1,15	975,21	1,15	974,06	1,14	972,92	1,15	971,77	1,15	970,62	1,15
	0,27		0,28		0,29		0,29		0,30		0,31		0,33		0,34		0,35		0,37		0,38		0,39	
26	983,23	1,24	981,99	1,22	980,77	1,20	979,57	1,19	978,38	1,18	977,20	1,17	976,03	1,16	974,87	1,16	973,71	1,16	972,55	1,16	971,39	1,16	970,23	1,17
	0,29		0,29		0,30		0,31		0,32		0,33		0,34		0,36		0,37		0,38		0,39		0,41	
27	982,94	1,24	981,70	1,23	980,47	1,21	979,26	1,20	978,06	1,19	976,87	1,18	975,69	1,18	974,51	1,17	973,34	1,17	972,17	1,17	921,00	1,18	969,82	1,18
	0,29		0,30		0,30		0,31		0,32		0,33		0,35		0,36		0,38		0,39		0,40		0,41	
28	982,65	1,25	981,40	1,23	980,17	1,22	978,95	1,21	977,74	1,20	976,54	1,20	975,34	1,19	974,15	1,19	972,96	1,18	971,78	1,18	970,60	1,19	969,41	1,20
	0,30		0,31		0,32		0,33		0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,39		0,40		0,42	
29	982,35	1,26	981,09	1,24	979,85	1,23	978,62	1,22	977,40	1,21	976,19	1,21	974,98	1,20	973,78	1,20	972,58	1,19	971,39	1,19	970,20	1,21	968,99	1,21
	0,31		0,32		0,33		0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,38		0,40		0,42		0,43	
30	982,04	1,27	980,77	1,25	979,52	1,24	978,28	1,23	977,05	1,22	975,83	1,21	974,62	1,21	973,41	1,21	972,20	1,21	970,99	1,21	969,78	1,22	968,56	1,23
	0,32		0,32		0,33		0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,39		0,40		0,42		0,43	
31	981,72	1,27	980,45	1,26	979,19	1,25	977,94	1,24	976,70	1,23	975,47	1,22	974,25	1,22	973,03	1,22	971,81	1,22	970,59	1,23	969,36	1,23	968,13	1,24
	0,33		0,34		0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,39		0,40		0,42		0,43		0,45	
32	981,39	1,28	980,11	1,26	978,85	1,26	977,59	1,25	976,34	1,24	975,10	1,23	973,87	1,23	972,64	1,23	971,41	1,24	970,17	1,24	968,93	1,25	967,68	1,26
	0,34		0,34		0,35		0,35		0,36		0,37		0,39		0,40		0,41		0,42		0,43		0,45	
33	981,05	1,28	979,77	1,27	978,50	1,26	977,24	1,26	975,78	1,25	974,73	1,25	973,48	1,24	972,24	1,24	971,00	1,25	969,75	1,25	968,50	1,27	967,23	1,27
	0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,39		0,40		0,41		0,42		0,43		0,45		0,45	
34	980,71	1,29	979,42	1,28	978,14	1,27	976,87	1,27	975,60	1,26	974,34	1,26	973,08	1,25	971,83	1,25	970,58	1,26	969,32	1,27	968,05	1,27	966,78	1,29
	0,34		0,35		0,36		0,37		0,38		0,39		0,40		0,41		0,43		0,44		0,45		0,47	
35	980,37	1,30	979,07	1,29	977,78	1,28	976,50	1,28	975,22	1,27	973,95	1,27	972,68	1,26	971,42	1,27	970,15	1,27	968,88	1,28	967,60	1,29	966,31	1,30
	0,36		0,37		0,37		0,38		0,38		0,39		0,40		0,42		0,43		0,44		0,45		0,47	
36	980,01	1,31	978,70	1,29	977,41	1,29	976,12	1,28	974,84	1,28	973,56	1,28	972,28	1,28	971,00	1,28	969,72	1,28	968,44	1,29	967,15	1,31	965,84	1,31
	0,36		0,37		0,38		0,39		0,40		0,41		0,42		0,43		0,44		0,45		0,46		0,47	
37	979,65	1,32	978,33	1,30	977,03	1,30	975,73	1,29	974,44	1,29	973,15	1,29	971,86	1,29	970,57	1,29	969,28	1,29	967,99	1,30	966,69	1,32	965,37	1,32
	0,38		0,38		0,39		0,39		0,40		0,41		0,42		0,43		0,44		0,46		0,47		0,48	
38	979,27	1,32	977,95	1,31	976,64	1,30	975,34	1,30	974,04	1,30	972,74	1,30	971,44	1,30	970,14	1,30	968,84	1,31	967,53	1,31	966,22	1,33	964,89	1,34
	0,38		0,39		0,39		0,40		0,41		0,42		0,43		0,44		0,45		0,46		0,48		0,49	
39	978,89	1,33	977,56	1,31	976,25	1,31	974,94	1,31	973,63	1,31	972,32	1,31	971,01	1,31	969,70	1,31	968,39	1,32	967,07	1,33	965,74	1,34	964,40	1,36
	0,39		0,39		0,40		0,41		0,42		0,42		0,43		0,45		0,47		0,48		0,49		0,50	
40	978,50	1,33	977,17	1,32	975,85	1,32	974,53	1,32	973,21	1,31	971,90	1,32	970,58	1,33	969,25	1,33	967,92	1,33	966,59	1,34	965,25	1,35	963,90	1,37

	Alkoholgehalt in % Vol.																													
t°	20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31								
0	978,26	0,70	977,56	0,70	976,86	0,69	976,17	0,70	975,47	0,72	974,75	0,72	974,03	0,74	973,29	0,77	972,52	0,80	971,72	0,83	970,89	0,87	970,02	0,90						
	0,13		0,15		0,17		0,20		0,22		0,24		0,27		0,30		0,32		0,35		0,37		0,39							
1	978,13	0,72	977,41	0,72	976,69	0,72	975,97	0,72	975,25	0,74	974,51	0,75	973,76	0,77	972,99	0,79	972,20	0,83	971,37	0,85	970,52	0,89	969,63	0,93						
	0,14		0,17		0,19		0,21		0,24		0,26		0,29		0,31		0,34		0,36		0,38		0,41							
2	977,99	0,75	977,24	0,74	976,50	0,74	975,76	0,75	975,01	0,76	974,25	0,78	973,47	0,79	972,68	0,82	971,86	0,85	971,01	0,87	970,14	0,92	960,22	0,96						
	0,16		0,18		0,20		0,23		0,25		0,27		0,29		0,32		0,34		0,36		0,38		0,40							
3	977,83	0,77	977,06	0,76	976,30	0,77	975,53	0,77	974,76	0,78	973,98	0,80	973,18	0,82	972,36	0,84	971,52	0,87	970,65	0,89	969,76	0,94	968,82	0,98						
	0,16		0,18		0,21		0,23		0,25		0,28		0,30		0,32		0,34		0,36		0,39		0,42							
4	977,67	0,79	976,88	0,79	976,09	0,79	975,30	0,79	974,51	0,81	973,70	0,82	972,88	0,84	972,04	0,86	971,18	0,89	970,29	0,92	969,37	0,96	968,40	1,00						
	0,18		0,20		0,22		0,24		0,26		0,28		0,30		0,33		0,35		0,38		0,40		0,41							
5	977,49	0,81	976,68	0,81	975,87	0,81	975,06	0,81	974,25	0,83	973,42	0,84	972,58	0,86	971,71	0,88	970,83	0,92	969,91	0,94	968,97	0,98	967,99	1,02						
	0,19		0,21		0,23		0,25		0,27		0,30		0,33		0,34		0,37		0,39		0,41		0,43							
6	977,30	0,83	976,47	0,83	975,64	0,83	974,81	0,84	973,97	0,85	973,12	0,87	972,25	0,88	971,37	0,91	970,46	0,94	969,52	0,96	968,56	1,00	967,56	1,04						
	0,20		0,22		0,24		0,26		0,28		0,30		0,32		0,35		0,37		0,39		0,41		0,43							
7	976,10	0,85	976,25	0,85	975,40	0,85	974,55	0,86	973,69	0,87	972,82	0,89	971,93	0,91	971,02	0,93	970,09	0,96	969,13	0,98	968,15	1,02	967,13	1,06						
	0,21		0,23		0,25		0,27		0,29		0,31		0,33		0,35		0,37		0,39		0,42		0,44							
8	976,89	0,87	976,02	0,87	975,15	0,87	974,28	0,88	973,40	0,89	972,51	0,91	971,60	0,93	970,67	0,95	969,72	0,98	968,74	1,01	967,73	1,04	966,69	1,08						
	0,22		0,24		0,26		0,28		0,30		0,32		0,34		0,36		0,39		0,41		0,43		0,45							
9	976,67	0,89	975,78	0,89	974,89	0,89	974,00	0,90	973,10	0,91	972,19	0,93	971,26	0,95	970,31	0,98	969,33	1,00	968,33	1,03	967,30	1,06	966,24	1,09						
	0,23		0,25		0,27		0,29		0,31		0,33		0,35		0,37		0,39		0,41		0,43		0,45							
10	976,44	0,91	975,53	0,91	974,62	0,91	973,71	0,92	972,79	0,93	971,86	0,95	970,91	0,97	969,94	1,00	968,94	1,02	967,92	1,05	966,87	1,08	965,79	1,11						
	0,25		0,27		0,28		0,30		0,32		0,34		0,36		0,38		0,40		0,42		0,44		0,45							
11	976,11	0,93	975,26	0,92	974,34	0,93	973,41	0,94	972,47	0,95	971,52	0,97	970,55	0,99	969,56	1,02	968,54	1,04	967,50	1,07	966,43	1,09	965,34	1,13						
	0,26		0,27		0,29		0,31		0,33		0,35		0,37		0,39		0,40		0,42		0,44		0,46							
12	975,93	0,94	974,99	0,94	974,05	0,95	973,10	0,96	972,14	0,97	971,17	0,99	970,18	1,01	969,17	1,03	968,14	1,06	967,08	1,09	965,99	1,11	964,88	1,15						
	0,26		0,28		0,30		0,32		0,34		0,36		0,38		0,39		0,41		0,43		0,45		0,47							
13	975,67	0,96	974,71	0,96	973,75	0,97	972,78	0,98	971,80	0,99	970,81	1,01	969,80	1,02	968,78	1,05	967,73	1,08	966,65	1,11	965,54	1,13	964,41	1,17						
	0,27		0,29		0,31		0,33		0,35		0,37		0,38		0,40		0,42		0,44		0,45		0,47							
14	975,40	0,98	974,42	0,98	973,44	0,99	972,45	1,00	971,45	1,01	970,44	1,02	969,42	1,04	968,38	1,07	967,31	1,10	966,21	1,12	965,09	1,15	963,94	1,19						
	0,28		0,30		0,32		0,33		0,35		0,37		0,39		0,41		0,43		0,45		0,47		0,49							
15	975,12	1,00	974,12	1,00	973,12	1,00	972,12	1,02	971,10	1,03	970,07	1,04	969,03	1,06	967,97	1,09	966,88	1,12	965,76	1,14	964,62	1,17	963,45	1,20						
	0,30		0,31		0,33		0,35		0,36		0,38		0,40		0,42		0,44		0,45		0,47		0,49							
16	974,82	1,01	973,81	1,02	972,79	1,02	971,77	1,03	970,74	1,05	969,69	1,06	968,63	1,08	967,55	1,11	966,44	1,13	965,31	1,16	964,15	1,19	962,96	1,22						
	0,30		0,31		0,33		0,35		0,37		0,38		0,40		0,42		0,43		0,45		0,47		0,49							
17	974,52	1,02	973,50	1,04	972,46	1,04	971,42	1,05	970,37	1,06	969,31	1,08	968,23	1,10	967,13	1,12	966,01	1,15	964,86	1,18	963,68	1,21	962,47	1,24						
	0,31		0,33		0,34		0,36		0,38		0,40		0,42		0,43		0,45		0,47		0,48		0,50							
18	974,21	1,04	973,17	1,05	972,12	1,06	971,06	1,07	969,99	1,08	968,91	1,10	967,81	1,11	966,70	1,14	965,56	1,17	964,39	1,19	963,20	1,23	961,97	1,26						
	0,32		0,34		0,35		0,36		0,38		0,40		0,42		0,44		0,46		0,47		0,49		0,50							
19	973,89	1,06	972,83	1,06	971,77	1,07	970,70	1,09	969,61	1,10	968,51	1,11	967,39	1,13	966,26	1,16	965,10	1,18	963,92	1,21	962,71	1,24	961,47	1,28						
	0,33		0,35		0,37		0,39		0,40		0,41		0,42		0,45		0,46		0,48		0,50		0,52							
20	973,56	1,08	972,48	1,08	971,40	1,09	970,31	1,10	969,21	1,11	968,10	1,13	966,97	1,14	965,81	1,17	964,64	1,20	963,44	1,23	962,21	1,26	960,95	1,29						

	Alkoholgehalt in % Vol.																													
t°	20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31								
20°	973,56	1,08	972,48	1,08	971,40	1,09	970,31	1,10	969,21	1,11	968,10	1,13	966,97	1,16	965,81	1,17	964,64	1,20	963,44	1,23	962,21	1,26	960,95	1,29						
	0,35		0,36		0,37		0,39		0,40		0,42		0,44		0,45		0,47		0,49		0,50		0,52							
21°	973,21	1,09	972,12	1,09	971,03	1,11	969,92	1,11	968,81	1,13	967,68	1,15	966,53	1,17	965,36	1,19	964,17	1,22	962,95	1,24	961,71	1,28	960,43	1,31						
	0,35		0,36		0,38		0,39		0,41		0,43		0,44		0,46		0,48		0,49		0,51		0,52							
22	972,86	1,10	971,76	1,11	970,65	1,12	969,53	1,13	968,40	1,15	967,25	1,16	966,09	1,19	964,90	1,21	963,69	1,23	962,46	1,26	961,20	1,29	959,91	1,32						
	0,35		0,37		0,39		0,40		0,42		0,43		0,45		0,46		0,48		0,50		0,52		0,53							
23	972,51	1,12	971,39	1,13	970,26	1,13	969,13	1,15	967,98	1,16	966,82	1,18	965,64	1,20	964,44	1,23	963,21	1,25	961,96	1,28	960,68	1,30	959,38	1,33						
	0,36		0,38		0,39		0,41		0,42		0,44		0,46		0,48		0,49		0,51		0,53		0,54							
24	972,15	1,14	971,01	1,14	969,87	1,15	968,72	1,16	967,56	1,18	966,38	1,20	965,18	1,22	963,96	1,24	962,72	1,27	961,45	1,29	960,16	1,32	958,84	1,34						
	0,38		0,39		0,40		0,42		0,44		0,45		0,46		0,48		0,50		0,51		0,53		0,54							
25	971,77	1,15	970,62	1,15	969,47	1,17	968,30	1,18	967,12	1,19	965,93	1,21	964,72	1,24	963,48	1,26	962,22	1,28	960,94	1,31	959,63	1,33	958,30	1,36						
	0,38		0,39		0,41		0,42		0,44		0,46		0,48		0,49		0,50		0,52		0,53		0,55							
26	971,39	1,16	970,23	1,17	969,06	1,18	967,88	1,20	966,68	1,21	965,47	1,23	964,24	1,25	962,99	1,27	961,72	1,30	960,42	1,32	959,10	1,35	957,75	1,38						
	0,39		0,41		0,42		0,44		0,45		0,46		0,48		0,50		0,51		0,52		0,53		0,55							
27	971,00	1,18	969,82	1,18	968,64	1,20	967,44	1,21	966,23	1,22	965,01	1,25	963,76	1,27	962,49	1,28	961,21	1,31	959,90	1,33	958,57	1,37	957,20	1,40						
	0,40		0,41		0,43		0,44		0,46		0,48		0,49		0,50		0,52		0,53		0,55		0,56							
28	970,60	1,19	969,41	1,20	968,21	1,21	967,00	1,23	965,77	1,24	964,53	1,26	963,27	1,28	961,99	1,30	960,69	1,32	959,37	1,35	958,02	1,38	956,64	1,41						
	0,40		0,42		0,43		0,45		0,46		0,48		0,49		0,50		0,52		0,54		0,55		0,56							
29	970,20	1,21	968,99	1,21	967,78	1,23	966,55	1,24	965,31	1,26	964,05	1,27	962,78	1,29	961,49	1,32	960,17	1,34	958,83	1,36	957,47	1,39	956,08	1,43						
	0,42		0,43		0,45		0,46		0,47		0,48		0,50		0,52		0,53		0,54		0,56		0,58							
30	969,78	1,22	968,56	1,23	967,33	1,24	966,09	1,25	964,84	1,27	963,57	1,29	962,28	1,31	960,97	1,33	959,64	1,35	958,29	1,38	956,91	1,41	955,50	1,44						
	0,42		0,43		0,44		0,45		0,47		0,49		0,51		0,52		0,53		0,55		0,56		0,58							
31	969,36	1,23	968,13	1,24	966,89	1,25	965,64	1,27	964,37	1,29	963,08	1,31	961,77	1,32	960,45	1,34	959,11	1,37	957,74	1,39	956,35	1,43	954,92	1,45						
	0,43		0,45		0,46		0,48		0,49		0,50		0,51		0,52		0,54		0,56		0,57		0,58							
32	968,93	1,25	967,68	1,25	966,43	1,27	965,16	1,28	963,88	1,30	962,58	1,32	961,26	1,33	959,93	1,36	958,57	1,39	957,18	1,40	955,78	1,44	954,34	1,47						
	0,43		0,45		0,47		0,48		0,50		0,51		0,52		0,54		0,55		0,56		0,58		0,59							
33	968,50	1,27	967,23	1,27	965,96	1,28	964,68	1,30	963,38	1,31	962,07	1,33	960,74	1,35	959,39	1,37	958,02	1,40	956,62	1,42	955,20	1,45	953,75	1,48						
	0,45		0,45		0,47		0,49		0,50		0,51		0,52		0,54		0,55		0,56		0,58		0,60							
34	968,05	1,27	966,78	1,29	965,49	1,30	964,19	1,31	962,88	1,32	961,56	1,34	960,22	1,37	958,85	1,38	957,47	1,41	956,06	1,44	954,62	1,47	953,15	1,49						
	0,45		0,47		0,48		0,49		0,50		0,52		0,54		0,55		0,57		0,58		0,59		0,60							
35	967,60	1,29	996,31	1,30	965,01	1,31	963,70	1,32	962,38	1,34	961,04	1,36	959,68	1,38	958,30	1,40	956,90	1,42	955,48	1,45	954,03	1,48	952,55	1,50						
	0,45		0,47		0,48		0,49		0,51		0,53		0,54		0,55		0,57		0,59		0,60		0,61							
36	967,15	1,31	965,84	1,31	964,53	1,32	963,21	1,34	961,87	1,36	960,51	1,37	959,14	1,39	957,75	1,42	956,33	1,44	954,89	1,46	953,43	1,49	951,94	1,51						
	0,46		0,47		0,48		0,50		0,52		0,53		0,55		0,56		0,57		0,58		0,60		0,61							
37	966,69	1,32	965,37	1,32	964,05	1,34	962,71	1,36	961,35	1,37	959,98	1,39	958,59	1,40	957,19	1,43	955,76	1,45	954,31	1,48	952,83	1,50	951,33	1,52						
	0,47		0,48		0,50		0,51		0,52		0,54		0,55		0,57		0,58		0,59		0,60		0,61							
38	966,22	1,33	964,89	1,34	963,55	1,35	962,20	1,37	960,83	1,39	959,44	1,40	958,04	1,42	956,62	1,44	955,18	1,46	953,72	1,49	952,23	1,51	950,72	1,54						
	0,48		0,49		0,51		0,52		0,53		0,54		0,56		0,57		0,58		0,60		0,61		0,62							
39	965,74	1,34	964,40	1,36	963,04	1,36	961,68	1,38	960,30	1,40	958,90	1,42	957,48	1,43	956,05	1,45	954,60	1,48	953,12	1,50	951,62	1,52	950,10	1,55						
	0,49		0,50		0,51		0,53		0,54		0,55		0,56		0,58		0,60		0,61		0,62		0,64							
40	965,25	1,35	963,90	1,37	962,53	1,38	961,15	1,39	959,76	1,41	958,35	1,43	956,92	1,45	955,47	1,47	954,00	1,49	952,51	1,51	951,00	1,54	949,49	1,56						

TABELLE IV

Beziehung zwischen dem Brechungsindex bei 20 °C und dem Alkoholgehalt bei 20 °C von reinen wäßrig-alkoholischen Mischungen und Destillaten

Brechungsindex bei 20 °C	Alkoholgehalt bei 20 °C				Brechungsindex bei 20 °C	Alkoholgehalt bei 20 °C			
	Wäßrig-alkoholische Mischungen		Destillate			Wäßrig-alkoholische Mischungen		Destillate	
1,33628	6,54	0,25	6,48	0,26	1,34222	16,76	0,23	16,65	0,23
1,33642	6,79	0,26	6,74	0,26	1,34236	16,99	0,23	16,88	0,24
1,33656	7,05	0,25	7,00	0,27	1,34250	17,22	0,22	17,12	0,22
1,33670	7,30	0,28	7,27	0,27	1,34264	17,44	0,24	17,34	0,22
1,33685	7,58	0,25	7,54	0,25	1,34278	17,68	0,21	17,56	0,22
1,33699	7,83	0,26	7,79	0,26	1,34291	17,89	0,23	17,78	0,23
1,33713	8,09	0,25	8,05	0,25	1,34305	18,12	0,24	18,01	0,22
1,33727	8,34	0,28	8,30	0,26	1,34319	18,36	0,23	18,23	0,23
1,33742	8,62	0,25	8,56	0,25	1,34333	18,59	0,23	18,46	0,24
1,33756	8,87	0,25	8,81	0,25	1,34347	18,82	0,23	18,70	0,22
1,33770	9,12	0,24	9,06	0,24	1,34361	19,05	0,23	18,92	0,25
1,33784	9,36	0,27	9,30	0,25	1,34375	19,28	0,23	19,17	0,23
1,33799	9,63	0,24	9,55	0,26	1,34389	19,51	0,24	19,40	0,22
1,33813	9,87	0,25	9,81	0,24	1,34403	19,75	0,23	19,62	0,24
1,33827	10,12	0,23	10,05	0,24	1,34417	19,98	0,24	19,86	0,23
1,33841	10,35	0,26	10,29	0,25	1,34431	20,22	0,22	20,09	0,24
1,33856	10,61	0,25	10,54	0,24	1,34445	20,44	0,21	20,33	0,21
1,33870	10,86	0,24	10,78	0,24	1,34458	20,65	0,24	20,54	0,22
1,33884	11,10	0,23	11,02	0,24	1,34472	20,89	0,22	20,76	0,23
1,33898	11,33	0,24	11,26	0,24	1,34486	21,11	0,23	20,99	0,22
1,33912	11,47	0,24	11,50	0,24	1,34500	21,34	0,21	21,21	0,23
1,33926	11,81	0,24	11,74	0,24	1,34513	21,55	0,23	21,44	0,21
1,33940	12,05	0,25	11,98	0,24	1,34527	21,78	0,22	21,65	0,22
1,33955	12,30	0,23	12,22	0,24	1,34541	22,00	0,23	21,87	0,23
1,33969	12,53	0,23	12,46	0,23	1,34555	22,23	0,21	22,10	0,21
1,33983	12,76	0,24	12,69	0,23	1,34568	22,44	0,23	22,31	0,23
1,33997	13,00	0,23	12,92	0,23	1,34582	22,67	0,23	22,54	0,21
1,34011	13,23	0,24	13,15	0,25	1,34596	22,90	0,23	22,75	0,21
1,34025	13,47	0,23	13,40	0,22	1,34610	23,13	0,20	22,96	0,21
1,34039	13,70	0,23	13,62	0,24	1,34623	23,33	0,24	23,17	0,23
1,34053	13,93	0,23	13,86	0,23	1,34637	23,57	0,24	23,40	0,21
1,34067	14,16	0,25	14,09	0,23	1,34651	23,81	0,23	23,61	0,24
1,34081	14,41	0,25	14,32	0,25	1,34665	24,04	0,22	23,85	0,24
1,34096	14,66	0,23	14,57	0,24	1,34678	24,26	0,22	24,09	0,22
1,34110	14,89	0,24	14,81	0,25	1,34692	24,48	0,24	24,31	0,25
1,34124	15,13	0,23	15,06	0,22	1,34706	24,72	0,23	24,56	0,22
1,34138	15,36	0,23	15,28	0,22	1,34720	24,95	0,21	24,78	0,22
1,34152	15,59	0,24	15,50	0,24	1,34733	25,16	0,24	25,00	0,23
1,34166	15,83	0,23	15,74	0,22	1,34747	25,40	0,22	25,23	0,22
1,34180	16,06	0,23	15,96	0,23	1,34760	25,62	0,24	25,45	0,25
1,34194	16,29	0,23	16,19	0,22	1,34774	25,86	0,24	25,70	0,23
1,34208	16,52	0,24	16,41	0,24	1,34788	26,10	0,22	25,93	0,22

4. GESAMT-TROCKENEXTRAKT

Gesamt-Trockensubstanz

1. DEFINITION

Der Gesamt-Trockenextrakt oder die Gesamt-Trockensubstanz stellt die Gesamtmenge aller Weinsubstanzen dar, die sich unter bestimmten physikalischen Bedingungen nicht verflüchtigen. Diese Bedingungen müssen in der Weise festgelegt werden, daß die den Extrakt bildenden Stoffe nur möglichst geringe Veränderungen erfahren.

Der reduktionsfreie Extrakt ist der Gesamt-Trockenextrakt abzüglich des Gesamtzuckers.

Der reduzierte Extrakt ist der Gesamt-Trockenextrakt, vermindert um den 1 g/l übersteigenden Gesamtzucker, um das 1 g/l übersteigende Kaliumsulfat, um Mannit (soweit vorhanden) sowie abzüglich aller gegebenenfalls dem Wein zugesetzter Substanzen.

Der Extraktrest ist der reduktionsfreie Extrakt abzüglich der als Weinsäure berechneten nichtflüchtigen Säuren.

Der Extrakt wird in g/l ausgedrückt und muß mit einer Genauigkeit von 0,5 g bestimmt werden.

2. PRINZIP DER METHODEN

Einzige Methode: densimetrische Bestimmung.

Der Gesamt-Trockenextrakt wird indirekt aus der Dichte des Mostes bzw. aus der Dichte des entalkoholisierten Weines berechnet.

Der Trockenextrakt wird durch die Menge Saccharose ausgedrückt, die in 1 Liter wäßriger Lösung die gleiche Dichte wie der Most bzw. der entalkoholisierte Wein aufweist. Die Werte sind der Tabelle I zu entnehmen.

3. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

Die relative Dichte d_{20}^{20} des „entalkoholisierten Weines" (d_r) wird mit Hilfe der Formel berechnet:

$$d_r = d_w - d_A + 1{,}000$$

d_w = relative Dichte des Weines bei 20 °C (korrigiert um den Anteil der flüchtigen Säure) (1);

d_A = relative Dichte bei 20 °C einer wäßrig-alkoholischen Lösung mit dem gleichen Alkoholgehalt wie der Wein.

Man kann d_r auch aus der Volumenmasse bei 20 °C ρ_w des Weines und ρ_A der wäßrig-alkoholischen Mischung von gleichem Alkoholgehalt berechnen durch die Formel:

$$d_r = 1{,}0018\,(\rho_w - \rho_A) + 1{,}000,$$

wobei der Faktor 1,0018 in den Fällen, in denen ρ_w kleiner als 1,05 ist, d. h. in den meisten Fällen, durch 1 ersetzt werden kann.

4. ANGABE DER ERGEBNISSE

Der Gesamt-Trockenextrakt in g/l wird entsprechend der Dichte d_{r20}^{20} des entalkoholisierten Weines bzw. d_{20}^{20} des Mostes der Tabelle I entnommen.

Der Gesamt-Trockenextrakt wird mit 1 Dezimale angegeben.

(1) Vor dieser Berechnung muß die, wie oben angegeben, gemessene relative Dichte bzw. Volumenmasse des Weines um den von der flüchtigen Säure verursachten Fehler nach der folgenden Formel korrigiert werden:
$d_w = d_{20}^{20} - 0{,}0000086\ a$ oder $\rho_w = \rho_{20} - 0{,}0000086\ a$;
a = flüchtige Säure in Milliäquivalenten je 1 Liter.

TABELLE I

Berechnung des Gehaltes am Gesamt-Trockenextrakt (g/l)

Relative Dichte mit 2 Dezimalen	3. Dezimale der relativen Dichte									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Extrakt in g/l									
1,00	0	2,6	5,1	7,7	10,3	12,9	15,4	18,0	20,6	23,2
1,01	25,8	28,4	31,0	33,6	36,2	38,8	41,3	43,9	46,5	49,1
1,02	51,7	54,3	56,9	59,5	62,1	64,7	67,3	69,9	72,5	75,1
1,03	77,7	80,3	82,9	85,5	88,1	90,7	93,3	95,9	98,5	101,1
1,04	103,7	106,3	109,0	111,6	114,2	116,8	119,4	122,0	124,6	127,2
1,05	129,8	132,4	135,0	137,6	140,3	142,9	145,5	148,1	150,7	153,3
1,06	155,9	158,6	161,2	163,8	166,4	169,0	171,6	174,3	176,9	179,5
1,07	182,1	184,8	187,4	190,0	192,6	195,2	197,8	200,5	203,1	205,8
1,08	208,4	211,0	213,6	216,2	218,9	221,5	224,1	226,8	229,4	232,0
1,09	234,7	237,3	239,9	242,5	245,2	247,8	250,4	253,1	255,7	258,4
1,10	261,0	263,6	266,3	268,9	271,5	274,2	276,8	279,5	282,1	284,8
1,11	287,4	290,0	292,7	295,3	298,0	300,6	303,3	305,9	308,6	311,2
1,12	313,9	316,5	319,2	321,8	324,5	327,1	329,8	332,4	335,1	337,8
1,13	340,4	343,0	345,7	348,3	351,0	353,7	356,3	359,0	361,6	364,3
1,14	366,9	369,6	372,3	375,0	377,6	380,3	382,9	385,6	388,3	390,9
1,15	393,6	396,2	398,9	401,6	404,3	406,9	409,6	412,3	415,0	417,6
1,16	420,3	423,0	425,7	428,3	431,0	433,7	436,4	439,0	441,7	444,4
1,17	447,1	449,8	452,4	455,2	457,8	460,5	463,2	465,9	468,6	471,3
1,18	473,9	476,6	479,3	482,0	484,7	487,4	490,1	492,8	495,5	498,2
1,19	500,9	503,5	506,2	508,9	511,6	514,3	517,0	519,7	522,4	525,1
1,20	527,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Ergänzungstabelle

4. Dezimale der relativen Dichte	Extrakt in g/l	4. Dezimale der relativen Dichte	Extrakt in g/l	4. Dezimale der relativen Dichte	Extrakt in g/l
1	0,3	4	1,0	7	1,8
2	0,5	5	1,3	8	2,1
3	0,8	6	1,6	9	2,3

5. REDUZIERENDE ZUCKER

1. DEFINITION

Die reduzierenden Zucker, die sich aus den Gesamtzuckern mit einer Keto- oder Aldehydgruppe zusammensetzen, werden durch Reduzierung einer alkalischen Kupfersalzlösung bestimmt.

2. PRINZIP DER METHODEN

2.1. **Klärung**

2.1.1. Referenzmethode: Behandlung des neutralisierten und vom Alkohol befreiten Weines über eine Anionenaustauschersäule, wobei dessen Anionen gegen Acetationen ausgetauscht werden, und anschließende Klärung mit neutralem Bleiacetat.

2.1.2. Gebräuchliche Methoden: Behandlung des Weines mit einem der folgenden Reagenzien:

2.1.2.1. Neutrales Bleiacetat

2.1.2.2. Zinkhexacynoferrat II

2.2. **Bestimmung**

2.2.1. Einzige Methode: Nachdem der geklärte Wein oder Most mit einer bestimmten Menge Kupfersulfat reagiert hat, wird der Überschuß an Kupferionen iodometrisch bestimmt.

3. KLÄRUNG

Die Lösung, in der die Zuckerbestimmung erfolgt, soll einen Zuckergehalt zwischen 0,5 und 5 g/l aufweisen.

Handelt es sich um einen trockenen Wein, so ist während der Klärung eine Verdünnung zu vermeiden. Bei zuckerreichen Weinen soll bei der Klärung eine Verdünnung in der Weise vorgenommen werden, daß der Zuckergehalt zwischen den in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Grenzwerten liegt.

Bezeichnung	Zuckergehalt liegt zwischen (g/l)	Volumenmasse 20 °C zwischen	Vorzunehmende Verdünnung (%)
Moste und Mistellen	> 125	> 1,038	1
Süße Weine mit oder ohne Alkoholzusatz	25 und 125	1,005 und 1,038	4
Liebliche Weine	5 und 25	0,997 und 1,005	20
Trockne Weine	< 5	< 0,997	keine Verdünnung

3.1. **Referenzmethode**

3.1.1. *Reagenzien*

3.1.1.1. Salzsäure (HCl), 1 M

3.1.1.2. Natronlauge (NaOH), 1 M

3.1.1.3. Essigsäure (CH_3 COOH), 4 M

3.1.1.4. Natronlauge (NaOH), 2 M

3.1.1.5. Anionenaustauscherharz (Typ Dowex 3 (20—50 mesh) oder gleichwertiges Harz).

Vorbereitung der Austauschersäule. In eine 50-ml-Bürette, deren unteres Ende mit einem Glaswollepfropfen verschlossen ist, werden 15 ml Anionenaustauscherharz (3.1.1.5) eingebracht.

Vor der Verwendung des Harzes wird dieses in zwei vollständigen Arbeitsgängen regeneriert, wobei abwechselnd eine 1-M-Salzsäurelösung (3.1.1.1) und eine 1-M-Natronlauge (3.1.1.2) verwendet werden. Nach dem Nachwaschen mit 50 ml destilliertem Wasser wird das Harz in ein Becherglas gegeben, 50 ml einer 4-M-Essigsäurelösung (3.1.1.3) hinzugefügt, 5 Minuten lang geschüttelt und in die Bürette zurückgefüllt. Danach werden 100 ml 4-M-Essigsäurelösung (3.1.1.3) über die Säule gegeben. (Es ist zweckmäßig, das Harz unter 4-M-Essigsäure (3.1.1.3) aufzubewahren.) Die Säule wird mit destilliertem Wasser gewaschen, bis die ablaufende Flüssigkeit neutral reagiert.

Regenerierung des Harzes. Man läßt 150 ml einer 2-M-Natronlauge (3.1.1.4) durch die Säule laufen, um die Säuren und einen großen Teil der am Harz haftenden Farbstoffe zu entfernen und wäscht mit 100 ml Wasser nach. Dann läßt man 100 ml 4-M-Essigsäurelösung (3.1.1.3) durchlaufen und wäscht nach bis die ablaufende Flüssigkeit neutral reagiert.

3.1.1.6. Neutrale Bleiacetatlösung (annähernd gesättigt):

250 g neutrales Bleiacetat ($(CH_3\ COO)_2Pb \cdot 3\ H_2O$) werden mit sehr heißem Wasser auf 500 ml gebracht und bis zur Lösung geschüttelt.

3.1.1.7. Calciumcarbonat ($Ca\ CO_3$)

3.1.2. *Durchführung der Bestimmung*

3.1.2.1. Trockne Weine

50 ml Wein werden in einer Schale (Durchmesser 10—12 cm) mit 0,5 (n-0,5) ml 1-M-Natronlauge (3.1.1.2) versetzt (n = ml 0,1 M-Natronlauge, die zur Bestimmung der Gesamtsäure von 10 ml Wein verbraucht wurden) und auf einem siedenden Wasserbad mit Hilfe eines heißen Luftstroms auf etwa 20 ml eingeengt.

Diese Lösung läßt man durch die Anionenaustauschersäule in Acetatform (3.1.1.5) mit einer Geschwindigkeit von 3 ml in 2 Minuten durchlaufen. Das Eluat wird in einem 100-ml-Meßkolben aufgefangen. Die Schale und die Säule werden insgesamt 6 × mit je 10 ml destilliertem Wasser gewaschen, sodann fügt man dem Meßkolben 1 ml der gesättigten Bleiacetatlösung (3.1.1.6) und 0,5 g Calciumcarbonat (3.1.1.7) hinzu, schüttelt mehrfach um und läßt mindestens 15 Minuten stehen; danach füllt man mit Wasser zur Marke auf und filtriert.

1 ml dieses Filtrats entspricht 0,5 ml Wein.

3.1.2.2. Moste, Mistellen, Süßweine und liebliche Weine

Nachstehende Verdünnungen werden als Beispiele angegeben.

1. *Moste und Mistellen*

   Die zu untersuchende Flüssigkeit wird 10 zu 100 verdünnt, 10 ml dieser Verdünnung werden zur Bestimmung verwendet.

2. *Süßweine mit oder ohne Alkoholzusatz*, mit einer Volumenmasse 20 °C zwischen 1,005 und 1,038. Die zu untersuchende Flüssigkeit wird 20 zu 100 verdünnt, 20 ml dieser Verdünnung werden zur Bestimmung verwendet.

3. *Liebliche Weine*, deren Volumenmasse 20 °C zwischen 0,997 und 1,005 liegt. 20 ml des unverdünnten Weines werden zur Bestimmung verwendet.

   Durch die Austauschersäule in Acetatform (3.1.1.5) wird die oben angegebene Menge des Weines gegeben und mit einer Geschwindigkeit von 3 ml in 2 Minuten durch die Säule durchlaufengelassen. Das Eluat wird in einem 100-ml-Meßkolben aufgefangen. Die Säule wird so lange mit Wasser gewaschen, bis die Flüssigkeitsmenge im Kölbchen 90 ml beträgt. Sodann gibt man 0,5 g Calciumcarbonat (3.1.1.7) und 1 ml der gesättigten Bleiacetatlösung (3.1.1.6) zu, schüttelt um und läßt 15 Minuten unter zeitweiligem Umschütteln stehen. Man füllt mit Wasser zur Marke auf und filtriert.

   Im Fall:

   1. 1 ml Filtrat entspricht 0,01 ml Most oder Mistelle.

   2. 1 ml Filtrat entspricht 0,04 ml Süßwein.

   3. 1 ml Filtrat entspricht 0,20 ml lieblichem Wein.

3.2. **Gebräuchliche Methoden**

3.2.1. *Klärung mit neutralem Bleiacetat*

3.2.1.1. Reagenzien

Neutrale Bleiacetatlösung (annähernd gesättigt) (siehe 3.1.1.6).

Calciumcarbonat.

3.2.1.2. Durchführung der Bestimmung

3.2.1.2.1. *Trockne Weine*

50 ml eines trocknen Weines werden in einem 100-ml-Meßkolben mit 0,5 (n-0,5) ml 1-M-Natronlauge (3.1.1.2) versetzt (n = ml 0,1-M-Natronlauge, die zur Bestimmung der Gesamtsäure von 10 ml Wein verbraucht wurden). Unter Schütteln werden 2,5 ml der gesättigten Bleiacetatlösung (3.1.1.6) und 0,5 g Calciumcarbonat (3.1.1.7) hinzugefügt. Man schüttelt mehrmals um und läßt mindestens 15 Minuten stehen. Dann wird mit Wasser zur Marke aufgefüllt und filtriert.

1 ml Filtrat entspricht 0,5 ml Wein.

3.2.1.2.2. *Moste, Mistellen, Süßweine und liebliche Weine*

In einem 100-ml-Meßkolben wird eine entsprechende Menge Wein (oder Most oder Mistelle) gegeben, wobei die nachstehend aufgeführten Verdünnungen als Beispiel dienen:

1. *Moste und Mistellen.*

   Die zu untersuchende Flüssigkeit wird 10 zu 100 verdünnt, 10 ml dieser Verdünnung werden zur Bestimmung verwendet.

2. *Süßweine, mit oder ohne Alkoholzusatz,* mit einer Volumenmasse zwischen 1,005 und 1,038. Die zu untersuchende Flüssigkeit wird 20 zu 100 verdünnt, 20 ml dieser Verdünnung werden zur Bestimmung verwendet.

3. *Liebliche Weine,* mit einer Volumenmasse zwischen 0,997 und 1,005. 20 ml des unverdünnten Weines werden zur Bestimmung verwendet.

   Zu der entsprechenden Flüssigkeitsmenge fügt man 0,5 g Calciumcarbonat, etwa 60 ml Wasser und 0,5 bzw. 1 oder 2 ml der gesättigten Bleiacetatlösung hinzu, schüttelt um, läßt mindestens 15 Minuten stehen (von Zeit zu Zeit umschütteln), füllt zur Marke mit Wasser auf und filtriert.

   Im Fall:

   1. 1 ml Filtrat entspricht 0,01 ml Most oder Mistelle.
   2. 1 ml Filtrat entspricht 0,04 ml Süßwein.
   3. 1 ml Filtrat entspricht 0,20 ml lieblichem Wein.

3.2.2. *Klärung mit Zinkhexacyanoferrat (II)*

Dieses Verfahren soll nur für Weißweine, hellfarbige Süßweine und Moste verwandt werden.

3.2.2.1. Reagenzien

3.2.2.1.1. *Lösung I (Kaliumhexacyanoferrat (II)-Lösung)*

Kaliumhexacyanoferrat (II) (K_4 Fe $(CN)_6 \cdot 3H_2O$)	150 g
mit Wasser auf	1 000 ml.

3.2.2.1.2. *Lösung II (Zinksulfatlösung):*

Zinksulfat (Zn $SO_4 \cdot 7\ H_2O$)	300 g
mit Wasser auf	1 000 ml.

3.2.2.2. Durchführung der Bestimmung

In einen 100-ml-Meßkolben wird eine entsprechende Menge Wein (oder Most oder Mistelle) gegeben, wobei die nachstehend aufgeführten Verdünnungen als Beispiel dienen:

1. *Moste und Mistellen.*

   Die zu untersuchende Flüssigkeit wird 10 zu 100 verdünnt, 10 ml dieser Verdünnung werden zur Bestimmung verwendet.

2. *Süßweine, mit oder ohne Alkoholzusatz*, mit einer Volumenmasse 20 °C zwischen 1,005 und 1,038. Die zu untersuchende Flüssigkeit wird 20 zu 100 verdünnt, 20 ml dieser Verdünnung werden zur Bestimmung verwendet.

3. *Liebliche Weine*, mit einer Volumenmasse 20 °C zwischen 0,997 und 1,005. 20 ml des unverdünnten Weines werden zur Bestimmung verwendet.

4. *Trockne Weine*. 50 ml des unverdünnten Weines werden zur Bestimmung verwendet.

   Zu der entsprechenden Flüssigkeitsmenge werden 5 ml Kaliumhexacyanoferrat (II)-Lösung (3.2.2.1.1) und 5 ml Zinksulfatlösung (3.2.2.1.2) hinzugefügt, gemischt, mit Wasser zur Marke aufgefüllt, 10 Minuten stehengelassen und filtriert.

   Im Fall:

   1. 1 ml Filtrat entspricht 0,01 ml Most oder Mistelle.
   2. 1 ml Filtrat entspricht 0,04 ml Süßwein.
   3. 1 ml Filtrat entspricht 0,20 ml lieblichem Wein.
   4. 1 ml Filtrat entspricht 0,50 ml trocknem Wein.

4. BESTIMMUNG

4.1. **Reagenzien**

4.1.1. *Alkalische Kupfersalzlösung:*

Kupfersulfat, p.a. ($CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$)	25 g
Citronensäure p.a. ($C_6\ H_8\ O_7 \cdot H_2O$)	50 g
kristallisiertes Natriumcarbonat ($Na_2\ CO_3 \cdot 10\ H_2O$)	388 g
mit Wasser auf	1 000 ml.

Man löst das Kupfersulfat in 100 ml Wasser, die Citronensäure in 300 ml Wasser und das Natriumcarbonat in 300 bis 400 ml heißem Wasser. Zunächst werden die Citronensäurelösung und die Natriumcarbonatlösung gemischt, sodann die Kupfersulfatlösung hinzugefügt und auf 1 l aufgefüllt.

4.1.2. *30%ige Kaliumjodidlösung:*

Kaliumjodid (K)	30 g
mit Wasser auf	100 ml.

In dunkler Glasflasche aufbewahren.

4.1.3. *25%ige Schwefelsäure:*

Schwefelsäure p.a. (H_2SO_4) ρ_{20} = 1,84 g/ml	25 g
mit Wasser auf	1 000 ml.

Man gibt die Schwefelsäure zum Wasser, läßt abkühlen und füllt auf 100 ml auf.

4.1.4. *Stärkelösung 5 g/l:*

5 g Stärke werden in etwa 500 ml Wasser gelöst, unter Rühren zum Kochen gebracht und 10 Minuten im Sieden gehalten. Man fügt 200 g Natriumchlorid (NaCl) zu und füllt nach dem Abkühlen auf 1 l auf.

4.1.5. Natriumthiosulfatlösung ($Na_2S_2O_3$) 0,1 M

4.1.6. Invertzuckerlösung 5 g/l:
Diese Lösung ist zur Überprüfung der Bestimmungstechnik zu verwenden.

In einen 200 ml Meßkolben gibt man

Saccharose p.a. ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	4,75 g
Wasser, etwa	100 ml
Salzsäure p.a. (HCl), ρ_{20} = 1,16—1,19 g/ml	5 ml

In einem Wasserbad von 60 °C wird die Lösung auf 50 °C erwärmt und 15 Minuten bei dieser Temperatur gehalten. Man läßt 30 Minuten bei Raumtemperatur und anschließend in einem kalten Wasserbad abkühlen. Die Lösung wird in einen 1 000-ml-Meßkolben übergeführt und zur Marke aufgefüllt. Diese Lösung ist etwa 1 Monat haltbar.
Vor Gebrauch wird die Lösung mit Natronlauge neutralisiert (Acidität der Lösung etwa 0,06 M).

4.2. **Durchführung der Bestimmung**

In einen 300-ml-Erlenmeyer-Kolben gibt man 25 ml alkalische Kupfersalzlösung, 15 ml Wasser und 10 ml der geklärten Flüssigkeit. Die Lösung darf nicht mehr als 60 mg Invertzucker enthalten.

Man fügt einige Körnchen Bimsstein hinzu, bringt die Lösung am Rückfluß innerhalb von 2 Minuten zum Sieden und hält genau 10 Minuten lang im Sieden.

Es wird sofort unter fließendem Wasser abgekühlt. Nach vollständigem Abkühlen werden 10 ml 30%ige Kaliumjodidlösung (4.1.2), 25 ml 25%ige Schwefelsäure (4.1.3) und 2 ml Stärkelösung (4.1.4) zugegeben.

Man titriert mit 0,1 M-Natriumthiosulfatlösung (4.1.5).
n = ml verbrauchte Natriumthiosulfatlösung des Hauptversuches.

Außerdem wird ein Blindwert ermittelt, bei dem die 10 ml Probelösung durch 10 ml destilliertes Wasser ersetzt werden.
n' = ml verbrauchte Natriumthiosulfatlösung des Blindversuches.

4.3. **Angabe der Ergebnisse**

4.3.1. *Berechnung*

Der in der untersuchten Lösung enthaltene Zuckergehalt, ausgedrückt als Invertzucker, ist in Abhängigkeit von n'—n ml verbrauchter 0,1 M-Natriumthiosulfatlösung nachstehender Tabelle zu entnehmen.

Der Zuckergehalt des Weines wird in Gramm Invertzucker je Liter mit einer Dezimalstelle angegeben, wobei die während der Klärung durchgeführten Verdünnungen und das Probevolumen zu berücksichtigen sind.

4.3.2. *Wiederholbarkeit*

$r = 0{,}015\ x_i$

x_i = Konzentration des Invertzuckers in g/l der Probe.

4.3.3. *Vergleichbarkeit*

$R = 0{,}058\ x_i$

x_i = Konzentration des Invertzuckers in g/l der Probe.

Umrechnungstabelle: ml 0,1 M-Natriumthiosulfatlösung (n' – n) ml und reduzierende Zucker in mg					
$Na_2S_2O_3$ (ml 0,1 M)	Reduzierende Zucker (mg)	Diff.	$Na_2S_2O_3$ (ml 0,1 M)	Reduzierende Zucker (mg)	Diff.
1	2,4	2,4	13	33,0	2,7
2	4,8	2,4	14	35,7	2,8
3	7,2	2,5	15	38,5	2,8
4	9,7	2,5	16	41,3	2,9
5	12,2	2,5	17	44,2	2,9
6	14,7	2,6	18	47,2	2,9
7	17,2	2,6	19	50,0	3,0
8	19,8	2,6	20	53,0	3,0
9	22,4	2,6	21	56,0	3,1
10	25,0	2,6	22	59,1	3,1
11	27,6	2,7	23	62,2	
12	30,3	2,7			

6. SACCHAROSE

1. PRINZIP DER METHODEN

I. Qualitativer Nachweis mittels Dünnschichtchromatographie. Die Saccharose wird dünnschichtchromatographisch auf Celluloseplatten von den anderen Zuckern getrennt und mit dem Reagenz Harnstoff-Salzsäure bei 105 °C nachgewiesen.

II. Nachweis und Bestimmung durch Hochdruckflüssigkeitschromatographie, Trennung der Saccharose über eine aminomodifizierte Kieselgelsäule, Detektion mittels Refraktometrie und Quantifizierung über einen externen Standard.

Anmerkungen:

Der Nachweis eines Zusatzes von Saccharose zum Most rektifizierten Traubenmostkonzentrat oder Wein kann durch die Kernresonanzmagnetische Messung des Deuteriums geführt werden.

Für den Nachweis und die Bestimmung von Saccharose kann auch die Gaschromatographie, wie in Kapitel 42 unter f) beschrieben, angewandt werden.

2. DÜNNSCHICHTCHROMATOGRAPHISCHE METHODE

2.1. **Gerätschaften**

2.1.1. *Cellulose-Fertigplatten*

2.1.2. *Chromatographiekammer*

2.1.3. *Mikrolitерspritze oder Mikropipette*

2.1.4. *Trockenschrank, einstellbar auf 105 ± 2 °C*

2.2. **Reagenzien**

2.2.1. *Aktivkohle*

2.2.2. *Fließmittel:* Dichlormethan — Essigsäure (ρ_{20} = 1,05 g/ml) — Ethanol — Methanol — Wasser (50:25:9:6:10).

2.2.3. *Sprühreagenz:*

Harnstoff	5 g
Salzsäure, 2 M	20 ml
Ethanol	100 ml.

2.2.4. *Vergleichslösung:*

Glucose	35 g
Fructose	35 g
Saccharose	0,5 g
Wasser zu	1 000 ml.

2.3. Durchführung der Bestimmung

2.3.1. *Vorbereitung der Probe*

Stark gefärbte Moste und Weine werden mit Aktivkohle entfärbt.

Bei rektifiziertem Traubenmostkonzentrat verwendet man eine Lösung, die 25 % (g/g) Zucker enthält (25 ° Brix), siehe Kapitel „pH-Wert des Weines und des Mostes" unter 4.1.2, und verdünnt diese 1:4 (25 ml/100 ml) mit Wasser.

2.3.2. *Chromatographie*

2,5 cm vom unteren Plattenrand entfernt werden

— 10 µl der Probelösung,

— 10 µl der Vergleichslösung

aufgetragen.

Man chromatographiert bei Kammersättigung bis etwa 1 cm unterhalb des oberen Plattenrandes. Sodann wird die Platte in einem warmen Luftstrom getrocknet und die Chromatographie noch zweimal wiederholt, wobei die Platte jedes Mal getrocknet wird. Danach besprüht man mit 15 ml des Sprühreagenzes und erhitzt 5 Minuten bei 105 °C im Trockenschrank.

2.4. **Ergebnis**

Saccharose und Fructose erscheinen als dunkelblaue Flecken auf weißem Grund, Glucose als weniger intensiver grünlicher Fleck.

3. NACHWEIS UND BESTIMMUNG DURCH HPLC

Die chromatographischen Bedingungen sind lediglich beispielhaft angegeben.

3.1. **Gerätschaften**

3.1.1. *Hochdruckflüssigkeitschromatograph ausgerüstet mit:*

1. einem Injektor mit Probenschleife, 10 µl;
2. einem Detektor, Differential-Refraktometer oder Interferometer;
3. einer Trennsäule, Länge 250 mm, innerer Durchmesser 4 mm, stationäre Phase aminodifiziertes (NH_2) Kieselgel;
4. einer Vorsäule, gefüllt mit derselben Phase;
5. einer Einrichtung zum Temperieren der Vor- und Trennsäule auf 30 °C;
6. einem Schreiber, evtl. Integrator;
7. Fließgeschwindigkeit der mobilen Phase: 1 ml/Min.

3.1.2. *Membranfiltration (0,45 µm)*

3.2. **Reagenzien**

3.2.1. *Bidestilliertes Wasser*

3.2.2. *Acetonitril (CH_3CN) HPLC-Qualität*

3.2.3. *Mobile Phase:* Acetonitril-Wasser (80—20 (v/v)), filtriert über eine Membrane (0,45 µm).

Das Fließmittel wird vor Gebrauch entgast.

3.2.4. *Eichlösung:* Wäßrige Saccharoselösung, 1,2 g/l, filtriert über eine Membrane (0,45 µm).

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Vorbereitung der Probe*

— Wein und Most: Man filtriert die Proben über eine Membrane (0,45 µm).

— Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK): Man verwendet eine verdünnte Lösung des RTK (40 %, g/v), siehe „Gesamtsäure" unter 5.1.2 und filtriert diese über eine Membrane (0,45 µm).

3.3.2. *Chromatographie*

Man injiziert jeweils 10 µl der Eichlösung und der nach 3.3.1 vorbereiteten Probenlösung und nimmt die Chromatogramme auf. Die Einspritzungen werden wiederholt.

Die Retentionszeit der Saccharose beträgt etwa 10 Minuten.

3.4. **Berechnung**

Zur Berechnung nimmt man die Mittelwerte aus jeweils 2 Einspritzungen der Eichlösung und der Probelösung.

3.4.1. *Wein und Most*

Der Gehalt wird in g/l berechnet.

3.4.2. *Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK)*

Der Saccharosegehalt in g/kg RTK beträgt 2,5 × C.

C = Saccharosegehalt in g/l der 40%igen (g/v) RTK-Lösung.

3.5. **Angabe der Ergebnisse**

Der Saccharosegehalt des Weines, des Mostes und des RTK wird in g/l (Wein und Most) bzw. g/kg RTK mit 1 Dezimalstelle angegeben.

7. GLUCOSE UND FRUCTOSE

1. DEFINITION

Glucose und Fructose werden enzymatisch bestimmt. Diese Bestimmung wird nur zur Berechnung des Verhältnisses Glucose/Fructose herangezogen.

2. PRINZIP

Glucose und Fructose werden mit Adenosin-5'-triphosphat (ATP) während einer durch das Enzym Hexokinase (HK) katalysierten Reaktion phosphoriliert und bilden Glucose-6-phosphat (G6P) und Fructose-6-phosphat (F6P):

$$\text{Glucose} + \text{ATP} \xrightleftharpoons{\text{HK}} \text{G6P} + \text{ADP}$$

$$\text{Fructose} + \text{ATP} \xrightleftharpoons{\text{HK}} \text{F6P} + \text{ADP}$$

Zunächst wird Glucose-6-phosphat durch Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADP) in Gegenwart des Enzyms Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6PDH) zu Gluconat-6-phosphat oxidiert. Die reduzierte Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat-Menge (NADPH), die während der Reaktion gebildet wird, entspricht der Menge Glucose-6-phosphat, somit also der Glucosemenge.

$$\text{G6P} + \text{NADP}^+ \xrightleftharpoons{\text{G6PDH}} \text{Gluconat-6-phosphat} + \text{NADPH} + \text{H}^+$$

Das reduzierte Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADPH) ist Meßgröße und wird aufgrund seiner Absorption bei 340 nm bestimmt.

Nach Ablauf dieser Reaktion wird Fructose-6-phosphat durch Phosphoglucose-Isomerase (PGI) in Glucose-6-phosphat überführt.

$$\text{F6P} \xrightleftharpoons{\text{PGI}} \text{G6P}$$

Glucose-6-phosphat reagiert erneut mit Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat und bildet dabei Gluconat-6-phosphat und reduziertes Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADPH); dieses wird wiederum bestimmt.

3. GERÄTSCHAFTEN

— Spektralphotometer zur Durchführung der Messung bei 340 nm, dem Absorptionsmaximum von NADPH. Da es sich um absolute Messungen handelt (Berechnung nicht über eine Eichkurve, sondern über den molaren Extinktionskoeffizienten von NADPH), müssen die Richtigkeit der Wellenlänge und die Linearität der Extinktionen gewährleistet sein.

Gegebenenfalls kann auch ein Spektrallinienphotometer verwendet werden, das Messungen bei 334 nm oder 365 nm erlaubt.

— Glas- oder Einwegküvetten, Schichtdicke 1 cm.

— Enzymtestpipetten, 0,02 — 0,05 — 0,1 — 0,2 ml.

4. REAGENZIEN

4.1. **Lösung 1:** Puffer (Triethanolamin 0,3 M; pH = 7,6; 4 · 10^{-3} M Mg^{2+}): 11,2 g Triethanolaminhydrochlorid $(C_2H_5)_3N \cdot HCl$) und 0,2 g $MgSO_4 \cdot 7\ H_2O$ werden in 150 ml bidestilliertem Wasser gelöst, 4 ml 5 M Natronlauge (NaOH) hinzugefügt, um einen pH = 7,6 zu erreichen, und auf 200 ml aufgefüllt.

Diese Pufferlösung kann vier Wochen lang bei + 4 °C aufbewahrt werden.

4.2. **Lösung 2:** Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (ungefähr 11,5.10^{-3}M): 50 mg Dinatrium-Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat werden in 5 ml bidestilliertem Wasser gelöst.

Diese Lösung kann vier Wochen lang bei + 4 °C aufbewahrt werden.

4.3. **Lösung 3:** Adenosin-5'-triphosphat (ungefähr 81 10^{-3}M): 250 mg Dinatrium-adenosin-5'-triphosphat und 250 mg Natriumhydrogencarbonat ($NaHCO_3$) werden in 5 ml bidestilliertem Wasser gelöst.

Diese Lösung kann vier Wochen lang bei + 4 °C aufbewahrt werden.

4.4. **Lösung 4:** Hexokinase/Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase: 0,5 ml Hexikonase (2 mg Protein/ml, d. h. 280 U/ml) und 0,5 ml Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (1 mg Protein/ml) werden gemischt.

Die Mischung kann ein Jahr lang bei ungefähr + 4 °C aufbewahrt werden.

4.5. **Lösung 5:** Phosphoglucose-Isomerase (2 mg Protein/ml, d. h. 700 U/ml). Die Suspension wird unverdünnt verwendet.

Aufbewahrung: 1 Jahr bei ungefähr + 4 °C.

Anmerkung:

Die für diese Bestimmung notwendigen Reagenzien sind im Handel erhältlich.

5. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

5.1. Vorbereitung der Probe

Nach Maßgabe der geschätzten Glucose- und Fructosemenge je Liter werden folgende Verdünnungen hergestellt:

Messung bei 340 und 334 nm	365 nm	Verdünnung mit Wasser	Verdünnungsfaktor F
Bis 0,4 g/l	0,8 g/l	—	—
Bis 4,0 g/l	8,0 g/l	1 + 9	10
Bis 10,0 g/l	20,0 g/l	1 + 24	25
Bis 20,0 g/l	40,0 g/l	1 + 49	50
Bis 40,0 g/l	80,0 g/l	1 + 99	100
Über 40,0 g/l	80,0 g/l	1 + 999	1 000

5.2. **Messung**

Das Spektralphotometer wird auf die Wellenlänge 340 nm eingestellt, die Messungen werden gegen Luft (keine Küvette im Strahlengang) oder gegen Wasser durchgeführt.

Temperatur 20 bis 25 °C.

In 2 Küvetten, Schichtdecke 1 cm, pipettiert man:

	Leerwert	Probe
Lösung 1 (4.1) (Temperatur auf 20 °C)	2,50 ml	2,50 ml
Lösung 2 (4.2)	0,10 ml	0,10 ml
Lösung 3 (4.3)	0,10 ml	0,10 ml
Probe		0,20 ml
Destilliertes Wasser	0,20 ml	

Man mischt und mißt nach ungefähr 3 Minuten die Extinktion der Lösungen (E_1). Die Reaktion wird gestartet durch die Zugabe von

Lösung 4 (4.4)	0,02 ml	0,02 ml.

Man mischt, wartet 15 Minuten und mißt die Extinktion der Lösungen. Der Stillstand der Reaktion wird nach 2 Minuten überprüft (E_2).

Anschließend fügt man:

Lösung 5 (4.5)	0,02 ml	0,02 ml

hinzu und mischt. Nach 10 Minuten wird die Extinktion gemessen und über Stillstand der Reaktion nach 2 Minuten überprüft (E_3).

Man berechnet die Extinktionsdifferenzen (ΔE) für den Leerwert und die Probe:

$E_2 - E_1$ entspricht Glucose;

$E_3 - E_2$ entspricht Fructose.

Die Extinktionsdifferenz des Leerwertes (ΔE_L) wird von der Extinktionsdifferenz der Probe (ΔE_p) abgezogen, man erhält

für Glucose: $\Delta E_G = \Delta E_p - \Delta E_L$

für Fructose: $\Delta E_F = \Delta E_p - \Delta E_L$.

Bemerkung:

Die für die Reaktion der Enzyme erforderliche Zeit kann sich von einer Charge zur anderen ändern; sie wird hier nur als Beispiel angegeben. Es wird empfohlen, diese für jede Charge zu bestimmen.

5.3. **Angabe der Ergebnisse**

5.3.1. *Berechnung*

Die allgemeine Formel für die Berechnung der Konzentration lautet:

$$C = \frac{V \cdot MG}{\varepsilon \cdot d \cdot v \cdot 1000} \Delta E \text{ (g/l)}$$

V = Testvolumen (ml)
v = Probevolumen (ml)
MG = Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz
d = Schichtdicke der Küvette (cm)
ε = Extinktionskoeffizient von NADPH bei 340 nm = 6,3 ($mmol^{-1} \cdot l \cdot cm^{-1}$)
V = 2,92 ml für die Bestimmung der Glucose
V = 2,94 ml für die Bestimmung der Fructose
v = 0,20 ml
MG = 180
d = 1.

Man erhält:

für Glucose: $Cg/l = 0{,}417 \cdot \Delta E_G$
für Fructose: $Cg/l = 0{,}420 \cdot \Delta E_F$.

Ist bei der Vorbereitung der Probe eine Verdünnung vorgenommen worden, so wird das Ergebnis mit dem entsprechenden Verdünnungsfaktor F multipliziert.

Anmerkung:

Wurde die Messung bei den Wellenlängen 334 oder 365 nm, durchgeführt, so ergibt sich für die

— Messung bei 334 nm $\varepsilon = 6{,}2$ ($mmol^{-1} \cdot l \cdot cm^{-1}$)

für Glucose: $Cg/l = 0{,}425 \cdot \Delta E_G$
für Fructose: $Cg/l = 0{,}428 \cdot \Delta E_F$;

— Messung bei 365 nm $\varepsilon = 3{,}4$ ($mmol^{-1} \cdot l \cdot cm^{-1}$)

für Glucose: $Cg/l = 0{,}773 \cdot \Delta E_G$
für Fructose: $Cg/l = 0{,}778 \cdot \Delta E_F$.

5.3.2. *Wiederholbarkeit (r)*

$r = 0{,}056\ x_i$.

5.3.3. *Vergleichbarkeit (R)*

$R = 0{,}12 + 0{,}076\ x_i$
x_i = Glucose- bzw. Fructosegehalt in g/l.

8. NACHWEIS DER ANREICHERUNG VON TRAUBENMOST, TRAUBENMOSTKONZENTRAT, REKTIFIZIERTEM TRAUBENMOSTKONZENTRAT UND WEIN DURCH KERNRESONANZMAGNETISCHE MESSUNG DES DEUTERIUMGEHALTES (RMN – FINS / SNIF – NMR)

1. DEFINITION

Die im Zucker und im Wasser des Traubenmostes enthaltenen Deuteriumatome sind nach der Gärung in den Molekülen I, II, III und IV des Weines wie folgt verteilt:

$CH_2D\,CH_2\,OH$ (I) $\quad CH_3\,CHD\,OH$ (II)

$CH_3\,CH_2\,OD$ (III) $\quad HOD$ (IV)

Die Zugabe von Zucker (Trockenzuckerung) vor der Gärung des Mostes wirkt sich auf die Verteilung der Deuteriumatome aus.

Im Vergleich zu den Werten der entsprechenden Parameter eines natürlichen Weines aus dem gleichen Weinanbaugebiet hat die Trockenzuckerung folgende Änderungen zur Folge:

Wein \ Parameter	$(D/H)_I$	$(D/H)_{II}$	$(D/H)^{\varrho}_{w}$	R
— ohne Anreicherung	→	→	→	→
— angereichert mit				
— Rübenzucker	↘	→	→	→
— Rohrzucker	↗	→	→	↘
— Maiszucker	↗	→	→	↘

$(D/H)_I$: Isotopenverhältnis im Molekül I

$(D/H)_{II}$: Isotopenverhältnis im Molekül II

$(D/H)^{\varrho}_{w}$: Isotopenverhältnis im Wasser des Weines.

$R = 2(D/H)_{II}/(D/H)_I$ gibt die relative Verteilung des Deuteriums in den Molekülen I und II wieder : R wird direkt gemäß den Signalintensitäten h gemessen und beträgt $R = 3h_{II}/h_I$.

$(D/H)_I$ kennzeichnet vor allem die Pflanzenart, die den Zucker synthetisiert hat und in geringem Maße die geographische Lage des Anbauortes (Art des bei der Photosynthese assimilierten Wassers).

$(D/H)_{II}$ gibt Aufschluß über die klimatischen Verhältnisse des Anbauortes der Trauben (Art des Regenwassers und meteorologische Bedingungen) und in geringem Maße über die anfängliche Zuckerkonzentration des Mostes.

$(D/H)^{\varrho}_{w}$ beschreibt die klimatischen Verhältnisse des Anbauortes und den Zuckergehalt des Ausgangsmostes.

2. PRINZIP

Die Bestimmung der oben definierten Parameter R, $(D/H)_I$ und $(D/H)_{II}$ erfolgt durch NMR-Messung des Deuteriums an dem aus Wein oder Produkten der Gärung von Most, Mostkonzentrat oder rektifiziertem Mostkonzentrat unter bestimmten Bedingungen extrahierten Ethanol; sie wird gegebenenfalls durch die Bestimmung des Isotopenverhältnisses des aus dem Wein extrahierten Wassers $(D/H)^{\varrho}_{w}$ und des Isotopenverhältnisses $13_C/12_C$ im Ethanol ergänzt.

Aus der zu erwartenden Datenbank der Gemeinschaft müssen

— bei Weinen neben den in den betreffenden Anbaugebieten entnommenen Untersuchungsproben auch authentische Vergleichsproben gleichen Ursprungs (geographischer Ort und Jahrgang) entnommen werden (mindestens 3);

— bei Mosten, Mostkonzentraten und rektifizierten Mostkonzentraten als Vergleichsproben authentische Moste gleichen Ursprungs (geographischer Ort und Jahrgang) entnommen werden (mindestens 3).

Für die Kontrolle der auf ihrem Hoheitsgebiet hergestellten Erzeugnisse und in Erwartung des Aufbaus einer Datenbank der Gemeinschaft können die Mitgliedstaaten vorläufig eine einzelstaatliche Datenbank benutzen

3. VORBEREITUNG DER PROBE

3.1. **Gewinn von Ethanol und Wasser aus dem Wein**

Anmerkung: Jede andere Apparatur zur Gewinnung des Ethanols kann verwendet werden, wenn 98—98,5 % des vorhandenen Weinalkohols gewonnen werden und das Endprodukt 92—93 % (g/g) Alkohol (95 % Vol.) enthält.

3.1.1. *Gerätschaften und Reagenzien*

— Apparatur zur Gewinnung von Ethanol (Abbildung 1), bestehend aus:

  — Pilzheizhaube mit Spannungsregler;

  — Schliffkolben, Inhalt 1 Liter;

  — Drehbandkolonne mit Teflon-Spirale;

  — 125 ml Erlenmeyerkolben mit Schliff;

  — 125 und 60 ml Flaschen mit Kunststoffstopfen.

— Karl-Fischer-Reagenzien zur Bestimmung des Wassers (zum Beispiel Merck 9241 und 9243).

3.1.2. *Durchführung der Bestimmung*

3.1.2.1. Der Alkoholgehalt des Weines wird auf mindestens 0,05 % Vol. genau bestimmt (t^v).

3.1.2.2. Gewinnung des Ethanols

500 ml gut gemischter Wein mit einem Alkoholgehalt von t^v werden in den Kolben der Destillationsapparatur, die mit einem konstanten Rückflußverhältnis von etwa 0,9 arbeitet, gegeben. Das Destillat wird in einem zuvor gewogenen 125-ml-Schlifferlenmeyerkolben aufgefangen. 40 bis 60 ml der im Temperaturbereich 78,0 bis 78,2 °C siedenden Flüssigkeit werden aufgefangen. Übersteigt die Temperatur 78,5 °C, so wird die Entnahme 5 Minuten lang unterbrochen.

Nach Abkühlen auf 78 °C wird wiederum Destillat entnommen, bis die Temperatur erneut 78,5 °C erreicht; dieser Vorgang wird wiederholt, bis die Temperatur nach Unterbrechung der Entnahme und bei Betrieb im geschlossenen Kreislauf nicht mehr abnimmt. Die vollständige Destillation dauert rund 5 Stunden. Auf diese Weise können 98 bis 98,5 % des Gesamtalkoholgehaltes des Weines überdestilliert werden. Man erhält so ein Destillat von 92 bis 93 Gewichtsprozent (95 % Vol.) Alkohol, ein Alkoholgehalt, auf den sich die in Kapitel 4 beschriebenen Meßbedingungen beziehen.

Das so erhaltene Ethanol wird gewogen.

60 ml der homogenen Destillationsrückstände werden in einem 60-ml-Fläschchen aufbewahrt. Dies entspricht dem Wasser des Weines, dessen Isotopenverhältnis eventuell bestimmt wird.

Anmerkung: Steht ein Spektrometer mit einem Probenkopf von 10 mm zur Verfügung (siehe Kapital 4), so ist die Entnahme einer homogenen Probe von 300 ml Wein ausreichend.

3.1.2.3. Bestimmung des Alkoholgehaltes des gewonnenen Ethanoldestillates

An einer Probe von etwa 0,5 ml Ethanol mit genau bekannter Masse p in g wird der Wassergehalt (p') nach dem Karl-Fischer-Verfahren bestimmt.

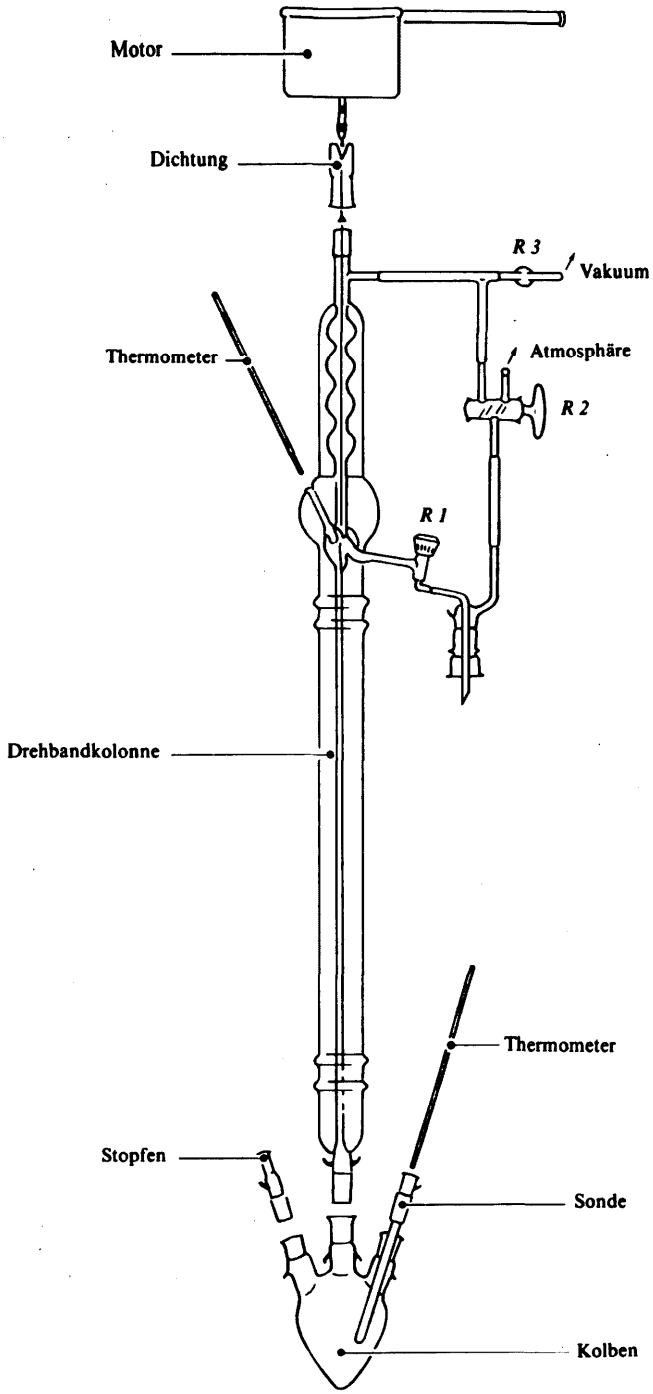


Abbildung 1: Einrichtung für die Extraktion von Ethanol

Die Massenprozente Ethanol werden nach folgender Formel berechnet:

$$t_m^D = \frac{p - p'}{p} \times 100$$

3.2. **Vergärung des Mostes, Mostkonzentrates und rektifizierten Mostkonzentrates**

3.2.1. *Gerätschaften und Reagenzien*

— Weinsäure;

— Bacto Yeast Nitrogen (Base ohne Aminosäuren) DIFCO;

— Trockenhefe (Saccharomyces cerevisae).

Wenn das Isotopenverhältnis des Wassers aus dem Most bekannt ist, so können die Hefen vor der Zugabe 15 Minuten lang in wenig lauwarmem, nicht destilliertem Wasser, dessen Isotopenverhältnis nahe bei dem des Wassers des Mostes liegt, reaktiviert werden (1 g/50 ml).

Kennt man das Isotopenverhältnis des Wassers aus dem Most nicht, so ist es vorteilhaft, die Hefen direkt zu verwenden. 1 g Trockenhefe (etwa 10^{10} Zellen) werden 1 Liter Most zugesetzt.

Gärbehälter, Inhalt 1,5 l, mit Gäraufsatz, um die Alkoholdämpfe zu kondensieren. Ein Verlust an Alkohol während der Gärung ist unbedingt zu vermeiden. Der vorhandene Zucker muß zu mehr als 98 % vergoren werden.

3.2.2. *Durchführung der Vergärung*

3.2.2.1. Most

— Frischer Most

1 Liter Most, dessen Gehalt an vergärbaren Zuckern vorher bestimmt wurde, wird in den Gärbehälter gegeben und mit 1 g reaktivierter Trockenhefe versetzt. Der Gärbehälter wird mit einem Gäraufsatz (Vergärung unter Luftabschluß) versehen. Die Gärung wird bei etwa 20 °C bis zur vollständigen Vergärung der Zucker durchgeführt. Nach der Bestimmung des Alkoholgehaltes und der Berechnung der Alkoholausbeute, wird der vergorene Most zentrifugiert und zur Gewinnung des Ethanols destilliert.

— Mit Schwefeldioxid stummgemachter Most

Etwas mehr als 1 Liter Most (1,2 l) werden entschwefelt, indem durch den auf einem Wasserbad von 70—80 °C unter Rückfluß erhitzten Most ein Stickstoffstrom geleitet wird, bis der Gehalt an Schwefeldioxid weniger als 200 mg/l beträgt. Eine Konzentrierung des Mostes durch Verdampfen von Wasser ist unbedingt zu vermeiden (Verwendung eines geeigneten Kühlsystems).

Man gibt 1 Liter des entschwefelten Mostes in den Gärbehälter und verfährt weiter wie unter „frischer Most" beschrieben.

Anmerkung: Ist zur Stummschwefelung Kaliummetabisulfit verwendet worden, so müssen vor der Entschwefelung 0,25 ml konzentrierte Schwefelsäure (ρ_{20} = 1,84 g/ml) je Gramm Metabisulfit pro Liter Most zugegeben werden.

3.2.2.2. Mostkonzentrat

V ml Mostkonzentrat mit einem Zuckergehalt von etwa 170 g werden in den Gärbehälter gegeben und das Volumen mit (1 000 — V ml) Wasser, dessen Isotopenverhältnis gleich dem des authentischen Vergleichsmostes ist, auf 1 Liter ergänzt. Man fügt, wie unter 3.2.1 beschrieben, Trockenhefe und zusätzlich 3 g Bacto Yeast Nitrogen (ohne Aminosäuren) DIFCO zu, mischt und verfährt weiter wie oben beschrieben.

3.2.2.3. Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat

Man verfährt wie unter 3.2.2.2 beschrieben, wobei zu 1 Liter mit 1 000 — V ml Wasser, in dem zuvor 3 g Weinsäure gelöst wurden, ergänzt wird. Das Isotopenverhältnis des verwendeten Wassers muß gleich dem des Wassers des authentischen Vergleichsmostes sein.

Anmerkung: Je 50 ml Most, entschwefelter Most, Mostkonzentrat oder rektifiziertes Traubenmostkonzentrat werden zur evtl. Gewinnung des Wassers und zur Bestimmung seines Isotopenverhältnisses $(D/H)^{\circ}_{W}$ aufbewahrt. Das Wasser kann aus dem Most durch azeotrope Destillation mit Toluol sehr leicht extrahiert werden.

3.3. **Vorbereitung der Alkoholprobe für die NMR-Messung**

3.3.1. *Reagenzien*

N,N-Tetramethylharnstoff (TMU); man verwendet eine TMU-Referenzprobe mit bekanntem und kontrolliertem Isotopenverhältnis (D/H). Diese Probe wird geliefert von der:

Generaldirektion Wissenschaft, Forschung und Entwicklung der Kommission der EG,
Referenzbüro der Gemeinschaft (BCR),
Rue de la Loi 200,
B — 1049 Brüssel.

3.3.2. *Durchführung der Bestimmung*

— NMR-Probenkopf mit 15 mm Durchmesser:

In ein zuvor gewogenes Fläschchen werden 7 ml des nach 3.1.2 erhaltenen Alkohols gegeben und auf 0,1 mg genau gewogen (m_A). Nach Zugabe von 3 ml des internen Standards (TMU) wird wieder auf 0,1 mg genau gewogen (m_{St} und gut durchgemischt.

— NMR-Probenkopf mit 10 mm Durchmesser:

Es genügen 3,2 ml Alkohol und 1,3 ml TMU.
Entsprechend dem Spektrometertyp und des verwendeten Probenkopfes (siehe Kapitel 4) wird eine ausreichende Menge an Hexafluorbenzol (C_6F_6) zur Stabilisierung der Feldfrequenz (Locksubstanz) hinzugefügt.

Spektrometer	Probenkopf	
	10 mm	15 mm
7,05 T	150 µl	200 µl
9,4 T	35 µl	50 µl

3.4. **Vorbereitung der Wasserprobe für die NMR-Messung im Hinblick auf eine eventuelle Bestimmung des Isotopenverhältnisses.**

3.4.1. *Reagenzien*

N,N-Tetramethylharnstoff (TMU) : Siehe 3.3.1.

3.4.2. *Durchführung der Bestimmung*

In ein zuvor gewogenes Fläschchen werden 3 ml des nach 3.1.2 bzw. 3.2 (Anmerkung) erhaltenen Wassers gegeben und auf 0,1 mg genau gewogen (m'_E). Nach Zugabe von 4 ml des internen Standards (TMU) wird wiederum auf 0,1 mg genau gewogen und gut durchmischt (m'_{st}).

Anmerkung:

Wenn das Laboratorium über ein Massenspektrometer zur Isotopenanalyse verfügt, so kann zur Entlastung des NMR-Gerätes die Messung auch mit diesem Gerät durchgeführt werden, denn es ist notwendig, für jede Serie der zu untersuchenden Weine das Verhältnis T_{IV} (5.2) zu bestimmen.

4. AUFNAHME DES ^{2}H-NMR-SPEKTRUMS VON ALKOHOL UND WASSER

Bestimmung der Isotopenverhältnisse.

4.1. **Gerätschaften**

— Kernresonanzspektrometer, ausgerüstet mit einem selektiven Deuterium-Probenkopf, der bei gegebener Feldstärke optimal auf die Resonanzfrequenz des Deuteriumisotops abstimmbar ist (z. B. für B_o = 7,05 T beträgt V_o = 46,05 MH_z und für B_o = 9,4 T beträgt V_o = 61,4 MH_z), sowie einem Protonenentkopplungskanal und einem 19-F-Locksystem.

Die Auflösung, ausgedrückt durch die Halbwertsbreite des Methyl-, Methylensignals des Alkohols und des Methylsignals von TMU (Tetramethylharnstoff) wird wie folgt bestimmt: Exponentielle Multiplikation mit LB = 0 (Abbildung 2b; d. h. ohne Window-Funktion) und Ausmessen der Linienbreite auf halber Höhe des Signals von Tetramethylharnstoff. Die Halbwertsbreite sollte kleiner als 0,5 Hz sein. Die Empfindlichkeit sollte mindestens ein Signal-Rauschverhältnis von 150 : 1 erreichen, gemessen am Methylsignal von Ethanol bei 95 % Vol. (93,5 % g/g) und berechnet mit einer exponentiellen Multiplikation von LB = 2 (Abbildung 2a).

Unter diesen Bedingungen sollte die Standardabweichung der Messung kleiner als 0,35 % sein, bezogen auf die Höhe der Signale bei 10 Wiederholungen und 97,5 %iger statistischer Sicherheit.

— Automatischer Probenwechsler (eventuell).

— Zugehöriges Auswerteprogramm.

— 15 mm oder 10 mm Probenröhrchen je nach Ausrüstung des Spektrometers.

4.2. **Einstellung und Überprüfung des NMR-Spektrometers**

4.2.1. *Einstellung*

Die Homogenität und Empfindlichkeit werden wie üblich gemäß den Anweisungen des Herstellers eingestellt.

4.2.2. *Überprüfung der Einstellung*

Man verwendet Referenzalkohole mit unterschiedlichen, aber genau bestimmten Isotopengehalten, bezeichnet mit den Buchstaben C (Alkohol aus Rohrzucker oder Maiszukker), V (Weinalkohol) und B (Alkohol aus Zuckerrüben). Diese Proben werden von der unter Ziffer 3.3.1 angegebenen Adresse geliefert.

Man bestimmt die Isotopenwerte dieser Alkohole wie unter 4.3 beschrieben und bezeichnet diese als C_{mes}, V_{mes} und B_{mes} (siehe 5.3).

Man vergleicht diese Werte mit den entsprechenden Referenzwerten C_{st}, V_{st} und B_{st} (siehe 5.3).

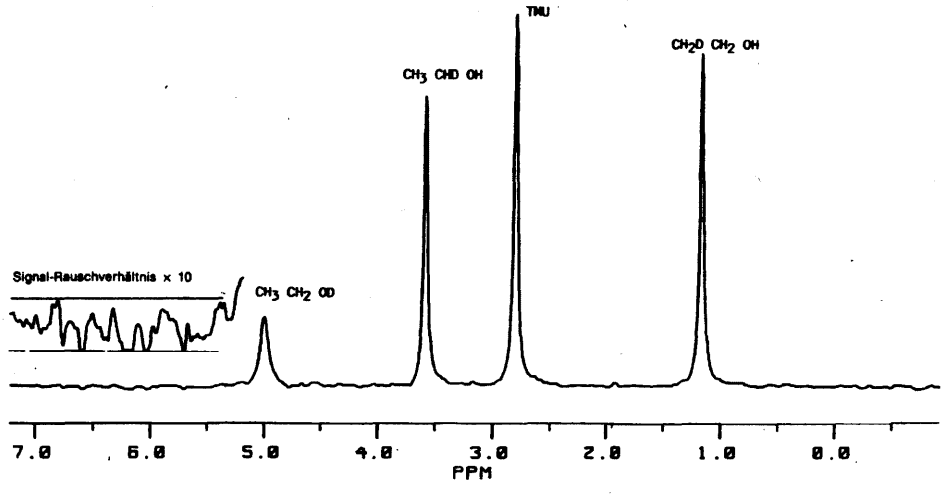


Abbildung 2a

^{2}H-NMR-Spektrum von Ethanol aus Wein mit einem internen Standard (TMU: N,N Tetramethylharnstoff)

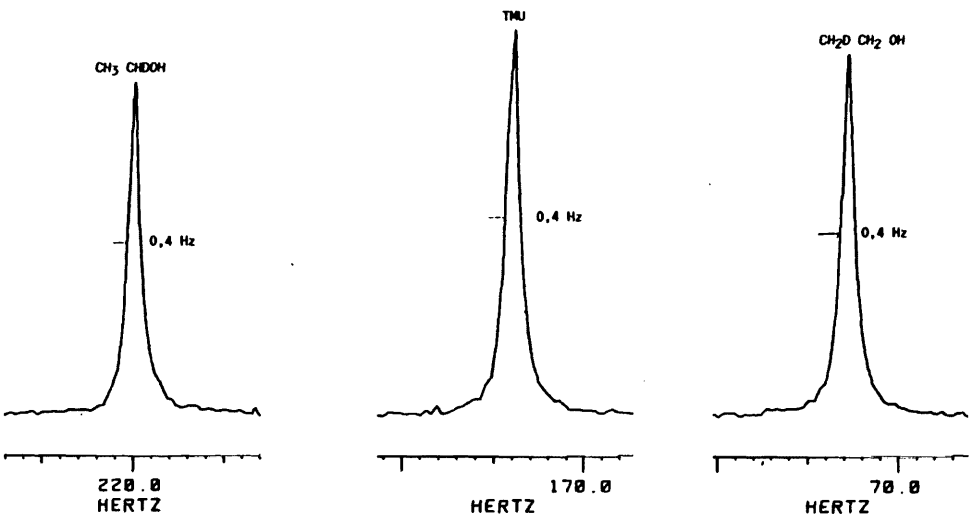


Abbildung 2b

^{2}H-Spektrum von Ethanol, gleiche Bedingungen wie in Abbildung 2a, aber ohne exponentielle Multiplikation (LB = 0)

Die Wiederholstandardabweichung aus 10 Messungen für jedes Spektrum muß für den R-Wert weniger als 0,01 und für die Verhältnisse $(D/H)_I$ und $(D/H)_{II}$ weniger als 0,3 ppm betragen.

Die Mittelwerte der so bestimmten Isotopenwerte (R, $(D/H)_I$, $(D/H)_{II}$) müssen innerhalb der Wiederholbarkeit, die vom Referenzbüro der Gemeinschaft für diese Parameter für die 3 Referenzalkohole angegeben wird, liegen. Wenn nicht, so muß die Einstellung wiederholt werden.

4.3. **Aufnahme der NMR-Spektren**

Die nach 3.3 aufbereitete Alkoholprobe (oder nach 3.4 aufbereitete Wasserprobe) wird in ein 15- oder 10-mm-Proberöhrchen eingebracht und in das Gerät eingesetzt.

Die Bedingungen zur Aufnahme der Spektren sind folgende:

— Die Temperatur des Gerätes (z. B. 302 K) muß konstant gehalten werden.

— Aufnahmezeit (Acquisition time) (ACS) mindestens 6,8 s bei einer Spektralbreite (Sween-width) (SW) von 1 200 Hz und einer Größe (Size) (SI) von 16 K, d. h. ungefähr 20 ppm bei 61,4 MHz oder 27 ppm bei 46,1 MHz.

— Pulswinkel: 90°.

— Verzögerung der Aufnahme: dieser Wert muß etwa in der gleichen Größenordnung liegen wie die Zeit des Probedurchlaufs (dwell time).

— Quadratur-Detektion: Offset 01 (Einstrahlfrequenz zur Anregung der Deuteriumspinsysteme) zwischen die Referenzsignale OD und CHD für den Alkohol und zwischen die Referenzsignale HOD und TMU für das Wasser einstellen.

— Offset 02 (Einstrahlfrequenz des Entkopplers) anhand eines Protonenspektrums der aktuellen Probe bestimmen. Eine gute Entkopplung ist erreicht, wenn sich 02 in der Mitte des Frequenzabstandes zwischen den CH_3- und CH_2-Gruppen befindet. Es sollte das Breitbandentkopplungsverfahren angewendet werden.

Für jedes Spektrum ist eine genügende Anzahl Akkumulationen NS (number of scans) durchzuführen, um das unter 4.1 angegebene Signal-Rauschverhältnis zu erhalten. Man wiederholt dieses für jede Probe 10mal. Die NS-Werte hängen vom verwendeten Spektrometertyp und Probenkopf ab (siehe 4). Es empfiehlt sich beispielsweise:

Spektrometer	Probenkopf	
	10 mm	15 mm
7,05 T	NS = 304	NS = 200
9,04 T	NS = 200	NS = 128

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. **Ethanol**

Für jedes dieser zehn Spektren ist folgendes zu bestimmen (siehe NMR-Spektrum des Ethanols, Abbildung 2a):

— $R = 3\,\frac{h_{II}}{h_I} = 3 \cdot \frac{\text{Höhe des Signals II } (CH_3\,CHD\,OH)}{\text{Höhe des Signals I } (CH_2D\,CH_2OH)}$

— $(D/H)_I = 1{,}5866 \cdot T_I \cdot \frac{m_{st}}{m_A} \cdot \frac{(D/H)_{st}}{t_m^D}$

— $(D/H)_{II} = 2{,}3799 \cdot T_{II} \cdot \frac{m_{st}}{m_A} \cdot \frac{(D/H)_{st}}{t_m^D}$

mit

— $T_I = \frac{\text{Höhe des Signals I } (CH_2D\,CH_2\,OH)}{\text{Höhe des Signals des internen Standards (TMU)}}$

— $T_{II} = \frac{\text{Höhe des Signals II } (CH_3\,CHD\,OH)}{\text{Höhe des Signals des internen Standards (TMU)}}$

— $CH_3\,CHD\,OH$ m_{St} und m_A siehe 3.3.2

— t_m^D siehe 3.1.2.3

— $(D/H)_{St}$ = Isotopenverhältnis des internen Standards (TMU), laut Angabe auf der Flasche, die vom Referenzbüro der Gemeinschaft (BCR) bezogen wurde.

Anstelle der Signalflächen kann man durchaus die Höhen der Signale zur Berechnung heranziehen, vorausgesetzt die Breiten in halber Höhe sind gleich (Abb. 2 b).

5.2. **Wasser**

Wird das Isotopenverhältnis des Wassers mittels NMR aus dem Gemisch Wasser-TMU ermittelt, so wird folgende Gleichung angewendet:

— $(D/H)_W^Q = 0{,}9306 \cdot T_{IV} \cdot \frac{m'_{st}}{m'_E} \cdot (D/H)_{st}$

mit

— $T_{IV} = \frac{\text{Fläche des Signals (HOD) des aus dem Wein extrahierten Wassers}}{\text{Fläche des Signals des internen Standards (TMU)}}$

— m'_{st} und m'_E siehe 3.4.2

— $(D/H)_{St}$ = Isotopenverhältnis des internen Standards (TMU) laut Angabe auf der Flasche, die vom Referenzbüro der Gemeinschaft (BCR) gezogen wurde.

5.3. Für jeden Isotopenparameter wird der Mittelwert der 10 Bestimmungen und die Standardabweichung berechnet.

Mit einer mit dem Rechner des Spektrometers kompatiblen Software (z. B. SNIF-NMR) können diese Werte „on line" berechnet werden.

Anmerkung:

Wenn nach Einstellen des Spektrometers systematische Abweichungen zwischen den nach 4.2.2 erhaltenen Mittelwerten für die Isotopen-Parameter der Referenzalkohole und den vom Referenzbüro der Gemeinschaft angegebenen Werten auftreten, so kann folgende Korrektur angewendet werden, um für eine Probe X den wahren Wert zu erhalten.

Die Interpolation wird mit den Werten der Referenzproben, die die Probe X einschließen, durchgeführt.

Wenn $(D/H)_i^{X_{mes}}$ der gemessene Wert und $(D/H)_i^{X_{corr}}$ der korrigierte Wert ist, so erhält man:

$$(D/H)_i^{X_{corr}} = (D/H)_i^{B_{St}} + \alpha \left[(D/H)_i^{X_{mes}} - (D/H)_i^{B_{mes}} \right]$$

$$\text{mit } \alpha = \frac{(D/H)_i^{V_{St}} - (D/H)_i^{B_{St}}}{(D/H)_i^{V_{mes}} - (D/H)_i^{B_{mes}}}$$

Beispiel:

Referenzprobe, geliefert und gemessen vom Referenzbüro der Europäischen Gemeinschaften:

$(D/H)_i^{V_{St}} = 102{,}0$ ppm $(D/H)_i^{B_{St}} = 91{,}95$ ppm.

Referenzprobe, gemessen im Laboratorium:

$(D/H)_i^{V_{mes}} = 102{,}8$ ppm $(D/H)_i^{B_{mes}} = 93{,}0$ ppm.

Verdächtige Probe, nicht korrigiert:

$(D/H)_i^{X_{mes}} = 100{,}2$ ppm.

Man berechnet also $\alpha = 1{,}0255$ und $(D/H)_i^{X_{corr}} = 99{,}3$ ppm.

6. INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Man vergleicht den für das Verhältnis R des verdächtigen Weines erhaltenen Wert R^X mit den für die Vergleichsweine erhaltenen Werten R^T. Weicht R^X um mehr als das Doppelte vom Vertrauensbereich des von dem für die Vergleichsweine erhaltenen Mittelwertes R^T ab, besteht Verdacht auf Verfälschung.

6.1. Anreicherung mit Rüben-, Rohr- oder Maiszucker

6.1.1. *Wein*

R^X größer als R^T: Verdacht auf Zusatz von Rübenzucker.
R^X kleiner als R^T: Verdacht auf Zusatz von Rohr- oder Maiszucker.

$(D/H)_{II}^X$ und $(D/H)_W^{QX}$ sind erhöht.

Man prüft $(D/H)_I^X$ bei Verdacht auf:

— Anreicherung mit Rübenzucker:

$(D/H)_I^X$ der verdächtigen Probe ist kleiner als $(D/H)_I^T$, Mittelwert der Vergleichsproben. Die Differenz ist größer als eine Standardabweichung.

— Anreicherung mit Rohrzucker oder Maiszucker:
$(D/H)_I^X$ ist größer als $(D/H)_I^T$. Die Differenz ist größer als eine Standardabweichung.

— Berechnung der Anreicherung, E, ausgedrückt in % Vol. Ethanol:

— Anreicherung mit Rübenzucker:

$$E\ \%\ \text{Vol.} = t^V \frac{(D/H)_I^T - (D/H)_I^X}{(D/H)_I^T - (D/H)_I^B}$$

$(D/H)_I^B$ = Isotopenverhältnis für die Methylgruppe des Alkohols aus Rübenzucker: $(D/H)_I^B = 92{,}5$ (1).

t^V = Alkoholgehalt (% Vol.) des zu untersuchenden Weines (X).

— Anreicherung mit Rohr- oder Maiszucker:

$$E\ \%\ \text{Vol.} = t^V \frac{(D/H)_I^X - (D/H)_I^T}{(D/H)_I^C - (D/H)_I^T}$$

(1) Diese Werte werden von der zu erwartenden Datenbank der Gemeinschaft angegeben.

$(D/H)_I^C$ = Isotopenverhältnis für die Methylgruppe des Alkohols aus Rohr- oder Maiszucker: $(D/H)_I^C$ = 110,5(1).

t^V = Alkoholgehalt (% Vol.) des zu untersuchenden Weines (X).

6.1.2. *Most, Mostkonzentrat, rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK)*

Die Werte der Isotopenparameter des Alkohols, der nach 3.1 und 3.2 aus dem Most, Mostkonzentrat oder rektifizierten Traubenmostkonzentrat erhalten worden ist, werden nach 6.1.1 „Interpretation der Ergebnisse" geprüft und den Werten des Alkohols gegenübergestellt, der aus den entsprechenden authentischen Mosten erhalten wurde.

Die Anreicherung E % Vol. bezieht sich auf das vergorene Erzeugnis. Unter Berücksichtigung einer evtl. vor der Vergärung vorgenommenen Verdünnung (Mostkonzentrat und RTK) und der Tatsache, daß 16,83 g Zucker 1 % Vol. Alkohol ergeben, berechnet man die Massenkonzentration an Zucker, die 1 l Most, Mostkonzentrat oder RTK zugesetzt wurde.

6.2. **Anreicherung mit einer Mischung aus Rübenzucker mit Rohr- oder Maiszucker**

Die Isotopenverhältnisse $(D/H)_I$ und R sind weniger verändert, als wenn nur mit einer Zuckerart angereichert wird.

$(D/H)_{II}$ ist ebenso wie $(D/H)_W^Q$ erhöht.

Ein solcher Zusatz kann durch die massenspektrometrische Bestimmung des Verhältnisses $^{13}C/^{12}C$ im Alkohol bestätigt werden; in diesem Fall ist das Verhältnis erhöht.

(1) Diese Werte werden von der zu erwartenden Datenbank der Gemeinschaft angegeben.

9. ASCHE

1. DEFINITION

Als Asche bezeichnet man die Gesamtheit der Stoffe, die durch Veraschung des Abdampfrückstandes des Weines erhalten werden. Die Veraschung wird in der Weise durchgeführt, daß die Gesamtheit der Kationen (außer Ammonium) in der Carbonatform oder anderen wasserfreien Mineralsalzen vorliegt.

2. PRINZIP DER METHODE

Die Veraschung des Weinextraktes wird bis zur vollständigen Verbrennung des Kohlenstoffs bei 500° bis 550 °C durchgeführt.

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Wasserbad 100 °C.

3.2. Analysenwaage, auf 0,1 mg genau.

3.3. Heizplatte oder Infrarotstrahler.

3.4. Muffelofen mit Temperaturregelung.

3.5. Exsikkator.

3.6. Platinschale, 70 mm Durchmesser und 25 mm Höhe mit flachem Boden.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

20 ml Wein werden in eine gewogene Platinschale (P_o g) gegeben und auf dem Wasserbad bei 100 °C zur Trockne eingeengt. Der Rückstand wird auf einer Heizplatte bei 200 °C oder unter dem Infrarotstrahler abgeraucht. Gibt der Rückstand keinen Rauch mehr ab, so wird die Schale in den Muffelofen (Temperatur 525 °C ± 25 °C) gestellt. Nach 15 Minuten Veraschung wird die Schale aus dem Muffelofen genommen und 5 ml destilliertes Wasser hinzugefügt. Anschließend wird auf dem Wasserbad oder unter dem Infrarotstrahler eingeengt und erneut bei 525 °C etwa 10 Minuten verascht.

Ist die Veraschung nicht vollständig, so wiederholt man den oben beschriebenen Vorgang (Aufnehmen mit Wasser, Einengen, Veraschen).

Für zuckerreiche Weine ist der Zusatz von wenigen Tropfen reinen Pflanzenöls vor der ersten Veraschung empfehlenswert, um das Überschäumen des Inhalts zu vermeiden.

Nach dem Abkühlen im Exsikkator wird die Schale gewogen (P_1 g).

Die dem eingesetzten Probevolumen (20 ml) entsprechenden Gramm Asche betragen $p = (P_1 - P_o)$ g.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. Berechnung

Der Aschegehalt P, ausgedrückt in Gramm je Liter mit 2 Dezimalstellen beträgt:
$P = 50.p$.

10. ALKALITÄT DER ASCHE

1. DEFINITION

Als Alkalität der Asche bezeichnet man die Summe der Kationen (außer Ammonium), die an die organischen Säuren des Weines gebunden sind.

2. PRINZIP DER METHODE

Die Asche wird in einer gemessenen, überschüssigen Menge Säure in der Wärme gelöst und der Überschuß an Säure in Gegenwart von Methylorange zurücktitriert.

3. REAGENZIEN UND GERÄTSCHAFTEN

3.1. 0,05 M Schwefelsäure (H_2SO_4).

3.2. 0,1 M Natronlauge (NaOH).

3.3. 0,1 %ige (g/v) wäßrige Methylorangelösung.

3.4. Wasserbad 100 °C.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

In die Platinschale mit der Asche von 20 ml Wein werden 10 ml 0,05 M Schwefelsäurelösung (3.1) gegeben; die Schale wird dann 15 Minuten lang auf dem Wasserbad von 100 °C erhitzt und der Rückstand zur Beschleunigung der Auflösung mit einem Glasstab umgerührt. Anschließend fügt man 2 Tropfen Methylorangelösung hinzu und titriert den Schwefelsäureüberschuß mit 0,1 M Natronlauge (3.2) bis zum Farbumschlag des Indikators nach gelb.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

Berechnung

Die Alkalität der Asche, ausgedrückt in Milliäquivalent je Liter mit 1 Dezimale, beträgt:

$A = 5 (10-n)$

n = ml 0,1 M Natronlauge.

11. CHLORIDE

1. PRINZIP DER METHODE

Direkte Bestimmung der Chloride im Wein durch potentiometrische Titration mit einer Ag/AgCl-Elektrode.

2. GERÄTE

2.1. pH-Millivoltmeter mit mindestens 2 mV-Einstellung.

2.2. Magnetrührer.

2.3. Ag/AgCl-Elektrode mit gesättigter Kaliumnitratlösung als Elektrodenflüssigkeit.

2.4. Feinbürette mit 0,01 ml Einstellung.

2.5. Stoppuhr.

3. REAGENZIEN

3.1. Chlorid-Standardlösung: 2,1027 g Kaliumchlorid (max. 0,005 % Br) z. A. (K Cl), das vor Gebrauch einige Tage im Exsikkator getrocknet wurde, werden mit bidestilliertem Wasser zu 1 Liter gelöst. 1 ml dieser Lösung enthält 1 mg Cl^-.

3.2. Silbernitrat-Maßlösung; 4,7912 g Silbernitrat z. A. ($AgNO_3$) werden in einer 10%igen ethanolischen Lösung zu 1 Liter gelöst. 1 ml dieser Lösung entspricht 1 mg Cl^-.

3.3. Salpetersäure mind. 65 % (ρ_{20} = 1,40 g/ml).

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG:

4.1. 5,0 ml Chlorid-Standardlösung werden in ein 150-ml-Becherglas pipettiert, mit destilliertem Wasser auf etwa 100 ml ergänzt und 1,0 ml Salpetersäure mind. 65 % hinzugefügt. Nach Eintauchen der Elektrode bis über das Diaphragma wird unter langsamem Rühren (Magnetrührer) mit der Silbernitrat-Maßlösung aus einer Feinbürette titriert. Zunächst wird in Schritten von 1,00 ml bis zu einem Verbrauch von 4,00 ml titriert und der jeweils angezeigte mV-Wert abgelesen. Dann wird in Teilschritten von 0,20 ml weitertitriert, bis nochmals 2,00 ml zugegeben sind. Schließlich wird wieder in 1,00 ml Schritten titriert, bis insgesamt 10,00 ml zugegeben sind. Nach jedem Zusatz wird etwa 30 Sekunden bis zum Ablesen des mV-Wertes gewartet. Die erhaltenen Werte trägt man auf Millimeterpapier gegen die zugehörigen Milliliter Maßlösung auf und bestimmt das Umschlagspotential aus dem Wendepunkt der sich ergebenden Kurve.

4.2. 5 ml Chlorid-Standardlösung werden in ein 150 ml-Becherglas pipettiert und 95 ml destilliertes Wasser sowie 1,0 ml Salpetersäure mind. 65 % zugefügt. Nach Eintauchen der Elektrode titriert man unter Rühren bis zu dem vorher bestimmten Äquivalenzpotential. Diese Bestimmung wird solange wiederholt, bis eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse erzielt wird. Die Festlegung des Äquivalenzpotentials muß vor jeder Bestimmungsserie erneut durchgeführt werden.

4.3. 50 ml der zu untersuchenden Flüssigkeit werden in ein 150 ml-Becherglas pipettiert. Man fügt 50 ml destilliertes Wasser und 1,0 ml Salpetersäure mind. 65 % hinzu und titriert wie unter 4.2 beschrieben.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. **Berechnung**

Wurden n ml Silbernitrat-Maßlösung verbraucht, so errechnet sich der Chloridgehalt der untersuchten Flüssigkeit nach der Formel:

20 n = Milligramm Cl/Liter

0,5633 n = Milliäquivalente/Liter

32,9 n = Milligramm Natriumchlorid/Liter.

5.2. **Wiederholbarkeit**

r = 1,2 mg/l Cl

r = 0,03 Milliäquivalente/l

r = 2,0 mg NaCl/l.

5.3. **Vergleichbarkeit**

R = 4,1 mg/l Cl

R = 0,12 Milliäquivalente/l

R = 6,8 mg NaCl/l.

6. *Anmerkung:*

Für besonders genaue Bestimmungen kann die vollständige Titrationskurve durch Titration der untersuchten Flüssigkeit mit Silbernitrat-Maßlösung aufgenommen werden und aus dem Äquivalenzpunkt der Endpunkt der Titration zeichnerisch, oder genauer rechnerisch, ermittelt werden.

a) 50 ml der zu untersuchenden Flüssigkeit werden in einem 150 ml Becherglas mit 50 ml destilliertem Wasser versetzt und 1 ml Salpetersäure (65%ig) zugefügt. Man titriert mit der Silbernitrat-Standardlösung durch Zugabe von jeweils 0,5 ml und Messung des entsprechenden Potentials in Millivolt. Aus dieser ersten Titration wird das benötigte Titrationsvolumen annähernd ermittelt.

b) Man wiederholt die Bestimmung unter den gleichen Bedingungen. Man titriert zunächst in Teilschritten von 0,5 ml und reduziert diese 1,5 bis 2 ml vor dem zu erwartenden Endpunkt auf 0,2 ml; danach setzt man weiter 0,2 ml zu und erhöht wiederum auf 0,5 ml.

Zur Berechnung des Titrationsendpunktes dient die folgende Formel:

$$V = V' + \Delta V_i \frac{\Delta\Delta E_1}{\Delta\Delta E_1 + \Delta\Delta E_2}$$

Es bedeuten:

V = Volumen Maßlösung am Äquivalenzpunkt

V' = Volumen Maßlösung vor dem Potentialsprung

ΔV_i = Konstantes Volumen der zugefügten Maßlösung, z. B. 0,2 ml

$\Delta\Delta E_1$ = Zweite Potentialdifferenz vor dem größten Potentialsprung

$\Delta\Delta E_2$ = Zweite Potentialdifferenz nach dem größten Potentialsprung.

Beispiel:

Volumen der $AgNO_3$-Maßlösung	Potentiale in mV	Differenz E	Sekundär-Differenz E
0	204		
		4	
0,2	208		0
		4	
0,4	212		2
		6	
0,6	218		0
		6	
0,8	224		0
		6	
1,0	230		2
		8	
1,2	238		4
		12	
1,4	250		10
		22	
1,6	272		22
		44	
1,8	316		10
		34	
2,0	350		8
		26	
2,2	376		6
		20	
2,4	396		

In diesem Beispiel liegt der Titrationsendpunkt zwischen 1,6 und 1,8 ml, denn hier tritt der größte Potentialsprung auf (Δ_E = 44 mV). Das bis zu diesem Titrationsendpunkt verbrauchte Volumen an Silbernitrat beträgt:

$$V = 1{,}6 + 0{,}2 \frac{22}{22 + 10} = 1{,}74 \text{ ml}$$

12. SULFATE

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Referenzmethode:**

Fällung als Bariumsulfat, das gravimetrisch gestimmt wird. Das unter den gleichen Bedingungen gefällte Bariumphosphat wird durch Waschen des Niederschlags mit Salzsäure entfernt.

Im Fall von Mosten und Weinen, die größere Mengen an schwefliger Säure enthalten, wird diese durch vorheriges Erhitzen unter Luftabschluß entfernt.

1.2. **Schnellmethode:**

Eingruppierung der Weine in verschiedene Kategorien, nach der sogenannten Grenzwertmethode, deren Prinzip in der Fällung des Sulfats als Bariumsulfat mit einer Bariumchloridlösung bekannten Gehaltes beruht.

2. REFERENZMETHODE

2.1. **Reagenzien.**

2.1.1. Salzsäure 2 M.

2.1.2. Bariumchloridlösung: 200 g $BaCl_2 \times 2H_2O$ werden mit Wasser zu 1 Liter gelöst.

2.2. **Durchführung der Bestimmung.**

2.2.1. 40 ml der zu untersuchenden Flüssigkeit werden in einem 50-ml-Zentrifugenglas mit 2 ml Salzsäure (2.1.1) und 2 ml Bariumchloridlösung (2.1.2) versetzt, mit einem Glasstab umgerührt, und der Glasstab wird abgespült. Man läßt 5 Minuten stehen und zentrifugiert weitere 5 Minuten. Die überstehende Flüssigkeit wird vorsichtig in ein Becherglas dekantiert. Nun wäscht man den Bariumsulfatniederschlag in dem Zentrifugenglas wie folgt aus: Man fügt 10 ml Salzsäure 2 M (2.1.1) hinzu, rührt den Niederschlag auf und zentrifugiert 5 Minuten. Die überstehende Flüssigkeit wird vorsichtigt entfernt. Man wiederholt das Auswaschen 2 mal unter den gleichen Bedingungen mit jeweils 15 ml destilliertem Wasser.

Der Niederschlag wird nun mit destilliertem Wasser aus dem Zentrifugenglas quantitativ in eine gewogene Platinschale gebracht und auf dem Wasserbad zur Trockne eingedampft. Der getrocknete Niederschlag wird durch mehrmaliges kurzes Glühen über offener Flamme weiß geglüht, im Exsikkator abgekühlt und gewogen.

Menge des gewogenen Bariumsulfats: m mg (Bariumsulfat).

2.2.2. Im Fall von Mosten und Weinen mit höheren Gehalten an SO_2.

In einen 500 ml-Erlenmeyerkolben, der mit einem Tropfhahn und einem Steigrohr verbunden ist, gibt man 25 ml destilliertes Wasser, 1 ml konzentrierte Salzsäure (ρ_{20} = 1,15 – 1,18 g/ml) und erhitzt zum Sieden, um die Luft zu entfernen. Sodann läßt man durch den Tropftrichter 100 ml der Probe zufließen, wobei darauf zu achten ist, daß das Sieden nicht unterbrochen wird. Das Sieden wird solange fortgesetzt, bis die Flüssigkeit auf etwa 75 ml reduziert ist. Nach dem Abkühlen überführt man die Flüssigkeit quantitativ in ein 100 ml-Meßkölbchen und füllt mit Wasser zur Marke auf. Die Sulfatbestimmung in 40 ml Probelösung wird dann wie unter 2.2.1 beschrieben durchgeführt.

2.3. **Angabe der Ergebnisse**

2.3.1. *Berechnungen*

Der Sulfatgehalt in Milligramm pro Liter als Kaliumsulfat berechnet beträgt:

18,67 x m.

Der Sulfatgehalt des Mostes oder des Weines wird in Milligramm pro Liter (mg/l) Kaliumsulfat ohne Dezimale angegeben.

2.3.2. *Wiederholbarkeit*

bis 1 000 mg/l : r = 27 mg/l

ungefähr 1 500 mg/l : r = 41 mg/l.

2.3.3. *Vergleichbarkeit*

bis 1 000 mg/l : R = 51 mg/l

ungefähr 1 500 mg/l : R = 81 mg/l.

3. SCHNELLMETHODE

3.1. **Reagenzien**

3.1.1. Bariumchlorid-Standardlösung:

2,804 g Bariumchlorid $BaCl_2 \times 2H_2O$ und 10 ml Salzsäure (ρ_{20} = 1,15 — 1,18 g/ml) werden mit destilliertem Wasser zu 1 Liter gelöst. 1 ml dieser Lösung fällt 2 Milligram Kaliumsulfat.

3.1.2. 10 %ige Schwefelsäure (g/v) (ρ_{20} = 1,84 g/ml).

3.2. **Durchführung der Bestimmung**

In 3 Reagenzgläser gibt man 10 ml Most oder Wein und fügt dann dem 1. Glas 3,5 ml, dem 2. Glas 5 ml und dem 3. Glas 10 ml der Bariumchloridlösung hinzu. Nach dem Schütteln erhitzt man zum Sieden und läßt 1 bis 2 Stunden stehen. Die Flüssigkeit in jedem der drei Reagenzgläser wird dekantiert, filtriert und in 2 Hälften geteilt. Eine Hälfte wird mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure, die andere Hälfte mit einigen Tropfen Bariumchloridlösung versetzt. Die Klarheit oder die entstandene Trübung in den Gläsern wird nach folgender Tabelle ausgewertet:

	Wein	$BaCl_2$	Wein filtriert +	
			Verdünnte Schwefelsäure	$BaCl_2$
	(ml)	(ml)	trübe	klar
1. Probe	10	3,5	(weniger als 0,7 g K_2SO_4/l) klar | trübe (mehr als 0,7 g K_2SO_4/l)	
			trübe	klar
2. Probe	10	5	(weniger als 1 g K_2SO_4/l) klar | trübe (mehr als 1 g K_2SO_4/l)	
			trübe	klar
3. Probe	10	10	(weniger als 2 g K_2SO_4/l) klar | trübe (mehr als 2 g K_2SO_4/l)	

13. GESAMTSÄURE

1. DEFINITION

Die Gesamtsäure stellt die Summe aller titrierbaren Säuren dar. Die Titration erfolgt mit einer alkalischen Maßlösung bis zum pH 7,0.

Kohlensäure ist in der Gesamtsäure nicht einbegriffen.

2. PRINZIP DER METHODE

Potentiometrische Titration oder Titration in Anwesenheit von Bromthylmolblau als Indikator gegen eine Farbvergleichslösung.

3. REAGENZIEN

3.1. Pufferlösung pH 7,0:

prim. Kaliumphosphat KH_2PO_4: 107,3 g
1 M Natronlauge (NaOH): 500 ml
mit Wasser auf 1 000 ml auffüllen.

Handelsübliche Pufferlösungen können ebenfalls verwendet werden.

3.2. 0,1 M Natronlauge (NaOH).

3.3. Bromthymolblaulösung 4 g/l.

Bromthymolblau ($C_{27}H_{28}Br_2O_5S$)	4 g
Neutraler Alkohol 96 % Vol.	200 ml

Nach dem Auflösen werden hinzugefügt:

Kohlendioxidfreies Wasser	200 ml
1 M Natronlauge bis zum Farbumschlag	
nach blaugrün (pH 7) etwa	7,5 ml
Wasser auf	1 000 ml

4. GERÄTSCHAFTEN

4.1. Wasserstrahlpumpe.

4.2. Saugflasche, 500 ml.

4.3. pH-Meter und Elektroden. Die Glaselektrode muß in destilliertem Wasser, die Kalomelgesättigte Kaliumchlorid-Elektrode in einer gesättigten Kaliumchloridlösung aufbewahrt werden. Meist wird eine kombinierte Elektrode gebraucht; sie ist in destilliertem Wasser aufzubewahren.

4.4. Bechergläser mit 50 ml Inhalt (bei Wein) und 100 ml Inhalt (bei rektifiziertem Traubenmostkonzentrat).

5. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

5.1. **Vorbereitung der Probe**

5.1.1. *Wein*

Zur Entfernung des Kohlendioxids werden ungefähr 50 ml Wein in eine 500 ml-Saugflasche gegeben und 1 – 2 Minuten an der Wasserstrahlpumpe geschüttelt.

5.1.2. *Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK)*

200 g RTK werden genau in einen 500 ml-Meßkolben eingewogen, mit Wasser zur Marke aufgefüllt und gemischt.

5.2. **Potentiometrische Titration**

5.2.1. *Eichung des pH-Meters*

Die Eichung erfolgt gemäß der Betriebsanleitung des verwendeten pH-Meters mit der Pufferlösung pH 7,0 bei 20 °C.

5.2.2. *Messung*

In ein Becherglas (4.4) werden 10 ml des nach 5.1 vorbereiteten Weines bzw. 50 ml der RTK-Lösung gegeben, 10 ml destilliertes Wasser hinzugefügt und mit 0,1 M Natronlauge (3.3) bis pH 7,0 (20 °C) titriert. Der Zusatz der Natronlauge muß langsam erfolgen und die Lösung ständig gerührt werden.
n = ml der verbrauchten 0,1 M Natronlauge.

5.3. **Titration mit Indikator** (Bromthylmolblau)

5.3.1. *Vorversuch: Herstellung der Farbvergleichslösung*

In ein Becherglas (4.4) werden 25 ml ausgekochtes destilliertes Wasser, 1 ml Bromthylmolblaulösung (3.3) und 10 ml des nach 5.1 vorbereiteten Weines bzw. 50 ml der RTK-Lösung gegeben. Man fügt 0,1 M Natronlauge (3.2) bis zum Farbumschlag nach blaugrün und anschließend 5 ml der Pufferlösung pH 7,0 (3.1) hinzu.

5.3.2. *Bestimmung*

In ein Becherglas (4.4) werden 30 ml ausgekochtes destilliertes Wasser, 1 ml der Bromthylmolblaulösung (3.3) und 10 ml des nach 5.1 vorbereiteten Weines bzw. 50 ml der RTK-Lösung gegeben. Man titriert mit 0,1 M Natronlauge (3.2) auf den im Vorversuch (5.3.1) ermittelten Farbton.
n = ml verbrauchte 0,1 M Natronlauge.

6. ANGABE DER ERGEBNISSE

6.1. **Berechnung**

6.1.1. *Wein*

Die Gesamtsäure, ausgedrückt als Milliäquivalent (mval) je Liter, beträgt:

$A = 10\,n.$

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimalstelle.

Die Gesamtsäure, ausgedrückt als Gramm Weinsäure je Liter, beträgt:

$A' = 0{,}075 \cdot A.$

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimalstelle.

6.1.2. *Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK)*

— Die Gesamtsäure, ausgedrückt als Milliäquivalent (mval) je Kilogramm RTK, beträgt: $a = 5 \cdot n.$

— Die Gesamtsäure, ausgedrückt als Milliäquivalent (mval) je Kilogramm Gesamtzucker, beträgt:

$$A = \frac{500 \cdot n}{P}$$

P = Gesamtzuckergehalt in % (g/g).
Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimalstelle.

6.2. **Wiederholbarkeit (r): Für die Titration mit Indikator (5.3)**

r = 0,9 mval/l

r = 0,07 g/l Weinsäure

für Weiß-, Rosé- und Rotweine.

6.3. **Vergleichbarkeit (R): Für die Titration mit Indikator (5.3)**

Für Weiß- und Roséweine:

R = 3,6 mval/l

R = 0,3 g/l Weinsäure.

Für Rotweine:

R = 5,1 mval/l

R = 0,4 g/l Weinsäure.

14. FLÜCHTIGE SÄUREN

1. DEFINITION

Die flüchtigen Säuren setzen sich aus den Homologen der Essigsäure zusammen, die im Wein in freier oder gebundener Form enthalten sind.

2. PRINZIP DER METHODE

Titration der durch Wasserdampfdestillation abgetrennten flüchtigen Säuren.

Der Wein wird zuvor von Kohlendioxid befreit.

Die freie und gebundene schweflige Säure, die unter diesen Bedingungen auch überdestilliert, wird von den flüchtigen Säuren abgezogen.

Eventuell dem Wein zugesetzte Sorbinsäure wird ebenfalls abgezogen.

Anmerkung: Die in einigen Ländern zur Stabilisierung der Weine vor der Analyse verwendete Salicylsäure geht zum Teil in das Destillat über. Sie muß bestimmt und von den flüchtigen Säuren abgezogen werden (Bestimmungsmethode siehe unter Ziffer 7 dieses Kapitels).

3. REAGENZIEN

3.1. Weinsäure ($C_4H_6O_6$).

3.2. 0,1 M Natronlauge (NaOH).

3.3. Phenolphtaleinlösung 1 %ig in 96 Vol. %igem neutralen Ethanol.

3.4. Salzsäure (HCZ, ρ_{20} = 1,18 bis 1,19 g/ml), 1:4 verdünnt (v/v).

3.5. 0,005 M Jodlösung (J_2).

3.6. Kaliumjodid (KJ).

3.7. Stärkelösung, 5 g/l:

5 g Stärke werden in etwa 500 ml Wasser gelöst, unter Rühren zum Sieden gebracht und 10 Minuten im Sieden gehalten. Sodann fügt man 200 g Natriumchlorid hinzu. Nach dem Abkühlen füllt man auf 1 Liter auf.

3.8. Gesättigte Natriumboratlösung ($Na_2B_4O_7 \cdot 10\ H_2O$): etwa 55 g/l bei 20 °C.

4. GERÄTSCHAFTEN

4.1. Wasserdampfdestillationsapparatur bestehend aus:

1. einem Wasserdampfentwickler, der erzeugte Wasserdampf muß frei von Kohlendioxid sein;
2. einem Destillierkolben;
3. einer Rektifizierkolonne;
4. einem Kühler.

Diese Apparatur muß folgenden Bedingungen genügen:

a) In den Destillierkolben werden 20 ml ausgekochtes Wasser gegeben. Man destilliert 250 ml über und fügt dem Destillat 0,1 ml der 0,1 M Natronlauge (3.2) und 2 Tropfen der Phenolphtaleinlösung (3.3) zu; die Rosafärbung muß mindestens 10 Sekunden lang bestehen bleiben (Wasserdampf frei von Kohlendioxid).

b) In den Destillierkolben werden 20 ml einer 0,1 M Essigsäurelösung gegeben. Man destilliert 250 ml über und titriert das Destillat mit 0,1 M Natronlauge (3.2).

Es müssen mindestens 19,9 ml titriert werden (überdestillierte Essigsäure ≥ 99,5 %).

c) In den Destillierkolben werden 20 ml einer 1 M Milchsäurelösung gegeben. Man destilliert 250 ml über und titriert das Destillat mit 0,1 M Natronlauge (3.2).

Es dürfen nicht mehr als 1,0 ml titriert werden (überdestillierte Milchsäure ≤ 0,5 %).

Jede Apparatur und jede Verfahrensweise, die den obengenannten Anforderungen entspricht, gilt als international amtlich.

4.2. Wasserstrahlpumpe.

4.3. Saugflasche.

5. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

5.1. **Vorbereitung der Probe:** Entfernung des Kohlendioxids.

Etwa 50 ml Wein werden 1 bis 2 Minuten an der Wasserstrahlpumpe geschüttelt.

5.2. **Wasserdampfdestillation**

20 ml des nach 5.1 entcarbonisierten Weines werden in den Destillierkolben gegeben und 0,5 g Weinsäure (3.1) zugefügt. Es werden mindestens 250 ml überdestilliert.

5.3. **Titration**

Man titriert mit 0,1 M Natronlauge (3.2) im Gegenwert von 2 Tropfen Phenolphtaleinlösung (3.3) (= n ml).

Danach fügt man 4 Tropfen verdünnte Salzsäure (3.4), 2 ml Stärkelösung (3.7) und einige Kaliumjodidkristalle (3.6) hinzu.

Das freie Schwefeldioxid wird mit 0,005 M Jodlösung (3.5) titriert (= n' ml).

Nun setzt man bis zum Farbumschlag nach rosa, gesättigte Natriumboratlösung (3.8) zu und titriert das gebundene Schwefeldioxid mit 0,005 M Jodlösung (3.5) (= n'' ml).

6. ANGABE DER ERGEBNISSE

6.1. **Berechnung**

Der Gehalt an flüchtigen Säuren, ausgedrückt in Milliäquivalent/l mit (mval/l) 1 Dezimalstelle, beträgt:

Fl.S. = $5 (n - 0{,}1\ n' - 0{,}05\ n'')$

Der Gehalt an flüchtigen Säuren, ausgedrückt in Gramm Essigsäure im Liter mit 2 Dezimalstellen, beträgt:

$0{,}300 (n - 0{,}1\ n' - 0{,}05\ n'')$

6.2. **Wiederholbarkeit (r)**

r = 0,7 mval/l

r = 0,04 g Essigsäure/l.

6.3. **Vergleichbarkeit (R)**

R = 1,3 mval/l

R = 0,08 g Essigsäure/l.

6.4. **Weine mit Sorbinsäurezusatz**

Da die Sorbinsäure bei einem Destillationsvolumen von 250 ml zu etwa 96 % in das Destillat übergeht, muß sie von den flüchtigen Säuren abgezogen werden. 100 Milligramm Sorbinsäure entsprechen 0,89 mval oder 0,053 g Essigsäure. Der Gehalt an Sorbinsäure (mg/l) wird wie unter Nummer 18 beschrieben bestimmt.

7. BESTIMMUNG DER SALICYLSÄURE IM DESTILLAT DER FLÜCHTIGEN SÄUREN

7.1. **Prinzip**

Nach der Bestimmung der flüchtigen Säuren und der Korrektur des Schwefeldioxids wird die Salicylsäure nach Ansäuern und Zusatz eines Eisen-III-Salzes aufgrund der entstehenden violetten Farbe nachgewiesen.

Die Bestimmung der in das Destillat der flüchtigen Säuren übergegangenen Salicylsäure erfolgt in einem zweiten Destillat von gleichem Volumen. In diesem Destillat wird die Salicylsäure mit einer Farbvergleichsmethode bestimmt. Die so ermittelte Menge an Salicylsäure wird vom Gehalt an flüchtigen Säuren abgezogen.

7.2. **Reagenzien**

7.2.1. Salzsäure (HCl) (ρ_{20} = 1,18 – 1,19 g/ml).

7.2.2. Natriumthiosulfat ($Na_2 S_2 O_3 \cdot 5 H_2O$), 0,1 M.

7.2.3. Ammoniumeisen III-Sulfat ($Fe_2 (SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2 SO_4 \cdot 24 H_2O$) 10 %ig (g/v).

7.2.4. Natriumsalicylat, 0,01 M.

Die Lösung enthält 1,60 g/l Natriumsalicylat ($Na C_7 H_5 O_3$).

7.3. **Durchführung der Bestimmung**

7.3.1. *Nachweis der Salicylsäure im Destillat der flüchtigen Säuren*

Unmittelbar nach der Bestimmung der flüchtigen Säuren und der Korrektur des Schwefeldioxids gibt man in den Erlenmeyerkolben 0,5 ml Salzsäure (7.2.1), 3 ml 0,1 M Natriumthiosulfatlösung (7.2.2) und 1 ml Ammoniumeisen(III)-sulfatlösung (7.2.3).

Bei Anwesenheit von Salicylsäure entsteht eine violette Färbung.

7.3.2. *Bestimmung der Salicylsäure*

Die nach 7.3.1 verwendete Destillatmenge wird an dem Erlenmeyerkolben markiert; der Kolben wird entleert und ausgewaschen.

Nun werden erneut 20 ml Wein der Wasserdampfdestillation unterworfen. Es wird bis zur Markierung in denselben Erlenmeyerkolben überdestilliert. Man fügt 0,3 ml rauchende Salzsäure (7.2.1) und 1 ml Ammoniumeisen(III)-sulfatlösung (7.2.3) hinzu. Es entsteht eine violette Färbung.

In einen gleichen Erlenmeyerkolben gibt man soviel destilliertes Wasser wie der obengenannten verwendeten Destillatmenge entspricht. Man fügt 0,3 ml der rauchenden Salzsäure (7.2.1) und 1 ml Ammoniumeisen(III)-sulfatlösung (7.2.3) hinzu und titriert mit 0,01 M Natriumsalicylatlösung (7.2.4), bis die Intensität der entstehenden violetten Färbung der des Destillates entspricht (= n''' ml).

7.4. **Korrektur der flüchtigen Säure**

0,1 n''' ml werden von den n ml 0,1 M Natronlauge, die zur Titration des Destillates der flüchtigen Säuren verbraucht wurden, abgezogen.

15. NICHTFLÜCHTIGE SÄUREN

1. PRINZIP

Die nichtflüchtigen Säuren ergeben sich aus der Differenz zwischen „Gesamtsäure" und „flüchtigen Säuren".

2. ANGABE DER ERGEBNISSE

Die nichtflüchtigen Säuren werden angegeben in:

— Milliäquivalent je Liter;

— Gramm Weinsäure je Liter.

16. WEINSÄURE

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Referenzmethode**

Die Weinsäure wird in Form des Calciumracemats gefällt und gravimetrisch bestimmt. Diese Bestimmung kann zum Vergleich durch eine maßanalytische Bestimmung ergänzt werden. Die Fällungsbedingungen (pH, Gesamtvolumen der Ausgangslösung, Konzentration der Fällungsionen) sind so beschaffen, daß die Ausfällung des Calciumracemats vollständig ist, das Calcium-D(-)tartrat aber in Lösung verbleibt.

Sofern dem Wein Metaweinsäure zugefügt wurde, ist diese vorher zu hydrolysieren, da sonst die Ausfällung des Calciumracemats nicht vollständig verläuft.

1.2. **Gebräuchliche Methode**

Die über eine Anionenaustauschersäule isolierte Weinsäure wird im Eluat durch Messung der mit Vanadinsäure entstehenden Rotfärbung photometrisch bestimmt. Die außerdem im Eluat vorhandene Milchsäure und Äpfelsäure stören die Reaktion nicht.

2. REFERENZMETHODE

2.1. **Gravimetrische Methode**

2.1.1. *Reagenzien*

2.1.1.1. Calciumacetatlösung (10 g Calcium/Liter):

Calciumcarbonat ($CaCO_3$)	25 g
Eisessig (CH_3COOH, $\rho_{20} = 1{,}05$ g/ml)	40 ml
Wasser zu	1 000 ml

2.1.1.2. Calciumracemat ($CaC_4O_6H_4 \cdot 4H_2O$):

In einem 400 ml-Becherglas werden 20 ml L(+)Weinsäurelösung (5 g/l), 20 ml Ammonium-D(-)tartratlösung (6,126 g/l) und 6 ml Calciumacetatlösung (10 g Calcium/Liter) (2.1.1.1) gemischt.

Nach 2 Stunden filtriert man den Niederschlag über einen Filtertiegel ab (Porosität 4), wäscht dreimal mit etwa 30 ml destilliertem Wasser nach und trocknet im Trockenschrank bei 70 °C bis zur Gewichtskonstanz. Mit den oben angegebenen Reagenzienmengen erhält man etwa 340 mg kristallisiertes Calciumracemat, das man in einem verschlossenen Gefäß aufbewahrt.

2.1.1.3. Fällungslösung (pH 4,75):

— D(-)Weinsäure	122 mg
— Ammoniak, 25 % (ρ_{20} = 0,97 g/ml)	0,3 ml
— Calciumacetatlösung zu 10 g Calcium/Liter (2.1.1.1)	8,8 ml
Wasser	1 000 ml

Die D(-)Weinsäure löst man unter Zusatz des Ammoniaks in 900 ml Wasser, fügt 8,8 ml Calciumacetatlösung (2.1.1.1) hinzu, füllt auf 1 000 ml auf und stellt mit Essigsäure auf einen pH-Wert von 4,75 ein.

Das Calciumracemat ist in dieser Lösung etwas löslich; es ist daher zweckmäßig, 5 mg Calciumracemat zuzusetzen, 12 Stunden zu schütteln und dann zu filtrieren.

2.1.2. *Durchführung der Bestimmung*

2.1.2.1. Wein ohne Zusatz von Metaweinsäure

In ein 600 ml-Becherglas gibt man unter Rühren mit einem Glasstab und Reiben des Glasstabes an der Becherwand zum Auslösen der Fällung 500 ml der Fällungslösung und 10 ml Wein. Man läßt den Niederschlag 12 Stunden (über Nacht) absetzen.

Dann filtriert man quantitativ durch einen gewogenen Filtertiegel (Porosität 4).

Man trocknet den Niederschlag bei 70 °C bis zur Gewichtskonstanz und wägt, p = Gewicht des Calciumracemats ($CaC_4O_6H_4 \cdot 4H_2O$).

2.1.2.2. Wein mit Zusatz von Metaweinsäure

Für den Fall, daß Metaweinsäure zugefügt wurde oder man einen solchen Zusatz annimmt, wird wie folgt verfahren:

In ein 50 ml-Erlenmeyerkölbchen mit Schliff gibt man 10 ml Wein und 0,4 ml Eisessig (CH_3COOH, ρ_{20} = 1,05 g/ml). Man verschließt das Kölbchen, bringt den Kolbeninhalt zum Sieden und beläßt 30 Minuten im Sieden. Nach dem Abkühlen gießt man die Lösung in ein Becherglas, wäscht das Erlenmeyerkölbchen zweimal mit 5 ml Wasser nach und verfährt wie oben angegeben.

Die Metaweinsäure geht als Weinsäure berechnet in das Ergebnis der Bestimmung ein.

2.1.3. *Angabe der Ergebnisse*

1 Molekül Calciumracemat entspricht ½ Molekül L(+)Weinsäure des Weines.

Der Gehalt an Weinsäure je Liter Wein, ausgedrückt in Milliäquivalenten (mval), beträgt 384,5 p.

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

Der Gehalt an Weinsäure je Liter Wein, ausgedrückt in Gramm Weinsäure, beträgt 28,84 p.

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

Der Gehalt an Weinsäure je Liter Wein, ausgedrückt als Kaliumhydrogentartrat, beträgt 36,15 p.

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

2.2. **Maßanalytische Vergleichsbestimmung**

2.2.1. *Reagenzien*

2.2.1.1. Verdünnte Salzsäure (HCl, ρ_{20} = 1,18 – 1,19 g/ml), 1 : 5 verdünnt

2.2.1.2. 0,05 M EDTA-Lösung: 18,61 g EDTA Dinatriumsalz der Ethylendinitrilotetraessigsäure ($C_{10}H_{14}N_2O_8Na_2 \cdot 2H_2O$) werden mit destilliertem Wasser zu 1 000 ml gelöst.

2.2.1.3. 40%ige Natriumhydroxidlösung (g/v): 40 g Natriumhydroxid (NaOH) werden mit destilliertem Wasser zu 100 ml gelöst.

2.2.1.4. Komplexometrischer Indikator, z. B. Calconcarbonsäure 1 % (g/g): 1 g Calconcarbonsäure (2-Hydroxy-1-2-hydroxy-4-sulfonaphtyl-1-azo)-naphthalin-3-carbonsäure, ($C_{21}H_{14}N_2O_7S \cdot 3H_2O$) wird mit 100 g Natriumsulfat (Na_2SO_4) wasserfrei verrieben.

2.2.2. *Durchführung der Bestimmung*

Der in dem Filtertiegel enthaltene Calciumracematniederschlag wird nach dem Wägen in 10 ml Salzsäure (2.2.1.1) gelöst und der Filtertiegel mit 50 ml destilliertem Wasser ausgewaschen.

Man fügt 5 ml der 40%igen Natriumhydroxidlösung (2.2.1.3) und etwa 30 mg Indikator (2.2.1.4) zu und titriert mit 0,05 M EDTA-Lösung (2.2.1.2), n = verbrauchte ml.

2.2.3. *Angabe der Ergebnisse*

Der Weinsäuregehalt je Liter Wein, ausgedrückt in Milliäquivalenten (mval), beträgt 5 n.

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

Der Weinsäuregehalt je Liter Wein, ausgedrückt in g Weinsäure, beträgt 0,375 · n.

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

Der Weinsäuregehalt je Liter Wein, ausgedrückt in g Kaliumhydrogentartrat, beträgt 0,470 · n.

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

3. GEBRÄUCHLICHE METHODE

3.1. **Reagenzien**

3.1.1. *Für die Vorbehandlung des Weines*

3.1.1.1. Essigsäure (CH_3COOH, ρ_{20} = 1,05 g/ml), 30/100 (v/v) verdünnt.

3.1.1.2. Stark basischer Anionenaustauscher (z. B. Merck III 20 – 50 mesh) in Acetatform. Man stellt eine Suspension von etwa 100 g Anionenaustauscher in 200 ml 30%iger Essigsäure

(3.1.1.1) her und läßt vor Gebrauch mindestens 24 Stunden stehen. Der Anionenaustauscher wird unter 30%iger Essigsäure aufbewahrt.

3.1.1.3. Essigsäure (CH_3COOH, ρ_{20} = 1,05 g/ml), 0,5/100 (v/v) verdünnt.

3.1.1.4. Natriumsulfatlösung, 7,1 % (g/v) (0,5 M).

71 g wasserfreies Natriumsulfat (Na_2SO_4) werden in destilliertem Wasser gelöst und mit destilliertem Wasser zu 1 000 ml aufgefüllt.

3.1.2. *Für die Bestimmung der Weinsäure*

3.1.2.1. Natriumacetatlösung (Na CH_3COO), 27%ig (g/v).

270 g Natriumacetat (Na CH_3 COO) werden in destilliertem Wasser gelöst und mit destilliertem Wasser zu 1 000 ml aufgefüllt.

3.1.2.2. Vanadinreagenz.

10 g Ammoniummetavanadat (NH_4 VO_3) werden in 150 ml 1 M Natronlauge (3.1.2.10) gelöst und in einen 500 ml-Meßkolben übergeführt. Nach Zugabe von 200 ml 27%iger Natriumacetatlösung (3.1.2.1) füllt man mit destilliertem Wasser zur Marke auf.

3.1.2.3. Schwefelsäure (H_2SO_4) 1 M.

3.1.2.4. Schwefelsäure (H_2SO_4) 0,5 M.

3.1.2.5. Schwefelsäure (H_2SO_4) 0,05 M.

3.1.2.6. Perjodsäurelösung, 0,05 M:

10,696 g Natriumperjodat ($NaIO_4$) werden in einem 1 000 ml-Meßkolben mit 50 ml 0,5 M Schwefelsäure (3.1.2.4) versetzt und mit destilliertem Wasser zur Marke aufgefüllt.

3.1.2.7 Glycerinlösung, 10 % (g/v):

10 g Glycerin ($C_3H_8O_3$) werden mit destilliertem Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

3.1.2.8. Natriumsulfatlösung, 7,1 % (siehe 3.1.1.4).

3.1.2.9. Weinsäurelösung, 1 g/l:

In einen 500 ml-Meßkolben gibt man 0,50 g Weinsäure und 6,66 ml 1 M Natronlauge (3.1.2.10) und füllt mit 7,1%iger Natriumsulfatlösung (3.1.1.4) zur Marke auf.

3.1.2.10 Natronlauge (NaOH), 1 M.

3.2. **Gerätschaften**

3.2.1. Glassäule mit Hahn, Länge etwa 300 mm, innerer Durchmesser 10 – 11 mm.

3.2.2. Spektralphotometer zur Messung bei 490 nm in 1 cm Küvetten.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Vorbereitung der Anionenaustauschersäule*

Der Auslauf der Glassäule (3.2.1) wird mit angefeuchteter Glaswolle abgedeckt, die Säule mit etwa 10 ml der Anionenaustauscher-Suspension in Acetatform (3.1.1.2) beschickt und

mit angefeuchteter Glaswolle abgedeckt (um das Aufwirbeln des Austauschers während der nachfolgenden Arbeitsgänge zu vermeiden).

Der Austauscher sollte nur einmal verwendet werden.

3.3.2. *Isolierung der organischen Säuren*

Bei vollgeöffnetem Hahn läßt man die Essigsäure bis etwa 2 – 3 mm über dem Glaswollepfropfen ablaufen.

Nun gibt man 10 ml 0,5%ige Essigsäure (3.1.1.3) auf den Austauscher und läßt wiederum bis 2 – 3 mm über dem Glaswollepfropfen ablaufen. Man wiederholt diesen Waschvorgang noch viermal.

Nach dem letzten Auswaschen schließt man den Hahn und bringt auf den Austauscher 10 ml Wein oder Most. Man läßt den Wein mit einer Geschwindigkeit von etwa 1 Tropfen pro Sekunde bis kurz über den Austauscher durchlaufen. Nun gibt man 10 ml der 0,5%-igen Essigsäure (3.1.1.3) auf den Austauscher und verfährt wie oben beschrieben. Man wiederholt diesen Vorgang noch 7 mal mit jeweils 10 ml destilliertem Wasser. Nach dem letzten Auswaschen schließt man den Hahn, wenn die Flüssigkeit kurz über dem oberen Glaswollepfropfen steht.

Man eluiert die am Austauscher gebundenen Säuren mit 100 ml der 7,1%igen Natriumsulfatlösung (3.1.1.4) und fängt das Eluat in einem 100 ml-Meßkolben auf.

3.3.3. *Bestimmung der Weinsäure*

3.3.3.1. Wein ohne Zusatz von Metaweinsäure

In 2 Erlenmeyerkolben *a* und *b* pipettiert man je 20 ml des Eluates.

Der Kolben *a* dient zur Messung, der Kolben *b*, in dem die Weinsäure durch Perjodsäure zerstört wird, als Leerwert.

In den Kolben *a* pipettiert man:

— 2 ml 1 M Schwefelsäure (3.1.2.3),

— 5 ml 0,05 M Schwefelsäure (3.1.2.5),

— 1 ml 10%ige Glycerinlösung (3.1.2.7).

In den Kolben *b* pipettiert man:

— 2 ml 1 M Schwefelsäure (3.1.2.3),

— 5 ml 0,05 M Perjodsäurelösung (3.1.2.6).

Man wartet 15 Minuten und fügt:

— 1 ml 10%ige Glycerinlösung (3.1.2.7) zur Zerstörung der Perjodsäure zu.

Man wartet 2 Minuten und gibt unter Umschütteln zunächst in den Kolben *b*, dann in Kolben *a* je 5 ml des Vanadinreagenzes (3.1.2.2), stellt sofort eine Stoppuhr und füllt die Lösungen in die Küvetten. Nach genau 1 Minute und 30 Sekunden mißt man bei 490 nm die Extinktion der Lösung aus dem Kolben *a* (Meßlösung) gegen die Lösung aus dem Kolben *b* (Leerwert).

Ist der Weinsäuregehalt des Eluates zu hoch, d. h. man erhält eine zu hohe Extinktion, so verdünnt man das Eluat mit der 7,1%igen Natriumsulfatlösung und führt die Messung mit dieser verdünnten Lösung durch.

3.3.3.2. Weine mit Zusatz von Metaweinsäure

Wenn dem Wein Metaweinsäure zugesetzt wurde oder dieser Zusatz angenommen wird, wird die Hydrolyse, wie bei der Referenzmethode beschrieben, durchgeführt.

Nach dem Abkühlen gibt man den gesamten Inhalt des Erlenmeyerkolbens sowie das Waschwasser (2 × 5 ml) auf die Austauschersäule. Man verfährt wie oben beschrieben.

Die Metaweinsäure geht als Weinsäure berechnet in das Ergebnis ein.

3.3.4. *Aufstellen der Eichkurve*

Man pipettiert 10, 20, 30, 40 und 50 ml der Weinsäurelösung (3.1.2.9) in je ein 100 ml-Meßkölbchen und füllt mit 7,1%iger Natriumsulfatlösung (3.1.1.4) zur Marke auf. Man erhält so Lösungen, die Eluaten mit 1,2,3,4 und 5 g Weinsäure im Liter Wein entsprechen.

In 2 Erlenmeyerkolben *a* und *b* pipettiert man je 20 ml dieser Eichlösungen und verfährt wie oben beschrieben.

Die Extinktionen dieser Lösungen aufgetragen gegen den Gehalt an Weinsäure in g/l Wein ergeben eine Gerade, die gegen den Nullpunkt hin leicht gekrümmt ist. Wenn erforderlich, muß dieser Bereich unterhalb 1,0 g/l bestimmt werden.

3.3.5. *Angabe der Ergebnisse*

Der Gehalt an Weinsäure, ausgedrückt in g/l, wird der Eichkurve entnommen.

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

17. CITRONENSÄURE

1. PRINZIP DER METHODE

Citronensäure wird in der durch Citrat-Lyase (CL) katalysierten Reaktion umgewandelt:

$$\text{Citrat} \xrightleftharpoons{CL} \text{Oxalacetat} + \text{Acetat}$$

In Anwesenheit von Malat-Dehydrogenase (MDH) und Lactat-Dehydrogenase (LDH) werden Oxalacetat und dessen Decarboxilierungsprodukt Pyruvat durch reduziertes Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NADH) zu L-Malat und L-Lactat reduziert.

$$\text{Oxalacetat} + \text{NADH} + \text{H}^+ \xrightleftharpoons{MDH} \text{L-Malat} + \text{NAD}^+$$

$$\text{Pyruvat} + \text{NADH} + \text{H}^+ \xrightleftharpoons{LDH} \text{L-Lactat} + \text{NAD}^+$$

Die in diesen Reaktionen zu NAD^+ oxidierte NADH-Menge ist proportional dem vorhandenen Citronensäuregehalt. Die Oxidation des NADH wird durch die Abnahme der Extinktion bei der Wellenlänge 340 nm gemessen.

2. REAGENZIEN

2.1. Puffer ph 7,8
(Glycylglycin 0,51 M; pH = 7,8; Zn^{2+}: $0{,}6 \cdot 10^{-3}$M):

7,13 g Glycylglycin werden in ca. 70 ml bidestilliertem Wasser gelöst, mit ca. 13 ml 5 M Natronlauge wird der pH-Wert auf 7,8 eingestellt, 10 ml Zinkchloridlösung ($ZnCl_2$, 80 mg/100 ml) hinzugefügt und mit bidestilliertem Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

Die Lösung ist mindestens 4 Wochen bei +4 °C haltbar.

2.2. Lösung von reduziertem Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NADH), (ca. $6 \cdot 10^{-3}$ M): 30 mg NADH und 60 mg $NaHCO_3$ werden mit 6 ml bidestilliertem Wasser gelöst.

2.3. Lösung von Malat-Dehydrogenase/Lactat-Dehydrogenase (MDH/LDH) (0,5 mg MDH/ml); 2,5 mg LDH/ml): Man stellt eine Mischung von 0,1 ml MDH (5 mg MDH/ml), 0,4 ml Ammoniumsulfat-Lösung (3,2 M) und 0,5 ml LDH (5 mg/ml) her.

Die Suspension ist mindestens ein Jahr bei +4 °C haltbar.

2.4. Citrat-Lyase CL (5 mg Protein/ml): 168 mg Lyophilisat werden in 1 ml Eiswasser gelöst. Die Lösung ist mindestens eine Woche bei +4 °C und mindestens vier Wochen tiefgefroren haltbar.

Es wird empfohlen, vor der Bestimmung die Enzymaktivität zu überprüfen.

2.5. Polyvinylpolypyrrolidon (PVPP)

Anmerkung: Alle für diese Bestimmung nötigen Reagenzien können im Handel erworben werden.

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Spektralphotometer zur Durchführung der Messungen bei 340 nm, Absorptionsmaximum von NADH oder Spektrallinien-Photometer zur Durchführung der Messungen bei 334 nm oder 365 nm. Da es sich um absolute Messungen handelt (Berechnung nicht über eine Eichkurve, sondern über den molaren Extinktionskoeffizienten von NADH), müssen die Richtigkeit der Wellenlänge und die Linearität der Extinktionen gewährleistet sein.

3.2. Glas- oder Einwegküvetten, Schichtdicke 1 cm.

3.3. Mikropipetten von 0,02 bis 2 ml.

4. VORBEREITUNG DER PROBE

Die Bestimmung der Citronensäure erfolgt im allgemeinen direkt aus dem Wein ohne vorherige Entfärbung und ohne Verdünnung, sofern der Citronensäuregehalt unter 400 mg/l liegt. Anderenfalls ist der Wein so zu verdünnen, daß der Citronensäuregehalt zwischen 20 und 400 mg/l (im Meßansatz zwischen 5 µg und 80 µg) liegt.

Bei an Phenolverbindungen reichen Rotweinen wird empfohlen, zuvor eine Behandlung mit PVPP vorzunehmen:

Man stellt eine Suspension von ca. 0,2 g PVPP in Wasser her, läßt 15 Minuten stehen und filtriert über einen Faltenfilter.

10 ml Wein werden in ein 50 ml Erlenmeyerkölbchen gegeben, das feuchte PVPP zugefügt, 2 – 3 Minuten geschüttelt und filtriert.

5. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

Das Spektralphotometer wird auf 340 nm eingestellt. Die Messung erfolgt in 1 cm Küvetten gegen Luft (keine Küvette im Strahlengang). In die 1 cm-Küvetten pipettiert man:

	Leerwert	Probe
Lösung 2.1	1,00 ml	1,00 ml
Lösung 2.2	0,10 ml	0,10 ml
Probe	—	0,20 ml
bidestilliertes Wasser	2,00 ml	1,80 ml
Lösung 2.3	0,02 ml	0,02 ml

Man mischt und liest nach ca. 5 Minuten die Extinktion des Leerwertes und der Probe ab (E_1).

Dann fügt man:

Lösung 2.4	0,02 ml	0,02 ml

hinzu und mischt. Man wartet das Ende der Reaktion (ca. 5 Minuten) ab und liest die Extinktion des Leerwertes und der Probe ab (E_2).

Für Leerwert und Probe wird die Extinktionsdifferenz ($E_1 - E_2$) berechnet.

Die Extinktionsdifferenz des Leerwertes wird von der der Probe abgezogen:

$$\Delta E = \Delta E_P - \Delta E_L$$

Anmerkung: Die für die Reaktion der Enzyme erforderliche Zeit kann von einer Charge zur anderen schwanken, sie wird hier nur als Beispiel angegeben. Es wird empfohlen, diese für jede Charge zu bestimmen.

6. ANGABE DER ERGEBNISSE

Der Citronensäuregehalt wird in Milligramm je Liter (mg/l) ohne Dezimalstelle angegeben.

6.1. Berechnung

Die Konzentration in Milligramm je Liter ist durch folgende allgemeine Formel gegeben:

$$C = \frac{V \cdot PM}{\varepsilon \cdot d \cdot v} \cdot \Delta E$$

V = Testvolumen in ml (hier 3,14 ml)

v = Probevolumen in ml (hier 0,2 ml)

MG = Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz (hier: Citronensäure, wasserfrei = 192,1)

d = Schichtdicke in cm (hier 1 cm)

ε = Extinktionskoeffizient von NADH bei 340 nm:
$\varepsilon = 6{,}3 \text{ mmol} \times l^{-1} \times cm^{-1}$).

Somit ist:

$C = 479 \times \Delta E$.

Wurde bei der Vorbereitung der Probe eine Verdünnung vorgenommen, so ist das Ergebnis mit dem Verdünnungsfaktor zu multiplizieren.

Anmerkung:

Bei 334 nm : $C = 488 \times \Delta E$ ($\varepsilon = 6{,}2 \text{ mmol}^{-1} \cdot l \cdot cm^{-1}$)

bei 365 nm : $C = 887 \times \Delta E$ ($\varepsilon = 3{,}4 \text{ mmol}^{-1} \cdot l \cdot cm^{-1}$).

6.2. **Wiederholbarkeit (r):**

Citronensäuregehalt unter 400 mg/l : r = 14 mg/l.

Citronensäuregehalt über 400 mg/l : r = 28 mg/l.

6.3. **Vergleichbarkeit (R):**

Citronensäuregehalt unter 400 mg/l : R = 39 mg/l.

Citronensäuregehalt über 400 mg/l : R = 65 mg/l.

18. MILCHSÄURE

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Referenzmethode**

In Gegenwart von Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD) wird die gesamte Milchsäure (L-Lactat und D-Lactat) in einer durch L-Lactat-Dehydrogenase (L-LDH) und D-Lactat-Dehydrogenase (D-LDH) katalysierten Reaktion zu Pyruvat oxidiert.

Das Gleichgewicht der Reaktion liegt auf der Seite von Lactat. Durch Entfernung des Pyruvats aus dem Reaktionsgemisch verändert sich das Gleichgewicht der Reaktion zugunsten der Bildung von Pyruvat.

In Anwesenheit von L-Glutamat wird Pyruvat in einer durch Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT) katalysierten Reaktion zu Alanin umgeformt.

(1) L-Lactat + $NAD^+ \xrightleftharpoons{\text{L-LDH}}$ Pyruvat + NADH + H^+

(2) D-Lactat + $NAD^+ \xrightleftharpoons{\text{D-LDH}}$ Pyruvat + NADH + H^+

(3) Pyruvat + L-Glutamat $\xrightleftharpoons{\text{GPT}}$ L-Alanin + α-Ketoglutarat

Die Bildung von NADH, gemessen durch die Zunahme der Extinktion bei 340 nm, ist proportional dem vorhandenen Milchsäuregehalt.

Anmerkung:

L-Milchsäure kann einzeln gemäß den Reaktionen (1) und (3) bestimmt werden.

D-Milchsäure kann einzeln gemäß den Reaktionen (2) und (3) bestimmt werden.

1.2. **Gebräuchliche Methode**

Die über einen Anionenaustauscher isolierte Milchsäure wird zu Acetaldehyd oxidiert und nach Reaktion mit Nitroprussid-Natrium und Piperidin photometrisch bestimmt.

2. REFERENZMETHODE

2.1. **Reagenzien**

2.1.1. Pufferlösung pH-Wert 10 (Glycylglycin 0,6 M; L-Glutamat 0,1 M):

4,75 g Glycylglycin und 0,88 g L-Glutaminsäure werden in ca. 50 ml bidestilliertem Wasser gelöst, der pH-Wert mit einigen ml Natronlauge (10 M) auf 10 eingestellt und mit bidestilliertem Wasser auf 60 ml aufgefüllt.

Die Lösung ist mindestens 12 Wochen bei +4 °C haltbar.

2.1.2. Lösung von Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD) (ca. $40 \cdot 10^{-3}$ M); 900 mg NAD werden in 30 ml bidestilliertem Wasser gelöst. Die Lösung ist mindestens vier Wochen bei +4 °C haltbar.

2.1.3. Suspension von Glutamat-Pyruvat-Transaminase, (GPT) (20 mg/ml). Die Suspension ist mindestens ein Jahr bei +4 °C haltbar.

2.1.4. Suspension von L-Lactat-Dehydrogenase (L-LDH), (5 mg/ml). Die Suspension ist mindestens ein Jahr bei +4 °C haltbar.

2.1.5. Suspension von D-Lactat-Dehydrogenase (D-LDH), (5 mg/ml). Die Suspension ist mindestens ein Jahr bei +4 °C haltbar.

Es wird empfohlen, vor der Bestimmung die Enzymaktivitäten zu überprüfen.

Anmerkung: Alle für diese Methode notwendigen Reagenzien können im Handel erworben werden.

2.2. **Gerätschaften**

2.2.1. Spektralphotometer zur Durchführung der Messungen bei 340 nm, Absorptionsmaximum von NADH oder

Spektrallinien-Photometer zur Durchführung der Messungen bei 334 nm oder 365 nm.

Da es sich um absolute Messungen handelt (Berechnung nicht über eine Eichkurve, sondern über den molaren Extinktionskoeffizienten von NADH), müssen die Richtigkeit der Wellenlänge und die Linearität der Extinktionen gewährleistet sein.

2.2.2. Glas- oder Einwegküvetten, Schichtdicke 1 cm.

2.2.3. Mikropipetten von 0,02 bis 2 ml.

2.3. **Vorbereitung der Probe**

Es ist darauf zu achten, daß die mit der Meßlösung in Kontakt kommenden Gerätschaften nicht mit den Fingern berührt werden, um eine Übertragung von L-Milchsäure und somit eine Verfälschung des Resultats zu vermeiden.

Die Milchsäurebestimmung erfolgt im allgemeinen direkt aus dem Wein ohne vorherige Entfärbung und Verdünnung, falls die Konzentration weniger als 100 mg/l beträgt. Liegt die Milchsäurekonzentration des Weines zwischen

100 mg/l und 1 g/l, so ist mit bidestilliertem Wasser 1:10 zu verdünnen;

1 g/l und 2,5 g/l, so ist mit bidestilliertem Wasser 1:25 zu verdünnen;

2,5 g/l und 5 g/l, so ist mit bidestilliertem Wasser 1:50 zu verdünnen.

2.4. **Durchführung der Bestimmung**

2.4.1. *Bestimmung der Gesamtmilchsäure*

Die Pufferlösung muß vor der Bestimmung auf 20 – 25 °C temperiert werden.

Das Spektralphotometer wird auf 340 nm eingestellt. Die Messung wird in 1 cm-Küvette gegen Luft (keine Küvette im Strahlengang) oder gegen Wasser durchgeführt.

In die 1 cm-Küvetten werden gegeben:

	Leerwert	Probe
Lösung 2.1.1	1,00 ml	1,00 ml
Lösung 2.1.2	0,20 ml	0,20 ml
bidestilliertes Wasser	1,00 ml	0,80 ml
Suspension 2.1.3	0,02 ml	0,02 ml
Probe	—	0,20 ml

Mit einem Glas- oder Kunststoffstab mit abgeflachtem Ende wird gemischt und nach ca. 5 Minuten die Extinktion des Leerwertes und der Probe gemessen (E_1).

Man fügt 0,02 ml der Lösung 2.1.4 und 0,05 ml der Lösung 2.1.5 hinzu, mischt und mißt nach Ablauf der Reaktion (ca. 30 Minuten) die Extinktion des Leerwertes und der Probe (E_2).

Man berechnet die Extinktionsdifferenz ($E_2 - E_1$) für Leerwert und Probe.

Die Extinktionsdifferenz des Leerwertes wird von der der Probe abgezogen:

$\Delta E = \Delta E_P - \Delta E_L$

2.4.2. *Bestimmung der L-Milchsäure und der D-Milchsäure*

Die Bestimmung der L-Milchsäure und der D-Milchsäure kann einzeln nach der für die Gesamtmilchsäure angegebenen Arbeitsweise erfolgen, wobei nach der Messung E_1 wie folgt verfahren wird:

Man fügt 0,02 ml der Lösung 2.1.4 hinzu, mischt und mißt nach Ablauf der Reaktion (ca. 20 Minuten) die Extinktion des Leerwertes und der Probe (E_2).

Man fügt 0,05 ml der Lösung 2.1.5 hinzu, mischt und mißt nach Ablauf der Reaktion (ca. 30 Minuten) die Extinktion des Leerwertes und der Probe (E_3).

Man berechnet die Extinktionsdifferenz ($E_2 - E_1$) für die L-Milchsäure und ($E_3 - E_2$) für die D-Milchsäure für Leerwert und Probe.

Die Extinktionsdifferenz des Leerwertes wird von der der Probe abgezogen:

$\Delta E = \Delta E_P - \Delta E_L$.

Anmerkung: Die für die Reaktion der Enzyme erforderliche Zeit kann von einer Charge zur anderen schwanken, sie wird hier nur als Beispiel angegeben. Es wird empfohlen, diese für jede Charge zu bestimmen.

2.5. **Angabe der Ergebnisse**

Der Milchsäuregehalt wird in Gramm je Liter (g/l) mit 1 Dezimale angegeben.

2.5.1. *Berechnung*

Die Konzentration in Gramm je Liter ist durch folgende allgemeine Formel gegeben:

$$C = \frac{V \cdot MG}{\varepsilon \cdot d \cdot v \cdot 1000} \cdot \Delta E$$

V = Testvolumen in ml (V = 2,24 ml für L-Milchsäure, V = 2,29 ml für D-Milchsäure und Gesamtmilchsäure)

v = Volumen der Probe in ml (hier 0,2 ml)

MG = Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz (hier DL-Milchsäure = 90,08)

d = Schichtdicke der Küvette in cm (hier 1 cm)

ε = Absorptionskoeffizient von NADH bei 340 nm
$\varepsilon = 6{,}3$ ($mmol \times l^{-1} \times cm^{-1}$).

2.5.1.1. Gesamtmilchsäure und D-Milchsäure

$C = 164 \times \Delta E$.

Wurde bei der Vorbereitung der Probe eine Verdünnung vorgenommen, so ist das Ergebnis mit dem Verdünnungsfaktor zu multiplizieren.

Anmerkung:

Messung bei 334 nm : $C = 0{,}167 \times \Delta E$ ($\varepsilon = 6{,}2\ mmol^{-1} \times l \times cm^{-1}$).

Messung bei 365 nm : $C = 0{,}303 \times \Delta E$ ($\varepsilon = 3{,}4\ mmol^{-1} \times l \times cm^{-1}$).

2.5.1.2. L-Milchsäure

$C = 160 \times \Delta E$

Wurde bei der Vorbereitung der Probe eine Verdünnung vorgenommen, so ist das Ergebnis mit dem Verdünnungsfaktor zu multiplizieren.

Anmerkung:

Messung bei 334 nm : $C = 0{,}163 \times \Delta E$ ($\varepsilon = 6{,}2\ mmol^{-1} \times 1 \times cm^{-1}$).

Messung bei 365 nm : $C = 0{,}297 \times \Delta E$ ($\varepsilon = 3{,}4\ mmol^{-1} \times 1 \times cm^{-1}$).

2.5.2. *Wiederholbarkeit* (r) für L-Milchsäure

$r = 0{,}02 + 0{,}07\ x_i$ g/l

x_i = Konzentration an L-Milchsäure in der Probe in g/l.

2.5.3. *Vergleichbarkeit* (R) für L-Milchsäure

$R = 0{,}05 + 0{,}125\ x_i$ g/l

x_i = Konzentration an L-Milchsäure in der Probe in g/l.

3. GEBRÄUCHLICHE METHODE

3.1. **Reagenzien**

3.1.1. *Für die Vorbereitung des Weines:*

Siehe Kapitel „Weinsäure", gebräuchliche Methode unter 3.1.1.

3.1.2. *Für die Bestimmung der Milchsäure*

3.1.2.1. Cer(IV)-sulfatlösung, 0,1 M in 0,35 M Schwefelsäure

40,431 g Cer(IV)-sulfat-Tetrahydrat $Ce(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$) werden in 350 ml 1 M Schwefelsäure (3.1.2.4) gelöst und mit Wasser auf 1 000 ml aufgefüllt.

3.1.2.2. Natronlauge (NaOH), 2,5 M.

3.1.2.3. Natriumacetatlösung, 270 g/l (hergestellt aus wasserfreiem Natriumacetat, Na CH_3 COO).

3.1.2.4. Schwefelsäure (H_2SO_4) 1 M.

3.1.2.5. Nitroprussid-Natriumlösung [Na_2 (Fe $(CN)_5NO) \times 2H_2O$] : 2%ig (g/v).

Die Lösung ist gut verschlossen im Dunkeln aufzubewahren.
Haltbarkeit: 8 Tage.

3.1.2.6. Piperidinlösung ($C_5\ H_{11}$ N), 10%ig (v/v).

3.1.2.7. Milchsäurelösung, 1 M.

100 ml Milchsäure ($C_3H_6O_3$) werden mit 400 ml Wasser gemischt und in einer Schale 4 Stunden auf dem siedenden Wasserbad erhitzt (von Zeit zu Zeit muß das Volumen mit Wasser aufgefüllt werden). Nach dem Abkühlen füllt man auf 1 Liter auf. In 10 ml dieser Lösung titriert man die Milchsäure mit 1 M Natronlauge (3.1.2.8) und stellt die Lösung auf eine genau 1 M Milchsäurelösung ein (90 g Milchsäure/l).

3.1.2.8. Natronlauge (NaOH), 1 M.

3.2. **Gerätschaften**

3.2.1. Glassäule mit Hahn, Länge etwa 300 mm, Durchmesser etwa 10 – 11 mm.

3.2.2. Wasserbad, 65 °C.

3.2.3. Spektralphotometer zur Messung bei 570 nm in 1 cm Küvetten.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Vorbereitung der Austauschersäule*

Siehe Kapitel „Weinsäure", gebräuchliche Methode unter 3.3.1.

3.3.2. *Isolierung der Organischen Säuren*

Siehe Kapitel „Weinsäure", gebräuchliche Methode unter 3.3.2.

3.3.3. *Bestimmung der Milchsäure*

10 ml Eluat werden in ein weites Reagenzglas mit Glasschliffstopfen (Fassungsvermögen 50 ml) gegeben, 10 ml Cer(IV)-sulfatlösung (3.1.2.1) zugefügt, gemischt und genau 10 Minuten in ein Wasserbad von 65 °C gestellt. Nach dem Einstellen lüftet man für einige Sekunden den Glasstopfen, um den Druck auszugleichen, der durch die Erhitzung entsteht. Man verschließt gut, um einen Verlust des sich bildenden Acetaldehyds zu vermeiden. Nach dem Abkühlen unter fließendem Wasser auf 20 °C fügt man 5 ml 2,5 M Natronlauge (3.1.2.2) zu, mischt gut durch und filtriert.

15 ml des Filtrats werden in einen 50 ml fassenden Standzylinder mit Schliffstopfen, der 5 ml 27%ige Natriumacetatlösung (3.1.2.3) und 2 ml 1 M Schwefelsäure (3.1.2.4) enthält, gegeben. Man fügt 5 ml Nitoprussid-Natriumlösung (3.1.2.5) zu, mischt und versetzt sofort mit 5 ml Piperidinlösung (3.1.2.6), schüttelt schnell um und gibt die Lösung sofort in die Küvette. Die entstehende Färbung, die von grün bis violett schwankt, wird bei 570 nm gegen Luft (keine Küvette im Strahlengang) gemessen. Die Farbintensität steigt zunächst an und nimmt dann sehr schnell ab.

Man verfolgt den Anstieg der Extinktion und liest den Höchstwert als Meßwert ab.

Enthält das Eluat größere Mengen an Milchsäure, so daß die Extinktion zu hoch ist, verdünnt man das Eluat mit der 7,1%igen Natriumsulfatlösung (siehe unten 3.1.1) und führt mit dieser verdünnten Lösung die Messung durch.

3.3.4. *Aufstellen der Eichkurve*

10 ml der 1 M Milchsäurelösung (3.1.2.7) und 10 ml 1 M Natronlauge (3.1.2.8) werden in einen 1 000 ml-Meßkolben gegeben und mit 7,1%iger Natriumsulfatlösung (siehe unten 3.1.1) zur Marke aufgefüllt. Von dieser Lösung werden jeweils 5, 10, 15, 20 und 25 ml in ein 100 ml-Meßkölbchen gegeben und mit 7,1%iger Natriumsulfatlösung (siehe unten 3.1.1) zur Marke aufgefüllt. Mit je 10 ml dieser Lösungen wird die Messung, wie unter (3.3.3) beschrieben, durchgeführt.

Diese Lösungen entsprechen Eluaten von Weinen, die 0,45 – 0,9 – 1,35 – 1,80 und 2,25 g/l Milchsäure enthalten.

Die Extinktionen dieser Lösungen gegen den Milchsäuregehalt aufgetragen, ergeben eine Gerade.

3.4. **Angabe der Ergebnisse**

Der Milchsäuregehalt des Weines, ausgedrückt in g/l, wird der Eichkurve entnommen.

Die Angabe erfolgt mit 1 Dezimale.

Anmerkung: Weine, die mehr als 250 mg/l gesamtschweflige Säure enthalten, können einen Gehalt an acetaldehydschwefliger Säure aufweisen, der als Milchsäure berechnet wird. In diesem Fall muß das Ergebnis der Bestimmung folgendermaßen korrigiert werden:

15 ml Eluat werden in einem Standschliffzylinder mit 5 ml 27%iger Natriumacetatlösung (3.1.2.3), 2 ml 0,775 M Schwefelsäure (77,5 ml 1 M Schwefelsäure werden mit destilliertem Wasser zu 100 ml verdünnt) gemischt. Dann fügt man, wie bei der Bestimmung der Milchsäure, 5 ml Nitroprussid-Natriumlösung (3.1.2.5) und 5 ml 10%ige Piperidinlösung (3.1.2.6) zu; nach dem Durchmischen mißt man die entstandene Färbung unter den oben angegebenen Bedingungen und berechnet aus der erhaltenen Extinktion den durch acetaldehydschweflige Säure vorgetäuschten Milchsäuregehalt B in g/l. Bezeichnet man den nach 3.3.3 ermittelten scheinbaren Gehalt an Milchsäure mit M', dann ergibt sich der tatsächliche Gehalt an Milchsäure M zu

$$M = M' - B \cdot 0{,}4 \text{ (g/l)}.$$

19. L-ÄPFELSÄURE

1. PRINZIP DER METHODE

In Gegenwart von Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD) wird L-Äpfelsäure (L-Malat) in einer durch das Enzym L-Malat-Dehydrogenase (L-MDH) katalysierten Reaktion zu Oxalacetat oxidiert.

Das Gleichgewicht der Reaktion liegt auf der Seite von Malat. Die Entfernung des Oxalacetats aus dem Reaktionsgemisch verändert das Gleichgewicht der Reaktion zugunsten der Bildung von Oxalacetat. In Gegenwart von L-Glutamat wird Oxalacetat in einer durch Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) katalysierten Reaktion in L-Aspartat überführt.

$$\text{(1)}\quad \text{L-Malat} + \text{NAD}^+ \xrightleftharpoons{\text{L-MDH}} \text{Oxalacetat} + \text{NADH} + \text{H}^+$$

$$\text{(2)}\quad \text{Oxalacetat} + \text{L-Glutamat} \xrightleftharpoons{\text{GOT}} \text{L-Aspartat} + \alpha\ \text{Ketoglutarat}$$

Die Bildung von NADH, gemessen durch die Zunahme der Extinktion bei 340 nm, ist proportional der vorhandenen Menge an L-Äpfelsäure.

2. REAGENZIEN

2.1. Pufferlösung pH-Wert 10
(Glycylglycin 0,60 M, L-Glutamat 0,1 M).

4,75 g Glycylglycin und 0,88 g L-Glutaminsäure werden in ca. 50 ml bidestilliertem Wasser gelöst, der pH-Wert wird mit ca. 4,6 ml Natronlauge (10 M) auf 10 eingestellt und mit bidestiliertem Wasser auf 60 ml aufgefüllt.

Die Lösung ist mindestens 12 Wochen bei +4 °C haltbar.

2.2. Lösung von Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD), (etwa $47 \cdot 10^{-3}$ M): 420 mg NAD werden in 12 ml bidestilliertem Wasser gelöst. Die Lösung ist mindestens 4 Wochen bei +4 °C haltbar.

2.3. Suspension von Glutamat-Oxalacetat-Transaminase, (GOT) 2 mg/ml. Die Suspension ist mindestens ein Jahr bei +4 °C haltbar.

2.4. Lösung von L-Malat-Dehydrogenase (L-MDH), 5 mg/ml. Die Lösung ist mindestens ein Jahr bei +4 °C haltbar.

Anmerkung: Alle für diese Methode notwendigen Reagenzien können im Handel erworben werden.

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Spektralphotometer zur Durchführung der Messungen bei 340 nm, Absorptionsmaximum von NADH oder

Spektrallinien-Photometer zur Durchführung der Messungen bei 334 nm oder 365 nm.

Da es sich um absolute Messungen handelt (Berechnung nicht über eine Eichkurve, sondern über den molaren Extinktionskoeffizienten von NADH), müssen die Richtigkeit der Wellenlänge und die Linearität der Extinktion gewährleistet sein.

3.2. Glas- oder Einwegküvetten, Schichtdicke 1 cm.

3.3. Mikropipetten von 0,01 bis 2 ml.

4. VORBEREITUNG DER PROBE

Die Bestimmung der L-Äpfelsäure erfolgt im allgemeinen direkt aus dem Wein ohne vorherige Entfärbung und ohne Verdünnung, sofern der Gehalt unter 350 mg/l (Messung bei

365 nm) liegt. Andernfalls ist eine Verdünnung des Weines mit bidestilliertem Wasser vorzunehmen, so daß die Konzentration zwischen 30 und 350 mg/l beträgt (in der Meßlösung zwischen 3 und 35 µg).

Enthält der Wein weniger als 30 mg/l L-Äpfelsäure, so kann das Probevolumen bis zu 1 ml erhöht werden. In diesem Fall ist die zuzusetzende Wassermenge zu verringern, damit das Gesamtvolumen in beiden Küvetten übereinstimmt.

5. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

Das Spektralphotometer wird auf 340 nm eingestellt. Die Messung wird in 1 cm-Küvetten gegen Luft (keine Küvette im Strahlengang) oder gegen Wasser durchgeführt.

In die 1 cm-Küvetten werden gegeben:

	Leerwert	Probe
Lösung 2.1	1,00 ml	1,00 ml
Lösung 2.2	0,20 ml	0,20 ml
bidestilliertes Wasser	1,00 ml	0,90 ml
Suspension 2.3	0,01 ml	0,01 ml
Probe	—	0,10 ml

Man mischt und mißt nach ca. 3 Minuten die Extinktion des Leerwertes und der Probe (E_1).

Man fügt:

Lösung 2.4	0,01 ml	0,01 ml

hinzu und mischt; man wartet das Ende der Reaktion (ca. 5 – 10 Minuten) ab und mißt die Extinktion des Leerwertes und der Probe (E_2).

Man berechnet die Extinktionsdifferenzen ($E_2 - E_1$) für Leerwert und Probe.

Die Extinktionsdifferenz des Leerwertes wird von der der Probe abgezogen:

$$\Delta E = \Delta E_P - \Delta E_L$$

Anmerkung: Die für die Reaktion der Enzyme erforderliche Zeit kann von einer Charge zur anderen schwanken, sie wird hier nur als Beispiel angegeben. Es wird empfohlen, sie für jede Charge zu bestimmen.

6. ANGABE DER ERGEBNISSE

Der Gehalt an L-Äpfelsäure wird in Gramm je Liter (g/l) mit 1 Dezimalstelle angegeben.

6.1. Berechnung

Die Konzentration in Gramm je Liter ist durch folgende allgemeine Formel gegeben:

$$C = \frac{V \cdot MG}{\varepsilon \cdot d \cdot v \cdot 1000} \cdot \Delta E$$

V = Testvolumen in ml (hier 2,22 ml)

v = Volumen der Probe in ml (hier 0,1 ml)

MG = Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz (hier L-Äpfelsäure = 134,09)

d = Schichtdicke der Küvette in cm (hier 1 cm)

ε = Absorptionskoeffizient von NADH bei 340 nm;
$\varepsilon = 6{,}3\ (\text{mmol}^{-1} \times 1 \times \text{cm}^{-1})$.

Somit ergibt sich für L-Äpfelsäure:

$C = 0{,}473 \cdot \Delta E$ g/l.

Wurde bei der Vorbereitung der Probe eine Verdünnung vorgenommen, so ist das Ergebnis mit dem Verdünnungsfaktor zu multiplizieren.

Anmerkung:

Messung bei 334 nm : $C = 0{,}482 \times \Delta E$.
Messung bei 365 nm : $C = 0{,}876 \times \Delta E$.

6.2. **Wiederholbarkeit (r)**

$r = 0{,}03 + 0{,}034\ x_i$
x_i = Äpfelsäuregehalt der Probe in g/l.

6.3. **Vergleichbarkeit (R)**

$R = 0{,}05 + 0{,}071\ x_i$
x_i = Äpfelsäuregehalt der Probe in g/l.

20. D-ÄPFELSÄURE
(enzymatische Methode)

TEST-KOMBINATION FÜR CA. 30 BESTIMMUNGEN

1. PRINZIP

D-Äpfelsäure (D-Malat) wird durch Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD) in Gegenwart von D-Malat-Dehydrogenase, decarboxyliert (D-MDH) zu Oxalacetat oxidiert. Das gebildete Oxalacetat wird in Pyruvat und Kohlensäure gespalten.

$$\text{D-Malat} + \text{NAD}^+ \xrightarrow{\text{D-MDH}} \text{decarb.} + \text{Pyruvat} + CO_2 + \text{NADH} + H^+$$

Die bei der Reaktion gebildete NADH-Menge ist der D-Äpfelsäure-Menge äquivalent. NADH ist Meßgröße und aufgrund seiner Absorption bei 334, 340 oder 365 nm zu bestimmen.

2. DIE TEST-KOMBINATION ENHÄLT

a) Flasche 1 mit ca. 30 ml Lösung, zusammengesetzt aus: Hepes-Puffer (4-[2-Hydroxyethyl]-1-piperazinethan-sulfonsäure), pH = 9,0 Stabilisatoren.

b) Flasche 2 mit ca. 210 mg NAD-Lyophilisat.

c) Drei Flaschen 3 mit D-MDH-Lyophilisat, je ca. 8 U.

2.1. Herstellung der Lösungen

2.1.1. Inhalt der Flasche 2a) unverdünnt verwenden. Die Lösung wird vor Gebrauch auf 20—25 °C gebracht.

2.1.2. Inhalt der Flasche 2b) mit 4 ml bidestilliertem Wasser lösen.

2.1.3. Inhalt einer Flasche 2c) mit 0,6 ml bidestilliertem Wasser lösen.

2.2. Stabilität der Lösungen

Der Inhalt der Flasche 2.1.1 ist bei + 4 °C 1 Jahr haltbar.

Die Lösung 2.1.2 ist bei + 4 °C 3 Wochen, bei − 20 °C 2 Monate haltbar.

Die Lösung 2.1.3 ist bei + 4 °C 5 Tage haltbar.

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Spektralphotometer zur Durchführung der Messungen bei 340 nm oder Spektrallinienphotometer zur Durchführung der Messungen bei 334 nm oder 365 nm.

3.2. Glas- oder Einwegküvetten, Schichtdicke 1 cm.

3.3. Mikropipetten von 0,01 bis 2 ml.

4. VORBEREITUNG DER PROBE

In der Küvette soll die Menge an D-Äpfelsäure zwischen 2 µg und 50 µg betragen. Die Probelösung muß also soweit verdünnt werden, daß die D-Äpfelsäurekonzentration zwischen 0,02 und 0,5 g/l liegt, beziehungsweise zwischen 0,02 und 0,3 g/l.

Ist die Extinktionsdifferenz $\Delta E < 0{,}100$, so kann das Probevolumen bis zu 1,80 ml erhöht werden. Die zuzusetzende Wassermenge ist entsprechend zu verringern, so daß das Gesamtvolumen in beiden Küvetten übereinstimmt (Probe und Leerwert).

5. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

Temperatur: 20—25 °C.

Testvolumen: 2,95 ml.

Messung gegen Luft (im Strahlengang keine Küvette) oder gegen Wasser.

Man gibt in die Küvetten	Leerwert	Probe
Lösung 2.1.1	1,00 ml	1,00 ml
Lösung 2.1.2	0,10 ml	0,10 ml
bidestilliertes Wasser	1,80 ml	1,70 ml
Probelösung	–	0,10 ml
Man mischt und mißt nach ca. 6 Minuten die Extinktionen der Lösungen (E_1). Die Reaktion wird gestartet durch Zugabe von:		
Lösung 2.1.3	0,05 ml	0,05 ml
Man mischt und mißt nach Ablauf der Reaktion (ca. 20 Minuten) die Extinktionen von Leerwert und Probe (E_2).		

Für Leerwert und Probe werden die Extinktionsdifferenzen ($E_2 - E_1$) berechnet und die Extinktionsdifferenz des Leerwertes von der der Probe abgezogen.

$$\Delta E = \Delta E_p - \Delta E_L$$

6. ANGABE DER ERGEBNISSE

Der Gehalt an D-Äpfelsäure wird in Gramm je Liter (g/l) mit 1 Dezimalstelle angegeben.

6.1. **Berechnung**

Nach der allgemeinen Berechnungsformel für die Bestimmung der Konzentration gilt:

$$C = \frac{V \times MG}{\varepsilon \times d \times v \times 1000} \times \Delta E \text{ (g/l)}$$

V = Testvolumen (ml)

v = Probevolumen (ml)

MG = Molekulargewicht der zu bestimmenden Substanz

d = Schichtdicke (cm)

ε = Extinktionskoeffizient von NADH bei:

340 nm = 6,3 ($mmol^{-1} \cdot l \cdot cm^{-1}$)

Hg 334 nm = 6,18 ($mmol^{-1} \cdot l \cdot cm^{-1}$)

Hg 365 nm = 3,4 ($mmol^{-1} \cdot l \cdot cm^{-1}$)

Hieraus ergibt sich für D-Äpfelsäure:

$$C = \frac{2{,}95 \times 134{,}9}{\varepsilon \times 1 \times 0{,}1 \times 1000} \times \Delta E = \frac{3{,}956}{\varepsilon} \times \Delta E \text{ (g D-Äpfelsäure/l Probelösung)}$$

Ist bei der Probenvorbereitung eine Verdünnung vorgenommen worden, so muß das Ergebnis noch mit dem Verdünnungsfaktor F multipliziert werden.

6.2. **Wiederholbarkeit (r)**

$r = 0{,}05\ x_i$.

6.3. **Vergleichbarkeit (R)**

$R = 0{,}1\ x_i$
x_i = Gehalt an D-Äpfelsäure in g/l.

21. BESTIMMUNG DER GESAMT-ÄPFELSÄURE

1. PRINZIP DER METHODE

Die über eine Anionenaustauschersäule isolierte DL-Äpfelsäure wird im Eluat photometrisch aufgrund der mit 96%iger Schwefelsäure und Chromotropsäure entstehenden Gelbfärbung bestimmt. Die im Eluat vorhandenen Äpfelsäure vortäuschenden Substanzen reagieren im Gegensatz zu Äpfelsäure bereits mit 86%iger Schwefelsäure und Chromotropsäure. Durch Subtraktion der mit 96%iger und 86%iger Schwefelsäure erhaltenen Extinktionswerte voneinander erhält man den tatsächlichen Gehalt an DL-Äpfelsäure.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Glassäule mit Hahn, Länge etwa 250 mm, innerer Durchmesser etwa 35 mm.

2.2. Glassäule mit Hahn, Länge etwa 300 mm, innerer Durchmesser etwa 10—11 mm.

2.3. Wasserbad von 100 °C.

2.4. Spektralphotometer zur Messung bei 420 nm in 10 mm Küvetten.

3. REAGENZIEN

3.1. Stark basischer Anionenaustauscher (z. B. Merck III).

3.2. Natronlauge (NaOH), 5%ig (g/v).

3.3. Essigsäure (CH_3COOH), 30%ig (g/v).

3.4. Essigsäure (CH_3COOH), 0,5%ig (g/v).

3.5. Natriumsulfatlösung (Na_2SO_4), 10%ig (g/v).

3.6. Konzentrierte Schwefelsäure (H_2SO_4), 95—97 % (g/g).

3.7. Schwefelsäure (H_2SO_4), 86%ig (g/g).

3.8. Chromotropsäurelösung, 5%ig:

500 mg chromotropsaures Natrium ($C_{10}H_6Na_2O_8S_2 \cdot 2H_2O$) werden in 10 ml destilliertem Wasser gelöst. Die Lösung wird vor jeder Bestimmung frisch hergestellt.

3.9. DL-Äpfelsäurelösung, 0,5 g/l:

250 mg DL-Äpfelsäure ($C_4H_6O_5$) werden mit 10%iger Natriumsulfatlösung (3.5) zu 500 ml gelöst.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung des Austauschers**

Der Auslauf der Glassäule (35 × 250 mm) wird mit angefeuchteter Glaswolle abgedeckt und die Säule mit soviel in Wasser angerührtem Austauscher luftblasenfrei beschickt, daß

oberhalb ein Raum von ca. 50 mm Höhe verbleibt. Man füllt die Säule randvoll mit destilliertem Wasser, läßt bei voll geöffnetem Hahn bis zur Oberfläche des Austauschers in ein 1 000-ml-Becherglas ablaufen und wiederholt den Vorgang so lange, bis 1 000 ml aufgefangen wurden. Danach wird die Säule randvoll mit 5%iger Natronlauge gefüllt, diese wiederum bis zur Oberfläche des Austauschers abgelassen, der Vorgang wird 2mal wiederholt und 1 Stunde unter Natronlauge stehen gelassen. Die Säule wird dann mit etwa 1 Liter destilliertem Wasser wie oben beschrieben ausgewaschen. Man füllt die Säule nunmehr randvoll mit 30%iger Essigsäure, läßt wiederum bis kurz über die Oberfläche des Austauschers ablaufen, wiederholt den Vorgang 2mal und läßt vor Gebrauch mindestens 24 Stunden stehen. Der Austauscher wird in 30%iger Essigsäure aufbewahrt.

4.2. **Vorbereitung der Austauschersäule**

Der Auslauf der Glassäule (11 × 300 mm) wird mit angefeuchteter Glaswolle abgedeckt und der, wie unter 4.1 beschrieben, vorbereitete Austauscher 10 cm hoch eingefüllt. Bei vollgeöffnetem Hahn läßt man die 30%ige Essigsäure bis kurz über die Austauscheroberfläche ablaufen und wäscht die Säule mit etwa 50 ml 0,5%iger Essigsäure nach.

4.3. **Isolierung der DL-Äpfelsäure**

10 ml Wein oder Most werden auf den nach 4.2 vorbereiteten Austauscher gebracht und mit einer Geschwindigkeit von 1 Tropfen pro Sekunde bis kurz über die Austauscheroberfläche durchlaufen gelassen. Dann wird mit der gleichen Geschwindigkeit erst mit etwa 50 ml 0,5%iger Essigsäure, dann mit etwa 50 ml destilliertem Wasser nachgewaschen.

Man eluiert in der gleichen Geschwindigkeit (1 Tropfen/Sekunde) die am Austauscher gebundenen Säuren mit 100 ml 10%iger Natriumsulfatlösung und fängt das Eluat in einem 100-ml-Meßkolben auf.

Der Austauscher kann, wie unter 4.1 beschrieben, regeneriert werden.

4.4. **Photometrische Bestimmung**

In 2 mit A und B gekennzeichnete weite, etwa 30 ml fassende Reagenzgläser pipettiert man jeweils 1,0 ml Eluat und 1,0 ml der 5%igen Chromotropsäurelösung. In Reagenzglas A gibt man 10 ml der 85%igen Schwefelsäure (Leerwert) und in Reagenzglas B 10 ml der 96%igen Schwefelsäure (Meßwert). Man verschließt die Gläser und mischt zu einer homogenen Flüssigkeit, ohne den Glasstopfen zu benetzen. Die Reagenzgläser werden genau 10 Minuten in ein lebhaft siedendes Wasserbad gestellt und sodann im Dunkeln auf 20 °C abgekühlt. 90 Minuten nach dem Beginn des Abkühlens wird die Extinktion der im Reagenzglas B entstandenen Färbung gegen den Leerwert (Reagenzglas A) bei 420 nm in 10 mm Küvetten gemessen.

4.5. **Aufstellen der Eichkurve**

Man pipettiert 5,0, 10,0, 15,0 und 20 ml der Äpfelsäurelösung (0,5 g/l) jeweils in 50 ml Meßkölbchen und füllt mit 10%iger Natriumsulfatlösung zur Marke auf.

Die so erhaltenen Lösungen entsprechen Eluaten von Weinen, die 0,5 - 1,0 - 1,5 und 2,0 g/l DL-Äpfelsäure enthalten.

Man verfährt weiter, wie unter 4.4 beschrieben.

Die erhaltenen Extinktionswerte werden gegen die entsprechenden Äpfelsäuregehalte aufgetragen und ergeben eine Gerade, die durch den Nullpunkt geht.

Da die Intensität der Färbung der Meßlösung stark von der Konzentration der Schwefelsäure abhängt, muß die Eichkurve in jeder Meßserie in mindestens einem Punkt überprüft werden, um eine Änderung in der Konzentration der Schwefelsäure feststellen zu können.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

Der Gehalt an DL-Äpfelsäure wird der Eichkurve entnommen. Die Angabe erfolgt in g/l mit 1 Dezimale

Wiederholbarkeit

Gehalt < 2 g/l: r = 0,1 g/l

Gehalt > 2 g/l: r = 0,2 g/l.

Vergleichbarkeit

R = 0,3 g/l.

22. SORBINSÄURE

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. Spektralphotometrische Messung im UV

Die Sorbinsäure (2,4 Hexadiensäure) wird mittels Wasserdampfdestillation abgetrennt und im Destillat durch spektralphotometrische Messung im UV bestimmt. Zur Entfernung der die Messung im UV störenden Substanzen wird ein Teil des Destillates mit Calciumhydroxid schwach alkalisch gemacht und zur Trockne eingeengt. Gehalte unter 20 mg/l müssen dünnschichtchromatographisch abgesichert werden (Empfindlichkeit: 1 mg/l).

1.2. Gaschromatographische Methode

Die Sorbinsäure wird mit Diethylether ausgeschüttelt und gaschromatographisch in Gegenwart eines internen Standards bestimmt.

1.3. Dünnschichtchromatographische Methode zum Nachweis sehr kleiner Mengen an Sorbinsäure

Die Sorbinsäure wird mit Diethylether ausgeschüttelt und dünnschichtchromatographiert. Der Gehalt wird halbquantitativ abgeschätzt.

2. SPEKTRALPHOTOMETRISCHE MESSUNG IM UV

2.1. Reagenzien

2.1.1. Weinsäure, $C_4H_6O_6$ kristallisiert.

2.1.2. Calciumhydroxidlösung, $Ca(OH)_2$ etwa 0,02 M.

2.1.3. Sorbinsäure-Standardlösung, 20 mg/l:

20 mg Sorbinsäure ($C_6H_8O_2$) werden in etwa 2 ml 0,1 M Natronlauge gelöst, in einen 1 000-ml-Meßkolben überführt und mit destilliertem Wasser zur Marke aufgefüllt. Man kann auch 26,8 mg Kaliumsorbat ($C_6H_7KO_2$) in destilliertem Wasser lösen und auf 1 000 ml auffüllen.

2.2. Gerätschaften

2.2.1. Wasserdampfdestillation (siehe „flüchtige Säuren").

2.2.2. Wasserbad, 100 °C.

2.2.3. Spektralphotometer zur Messung bei 256 nm in 1 cm Quarzküvetten.

2.3. Durchführung der Bestimmung

2.3.1. *Destillation*

10 ml Wein werden in den Destillationskolben der Wasserdampfdestillationsapparatur gegeben und 1-2 g Weinsäure (2.1.1) zugesetzt. Man destilliert 250 ml über.

2.3.2. *Eichkurve*

Aus der Sorbinsäure-Standardlösung (2.1.4) werden 4 Verdünnungen hergestellt, die 0,5 - 1 - 2,5 und 5 mg/l Sorbinsäure enthalten. Man mißt die Extinktion bei 256 nm gegen

Wasser. Die gemessenen Extinktionen, gegen die entsprechenden Konzentrationen aufgetragen, ergeben eine Gerade.

2.3.3. *Bestimmung*

In eine Abdampfschale (Durchmesser 55 mm) gibt man 5 ml Destillat, 1 ml Calciumhydroxidlösung (2.1.2) und dampft auf dem siedenden Wasserbad zur Trockne ein.

Der Rückstand wird in wenig Wasser gelöst, quantitativ in ein 20-ml-Meßkölbchen überführt und zur Marke aufgefüllt. Für den Leerwert werden 1 ml Calciumhydroxidlösung (2.1.2) mit Wasser auf 20 ml aufgefüllt. Die Messung erfolgt bei 256 nm gegen den Leerwert.

Der der gemessenen Extinktion entsprechende Sorbinsäuregehalt wird der Eichkurve entnommen.

Anmerkung: In der Routineuntersuchung kann das Eindampfen zur Trockne vernachlässigt werden. Man führt die UV-Messung direkt im 1:4 mit Wasser verdünnten Destillat durch.

2.4. **Angabe der Ergebnisse**

2.4.1. *Berechnung*

Der Sorbinsäuregehalt des Weines, ausgedrückt in mg/l, beträgt:

$100 \cdot C$

C = mg/l Sorbinsäure in der Meßlösung.

3. GASCHROMATOGRAPHISCHE METHODE

3.1. **Reagenzien**

3.1.1. Diethylether $(C_2H_5)_2O$, unmittelbar vor Gebrauch destilliert.

3.1.2. Interner Standard: 1 g Udecansäure ($C_{11}H_{22}O_2$)/ Ethanol (95 % Vol.).

3.1.3. Schwefelsäure (H_2SO_4) (ρ_{20} = 1,84 g/ml) mit Wasser 1:3 verdünnt (v/v).

3.2. **Gerätschaften**

3.2.1. Gaschromatograph mit Flammenionisationsdetektor und Edelstahlsäure (4 m × ⅛"), vorher behandelt mit Dimethyldichlorsilan (DMDCS), belegt mit einer Mischung von Diethylenglykolsuccinat (5 %) und Phosphorsäure (1 %) (DEGS – H_3PO_4) oder mit einer Mischung von Diethylenglykoladipat (7 %) und Phosphorsäure (1 %) (DEGA – H_3PO_4) auf Gaschrom Q, 80—100 mesh.

Behandlung mit Dimethyldichlorsilan (DMDCS): man läßt eine Lösung von 2—3 g DMDCS in Toluol durch die Säule fließen und wäscht sofort mit Methanol nach. Anschließend wird ein Stickstoffstrom durchgeleitet, dann Hexan und wiederum Stickstoff. Danach wird die Säule gefüllt.

Ofentemperatur: 175 °C.

Temperatur des Injektors und Detektors: 230 °C

Trägergas: Stickstoff (20 ml/Min.).

3.2.2. Mikroliterspritze, 10 µl mit 0,1 µl-Einteilung.

Anmerkung: Mit anderen Säulen kann ebenfalls eine gute Trennung erreicht werden, vor allem mit Kapillarsäulen (z. B. FFAP).

Die unten beschriebene Durchführung der Bestimmung ist nur beispielhaft angegeben.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Vorbereitung der Probe*

In ein geeignetes Glasgefäß mit Schliff (Inhalt etwa 40 ml) gibt man 20 ml Wein, 2 ml des internen Standards (3.1.2) und 1 ml verdünnte Schwefelsäure (3.1.3).

Nach kräftigem Umschütteln fügt man 10 ml Diethylether (3.1.1) hinzu und extrahiert die Sorbinsäure durch 5minütiges Schütteln in die organische Phase. Man läßt absitzen.

3.3.2. *Vorbereitung der Eichlösung*

Einem Wein, dessen Etherextrakt im Chromatogramm keinen Peak auf der Höhe der Sorbinsäure aufweist, werden 100 mg/l Sorbinsäure zugesetzt. 20 ml dieser Probe werden, wie unter 3.3.1 beschrieben, behandelt.

3.3.3. *Chromatographie*

Man injiziert je 2 µl der nach 3.3.2 und 3.3.1 erhaltenen Etherextrakte. Man nimmt die entsprechenden Chromatogramme auf, identifiziert die Sorbinsäure und den internen Standard anhand der Retentionszeiten und mißt die Höhe (oder Fläche) der registrierten Peaks.

3.4. **Angabe der Ergebnisse**

3.4.1. *Berechnung*

Der Sorbinsäuregehalt des zu untersuchenden Weines, ausgedrückt in mg/l, beträgt:

$$100 \cdot \frac{h}{H} \cdot \frac{I}{i}$$

H = Höhe des Sorbinsäurepeaks der Eichlösung

h = Höhe des Sorbinsäurepeaks des zu untersuchenden Weines

I = Höhe des Peaks des internen Standards der Eichlösung

i = Höhe des Peaks des internen Standards des zu untersuchenden Weines.

Anmerkung: Der Sorbinsäuregehalt kann in gleicher Weise mit den Flächen der Peaks berechnet werden.

4. DÜNNSCHICHTCHROMATOGRAPHISCHE METHODE ZUM NACHWEIS SEHR KLEINER MENGEN SORBINSÄURE

4.1. **Reagenzien**

4.1.1. Diethylether $(C_2H_5)_2O$).

4.1.2. Schwefelsäure (H_2SO_4) (ρ_{20} = 1,84 g/ml) mit Wasser 1:3 verdünnt (v/v).

4.1.3. Sorbinsäure-Eichlösung, 20 mg/l in Ethanol (10 % Vol.).

4.1.4. Fließmittel: Hexan-Pentan-Eisessig (20:20:3)
(C_6H_{14} — C_5H_{12} — CH_3COOH, ρ_{20} = 1,05 g/ml).

4.2. **Gerätschaften**

4.2.1. Polyamid-Fertigplatten mit Fluoreszenzindikator, 20 × 20 cm Schichtdicke 0,15 mm.

4.2.2. DC-Kammer.

4.2.3. Mikropipette oder Mikroliterspritze zum Auftragen von 5 µl ± 0,1 µl genau.

4.2.4. UV-Lampe (254 nm).

4.3. **Durchführung der Bestimmung**

4.3.1. *Vorbereitung der Probe*

In einen Scheidetrichter mit Schliff (Inhalt etwa 25 ml) gibt man 10 ml Wein, 1 ml verdünnte Schwefelsäure (4.1.2) und 5 ml Diethylether (4.1.1). Man schüttelt aus und läßt absitzen.

4.3.2. *Herstellung der verdünnten Eichlösungen*

Durch Verdünnen der Eichlösung (4.1.3) stellt man 5 Lösungen her, die 2 - 4 - 6 - 8 und 10 mg/l Sorbinsäure enthalten.

4.3.3. *Chromatographie*

2 cm vom unteren Rand entfernt trägt man mit einer Mikropipette oder Mikroliterspritze 5 µl des nach 4.3.1 erhaltenen Etherextraktes und je 5 µl der verdünnten Eichlösungen (4.3.2) in 2-cm-Abständen auf.

Man chromatographiert nach Kammersättigung etwa 12—15 cm hoch (etwa 30 Minuten). Die Platte wird unter einem kalten Luftstrom getrocknet. Man betrachtet das Chromatogramm unter der UV-Lampe bei 254 nm.

Sorbinsäure erscheint als dunkelvioletter Fleck auf gelb fluoreszierendem Untergrund.

4.4. **Angabe der Ergebnisse**

Durch Farbvergleich des Fleckes der zu untersuchenden Probe mit den Flecken der Eichlösungen können Sorbinsäuregehalte zwischen 2 und 10 mg/l halbquantitativ abgeschätzt werden. 1 mg/l kann bestimmt werden, indem man 10 µl der zu untersuchenden Probe aufträgt. Beträgt der Gehalt an Sorbinsäure mehr als 10 mg/l, so werden weniger als 5 µl der zu untersuchenden Probe aufgetragen (Mikroliterspritze).

23. L-ASCORBINSÄURE

1. PRINZIP DER METHODEN

Die nachstehend beschriebenen Verfahren erlauben die Bestimmung der L-Ascorbinsäure und der Dehydroascorbinsäure in Weinen und Mosten.

1.1. **Referenzmethode (fluorimetrisch)**

L-Ascorbinsäure wird durch Aktivkohle zu Dehydroascorbinsäure oxidiert. Diese Verbindung reagiert mit ortho-Phenylendiamin zu einer fluoreszierenden Verbindung. In einem Blindversuch in Anwesenheit von Borsäure (Bildung eines Borsäure-Dehydroascorbinsäurekomplexes) wird die Nebenfluoreszenz ermittelt und von der fluorimetrischen Bestimmung abgezogen.

1.2. **Gebräuchliche Methode (photometrisch)**

Die L-Ascorbinsäure wird mit Jod zu Dehydroascorbinsäure oxidiert und diese mit 2,4-Dinitrophenylhydrazin zu rotgefärbtem bis (2,4-Dinitrophenylhydrazon) der Diketogulonsäure umgesetzt, dessen Farbintensität nach dünnschichtchromatographischer Trennung bei 500 nm im Spektralphotometer gemessen wird.

2. REFERENZMETHODE (fluorimetrische Methode)

2.1. **Reagenzien**

2.1.1. 0,02%ige Lösung von ortho-Phenylendiamindihydrochlorid ($C_6H_{10}Cl_2N_2$) (g/v). Jeweils frisch herzustellen.

2.1.2. Natriumacetat-Trihydrat ($CH_3COONa\ 3H_2O$): 500 g/l.

2.1.3. Lösung von Borsäure und Natriumacetat

3 g Borsäure (H_3BO_3) werden in 100 ml Natriumacetatlösung (2.1.2) gelöst. Diese Lösung ist jeweils frisch herzustellen.

2.1.4. Essigsäure (CH_3COOH) 56 % (v/v), pH ~ 1,2; hergestellt aus Essigsäure (ρ_{20} = 1,05 g/ml).

2.1.5. L-Ascorbinsäure-Standardlösung, 1 g/l.

Unmittelbar vor der Verwendung werden 50 mg L-Ascorbinsäure ($C_6H_8O_6$), die vorher im Exsikkator unter Luft- und Lichtabschluß getrocknet worden sind, in 50 ml der Essigsäurelösung (2.1.4) gelöst.

2.1.6 Aktivkohle reinst z.A. (1)

In einen 2-Liter-Erlenmeyerkolben gibt man 100 g Aktivkohle unf fügt 500 ml einer 10%igen Salzsäure (HCl) (ρ_{20} = 1,19 g/ml) 10/100 (v/v) verdünnt hinzu. Man bringt zum Sieden und filtriert sodann über eine Glasfritte (Porosität 3). Man bringt die so behandelte Kohle in einen 2-Liter-Erlenmeyerkolben, fügt 1 Liter Wasser hinzu, schüttelt und filtriert über eine Glasfritte (Porosität 3). Man wiederholt diesen Vorgang 2mal. Der Rückstand wird im Trockenschrank bei 115 ± 5 °C während 12 Stunden getrocknet (z. B. über Nacht).

2.2. **Gerätschaften**

2.2.1. Fluoreszenz-Spektrometer mit Kontinuum-Strahler.

Die optimalen Wellenlängen für die Anregung und Emission sind von dem verwendeten Gerät abhängig und werden vorher bestimmt. Für die Anregung liegt diese bei etwa 350 nm, für die Emmission etwa bei 430 nm.

Küvetten mit 1 cm Schichtdicke.

(1) Einer der handelsüblichen Namen ist „Norit".

2.2.2. Glasfritte (Porisität 3).

2.2.3. Reagenzgläser (Durchmesser ≃ 10 mm).

2.2.4. Schüttelmaschine für Reagenzgläser.

2.3. **Durchführung der Bestimmung**

2.3.1. *Vorbereitung des Weines oder Mostes*

Ein entsprechendes Volumen Wein oder Most wird in einem 100-ml-Meßkolben mit der 56%igen Essigsäurelösung (2.1.4) zur Marke aufgefüllt, so daß der L-Ascorbinsäuregehalt der Lösung weniger als 60 mg/l beträgt. Man schüttelt gut um. Sodann fügt man 2 g Aktivkohle (2.1.6) hinzu und läßt unter zeitweiligem Schütteln 15 Minuten stehen. Man filtriert über ein normales Filter und verwirft die ersten Milliliter.

In zwei 100-ml-Meßkölbchen gibt man je 5 ml des Filtrats und fügt 5 ml der Borsäure-Acetatmischung (2.1.3) (Leerwert) bzw. 5 ml der Natriumacetatlösung (2.1.2) (Meßwert) hinzu. Man läßt 15 Minuten unter zeitweiligem Schütteln stehen und füllt dann zur Marke auf.

Jeweils 2 ml dieser Lösungen werden mit 5 ml des ortho-Phenylendiaminreagenzes (2.1.1) versetzt. Nach dem Schütteln läßt man 30 Minuten im Dunkeln stehen und mißt dann die Fluoreszenz.

2.3.2. *Eichkurve*

In drei 100-ml-Meßkölbchen werden 2 - 4 und 6 ml der L-Ascorbinsäure-Standardlösung (2.1.5) gegeben und mit der Essigsäure (2.1.4) zur Marke aufgefüllt. Die so hergestellten Lösungen enthalten 2 - 4 und 6 mg/100 ml. Man fügt 2 g Aktivkohle (2.1.6) hinzu und läßt unter zeitweiligem Schütteln 15 Minuten stehen. Man filtriert über ein normales Filter und verwirft die ersten Milliliter. Je 5 ml der erhaltenen Filtrate werden in drei 100-ml-Meßkölbchen gegeben (1. Serie), in weitere drei 100-ml-Meßkölbchen gibt man ebenfalls jeweils 5 ml der erhaltenen Filtrate (2. Serie). In die Meßkölbchen der 1. Serie (Leerwert) gibt man 5 ml der Borsäureacetatmischung (2.1.3) und in die Meßkölbchen der 2. Serie (Meßwert) jeweils 5 ml Natriumacetatlösung (2.1.2).

Man läßt unter zeitweiligem Schütteln 15 Minuten stehen und füllt dann zur Marke mit destilliertem Wasser auf. Jeweils 2 ml werden in einem Reagenzglas mit 5 ml des ortho-Phenylendiaminreagenzes (2.1.1) versetzt. Nach dem Schütteln läßt man 30 Minuten im Dunkeln stehen und mißt dann die Fluoreszenz.

2.3.3. *Fluorimetrische Bestimmung*

Man mißt die Eich- bzw. Probelösungen gegen den zugehörigen Leerwert. Die Eichkurve ist eine Gerade, die durch den Nullpunkt geht. Der Gehalt C an L-Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure wird der Eichkurve entnommen.

2.3.4. *Angabe der Ergebnisse*

Der Gehalt an L-Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure im Wein, ausgedrückt in mg/l, beträgt:

$C \cdot F$

F = Verdünnungsfaktor.

3. GEBRÄUCHLICHE METHODE (photometrisch)

3.1. **Reagenzien**

3.1.1. 30%ige meta-Phosphorsäurelösung (g/v)

Man zerreibt einige Stücke meta-Phosphorsäure $(HPO_3)_n$ in einem Mörser (aus Porzellan) und wägt davon 30 Gramm ab. Durch schnelles Übergießen mit destilliertem Wasser und kurzes Schütteln wird gewaschen, das Waschwasser wird verworfen. Die gewaschene meta-Phosphorsäure wird unter Schütteln in einem 100-ml-Meßkolben in destilliertem Wasser gelöst und auf 100 ml ergänzt.

3.1.2. 3%ige meta-Phosphorsäurelösung (g/v)

Die Lösung wird unmittelbar vor Gebrauch durch Verdünnen der Lösung 3.1.1 (1:10) hergestellt.

3.1.3. 1%ige meta-Phosphorsäurelösung (g/v)

Die Lösung wird unmittelbar vor Gebrauch durch Verdünnen der Lösung 3.1.1 (1:30) hergestellt.

3.1.4. Polyamidsuspension

10 g Polyamidpulver zur Chromatographie läßt man in 60 ml destilliertem Wasser 2 Stunden quellen (diese Menge ist für 4 Bestimmungen ausreichend).

3.1.5. Thioharnstoff (H_2NCSNH_2).

3.1.6. 0,05 M Jodlösung (I_2).

3.1.7. 6%ige 2,4-Dinitrophenylhydrazinlösung (g/v),

6,0 g 2,4-Dinitrophenylhydrazin ($C_6H_6N_4O_4$) werden zunächst in 50 ml Eisessig (ρ_{20} = 1,05 g/ml) suspendiert und danach durch Zugabe von 50 ml Schwefelsäure (H_2SO_4, ρ_{20} = 1,84 g/ml) durch Schütteln in Lösung gebracht.

3.1.8. Ethylacetat: Zur Herstellung der Lösung wird das Ethylacetat ($C_4H_8O_2$) mit 2 % (v/v) Eisessig (3.1.12) versetzt.

3.1.9. Chloroform ($CHCl_3$).

3.1.10. 0,5%ige Stärkelösung (g/v).

3.1.11. Fließmittel:

Ethylacetat	50 Vol.
Chloroform	60 Vol.
Eisessig	5 Vol.

Das Fließmittel wird 12 Stunden vor Gebrauch hergestellt.

3.1.12. Eisessig (CH_3COOH) (ρ_{20} = 1,05 g/ml).

3.1.13. Ascorbinsäurelösung: 0,1 g/100 ml 1%ige meta-Phosphorsäurelösung (3.1.3).

3.2. **Gerätschaften**

3.2.1. Laborzentrifuge und Zentrifugengläser (50 ml) mit eingeschliffenem Stopfen.

3.2.2. Wasserbad (thermostatisiert zwischen 5 und 10 °C).

3.2.3. Wasserbad (thermostatisiert auf 20 °C).

3.2.4. Kieselgel-Fertigplatten, 20 × 20 cm, Schichtdicke 0,25 oder 0,3 mm.

3.2.5. DC-Kammer.

3.2.6. Mikropipetten 0,2 ml.

3.2.7. Spektralphotometer für die Messung bei 500 nm in 1 cm Küvetten.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Oxidation der L-Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure*

In einem 100-ml-Meßkolben werden 50 ml der zu untersuchenden Flüssigkeit mit 15 ml Polyamidsuspension (3.1.4) versetzt und mit 3%iger meta-Phosphorsäurelösung (3.1.2) zur Marke aufgefüllt. Man läßt 60 Minuten unter häufigem Umschütteln stehen und filtriert sodann durch ein Faltenfilter. 20 ml des Filtrats werden in ein 50 ml Zentrifugenglas mit Schliffstopfen pipettiert. Man fügt 1 ml 0,05 M Jodlösung (3.1.6) hinzu, mischt durch und entfernt nach 1 Minute den Jodüberschuß durch Zugabe von etwa 25 mg Thioharnstoff (3.1.6).

3.3.2. *Bildung und Extraktion des bis-(2,4-Dinitrophenylhydrazons) der Diketogulonsäure*

Das Zentrifugenglas wird in ein Wasserbad von 5 bis 10 °C gestellt und 4 ml 2,4-Dinitrophenylhydrazinlösung (3.1.7) hinzugefügt. Nach gründlichem Durchmischen, wobei der Schliff nicht benetzt werden darf, bleibt das Glas gut verschlossen etwa 16 Stunden (über Nacht) bei 20 °C (Thermostat) stehen.

Danach pipettiert man 15 ml Ethylacetat (3.1.8) in das Zentrifugenglas, verschließt mit dem Schliffstopfen, schüttelt 30 Sekunden kräftig und zentrifugiert zur Trennung der Schichten 5 Minuten mit 350—400 g. Von der Ethylacetatphase werden 10 ml in ein Reagenzglas mit Schliff pipettiert. Zur Reaktionslösung im Zentrifugenglas fügt man 5 ml Ethylacetat (3.1.8), schüttelt wiederum 30 Sekunden kräftig und zentrifugiert 5 Minuten mit 350—400 g. 5 ml der Ethylacetatphase werden abpipettiert, zu den 10 ml des im Reagenzglas befindlichen ersten Extraktes gegeben und gemischt.

3.3.3. *Chromatographische Trennung des bis-(2,4-Dinitrophenylhydrazons): (innerhalb 2 Stunden nach der Extraktion (3.3.2) durchzuführen)*

0,2 ml des Ethylacetatextraktes werden über die ganze Startlinie einer Kiesel-G-Platte aufgetragen (Abstand vom unteren und seitlichen Rand: 2 cm). Das Fließmittel wird 1 cm hoch in die Kammer gegeben. Man chromatographiert mit dem unter 3.1.11 angegebenen Fließmittel in kammergesättigter Atmosphäre bis zum oberen Plattenrand. Die Platten werden aus der Kammer herausgenommen und 60 Minuten unter dem Abzug getrocknet. Die rotgefärbte Zone des bis-(2,4-Dinitrophenylhydrazons) der Diketogulonsäure wird mit Hilfe eines plangeschliffenen Spatels (die Platte wird zweckmäßig hierzu senkrecht auf ein glattes Papier gestellt) in ein Reagenzglas mit Schliff gebracht, mit 4 ml Eisessig (3.1.12) versetzt, verschlossen und unter häufigem Durchmischen 30 Minuten stehengelassen. Die Suspension wird durch ein kleines Faltenfilter unmittelbar in die Küvette (3.2.7) filtriert.

Das blanke Filtrat wird gegen Eisessig (3.1.12) als Leerwert im Spektralphotometer bei 500 nm gemessen.

3.3.4. *Eichkurve*

In drei 100-ml-Meßkölbchen werden 5 - 10 und 15 ml der L-Ascorbinsäurelösung (3.1.13) gegeben und mit 1%iger meta-Phosphorsäurelösung (3.1.3) zur Marke aufgefüllt. Man erhält so Lösungen, die jeweils 50, 100 und 150 mg Ascorbinsäure in 1 Liter enthalten. Mit je 50 ml dieser Lösungen wird wie oben beschrieben (3.3.1, 3.3.2 und 3.3.3) die Reaktion durchgeführt.

Die L-Ascorbinsäurewerte gegen die zugehörigen Extinktionen aufgetragen, liegen auf einer Geraden, die durch den Nullpunkt geht.

3.3.5. *Angabe der Ergebnisse*

Der Gehalt an L-Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure wird in mg je Liter angegeben.

3.3.5.1. **Berechnung**

Der Gehalt an L-Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure wird entsprechend der nach (3.3.3) erhaltenen Extinktion der Eichkurve entnommen.

Anmerkung: Liegt der Gehalt an L-Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure über 150 mg/l, verringert man das Ausgangsvolumen auf 25, 20 oder 10 ml Wein und multipliziert das erhaltene Ergebnis mit dem entsprechenden Verdünnungsfaktor F.

24. pH-WERT

1. PRINZIP DER METHODE

Die Potentialdifferenz zwischen 2 Elektroden, die in die zu untersuchende Flüssigkeit tauchen, wird gemessen. Eine der Elektroden besitzt ein Potential, das eine bestimmte Funktion des pH-Wertes dieser Lösung darstellt, die andere Elektrode ist die Referenzelektrode mit einem festen und bekannten Potential.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Geeichtes pH-Meter (erforderliche Genauigkeit mindestens ± 0,05 pH-Einheiten).

2.2. Elektroden:

2.2.1. Glaselektrode, Aufbewahrung in destilliertem Wasser.

2.2.2. Referenzelektrode (Kalomel-gesättigte Kaliumchlorid-Elektrode), Aufbewahrung in gesättigter Kaliumchloridlösung.

2.2.3. Kombinierte Elektrode (Aufbewahrung in destilliertem Wasser).

3. REAGENZIEN

3.1. Pufferlösungen:

3.1.1. Gesättigte Lösung von Kaliumhydrogentartrat. Die Lösung enthält mindestens 5,7 Kaliumhydrogentartrat ($C_4H_5KO_6$) im Liter bei 20 °C.

Diese mit Thymol (0,1 g/200 ml) konservierte Lösung ist bis zu 2 Monaten haltbar.

pH { 3,57 bei 20 °C; 3,56 bei 25 °C; 3,55 bei 30 °C

3.1.2. 0,05 M Kaliumhydrogenphthalatlösung. Die Lösung enthält genau 10,211 g/l Kalumhydrogenphthalat wasserfrei ($C_8H_5KO_4$) in 1 Liter bei 20 °C (Haltbarkeit max. 2 Monate).

pH { 3,999 bei 15 °C; 4,003 bei 20 °C; 4,008 bei 25 °C; 4,015 bei 30 °C

3.1.3. Lösung von:

Kaliumdihydrogenphosphat, KH_2PO_4	3,402 g
di-Kaliumhydrogenphosphat, K_2HPO_4	4,354 g
Wasser zu	1 l

(Haltbarkeit: max. 2 Monate)

pH { 6,90 bei 15 °C; 6,88 bei 20 °C; 6,86 bei 25 °C; 6,85 bei 30 °C

Anmerkung: Die handelsüblichen Pufferlösungen können ebenfalls verwendet werden.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. Vorbereitung der Probe

4.1.1. *Most und Wein*

Die Messung wird direkt im Most oder Wein durchgeführt.

4.1.2. *Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK)*

Das RTK wird mit Wasser auf 25 ± 0,5 % (g/g) Gesamtzucker verdünnt (25 °Brix).

Wenn P der Gesamtzuckergehalt des RTK, ausgedrückt in % (g/g), ist, so werden $\frac{2\,500}{P}$ g RTK eingewogen und mit destilliertem Wasser auf 100 g ergänzt.

Das Wasser muß eine Leitfähigkeit unter 2 Mikrosiemens je cm aufweisen.

4.2. Nullpunkteinstellung

Vor jeder Messung ist der Nullpunkt des Gerätes, entsprechend der für das Gerät angegebenen Anleitung, einzustellen.

4.3. Eichung des pH-Meters

Mit den Pufferlösungen pH = 6,88 und pH = 3,57 wird das pH-Meter gemäß der für das Gerät angegebenen Anleitung bei 20 °C geeicht.

Man überprüft die Eichung mit der Pufferlösung pH = 4,00 bei 20 °C.

4.4. Messung

Man taucht die Elektrode bei einer Temperatur zwischen 20 und 25 °C, wobei diese möglichst nahe bei 20 °C liegen soll, in die zu untersuchende Lösung ein und liest den pH-Wert direkt ab.

Es müssen mindestens 2 Bestimmungen durchgeführt werden. Das Ergebnis ist das arithmetische Mittel beider Bestimmungen.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

Der pH-Wert des Mostes, des Weines oder der RTK-Lösung (25 °Brix) wird mit 2 Dezimalen angegeben.

25. SCHWEFELDIOXID

1. DEFINITION

Als Schwefeldioxid bezeichnet man das Schwefeldioxid, das in nachstehenden Formen im Most oder Wein vorhanden ist: H_2SO_3, $H SO_3^-$ das Gleichgewicht hängt vom pH-Wert und der Temperatur ab:

$H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^-$

H_2SO_3 stellt das molekulare Schwefeldioxid dar.

Als Gesamtschwefeldioxid bezeichnet man sämtliche Formen des Schwefeldioxids, die im Wein in freiem oder gebundenem Zustand vorhanden sind.

2. FREIES UND GESAMTES SCHWEFELDIOXID

2.1. **Prinzip der Methoden**

2.1.1. *Referenzmethode*

2.1.1.1. Wein und Most

Schwefeldioxid wird durch einen Luft- oder Stickstoffstrom in eine Vorlage, die eine verdünnte, neutralisierte Wasserstoffperoxid-Lösung enthält, übergetrieben und oxidiert.

Die gebildete Schwefelsäure wird mit Natronlauge titriert.

Das freie Schwefeldioxid wird in der Kälte übergetrieben (10 °C).

Das Gesamtschwefeldioxid wird in der Hitze (ca. 100 °C) übergetrieben.

2.1.1.2. Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat

Aus dem vorher verdünnten RTK wird das Gesamtschwefeldioxid in der Hitze (etwa 100 °C) übergetrieben.

2.1.2. *Schnellmethode* (für Wein und Most)

Das freie Schwefeldioxid wird direkt jodometrisch bestimmt.

Das gebundene Schwefeldioxid wird anschließend nach alkalischer Hydrolyse durch jodometrische Titration bestimmt. Addiert man das freie Schwefeldioxid dazu, so erhält man das Gesamtschwefeldioxid.

2.2. **Referenzmethode**

2.2.1. *Gerätschaften*

2.2.1.1. Die verwendete Apparatur muß, insbesondere den Kühler betreffend, der Abbildung entsprechen.

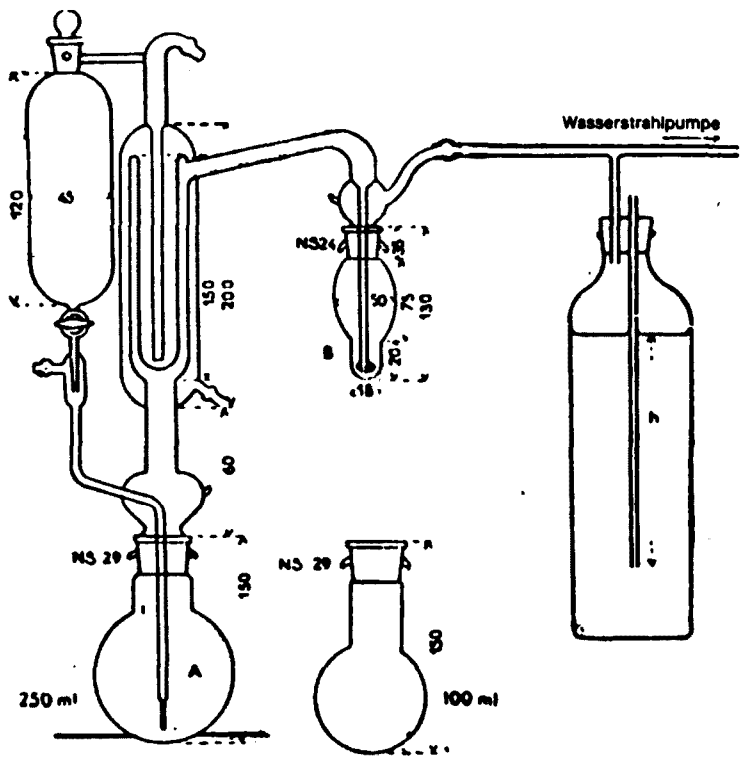


Abbildung 1:

Die Maße sind in mm angegeben. Die inneren Durchmesser der 4 konzentrischen Kühlrohre, aus denen der Kühler besteht, betragen 45, 34, 27 und 10 mm.

Das Gaseinleitungsrohr der Vorlage B endet in einer kleinen Kugel von 1 cm Durchmesser, die 20 kreisförmig (horizontal) angeordnete Löcher von 0,2 mm Durchmesser aufweist. Man kann das Einleitungsrohr ebenso auch mit einer Glasfritte verschließen, die die Bildung vieler kleiner Glasblasen bewirkt, um eine intensive Berührung der Gasphase mit der flüssigen Phase zu gewährleisten.

Durch die Apparatur sollen etwa 40 l/Stunde Gas strömen. Mit der Druckreglerflasche auf der rechten Seite der Apparatur wird der durch die Wasserstrahlpumpe erzeugte Unterdruck auf 20—30 cm Wassersäule begrenzt. Um den Unterdruck genau einstellen zu können, ist es zweckmäßig, zwischen das Absorptionsgefäß und die Druckreglerflasche einen Strömungsmesser mit halbkapillarem Rohr zu schalten.

2.2.1.2. Mikrobürette.

2.2.2. *Reagenzien*

2.2.2.1. 85%ige Phosphorsäure (H_3PO_4, (ρ_{20} = 1,71 g/ml).

2.2.2.2. Wasserstoffperoxidlösung, 9,1 g H_2O_2/Liter (3 Volumen).

2.2.2.3. Indikatorlösung:

Methylrot	100 mg
Methylenblau	50 mg
Alkohol (50 % Vol.)	100 ml

2.2.2.4. Natronlauge (NaOH), 0,01 M.

2.2.3. *Durchführung der Bestimmung*

2.2.3.1. Bestimmung des freien Schwefeldioxids

Der Wein muß vor der Bestimmung 2 Tage bei 20 °C in einer vollen und gut verschlossenen Flasche gelagert werden.

— In das Absorptionsgefäß B gibt man 2—3 ml der Wasserstoffperoxidlösung (2.2.2.2) sowie 2 Tropfen Indikator (2.2.2.3) und neutralisiert mit 0,01 M Natronlauge (2.2.2.4).

  Das Absorptionsgefäß wird an die Apparatur angeschlossen.

— In den 250-ml-Kolben A werden 50 ml der Probe und 15 ml Phosphorsäure (2.2.2.1) gegeben und der Kolben angeschlossen.

  Nunmehr wird 15 Minuten lang ein Luft- oder Stickstoffstrom durch die Apparatur geleitet, dabei wird das freie Schwefeldioxid übergetrieben und zu Schwefelsäure oxidiert. Nach dieser Zeit wird das Absorptionsgefäß von der Apparatur genommen und die gebildete Schwefelsäure mit 0,01 M Natronlauge (2.2.2.4) titriert.

  n = verbrauchte ml 0,01 M Natronlauge.

2.2.3.2. Angabe der Ergebnisse

Das freie Schwefeldioxid wird in Milligramm pro Liter (mg/mg/l) ohne Dezimalstelle angegeben.

2.2.3.2.1. Berechnung

Freies Schwefeldioxid in mg/l: 6,4 · n.

2.2.3.3. Bestimmung des gesamten Schwefeldioxids

2.2.3.3.1. Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK)

Man verwendet eine 40%ige (g/v) Lösung, die, wie in Kapitel „Gesamtsäure" unter 5.1.2. beschrieben, hergestellt wird. In den 250-ml-Kolben A werden 50 ml dieser Lösung und 5 ml Phosphorsäure (2.2.2.1) gegeben, und der Kolben wird an die Apparatur angeschlossen.

2.2.3.3.2. Wein und Most

Vermuteter Gehalt der Probe ≤ 50 mg/l Gesamt-SO_2: In den 250-ml-Kolben A werden 50 ml der Probe und 15 ml Phosphorsäure (2.2.2.1) gegeben, und der Kolben wird angeschlossen.

Spätestens bis zum 31. Dezember 1992 ist es jedoch zulässig, bei der Analyse des Gesamtschwefeldioxidgehaltes der Traubensäfte 5 ml Phosphorsäure (2.2.2.1) in 25%iger Verdünnung (g/v) zu verwenden.

Vermuteter Gehalt der Probe > 50 mg/l Gesamt-SO_2. In den 100-ml-Kolben A werden 20 ml der Probe und 5 ml Phosphorsäure (2.2.2.1) gegeben und der Kolben angeschlossen.

In das Absorptionsgefäß B gibt man 2—3 ml der Wasserstoffperoxidlösung (2.2.2.2), die, wie oben beschrieben, neutralisiert wurde und bringt den Wein in Kolben A mit einer kleinen Flamme von 4—5 cm Höhe, die den Boden des Kolbens unmittelbar berührt, zum Sieden. Der Kolben soll nicht auf ein Drahtnetz, sondern auf eine Platte mit einem Loch von 30 mm Durchmesser gestellt werden, um das Anbrennen der Extraktstoffe an der Kolbenwand zu vermeiden.

Während der Luft- oder Stickstoffstrom durch die Apparatur geleitet wird, muß der Wein im Sieden gehalten werden. Nach 15 Minuten ist das gesamte Schwefeldioxid übergetrieben und oxidiert. Die gebildete Schwefelsäure wird mit 0,01 M Natronlauge (2.2.2.4) titriert.

n = verbrauchte ml 0,01 M Natronlauge.

2.2.3.4. Angabe der Ergebnisse

Das Gesamtschwefeldioxid wird in Milligramm pro Liter (mg/l) bzw. Milligramm pro Kilogramm (mg/kg) Gesamtzucker ohne Dezimalstelle angegeben.

2.2.3.4.1. Berechnung

Wein und Most

Gesamtschwefeldioxid in mg/l

— schwefeldioxidarme Proben (Probevolumen 50 ml) 6,4 · n

— andere Proben (Probevolumen 20 ml) 16 · n.

Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat (RTK)

Gesamtschwefeldioxid in mg/kg Gesamtzucker (Probevolumen 50 ml der verdünnten Lösung):

$$\frac{1600 \cdot n}{P}$$

P = Gesamtzuckergehalt in % (g/g).

2.2.3.4.2. Wiederholbarkeit (r)

Gehalt ≤ 50 mg/l (Probevolumen 50 ml), r = 1 mg/l

Gehalt > 50 mg/l (Probevolumen 20 ml), r = 6 mg/l.

2.2.3.4.3. Vergleichbarkeit (R)

Gehalt ≤ 50 mg/l (Probevolumen 50 ml), R = 9 mg/l

Gehalt > 50 mg/l (Probevolumen 20 ml), R = 15 mg/l.

2.3. **Schnellmethode**

2.3.1. *Reagenzien*

2.3.1.1. EDTA (Komplexon III): Dinatriumsalz der Ethylendinitrilo-tetraessigsäure ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$).

2.3.1.2. Natronlauge (NaOH) 4 M (160 g/l).

2.3.1.3. Schwefelsäure (H_2SO_4, (ρ_{20} = 1,84 g/ml) 10 % (v/v).

2.3.1.4. Stärkelösung, 5 g/l:

5 g Stärke in etwa 500 ml Wasser lösen, unter Rühren zum Sieden bringen, 10 Minuten im Sieden halten, 200 g Natriumchlorid (NaCl) hinzufügen und nach dem Erkalten auf 1 Liter auffüllen.

2.3.1.5. 0,025 M Jodlösung (I_2).

2.3.2. *Gerätschaften*

2.3.2.1. Erlenmeyerkolben, 500 ml.

2.3.2.2. Bürette.

2.3.2.3. Pipetten: 1, 2, 5 und 50 ml.

2.3.3. *Durchführung der Bestimmung*

2.3.3.1. Freies Schwefeldioxid

In einen 500-ml-Erlenmeyerkolben gibt man:

— 50 ml Wein

— 5 ml Stärkelösung (2.3.1.4)

— 30 mg EDTA (2.3.1.1)

— 3 ml H_2SO_4, 10 % (v/v) (2.3.1.3).

Man titriert sofort mit 0,025 M Jodlösung (2.3.1.5), bis die Blaufärbung 10—15 Sekunden lang bestehen bleibt.

n = verbrauchte ml 0,025 M Jodlösung.

2.3.3.2. Gesamtschwefeldioxid

Man fügt 8 ml 4 M Natronlauge (2.3.1.2) zu, schüttelt einmal um und wartet 5 Minuten. Danach fügt man unter kräftigem Schütteln in einem Guß 10 ml der 10%igen Schwefelsäurelösung (2.3.1.3) zu und titriert sofort mit 0,025 M Jodlösung (2.3.1.5).

n′ = verbrauchte ml 0,025 M Jodlösung.

Nun fügt man 20 ml 4 M Natronlauge (2.3.1.2) hinzu, schüttelt einmal um und wartet 5 Minuten. Man verdünnt mit 200 ml sehr kaltem Wasser.

Anschließend werden unter kräftigem Schütteln in einem Guß 10 ml 10%ige Schwefelsäurelösung (2.3.1.3) zugegeben, und das freigesetzte Schwefeldioxid wird mit 0,025 M Jodlösung (2.3.1.5) titriert.

n″ = verbrauchte ml 0,025 M Jodlösung.

2.3.4. *Angabe der Ergebnisse*

2.3.4.1. Berechnung

Freies Schwefeldioxid in mg/l: 32 n.

Gesamtschwefeldioxid mg/l: $32 \cdot (n + n' + n'')$.

Anmerkungen:

1. Bei Rotweinen, die wenig SO_2 enthalten, empfiehlt es sich, mit einer stärker verdünnten Jodlösung, z. B. 0,01 M, zu arbeiten. Bei der Berechnung wird dann der Faktor 32 durch 12,8 ersetzt.

2. Bei der Titration von Rotweinen ist es zweckmäßig, den Wein von unten mit gelbem Licht anzustrahlen, indem man entweder mit einer üblichen Glühbirne und einem Kaliumchromatfilter oder mit einer Natriumdampflampe arbeitet. In einem verdunkelten Raum kann man dann beobachten, wie der ursprünglich transparente Wein beim Farbumschlag der Stärkelösung lichtundurchlässig wird.

3. Liegt die gefundene Schwefeldioxidmenge bei oder über dem gesetzlichen Grenzwert, so ist es zweckmäßig, das Gesamtschwefeldioxid nach der Referenzmethode zu bestimmen.

4. Für eine sehr genaue Bestimmung des Schwefeldioxids wird diese üblicherweise an einer Probe durchgeführt, die vor der Analyse zwei Tage unter Luftabschluß bei einer Temperatur von 20 °C aufbewahrt wurde; die Analyse wird ebenfalls bei dieser Temperatur durchgeführt.

5. Da bestimmte Stoffe durch Jod in saurem Milieu oxidiert werden, ist es für sehr genaue Bestimmungen notwendig, die hierfür verbrauchte Jodmenge zu ermitteln. Zu diesem Zweck wird das freie Schwefeldioxid vor der Titration an Acet- oder Propionaldehyd gebunden: In einen 300 ml Erlenmeyerkolben gibt man 50 ml Wein und 5 ml einer Acetaldehydlösung (C_2H_4O, 7 g/l) oder 5 ml Propionaldehydlösung (C_3H_6O, 10 g/l).

   Man verschließt den Kolben und läßt mindestens 30 Minuten stehen. Nach Zugabe von 3 ml 10%iger Schwefelsäurelösung (2.3.1.3) titriert man mit 0,025 M Jodlösung (2.3.1.5) bis zum Farbumschlag.

   n''' = verbrauchte ml 0,025 M Jodlösung. Dieser Wert muß von n (freies Schwefeldioxid) und $n + n' + n''$ (Gesamtschwefeldioxid) abgezogen werden.

   Der Wert n''' ist in der Regel niedrig: 0,2 bis 0,3 ml 0,025 M Jodlösung. Wurde dem Wein Ascorbinsäure zugesetzt, ist der Wert von n''' höher und ermöglicht so eine zumindest annähernde Bestimmung der zugesetzten Menge (1 ml 0,025 M Jodlösung oxidiert 4,4 mg Ascorbinsäure). Durch Bestimmung von n''' lassen sich so unschwer Weine nachweisen, denen Ascorbinsäure in Mengen über 20 mg/l zugesetzt wurde und die noch keine Oxidationsprodukte gebildet haben.

3. MOLEKULARES SCHWEFELDIOXID

3.1. Prinzip der Methode

Der Anteil an molekularem Schwefeldioxid H_2SO_3 in freiem Schwefeldioxid wird in Abhängigkeit vom pH-Wert, dem Alkoholgehalt und der Temperatur berechnet.

Für eine gegebene Temperatur und einen gegebenen Alkoholgehalt lautet die Formel:

$$H_2SO_3 \rightleftharpoons H^+ + HSO_3^-$$

$$H_2SO_3 = \frac{L}{10^{(pH - pk_M)} + 1} \quad (1)$$

mit

$$pK_M = pK_T - \frac{A\sqrt{I}}{1 + B\sqrt{I}}$$

$$L = \left[H_2SO_3 \right] + \left[HSO_3^- \right]$$

I = Ionenstärke.

A und B = Koeffizienten, die mit der Temperatur und dem Alkoholgehalt variieren.

K_T = thermodynamische Dissoziationskonstante; der Wert pK_T ist in Tabelle 1 in Abhängigkeit vom Alkoholgehalt und der Temperatur angegeben.

K_M = gemischte Dissoziationskonstante.

Nimmt man als Ionenstärke I den Durchschnittswert 0,038 an, so gibt Tabelle 2 die Werte pK_M in Abhängigkeit von der Temperatur und dem Alkoholgehalt an.

Der Gehalt an molekularem Schwefeldioxid, berechnet nach Gleichung (1), ist in Tabelle 3 in Abhängigkeit vom pH-Wert, der Temperatur und dem Alkoholgehalt angegeben.

3.2. Berechnung

Sind der pH-Wert des Weines und sein Alkoholgehalt bekannt, so wird der Anteil an molekularem Schwefeldioxid in Tabelle 3 für die Temperatur t °C abgelesen; X = % molekulares Schwefeldioxid gemäß Tabelle 3.

Gehalt an molekularem Schwefeldioxid in mg/l:
X · C
C = Gehalt an freiem Schwefeldioxid in mg/l.

TABELLE 1

Werte für die termodynamische Konstante pK_T

Alkohol % Vol.	Temperatur °C				
	20	25	30	35	40
0	1,798	2,000	2,219	2,334	2,493
5	1,897	2,098	2,299	2,397	2,527
10	1,997	2,198	2,394	2,488	2,606
15	2,099	2,301	2,503	2,607	2,728
20	2,203	2,406	2,628	2,754	2,895

TABELLE 2

Werte für die gemischte Konstante pK_M I = 0,038

Alkohol % Vol.	Temperatur °C				
	20	25	30	35	40
0	1,723	1,925	2,143	2,257	2,416
5	1,819	2,020	2,220	2,317	2,446
10	1,916	2,116	2,311	2,405	2,522
15	2,014	2,216	2,417	2,520	2,640
20	2,114	2,317	2,538	2,663	2,803

TABELLE 3

Molekulares Schwefeldioxid in Prozent des freien Schwefeldioxids (I = 0,038)

pH	T = 20 °C				
	Alkohol % Vol.				
	0	5	10	15	20
2,8	7,73	9,46	11,55	14,07	17,09
2,9	6,24	7,66	9,40	11,51	14,07
3,0	5,02	6,18	7,61	9,36	11,51
3,1	4,03	4,98	6,14	7,58	9,36
3,2	3,22	3,99	4,94	6,12	7,58
3,3	2,58	3,20	3,98	4,92	6,12
3,4	2,06	2,56	3,18	3,95	4,92
3,5	1,64	2,04	2,54	3,16	3,95
3,6	1,31	1,63	2,03	2,53	3,16
3,7	1,04	1,30	1,62	2,02	2,53
3,8	0,83	1,03	1,29	1,61	2,02
T = 25 °C					
2,8	11,47	14,23	17,15	20,67	24,75
2,9	9,58	11,65	14,12	17,15	22,71
3,0	7,76	9,48	11,55	14,12	17,18
3,1	6,27	7,68	9,40	11,55	14,15
3,2	5,04	6,20	7,61	9,40	11,58
3,3	4,05	4,99	6,14	7,61	9,42
3,4	3,24	4,00	4,94	6,14	7,63
3,5	2,60	3,20	3,97	4,94	6,16
3,6	2,07	2,56	3,18	3,97	4,55
3,7	1,65	2,05	2,54	3,18	3,98
3,8	1,32	1,63	2,03	2,54	3,18
T = 30 °C					
2,8	18,05	20,83	24,49	29,28	35,36
2,9	14,89	17,28	20,48	24,75	30,29
3,0	12,20	14,23	16,98	20,71	25,66
3,1	9,94	11,65	13,98	17,18	21,52
3,2	8,06	9,48	11,44	14,15	17,88
3,3	6,51	7,68	9,30	11,58	14,75
3,4	5,24	6,20	7,53	9,42	12,08
3,5	4,21	4,99	6,08	7,63	9,84
3,6	3,37	4,00	4,89	6,16	7,98
3,7	2,69	3,21	3,92	4,95	6,44
3,8	2,16	2,56	3,14	3,98	5,19

TABELLE 3 (Fortsetzung)

Molekulares Schwefeldioxid in Prozent des freien Schwefeldioxids (I = 0,038)

pH	T = 35 °C				
	Alkohol % Vol.				
	0	5	10	15	20
2,8	22,27	24,75	28,71	34,42	42,18
2,9	18,53	20,71	24,24	29,42	36,69
3,0	15,31	17,18	20,26	24,88	31,52
3,1	12,55	14,15	16,79	20,83	26,77
3,2	10,24	11,58	13,82	17,28	22,51
3,3	8,31	9,42	11,30	14,23	18,74
3,4	6,71	7,63	9,19	11,65	15,49
3,5	5,44	6,16	7,44	9,48	12,71
3,6	4,34	4,95	6,00	7,68	10,36
3,7	3,48	3,98	4,88	6,20	8,41
3,8	2,78	3,18	3,87	4,99	6,80
	T = 40 °C				
2,8	29,23	30,68	34,52	40,89	50,14
2,9	24,70	26,01	29,52	35,47	44,74
3,0	20,67	21,83	24,96	30,39	38,85
3,1	17,15	18,16	20,90	25,75	33,54
3,2	14,12	14,98	17,35	21,60	28,62
3,3	11,55	12,28	14,29	17,96	24,15
3,4	9,40	10,00	11,70	14,81	20,19
3,5	7,61	8,11	9,52	12,13	16,73
3,6	6,14	6,56	7,71	9,88	13,77
3,7	4,94	5,28	6,22	8,01	11,25
3,8	3,97	4,24	5,01	6,47	9,15

26. NATRIUM

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Referenzmethode: Atomabsorptionsspektrometrie**

Natrium wird nach Zusatz eines Puffers (Cäsiumchlorid) zur Unterdrückung der Ionisation direkt aus dem Wein mittels Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt.

1.2. **Gebräuchliches Verfahren: Flammenphotometrie.**

Natrium wird direkt in dem mindestens 1:10 verdünnten Wein mittels Flammenphotometrie bestimmt.

2. REFERENZMETHODE

2.1. Reagenzien

2.1.1. *Natriumlösung 1 g/l:*

Es wird eine handelsübliche Natriumstandardlösung verwendet. Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 2,542 g getrocknetes Natriumchlorid (NaCl) in destilliertem Wasser gelöst und auf 1 Liter aufgefüllt werden.

Diese Lösung wird in einer Polyethylenflasche aufbewahrt.

2.1.2. *Vergleichslösung:*

Citronensäure ($C_6H_8O_7$, H_2O)	3,5 g
Saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	1,5 g
Glycerin ($C_3H_8O_3$	5,0 g
Calciumchlorid (wasserfrei) ($Ca\ Cl_2$)	50 mg
Magnesiumchlorid (wasserfrei) ($Mg\ Cl_2$)	50 mg
Alkohol abs. (C_2H_5OH)	50 ml
Destilliertes Wasser zu	500 ml

2.1.3. *Cäsiumchloridlösung, 5 % Cäsium:*

6,33 g Cäsiumchlorid (CsCl) werden in 100 ml destilliertem Wasser gelöst.

2.2. **Gerätschaften**

2.2.1. Atomabsorptionsspektrometer mit Brennerkopf für Luft/Acetylen.

2.2.2. Hohlkathodenlampe für Natrium.

2.3. **Durchführung der Bestimmung**

2.3.1. *Vorbereitung der Probe*

2,5 ml Wein werden in einem 50 ml-Meßkölbchen nach Zusatz von 1 ml Cäsiumchloridlösung (2.1.3) mit destilliertem Wasser zur Marke aufgefüllt.

2.3.2. *Herstellung der Eichlösungen*

In fünf 100-ml-Meßkölbchen gibt man 0 - 2,5 - 5 - 7,5 bzw. 10 ml der 1:100 verdünnten Natrium-Standardlösung (2.1.1), fügt jeweils 5,0 ml Vergleichslösung (2.1.2) und 2 ml der Cäsiumchloridlösung (2.1.3) hinzu und füllt mit destilliertem Wasser zur Marke auf.

Die so hergestellten Eichlösungen entsprechen 0 - 0,25 - 0,50 - 0,75 - 1,00 mg Natrium je Liter und enthalten 1 g/l Cäsium. Die Eichlösungen werden in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

2.3.3. *Bestimmung*

Die Messung erfolgt bei 589,0 nm. Der Nullpunkt wird mit der Vergleichslösung, die 1 g/l Cäsium enthält (2.3.2), eingestellt. Der verdünnte Wein und die Eichlösungen (2.3.2) werden nacheinander gemessen. Die Bestimmungen werden doppelt ausgeführt.

2.4. **Angabe der Ergebnisse**

2.4.1. *Berechnung*

Mit den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt.

Der Natriumgehalt C des verdünnten Weines, ausgedrückt in mg/l, wird der Eichkurve entnommen (Mittelwert aus 2 Bestimmungen).

Der Natriumgehalt, ausgedrückt in Milligramm pro Liter Wein ohne Dezimalstelle, beträgt:

$20 \cdot C$

2.4.2. *Wiederholbarkeit (r):*

$r = 1 + 0{,}024\ x_i$ mg/l

x_i = Natriumgehalt der Probe in mg/l.

2.4.3. *Vergleichbarkeit (R):*

$R = 2{,}5 + 0{,}05\ x_i$ mg/l

x_i = Natriumgehalt der Probe in mg/l.

3. GEBRÄUCHLICHE METHODE

3.1. **Reagenzien**

3.1.1. *Natrium-Eichlösung: 20 mg/l*

Alkohol abs. (C_2H_5OH)	10	ml
Citronensäure ($C_6H_8O_7,H_2O$)	700	mg
Saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	300	mg
Glycerin ($C_3H_8O_3$)	1 000	mg
Kaliumhydrogentartrat ($C_4H_5KO_6$)	481,3	mg
Calciumchlorid (wasserfrei) ($Ca\ Cl_2$)	10	mg
Magnesiumchlorid (wasserfrei) ($Mg\ Cl_2$)	10	mg
Natriumchlorid, getrocknet (NaCl)	50,84	mg
Destilliertes Wasser	1	Liter

3.1.2. *Verdünnungslösung*

Alkohol abs. (C_2H_5OH)	10	ml
Citronensäure ($C_6H_8O_7,H_2O$)	700	mg
Saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	300	mg
Glycerin ($C_3H_8O_3$)	1 000	mg
Kaliumhydrogentartrat ($C_4H_5KO_6$)	481,3	mg
Calciumchlorid (wasserfrei) ($Ca\ Cl_2$)	10	mg
Magnesiumchlorid (wasserfrei) ($Mg\ Cl_2$)	10	mg
Destilliertes Wasser	1	Liter

Bei der Herstellung der Lösungen 3.1.1 und 3.1.2 wird das Kaliumhydrogentartrat in etwa 500 ml heißem, destilliertem Wasser gelöst, mit den anderen zuvor in etwa 400 ml destilliertem Wasser gelösten Bestandteilen gemischt und auf 1 Liter aufgefüllt.

Die Lösungen werden unter Zusatz von 2 Tropfen Allylisothiocyarat in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

3.2. **Gerätschaften**

3.2.1. Flammenphotometer: mit Brennerkopf für Luft/Butan.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Herstellung der Eichlösungen*

In fünf 100-ml-Meßkölbchen gibt man jeweils 5 - 10 - 15 - 20 und 25 ml der Natrium-Eichlösung - 20 mg/l (3.1.1) und füllt mit der Verdünnungslösung (3.1.2) zur Marke auf. Man erhält Lösungen mit 1 - 2 - 3 - 4 und 5 mg Natrium je Liter.

3.3.2. *Bestimmung*

Die Messungen werden bei 589,0 nm durchgeführt. Mit destilliertem Wasser werden 100 % Transmission eingestellt. Die Eichlösungen (3.3.1) und die 1:10 mit destilliertem Wasser verdünnten Probelösungen werden nacheinander gemessen und die Transmissionswerte (%) abgelesen. Wenn es notwendig ist, wird der bereits 1:10 verdünnte Wein mit der Verdünnungslösung (3.1.2) weiter verdünnt.

3.4. **Angabe der Ergebnisse**

3.4.1. *Berechnung*

Aus den Werten der Eichlösungen wird die Eichkurve aufgestellt. Der Natriumgehalt C des verdünnten Weines wird der Eichkurve entnommen.

Der Natriumgehalt in Milligramm je Liter ohne Dezimalstelle beträgt:

$C \cdot F$

F = Verdünnungsfaktor.

3.4.2. *Wiederholbarkeit (r):*

außer Likörwein r = 1,4 mg/l

Likörwein r = 2,0 mg/l.

3.4.3. *Vergleichbarkeit (R):*

$R = 4{,}7 + 0{,}08\ x_i$ mg/l

x_i = Natriumgehalt der Probe in mg/l.

27. KALIUM

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Referenzmethode: Atomabsorptionsspektrometrie**

Kalium wird nach Zusatz eines Puffers (Cäsiumchlorid) zur Unterdrückung der Ionisation direkt aus dem Wein mittels Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt.

1.2. **Gebräuchliches Verfahren: Flammenphotometrie**

Kalium wird direkt in dem verdünnten Wein mittels Flammenphotometrie bestimmt.

2. REFERENZMETHODE

2.1. **Reagenzien**

2.1.1. *Kalium-Eichlösung, 1 g/l*

Es wird eine handelsübliche Kaliumstandardlösung verwendet. Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem man 4,813 g Kaliumhydrogentartrat ($C_4H_5KO_6$) in destilliertem Wasser löst und auf 1 Liter auffüllt.

2.1.2. *Vergleichslösung*

Citronensäure ($C_6H_8O_7$, H_2O)	3,5 g
Saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	1,5 g
Glycerin ($C_3H_8O_3$)	5,0 g
Calciumchlorid (wasserfrei) ($Ca\ Cl_2$)	50 mg
Magnesiumchlorid (wasserfrei) ($Mg\ Cl_2$)	50 mg
Alkohol abs. (C_2H_5OH)	50 ml
Destilliertes Wasser	500 ml

2.1.3. *Cäsiumchloridlösung*, 5 % Cäsium

6,330 g Cäsiumchlorid (CsCl) werden in 100 ml destilliertem Wasser gelöst.

2.2. **Gerätschaften**

2.2.1. Atomabsorptionsspektrometer mit Brennerkopf für Luft/Acetylen.

2.2.2. Hohlkathodenlampe für Kalium.

2.3. **Durchführung der Bestimmung**

2.3.1. *Vorbereitung der Probe*

2,5 ml Wein (1:10 verdünnt) werden in einem 50-ml-Meßkölbchen nach Zusatz von 1 ml Cäsiumchlorid (2.1.3) mit destilliertem Wasser zur Marke aufgefüllt.

2.3.2. *Herstellung der Eichlösung*

In fünf 100-ml-Meßkolben gibt man 0 - 2,0 - 4,0 - 6,0 und 8,0 ml der 1:10 verdünnten Kalium-Eichlösung, 1 g/l (2.1.1), fügt jeweils 5 ml der Vergleichslösung (2.1.2) und 2 ml

der Cäsiumchloridlösung (2.1.3) zu und füllt mit destilliertem Wasser zur Marke auf. Die so hergestellten Eichlösungen entsprechen 0 - 2 - 4 - 6 und 8 mg Kalium je Liter und enthalten 1 g/l Cäsium. Die Eichlösungen werden in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

2.3.3. *Bestimmung*

Die Messung erfolgt bei 769,9 nm. Der Nullpunkt wird mit der Vergleichslösung, die 1 g/l Cäsium enthält (2.3.2), eingestellt. Der verdünnte Wein (2.3.1) und die Eichlösungen (2.3.2) werden nacheinander gemessen. Die Messung wird wiederholt.

2.4. **Angabe der Ergebnisse**

2.4.1. *Berechnung*

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt. Der Kaliumgehalt C des verdünnten Weines in mg/l wird der Eichkurve entnommen (Mittelwert aus 2 Bestimmungen).

Der Kaliumgehalt, ausgedrückt in Milligramm pro Liter ohne Dezimalstelle, beträgt:

$F \cdot C$

F = Verdünnungsfaktor (hier 200).

2.4.2. *Wiederholbarkeit (r):*

r = 35 mg/l.

2.4.3. *Vergleichbarkeit (R):*

R = 66 mg/l.

2.4.4. *Sonstige Angabe der Ergebnisse*

— in Milliäquivalenten je Liter: $0{,}0256 \cdot F \cdot C$

— in Milligramm Kaliumhydrogentartrat je Liter: $4{,}813 \cdot F \cdot C$.

3. GEBRÄUCHLICHE METHODE: FLAMMENPHOTOMETRIE

3.1. **Reagenzien**

3.1.1. *Kalium-Eichlösung: 100 mg/l*

Alkohol abs. (C_2H_5OH)	10	ml
Citronensäure ($C_6H_8O_7$, H_2O)	700	mg
Saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	300	mg
Glycerin ($C_3H_8O_3$)	1 000	mg
Natriumchlorid (NaCl)	50,8	mg
Calciumchlorid (wasserfrei) ($Ca\ Cl_2$)	10	mg
Magnesiumchlorid (wasserfrei) ($Mg\ Cl_2$)	10	mg
Kaliumhydrogentartrat ($C_4H_5KO_6$)	481,3	mg
Destilliertes Wasser zu	1 000	l

Das Kaliumhydrogentartrat wird in etwa 500 ml heißem, destilliertem Wasser gelöst, mit den anderen zuvor in etwa 400 ml destilliertem Wasser gelösten Bestandteilen gemischt und auf 1 Liter aufgefüllt.

3.1.2. *Verdünnungslösung*

Alkohol abs. (C_2H_5OH)	10	ml
Citronensäure ($C_6H_8O_7$, H_2O)	700	mg
Saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	300	mg
Glycerin ($C_3H_8O_3$)	1 000	mg
Natriumchlorid (NaCl)	50,8	mg
Calciumchlorid (wasserfrei) (Ca Cl_2)	10	mg
Magnesiumchlorid (wasserfrei) (Mg Cl_2)	10	mg
Weinsäure ($C_4H_6O_6$)	383	mg
Destilliertes Wasser zu	1 000	l

Die Lösungen werden unter Zusatz von 2 Tropfen Allylisothiocyanat in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

3.2. **Gerätschaften**

3.2.1. Flammenphotometer, mit Brennerkopf für Luft/Butan.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Herstellung der Eichlösungen*

In vier 100-ml-Meßkolben gibt man 25 - 50 - 75 und 100 ml der Eichlösung (3.1.1) und füllt mit der Verdünnungslösung (3.1.2) zur Marke auf. Die so hergestellten Eichlösungen enthalten 25 - 50 - 75 und 100 mg/l Kalium.

3.3.2. *Bestimmung*

Die Messungen werden bei 766 nm durchgeführt. Mit destilliertem Wasser werden 100 % Transmission eingestellt. Die Eichlösungen (3.3.1) und der mit destilliertem Wasser 1:10 verdünnte Wein werden nacheinander gemessen und die Transmission (%) abgelesen. Falls erforderlich, wird der bereits 1:10 verdünnte Wein mit der Verdünnungslösung (3.1.2) weiter verdünnt.

3.4. **Angabe der Ergebnisse**

3.4.1. *Berechnung*

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt. Der Kaliumgehalt C des verdünnten Weines wird der Eichkurve entnommen.

Der Kaliumgehalt in Milligramm je Liter ohne Dezimalstelle beträgt:

$C \cdot F$

F = Verdünnungsfaktor.

3.4.2. *Wiederholbarkeit (r):*

r = 17 mg/l.

3.4.3. *Vergleichbarkeit (R):*

R = 66 mg/l.

3.4.4. *Andere Angabe der Ergebnisse:*

— als Milliäquivalente je Liter: 0,0256 · F · C

— als Milligramm Kaliumhydrogentartrat je Liter: 4,813 · F · C.

28. MAGNESIUM

1. PRINZIP

Magnesium wird direkt aus dem entsprechend verdünnten Wein mittels Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt.

2. REAGENZIEN

2.1. Konzentrierte Magnesium-Eichlösung, 1 g/l

Es wird eine handelsübliche Magnesium-Standardlösung verwendet. Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 8,3646 g Magnesiumchlorid ($MgCl_2 \cdot 6\ H_2O$) in destilliertem Wasser gelöst und auf 1 Liter aufgefüllt werden.

2.2. Verdünnte Eichlösung, 5 mg/l Magnesium

Anmerkung: Die Eichlösungen sind in Polyethylenflaschen aufzubewahren.

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Atomabsorptionsspektrometer mit einem Brennerkopf für Luft/Acetylen.

3.2. Hohlkathodenlampe für Magnesium.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung der Probe**

Der Wein wird 1:100 mit destilliertem Wasser verdünnt.

4.2. **Herstellung der Eichlösungen**

In vier 100 ml-Meßkolben werden 5 — 10 — 15 und 20 ml der Lösung 2.2 gegeben und mit destilliertem Wasser zur Marke aufgefüllt. Diese Lösungen enthalten 0,25 — 0,50 — 0,75 und 1 mg Magnesium je Liter. Die Lösungen werden in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

4.3. **Bestimmung**

Die Messung erfolgt bei 285 nm. Der Nullpunkt wird mit destilliertem Wasser eingestellt. Der verdünnte Wein und die nach 4.2 hergestellten Eichlösungen werden nacheinander gemessen, die Messungen werden doppelt durchgeführt.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. **Berechnung**

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt.

Der Magnesiumgehalt C des verdünnten Weines wird der Eichkurve entnommen (Mittelwert aus 2 Messungen).

Der Magnesiumgehalt des Weines, ausgedrückt in Milligramm pro Liter ohne Dezimalstelle, beträgt:

$100 \cdot C$

5.2. **Wiederholbarkeit (r):**

$r = 3$ mg/l.

5.3. **Vergleichbarkeit (R):**

$R = 8$ mg/l.

29. CALCIUM

1. PRINZIP

Calcium wird direkt aus dem entsprechend verdünnten Wein mittels Atomabsorptionsspektrometrie nach Zusatz eines Spektralpuffers bestimmt.

2. REAGENZIEN

2.1. Konzentrierte Calcium-Eichlösung: 1 g/l

Es wird eine handelsübliche Calcium-Standardlösung verwendet. Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 2,5 g Calciumcarbonat ($Ca\ CO_3$) in einer ausreichenden Menge verdünnter Salzsäure (10 %, v/v) gelöst und mit destilliertem Wasser auf 1 Liter aufgefüllt werden.

2.2. Verdünnte Eichlösung, 50 mg/l Calcium

Anmerkung: Die Eichlösungen werden in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

2.3. Lanthanchloridlösung, 50 g/l Lanthan

13,369 g Lanthanchlorid ($La\ Cl_3 \cdot 7\ H_2O$) werden in destilliertem Wasser gelöst; man fügt 1 ml Salzsäure (10 %, v/v) hinzu und füllt auf 100 ml auf.

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Atomabsorptionsspektrometer mit einem Brennerkopf für Luft/Acetylen.

3.2. Hohlkathodenlampe für Calcium.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung der Probe**

In ein 20 ml-Meßkölbchen gibt man 1 ml Wein, 2 ml der Lösung 2.3 und füllt mit destilliertem Wasser zur Marke auf. Der 1:20 verdünnte Wein enhält 5 g Lanthan je Liter.

Anmerkung: Für süße Weine ist die Konzentration von 5 g Lanthan je Liter nur ausreichend, wenn der Zuckergehalt in der Meßlösung (4.1) nicht mehr als 2,5 g/l beträgt. Für höhere Zuckerkonzentrationen muß der Lanthangehalt auf 10 g je Liter erhöht werden.

4.2. **Herstellung der Eichlösungen**

In fünf 100 ml-Meßkolben werden 0 — 5 — 10 — 15 und 20 ml der Lösung 2.2 gegeben, man fügt jeweils 10 ml der Lösung 2.3 hinzu und füllt mit destilliertem Wasser zur Marke auf. Die so hergestellten Eichlösungen enthalten 0 — 2,5 — 5 — 7,5 bzw. 10 mg/l Calcium und 5 g/l Lanthan. Die Lösungen werden in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

4.3. **Bestimmung**

Die Messung erfolgt bei 422,7 nm. Der Nullpunkt wird mit der 5 g/l Lanthan enthaltenden Lösung (4.2) eingestellt. Der verdünnte Wein und die nach 4.2 hergestellten Eichlösungen werden nacheinander gemessen; es werden jeweils 2 Messungen durchgeführt.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. **Berechnung**

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt.

Der Calciumgehalt C des verdünnten Weines wird der Eichkurve entnommen (Mittelwert aus 2 Messungen).

Der Calciumgehalt des Weines, ausgedrückt in Milligramm pro Liter ohne Dezimale, beträgt: $20 \cdot C$

5.2. **Wiederholbarkeit (r):**

< 60 mg/l : $r = 2{,}7$ mg/l

> 60 mg/l : $r = 4$ mg/l.

5.3. **Vergleichbarkeit (R):**

$R = 0{,}114\, x_i - 0{,}5$

x_i = Konzentration der Probe in mg/l.

30. EISEN

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Referenzmethode**

Eisen wird nach Entfernung des Alkohols und geeigneter Verdünnung direkt mittels Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt.

1.2. **Gebräuchliches Verfahren**

Nach Aufschluß des Weines mit Wasserstoffperoxid wird das nun als Eisen (III) vorliegende Gesamteisen zu Eisen (II) reduziert und die durch Reaktion mit 1,10 Phenanthrolin entstehende Rotfärbung gemessen.

2. REFERENZMETHODE

2.1. **Reagenzien**

2.1.1. Konzentrierte Eisen(III)-Eichlösung, 1 g/l.

Es wird eine handelsübliche Standardlösung verwendet. Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 8,6341 g Ammoniumeisen(III)-sulfat, $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$, in mit 1 M Salzsäure schwach angesäuertem, destilliertem Wasser gelöst und auf 1 Liter aufgefüllt werden.

2.1.2. Verdünnte Eisen(III)-Eichlösung, 100 mg/l.

2.2. **Gerätschaften**

2.2.1. Rotationsverdampfer

2.2.2. Atomabsorptionsspektrometer mit Brennerkopf für Luft/Acetylen.

2.2.3. Hohlkathodenlampe für Eisen.

2.3. **Durchführung der Bestimmung**

2.3.1. *Vorbereitung der Probe*

Zur Entfernung des Alkohols wird der Wein am Rotationsverdampfer (50 – 60 °C) auf die Hälfte eingeengt und mit destilliertem Wasser auf das ursprüngliche Volumen aufgefüllt.

Falls erforderlich, wird vor der Bestimmung eine Verdünnung vorgenommen.

2.3.2. *Herstellung der Eichlösungen*

In fünf 100 ml-Meßkolben werden 1 — 2 — 3 — 4 und 5 ml der Eichlösung mit 100 mg/l Eisen (2.1.2) gegeben und mit destilliertem Wasser auf 100 ml aufgefüllt. Die so hergestellten Lösungen enthalten 1 — 2 — 3 — 4 und 5 mg Eisen je Liter.

Diese Lösungen werden in Polyethylenflaschen aufbewahrt.

2.3.3. *Bestimmung*

Die Messung erfolgt bei 248,3 nm. Der Nullpunkt wird mit destilliertem Wasser eingestellt. Die gegebenenfalls verdünnte Probe und die nach 2.3.2 hergestellten Eichlösungen werden nacheinander gemessen; die Messungen werden jeweils doppelt ausgeführt.

2.4. **Angabe der Ergebnisse**

2.4.1. *Berechnung*

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt.

Der Eisengehalt der gegebenenfalls verdünnten Probe wird der Eichkurve entnommen (Mittelwert aus 2 Messungen).

Der Eisengehalt des Weines, ausgedrückt in Milligramm pro Liter ohne Dezimale, beträgt:

$C \cdot F$

F = Verdünnungsfaktor.

3. GEBRÄUCHLICHES VERFAHREN

3.1. **Reagenzien**

3.1.1. Wasserstoffperoxid, (H_2O_2) 30 % (g/v), eisenfrei.

3.1.2. Salzsäure, eisenfrei, 1 M.

3.1.3. Ammoniaklösung, (ρ_{20} = 0,92 g/ml).

3.1.4. Bimsstein, mit kochender, verdünnter Salzsäure (1/2) behandelt und mit destilliertem Wasser gewaschen.

3.1.5. 2,5%ige Hydrochinonlösung ($C_6H_6O_2$), angesäuert mit 1 ml konzentrierter Schwefelsäure (ρ_{20} = 1,84 g/ml) je 100 ml Lösung. Diese Lösung wird im Kühlschrank in einer dunklen Flasche aufbewahrt und beim geringsten Anzeichen einer Bräunung verworfen.

3.1.6. 20%ige Natriumsulfitlösung (Na_2SO_3), hergestellt aus neutralem, wasserfreiem Sulfit.

3.1.7. 0,5%ige Lösung von 1,10-Phenanthrolin ($C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$) in Alkohol 96 % Vol.

3.1.8. 20%ige Ammoniumacetatlösung, (CH_3COONH_4).

3.1.9. Eisen(III)-Lösung, 1 g/l. Es wird eine handelsübliche Standardlösung verwendet. Man kann diese Lösung auch herstellen, indem 8,6341 g Ammoniumeisen(III)-sulfat ($NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$) in 100 ml 1 M Salzsäure (3.1.2) gelöst und mit der Salzsäure (3.1.2) auf 1 000 ml aufgefüllt werden.

3.1.10 Verdünnte Eisen-Eichlösung, 100 ml/l.

3.2. **Gerätschaften**

3.2.1. 100 ml Kjeldahlkolben.

3.2.2. Spektralphotometer zur Messung bei 508 nm.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Aufschluß*

3.3.1.1. Weine mit einem Zuckergehalt von < 50 g/l

In einen 100 ml Kjeldahlkolben gibt man einige Bimssteinkörnchen (3.1.4), 25 ml Wein, 10 ml Wasserstoffperoxidlösung (3.1.1) und engt auf 2—3 ml ein.

Nach dem Abkühlen gibt man zum Rückstand Ammoniaklösung (3.1.3) in der zur Alkalisierung und Ausfällung der Hydroxide erforderlichen Menge, ohne dabei die Kolbenwand zu benetzen.

Nach dem Erkalten wird die alkalische Lösung mit so viel 1 M Salzsäure (3.1.2) versetzt, bis sich der Hydroxidniederschlag gelöst hat. Die Lösung wird dann unter Nachwaschen des Kolbens mit 1 M Salzsäure (3.1.2.) in einen 100 ml-Meßkolben überführt und mit 1 M Salzsäure (3.1.2) zur Marke aufgefüllt.

3.3.1.2. Moste und Wein mit einem Zuckergehalt > 50 g/l

3.3.1.2.1. Zuckergehalt zwischen 50 und 200 g/l:

25 ml Most oder Wein werden mit 20 ml Wasserstoffperoxidlösung (3.1.1) behandelt.

Man verfährt weiter wie unter 3.3.1.1 beschrieben.

3.3.1.2.2. Zuckergehalt > 200 g/l:

Die Most- und Weinproben werden zuvor auf die Hälfte oder ein Viertel verdünnt und nach 3.3.1.2.1 weiter behandelt.

3.3.2. *Leerwert*

Mit destilliertem Wasser und der gleichen Menge Wasserstoffperoxidlösung (3.1.1), wie sie für den Aufschluß verwendet wurde, wird nach dem in 3.3.1.1 beschriebenen Verfahren ein Leerwert angesetzt.

3.3.3. *Bestimmung*

In zwei 50 ml-Meßkölbchen gibt man je 20 ml der salzsauren Lösung der Probe (3.3.1) und des Leerwertes (3.3.2) und fügt jeweils 2 ml der Hydrochinonlösung (3.1.5), 2 ml der Sulfitlösung (3.1.6) und 1 ml der 1,10-Phenanthrolinlösung (3.1.7) hinzu. Man läßt 15 Minuten stehen, um die Reduktion des Fe III zu Fe II ablaufen zu lassen. Nun setzt man 10 ml der Ammoniumacetatlösung (3.1.8) hinzu, füllt mit destilliertem Wasser auf 50 ml auf und schüttelt um. Die Extinktion der zu untersuchenden Lösung wird bei 508 nm gegen den Leerwert gemessen.

3.3.4. *Eichung*

In vier 50 ml-Meßkölbchen werden 0,5 — 1 — 1,5 und 2 ml der Eichlösung mit 100 mg/l Eisen (3.1.10) und 20 ml destilliertes Wasser gegeben; man verfährt weiter wie unter 3.3.3 beschrieben. Diese Eichlösungen entsprechen 50 — 100 — 150 und 200 µg Eisen in der Meßlösung.

3.4. **Angabe der Ergebnisse**

3.4.1. *Berechnung*

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt. Der Eisengehalt C in mg/l der Meßlösung, entsprechend 20 ml der salzsauren Aufschlußlösung bzw. 5 ml der zu untersuchenden Probe, wird der Eichkurve entnommen.

Der Eisengehalt des Weines, ausgedrückt in mg/l mit einer Dezimale, beträgt:

$200 \cdot C$

Bei verdünnten Weinen (oder Mosten) beträgt der in mg/l Wein (oder Most) mit einer Dezimalstelle ausgedrückte Eisengehalt:

$200 \cdot C \cdot F$

F = Verdünnungsfaktor.

31. KUPFER

1. PRINZIP DER METHODE

Atomabsorptionsspektrometrie.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Platinschale.

2.2. Atomabsorptionsspektrometer.

2.3. Hohlkathodenlampe für Kupfer.

2.4. Betriebsgase: Luft/Acetylen oder Stickstoffmonoxid/Acetylen.

3. REAGENZIEN

3.1. Kupfermetall.

3.2. Salpetersäure, 65 % (HNO_3, ρ_{20} = 1,38 g/ml).

3.3. Verdünnte Salpetersäure, 1/2 (v/v).

3.4. Kupferlösung, 1 g/l

Es wird eine handelsübliche Kupfer-Standardlösung verwendet. Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 1,000 g Kupfermetall genau gewogen und in einem 1-Liter-Meßkolben mit der zur Lösung erforderlichen Menge verdünnter Salpetersäure (3.3) gelöst werden, man fügt sodann 10 ml Salpetersäure 65 % (3.2) zu und füllt mit bidestilliertem Wasser zur Marke auf.

3.5. Kupferlösung, 100 mg/l

10 ml der Lösung (3.4) werden in einem 100 ml-Meßkolben mit bidestilliertem Wasser zur Marke aufgefüllt.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung der Probe**

Falls erforderlich, wird eine geeignete Verdünnung mit bidestilliertem Wasser hergestellt.

4.2. **Herstellung der Eichlösungen**

0,5 — 1 bzw. 2 ml der Lösung 3.5 (100 mg/l Cu) werden jeweils in 100 ml-Meßkolben pipettiert und mit bidestilliertem Wasser zur Marke aufgefüllt. Die Lösungen enthalten 0,5 — 1 bzw. 2 mg/l Kupfer.

4.3. **Bestimmung**

Die Messung wird bei 324,8 nm durchgeführt. Der Nullpunkt wird mit bidestilliertem Wasser eingestellt. Die gegebenenfalls verdünnte Probe und die nach 4.2 hergestellten Eichlösungen werden nacheinander gemessen. Die Messungen werden jeweils doppelt ausgeführt.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. **Berechnung**

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt.

Der Kupfergehalt C in mg/l wird entsprechend der Extinktion der Eichkurve entnommen (Mittelwert aus 2 Messungen).

Der Kupfergehalt des Weines, ausgedrückt in Milligramm pro Liter mit zwei Dezimalen, beträgt:

$C \cdot F$

F = Verdünnungsfaktor.

Anmerkung:

a) Die Eichlösungen und die Verdünnung der Probe sind entsprechend der Empfindlichkeit des verwendeten Gerätes und der Konzentration des Kupfers in der zu untersuchenden Probe zu wählen.

b) Bei sehr niedrigen Kupferkonzentrationen in der zu untersuchenden Probe ist wie folgt zu verfahren: 100 ml der zu untersuchenden Probe werden in einer Platinschale auf dem Wasserbad bis zur sirupösen Konsistenz eingedampft und tropfenweise mit 2,5 ml konzentrierter Salpetersäure (3.2) versetzt, wobei möglichst der Boden der Schale bedeckt sein muß. Der Rückstand wird vorsichtig auf einer elektrischen Heizplatte oder auf einer kleinen Flamme verascht und die Platinschale für etwa 1 Stunde bei 500 °C (±25 °C) in den Muffelofen gestellt. Nach dem Abkühlen wird die Asche mit 1 ml konzentrierter Salpetersäure (3.2) befeuchtet, mit einem Glasstab zu einem Brei verrührt und erneut unter den oben angegebenen Bedingungen eingedampft und verascht. Die Platinschale wird wiederum für 15 Minuten in den Muffelofen gestellt und die Behandlung mit konzentrierter Salpetersäure mindestens 3 mal wiederholt. Danach wird die Asche in 1 ml konzentrierter Salpetersäure (3.2) und 2 ml bidestilliertem Wasser gelöst und in ein 10 ml-Meßkölbchen gebracht. Die Platinschale wird 3 mal mit je 2 ml bidestilliertem Wasser nachgewaschen.

32. CADMIUM

1. PRINZIP DER METHODE

Das Cadmium wird direkt im Wein mittels flammenloser Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt.

2. GERÄTSCHAFTEN

Die verwendeten Glasgeräte müssen vorher mit heißer (70 – 80 °C), konzentrierter Salpetersäure gewaschen und mit bidestilliertem Wasser nachgespült sein.

2.1. Atomabsorptionsspektrometer, ausgerüstet mit einem Graphitrohr, einem Untergrundkompensator und einem Kompensationsschreiber.

2.2. Hohlkathodenlampe für Cadmium.

2.3. Mikroliterpipette für die Atomabsorptionsmessung, 5 µl.

3. REAGENZIEN

Das verwendete Wasser sollte bidestilliertes Wasser aus einer Borosilikatglasapparatur oder Wasser der gleichen Qualität sein. Alle Reagenzien müssen Analysenqualität haben und vor allem cadmiumfrei sein.

3.1. o-Phosphorsäure 85%ig (ρ_{20} = 1,71 g/ml).

3.2. Verdünnte Phosphorsäurelösung: 8 ml o-Phosphorsäure (2.1) werden mit Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

3.3. Lösung des Dinatriumsalzes der Ethylendinitrilotetraessigsäure 0,02 M EDTA.

3.4. Pufferlösung pH 9: 5,4 g Ammoniumchlorid werden in einem 100 ml-Meßkölbchen in einigen Milliliter Wasser gelöst; man fügt 35 ml einer Lösung von Ammoniumhydroxid (ρ_{20} = 0,92 g/ml), 25%ig (v/v), hinzu und füllt mit Wasser zur Marke auf.

3.5. Eriochromschwarz T: 1 % (g/g) in Natriumchlorid.

3.6. Cadmiumsulfat ($3CdSO_4$, $8H_2O$)

Gehaltsbestimmung:

Man wägt genau 102,6 mg Cadmiumsulfat ab und bringt dieses quantitativ mit Wasser in einen Erlenmeyerkolben und schüttelt bis zur Lösung. Sodann fügt man 5 ml der Pufferlösung (2.4) und etwa 20 mg Eriochromschwarz T hinzu und titriert mit 0,02 M EDTA-Lösung (2.3) bis zum Farbumschlag nach blau.

Verbrauchte ml EDTA = 20 ml. Weicht das Volumen etwas ab, korrigiert man entsprechend die Cadmiumsulfatmenge für die Herstellung der Referenzlösung.

3.7. Cadmiumstandardlösung 1 g/l

Es wird eine handelsübliche Standardlösung verwendet. Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 2,2820 g Cadmiumsulfat mit Wasser zu 1 Liter gelöst werden. Die Lösung wird in einer Borosilikatglasflasche mit Schliffstopfen aufbewahrt.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung der Probe**

Der Wein wird mit der Phosphorsäurelösung (2.2) im Verhältnis 1:2 verdünnt.

4.2. Durch sukzessives Verdünnen der Cadmiumstandardlösung (3.7) werden Eichlösungen hergestellt, die 2,5—5—10 und 15 Mikrogramm Cadmium pro Liter (µg/l) enthalten.

4.3. **Bestimmung**

4.3.1. *Ofen-Programm (die Parameter sind beispielhaft angegeben)*

Trocknung bei 100 °C: 30 Sek.

Veraschung bei 900 °C: 20 Sek.

Atomisierung bei 2 250 °C: 2 – 3 Sek.

Strömungsgeschwindigkeit des Stickstoffs: 6 l/Min.

Anmerkung: Zum Ausheizen des Ofens wird nach Beendigung des Programms auf 2 700 °C aufgeheizt.

4.3.2. *Messung*

Die Messung erfolgt bei 228,8 nm. Der Nullpunkt wird mit bidestilliertem Wasser eingestellt. Der verdünnte Wein und die nach 4.2 hergestellten Eichlösungen (5 µl) werden nacheinander injiziert und gemessen. Es werden jeweils 3 Injektionen durchgeführt. Aus den 3 Injektionen wird der Mittelwert berechnet.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. **Berechnung**

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt. Der Cadmiumgehalt C des verdünnten Weines (Mittelwert aus 3 Injektionen) wird der Eichkurve entnommen. Der Cadmiumgehalt des Weines, ausgedrückt in Mikrogramm pro Liter (µg/l), beträgt 2 C.

33. SILBER

1. PRINZIP DER METHODE

Atomabsorptionsspektrometrie nach Veraschung der Probe.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Platinschale.

2.2. Wasserbad, 100 °C.

2.3. Muffelofen, 500—525 °C.

2.4. Atomabsorptionsspektrometer.

2.5. Hohlkathodenlampe für Silber.

2.6. Betriebsgase: Luft/Acetylen.

3. REAGENZIEN

3.1. Silbernitrat ($AgNO_3$).

3.2. Salpetersäure (HNO_3, ρ_{20} = 1,38 g/ml).

3.3. Verdünnte Salpetersäure, 1:10 (v/v).

3.4. Silberlösung, 1 g/l

Es wird eine handelsübliche Silber-Standardlösung verwendet.

Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 1,5750 g Silbernitrat ($AgNO_3$) in einem 1-Liter-Meßkolben mit verdünnter Salpetersäure gelöst und mit dieser zur Marke aufgefüllt werden.

3.5. Silberlösung, 10 mg/l

10 ml der Lösung (3.4) werden in einem 1-Liter-Meßkolben mit verdünnter Salpetersäure (3.3) zur Marke aufgefüllt.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung der Probe**

20 ml der zu untersuchenden Probe werden in einer Platinschale auf dem siedenden Wasserbad zur Trockne eingedampft und im Muffelofen bei 500 bis 525 °C verascht. Die weiße Asche wird in 1 ml konzentrierter Salpetersäure (3.2) aufgenommen und auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht; dieser Vorgang wird nochmals wiederholt. Sodann wird die Asche mit 5 ml verdünnter Salpetersäure (3.3) unter leichtem Erwärmen gelöst.

4.2. **Herstellung der Eichlösungen**

2 - 4 - 6 - 8 - 10 und 20 ml der Lösung (3.5) werden jeweils in 100-ml-Meßkolben mit verdünnter Salpetersäure (3.3) zur Marke aufgefüllt. Diese Lösungen enthalten 0,20 - 0,40 - 0,60 - 0,80 - 1,0 und 2,0 mg/l Silber.

4.3. **Bestimmung**

Die Messung wird bei 328,1 nm durchgeführt. Der Nullpunkt wird mit der verdünnten Salpetersäure (3.3) eingestellt. Die nach 4.1 erhaltene Lösung und die Eichlösungen werden nacheinander gemessen. Die Messungen werden jeweils doppelt ausgeführt.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. **Berechnung**

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt.

Der Silbergehalt C in mg/l der nach 4.1 erhaltenen Lösung wird entsprechend der gemessenen Extinktion der Eichkurve entnommen.

Der Silbergehalt des Weines, ausgedrückt in Milligramm pro Liter mit 2 Dezimalstellen, beträgt: 0,25 C.

Anmerkung: Die Eichlösungen, das Probevolumen und das Endvolumen der Meßlösung sind entsprechend der Empfindlichkeit des verwendeten Gerätes zu wählen.

34. ZINK

1. PRINZIP

Zink wird nach Entfernung des Alkohols direkt aus dem Wein mittels Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt.

2. REAGENZIEN

Das hier verwendete Wasser muß ein in einem Borosilicatglas (Duranglas) bidestilliertes Wasser oder Wasser gleicher Reinheit sein.

2.1. Zink-Standardlösung, 1 g/l.

Es wird eine handelsübliche Zink-Standardlösung verwendet.

Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 4,3975 g Zinksulfat ($ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$) in Wasser gelöst und auf 1 Liter aufgefüllt werden.

2.2. Verdünnte Zink-Standardlösung, 100 mg/l.

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Rotationsverdampfer.

3.2. Atomabsorptionsspektrometer mit einem Brennerkopf für Luft/Acetylen.

3.3. Hohlkathodenlampe für Zink.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. Vorbereitung der Probe

Zur Entfernung des Alkohols werden 100 ml Wein am Rotationsverdampfer (50—60 °C) auf die Hälfte eingeengt und mit bidestilliertem Wasser auf das Ausgangsvolumen von 100 ml wieder aufgefüllt.

4.2. Herstellung der Eichlösungen

In vier 100-ml-Meßkolben werden 0,5 - 1 - 1,5 und 2 ml Zink-Standardlösung (2.2) (100 mg/l) gegeben und zur Marke mit bidestilliertem Wasser aufgefüllt. Der Zinkgehalt dieser Lösungen entspricht 0,5 - 1 - 1,5 und 2 mg/l.

4.3. Bestimmung

Die Messung wird bei 213,9 nm durchgeführt. Der Nullpunkt wird mit bidestilliertem Wasser eingestellt. Der Wein und die Eichlösungen werden nacheinander gemessen. Die Messungen werden jeweils doppelt durchgeführt.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. Berechnung

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt. Der Zinkgehalt des Weines wird der Eichkurve entnommen (Mittelwert aus 2 Messungen). Die Angabe erfolgt in mg/l mit 1 Dezimale.

35. BLEI

1. PRINZIP

Das Blei wird direkt im Wein mittels flammenloser Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt.

2. GERÄTSCHAFTEN

Die verwendeten Glasgeräte müssen vorher mit heißer (70—80 °C), konzentrierter Salpetersäure gewaschen und mit didestilliertem Wasser nachgespült sein.

2.1. Atomabsorptionsspektrometer ausgerüstet mit einem Graphitrohr, einem Untergrundkompensator und einem Kompensationsschreiber.

2.2. Hohlkathodenlampe für Blei.

2.3. Mikroliterpipette für die Atomabsorptionsmessung, 5 µl.

3. REAGENZIEN

Alle Reagenzien müssen Analysenqualität haben und vor allem bleifrei sein. Das verwendete Wasser sollte bidestilliertes Wasser oder Wasser der gleichen Qualität sein.

3.1. o-Phosphorsäure, 85 %ig (ρ_{20} = 1,71 g/ml).

3.2. Verdünnte Phosphorsäurelösung: 8 ml o-Phosphorsäure (2.1) werden mit Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

3.3. Salpetersäure, 65 %ig, (ρ_{20} = 1,38 g/ml).

3.4. Bleistandardlösung, 1 g/l.

Es wird eine handelsübliche Standardlösung verwendet. Diese Lösung kann auch hergestellt werden, indem 1,6000 g Blei-II-nitrat $Pb(NO_3)_2$ in verdünnter Salpetersäure, 1 % (v/v), gelöst und auf 1 Liter aufgefüllt werden. Die Lösung wird in einer Glasflasche mit Schliffstopfen aufbewahrt.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung der Probe**

Der Wein wird entsprechend dem vermuteten Bleigehalt mit der Phosphorsäurelösung (2.2) verdünnt (1:2 oder 1:3).

4.2. Durch sukzessives Verdünnen der Bleistandardlösung (2.4) mit bidestilliertem Wasser werden Eichlösungen hergestellt, die 25 - 50 - 100 und 150 µg Blei pro Liter enthalten.

4.3. Bestimmung

4.3.1. *Ofen-Programm (die Parameter sind nur beispielhaft angegeben)*

Trocknung bei 100 °C: 30 Sek.

Veraschung bei 900 °C: 20 Sek.

Atomisierung bei 2 250 °C: 2—3 Sek.

Strömungsgeschwindigkeit des Stickstoffs: 6 l/Min.

Anmerkung: Zum Ausheizen des Ofens wird nach Beendigung des Programms auf 2 700 °C aufgeheizt.

4.3.2. *Messung*

Die Messung erfolgt bei 217 nm. Der Nullpunkt wird mit bidestilliertem Wasser eingestellt. Der verdünnte Wein und die nach 4.2 hergestellten Eichlösungen werden nacheinander injiziert und gemessen. Es werden jeweils 3 Injektionen durchgeführt.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

5.1. **Berechnung**

Aus den Werten der Eichlösungen wird eine Eichkurve aufgestellt. Der Bleigehalt C des verdünnten Weines wird der Eichkurve entnommen (Mittelwert aus 3 Injektionen). Der Bleigehalt des Weines, ausgedrückt in Mikrogramm pro Liter (µg/l), beträgt:

$C \times F$.

F = Verdünnungsfaktor.

36. FLUORID

1. PRINZIP

Der Fluoridgehalt des Weines wird, nach Zusatz einer Pufferlösung, mit einer ionensensitiven Festkörpermembranelektrode bestimmt. Das gemessene Potential ist proportional dem Logarithmus der Fluorionenaktivität in der Meßlösung gemäß Funktion

$$E = E_o \pm S \log a_F$$

E = gemessenes Potential der ionensensitiven Elektrode gegen die Bezugselektrode in der Meßlösung.

E_o = Standardpotential der Meßkette.

S = Steigung der ionensensitiven Elektrode (Nernstfaktor). Die theoretische Steigung beträgt bei 25 °C 59,2 mV je Aktivitätsdekade.

a_F = Aktivität der Fluorionen in der Meßlösung.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Fluorsensitive Festkörpermembranelektrode.

2.2. Referenzelektrode (Kalomel oder Ag/AgCl).

2.3. Millivoltmeter (pH-Meter mit spreizbarem Millivoltbereich oder Ionometer). Genauigkeit 0,1 mV.

2.4. Magnetrührer mit Isolierauflage zur Abschirmung der Probe vor Motorwärme. Rührstäbchen, kunststoffbeschichtet (Polyethylen oder gleichwertiges Material).

2.5. Kunststoffbecher, 30 bzw. 50 ml, sowie Kunststoffflaschen (Polyethylen oder gleichwertiges Material).

2.6. Präzisionspipetten (Mikroliterpipetten oder gleichwertige andere Pipetten).

3. REAGENZIEN

3.1. Fluorid-Stammlösung 1 000 mg/l.

Es wird eine handelsübliche Standardlösung verwendet. Man kann diese Lösung auch wie folgt herstellen: 2,210 g Natriumfluorid z. A. (drei bis vier Stunden bei 105 °C getrocknet) werden in destilliertem Wasser gelöst. Anschließend wird mit destilliertem Wasser auf 1 000,0 ml aufgefüllt. Die Lösung wird in einer Kunststoffflasche aufbewahrt.

3.2. Fluorid-Standardlösungen geeigneter Konzentration werden durch Verdünnen der Stammlösung mit destilliertem Wasser bereitet und in Kunststoffflaschen aufbewahrt. Standardlösungen mit Gehalten im ppm-Bereich sollten unmittelbar vor Gebrauch bereitet werden.

3.3. Citrat-Puffer pH 5.5.

10 g 1.2-Cyclohexylendinitrilotetraessigsäure (CDTA) z. A. werden in destilliertem Wasser aufgeschlämmt und einer Lösung von 58 g Natriumchlorid z. A. und 29,4 g tri-Natriumcitrat $2H_2O$ z. A. in 700 ml destilliertem Wasser zugesetzt. Durch Zugabe von 32%iger Natronlauge (ca. 6 ml) wird CDTA gelöst.

Anschließend setzt man 57 ml Eisessig (ρ_{20} = 1,05 g/ml) zu und stellt mit 32 %iger Natronlauge (ca. 45 ml) auf pH 5.5 ein. Nach dem Abkühlen wird mit destilliertem Wasser auf 1 Liter aufgefüllt.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

Vorbemerkung:

Es ist darauf zu achten, daß alle Lösungen während der Messung bei einer Temperatur von 25 ± 1 °C gehalten werden. (Eine Abweichung um ± 1 °C bewirkt eine Änderung der theoretischen Steigung um ca. ± 0,2 mV).

4.1. Direkte Bestimmung

In einen Kunststoffbecher wird eine definierte Menge Wein gegeben und mit dem gleichen Volumen Pufferlösung 3.3 versetzt. Während des anschließenden Meßvorganges wird die Lösung mit gleichbleibender mäßiger Geschwindigkeit gerührt.

Es wird bis zur Anzeigenkonstanz im Abstand von 3 Minuten der Potentialwert in mV abgelesen. Als Anzeigenkonstanz wird eine Änderung von höchstens 0,2—0,3 mV/3 Min. betrachtet.

4.2. Bestimmung mit dem Standardadditionsverfahren

Ohne das Rühren zu unterbrechen, wird der Meßlösung 4.1 mit einer Präzisionspipette ein bestimmtes Volumen einer Fluorid-Standardlösung zugesetzt und bei Anzeigenkonstanz der Potentialwert in mV abgelesen.

Die Konzentration der addierten Standardlösung ist so zu wählen, daß

a) die Fluoridkonzentration der Meßlösung 4.1 auf etwa das Doppelte bzw. Dreifache erhöht wird und

b) die Volumenerhöhung der Meßlösung durch die Standardzugabe praktisch vernachlässigbar bleibt (< 1 %).
(Die Bedingung b) vereinfacht die Berechnung, siehe 5)

Die ungefähre Konzentration der Meßlösung 4.1 wird einer Eichkurve entnommen, die mit den 0,1 - 0,2 - 0,5 - 1,0 - 2,0 mg/l Fluorid enthaltenden Standardlösungen nach 4.1 aufgestellt wird. Die Eichkurve wird auf halblogarithmischem Papier aufgetragen.

Anmerkung: Liegt die ungefähre Konzentration der Meßlösung oberhalb des Eichbereiches, ist die Probe entsprechend zu verdünnen.

Beispiel:

Der ungefähre Gehalt der Meßlösung 4.1 (Volumen 20 ml) sei 0,25 mg/l F^-. Die Konzentration wird um 0,25 mg/l erhöht. Dazu werden der Lösung beispielsweise 0,20 ml (= 1 %) einer 25 mg/l F^- enthaltenden oder 0,050 ml einer 100 mg/l F^- enthaltenden Standardlösung mit jeweils geeigneten Präzisionspipetten zugefügt.

5. BERECHNUNG

Der Fluoridgehalt der Meßlösung in mg/l ergibt sich aus folgender allgemeiner Formel:

$$C_F = \frac{V_a \times C_a}{V_o} \times \frac{1}{(antilog\ \Delta E/S) - 1}$$

C_F = gesuchte Fluoridkonzentration der Meßlösung (mg/l).

C_a = Konzentration der addierten Standardlösung (mg/l) (V_a).

V_o = ursprüngliches Volumen der Meßlösung vor Addition (ml).

V_a = Volumen der addierten Standardlösung (ml).

ΔE = Differenz der nach 4.1 und 4.2 erhaltenen Potentialwerte E_1 und E_2 (mV).

S = Steigung der Elektrode in der Meßlösung.

Ist V_a gegen V_o vernachlässigbar klein (siehe 4.2), gilt die vereinfachte Formel

$$C_F = C_a \times \frac{1}{(antilog\ \Delta E/S) - 1}$$

Der erhaltene Wert ist mit dem durch den Pufferzusatz (4.1) gegebenen Verdünnungsfaktor zu multiplizieren.

37. KOHLENDIOXID

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Referenzmethode**

1.1.1. *Stillweine* (Überdruck $CO_2 < 0{,}5 \cdot 10^5$ Pa) (1)

Einem aliquoten Teil der auf etwa 0 °C gekühlten Probe wird so viel Lauge zugesetzt, daß ein pH-Wert von 10—11 erreicht wird. Man titriert mit einer Säure in Gegenwart von Carbo-Anhydrase. Der Gehalt an Kohlendioxid errechnet sich aus der zur Titration von pH 8,6 (Bicarbonat) auf pH 4,0 (Kohlensäure) benötigten Menge an Säure unter Berücksichtigung des Leerwertes (von Kohlendioxid befreiter Wein).

1.1.2. *Perlweine und Schaumweine*

Die Probe wird bis etwa zum Gefrierpunkt gekühlt. Nach Entnahme einer bestimmten Menge für den Blindwert bindet man in der übrigen Probe die Kohlensäure durch Alkalisieren in Form von Natriumcarbonat. Man titriert mit einer Säure in Gegenwart von Carbo-Anhydrase. Der Gehalt an Kohlendioxid errechnet sich aus der zur Titration von pH 8,6 (Bicarbonat) auf pH 4,0 (Kohlensäure) benötigten Menge an Säure unter Berücksichtigung des Leerwertes (von Kohlendioxid befreiter Wein).

1.2. **Gebräuchliche Methode:** Perlweine und Schaumweine

Druckmessung: direkte Messung des Überdrucks in der Flasche mit einem Aphrometer.

2. REFERENZMETHODE

2.1. Stillweine (Überdruck $< 0{,}5 \cdot 10^5$ Pa).

2.1.1. *Gerätschaften*

2.1.1.1. Magnetrührer.

2.1.1.2. pH-Meßgerät.

2.1.2. *Reagenzien*

2.1.2.1. Natronlauge (NaOH), 0,1 M.

2.1.2.2. Schwefelsäure (H_2SO_4), 0,05 M.

2.1.2.3. Carbo-Anhydrase, 1 g/l.

2.1.3. *Durchführung der Bestimmung*

Probe und 10 ml-Pipette werden auf 0 °C gekühlt.

In ein 100 ml-Becherglas werden 25 ml Natronlauge (2.1.2.1) gegeben; man fügt 2 Tropfen der wäßrigen Carbo-Anhydrase-Lösung (2.1.2.3) zu. In die Lauge gibt man 10 ml des auf 0 °C gekühlten Weines unter Verwendung der ebenfalls auf 0 °C gekühlten Pipette.

(1) 10^5 Pascal (Pa) = 1 bar.

Sodann gibt man ein Magnetstäbchen in das Becherglas, stellt dieses auf einen Magnetrührer und hängt die Elektrode ein.

Unter mäßigem Rühren wartet man, bis der Inhalt die umgebende Temperatur angenommen hat und fügt dann langsam 0,05 M Schwefelsäure (2.1.2.2) bis zum pH 8,6 zu.

Danach gibt man weiter 0,05 M Schwefelsäure (2.1.2.2) bis zum pH 4,0 zu. n = verbrauchte ml 0,05 M Schwefelsäure zwischen pH 8,6 und 4,0.

Leerwert: 50 ml Wein werden durch etwa 3minütiges Schütteln an der Wasserstrahlpumpe auf dem Wasserbad bei 25 °C von Kohlensäure befreit. 10 ml der so entcarbonisierten Probe werden wie oben beschrieben behandelt.

n' = verbrauchte ml 0,05 M Schwefelsäure zwischen pH 8,6 und 4,0.

2.1.4. *Angabe der Ergebnisse*

1 ml 0,05 M Schwefelsäure = 4,4 mg CO_2.

Die Menge an Kohlendioxid in g/l Wein ist 0,44 (n — n').

Sie wird mit 2 Dezimalstellen angegeben.

Anmerkung: Beträgt der Gehalt an Kohlendioxid weniger als 1 g/l, ist die Zugabe von Carbo-Anhydrase nicht erforderlich.

2.2. **Perlweine und Schaumweine**

2.2.1. *Gerätschaften*

2.2.1.1. Magnetrührer.

2.2.1.2. pH-Meßgerät.

2.2.2. *Reagenzien*

2.2.2.1. Natronlauge (NaOH), 50 % (g/g).

2.2.2.2. Schwefelsäure (H_2SO_4), 0,05 M.

2.2.2.3. Carbo-Anhydrase, 1 g/l.

2.2.3. *Durchführung der Bestimmung*

An der Flasche mit dem zu analysierenden Wein wird die Füllhöhe markiert und dann bis zum Beginn des Gefrierens gekühlt.

Man läßt die Flasche unter Schütteln bis zum Verschwinden der Eiskristalle sich langsam erwärmen, entkorkt schnell und gibt in einen graduierten Meßzylinder 45 bis 50 ml Wein (zur Bestimmung des Leerwertes). Das exakte Volumen „v" stellt man durch Ablesen am Meßzylinder fest, nachdem die Probe Zimmertemperatur erreicht hat.

Sobald die Probenahme für den Leerwert stattgefunden hat, gibt man zum Flascheninhalt (750 ml) 20 ml der 50 %igen Natronlauge (2.2.2.1).

Man wartet, bis die Probe Zimmertemperatur angenommen hat.

In ein 100 ml-Becherglas gibt man 30 ml ausgekochtes, destilliertes Wasser, 2 Tropfen Carbo-Anhydrase-Lösung (2.2.2.3) sowie 10 ml des alkalisierten Weines.

Sodann gibt man ein Magnetstäbchen in das Becherglas, stellt dieses auf einen Magnetrührer und hängt die Elektrode ein.

Unter Rühren fügt man langsam 0,05 M Schwefelsäure (2.2.2.2) bis zum pH 8,6 zu.

Danach gibt man weiter 0,05 M Schwefelsäure (2.2.2.2) bis zum pH 4,0 zu. n = verbrauchte ml 0,05 M Schwefelsäure zwischen pH 8,6 und 4,0.

Leerwert: Zur Entfernung der Kohlensäure werden die obengenannten „v" ml Wein wie unter 2.1.3 beschrieben behandelt. 10 ml der so entcarbonisierten Probe werden in 30 ml ausgekochtes, destilliertes Wasser gegeben, und 2 bis 3 Tropfen Natronlauge (2.2.2.1) werden zugefügt, um die Lösung auf einen pH von 10—11 zu bringen. Dann verfährt man weiter wie oben beschrieben. n′ = verbrauchte ml 0,05 M Schwefelsäure zwischen pH 8,6 und 4,0.

2.2.4. *Angabe der Ergebnisse*

1 ml 0,05 M Schwefelsäure = 4,4 mg CO_2.

Man bestimmt das Ausgangsvolumen (auf 1 ml genau), indem man die Flasche leert und mit Wasser bis zur Markierung füllt: = V ml.

$$g/l\ CO_2 = 0{,}44\,(n - n') \cdot \frac{V - v + 20}{V - v}$$

Der Gehalt an CO_2 wird mit 2 Dezimalen angegeben.

2.3. **Berechnung des Überdruckes**

Der Überdruck bei 20 °C $Paph_{20}$ ausgedruckt in Pascal, ist gegeben durch die Formel:

$$Paph_{20} = \frac{Q}{1{,}951 \times 10^{-5}\,(0{,}86 - 0{,}01\,A)\,(1 - 0{,}00144\,Z)} - Patm$$

mit:

Q: CO_2-Gehalt des Weines in g/l.

A: Alkoholgehalt des Weines in % Vol.

Z: Zuckergehalt des Weines in g/l.

Patm: Atmosphärendruck, ausgedrückt in Pascal.

3. GEBRÄUCHLICHE METHODE (FÜR PERL- UND SCHAUMWEINE)

3.1. **Gerätschaften**

3.1.1. *Aphrometer*

Das Spezialmanometer, mit dem bei Perl- und Schaumweinen der Überdruck in der Flasche gemessen wird, bezeichnet man als Aphrometer.

Je nach Art der Flaschenverschlüsse (Metallkapsel, Kronenkorken, Natur- oder Kunststoffkorken) werden unterschiedliche Aphrometer verwendet (Abbildungen 1 und 2).

Das Manometer muß eine Einteilung in Pascal (Pa) (1) aufweisen. Zweckmäßigerweise wird eine Einteilung in 10^5 Pa oder Kilo-Pascal (kPa) gewählt.

(1) 1 Pascal (Pa) = 1 N/m^2 = 10^{-5}bar.

Es gibt verschiedene Güteklassen. Für genaue Messungen wird die Güteklasse 1 empfohlen. Die Güteklasse ist ausgedrückt in Prozent der Genauigkeit mit der die Skala abgelesen werden kann (Beispiel: Manometer 1 000 kPa, Güteklasse 1, d. h. Maximaldruck = 1 000 kPa, Ablesegenauigkeit ± 10 kPa).

Die Manometer müssen regelmäßig überprüft werden (mindestens 1 mal pro Jahr).

3.2. **Durchführung der Bestimmung**

Die Messung wird nach Einstellung der Temperatur (mindestens 24 Stunden) durchgeführt. Nach dem Durchstechen der Kapsel oder des Korkens mit dem Aphrometer wird die Flasche kräftig geschüttelt, bis der Druck konstant ist, danach wird die Ablesung vorgenommen.

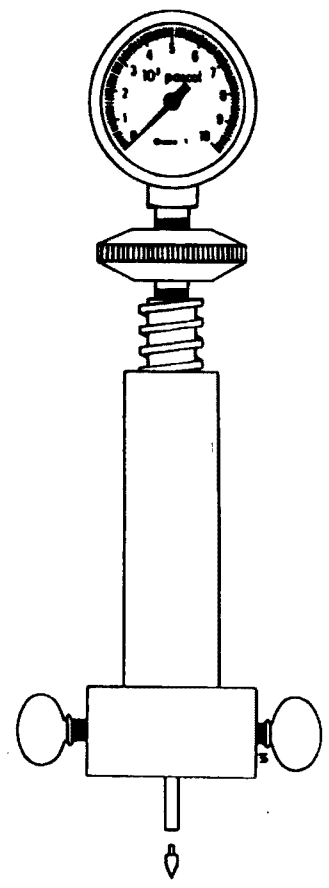


Abb. 1: Aphrometer für Metallverschlüsse

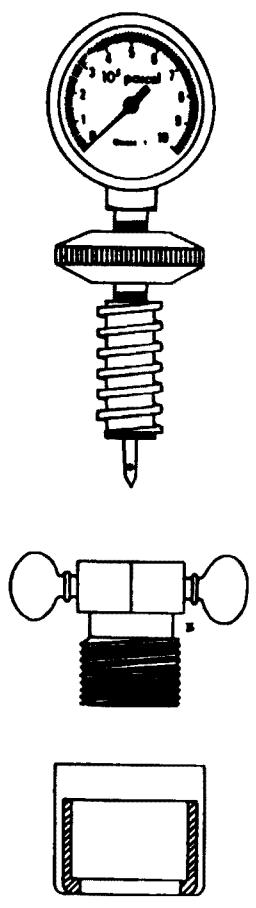


Abb. 2: Aphrometer für Kork- und Kunststoffstopfen

3.3. **Angabe der Ergebnisse**

Der Überdruck bei 20 °C ($Paph_{20}$) wird in Pascal (Pa) oder in Kilopascal (kPa) angegeben.

Die Angabe muß in Übereinstimmung mit der Genauigkeit des Manometers erfolgen (z. B. 6,3 · 10^5 Pa oder 630 kPa, nicht aber 6,33 · 10^5 Pa oder 633 kPa für ein Manometer 1 000 kPa der Güteklasse 1).

Weicht die Meßtemperatur von 20 °C ab, wird der gemessene Druck mit dem in Tabelle 1 angegebenen Koeffizienten

$$\frac{Paph_{20}}{Paph_t}$$

multipliziert, um ihn auf 20 °C umzurechnen.

4. BEZIEHUNG ZWISCHEN DEM DRUCK UND DEM GEHALT AN CO_2 IN PERL- ODER SCHAUMWEINEN (1)

Ausgehend von dem Überdruck bei 20 °C ($Paph_{20}$) berechnet man den absoluten Druck bei 20 °C ($Pabs_{20}$):

$Pabs_{20} = Patm + Paph_{20}$

(1) Es ist nicht erforderlich, die anderen Gase (O_2, N_2 usw.), die nur in kleinen Mengen vorhanden sind und keinen Einfluß auf den Überdruck haben, zu berücksichtigen.

Patm = Atmosphärendruck in Pascal.

Der Gehalt an CO_2 im Wein ist durch folgende Beziehung gegeben:

— Liter CO_2/Liter Wein:

$0{,}987 \cdot 10^{-5}\ Pabs_{20}\ (0{,}86 - 0{,}01\ A)\ (1 - 0{,}00144\ Z)$

— g CO_2/Liter Wein:

$1{,}951 \cdot 10^{-5}\ Pabs_{20}\ (0{,}86 - 0{,}01\ A)\ (1 - 0{,}00144\ Z)$.

A = Alkohol des Weines bei 20 °C in % Vol.

Z = Zuckergehalt des Weines in g/l.

Tabelle 1

Verhältnis des Überdrucks $Paph_{20}$ eines Perl- oder Schaumweines bei 20 °C zum Überdruck $Paph_t$ bei einer Temperatur t °C

0	1,85	13	1,24
1	1,80	14	1,20
2	1,74	15	1,16
3	1,68	16	1,13
4	1,64	17	1,09
5	1,59	18	1,06
6	1,54	19	1,03
7	1,50	20	1,00
8	1,45	21	0,97
9	1,40	22	0,95
10	1,36	23	0,93
11	1,32	24	0,91
12	1,28	25	0,88

38. CYANVERBINDUNGEN

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Schnellmethode:** Prüfung der mit Kaliumhexacyanoferrat (II) behandelten Weine.

Nachweis der Abwesenheit von kolloidalem Eisen(III)hexacyanoferrat(II).

Nachweis der Abwesenheit von gebildetem Eisen(III)hexacyanoferrat(II) durch ein dem angesäuerten Wein zugesetztes Eisen(III)-Salz.

Nachweis von Eisen, das durch Zugabe eines Gemisches von Kaliumhexacyanoferrat(II) und Kaliumhexacyanoferrat(III) aus dem angesäuerten Wein ausgefällt wird.

1.2. **Gebräuchliche Methode**

Argentometrische Bestimmung der gesamten Blausäure, die durch Säurehydrolyse in Freiheit gesetzt und durch Destillation abgetrennt wird.

2. SCHNELLMETHODE

Prüfung der mit Kaliumhexacyanoferrat (II) behandelten Weine.

2.1. **Gerätschaften**

Die Gerätschaften können wahlweise verwendet werden:

2.1.1. Zentrifuge mit einer Zentrifugalkraft von 1 200—1 500 g.

2.1.2. Einrichtung zur Membranfiltration und Membranfilter (Porengröße 0,45 µm).

2.2. **Reagenzien**

2.2.1. Verdünnte Salzsäure ½ (v/v), hergestellt aus eisenfreier Salzsäure (HCl), (ρ_{20} = 1,18 – 1,19 g/ml).

2.2.2. Ammoniumeisen(III)-sulfatlösung, $Fe_2 (SO_4)_3 (NH_4)_2 SO_4 24H_2O$, 15 %ig (g/v).

2.2.3. Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung, $K_4 [Fe (CN)_6] \cdot 3H_2O$, 10 %ig (g/v).

2.2.4. Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung, $K_3 [Fe (CN)_6] \cdot$ 10 %ig (g/v).

Jeweils frisch herzustellen.

2.3. **Durchführung der Bestimmung**

2.3.1. *Nachweis von kolloidalem Eisen(III)hexacyanoferrat(II):*

Man schüttelt die Probe und gibt 20 ml Wein und 1 ml verdünnte Salzsäure (2.2.1) in ein spitz zulaufendes 300 ml-Zentrifugenglas. Man zentrifugiert 15 Minuten oder filtriert über ein Membranfilter (Porengröße 0,45 µm). Der Bodensatz bzw. Filterrückstand muß frei von blauen Partikeln sein.

2.3.2. *Nachweis von löslichen Hexacyanoferrat(II)ionen:*

Zu dem nach 2.3.1 erhaltenen Zentrifugat bzw. Filtrat gibt man 1 Tropfen der Ammoniumeisen(III)sulfatlösung (2.2.2). Man schüttelt um und läßt das Gemisch 24 Stunden

stehen. Danach zentrifugiert man 15 Minuten oder filtriert über ein Membranfilter (Porengröße 0,45 µm). Der Bodensatz bzw. Filterrückstand muß völlig frei von blauen Eisen(III)-hexacyanoferrat(II)-Teilchen sein.

2.3.3. *Nachweis von Eisenionen im Wein:*

20 ml Wein werden in einem Zentrifugenglas mit 1 ml Salzsäure (2.2.1), 1 Tropfen der Kaliumhexacyanoferrat(II)-Lösung (2.2.3) und 1 Tropfen der Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung (2.2.4) versetzt. Innerhalb von 30 Minuten muß eine Blaufärbung oder ein blauer Niederschlag auftreten. Nach dem Zentrifugieren bzw. Filtrieren über ein Membranfilter (Porengröße 0,45 µm) und zweimaligem Nachwaschen des Filters mit 5 ml Wasser muß auf dem Filter ein blauer Niederschlag verbleiben.

3. GEBRÄUCHLICHE METHODE

3.1. Gerätschaften

3.1.1. Destillationsapparatur: Ein 50 ml Rundkolben mit Schliff wird an den oberen Teil eines Kühlers von 350 mm Mantellänge angeschlossen.

Das untere Ende des senkrecht angeordneten Kühlers trägt ein ausgezogenes Verlängerungsrohr, das bis zum Boden des 50 ml-Meßkölbchens zum Auffangen des Destillates reicht. Das Kölbchen taucht bis zum Hals in Eiswasser ein.

3.1.2. Elektrisch beheiztes Wasserbad, 100 °C

3.2. Reagenzien

3.2.1. Schwefelsäure 1/5 (v/v)

200 ml Schwefelsäure (H_2SO_4, ρ_{20} = 1,84 g/ml) werden vorsichtig mit Wasser gemischt und zu 1 Liter ergänzt.

3.2.2. Kupfer(II)chlorid ($CuCl_2 \cdot 2H_2O$).

3.2.3. Phenolrotlösung

0,05 g Phenolrot werden in 1,4 ml 0,1 M Natronlauge gelöst und auf 1 Liter aufgefüllt.

3.2.4. Kaliumjodidlösung

250 g Kaliumjodidlösung (KJ) werden mit Wasser zu 1 Liter gelöst.

3.2.5. 0,001 M Silbernitratlösung

10 ml 0,1 M Silbernitratlösung ($AGNO_3$) werden unter Zusatz von 0,5 ml konzentrierter Salpetersäure (HNO_3, ρ_{20} = 1,40 g/ml) auf 1 Liter aufgefüllt.

3.2.6. Natronlauge (NaOH), eisenfrei, 1 M.

3.3. Durchführung der Bestimmung

100 ml des filtrierten Weines (oder des nicht filtrierten Weines, sofern man auch die in einem eventuellen Niederschlag enthaltene Blausäure mitbestimmen will) werden in dem oben beschriebenen Destillierkolben mit 5 mg Kupfer(II)chlorid (3.2.3) und 10 ml verdünnter Schwefelsäure (3.2.1) versetzt. In die Vorlage (50 ml-Meßkölbchen) gibt man 5 ml Natronlauge (3.2.6) und destilliert bis zur Marke.

Das Destillat wird in einem 400 ml-Becherglas auf dem siedenden Wasserbad auf etwa 5 bis 7 ml (nicht weniger als 5 ml) eingeengt. Das Eindampfen kann durch Überleiten eines kühlen Luftstromes beschleunigt werden.

Die abgekühlte Lösung wird, wenn erforderlich, in ein zylindrisches Glasgefäß von 180 mm Länge und 20 mm Durchmesser filtriert oder direkt in das Gefäß überführt. Das Becherglas und das Filter werden mit wenigen Millilitern Wasser nachgewaschen.

Man stellt das Gefäß auf einen schwarzen Grund und beleuchtet es seitlich mit weißem Licht. Die Flüssigkeit muß vollkommen klar sein (1).

Nunmehr fügt man 2 Tropfen Phenolrotlösung (3.2.3) zu, um den Farbumschlag empfindlicher zu machen (2), und 1 Tropfen Kaliumjodidlösung (3.2.4). Man titriert mit 0,001 M-Silbernitratlösung (3.2.5), bis eine schwache und beständige Trübung auftritt. Verbrauchte ml = n.

Gleichzeitig füllt man in ein gleichartiges Gefäß 5 ml 1 M Natronlauge (3.2.6), 2 Tropfen Phenolrotlösung(2), 1 Tropfen Kaliumjodidlösung (3.2.4) und soviel Wasser, daß die Volumenmenge die gleiche wie im obigen Gefäß ist. Man setzt soviel 0,001 M Silbernitratlösung (3.2.5) zu, daß man die gleiche Trübung wie in der Probe erhält. Verbrauchte ml = n' (3).

3.4. **Angabe der Ergebnisse**

1 ml 0,001 M Silbernitratlösung = 54 µg Blausäure (HCN).

Der Gesamtblausäuregehalt des Weines, ausgedrückt in mg/l, beträgt: 0,54 (n-n'). Die Angabe erfolgt mit 2 Dezimalen.

Der Nachweis von Blausäureverbindungen ist nur dann gegeben, wenn n-n' mehr als 0,5 ml beträgt.

Wenn n-n' mehr als 10 ml beträgt, ist die Bestimmung mit 0,01 M Silbernitratlösung zu wiederholen.

(1) Einige Weine wie Süßweine usw. geben ein Destillat, das trotz Filtration nicht klar ist. In diesem Fall gibt man das konzentrierte Destillat in einen 200 ml Destillierkolben, verdünnt mit Wasser auf 30 ml und destilliert noch alkalisch und verwirft die ersten 15 ml des Destillats. Sodann unterbricht man die Destillation, kühlt den Destillierkolben ab, säuert mit etwa 5 ml verdünnter Schwefelsäure (3.2.1) an, legt 5 ml 1 M Natronlauge (3.2.6) vor und destilliert etwa 5 ml über. Das Destillat ist dann klar.

(2) Dieser Zusatz ist nicht unbedingt erforderlich. Oftmals ist das Auftreten einer Trübung in einer rosafarbigen Flüssigkeit leichter zu erkennen als in einer farblosen Flüssigkeit.

(3) n' = 0,05 oder 0,1 ml, wenn das verwendete Volumen Wasser weniger als 10 ml beträgt. Für einen empfindlichen Titrationsendpunkt ist ein möglichst kleines Volumen erforderlich. Es sollte darum möglichst jede Verdünnung während der Analyse vermieden werden.

39. ALLYLISOTHIOCYANAT

1. PRINZIP DER METHODE

Gaschromatographischer Nachweis des Allylisothiocyanats nach destillativer Anreicherung.

2. REAGENZIEN

2.1. Ethanol, absolut.

2.2. Standard-Lösung: alkoholische Lösung von Allylisothiocyanat (C_4H_5NS), 15 mg/l abs. Ethanol.

2.3. Kühlmischung: Ethanol und Trockeneis (Temperatur – 60 °C).

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Apparatur zur Destillation unter Stickstoff (siehe Abbildung).

3.2. Heizhaube mit Temperaturregelung.

3.3. Durchflußmesser.

3.4. Gaschromatograph mit ECD für Schwefelverbindungen (= 394 nm) oder jeder andere geeignete Detektor.

3.5. Edelstahlsäule (innerer Durchmesser: 3 mm, Länge 3 m), gefüllt mit 10 % CARBOWAX 20 M auf CHROMOSORB WHP, 80—100 mesh.

3.6. Mikrolitерspritze 10 µl.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

2 l Wein werden in den Destillierkolben gegeben.

Man gibt einige Milliliter Ethanol (2.1) in die beiden Vorlagen, so daß das poröse Ende für die Gasverteilung der Überleitungsrohre vollständig eintaucht. Die beiden Vorlagen werden durch die Kühlmischung äußerlich gekühlt. Der Destillierkolben wird an die Vorlagen angeschlossen, und durch die Apparatur wird ein Stickstoffstrom (3 Liter/Stunde) geleitet. Der Wein wird dann durch entsprechende Einstellung der Temperatur an der regulierbaren Heizhaube auf 80 °C erhitzt, und anschließend werden 45 bis 50 ml Destillat aufgefangen.

Gaschromatographische Bedingungen:

— Temperatur des Einspritzblocks: 200 °C

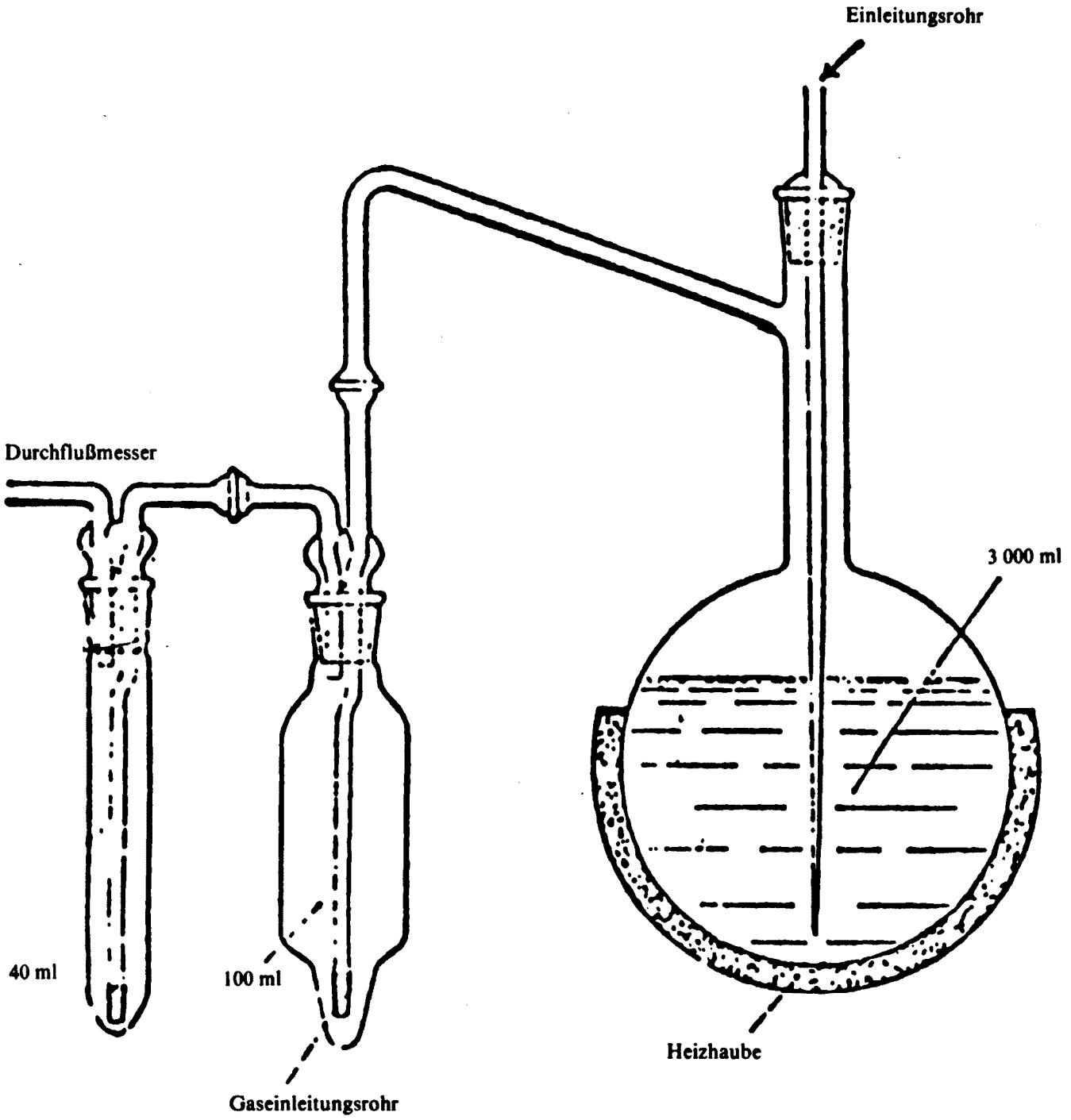
— Temperatur der Säule: 130 °C

— Heliumdurchfluß: 20 ml/Minute.

Mit Hilfe der Mikrolitерspritze wird von der Standardlösung eine solche Menge eingespritzt, daß ein deutlicher Peak von Allylisothiocyanat auftritt.

Sodann spritzt man eine entsprechende Menge des Destillats ein und vergleicht aufgrund der Retentionszeiten den aus dem Destillat erhaltenen Peak mit dem der Standardlösung.

Unter den oben angegebenen Bedingungen treten normalerweise keine Störungen von anderen Substanzen des Weines auf, die der Retentionszeit des Allylisothiocyanats entsprechen.


Einleitungsrohr
Durchflußmesser
3 000 ml
40 ml
100 ml
Heizhaube
Gaseinleitungsrohr

40. FARBCHARAKTERISTIKA

1. WEIN UND MOST

1.1. **Definition**

Die Farbcharakteristika eines Weines sind seine Helligkeit und Farbigkeit.

Die Helligkeit entspricht der Transmission. Sie ändert sich im umgekehrten Verhältnis zur Farbintensität eines Weines.

Die Farbigkeit entspricht der dominierenden Wellenlänge (die den Farbton kennzeichnet) und der Reinheit.

Übereinkommensgemäß und aus Gründen der Zweckmäßigkeit werden die Farbcharakteristika von Rot- und Roséweinen durch die Farbintensität und den Farbton nach einer als „Gebräuchliches Verfahren" vereinbarten Methode angegeben.

1.2. **Prinzip der Methoden**

1.2.1. *Referenzmethode*

Spektralphotometrisches Verfahren, das die Berechnung der Tristimulus-Werte und der erforderlichen Dreifarbenkoeffizienten zur Kennzeichnung der Farbe nach den Begriffen der „internationalen Kommission für Beleuchtung" (C.I.E.) gestattet.

1.2.2. *Gebräuchliche Methode (für Rot- und Roséweine)*

Spektralphotometrisches Verfahren, nach dem die Farbcharakteristika vereinbarungsgemäß wie folgt ausgedrückt werden:

Die Farbintensität wird durch die Summe der Extinktionen für 1 cm Schichtdicke bei den Wellenlängen 420, 520 und 620 nm angegeben.

Die Farbnuance wird durch das Verhältnis der Extinktionen bei 420 nm und 520 nm ausgedrückt.

1.3. **Referenzmethode**

1.3.1. *Gerätschaften*

1.3.1.1. Spektralphotometer für Messungen zwischen 300 und 700 nm.

1.3.1.2. Glasküvette mit einer Schichtdicke (b) von 0,1 bzw. 0,2, 0,5, 1, 2 und 4 cm.

1.3.2. *Durchführung der Bestimmung*

1.3.2.1. Vorbereitung der Probe

Ist der Wein trübe, so muß er durch Zentrifugieren oder Filtrieren über eine Membran geklärt werden.

Bei Jung- oder Schaumweinen muß der größte Teil des Kohlendioxids durch Schütteln unter Vakuum entfernt werden.

1.3.2.2. Messung

Die Schichtdicke b der verwendeten Küvetten muß so gewählt werden, daß die gemessene Extinktion zwischen 0,3 und 0,7 liegt.

Es wird empfohlen, Küvetten mit einer Schichtdicke von 2 cm (oder 4 cm) für Weißweine, von 1 cm für Roséweine und 0,1 cm (oder 0,2 cm) für Rotweine zu verwenden.

Die spektralphotometrische Messung wird bei den Wellenlängen 445, 495, 550 und 625 nm gegen Wasser als Leerwert durchgeführt.

Die für den Wein bei der Schichtdicke b abgelesenen Extinktionen (mit 3 Dezimalen) sind: E_{445}, E_{495}, E_{550} und E_{625}.

1.3.3. *Berechnung*

Die den Extinktionen bei b cm Schichtdicke entsprechenden Transmissionswerte (T %) werden Tabelle 1 entnommen: T_{445}, T_{495}, T_{550} und T_{625}.

— Man berechnet die Tristimuluswerte X, Y und Z, ausgedrückt in Dezimalen:

$$X = 0{,}42 \cdot T_{625} + 0{,}35 \cdot T_{550} + 0{,}21 \cdot T_{445}$$

$$Y = 0{,}20 \cdot T_{625} + 0{,}63 \cdot T_{550} + 0{,}17 \cdot T_{495}$$

$$Z = 0{,}24 \cdot T_{495} + 0{,}94 \cdot T_{445}$$

— Man berechnet die Farbkoordination x und y wie folgt:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z} \qquad y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

1.3.4. **Angabe der Ergebnisse**

1.3.4.1. Die relative Helligkeit wird durch den Wert y, ausgedrückt in %, gegeben (schwarz: y = 0 %, farblos: y = 100 %).

1.3.4.2. Die Farbigkeit wird durch die dominierende Wellenlänge und die Reinheit ausgedrückt.

Für die Bestimmung wird ein Farbdiagramm verwendet (siehe Abbildung 1). Der Punkt 0 entspricht hierbei der verwendeten weißen Lichtquelle, dargestellt durch einen Leuchtstandard C mit den Koordinaten $x_o = 0{,}3101$ und $y_o = 0{,}3163$ (dem normalen Tageslicht entsprechend).

— Dominante Wellenlänge

Der Schnittpunkt C der Koordinaten x und y wird in das Diagramm eingetragen. Liegt C außerhalb des Dreiecks AOB, so werden die Punkte O und C durch eine Gerade verbunden, die im Punkt S die Linie der Spektraloberfläche schneidet. S entspricht der dominanten Wellenlänge.

Liegt C innerhalb des Dreiecks AOB, so zieht man die Gerade von C nach O. Diese schneidet die Linie der Spektraloberfläche an einem Punkt, der der Wellenlänge der Komplementärfarbe des Weines entspricht. Diese Wellenlänge wird mit dem Index C gekennzeichnet.

— Reinheit

Liegt der Punkt C außerhalb des Dreiecks AOB, so wird die Reinheit, ausgedrückt in %, wie folgt berechnet:

$$100 \times \frac{\text{Entfernung von Punkt C nach Punkt O}}{\text{Entfernung von Punkt O nach Punkt S}}$$

Liegt Punkt C innerhalb des Dreiecks AOB, so wird die Reinheit, ausgedrückt in %, wie folgt berechnet:

$$100 \times \frac{\text{Entfernung von Punkt C nach Punkt O (}^{1}\text{)}}{\text{Entfernung von Punkt O nach Punkt P}}$$

(1) Dieser Abstand ist im Sinn von OC zu berechnen.

P ist der Punkt, in dem die Gerade OC den Purpurbereich schneidet.

Aus den Werten für x und y kann die Reinheit unmittelbar aus den Farbdiagrammen abgelesen werden (Abbildungen 2, 3, 4, 5 und 6).

1.3.4.3. Ergebnis

Die Helligkeit, die Farbigkeit (ausgedrückt als dominante Wellenlänge) und die Reinheit beschreiben vollständig die Farbe des Weines.

Im Analysezeugnis muß die zur Messung verwendete Schichtdicke mitangegeben werden.

1.4. **Gebräuchliche Methode**

1.4.1. *Gerätschaften*

1.4.1.1. Spektralphotometer für Messungen zwischen 300 und 700 nm.

1.4.1.2. Glasküvetten mit einer Schichtdicke b entsprechend 0,1 — 0,2 — 0,5 und 1 cm.

1.4.2. *Vorbereitung der Probe*

Ist der Wein trübe, so muß er durch Zentrifugieren geklärt werden.

Bei Jung- und Schaumweinen muß der größte Teil des Kohlendioxids durch Schütteln unter Vakuum entfernt werden.

1.4.3. Durchführung der Bestimmung

Die Schichtdicke b der Küvette ist so zu wählen, daß die Extinktion E zwischen 0,3 und 0,7 liegt.

Die spektralphotometrische Messung wird bei den Wellenlängen 420, 520 und 620 nm gegen Wasser als Leerwert durchgeführt.

1.4.4. *Angabe der Ergebnisse*

1.4.4.1. Berechnung

Man rechnet die bei den Wellenlängen abgelesenen Extinktionen auf 1 cm Schichtdicke um, indem man diese jeweils durch b, ausgedrückt in cm, dividiert. Die so erhaltenen Extinktionen werden mit E_{420}, E_{520} und E_{620} bezeichnet.

Die Intensität wird vereinbarungsgemäß wie folgt ausgedrückt:

$I = E_{420} + E_{520} + E_{620}$

Sie wird mit 3 Dezimalen angegeben.

Die Farbnuance wird vereinbarungsgemäß wie folgt ausgedrückt:

$$N = \frac{E_{420}}{E_{520}}$$

Sie wird mit 3 Dezimalen angegeben.

TABELLE I

Umrechnung der Extinktionen in Transmission

Gebrauchsanleitung:

Die 1. senkrechte Spalte gibt die 1. Dezimalstelle der Extinktion und die 1. waagrechte Spalte die 2. Dezimalstelle an.

Um die entsprechenden Transmissionswerte zu erhalten, muß der im Schnittpunkt beider Spalten abgelesene Wert dividiert werden: durch 10, wenn die Extinktion unter 1, durch 100, wenn die Extinktion zwischen 1 und 2 und durch 1 000, wenn die Extinktion zwischen 2 und 3 liegt.

Anmerkung:

Die jeweils in den einzelnen Spalten oben rechts angegebenen Ziffern dienen der Interpolation der dritten Dezimalstelle der Extinktion.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000 23	977 22	955 22	933 21	912 21	891 20	871 20	851 19	832 19	813 19
1	794 18	776 18	759 17	741 17	724 16	708 16	692 16	676 15	661 15	646 15
2	631 14	617 14	603 14	589 14	575 13	562 13	549 13	537 12	525 12	513 12
3	501 11	490 11	479 11	468 11	457 10	447 9	436 9	427 10	417 10	407 9
4	398 9	389 9	380 9	371 8	363 8	355 8	347 8	339 8	331 7	324 8
5	316 7	309 7	302 7	295 7	288 6	282 7	275 6	269 6	263 6	257 6
6	251 6	245 5	240 6	234 5	229 5	224 5	219 5	214 5	209 5	204 5
7	199 4	195 5	190 4	186 4	182 4	178 4	174 4	170 4	166 4	162 4
8	158 3	155 4	151 3	148 4	144 4	141 3	138 3	135 3	132 3	129 3
9	126 3	123 3	120 3	117 2	115 3	112 2	110 3	107 2	105 3	102 2

Beispiel:

Extinktion	0,47	1,47	2,47	3,47
T %	33,9 %	3,4 %	0,3 %	0 %

Die Transmissionswerte T % werden auf 0,1 % genau angegeben.

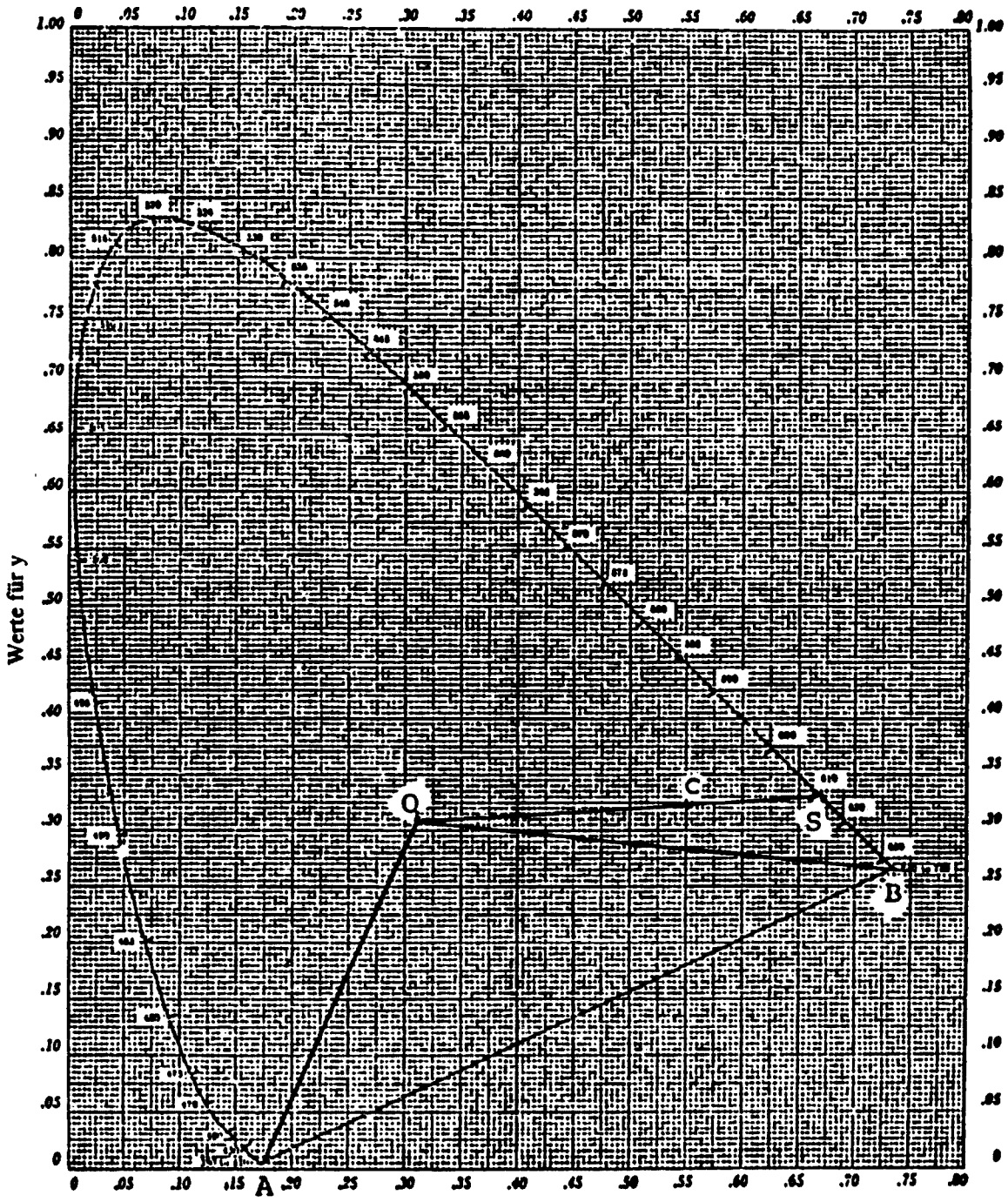


Abbildung 1:

Diagramm der Farbigkeit; es gibt den Wert aller Farben des Spektrums wieder

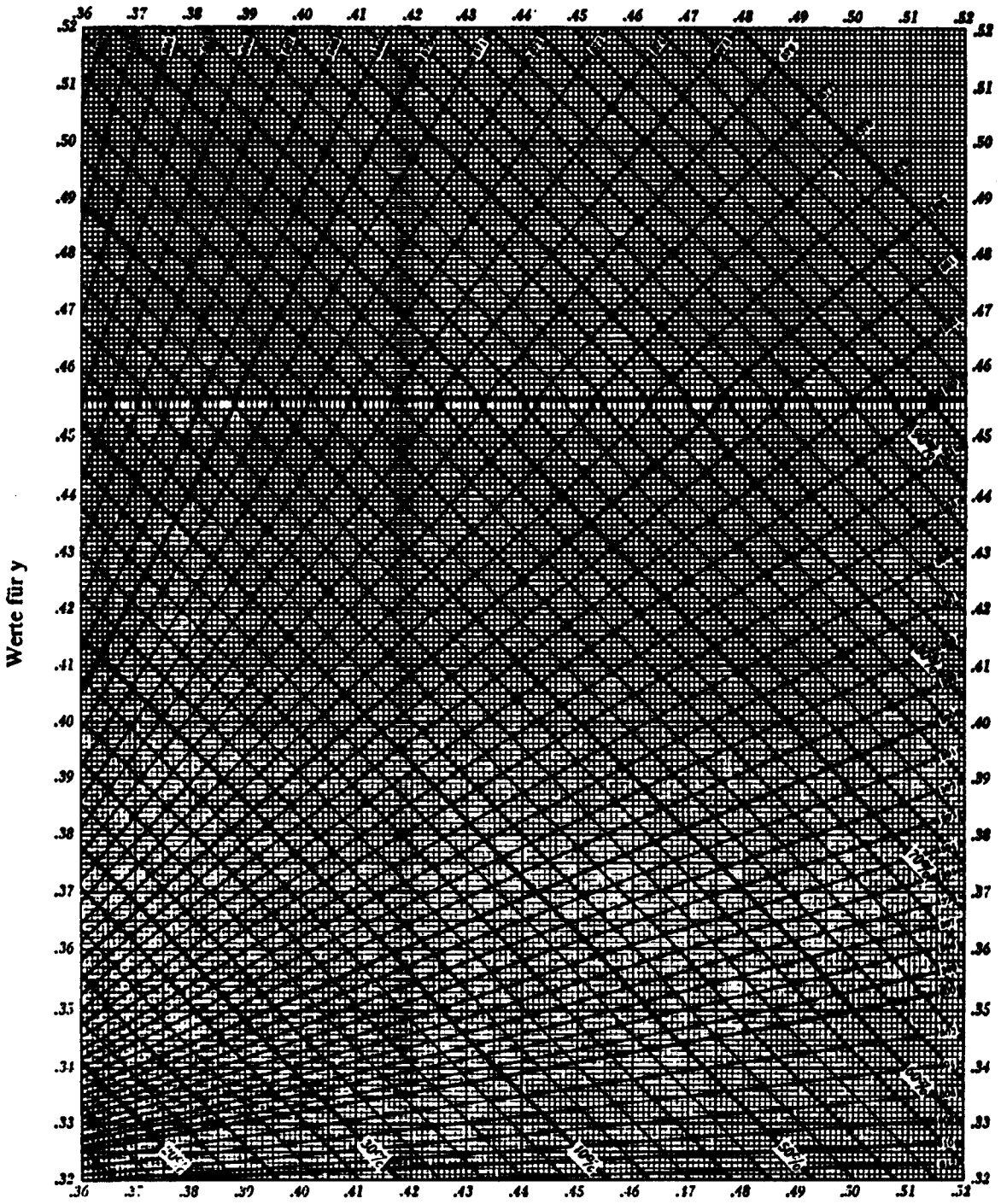


Abbildung 2:

Diagramm der Farbigkeit für helle und ziegelfarbige Rotweine

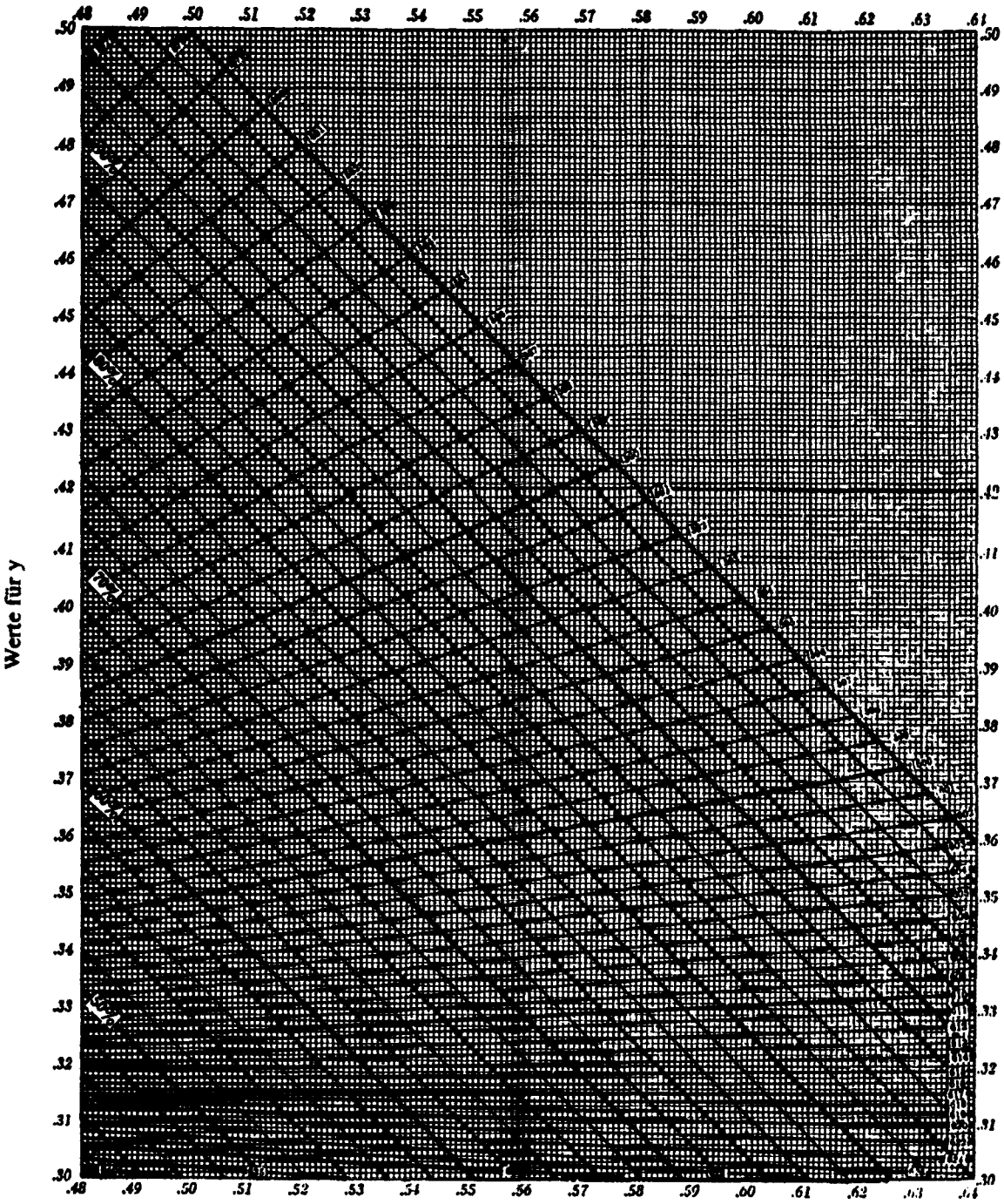


Abbildung 3:

Diagramm der Farbigkeit für helle und ziegelfarbige Rotweine

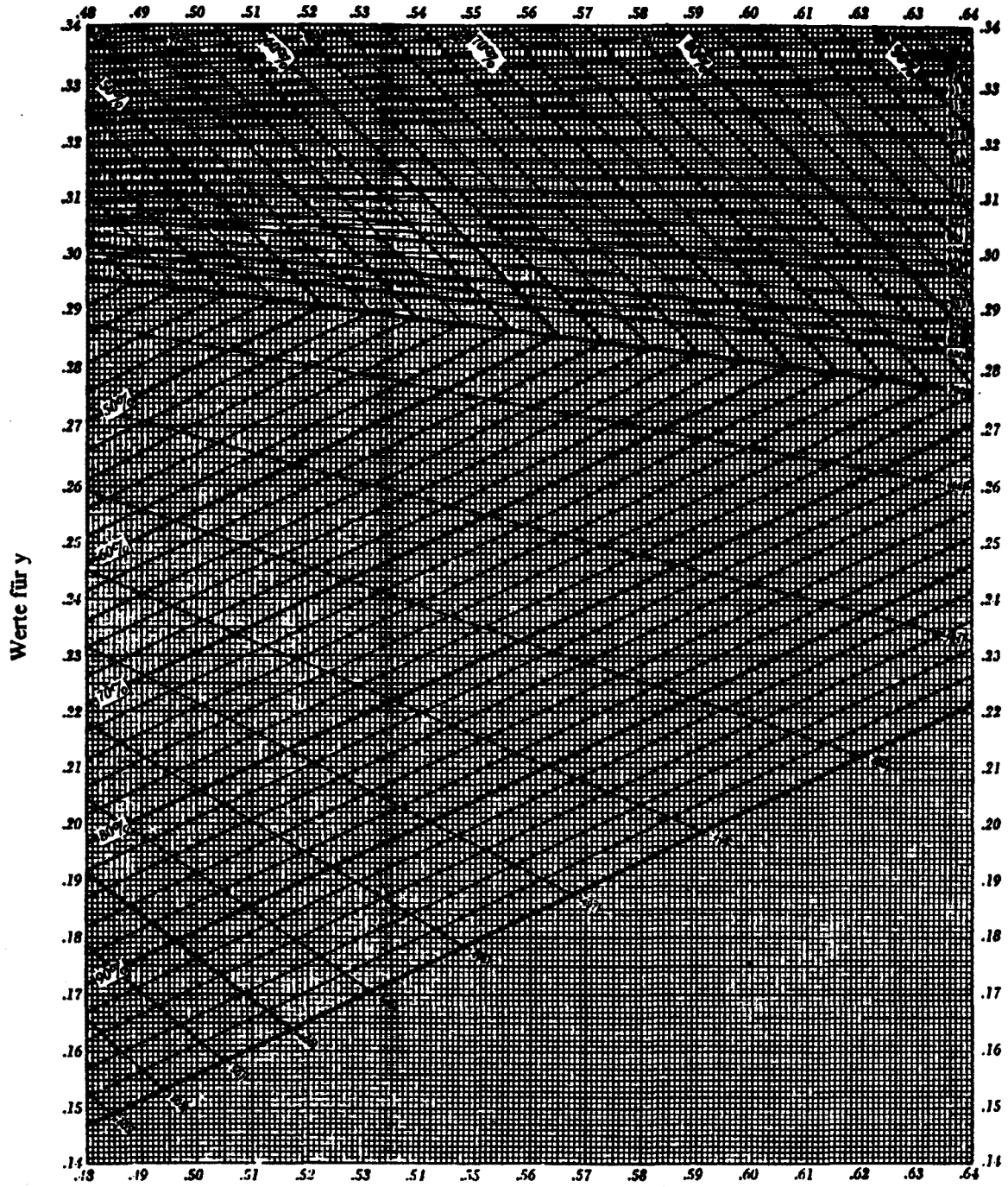
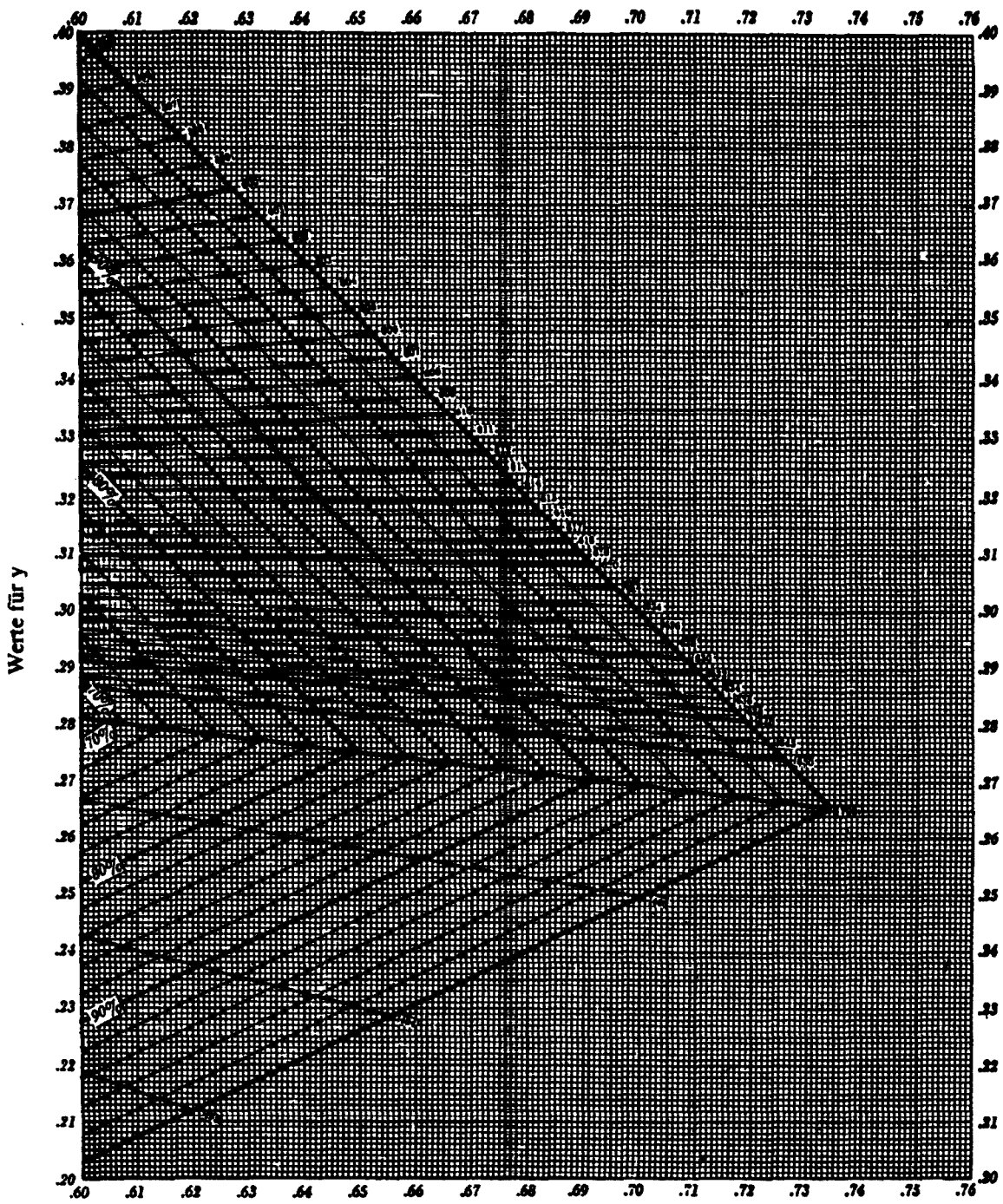


Abbildung 4:

Diagramm oder Farbigkeit für helle und purpurfarbene Rotweine



Abbidlung 5:

Diagramm der Farbigkeit für helle und purpurfarbene Rotweine

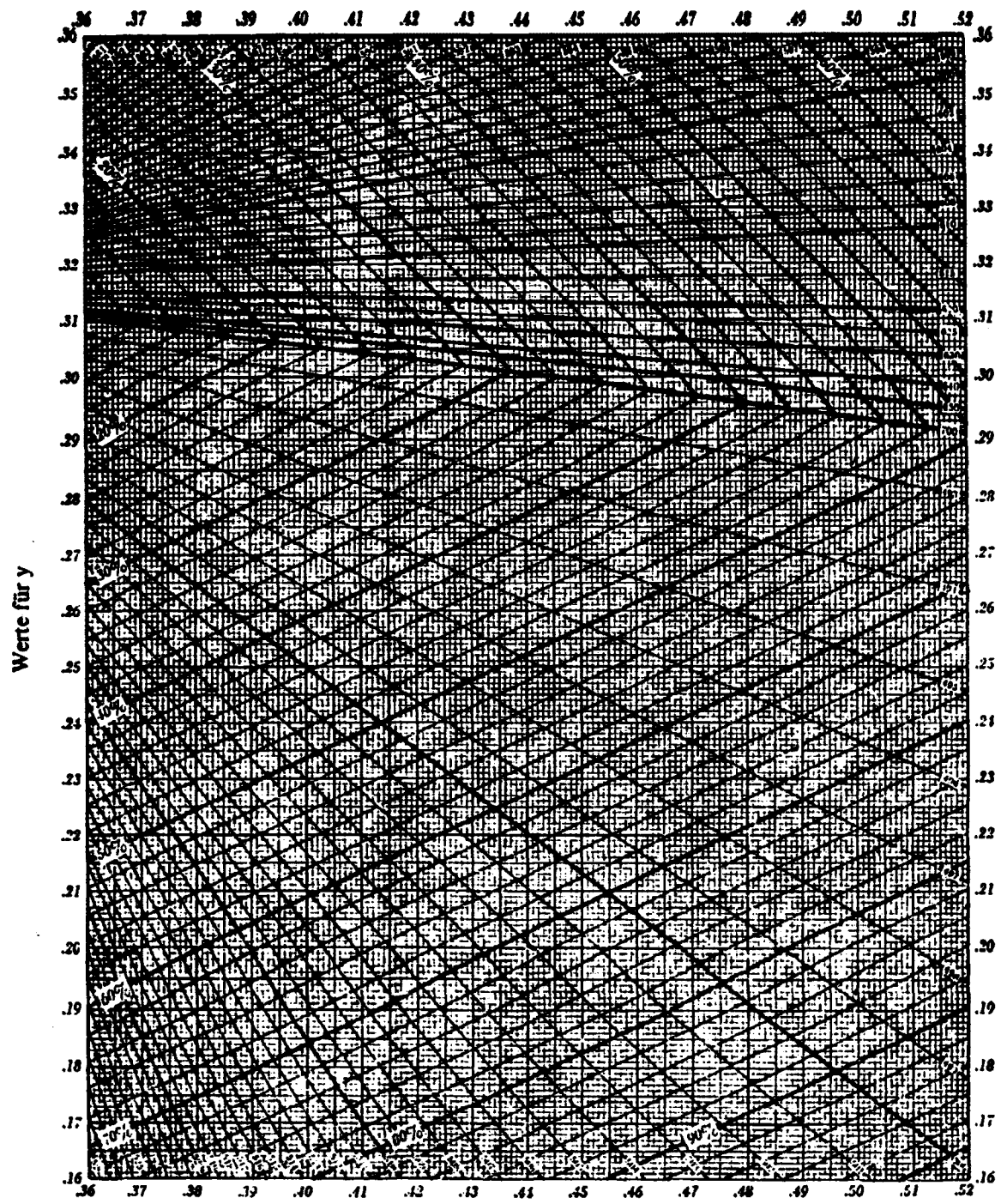


Abbildung 6:

Diagramm der Farbigkeit für ziegelfarbene und purpurfarbene Rotweine

2. REKTIFIZIERTES TRAUBENMOSTKONZENTRAT

2.1. Prinzip

In einer Verdünnung des RTK auf 25 ° Brix (Zuckergehalt = 25 % (g/g)) wird die Extinktion bei 425 nm und einer Schichtdicke von 1 cm gemessen.

2.2. Gerätschaften

2.2.1. Spektralphotometer für Messungen zwischen 300 und 700 nm.

2.2.2. Glasküvetten, Schichtdicke 1 cm.

2.2.3. Membranfilter 0,45 µm.

2.3. Durchführung der Bestimmung

2.3.1. *Vorbereitung der Probe*

Man verwendet eine Lösung von 25 ° Brix (Zuckergehalt = 25 % (g/g)) siehe „pH-Bestimmung" unter 4.1.2. Man filtriert über eine Membrane (0,45 µm).

2.3.2. *Messung*

Die spektralphotometrische Messung der nach 2.3.1 vorbereiteten Probe wird bei 425 nm in 1 cm Küvetten gegen Wasser als Leerwert durchgeführt.

2.4. Angabe der Ergebnisse

Die Extinktion bei 425 nm der RTK-Lösung von 25 ° Brix wird mit 2 Dezimalstellen angegeben.

41. FOLIN-CIOCALTEU-INDEX

1. DEFINITION

Der Folin-Ciocalteu-Index ist das bei Anwendung nachstehend beschriebener Methode erzielte Ergebnis.

2. PRINZIP

Die phenolischen Bestandteile des Weines werden durch das Folin-Ciocalteu-Reagenz oxidiert. Letzteres besteht aus einer Mischung von Phosphorwolframsäure ($H_3PW_{12}O_{40}$) und Phosphormolybdänsäure ($H_3PMo_{12}O_{40}$), die bei der Oxidation der phenolischen Bestandteile zu blauem Wolfram-(W_8O_{23}) und Molybdän-(Mo_8O_{23})oxid reduziert werden.

Das Absorptionsmaximum der entstandenen blauen Farbe liegt bei 750 nm. Sie ist proportional dem Gehalt an phenolischen Bestandteilen.

3. REAGENZIEN

Die Reagenzien müssen Analysenqualität aufweisen. Als Wasser ist destilliertes Wasser oder Wasser gleichwertiger Reinheit zu verwenden.

3.1. **Folin-Ciocalteu-Reagenz**

Dieses Reagenz wird im Handel gebrauchsfertig angeboten. Es kann wie folgt hergestellt werden: 100 g Natriumwolframat ($Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$) und 25 g Natriummolybdat ($Na_2MoO_4, 2H_2O$) werden in 700 ml destilliertem Wasser gelöst; man fügt 50 ml Phosphorsäure 85 % (ρ_{20} = 1,71 g/ml) und 100 ml konzentrierte Salzsäure (ρ_{20} = 1,19 g/ml) hinzu. Man läßt am Rückfluß 10 Stunden lang sieden, fügt danach 150 g Lithiumsulfat ($Li_2SO_4 \cdot H_2O$) und einige Tropfen Brom hinzu und läßt erneut 15 Minuten lang sieden. Nach dem Abkühlen wird mit destilliertem Wasser auf 1 Liter aufgefüllt.

3.2. Natriumcarbonat (Na_2CO_3, wasserfrei) 20%ig (g/v).

4. GERÄTSCHAFTEN

Gebräuchliches Labormaterial, insbesondere:

4.1. 100-ml-Meßkolben.

4.2. Spektralphotometer für die Messung bei 750 nm.

5. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

5.1. **Rotweine**

In einen 100-ml-Meßkolben (4.1) werden in nachstehender Reihenfolge gegeben:

1 ml Wein, 1 : 5 verdünnt

50 ml destilliertes Wasser

5 ml Folin-Ciocalteu-Reagenz (3.1)

20 ml Natriumcarbonatlösung (3.2).

Mit destilliertem Wasser wird auf 100 ml aufgefüllt.

Man mischt und läßt 30 Minuten lang stehen, um die Reaktion ablaufen zu lassen. Die Extinktion wird bei 750 nm und einer Schichtdicke von 1 cm gegen einen Leerwert, der anstelle des Weines destilliertes Wasser enthält, gemessen.

Liegt die abgelesene Extinktion nicht bei ungefähr 0,3, so sollte eine geeignetere Verdünnung gewählt werden.

5.2. **Weißwein**

Die Bestimmung wird unter den gleichen Bedingungen mit 1 ml des unverdünnten Weines durchgeführt.

5.3. **Rektifiziertes Traubenmostkonzentrat**

5.3.1. *Vorbereitung der Probe*

Man verwendet eine RTK-Lösung, deren Zuckergehalt 25 % (g/g) beträgt (25 ° Brix), die, wie in Kapitel „pH-Wert" unter 4.1.2 beschrieben, hergestellt wird.

5.3.2. *Messung*

Die Messung wird, wie unter (5.1) für Rotweine beschrieben, mit 5 ml der nach (5.3.1) erhaltenen Probelösung durchgeführt. Es wird gegen einen Leerwert gemessen, der mit 5 ml einer 25%igen (g/g) Invertzuckerlösung (25 ° Brix) hergestellt wurde.

6. ANGABE DER ERGEBNISSE

6.1. **Berechnung**

Das Ergebnis wird in Form eines Index ausgedrückt, der durch Multiplizieren der Extinktion mit 100 bei 1 : 5 verdünnten Rotweinen (bzw. mit dem entsprechenden Verdünnungsfaktor) und mit 20 bei Weißweinen erhalten wird. Bei rektifiziertem Traubenmostkonzentrat wird die Extinktion mit 16 multipliziert.

6.2. **Wiederholbarkeit**

Die Differenz zwischen den Ergebnissen von zwei gleichzeitig oder schnell hintereinander vom gleichen Analytiker durchgeführten Bestimmungen darf nicht größer als 1 sein.

Eine gute Wiederholbarkeit der Ergebnisse hängt von der Verwendung sehr sauberer Geräte (Meßkolben und Küvetten) ab.

42. SPEZIELLE METHODEN FÜR REKTIFIZIERTES TRAUBENMOSTKONZENTRAT (RTK)

a) GESAMTKATIONEN

1. PRINZIP

Die zu untersuchende Probe wird mit einem stark sauren Kationenaustauscher behandelt. Die Kationen werden gegen H^+ ausgetauscht. Die Differenz zwischen dem Gesamtsäuregehalt des Eluates und dem der Probe ergibt den Gehalt an Gesamtkationen.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Glassäule mit Hahn, Länge etwa 300 mm, innerer Durchmesser 10–11 mm.

2.2. pH-Meter (erforderliche Genauigkeit 1/10 pH-Einheiten).

2.3. Elektroden:

— Glaselektrode; Aufbewahrung in destilliertem Wasser

— als Referenzelektrode Kalomel-Kaliumchloridelektrode; Aufbewahrung in gesättigter Kaliumchloridlösung, oder

— kombinierte Elektrode; Aufbewahrung in destilliertem Wasser.

3. REAGENZIEN

3.1. Stark saurer Kationenaustauscher in H^+-Form. Vor Gebrauch ist der Ionenaustauscher mit Wasser über Nacht aufzuquellen.

3.2. Natronlauge (NaOH), 0,1 M.

3.3. pH-Papier.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung der Probe**

Man stellt eine 40%ige (g/v) Lösung her (siehe „Gesamtsäure" unter 5.1.2).

4.2. **Vorbereitung der Austauschersäule**

Man gibt etwa 10 ml zuvor aufgequollenen Ionenaustauscher in H^+-Form in die Glassäule und wäscht mit destilliertem Wasser säurefrei (pH-Papier).

4.3. **Ionenaustausch**

100 ml der nach 4.1 verdünnten Probe werden mit einer Geschwindigkeit von 1 Tropfen/Sekunde über die Säule gegeben. Die ablaufende Flüssigkeit wird in einem Becherglas aufgefangen; man wäscht mit 50 ml destilliertem Wasser nach. Man titriert das gesamte Eluat mit 0,1 M Natronlauge bis pH 7,0 bei 20 °C. Der Zusatz der Natronlauge muß langsam erfolgen und die Lösung ständig gerührt werden.
Verbrauchte ml = n.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

Die Gesamtkationen werden in Milliäquivalenten je Kilogramm Gesamtzucker (mval/kg) mit 1 Dezimalstelle angegeben.

5.1. **Berechnung**

— Säuregehalt des Eluates, ausgedrückt in mval/kg RTK = n · 2,5

— Gesamtsäuregehalt des RTK, ausgedrückt in mval/kg (siehe „Gesamtsäure", unter 6.1.2) = a

— Gesamtkationen, ausgedrückt in mval/kg Gesamtzucker:

$$\frac{2{,}5\,n - a}{P} \cdot 100$$

P = Gesamtzucker in % (g/g).

b) LEITFÄHIGKEIT

1. PRINZIP

Die elektrische Leitfähigkeit einer Flüssigkeit wird mit Hilfe von 2 parallel angeordneten Platinelektroden (Wheatstonebrücke) bestimmt.

Die Leitfähigkeit ist temperaturabhängig. Sie wird bei 20 °C angegeben.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Leitfähigkeitsmeßgerät mit einem Meßbereich zwischen 1 und 1 000 Mikrosiemens je cm.

2.2. Wasserbad zur Temperierung der zu untersuchenden Probe auf etwa 20 °C (20 ± 2 °C).

3. REAGENZIEN

3.1. Entmineralisiertes Wasser; die spezifische Leitfähigkeit bei 20 °C muß unter 2 Mikrosiemens je cm liegen.

3.2. Kaliumchlorid-Eichlösung.

0,581 g Kaliumchlorid (KCl), das vorher bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet wurde, werden in entmineralisiertem Wasser (3.1) gelöst und mit diesem Wasser (3.1) zu 1 Liter aufgefüllt. Diese Lösung hat eine Leitfähigkeit von 1 000 Mikrosiemens je cm bei 20 °C. Haltbarkeit: 3 Monate.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Vorbereitung der Probe**

Man stellt eine Lösung von 25° Brix (Gesamtzuckergehalt 25 % g/g) her (siehe „pH-Wert" unter 4.1.2).

4.2. **Bestimmung der Leitfähigkeit**

Die zu untersuchende Probe wird im Wasserbad auf etwa 20 °C temperiert und die Temperatur auf 0,1 °C genau abgelesen.

Die Meßzelle des Leitfähigkeitsmeßgerätes wird 2 mal mit der zu untersuchenden Probe gespült.

Man mißt die Leitfähigkeit in Mikrosiemens je cm.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

Die Leitfähigkeit wird ausgedrückt in Mikrosiemens je cm (μS cm^{-1}) bei 20 °C für eine Lösung von 25° Brix des RTK.

5.1. **Berechnung**

Wenn das Gerät keine Temperaturkompensation hat, ist die gemessene Leitfähigkeit anhand von Tabelle I zu korrigieren. Liegt die Temperatur unter 20 °C, so ist der Korrekturwert hinzuzurechnen, liegt die Temperatur über 20 °C, so ist der Korrekturwert abzuziehen.

TABELLE I

Temperaturkorrektur der Leitfähigkeit in Mikrosiemens cm^{-1}

Leitfähigkeit	Temperatur									
	20,2 19,8	20,4 19,6	20,6 19,4	20,8 19,2	21,0 19,0	21,2 18,8	21,4 18,6	21,6 18,4	21,8 18,2	22,0 (1) 18,0 (2)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2
100	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4
150	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7
200	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9
250	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11
300	1	3	4	5	7	8	9	11	12	13
350	1	3	5	6	8	9	11	12	14	15
400	2	3	5	7	9	11	12	14	16	18
450	2	3	6	8	10	12	14	16	18	20
500	2	4	7	9	11	13	15	18	20	22
550	2	5	7	10	12	14	17	19	22	24
600	3	5	8	11	13	16	18	21	24	26

(1) Korrekturwert abziehen.
(2) Korrekturwert zuzählen.

c) HYDROXYMETHYLFURFUROL (HMF)

1. PRINZIP DER METHODEN

1.1. **Photometrische Methode**

Die Aldehyde der Furangruppe, deren Hauptvertreter das HMF ist, reagieren mit Barbitursäure und p-Toluidin zu einer rotgefärbten Verbindung, deren Intensität bei 550 nm gemessen wird.

1.2. **Hochdruckflüssigkeitschromatographische Methode**

Trennung über eine Reversed-Phase-Säule und Bestimmung im UV bei 280 nm.

2. PHOTOMETRISCHE METHODE

2.1. **Gerätschaften**

2.1.1. Spektralphotometer zur Durchführung der Messungen zwischen 300 und 700 nm.

2.1.2. Glasküvetten, Schichtdicke 1 cm.

2.2. **Reagenzien**

2.2.1. Barbitursäurelösung 0,5 % (g/v):

500 mg Barbitursäure ($C_4O_3N_2H_4$) werden unter leichtem Erwärmen auf einem Wasserbad (100 °C) in destilliertem Wasser gelöst und auf 100 ml mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Haltbarkeit: etwa 1 Woche.

2.2.2. p-Toluidinlösung 10 % (g/v):

10 g p-Toluidin (4-$C_6H_4(CH_3)$ NH_2) werden in einem 100-ml-Meßkölbchen mit 50 ml 2-Propanol ($CH_3CH(OH)CH_3$) und 10 ml Eisessig (CH_3COOH, ρ 20° = 1,05 g/ml) gelöst und mit 2-Propanol zur Marke aufgefüllt. Die Lösung ist täglich frisch herzustellen.

2.2.3. Wäßrige Acetaldehydlösung (CH_3CHO), 1 % (g/v); frisch herzustellen.

2.2.4. Wäßrige Lösung von Hydroxymethylfurfural ($C_6O_3H_6$), 1 g/l (Stammlösung).

Aus dieser Lösung werden Lösungen mit 5 — 10 — 20 — 30 und 40 mg/l HMF hergestellt.

Diese Lösungen (Stammlösung und Verdünnungen) sind jeweils frisch herzustellen.

2.3. **Durchführung der Bestimmung**

2.3.1. *Vorbereitung der Probe*

Man verwendet eine verdünnte Lösung des RTK (40 %, g/v); siehe „Gesamtsäure" unter 5.1.2. 2 ml dieser Lösung werden zur Bestimmung verwendet.

2.3.2. *Photometrische Bestimmung*

In zwei 25-ml-Erlenmeyerkölbchen mit Schliff a und b pipettiert man 2 ml der vorbereiteten Probe (2.3.1), fügt jeweils 5 ml p-Toluidinlösung (2.2.2) hinzu und mischt. Sodann gibt man in Kölbchen b (Leerwert) 1 ml destilliertes Wasser und in Kölbchen a (Meßwert) 1 ml Barbitursäurelösung (2.2.1). Man gibt die Lösungen in die 1 cm Glasküvetten und mißt gegen den Leerwert bei 550 nm das Maximum der Färbung zwischen 2 und 5 Minuten.

Proben mit Gehalten über 30 mg/l HMF müssen vorher verdünnt werden.

2.3.3. *Eichkurve*

In zwei 25-ml-Erlenmeyerkölbchen mit Schliff a und b gibt man 2 ml der unter 2.2.4 hergestellten Verdünnungen, die 5 — 10 — 20 — 30 und 40 mg/l HMF enthalten und verfährt weiter wie unter 2.3.2 angegeben.

Die erhaltene Eichkurve ist eine Gerade, die durch den Nullpunkt geht.

2.4. **Angabe der Ergebnisse**

Der Gehalt an HMF im RTK wird in Milligramm je Kilogramm (mg/kg) Gesamtzucker angegeben.

2.4.1. *Berechnung*

Der Gehalt „C" in mg HMF/l der untersuchten Prόbelösung wird der Eichkurve entnommen.

Der Gehalt an HMF in mg/kg Gesamtzucker beträgt:

$$250 \cdot \frac{C}{P}$$

P = Gehalt an Gesamtzucker % (g/g) des RTK.

3. HOCHDRUCKFLÜSSIGKEITSSCHROMATOGRAPHISCHE METHODE

3.1. **Gerätschaften**

3.1.1. *Hochdruckflüssigkeitschromatograph, ausgerüstet mit*

— einem Injektor mit Probenschleife 5 oder 10 µl;

— einem UV-Detektor zur Messung bei 280 nm;

— einer Trennsäule, Reversed Phase C_{18} (z. B. Bondapak C_{18}-Corasil, Waters Ass.);

— einem Schreiber, eventuell einem Integrator;

Fließgeschwindigkeit der mobilen Phase: 1,5 ml/Min.

3.1.2. *Membranfiltration (0,45* µm)

3.2. **Reagenzien**

3.2.1. Bidestilliertes Wasser.

3.2.2. Methanol (CH_3OH) destilliert oder HPLC-Qualität.

3.2.3. Essigsäure (CH_3COOH, ρ_{20} = 1,05 g/ml).

3.2.4. Mobile Phase: Wasser-Methanol(3.2.2)-Eisessig (3.2.3), filtriert über eine Membrane (0,45 µm), (40—9—1 v/v).

Das Fließmittel wird täglich frisch hergestellt und vor Gebrauch entgast.

3.2.5. HMF-Eichlösung, 25 mg/l (g/v)

25 mg HMF ($C_6H_3O_6$) werden in einem 100-ml-Meßkölbchen in Methanol (3.2.2) gelöst und zur Marke aufgefüllt. Diese Lösung wird mit Methanol (3.2.2) 1 : 10 verdünnt und über eine Membrane (0,45 µm) filtriert.

Diese Lösung ist im Kühlschrank in dunkler Flasche, fest verschlossen, etwa 2 bis 3 Monate haltbar.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Vorbereitung der Probe*

Man verwendet eine verdünnte Lösung des RTK (40 %, g/v), siehe „Gesamtsäure" unter 5.1.2 und filtriert diese über eine Membrane (0,45 µm).

3.3.2. *Chromatographie*

5 (oder 10 µl) der nach 3.3.1 vorbereiteten Probe und der Eichlösung (3.2.5) werden in den Chromatographen eingespritzt und die Chromatogramme aufgenommen.

Die Retentionszeit des HMF beträgt etwa 6 bis 7 Minuten.

3.4. ANGABE DER ERGEBNISSE

Der HMF-Gehalt des RTK wird in Milligramm je Kilogramm (mg/kg) Gesamtzucker angegeben.

3.4.1. *Berechnung*

C = HMF-Gehalt in mg/l der 40%igen RTK-Lösung

Der HMF-Gehalt des RTK, ausgedrückt in mg/kg Gesamtzucker beträgt:

$$\frac{250 \cdot C}{P}$$

P = Gesamtzucker in % (g/g) des RTK.

d) SCHWERMETALLE

1. PRINZIP

I. **Schnellmethode zur Abschätzung des Gehaltes an Schwermetallen:**

Die Schwermetalle werden in einer geeigneten Verdünnung des RTK durch die Färbung ihrer Sulfide nachgewiesen. Als Vergleich dient eine Bleilösung, die den zulässigen Höchstwert an Blei enthält.

II. **Bestimmung des Bleigehaltes mittels Atomabsorptionsspektrometrie:**

Blei bildet mit Ammoniumpyrrolidindithiocarbamat ein Chelat. Nach Extraktion mit Isobutylmethylketon wird dieses bei 283,3 nm gemessen. Der Gehalt an Blei wird nach dem Additionsverfahren bestimmt.

2. SCHNELLMETHODE

2.1. **Reagenzien**

2.1.1. Verdünnte Salzsäure, 70%ig (g/v):

70 g Salzsäure (HCl) (ρ_{20} = 1,16 – 1,19 g/ml) werden mit Wasser zu 100 ml ergänzt.

2.1.2. Verdünnte Salzsäure, 20%ig (g/v):

20 g Salzsäure (HCl) (ρ_{20} = 1,16 – 1,19 g/ml) werden mit Wasser zu 100 ml ergänzt.

2.1.3. Verdünntes Ammoniak:

14 g Ammoniak (NH_3) (ρ_{20} = 0,931 – 0,934 g/ml) werden mit Wasser zu 100 ml ergänzt.

2.1.4. Pufferlösung pH 3,5:

25 g Ammoniumacetat (CH_3COONH_4) werden in 25 ml Wasser gelöst, und 38 ml verdünnte Salzsäure werden (2.1.1) hinzugefügt. Falls erforderlich wird der pH-Wert mit verdünnter Salzsäure (2.1.2) oder verdünntem Ammoniak (2.1.3) eingestellt und sodann mit Wasser auf 100 ml ergänzt.

2.1.5. Thioacetamidlösung (C_2H_5NS), 4%ig (g/v).

2.1.6. Glycerinlösung ($C_3H_8O_3$), 85%ig (g/v).

$n_D^{20\,°C} = 1{,}449 - 1{,}455$

2.1.7. Thioacetamidreagenz:

Zu 0,2 ml der Thioacetamidlösung (2.1.5) fügt man 1 ml einer Mischung von 5 ml Wasser, 15 ml Natronlauge, 1 M und 20 ml Glycerinlösung (2.1.6) hinzu. Man erhitzt 20 Sekunden in einem Wasserbad von 100 °C. Das Reagenz ist unmittelbar vor Gebrauch herzustellen.

2.1.8. Bleilösung, 0,002 g/l:

Man stellt eine Bleilösung von 1 g/l Blei her, indem man 0,400 g Bleinitrat $Pb(NO_3)_2$ in Wasser löst und mit Wasser zu 250 ml ergänzt. Bei Gebrauch wird die Lösung 2 : 1 000 (v/v) mit Wasser verdünnt.

2.2. **Durchführung der Bestimmung**

10 g RTK werden in 10 ml Wasser gelöst. Man fügt 2 ml der Pufferlösung pH 3,5 (2.1.4) hinzu und mischt. Man gibt 1,2 ml des Thioacetamidreagenzes (2.1.7) zu und mischt sofort. Unter gleichen Bedingungen wird eine Vergleichslösung hergestellt, die 10 ml der Bleilösung 0,002 g/l (2.1.8) enthält.

Nach 2 Minuten darf die eventuell in der RTK-Lösung auftretende Braunfärbung nicht stärker als die der Bleivergleichslösung sein.

2.3. **Berechnung**

Die Vergleichslösung entspricht, unter den obengenannten Durchführungsbedingungen, einem maximal zulässigen Gehalt an Schwermetallen, ausgedrückt als Blei, von 2 mg/kg RTK.

3. BESTIMMUNG DES BLEIGEHALTES DURCH ATOMABSORPTIONSSPEKTROMETRIE

3.1. **Gerätschaften**

3.1.1. Atomabsorptionsspektrometer mit einem Brennerkopf für Luft/Acetylen.

3.1.2. Hohlkathodenlampe für Blei.

3.2. **Reagenzien**

3.2.1. Verdünnte Essigsäure:

12 g Eisessig ($\rho_{20} = 1{,}05$ g/ml) werden mit Wasser auf 100 ml aufgefüllt.

3.2.2. Ammoniumpyrrolidindithiocarbamat ($C_5H_{12}N_2S_2$), 1%ig (g/v).

3.2.3. Isobutylmethylketon $(CH_3)_2CHCH_2COCH_3$).

3.2.4. **Bleilösung, 0,010 g/l Blei:**

Die Bleilösung 1 g/l (2.1.8) wird 1 : 100 (v/v) verdünnt.

3.3. **Durchführung der Bestimmung**

3.3.1. *Probelösung*

10 g RTK werden in einer Mischung aus gleichen Teilen der verdünnten Essigsäurelösung (3.2.1) und Wasser gelöst und mit dieser Mischung auf 100 ml aufgefüllt.

Man fügt 2 ml der Ammoniumpyrrolidindithiocarbamatlösung (3.2.2) und 10 ml Isobutylmethylketon (3.2.3) hinzu. Man schüttelt während 30 Sekunden (geschützt vor starker Lichteinstrahlung), läßt die Schichten sich trennen und verwendet die Isobutylmethylketonphase.

3.3.2. *Eichlösungen*

Man stellt 3 Eichlösungen her, die zusätzlich zu den 10 g RTK noch 1 — 2 und 3 ml der Bleilösung 0,010 g/l (3.2.4) enthalten. Diese Lösungen werden, wie unter 3.3.1 beschrieben, behandelt.

3.3.3. *Leerwert*

Man stellt einen Leerwert, wie unter 3.3.1 beschrieben, aber ohne Zusatz von RTK, her.

3.3.4. *Bestimmung*

Die Messung wird bei 283,3 nm durchgeführt.

Der Nullpunkt wird mit der Isobutylmethylketonphase des Leerwertes eingestellt.

Die organischen Phasen der zu untersuchenden Lösung und der Eichlösungen werden nacheinander gemessen.

3.4. **Angabe der Ergebnisse**

Der Bleigehalt wird in mg/kg RTK mit 1 Dezimale angegeben.

3.4.1. *Berechnung*

Man stellt eine Eichkurve auf, indem man die gemessenen Extinktionen gegen die entsprechenden den Eichlösungen zugesetzten Konzentrationen Blei aufträgt. Die Extinktion der Probelösung wird als Konzentration Null eingetragen. Die durch die Meßpunkte gezogene Gerade gibt im Schnittpunkt mit der negativen Seite der Konzentrationsachse den Bleigehalt der Probelösung an.

e) CHEMISCHE ALKOHOLBESTIMMUNG

Diese Bestimmungsmethode ist für Flüssigkeiten mit niedrigem Alkoholgehalt wie Most, Mostkonzentrat und RTK geeignet.

1. PRINZIP

Einfache Destillation, Oxidation des Ethanols im Destillat durch Kaliumdichromat und Titration des Überschusses an Kaliumdichromat mit einer Fe-II-Salzlösung.

2. GERÄTSCHAFTEN

2.1. Destillationsapparatur wie in Kapitel „Alkoholgehalt" unter 3.2 beschrieben.

3. REAGENZIEN

3.1. **Kaliumdichromatlösung:**

33,600 g Kaliumdichromat ($K_2Cr_2O_7$) werden in Wasser gelöst und auf 1 000 ml aufgefüllt.

1 ml dieser Lösung oxidiert 7,8924 mg Alkohol.

3.2. **Ammoniumeisen(II)-sulfatlösung:**

135 g Ammoniumeisen(II)-sulfat ($(NH_4)_2Fe(SO_4)_2.6H_2O$) werden in Wasser gelöst, man fügt 20 ml Schwefelsäure (ρ_{20} = 1,84 g/ml) zu und füllt auf 1 000 ml auf. Frisch hergestellt entspricht 1 ml dieser Lösung 0,5 ml der Kaliumdichromatlösung. Die Lösung wird allmählich oxidiert.

3.3. **Kaliumpermanganatlösung:**

1,088 g Kaliumpermanganat ($KMnO_4$) werden in Wasser gelöst und auf 1 000 ml aufgefüllt.

3.4. **Schwefelsäure, 1 + 1 verdünnt:**

Zu 500 ml Wasser gibt man nach und nach unter Schütteln 500 ml Schwefelsäure (H_2SO_4, ρ_{20} = 1,84 g/ml).

3.5. **1,10-Phenanthrolinreagenz, eisenhaltig:**

Man löst 0,695 g Eisen-II-sulfat ($FeSO_4 \cdot 7\ H_2O$) in 100 ml Wasser und fügt 1,485 g 1,10-Phenanthrolin-Monohydrat ($C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$) hinzu. Zur besseren Lösung wird erwärmt. Die kräftig rote Lösung ist gut haltbar.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

4.1. **Destillation**

In den Destillierkolben gibt man 100 g RTK und 100 ml Wasser. Das Destillat wird in einem 100-ml-Meßkölbchen aufgefangen und mit Wasser zur Marke aufgefüllt.

4.2. **Oxidation**

In einen 300-ml-Erlenmeyerkolben mit eingeschliffenem Glasstopfen (der Kolbenhals besitzt einen erweiterten Rand, um den Stopfen beim Öffnen des Kolbens ohne Verlust abspülen zu können) werden 20 ml der Kaliumdichromatlösung (3.3), 20 ml der verdünnten Schwefelsäure (3.4) gegeben und geschüttelt. Man fügt 20 ml Destillat zu. Der Kolben wird verschlossen, geschüttelt und mindestens 30 Minuten unter zeitweiligem Schütteln stehen gelassen (Probelösung).

In gleicher Weise wird ein Leerwert angesetzt, der anstelle des Destillats 20 ml destilliertes Wasser enthält.

4.3. **Titration**

Man gibt 4 Tropfen des 1,10-Phenanthrolinreagenzes (3.5) in die „Probelösung". Der Kaliumdichromatüberschuß wird mit Ammoniumeisen(II)-sulfatlösung (3.2) bis zum Umschlag von blau-grün nach kastanienbraun. Um den Umschlagspunkt genau zu erfassen, titriert man mit der Kaliumpermanganatlösung (3.3) von kastanienbraun nach blau-grün zurück. 1/10 der titrierten ml dieser Lösung wird von den verbrauchten Millilitern Ammoniumeisen(II)-sulfatlösung abgezogen, n = tatsächlich verbrauchte Milliliter Ammoniumeisen(II)-sulfatlösung.

Der Leerwert wird in gleicher Weise titriert, n′ = verbrauchte Milliliter Ammoniumeisen(II)-sulfatlösung.

5. ANGABE DER ERGEBNISSE

Der Ethanolgehalt wird in g/kg Gesamtzucker mit 1 Dezimalstelle angegeben.

5.1. **Berechnung**

n′ ml Eisen(II)-Salzlösung reduzieren 20 ml Kaliumdichromatlösung, die 157,85 mg Ethanol oxidieren.

Folglich entspricht 1 ml Eisen(II)-Salzlösung:

$$\frac{157{,}85}{n'} \text{ mg Ethanol}$$

n′ − n ml Eisen(II)-Salzlösung entsprechen demnach:

$$157{,}85 \cdot \frac{n' - n}{n'} \text{ mg Ethanol}$$

Ethanol in g/kg RTK:

$$7{,}892 \cdot \frac{n' - n}{n'}$$

Ethanol in g/kg Gesamtzucker:

$$789{,}2 \cdot \frac{n' - n}{n' \cdot P}$$

P = Gesamtzucker in % (g/g).

f) MESOINOSIT, SCYLLOINOSIT UND SACCHAROSE

1. PRINZIP

Gaschromatographische Bestimmung nach Derivatisierung.

2. REAGENZIEN

2.1. Interner Standard: Xylit, 10 g/l (wäßrige Lösung, konserviert mit einer Spatelspitze Natriumazid).

2.2. Bis-(trimethylsilyl)-trifluoroacetamid-BST*FA*-($C_8H_{18}F_3NOSi_2$).

2.3. Chlortrimethylsilan (C_3H_9ClSi).

2.4. Pyridin p.a. (C_5H_5N).

2.5. meso-Inosit ($C_6H_{12}O_6$).

3. GERÄTSCHAFTEN

3.1. Gaschromatograph.

3.2. Fused silica Quarzkapillarsäule: 25 m × 0,3 mm, OV-1, Filmdicke 0,15 µm.

Gaschromatographische Bedingungen:

— Trägergas: Wasserstoff oder Helium mit 2 ml/Min.

— Injektor/Detektor-Temperatur: 300 °C

— Temperaturprogramm: 1 Min. bei 160 °, 4 °C/Min. auf 260 °C, 15 Min. isotherm bei 260 °C

— Split: 1 : 20.

3.3. Integrator.

3.4. Mikroliterspritze 10 µl.

3.5. Mikroliterpipetten: 50, 100 und 200 µl.

3.6. Derivatisierungskölbchen mit Teflonstopfen, 2 ml.

3.7. Trockenschrank.

4. DURCHFÜHRUNG DER BESTIMMUNG

Etwa 5 g rektifiziertes Traubenmostkonzentrat werden in ein 50-ml-Meßkölbchen eingewogen und mit 1 ml des internen Standards (2.1) versetzt. Man füllt mit Wasser zur Marke auf und mischt. 100 µl dieser Lösung werden in einem 2 ml Derivatisierungskölbchen (3.7) mittels eines schwachen Luftstromes zur Trockne gebracht. Um das Eindampfen zu erleichtern, können vorher 100 µl absoluter Alkohol zugesetzt werden. Der Rückstand wird in 100 µl Pyridin (2.4) aufgenommen. Man fügt dann 100 µl BSTFA (2.2) und 10 µl Chlortrimethylsilan (2.3) hinzu. Das Kölbchen wird mit dem Teflonstopfen verschlossen und 1 Stunde bei 60 °C im Trockenschrank erhitzt. 0,5 µl der Lösung werden mittels Heißnadel-Injektionstechnik bei dem oben angegebenen Splitverhältnis eingespritzt.

5. BERECHNUNG

5.1. **Ermittlung der Responsefaktoren**

Man stellt eine Standardlösung mit 60 g/l Glucose, 60 g/l Fructose, 1 g/l meso-Inosit und 1 g/l Saccharose her.

5 g dieser Lösung werden eingewogen und wie unter Punkt 4 beschrieben weiterbehandelt.

Aus dem erhaltenen Chromatogramm werden die Responsefaktoren für meso-Inosit und Saccharose berechnet.

Scyllo-Inosit, das nicht im Handel erhältlich ist, hat eine Retentionszeit die zwischen der des letzten Peaks der Glucoseanomere und der des meso-Inosits liegt (siehe Abbildung). Zur Berechnung verwendet man den Responsefaktor des meso-Inosits.

6. ANGABE DER ERGEBNISSE

6.1. Meso-Inosit und Scyllo-Inosit werden in mg/kg Gesamtzucker und Saccharose in g/kg RTK mit 1 Dezimale angegeben.

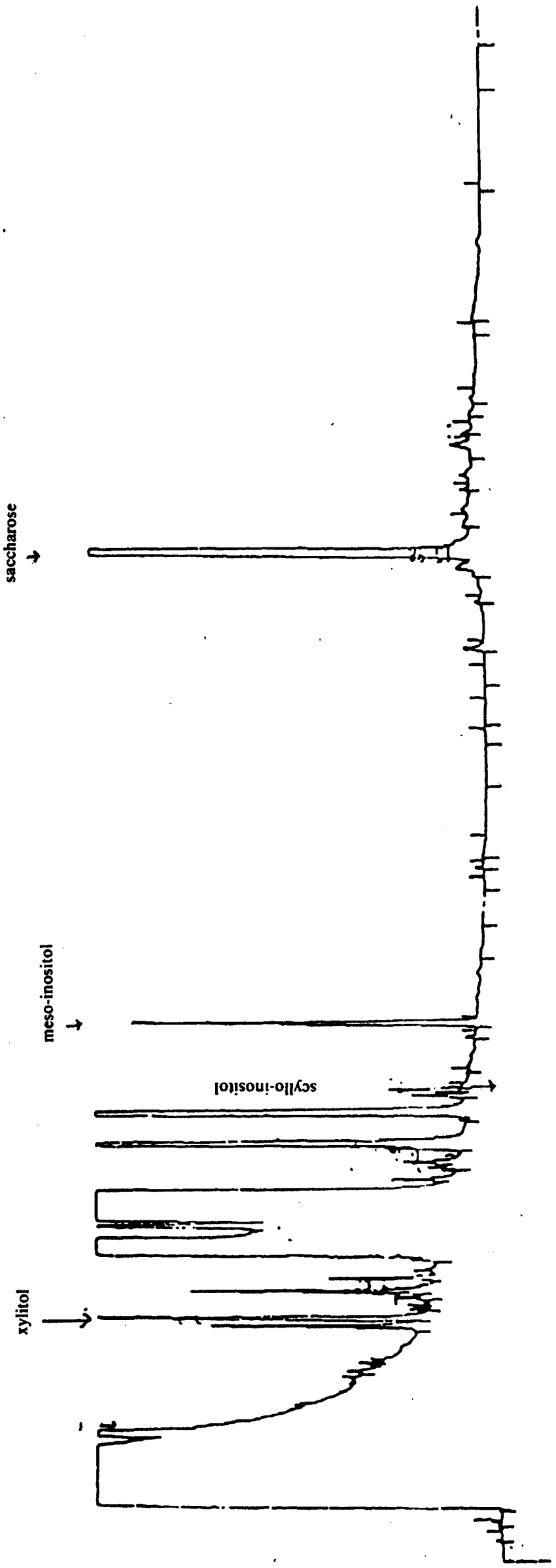


Abbildung: GC-Chromatogramm von Meso-Inosit, Scyllo-Inosit und Saccharose