



Bayerische Landesanstalt für
Weinbau und Gartenbau



Betriebliche Analytik bei der Apfelwein- und Cidre-Produktion

11.07.2023

LWG Veitshöchheim
Fachzentrum Analytik
Dr. Martin Geßner

www.lwg.bayern.de

Reifeparameter

Mostgewicht

Gesamtsäure (Äpfelsäure)

pH-Wert

Jod-Stärketest

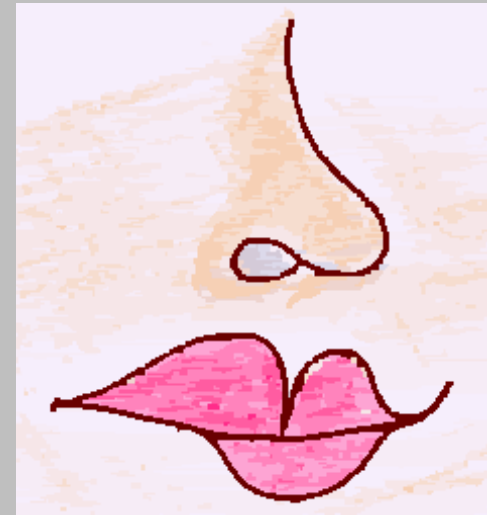
Grad der Färbung der Fruchthaut

Festigkeit des Fruchtfleisches

Reifezustand der Kerne

Geschmack der Früchte

Gesundheitszustand der Früchte



Sensorik

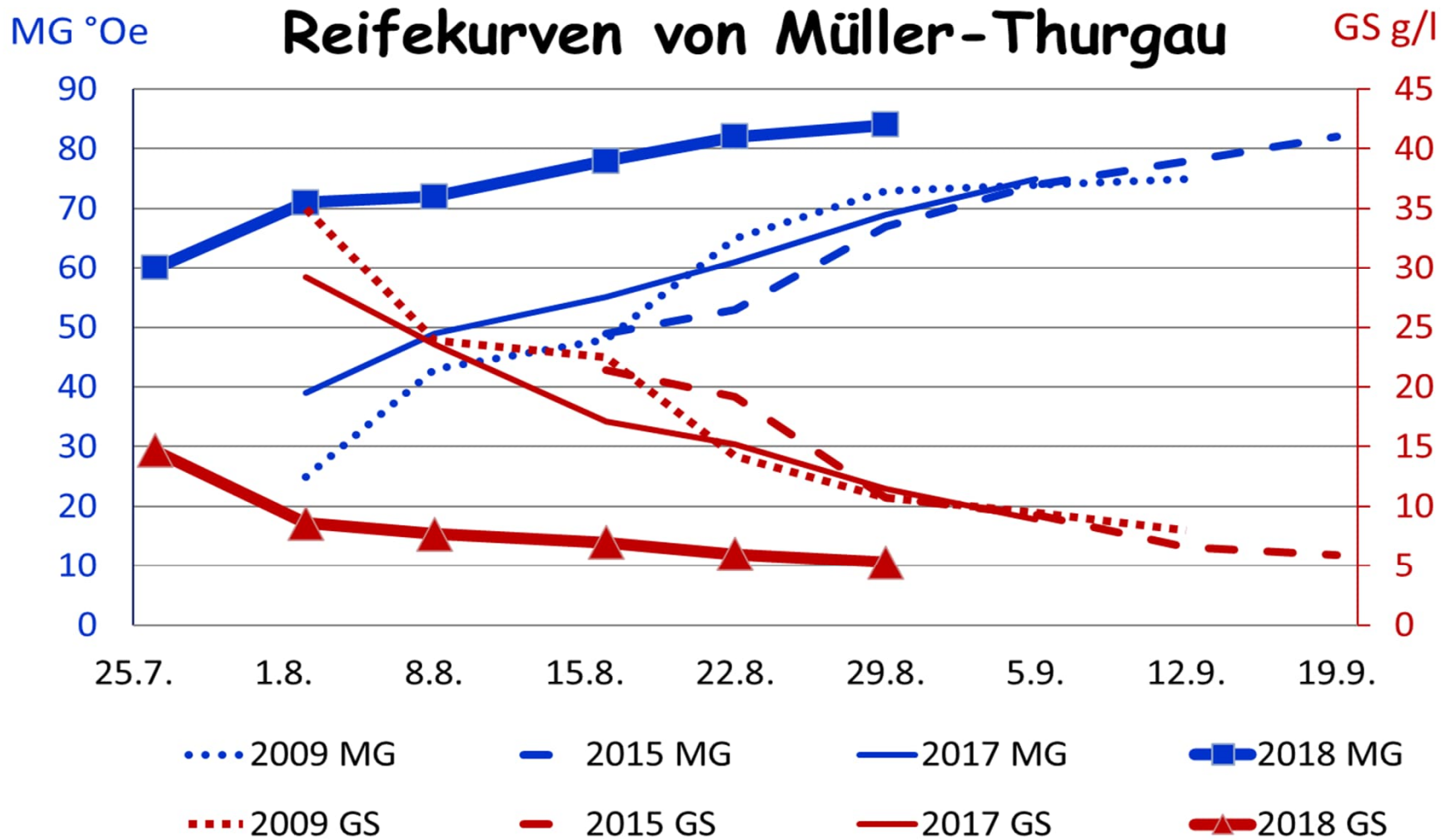
Proben für Reifemessungen



So gewonnene Saftproben besitzen Vorlaufcharakter, weil die Maischestandzeit fehlt.



Reifeverlauf der Weinbeere



Jod-Stärketest

Während der Reifung einer Frucht wird die vorhandene Stärke in Zucker umgewandelt. Die Frucht wird süßer und der Alkoholertrag wird höher. Der Abbau beginnt vom Kerngehäuse aus. Stärke wird durch Jod-Lösung blau bis violett angefärbt.



Untersuchungen

pH-Wert

Bestimmung mit Indikatorteststreifen oder pH-Elektrode.

Für Vergärung von Obstsäften liegt der optimale pH-Wert bei 3,0 bis 3,5

Gesamtsäure

Bestimmung durch Titration mit Blaulauge. Aus der Gesamtsäure kann nicht direkt auf den pH-Wert geschlossen werden.

Zucker

Für die Bestimmung in unvergorenem Saft ist die Probe zu verdünnen und die Spaltung der Disaccharide erforderlich.

Im vergorenen Produkt dient die Zuckerbestimmung zur Kontrolle der Endvergärung.

Alkohol

Bestimmung im unvergorenen Saft ist nicht erforderlich.

Im vergorenen Produkt notwendig für die Angabe auf dem Etikett (%vol).

Probenahme und Probentransport

Repräsentative Durchschnittsprobe

Vorbemerkung: Kühle Probenlagerung verlangsamt die mikrobiologischen Prozesse.

Veränderung der Proben durch:

Gärung => Zuckerabbau, Alkoholzunahme und CO₂-Bildung
Bombieren

sonstige mikrobielle Umsetzungen =>
flüchtige Säure, Ethylacetat, Aromaveränderung,
Acroleinbildung, biologischer Säureabbau

halbvolleres Probengefäß => Oxidation, Hochfarbigkeit

Mostgewicht

Das Mostgewicht gibt an um wie viel Gramm ein Liter Saft schwerer ist als ein Liter Wasser bei 20°C.

Ein Liter Saft mit **50°Oe** hat ein Gewicht von **1,050 kg**.

Ein Liter Saft mit **75°Oe** hat ein Gewicht von **1,075 kg**.

$$\text{Mostgewicht} = (\text{Dichte} - 1) \times 1.000$$

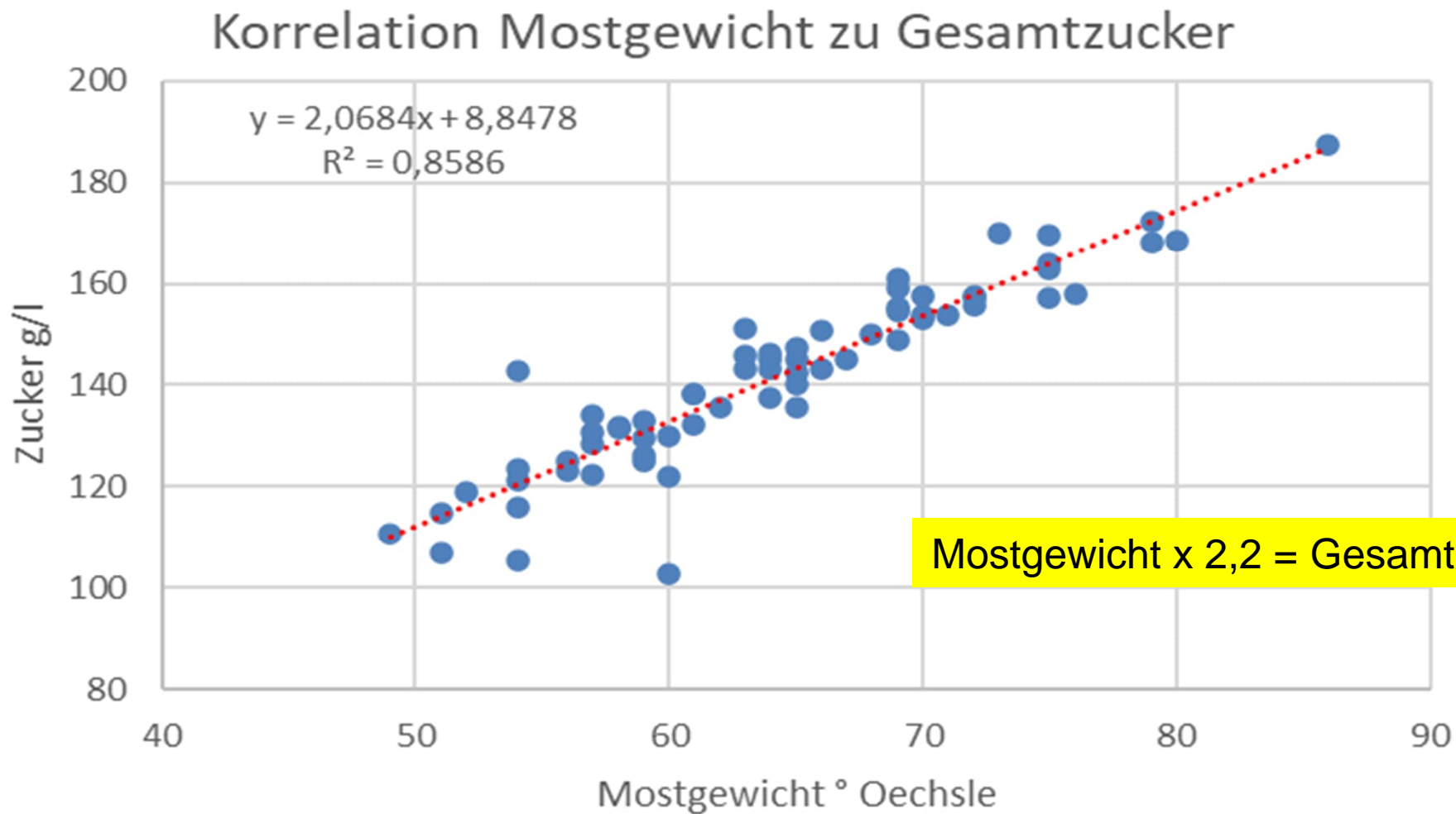
Ausschlaggebend ist der Gehalt an Extraktstoffen (Zucker, Säuren, usw.).

Je mehr Zucker in einem Saft ist, desto höher ist das Mostgewicht.

Aber auch die Säure erhöht das Mostgewicht.

Messung erfolgt über die Lichtbrechung oder die Dichtebestimmung.

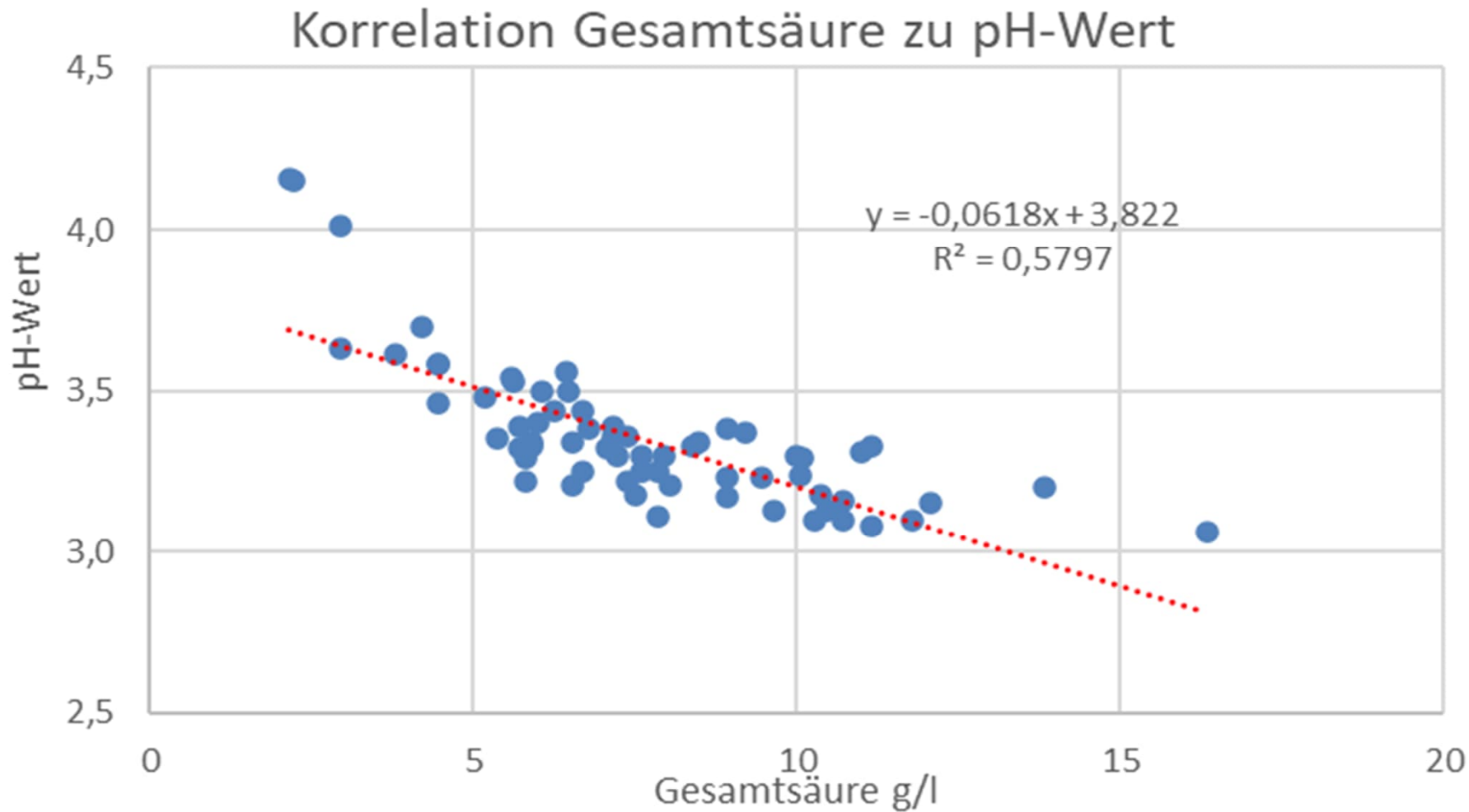
Mostgewicht und Zuckergehalt von 2022er Äpfeln



Gesamtsäure und pH-Wert

- Die Gesamtsäure (berechnet als Äpfelsäure) deckt bei Äpfeln einen weiten Bereich von 2 g/l bis 20 g/l ab und korreliert mit dem pH-Wert.
- Mit steigender Gesamtsäure **sinkt der pH-Wert ab** und **die Probe ist saurer**.
- Die Gesamtsäure wird potentiometrisch bestimmt und erfasst die H⁺-Ionen.
- In den Proben wurde auch die L-Äpfelsäure enzymatisch bestimmt und die Gehalte liegen über den Gesamtsäurewerten. Dies bedeutet, dass ein Teil der L-Äpfelsäure als gelöste Kaliumsalze (Malate) vorliegt.
- Die enzymatische Bestimmung erfasst auch die Kaliummalate. Wie aus der Önologie bekannt, wird die Kaliumextraktion aus den Schalen und dem Fruchtfleisch durch **längere Maischestandzeit** und erhöhten Pressdruck verstärkt. Was einen **Anstieg des pH-Wertes, eine Pufferung** zur Folge hat.

Gesamtsäure und pH-Wert von 2022er Äpfeln

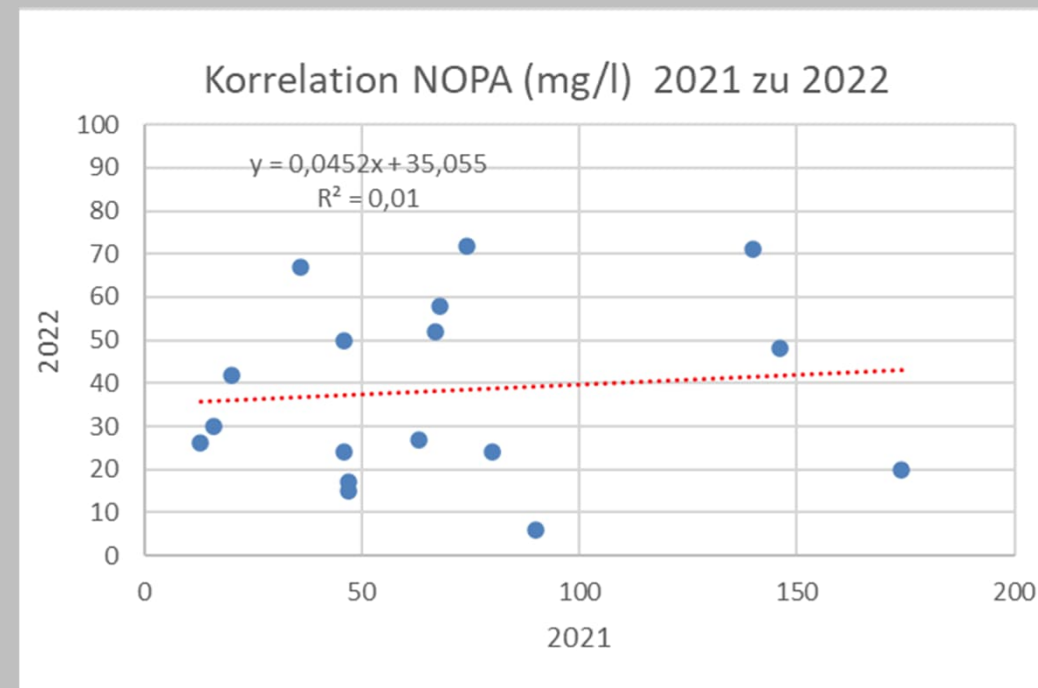


Stickstoffverbindungen als Hefenährstoffe

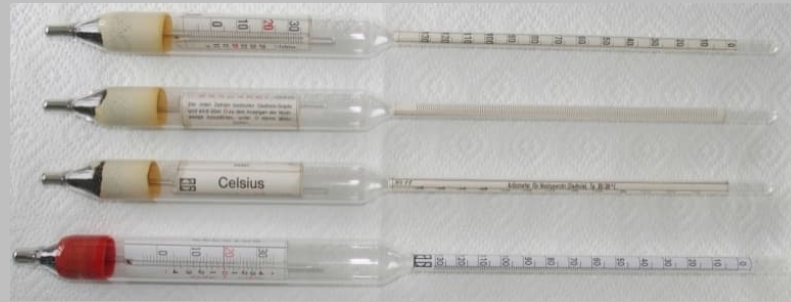
Der NOPA-Wert gibt den Stickstoffgehalt der α -Aminogruppen der freien Aminosäuren an. In den Saftproben der untersuchten Äpfel ergibt sich eine sehr große Spannweite der NOPA-Gehalte. Zur Vergärung des Zuckers benötigt die Hefe Stickstoffverbindungen. Die höheren Gehalte im Jahr 2021 sind auf die feuchte und etwas kühlere Witterung zurückzuführen, da unter diesen Bedingungen die Metabolisierung der Aminosäuren zu Eiweißstoffen verlangsamt ist.

Eiweißstoffe werden von den Hefen nicht umgesetzt und bei der NOPA-Bestimmung nicht erfasst. Die Hefen benötigen Stickstoff in Form von Ammonium oder Aminosäuren.

Die Zugabe von Hefenährsalz in Form von Diammoniumhydrogenphosphat (DAP) ist bis zu einer Menge von 1 g/l Most vor der Gärung bei Stickstoffunterversorgung notwendig.



Funktionsfähigkeit der Analysengeräte prüfen

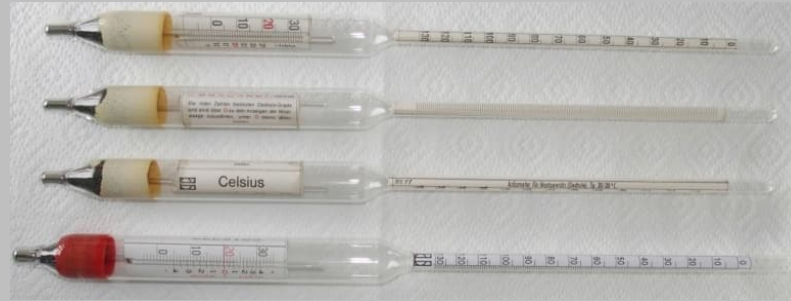


Kalibration der Refraktometer und Spindeln:
Dies kann mit Zuckerlösung oder Apfelsaft erfolgen.

Überprüfung der pH-Meter:
Ist mindestens wöchentlich erforderlich, Kalibrierlösungen sind
üblicherweise im Lieferumfang dabei.



Kalibrierlösungen für Refraktometer und Spindeln

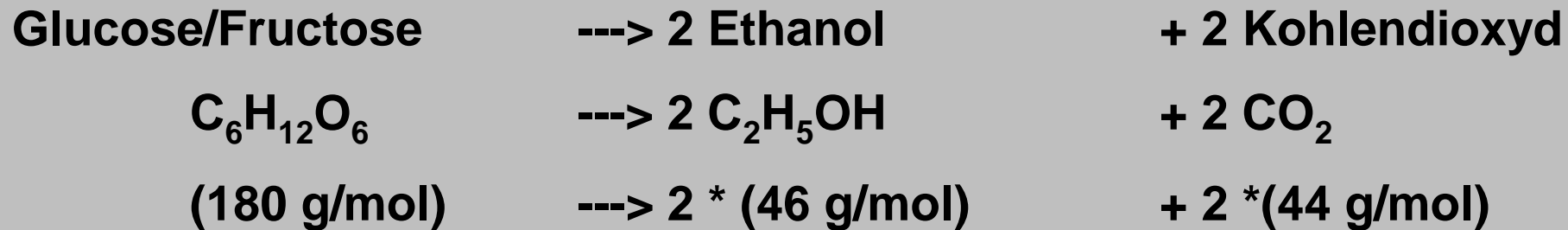


Kalibration der Refraktometer und Spindeln

1. Messung von Leitungswasser ergibt den Wert von 0°Oechsle
2. Herstellung von Kalibrierlösungen mit Haushaltszucker
 - 125 g Zucker + 875 g Wasser sind 50,5 °Oechsle
 - 172 g Zucker + 828 g Wasser sind 70,5 °Oechsle
 - 217 g Zucker + 783 g Wasser sind 90,5 °Oechsle.

Die alkoholische Gärung

Zentraler Vorgang bei der Apfelwein-, Cidre- und Spirituosenbereitung



Theoretische Alkoholausbeute: $(46 \times 2 \times 100) : 180 = 51,1\%$

Alkoholausbeute in der Praxis: 47 %

Aus 1 hl Maische oder Saft entweichen bei der Gärung bis zu 3 m³ CO₂-Gas.

Vorsicht Erstickungsgefahr!

Kontrollen im Gärverlauf

- ✓ **Kohlendioxid-Bildung**
Dichtes, lebensmittelechtes Gärgebinde mit Gäraufsatz (Gärpfeife)
- ✓ **Sensorik**
Sortenaroma und Fehlaromen (Essig, Ethylacetat, Schwefelverbindungen)
- ✓ **Mostgewichtsveränderung**
Dichteverringering
Brechungsindex wird geringer
Abnahme des Zucker
Alkoholgehalt steigt
- ✓ **Temperatur**
optimale Gärtemperatur liegt bei 16°C bis 20°C

Mostgewicht und Gärkontrolle

mit Refraktometer

Messprinzip ist Lichtbrechung



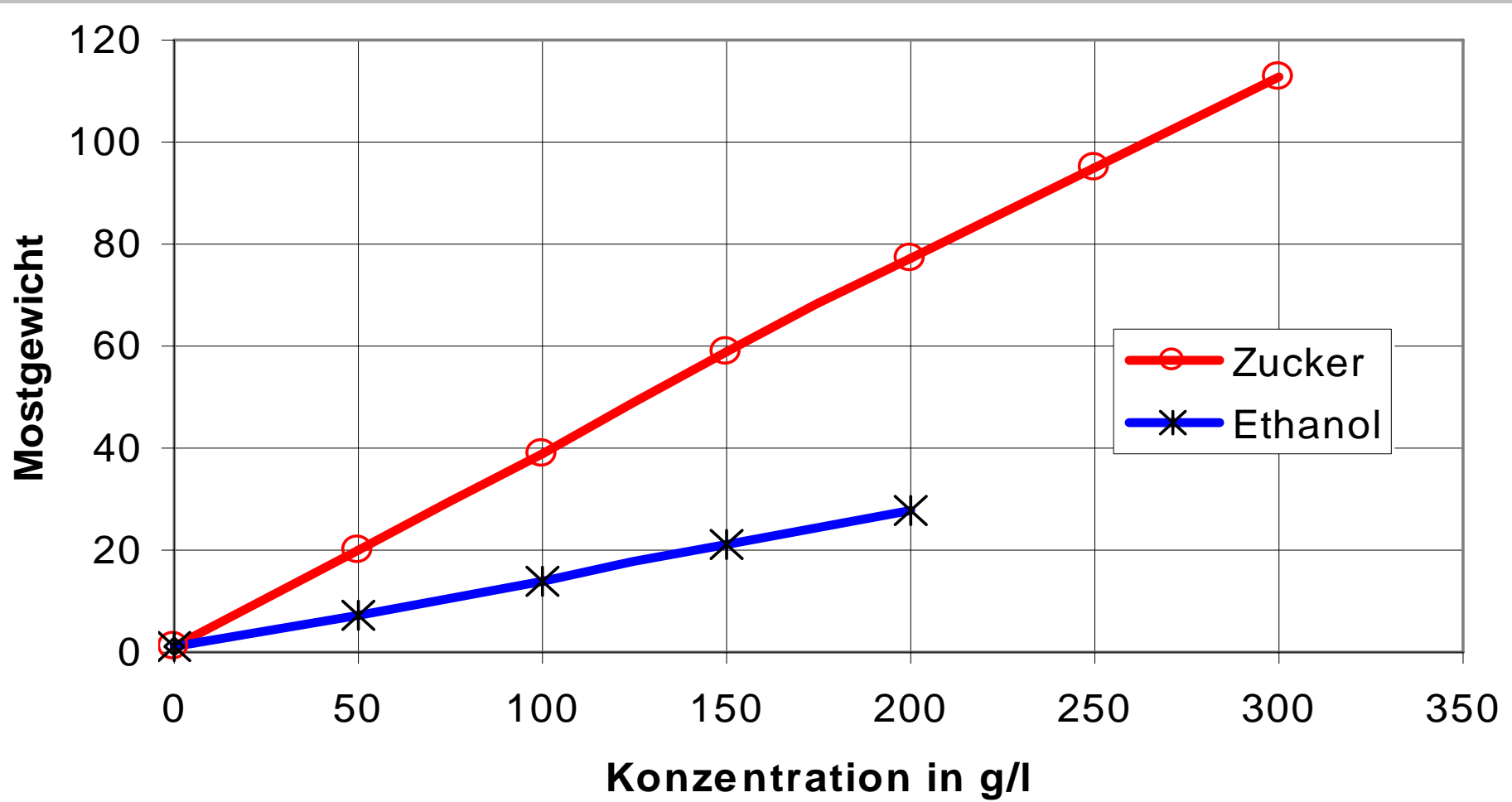
Messfehler:

Temperatur (unter 20°C zu hoher Wert pro 3,5°C etwa 1°Oe)
„Gärung zu niedriger Messwert“

durchgegorene Traubenmoste: 25 bis 30° Oechsle

Bei durchgegorenen Maischen und Säften ist das Mostgewicht stark abhängig von der Obstsorte, Obstart und dem Reifezustand.

Refraktometrische Mostgewichtsbestimmung



Refraktometrische Mostgewichtsbestimmung

Mostgewichtsabnahme (MG-Abn.) von 10° Oechsle am Refraktometer entspricht der Bildung von ca. 1,8 %vol Alkohol (Erfahrungswert)

1,8 %vol Alkohol x 7,89 = 14,2 g/l Alkohol

14,2 g/l Alkohol werden aus (14,2 : 0,47) 30 g/l Zucker gebildet.

Abnahme um 1° Oe bedeutet:

Vergärung von ca. 3,0 g/l Zucker

Bildung von 1,4 g/l Alkohol (0,18 %vol Alkohol)

Zu erwartender Alkoholgehalt von Apfelwein, Cidre

MG-Abn. durch der Gärung = Ausgangs-MG minus MG Apfelwein, Cidre

MG-Abn. durch der Gärung x 0,18 %vol = Alkoholgehalt vom Apfelwein, Cidre in %vol

Mostgewicht und Gärkontrolle

mit Spindel, Aräometer

Messprinzip ist Auftrieb

Messfehler:

Temperatur

(unter 20 °C zu hoher Wert pro 3,5°C etwa 1°Oe)

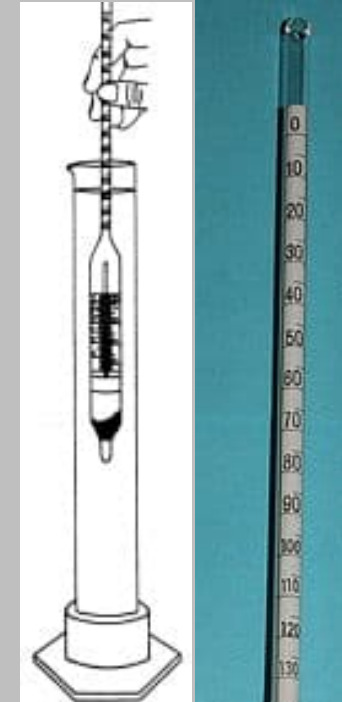
„Gärung zu niedriger Messwert“

CO₂ bewirkt Auftrieb ⇒ zu hoher Wert

Mostgewicht = (Dichte - 1) x 1.000

durchgegener Traubenmost: -5°Oechsle

Durchgegener Maischen, Säfte: Apfel 0 bis 7°Oe, Birnen 5 bis 16°Oe, Kirsche 10 bis 20°Oe, Zwetschgen 10 bis 20°Oe



Mostgewicht und Gärkontrolle

mit Biegeschwinger

Gemessen wird die Dichte

Messprinzip ist die Schwingungsdämpfung
eines temperierten oszillierenden Glasröhrchens

Messfehler: keine

Kohlendioxid muss aus der Probe entfernt werden.

Probentemperatur wird in weitem Bereich kompensiert.

Preis: ca. 2.000 €

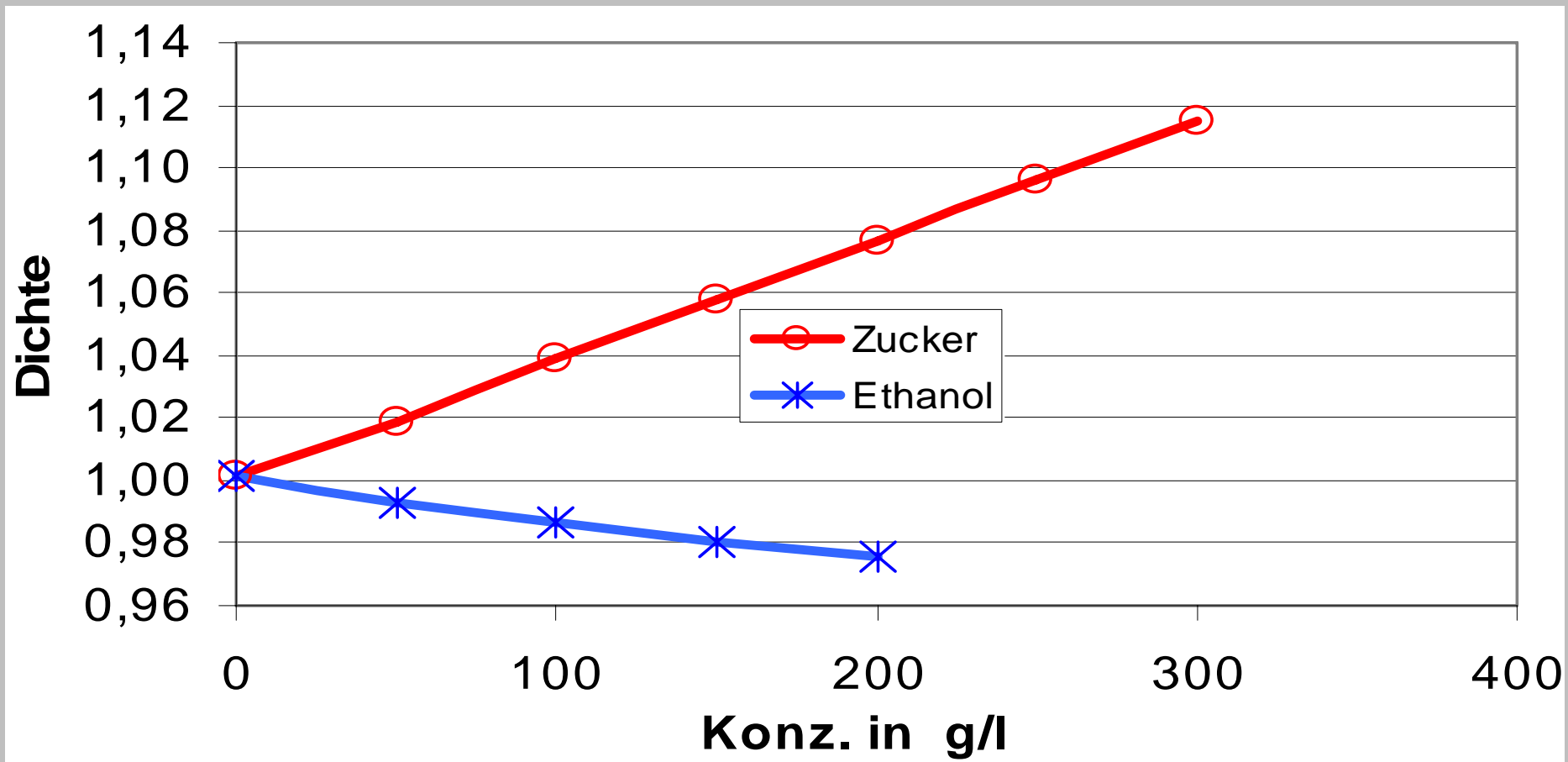
Dichte (in g/ml) von durchgegorener Maische oder Saft

Traubenwein (0,995), Apfel (1,000 bis 1,007), Birnen 1,005 bis 1,016),

Kirsche (1,01 bis 1,02), Zwetschgen (1,01 bis 1,02)



Zusammenhang zwischen Dichte, Zucker und Alkohol



Mostgewichtsbestimmung mit Spindel, Handbiegeschwinger

Mostgewichtsabnahme (MG-Abn.) von 10° Oechsle an der Spindel entspricht der Bildung von ca. 1,2 %vol Alkohol (Erfahrungswert)

1,2 %vol Alkohol x 7,89 = 9,5 g/l Alkohol

9,5 g/l Alkohol werden aus (9,5 : 0,47) 20 g/l Zucker gebildet.

Abnahme um 1° Oe bedeutet:

Vergärung von ca. 2,0 g/l Zucker

Bildung von 0,9 g/l Alkohol (0,12 %vol Alkohol)

Zu erwartender Alkoholgehalt von Apfelwein, Cidre

MG-Abn. durch der Gärung = Ausgangs-MG minus MG Apfelwein, Cidre

MG-Abn. durch der Gärung x 0,12 %vol = Alkoholgehalt vom Apfelwein, Cidre in %vol

Gärkontrolle

Mit Refraktometer, Spindel und Biegeschwinger kann der Gärverlauf verfolgt werden.

Die Abnahme des Mostgewichtes über der Zeit gibt Aufschluss über den Gärverlauf.

Die vollständige Endvergärung ist mit diesem Verfahren nicht exakt zu bestimmen, da die Extraktgehalte abhängig von Obstart und Obstqualität sind.

Zu erwartender Alkoholgehalt

Aus dem Ausgangsmostgewicht und dem Mostgewicht nach Gärende kann der Alkoholgehalt näherungsweise bestimmt werden.

Refraktometer:

Mostgewichtsabnahme von 10° Oechsle am Refraktometer entspricht der Bildung von ca. 1,8 %vol Alkohol

Abnahme um 1 °Oe bedeutet Vergärung von ca. 3 g/l Zucker und Bildung von 1,4 g/l Alkohol

Spindel, Aräometer, Biegeschwinger:

Mostgewichtsabnahme von 10° Oechsle auf der Spindel entspricht der Bildung von ca. 1,2 %vol Alkohol

Abnahme um 1 °Oe bedeutet Vergärung von ca. 2 g/l Zucker und Bildung von 0,9 g/l Alkohol

Umrechnung: g/l Alkohol : 7,89 = %vol Alkohol

Bestimmung vom Restzucker nach der Gärung

Schnelltest zur Zuckergehaltsbestimmung Clinitest

Helle Fruchtweine bis 5 g/l Restzucker können direkt gemessen werden. Bei höherem Restzuckergehalt muss verdünnt werden.

Für rote Fruchtweine mit Aktivkohle vorher entfärben.

In das MERKEL-CLINITEST-Messglas mit Hilfe der Tropfpipette Wein bis zur Markierung einfüllen.

1 Tablette hinzufügen, wobei sich der Inhalt zum Kochen erhitzt.

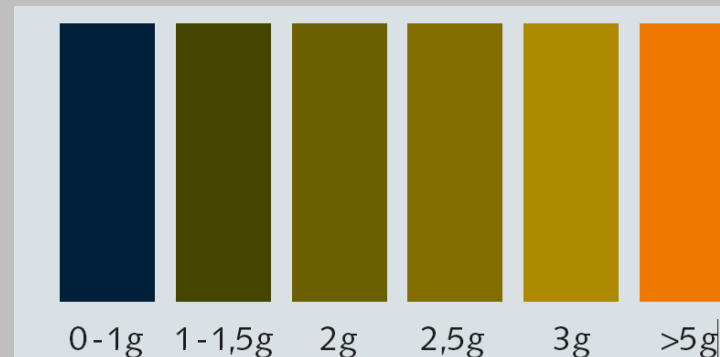
Während des Lösevorganges kurz schütteln.

Nach Beendigung der sichtbaren Reaktion schüttelt man kurz um und vergleicht die resultierende Farbe mit der Farbskala.

Vorsichtsmaßnahme:

Testtabletten enthalten

Natriumhydroxid (Ätznatron).



Schweflige Säure im Fruchtwein „enthält Sulfite“

Wissenswertes über schweflige Säure (H_2SO_3 , SO_2)

Sie liegt in freier und gebundener Form im Wein, Cidre vor.

Der Grenzwert für die gesamte SO_2 liegt bei 180 mg/l.

Die freie SO_2 darf nicht als stechend sensorisch wahrnehmbar sein.

Gefüllter Wein sollte 40 mg/l freie SO_2 haben.

Schweflige Säure ist ein Allergen, und muss auf dem Etikett deklariert werden.

Enthält
Sulfite

Wirkung der SO_2 im Fruchtwein, Cidre

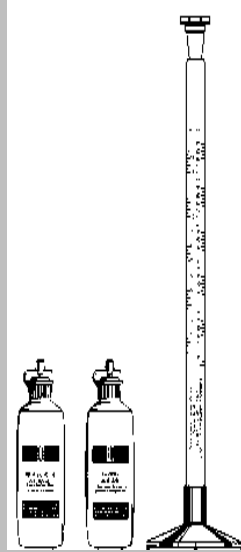
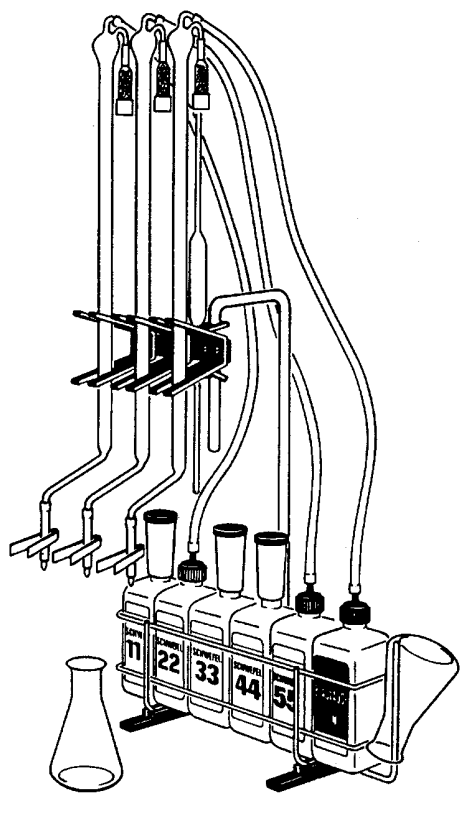
➤ antimikrobiell (gegen Bakterien und viele Hefen)

Wirksamkeit ist abhängig vom pH-Wert. Je niedriger der pH-Wert, desto wirksamer und geruchsaktiver ist die SO_2 . Bei pH-Wert >4 fast unwirksam.

➤ stoffbindend (bindet geruchsaktive Aldehyde)

➤ antioxidativ (bindet Sauerstoff, dabei entstehen Superoxidradikale)

Bestimmung der freien schwefligen Säure



- Jodometrische Titration
- Endpunktbestimmung visuell
- Störung durch Ascorbinsäure und Farbstoffe
- Entstörung der Ascorbinsäure durch Glyoxal



Danke für die Aufmerksamkeit



Bei Fragen können Sie
gerne das Fachzentrum
Analytik der LWG
kontaktieren

analytik@lwg.bayern.de

Tel.: 0931 98013702

Viel Erfolg