

Novartis Pharma AG  
Schullabor



# Alles Zucker

Analytische Methoden

2017

**Herausgeber:**

Novartis Pharma AG, CH-4002 Basel

**Autoren:**

Dr. Gesche Standke, Simone Kurtz  
Guido Hess\*, Andreas Schultheiss\*

**Kontaktadresse:**

Novartis Pharma AG  
Schullabor  
WKL-122.2.28

Postfach  
CH-4002 Basel

Tel. 061/696 93 93

Internet: [www.novartis.ch/schullabor](http://www.novartis.ch/schullabor)

Verbreitung und Veröffentlichung des gesamten Inhalts oder Teilen davon ist nur mit Einverständnis des Herausgebers und Quellennachweis erlaubt.

Kopien für den Schulgebrauch sind erwünscht.

\* „Lebenskreis Ernährung“, Herausgeber Schullabor, Novartis International AG, Basel 1999

## Inhalt

Wissen .....	4
Geschmack .....	4
Zucker sind Kohlenhydrate .....	4
Energie und Atmung .....	5
Macht Zucker krank .....	5
Experiment 1: Löslichkeit von Zuckern in Wasser .....	6
Versuchsanleitung .....	7
Experiment 2: Zucker ist nicht gleich Zucker .....	8
Versuchsanleitung .....	9
Experiment 3: Nachweis von Stärke .....	10
Versuchsanleitung .....	11
Experiment 4: Bestimmung von Zuckergehalten über Dichtemessung .....	13
Versuchsanleitung .....	14

## Wissen

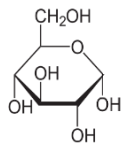
### Geschmack

Zucker ist süß. Wir mögen Lebensmittel, die Zucker enthalten. So teilt uns unser Körper mit, dass dies ein wichtiger Nährstoff für uns ist. Es gibt aber auch Zucker, die nicht süß sind. Zucker ist nicht gleich Zucker. Das wirst du bei den folgenden Experimenten erforschen können.

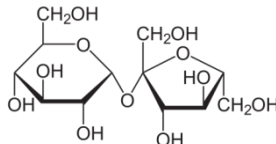
### Zucker sind Kohlenhydrate

Alle Zucker sind Kohlenhydrate und bestehen aus den Atomen Kohlenstoff „C“, Sauerstoff „O“ und Wasserstoff „H“. Die C-Atome bilden mit dem „O“-Atom eine Ringstruktur. Neben Wasser, Eiweiß und Fett gehören die Kohlenhydrate zu den Grundbausteinen des Lebens. Kohlenhydrate versorgen unseren Körper mit Energie. Bei Stärke in Teigwaren, Kartoffeln, Reis und Brot sind viele Zuckerbausteine aneinandergehängt. Unser Körper spaltet dieses Riesenmolekül in die einzelnen Glucosemoleküle. Glucose (Traubenzucker) schmeckt süß. Glucose ist der wichtigste Energielieferant des Körpers. Glucose wird über das Blut durch den Körper transportiert. Die Zellen „verbrennen“ zur Energiegewinnung die Glucose, ähnlich wie das Auto Benzin verbrennt. Das Abgas ist  $\text{CO}_2$ .

100 ml Apfelsaft enthalten	
Fett	<0,5 g
Kohlenhydrate	11 g
davon Zucker	10 g
Eiweiß	<0,5 g
Energiewert: 192 kJ	



Glucose



Saccharose



Stärke

Der normale Haushaltszucker ist ein Zweifachzucker und besteht aus zwei Grundbausteinen, der Glucose und der Fructose. Dieser Haushaltszucker wird Saccharose genannt.

Zuckerrüben und Zuckerrohr enthalten viel Saccharose (Haushaltszucker) und werden daher für die Zuckergewinnung genutzt. Fructose (Fruchtzucker) und Glucose (Traubenzucker) schmecken süß und sind zum Beispiel in Honig enthalten. Stärke schmeckt nicht süß.

## **Energie und Atmung**

Das Glucose Molekül wird von den Kraftwerken unserer Zellen zu Wasser und Kohlenstoffdioxid  $\text{CO}_2$  verbrannt. Dazu benötigen wir Sauerstoff. Den Sauerstoff atmen wir ein, das Kohlenstoffdioxid atmen wir aus.

## **Macht Zucker krank**

Nach der Verdauung wird Glucose über das Blut zu unseren Zellen transportiert. Nicht nur Muskeln, sondern besonders unser Gehirn verbraucht viel Glucose. Zucker ist also lebenswichtig. Aber in manchen Fällen muss man aufpassen:

1. Fettleibigkeit: Haben wir zu viel Zucker gegessen, wird der Überschuss in Fett umgewandelt und abgespeichert. Das ist im Prinzip gut, weil wir so ein Energiereservoir haben. Wird das Fett aber nie gebraucht und kommt immer mehr hinzu, dann führt das zu gesundheitlichen Problemen.

2. Unverträglichkeit: Milchzucker (Lactose) ist ein Zweifachzucker und besteht aus dem Baustein Glucose und dem Baustein Galactose. Es gibt auch Unverträglichkeit von Fructose (Fruchtzucker). Manche Menschen können diese Zucker nicht verdauen und bekommen davon Bauchschmerzen.

3. Diabetes = Zuckerkrankheit: Nach dem Essen werden die verschiedenen Zucker verdaut. Glucose wird recht schnell über das Blut zu den Zellen transportiert. Nach dem Essen steigt daher der Blutzuckergehalt an. Die Zellen müssen jetzt reagieren und den Zucker aus dem Blut entnehmen. Das Signal dazu gibt das Hormon Insulin. Funktioniert das Signal nicht, bleibt der Zucker im Blut und die Zellen „hungern“. Auf Dauer können dadurch Organe schwer geschädigt werden. Man erkennt die Zuckerkrankheit durch den ständig hohen Gehalt von Glucose im Blut und sogar im Urin. Zuckerkrankte bekommen daher regelmässig Insulin und müssen beim Essen auf die Menge aller Zuckerarten achten. Gesunde Menschen produzieren schnell und genau dann Insulin, wenn ihr Körper es braucht. Der Blutzuckergehalt steigt dann nur kurz nach dem Essen an und sinkt dann wieder ab. Bei sehr niedrigem Blutzuckergehalt haben wir richtig Hunger.

4. Karies: Die Bakterien in unserem Mund verwerten den Zucker ebenfalls. Sie vermehren sich und produzieren Säure, die Löcher in Zähne frisst. Süßes ist deshalb ganz schlecht für die Zähne. Nach dem Essen sollten die Zähne geputzt werden.

## Experiment 1: Löslichkeit von Zuckern in Wasser

### Lernziel

Du kannst nach diesem Versuch ganz klare Aussagen zur Löslichkeit von verschiedenen Zuckern in Wasser machen.

Du kannst beschreiben, wie Zucker aufgebaut sind.

Du kannst Zucker mit den Fachbegriffen benennen.

### Was sind Zucker?

Als Zucker wird meistens nur der Haushaltszucker bezeichnet. In der Chemie gehört dieser spezielle Zucker zu einer grossen Gruppe ganz ähnlicher Moleküle. Überraschenderweise sind nicht alle Zucker süss. Die Zucker werden durch Pflanzen aus Wasser und dem Kohlenstoffdioxid der Luft unter Ausnutzung der Sonnenenergie aufgebaut. Daher kommt der Begriff Kohlenhydrat, der für alle Zuckerarten steht.

Es gibt Einfachzucker, Zweifachzucker und Mehrfachzucker.

Je mehr Bausteine aneinandergehängt sind, desto grösser ist das ganze Molekül. Das bewirkt ein unterschiedliches Verhalten sowohl im Körper, als auch beim Lösen in Wasser.



Einfachzucker



Zweifachzucker



Mehrfachzucker

## Versuchsanleitung

### 1. Reagenzgläser vorbereiten

Stelle drei Reagenzgläser in das Reagenzglasgestell und beschrifte sie mit den Zahlen 1 bis 3.

- einen flachen Löffel Glucose (Traubenzucker) in Reagenzglas Nr. 1,
- einen flachen Löffel Saccharose (Haushaltszucker) in Reagenzglas Nr. 2,
- einen Minilöffel Stärke (Maizena) in Reagenzglas Nr. 3.

### 2. Löslichkeit prüfen

Gib zu jedem Reagenzglas mit der Plastikpipette 2 ml Wasser. Schüttle den Inhalt!

**Protokoll:** Beobachte, wie gut sich der Inhalt im Wasser löst! Notiere deine Beobachtungen

1. Glucose (Einfachzucker): \_\_\_\_\_

2. Saccharose (Zweifachzucker): \_\_\_\_\_

3. Stärke (Mehrfachzucker): \_\_\_\_\_

### 3. Erwärmung

Nicht alle Stoffe haben sich im Wasser aufgelöst. Stelle nun die Reagenzgläser für 2 Minuten in den Heizblock. Schüttle ab und zu!

Stelle anschliessend die Reagenzgläser zurück in das Reagenzglasgestell.

**Protokoll:** Notiere deine Beobachtung

1. Glucose (Einfachzucker): \_\_\_\_\_

2. Saccharose (Zweifachzucker): \_\_\_\_\_

3. Stärke (Mehrfachzucker): \_\_\_\_\_

### 4. Erwärmung

Stelle Reagenzglas 3 für weitere 5 Minuten in den Heizblock. Was hat sich danach geändert?

### Überlege

Du weisst, dass Teigwaren Stärke enthalten. Heute hast du Freunde zu einem italienischen Essen eingeladen. Was passiert, wenn die Spaghetti nach dem Kochen nicht sofort gegessen werden?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 5. Aufräumen

Kehre Reagenzglas 3 über dem Spülbecken um. Was beobachtest Du? Spüle alle drei Reagenzgläser mit Wasser und lege sie in den Waschmaschinenkorb!

*Durch Erwärmung können Lösungsvorgänge beschleunigt werden.*

*Achtung! Reagenzgläser nur oben anfassen!*

*Stärke bildet eine milchige Suspension, die sich am Boden absetzt. Ab 65 °C bildet die Stärke den sogenannten Stärkekleister.*

## Experiment 2: Zucker ist nicht gleich Zucker

### Lernziel

Nach diesem Versuch kannst du mit einer Nachweisreaktion bestimmen, ob ein Lebensmittel Traubenzucker (Glucose) oder Haushaltszucker (Saccharose) enthält. Ausserdem kannst du aufzählen, in welchen verschiedenen Formen Zucker vorkommen.

Du kennst die verschiedenen Zuckerarten und kannst konkrete Aussagen darüber machen.

### Die Einfachzucker

Im Obst findet man vorwiegend Traubenzucker bzw. Fruchtzucker. Beide sind Einfachzucker. Der süsse Geschmack der Früchte ergibt sich also aus der Anhäufung dieser Einfachzucker.

Einfachzucker, d. h. «einfache Zucker», sind aus einfachen Ringmolekülen aufgebaut.

Wichtige Beispiele sind: Traubenzucker (Glucose) und Fruchtzucker (Fructose).

### Die Zweifachzucker

In der Zuckerrübe, in Milch und keimenden Getreide finden wir vorwiegend Doppelzucker.

Zweifachzucker, d. h. «doppelte Zucker», sind aus doppelten Ringmolekülen aufgebaut. Rübenzucker (Saccharose) kommt als Haushaltszucker in den Handel. Milchzucker (Lactose) ist der Zucker in der Milch und schmeckt im Gegensatz zu Saccharose nur wenig süss.

### Die Mehrfachzucker

In Kartoffeln oder im Getreidekorn sind die Zucker in langen Ketten angeordnet. Mehrfachzucker, d. h. «mehrfache» Zucker wie die Stärke, schmecken nicht süss. Sie haben ein ganz anderes Verhalten und werden im Allgemeinen nicht zu den Zuckern gerechnet.

### Fehling Probe

Traubenzucker (Glucose), Fruchtzucker (Fructose) und Milchzucker (Lactose) sind reduzierende Zucker und können mit einem chemischen Stoff, dem Fehling Reagens, nachgewiesen werden.

Haushaltszucker (Saccharose) lässt sich mit der Fehling'schen Lösung nicht nachweisen.



Einfachzucker  
(Glucose)



Zweifachzucker  
(Saccharose)



Mehrfachzucker  
(Stärke)



## Versuchsanleitung

### 1. Versuchsvorbereitung

Stelle vier Reagenzgläser in das Reagenzglasgestell und beschrifte sie mit den Zahlen 1 bis 4.

Gib mit der Plastikpipette je 2 ml der folgenden Flüssigkeiten in die Reagenzgläser:

- Glas 1: Apfelsaft
- Glas 2: Zuckerwasser
- Glas 3: Milch
- Glas 4: Stärke in Wasser

### 2. Fehling Probe

Gib nun in jedes Reagenzglas 1 ml Fehling Reagens I und 1 ml Fehling Reagens II. Schüttele leicht, damit sich die Flüssigkeiten mischen.

### 3. Proben erhitzen

Stelle die Reagenzgläser für 4 Minuten in den Heizblock. Schüttele nach jeder Minute! Beobachte, was nach 4 Minuten mit dem Inhalt passiert ist!

*Beim Erhitzen bildet sich ein roter Niederschlag, wenn Glucose, Fructose oder Lactose vorhanden sind. Bei Stärke und Saccharose bildet sich kein Niederschlag.*



Keine Reaktion



Reaktion mit reduzierendem Zucker

#### Protokoll

Notiere jeweils die Farbe der Probe nach dem Erwärmen!

1. Apfelsaft: \_\_\_\_\_

2. Zuckerwasser: \_\_\_\_\_

3. Milch: \_\_\_\_\_

4. Stärke: \_\_\_\_\_

#### Überlege

Welche Zucker können enthalten sein?

1. Apfelsaft: \_\_\_\_\_

2. Zuckerwasser: \_\_\_\_\_

3. Milch: \_\_\_\_\_

4. Stärke: \_\_\_\_\_

### 4. Aufräumen

Schüttele den Inhalt der Reagenzgläser in den Kanister und lege sie in den Waschmaschinenkorb!

## Experiment 3: Nachweis von Stärke

### Lernziel

Du kannst nach diesem Versuch die Durchführung der Nachweismethode für Stärke mit Iod-Kaliumiodidlösung (Lugolsche Lösung) beschreiben.

Du kennst nach diesem Versuch die Wirkung von Speichel auf Stärke.

### Was ist Stärke?

Ein Stärkemolekül besteht aus einer langen Kette von Glucose (Mehrfachzucker). So eine Kette ist wasserunlöslich, besteht aus 250 bis 6000 Glucosebausteinen und ist spiralförmig aufgerollt, teilweise auch verzweigt.

### Iod-Stärke Nachweis

Die Iod-Teilchen passen genau in die Spirale der Stärke. Der Iod-Stärke Komplex ist violett-blau. Wird die Spirale verändert, zum Beispiel durch Erwärmen, löst sich der blaue Komplex wieder auf.

### Was ist Speichel?

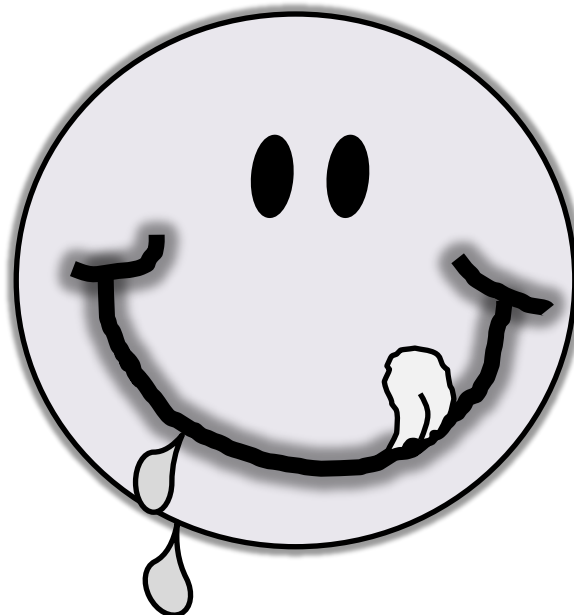
Speichel ist wichtig für das Schlucken, Sprechen und Schmecken.

Mehrere Speicheldrüsen sondern ihr Sekret, den Speichel, in die Mundhöhle ab. Die Speicheldrüsen eines Menschen produzieren pro Tag ungefähr 1 bis 1,5 Liter Speichel.

### Speichel, Stärke und Glucose (Traubenzucker)

Stärke kann als Mehrfachzucker vom Körper nicht direkt als Betriebsstoff verwendet werden und muss erst verdaut werden. Die eigentliche Verdauung der Kohlehydrate findet im Darm statt. Aber schon im Mund kann Stärke in kleinen Mengen „verdaut“ werden. Der Speichel enthält das Enzym Amylase. Amylase wirkt wie eine chemische Schere. Es spaltet von der Mehrfachzuckerkette der Stärke einzelne Glucosemoleküle ab.

In unserem Versuch können wir die Verdauung durch Amylase mit Iod-Kaliumiodid überprüfen. Stellen, an denen durch Einwirken der Amylase die Stärke abgebaut wurde, erscheinen farblos, während der Rest der Stärke-Agar-Platte tiefblau gefärbt ist.



## Versuchsanleitung

### 1. Versuchsvorbereitung

Stelle vier Reagenzgläser in das Reagenzglasgestell und beschrifte sie mit den Zahlen 1 bis 4!

Gib mit der Plastikpipette je 2 ml der folgenden Substanzen in die Reagenzgläser:

- Glas 1: Apfelsaft
- Glas 2: Zuckerwasser
- Glas 3: Milch
- Glas 4: Stärke in Wasser

### 2. Iod-Stärke Nachweis

Gib nun in jedes Reagenzglas 4 Tropfen Iod-Kaliumiodidlösung!

#### Protokoll

Notiere jeweils die Farbe der Probe! Welche Proben enthalten Stärke?

*Iod-Kaliumiodid-Lösung färbt sich bei Anwesenheit von Stärke blau-violett.*

1. Apfelsaft:	_____	_____
2. Zuckerwasser:	_____	_____
3. Milch:	_____	_____
4. Stärke:	_____	_____
	Farbe	Stärke

#### Überlege

Leistungssportler essen gern Stärke-haltige Nahrungsmittel. Warum?

---

### 3. Aufräumen

Schütte den Inhalt der Reagenzgläser in den Kanister und lege sie in den Waschmaschinenkorb!

*Achtung! Die Stärke-Agar-Schicht nicht verletzen!*

### 4. Stärke-Agar-Platte

Beschrifte eine Stärke-Agar-Platte auf der Unterseite mit deinem Namen.

### 5. Speichel auftragen

Befeuchte ein Wattestäbchen mit deinem Speichel. Es muss ganz feucht sein! Male ganz vorsichtig ein Gesicht auf die Stärke-Agar-Platte! Lass den Speichel 10 Minuten einwirken!

*Iod-Kaliumiodid-Lösung färbt sich bei Anwesenheit von Stärke blau-violett.*

Du kannst solange eine Pause machen.....

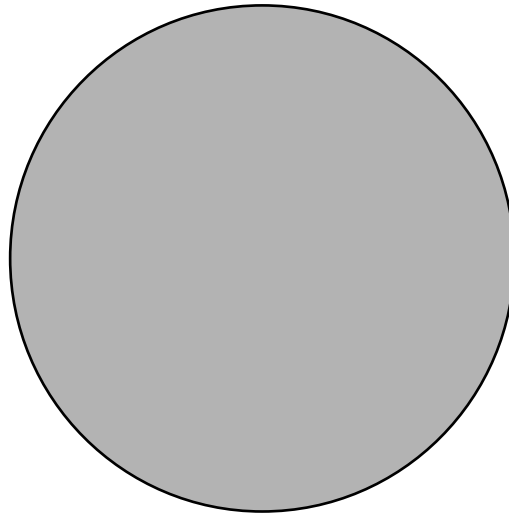
Dann geht es auf der nächsten Seite weiter.

**6. Entwickeln**

Gib 1,5 ml Iod-Kaliumiodid-Lösung auf die Stärke- Agar-Platte!  
Giesse nach 1 Minute die überschüssige Lösung auf ein Papiertuch.

**Protokoll**

Zeichne deine Beobachtung hier auf!



Beschreibe, was hier passiert ist!

---

---

---

**7. Aufräumen**

Die Stärke-Agar-Platte wird von der Kursleitung entsorgt!

## Experiment 4: Bestimmung von Zuckergehalten über Dichtemessung

### Lernziel

Du kannst nach diesem Versuch den Zuckergehalt eines Getränkes bestimmen.  
Du kannst beschreiben, was Dichte ist.  
Du kannst eine Standardkurve verwenden.

### Was ist Dichte?

Ein Würfel aus Holz ist schwerer als ein gleich grosser Würfel aus Styropor, aber leichter als ein Stahlwürfel.

Der Stahlwürfel hat die höchste Dichte.

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse (g)}}{\text{Volumen (cm}^3 \text{ oder ml)}}$$

Löst man Zucker in Wasser, dann erhöht man dadurch die Dichte des Wassers. Das heisst, Zuckerwasser ist schwerer als Wasser. Die Dichte von reinem Wasser beträgt 1g/ml. Die Dichte einer zuckerhaltigen Lösung liegt über 1g/ml. Da die anderen Inhaltsstoffe eines Getränks (mit Ausnahme des gelösten Kohlenstoffdioxids) die Dichte kaum beeinflussen, kann aufgrund einer Dichtebestimmung der Zuckergehalt des Getränks ermittelt werden. Bei sprudelnden Getränken müsste Kohlenstoffdioxid zunächst durch Erwärmen aus dem Getränk ausgetrieben werden.

Da die Dichte eines Stoffes auch von der Temperatur abhängt, wird (um eine Vergleichbarkeit der Werte zu ermöglichen) bei einer einheitlichen Temperatur, hier die Raumtemperatur, gearbeitet.

### Wie funktioniert das?

Cola „light“

Limonade

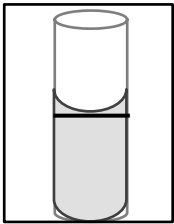


## Versuchsanleitung

### 1. Aufstellen der Dichtetabelle

Wieviel Gramm Zucker soll deine Gruppe abwiegen: \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ g

a. Stelle die Waage auf Null. Wiege erst den leeren Messkolben ohne Stopfen ab.  
Notiere den Wert: \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ g



b. Stelle die Waage auf Null. Wiege in den leeren Messkolben 2g (oder 5g; 7,5g; 10g; 12,5g; 15g) Saccharose ein. Gib so viel Wasser hinzu, bis der Kolben gut zur Hälfte gefüllt ist.  
Zum Schütteln setzt du den Stopfen auf: Schüttle die Mischung, bis der Zucker aufgelöst ist.  
Fülle mit Wasser knapp unter die Ringmarke auf.  
Anschließend gibst du mit der Pipette noch so viel Wasser hinzu, bis der Meniskus, wie im Bild, genau auf der Ringmarke liegt.

c. Stelle die Waage auf Null. Wiege den vollen Messkolben ohne Stopfen ab.  
Notiere den Wert: \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ g

d. Ziehe das Gewicht des leeren Messkolbens (Punkt a) vom Gewicht des vollen Messkolbens (Punkt c) ab.  
Wie schwer sind 100ml Zuckerwasser? \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ g

e. Teile das Gewicht der Zuckerlösung (Punkt d) durch 100. So erhältst du die Dichte deiner Zuckerlösung. \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_  $\frac{g}{ml}$

Trage die Dichtewerte aller Gruppen in die Tabelle ein:

Zucker (in g/100ml)	2	5	7,5	10	12,5	15
Dichte (in $\frac{g}{ml}$ )						

### 2. Bestimmung des Zuckergehalts von Apfelsaft

a. Spüle den Messkolben gut aus.  
Wiege den leeren Messkolben ab und notiere den Wert: \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ g

b. Miss 100ml Apfelsaft ab!

c. Wiege den Messkolben mit Apfelsaft ab und notiere den Wert: \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ g

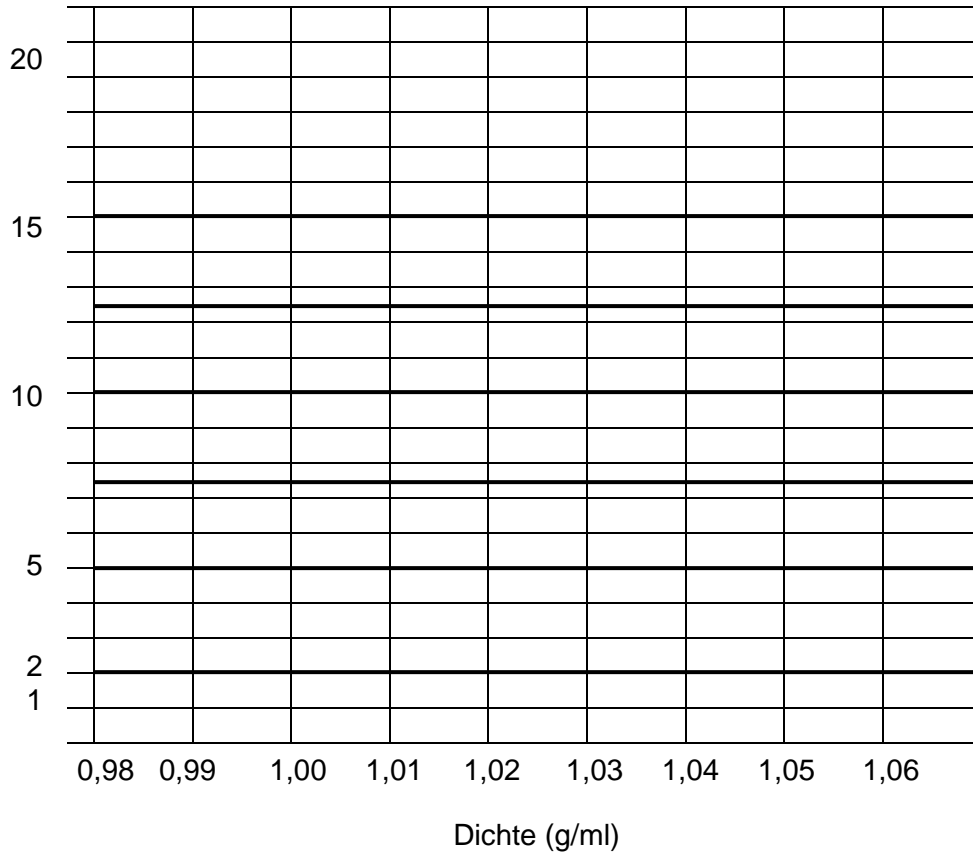
d. Wie schwer sind 100ml Apfelsaft? \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ g

e. Wie gross ist die Dichte von Apfelsaft? \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_  $\frac{g}{ml}$

### 3. Standardkurve

Zeichne mit den Werten aus der Dichtetabelle eine Standardkurve:

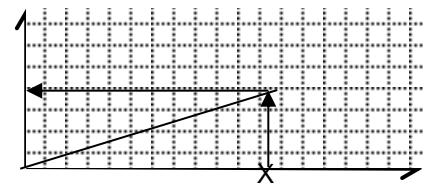
Zucker (g)



#### Aufgabe

1. Kreuze den Dichtewert des Apfelsafts unten an. Ermittle den Schnittpunkt mit der Kurve und lies den Zuckergehalt von Apfelsaft ab, siehe Abbildung. Eventuell muss ein Zwischenwert gebildet werden.

100ml Apfelsaft enthält \_\_\_\_\_ g Zucker



#### 4. Aufräumen

Spüle den Messkolben mit Wasser aus und stelle ihn auf den Spültisch! Putze deinen Labortisch mit einem feuchten Tuch ab.

Wasche anschliessend deine Hände!

**Jetzt bist du fertig!**