



Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung Krefeld  
Seminar für das Lehramt an Berufskollegs  
Johansenaue 3, 47809 Krefeld

## Schriftlicher Unterrichtsentwurf

<b>Fach:</b>	Chemie
<b>Thema:</b>	<b>„Herstellung von Lösungen mit der Gehaltsangabe <i>Massenkonzentration</i> <math>\beta</math> im Kontext der Bestimmung des Zuckergehalts einer Cola“</b>
<b>Kurze Zusammenfassung</b>	Die heutige Unterrichtsstunde hat das Ansetzen von Lösungen, und hier im speziellen, das Ansetzen von verschiedenen Zuckerlösungen nach einer vorgegebenen Massenkonzentration $\beta$ zum Thema. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten im Kontext der Überprüfung des Zuckergehaltes einer Cola und müssen hierfür die Herstellerangabe des Zuckergehalts (27g / 250 ml) verstehen, in dem Ihnen die neue Gehaltsangabe $\beta$ erklärt wird und danach sich ein geeignetes Verfahren überlegen, wie diese Angabe geprüft werden kann.
<b>Bildungsgang/Stufe:</b>	Technisches Gymnasium, Chemie-LK, Jgst. 11.1

# **1 Lernvoraussetzungen im Hinblick auf die Unterrichtsstunde**

## **1.1 Rahmenbedingungen**

Die dritte Lehrprobe im Fach Chemie findet in einer gymnasialen Oberstufe, der Jahrgangsstufe 11.1 eines Chemie-LK's, statt. Die Grundlage zur Beschulung der Schülerinnen und Schüler in der Oberstufe des technischen Gymnasiums findet an den Berufskollegs in NRW gemäß APO-BK<sup>1</sup> Anlage D statt.

Mein Ausbildungslehrer und ich haben die 11. Klasse zu Beginn des Schuljahres 2013/2014 neu kennengelernt und seit Donnerstag, den 12.09.2013 unterrichte ich die Lerngruppe im Fach Chemie unter Anleitung von ihm. Die Stundenzahl im Leistungskurs Chemie beträgt wöchentlich fünf Stunden, was hier im Berufskolleg durch Wechsel von vier bzw. sechsstündigen Unterrichtseinheiten pro Woche umgesetzt wird. Das Kursthema der 11.1 lautet „Grundlagen anorganisch chemischer Prozesse“<sup>2</sup>, in welchem wir aktuell die Themen „Ansetzen von Lösungen/Gehaltsangaben“ erarbeiten.

In der TG 32 befinden vier Schülerinnen und 15 Schüler im Alter von 16 – 18 Jahren, die alle mindestens die entsprechende Qualifikation für die gymnasiale Oberstufe besitzen.

Der Unterricht der heutigen Stunde findet im integrierten Klassenraum 00.14 statt. Dies ist sowohl der Unterrichtsraum für die Leistungskurse Chemie und Biologie als auch das Labor für diese Leistungskurse. Der Raum 00.14 ist mit einer normalen Kreidetafel, einem OH-Projektor und einem PC mit Beamer und Leinwand ausgestattet. Der Laborteil des Raumes ist in seiner Ausstattung ein klassisches Schullabor mit ausreichend Arbeitsplätzen für die Schülerinnen und Schüler.

## **1.2 Vorkenntnisse/Verhalten bezogen auf den Stundeninhalt**

Auf Grund der Tatsache, dass sich die Schülerinnen und Schüler erst seit ein paar Wochen kennen und auch wir die Schüler erst vor Kurzem kennengelernt haben, lässt sich – bezogen

---

<sup>1</sup> Verordnung über die Ausbildung und Prüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs

<sup>2</sup> Entnommen aus: „Bildungspläne zur Erprobung – Teil III Fachlehrplan Chemie“ des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes NRW

auf die fachlich-inhaltliche Kompetenz – der Lerngruppe noch keine genauere Aussage treffen.

Die Schülerinnen und Schüler sind während des Unterrichts sehr interessiert und beteiligen sich rege am Geschehen. Häufig bieten sich Gelegenheiten auch Verständnisfragen zu erörtern, in dem diese Fragen von Schülern ins Plenum zurückgegeben werden können um von anderen beantwortet zu werden.

Wie gut die sozialen und methodischen Kompetenzen ausgeprägt sind, lässt sich auf Grund der Kürze der Zeit, in der ich die Klasse erst kenne, noch nicht sagen. Während der bisher gesehenen Experimentalphasen zeigten sich alle Schülerinnen und Schüler sicherheits- und umweltbewusst und entwickelten sofort ein Interesse an der jeweils gegebenen Fragestellung. Nichts desto trotz sind die meisten Schülerinnen und Schüler noch etwas unerfahren beim Experimentieren und machen daher durchaus auch mal Fehler. Auf Grund des großen Interesses der Lerngruppe am Fach Chemie wollen alle aber gern alles sofort verstehen und korrigieren ihr Vorgehen bzw. wiederholen auch gern den ganzen Versuch nochmals, um ein korrektes Ergebnis zu bekommen.

Die Planungsbeteiligung der Schüler im Vorfeld von Experimenten ist für eine Lerngruppe im ersten Halbjahr der Jahrgangsstufe 11 durchaus hoch und die Schüler entwickeln teilweise sehr gute Ideen zur Lösung von vorgegebenen Problemen.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine kurze Übersicht über den Verlauf der bisher erteilten und künftig folgenden Stunden meines Ausbildungsunterrichts im Leistungskurs im Fach Chemie:

**Tabelle 1: Übersicht über die Unterrichtsreihe**

<b>Themen der einzelnen Stunden bis zum 10.10.2013</b>	
<u><b>Datum</b></u>	<u><b>Thema</b></u>
<b>05.09.2013</b>	Einführung, Kennenlernen des Labors, Sicherheitsunterweisung der Schülerinnen und Schüler; Unterscheidung von chemischen und physikalischen Vorgängen
<b>12.09.2013</b>	Kennenlernen von PSE und Stoffeigenschaften, Experimentelle Bestimmung des Schmelz- und Gefrierpunktes von Wasser
<b>13.09.2013</b>	Untersuchung der Genauigkeit von Volumenmessgeräten und experimentelle Überprüfung von „Goldmünzen“ auf deren Echtheit mittels Dichtemessungen
<b>19.09.2013</b>	Mathematische Herleitung der Dichte und Dichteberechnungen; „Wie viel Salz ist im Meerwasser gelöst“ – Experimentelle Bestimmung des Massenanteils $w(X)$ von Salz mit Hilfe von unterschiedlichen, analytischen Verfahren
<b>26.09.2013</b>	„Wie viel Salz ist im Meerwasser gelöst“ – Experimentelle Bestimmung des Massenanteils $w(X)$ von Salz mit Hilfe von unterschiedlichen, analytischen Verfahren
<b>27.09.2013</b>	<b>Einführung der Massenkonzentration <math>\beta</math> im Kontext der Dichtebestimmung von Cola (Unterrichtsbesuch mit Lehrprobe)</b>
<b>03.10.2013</b>	Tag der deutschen Einheit
<b>10.10.2013</b>	Übungsaufgaben zur Berechnung der Massenkonzentration $\beta$

Vorkenntnisse zum Stundenthema der Lehrprobe sollten bei den Schülerinnen und Schülern wenn überhaupt rudimentär vorhanden sein, es ist aber eher wahrscheinlich, dass die Schülerinnen und Schüler die neu einzuführende Gehaltsangabe noch nicht oder nicht mehr kennen. In wie weit die vorangegangenen, allgemeinbildenden Schulen die Massenkonzentration  $\beta$  thematisiert haben, ist mir nicht bekannt.

## **2 Ziele der Unterrichtsstunde**

### **2.1 Gesamtziel der Unterrichtsstunde**

Die Schülerinnen und Schüler lernen - im Kontext der Überprüfung des Zuckergehalts einer Cola - eine neue Gehaltsangabe, die Massenkonzentration  $\beta$ , kennen und können Lösungen mit bestimmten Massenkonzentrationen herstellen.

### **2.2 Angestrebte Kompetenzerweiterungen**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wählen eine geeignete Methode zur Bestimmung des Zuckergehaltes aus. Sie zeigen dies, in dem Sie verschiedene, analytische Verfahren gegeneinander abwägen und sich dann für eine passende Methode entscheiden.
- planen den Ablauf für das Experiment selbstständig. Sie zeigen dies, indem sie eine Anleitung für das Ansetzen von Lösungen mit einer bestimmten Massenkonzentration entwickeln.
- können das Ansetzen von Lösungen mit vorgegebenen Massenkonzentrationen praktisch durchführen. Sie zeigen dies, indem sie eine Kalibrierreihe für eine unbekannte Zuckerlösung eigenständig herstellen.

### 3 Didaktische Entscheidungen der Unterrichtsstunde und ihre Begründungen

In diesem Kapitel geht es um die Vorstellung, Einordnung und Begründung der wesentlichen fachlich-inhaltlichen und methodischen Entscheidungen für die anstehende Unterrichtsstunde.<sup>3</sup>

#### 3.1 Curriculare Anbindung

Die rechtliche Grundlage für die Entscheidung, die Unterrichtsstunde zu dem gewählten Thema durchzuführen, findet sich im Fachlehrplan für den Leistungskurs Chemie<sup>4</sup>.

Dort wird vorgegeben, dass im Unterricht die Vorbereitung auf wissenschaftliches Arbeiten und ein wissenschaftliches Studium berufsbezogen gestaltet wird und die näherungsweise die Anforderungen zum Erwerb der allgemeinen Studierfähigkeit gelegt werden. Laut Lehrplan resultieren hieraus - neben anderen - der Lernbereich *Allgemeine Chemie* und die Arbeitsmethoden zur *Auswahl, Planung und Anwendung geeigneter chemischer Untersuchungsmethoden*.

Das Kursthema für das Kurshalbjahr 11.1 lautet *Grundlagen anorganisch chemischer Prozesse*. Hieraus wird die Unterrichtsstunde sich thematisch dem Thema *Grundlegende Laborarbeiten - Ansetzen von Lösungen* widmen. Als Leitidee des Faches Chemie wird laut Lehrplan angegeben, dass die Orientierungsphase, also das erste Halbjahr der Jahrgangsstufe 11, die Funktion hat, die Schülerinnen und Schüler auf die chemiespezifische Arbeitsweise in der Qualifikationsphase und die berufliche Praxis vorzubereiten. Es wird vom Ministerium vorgegeben, dass "zunächst im Kurshalbjahr 11.1 die Grundlagen der Laborarbeit wie der Umgang mit der Waage und Volumenmeßgeräten, Ansetzen von Lösungen und Gehaltsbestimmungen  $w(X)$ ,  $\beta(X)$  und  $c(X)$  erarbeitet werden" sollen, bevor dann weitergehende Bereiche der Chemie angegangen werden.

---

<sup>3</sup> nach ZfsL Krefeld, Seminar BK, Unterrichtsentwurfvorlage 2012

<sup>4</sup> Bildungspläne zur Erprobung für die Bildungsgänge, die [...] zu beruflichen Kenntnissen und zur allgemeinen Hochschulreife führen, Teil III Fachlehrplan Chemie

### **3.2 Fachlich-inhaltliche Schwerpunkte**

Die heutige Unterrichtsstunde hat das Ansetzen von Lösungen, und hier im speziellen, das Ansetzen von verschiedenen Zuckerlösungen nach einer vorgegebenen Massenkonzentration  $\beta$  zum Thema. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten im Kontext der Überprüfung des Zuckergehaltes einer Cola und müssen hierfür die Herstellerangabe des Zuckergehalts (27g / 250 ml) verstehen, in dem Ihnen die neue Gehaltsangabe  $\beta$  erklärt wird und danach sich ein geeignetes Verfahren überlegen, wie diese Angabe geprüft werden kann. Dabei spielt die Bestimmung der Dichte eine nachgeordnete Rolle, sodass das - vom Lehrplan vorgegebene - Ziel der Stunde ist, mit einer neuen Gehaltsangabe sicher umzugehen und praktische Laborerfahrung zu sammeln. Hierzu zählt natürlich der sichere Umgang mit den klassischerweise im Labor vorhandenen Geräten und die stete Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten.

Klassische Probleme, die zu fehlerhaften Ergebnissen bei dem geplanten Experiment führen können, sind zum einen das gelöste  $\text{CO}_2$  in den Limonaden und zum anderen die möglicherweise unterschiedliche Temperatur der Lösungen. Um den Meßfehler gering zu halten, wurde bereits im Vorfeld nahezu das gesamte  $\text{CO}_2$  aus der Cola durch Rühren ausgetrieben.

Da bei diesem Experiment der Fokus in erster Linie auf dem korrekten Ansetzen der Zuckerlösungen liegt, und um mit dem Temperaturaspekt nicht das Experiment unnötig zu verkomplizieren, wird diese Thematik im Sinne einer didaktischen Reduktion nicht weiter erwähnt.

### **3.3 Methodische Schwerpunkte**

Zu Beginn der Stunde möchte ich mit Hilfe des Beamers den Schülerinnen und Schülern das eingescannt Etikett einer Cola-Flasche zeigen und dort auf die Herstellerangabe des Zuckergehalts hinweisen. Im daraus resultierenden Plenumsgespräch wird den Schülern kurz die neue Größe vorgestellt. Im Anschluss wird ein analytisches Verfahren zur Überprüfung

dieser Gehaltsangabe vorgeschlagen werden, welches die Schülerinnen und Schüler danach in Kleingruppen selbstständig planen.

Nach dieser Gruppenphase wird im Klassenverband gemeinsam eine Handlungsanweisung erstellt, sodass für alle Schüler das Vorgehen während des Experimentierens deutlich ist.

Während der Experimentalphase sollen die Schülerinnen und Schüler dann die Lösungen mit den unterschiedlichen Massenkonzentrationen ansetzen.

Nach diesem Teil wird eine Sollbruchstelle eingebaut, um mit den Lernenden zusammen über entstandene Probleme sprechen zu können und/oder wenn dann auch keine Zeit mehr für die Dichtebestimmung ist, diesen Teil auf die nächste Stunde zu verlegen.

Abgeschlossen wird die Stunde in diesem Fall mit der Sicherung und auch eine Reflexion der Stunde wird dann in die Folgestunde verlegt.



## 4 Verlaufsplan

Tabelle 2: Verlaufsplan der heutigen Unterrichtsstunde

Unterrichtsphasen	Inhalte	Methodische Hinweise	Medien / Materialien
Einstiegsphase	Begrüßung; Impuls durch Zeitungsartikel  Präsentation einer Cola Flasche: „Wieviel Gramm Zucker, schätzen Sie, ist in dieser Flasche Cola?“  SuS A, B und C schätzen die Masse Zucker und dürfen dann das „vermeintliche“ Ergebnis auf der Flasche nachsehen. --> Etikett ist kaputt, Gehalt kann nicht abgelesen werden	L-S-Gespräch	Artikel "Cola-Verbot"  Cola-Flasche mit kaputtem Etikett
Informationsphase	"Fällt Ihnen bei der Gehaltsangabe denn etwas auf?" --> SuS stellen fest, dass die Angabe in g Zucker pro 250 ml Cola angegeben ist.  Lehrer stellt den Schülern die neue Gehaltsangabe $\beta$ vor.  „Lassen Sie uns z.B. die Schätzung von Schüler B doch mal überprüfen. Wie könnten wir da vorgehen?“ --> Erarbeitung einer Versuchsvorschrift zur Bestimmung des Zuckergehaltes in der Cola mit Hilfe der Dichte.	L-S-Gespräch  Lehrervortrag  Plenumsgespräch	Cola-Flasche mit kaputtem Etikett  Tafel, Kreide  Tafel, Kreide oder OHP/Folie
Erarbeitungsphase (Experiment)	„Dann führen Sie nun den Versuch durch.“ --> SuS beginnen das Experiment mit Ansetzen der Lösungen mit den vorgegebenen Gehaltsangaben z.B. $\beta = 50 \text{ g/L}$ , $100 \text{ g/L}$ und $150 \text{ g/L}$ nach der zusammen erstellten Vorschrift.  Hier befindet sich eine Sollbruchstelle und es kann - je nach Zeit - direkt in die Sicherungsphase gegangen werden; die Dichtemessungen würden auf die nächste Unterrichtsstunde verschoben, da das Lernziel laut Lehrplan das Ansetzen der Lösungen ist.  Falls noch Zeit ist: "Welche Dichte können Sie nun für die einzelnen Lösungen messen?" "Welche Dichte können Sie für die Cola messen?"	Gruppenarbeit (3er Gruppen)	Versuchsvorschrift, Zucker, Bechergläser, Meßkolben, Wasser, Spatel/Glasstab  Meßzylinder, Aräometer
Auswertung / Sicherung / Erkenntnisgewinn	"In wie fern unterschied sich das Ansetzen von Lösungen mit der Angabe der Massenkonzentration $\beta(X)$ von der mit der Angabe des Massenanteils $w(X)$ ?"  "Welche Fehlerquellen sind hier bereits besonders zu berücksichtigen?"	L-S-Gespräch / Plenumsgespräch	Tafel
Reflexion	An diesem Punkt ist eine weitere Sollbruchstelle. Die Reflexion findet - je nach Zeit - sofort oder am Ende der nächsten Unterrichtsstunde statt.	Blitzlicht	

## 5 Quellenangaben

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW (2007) *Bildungspläne zur Erprobung für die Bildungsgänge, die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht und zur allgemeinen Hochschulreife oder zu beruflichen Kenntnissen und zur allgemeinen Hochschulreife führen, Teil III Fachlehrplan Chemie*, Düsseldorf

Pfeifer P *et al* (2002) *Konkrete Fachdidaktik Chemie*, Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, München

Schmidkunz H, Lindemann H (2003) *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren, Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*, Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft, Hohenwarsleben

Stromberg-Gymnasium (2004) *Projekttag - Zuckergehalt von Coca-Cola*, Vaihingen an der Enz

Berufsschule Winsen - Projekt "Wiki"

## 6 Anlagen

### 6.1 Arbeitsmaterial für die SuS

#### 6.1.1 Einstiegsfolie für den Impuls:

The screenshot shows the homepage of the German news outlet DIE WELT. The main navigation bar includes categories like Home, Politik, Wirtschaft, Geld, Sport, Wissen, Panorama, Kultur, ICON, Reise, Motor, Regional, Meinung, Videos, and Markt. A search bar is located at the top right. Below the navigation, there is a news ticker and a promotional banner for digital content. The featured article is titled "New York verbietet Cola und Co. in XXL-Bechern" (New York bans cola and co. in XXL cups). The article text reads: "Im Kampf gegen wabbelnde Fett-Massen zieht New York die Notbremse: Überzuckerte Getränke in eimerähnlichen Bechern sind nun verboten. Ärzte sind von der Idee angetan – und dennoch skeptisch. Von Chris Meizer". Below the text are two images: one of a person sitting on a ledge and another of a hand holding a large, overflowing cup of cola.

#### 6.1.2 Eine Nachbildung des zerstörten Colaetiketts:

This is a detailed recreation of a Coca-Cola label for a 1.25L bottle. The label features the classic red background with the white Coca-Cola script logo and "Schutzmarken" below it. It includes a barcode with the number 5 000112 548723 and the volume "1,25 L". A circular graphic contains a fork, a knife, and a glass of cola, with the text "mmmh & aaahh" and "Zusammen schmeckt's besser." Below this, there is a table of nutritional information per 100 ml and per 250 ml (one cup):

Jedes 100 ml		à 250 ml enthält	
Kalorien	105 kcal	Kalorien	262 kcal
Zucker	10 g	Zucker	25 g
Fett	0 g	Fett	0 g
ges. Sättig.	0 g	ges. Sättig.	0 g
Protein	0 g	Protein	0 g

Additional text on the label includes: "koffeinhaltiges Erfrischungsgetränk mit Pflanzenzugabe", "Zutaten: Wasser, Zucker, Kohlensäure, Farbstoff E 150d, Säuerungsmittel, Phosphorsäure, natürliches Aroma, Aroma Koffein.", "Coke-Line 030/226 999 099", and "© 2013 The Coca-Cola Company".

### 6.1.3 Der Auswertungszettel für die Dichtebestimmung

#### Bestimmung der Massenkonzentration einer Cola

27.09.2013

#### Auswertung:

Massenkonzentration $\beta$ des Zuckers in $\frac{\text{g}}{\text{l}}$			
<b>Dichte der Zuckerlösung in <math>\frac{\text{g}}{\text{ml}}</math></b>			

Übertragen Sie das Auswerteverfahren vom Experiment der Bestimmung des Salzanteils im Meerwasser auf die Bestimmung des Zuckergehaltes der Cola.

Die Massenkonzentration  $\beta_{\text{Zucker}}$  beträgt: \_\_\_\_\_  $\frac{\text{g}}{\text{l}}$ .

## 6.2 geplante/erwartete Schülerergebnisse

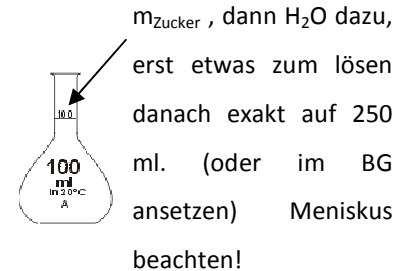
### 6.2.1 erwartetes "Tafelbild" / erwartete Versuchsdurchführung

#### Massenkonzentration $\beta$

$$\beta(X) = \frac{\text{Masse (X)}}{\text{Volumen (Lösung)}} = \frac{m(X)}{V(\text{Lsg.})} = \frac{X \text{ g Zucker}}{0,250 \text{ l Lösung}}$$

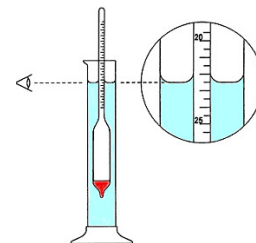
#### DURCHFÜHRUNG: Ansetzen von Lösungen mit der Gehaltsangabe $\beta$ :

- **Sicherheitsaspekte klären, diese Cola ist nicht mehr zum Verzehr geeignet! (Schutzbrille, Kittel)**
- Material bereitstellen:
  - 3 Meßkolben á 100 ml mit Stopfen
  - kl. Trichter
  - Waage (500 g / 0,01 g)
  - Meßzylinder (100 ml)
  - Spindeln
- Chemikalien:
  - Wasser
  - Zucker
- **Einwiegen des Zuckers im Meßkolben** (Vorschläge der SuS für  $\beta$  annehmen (daher vielleicht auch  $\beta = 40 \text{ g/l}$ ,  $80 \text{ g/l}$  und  $120 \text{ g/l}$ ):
  - $\beta_{\text{Zucker}} = 50 \text{ g/l}$  (entsprechen 12,5 g Zucker in 250 ml Wasser)
  - $\beta_{\text{Zucker}} = 100 \text{ g/l}$  (entsprechen 25 g Zucker in 250 ml Wasser)
  - $\beta_{\text{Zucker}} = 150 \text{ g/l}$  (entsprechen 37,5 g Zucker in 250 ml Wasser)
- **Den Zucker mit etwas Wasser (ca. die Hälfte des Kolbens) auflösen**
- **mit Wasser exakt auf 100 ml auffüllen**
- **mit dem Stopfen verschließen und gut schütteln**



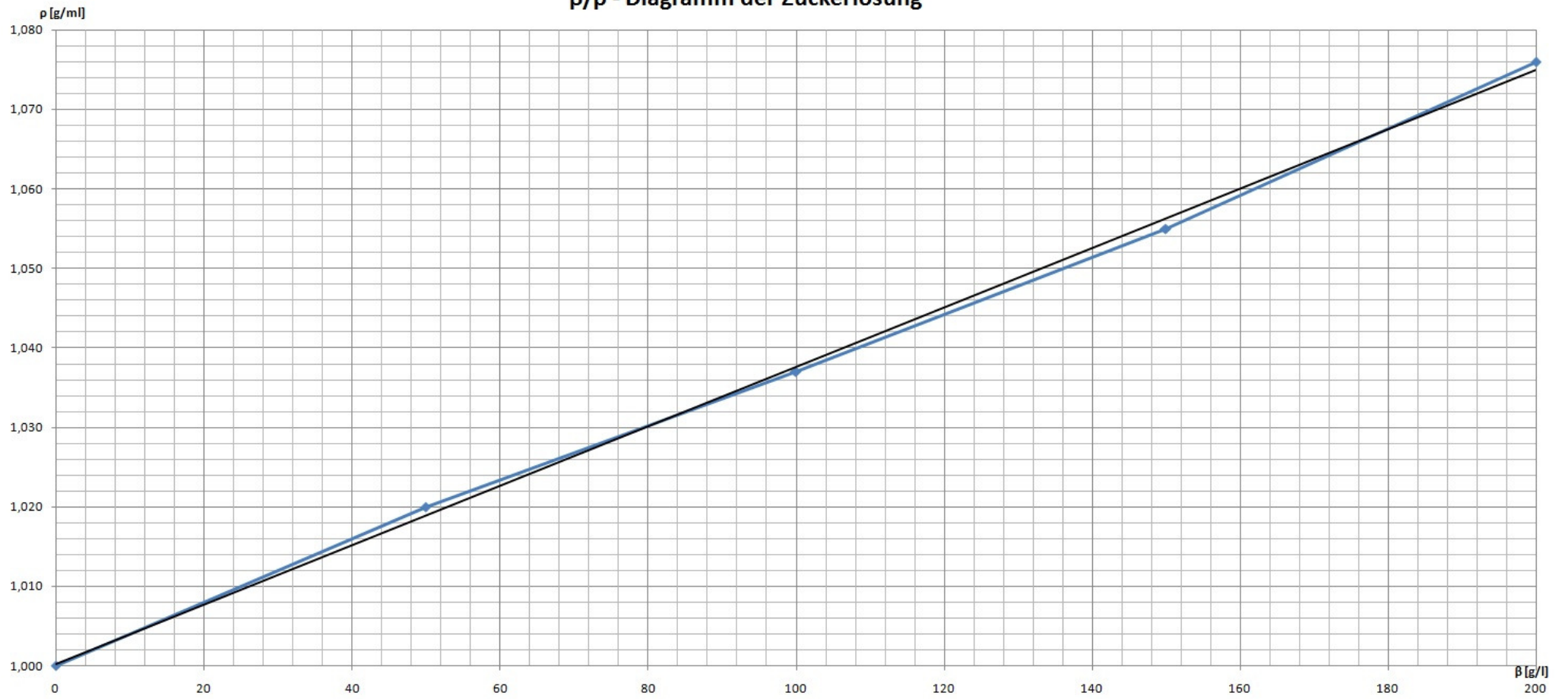
#### Dichtebestimmung:

- Flüssigkeit in einen 100 ml Meßzylinder füllen
- Spindel hineingeben
- Messwert ablesen



## 6.2.2 $\beta/\rho$ -Diagramm der Zuckerlösung

$\beta/\rho$  - Diagramm der Zuckerlösung



## 6.2.3 Der Auswertungszettel für die Dichtebestimmung - LÖSUNG

### Überprüfung der Massenkonzentration einer Cola

27.09.2013

#### Auswertung:

Massenkonzentration des Zuckers in $\frac{\text{g}}{\text{l}}$	z.B. 40 oder 50	z.B. 80 oder 100	z.B. 120 oder 150
<b>Dichte der Zuckerlösung in <math>\frac{\text{g}}{\text{ml}}</math></b>	Mein Messwert (50 g/l) 1,020	Mein Messwert (100 g/l) 1,037	Mein Messwert (150 g/l) 1,055

1. Erstellen Sie ein Massenkonzentration/Dichte-Diagramm.
2. Tragen Sie die Messwerte Ihrer drei Kalibrierlösungen ein und erstellen Sie eine Kalibriergrade.
3. Bestimmen Sie die Dichte der Cola: **1,042 g/ml**
4. Ermitteln Sie die Massenkonzentration der Cola.

Die Massenkonzentration  $\beta$  beträgt: ca. 113  $\frac{\text{g}}{\text{l}}$  (bei meinem Exp.) (lt. Hersteller: 108 g/l)