

# Bildungsstandards für Naturwissenschaften an BHS

## Erste Modellvorstellungen

Christian Dorninger

Im Bericht der OECD „First results from PISA 2003“ ist ein Ergebnis besonders augenfällig: Die Differenzen der Schülerleistungen aus Mathematik unter den Schulen sind in Österreich mit bis zu 56 PISA-Punkten (von 700 über die gesamte Skala) sehr hoch und liegen mit Ländern wie Ungarn, Japan, Belgien, Italien oder Deutschland im absoluten Spitzensfeld. Der OECD-Schnitt beträgt 34 PISA-Punkte), das viel gelobte Finnland hat eine Differenz unter den Schulstandorten von durchschnittlich 6 (!) PISA-Punkten. Ähnlich hoch sind die Unterschiede innerhalb der Schulen (in Österreich ca. 50 PISA-Punkte), wobei hier Österreich nicht im Spitzensfeld liegt und der OECD-Schnitt bei immerhin 63 Punkten liegt.

Man kann daraus schließen, dass österreichische Schulen bei den 15-Jährigen in Mathematik deutliche Leistungsunterschiede produzieren und dies ein Grund ist, mit Bildungsstandards den durch öffentliche Zeugnisse attestierte Leistungsnachweis wieder ins Lot zu bringen (in den Naturwissenschaften werden die Untersuchungsergebnisse erst Ende 2007 vorliegen). Übrigens betreffen diese Standortunterschiede alle untersuchten Schultypen gleichermaßen!

### I. Was sind also Bildungsstandards?

Die PISA-Ergebnisse waren ein Auslöser, sich in allen Schulformen des allgemein- und berufsbildenden Schulwesens in Österreich mit Bildungsstandards zu beschäftigen: Bildungsstandards legen fest, welche Kompetenzen unsere Schülerinnen und Schüler bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe an **wesentlichen** Inhalten **nachhaltig** erworben haben sollen. Sie konzentrieren sich dabei auf die **Kernbereiche** eines Unterrichtsgegenstandes und beschreiben erwartete **Lernergebnisse**, wobei **fachliche** und **fachübergreifende** Basisqualifikationen definiert werden, die für die weitere schulische Bildung bzw. berufliche Ausbildung von Bedeutung sind. Dabei wird ein mittleres Anforderungsniveau definiert („Regelstandards“). Sie definieren die normative Erwartung, auf die Schule hin ausbilden soll.

Bildungsstandards beziehen sich auf einen **Kernstoff** (Basisqualifikationen). Die autonomen Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Schule bleiben vollständig erhalten. Bildungsstandards stehen in direktem Zusammenhang mit Schulentwicklung und sind ein nützliches Instrument zur **Qualitätssicherung**. Bildungsstandards liefern keine erschöpfende Beschreibung von Bildungszielen, sondern definieren **Grundkompetenzen**. Die **Erweiterungslehrstoffbereiche** bleiben von den Bildungsstandards ausgenommen.

Österreich lehnt sich bei der Modellentwicklung der Bildungsstandards stark an das bundesdeutsche Modell an; maßgebend ist das so genannte „Klieme-Gutachten“ (nach Eckart Klieme et al., Zur Entwicklung von Bildungsstandards – Expertengutachten für die Kultusministerkonferenz, Bonn 2003).

Im Gutachten werden folgende Kriterien für Bildungsstandards angeführt:

- **Fachlichkeit:** Bildungsstandards sind jeweils auf einen bestimmten Lernbereich bezogen und arbeiten die Grundprinzipien der Disziplin bzw. des Unterrichtsgegenstandes klar heraus.
- **Fokussierung:** Die Standards decken nicht die gesamte Breite des Lernbereiches bzw. Faches in allen Verästelungen ab, sondern konzentrieren sich auf den Kernbereich.
- **Kumulativität:** Bildungsstandards beziehen sich auf die Kompetenzen, die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt im Verlauf der Lerngeschichte aufgebaut worden sind. Damit zielen sie auf kumulatives, systematisch vernetztes Lernen.
- **Verbindlichkeit für alle:** Sie drücken die Voraussetzungen aus, die von allen Lernern erwartet werden. Die Regelstandards müssen schulformübergreifend für alle Schüler/innen gelten.
- **Differenzierung:** Die Standards legen aber nicht nur einen Messlatte an, sondern sie differenzieren zwischen Kompetenzstufen, die über und unter bzw. vor und nach dem Erreichen des Mindestniveaus liegen. Sie machen so Lernentwicklung verstehbar und ermöglichen weitere Abstufungen und Profilbildungen.
- **Verständlichkeit:** Die Bildungsstandards sind klar, knapp und nachvollziehbar formuliert.

- Realisierbarkeit:** Die Anforderungen stellen eine Herausforderung für die Lernenden und die Lehrenden dar, sind aber mit realistischem Aufwand erreichbar.

Manche dieser Kriterien haben es durchaus in sich und werden das Herangehen an Unterrichtstätigkeiten nachhaltig ändern (müssen).

## II. Voraussetzungen für ein Kompetenzmodell „Naturwissenschaften“

Eine Gefahr bei der Definition der Bildungsstandards ist die Zentrierung auf wenige Gegenstände, die dann völlig verabsolutiert werden. Daher hat man sich im berufsbildenden Bereich entschlossen, sechs allgemein bildende Fächer und immerhin 14 berufsorientierte Fachbereiche zu definieren. Dies trotz des zu erwartenden hohen Aufwandes mit immerhin 20 Fachbereichen.

Aus der Sicht der Standorte wurden die Fächer folgendermaßen klassifiziert: Deutsch, Fremdsprache, Mathematik für alle Standorte und berufsbildenden Schultypen verpflichtend. Wirtschaft, Naturwissenschaften und Informatik zur Wahl. Dazu kommen dann die typenbildenden Fachbereiche der vielfältigen technischen, kaufmännischen und humanberuflichen BHS-Ausbildungsstränge.

Die eingesetzte Arbeitsgruppe aus allen berufsbildenden Schulformen (Erich Faissner, Peter Flöry, Johannes Jaklin, Andrea Kiss, Norbert Kraker, Otto Lang, Hubert Weiglhofer, Johann Wiesinger, Rudolf Ziegelbecker; Christian Dorninger) hat sich nach längerer Diskussion entschlossen, die Naturwissenschaften Physik, Chemie und Biologie (ev. mit Ergänzungen zu Geowissenschaften bzw. Gesundheitslehre) fächerübergreifend zu betrachten, d.h. Gemeinsamkeiten in der Struktur zu betonen und interdisziplinäre Bezüge mitzudenken.

Dies entspricht dem Trend der internationalen Sichtweise (OECD- Math, Science and Technology-Education; PISA-Science-Domäne; Lehrfestivals „Science on Stage“ der europäischen Großforschungseinrichtungen; europäische Forschungsförderung für interdisziplinäre Projekte u.a.). Viele wichtige Forschungsgebiete sind heute prinzipiell disziplinübergreifend angelegt – von der europäischen Raumfahrt bis zu Arbeiten mit nanotechnischen Entwicklungen.

Dabei wurden zwei Schwierigkeiten bewusst in Kauf genommen: Die recht unterschiedlichen Lehrplanstrukturen der naturwissenschaftlichen Fächer im berufsbildenden höheren Schulwesen führen dazu, dass alle Lehrpläne überdeckende naturwissenschaftliche Inhalte nicht gefunden werden könnten; außerdem begünstigt die disziplinorientierte Lehrer/innen-Ausbildung die gewünschte Integration der Fächer derzeit nicht.

Die Projektgruppe ist aber mittlerweile von der Vorgangsweise überzeugt und wird versuchen, fächerübergreifende Modelle für eine konsequente Berücksichtigung in allen

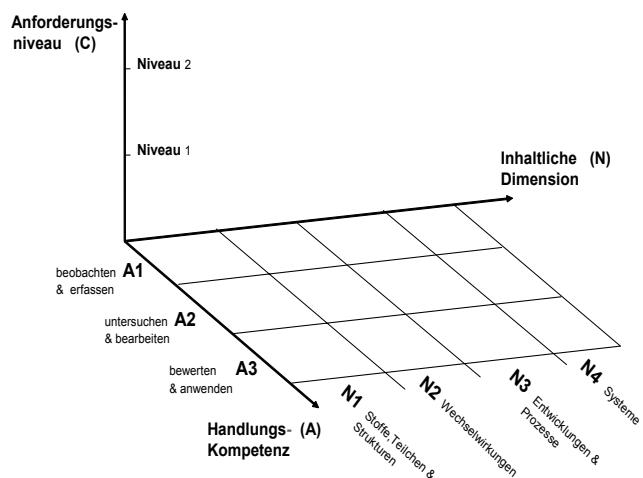
BHS-Lehrplänen zu propagieren. Da die Testung der Kenntnisse und Fertigkeiten in den naturwissenschaftlichen Fächern oft lange nach dem Abschluss dieser Fächer im Curriculum erfolgt, ist ein möglicher Testungszeitpunkt mit äußerster Vorsicht zu wählen. Die Gruppe neigt zu einer Testung im IV. Jahrgang der BHS-Ausbildung.

Dem Trend der Verwendung neuen Medien in den Haushalten der Industrieländer entsprechend, wird vorgeschlagen, exemplarische Beispielaufgaben zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen, die lebensnah sein sollen und wenn möglich, auch experimentell verifiziert werden sollen, auch als elektronische Lernobjekte auszuführen. Dies umso mehr, als sich eine Österreich weite Testung von geeigneten Aufgabenstellungen effizient nur elektronisch über ein Internetportal wird abwickeln lassen.

## III. Kompetenzmodell und Bildungsstandards

In einem Zwischenstand wird hier zum ersten Mal das bisher entwickelte disziplinübergreifende Kompetenzmodell präsentiert. Das Modell ist noch in Entwicklung, da die nun laufend erstellten Beispielaufgaben Rückwirkungen auf das gesamte Modell haben werden. Es wird also Wert darauf gelegt, ein Zwischenergebnis zur Diskussion zu stellen, die in Bezug auf das Verständnis von naturwissenschaftlichen Arbeitsbereichen (und deren Abgrenzung) einen gewissen Paradigmenwechsel enthält und daher unter Fachdidaktikern noch heftig geführt werden wird.

Das dreidimensionale Kompetenzmodell hat folgende Struktur:



Die Handlungskompetenzen wurden aus den Arbeitsmethoden der naturwissenschaftlichen Fächer kompiliert und stellen sich folgendermaßen dar:

### A1 Beobachten & erfassen:

Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen der Natur zu beobachten, gegebenenfalls durch Formeln und Symbole zu beschreiben und sich in der

entsprechenden Fachsprache auszudrücken. Dazu gehören das Einordnen, Darstellen und Erläutern dieser Phänomene mit Hilfe von Basiskonzepten, Fakten und Prinzipien.

#### A2 **Untersuchen & bearbeiten:**

Umfasst die Kompetenz, Vorgänge und Erscheinungsformen in Natur und Umwelt mit fachspezifischen Methoden zu analysieren. Dazu gehören das Stellen geeigneter Untersuchungsfragen, die Informationsbeschaffung und die Modell- und Hypothesenbildung. Daraus ergibt sich die begründete Auswahl von Bearbeitungsmethoden (z. B. Fallstudien, Experimente, Messungen und Berechnungen).

#### A3 **Bewerten & anwenden:**

Umfasst die Kompetenz Daten, Fakten und Ergebnisse bezüglich ihrer Aussage und Konsequenzen zu bewerten, zu dokumentieren, zu präsentieren und anzuwenden. Dazu gehören die begründete Auswahl von Bewertungskriterien und das Erkennen der Gültigkeitsgrenzen und Anwendungsbereiche naturwissenschaftlicher Aussagen und Prognosen. Daraus soll sich auch eine (nutzbringende, förderliche ...) Anwendbarkeit im persönlichen und gesellschaftlichen Handlungsbereich ergeben.

Auch bei der Beschreibung einer Dimension der Zusammenarbeit zwischen den Fächern (Strukturkompetenz) konnte rasch Einigung über die Fächergrenzen hinweg erzielt werden. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass durch die Nachhaltigkeit der Kenntnisse, die oft lange nach Abschluss des Fachgegenstandes überprüft werden, mit dieser Dimension sehr vorsichtig umgegangen werden sollte.

#### Anforderungsniveau 1:

##### **Naturwissenschaftliche Sachverhalte, Methoden und Anwendungen reproduzieren:**

Die Stufe 1 umfasst die Fähigkeiten und Methoden,

- einfache naturwissenschaftliche Sachverhalte zu reproduzieren,
- einfache Experimente und Arbeitsweisen nachzuvollziehen bzw. zu beschreiben,
- Auswirkungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen zu benennen;
- einfache Kontexte aus naturwissenschaftlicher Sicht zu erläutern.
- Informationsbeschaffung zu naturwissenschaftlichen Sachverhalten

#### Anforderungsniveau 2:

##### **Naturwissenschaftliche Sachverhalte und Methoden – auch interdisziplinär – zu transferieren und auf neue Sachverhalte anwenden:**

Die Stufe 2 umfasst die Fähigkeiten und Methoden:

- umfangreiche und über die Fächergrenzen zusammenhängende naturwissenschaftliche Sachverhalte zu analysieren,
- naturwissenschaftliche Sachverhalte zu kombinieren und Analogieschlüsse zu ziehen,
- naturwissenschaftliche Sachverhalte zu reflektieren und zu bewerten,
- Phänomene in einen naturwissenschaftlichen Kontext einzuordnen,
- auf Basiskonzepte zurückzugreifen, Wissen selbstständig zu erwerben und auf naturwissenschaftliche Sachverhalte im Kontext anzuwenden,
- interdisziplinäre Experimente zu planen und durchzuführen, sowie gewonnene Beobachtungen und Daten auszuwerten.

Vor allem die vier Bereiche der „Inhaltsachse“ hatten langwierige Vergleiche von fachdisziplinären Lehrstoffbereichen und Charakteristiken zur Voraussetzung. Diese Inhaltebene soll nun genauer erklärt werden, wobei eine Aufgliederung nach den Hauptdisziplinen „Biologie“, „Chemie“ und „Physik“ hier unumgänglich erscheint. Trotzdem hat die Zusammenfassung in den Hauptklassen B1 bis B4 einen hohen Wert!

#### **Inhaltsbezogene Kompetenzen Biologie:**

##### **N1 Stoffe, Teilchen und Strukturen**

###### **NB1.1 Vom Molekül zur Zelle**

Biomoleküle, RNA, DNA; Viren, Zelle (Prokaryonten, Eukaryonten), Organellen, Gewebe und Organe

###### **NB1.2 Von der Zelle zum Organismus**

Bau und Funktion von Organensystemen; Pilze, Algen

###### **NB1.3 Arbeitsweisen der Biologie**

Bildgebende Verfahren, Zellkulturen, systematische Einteilung.

##### **N2 Wechselwirkungen**

###### **NB2.1 Stoffwechsel**

Baustoffwechsel, Nährstoffe; Energiestoffwechsel, Fotosynthese, Zellatmung, Gärung

###### **NB2.2 Steuer- und Regelmechanismen**

Hormonsystem, Nerven- und Sinnensystem, Muskulatur, Immunsystem, Proteinsynthese

###### **NB2.3 Humanökologie**

Lernbiologie, Sexualhygiene, Psychohygiene, Ergonomie, Ernährung, Drogen.

##### **N3 Entwicklungen und Prozesse**

###### **NB3.1 Vererbung und Evolution**

Klassische Genetik, Tier- und Pflanzenzucht; Molekulargenetik, Mutation, Meiose, Befruchtung, Erbkrankheiten; Evolutionstheorie

###### **NB3.2 Bio- und Lebensmitteltechnologie**

Gentechnik, Stammzellen, Klonen, Lebens- und Genussmittel.

##### **N4 Systeme**

###### **NB4.1 Zelle als System**

Diffusion, Osmose, Organellen; Mitose

#### **NB4.2 Ökologie**

Abiotische und biotische Faktoren, Ökosysteme, Stoffkreisläufe, Ökobilanzen, ökologisches Wirtschaften, Nachhaltigkeit, Umweltschutz, Bevölkerungsentwicklung.

### **Inhaltsbezogene Kompetenzen Chemie:**

#### **N1 Stoffe, Teilchen und Strukturen**

##### **NC1.1 Aufbau der Materie**

Atome, Atommodelle; Moleküle, Organische Moleküle, Makromoleküle; Reinstoff/Gemenge, Elemente/Verbindung, Aggregatzustände, Kristalle

##### **NC1.2 Arbeitsweisen der Chemie**

Chemisch-physikalische Größen, Formelschreibweise und Nomenklatur, physikalische Trennverfahren, Analyse – Synthese; Sicherheit im Umgang mit gefährlichen Stoffen.

#### **N2 Wechselwirkungen**

##### **NC2.1 Chemische Bindungen**

Atombindung, Ionenbindung, Metallbindungen, Wasserstoffbrückenbindungen, Van der Waals Kräfte

##### **NC2.2 Chemische Reaktionen**

Reaktionsgleichungen und Stöchiometrie, Chemisches Gleichgewicht, Endotherme/exotherme Reaktionen, Katalyse; Protolysereaktionen, Redoxreaktionen, Spannungsreihe, galvanische Elemente; Fotosynthese, Atmung, Gärung.

#### **N3 Entwicklungen und Prozesse**

##### **NC3.1 Chemische Technologie**

Anorganische und organische Grund- und Alltagsstoffe; Düngemittel, Erzeugnisse der Petrochemie, Kunststoffe, Farbstoffe, Metallgewinnung, Katalysatoren, Waschmittel; Nahrungsmitteltechnologie, Biotechnologie

##### **NC3.2 Chemie und Gesellschaft**

Geschichte der Chemie, Entwicklung der Atommodelle, vom Phänomen zum Modell; Aktuelle Forschungsbereiche: Brennstoffzelle, erneuerbare Energieträger, Nanotechnologie.

#### **N4 Systeme**

##### **NC4.1 Periodensystem der Elemente**

Ordnungszahl, Massenzahl, Nuklide, Isotope

##### **NC4.2 Chemische Grundlagen der Ökologie**

Luft, Wasser, Boden, Stoffkreisläufe; Umweltprobleme; Ozonproblematik, Treibhauseffekt.

### **Inhaltsbezogene Kompetenzen Physik**

#### **N1 Stoffe, Teilchen und Strukturen**

##### **NP1.1 Eigenschaften der Materie**

Aggregatzustände

Temperatur, Wärme

Elektrische Leitfähigkeit, Stromkreise

#### **NP1.2 Arbeitsweise der Physik**

Internationales Einheitenystem: Grundgrößen, abgeleitete Größen, Vorsilben; Größenordnungen; vom Experiment zur Theorie.

#### **N2 Wechselwirkungen**

##### **NP2.1 Wechselwirkungarten**

Kräfte und ihre Wirkungen: Newton'sche Axiome, Reibung, Federkraft, statischer und dynamischer Auftrieb, elektrostatische Kraft, Magnetismus; Vereinheitlichung der Kräfte, Standardmodell

##### **NP2.2 Wellen und Materie**

Ionisierende Strahlung (Radioaktive Strahlung) Elektromagnetische Wellen (elektromagnetisches Spektrum) Mechanische Wellen: Schall. Interaktionen Materie und Wellen: Reflexion, Emission, Absorption, Beugung, Brechung Interaktionen Wellen mit Wellen: Interferenz.

#### **N3 Entwicklungen und Prozesse**

##### **NP3.1 Physikalische Weltbilder**

Atommodelle; geozentrisches und heliozentrisches Weltbild, Urknalltheorie; Von der klassischen zur modernen Physik (einschließlich Quantenphänomene)

##### **NP3.2 Physik und Gesellschaft**

Energieträger, Wirkungsgrade, Energiebilanzen Verarbeitung, Übertragung und Speicherung von Informationen.

#### **N4 Systeme**

##### **NP4.1 Erhaltungsgrößen in Systemen**

Energieformen, Energieerhaltung, Energieumwandlung; weitere Erhaltungsgrößen

##### **NP4.2 Raum und Zeit**

Bezugssysteme: Translation, Rotation; Relativitätstheorie; Feldbegriff.

Ein wesentlicher Teil der zu leistenden Arbeit bei der Formulierung der Standards ist die Vernetzung der drei Kompetenzdimensionen, d.h. naturwissenschaftliche Grundbildung zeigt sich erst, wenn SchülerInnen in wechselnden Situationen allgemeine Handlungskompetenzen aktivieren und dabei auf inhaltliche Kompetenzen zurückgreifen können. Dabei sollte jeder (fiktive) Gitterpunkt im Modell (S 3) seine Entsprechung in einer Formulierung von Standards finden. Diese Aufgabe wurde im Entwurf des gesamten Kompetenzmodells für die Methodenachse geleistet, für die beiden anderen Achsen ergibt sich dies aus der Beschreibung.

Eine echte Konkretisierung des Standardmodells kann nur durch exemplarische Aufgaben erfolgen. An diesen wird derzeit gearbeitet. Eine erste Aufgabe (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) sei hier im Anhang angeführt.

Die Projektgruppe „Bildungsstandards Naturwissenschaften“ ist an Rückmeldungen jeglicher Art interessiert. Eine vorurteilslose Diskussion und viel Engagement könnten den Naturwissenschaften in den Bildungs- und Ausbildungsgängen der Oberstufe des österreichischen Schulwesens wieder

den Stellenwert bringen, der ihnen zusteht. Auf europäischer Ebene wurde erkannt, dass die Naturwissenschaften in der Rekrutierung von jungen Wissenschaftler/innen und Fachleuten zurückhängen, ein Know-How in diesem Bereich aber für die Volkswirtschaften von Nationalstaaten und Staatenbünden eine Überlebensfrage ist. Es wird derzeit auf EU- und OECD-Ebene einiges unternommen, um hier wieder aktuelle Interessen zu festigen; machen wir einfach mit.



Die Autor/innen im Bild

## Anhang:

### Bildungsstandards Beispiel: COCA-COLA (auszugsweise)

Coca-Cola ist der als Warenzeichen eingetragene Name für ein koffein- und kohlensäurehaltiges Erfrischungsgetränk. Es ist die weltweit erste und umsatzstärkste Cola-Marke. Inhaber ist The Coca-Cola Company aus Atlanta in den USA, der größte Softdrinkhersteller weltweit.

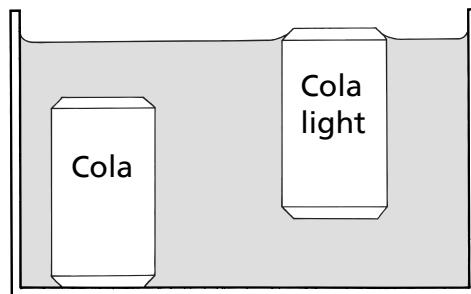
#### Offizielle Zutatenliste

Auf den Etiketten der Cola sind folgende Zutaten in absteigender Reihenfolge angegeben:

Coca-Cola	Coca-Cola Light
Wasser	Wasser
Zucker	Kohlensäure
Kohlensäure	Lebensmittelfarbstoff E 150d (Zuckerkulör)
Lebensmittelfarbstoff E 150d (Zuckerkulör)	Süßstoffe E 950, E 951, E 952 (Natriumcyclamat, Acesulfam-K, Aspartam (enthält Phenylalanin))
Säuerungsmittel: E 338 (Phosphorsäure)	Säuerungsmittel: E 338 (Phosphorsäure) und E 330 (Zitronensäure)
Aroma	Aroma
Koffein	Koffein
100 ml Coca Cola enthalten 10 g Zucker und 10 mg Koffein.	100 ml Coca Cola Light enthält 10 mg Koffein

## Fragen:

1. In welchen Zutaten unterscheiden sich Coca-Cola und Coca-Cola Light?
2. Welcher der Inhaltsstoffe beider Cola-Getränke ist für die „prickelnde Wirkung“ verantwortlich:  
 Wasser     Zucker     Kohlensäure     Zuckerkulör  
 Süßstoffe     Phosphorsäure     Zitronensäure  
 Aroma     Koffein
3. Der Hauptunterschied zwischen Coca Cola und Coca Cola Light besteht im Kaloriengehalt, deshalb die Bezeichnung Coca-Cola Light für die kalorienreduzierte Variante. Die folgende Abbildung eines Experiments mit 2 Coladosen in Wasser zeigt, dass die Bezeichnung „Leicht“ auch wörtlich genommen werden kann.



*Welche physikalisch-chemische Größe beschreibt das Ergebnis dieses Experimentes?*

4. Folgende Messergebnisse wurden bei der Untersuchung zweier Cola-Proben gewonnen:

Probe	Coca-Cola	Coca-Cola Light
Volumen [l]	0,33	0,33
Masse [kg]	0,366	0,348
.....	.....[.....]	.....[.....]

Ermitteln Sie aus den gegebenen Messergebnissen für beide Proben die physikalisch-chemische Größe aus Frage 3 und geben sie die Einheit an.

5. Erläutern Sie in eigenen Worten die Abbildung aus Frage 3 und die ermittelten physikalisch-chemischen Größen aus Frage 4.
6. Begründen Sie mithilfe einer Internetrecherche die Schädlichkeit von übermäßigem Colagenuss. Verwenden Sie eine Suchmaschine (z.B.: Google) und die Suchbegriffe Coca-Cola, light, Gesundheit, schädlich.

Quellen: <http://de.wikipedia.org/wiki/Coca-Cola>,  
Hilscher CD ROM