



## **6. Chemietage 2018 in Graz**

**Freitag, 6. April**

### **Dichte- und Konzentrationsbestimmungen in der Schule mit EasyDens und Handy**

**Workshop 14**

**Thomas Luschnig  
Ao. Univ.-Prof. Dr.phil. Anton Huber**

## 1. Einleitung

Liebe Workshopteilnehmer/innen!

Es freut mich, dass Sie sich im Rahmen der Chemietage 2018 an der Karl-Franzens-Universität für diesen Workshop entschieden haben. Das Thema bzw. die Auswahl der Experimente werden aus meiner Diplomarbeit präsentiert, die von Herrn Anton Huber und Frau Josefine Jaritz betreut werden. Deswegen würde es mich freuen, wenn Sie im Laufe des Workshops auch Zeit finden, eventuelle Probleme oder Verbesserungsvorschläge rückzumelden.

Die Dichte wird häufig zur Charakterisierung von Substanzen verwendet und beschreibt den Massenanteil eines Reinstoffes oder Stoffgemisches, welcher/welches entweder als Festkörper, als Flüssigkeit oder als Gas bei gegebenen Bedingungen vorliegt. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten, die unterschiedliche Genauigkeiten aufweisen, um die Dichte zu messen. Auch unterscheiden sie sich in ihren apparativen Aufwand. Das Ziel des heutigen Vormittags ist es, eine moderne und rasche Dichtebestimmung für flüssige Reinstoffe und Lösungen vorzustellen und diese mit alltagsorientierten Anwendungsbeispielen sowie mit hilfreichen Tipps für den Schulunterricht vorzustellen.

Dies geschieht mit den verschiedensten Experimenten, die von Konzentrationsbestimmungen in sauren, basischen, alkoholischen und süßen Lösungen bis hin zum Nachweis der Anomalie des Wassers reichen. Dabei habe ich mich bemüht die Anleitungen der Experimente so aufzubereiten, dass diese direkt im Unterricht eingesetzt werden können. Die meisten Experimente wurden auch bereits mit SchülerInnen im Chemieunterricht erprobt.

Ich wünsche Ihnen nun viel Spaß bei den vorliegenden Versuchen und viel Erfolg!

Mit freundlichen Grüßen,

Luschnig Thomas

## 2. Experimente

### 2.1 Dichtemessung mit dem EasyDens\_Vorbereitung

**Materialien:** Becherglas (100 mL), 2 Bechergläser (50 mL), 2 Spritzen (10 ml), Dichtemessgerät (EasyDens), Probe (destilliertes Wasser, Ethanol 96 %)

#### **Durchführung**

##### Starten des Gerätes

1. Das Gerät sollte aufrecht aufgestellt werden. Nicht hinlegen!
2. Schalte das EasyDens ein (Knopf auf der Vorderseite des Gerätes oberhalb der Messzelle).
3. Starte die App EasyDens am Smartphone. Das Gerät sollte sich automatisch über Bluetooth mit dem Handy verbinden.

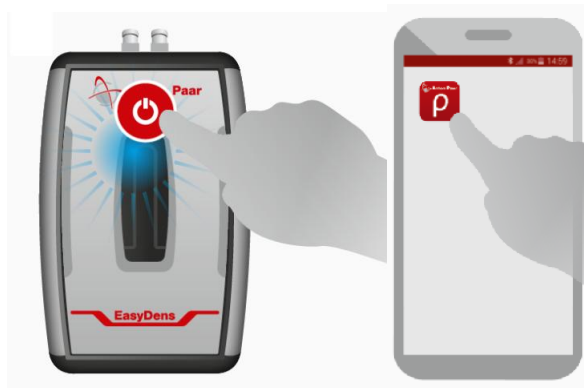


Abbildung 1: Starten des Geräts (links) und der App (rechts)  
(Abbildung der App „EasyDens“ unter dem Punkt Tutorial entnommen)

##### Befüllen der Messzelle mit einer Spritze

1. Das Ende des Schlauches soll sich in einem leeren Becherglas befinden.
2. Fülle die Spritze mit der Probe (möglichst blasenfrei und mind. 2 mL).
3. Setze die Spritze an dem Adapter an (auf der Oberseite des Gerätes).
4. Drücke die Probe langsam und kontinuierlich in die Messzelle, solange bis im Schlauch die Flüssigkeit zu sehen ist (Spritze nicht ganz entleeren). Dabei dürfen keine Blasen in die Messzelle gelangen.
5. Die Messung startet bei der Befüllung automatisch am Smartphone (die Messung kann abgelesen werden, wenn der Wert schwarz wird). Die Temperatur kann ebenfalls entnommen werden.

6. Für den Wert der Dichte wähle den obersten Icon bei der App. Der Alkoholgehalt kann mit dem Icon rechts unten bestimmt werden (Die Spritze erst entfernen, wenn die Ergebnisse notiert wurden).



Abbildung 2: Befüllen des Gerätes mit der Probe (links), wobei keine Blasen in die Messzelle gelangen dürfen (rechts) (Abbildung der App „EasyDens“ unter dem Punkt Tutorial entnommen)

### **Ergebnis:**

#### Reinigen der Messzelle

Die Messzelle wird mit dest. Wasser, dann mit 96%igem Ethanol durchspült und daraufhin wird die Spritze mit Luft aufgefüllt, um die Messzelle damit zu entleeren.

#### **Anmerkung:**

In der Literatur werden die Messergebnisse häufig bei 20°C angegeben. Daher sollte hier die Messung ebenfalls bei dieser Temperatur durchgeführt werden (Kühlung der Probe erforderlich!!!). Die Temperatur der Probe wird beim Gerät (bei der App) laufend mitgemessen und dementsprechend verändern sich die Ergebnisse!

## 2.2 Was ist Brix?

### **Einführung:**

In diesem Versuch soll die gängige Angabe für den Zuckergehalt [° Brix] untersucht werden.

### **Geräte:**

Waage, 2 Spateln, Becherglas (100 mL), 8 Bechergläser (50 mL), EasyDens, 8 Spritzen (10 mL), 2 Glasstäbe, 2 Wäge-Schälchen, Marker

### **Chemikalien:**

Saccharose  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , Glucose  $C_6H_{12}O_6$ , dest. Wasser

### **Durchführung:**

Es werden jeweils 50 mL der einzelnen Lösungen hergestellt.

Prozent	Saccharose [g]	Wasser dest. [g]	Glucose [g]	Wasser dest. [g]
5	2,5	47,5		
10				
15				
20				

Die Lösungen werden in die entsprechenden Spritzen gefüllt und mit dem Easy Dens gemessen.

### **Ergebnisse:**

Saccharose [g]	Dichte [ $g/cm^3$ ]	Glucose [g]	Dichte [ $g/cm^3$ ]
5%		5%	
10%		10%	
15%		15%	
20%		20%	

### **Erklärung:**

## 2.3 Zuckergehalt von Cola und Kontrolle des Füllvolumens

### **Einführung:**

Auf dem Markt existieren unzählige Variationen von Softdrinks. In diesem Experiment werden verschiedene Cola-Marken auf ihren Zuckergehalt überprüft. Im zweiten Teil erfolgt eine Dichtemessung, um auf das Füllvolumen der Flasche laut Hersteller schließen zu können.

### **Geräte:**

Waage (auf zwei Kommastellen genau), Becherglas (100 mL), 6 Bechergläser (50 mL), Magnetrührer mit Rührfisch, eventuell Filterpapier und Trichter, EasyDens, 6 Spritzen (10 mL)

### **Chemikalien:**

Cola (Cola Fresh Spar, Cola Light Fresh Spar, Cola Life, Coke Zero, Cola Light, Cola Original)

### **Durchführung:**

Zu allererst wird das Gewicht der vollen Flasche bestimmt. Danach wird die Cola in ein Becherglas überführt und der Rührfisch hinzugegeben. Das Kohlendioxid wird mittels Magnetrührer entfernt (ca. 5 Minuten).

Danach erfolgt die Messung der Dichte und des Zuckergehaltes mit dem EasyDens.

Nach Beendigung der Messungen wird die Masse der leeren Flasche bestimmt (Wert liegt am Platz vor). Das Volumen in der Flasche soll ermittelt werden.

### **Ergebnisse:**

<b>Sorte</b>						
<b>Dichte</b>						

### **Erklärung:**

**Anmerkung:** Das gasförmige Kohlendioxid stört bei den Messungen (keine konstanten Ergebnisse möglich), deshalb muss es zuerst entfernt werden.

## 2.4 Konzentrationen – Erstellung eines Salzgradienten

### **Einführung:**

Hier werden Natriumchloridlösungen unterschiedlicher Konzentration (5, 10 und 20%) hergestellt und jeweils die Dichte gemessen. Für eine anschauliche Darstellung dieser Messungen werden die Lösungen mit Lebensmittelfarbe eingefärbt und vorsichtig in einem Glas geschichtet.

### **Geräte:**

Becherglas (250 mL), Becherglas (100mL), 4 Bechergläser (50 mL), Spatel, Waage, EasyDens, 4 Spritzen (10 mL), Glasstab

### **Chemikalien:**

Natriumchlorid NaCl (s), destilliertes Wasser, Lebensmittelfarbe (Dr. Oetker Back- und Speisefarben),

### **Durchführung:**

Es werden jeweils 50 mL einer 5, 10 und 20% NaCl-Lösung hergestellt (Waage). Des Weiteren werden 50 mL dest. Wasser in einem Becherglas vorbereitet. Danach erfolgt die Dichtemessung mittels EasyDens.

Die Lösungen bzw. das Wasser werden mit Lebensmittelfarbe eingefärbt. Danach erfolgt das Schichten der einzelnen Lösungen in einem großen Becherglas, wobei mit der Lösung der größten Dichte begonnen wird.

Das Schichten der Lösungen funktioniert am besten mit einer Spritze. Dieser Vorgang sollte aber vorsichtig durchgeführt werden, um nichts zu durchmischen.

Prozent [ %]	0	5	10	20
Wasser [g]	50			
Natriumchlorid [g]	0			
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]				

**Anmerkung:** Eventuell muss beim Schichtvorgang auf die 10%ige NaCl-Lösung verzichtet werden, um ein besseres Ergebnis erzielen zu können.

## 2.5 Konzentrationen – Verdünnungsreihen herstellen

### Einführung:

Ausgehend von einer 1 M Salzsäure bzw. Natronlauge sollen Verdünnungen mit 0,1/0,25/0,5/0,75 M (jeweils 50 mL) hergestellt und auf ihre Dichte überprüft werden.

### Geräte:

Messpipette (10 mL), Vollpipette (20 mL), Pipettierhilfe, Messkolben (50 mL), EasyDens, 2 Spritzen (10 mL), Becherglas (100 mL), eventuell Becherglas (50 mL)

### Chemikalien:

Natronlauge (1 M)

Salzsäure (1 M)

destilliertes Wasser



### Durchführung:

Die Lösungen sind schon vorbereitet und zur Messung bereit. Wer aber will, kann sehr gerne selbst Hand anlegen und folgende Aufgabenstellung befolgen.

Ziehe ein Kärtchen mit der Aufgabenstellung.

Rechne dir aus, welche Mengen du für die Verdünnung benötigst und lasse dies durch die Lehrperson überprüfen.

Führe die Verdünnung durch (zuerst das Wasser, dann die Säure/Lauge) und messe die Dichte der Lösung (Temperatur notieren) mit dem EasyDens.

Für die Berechnung der Verdünnungen ist folgende Formel von Bedeutung:

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

Konz. HCl [M]	0,1	0,25	0,5	0,75
Dichte HCl [g/cm <sup>3</sup> ]				
Konz. NaOH [M]	0,1	0,25	0,5	0,75
Dichte NaOH [g/cm <sup>3</sup> ]				

### Erklärung:



## 2.6 Anomalie des Wassers

### **Einführung:**

In diesem Experiment wird die Anomalie des Wassers anschaulich mit dem EasyDens verdeutlicht. Dabei werden Temperaturen von ca. 2 °C bis 20 °C hergenommen.

### **Geräte:**

2 Bechergläser (100 mL/500 mL), 2 Spritzen (10 mL), EasyDens, Gefrierschrank (optional)

### **Chemikalien:**

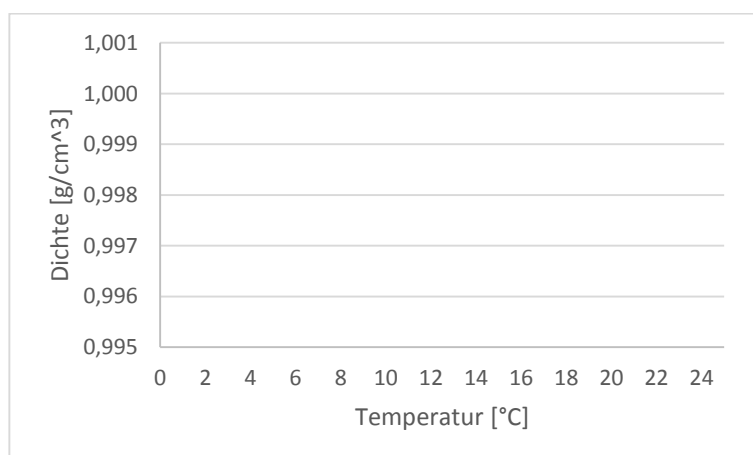
destilliertes Wasser, Eis, Salz (Speisesalz)

### **Durchführung:**

Das destillierte Wasser wird mit den Spritzen in den Gefrierschrank gegeben. Wenn solch einer nicht vorhanden ist, kann zur Kühlung auch ein Eis-Salz-Gemisch hergestellt werden.

Daraufhin erfolgt die Messung der Dichten bei den jeweiligen Temperaturen (die Werte werden im Diagramm eingezeichnet). Für die Messungen empfiehlt es sich, bei der tiefsten Temperatur anzufangen und für die restlichen Werte abzuwarten, weil sich der Wert der Dichte bei der jeweiligen Temperatur automatisch anpasst.

### **Beobachtung/Skizze:**



### **Erklärung:**

## 2.7 Säuren und Basen – Volumetrische Titration

### **Einführung:**

Es liegt eine Säure unbekannter Konzentration vor. Es soll durch Titration mit Natronlauge diese herausgefunden werden. Es soll die Veränderung der Dichte bei Zugabe der Lauge laufend gemessen werden.

### **Geräte:**

Erlenmeyerkolben (50 mL), Becherglas (250 mL), Becherglas (100 mL), Bürette (50 mL) mit Bürettenhalter, Trichter, Stativ (Muffe + Klemme), pH-Papier (Universalindikatorpapier), EasyDens, 2 Spritzen (10 mL), Glasrichter

### **Chemikalien:**

Salzsäure HCl (unbekannte Konzentration)



Natronlauge NaOH (0,5 M)

Eis

### **Durchführung:**

Es werden 10 mL HCl in einem Erlenmeyerkolben vorgelegt. Die Bürette wird mit Natronlauge bis zur Nullmarkierung aufgefüllt.

Danach wird immer 1 mL NaOH hinzugefügt, gut durchmischt und daraufhin die Dichte bei 20 °C vermessen (Kühlung notwendig!).

So verfährt man weiter, bis der Äquivalenzpunkt erreicht worden ist (Überprüfung mit pH-Papier oder pH-Meter). Man fügt schrittweise nochmal dieselbe Menge der bisher dazugegebenen NaOH dazu und vermisst jeweils die Dichte.

[Um eine Titrationskurve zu erhalten, empfiehlt es sich auf einen fertigen Graphen (x-Achse = hinzugefügte NaOH, y-Achse = pH-Wert 1-14) das pH-Papier aufzulegen (1 cm große Stücke).]

### **Beobachtung/Skizze:**

### **Erklärung:**

## 2.8 Alkoholgehalt in Wein

### **Einführung:**

Um den Alkoholgehalt von einem Dreistoffgemisch (Wasser, Ethanol und Zucker) wie Rotwein zu ermitteln, muss dieser erst destilliert werden. Dabei wird auf den Alkoholgehalt durch Verdünnen des Destillats auf das Ursprungsvolumen, sowie der Alkoholgehalt des Destillats mit dem EasyDens und durch Vergleich der Dichte mit der Literatur bestimmt.

### **Geräte:**

Destillationsapparatur (Destillationskolben 250 mL, Claisen-Aufsatz, Thermometer, 2 Schläuche, Rückflusskühler, Vorstoß, Vorlage = Rundkolben 150 mL), Laborboy, Becherglas (500 mL), Becherglas (100 mL), Becherglas (50 mL), Messzylinder (250 mL oder 100 mL), Schütteltrichter (100 mL), Heizpilz, EasyDens, Spritze (12 mL), Stativ (1-2) mit Muffen und Klemmen (2 + 2), 2 Korkringe, Thermometer

### **Chemikalien:**

destilliertes Wasser, Eis, Rotwein (S-Budget 11,5 % vol), Weißwein (S-Budget 10,5 % vol), Siedesteinchen

### **Durchführung:**

Die Destillate sind schon vorbereitet und zur Messung bereit. Wer aber will, kann auch selbst eine Destillation durchführen. Dabei sollte folgende Vorschrift beachtet werden.

Die Destillationsapparatur wird nach Vorschrift (siehe Abbildung) aufgebaut und muss von der Lehrperson überprüft werden.

Ein Rundkolben (250 mL) wird bis zu  $\frac{2}{3}$  befüllt (verwendetes Volumen notieren und 3 Siedesteinchen werden hinzugefügt. Dieser wird wieder an die Destillationsapparatur angeschlossen und die Destillation durch Einschalten des Heizpilzes gestartet. Die Temperatur, bei der erste Tropfen im Auffanggefäß landen wird notiert.

- a) Nach Beenden der Destillation (ca. 90 °C) wird das Destillat mit dest. Wasser auf das Ursprungsvolumen verdünnt und die Dichte sowie der Alkoholgehalt vermessen.
- b) Das beim Versuch vorgelegte Destillat wird auf die Dichte und Alkoholgehalt (EasyDens) überprüft und mit der Literatur verglichen (Tabelle liegt vor).



- 1... Heizpilz
- 2... Destillationskolben
- 3... Claisen-Aufsatz
- 4... Thermometer
- 5... Kühlwasserzufluss
- 6... Kühlwasserabfluss
- 7... Kühler
- 8... Vorstoß
- 9... zur Pumpe
- 10... Vorlage

Abbildung: Aufbau der Destillationsapparatur

### Ergebnisse:

Destillat	Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Alkoholgehalt [% Vol]	Alkoholgehalt (Lit)
Rotwein			
Weißwein			

### Erklärung:

**Anmerkung:** In der Literatur werden die Messergebnisse häufig bei 20°C angegeben. Daher sollte hier die Messung ebenfalls bei dieser Temperatur durchgeführt werden (Kühlung der Probe erforderlich!!!).

## 2.9 Dichtemessung von alkoholischen Getränken

### **Einführung:**

In diesem Experiment geht es um die Dichtevermessung verschiedener alkoholischer Getränke mit dem Messgerät EasyDens.

### **Geräte:**

4 Bechergläser (50 mL), Magnetrührer, 4 Rührfische, EasyDens, 4 Spritzen (10 mL), eventuell Filterpapier mit Trichter

### **Chemikalien:**

Pittinger Märzen, Gösser Naturradler, S-Budget Rotwein, Bierbrand Schlägl

### **Durchführung:**

Es liegen vier bekannte Proben vor, aber diese wurden durcheinandergebracht. Durch Messen der Dichte (eventuell Alkoholgehalt) und Vergleich mit den Inhaltsstoffen auf der Verpackung sollen diese richtig identifiziert werden.

Im ersten Schritt werden die CO<sub>2</sub>-haltigen Proben mit Rührfische bestückt und am Magnetrührer das Kohlendioxid ausgerührt. Um sicherzugehen können die Proben noch filtriert werden.

Anschließend erfolgt die Messung der Dichte mit dem EasyDens. Finde heraus, ob auch Rückschlüsse auf den Alkohol- bzw. Zuckergehalt gemacht werden können.

Probe				
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]				

### **Erklärung:**