**Molkerei Berta Rind**
 Abteilung Marketing

GmbH & Co. KG
 Alma Auer

Weideweg 5 19.09.2016

86859 Stallberg-Kuhdorf

An Brönsted-Analytics

Labor für chemische Auftragsanalysen

Abteilung Q1/11.1 (Säure-Base-Analyse)

Lewis-Str. 1-14

77777 Sauerland

**Auftragserteilung**

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Interesse der Verbrauchertransparenz und als Information für den Kunden, der sich gesund ernähren möchte, wollen wir unsere Produktdeklaration erweitern.

In diesem Zusammenhang beauftragen wir Sie, die Säurekonzentration unserer bewährten und beliebten Buttermilch

**Bertas Beste** - Reine Butter Milch

zu bestimmen und eine ausführliche Expertise über das Ergebnis sowie die angewendeten Untersuchungsmethoden zu erstellen.

Unsere Marketingabteilung vertraut auf eine zeitnahe Auftragserfüllung in der gewohnt hohen Qualität.

Mit freundlichen Grüßen

1. **Auer**

Alma Auer

Abteilung Marketing

**Berta Rind** GmbH & Co. KG

***Aufgabe 1***

***Sie sind Mitarbeiter/in der Firma Brönsted-Analytics und haben den Auftrag der Firma Berta Rind übernommen.***

***Als Neuling in der Probezeit wollen Sie inhaltlich und formal einen guten Ersteindruck hinterlassen.***

**Jetzt will ich wissen, wie sauer ich bin und warum!**

***Zur Verfügung stehen Ihnen folgend Materialien***

* Die Auftragserteilung der Firma Berta Rind
* Berta-Rinds-Beste-Buttermilch
* Phenolphthalein-Lösung
* Natronlauge (c = 1 mol/L)

sowie übliche Labor-Gerätschaften Ihrer Wahl wie Bechergläser, Reagenzgläser, Trichter, Pipetten, Rührstäbe, Messzylinder (keine Büretten).

***Aufgaben:*** *Führen Sie die Untersuchung durch.*

* Recherchieren Sie, welcher Stoff in der Buttermilch hauptsächlich für die saure Reaktion verantwortlich ist.
* Untersuchung:
	+ Planen Sie zu dem übernommenen Auftrag mit den oben aufgelisteten Materialien ein Experiment.
	+ Bearbeiten Sie den Auftrag experimentell und rechnerisch und protokollieren Sie Ihre Ergebnisse.
* Diskutieren Sie und klären sie untereinander auch mit Hilfe von Literatur, warum das gewählte experimentelle Verfahren zum Ziel führt und welche chemischen Zusammenhänge der Berechnung zu Grunde liegen.
* Diskutieren Sie Ihre Versuchsplanung und -durchführung ***(Pro + Contra)****,* nennen Sie versuchstechnische Probleme und machen Sie Verbesserungsvorschläge ***(Hier wird nicht erwartet, dass alles sofort super geklappt hat, sondern dass Hindernisse benannt und erörtert werden. Fertige Vorschriften aus Büchern oder dem Internet führen hier nicht zum Ziel)***.

***Erstellen Sie die geforderte Expertise nach der vorgeschriebenen verbindlichen Gliederung (Gliederungspunkte 1 und 2, siehe Vorgabe) in gutem Layout.***

**Gliederung für die Buttermilch-Projektmappe (Dokumentation):**

**Inhaltsverzeichnis**

1. **Einleitung**
	1. Warum ist Buttermilch sauer (Recherche)?
	2. Wie sind wir das Problem angegangen (mit Bezug zum Auftrag und chemischen Erklärungen!)?
2. **Selbst entwickelter Versuch**
	1. Protokoll 1 (Material, Durchführung, Aufbau-Skizze, Auswertung mit Berechnung)
	2. Methodenkritik (Wo traten Probleme auf, wie wurden sie gelöst bzw. wie hätte man sie lösen können?)
3. **Gemeinsam durchgeführter Versuch**
	1. Protokoll 2 (s.o.)
	2. Vergleich der beiden Versuche
4. **Antwortschreiben** (Bezug zum Auftrag!)

**Literaturverzeichnis** (Quellenangaben) am Ende durchnummeriert

 Zahl taucht im Text in eckigen Klammern auf!

* Buchseiten (Autor bzw. Herausgeber, Titel, Seite, Ort der Herausgabe, Auflage mit Jahreszahl)
* Internetquellen (vollständiger Link + letztes Abrufdatum)

**Rückmelde- und Bewertungsbogen zur Buttermilch- Expertise**

Name:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  **Bewertung****Kriterien**  | **☺☺** | **☺** | **☹** | **☹☹** |
| *zum Inhalt (sinnvolle Auswahl und Platzierung von Inhalten, fett Gedrucktes wird stärker gewichtet):*1a Recherche: Säure in Buttermilch **1b Chemische Erklärung des Versuches****2a Protokoll des selbst entwickelten Versuches** Vollständigkeit, evtl. mit Abbildung(en),... 2b Methodenkritik**3a Gemeinsamer Versuch:  Protokoll + Berechnung** evtl. mit Abbildung(en),...**3b Vergleich der beiden Versuche**  mit Bewertung4 Antwortschreiben |  |  |  |  |
| **sachlich richtig (Sa)** |  |  |  |  |
| **Fachsprache (Fa)** |  |  |  |  |
| **Sprache (R,Z,A)** |  |  |  |  |
| Layout Gliederung + Absätze (einheitlich, sinnentsprechend, übersichtlich, Schriftgröße 11) Markierungen  (Überschriften, größer, fett, kursiv... sinnvoll gestaltet) Güte der Abbildungen Seitenzahlen Deckblatt |  |  |  |  |
| Übersichtliches und ansprechendes Inhaltsverzeichnis |  |  |  |  |
| Literatur-/Quellenangaben |  |  |  |  |
| Sinnvolle Zusatzinformationen vorhanden |  |  |  |  |
| **Gesamtbewertung** |  |  |  |  |

***Sie führen nun zum Vergleich eine Kontrollmessung nach einem etablierten Verfahren durch.***

***Aufgabe 2***

***Kontrollversuch***

**Material**

**Jetzt will ich‘s ganz genau wissen!**

* Die Auftragserteilung der Firma Berta Rind
* Berta-Rinds-Beste-Buttermilch
* Phenolphthalein-Lösung, 0,1%
* Natronlauge, c = **0,1** mol/L
* Leitungswasser
* Magnetrührer
* Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)
* ******Bürette
* Erlenmeyerkolben, 100mL
* kleines Becherglas
* Voll- (oder Mess-)pipette, 20mL
* Pipettierhilfe

**Durchführung**

* Die Bürette wird über dem Erlenmeyerkolben, der auf dem Magnetrührer steht, positioniert und mit der Natronlauge bis zu Markierung gefüllt.
* Mit der Messpipette werden 20mL Buttermilch abgemessen und in den Erlenmeyerkolben gefüllt.
* Die Messpipette wird dreimal mit Leitungswasser gefüllt und in den Erlenmeyerkolben entleert. Der Erlenmeyerkolben wird mit Leitungswasser auf ca. 100 mL aufgefüllt.
* 1mL Phenolphthalein und der „Rührfisch“ werden hinzugegeben.
* Unter Rühren wird bis zum dauerhaften Farbumschlag titriert und der Natronlaugeverbrauch abgelesen.

***Aufgaben:***

* Berechnen Sie mit diesem Messergebnis die Säurekonzentration und vergleichen Sie sie mit dem Ergebnis des eigenen Versuches.
* Vergleichen Sie die beiden Versuchsdurchführungen (des eigenen und dieses Versuches) und begründen Sie die in diesem Versuch vorgeschriebenen Versuchsbedingungen.

***Ergänzen Sie die Expertise um den Gliederungspunkt 3 (siehe verbindliche Gliederung).***

***Erstellen Sie zum Schluss ein formvollendetes Anschreiben (Gliederungspunkt 4).***

***Ergänzen Sie Inhaltsverzeichnis und Literaturverzeichnis und geben Sie die komplette Expertise Ihrem/r Vorgesetztem/n ab.***

**Informationen für Lehrerinnen und Lehrer**

***Zur experimentellen Aufgabe:***

1.3 Wie hoch ist die Konzentration an Milchsäure in Buttermilch?

***Begründungen für die Vorgehensweise:***

Die ***offene Aufgabenstellung*** führt in Kombination mit den ***gliedernden Hilfsfragen*** dazu, dass die SuS den Versuch weitgehend selbst erdenken und damit eine ***bessere Verzahnung von Titrationsversuch und Konzentrationsberechnung*** entsteht. Es wird die ***Kompetenz der*** ***Experimententwicklung*** angesteuert.

Auch wenn die SuS aus früheren Schuljahren eine ***Bürette*** kennen, ist es sinnvoll, sie hier nicht sofort einzusetzen. Die Erfahrung zeigt, dass die SuS zwar den Ablauf des Versuches mit Bürette kennen (also die klassische Titration), ihnen die chemischen und versuchspraktischen Gründe für dieses Vorgehen aber meist unklar sind. Das ***Titrationsverfahren***, die ***Berechnung mit Größengleichungen*** und der ***chemischem Prozess der Neutralisation*** existieren tatsächlich vollkommen ***isoliert*** voneinander in den Schülerköpfen. So ist es erstaunlich (bis erschreckend), wie verunsichert selbst gute SuS sind, verwehrt man ihnen die Bürette bei dieser Fragestellung. Dies Problem ist auch bei der PISA-Studie explizit für deutsche SuS benannt worden. Erschwerend kommt hinzu, dass das Ziel der Untersuchung zuerst dem ***Kontext*** entnommen werden muss (***Klausurvorbereitung***). Oft wird den SuS erst beim Experimentieren klar, dass ein Indikator nach dem „Alles-oder-nichts“-Prinzip reagiert und die Farbe nicht die Konzentration anzeigt.

Auch wenn das ***Schülerhandeln zu Beginn nicht sehr zielgerichtet*** wirkt – die SuS stehen manchmal vollkommen hilflos vor dieser eigentlich aus der Sek.I bekannten Fragestellung – sollte man i.d.R. nicht eingreifen und jeder Gruppe ihre Vorgehensweise lassen. Es gibt die ***Theoretiker***, die kein Gerät in die Hand nehmen, bevor sie den Rechenweg zu Papier gebracht haben, häufiger sind aber die relativ ***planlosen Ausprobierer***. Sind in einer Gruppe zufällig beide Talente vereint, kommt die Gruppe erfahrungsgemäß am schnellsten, sichersten und nachhaltigsten für alle zum Ergebnis.

Die ***anschließende klassische Titration*** zeigt durch den Vergleich die ***Sinnhaftigkeit des Vorgehens***. Durch das Erdenken des eigenen Versuches sind die SuS besser darauf vorbereitet, das ***Verfahren zu beurteilen*** ***(Kompetenz).*** Meist werden genau die Schwierigkeiten, die bei dem eigenen Versuch benannt wurden, durch das etablierte Verfahren behoben. Die Arbeitsaufträge wurden auf ***zwei Aufgaben / Arbeitsblätter*** verteilt, um die SuS nicht durch das spätere Verfahren vor zu informieren und sie vor ihrem eigenen Versuch nicht durch die fertige Vorschrift zu demotivieren.

Im Einzelnen sind folgende ***versuchspraktische Unterschiede zu erwarten, die auch von den SuS diskutiert*** werden sollen:

* ***Verdünnen*** mit Wasser entschärft das Problem der zu dickflüssigen Buttermilch, in der sich die Lauge nicht gleichmäßig verteilt.
* Das ***mehrfache Ausspülen*** der Pipette garantiert gleichzeitig, dass die abgemessene Stoffmenge auch wirklich der Neutralisation zugänglich gemacht wird.
* Die ***verdünntere Natronlauge*** (c = 0,1 mol/L statt 1 mol/L beim Vorversuch) erhöht die Genauigkeit.
* Der ***Magnetrührer*** schafft eine bessere, schnellere Durchmischung
* Die ***Bürette*** lässt ein größeres und unbekanntes Volumen trotzdem genau bestimmen.

Die Einbindung in einen „***Forschungsauftrag***“ dient der ***Motivation***, einer hoffentlich größeren Anstrengungsbereitschaft und der ***Berufsvorbereitung***. Sie fördert die ***zielgruppenorientierten*** ***Präsentationskompetenzen***. Eine ***Expertise*** ist interessanter als ein übliches Protokoll. Zudem – und das ist ein Hauptmotiv – dient sie der ***Vorbereitung der Facharbeit***, die im Schuljahr ansteht. In Vorbereitung darauf werden auch Inhaltsverzeichnis und Literaturverzeichnis gefordert.

Die Expertise stellt zudem eine aufgrund der verbindlichen Gliederung ***gut vergleichbare Leistungsüberprüfung*** dar. Das ***Bewertungsschema*** wird sinnvollerweise frühzeitig bekanntgegeben.

***Kompetenzen***, die mit Hilfe dieser ***Lernaufgabe*** schwerpunktmäßig (weiter-)entwickelt werden:

**UF 1 (Teil1)**

Die SuS identifizieren die Milchsäure als Bestandteil in Buttermilch.

**E 8**

Die SuS **planen** Experimente zur Bestimmung der Milchsäure in Buttermilch angeleitet bzw. selbstständig.

Hier liegt der Schwerpunkt der Aufgabe (siehe oben, Begründung der Vorgehensweise).

**E 9**

Die SuS erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, **führen** diese zielgerichtet **durch und werten sie aus**.

Konkreter Bezug: s.o.

**E15**

Die SuSbewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).

Hier liegt ein weiterer Schwerpunkt der Aufgabe (Methodenkritik ihrer selbst entwickelten Versuche, auch im Vergleich zum etablierten Verfahren)

**K 21**

Die SuS recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).

hier konkret: Milchsäure in Buttermilch

***Schwierigkeiten / Themen, mit denen die SuS „kämpften“***

* Was suchen wir eigentlich? Welche Größen brauche ich wirklich (also was muss ich messen, was habe ich gegeben, was davon muss ich verwenden, damit ich die gesuchte Größe bekomme? (ges.: c(HA), geg.: c(NaOH) + V(NaOH), zu messen: V(HA) )
* Verdünnen nötig, sonst zu zäh – beim Abmessen blieb die Hälfte im Messzylinder, Rühren schwer, Umschlag zu spät erkannt
* Indikator zeigt „alles oder nichts“ an, keine Konzentrationen (!!!)
* Tropfenzählen bringt nichts, da Tropfen in verschiedenen Medien unterschiedliche Volumina haben
* zu große Mengen genommen – endlose Versuche
* richtige Bezeichnungen verwenden: z.B. c(HA), also Größe mit Beschreibung in Klammern wie bei f(x). Manche schreiben noch: HA und man kann sich aussuchen, ob sie c oder V oder n meinen. Erfahrung, dass die Auswertung dann schnell fehlerhaft wird.

***Interessante Beobachtungen***

* Die Ergebnisse der selbst erdachten Versuche und der Titration mit Bürette unterscheiden sich meist wenig. Bei der klassischen Titration ist mit einem etwas einheitlicheren Ergebnis von 0,1mol/L Milchsäure zu rechnen. Das motiviert noch nachträglich für die Entdeckung des eigenen Versuches, auch wenn jedem/r SuS die Vorteile des klassischen Verfahrens bewusst sind. Übereinstimmung und Abweichung können die SuS gut als Ausgangspunkt für die Methodenkritik nehmen.
* Jede Gruppe geht inhaltlich anders vor. Die Extreme:
	+ 1 Std. nur theoretisch überlegen, einschl. Modellrechnung mit fiktiven Zahlen (unter Missachtung praktischer Gegebenheiten)
	+ gleich loslegen, erst mal zusammenkippen und sehen, was überhaupt passiert (zuerst ohne jeden Plan)

Eine Mischung aus beidem stellte sich als am Erfolgreichsten heraus.

* Jede Gruppe geht bezüglich der Arbeitsteilung anders vor:
	+ einer sagt, wo es langgeht, alle folgen mehr oder weniger willig und wissend
	+ jeder in der Gr. geht seinen eigenen Weg ohne Einigung
	+ erst mal gucken, was die anderen machen (kam nicht wirklich vor, da alle zu gespannt, motiviert waren und ein gewisser Wettbewerb im Raum stand)
	+ (heftige) Diskussionen mit Einigung und anschließendem m.o.w. arbeitsteiligen Vorgehen

Letztere zeigten langfristig die schnellsten, besten Ergebnisse und die ausgewogenste Arbeitsteilung bei der Dokumentation.

Es ist sinnvoll, denjenigen, die ihre Gr. zu stark zu dominieren, zu verstehen zu geben, dass sie damit auch die ganze Dokumentation verantworten müssen, zumindest alles von den anderen verbessern müssen.

***Vorbereitung – Vorgehen:***

1. Vorbereiten
	1. 2 – 3 Becher Buttermilch pro Kurs kaufen und evtl. einen wie auf der Abbildung umgestalten
	2. Kopien (Auftrag, Gliederung, Korrekturbogen - 1x pro Gruppe) ausdrucken (und evtl. beamen)
	3. Gruppeneinteilungsmodus überlegen (Zufall, aber wie?)
2. 1. Doppelstunde
	1. Vorstellen des Auftrags in der Rolle der Abteilungsleiterin von Brönsted-Analytics (z.B.: mit Kittel, alter Brille)
	2. Kriterien des Arbeitens nennen:
		1. Praxis :1 DStdn. Vorversuch, 1 DStd. Hauptversuch (gemeinsame Vorschrift), danach Mappenabgabe (Beginn der nächsten Std.)
		2. Mappe als GA (jeder ist für alles verantwortlich, alle können zu allem Rede und Antwort stehen), Abgabetermin (Drucker kaputt zählt nicht, E-Mail reicht nicht), Formulieren aus der Sicht des Labormitarbeiters – es geht um den Job!
	3. Buttermilch, Phenolphthalein, Natronlauge (c = 1 mol/L) stehen bereit, sowie die Schülersammlung (gängige Geräte, siehe AB 1).
3. 2. Doppelstunde: Material siehe Aufgabe 2

***1.4 Experimentelle Aufgabe zum Thema:***

|  |  |
| --- | --- |
| Welcher Speiseessig eignet sich besser zur Herstellungder gewünschten Salatsoße? | Ein Bild, das Blattgemüse, Essen, Produkt, Spinat enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

***Aufgabenstellung***

1. Nennen Sie verschiedene - auch experimentelle - Möglichkeiten, mit denen Sie herausfinden können, welche der beiden Essige der konzentriertere Essig ist und notieren Sie ihre Überlegungen stichwortartig.
2. Planen Sie mit dem zur Verfügung stehenden Experimentiermaterial ein Experiment, um das Problem zu lösen. Fertigen Sie für den Versuchsaufbau eine beschriftete Skizze an, führen Sie das Experiment durch und formulieren Sie Antworten auf drei verschiedenen Niveaustufen:
a) Benennen Sie den Essig, der konzentrierter ist, und begründen Sie dies kurz.
b) Machen Sie eine quantitative Aussage zum Konzentrationsunterschied, indem Sie formulieren, um das wie viel fache dieser Essig konzentrierter ist als der andere.

c) Berechnen Sie die Konzentrationen beider Essige in mol/L.

***Fachspezifische Vorgaben***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Informationstext:***Zur Herstellung einer speziellen Salatsoße wird im Rezept empfohlen, einen Speiseessig mit hoher Essigsäurekonzentration zu verwenden. Sie finden in der Küche Omas Branntweinessig und Opas Kräuteressig und möchten herausfinden, ob sie unterschiedlich konzentriert sind, welcher ggf. der konzentriertere Speiseessig ist und wie groß der Konzentrationsunterschied ist. | Ein Bild, das Flasche, Lösung, Flüssigkeit, Plastikflasche enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |
| ***Experimentiermaterial:**** Omas Branntweinessig und Opas Kräuteressig
* Voll- (oder Mess-)pipette (20 ml)
* Pipettierhilfe
* Erlenmeyerkolben
* Natronlauge (1 mol/L)
* Bürette
* destilliertes Wasser
* Phenolphthalein (0,1%)

 wenn vorhanden: * Magnetrührer
* Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)
 | ***Weiterführende Aufgabe:*** Handelsüblicher Speiseessig muss nach gesetzlicher Vorschrift 5-6% Essigsäure enthalten, d.h. 5-6 g Essigsäure in 100 g Speiseessig. Vereinfacht gehen wir von einer Dichte des Speiseessigs von 1 g/cm3 aus. Beurteilen Sie, welcher Essig aufgrund der Säurekonzentration als Speiseessig deklariert werden dürfte. |

**Informationen für Lehrerinnen und Lehrer**

***Zur experimentellen Aufgabe:***

1.4 Welcher Speiseessig eignet sich besser zur Herstellung der gewünschten Salatsoße?

**Versuchsvorbereitung:** Man nehme einen preiswerten, farblosen Speiseessig und befülle eine kleinere Flasche damit. Eine weitere kleine Flasche wird ca. zur Hälfte mit diesem Essig gefüllt und mit Wasser aufgegossen. Neue Etiketten und ggf. ein Zweig Rosmarin (s. Abb. auf dem AB) helfen den SuS die beiden „Essigsorten“ auseinander zu halten.

Der **Informationstext** auf dem AB verdeutlicht die Problemstellung.

**Erwartete Schülerleistungen zur Aufgabenstellung:**

1. Die SuS nennen verschiedene – auch experimentelle – Möglichkeiten, mit denen Sie herausfinden können, welche der beiden Essige der konzentriertere Essig ist. Sie notieren stichwortartig, z.B.:
* Geschmack
* Geruch
* Elektrische Leitfähigkeit
* Beobachtung der Gasentwicklung bei der Reaktion der beiden Essige mit Kalk bzw. unedlen Metallen.
* Zugabe von Natronlauge zu mit Universalindikator versetztem Essig. Vergleich der Volumina von Natronlauge bis zur Neutralisation
1. Die SuS planen eine Titration und fertigen eine beschriftete Versuchsskizze für einen entsprechenden Versuchsaufbau an
und bearbeiten die AA a)-c)
a) Omas Branntweinessig ist konzentrierter als Opas Kräuteressig, da zur vollständigen Neutralisation ein größeres Volumen an Natronlauge verbraucht wurde.

b) Omas Branntweinessig ist ca. doppelt so konzentriert im Vergleich zu Opas Kräuteressig, da zu voll ständigen Neutralisation ca. doppelt so viel Natronlauge verbraucht wurde.

c) Die SuS berechnen die Konzentration der Essige in mol/L:

c (HAc Oma) = c (NaOH) · V (NaOH) = 1 mol/L

 V (HAc Oma)

c (HAc Opa) = c (NaOH) · V (NaOH) = 0,5 mol/L

 V (HAc Opa)

**Weiterführende Aufgabe:**

* Handelsüblicher 5-6%iger Speiseessig enthält
5-6 g Essigsäure pro 100 g Speiseessig bzw.
50-60 g pro 1000 g Speiseessig,

(bei einer Dichte von ~ 1g/cm3 entspricht das 1000 cm3, d.h. 1 Liter),
d.h. handelsüblicher Speiseessig hat eine Essigsäurekonzentration von 50-60 g/L.

* Die molare Masse von Essigsäure beträgt M (CH3COOH) = 60 g/mol
* Omas Speiseessig hat die Konzentration c(CH3COOH) = 1 mol/L, d.h. 60g/L
Demnach hat Omas Branntweinessig die Konzentration von handelsüblichem Speiseessig (6%).

Opas Kräuteressig ist nur halb so konzentriert (3%) kann deshalb nicht als handelsüblicher Speiseessig eingeordnet werden.

***Kompetenzen***, die mit Hilfe dieser ***Lernaufgabe*** schwerpunktmäßig (weiter-)entwickelt werden:

**UF 1 (Teil1)**

Die SuS identifizieren die Essigsäure als Bestandteil im Speiseessig.

**E 8**

Die SuS **planen** Experimente zur Bestimmung der Essigsäurekonzentration im Speiseessig angeleitet bzw. selbstständig.
(🡪 Anleitung z.B. durch Lehrerdemo „Handhabung/Sicherheit zur Büretten-Benutzung“ oder mit Hilfe eines Lernvideos von Simple chemics: „Titration – was macht man da?“

<https://www.youtube.com/watch?v=K7PrbjIkZFg>

**E 9**

Die SuS erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, **führen** diese zielgerichtet **durch und werten sie aus**.

Ob der Schwerpunkt eher auf dem Planen oder Durchführen liegt, hängt sehr vom Vorwissen der SuS ab. Kennen die SuS bereits solche Titrationen unter Verwendung von Büretten, steht eher die Anwendung/Durchführung im Vordergrund. Kennen Sie die Bürette noch nicht, kann man die SuS erst einmal selbstständig planen lassen, ihre Planungsüberlegungen im Plenum vorstellen lassen und ggf. durch Hinweise (L- oder S.Demo) ergänzen lassen oder das o.g. Lernvideo zur Vorbereitung (ggf. als HA) nutzen.

Die ***Zusatzaufgabe*** ergänzt die in der Aufgabe anzuwendende Stoffmengenkonzentration um die Konzentrationsangabe in Massenprozent und deren Umrechnung unter Verwendung der Dichte

**B 25**

Die Aufgabe zielt auf den überwiegenden Teil der Beurteilungskompetenz B 25 im Bezug zum Kontext.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***1.5 a Experimentelle Aufgabe zum Thema:*** Wie sollte ich einen Weißweinessig verdünnen, um damit Mixed Pickles zuzubereiten?  | Ein Bild, das konservierte Lebensmittel, Behälter für Lebensmittellagerung, Einmachobst, Konserven enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Ein Bild, das Glasflasche, Alkoholisches Getränk, Drink, Alkohol enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

***Aufgabenstellung***

Planen Sie mit dem zur Verfügung stehenden Experimentiermaterial ein Experiment, um die Essigsäurekonzentration des Essigaufgusses einer gekauften Konserve von Mixed Pickles und des Speiseessigs zu vergleichen. Führen Sie die Experimente durch und formulieren Sie Antworten zu den folgenden Fragen:

1. Ist es möglich durch Verdünnung des Speiseessigs eine Essigsäurelösung gleicher Konzentration wie die des Aufgusses herzustellen?
2. Wie stelle ich einen Liter eines solchen Aufgusses aus Speiseessig selbst her?
3. Wie groß ist die Essigsäurekonzentration des Aufgusses und die des Speiseessigs in mol/L?

***Fachspezifische Vorgaben***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Informationstext:***Zur Herstellungvon„Mixed Pickles“ werden Gemüse sauer eingelegt (siehe nebenstehende Abbildung). Will man diese pikante Beilage selbst herstellen, so verwendet man für den Aufguss Essig von guter Qualität, z.B. Weißweinessig.Der Essig-Aufguss soll aber nicht saurer sein, als der von käuflichen Mixed Pickles. Deshalb soll der Essigsäuregehalt einer Probe eines gekauften Aufgusses mit dem Essigsäuregehalt des Weißweinessigs verglichen werden. | Ein Bild, das Behälter für Lebensmittellagerung, Einmachglas, konservierte Lebensmittel, Gemüse einlegen enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |
| ***Experimentiermaterial:**** Weißweinessig (oder anderer Speiseessig)
* Eine Probe eines Aufgusses von käuflichen Mixed Pickles (sauer eingelegte Gemüse-Konserve)
* Voll- (oder Mess-)pipette (20 ml)
* Pipettierhilfe
* Erlenmeyerkolben
* Natronlauge (1 mol/L)
* Bürette
* destilliertes Wasser
* Phenolphthalein (0,1%)

 wenn vorhanden: * Magnetrührer
* Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)
 | ***Weiterführende Aufgabe 1:*** Wie muss man Essigessenz (25%ige Essigsäure) mit Wasser verdünnen, um einen Liter des geplanten Aufgusses herzustellen? | Ein Bild, das Text, Flasche, Würzmittel, Im Haus enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |
| ***Weiterführende Aufgabe 2:***Ermitteln Sie mit Hilfe der gesetzlichen Vorschriften (s. Zusatzinformationen) die vorgeschriebene Kennzeichnung einer 25%igen Essigsäurelösung und vergleichen Sie diese mit dem Etikett der Essigessenz. Bewerten Sie dies. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Zusatzinformationen zur weiterführenden Aufgabe 2:***Auszüge aus der GHS-Verordnung***GHS-Verordnung****(GHS = Global harmonisierte System)****Artikel 1****VERORDNUNG* **(EG) DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES****vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen…****Zweck und Geltungsbereich**(1) Zweck dieser Verordnung ist es, ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt sowie den freien Verkehr von … Stoffen, Gemischen und Erzeugnissen … zu gewährleisten:…**GHS-EINSTUFUNG VON GEMISCHEN** **Spezifische Konzentrationsgrenzen bei Essigsäure****H314: c >= 90 %H314: 25 % <= c < 90 %H315: 10% <= c < 25 %H319: 10% <= c < 25 %****…**(5) Diese Verordnung gilt nicht für die folgenden für den Endverbraucher bestimmten Stoffe und Gemische in Form von Fertigerzeugnissen:a) Arzneimittel im Sinne der Richtlinie 2001/83/EG;b) Tierarzneimittel im Sinne der Richtlinie 2001/82/EG;c) kosmetische Mittel im Sinne der Richtlinie 76/768/EWG;d) Medizinprodukte und medizinische Geräte im Sinne der Richtlinien 90/385/EWG und 93/42/EWG, die invasiv oder unter Körperberührung verwendet werden, sowie im Sinne der Richtlinie 98/79/EG;e) Lebensmittel oder Futtermittel im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 178/2002, …

|  |  |
| --- | --- |
| **H-Satz** | **Piktogramm** |
| H 314 | **Ein Bild, das Text, Verkehrsschild, Symbol, Schrift enthält.  Automatisch generierte Beschreibung** |
| H 315 | **Ein Bild, das Verkehrsschild enthält.  Automatisch generierte Beschreibung** |
| H 319 | **Ein Bild, das Verkehrsschild enthält.  Automatisch generierte Beschreibung** |

***Legende:*****Bedeutung der H-Sätze und Zuordnung der Piktogramme**H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.H315 Verursacht Hautreizungen.H319 Verursacht schwere Augenreizung. |

**Informationen für Lehrerinnen und Lehrer**

***Zur experimentellen Aufgabe:***

1.5 a/b Wie sollte ich einen Weißweinessig verdünnen, um damit Mixed Pickles zuzubereiten?

**Versuchsvorbereitung:** Man nehme einen preiswerten, farblosen Speise(Weißwein-)essig und ein Glas Mixed Pickles bzw. den Aufguss daraus.

Man erläutert die **Problemstellung**:
Man möchte mit dem Weißweinessig selbst Gemüse (z.B. aus dem eigenen Garten) in „Essig“ einlegen. Das eingelegte Gemüse soll jedoch nicht saurer schmecken bzw. saurer eingelegt werden als gängige Mixed Pickles-Konserven. Möglichkeit zum Brainstorming: Wie könnte man hier vorgehen?
SuS nennen (evtl. verschiedene) Möglichkeiten zur Problemlösung und lösen das Problem mit Hilfe zweier Titrationen.

Weitere genannte Möglichkeiten könnten sein:
- durch Geschmackstests
- Vergleich der elektrischen Leitfähigkeit, auch während der Verdünnung;
 Fehlerdiskussion: weitere gelöste Stoffe im Ausguss wie z.B. Kochsalz

**Erwartete Schülerleistungen zur Aufgabenstellung:**

Die SuS schlagen die Anwendung der Titration zur Problemlösung vor, erhalten das AB, lesen es und fassen in eigenen Worten die Problemstellung, das Verfahren zur Problemlösung (Exp.) und die zu bearbeitenden Aufgaben (ggf. auch die weiterführenden Aufgaben) zusammen.

1. Gängige Speiseessige haben eine Essigsäurekonzentration von ca. 1 mol/L. Saure Konserven haben eine deutlich geringere Essigsäurekonzentration. Das erkennen die SuS am deutlich niedrigeren Natronlauge-Verbrauch bei der Titration des Aufgusses. Deshalb kann man durch Verdünnung mit Wasser aus Speiseessig einen Aufguss herstellen.
2. Durch Bildung des Quotients aus dem Verbrauch an NaOH oder den Konzentrationen in mol/L berechnet man das Verhältnis der beiden zu einander und leitet daraus die Maßnahmen zur Verdünnung ab.

V(NaOH Essig) = 10 = 3,33
V(NaOH Aufguss) 3

Bsp. hier: Aus 1 mL Essig kann man 3,3 mL Aufguss herstellen. Um 1000 mL Aufguss herzustellen, muss man 300 mL Speiseessig mit Wasser auf 1000 mL verdünnen.

1. Die SuS berechnen die Konzentration der Essigsäure im Speiseessig und im Aufguss in mol/L. Beispiel:

c (HAc Speiseessig) = c (NaOH) · V (NaOH) = 1 mol/L

 V (HAc Speiseessig)

c (HAc Aufguss) = c (NaOH) · V (NaOH) = 0,3 mol/L

 V (HAc Aufguss)

**Lösung zur weiterführenden Aufgabe 1:**

Essigessenz ist 5-mal so konzentriert wie Speiseessig mit einem Essigsäuregehalt von 5% (s. Etikett). Deshalb bräuchte man von den oben genannten 300 mL nur ein Fünftel, d.h. man nehme 60 mL Essigessenz und verdünnt diese mit Wasser auf 1000 mL, um einen Aufguss – ähnlich einem gängigen Mixed Pickles Aufguss – herzustellen.

**Lösung zur weiterführenden Aufgabe 2:**

***Aufgabenstellung***

1. **Ermittlung** der vorgeschriebenen Kennzeichnung einer im Labor verwendeten 25%igen Essigsäurelösung mithilfe der gesetzlichen Vorschriften:

****Bei 25% liegt die Grenze der Einstufung:

unter (<) 25%: H315 (Verursacht Hautreizungen) und

H319 (Verursacht schwere Augenreizung)

****

ab (>=) 25%: H 314 (Verursacht schwere Verätzungen der Haut
 und schwere Augenschäden**)**

Folglich muss für 25%ige Essigsäurelösung die schärfere Kennzeichnung verwendet werden.

1. **Vergleich** mit dem Etikett der Essigessenz-Flasche:

Käufliche Essigessenz (25%ige Essigsäurelösung) aus dem Lebensmittelhandel ist nicht gekennzeichnet.

1. **Bewertung:**

Käufliche Essigessenz ist nicht gekennzeichnet, da Arzneimittel, Kosmetika und Lebensmittel ausdrücklich von der Verordnung zur Kennzeichnungspflicht ausgenommen sind.

Weil jedoch die Verbraucher von anderen Produkten die Warnhinweise kennen (z.B. von Reinigungsmitteln), kann die Gefährdung insbesondere der Augen – durch die Nichtkennzeichnungspflicht – unterschätzt werden. Dies gilt besonders für Kinder. Eltern, die auf die Warnhinweise vertrauen, könnten ihren Kindern die Essigessenz beim Kochen oder Reinigen in die Hand geben.
Im harmlosesten Fall führen die Ausnahmen zur Verwirrung.

Sie widersprechen der Zielsetzung „ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt“ erreichen zu wollen.

Ähnliches gilt für Arzneimittel, wobei hier wohl eher eine grundsätzliche Gefährdung vorausgesetzt wird.

***Kompetenzen***, die mit Hilfe dieser ***Lernaufgabe*** schwerpunktmäßig (weiter-)entwickelt werden:

**UF 1 (Teil1)** Die SuS identifizieren die Essigsäure als Bestandteil im Speiseessig und im Aufguss von Mixed Pickles.

**E 8** Die SuS **planen** Experimente zur Bestimmung der Essigsäurekonzentration im Speiseessig und Mixed Pickles Aufguss angeleitet bzw. selbstständig.

**E 9** Die SuS erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, **führen** diese zielgerichtet **durch und werten sie aus**.

**Insbesondere die Zusatzaufgabe 2 ermöglicht die Entwicklung von Kompetenzen im Bereich „Bewertung“:**

**B 25** **Die SuS beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotential von Essigsäure (**und Basen) **in Alltagsprodukten.**

|  |  |
| --- | --- |
| ***1.5 b Theoretische Aufgabe zum Thema:*** Wie sollte ich einen Weißweinessig verdünnen, um damit Mixed Pickles zuzubereiten?  | Ein Bild, das konservierte Lebensmittel, Behälter für Lebensmittellagerung, Einmachobst, Konserven enthält.  Automatisch generierte BeschreibungEin Bild, das Glasflasche, Alkoholisches Getränk, Drink, Alkohol enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

***Aufgabenstellung***

Um die Essigsäurekonzentration des Essigaufgusses einer gekauften Konserve von Mixed Pickles und des Speiseessigs zu vergleichen wurde mit dem unten aufgelisteten Experimentiermaterial eine Titration durchgeführt. Bei 10 mL Speiseessig wurden 10 mL Natronlauge verbraucht, bei 10 mL Mixed Pickles-Aufguss nur 3,5 mL. Berechnen Sie die Konzentration an Essigsäure in beiden untersuchten Lösungen und formulieren Sie Antworten zu den folgenden Fragen:

1. Ist es möglich durch Verdünnung des Speiseessigs eine Essigsäurelösung gleicher Konzentration wie die des Aufgusses herzustellen?
2. Wie stelle ich einen Liter eines solchen Aufgusses aus Speiseessig selbst her?
3. Wie groß ist die Essigsäurekonzentration des Aufgusses und die des Speiseessigs in mol/L?

***Fachspezifische Vorgaben***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Informationstext:***Zur Herstellungvon„Mixed Pickles“ werden Gemüse sauer eingelegt (siehe nebenstehende Abbildung). Will man diese pikante Beilage selbst herstellen, so verwendet man für den Aufguss Essig von guter Qualität, z.B. Weißweinessig.Der Essig-Aufguss soll aber nicht saurer sein, als der von käuflichen Mixed Pickles. Deshalb soll der Essigsäuregehalt einer Probe eines gekauften Aufgusses mit dem Essigsäuregehalt des Weißweinessigs verglichen werden. | Ein Bild, das Behälter für Lebensmittellagerung, Einmachglas, konservierte Lebensmittel, Gemüse einlegen enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |
| ***Experimentiermaterial:**** Weißweinessig (oder anderer Speiseessig)
* Eine Probe eines Aufgusses von käuflichen Mixed Pickles (sauer eingelegte Gemüse-Konserve)
* Voll- (oder Mess-)pipette (20 ml)
* Pipettierhilfe
* Erlenmeyerkolben
* Natronlauge (1 mol/L)
* Bürette
* destilliertes Wasser
* Phenolphthalein (0,1%)

 wenn vorhanden: * Magnetrührer
* Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)
 | ***Weiterführende Aufgabe 1:*** Wie muss man Essigessenz (25%ige Essigsäure) mit Wasser verdünnen, um einen Liter des geplanten Aufgusses herzustellen? | Ein Bild, das Text, Essen, Flasche, Würzmittel enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |
| ***Weiterführende Aufgabe 2:***Ermitteln Sie mit Hilfe der gesetzlichen Vorschriften (s. Zusatzinformationen) die vorgeschriebene Kennzeichnung einer 25%igen Essigsäurelösung und vergleichen Sie diese mit dem Etikett der Essigessenz. Bewerten Sie dies. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Zusatzinformationen zur weiterführenden Aufgabe 2:***Auszüge aus der GHS-Verordnung***GHS-Verordnung****(GHS = Global harmonisierte System)****Artikel 1****VERORDNUNG* **(EG) DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES****vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen…****Zweck und Geltungsbereich**(1) Zweck dieser Verordnung ist es, ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und für die Umwelt sowie den freien Verkehr von … Stoffen, Gemischen und Erzeugnissen … zu gewährleisten:…**GHS-EINSTUFUNG VON GEMISCHEN** **Spezifische Konzentrationsgrenzen bei Essigsäure****H314: c >= 90 %H314: 25 % <= c < 90 %H315: 10% <= c < 25 %H319: 10% <= c < 25 %****…**(5) Diese Verordnung gilt nicht für die folgenden für den Endverbraucher bestimmten Stoffe und Gemische in Form von Fertigerzeugnissen:a) Arzneimittel im Sinne der Richtlinie 2001/83/EG;b) Tierarzneimittel im Sinne der Richtlinie 2001/82/EG;c) kosmetische Mittel im Sinne der Richtlinie 76/768/EWG;d) Medizinprodukte und medizinische Geräte im Sinne der Richtlinien 90/385/EWG und 93/42/EWG, die invasiv oder unter Körperberührung verwendet werden, sowie im Sinne der Richtlinie 98/79/EG;e) Lebensmittel oder Futtermittel im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 178/2002, …

|  |  |
| --- | --- |
| **H-Satz** | **Piktogramm** |
| H 314 | **Ein Bild, das Text, Verkehrsschild, Symbol, Schrift enthält.  Automatisch generierte Beschreibung** |
| H 315 | **Ein Bild, das Verkehrsschild enthält.  Automatisch generierte Beschreibung** |
| H 319 | **Ein Bild, das Verkehrsschild enthält.  Automatisch generierte Beschreibung** |

***Legende:*****Bedeutung der H-Sätze und Zuordnung der Piktogramme**H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.H315 Verursacht Hautreizungen.H319 Verursacht schwere Augenreizung. |

***1.6 Experimentelle Aufgabe zum Thema:***

Wie hoch ist die Konzentration an Milchsäure in Buttermilch?

***Aufgabenstellung***

1. Führen Sie die unten beschriebene Titration zweimal durch und notieren Sie sich die Versuchsbeobachtungen und die Versuchsergebnisse.
2. Erläutern Sie, wie Sie mit den beiden Versuchsergebnissen umgehen und nenne Sie möglich Fehlerquellen beim Versuch.
3. Stellen Sie eine vereinfachte Neutralisationsgleichung auf und berechnen Sie die Konzentration der Michsäure in der Buttermilch. Bearbeiten Sie ggf. die unten angegebene Zusatzaufgabe.

***Fachspezifische Vorgaben***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Informationstext:*** Buttermilch ist ein säuerlich schmeckendes, leicht dickflüssiges, milchähnliches Getränk, das als Nebenprodukt bei der Butterherstellung entsteht. Buttermilch zeichnet sich durch einen sehr niedrigen Fettgehalt aus. Die in der Buttermilch enthaltene Milchsäure (2-Hydroxy-propansäure) ist eine Carbonsäure, die beim Abbau von Zuckern durch Milchsäuregärung entsteht. Die durch eigene oder zugesetzte Milchsäurebakterien entstandene Milchsäure macht Lebensmittel länger haltbar. | ***Umgang mit Messwerten:***Bei quantitativen Experimenten erhält man erwartungsgemäß unterschiedliche Messwerte.Hat man eine ***große Datenbasis***, werden Ergebnisse, die stark von der Mehrzahl der Ergebnisse abweichen, als Ausreißer gestrichen und aus den verbleibenden Messwerten der Mittelwert berechnet.Hat man eine ***kleine Datenbasis*** (z.B. zwei Werte) kann man sich begründet für einen Wert entscheiden oder mit dem Mittelwert weiter arbeiten.***Aus Zeitgründen wird manchmal die erste Titration recht schnell und deshalb ungenau durchgeführt, um bei der zweiten Titration vor dem „Endpunkt“ sehr genau zu titrieren.*** |
| ***Experimentiermaterial:**** Buttermilch
* Phenolphthalein-Lösung, 0,1%
* Natronlauge, c = 0,1 mol/L
* Destilliertes Wasser
* Bürette
* Erlenmeyerkolben, ca. 250 mL
* Voll- (oder Mess-)pipette, 20mL
* Magnetrührer
* Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)
 | ***Durchführung:***1. Die Bürette wird mit der Natronlauge bis zur Markierung gefüllt.
2. Mit der Messpipette werden 20 mL Buttermilch abgemessen und in den Erlenmeyerkolben gefüllt.
3. Die Messpipette wird zweimal mit destilliertem Wasser gefüllt und in den Erlenmeyerkolben entleert. Der Erlenmeyerkolben wird mit destilliertem Wasser auf ca. 100 mL aufgefüllt.
4. 1 mL Phenolphthalein wird hinzugegeben.

Unter Rühren wird bis zum dauerhaften Farbumschlag titriert und der Natronlauge-Verbrauch abgelesen. |

***Zusatzinformationen:***Die Milchsäure soll in den Berechnungen und in der Neutralisationsgleichung als einprotonige Säure mit **HLak** abgekürzt werden. Die Salze der Milchsäure heißen Laktate und werden mit **Lak–** abgekürzt.

***Zusatzaufgaben:***
a) Erklären Sie die Notwendigkeit von Punkt 3 in der Durchführung.

b) Milchsäure wird nach JUPAC als 2-Hydroxypropansäure bezeichnet.
Zeichnen Sie eine Strukturformel.

**Informationen für Lehrerinnen und Lehrer**

***Zur experimentellen Aufgabe:***

1.6 Wie hoch ist die Konzentration an Milchsäure in Buttermilch?

 (Bei dieser Aufgabe handelt es sich um die kürzere Variante von 1.3 mit dem Schwerpunkt UF.)

**Versuchsvorbereitung:** Ein Becher 500mL Buttermilch reicht für einen Kurs. Ein Magnetrührer ist bei diesem Versuch noch eher als bei anderen Titrationen nötig, weil die Buttermilch auch nach Verdünnung noch etwas dickflüssig ist und sich die Natronlauge ohne Magnetrührer zu langsam verteilen würde.

Der **Informationstext** auf dem AB verdeutlicht die Problemstellung.

**Erwartete Schülerleistungen zur Aufgabenstellung:**

1. Aufgrund der Dickflüssigkeit, der weißen, undurchsichtigen Farbe und der schwachen Säure (evtl. auch noch Puffer) in der Buttermilch, ist der Umschlagspunkt nicht so eindeutig wie bei Salzsäure oder Essig. Daher ist das zweimalige Titrieren hier besonders wichtig. Der Einfluss der schwachen Säure wird hier noch nicht diskutiert, später, nach ihrer Einführung, kann man aber gut darauf zurückkommen. Anschließend bietet sich eine Fehleranalyse an.
2. Die meisten SuS entscheiden sich gut begründet für einen Wert und nicht für den Durchschnitt
(1. Durchgang Probelauf, 2. Durchgang besseres Einschätzen der Farbe am Umschlagspunkt).

Da die SuS bisher wenig Anwendung für eine Fehleranalyse hatten, werden hier sehr unterschiedliche Punkte genannt: z.B.:

* Messfehler beim Ablesen
* Rechenfehler (oft wird das Gesamtvolumen nach der Verdünnung als V(HLac) verwendet)
* Defekte Bürette
* Fehler beim Abmessen der Buttermilch
* Fehler beim Auffüllen der Bürette
* schwerer zu erkennender Umschlagspunkt
* undurchsichtige Farbe
* Naturprodukt mit schwankender Säurekonzentration

Sinnvoll ist hier eine Unterscheidung und Wertung der Fehlerquellen in „hausgemachte“, vermeidbare Fehler (Punkte 1 - 5), die durch Übung abgestellt werden können und müssen, und sachimmanente, unabwendbare Fehlerquellen (Punkte 6 - 8), die schwer vermieden werden können, und für die man eine Lösung finden muss. Beispielsweise kann man daraus die Schlussfolgerung ziehen, dass der Milchsäuregehalt in Buttermilch nur ungefähr angegeben werden kann.

1. HLac(aq) + NaOH(aq) 🡪 Na+(aq) + Lac–(aq) + H2O

Die SuS benötigen ca. 20 mL Natronlauge c (HLac) = c (NaOH) · V (NaOH)

 V (HLac)

 = 0,1 mol/L · 20 mL = 0,1 mol/L

 20 mL

**Weiterführende Aufgabe:**

1. Aus zwei Gründen ist es unbedingt nötig, die Pipetten mindestens 2x auszuspülen:
2. Wegen der Viskosität der Buttermilch würde ein hoher Prozentsatz der abgemessenen Buttermilch in der Pipette verbleiben, so dass das Volumen nicht stimmen und die Messung sehr verfälscht würde.
3. Durch das gleichzeitige Verdünnen wird das Rühren erleichtert und die Farbe durchsichtiger und damit der Umschlagspunkt besser erkennbar.

Statt des zweimaligen Füllens der Pipette kann sie auch mithilfe einer Spritzflasche mit Aqua dest. Ausgespült werden. Das „Spülwasser“ muss dann aber in den Erlenmeyerkolben fließen.

1. CH3-CHOH-COOH als Strukturformel

***Kompetenzen***, die mit Hilfe dieser ***Lernaufgabe*** schwerpunktmäßig (weiter-)entwickelt werden:

**UF 1 (Teil1)**

Die SuS identifizieren die Milchsäure als Bestandteil in Buttermilch.

**E 9**

Die SuS erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, **führen** diese zielgerichtet **durch und werten sie aus**.

**E 15**

**Die SuS** bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).

Schwerpunkt bei dieser Lernaufgabe liegt neben der reinen Durchführung in der Überlegung, wie man mit verschiedenen Messwerten umgeht und wo Fehlerquellen beim Versuch liegen können.

|  |  |
| --- | --- |
| ***1.7 Experimentelle Aufgabe zum Thema:*** Ist die Konzentration an Citronensäure in Orangensaft bzw. Blutorangensaft unterschiedlich hoch? | Ein Bild, das Text, Flasche, Saft, Plastikflasche enthält.  Automatisch generierte BeschreibungEin Bild, das Essen, Flasche, Drink, Saft enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

***Aufgabenstellung***

1. Planen Sie ein einfaches Experiment, mit dem sie die Farbänderung am Umschlagspunkt des bereits im Blutorangensaft vorhandenen Indikators ermitteln können.
2. Planen Sie mit dem unten angegebenen Experimentiermaterial Experimente, mit denen Sie die Problemfrage beantworten können.
3. Fertigen Sie zu beiden Experimenten beschriftete Versuchsskizzen an. Führen Sie die Experimente durch und notieren Sie sich die Versuchsbeobachtungen. Werten Sie diese sowohl halbquantitativ (Volumenvergleich der verbrauchten Natronlauge) als auch quantitativ (in mol/L) aus.

***Fachspezifische Vorgaben***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Informationstext:*** Die Ursache des sauren Geschmacks von Citrusfrüchten ist in erster Linie die darin enthaltene Citronensäure. Die Citronensäure ist eine dreiprotonige organische Säure, die in Reaktionsgleichungen vereinfacht als H3Cit dargestellt werden kann. Die Salze der Citronensäure heißen Citrate.Bei der Titration von Blutorangensaft kann man auf die Zugabe eines Indikators verzichten, da Blutorangen einen besonderen Pflanzenfarbstoff enthalten, der im Sauren und Alkalischen andere Farbtöne zeigt.  | **Experimentiermaterial** * jeweils 50 mL Orangensaft bzw. Blutorangensaft im Erlenmeyerkolben (250 mL)
* weitere Probe Blutorangensaft(ca. 20mL)
* Thymolblau-Lösung, 0,1% (ca. 1mL/Titration)
* Natronlauge, c = 1 mol/L
* destilliertes Wasser
* Messzylinder 50 und 25 mL
* Bürette
* Magnetrührer
* Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)
 |

***Zusatzaufgabe:***
Bestimmen Sie zum Vergleich die Citronensäure-Konzentration in Zitronensaft.

**Informationen für Lehrerinnen und Lehrer**

***Zur experimentellen Aufgabe:***

1.7 Ist die Konzentration an Citronensäure in Orangensaft bzw. Blutorangensaft unterschiedlich hoch?

Der im Blutorangensaft vorhandene **Anthocyan-Farbstoff** schlägt beim Übergang in den alkalischen Bereich von rot nach grün um. Diese Beobachtung ist für die SuS sehr beeindruckend.

Die Farbe von **Thymolblau** im Orangensaft schlägt im Alkalischen von farblos in blau um. In der Mischung mit dem gelben Orangensaft hat die Lösung eine grüne Farbe.

Aufgrund des Fruchtfleisches lässt sich der Saft meist **nicht pipettieren**. Deshalb muss man die etwas ungenauere Variante der Messzylinder verwenden.

**Verbrauch an NaOH** c = 1 mol/L zur Titration von 50 mL Saft bis zum Farbumschlag (je nach ausgewähltem Saft):
bei Blutorangensaft: V(NaOH) = 9,5 mL 🡪 c (H+) = ca. 0,2 mol/L 🡪 c(H3Cit) = 0,063 mol/L
bei Orangensaft: V(NaOH) = 5,5 mL 🡪 c (H+) = ca. 0,11 mol/L 🡪 c(H3Cit) = 0,036 mol/L

Das Ergebnis, dass der Blutorangensaft doppelt so viel Säure enthält, beeindruckt die SuS.
Die Versuche wurden mit Direktsaft aus der Kühlung von Aldi und Edeka ausprobiert - mit fast identischen Ergebnissen.

Die Tatsache, dass der Saft noch weitere Säuren enthält, wird in diesem Versuch vernachlässigt. Die gleichzeitige Anwesenheit von Vitamin C, wird in der LA zum Zitronentee thematisiert.

**Zusatzaufgabe:** Zitronensaft ist nochmal deutlich saurer.

**Entsorgung:**
Die Lösungen kann man mit einem Schuss Haushaltsessig neutralisieren oder schwach sauer einstellen. Dann entsorgt man sie in den Ausguss.

Quelle und weitere Informationen unter:
Prof. Blumes Tipp des Monats Dezember 1997 (Tipp-Nr. 6), Chemie mit Blutorangen
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/dezember.htm>

***Kompetenzen***, die mit Hilfe dieser ***Lernaufgabe*** schwerpunktmäßig (weiter-)entwickelt werden:

**UF 1 (Teil1)**

Die SuS identifizieren die Citronensäure – als dreiprotonige Säure - als Bestandteil im Orangensaft/in Citrussäften.

**E 8**

Die SuS **planen** Experimente zur Bestimmung der Citronensäurekonzentration in Blutorangensaft und Orangensaft angeleitet bzw. selbstständig.

**E 9**

Die SuS erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, **führen** diese zielgerichtet **durch und werten sie aus**.

**B 25**

Die SuS „bewerten“ die **Qualität von Produkten (hier: Citronensäuregehalt)** und Umweltparametern **auf der Grundlage von Analyseergebnissen** zu Säure-Base-Reaktionen **(hier: Titration von Blutorangensaft mit „eingebautem“ Indikator und von Orangensaft mit zugegebenen Indikator)**.

|  |  |
| --- | --- |
| ***1.8 Experimentelle Aufgabe zum Thema:***Handelt es sich im Hinblick auf die Gesamtsäurekonzentration um einen „guten“ Weißwein? | Ein Bild, das Wein, Glasflasche, Weinflasche, Alkohol enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |

***Aufgabenstellung***

1. Planen Sie mit dem unten angegebenen Experimentiermaterial ein Experiment, mit denen Sie die Gesamtsäurekonzentration des Weißweins bestimmen können und fertigen Sie eine beschriftete Versuchsskizze an.
2. Führen Sie das Experiment durch und notieren Sie sich die Versuchsbeobachtungen und werten Sie diese aus, indem Sie die Konzentration der Oxoniumionen und der Weinsäure (H2Tart) in mol/L berechnen.
3. Bewerten Sie den untersuchten Wein hinsichtlich seiner Qualität.

***Fachspezifische Vorgaben***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Informationstext:*** Wein und Most enthält verschiedene organische Säuren, wie Weinsäure, Äpfelsäure und Milchsäure, aber auch geringe Mengen an Bernsteinsäure und Zitronensäure. Da sich die einzelnen Säuren in ihrer molaren Masse unterscheiden, wurde in Deutschland vereinbart, bei Produkten aus Trauben die titrierbare Säure als Weinsäure zu berechnen. Die Bestimmung der Gesamtsäurekonzentration erfolgt mittels Titration mit „Blaulauge“. Unter Blaulauge versteht man eine Kalilauge bekannter Konzentration, der Bromthymolblau als Indikator zugesetzt wurde. Der Neutralpunkt ist am Umschlagpunkt von gelb nach blau zu erkennen. Da die Kohlensäure nicht zur Gesamtsäure zählt, muss sie vor der Titration aus dem Getränk entfernt werden.Der Anteil an Gesamtsäure bei guten Weißweinen beträgt 5-8 g/L, bei Auslesen oft über 8 g/L. Ist der Säuregehalt zu gering, so schmeckt der Wein fade und weich. Die Säure erhöht nicht nur die Haltbarkeit des Weines, sondern wirkt auch stimulierend auf die Magensäfte und unterstützt die Bouquet-Intensität (Bouquet = Duft des Weines). | ***Experimentiermaterial:**** Weißwein(vorher erhitzt)
* 20 mL-Voll- (oder Mess-)pipette
* Blaulauge:Kalilauge, c = 0,1 mol/L mit Bromthymolblau-Lösung
* destilliertes Wasser
* Bürette
* Erlenmeyerkolben, ca. 250 mL

wenn vorhanden: * Magnetrührer
* Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)
 |

***Zusatzinformationen:***

* Weinsäure ist eine zweiprotonige Säure, deren Salze als „Tartrate“ bezeichnet werden. Vereinfachte Darstellung der Weinsäure: H2Tart
* Strukturformel der Weinsäure:



* Molare Masse der Weinsäure: M (H2Tart) = 150 g/mol

**Informationen für Lehrerinnen und Lehrer**

***Zur experimentellen Aufgabe:***

1.8 Handelt es sich im Hinblick auf die Gesamtsäurekonzentration um einen „guten“ Weißwein?

**Versuchsvorbereitung:** Um die Kohlensäure aus dem Wein zu entfernen, sollte der Wein auf ca. 60°C erhitzt werden, z.B. in einer Mikrowelle mit anschließendem kräftigen Umrühren und Abkühlung auf Raumtemperatur.
Blaulauge: Statt Kalilauge kann auch Natronlauge verwendet werden. Für die Herstellung der Blaulauge mit etwas Bromthymolblaulösung bis zu einem kräftigen Blauton versetzen.

Im Experiment ergab die Titration von 15 mL eines preiswerten Weißweines (Müller-Thurgau) einen Verbrauch von 15,4 mL KOH bzw. NaOH (c = 0,1 mol/L).

c (H3O+) = ca. 0,1 mol/L
c (H2Tart) = ca. 0,05 mol/L
und einen Gesamtsäuregehalt von 0,05 mol/L x 150 g/mol = 7,5 g/L
Dies entspricht einem Gesamtsäuregehalt eines guten Weißweines (5-8 g/L), sogar im oberen Bereich.

***Kompetenzen***, die mit Hilfe dieser ***Lernaufgabe*** schwerpunktmäßig (weiter-)entwickelt werden:

**UF 1 (Teil1)**

Die SuS identifizieren die Weinsäure als Bestandteil im Tafelweinen.

**E 8**

Die SuS **planen** Experimente zur Bestimmung der Gesamtsäurekonzentration im Weißwein angeleitet bzw. selbstständig.
**E 9**

Die SuS erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, **führen** diese zielgerichtet **durch und werten sie aus**.

**B 25**

Die SuS bewerten die **Qualität von Produkten (hier: Weißwein)** und **Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen** zu Säure-Base-Reaktionen **(hier: Gesamtsäuregehalt des Weines durch Titration)**.

***1.9 Experimentelle Lernaufgabe (LK) zum Thema:***

Wie hoch ist die Konzentration an Citronensäure in einem Zitronenteegetränk?

***Aufgabenstellung***

1. In einer Charge eines Zitronentee-Getränks soll die Citronensäurekonzentration überprüft werden. Dazu muss die Citronensäurekonzentration für das fertige Getränk experimentell bestimmt und berechnet werden.

Planen Sie Ihr Vorgehen.

* Beachten Sie die Strukturformel der Citronensäure.
* Beachten Sie die Anwesenheit von Ascorbinsäure (Vitamin C).
* Verwenden Sie die Angaben zur Versuchsdurchführung.
* Erstellen Sie einen Plan, evtl. in Form eines Flussdiagramms/Fließschemas.

Zu diesen Hinweisen und als Planungshilfen existieren ausführliche **Tippkarten**. Verwenden Sie diese auf jeden Fall - als Starthilfen oder zur Bestätigung ihrer Planung.

2. Führen Sie den Versuch durch und berechnen Sie die Citronensäurekonzentration in einem laut Etikett hergestellten Zitronenteegetränk.

Verwenden Sie zur leichteren Kommunikation folgende Abkürzungen:

* **H3Cit** für Citronensäure
* **HAsc** für Ascorbinsäure
* **Lsg** als Index für die titrierte Lösung
* **Glas** als Index für ein laut Etikett angerührtes Zitronentee-Getränk

***Fachspezifische Vorgaben***

|  |  |
| --- | --- |
| ***Information:***Zitronenteegranulat ist ein Instantprodukt mit Schwarzteearoma. Neben Zucker ist Citronensäure der Hauptbestandteile, sie prägt den Geschmack und dient der Säuerung. Sie wird überwiegend als Reinstoff zugesetzt, geringe Mengen stammen aber auch aus Zitronen, wodurch ihr Gehalt schwanken kann. Deshalb wird der Säuregehalt bei der Fabrikation regelmäßig analysiert. Angestrebt wird eine Citronensäurekonzentration von 12 – 15 mmol/L in dem nach Anleitung auf dem Etikett hergestellten Getränk. Bei der Bestimmung der Citronensäurekonzentration kommt erschwerend hinzu, dass das Granulat weitere Säuren enthält, diese sind jedoch exakt angegeben (Ascorbinsäure = Vitamin C) oder zu vernachlässigen (wie z.B. Fettsäuren). **Citronensäure (H3Cit)** ist ein gut wasserlöslicher Feststoff. Die Salze der Citronensäure heißen Citrate.**Strukturformel:** Citronensäure.gifAscorbinsäure (HAsc) wird für diese Untersuchung wie eine einprotonige Säure behandelt.M(Ascorbinsäure) = 176 g/mol | ***Experimentiermaterial:**** Käufliches Zitronenteegranulat
* Natronlauge, c = 0,5mol/L
* Indikator: Thymolblau-Lösung (alternativ: Bromthymolblau-Lösung)
* Bürette
* Erlenmeyerkolben, 500mL
* Messzylinder, 500mL
* Magnetrührer
* Magnetrührstäbchen („Rührfisch“)
* Waage (Genauigkeit 0,1g)
* Spatel

***Durchführung:***Lösen Sie 5g Zitronentee-Granulat in ungefähr 400mL Leitungswasser und geben Sie ca. 1mL des Indikators zu. Titrieren Sie diese Lösung mit Natronlauge (c = 0,5 mol/L). Hinweis: Eine nach Etikett-Anleitung zubereitete Lösung („Glas“) ist für die Titration nicht verwertbar (siehe weiterführende Aufgabe 3). |