



Einsatz von Gefahrstoffen im Biologieunterricht

So geht es auch,
erprobte Alternativen zur Substitution ausgewählter Gefahrstoffe

Dipl. Ing. (FH) Wolfgang Proske
Schulchemiezentrum Zahna

&

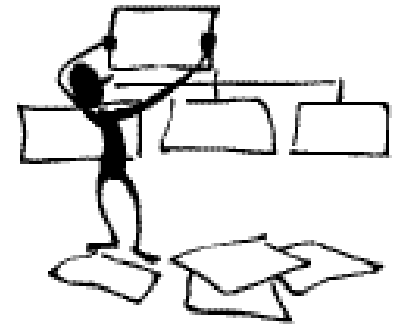
Dr. Frank Walter, StR.
Christian-von-Dohm-Gymnasium Goslar

MNU-Tagung Bremerhaven, 21. – 22. Nov. 2017

Inhaltsverzeichnis

Einsatz von Gefahrstoffen im Biologieunterricht:

- Einleitung
- Konkrete Probleme und Lösungswege
- Qualitative Nachweisreaktionen für:
 - Kohlenhydrate
 - Proteinen
 - Kohlendioxid
- Experimente zum Thema Enzyme
- Färben mikroskopischer Präparate
- Chromatographie
- Ökologie
- Quellen- & Literaturnachweis



Zielgruppen

- Biologieunterricht (Oberstufe)
- Biologieunterricht ab 10. Kl. & Sek II
- Facharbeiten in der Sek II
- Naturwissenschaftliche AG's
- Jugend forscht – Gruppen



Einleitung

- Gefahrstoffe auch im Biologieunterricht relevant
- Substitutionsprüfung gilt auch im Biologieunterricht
- Gefährdungsbeurteilung nicht nur auf Gefahrstoffe, auch Bio-Stoff-Verordnung und pädagogische Situation sind relevant
- zukünftig für jedes Experiment eine Gefährdungsbeurteilung und deren Dokumentation zu erstellen

Problematische Stoffe im Biologieunterricht:

Mikroskopie:

- Pikrinsäure
- Kongorot
- Sudan III
- Kristallviolett
- Karbolfuchsin-Lösung
- May-Grünwald - Lösung
- Giemsa-Lösung

Problematische Stoffe im Biologieunterricht II:

Fixiermittel:

- Formaldehyd

Enzymatik:

- Thioharnstoff
- Phenolphthalein

Konkrete Probleme und Lösungswege

Einsatz von Gefahrstoffen im Biologieunterricht

- Qualitative Nachweisreaktionen für Kohlenhydrate, Proteinen und Kohlendioxid
- Experimente zum Thema Enzyme
- Färben mikroskopischer Präparate
- Chromatographie
- Ökologie

Kohlenhydrat- Nachweise

Glucose-Nachweis nach Fehling

Problem:

- Verätzungen durch Siedeverzüge, verursacht durch direktes Erhitzen des Reagenzglases in der Flamme des Brenners

Lösungsweg:

- Verwendung von Benedict-Reagenz bzw. „Selbstbau-Fehling“
- Erhitzen im Wasserbad
- „Fehling ohne Brenner“ im Reagenzglas- Maßstab bzw. auf der Tüpfelplatte

Cellulose-Nachweis mit Zinkchlorid-Iod-Lösung

Problem:

- Stark ätzendes, umwelt-belastendes Reagenz (Zinkchlorid)

Lösungsweg:

- Substitution von Zinkchlorid durch Calciumnitrat

Protein-Nachweise

Problem:

Verwendung stark ätzender Reagenzien

- Natronlauge bei der Biuret-Probe
- konzentrierte Salpetersäure und Ammoniak-Lösung bei der Xanthoprotein-Reaktion

Lösungsweg:

- Protein-Nachweis: Prinzip Eiweißfehler von pH-Indikatoren (Prinzip Harnteststreifen)
- Reagenzien sind nicht als Gefahrstoff eingestuft

Prinzip Eiweißfehler von pH-Indikatoren

Problem:

Bromphenolblau

- bei pH-Wert $< 3,0$ gelbe nicht dissoziierte Säure
- bei pH-Wert $> 4,6$ blaue dissoziiertes Anion
- *zwischen pH 3,1 – 4,5 grüne Mischfarbe*

Der Teststreifen enthält Bromphenolblau und Puffer pH 3,0.

- bei pH- Wert von 3,0 liegen Albumine in protonisierter Form vor ($R - NH_3^+$)
- Diese reagieren mit dem Anion des Bromphenolblaus (BP^-)
- es entstehen Salze.



Intensität der grünen Mischfarbe von Proteinkonzentration abhängig

Lösungsweg:

- Substitution von Zinkchlorid durch Calciumnitrat

Nachweis von Kohlendioxid

Problem:

- Kalkwasser ist nicht haltbar und ätzend

Lösungsweg:

- Möglichkeit Kalkwasser haltbar zu machen
- Verwendung von Reagenzien, mit geringerem Gefährdungspotenzial
- (alkalisiertes Wasser und Indikator)

Experimente zum Thema Enzyme

Problem:

- Nachweis der Substrat-Spezifität der Urease erfolgt mit Thioharnstoff und Phenolphthalein,
- beide Substanzen problematisch

Lösungsweg:

- Substitution von Thioharnstoff und Phenolphthalein durch bisher nicht eingestufte Substanzen
- Sojabohnenmehl statt teurer Urease (Alltagsbezug)
- Experimente mit Katalase
- Experimente mit Glucose-Oxidase
- Tüpfeltechnik als Möglichkeit zum sparsamen

Anfärben mikroskopischer Präparate

Problem:

- Farbstoff-Niederschläge im Präparat
- Entfernung von Farbstoff – Flecken

Lösungsweg:

- Farblösung über Trichter und Filter auf Objektträger
- Fleckentfernung mit Salzsäure-Alkohol

Anfärben mikroskopischer Präparate

Probleme:

- alte Experimentieranleitungen
- Laufmittel

Lösungswege:

- prüfen, ob erforderliche Stoffe eingesetzt werden dürfen
- Laufmittel immer frisch herstellen
- Reste unter dem Abzug verdunsten lassen evtl. abbrennen oder in den Abfallkanister entsorgen
- wasserunlösliche Laufmittel z. B. Benzin nie in den Abguss, da Bildung explosiver Dampf-Luft-Gemische
- wasserlösliche Laufmittel z. B. Spiritus und Aceton können in Reagenzglasportionen (Milliliter-Maßstab) in den Abguss gegeben werden

Ökologie

Wasser – und Bodenuntersuchungen mit Test-Kits

Probleme:

- begrenzte Haltbarkeit der Reagenzien
- in älteren Kits auch problematische Reagenzien

Lösungswege:

- Funktionsprüfungen mit Standardlösungen
- Kits nach 2 Jahren erneuern durch Nachfüllpackungen
- empfehlenswerte Produkte verwenden

Empfehlenswerte Produkte

Wasseruntersuchung:

- Ecolab-Box (Windaus Labortechnik Clausthal-Zellerfeld)
- Aquanal- Ökotest
- Visocolor Scool-Lab (Machery-Nagel)

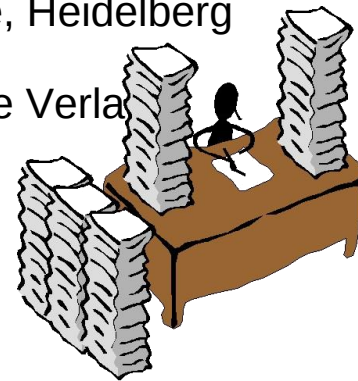
Bodenuntersuchung:

- Ecolab-Box (Windaus-Labortechnik Clausthal-Zellerfeld)
- Visocolor Bodenanalysenset (Macherey-Nagel)
- Agroquant-Bodenlabor (Merck)

Die Auswahl erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit!

Quellen- & Literaturverzeichnis

- So geht es auch, erprobte Alternativen zur Substitution ausgewählter Gefahrstoffe im Biologieunterricht, Supplement V, „Experimente zur Enzymatik“, Skript MNU-Tagung Bremerhaven, Proske & Dr. Walter (2017) sowie enthaltene Referenzen (Windaus, Clausthal)
- So geht es auch, erprobte Alternativen zur Substitution ausgewählter Gefahrstoffe im Chemieunterricht, Supplement II, „Experimente zur Enzymatik“, Skript MNU-Tagung Bremerhaven, Proske & Dr. Walter (2016) sowie enthaltene Referenzen (Windaus, Clausthal)
- Reagenzglasversuche zur Chemie der Aminosäuren & Proteine, Skript MNU-Tagung Bremerhaven, Proske & Dr. Walter (2015) sowie enthaltene Referenzen (Windaus, Clausthal)
- Tips und Tricks für einen gefahrlos(er)en Chemieunterricht, Wolfgang Proske & Volker Wiskamp, (2008) Aulis Verlag Deubner, Köln
- Organic Chemistry, William Brown et al. (1995) Saunders College Publishing, Fort Worth USA.
- Stryer, Lubert: *Biochemie*, Spektrum der Wissenschaft Verlag, 4. Auflage, Heidelberg 1996
- Das Basiswissen der Chemie, Charles E. Mortimer, (2001) Georg Thieme Verlag Stuttgart / New York



Modifizierte Fehling-Proben zum Nachweis reduzierender Stoffe

Verfahren ohne Brenner im Reagenzglas

erforderliche Hilfsmittel:

Reagenzglas 16 x 160 mm, Erlenmeyer Kolben 100 ml enger Hals,
Tüpfelplatte aus Kunststoff, Kupfersulfat – Zitronensäure – Gemisch,
Natriumhydroxid - Plätzchen, Glucose

Durchführung:

- im Reagenzglas ein Spatel Glucose in 1 -2 ml Wasser lösen
- mit einer reichlichen Spatel-Spitze Kupfersulfat-Zitronensäure-Gemisch versetzen und mischen
- Reagenzglas in Erlenmeyer - Kolben stellen
- 2 -3 Plätzchen Natriumhydroxid zugeben und leicht umschwenken
- nach wenigen Minuten setzt Reaktion

„Mikro – Fehling“ auf der Tüpfelplatte

Durchführung:

Tüpfelplatte, kein Tüpfelraster!!!, weiß oder Zellkulturplatte

- 3 – 5 Tropfen Glucose-Lösung
- 3 - 5 Tropfen Wasser (Blindprobe)
- 1 Spatel-Spitze Kupfersulfat-Zitronensäure-Gemisch
- mischen
- 1 Spatel-Spitze frisch gepulvertes Natriumhydroxid
- mischen

Benedict-Variante bzw. Selbstbau-Fehling im Wasserbad

erforderliche Hilfsmittel:

Reagenzgläser, Wasserbad (400 ml Becherglas auf einer Heizplatte), Tropfpipette, Erlenmeyer-Kolben 500 ml, Chemikalienflasche, Spritze 5 ml, Folienschreiber, Benedict-Reagenz, Natriumcarbonat- 10 Hydrat (Soda), Zitronensäure, Kupfersulfat-5 Hydrat, Cola classic, Cola light, Glucose, Zwiebel

Herstellung von „Selbstbau – Fehling“

Durchführung:

- in den Erlenmeyer-Kolben 10 – 15 ml Wasser geben
- solange Wein – oder Zitronensäure zugeben, bis trotz Schütteln ein Bodensatz bleibt
- bis zur Beendigung der Gasentwicklung portionsweise Natriumcarbonat zugeben
- zusätzlich noch 2 Spatel Natriumcarbonat im Überschuss zugeben
- einen Spatel Kupfersulfat in diesem Gemisch lösen
- es muss eine klare, dunkelblaue Lösung entstehen

Glucose - Nachweis mit Benedict-Reagenz bzw. „Selbstbau-Fehling“

- Wasser im Becherglas zum Kochen bringen
- fünf Reagenzgläser beschriften
- in fünf Reagenzgläser je 2,5 ml Benedict-Reagenz oder „Selbstbau – Fehling“ mit Spritze einfüllen
 - Reagenzglas 1: 4 Tropfen Wasser zugeben
 - Reagenzglas 2: 4 Tropfen Cola classic zugeben
 - Reagenzglas 3: 4 Tropfen Cola light zugeben
 - Reagenzglas 4: eine Spatel-Spitze Glucose
 - Reagenzglas 5: ein erbsengroßes Stück Zwiebel
- Reagenzgläser 5 min in das siedende Wasserbad geben

Inhaltsverzeichnis II

- **Experimentieranleitungen**
- **Qualitative Nachweisreaktionen für:**
 - **Kohlenhydrate**
 - **Proteine**
 - **Kohlendioxid**
- **Experimente zum Thema Enzyme**
- **Quellenverzeichnis**
- **Kontakt**

