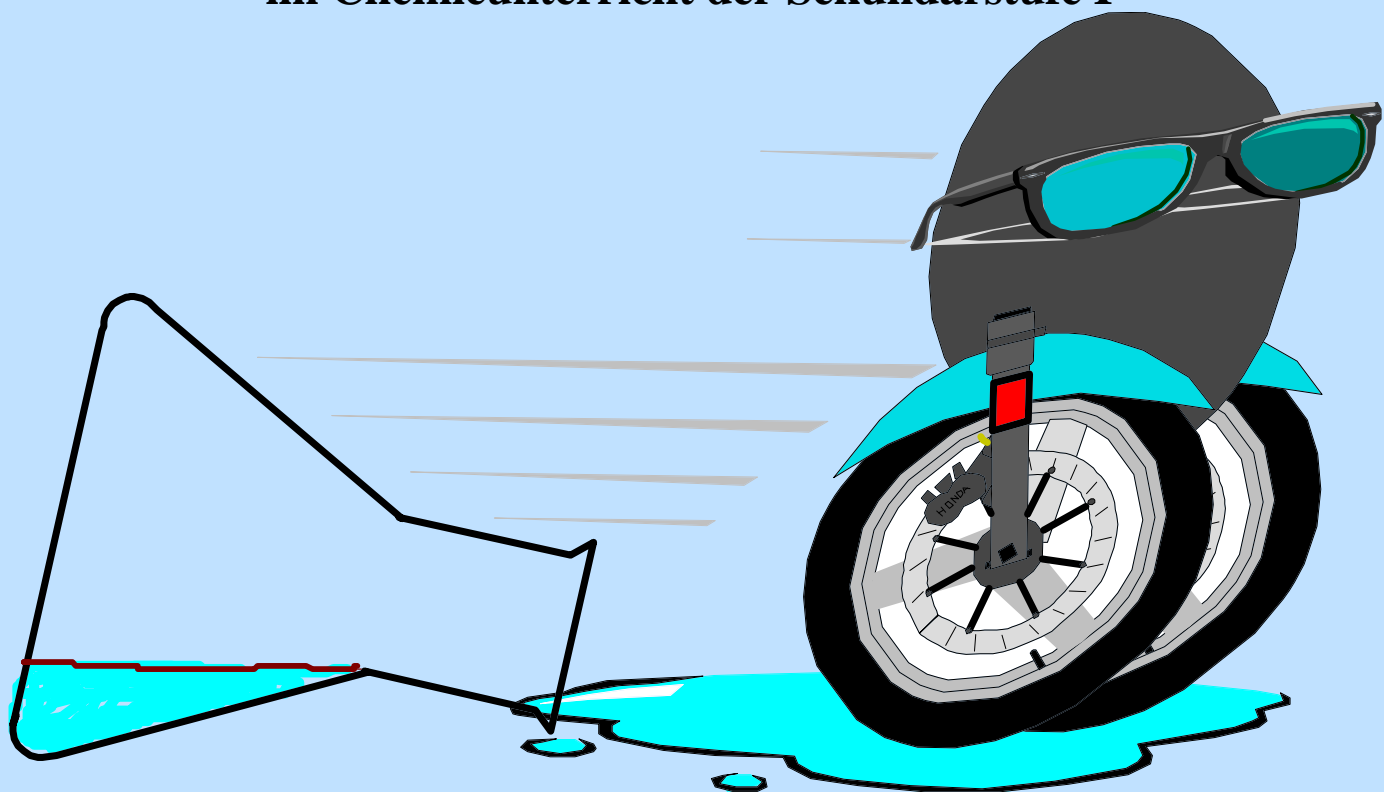


**HANS-JOACHIM GÄRTNER
VOLKER SCHARF**

Chemische "Egg Races" in Theorie und Praxis

**17 Vorschläge zur Gruppenarbeit
von Mädchen und Jungen
im Chemieunterricht der Sekundarstufe I**



Realschulkonrektor Hans-Joachim Gärtner
Realschule Baumholder
Im Brühl 20, 55774 Baumholder

Professor Dr. Volker Scharf
Abteilung für Didaktik der Chemie
Adolf-Reichwein-Straße 2, 57068 Siegen

Online-Ausgabe 2001

© by **Hans-Joachim Gärtner und Volker Scharf**

Bei dieser Ausgabe handelt es sich um eine überarbeitete Fassung der 1994 beim Staatlichen Institut für Lehrerfort- und -weiterbildung des Landes Rheinland-Pfalz erschienenen Druckausgabe:

Hans-Joachim Gärtner und Volker Scharf:
Chemische "Egg-Races" in Theorie und Praxis
Studienmaterialien Band 144
Boppard und Speyer 1994
(IFB Speyer, vorm. SIL Speyer)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne schriftliche Genehmigung der Autoren unzulässig und strafbar.

Die vorliegende Schrift wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen die Autoren für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Die Autoren übernehmen keine Gewähr für die Funktion der pdf-Datei oder von Teilen derselben. Insbesondere übernehmen sie keinerlei Haftung für eventuelle aus dem Gebrauch resultierende Folgeschäden.

Text und Grafiken dieser Veröffentlichung wurden mit Lotus AmiPro und Lotus Freelance Graphics erstellt. Die Zeichnungen basieren mit freundlicher Genehmigung der Lotus Development GmbH, München, auf den Symbolbibliotheken von Lotus Freelance Graphics und Lotus SmartPics.

INHALT

1. Einleitung	4
2. Was ist Egg Racing?	6
3. Die Bedeutung der Aufgabenstellung	8
4. Wetteifer und Motivation	9
5. Wetteifer und Kooperation	10
6. Kooperation, Koedukation und Gleichberechtigung	12
7. Egg Racing im Unterricht	14
8. Egg Racing außerhalb des Unterrichts	16
9. Egg-Races: Ausgewählte Beispiele für die Sekundarstufe I	17
<i>Wer beschriftet die Flaschen korrekt?</i>	18
<i>Wer entsalzt Meerwasser?</i>	20
<i>Wer erreicht die tiefste Temperatur?</i>	22
<i>Wer hat diese Geburtstagskarte geschrieben?</i>	24
<i>Wie viel Gas entsteht aus einer Brausetablette?</i>	27
<i>Was ist in welcher Flasche?</i>	30
<i>Wer bringt die LED zum Leuchten?</i>	32
<i>Wer stellt den besten Klebstoff her?</i>	34
<i>Wer macht den meisten Schaum?</i>	36
<i>Wie viel Wasser enthält ein Wassertropfen?</i>	38
<i>Wer macht den besten Universalindikator?</i>	40
<i>Wer stellt aus Bananen Tinte her?</i>	43
<i>Energiekrise</i>	45
<i>Wer hat eine Lösung für Benny?</i>	47
<i>Wer macht die größte Seifenblase?</i>	49
<i>Wie lässt sich Kupfer aus Kupferoxid zurückgewinnen?</i>	51
<i>Eigenschaften von Metalloxiden</i>	53
10. Anhang	55
<i>Teilnahmeurkunden</i>	55
<i>Rückmeldebogen I</i>	56
<i>Rückmeldebogen II</i>	57

1. EINLEITUNG

Untersuchungen der letzten Jahre belegen, dass das Fach Chemie eher zu den unbeliebten Schulfächern gehört. Das Interesse der Schüler(innen) am Fach ist gering. Es nimmt während der Sekundarstufe I sogar noch ab. Hinzu kommt, dass spezifische Interessen der Mädchen kaum gezielt angesprochen werden.

Als Ursachen für die geringe Fachbeliebtheit und das abnehmende Fachinteresse werden oftmals schon früh geprägte Vorurteile gegenüber der "Chemie" genannt. Insbesondere wird aber die Auswahl der *Unterrichtsinhalte* bemängelt. - Sie orientierten sich zu wenig am konkreten Erfahrungs- und Erlebnisbereich der Schüler(innen). Darüber hinaus wird eine ungenügende Anschaulichkeit der Unterrichtsgegenstände kritisiert: "Die meisten Inhalte des Chemieunterrichts sind abstrakter Natur. Geht man einmal über die Ebene der Phänomene hinaus, beginnt man damit, Versuche zu erklären, dann bewegt man sich im submikroskopischen Bereich. Die Lerngegenstände sind nicht mehr sichtbar oder manipulierbar. Man arbeitet mit Theorien und Modellen. Dies erfordert ein Denken auf formal-operationalem Niveau. Es gibt viele, vor allem angelsächsische Studien, die zeigen, dass die meisten Schüler(innen) in diesem Alter dieses Niveau noch gar nicht erreicht haben."¹

Unterrichtsmethoden stehen im Gegensatz zu den *Unterrichtsinhalten* kaum im Kreuzfeuer der Kritik. Es wird nur häufig ein zu geringer Methodenwechsel bemängelt: selbst hohe Erwartungshaltungen von Schüler(innen) werden durch zu wenig Experimente und zu wenig spannende Unterrichtssituationen enttäuscht.²

Als Ursachen für die Benachteiligung der Mädchen werden neben wenig ansprechenden Unterrichtsinhalten vor allem Verstöße von Lehrern und Jungen gegen die Grundsätze einer gerechten Unterrichtsgestaltung, vor allem bei den Interaktionsformen³, angeführt.

Demnach müssten in einem interessanten und mädchengerechterem Chemieunterricht

- Schülerversuche eine weitaus größere Rolle spielen,
- vor allem solche Inhalte behandelt werden, die beide Geschlechter ungefähr gleich stark ansprechen. Nach W. GRÄBER⁴ sind dies "Chemische Anwendungen, die für uns und unsere Umwelt mit großen Gefahren verbunden sind" und "Chemische Anwendungen, die jetzt und in Zukunft von großem Nutzen für uns sein können". Auch Farbstoffe und Edelmetalle interessieren Mädchen und Jungen in der Sekundarstufe I sehr stark, während sich Mädchen besonders für "Chemie im Haushalt" oder "Naturerscheinungen" interessieren.
- gerechtere Interaktionsformen in den Vordergrund treten.

Unseres Erachtens werden die aufgeführten Gesichtspunkte besonders in einer Lernorganisationsform berücksichtigt, die in Großbritannien unter dem Namen "Egg Racing"⁵

¹ Graeber, W.: Untersuchungen zum Schülerinteresse an Chemie und Chemieunterricht. Chemie in der Schule 39, 270 (1992).

² Vgl. Blume, R.: Was erwarten Schüler im Chemieunterricht? in: Zur Didaktik der Physik und Chemie, Hsg. H. Härtel, Alsbach 1982 (Leuchtturm), S. 113.

³ Vgl. z.B. Horstkemper, M.: Eine Schule für Mädchen und Jungen, in: Friedrich Jahresheft XII, Schule - Zwischen Routine und Reform, Hrsg. I. Gropengießer, G. Otto und K.-J. Tillmann, Seelze 1994 (Erhard Friedrich), S. 13ff.

⁴ Graeber, W.: Interesse am Unterrichtsfach Chemie, an Inhalten und Tätigkeiten. Chemie in der Schule 39, 354 (1992).

⁵ Uns ist leider bis heute kein adäquater deutscher Begriff eingefallen, der den Kern dieser Lernorga-

seit Mitte der 70-er Jahre bewusst in die naturwissenschaftliche Schul- und Breitenbildung einbezogen wird.

Ziel dieser Studienmaterialien ist es daher, die Idee des "Egg Racing" vorzustellen und anhand einiger Anwendungsbeispiele für den Chemieunterricht der Sekundarstufe I zu veranschaulichen. Einige der o.g. pädagogischen Aspekte, insbesondere die möglichst motivierender und gerechter Interaktions- und Sozialformen, erhalten dabei ein besonderes Gewicht.

Auf einer Lehrerfortbildungsveranstaltung des staatlichen rheinland-pfälzischen Lehrerfortbildungsinstitutes, die im Februar 1994 im Haus Boppard stattfand und wo "Egg Racing" anhand konkreter Beispiele vorgestellt wurde, trafen wir auf viel Resonanz bei den Teilnehmern. Wir möchten daher diese und weitere Beispiele einem breiteren Publikum vorstellen. Besonders freuten wir uns darüber, wenn die in dieser Publikation vorgestellten Egg Races nicht nur ausprobiert würden und wir Rückmeldung über die damit gemachten Erfahrungen erhielten, sondern wenn uns darüber hinaus noch weitere Vorschläge aus der Schulpraxis zuzugingen. Um dies zu erleichtern, befinden sich im Anhang zwei Rückmeldebögen.

2. WAS IST EGG RACING?

Wer die Begriffe "Egg Racing" oder "Egg Race" zum ersten Mal hört, mag zunächst einmal an etwas aus der Mode gekommene Geschicklichkeitsspiele wie das volkstümliche Eierhickeln oder das Eierlaufen auf Kindergeburtstagen denken.

Nun gibt es in England ähnliche Bräuche und anscheinend ließ sich die BBC durch sie Mitte der 70-er Jahre zu der Fernsehsendung "*The Great Egg Race*" inspirieren, in der folgendes Problem aufgeworfen wurde: "Construct a machine to transport a fresh egg the greatest possible distance using only the energy which can be stored in a small rubber band."⁶

Die daraufhin konstruierten "Ovomobile" konnten bei durchdachter Konstruktion, geeigneten Materialien und verminderter Reibung wider Erwarten sehr weit fahren und wurden ständig verbessert. - 1983 lag der Weltrekord bei 368,29 Metern.⁷

Angesichts der überaus positiven Resonanz folgten andere BBC-Aufgabenstellungen und die Egg-Race-Idee breitete sich als eine besondere Form des physikalisch-technischen Wettbewerbs rasant innerhalb Großbritanniens aus. - Neben die BBC als Ausrichter traten schon bald Schulen, Schulträger, naturwissenschaftliche Gesellschaften, Stiftungen und Firmen, ja selbst die Schulbehörden. Bereits 1983 und 1985 konnte die British Association for the Advancement of Science aufgrund der allgemeinen Egg-Race-Euphorie zwei Sammlungen mit über 130 schulisch und außerschulisch erprobten physikalisch-technischen Egg Races⁸ veröffentlichen.

Da chemische Aspekte und Prinzipien kaum Eingang in die Aufgabenstellungen dieser Egg Races gefunden hatten, suchte auch die Royal Society of Chemistry unter Mobilisierung von Lehrer(inne)n und Fachdidaktikern den Anschluss an die Egg-Race-Bewegung. Sie gab nach Evaluation durch eine "*Great Chemical Egg Race Working Party*" 1990 eine Sammlung mit 50 chemischen Egg Races⁹ heraus. Peter BORROWS, ehemaliger Vorsitzender dieser Fachgruppe begründet die Egg-Race-Aktivitäten der Royal Society of Chemistry unter der Überschrift "*Why should physicists have all the fun?*" wie folgt: " I have argued ... that chemistry is missing out badly because it appeals neither to the public at large, nor to the young people whom we need to attract. The total absence of a chemical input into egg-racing is one more nail in the coffin of chemistry. Chemistry, that supremely technological activity, is absent from yet another manifestation of technological activity for young people."¹⁰

⁶ Original BBC-Aufgabenstellung. In :*Ideas for Egg Races & other practical problem-solving activities*, London 1983 (British Association for the Advancement of Science) , Problem 1.

⁷ Ebd.

⁸ *Ideas for Egg Races & other practical problem-solving activities*, London 1983 (British Association for the Advancement of Science) und *More Ideas for Egg Races and other practical problem-solving activities*, London 1985 (British Association for the Advancement of Science)
Beide Sammlungen sind erhältlich über : The British Association for the Advancement of Science, 23 Savile Row, London W1X 1AB.

⁹ Johnston, J. and N. Reed (Hrsg.): *In Search of Solutions - Some ideas for chemical egg races and other problem-solving activities in chemistry*, London 1990 (The Royal Society of Chemistry)
Die Sammlung ist erhältlich über: The Education Department, The Royal Society of Chemistry, Burlington House, Piccadilly, London W1V 0BN.

¹⁰ Borrows, P.: *Great chemical egg races!*, *Education in Chemistry*, 26, 88 (1989).

Wie bereits aus der ursprünglichen BBC-Aufgabenstellung hervorgeht, sind Egg Races problemlösende Aktivitäten. Anders als bei den bekannten Unterrichtsverfahren oder üblichen schulischen und außerschulischen Wettbewerben sind diese Aktivitäten mit bestimmten unabdingbaren erlebnissteigernden Attributen verknüpft. Dazu zählen:

- Erstens: Eine vorgegebene Aufgabenstellung, die sich nicht so lebensfremd und verküchert anhört wie viele Aufgabenstellungen des traditionellen Unterrichts.
- Zweitens: Kreatives Denken und Handeln: Alltagserfahrungen und Fachwissen werden **praktisch** umgesetzt in etwas neues, was zu individuellem und gemeinsamem Erleben verknüpft mit Spaß und Spannung führt.
- Drittens: Der (Erlebnis-) Wert des eigenen und gemeinsamen Handelns wird gesteigert durch den Ansporn eines fairen Wettbewerbs von Gruppen. Dieses Zusammenspiel von Kooperation und Konkurrenz entspricht einer sinnvollen Lebenspraxis. Ein "fairer Wettbewerb" festigt Grundeinstellungen zu Leistung und sozialem Handeln als Einheit.
- Viertens: Die Kooperation in der Gruppe: Die Schüler(innen) sollen lernen, sich mit Vorschlägen einzelner Gruppenmitglieder auseinanderzusetzen und sich auf bestimmte Arbeitsläufe und die effektive Aufteilung von Aufgaben auf verschiedene Gruppenmitglieder zu einigen.
- Fünftens: Das gestellte Problem soll zumeist selbständig gelöst werden. Produktives Denken überwiegt. Die pädagogischen Aktivitäten der Chemielehrerin und des Chemielehrers treten dabei in den Hintergrund. Er gewinnt aber wertvolle Informationen als stiller Beobachter, die ihm in seinem pädagogischen Umgang mit den einzelnen Schüler(inne)n weiterhelfen.

Egg Races sind somit kultivierte Wettbewerbe (in Gruppen nach bestimmten Regeln), die Schüler(innen) über positive Erlebniswerte den Zugang zur Chemie erleichtern sollen und den Unterricht beleben, indem sie die Interaktion zwischen den Schüler(inne)n fördern.

3. DIE BEDEUTUNG DER AUFGABENSTELLUNG

Die Aufgabenstellung hat in vielerlei Hinsicht erheblichen Einfluss auf den Ablauf eines Egg Race. Sie ist Motivations- und Strukturierungshilfe: So bestimmen Inhalt und Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellung von vornherein, ob sich die Schüler(innen) angesprochen fühlen, mit Eifer und Freude bei der Sache sind und auch bleiben werden oder ob sie gleich resignieren. Entsprechend ist ein Abstimmen der Aufgabenstellung auf die Zielgruppe - inhaltlich wie sprachlich - unerlässlich:

- Es ist ratsam, Aufgabenstellungen, die unter Anwendung vorhandenen Wissens in neue Bereiche einführen, in der Regel nur für durchweg leistungsstarke Klassen oder Kurse zu verwenden. Für leistungsschwache Zielgruppen empfehlen sich Aufgabenstellungen, die bekannte Bereiche vertiefen.
- In Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft der Klasse sollte die Aufgabenstellung eine gewisse Evidenz für die Lösung aufweisen, damit die Egg Races zu einem Abschluss kommen. Dies kann durch die Formulierung, Angaben der Geräte und Chemikalien, die Strukturierung des Arbeitsblattes, Hinweise auf Schulbuchtexte usw. geschehen. Bei sehr leistungsstarken Klassen können derartige Hinweise in der Aufgabenstellung völlig fehlen.

Eines der angestrebten Ziele von Egg Races ist es, dass die Lösung der Aufgabenstellung die Schüler(innen) zusätzlich motiviert. Um dies zu erreichen, sollte die Art der Fragestellung bei den Schüler(inne)n kognitive Konflikte hervorrufen, die die epistemische Neugier und geradezu ein Spiel mit bekannten und neuartigen Lösungsstrategien herausfordern. Hierzu können ausgefallene chemische Inhalte mit den Fragestellungen angesprochen werden. In der Regel reicht es völlig aus, die Perspektive zu ändern, unter der ein Gegenstand oder Sachverhalt bisher betrachtet wurde. Die Aufgabenstellungen vieler Egg Races zielen daher weniger auf Erkenntniswissen, sondern vielmehr auf Anwendungswissen.

Der Grad des selbständigen Arbeitens wird durch die Struktur der Aufgabenstellung bestimmt: Ist die Aufgabenstellung ergebnisorientiert, d.h. in der Aufgabe wird nur ein zu erreichendes Ziel angegeben, so ist es voll und ganz Angelegenheit der Schülergruppe, z.B. über alle oder bestimmte Beobachtungen Protokoll zu führen sowie deren Bedeutung zu bewerten. Alle Kreativitäts- und Entscheidungsprozesse hinsichtlich des eingeschlagenen Lösungsweges und des Ergebnisses werden größtenteils in die Schülergruppe verlagert. Da damit Ergebnis und Lösungsweg recht offen sind, sollen solche Egg Races in der weiteren Erörterung als **offene Egg Races** bezeichnet werden.

Bei verfahrensorientierten Aufgabenstellungen werden neben dem angestrebten Ziel weitere Vorgaben genannt. - Zumeist sind dies Arbeitsblätter mit Aufgaben- und Fragestellungen zu Versuchsbeschreibung, Beobachtungen und Deutungen. Es kann aber auch die Aufforderung sein, mit der Lehrerin oder dem Lehrer zu einem bestimmten Zeitpunkt Rücksprache zu halten. Die Kreativitäts- und Entscheidungsprozesse der Schülergruppen werden so in eine bestimmte Richtung gelenkt. Über den vorstrukturierten Lösungsweg, der zu bestimmten Etappenzielen führt, wird das Ergebnis des Egg Races vorhersehbar. Bei diesen **strukturierten Egg Races** verwischt der Unterschied zu den bekannten problemlösenden Unterrichtsverfahren sehr stark. Sie leiten zu ihnen über. Die Schüler(innen) favorisieren klar offene Egg Races. Die strukturierten Egg Races spielen daher in den nachfolgenden Erörterungen nur noch eine marginale Rolle.

4. WETTEIFER UND MOTIVATION

Wesentliche Motivationshilfe neben der Aufgabenstellung ist während eines Egg Race der Wetteifer. Während Inhalt und die Form der Aufgabenstellung das Interesse der Schüler(innen) wecken und somit den Lernprozess initiieren, soll der Wetteifer in der Form des Wettbewerbs die Leistungsmotivation der Schüler(innen) fördern und einen Spannungsbogen über den gesamten Lernprozess erzeugen. Bei sehr vielen im Unterricht erprobten Egg Races ließ sich sogar ein durch den Wetteifer verursachter Motivations Schub beobachten, der sich förderlich auf die nachfolgenden Unterrichtsstunden auswirkte. Unseres Erachtens ist es sogar sinnvoll, längere Unterrichtseinheiten einmal mit einem offenen Egg Race zu unterbrechen, das mit der behandelten Thematik nichts zu tun hat, um so der Gefahr der Routine und Langeweile zu begegnen.

Nicht jede Art des Wetteifers ist für Egg Races geeignet. Ein unkontrolliertes Wettbewerbsdenken aller gegen alle, wie es oftmals zwischen Schüler(inne)n vorherrscht, hat mehr negative Wirkungen und steht dementsprechend im Kreuzfeuer der pädagogischen Kritik:

- "Die psychischen Wirkungen des Wetteifers können sehr gegensätzliche sein. Er kann freudigen Eifer und Erfolgsstolz hervorrufen, er lässt den Wetteifernden ein berechtigtes und verdientes Selbstbewusstsein entwickeln. Aber er kann auch bei dem Sieger in Hochmut und Überheblichkeit hineinführen, er kann den Schwachen in Missgunst und Entmutigung versinken lassen. Es gibt einen für den Schwachen tödlichen Konkurrenzkampf, und bei der Bewerbung um die wenigen Möglichkeiten eines Berufes siegt nicht immer die beste Kraft, sondern oft der stärkste Ellenbogen. Auch in der Schule beobachtet man diese beiden gegensätzlichen Gesichter des Wetteifers; hier zeigt er sich als fröhliches und ehrliches Kräfteressen, dort wartet man geradezu darauf, dass die Anderen eine Schwäche zeigen, über die man durch das eigene Besserwissen höh-nisch triumphieren kann."¹¹
- "Tatsächlich intensiviert die Rivalitätssituation die Motivation. Hurlock konnte zeigen, wie die Rechenleistung von Zehn- und Elfjährigen unter Rivalitätsspannung, bezogen auf eine Vergleichsgruppe, diese erheblich übertraf. Andere Versuche legen nahe, dass die intentionale Spannung dann am stärksten ist, wenn der Schüler als einzelner den Wettkampf zu bestehen hat. An diesem Tatbestand zeigt sich die Bedenklichkeit des Wettkampfes als Mittel sozialer Motivation. Pädagogisch verwerflich ist jede Situation, in der leistungsschwache Schüler hilflos zurückbleiben."¹²
- "Von dem Mittel des Wettbewerbs sollte nur mit Vorsicht Gebrauch gemacht werden. Wettbewerb in Form von Diagrammen und Tabellen über Lernfortschritte der einzelnen Schüler(innen) gibt zwar den Erfolgreichen eine Bestätigung, doch ist ihnen eine solche Bestätigung kaum wichtig, während auf der anderen Seite dadurch tiefgreifende Verletzungen bei den weniger Erfolgreichen bewirkt werden, die dadurch in ihrer Motivation erheblich geschwächt werden können."¹³

Für das "Egg Racing" kommt aus diesen Gründen nur der Gruppenwettbewerb in Frage. Auf eine grundsätzliche Diskussion des hier deutlich werdenden Problems der "Einheit von Konkurrenz und Kooperation" verzichten wir und beschränken uns auf den pragmatischen Aspekt "Wetteifer und Kooperation".

¹¹ Netzer, H.: Erziehungslehre im Abriss, Bad Heilbrunn 1953 (Julius Klinkhardt), S. 79.

¹² Schiefele, H.: Motivation im Unterricht, München 1963 (Franz Ehrenwirth), S. 178.

¹³ Corell, W.: Lernpsychologie, Donauwörth 1965 (Ludwig Auer), S. 82.

5. WETTEIFER UND KOOPERATION

Bereits in den 20-er Jahren schlug H. NOHL mit seinem "*Göttinger System*" vor, "Wetteifer unter Schülern womöglich nur in der Form eines Gruppenwettkampfes hervorzurufen, weil dann die Antriebselemente des 'fröhlichen Wetteifers' erhalten und zugleich auch die vorhin genannten Bedenken berücksichtigt würden. Denn Gruppenwettkampf und Gruppenwettbewerb zeigten viel weniger von jenen schädlichen Entwicklungen, entfachten hingegen eine Reihe zusätzlicher, positiver Erziehungsimpulse. Gruppenwettkampf wirke in hohem Maße gemeinschaftsbildend. In der Wettkampfsituation entsteht so etwas wie eine 'verschworene Gemeinschaft' - heute nennen wir es lieber: eine Sozialintegration - in der sich jeder auf jeden einzustellen versucht. Denn nur in einer reibungslosen Zusammenarbeit kann die einer Gruppe gestellte Aufgabe schnell und sicher gelöst werden."¹⁴

Dieser Gedanke wird im angelsächsischen Raum für "Egg Races" aufgegriffen: "Problem solving activities are not meant to be carried out by individuals, so students should be organised into groups the size of which will vary depending on the situation. Two may not be a suitable size: it is not fair on the student who has to partner a deadweight! However, if the size of the group gets too big, too many people sit around, without having 'hands-on'-experience. Through discussion, brainstorming and the sharing of ideas and tasks, students will be ready to take up the challenge provided by the experiment - as a result they will get a feel for what it is like to work in a scientific team."¹⁵

Um ein Egg Race als Gruppenwettbewerb - oder besser: kultivierten Wettbewerb - zu realisieren, sind somit bestimmte Bedingungen unerlässlich, durch die der Ablauf des Wettbewerbs, faires und kooperierendes Verhalten der Schüler(innen), aber auch eine gerechte Bewertung der Ergebnisse gewährleistet werden. Hierzu gehört eine Arbeitsorganisation, die neben allgemeinen organisatorischen Dingen auch für Chancengerechtigkeit sorgt und den Umgang der Schüler(innen) miteinander regelt:

- So soll durch die Durchführung des Wettbewerbs in Gruppen ein Kräfteressen zwischen Ungleichen und damit verbundene Frustrationen oder Aggressionen vermieden werden. In leistungsmäßig inhomogenen Klassen- oder Kursverbänden muss daher darauf geachtet werden, dass leistungsstarke und leistungsschwache Schüler(innen) gleichmäßig über alle Gruppen verteilt sind. Eine solche Aufteilung setzt natürlich voraus, dass die Lehrerin oder der Lehrer die Klasse gut kennt und die Fähigkeiten und Fertigkeiten der einzelnen Schüler(innen) einzuschätzen weiß.
- Ein Wechsel zwischen den Gruppen sollte kein Tabu, sondern eher die Regel sein. Durch einen solchen Wechsel werden einerseits Cliquesbildungen innerhalb der Klasse vermieden, andererseits wird verhindert, dass nicht immer nur dieselben Gruppen gewinnen.
- "Es ist sinnvoll, existierende Freundschaftsgruppen (= informelle Gruppen) zu berücksichtigen, aber es ist auch wichtig, schwierige Schüler(innen) und Außenseiter(innen) zu integrieren. Es kann passieren, dass Gruppen 'im eigenen Saft schmoren' und deshalb getrennt werden sollten; es gibt Themen, bei denen absichtlich Schüler(innen) mit unterschiedlichen Einstellungen und Interessen gemischt werden (z.B., um Rollenklischees zwischen Jungen und Mädchen aufzubrechen)."¹⁶

¹⁴ Geißler, E.E.: Erziehungsmittel, Bad Heilbrunn 1969 (Julius Klinkhardt), S. 175.

¹⁵ Davies, K., in: Johnston, J. and N. Reed (Hrsg.), a.a.O., S. 9.

¹⁶ Meyer, H.: Unterrichtsmethoden, 2. Praxisband, Frankfurt am Main 1987 (Scriptor), S. 258.

- Die Größe der Gruppe sollte von der Aufgabenstellung des Egg Races und vom zu erwartenden Arbeitsumfang abhängig gemacht werden.
- "Bei der Festlegung der Gruppengröße sollte bedacht werden, dass die Arbeitsergebnisse hinterher im Plenum ausgewertet werden sollen. Es ist wünschenswert, möglichst sämtliche Ergebnisse zu berücksichtigen."¹⁷
- Bei der Bearbeitung der Egg-Race-Aufgabenstellung durch die Gruppen ist darauf zu achten, dass alle Schüler(innen) ihre Lösungsideen innerhalb der Gruppe vorstellen und diese sachlich diskutiert werden.
- Es ist zu beachten, dass es innerhalb der Gruppen nicht zu festen Rollenverteilungen kommt. - Alle Schüler(innen) sollen Erfahrungen im experimentellen Handeln sammeln.
- Im Vordergrund der Bewertung von Ergebnissen sollte nicht die schnellste oder beste Gruppe, sondern das beste Ergebnis stehen. Um Neid und Frustration zu vermeiden, sollte auf Belohnungen grundsätzlich verzichtet werden. Dies trifft besonders auf die außerunterrichtlichen Egg Races zu. - Hier sollte **jeder** Wett"kämpferin" und **jedem** Wett"kämpfer" eine Teilnahmeurkunde überreicht werden. Beispiele sind im Anhang wiedergegeben.
- Es erweist sich von Vorteil, mit den Schüler(inne)n gemeinsam einen bestimmten Fairnesskodex für das Miteinander in der Gruppe und für das Untereinander in wetteifernden Gruppen zu erarbeiten. Dies ist aufgrund schulorganisatorischer Rahmenbedingungen oftmals nicht im Fachunterricht möglich, kann aber in Klassenleiter- oder Vertretungsstunden usw. ohne weiteres geschehen.

¹⁷ Meyer, H.: a.a.O., S. 259.

6. KOOPERATION, KOEDUKATION UND GLEICHBERECHTIGUNG

Ein nach den vorgenannten Grundsätzen organisierter Gruppenunterricht führt schon recht bald dazu, dass die Mehrzahl der Schüler(innen) diese Unterrichtsform präferieren. In einer offenen Befragung an der Realschule Bad Marienberg, die im Schuljahr 1992/93 in 7 Klassen durchgeführt wurde, sprachen sich über 93 Prozent der Schüler(innen) für diese Unterrichtsform aus.¹⁸ - Vorgegangen waren sechs Monate durch strukturierte und offene Egg Races angereicherter Chemieunterricht.

Wie die Auswertung zeigt, fallen die Begründungen der Schüler(innen) für die Gruppenarbeit recht vielschichtig aus. - Auffallend sind die häufigen Nennungen von "Gegenseitiger Hilfe", "Spaß" und "Meinungsaustausch":

<i>Gründe für Zustimmung</i>	<i>Häufigkeit der Nennung</i>	<i>Prozentualer Anteil</i>
Spaß	42	17
Sicherheit	12	4,86
Verteilte Fehlerschuld	5	2,02
Leichter Lernen	14	5,67
Gegenseitige Hilfe	56	22,67
Meinungsaustausch	32	12,96
Diskussion	12	4,86
Bessere Noten	7	2,83
Aufbau	6	2,43
Aufgaben	6	2,43
Korrekturaspekte	11	4,45
Hilfsaspekte	24	9,72
Keine Begründung	5	2,02
Summen	232	93,92
247 gezählte Nennungen, davon 232 für Gruppenarbeit, 10 für Einzelarbeit und 5 für Lehrerdemonstration.		

Obwohl diese offene Befragung nicht geschlechtsspezifisch durchgeführt wurde, lässt sich aus der Zusammensetzung der Klassen (63 Prozent Mädchen) schließen, dass auch der überwiegende Teil der Mädchen dieser Unterrichtsform zustimmt.

Ob nun Mädchen und Jungen homogene oder heterogene Gruppen bilden sollen, ist in der derzeitigen pädagogischen Diskussion sehr umstritten: Viele Untersuchungen deuten darauf hin, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht das Vertrauen der Mädchen in die

¹⁸ Die Schüler wurden vor folgende Frage gestellt, bei der Mehrfachbegründungen möglich waren: "Im Chemieunterricht werden Experimente durchgeführt. Der Lehrer kann euch z.B. einen Versuch zeigen. Häufig ist es möglich, dass ihr den Versuch selber durchführt. Dies kann gemeinsam in einer kleinen Gruppe (4 Schülerinnen/Schüler) oder auch so geschehen, dass jeder für sich allein arbeitet. Was hast Du lieber? Begründe Deine Antwort möglichst ausführlich."

eigene Leistungsfähigkeit weniger ausgeprägt ist als das der Jungen. Dies wird auf eine Vielzahl schulischer und außerschulischer Faktoren zurückgeführt. Zu den sehr häufig genannten Faktoren gehören die Interaktionsformen zwischen Lehrer(inne)n und Schülerinnen und die zwischen Mädchen und Jungen: "A number of research studies have pointed to girls being 'crowded out' by boys in many ways in science lessons. Boys may occupy greater areas of the work space or they may monopolize equipment... There is ample evidence from classroom research that we, as teachers, spend more of our time coping with the noisy boys; even with conscious effort on our part, we still tend to give boys more of our attention."¹⁹

Nur wenn im Unterricht besonders auf soziale Integration, Kooperation und die Gleichheit des Erlernens von Fähigkeiten und Fertigkeiten geachtet wird, können für Mädchen benachteiligende, hemmende oder herabwürdigende Verhaltensmuster vermieden, u.U. sogar überwunden werden. Um das Selbstvertrauen der Mädchen aufzubauen und ihnen schulischen Erfolg auch in den Naturwissenschaften zu sichern, sind nach A. GRAMM die nachfolgend aufgeführten Aspekte zu berücksichtigen:

"Kommunikationsprozesse, in denen jede Schülerin gefordert ist, ihre Sicht- und Deutungsweise darzulegen.

- Jeder dargestellte Ansatz ist zu würdigen, zur Diskussion zu stellen und die Vor- und Nachteile abzuwägen.
- Das selbständige Angehen von Problemen durch Handeln und Denken ist zu üben - und nicht als Ziel nur eine saubere, sprachliche oder symbolische Darstellung von fertig Erkanntem zu verfolgen.
- Die Schülerinnen müssen dazu gebracht werden, ein positives Bild ihrer eigenen Kompetenz beim Finden und Lösen naturwissenschaftlicher Probleme aufzubauen."²⁰

M. HORSTKEMPER schlägt darüber hinaus vor, auch die zeitweise Trennung reflektiert zu erproben: "Setzen Sie nicht auf institutionell verordnete Trennungen, aber lassen Sie sich auf an Sie herangetragene Wünsche nach geschlechtshomogenen Gruppen ruhig ein. Gemeinsame Erfahrungen mit gleichgeschlechtlichen AltersgenossInnen ... können eine wichtige Identitätsstütze sein."²¹

All dies deckt sich weitgehend mit den Intentionen offener Egg Races (vgl. Abschnitt 5) und kann in diese Lernorganisation ohne weiteres einbezogen werden.

¹⁹ Smail, B.: Science for Girls and Boys, in: ASE Secondary Science Teachers' Handbook, Hrsg. R. Hull, Hemel Hempstead 1993 (Simon & Schuster), S. 243.

²⁰ Gramm, A., Bohne, J. und H. Stephan: "Vom Sachunterricht zum Fachunterricht", Frankfurt am Main · Bern · New York · Paris 1992 (Peter Lang), S. 14.

²¹ Horstkemper, M.: a.a.O., S. 15.

7. EGG RACING IM UNTERRICHT

Aus dem bisher Gesagten darf nicht geschlossen werden, dass wir das Egg Racing als das methodische A und O für den Unterricht ansehen. Egg Races sollten neben vielen anderen Lernorganisationsformen und Unterrichtsverfahren im Sinne der Methodenvielfalt eingesetzt werden. Ihr Einsatz im Unterricht bedarf wegen der hohen Anforderungen an Schüler(innen) und Lehrer(innen) darüber hinaus besonderer didaktisch-methodischer Vorüberlegungen.

Die besondere Funktion der Aufgabenstellung ist bereits besprochen worden. Bei den offenen Egg Races wird den Schüler(inne)n in der Regel nur die Aufgabenstellung mit einer konkreten Zielangabe und ggf. mit allgemeinen Durchführungsbedingungen genannt. Hierzu eignen sich ausgezeichnet Overhead-Folien als Trägermedium. Bei den strukturierten Egg Races sind aufgrund der vielen Verfahrensvorgaben Arbeitsblätter besser geeignet.

Ferner ist es sinnvoll, den Schüler(inne)n genaue Zeitvorgaben für die Durchführung des Egg Race zu machen, damit noch genügend Zeit zur Bewertung und Nachbesprechung bleibt. Bei Egg Races, die einer 45-minütigen Unterrichtsstunde durchgeführt werden sollen, hat sich folgende Dreiteilung bewährt:

- 5 bis 10 Minuten für die Vorstellung und Erläuterung der Aufgabenstellung, Hinweise auf Sicherheitsrisiken und das Bereitstellen der Arbeitsmaterialien.
- 20 Minuten für die Durchführung des Egg Race und
- nochmals 5 bis 10 Minuten Bewertung und Nachbesprechung des Egg Races.

Da bei einer solch engen zeitlichen Einteilung kaum Zeit für das Erläutern allgemeinorganisatorischer Dinge oder der Regeln für die Gruppenarbeit verbleibt, sollte hierfür eine gesonderte Unterrichtsstunde genutzt werden.²² Diese Vorbesprechung ist insbesondere im Hinblick auf allgemeingültige Sicherheits- und Verhaltensregeln unabdingbar, da das Egg Racing eine besonders freie Unterrichtsform darstellt und somit mit einem erhöhten Sicherheitsrisiko verbunden ist.

Bei der Unterrichtsvorbereitung auf ein konkretes Egg Race muss dies ebenfalls bedacht werden. So ist unseres Erachtens nicht zu empfehlen, die Arbeitsform des Schülerversuches über das "Egg Racing" einzuführen: Egg Races sollten nur von Schüler(inne)n durchgeführt werden, die bereits Erfahrungen mit experimentellem Gruppenunterricht gesammelt haben. Ferner ist die Auswahl der Chemikalien und Geräte auf das erhöhte Sicherheitsrisiko abzustimmen. So haben sich bei vielen Egg Races unzerbrechliche Gefäße wie Blechbüchsen und Kunststoffgefäße weitaus besser bewährt als Bechergläser, Glaszylinder oder Glaskolben. Weitere Möglichkeiten in dieser Richtung werden in vielen Veröffentlichungen zum Thema "low cost equipment" beschrieben.²³

Die Leistungen und Ergebnisse der Schüler(innen) sollen nach Abschluss des Egg Race bewertet werden. Um von vornherein Unklarheiten und spätere Streitigkeiten bei der Leistungs- und Ergebnisbewertung zu vermeiden, sollten bei der Erläuterung der Aufgabenstellung die Bewertungsmaßstäbe offengelegt und klargestellt werden. Insbesondere

²² Vgl. hierzu die Ausführungen im Abschnitt 5.

²³ Siehe hierzu z.B. Lockard, J.D. (Hrsg.): New Unesco source book for science teaching, Paris 1973 (UNESCO) oder Sánchez, R.D.: Química experimental simplificada, Eschborn 1987 (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit).

bei ergebnisorientierten Egg Races muss darauf geachtet werden, dass die Schüler(innen) ihr Ergebnis auch reproduzieren können. Dies ist auch für die Nachbesprechung der Egg Races im Klassengespräch von besonderer Bedeutung: Hier können z.B. einzelne Gruppen der Klasse ihre Überlegungen und Ergebnisse vorstellen, Fehler besprochen und Verbesserungsvorschläge gemacht werden.

Da die Aktivitäten der Schüler(innen) während eines Egg Races Leistungen darstellen, können sie im Sinne der Schulordnung auch zur Leistungsfeststellung und -beurteilung herangezogen werden. Nach den bisher gemachten Erfahrungen raten wir dazu, nur die strukturierten Egg Races zu benoten, da der Benotungshintergrund bei offenen Egg Races stark motivationsdämpfend auf die Schüleraktivitäten wirkt.

Soll benotet werden, so sind prinzipiell zwei Wege möglich: die ergebnis- und die verfahrensorientierte Benotung. Bei der erstgenannten Methode werden die Ergebnisse der Schülergruppen an Ideallösungen gemessen. Beinhaltet das Egg Race nur eine Aufgabenstellung, fällt dies schwerer als bei zu erreichenden Etappenzielen, bei denen wie bei einem Versuchsprotokoll schriftlich fixierte Versuchsbeschreibungen, Beobachtungen und Deutungen bepunktet und somit auch benotet werden können. Im Gegensatz hierzu steht die wesentlich zeitaufwendigere verfahrensorientierte Methode. Bei dieser Methode werden einzelne Schüler(innen) beobachtet und es wird mit Hilfe von Schätzskalen bewertet, wie und in welchem Ausprägungsgrad sie innerhalb der Gruppe tätig werden.²⁴

²⁴ Siehe hierzu Becker, H.-J., Glöckner, W., Hoffmann, F. und G. Jüngel: Fachdidaktik Chemie, Köln 1992 (Aulis), S. 213ff.

8. EGG RACING AUSSERHALB DES UNTERRICHTS

Versteht man die Intention der Egg-Race-Idee richtig, so sollte sie wie in Großbritannien nicht nur auf den Unterricht beschränkt bleiben, sondern auch bei inner- und außerschulischen Wettbewerben eingesetzt werden. Gerade bei allen außerschulischen Wettbewerben wie z.B. "Jugend forscht", zeigt sich nämlich, dass ihre Zielgruppen zumeist wenige hochmotivierte Schüler(innen) sind, die sich mehr oder minder ihre eigenen Vorgaben (Aufgabenstellungen) schaffen können. Schwach motivierte Schüler(innen) werden so oftmals von ihren Lehrer(inne)n zur Teilnahme gedrängt, das Gros der Jugend, und das sind die weniger motivierten Mädchen und Jungen, bleibt unberücksichtigt. Hier könnte mit breitenwirksameren Wettbewerben wesentlich mehr für die Motivation der Schüler(innen) und ihre Einstellungen zu den naturwissenschaftlichen Fächern getan werden. In Großbritannien geschieht dies oftmals mit Egg Races bei innerschulischen Wettbewerben, bei Wettbewerben zwischen den Schulen, bei regionalen und nationalen Wettbewerben, bei denen Schülermannschaften gegeneinander antreten, um ein vorgegebenes naturwissenschaftliches Problem zu lösen. Im Gegensatz zu den Chemie-Olympiaden stehen aber Spaß an der Sache und Breitenbildung im Vordergrund.

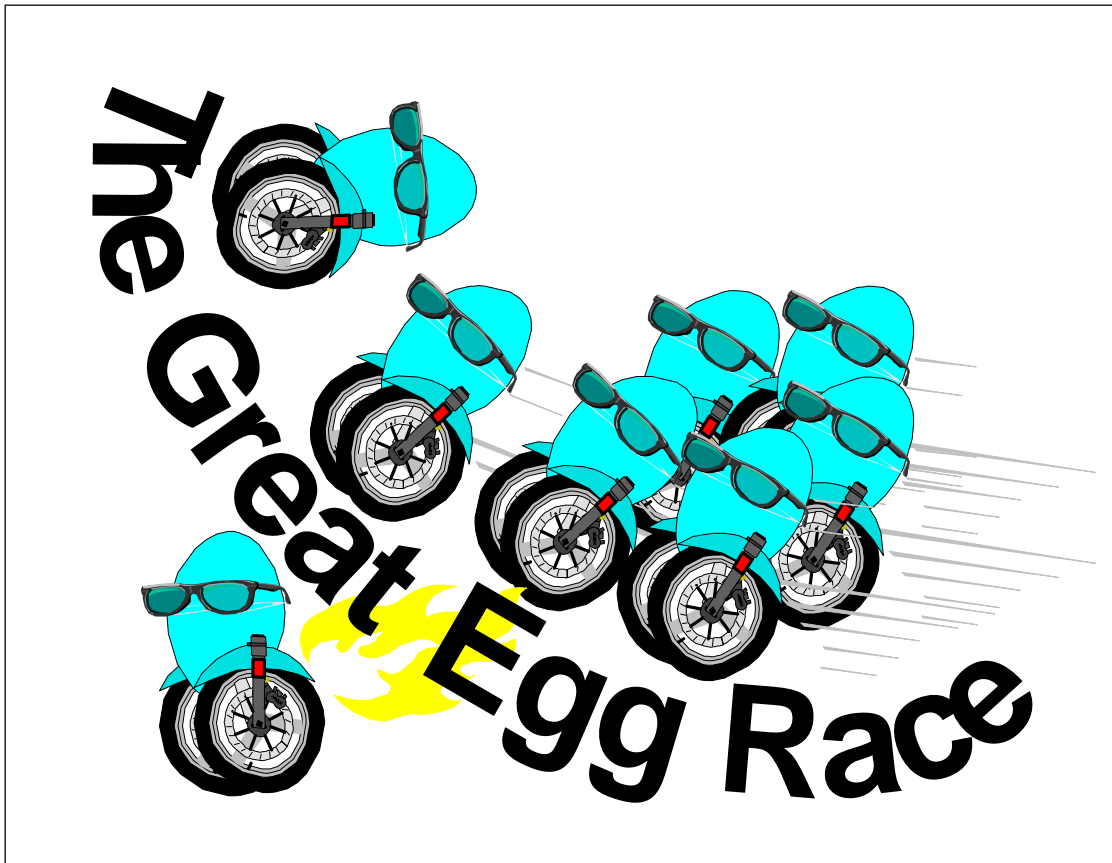
Verpasste Gelegenheiten für breitenwirksame naturwissenschaftliche Wettbewerbe hat es in der Bundesrepublik bereits gegeben: So hätte die Begeisterung, wie sie bei der Fernsehreihe "Spiel-ohne-Grenzen" in den 70-er Jahren auftrat, durchaus auch für ähnlich aufgebaute naturwissenschaftliche Wettbewerbe genutzt werden können. Auch die Fernsehreihe mit dem Titel "Kopf um Kopf", die von Thomas von RANDOW bzw. Alexander von CUBE vor Jahren in den Dritten Fernsehprogrammen moderiert wurde, wäre im Sinne einer naturwissenschaftlichen Breitenbildung nutzbar gewesen. Zwar wurden hier den Schüler(inne)n auch naturwissenschaftliche Probleme vorgelegt, aber es ging nur um ihre Erklärung, nicht um ihre praktische Lösung. Darüber hinaus fehlte das, was den meisten Schüler(inne)n bei den offenen Egg Races den Spaß bereitet: das gemeinsame Ringen um eine praktische Lösung.

9. AUSGEWÄHLTE BEISPIELE FÜR DIE SEKUNDARSTUFE I

Zu den offenen und strukturierten Egg Races werden im folgenden Beispiele aufgeführt, die im Chemieunterricht an der Real- und der Hauptschule²⁵ in Bad Marienberg oder in Arbeitsgemeinschaften mit Erfolg erprobt wurden.^{26,27}

Zu jedem Egg Race werden folgende Punkte aufgeführt:

- Die **Aufgabenstellung**, so wie sie den Schülergruppen bekanntgegeben wird.
- Die **methodischen Hinweise**: Hier werden Hinweise zu den Lösungsmöglichkeiten, aber auch zur Unterrichtsvorbereitung gegeben, da nicht aus allen Aufgabenstellungen die benötigten Geräte und Materialien hervorgehen. - Dies ist vor allem bei den offenen Egg Races der Fall. Bei den strukturierten Egg Races werden die kurzgefassten Inhalte der verwandten Arbeitsblätter wiedergegeben. Auf ausführliche methodische Hinweise wird verzichtet, da es sich um bekannte Unterrichtsexperimente handelt.
- Mit den **didaktischen Hinweisen** werden vor allem Hinweise auf die möglichen Zielgruppen und thematischen Einsatzgebiete gegeben. Daneben werden auch Lehrplanbezüge ausgewiesen.

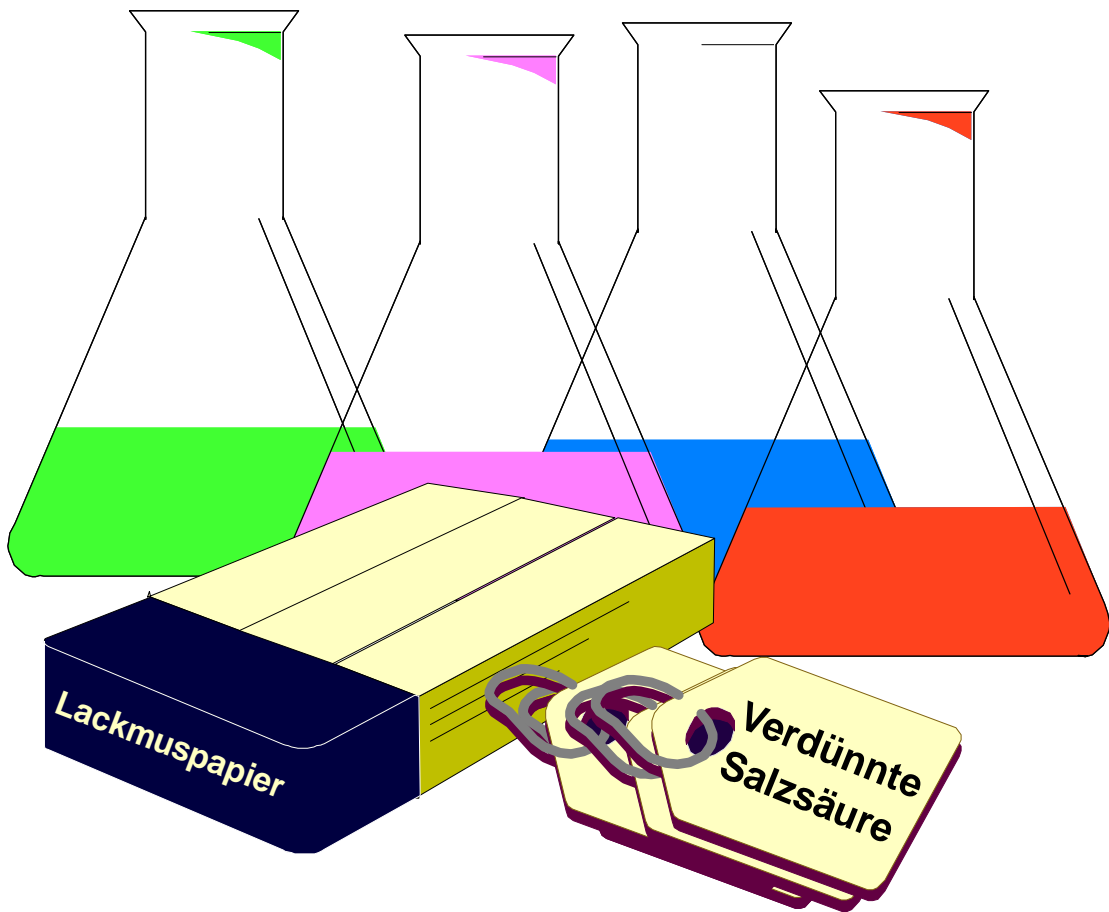


²⁵ Die Erprobung einiger Egg-Races im Hauptschulbereich übernahm dankenswerterweise Frau Haupteschullehrerin Gabriele Fertig.

²⁶ Materialangaben und Durchführungshinweise der offenen Egg Races wurden dankenswerterweise von Frau Dipl.-Phys. Barbara Baj sowie den Lehramtskandidaten Ernst-Harald Schmidt und Volker Hofheinz überarbeitet.

²⁷ Es werden vorwiegend Beispiele für offene Egg Races wiedergegeben. Die beiden letzten Vorschläge stellen Arbeitsblätter für strukturierte Egg Races dar (vgl. Abschnitt 3).

Wer beschriftet die Flaschen korrekt?



Bei Aufräumarbeiten im Keller findet ihr vier verschlossene Flaschen. Die Flaschenaufkleber sind abgefallen und liegen auf dem Boden. Ihre Beschriftungen lauten "Verdünnte Salzsäure", "Natronlauge", "Natriumcarbonatlösung" und "destilliertes Wasser". Im Kellerregal liegen auch noch einige saubere Reagenzgläser und ein Heftchen mit blauem Lackmuspapier.

Ohne jedes zusätzliche Material sollt ihr die Flaschen korrekt beschriften. Darüber hinaus sollt ihr eure Vorgehensweise auch genau beschreiben können.²⁸

²⁸ Die Aufgabe stammt aus einem Prüfungsbogen des Scottish Certificate of Education Examination Board. Sie wurde dem Buch von A. L. Barker und K.A. Knapp, Chemistry - a practical approach, Houndmills and London 1989 (MacMillan), S. 84, entnommen.

Methodische Hinweise

Die für das Egg Race benötigten Geräte und Materialien gehen schon aus der Aufgabenstellung hervor. Die Durchführung ist recht einfach: Man gibt zunächst aus jeder Flasche ein paar Milliliter in vier verschiedene Reagenzgläser und prüft den Inhalt der Reagenzgläser mit blauem Lackmuspapier.

Wie aus den in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Ergebnissen ersichtlich wird, lässt sich die Flasche mit destilliertem Wasser²⁹ und jene mit Salzsäure sofort beschriften.

<i>Reagenz</i>	<i>Färbung des Lackmuspapiers</i>
H ₂ O	violett
HCl _(aq)	rot
NaOH _(aq)	blau
Na ₂ CO _{3(aq)}	blau

Zur Unterscheidung von Natronlauge und Natriumcarbonatlösung wird sowohl zur Carbonatlösung wie auch zur Lauge etwas Salzsäure gegeben, was im ersten Fall zu Erwärmung und im zweiten zu einer starken Gasentwicklung (CO₂) führt.

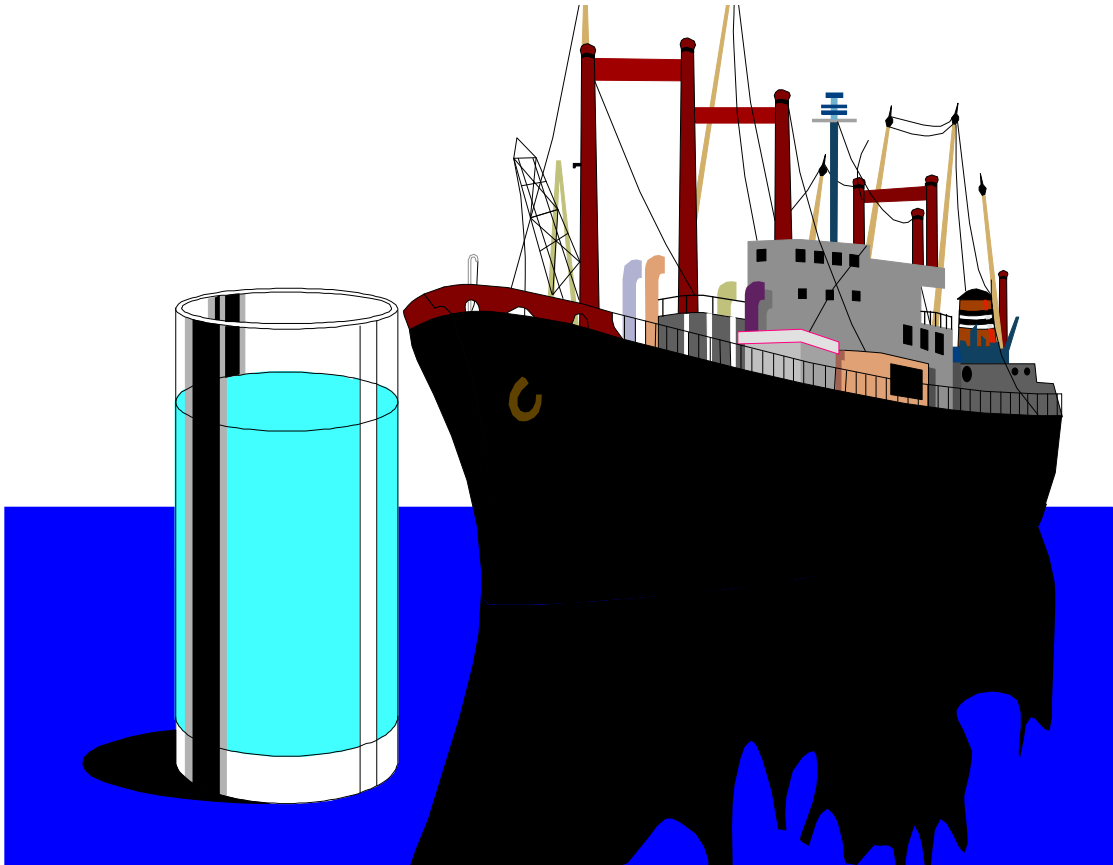
Didaktische Hinweise

Die Durchführung des Egg Race setzt bei den Schüler(inne)n Kenntnisse über Säuren, Basen und Salze voraus, ist also nach den rheinland-pfälzischen Lehrplänen im 9. Schuljahr³⁰ anzusiedeln. Es kann somit in der Regel nur als Anwendungsexperiment eingesetzt werden. Für den Erfolg der Schülergruppen ist ein methodisches Vorgehen mit schriftlichem Festhalten der gemachten Beobachtungen erforderlich. - Nach den bisherigen Erfahrungen sollten die Schüler(innen) aber nicht darauf hingewiesen werden, sondern sich gerade hier den Weg selbst erschließen.

²⁹ Sollte statt destilliertem Wasser entmineralisiertes Wasser benutzt werden, das mit einem Wasservollentsalzer hergestellt wurde, so ist das Überprüfen des pH-Wertes bei der Vorbereitung zu diesem Egg Race unabdingbar.

³⁰ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.): Lehrplan Chemie (Klassen 8 - 10) Realschule - Gymnasium, Mainz 1984 (Sommer), Abschnitte RS 9.1, RS 9.2, RS 9.6, G 9.1 und G 9.5.

Wer entsalzt Meerwasser?



Ihr sollt ein Experiment planen und durchführen, mit dem ihr so viel Wasser wie möglich aus Salzwasser gewinnt. Dazu stehen euch die folgenden Geräte und Materialien zur Verfügung: Ein Stativ, ein Stativring, ein Drahtnetz, eine Muffe, ein Bunsenbrenner, eine Stativklammer, ein Erlenmeyerkolben, ein Gummistopfen mit einer Bohrung, ein Glasröhrchen, ein Gummischlauch, eine Glaswanne, ein Becherglas und Salzwasser.

Methodische Hinweise

Auch hier sind die benötigten Materialien bereits aus der Aufgabenstellung ersichtlich. Mit diesen wird von den Schüler(innen) zumeist ein Ausgangsaufbau gewählt, bei dem der aus dem Erlenmeyerkolben entweichende Wasserdampf nur durch den angeschlossenen Gummistopfen abgekühlt werden soll. Aus diesem Versuchsaufbau entwickeln die Schüler(innen) Schritt für Schritt weitere, verbesserte Aufbauten.

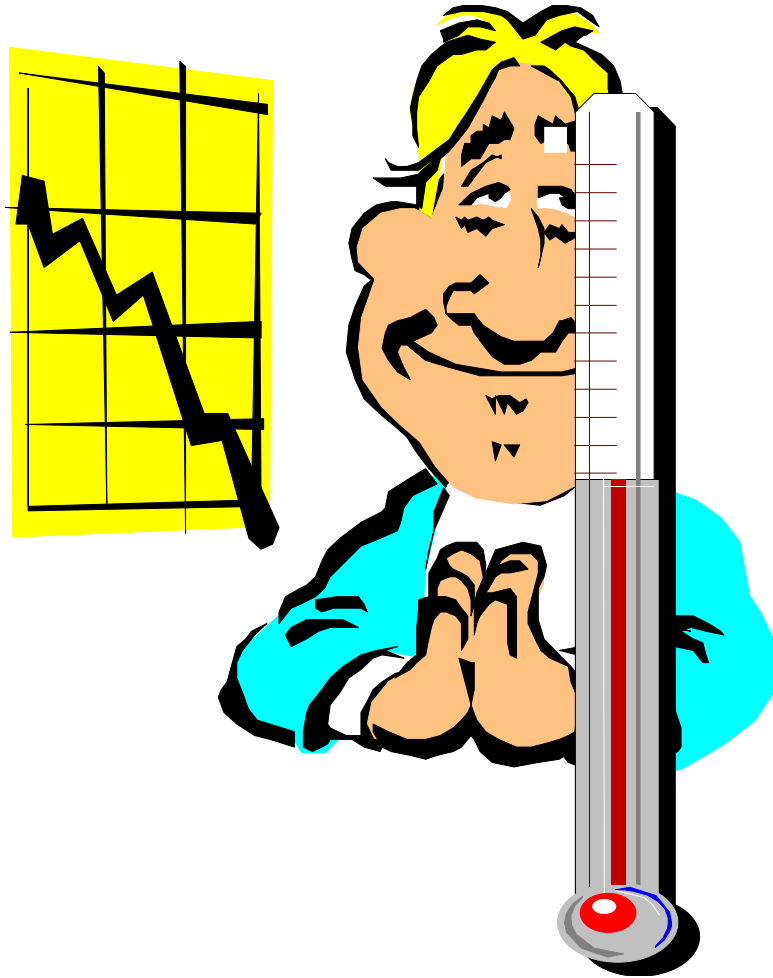
Bei einem Volumen von 180 ml Salzwasser in einem 250 ml Erlenmeyerkolben dauert das vollständige Verdampfen des Wassers etwa 15 bis 20 Minuten.

Didaktische Hinweise

Das Egg Race sollte im Chemieanfangsunterricht des 7. oder 8. Schuljahres (Themenbereich Trennungsv erfahren)³¹ als Einführungsexperiment durchgeführt werden, nachdem die Schüler(innen) bereits das Abdampfen kennengelernt haben und bevor sie das Destillationsverfahren kennenlernen. Interessant ist bei diesem Egg Race, dass alle von den Schüler(inne)n zunächst theoretisch entwickelten Lösungsvorschläge in der Praxis scheitern (es entweicht ständig Dampf) und unter Zeitdruck modifiziert oder durch neue ersetzt werden müssen. Dabei kommt es selbst bei völlig unterschiedlichen Schülerpopulationen zu gleichen oder doch sehr ähnlichen Handlungsabläufen. Da ständig auf heiße Geräte geachtet werden muss, sollte das Egg Race nur in kleinen Klassen oder Lerngruppen (MN-Kurse) durchgeführt werden, in denen der Sicherheitsstandard sehr hoch ist.

³¹ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitte RS 8.1 und G 8.1.

Wer erreicht die tiefste Temperatur?



Ihr sollt ein Experiment durchführen, mit dem ihr eine möglichst tiefe Temperatur erreicht. Eure Arbeitsgruppe erhält dazu die folgenden Materialien: Eine Plastischüssel, ein Thermometer, einen Löffel, einen Mörser mit Pistill, einen Glasrührstab, Schutzbrillen und abgemessene Mengen von Eis und von zwei Salzen (Salz I und Salz II).

Methodische Hinweise

Bis auf die Salze gehen die zu verwendenden Materialien aus der Aufgabenstellung hervor. Als Salz I kann Natriumchlorid (NaCl) verwandt, als Salz II Calciumchlorid - Hexahydrat ($\text{CaCl}_2 \times 6 \text{H}_2\text{O}$) eingesetzt werden. Diese Salze werden einzeln oder als Mischung in ein Becherglas mit einer abgemessenen Menge Eis gegeben und dabei die Temperatur unter ständigem Rühren ermittelt.

Als Thermometer sollte ein Alkoholthermometer verwandt werden, da zum einen der Temperaturbereich eines Quecksilberthermometers etwa nur bis -30°C reicht, zum anderen, weil letzteres bei etwaigem Bruch (die Schüler(innen) neigen dazu, das Thermometer als Rührer zu benutzen) Gesundheitsschäden verursachen kann. Als Nachteil muss dann allerdings in Kauf genommen werden, dass Alkoholthermometer nicht so exakt in der Messung sind. - Den Schmelzpunkt von Wasser bestimmte so zum Beispiel ein von uns eingesetzter Thermometertyp auch bei Standarddruck mit $+2^\circ\text{C}$.

Es ist in der Regel nicht zu erwarten, dass mit den von den Schüler(inne)n angesetzten Kältemischungen Literaturwerte³² erreicht werden. Zwar deckte sich der empirische Wert bei der Überprüfung hinsichtlich möglicher Sicherheitsrisiken (Kälteverletzungen) im Falle des Eis/Kochsalz-Gemisches (Absenkung der Temperatur auf -17°C) noch fast mit der in der Literatur angegebenen Temperaturabsenkung (auf -21°C), bei der zweiten Kältemischung Eis/Calciumchlorid-Hexahydrat war dies keineswegs der Fall. Hier ergab sich eine Temperaturabsenkung auf einen im Schülerversuch u.E. gerade noch handhabbaren Wert von -24°C . Der Literaturwert von -55°C wurde nicht erreicht.³³

Stoffmischung (Mengenangaben)	Verhältnis der Massenanteile	Absenken der Temperatur [$^\circ\text{C}$]		
		von	auf	laut Literatur
100 g Eis + 33,3 g $\text{NaCl}_{(s)}$	3 : 1	0	- 17	- 21
35 g Eis + 50 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}_{(s)}$	1,4 : 2	0	- 24	- 55

Didaktische Hinweise

Das Egg Race kann sowohl im Chemie-Anfangsunterricht (Themenbereich Stoffe und Stoffgemische) wie auch im 9. Schuljahr (Themenbereich Salze)³⁴ eingesetzt werden. Im Chemieanfangsunterricht werden vor allem das methodisches Arbeiten und das richtige Ablesen von Skalen, das vielen Schüler(inne)n erhebliche Schwierigkeiten bereitet, erlernt und geübt. Im fortgeschrittenen Chemieunterricht ist der Einsatz des Egg Race als Anwendungsexperiment für Themen wie Hydrationsenergie und Gitterenergie durchaus sinnvoll. Hier wäre es u.U. sogar angebracht, Salze bereitzustellen, bei deren Auflösung einerseits positive andererseits negative Wärmetönungen zu beobachten sind (z.B. NaCl und CaCl_2).

³² Latscha, H.P., Schilling, G., und H.A. Klein (Hrsg.): Chemie-Datensammlung, Berlin und Heidelberg 1993² (Springer).

³³ Hierzu ist ein Vorkühlen der Komponenten auf 0°C erforderlich (vgl. Jander, G. und E. Blasius: Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, Stuttgart 1973 (S. Hirzel), S. 121).

³⁴ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitte RS 8.1, RS 9.7, G 8.1 und G 9.5.

Wer hat diese Geburtstagskarte geschrieben?



Ihr sollt ein Experiment planen und durchführen, mit dem ihr herausfindet, wer euch eine gemeine Geburtstagskarte geschrieben hat. Ihr dürft nur die bereitgestellten Materialien benutzen.

Den Kreis der Verdächtigen habt ihr bereits auf drei Personen eingengt: Onkel Fred, Tante Elvira und Vetter Bodo. Von jedem Verdächtigen besitzt ihr einen Filzstift.³⁵

³⁵ Der Gedankenstoß zu diesem Egg Race stammt aus dem Buch von J. Boyd and W. Whitelaw: Understanding Science 1, London 1990 (John Murray), S. 46.

Methodische Hinweise

Als Grundausrüstung werden für dieses Egg Race folgende Materialien benötigt: Eine mit einem gemeinen Spruch versehene Geburtstagskarte, Filtrierpapier oder Chromatographiepapier, Petrischalen, Bechergläser, Zahnstocher, destilliertes Wasser sowie drei Filzstifte.

Zur Lösung dieses Egg Race stellt sich prinzipiell das Problem, wie man ein Chromatogramm der Schrift auf der Geburtstagskarte anfertigt. Falls die Karte nicht schon direkt auf Filtrierpapier geschrieben wurde (was wohl unrealistisch wäre), muss etwas Farbstoff der Schrift auf Filtrierpapier gebracht werden. Dazu sind sicherlich mehrere Wege denkbar, zwei werden hier vorgestellt. Beide sind relativ zeitintensiv. Die Variante I ist etwas aufwendiger, dafür jedoch vom Ergebnis her gut. Variante II ist relativ einfach, allerdings vom Ergebnis nur ausreichend. Für die Versuche wurden drei schwarzschreibende Filzstifte verwandt, namentlich ein Schwan STABILO point 88/46, ein Staedler LUMOCOLOR 318 permanent und ein Staedler LUMOCOLOR 316 wasserlöslich. Mit letztgenanntem Stift wurde die Karte geschrieben.

Variante I

Bei dieser Variante werden zusätzlich zu den aufgeführten Materialien, ein Reagenzglas, Siedesteine, ein Uhrglas sowie ein Gasbrenner benötigt.

Zunächst werden einige entweder mit der Schere ausgeschnittene oder mit dem Locher ausgelochte beschriebene Papierstücke der Karte in ein Reagenzglas mit destilliertem Wasser gegeben. Das Wasser löst den Filzfarbstoff rasch aus dem Papier heraus, zumal, wenn dabei noch erwärmt wird. Man kann nun in dem Reagenzglas soweit als möglich schon eindampfen (jedoch keinesfalls bis zur Trockene), und das so erhaltene konzentrierte Farbstoff-Wasser-Gemisch auf ein Uhrglas geben.

Als Chromatographiemethode ist sowohl das aufsteigende, als auch das horizontale Verfahren denkbar. Die horizontale Docht-Zirkular-Methode, bei der das Laufmittel durch einen Papierdocht (ebenfalls aus Filtrierpapier) zugeführt wird, bietet jedoch den Vorteil, dass auch bei Auftrag größerer Substanzmengen eine relativ gute Trennung mit eindeutigen Zonengrenzen gewährleistet ist.

Da beim Auftragen des aus der Karte herausgelösten Farbstoffs auf eine Mikropipette zugunsten eines einfachen Holzstäbchens verzichtet wird, gerät die räumliche Ausdehnung des Auftragsflecks recht groß. Die drei Vergleichsfilzstifte werden ebenfalls auf das Filtrierpapier aufgetragen. Als Laufmittel dient Wasser. Eine eindeutige Zuordnung, mit welchem Filzstift die gemeine Geburtstagskarte geschrieben wurde, ist bei dieser Variante nach etwa 10 bis 15 min Laufzeit möglich.

Variante II

Bei dieser Variante wird zusätzlich zu den in der Aufgabenstellung genannten Materialien ein Stück Tesafilm benötigt.

Man locht oder schneidet zunächst ein beschriebenes Papierstück der Karte aus. Dieses wird mit der Oberseite nach unten auf das Filtrierpapier gelegt und mit Tesafilm befestigt. Die drei Vergleichsfilzstifte werden ebenfalls auf das Filtrierpapier aufgetragen.

Bei dieser Variante ist das horizontale Docht-Zirkular-Verfahren als Chromatographiemethode (zur Vorgehensweise siehe Variante I) angeraten, da sich bei Anwendung des aufsteigenden Verfahrens unter Umständen der Tesafilmstreifen lösen kann und man kein Chromatogramm erhält.

So einfach diese Variante auch in der Durchführung ist, das Ergebnis ist eher mittelmäßig. Dies ist ursächlich darauf zurückzuführen, dass der Farbstoff - abhängig vom Glückwunschkartenpapier - nur sehr langsam auf das Filtrierpapier diffundiert. Dies hat zur Folge, dass die Laufzeit, bis sich überhaupt ein Chromatogramm des aufgeklebten Papierstücks zeigt, sehr lang sein kann (teilweise sogar mehr als 30 Minuten). Ließe sich dies - und auch die Tatsache, dass das Chromatogramm im Vergleich zu Variante I einfach schlecht ist - noch verschmerzen, so zeigt sich jedoch auch, dass diese Laufzeit für die anderen drei Chromatogramme deutlich zu lang ist. Die Zuordnung, mit welchem Filzstift die gemeine Geburtstagskarte geschrieben wurde, ist zwar prinzipiell möglich, keinesfalls jedoch derart evident wie bei Variante I.

Didaktische Hinweise

Der Einsatz dieses Egg Race ist prinzipiell im Chemieunterricht des 8. Schuljahres (Themenbereich Trennungsvorgänge)³⁶ als Anwendungsexperiment möglich. Sein Ausgangsproblem ist u.E. nicht so sehr an den Haaren herbeigezogen wie die üblichen Scheckfälscher-Geschichten.

³⁶ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitte RS 8.1 und G 8.2.

Wie viel Gas entsteht aus einer Brausetablette?



Ihr sollt mit den ausgegebenen Geräten und Materialien ein Experiment planen und durchführen, mit dem ihr feststellt, wie viel Gas entsteht, wenn man eine Brausetablette zu Wasser gibt. Vor Versuchsbeginn müsst ihr eurer Lehrerin oder eurem Lehrer eine Zeichnung eures Versuchsaufbaus zeigen und den Versuch auch beschreiben können.

Methodische Hinweise

Bei diesem Egg Race bieten sich mehrere Realisationsmöglichkeiten an. Es wird daher hier nur eine Auswahl vorgestellt und erläutert. Alle Versuche wurden mit einer Brausetablette zu 4,5 g (FLARON Multivitamin) durchgeführt.

Variante I

Zur Durchführung werden die folgenden Geräte benötigt: ein Erlenmeyerkolben (250 ml), dazu passender Stopfen mit Bohrung, Winkelrohr (Glas), Gummischlauch, Gaseinleitungsrohr (Glas), pneumatische Wanne, Standzylinder (mind. 100 ml), Laborboy, Stativ mit Klammer und Muffe, Brausetablette, Wasser, Kaliumpermanganat (zum Anfärben des Wassers in der Wanne). Die Tablette wird in einen mit 200 ml Wasser gefüllten Erlenmeyerkolben gegeben. Der Kolben wird sofort mittels eines Stopfens mit Bohrung verschlossen und das entstehende Gas in einen mit Wasser gefüllten Standzylinder geleitet, der kopfüber in einer pneumatischen Wanne steht. An der Skala des Standzylinders lässt sich ablesen, wie viel Wasser verdrängt wird, demnach auch, wie viel Gas sich aus der Brausetablette entwickelt. Diese Variante funktioniert sehr gut und liefert ein Ergebnis von ziemlich genau 100 ml Gas, dies entspricht etwa 0,175 g CO₂ bei Standardbedingungen. Da die Löslichkeit von CO₂ in Wasser nur mäßig ist, dürfte dieser Faktor das Ergebnis nur sehr geringfügig verfälschen. Eine größere Fehlerquelle dagegen stellt zweifelsohne das - zwangsläufig - zeitversetzte Schließen des Erlenmeyerkolbens nach Eingabe der Brausetablette dar

Variante II

Zur Durchführung werden die folgenden Geräte benötigt: ein Erlenmeyerkolben (250 ml), dazu passender Stopfen mit Bohrung, Winkelrohr (Glas), Gummischlauch, Kolbenprober mit Stativ, Stativ mit Klammer und Muffe, Brausetablette, Wasser.

Bei dieser Variante wird die Tablette in einen mit 200 ml Wasser gefüllten Erlenmeyerkolben gegeben. Der Kolben wird sofort mittels eines Stopfens mit Bohrung verschlossen und das entstehende Gas in den horizontal eingespannten Kolbenprober geleitet. Durch leichtes Drehen wird ein Festsetzen des Kolbens verhindert. An der Skala des Kolbenprobers lässt sich die entwickelte Gasmenge ablesen.

Auch diese Variante funktioniert sehr gut und liefert ein Ergebnis von 100 ml Gas. Als Fehlerquelle ist wieder das zeitversetzte Schließen des Erlenmeyerkolbens nach Eingabe der Brausetablette zu nennen.

Variante III

Variante III unterscheidet sich von Variante II dadurch, dass der Kolbenprober vertikal eingespannt wird. - Ein Lösungsweg, der von vielen Schüler(inne)n eingeschlagen wird. Diese Variante liefert, verursacht durch den vom Kolbenproberstempel ausgehenden Druck, etwas geringere Werte als die beiden anderen Varianten.

Didaktische Hinweise

Das Egg Race lässt sich sowohl im Anfangs- wie auch im fortgeschrittenen Chemieunterricht als Einführungsexperiment einsetzen. Im Anfangsunterricht sollte das Auffangen und Messen bestimmter Gasvolumina im Vordergrund stehen, im fortgeschrittenen Chemie- oder MN-Unterricht das Erfassen und Berücksichtigen möglicher Fehlerquellen (Verschlusszeiten und Leichtgängigkeit des Kolbenproberstempels). Darüber hinaus bietet sich im fortgeschrittenen Chemieunterricht zusätzlich stöchiometrische Berechnungen an.

Was ist in welcher Flasche?



Eure Freundin, eine Laborantin, hatte fünf farblose Lösungen hergestellt und die Flaschen mit den Buchstaben A, B, C, D und E beschriftet. Den Zettel, auf dem sie aufgeschrieben hatte, was sich in welcher Flasche befindet, hat ihr Kollege verschlampt. Der hat sich natürlich so schnell wie möglich verdrückt, da eure Freundin ziemlich sauer war.

Doch dann setzte sie sich hin und überlegte, wie man herausfinden könnte, was sich in welcher Flasche befindet. Nach einiger Zeit hatte sie eine Lösung gefunden und auch ausprobiert.

Findet ihr auch die Lösung? Eure Freundin hatte eine Phenolphthalein-Lösung, destilliertes Wasser, eine schwach saure, eine stark saure und einer stark basische Lösung in die Flaschen gefüllt. Außerdem wusste sie, dass sich eine Phenolphthalein-Lösung bei basischen pH-Werten rot färbt, bei sauren pH-Werten aber farblos bleibt.³⁷

³⁷ Vgl. Johnston, J. and N. Reed, a.a.O., Abschnitt S4.

Methodische Hinweise

5 Flaschen, beschriftet mit den Buchstaben A bis E, Tropfpipetten, Reagenzgläser, Reagenzglasständer, destilliertes Wasser, eine wässrige Phenolphthalein-Lösung, eine Weinsäure-Lösung, eine stark chlorwasserstoffsäure Lösung und Natronlauge werden für dieses Egg Race benötigt.

Man gibt zunächst aus jeder Flasche ein paar Milliliter in fünf verschiedene Reagenzgläser und stellt zunächst jeweils Mischungen aus zwei verschiedenen Lösungen her. Bei der Kombination Phenolphthalein-Natronlauge erscheint eine Rotfärbung. Diese Kombination wird nun den anderen Lösungen zugesetzt. Dabei entfärbt sich die Kombination Phenolphthalein-Natronlauge-Salzsäure sehr rasch, die Kombination Phenolphthalein-Natronlauge-Weinsäure langsam, während die Kombination Phenolphthalein-Natronlauge-Wasser rot gefärbt bleibt. Zum Schluss können die Phenolphthalein-Lösung und die Natronlauge über die unterschiedlichen Wärmetönungen der Kombinationen Phenolphthalein-Salzsäure und Natronlauge-Salzsäure identifiziert werden.

Die Schüler(innen) sollten vor Beginn des Egg Race unbedingt dazu angehalten werden, eine Tabelle oder ein Flussdiagramm anzulegen sowie äußerst sauber und haushälterisch zu arbeiten.

Didaktische Hinweise

Das Egg Race stellt sehr hohe Anforderungen an methodisches, sauberes und haushälterisches Arbeiten. Von den Inhalten kann es grundsätzlich im 9. Schuljahr (Themenbereich Säuren - Basen - Salze)³⁸ angesiedelt werden, sollte allerdings nur von leistungsstarken Lerngruppen durchgeführt werden.

³⁸ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitte RS 8.8, RS 9.1, RS 9.2, G 9.5.

Wer bringt die LED zum Leuchten?



Ihr sollt mit den ausgegebenen Materialien ein Experiment planen und durchführen, mit dem ihr eine an euch ausgegebene Leuchtdiode zum Leuchten bringt. ³⁹

³⁹ Das Egg Race basiert auf Nicholson, J.: Privatmitteilung über die Norwich Science Olympiad 1991.

Methodische Hinweise

Für das Egg Race werden folgende Materialien benötigt: Leinenlappen, Wäscheklammern, Gummibänder, Kabelmaterial, Plättchen verschiedener Metalle (ggf. Kupfer-, Silber- und Aluminiummünzen), eine 2 mA-LED, zitronensaure Lösung, Stativmaterial.

Das Egg Race baut darauf auf, die Potentialdifferenz zwischen den Metallen galvanischer Elemente so zu nutzen, dass eine LED zum Leuchten gebracht wird. Da das Problem möglichst lebensnah gelöst werden soll, schlägt J. NICHOLSON den Bau einer Voltaschen Säule vor, die aus Münzen zusammengesetzt wird. Da kaum Münzen erhältlich sind, deren Potentialdifferenzen weit genug auseinander liegen, muss in der Regel auf Metallplättchen zurückgegriffen werden.

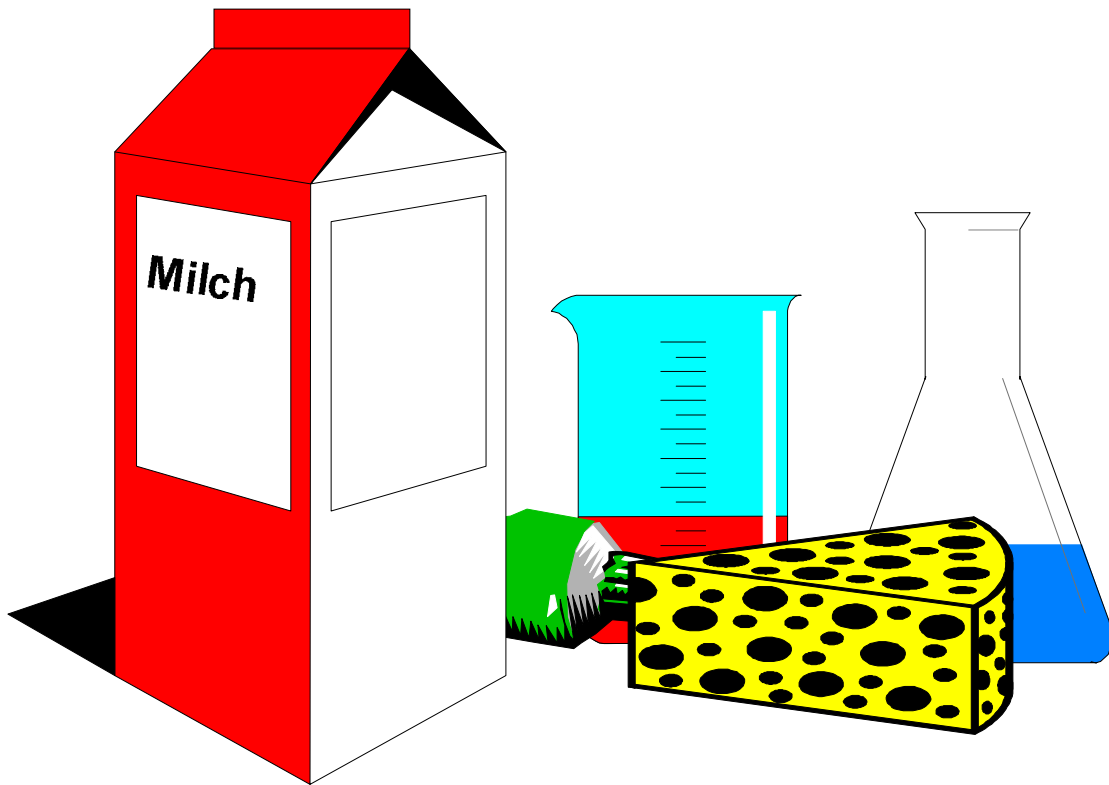
Die Volta-Säule ist wie folgt aufzubauen: Metall 1 / Elektrolyt / n[Metall 2/Metall 1] / Elektrolyt / Metall 2. Die Plattenpaare sind dabei durch zitronensäuregetränkte Leinenlappchen miteinander verbunden. Die gesamte Säule wird entweder durch zwei mit Gummibändern verbundene Wäscheklammern oder durch Stativklammern zusammengehalten.

Didaktische Hinweise

Das Egg Race kann als Anwendungsexperiment im 9. Schuljahr (Themenbereich Metalle)⁴⁰ durchgeführt werden. Da es einige Geduld und handwerkliches Geschick erfordert, ist es sinnvollerweise nur mit leistungsstarken Lerngruppen durchzuführen.

⁴⁰ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitt RS 9.8.

Wer stellt den besten Klebstoff her?



Ihr sollt mit Hilfe der ausgegebenen Materialien einen Klebstoff herstellen, der ein Stück Papier so zusammenhält, dass es als Aufhängung für ein 10g-Gewicht dienen kann.⁴¹

⁴¹ Der Gedankenstoß zu diesem Egg Race stammt aus dem Buch von J. Boyd and W. Whitelaw: Understanding Science 2, London 1990 (John Murray), S. 40.

Methodische Hinweise

An Materialien werden benötigt: Speiseessig oder Zitronensaft, 6%-ige Ammoniak-Lösung, Magermilch (50°C), verschiedene Bechergläser, Thermometer, Tropfpipetten, Trichter, Filtrierpapier, Rührstab, Gasbrenner, Stativmaterial, ein Stück Pappe oder Papier, ein Bindfaden und ein Fön.

Die Bestandteile der Milch sind etwa 82 - 88 % Wasser, 3 - 6 % emulgiertes Fett, ca. 5 % gelöster Milchzucker (Lactose), etwa 3 % kolloidal verteiltes Milcheiweiß sowie geringe Mengen an Mineralien, Spurenelementen, Enzymen und Vitaminen.

Das Milcheiweiß besteht zu etwa 80 % aus Casein⁴² (Calciumcaseinat-Calciumphosphat) und zu 20 % aus Molkenprotein. Während sich das Molkenprotein durch hohe Temperaturen (ca. ab 80° C) denaturieren lässt, koaguliert Casein nur enzymatisch (durch Pepsin oder Labferment) oder durch Ansäuern. Der isoelektrische Punkt liegt bei pH = 4,6. Wird der Milch Essigsäure zugesetzt, so gerinnt das Casein, da die Hydrathülle aus Wasserdipolen, welche zuvor die Stabilität des kolloiddispersen Systems bedingte, durch die Säure zerstört wird. Es fällt daher wasserunlösliches Para-Casein aus, welches sich jedoch in Alkalien lösen lässt. Mithilfe von Bakterienkulturen lässt sich der Milchzucker in Milchsäure zerlegen, die ebenfalls die Gerinnung des Caseins verursacht. Kälte verlangsamt diesen Prozess.

Noch heute wird industriell Casein als Bindemittel für Malerfarben verwendet. Durch Zugabe von Calciumhydroxid, anderen Alkalien und weiteren Zusätzen erhält man, wenn das Lösungsmittel verdunstet ist, wetterfeste Kalkcaseinanstriche. Durch Zusatz von Ca(OH)₂ und Wasserglas (Alkalisilikat) stellte man früher Holzleim her.

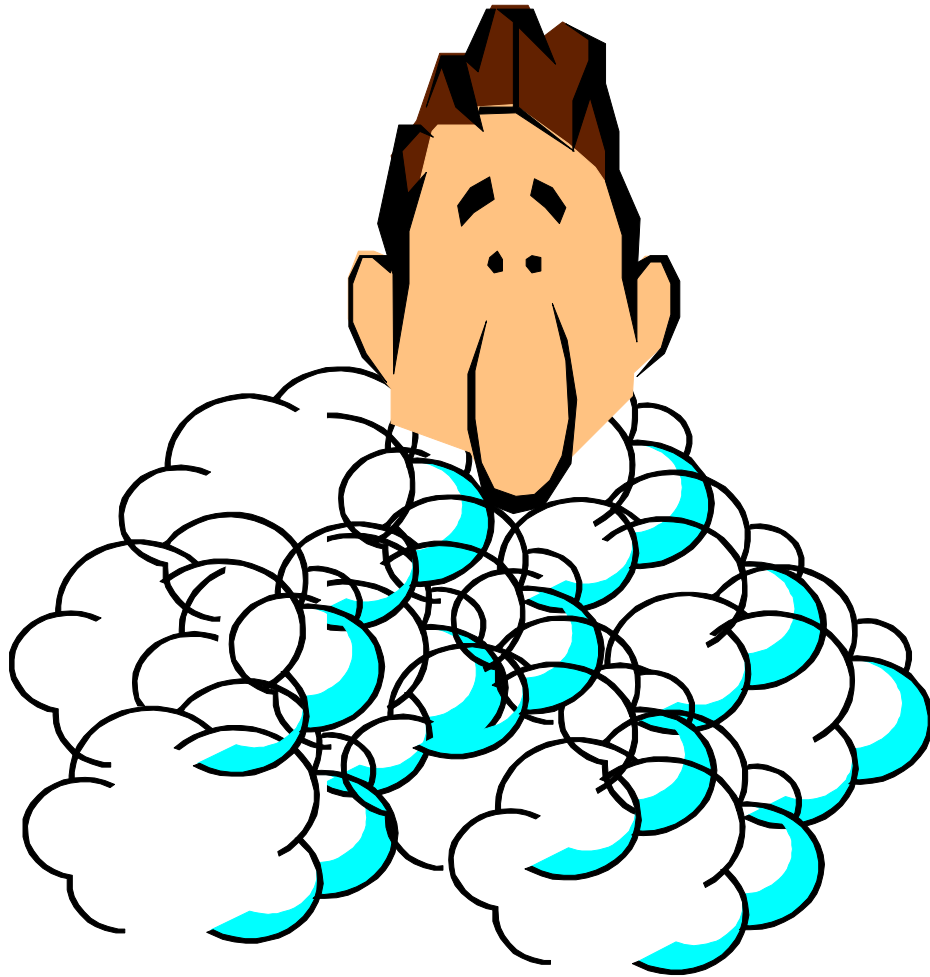
Zur Herstellung des Leims während des Egg Race wird zunächst Säurecasein hergestellt, indem man Magermilch auf etwa 50°C erwärmt und ansäuert. Das ausgeflockte Casein wird filtriert und der Caseinbruch wird unter Rühren mit Ammoniak so lange versetzt, bis er sich gelöst hat. Der fertige Leim wird nun dazu benutzt, das Papier oder die Pappe zu einer Rolle zusammenzukleben, die als Aufhängung für das 10 g-Gewicht dient. Mit dem Fön kann der Aushärtungsprozess des Leims beschleunigt werden. Es hat sich gezeigt, dass ein mit diesem Leim zusammengeklebtes Papier als Aufhänger für Gewichte dienen kann, die weit mehr als 10 g wiegen. Wird ein dünnes Papier verwendet, so reißt dieses eher, als dass die Leimstelle auseinander geht.

Didaktische Hinweise

Dieses Egg Race hat keinen direkten curricularen Bezug zu den rheinland-pfälzischen Chemie-Lehrplänen. Es sollte somit vorrangig als Anwendungsexperiment in Arbeitsgemeinschaften eingesetzt werden. Es wurde in diese Sammlung aufgenommen, weil es eine Verbindung zur Naturstoffchemie darstellt und auch auf allmählich verlorengehendes Wissen aus der Haushaltschemie (Leime aus pflanzlichen und tierischen Produkten) abhebt.

⁴² lat. *caseus* "Käse".

Wer macht den meisten Schaum?



Auf dem Lehrertisch stehen 6 Bechergläser mit verschiedenen Pulvern. Durch Mischen bis zu drei Pulvern (maximal 3 gestrichene Löffel pro Pulver) und Zugabe von Wasser ist soviel Schaum wie möglich in einem bereitgestellten Gefäß herzustellen.

Bei der Schaumherstellung dürfen die Geräte weder geschüttelt, noch die Flüssigkeiten umgerührt werden. Es darf auch kein Gas in das Gemisch eingeblasen werden. Außerdem muss der Weg zur Herstellung des Schaumes wiederholt werden können.⁴³

⁴³ Johnston, J. and N. Reed, a.a.O., Abschnitt S 46.

Methodische Hinweise

Für dieses Egg Race werden folgende Materialien benötigt: Mörser mit Stößel, Spatel-
löffel, Bechergläser, große Messzylinder (500 oder 1000 ml) oder leere durchsichtige 1
Liter Kunststoffflaschen, deren oberer Teil abgeschnitten wurde. Folgende sechs Sub-
stanzen sind denkbar: Mehl, Zitronensäure ($C_6H_8O_7$), Waschpulver, Natriumhydrogen-
carbonat ($NaHCO_3$), Saccharose/Rohrzucker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) und Natriumchlorid ($NaCl$).

Um die Aufgabe erfolgreich lösen zu können, müssen die Schüler(innen) die Mischungskombinationen des Waschmittels mit Natriumcarbonat und Citronensäure herausfinden. Hierzu ist natürlich systematisches Vorgehen und Beobachten nötig.

Didaktische Hinweise

Bei der Durchführung des Egg Race mit lernschwachen Gruppen hat es als vorteilhaft erwiesen, wenn nicht alle mechanischen Schaumherstellungsmethoden ausgeschlossen werden. So ist nach der o.g. Aufgabenstellung das ständige Umschütten einer Spül- oder Waschmittellösung von einem Gefäß in ein anderes nicht verboten. Diese mechanische Lösung lässt viele Schüler(innen), die unstrukturiert vorgehen, nicht resignieren.

Für das Egg Race gibt es in den rheinland-pfälzischen Lehrplänen keinen direkten curricularen Bezug. Da sich das Egg Race sehr schnell vorbereiten lässt, hat sich sein Einsatz in Vertretungsstunden bewährt. Es lässt sich aber auch im Anfangsunterricht zum Einüben systematischen Vorgehens oder im Themengebiet Säuren-Basen-Salze einsetzen. In letzterem Falle ist es von Vorteil, die Citronensäure durch stark verdünnte Schwefelsäure und zwei weitere unwichtige Pulver durch Flüssigkeiten zu ersetzen.

Wie viel Wasser enthält ein Wassertropfen?



Ihr sollt ein Experiment planen und durchführen, mit dem ihr das Volumen eines Wassertropfens bestimmt. Dazu stehen euch die folgenden Geräte und Materialien zur Verfügung: eine Bürette, ein Becherglas, eine Muffe, eine Stativklammer, ein Stativ und Wasser.⁴⁴

Über die Planung, Versuchsdurchführung, Beobachtungen und Ergebnisse sollt ihr ein schriftliches Protokoll anfertigen.

⁴⁴ Lambert, N. and M. Mohammed: Practical Chemistry for CXC, Oxford 1987 (Heinemann), S. 2.

Methodische Hinweise

Die benötigten Materialien gehen schon aus der Aufgabenstellung hervor. Der Lösungsweg für das Egg Race ist recht einfach: Da sich das Volumen eines einzelnen Tropfens mit den ausgegebenen Materialien nicht bestimmen lässt, muss es aus dem messbaren Volumen einer bestimmten Anzahl von Tropfen berechnet werden. Um den empirisch erhaltenen Wert weitgehend abzusichern, sollte unbedingt eine Fehleranalyse mit den Schüler(innen) erfolgen.

Zum Beispiel wäre zur Fehlerminimierung auch eine größere Anzahl an abzuzählenden Wassertropfen denkbar, wodurch sich jedoch die Wahrscheinlichkeit des Verzählens erhöht. Auch der Ablesefehler sollte unbedingt berücksichtigt werden. Zudem erfordert es etwas manuelles Geschick, eine passable Tropfgeschwindigkeit (und tatsächlich auch Tropfen!) einzustellen. Daher ist es unumgänglich, den Versuch mehrfach zu fahren und mit einem Mittelwert zu rechnen. Haben die Schüler(innen) diese Punkte gemeinsam mit der Lehrerin oder dem Lehrer erarbeitet, sollte, falls diese Punkte zuvor noch keine Beachtung gefunden hatten, das Experiment wiederholt werden.

Bei einem Druck von 96,8 kPa und einer Temperatur von 293 K erhält man als Wert für das Volumen eines Wassertropfens ungefähr 0,036 ml, was einem Tropfendurchmesser von etwa 0,41 mm entspricht gemäß der Formel

$$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$$

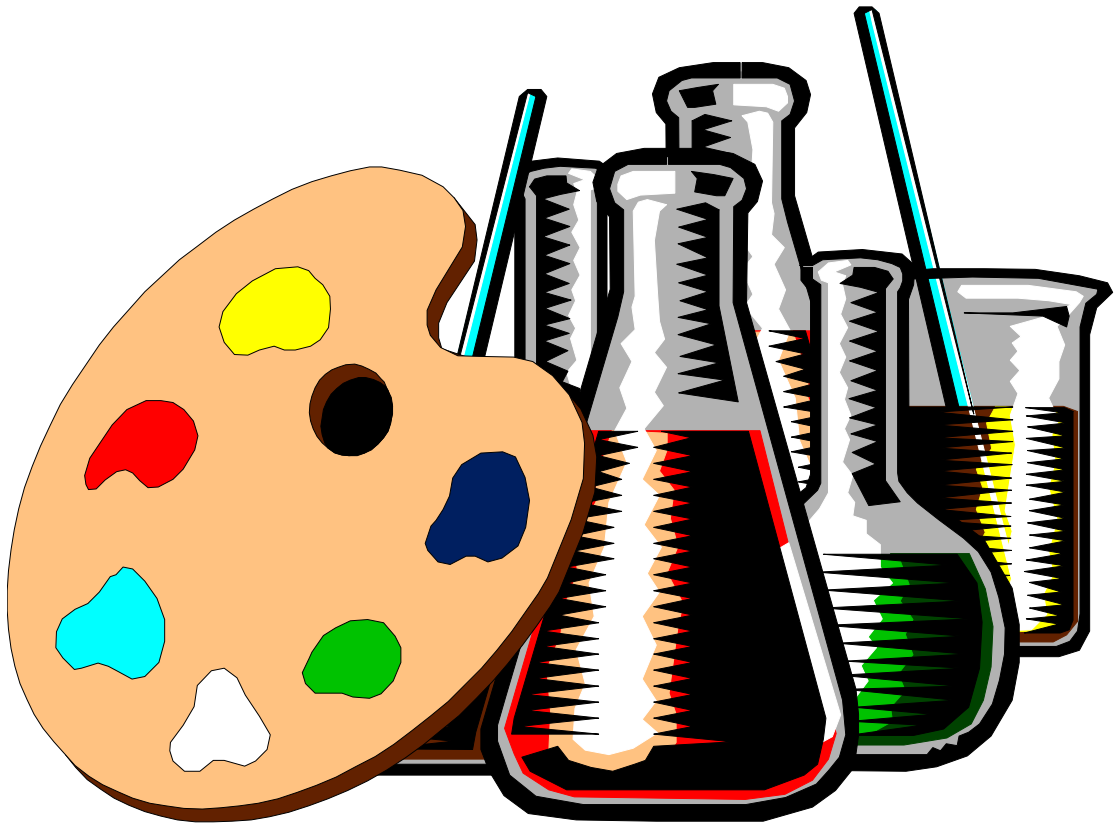
Didaktische Hinweise

Auch für dieses Egg Race gibt es keinen direkten curricularen Bezug. Für den Chemieanfangsunterricht eignet es sich aber seiner Einfachheit wegen zum Einüben

- der Gruppenarbeit,
- des Benutzens und Ablesens einer Bürette,
- des Protokollschreibens.

Darüber hinaus kann dieses verhältnismäßig einfache Experiment auch zu vertiefenden Fragestellungen führen, wie etwa der, warum der Tropfen quasi kugelförmig beschaffen ist (also als Einleitung für das Phänomen der Oberflächenspannung) oder inwieweit z.B. der Temperatur und dem Druck als beeinflussende Komponenten Rechnung gezogen werden muss.

Wer macht den besten Universalindikator?



Irgend jemand hat gerade den letzten Tropfen Universalindikator verbraucht. Da wir dringend Indikatorlösung brauchen, müssen wir sie selbst herstellen. Stellt aus den euch vorliegenden Farbstoffen eine Universalindikatorlösung her, mit der man schwache von starken Säuren, schwache von starken Laugen und neutrale Lösungen voneinander unterscheiden kann. Ihr müsst mit den einmal ausgegebenen Chemikalienmengen auskommen.⁴⁵

⁴⁵ Johnston, J. and N. Reed, a.a.O., Abschnitt S1.

Methodische Hinweise

Es werden folgende Geräte und Chemikalien benötigt: weiße Porzellantüpfelplatten, Tropfpipetten, kleine Messzylinder, kleine Bechergläser, Schere, Aufkleber, 1 M Schwefelsäure ($\text{pH} \approx 0$), 0,1 M Essigsäure ($\text{pH} \approx 3$), entmineralisiertes Wasser ($\text{pH} \approx 6,5$), 0,01 M Natriumcarbonatlösung ($\text{pH} \approx 9$), 0,1 M Natronlauge ($\text{pH} \approx 13$), Lackmus (Umschlagsbereich bei $\text{pH} 5,0 - 8,0$ von rot nach blau), Methylrot (Umschlagsbereich bei $\text{pH} 4,4 - 6,2$ von rot nach gelb), Thymolblau (Umschlagsbereich bei $\text{pH} 1,2 - 2,8$ von rot nach gelb und bei $\text{pH} 8,0 - 9,6$ von gelb nach blau), Phenolphthalein (Umschlagsbereich bei $\text{pH} 8,2 - 9,8$ von farblos nach rot), Bromthymolblau (Umschlagsbereich bei $\text{pH} 6,0 - 7,6$ von gelb nach blau).

Durch geeignete Mischungen der 5 zur Verfügung stehenden Indikatoren lässt sich ein relativ guter Universalindikator finden. Möchte man die Schwefelsäure von der Essigsäure unterscheiden, so muss der Universalindikator auf jeden Fall *Thymolblau* enthalten, da alle anderen Indikatoren keinen Farbwechsel mehr zeigen bei einem $\text{pH} 4,4$. Thymolblau alleine bietet aber noch zu wenig Differenzierungsmöglichkeiten in dem pH -Bereich von $2,8 - 8$. Die erhoffte Orangefärbung im Bereich von $\text{pH} 2,8 - 4,4$ bei Zugabe von Methylrot ist zu schwach, als dass eine eindeutige Unterscheidung möglich wäre. Lackmus hingegen ist insgesamt deutlich zu farbintensiv.

Ein Erfolg ist bei Zugabe von *Bromthymolblau* zu verzeichnen. Bei Schwefelsäure stellt sich weiterhin die rote Farbe des Thymolblaus bei Säuren mit einem $\text{pH} 1,2$ ein, im Falle der Essigsäure ist die Lösung gelb. Bei fast neutralem Leitungswasser färbt sich der Indikator aus Thymolblau und Bromthymolblau sehr schwach grün-bläulich, was wohl eine Mischfarbe aus gelb (von Thymolblau) und blau (von Bromthymolblau) ist. Die Unterscheidung zwischen Carbonatlösung und Lauge ist indes nicht einfach. Beide Lösungen haben eine blaue Farbe; die Lauge etwas intensiver. Dies kann aber auch lediglich auf einen Verdünnungseffekt zurückführbar sein, eine exakte Unterscheidung ist so nicht gewährleistet.

Wird zusätzlich noch *Phenolphthalein* in dem zu suchenden Universalindikator verwendet, so ist auch eine eindeutige Unterscheidung zwischen Natriumcarbonatlösung und Natronlauge möglich. Beide Lösungen werden in der Farbgebung intensiviert, die Natronlauge jedoch ist im Gegensatz zu der nach wie vor blauen Carbonatlösung nun violett.

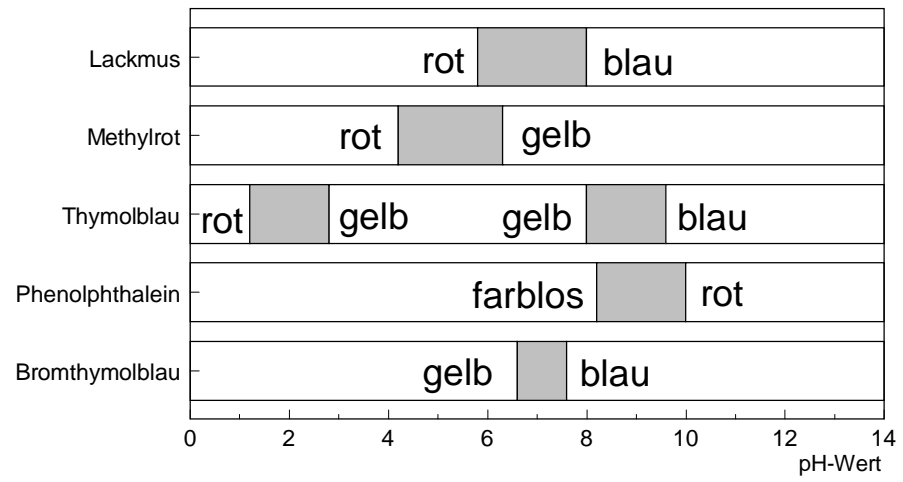
Stehen die obig angeführten fünf Indikatoren zur Disposition, so erweist sich eine *Mischung aus Thymolblau, Bromthymolblau und Phenolphthalein* als die einem Universalindikator am ehesten entsprechende Mischung.

Didaktische Hinweise

Das Egg Race kann als Anwendungsexperiment im 8. oder 9. Schuljahr (Themenbereich Säuren - Basen - Salze)⁴⁶ durchgeführt werden. Alternativ bietet sich auch ein Egg Race mit Blütenfarbstoffextrakten an.

Abhängig vom Leistungsvermögen der Gruppe sollten die Umschlagsbereiche der einzelnen Indikatoren oder gar eine Tabelle mit allen Umschlagsbereichen gemäß nachfolgendem Muster den Schüler(inne)n an die Hand gegeben werden:

⁴⁶ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitt RS 8.8, RS 8.9, G 9.5.



Wer stellt aus Bananen Tinte her?



Ihr sollt ein Experiment planen und durchführen, mit dem ihr eine schwarze Tinte aus Bananen herstellt. Dabei sollt ihr von alltäglichen Beobachtungen ausgehen und müsst mit den ausgegebenen Materialien auskommen.⁴⁷

⁴⁷ Vgl. Gärtner, H.-J.: Examples for Low Cost Chemistry Equipment at Tropical Schools, School Science Review 76, 17/274 (1994) sowie Gärtner, H.-J. und V. Scharf: Chemiedidaktik im Dienste der Entwicklungshilfe - ein wechselseitig lohnendes Arbeitsfeld, chimica didacttica 20, 136/66 (1994).

Methodische Hinweise

Für das Egg Race werden folgende Geräte und Materialien benötigt: Bechergläser, Drahtnetz, Stativring, Stativklammer, Stativ, Muffe, Trichter, Bunsenbrenner, Reagenzgläser, Reagenzglasgestell, ein Messer, Lappen, Eisenfeilspäne, 2 Orangen oder Zitronen, eine Banane, ein Federhalter, eine Feder.

Bananen färben sich bei längerer Lagerung braun bis braunschwarz und verursachen auf Kleidung graue bis grauschwarze Flecken. Diese Farbstoffbildung kann durch Zugabe von Eisensalzen beschleunigt und intensiviert werden. Sie beruht auf einer Reaktion zwischen den in der Banane enthaltenen Tanninen und den Eisensalzen. Das Egg Race stellt damit eine interessante Variation zur Herstellung von Eisengallustinten dar.

Zunächst muss ein Bananenextrakt hergestellt werden. Dazu werden die Bananen zerkleinert und in Wasser gekocht. Der erhaltene Bananensud wird durch ein Tuch geseiht und das Filtrat aufbewahrt. Da kein Eisensalz zur Verfügung steht, muss dieses ebenfalls hergestellt werden. Hierzu werden die Orangen und Zitronen ausgepresst und mit Eisenfeilspänen aufgekocht. Die entstandene Mischung wird durch ein Tuch geseiht oder filtriert. Beide Filtrate werden danach zusammengegeben. Es bildet sich eine schwarze Lösung, mit der je nach Herstellungsgüte mehr oder minder gut geschrieben werden kann.

Didaktische Hinweise

Auch zu diesem Egg Race gibt es keinen direkten curricularen Bezug. Ähnlich wie das Egg Race zur Klebstoffherstellung sollte es somit vorrangig als Anwendungsexperiment in Arbeitsgemeinschaften eingesetzt werden. Es wurde in diese Sammlung aufgenommen, weil es auf Naturstoffbasis veranschaulicht, dass zwischen Labor und Natur keinerlei Grenzen stehen müssen.

Energiekrise



Ihr sollt ein Experiment entwickeln und durchführen, mit dem ihr herausfindet, welcher der angebotenen Brennstoffe die kostengünstigste Energie liefert, um Wasser zum Sieden zu bringen.⁴⁸

Vor der Durchführung des Versuches ist die Versuchsplanung der Lehrerin oder dem Lehrer vorzustellen.

⁴⁸ Vgl. Nicholson, J. et al.: Great Egg Races, in: The Harare Generator: "Innovative Ideas & Techniques for Science Educators in Africa", Chapter 10, Harare, Zimbabwe, und Kalamazoo, USA [International Council of Scientific Unions - Committee on Teaching of Science (ICSU - CTS)], in Vorbereitung.

Methodische Hinweise

Für das Egg Race werden die folgenden Geräte und Materialien benötigt: Kronkorken, Büchsen, Alete-Gläschen mit Deckel, Kerzenwachs in Form von Kerzen oder Teelichtern, Brennspritus, flüssiges Paraffin, Thermometer, Baumwollschnürriemen, ein Nagel, ein Hammer, eine Waage, Ziegelsteine oder alternativ Stativ und Stativring.

Die Aufgabenstellung des Egg Race ist wie folgt erfolgreich zu bewältigen: Von jedem Brennstoff wird die Masse festgestellt, die umgesetzt wird, um eine bestimmte Menge Wasser zum Sieden zu bringen. Diese Masse wird in Kosten⁴⁹ umgerechnet. Dazu werden den Schüler(inne)n vorher die Kosten pro Gramm Brennstoff mitgeteilt.

Um den Brennspritus ohne größere Verdampfungsverluste verbrennen zu können, müssen aus den Alete-Gläschen und den Schnürriemen Brenner gebaut werden. Hierzu wird in den Deckel des Alete-Gläschens mit Hammer und Nagel ein Loch getrieben, durch das ein Baumwollschnürriemen als Docht gezogen wird.

Das Egg Race sollte nur in kleinen Klassen oder Lerngruppen (MN-Kurse) durchgeführt werden, in denen der Sicherheitsstandard sehr hoch ist.

Didaktische Hinweise

Das Egg Race kann als Anwendungsexperiment im 9. oder 10. Schuljahr (Themenbereich Kohlenwasserstoffe)⁵⁰ eingesetzt werden, sofern vertiefend auf verschiedene Brennstoffe eingegangen werden soll. In leistungsstarken Klassen kann die Berechnung der Preise pro Gramm mit Hilfe der Dichte in das Egg Race miteinbezogen werden.

⁴⁹ Die jeweils aktuellen Preise für bestimmte Volumina können Chemikalienpreislisten entnommen und mit Hilfe der Dichte in Kosten pro Gramm umgerechnet werden.

⁵⁰ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitt RS 9.11, RS 10.1, RS 10.2, G 10.3.

Wer hat eine Lösung für Benny?



Gestern Abend war Benny angekommen. 200 km Wildnis lagen hinter ihm, 200 km bis zur nächsten Menschenseele. Hier am Ufer des Yukon konnte man noch immer ein Schnäppchen mit der Goldwäscherei machen. Benny war glücklich, aber hungrig.

Zum Glück war ihm gestern ein Hase vor die Flinte gekommen. Etwas fade schmeckte er, na ja, er hatte ja genug Salz. Benny langte mit der Hand zur Salzpackung, da ließ ihn ein wildes Gebrumm zusammensucken - ein Grizzly. Benny sprang, stolperte, bekam das Gewehr zu fassen, ein Schuss löste sich. Der Grizzly ergriff die Flucht. Puuh, das war überstanden.

Aber das Salz war überall im Ufersand verstreut. Keine Chance, es sauber zurück in die Packung zu bekommen. Benny dachte mit Schauern an das Essen der nächste Monate - zu fade oder mit Geknirsche zwischen den Zähnen.

Könnt ihr Benny mit den ausgegebenen Geräten und Materialien eine bessere Lösung anbieten?

Methodische Hinweise

Für das Egg Race werden die folgenden Geräte und Materialien benötigt: Brenner, Dreifuß, Büchsen, Tücher, Wasser, Sand-Kochsalz-Gemisch.

Da dieses Trennungsproblem fast immer im Chemieanfangsunterricht gestellt wird, braucht der Lösungsweg hier nicht erläutert zu werden.

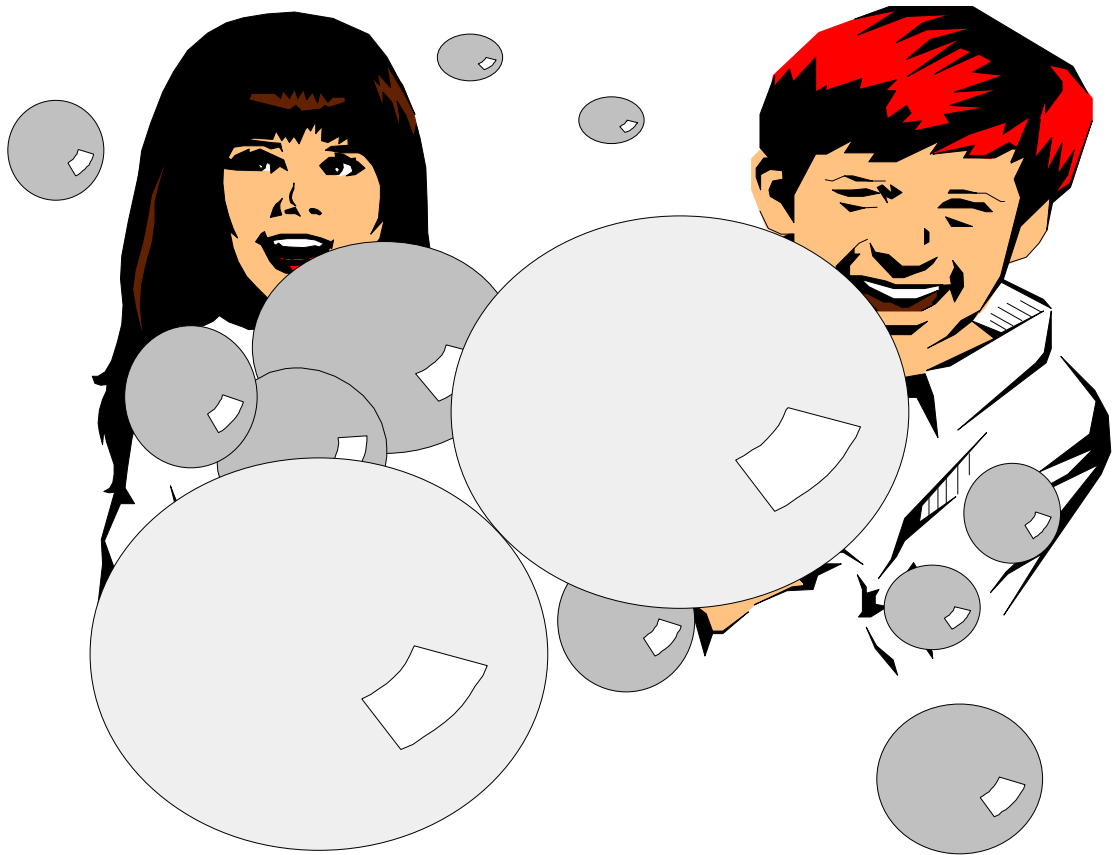
Didaktische Hinweise

Das Egg Race ist ein Standardexperiment des Chemieanfangsunterrichts.⁵¹ Wichtig bei der Problemstellung des Egg Race ist allerdings, dass kaum naturwissenschaftliche Arbeitsgeräte verwandt werden. Im Freilandversuch (auf Klassen- oder Wandertagen) kann darüber hinaus auf den Brenner und den Dreifuß verzichtet werden. - So kann über eine alltagsweltliche Fragestellung auf eine naturwissenschaftliche Arbeitsmethode (Trennverfahren der Filtration) hingeleitet werden und die Notwendigkeit der Trennung von Stoffgemischen anschaulich aufgezeigt werden.

Bei einer früheren Erprobung des Egg Races konnte beobachtet werden, dass sich die Motivation der Schüler(innen) erheblich steigerte, als anstelle des Aufgabentextes der Klasse ein selbsthergestelltes Kurzhörspiel mit ähnlichem Inhalt vorgespielt wurde. Allerdings setzt dies Hörstille voraus.

⁵¹ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitt RS 8.1 und G 8.1.

Wer macht die größte Seifenblase?



Mit Hilfe von Geräten, Seifen- und Handspülmittellösungen soll eine möglichst große Seifenblase produziert werden.⁵²

Die Seifenblasen sind mit Hilfe der Atemluft zu produzieren. Die Benutzung elektrischer oder sonstiger mechanischer Gebläse ist nicht erlaubt. Zu Herstellung der Lösungen sind Wasser, alle handelsüblichen Seifen und Spülmittel sowie Glycerin, Salz und Zucker zugelassen. Mischungen, die der Wettbewerbsleitung gefährlich erscheinen, werden disqualifiziert. Der Wettbewerb wird während des Schulfestes auf dem Schulhof durchgeführt.

Es wird der Durchmesser der Seifenblasen gemessen. Die größte Seifenblase gewinnt den Wettbewerb.

⁵² Vgl. Johnston, J. and N. Reed, a.a.O., Abschnitt S43.

Methodische Hinweise

Die meisten für dieses Egg Race benötigten Geräte und Materialien gehen bereits aus der Aufgabenstellung hervor. Darüber hinaus sollten für die Schüler(innen) aber auch Schutzbrillen, Draht, Kunststoffbecher, Kunststoffmessbecher und Kunststofftrichter bereitgehalten werden. Für die Bewertung wird ein langes Lineal (z.B. Tafellineal) benötigt.

Da die Schüler(innen) in der Regel sehr engagiert, z.T. auch übermütig an die Lösung der Aufgabenstellung herangehen und kaum auf ihre Umgebung achten, ist besonders auf die Sicherheit zu achten:

- so sollten grundsätzlich keine Waschmittellösungen zugelassen werden,
- es ist auf einen genügend rutschfesten Untergrund zu achten (vorher mit Seifenlauge ausprobieren!),
- die Lösungen sollten nicht in den Mund genommen werden,
- die am Egg Race teilnehmenden Schüler(innen) sollten Schutzbrillen tragen.

Zur Bewertung sollte jede Gruppe aus ihrer besten Mischung drei Seifenblasen herstellen, deren Durchmesser mit Hilfe des Lineals gemessen werden.

Didaktische Hinweise

Das Egg Race kann dem Themengebiet der Oberflächenspannung zugeordnet werden.⁵³ Es sollte wegen allzu großer Panschereien allerdings nicht im Unterricht sondern auf dem Schulhof durchgeführt werden. Es eignet sich somit weitaus besser als außerunterrichtliches Egg Race auf Schulfesten oder in Arbeitsgemeinschaften.

⁵³ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitt RS 10.5 und G 10.5.

Wie lässt sich Kupfer aus Kupferoxid zurückgewinnen?

1. Basisinformation

Wie die Metalle so reagieren auch die Nichtmetalle mit Sauerstoff. Aus einem Nichtmetall und Sauerstoff bildet sich ein **Nichtmetalloxid**. Ein euch bekanntes Nichtmetalloxid ist Kohlenstoffdioxid (CO_2). Es entsteht bei der Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff. Der Sauerstoff für diese Reaktion muss aber nicht unbedingt aus der Luft stammen.

2. Eure Aufgabe

Ihr sollt ein Experiment planen und durchführen, mit dem ihr Kupfer aus Kupferoxid zurückgewinnt. Dazu stehen euch die folgenden Geräte und Materialien zur Verfügung: 1 Gasbrenner, 1 Reagenzglas, 1 Reagenzglashalter, 1 Spatel, Kohlepulver, Kupferoxidpulver.

3. Eure Versuchsbeschreibung

Nachdem ihr mit eurer Lehrerin oder eurem Lehrer über eure Versuchsplanung gesprochen habt, schreibt bitte Schritt für Schritt auf, wie ihr vorgehen wollt, fertigt eine Zeichnung des Versuchsaufbaues an und beschriftet sie. Führt danach den Versuch mit kleinsten Mengen durch.



4. Eure Beobachtungen

Achtet besonders auf Farbänderungen.

5. Eure Deutungen

a) Welche Reaktionsprodukte sind vermutlich entstanden? - Erläutere mit Hilfe der gemachten Beobachtungen.

b) Stelle eine Wortgleichung für den Vorgang auf.

c) Versuche eine Symbolgleichung für den Vorgang aufzustellen. Denke daran, dass du die Formeln nicht verändern darfst.

Methodische Hinweise

Die für dieses strukturierte Egg Race benötigten Geräte und Materialien gehen bereits aus dem Arbeitsblatt hervor.

Die Lösung des Problems erfolgt durch Erhitzen eines Kupferoxid-Kohle-Gemisches. Die Schüler(innen) erhalten zur Lösungsfindung sowohl theoretische wie auch praktische Hinweise (Basisinformation und Geräte).

Nach Bearbeitung des Problems halten die Schülergruppen Rücksprache mit der Chemielehrerin oder dem Chemielehrer und erstellen dann ihre Versuchsbeschreibungen. Sollten nach einer vorgegebenen Zeit (ca. 5 bis 10 Minuten) nicht alle Gruppen die Lösung gefunden haben, muss der Lösungsweg im Klassengespräch erörtert werden.

Die Versuchsbeschreibungen der Schüler(innen) sollten kurz, aber erschöpfend sein. In der Regel muss dies im vorausgehenden Chemieunterricht ausgiebig geübt werden. Erst wenn alle Gruppen ihre Versuchsbeschreibungen angefertigt haben, darf mit dem Experimentieren begonnen werden.

Nach der Durchführung des Experimentes bearbeiten die Gruppen die Punkte 4 und 5 des Arbeitsblattes. Danach erfolgt die Besprechung im Klassenverband.

Didaktische Hinweise

Dieses strukturierte Egg Race kann im Themengebiet "Oxidation und Reduktion" des 8. Schuljahres eingesetzt werden.⁵⁴

⁵⁴ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitt RS 8.4 und G 8.3.

Eigenschaften von Metalloxiden

1. Basisinformation

Wir haben bisher gesehen, dass Nichtmetalloxide mit Wasser Stoffe bilden, die als Säuren bezeichnet werden und die von J.N. Brønstedt und T.M. Lowry 1923 als Protonenspender definiert wurden. Wir wollen heute klären, ob Metalloxide ähnliche oder andere Eigenschaften zeigen.

2. Eure Aufgabe

Ihr sollt ein Experiment planen und durchführen, mit dem ihr herausfindet, ob Metalloxide mit Wasser reagieren und welche Eigenschaften eventuelle Reaktionsprodukte haben. Dazu stehen euch die folgenden Geräte und Materialien zur Verfügung: Stativmaterial, Bunsenbrenner, Tondreieck, Porzellschiffchen, Spatel, Bechergläser, Metallpulver, destilliertes Wasser, rotes und blaues Lackmuspapier, Schutzbrillen.

3. Eure Versuchsbeschreibung

Nachdem ihr mit eurem Lehrer über eure Versuchsplanung gesprochen habt, schreibt bitte Schritt für Schritt auf, wie ihr vorgehen wollt, fertigt eine beschriftete Zeichnung der Versuchsanordnung an und führt den Versuch bitte durch.



4. Eure Beobachtungen

5. Eure Deutungen

a) Gibt es Hinweise darauf, dass Metalloxide mit Wasser reagieren? - Erläutere anhand der gemachten Beobachtungen.

b) Haben die entstandenen Stoffe ähnliche Eigenschaften wie die Säuren oder nicht? - Erläutere.

Methodische Hinweise

Die für dieses strukturierte Egg Race benötigten Geräte und Materialien gehen ebenfalls aus dem Arbeitsblatt hervor.

Die Lösung des Problems erfolgt durch Erhitzen von Metallpulvern (z.B. Calcium, Magnesium oder Zink) und einer pH-Überprüfung der wässrigen Oxidaufschlämmungen mit Hilfe von Lackmuspapier. Die Schüler(innen) erhalten zur Lösungsfindung zwar theoretische wie auch praktische Hinweise (Basisinformation und Geräte), die zwar den theoretischen Lösungsweg andeuten, nicht aber die praktische Umsetzung. Hier haben viele Schüler(innen) erhebliche Schwierigkeiten, sich von der vorher behandelten apparativen Herstellung der Nichtmetalloxide und Säuren zu lösen.

Nach Bearbeitung des Problems halten die Schülergruppen auch hier Rücksprache mit der Chemielehrerin oder dem Chemielehrer und erstellen dann ihre Versuchsbeschreibungen. Sollten nach einer vorgegebenen Zeit (ca. 5 bis 10 Minuten) nicht alle Gruppen die Lösung gefunden haben, muss der Lösungsweg im Klassengespräch erörtert werden.

Die Versuchsbeschreibungen der Schüler(innen) sollten kurz, aber erschöpfend sein. Erst wenn alle Gruppen ihre Versuchsbeschreibungen angefertigt haben, darf mit dem Experimentieren begonnen werden.

Bei der Durchführung des Experimentes ist unbedingt darauf zu achten, dass die Schüler(innen) nur geringste Materialmengen verwenden (Magnesium!). Ferner sollten sie dazu angehalten werden, kein Wasser in die noch heißen Porzellanschiffchen zu gießen.

Nach der Durchführung des Experimentes bearbeiten die Gruppen die Punkte 4 und 5 des Arbeitsblattes. Danach erfolgt die Besprechung im Klassenverband, ggf. auch in der darauffolgenden Unterrichtsstunde.

Didaktische Hinweise

Dieses strukturierte Egg Race kann im Themengebiet "Hydroxide - Laugen" bzw. "Säuren, Basen und Salze" des 9. Schuljahres eingesetzt werden.⁵⁵ In einigen Fällen haben bei der Erprobung des Egg Race Schüler(innen) aufgrund ihrer Beobachtungen die Laugen als "Antisäuren" bezeichnet (s. Aufgabe 5b) Dieser Begriff sollte u.E. nicht verworfen, sondern für den weiteren Unterricht aufgegriffen werden.

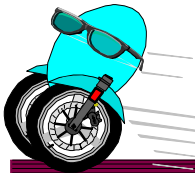
⁵⁵ Vgl. Kultusministerium Rheinland-Pfalz (Hrsg.), a.a.O., Abschnitt RS 9.1 und G 9.5.

10. ANHANG

Teilnahmeurkunde

hat erfolgreich mit ihrer Idee am naturwissenschaftlichen Wettbewerb auf dem Schulfest teilgenommen.

_____, den _____ 200_



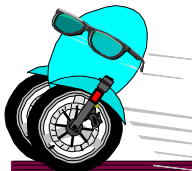
(Schulleiter)

(Fachlehrer)

Teilnahmeurkunde

hat erfolgreich mit seiner Idee am naturwissenschaftlichen Wettbewerb auf dem Schulfest teilgenommen.

_____, den _____ 200_



(Schulleiter)

(Fachlehrer)

Rückmeldebogen I*Name und Dienstanschrift:*

--

*Telefon:**Fax:**E-Mail:**Ich habe im Schuljahr 200_ /200_ folgendes Egg Race erprobt:**Name und Seitennr. in den Studienmaterialien:**Das Egg-Race wurde unterrichtlich/außerunterrichtlich durchgeführt:**Bei unterrichtlichem Einsatz Klassenstufe und Unterrichtsfach, bei außerunterrichtlichem Einsatz Veranstaltungsrahmen (z.B. Arbeitsgemeinschaft oder Schulfest) angeben:**Ich habe mit dem Egg-Race folgende Erfahrungen gemacht:**Bitte hier nur Lehrererfahrungen z.B. im Hinblick auf Vorbereitung, Durchführung, Probleme usw. wiedergeben:**Ich beurteile die Schüleraktivitäten bei diesem Egg-Race wie folgt:**Bitte hier Erfahrungen mit der Motivation, Kooperation insbesondere zwischen Jungen und Mädchen usw. wiedergeben:**Ich habe an der Vorlage im Handbuch folgendes zu bemängeln:**Bitte hier Mängel an der Aufgabenstellung und den didaktisch-methodischen Hinweisen detailliert auflisten und - wenn möglich - genaue Verbesserungsvorschläge machen.*

Rückmeldebogen II*Name und Dienstanschrift:**Telefon:**Fax:**E-Mail:**Ich habe folgenden Vorschlag für ein Egg Race:***Aufgabenstellung:****Methodische Hinweise:****Didaktische Hinweise:***Ich habe das Egg Race bereits durchgeführt.*

Bitte auf einem getrennten Blatt einen kurzen Erfahrungsbericht und ggf. Arbeitsblätter beilegen. Graphische Gestaltungsvorschläge bitte auf einem gesonderten Blatt beilegen oder auf einer 3.5"-Diskette in den Formaten .pcx, .bmp, oder .tif, vorzugsweise in den Formaten .drw, .dxf, .cgm oder .pic abgespeichert zusenden.