

**Reihe "Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer/innen"**

Herausgegeben von der  
**Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“**

des Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung  
der Universität Klagenfurt

Irntraut Weinstich

## **Integrativer Medieneinsatz und offener Unterricht als Grundlage zur selbsttätigen Leistungssteigerung**

PFL-Naturwissenschaften, 2000-02

Studie

IFF, Klagenfurt, 2002

Betreuung  
Walter Hödl

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für Lehrer/innen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung des BMBWK.

# Inhaltsverzeichnis

Abstract / Kurzfassung

## **Integrativer Medieneinsatz und offener Unterricht als Grundlage zur selbsttätigen Leistungssteigerung**

1. Grundlegende Überlegungen	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Fragestellung und Forschungsidee	1
2. Das Unterrichtskonzept	1
2.1 Klassensituation	1
2.2 Unterrichtssituation	1
3. Methoden zur Datenerfassung	2
3.1 Ergebnisse der Phase 1	3
3.2 Ergebnisse der Phase 2	3
3.2.1 Selbständiges Experimentieren im Stationenbetrieb	3
3.2.2. Interaktive Lernspiele am Computer	3
3.2.3 Überarbeiten der PowerPointpräsentation	4
3.2.4. Vergleich der beiden Bildschirmpräsentationen	4
3.3 Ergebnisse der Phase 3	4
3.3.1 Evaluation	4
3.3.2 Informeller Test	5
3.3.3 Angesagter Test	6
4. Schlussfolgerungen	7
5. Anhang	7
5.1 Interaktive Lernspiele	10
5.2 Stationenbetrieb	10
5.3 Informeller Test	22
5.4 Angesagter Test	23
5.5 PowerPointpräsentation	24

# **Integrativer Medieneinsatz und offener Unterricht als Grundlage zur selbsttätigen Leistungssteigerung**

## **Abstract / Kurzfassung**

In einer 7. Klasse des Realgymnasiums am BG und BRG St. Martin in Villach wurde am Beispiel „Chemische Spannungsquellen“ die Fähigkeit der Informationssammlung aus dem Internet und einer PowerPointpräsentation an hand formaler und fachspezifischer Kriterien untersucht. Hilfestellungen mittels interaktiven Lernspielen am Computer und experimentellem Arbeiten im Stationsbetrieb führten zu einer Straffung und einer fachlichen Verbesserung einer zunächst zu langatmigen und teilweise unverständlichen PowerPointpräsentation. Die unterstützenden Maßnahmen fanden jedoch keinen Niederschlag in dem auf die überarbeitete PowerPointpräsentation folgenden informellen Test.

Selbst bei offenen Lernformen und integrativen Medieneinsatz erscheint eine didaktisch motivierende „Rute im Fenster“ notwendig zu einer geWISSENhaften Erarbeitung von Internetinformationen.

Irmtraut Weinstich

BG und BRG St.Martin

St.Martinerstr.7

9500 Villach

E-Mail [irm.weinstich@utanet.at](mailto:irm.weinstich@utanet.at)

# 1. Grundlegende Überlegungen

## 1.1 Die Ausgangssituation

Wie sich in meiner Studie“ Unterricht im Informationstechnologie–Zeitalter: Wird Information auch ohne Lehrer zu Wissen“ zeigte, sind SchülerInnen sehr wohl technisch in der Lage mit den neuen Medien umzugehen. Sie bedienen sich des Internets und beherrschen den technischen und formalen Aufbau einer PowerPoint-Präsentation. Die Internetinformation konnte jedoch nicht befriedigend in Wissen umgesetzt werden. Ohne Lehrer als Filter scheint virtuelles Lernen nicht erfolgreich zu sein.

Computer-gestützter Unterricht wird in Zukunft aus den Schulen nicht wegzudenken sein. Da die SchülerInnen der meisten Schulen jetzt ab der ersten Klasse den Umgang mit den gängigsten Programmen am PC sowie mit dem Medium Internet lernen wird diese Form von Unterricht zur Selbstverständlichkeit werden.

## 1.2 Fragestellung und Forschungsidee

Aus der Diskrepanz zwischen dem Informationsangebot und tatsächlichen Wissen ergab sich die Frage in welcher Form computer-gestützter Unterricht bei Internettransfer den Lernerfolg von SchülerInnen positiv beeinflussen kann.

- In welcher Form muss der Lehrer leitend eingreifen um entsprechende Informationen aus dem Internet der SchülerInnen zu Wissen werden zu lassen?
- Mit welchen Hilfsmitteln kann der Lehrer den Lernprozess positiv beeinflussen?
- Ermöglicht offenes Lernen die aus dem Netz geholten Informationen effizient zu verarbeiten?

# 2. Das Unterrichtskonzept

## 2.1. Klassensituation

Um meine Idee zu verwirklichen, wählte ich eine 7.Klasse des Realgymnasiums am BG und BRG St.Martin in Villach aus, die vertiefend naturwissenschaftlichen Unterricht erhält. Von 20 SchülerInnen besuchten 9 das Wahlpflichtfach Informatik, die übrigen SchülerInnen waren im Umgang mit dem Computer ebenfalls vertraut.

## 2.2 Unterrichtssituation

Da in der 7.Klasse Redoxreaktionen einen großen Platz im Chemielehrstoff einnehmen, wählte ich das Kapitel „Chemische Spannungsquellen“ aus, das in drei aufeinander folgenden Phasen behandelt wurde.

## **Phase I**

Die Aufgabe der SchülerInnen war es, selbständig zu dem von mir vorgegebenen Lernstoff „Primär- und Sekundärzellen“ Informationen im Internet zu finden und in Form einer PowerPointpräsentation darzustellen. Die neun Themenkreise des Lernstoffes (Primärelemente, elektrochemische Spannungsreihe, Galvanische Zellen, Lithiumbatterie, Quecksilberbatterie, Recycling der Primärzellen, Bleiakkumulator, Recycling von Sekundärzellen, Brennstoffzellen) wurden jeweils in Zweiergruppen am Computer erarbeitet. In einer gemeinsam erstellten PowerPointpräsentation wurden abschließend alle Themenkreise vorgestellt.

## **Phase II**

Da die SchülerInnen wie erwartet die Fülle an Information nicht richtig umsetzen konnten und die Präsentation mit zu langen, zum Teil nicht verständlichen Texten füllten, versuchte ich mit offenen Unterrichtsformen darauf Einfluss zu nehmen um eine bessere Verarbeitung der aus dem Netz geholten Informationen zu erreichen. Offener Unterricht ermöglicht ein hohes Maß an Differenzierung, Individualisierung und selbständigem Lernen.

Ich erstellte einen Stationenbetrieb zum Thema „Chemische Spannungsquellen“, in dem die SchülerInnen zusätzlich zur experimentellen Arbeit Arbeitsblätter auszufüllen hatten. In fünf Stationen hatten die SchülerInnen in selbsterwählten Dreiergruppen laut Vorlage ihre Arbeitsaufträge zu erfüllen (Anhang 1)

Den Lernzuwachs ließ ich die SchülerInnen durch interaktive Kreuzworträtsel und Lückentexte am Computer (Software Hot Potatoes 40) überprüfen, um selbsttätig erworbenes Wissen durch Wiederholung und Reflexion zu vertiefen.

Danach wurde den SchülerInnen die PowerPointpräsentation aus der Phase I zur Überarbeitung zur Verfügung gestellt. Die Texte, Graphiken und Bilder wurden zum Teil neu erstellt, zum Teil gekürzt. Die endgültige Version wurde der gesamten Klasse auf eigenen Wunsch zweimal präsentiert.

## **Phase III**

Die Evaluation der gesamten Projektarbeit erfolgte mittels Fragebogen und Schülerreflexion in Form einer Gruppendiskussion. In der Unterrichtsstunde nach der zweiten Präsentation wurde das Wissen mittels eines informellen Tests überprüft. Zum Abschluss wurde ein angesagter Test zum Thema „Chemische Spannungsquellen“ durchgeführt.

# **3. Methoden der Datenerfassung**

Zur Datenerfassung wurden eingesetzt:

- Unterrichtsbeobachtungen
- Vergleich der PowerPointpräsentationen
- Fragebogen
- Schülerreflexionen
- Informeller Test
- Angesagter Test

### 3.1 Ergebnisse der Phase I

Die PowerPointpräsentation war mit 30 Folien und 12-16 Zeilen pro Seite sehr umfangreich. Die SchülerInnen beherrschten die Handgriffe am Computer um eine technisch und formal einwandfreie Präsentation über chemische Spannungsquellen zu zeigen. Dem Zuseher wurden neun sehr gut aufbereitete Grafiken gezeigt sowie interaktive Schaltflächen, die eine Vernetzung zum Web aufweisen.

Die Fülle an Text war vom Leser teilweise nicht zu bewältigen. Fachliche Mängel zeigten die Funktionsabläufe. Vor allem fehlten Reaktionsgleichungen, die den chemischen Mechanismus der Spannungsquellen erklären.

### 3.2 Ergebnisse der Phase II

Die von mir ausgewählten offenen Lernformen sollten ein Versuch sein, den SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, die aus dem Internet geholten Informationen „gewissenhaft“ zu verarbeiten, um zu Wissen werden zu lassen.

#### 3.2.1 Selbständiges Experimentieren im Stationenbetrieb

Das selbständige Arbeiten, der Umgang mit den Experimentiersets sowie das Beobachten der Wirkungsweise der chemischen Spannungsquellen hat den SchülerInnen viel Freude bereitet.

#### Bemerkungen aus den Schülerreflexionen:

*„Es ist sehr interessant zu sehen, dass so eine selbstgebastelte galvanische Spannungsquelle wirklich Strom liefert“. (Katharina)*

*„Das praktische Arbeiten müsste einen größeren Stellenwert im Unterricht haben“. (Stefan)*

*„Es war lustig mit dem Bleiakku den Propeller so richtig sausen zu lassen“. (Michael)*

*„ Das Experimentieren macht Spaß und es hat mir gefallen, dass wir die Arbeitsblätter gemeinsam in der Gruppe ausgefüllt haben“. ( Roman)*

#### 3.2.2 Interaktive Lernspiele am Computer

Der Wechsel in den Computersaal zu den interaktiven Lernspielen war eine willkommene Abwechslung im Arbeitsablauf. Für die SchülerInnen waren das Kreuzworträtsel und der Lückentext am PC eine neue Form der Wissensüberprüfung. (Anhang 5.1) Einige SchülerInnen entdeckten nach anfänglichen Schwierigkeiten beim Lösen mancher Fragen den „hint-button“ am Bildschirm. Das ist eine Schaltfläche, die beim Anklicken den ersten Buchstaben des gefragten Begriffes, bei weiterer Betätigung die nachfolgenden Buchstaben aufruft. Dadurch ist es möglich, auch bei geringem Wissen die fehlenden Begriffe richtig einzusetzen. Die Software ist aber dahingehend gesteuert, dass nach Abschluss der Arbeit die genaue Prozentangabe der richtigen und selbständig gefundenen Lösungen errechnet wird, jedoch unter Abzug jener Begriffe, die mit der Hilfsfunktion gefunden wurden.

### Bemerkungen aus den Schülerreflexionen:

- „ Sie hätten uns gleich sagen sollen, dass es eine Hilfstaste gibt“. (Andreas)
- „ Ich habe das Kreuzworträtsel ohne Hilfe gelöst“. (Roman)
- „Der Lückentext ist leichter zu lösen, weil man schon den Satz vor sich hat“. (Philipp)
- „Das könnten wir öfter machen, das würde den Unterricht auflockern“. (Iris)
- „Die Auswertung durch die Prozentangabe ist hinterhältig“. (Michael)

### **3.2.3 Überarbeiten der PowerPointpräsentation**

Die SchülerInnen erhielten den Auftrag, die von ihnen erstellten Beiträge zur Bildschirmpräsentation noch einmal zu durchforsten und unter Umständen neu zu gestalten oder zumindest dahingehend zu verändern, dass etwaige Unklarheiten im Text wegfallen und die Textfülle entsprechend gekürzt wird.

### **3.2.4 Vergleich der beiden Bildschirmpräsentationen**

Die überarbeitete PowerPointpräsentation zeigte sich bei 27 Folien mit maximal 8 Zeilen pro Seite vom Text her entsprechend komprimiert, von der formalen Gestaltung her wurde sie auf 10 Grafiken und 8 Fotos erweitert. Zum besseren Verständnis für das Funktionieren der verschiedenen chemischen Spannungsquellen trägt das Anführen der chemischen Reaktionsgleichungen bei.

	<b>PPP I</b>	<b>PPP II</b>
<b>Folienanzahl</b>	<b>30</b>	<b>27</b>
<b>Zeilen/Folie</b>	<b>12-16</b>	<b>max.8</b>
<b>Fotos</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
<b>Interaktive Schaltflächen</b>	<b>3</b>	<b>8</b>

## **3.3 Ergebnisse der Phase III**

Ein Fragebogen sollte einen Einblick bringen, wie und in welcher Form die Projektarbeit auf die SchülerInnen gewirkt hat.

Um mir ein Bild über den tatsächlichen Wissenszuwachs über das Thema „Chemische Spannungsquellen“ bei den einzelnen Schülern zu schaffen, führte ich einen unangekündigten, informellen Test durch.

### **3.3.1 Evaluation**

Die Arbeit am Projekt hat laut Umfrage allen SchülerInnen gefallen. Bis auf zwei Schüler finden alle das offene Lernen als Unterrichtsform sehr motivierend. Die SchülerInnen arbeiten gerne am Computer und haben laut ihren Aussagen keine Probleme, die Informationsfülle aus dem Internet zu bearbeiten. Zwei Drittel der Klasse spricht sich für das selbständige Experimentieren aus.

	++	+	-	--	Kein Urteil
Die Arbeit am Projekt hat mir gefallen	11	6			
Diese Form von Unterricht ist motivierend	8	7	1		1
Es wurde zu viel Zeit am PC verbracht	1	4	7	5	
Ich kann die Informationsfülle aus dem Internet nicht ohne Hilfe bearbeiten	1	4	6	6	
Durch das praktische Arbeiten im Stationenbetrieb wurde das Verstehen gefördert	6	6	4	1	
Von Lehrerseite gab zu wenig Unterstützung		2	4	11	
Kreuzworträtsel und Lückentext haben die Wissensaneignung erleichtert	5	2	8	1	1
Die Powerpointpräsentation sehe ich als sinnvolle Zusammenfassung unserer Arbeit	10	5	1	1	
Ich bevorzuge Frontalunterricht	2	9	3	4	

Hingegen finden 50% der SchülerInnen, dass interaktive Lernspiele wenig zur Wissensaneignung beitragen. Sinnvoll erscheint allen SchülerInnen eine PowerPointpräsentation als Zusammenfassung der Projektarbeit. Elf von 17 SchülerInnen bevorzugen den traditionellen Frontalunterricht.

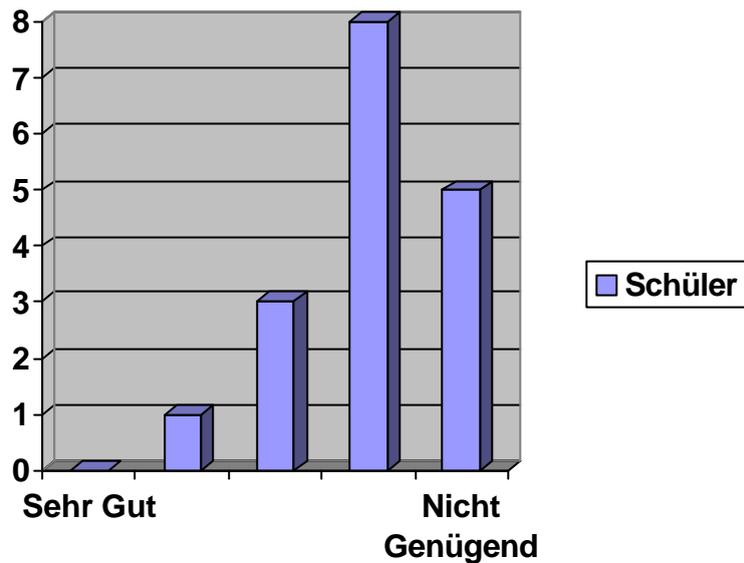
### 3.3.2 Informeller Test

Den SchülerInnen wurde unangekündigt ein informeller Test vorgelegt. (Anhang 5.3). Die SchülerInnen zeigten anfangs großen Widerstand, diesen Test zu schreiben, da sie laut ihren Aussagen nicht vorbereitet seien und keine Zeit gehabt hätten zu lernen.

Das Ergebnis entsprach nicht meinen positiven Erwartungen. Wider meine Prognose wurde ein Notendurchschnitt von 4,0 erzielt. So konnten zum Großteil die für das Grundverständnis

der chemischen Spannungsquellen notwendigen Fragen wie z.B. das Verhalten von zwei verschiedenen Metallen in einem Elektrolyten nicht beantwortet werden.

Noten	Sehr gut	gut	befriedigend	genügend	nicht genügend
<b>Schüler</b>	0	1	3	8	5



Bemerkungen aus den Schülerreflexionen:

„Sie können uns ja nicht einen Test schreiben lassen, wenn wir gar nicht vorbereitet sind“.

(Andreas)

„Das Arbeiten an den Stationen war lustig, aber richtig merken tut man sich nichts dabei“.

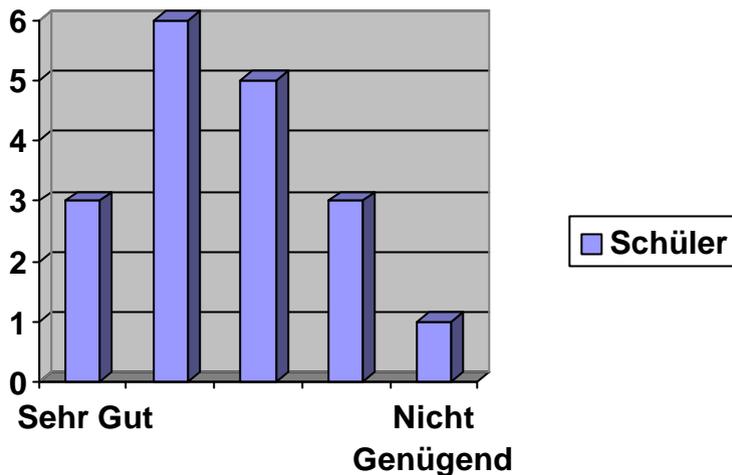
(Michael)

„Warum haben Sie uns nicht einfach eine Überprüfung am Computer mit Kreuzworträtsel oder Lückentext gegeben und hätten die Prozentauswertung benotet?“. (Daniela)

**3.3.3 Angesagter Test**

Da einerseits von der Schülerseite der Wunsch kam, den Test zu wiederholen, andererseits mir ein angesagter Test zur Notenklassifikation willkommen war, wurde nach einer Woche Lernzeit erneut ein Test geschrieben. (Anhang 5.4)

Noten	Sehr gut	gut	befriedigend	genügend	nicht genügend
<b>Schüler</b>	3	6	5	3	1



Bei der Benotung des zweiten Tests konnte ein wesentlich besseres Ergebnis festgestellt werden, ein Notendurchschnitt von 2,6 zeigt eine Verbesserung um 35%, wobei man bemerken muss, dass dieses Ergebnis die durchschnittliche Leistung dieser Klasse widerspiegelt.

## 4. Schlussfolgerungen

Die SchülerInnen sind mit großem Selbstverständnis in der Lage, die modernen Medien im Unterricht zu nutzen. Sie erfreuen sich an interaktiven Lernspielen, realisieren dabei aber kaum die Gelegenheit, den dadurch möglichen effektiven Lernzuwachs anzunehmen.

Die SchülerInnen hätten z.B. durch den interaktiven Lückentext eine das wesentliche und verständliche zusammenfassende Kurzfassung unseres Projektes vorliegen gehabt.

Bei der experimentellen Arbeit in den verschiedenen Stationen scheint das Interesse mehr dem handwerklichen Teil zugewandt sein als den Ergebnissen und ihren Eintrag in die Arbeitsblätter.

Die offenen Lernformen scheinen zum besseren Verständnis der Informationen aus dem Internet beigetragen zu haben, denn die SchülerInnen waren durchaus in der Lage die PowerPointpräsentation durch die Überarbeitung so zu gestalten, dass die fachlichen Fehler aus der ersten PowerPointpräsentation ausgebessert und der Inhalt gestrafft wurde.

Die Wissensüberprüfung durch den informellen Test hat hingegen ein für mich enttäuschendes Ergebnis gebracht.

Die Hilfestellung in Form von interaktiven Lernspielen und experimentellen Arbeiten im Stationenbetrieb fand zwar ihren Niederschlag in der gelungenen Aufbereitung der PowerPointpräsentation, nicht aber in den Ergebnissen des informellen Tests. Entscheidende Grundverständnisfragen in dem nur widerspenstig angenommenen Test konnten großteils nicht oder nur unvollständig beantwortet werden.

In dem zur Benotung herangezogenen Test mit einer Woche Lernzeit zeigte sich gegenüber dem informellen Test ein wesentlich besseres Ergebnis, das durchaus dem Leistungsniveau der Klasse entsprach. Während der Woche Vorbereitungszeit gab es von mir keinerlei fachlichen Input. In der untersuchten Klasse zeigte sich, dass selbst bei offenen Lernformen Schüler nur unter Notendruck das Angebot an Information annehmen und versuchen, es als Wissen anzueignen.

Der Anspruch SchülerInnen sollten etwas lernen scheint sich auch bei modernen Unterrichtsmethoden nur unter Durchführung von angesagten Tests als Benotungsgrundlage zu erfüllen.

Selbst bei offenen Lernformen und integrativen Medieneinsatz erscheint eine didaktisch motivierende „Rute im Fenster“ zur geWISSENhaften Erarbeitung von Internetinformationen notwendig.

## **5. Anhang**

### **5.1 Interaktive Lernspiele**

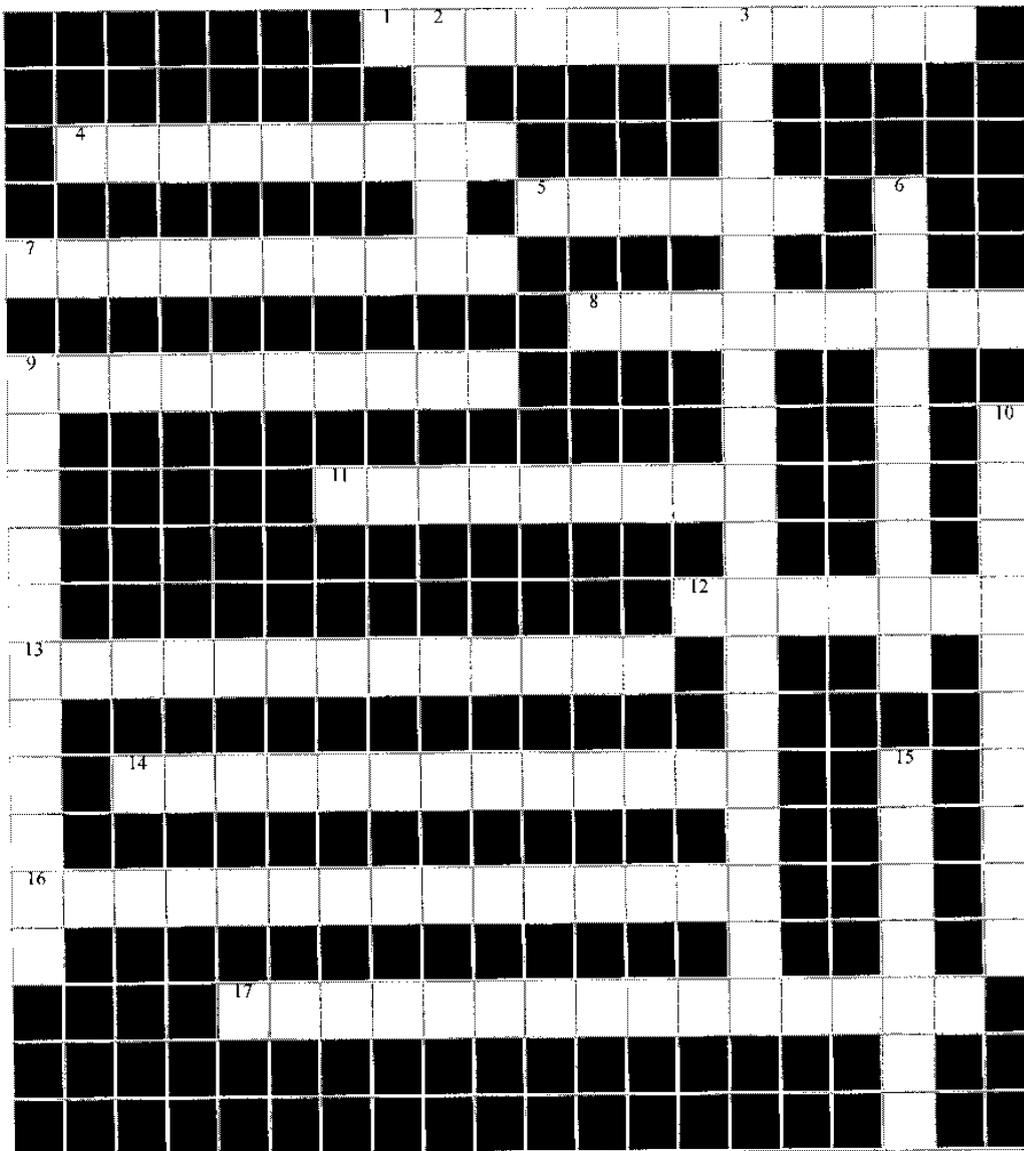
### **5.2 Stationenbetrieb**

### **5.3 Informeller Test**

### **5.4 Angesagter Test**

## 5.1 Interaktive Lernspiele

### KREUZWORTRÄTSEL



#### Waagrecht

- 1 Oxidationsschutz bei Metallen
- 4 Elektronenaufnahme
- 5 Stapel von Brennstoffzellen
- 7 Minuspol der Trockenbatterie
- 8 Rosten von Metallen
- 9 leitfähige Flüssigkeit
- 11 Elektrolyt von Alkalibatterien
- 12 Elektrode der der - Pol anliegt
- 13 Elektronenübertragungsreaktion
- 14 Elektrolyt des Bleiakkumulators
- 16 Bleiakkumulator
- 17 + Pol der HgO-Knopfzelle

#### Senkrecht

- 2 Elektrode der der + Pol anliegt
- 3 Oxidationsmittel
- 6 Elektronenabgabe
- 9 erzwungene Redoxreaktion
- 10 Oxidationsmittel der Brennstoffzelle
- 15 - Pol des Nickel-Cadmium-Akkus

# Chemische Spannungsquellen

## Gap-fill exercise

Redox-Reaktionen sind **Elektronen**-Übertragungsreaktionen. Der Reaktionspartner, der Elektronen aufnimmt heißt Oxidationsmittel = **Elektronenakzeptor**; der Reaktionspartner, der Elektronen abgibt wird als **Reduktionsmittel** = Elektronendonator bezeichnet. Metalle im **elementaren Zustand** sind ausschließlich Reduktionsmittel. Metallkationen sind zumeist **Oxidationsmittel**.

In Batterien, Akkus und Brennstoffzellen ist Energie als Bindungsenergie in chemischen Verbindungen gespeichert. Durch einen freiwillig ablaufenden Redoxvorgang wird sie in **elektrische Energie** umgewandelt.

Primärzellen sind Spannungsquellen, die nach ihrer Entladung **nicht wieder aufladbar** sind. In Serie geschaltete Primärzellen nennt man **Batterien**. Beim Trockenelement bildet eine Hülle aus Zinkblech den **Minuspole**, dort erfolgt die Abgabe von Elektronen, also die **Oxidation**. Am **Pluspole** aufgebaut aus Braunstein und Graphit erfolgt die **Reduktion**. Der Elektrolyt besteht aus einer Paste aus **Ammonchlorid und Zinkchlorid** eingedickt mit Stärke. Alkalibatterien enthalten **Kalilauge** als Elektrolyt.

Die Lithium-Braunstein-Zelle erfüllt die von der Elektrotechnik geforderten Eigenschaften wie **hohe Zellspannung** (ca. 3,5 Volt), lange Lebensdauer (bis zu 5 Jahren) und geringe Selbstentladung. In diesem Element bildet **Lithium** den Minuspole, der Pluspole besteht aus **Braunstein**.

Bei der Quecksilberoxid-Zelle besteht der Minuspole aus **Zinkpulver**, der Pluspole aus **Quecksilberoxid**; die Elektrolytlösung ist **Kalilauge**. Verwendet werden diese Art von Knopfzellen für Hörgeräte, Taschenrechner, **Uhren** und Fotoapparate.

Sekundärzellen sind **wieder aufladbare** Systeme und werden als Akkumulatoren bezeichnet. Im Bleiakкумулятор bilden zwei Sätze parallelgeschalteter Gitterplatten aus einer Bleilegierung einen Plattenblock, der in **30%ige Schwefelsäure** taucht, dabei wird eine Spannung von **2 Volt** frei. Beim Entladen bildet **Blei** den Minuspole und **Blei(IV)-oxid** den Pluspole. Da beim Entladen die Konzentration der Schwefelsäure abnimmt, kann durch die Messung der **Säuredichte** der Ladungszustand überprüft werden. An beiden Polen bildet sich schwer lösliches **Bleisulfat**. Durch Anlegen einer äußeren Spannung kann die Reaktion umgekehrt werden (an den Elektroden bildet sich wieder **Blei und Blei(IV)-oxid**). Beim Nickel-Cadmium-Akkumulátor besteht der Minuspole aus **Cadmium**, der Pluspole aus **Nickel(III)-oxid**. Verwendet wird er für Geräte des täglichen Gebrauchs wie Notebooks, Camcorder und schnurlose Telefone.

Bei der Brennstoffzelle werden **Reduktionsmittel** („Brennstoff“) und Oxidationsmittel kontinuierlich zugeführt. Als Brennstoffe eignen sich flüssige und gasförmige Stoffe wie **Wasserstoff**, Butangas, Alkohole und Zuckerlösungen. Als Oxidationsmittel wird zumeist **Sauerstoff** eingesetzt, man kann allerdings auch flüssiges Wasserstoffperoxid verwenden. Eine Zelle erzeugt nur wenig Spannung (**1,2 Volt**), deswegen werden sie gestapelt. So ein Stapel wird als „**Stack**“ bezeichnet. Verwendet werden Brennstoffzellen in der **Raumfahrt** aber auch für Handys, Notebooks usw.

**Check** **Hint**

## 5.2. Stationenbetrieb

### Station 1

## ELEKTROCHEMIE

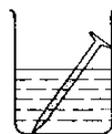
Unterschiedliches Bestreben verschiedener Metalle, in den Ionenzustand überzugehen.

### 1. Material:

Eisensulfat, Kupfersulfat, Silbernitrat, dest. Wasser, Eisennagel, Magnesium Band, Kupferblech, Zinkstab, 3 kleine Bechergläser, Schmirgelpapier.

### 2. Durchführung:

In je einem kleinen Becherglas füllt man eine Kupfersulfat-, Eisensulfat-, Silbernitratlösung. In jedes Becherglas taucht man nacheinander einen blankgescheuerten Eisennagel und beobachtet ca. 1 min. lang. Der Versuch wird in der gleichen Weise mit einem Stück Magnesiumband, einem Kupferblechstreifen und einem Zinkstab wiederholt.



$\text{CuSO}_4$ -Lsg.



$\text{FeSO}_4$ -Lsg.



$\text{AgNO}_3$ -Lsg.

Die Schwermetallsalzlösungen ordnungsgemäß entsorgen!

## Arbeitsblatt Station 1

# ELEKTROCHEMIE

Unterschiedliches Bestreben verschiedener Metalle, in den Ionenzustand überzugehen = Spannungsreihe

### Arbeitsblatt:

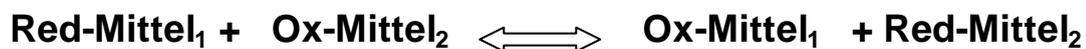
Redox-Reaktionen sind Elektronenübertragungsreaktionen.

Der Reaktionspartner, der Elektronen aufnimmt heißt **Oxidationsmittel = Elektronenacceptor**; der Reaktionspartner, der Elektronen abgibt, wird als **Reduktionsmittel = Elektronendonator** bezeichnet.

Auch bei Redox-Reaktionen gibt es konjugierte Paare –**Redox-Paare**.



Allgemeine Formulierung einer Redox-Gleichung:



Metalle im elementaren Zustand sind ausschließlich Reduktionsmittel

**Edle Metalle = schwache Reduktionsmittel**

Unedle Metalle = starke Reduktionsmittel

**Metallkationen sind zumeist Oxidationsmittel. Je schwächer das Metall als Reduktionsmittel ist, desto stärker ist das entsprechende Metallkation als Oxidationsmittel.**

### **Versuch:**

In manchen Gefäßen werden Metalle aus ihren Lösungen abgeschieden, in anderen nicht. Ordne die Metalle nach ihrer Fähigkeit, andere Metalle aus ihrem Ionenzustand zu reduzieren, so erhält man einen exemplarischen, qualitativen Ausschnitt aus der elektrochemischen Spannungsreihe der Elemente.

## Station 2

# ELEKTROCHEMIE

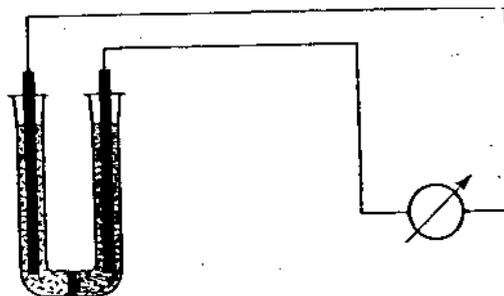
## Galvanisches Element:

### 1. Material:

U-Rohr mit Glasfritte, Krokodilklemmen, Voltmeter, Kupfersulfat, Zinksulfat, Kupfer- und Zinkelektrode, Schmirgelpapier

### 2. Durchführung:

Zu diesem Versuch verwendet man ein U-Rohr mit Glasfritte= Diaphragma. Man füllt gleichzeitig einen Schenkel mit 1-mol Zinksulfatlösung, den anderen mit 1-mol Kupfersulfatlösung. In die Zinksulfatlösung taucht man eine blank geriebene Zinkelektrode und in die Kupfersulfatlösung eine Kupferelektrode. Mit Hilfe der Krokodilklemmen und Verbindungsdrähten verbindet man beide Metalle mit einem Voltmeter (Messbereich 0-3 Volt) und mißt die Spannung.



## Arbeitsblatt Station 2

# ELEKTROCHEMIE

## Galvanisches Element:

Die Potentialdifferenz zwischen Zink und Kupfer beträgt: .....

Schreib die Reaktionsgleichungen an:

Berechne die Gesamtspannung nach den Standardpotentialen:

$$U = E_{0 \text{ edel}} - E_{0 \text{ unedel}}$$

$$E_0 \text{ Zink} = - 0,76 \text{ V}$$

$$E_0 \text{ Kupfer} = + 0,34 \text{ V}$$

## Station 3

# ELEKTROCHEMIE

## Daniell-Element als Energielieferant

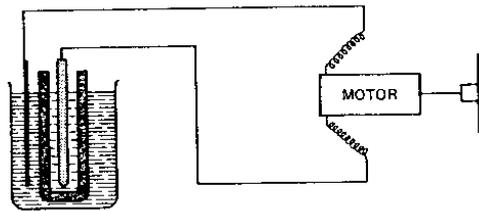


Becherglas, Tonzyylinder, kleiner Elektromotor für Gleichstrom, Krokodilklemmen, Zinksulfat, Kupfersulfat, Zinkstab, Kupferblech, dest. Wasser.

Material

In ein Becherglas stellt man einen Tonzyylinder, der etwa gleiche Höhe, aber einen wesentlich kleineren Durchmesser (etwa die Hälfte) hat. Den Tonzyylinder füllt man mit 1-molarer Zinksulfatlösung, in die man einen Zinkstab taucht. Den Raum zwischen Tonzyylinder und Becherglaswand füllt man mit 1-molarer Kupfersulfatlösung und taucht einen breiten Kupferblechstreifen hinein. Der Tonzyylinder dient als Diaphragma. Mit Hilfe von Krokodilklemmen und Zuleitungsdrähten verbindet man die beiden Metalle mit den Anschlüssen eines kleinen

Durchführung



### Station 3

## ELEKTROCHEMIE

### Daniell-Element:

#### Arbeitsblatt:

Das Daniell-Element zeigt den Grundaufbau einer galvanischen Zelle = eine elektrische Energie liefernde Vorrichtung aus Anoden und Kathoden, die sowohl elektrolytisch als auch metallisch leitend miteinander verbunden sind, wobei das Anodenpotential negativer als das Kathodenpotential ist.

Das System aus Reduktionsmittel und konjugiertem Oxidationsmittel (Metall und Metallsalzlösung) bezeichnet man als **Halbzelle** mit der entsprechenden **Halbreaktion**



Gib die Redoxgleichungen an, und berechne die Spannung:

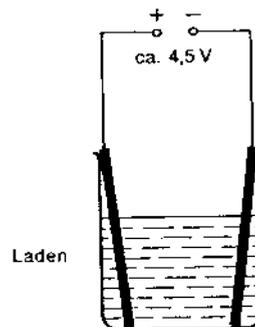
### Station 4

# ELEKTROCHEMIE

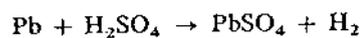
## Der Bleiakкумуляtor



- Material** 2 Bleiplatten, Becherglas, Krokodilklemmen, Kabelmaterial, Glühlampen 2,5 V mit Fassung, Gleichstromquelle; Schwefelsäure (ca. 30%ig).
- Durchführung** Ein Becherglas wird zu etwa Dreiviertel mit 30 %iger Schwefelsäure gefüllt. In die Säure taucht man 2 Bleiplatten, die man mit Krokodilklemmen und Verbindungskabeln an eine Gleichstromquelle (ca. 4,5 V) anschließt. Die Schwefelsäure wird auf diese Art einer Elektrolyse unterworfen. Nach ca. 3–5 Minuten unterbricht man die Stromzufuhr und verbindet die beiden Bleielektroden mit einem Glühlämpchen (2,5 Volt Taschenlampenbirnchen).



Das Lämpchen leuchtet für kurze Zeit auf.  
Auf den Bleiplatten bildet sich beim Eintauchen in die Schwefelsäure eine dünne Schicht Bleisulfat:



## Station 4

# ELEKTROCHEMIE

## Der Bleiakкумулятор

### Arbeitsblatt:

Zwei Sätze von parallelgeschalteten Platten aus einer Bleilegierung bilden einen Plattenblock, der in 30%ige Schwefelsäure taucht.

Minuspole: Blei

Pluspole: Blei(IV)-Oxid

Ein Plattenblock liefert eine Spannung von 2 V.

Gib die Reaktionsgleichungen für den Entladevorgang an:



Im entladenen Zustand befindet sich auf beiden Elektroden Bleisulfat.

Bei Stromzufuhr (Laden) laufen die Reaktionen in umgekehrter Richtung ab, an den Elektroden bildet sich wieder Blei und Blei(IV)-Oxid.

Da beim Entladen die Konzentration der .....abnimmt, kann die Messung der Säuredichte zur Kontrolle des Ladungszustandes dienen.

Zum Unterschied von den Primärzellen liegt die Rücklaufquote für Alt-Blei-Akkus bei fast 100%. Beim Recycling wird zuerst die Schwefelsäure entnommen und neutralisiert. Der Kunststoffanteil wird verbrannt und liefert einen Teil der Energie, die für die Reduktion der Bleiverbindungen notwendig ist.

## Station 5

# ELEKTROCHEMIE

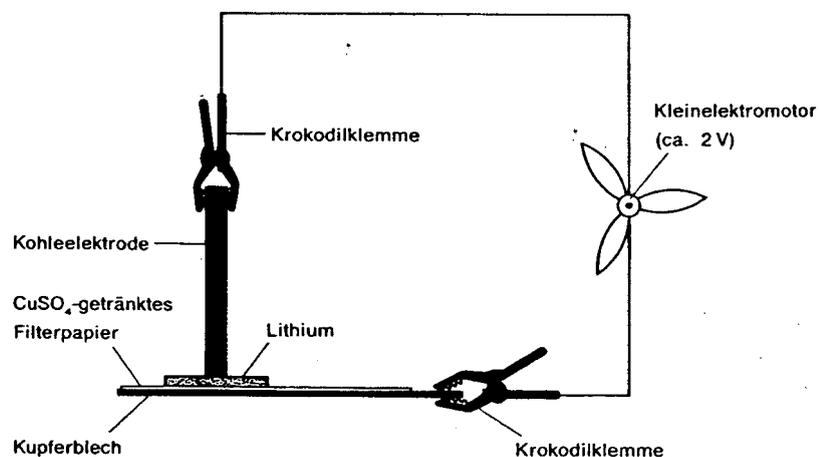
## Modell einer Lithium-Batterie



**Material** Filterpapier, Krokodilklemmen und Kabel, Kleinelektromotor (ca. 2 V), Messer, Pinzette, Schmirgelpapier; Kohleelektrode, Kupferblech, Lithium, Kupfersulfatlösung.

**Durchführung** Vorbereitende Arbeiten: Man schneidet ein Stück Kupferblech auf ca. 4 × 8 cm zurecht. Dazu legt man sich ein etwa gleich großes Filterpapier bereit. Die Kohleelektrode schleift man an einem Ende mit Schmirgelpapier plan. Von einem Stück Lithium schneidet man eine Scheibe ab, die in der Größe und Dicke etwa einer 1-DM-Münze entspricht.

Auf das Kupferblech legt man das mit Kupfersulfatlösung getränkte Filterpapier. Auf dieses feuchte Papier legt man die frisch geschnittene, gut abgetupfte Lithiumscheibe. Mit der am Ende plan geschliffenen Kohleelektrode drückt man das Lithium fest auf das Filterpapier. Kupferblech und Kohleelektrode sind mit Krokodilklemmen und Kabeln mit dem Kleinelektromotor verbunden.



Der Motor beginnt kräftig zu laufen.

## Arbeitsblatt Station 5

# ELEKTROCHEMIE

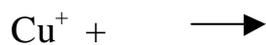
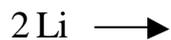
## Modell einer Lithium-Batterie

Lithium hat ein Redox-Normalpotential von  $-3,045$  Volt, Kupfer, als relativ edles Metall, hat  $+0,337$  Volt.

Berechne die Potentialdifferenz:

U =

Schreibe die Redoxgleichungen an:



Lithium als sehr unedles Metall findet heute breite Verwendung in sehr kleinen, trotzdem hochleistungsfähigen und langlebigen Batterien, wie in vielen elektronischen Geräten wie.....

Man nützt dabei die hohe Potentialdifferenz zwischen Lithium und edlen Metallen wie

z.B.....aus.

## 5.3 Informeller Test

### Chemische Spannungsquellen

1. Wodurch wird in einer galvanischen Zelle Energie geliefert? 1 P
2. Schematische Darstellung einer galvanischen Zelle (Cu, Zn) und beschrifte die Einzelteile, gib die chemische Reaktionsgleichung an 4 P
3. Erkläre den Unterschied zwischen einem Primär- und Sekundärelement 1 P
4. Trockenbatterie:  
Spannung =  
Aufbau: 3 P
5. Welchen Vorteil hat eine Lithium- Batterie gegenüber herkömmlichen Trockenbatterien 1 P
6. Quecksilberknopfzelle:  
Anode:  
Verwendung: 2 P
7. Bleiakкумуляtor:  
- Pol:  
+ Pol:  
Spannung =  
Welchen Zweck hat die Dichtemessung der Säure? 3 P
8. Brennstoffzelle:  
Redoxmittel:  
Oxidationsmittel:  
Was versteht man unter einem „stack“ ? 4 P  
Verwendung:

19-18: 1 17-16: 2 15-13: 3 12-10: 4

## 5.4 Angesagter Test

### CHEMISCHE SPANNUNGSQUELLEN

1. Durch welche freiwillig ablaufenden chemischen Reaktionen kann elektrische Energie gewonnen werden? 1 P
2. Schematische Darstellung einer galvanischen Zelle (Cu, Zn) und beschrifte die Einzelteile, gib die chemische Reaktionsgleichung an 4 P
  
3. Wodurch unterscheiden sich Primär- und Sekundärzellen? 1 P
4. Erkläre den Aufbau einer Trockenbatterie: 3 P  
Spannung =
  
5. Wodurch erreicht eine Lithiumbatterie eine Spannung von ca. 3,5 Volt? 1 P
  
6. Bei einer Quecksilberknopfzelle besteht der Minuspol aus .....  
der Pluspol aus....., Elektrolytlösung ist..... 2 P
  
7. Der Bleiakкумулятор:  
Schematischer Aufbau und Beschreibung:  
Welchem Zweck dient die Dichtemessung der Säure? 3 P
  
8. Brennstoffzelle:  
Beschreibe den chemischen Ablauf der Energiegewinnung:  
Was ist ein „Stack“?  
Verwendung: 4 P

## **5.5 PowerPointpräsentation**

Für Interessierte kann die PowerPointpräsentation zum Selbstkostenpreis angefordert werden.

e-mail-Adresse: [irm.weinstich@utanet.at](mailto:irm.weinstich@utanet.at)