

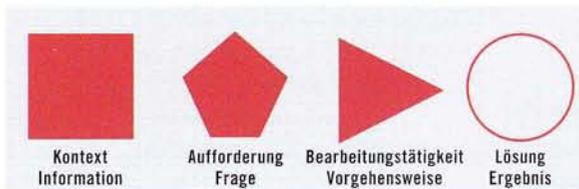


Lutz Stäudel

Die Spannungsreihe der Metalle

Ordnungssysteme (re-)konstruieren

In den Naturwissenschaften gibt es zahlreiche Ordnungssysteme – jedes für sich die Abstraktion umfassenden Erfahrungswissens und experimenteller Arbeiten. Die Aufgabe zeigt einen Weg, bei dem Schülerinnen und Schüler durch Visualisierung von noch ungeordneten Messergebnissen das betreffende Ordnungsschema (re-)konstruieren.



Aufgabenkommentar

Bei dieser Aufgabe steht die (Re-)Konstruktion einer kognitiven Struktur (Spannungsreihe) im Mittelpunkt. Die Schülerinnen und Schüler werden aufgefordert, aus Einzelergebnissen vorhergehender Messungen einen komplexen Zusammenhang zu entwickeln. Die angebotenen Visualisierungshilfen sind darauf angelegt, das (dann) Naheliegende zu finden, denn die Visualisierungselemente und die angestrebte Spannungsreihe stehen in einem sehr engen Verhältnis zueinander. Durch das Sortieren von Papierstreifen außerhalb des Kopfes wird das gedankliche Sortieren und Strukturieren im Kopf angeregt und unterstützt.

Die Spannungsreihe der Metalle ist eine gedanklich entwickelte Skala, die die Ausprägung einer bestimmten Eigenschaft einer Gruppe von Stoffen abbildet. Sollen die Schülerinnen und Schüler am Ende der Auseinandersetzung mit diesem Thema die Spannungsreihe in ihrem Kopf „aufspannen“, muss man ihnen Gelegenheit geben, sich dieses Abstraktum in einer parallelen Bearbeitung – praktisch-konstruktiv und kognitiv – anzueignen bzw. es im eigenen Kopf zu konstruieren.

Die Schülerinnen und Schüler werden zunächst mit einer Messvorschrift zur Quantifizierung des elektrochemischen Effektes konfrontiert. Die erhaltenen Messergebnisse werden gemeinsam bewertet. Unterstützt durch eine Visualisierung rekonstruieren die Lernenden dann die Spannungsreihe der Metalle. Dieses Vorgehen kommt mit sehr wenigen Vorgaben aus. Die Schülerinnen und Schüler müssen weder von Anfang an die Orientierung von Plus- und Minus-Pol berücksichtigen noch über genaue Vorstellungen der Vorgänge an Elektroden verfügen. Beim Zusammentragen der Ergebnisse werden sie auch nicht in die Rolle von Rezipienten gedrängt, die nur eine von der Lehrkraft nahegelegte Interpretation übernehmen.

Vorbereitung der Aufgabe

Der Zeitbedarf für die experimentelle Arbeit mit den verschiedenen Halbzellenpaaren lässt sich

Wie ordne ich Metalle?

Ihr habt in Gruppenarbeit experimentell festgestellt, dass man durch Kombination von zwei Metallen und ihren Lösungen sehr unterschiedliche Spannungen erzeugen kann.

Aufgabe

- ▶ Findet heraus, wie sich diese Messwerte und mit ihnen die Metalle ordnen lassen.

Hilfen

- ▶ Zur Unterstützung der Ordnungsarbeit übertragt ihr die gefundenen Messwerte auf Papierstreifen:
 - Stellt für jeden Wert und damit für jedes Halbzellenpaar einen Papierstreifen her, der genau so lang ist, wie es dem gemessenen Wert entspricht. 1,0 Volt übersetzt ihr in 1 m bzw. 100 cm.
 - Beschriftet die Papierstreifen an den Enden mit den chemischen Symbolen des jeweiligen Metallpaares.



- Legt die Papierstreifen auf dem Boden aus und versucht, sie sinnvoll zu ordnen.
- Fasst euer Ergebnis kurz zusammen.

in weitem Umfang variieren (**Material 2**). Geübte Gruppen können die Metallsalz-Lösungen selbst ansetzen und brauchen dafür entsprechend mehr Zeit, auch wenn beim Einwiegen der Salze keine übergroße Genauigkeit erforderlich ist. Die Lehrkraft kann aber ebenso kleine beschriftete Bechergläser mit eingewogenen Salzen oder die fertigen Metallsalzlösungen in größeren Bechergläsern am Pult für die Gruppen zur Verfügung stellen.

Die Herstellung des Stromschlüssels führt die Lehrkraft vor, damit die kritische Fehlerstelle, nämlich die mangelhafte Leitung mit dem Effekt zu niedrig gemessener Spannungen, ausgeschaltet werden kann. Um eine Vermischung der Metallsalzlösungen zu vermeiden, muss für jede Messung unbedingt ein neuer Stromschlüssel verwendet werden. Kritisch sind auch die Kontakte zwi-

schen Metallblechen/-stücken und Zuleitungen. Die Krokodilklemmen dürfen nicht korrodiert sein, im Zweifelsfall schmirgelt man sie kurz ab und weist darauf hin, dass sie gut zusammengedrückt werden müssen.

Da jede Schülergruppe alle Messungen in allen Kombinationen durchführt, ergeben sich viele Parallelwerte, wodurch mögliche Messfehler minimiert werden können. Dieser Sachverhalt sollte vor Beginn der Gruppenarbeit mit den Schülerinnen und Schülern erörtert werden.

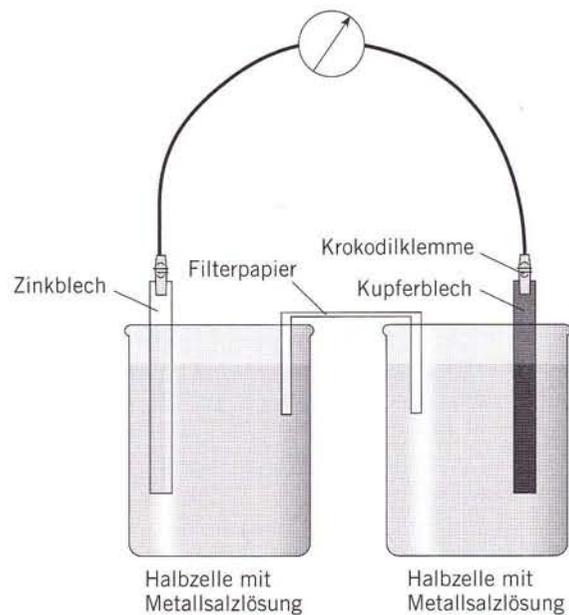
Für die korrekte Protokollierung der Messergebnisse ist es hilfreich, eine Partnerarbeit vorzuschalten. Will man nicht einen Teil der Ergebnisse vorwegnehmen, dann darf zu diesem Zeitpunkt weder die Abfolge der Metalle noch ihre Orientierung zueinander eine Rolle spielen. Auch dass

Spannungsmessung

Material

- Bechergläser (100 ml),
- Glasstäbe,
- Filterpapier,
- Streifen von Zinkblech, Kupferblech, Eisenblech (oder Nagel), Silberdraht, Magnesiumband,
- Krokodilklemmen,
- Strommessgerät,
- KCl-Lösung,
- Metallsalze (Mg, Cu, Fe, Zn, Ag)

- Stellt in eurer Gruppe für jedes zu untersuchende Metall eine Halbzelle her.
Dazu löst ihr die Metallsalze in jeweils 50 ml destilliertem Wasser.
- Bereitet eine ausreichende Anzahl Stromschlüssel vor.
Schneidet dazu das Filterpapier in 15 cm lange und 5 cm breite Streifen und tränkt diese unmittelbar vor der Messung gründlich mit KCl-Lösung.
Für jede Messung muss ein neuer Schlüssel benutzt werden.
- Bei der anschließenden Messung kombiniert ihr jede Halbzelle mit jeder anderen (**Abb. 1**).
Entwerft dazu einen Versuchsplan und erarbeitet, wie ihr die Messergebnisse sinnvoll protokollieren könnt.



1: Kombination von Zink- und Kupferhalbzelle

Durchführung der Messungen

- Bei ausgeschaltetem Gerät steckt ihr die Verbindungen zwischen Metallelektroden und Messgerät. Achtet auf feste elektrische Verbindungen!
Stellt zuerst einen größeren Messbereich ein, dann einen kleineren für eine genauere Messung.
- Taucht den Stromschlüssel tief genug in die Metall-Lösungen. Der Schlüssel darf die Metallelektroden nicht berühren.
- Kombiniert jede Halbzelle mit jeder anderen. Führt jede Messung dreifach durch. Protokolliert eure Messergebnisse.

	Magnesium	Kupfer	Eisen	Zink	Silber
Magnesium	–				
Kupfer		–			
Eisen			–		
Zink				–	

Tab. 1: Beispieltabelle zur Protokollierung der Messergebnisse

in der vorgeschlagenen Tabelle (Tabelle 1) jeweils eine Hälfte nur die andere spiegelt, stellt sich von selbst heraus.

Bei den Messungen treten größere Schwankungen auf, die sich in den gefundenen Spannungswerten dokumentieren. Dies zeigt sich schnell, wenn die Gruppen ihre Ergebnisse in die Tabelle an der Tafel übertragen (Tabelle 2). Besonders bei den Kombinationen mit der Magnesium-Halbzelle finden sich Abweichungen von bis zu 50 % nach unten. Eine bloße Mittelwertbildung wäre hier kaum sinnvoll, die Eliminierung von einzelnen Werten muss jedoch plausibel gemacht werden. Dies kann unter Hinweis auf gewöhnliche Batterien erfolgen. Bei 1,5-V-Batterien ist es sehr unwahrscheinlich, dass diese plötzlich eine deutlich höhere Spannung aufweisen, während das Schwächerwerden ein bekannter Effekt ist.

Als Ausgangspunkt für die Aufgabe (Material 1) erhält man dann z. B. die Messwerte in Tabelle 3. Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich die Frage: „Gibt es eine Ordnung, in die sich die Werte und mit ihnen die Metalle einordnen lassen?“

Konstruktion der Spannungsreihe

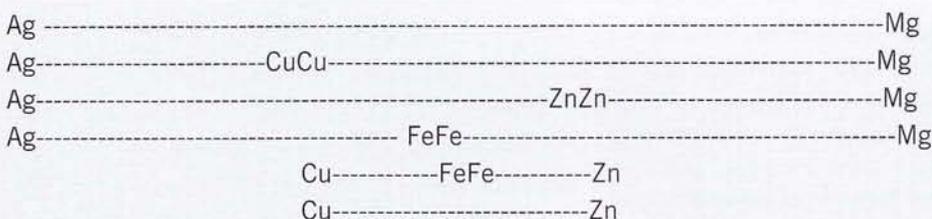
Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten nun die Aufgabe (Material 1). Sie übertragen die Messwerte

(Tabelle 3) auf Papierstreifen (z. B. Toilettenpapier oder Rollen von Registrierkassen), schneiden anschließend die Streifen entsprechend dem vorgegebenen Maßstab zurecht und beschriften sie.

Je nach Schülerzahl und räumlichen Möglichkeiten können sehr unterschiedliche Maßstäbe vorgegeben werden. Am eindrucksvollsten ist der Maßstab $1 \text{ V} = 1 \text{ m}$, was sich leicht mit Papier von einer Toilettenpapier-Rolle realisieren lässt. Für die Arbeit am Gruppentisch eignet sich die Umsetzung $1 \text{ V} = 1 \text{ dm}$. Andere Umrechnungsfaktoren mit anderen Zahlenwerten als 1 haben sich nicht bewährt, weil sie die Analogiebildung eher behindern.

Mit den ausgeschnittenen und beschrifteten Papierstreifen beginnen die Gruppen ihre Ordnungsversuche. Was zunächst oft chaotisch bzw. unstrukturiert erscheint, wandelt sich nach kurzer Zeit: Einige Schülerinnen und Schüler beginnen, Streifen mit gleicher Endbeschriftung parallel zu legen. Ist erst einmal erkannt, dass zwei kürzere Streifen mit gleichen Enden sich in etwa zu einem längeren addieren lassen, dann ist es nicht mehr weit bis zu einer mehr oder weniger vollständigen Ordnung der Werte. Bei den vorgegebenen fünf Halbzellen-Paaren ergeben sich die Kombinationen in Abb. 1.

Manche Gruppen beginnen bereits jetzt, die Positionen der Metalle Cu, Fe und Zn auf den



1: Kombinationsmöglichkeiten der Halbzellen-Paare



2: Die Ordnungsreihe der Metalle

	Magnesium	Kupfer	Eisen	Zink	Silber
Magnesium	–	1,56 1,50 0,85	1,22 1,18 1,22	0,72 0,68 0,70	1,82 1,80 1,45
Kupfer		–	0,41 0,50 0,51	0,85 1,01 0,63	0,60 0,62 –
Eisen			–	0,50 0,48	1,00 0,76 0,91
Zink				–	1,37 1,45 0,92

Tab. 2: Beispiele für charakteristische Gruppen-Messwerte

	Magnesium	Kupfer	Eisen	Zink	Silber
Magnesium	–	1,53	1,21	0,70	1,81*)
Kupfer		–	0,50*)	1,01*)	0,61
Eisen			–	0,49	0,95*)
Zink				–	1,41*)

*) Mittelwertbildung unter Weglassung eines „Ausreißer-Wertes“

Tab. 3: Zusammenstellung charakteristischer gemittelter Messwerte

Ag-Mg-Streifen zu übertragen. Spätestens nach der gegenseitigen Vorstellung der Gruppenergebnisse ist es nur ein kleiner Schritt, dass dies auch die anderen Gruppen nachvollziehen: Die Spannungsreihe der Metalle ist konstruiert (Abb. 2)!

Ausblick

Im Anschluss wird mit den Schülerinnen und Schülern darüber gesprochen, dass es sich bei der Spannungsreihe um eine Skala mit frei wählbarem Nullpunkt handelt. Auch die Rolle der Wasserstoff-Standard-Elektrode, deren Funktionsweise sich dem Verständnis der Schülerinnen und Schüler zu diesem Zeitpunkt oft entzieht, kann un-

ter Bezugnahme auf das Reaktionsverhalten von Metallen mit verdünnten Säuren angesprochen werden, ebenso kann dann eine Präzisierung der Nullpunktswahl erfolgen.

Literatur

- Freiman, T./Schlieker, V.: Methodenwerkzeuge. UC 64/65, 2001, S. 84–89.
- Leisen, J.: Methodenwerkzeuge. Varus Verlag.
- Stamme, M.: Fressen und gefressen werden. Strukturelles Denken entwickeln. In: Friedrich Jahresheft „Aufgaben“, 2003, S. 90–92.
- Stäudel, L.: Messen und Auswerten. Die Spannungsreihe der Metalle. In: UC 76/77, 2003, S. 55–58.

Hrsg.
Harald Gropengießer
Dietmar Höttecke
Telsche Nielsen
Lutz Stäudel

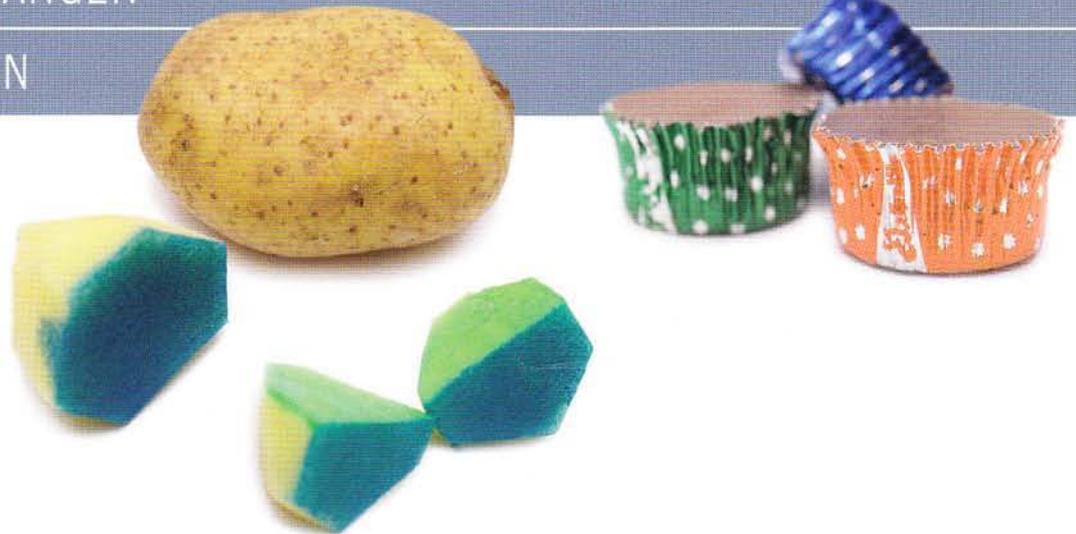


ORIENTIERUNG GEWINNEN

WISSEN ERARBEITEN

SICHERHEIT ERLANGEN

PROBLEME LÖSEN



Mit Aufgaben lernen

UNTERRICHT UND MATERIAL 5-10

IMPRESSUM

Harald Gropengießer, Dietmar Höttecke, Telsche Nielsen, Lutz Stäudel

Mit Aufgaben lernen

Unterricht und Material 5–10

1. Auflage 2006

© Erhard Friedrich Verlag GmbH,
30926 Seelze

Redaktion

Stefanie Krawczyk

Realisation

Sabine Duffens
Friedrich Medien-Gestaltung

Verlag

Erhard Friedrich Verlag GmbH
Im Brande 17, 30926 Seelze

Druck

Jütte-Messedruck Leipzig GmbH, Printed in Germany

Vertrieb

Friedrich Leserservice
Postfach 10 01 50, 30926 Seelze
Telefon 0511/40 00 4-150
Telefax 0511/40 00 4-170
leserservice@friedrich-verlag.de

Bestell-Nr. 62126

Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten.

Die als Material bezeichneten Unterrichtsmittel dürfen bis zu Klassen- bzw. Kursstärke vervielfältigt werden.

Besuchen Sie uns im Internet unter www.friedrichonline.de

Inhalt

HARALD GROPENGIESSER

Mit Aufgaben lernen

Eine Einführung

4

1. ORIENTIERUNG GEWINNEN

12

PETRA HOPPE

Wer ist der Täter?

Naturwissenschaftliche Fragen definieren

Biologie/Chemie/
Physik 6.–9. Klasse

14

DIETMAR HÖTTECKE

Mir geht ein Licht auf

Naturwissenschaft und Technik im Alltag erkennen

Physik 3.–10. Klasse

18

DIETMAR HÖTTECKE

Eine anziehende Wirkung

Phänomene ordnen – Phänomengrenzen erkennen

Physik 5.–9. Klasse

22

LUTZ STÄUDEL

Ein Blick durch die chemische Brille

Orientierung gewinnen in einem neuen Feld

Chemie ab Klasse 5

26

SINUS Hessen

Mineralwasser ist gesund?!

Informationen kritisch prüfen

Chemie 7.–9. Klasse

30

2. WISSEN ERARBEITEN

34

TANJA RIEMEIER

Grenzflächenvergrößerung

Naturwissenschaftliche Prinzipien zum Erklären nutzen

Biologie 8.–10. Klasse

36

TANJA RIEMEIER

Zerkleinert und doch größer

Ein naturwissenschaftliches Prinzip erfahren

Biologie 6.–10. Klasse

41

GUNTHER SACK

Die Ursache einer rätselhaften Krankheit

Empirische Belege zur Entscheidung nutzen

Biologie ab Klasse 9

44

TELSCHKE NIELSEN

Die Balance des Geldes

Eine Gesetzmäßigkeit formulieren

Physik 7.–10. Klasse

48

DIETMAR HÖTTECKE

Technik, die begeistert!

Struktur-Funktions-Beziehungen erkennen

Physik 9.–10. Klasse

51

LUTZ STÄUDEL

Die Spannungsreihe der Metalle

Ordnungssysteme (re-)konstruieren

Chemie 9.–10. Klasse

56

LUTZ STÄUDEL, GUDRUN FRANKE-BRAUN, SIBYLLE HESSE

Wasser marsch!

Naturwissenschaftliches Wissen verknüpfen

Chemie 8.–9. Klasse

61

3. SICHERHEIT ERLANGEN 66

ULRIKE ANGERSBACH UND JORGE GROSS

Auf den Puls geföhlt

Experimentelle Ergebnisse präsentieren

Biologie 9. Klasse 68

JÖRG ZABEL

Die unsichtbare Abwehr

Wissen narrativ und naturwissenschaftlich darstellen

Biologie 9.–10. Klasse 74

TELSCHÉ NIELSEN

Auf die Plätze, fertig, los!

Darstellungsebenen wechseln

Physik 7.–8. Klasse 81

DIETMAR HÖTTECKE

Vom Messen in Maßen

Den Umgang mit der Fachsprache trainieren

Physik 9.–10. Klasse 86

DIETMAR HÖTTECKE UND FREDERIK HEISE

Die Raketen-Start-Maschine

Systeme beschreiben und beurteilen

Physik 9.–11. Klasse 92

SINUS NATURWISSENSCHAFTEN (BAYERN UND HESSEN)

Säuren – Laugen – Salze

Reaktionsgleichungen aufstellen

Chemie 8.–10. Klasse 97

4. PROBLEME LÖSEN 104

KAI NIEBERT UND HARALD GROPENGIESSER

„Ein haariges Problem“

Einen Untersuchungsplan entwickeln

Biologie 9.–10. Klasse 106

BIRGIT GIFFHORN

Zungenrollen: Erbgang beim Menschen

Hypothesen überprüfen

Biologie 9.–10. Klasse 110

FREDERIK HEISE UND DIETMAR HÖTTECKE

Schwimmen oder sinken?

Mit Fachbegriffen arbeiten

Physik 6.–9. Klasse 116

TELSCHÉ NIELSEN UND LUTZ STÄUDEL

Überleben auf der Eisscholle?

Ein Phänomen modellhaft erschließen

Physik 7.–10. Klasse 120

DIETMAR HÖTTECKE

Mit dem Fahrrad unterwegs

Einen Versuch entwickeln

Physik 8.–10. Klasse 124

LUTZ STÄUDEL (SINUS HESSEN)

Eiskonfekt

Ein Phänomen aufklären

Physik/Chemie
8.–10. Klasse
auch Oberstufe 128

SINUS HESSEN

Weißé Pulver

Ordnungssysteme (re-)konstruieren

Chemie 5.–11. Klasse 134

SCHÜLERTIPPS

TELSCHÉ NIELSEN

Aufgaben strategisch lösen

Schülertipps zum Aufgabenlösen

141

AUSBLICK

SINUS HESSEN

Die Entwicklung einer Aufgabenkultur

Eine Aufgabe für die Fachgruppe

148