

# **„Naturwissenschaftlich Denken“ Ein Programm zur Förderung von fächerübergreifenden und Kontinuität-schaffenden naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen in den naturwissenschaftlichen Fächern der Sekundarstufe I.**

Ingolf Bartel, Stephan Block, Rita Böcker-Praetzelt, Dr. Wolff-Gerhard Dudeck  
Ursel Golsch-Bauer, Axel Gröning, Dr. Carola Hauk (wiss. Begleitung)

Impressum  
„Naturwissenschaftlich Denken“  
Auflage 2005

**Inhalt**

0. Abstract	4
1. Ausgangslage	5
1.1 Schulische Situation	5
1.2 Die Entwicklung zum Schulbegleitforschungs-Projekt	5
1.3 Entwicklungsstand des Projekts vor Beginn der Schulbegleitforschung	6
1.4 Bildungspolitischer Hintergrund	7
1.5 Entstehung des erkenntnisleitenden Interesses	7
1.6 Motivation und Beteiligung am SBF-Projekt	8
2. Vorgehen	9
2.1 Forschungsthema	9
2.2 Forschungsfragen	9
2.3 Zur Arbeitsorganisation der Gruppe	10
2.4 Projektmanagement, Einbeziehung der wissenschaftlichen Begleitung und Verantwortlichkeiten	11
2.5 Schulprogrammentwicklung und Schulbegleitforschung	11
2.6 Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen innerhalb und außerhalb der Schule	12
2.7 Die Evaluation des Projekts 152 mittels Aktionsforschung	12
2.7.1 Aktionsforschung, wie lässt sie sich charakterisieren ?	13
2.7.2 Der Forschungsverlauf	15
3. Ergebnisse	23
3.1 Informationen und Erkenntnisse bezogen auf den Forschungsbereich	23
3.1.1 Verständigung auf einen Methodenkatalog	23
3.1.2 Planung von Unterricht mit verstärktem NW-Methoden Anteil	25
3.1.2.1 Unterrichtsplanung mit der methodenzentrierten Inhaltszuordnung	25
3.1.2.2 Unterrichtsplanung mit der inhaltszentrierten Methodenzuordnung	25
3.1.3 Ergebnisse zur Durchführung NW-Methoden verstärkten Unterrichts	26
3.1.4 Ergebnisse zur Auswertung von NW-Methoden verstärktem Unterricht	27
3.2 Wirkungen im Forschungsfeld	28
3.3 Konsequenzen für die schulische Praxis	28
3.4 Übertragbare Verfahren, Arbeitshilfen und Materialien	28
3.5 Über den eigentlichen Forschungsbereich hinausgehenden Veränderungen	29
3.6 Erfüllte und unerfüllte Erwartungen	29
3.7 Probleme und Schwierigkeiten	30
3.7.1 Zur Fluktuation bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Arbeitsgruppe	30
3.8 Einfluss des Schulbegleitforschungsprojekts auf den aktuellen Stand der Schulprogrammarbeit	30
4. Perspektiven	31
5. Reflexion	32
5.1 Zur Rolle des Projektteams in der Schule	32
5.2 Zur Kooperation mit der Schulleitung, der wissenschaftlichen Begleitung, dem Koordinierungsgremien der SBF, dem Kollegium und den Eltern	32
6. Hinweise und Tipps	33
7. Schlussbemerkungen	33
8. Literatur	35

## **0. Abstract**

Das Schulbegleitforschungsprojekt“ hat zum Ziel, den Schülerinnen und Schüler in verstärktem Maße naturwissenschaftliche Denkweisen, Arbeitsweisen und Erkenntnisprozesse als fächerübergreifende Strukturen nahe zu bringen. Das zentrale Anliegen besteht in der praxisnahen Klärung der Fragestellung: „Wie kann Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern so verändert werden, dass die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen verstärkt zum Inhalt werden?“

Im Zentrum des Vorhabens steht die Entwicklung von Unterricht, in dem bestimmte naturwissenschaftliche Methoden explizit angewendet werden. Mit Hilfe von Fragebögen, Interviews, Protokollen und Gruppendiskussionen wird nach dem Vorbild der Aktionsforschung der Forschungsprozess des beteiligten NW-Kollegiums beschrieben. In der Gruppe der beteiligten Lehrkräfte werden die unterrichteten Inhalte der naturwissenschaftlichen Fächer kommuniziert. Es wird ein Katalog von naturwissenschaftlichen Denkweisen und Arbeitsweisen entwickelt. Aktuelle Unterrichtsstunden werden mit Hilfe dieses Katalogs unter den Fragestellungen analysiert: Welche naturwissenschaftlichen Methoden wurden unterrichtet? Wird mit den Schülerinnen und Schülern explizit thematisiert, in wie weit die jeweilige Methode zum Erkenntnisgewinn beiträgt? Welche Wirkung auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler können wir erkennen?

Als Ergebnis entstehen konkrete Materialien und Kriterien für die Planung von Unterricht mit verstärktem NW-Methoden-Anteil sowie Erfahrungen zur Durchführung und Auswertung eines solchen Unterrichts.

Darüber hinaus entwickelt sich der Fachbereich Naturwissenschaften im Hinblick auf Kooperation und Handlungsfähigkeit und initiiert einen Schwerpunkt „Naturwissenschaften / Mathematik für das Schulprogramm“ am Schulzentrum Rockwinkel.

## **1. Ausgangslage**

### **1.1 Schulische Situation**

Ausgangspunkt der Überlegungen für ein Projekt der Schulbegleitforschung (SBF) im Bereich der Naturwissenschaften am SZ Rockwinkel waren folgende Probleme unserer schulischen Praxis:

Ein Motivationsabfall der Schülerinnen und Schüler in den drei naturwissenschaftlichen Fächern nach Beendigung des Halbgruppenunterrichts (Klasse 5/6), zwei Kontinuitätsbrüche in der NW-Bildung in der Sekundarstufe I : die Aufgliederung der Naturwissenschaften in die drei Einzelfächer und die Unterbrechung jedes einzelnen Faches für jeweils ein Jahr, die geringe Querverknüpfung und Aufeinanderbezogenheit der drei naturwissenschaftlichen Fächer in den Jahrgängen 7-10, und die geringe Anwahl der naturwissenschaftlichen Fächer durch unsere Schülerinnen und Schüler für die Oberstufe.

Ein zusätzliches Problem zeigte sich durch die Tendenz nachlassender Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten beim Übergang von der Grundschule in die Sekundarschule I, die eine entsprechende Anpassung bzw. eine adäquate Umstrukturierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts erforderlich machte.

Mit dieser Problemsicht hinsichtlich der Situation in den Naturwissenschaften wurden wir über persönliche Kontakte auf ein Forschungsvorhaben „Case“ aus der Physikdidaktik der Universität Bremen ( Schwedes, Hauk) aufmerksam.

### **1.2 Die Entwicklung zum Schulbegleitforschungs-Projekt**

Der überwiegende Teil des regulären naturwissenschaftlichen Unterrichts fokussiert auf die Vermittlung jeweils spezifischer Sachkenntnisse. Das benötigte Handwerkzeug zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung soll dabei mitvermittelt werden, tritt jedoch in der Regel weit hinter die Inhalte zurück.

Ein pointiertes Gegenmodell zu dieser inhaltsorientierten Praxis des naturwissenschaftlichen Unterrichts findet sich in dem britischen Interventionscurriculum CASE ( Cognitive Acceleration Through Science Education ) [1], das in der deutschen Übersetzung „Naturwissenschaftliches Denken“ vorliegt. Dieses Curriculum stellt in einzigartiger Weise naturwissenschaftliche Denk-, Arbeitsweisen und Erkenntnisprozesse in den Vordergrund und behandelt sie exemplarisch an Themen aus den drei Naturwissenschaften (als Ergänzung der fachwissenschaftlichen Grundkenntnisse).

Carola Hauk ( SZ Findorff ) und Wolff-Gerhard Dudeck (SZ Rockwinkel) führten eine vom Senator für Bildung unterstützte Lehrerfortbildung über Case am SZ Rockwinkel durch, an der Lehrerinnen und Lehrer von drei Schulzentren (SZ Findorff, SZ Graubündener Str., SZ Rockwinkel) teilnahmen. Dies führte schließlich auch im SZ Rockwinkel zu einer Erprobung von Teilen des Case Curriculums im NW-Unterricht der 5. und 6. Klassen (Schuljahr 00/01).

### **1.3 Entwicklungsstand des Projekts vor Beginn der Schulbegleitforschung**

Die ersten unterrichtlichen Erfahrungen mit dem Curriculum „Naturwissenschaftlich Denken“ und dessen Adaption an bremische Verhältnisse stellten sich wie folgt dar:

- Das explizite Thematisieren von Erkenntnismethoden ist in Klasse 5 möglich und sinnvoll und stößt auf Interesse bei den Schülerinnen und Schülern. Das Interesse basiert möglicherweise auf Kompetenzerfahrungen, die durch das erfolgreiche Neuanwenden von bekannten Erkenntnismethoden in neuen Situationen gemacht werden können.
- Das explizite Thematisieren von Erkenntnismethoden erfordert von den Lehrerinnen und Lehrern ein verstärktes Hinterfragen von Schülervorstellungen, das Zulassen sogenannter „Fehlvorstellungen“ und deren Diskussion sowie die Konzentration auf Erkenntnismethoden statt auf Inhalte. Die Folge ist ein Unterricht mit mehr Schülerversuchen und Diskussionen.
- Unterrichtsstunden, die zu einer „Denkstruktur“ gehören, wie z.B.: „Variable“ oder „Proportionalität“ sollten in einer Einheit unterrichtet werden. Die SchülerInnen können dadurch ausreichend üben und werden mit der fremden Begriffswelt vertraut.
- Die benötigte materielle (experimentelle) Ausstattung ist teilweise aufwendig in der Beschaffung und Herstellung, wobei die z.T. genialen Versuchsideen erhöhte Anstrengung für die Entwicklung leicht realisierbarer Versuchsaufbauten rechtfertigen. In einigen Fällen ist das bereits gelungen. In anderen Fällen ist zu überlegen, ob das Methodische an anderen Inhalten thematisiert werden könnte.
- CASE wurde als geeigneter Ausgangs- und Kristallisationspunkt für weiterführende curriculare Überlegungen am SZ Rockwinkel wahrgenommen – als Ideen- und Materiallieferant für Unterrichtselemente.

## **1.4 Bildungspolitischer Hintergrund**

Die Ergebnisse der TIMSS-Studie zeigen, dass fachdidaktische Forschungsergebnisse gerade in Deutschland zu wenig in der Praxis angewendet werden. Das nach TIMSS bundesweit initiierte BLK-Modellprogramm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts (SINUS)“ versucht, ausgehend von schulinterner Lehrerzusammenarbeit, die Forschungsergebnisse in die Schulen zu transferieren und sie so zur Anwendung zu bringen. Bei der Benennung der Schwerpunkte der Veränderungsarbeit konzentriert sich die Expertise des Modellprogramms auf Themenbereiche aus den oben angesprochenen Forschungsergebnissen u.a. auf das naturwissenschaftliche Arbeiten: „Das Experimentieren, Beobachten, Vergleichen und Systematisieren spielt im naturwissenschaftlichen Unterricht eine herausragende Rolle. (...) das Formulieren von Fragestellungen und Vermutungen, die Aufbereitung und Interpretation der Ergebnisse und das Reflektieren der Vorgehensweise müssen zur Selbstverständlichkeit werden. Damit gewinnen das Sprechen, Austauschen, Verständigen und Diskutieren aber auch die Verschriftlichung eines zusammenhängenden Gedankengangs eine Bedeutung für den naturwissenschaftlichen Unterricht, die nicht immer erkannt wird“ .[ 8 ]

Die aktuell veröffentlichten Ergebnisse der PISA Studie bestätigten damit die Dringlichkeit der oben genannten Forderungen nach einer Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts, weg von der Akkumulation von Fachinhalten hin zur Bearbeitung expliziter Problemlöseprozesse. Vgl. [ 9 ], [ 10 ], [ 11 ], [ 12 ], [ 14 ], [ 15 ], [ 18 ], [ 19 ]. Naturwissenschaftliche Denkweisen und Erkenntnismethoden spielen dabei eine herausragende Rolle. Sie sind als „Gerüst“ bzw. für die Schülerinnen und Schüler als „roter Faden“ der Naturwissenschaften explizit zu thematisieren.

Damit waren zentrale Ideen unseres SBF-Projekts benannt.

## **1.5 Entstehung des erkenntnisleitenden Interesses**

Die aufgeführten Probleme des naturwissenschaftlichen Unterrichts am SZ Rockwinkel, die ersten positiven Erfahrungen mit dem Curriculum „Naturwissenschaftlich Denken“ (vgl.1.2) und deren theoretische Bestätigung durch TIMSS und PISA (vgl. Kap.1.3 und 1.4) führten zur Beantragung des Schulbegleitforschungsprojekts. Auf breiter kollegialer Basis, unterstützt durch die notwendige Unterrichtsentlastung, wollten wir den naturwissenschaftlichen Unterricht - insbesondere auch nach der Fächerdifferenzierung in Biologie, Chemie und Physik ab Kl. 7 - über die Klammer „Naturwissenschaftlich Arbeiten“ partiell reintegrieren. Damit wollten wir ein zentrales Anliegen naturwissenschaftlicher Grundbildung in die

unterrichtliche Praxis umsetzen und im Hinblick auf Möglichkeiten, Grenzen und Wirkungen untersuchen.

### **1.6 Motivation und Beteiligung am SBF-Projekt**

Da die bisherigen externen Beteiligten am „CASE-Projekt“ für die Mitarbeit entfielen, wurden zukünftige Mitarbeiter für das Schulbegleitforschungsprojekt innerhalb des NW-Kollegiums des SZ Rockwinkels gesucht.

Im Rahmen einer NW-Fachkonferenz wurde das Projekt im Frühjahr 2002 vorgestellt, diskutiert und interessierte Kolleginnen und Kollegen gezielt auf ihre Mitarbeit angesprochen.

Das Startteam setzte sich schließlich aus sechs Kolleginnen und Kollegen zusammen, deren Unterrichtsschwerpunkte sich auf Orientierungsstufe, Hauptschule, Realschule und Gymnasium sowie auf die unterschiedlichen Jahrgänge in etwa gleichmäßig verteilten.

Als Motivation bzw. Interesse an der Mitarbeit am SBF-Projekt wurden von den Teilnehmern die folgenden Gesichtspunkte genannt, die sich allerdings im Hinblick auf die Bedeutung für die einzelnen Teilnehmer sehr unterschieden:

- Thematik ist bedeutend für besseren NW-Unterricht
- Die Attraktivität des NW-Unterrichts steigern
- Stärkung des Fachbereichs NW
- Den eigenen Unterricht verbessern aufgrund von Austausch und Rückkopplung mit und von Kollegen
- Abwechslung in den Berufsalltag bringen
- Einblick in die Arbeit der NW-Kolleginnen und Kollegen erhalten
- Teamarbeit befruchtet Arbeit und Motivation
- Verbesserung der Zusammenarbeit im Kollegium
- Rekrutierungsdruck

Die Arbeitswirklichkeit bereinigte die Gruppenzusammensetzung relativ schnell:

Im ersten Halbjahr stiegen ein Kollege und eine Kollegin aus inhaltlichen sowie arbeitstechnischen Gründen aus, nach einem Jahr ein weiterer Kollege (Schulwechsel). Dafür kam im zweiten Jahr ein neuer Kollege hinzu.



## 2. Vorgehen

### 2.1 Forschungsthema

Gegenstand des Schulbegleitforschungsprojektes 152 ist eine Konzipierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts der Sekundarstufe I, die den SchülerInnen in verstärktem Maße naturwissenschaftliche Denkweisen, Arbeitsweisen und Erkenntnisprozesse als fächerübergreifende Strukturen nahe bringt. Damit sollen die Gemeinsamkeiten der Naturwissenschaften akzentuiert werden, die so auch nach der Auftrennung in die Fächer Biologie, Chemie und Physik (je nach Schulart nach Jahrgang 6, bzw. nach Jahrgang 8) erhalten bleiben und damit für ein Mehr an Kontinuität sorgen. Wir erwarten bei den Schülerinnen und Schülern eine Zunahme der naturwissenschaftlichen Handlungskompetenz und Motivation. Bei den am Projekt beteiligten Lehrerinnen und Lehrern erwarten wir Erkenntnisse im Hinblick auf die Planung und Durchführung eines auf Erkenntnismethoden fokussierenden Unterrichts in den naturwissenschaftlichen Fächern.

### 2.2 Forschungsfragen

Unsere Ziel ist es, die fächerübergreifende naturwissenschaftliche Kompetenz unserer Schülerinnen und Schüler durch einen entsprechenden Unterricht zu stärken (vgl. Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung – Bundesbildungsstandards Biologie/Chemie/Physik.) [ 4 ], [ 5 ], [ 6 ], [ 7 ].

Auf Grundlage der Vorarbeiten des Projekts (vgl. Kap. 1.3) wurden zu dieser Zielsetzung verschiedene konkrete Fragestellungen entwickelt. Die übergeordnete Fragestellung des Forschungsprojekts lautet: „Wie kann Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern so verändert werden, dass die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen verstärkt zum Inhalt werden?“

- Was verändert sich für die Lehrerinnen und Lehrer im Hinblick auf Planung, Durchführung und Auswertung von Unterricht?
- Was verändert sich für die Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf Lernerfolg und Motivation?
- Was verändert sich hinsichtlich Kommunikation und Zusammenarbeit im Kollegium ?

Um diese Fragen zu beantworten, wurden wesentliche Schritte des Entwicklungsprozesses der Schulbegleitforschungsgruppe auf dem Weg zu

Unterrichtsstunden, die naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen in den Mittelpunkt stellen, mittels Aktionsforschung evaluiert.

### **2.3 Zur Arbeitsorganisation der Gruppe**

Unsere Absicht, die Teamarbeitszeiten der Gruppe in den regulären Stundenplan zu integrieren (z.B. 5./6. Stunde open-end-Option) und damit die optimalen Arbeitsbedingungen für das Schulbegleitforschungsteam zu erhalten und die Bedeutung bzw. den Stellenwert unserer Arbeit zu betonen, scheiterte an Stundenplanzwängen. Mit großer Mühe gelang dies im ersten Jahr für eine 5. Stunde für drei Kolleginnen und Kollegen, die über eine erhöhte Freistellung für das SBF-Projekt verfügten. Im ersten Jahr wurde demnach in zwei Teams gearbeitet: wöchentliche Treffen der Kleingruppe und dreiwöchentliche Treffen im Gesamtteam.

Die Kleingruppe übernahm Aufgaben, die sich die Gesamtgruppe gestellt hatte, z.T. wurde auch selbstgewählten Fragestellungen nachgegangen. Diese Arbeit wurde jeweils der Großgruppe vorgetragen und diskutiert. Der enge Zeitrahmen für die wöchentliche Arbeit bewog die Gruppe zur Aufgabe dieses Arbeitssystems, das darüber hinaus bedingt durch Vertretungsstundenzwänge latent bedroht war. Festzustellen ist hier, dass eine gemeinsame unterrichtliche Freistellung der Gesamtgruppe an einem Tag der Woche ab der vierten Stunde (in einem relativen Frischezustand) optimale Arbeitsbedingungen hergestellt hätte.

Das Gesamtteam traf sich im zweiten und dritten Jahr in Abständen von etwa drei Wochen nachmittags jeweils zwei bis drei Stunden. Auch hier zeigte sich, dass „schulische Zwänge“ unsere langfristigen Terminplanungen z.T. nicht unerheblich torpedierten – trotz langfristiger auch schulöffentlich gemachter Terminierungen. Dies betraf insbesondere das Schulleitungsmitglied im SBF-Team: Behördentermine wurden mehrfach kurzfristig vorgegeben und machten schwierige Neuterminierungen nötig.

Die Größe der Gruppe (sechs Kolleginnen und Kollegen), die unterschiedlich gewählten Mitwirkungsfreistellungen für das Projekt und die Art und Weise unseres Vorgehens („Aktionsforschung“) führten zu einem im Folgenden dargestellten Projektmanagement.

## **2.4 Projektmanagement, Einbeziehung der wissenschaftlichen Begleitung und Verantwortlichkeiten**

Die langfristige Projektplanung sah folgende Handlungsschritte vor: Zielfindung, Planung, Durchführung, Auswertung, Dokumentation. Sie wurde jedoch nicht in dieser idealtypischen Weise realisiert, wie im Kapitel „Aktionsforschung“ deutlich wird ( Kap. 2.7 ).

Die Initiatoren des Projekts, Carola Hauk und Wolff-Gerhard Dudeck, übernahmen mit Konsens der Gruppe formale Aufgaben, wie Kommunikation mit dem LIS und der Schulleitung, Terminkoordination, Gesprächsleitung und Protokollführung. Die inhaltliche Arbeit wurde im Team diskutiert und einvernehmlich ausgehandelt ebenso wie die Aufgabenverteilung, die entsprechend der unterschiedlichen Freistellung (Stundenentlastung) ausgeführt wurde.

Die wissenschaftliche Begleitung, Carola Hauk, wirkte in der Mehrzahl der Sitzungen aktiv am Diskussionsprozess mit und übernahm selbst Aufgaben sowohl im Rahmen der Forschung als auch in der Protokollführung. In der Regel beinhalteten die Gruppensitzungen einen Berichtsteil (Erkenntnisse/Ergebnisse zum Projektthema aus den zurückliegenden Wochen), einen dazugehörigen Diskussionsteil, einen Ziel- und Planungsteil zur konkreten Weiterarbeit, in regelmäßigen Abständen einen reflektorischen Teil (Wo stehen wir? Läuft die Arbeit in die richtige Richtung?) und abschließend einen formalen Teil (Protokollabsprachen).

## **2.5 Schulprogrammentwicklung und Schulbegleitforschung**

Zu Beginn der Schulbegleitforschungsarbeit verfügte das SZ Rockwinkel weder über ein Schulprogramm noch über Ansätze einer schulinternen Evaluation.

Nach behördlichen Auflagen und nach Klärung der sich seit Jahren hinschleppenden Unsicherheiten bezüglich der schulischen Zukunft des Schulzentrums („Schulzentrum Rockwinkel mit Profil-Oberstufe“) nahm eine Gruppe aus Lehrern und Eltern im Frühsommer 2004 die Schulprogrammentwicklungsarbeit auf.

Durch die in diesem Ausschuss mitwirkenden Teammitglieder der Schulbegleitforschung entstand im 2. Jahr des Projekts (2003/2004) eine erhebliche Einflussnahme auf die Schulprogrammentwicklung und die Profilbildung der sich abzeichnenden Erweiterung des Schulzentrums um eine gymnasiale Oberstufe (siehe Ergebnisse der SBF / Kap. 3.8 ) → Schulprogrammteil ).

## **2.6 Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen innerhalb und außerhalb der Schule**

Innerschulisch fand ein regelmäßiger Informationsfluss in die Fachkonferenzen statt. Zusätzlich bestanden Arbeitskontakte zu drei weiteren Arbeitsgruppen außerhalb der Schule:

1. Die Berliner „Naturwissenschaftlich-Denken-Gruppe“. Über Sinus-Transfer-Kontakte vermittelt, kooperierten wir im 1. Forschungsjahr in Hinblick auf die praktische Umsetzbarkeit eines NW-Methoden verstärkten Unterrichts mit der Berliner Gruppe ( mit einem gemeinsamen Treffen in Bremerhaven auf der MNU-Tagung ). Es kam dabei zu einem fruchtbaren Material- und Erfahrungsaustausch. Wegen der sich unterschiedlich entwickelnden Arbeitsrichtungen der Gruppen, kam es zu keinem weiteren Kontakt (die Berliner strebten eine detaillierte Curriculum-Entwicklung an).
2. die Sinus-Transfer-Arbeitsgruppe
3. die Bildungsplangruppe Naturwissenschaften, LIS, Abteilung 2. Durch Personalunion (Carola Hauk / Wolff-Gerhard Dudeck) wurden Anregungen zwischen der Schulbegleitforschungsgruppe und den beiden Arbeitsgruppen ausgetauscht.

## **2.7 Die Evaluation des Projekts 152 mittels Aktionsforschung**

Die wissenschaftliche Begleitung im Projekt 152 wurde von Frau Dr. Carola Hauk geleistet. Ihre Rolle innerhalb der Schulbegleitforschungsgruppe war zu Anfang nicht eindeutig. An der Universität Bremen hatte sie sich mit dem englischen Curriculum CASE und damit mit dem Thema „Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen“ beschäftigt; das veranlasste sie dazu, Mitinitiatorin des Schulbegleitforschungsprojektes am Schulzentrum Rockwinkel zu werden. Sie hatte also ein starkes inhaltliches Interesse an der Entwicklung und am Fortkommen des Projektes. Gleichzeitig aber war sie für die wissenschaftliche Begleitung des Projektes verantwortlich. Diese Rollenüberschneidung hatte einerseits zur Folge, dass sie nahezu an jeder Sitzung teilnahm und sich an der inhaltlichen Diskussion und deren Fortentwicklung beteiligte; andererseits musste sie sich selbst immer wieder dazu aufrufen eine wissenschaftliche Metaebene anzunehmen, auf der sie den Entwicklungsprozess analysierte um mit dem Ergebnis die folgende Entwicklung der Gruppe zu moderieren. Aus dieser Doppelrolle heraus ergab sich letztlich der Entschluss der Gruppe, den eigenen Entwicklungsprozess wissenschaftlich nach dem

Vorbild der Aktionsforschung zu beschreiben. [ 2 ].Die Diskussionen mit dem ehemaligen Schulbegleit-forschungsteams des Schulzentrums an der Drebber Straße bestärkte uns in diesem Entschluss.

Gründe, die diese Entscheidung zur formativen Evaluation beeinflusst haben:

- Die einzelnen Entwicklungsschritte festzuhalten, zu dokumentieren und zu reflektieren, beschreibt den Arbeitsprozess der Forschergruppe. Meinungen und Vorstellungen über Unterricht werden auf diese Weise thematisiert und reflektiert. (Nach Altrichter und Porsch [2] vermittelt praktisches Handeln (unterrichten) Werte (Fachmethoden/ Fachinhalte). Die Übersetzung der Werte in praktisches Handeln ist individuell verschieden und muss immer wieder reflektiert und überprüft werden. )
- Zu Beginn der Forschungsarbeit wurde deutlich, dass die Kolleginnen und Kollegen in vielen verschiedenen Jahrgängen und Schulstufen eingesetzt waren. Dieser heterogene Unterrichtseinsatz führte dazu, dass ein Anfangszustand der beteiligten Schüler nicht ohne hohen Aufwand festgehalten hätte werden können. Außerdem wäre es schwer gewesen, eine in der Zusammensetzung konstant bleibende Vergleichsgruppe sowie eine Untersuchungsgruppe zu finden, die auch nach drei Jahren zur Messung des „Endzustandes“ noch zur Verfügung gestanden hätte. Der Aufwand für diese Art der Evaluation war der Gruppe zu hoch, zumal zu diesem Zeitpunkt nicht geklärt war, welche Art von Unterrichtsveränderungen in Richtung „Naturwissenschaftlich Denken“ vorgenommen werden sollten.
- Die Vielzahl von Aspekten, die bei einem Prozess der Unterrichtsentwicklung eine Rolle spielen, können auf diese Weise dokumentiert und zukünftigen schulinterne Arbeitsgruppen hilfreich sein.

### **2.7.1 Aktionsforschung, wie lässt sie sich charakterisieren ?**

Folgende Merkmale sind charakteristisch für Aktionsforschung. [ 2 ] S. 15 ff.):

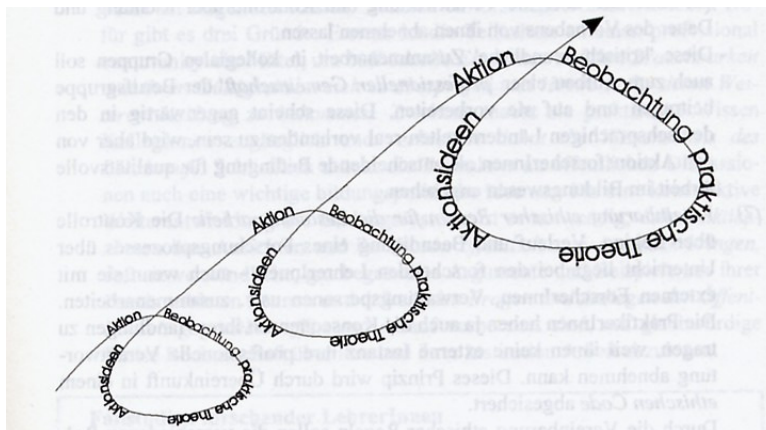
- Es handelt sich um Forschung von Personen, die von einer sozialen Situation betroffen sind.
- Sie setzt an Fragen der schulischen Praxis an.
- Praktiker formulieren Fragestellungen aus ihrer eigenen Praxis, die sie als bedeutsam für ihre Berufstätigkeit ansehen.
- Sie hat ein Repertoire an einfachen Methoden: Interviews, Protokolle von Diskussionsrunden, Fragebögen an Lehrer/Schüler usw..

- Der kreative (Forschungs-) Prozess aus einer komplexen Situation heraus entsteht über das In-Beziehung-Setzen von Aktion und Reflexion. Praktisch funktioniert das so (vgl. Abbildung 1 mit nach „oben“ führender Spirale aus einem Kreislauf von Reflexion und Aktion):

Über einen längeren Zeitraum betreiben Praktiker am Ort ihrer Praxis Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu ihrer Fragestellung, wobei sie immer wieder Reflexions- und Aktionskomponenten in Beziehung bringen:

Auf die eigene Praxis zurückblickend versuchen sie, eine Erklärung der abgelaufenen Situation, eine „praktische Theorie“, zu entwickeln. Von jeder praktischen Theorie kann man auch nach vorne schauen und Ideen für nachfolgende Handlungen entwickeln. Diese werden – nach Durchführung - erneut reflektiert. Oft wird auf diese Weise eine praktische Theorie weiterentwickelt.

- Ein weiteres wesentliches Merkmal von Aktionsforschung besteht darin, verschiedene Perspektiven auf die zu untersuchende Situation zu sammeln und sie miteinander zu konfrontieren (Schüleraussagen, Aussagen von nicht beteiligten Kollegen und Kolleginnen, Hospitationen) .



**Abbildung 1: Nach „oben“ führende Spirale aus einem Kreislauf von Reflexion und Aktion**

## 2.7.2 Der Forschungsverlauf

### Aktion 1

Die beteiligten Kolleginnen und Kollegen schreiben die Fachthemen auf Karteikarten ( Abb. 2 ), die sie im Laufe des Schuljahres in ihren aktuellen Klassen unterrichten werden. Ergänzt werden die Fachinhalte mit Beispielen und NW-Methoden, die darin eine Rolle spielen.

Thema	Beispiel
Klassenstufe / Hlbg.	NW-Methode

**Abbildung 2**

### Ziele

- 1) Inhalte der Curricula offen legen
- 2) Inhalte aufeinander abstimmen
- 3) Übereinstimmungen in den NW-Methoden aufdecken
- 4) NW-Methoden abstimmen

### Beobachtungen

- Ein Vergleich zwischen den drei Fächern Biologie, Chemie und Physik und eine Überprüfung auf Gemeinsamkeiten fällt der Gruppe auf Grundlage dieser Karteikarten schwer: Es sind keine Strukturen in der Vielzahl der verschiedenen Fachinhalte erkennbar.
- Dieser inhaltliche Weg wird nach kurzer Zeit aufgegeben.

### Praktische Theorie

- Der Schwerpunkt unserer Forschung liegt in den naturwissenschaftlichen Methoden, den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Beim ersten Suchen nach diesen NW-Methoden, gehen wir sehr inhaltsorientiert vor. Es zeigt sich, dass dieser Weg eher behindert als unterstützt. Es fällt uns Kolleginnen und Kollegen schwer von der gewohnten Sicht auf Fachinhalte wegzugehen und den Blick auf die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zu legen.

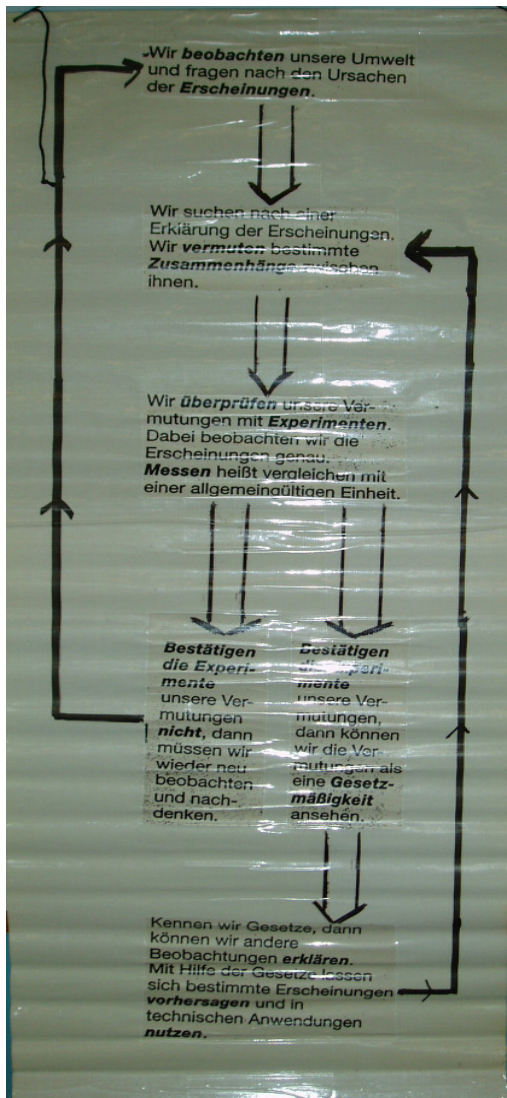


Abbildung 3

### Aktionsidee

Wir gehen von den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen aus und suchen diese in den unterrichteten Fachinhalten. Wir verlagern also den Schwerpunkt auf die NW-Arbeitsweisen.

### Aktion 2

Die Kolleginnen und Kollegen stellen einige naturwissenschaftliche Arbeitsweisen zusammen. Sie legen eine Reihenfolge der Arbeitsweisen fest, nach der man ein naturwissenschaftliches Phänomen erforschen kann. (vgl. Abb. 3)

### Beobachtung

Wir erstellen eine Liste von 28 aufeinander folgenden und voneinander zu unterscheidenden NW-Methoden. ( Abb. 6 ).

### Praktische Theorie

Zur Anwendung im Unterricht und zur Nutzung und Übersicht für Schülerinnen und Schüler ist diese Liste von NW-Methoden zu lang. Schülerinnen und Schüler brauchen wenige, sinnvoll aufeinander aufgebaute Methodenschritte, die den Erkenntnisweges darstellen und verständlich machen.

### Aktionsidee

Die Gruppe erkennt, dass es gut wäre, wenn den Schülerinnen und Schüler ein anschauliches Verlaufsschema für naturwissenschaftliche Arbeitsweisen zur Verfügung stünde.



### **Aktion 3**

Wir erstellen ein Wandplakat für den Klassenraum, auf dem die einzelnen Erkenntnisschritte zusammengefasst sind und für Schüler sinnvoll und überschaubar dargestellt werden.

### **Beobachtung**

Erfahrungen (Interview):

(Lehrperson 1) *Im Unterricht erhalten die Schüler die einzelnen Stationen des Naturwissenschaftlichen Arbeitens ungeordnet. Sie erhalten den Auftrag, diese Stationen in eine sinnvolle Reihenfolge zu bringen. Die eigenen Vorstellungen werden mit der naturwissenschaftlichen Vorgehensweise abgeglichen. Der so gemeinsam erstellte Ablauf ist von jetzt an Bestandteil des Unterrichts und er hängt an der Wand. Immer wieder wird reflektiert, an welchem Abschnitt des Ablaufes gerade gearbeitet wird.*

(Lehrperson 2) *Ich nehme im Unterricht – fast in jeder Stunde –wiederholt Bezug zu dem Wandplakat: „Wo in diesem naturwissenschaftlichen Prozess befinden wir uns gerade?“ Welche Arbeitsweise kommt als nächstes und warum ist sie sinnvoll?*

(Lehrperson 3) *Es kommt vor, dass die Schüler mich auf einzelne Arbeitsweisen, die auf dem Plakat formuliert sind, ansprechen: „Zuerst brauchen wir eine Hypothese – steht doch auch auf dem Plakat“.*

### **Praktische Theorie**

Die Gruppe sieht auch im Nachhinein das Wandplakat, das den Ablauf des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses zeigt, als nützlich und sinnvoll an.

### **Aktion 4**

Die Kolleginnen und Kollegen entwickeln einen Fragebogen für sich selbst, der es leichter machen soll, den Unterricht im nachhinein zu reflektieren (vgl. Anhang ).

Frage: Welche naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen führen die Schülerinnen und Schüler durch ?

### **Beobachtung**

Die Datengrundlage der nachstehenden Übersicht basiert auf neun Unterrichtsstunden, die im Nachhinein mit Hilfe des Fragebogens evaluiert wurden:

	In n Stunden von 9
Schüler haben experimentiert	8
Schüler haben eigene Fragestellung formuliert	3
Schüler haben Hypothesen formuliert	2
Schüler haben eine Untersuchung geplant	3
Schüler haben eine Untersuchung durchgeführt	6
Schüler haben Daten gemessen	4
Schüler haben einen Versuch protokolliert	6
Schüler haben Daten ausgewertet	3
Schüler haben Schlussfolgerungen aus den Daten gezogen	7
Schüler haben über Messergebnisse kommuniziert, sie gegenüber Dritten präsentiert	2
Schüler haben im Unterricht NW-Methoden thematisiert	6

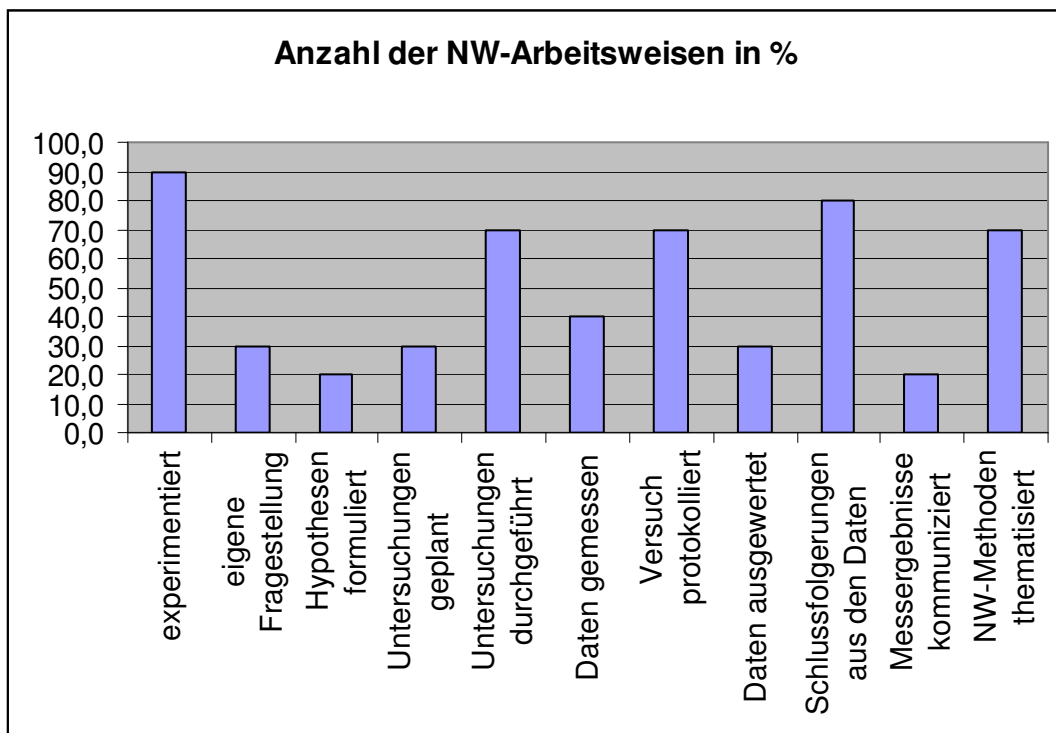


Abbildung 4

### Praktische Theorie

Die Auswertung zeigt, dass in den ausgewählten Experimentierstunden die Schüler fast immer die Untersuchung selbst durchführten, protokollierten, die Schlussfolgerung gezogen und ihr methodisches Vorgehen thematisiert haben. In geringem Maße wurden eigene Fragestellungen und Hypothesen formuliert, Untersuchungen geplant, Daten gemessen und kommuniziert.

**Aktionsidee**

- (1) Die Kolleginnen und Kollegen wollen versuchen, die Schüler in Zukunft mehr an der konkreten Planung der Untersuchung und der Hypothesenbildung zu beteiligen. Ebenso soll die Kommunikation über Messwerte verstärkt werden.
- (2) Eine mögliche Veränderung soll zu einem späteren Zeitpunkt (2005) noch einmal mit dem selben Fragenkatalog auf breiterer Datenbasis untersucht werden.
- (3) Die Kolleginnen und Kollegen wollen den Unterricht dokumentieren und diskutieren, um ihren Bewusstseinsprozess zu schärfen.

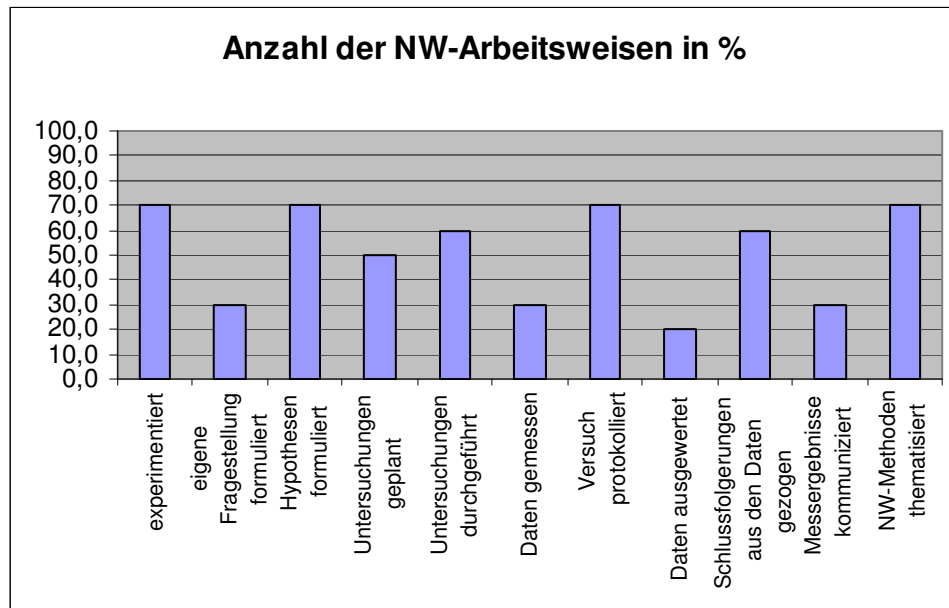
**Aktion 5**

Der Fragebogen, der schon 2003 dafür genutzt wurde, die Häufigkeit der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen im Unterricht festzuhalten, wird auch 2005 wieder eingesetzt.

**Beobachtung**

Die Datengrundlage basiert auf 15 Unterrichtsstunden, die im Nachhinein mit Hilfe des Fragebogens evaluiert wurden:

	In n Stunden von 15
Schüler haben experimentiert	10
Schüler haben eigene Fragestellung formuliert	5
Schüler haben Hypothesen formuliert	11
Schüler haben eine Untersuchung geplant	8
Schüler haben eine Untersuchung durchgeführt	9
Schüler haben Daten gemessen	5
Schüler haben einen Versuch protokolliert	11
Schüler haben Daten ausgewertet	3
Schüler haben Schlussfolgerungen aus den Daten gezogen	9
Schüler haben über Messergebnisse kommuniziert, sie gegenüber Dritten präsentiert	5
Schüler haben im Unterricht NW-Methoden thematisiert	10



**Abbildung 5**

Vergleicht man den prozentualen Anteil der NW-Methoden im Unterricht zu Beginn des SBF-Projekts mit dem Anteil im zweiten Drittel, so lassen sich mit dieser Messmethode folgende Aussagen treffen:

1. Deutlich häufiger formulieren die SchülerInnen Hypothesen. (+ 50 %)
2. Ebenfalls häufiger planen die SchülerInnen Untersuchungen. (+20 %)
3. Das „klassische“ Experimentieren nimmt ab (-20 %)
4. Ebenso nimmt das „Daten messen“ und das „Ziehen von Schlussfolgerungen aus Daten“ ab (jeweils -20 %), was aber auch zum sog. „klassischen“ Experimentieren zählt.

### **Praktische Theorie**

Die Messmethode, mit der die Anwendung von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen im Unterricht „vorher“ und „nachher“ verglichen wird, ist nur bedingt nützlich. Jedoch bestätigt sie die Aussagen der Kolleginnen und Kollegen: Im Unterricht wird verstärkt darauf geachtet, dass die Schülerinnen und Schüler im Zusammenhang mit Experimenten Hypothesen bilden und daran anschließend Versuche planen. Gleichzeitig werden gezwungenermaßen bisherige Bestandteile von Unterricht zurückgefahren. Dabei handelt es sich um das „klassische Experimentieren“, das ausführliche Handlungsanweisungen beinhaltet, die von Schülerinnen und Schülern nur nachvollzogen werden müssen, ohne unbedingt gedanklich durchdrungen werden zu müssen. Dazu gehört auch das Messen von Daten und das Ziehen von Schlussfolgerungen aus Daten.

## **Aktion 6**

Die Kolleginnen und Kollegen entwickeln ein Raster, mit dem sie Unterrichtsstunden dokumentieren wollen, in denen die NW-Arbeitsweisen im Vordergrund stehen.

### **Beobachtung**

(a) In der Diskussion um die Strukturierung des Dokumentationsrasters werden mehrere Punkte deutlich:

- Es ist wichtig, die aktuelle NW-Arbeitsweise auch den Schülerinnen und Schülern gegenüber als Ziel der Stunden zu nennen.
- Der Fachinhalt, die Fachsystematik, muss in einer solchen Stunde in den Hintergrund treten.
- Die Schüleraktionen im Unterricht zu dokumentieren ist sinnvoll, weil daraus deutlich wird, wie intensiv diese mit der Aufgabe beschäftigt sind.
- Die Aufgaben der Lehrerinnen und Lehrer vor und in der Stunden zu dokumentieren legt eine mögliche Veränderung der Lehrarbeit offen.
- Schwierigkeiten, die bei den Schülerinnen und Schülern während der Versuchsdurchführung auftreten, werden festgehalten, um Problemfelder zu identifizieren (z.B. das Interpretieren oder Zeichnen von Diagrammen...)
- ein großes Interesse der Kolleginnen und Kollegen ist, über den Unterrichtsverlauf zu sprechen und sich gegenseitig Anregung zu geben.

(b) Das Dokumentationsraster :

- Titel der Stunde
- Fach / unterrichtende Lehrperson
- Unterrichtsthema
- Ziel (methodisch und inhaltlich)
- Zeitdauer / Schülerzahl
- Material
- Ablauf
- Schülerarbeit, -verhalten
- Lehrarbeit, Aufgaben der Lehrperson
- Ergebnisse (exemplarisch)
- Bewertung der Schülerleistung
- Allgemeine Bemerkungen
- Arbeitsblätter

### **Praktische Theorie**

Die Entwicklung eines Dokumentationsrasters öffnet den Blick für andere wichtige Themen, die mit der Fokussierung auf naturwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen in Verbindungen stehen. Sie werden in der folgenden Aktionsidee deutlich.

### **Aktionsidee**

Die Gruppe beschließt vier Forschungsschwerpunkte:

- I. In Formularen soll der eigene Unterricht dokumentiert, gegenseitig vorgestellt und diskutiert sowie überarbeitet werden.
- II. Der naturwissenschaftliche Erkenntnisprozess soll für Schülerinnen und Schüler in einem einheitlichen Schema veranschaulicht werden.

### **Aktion 7**

Auf der Grundlage von Gruppeninterviews und Protokollen werden im folgenden Unterrichtsbeispiele vorgestellt, diskutiert und analysiert. Zur Planung einzelner Stunden wurden auch aktuelle Veröffentlichungen zu Rate gezogen. [ 3 ], [ 9 ], [ 12 ], [ 13 ], [ 14 ], [ 16 ], [ 17 ]. In Kapitel 3 finden sich die Ergebnisse dieses Diskussions- und Entwicklungsprozesses.

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1 Informationen und Erkenntnisse bezogen auf den Forschungsbereich**

Die in Kapitel 2 beschriebene Vorgehensweise liefert uns eine Reihe von Daten und Aussagen, die im Folgenden in strukturierter Form als Ergebnisse unseres Projekts dargestellt werden. Die wesentlichen Datenquellen sind dabei:

- Fragebögen,
- Protokolle über mündliche Berichte,
- Gruppendiskussionen des Teams.

##### **3.1.1 Verständigung auf einen Methodenkatalog**

Unserer Fragestellung entsprechend, wie naturwissenschaftlicher Unterricht in Richtung „Naturwissenschaftlich Denken“ verändert werden könnte, wurde in mehreren Ansätzen nachgegangen.

Den beteiligten Kolleginnen und Kollegen aus den drei naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik gelang nach kurzer Zeit die Verständigung auf einen gemeinsamen Katalog „Naturwissenschaftliche Methoden im Unterricht“ (vgl. Abb. 6 ). Dieser enthält nach den typischen Arbeitsschritten gegliedert alle wichtigen Gesichtspunkte einer naturwissenschaftlichen Untersuchung.

Der Methodenkatalog erfüllt für unsere persönliche forschende unterrichtliche Arbeit und die Arbeit der gesamten Forschungsgruppe eine maßgebliche Rolle für die

- Unterrichtsplanung
- Unterrichtsdurchführung
- Unterrichtsauswertung

Naturwissenschaftlich Denken

Methoden	Erläuterung/Rahmen	
Formulierung einer naturwissenschaftlichen Fragestellung	Beobachten eines Phänomens	<input type="checkbox"/>
	Beschreiben eines Phänomens	<input type="checkbox"/>
	Aus dem Phänomen das Problem definieren	<input type="checkbox"/>
	Eine Frage formulieren, die naturwissenschaftlich untersucht werden kann	<input type="checkbox"/>
	Zerlegung in Teilprobleme	<input type="checkbox"/>
Formulierung von Hypothesen	Relevante Variablen finden,	<input type="checkbox"/>
	Analogie- und Modellbildung,	<input type="checkbox"/>
	Einbringen von Vorerfahrungen.	<input type="checkbox"/>
Planung einer Untersuchung	Entwerfen der Versuchsanordnung,	<input type="checkbox"/>
	Ausarbeiten von Messverfahren,	<input type="checkbox"/>
	Variablenkontrolle,	<input type="checkbox"/>
	Fehlerquellen reduzieren.	<input type="checkbox"/>
Durchführung einer Untersuchung	Materialkenntnis und -benutzung,	<input type="checkbox"/>
	Sammeln und Aufzeichnen von Daten,	<input type="checkbox"/>
	Beobachtungs-verfahren,	<input type="checkbox"/>
	exaktes Arbeiten,	<input type="checkbox"/>
	Sicherheit.	<input type="checkbox"/>
Auswerten und Interpretieren der Daten	Daten darstellen,	<input type="checkbox"/>
	Daten vergleichen,	<input type="checkbox"/>
	Daten zusammenfassen	<input type="checkbox"/>
	Daten auswerten.	<input type="checkbox"/>
	Fehlerdiskussion. Hypothese überprüfen.	<input type="checkbox"/>
	Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge formulieren.	<input type="checkbox"/>
Schlussfolgerungen, Vertiefung, Transfer	Theoriebezug herstellen.	<input type="checkbox"/>
	Bezug zu Modellen,	<input type="checkbox"/>
	Modellbildung.	<input type="checkbox"/>
	Anwendungen,	<input type="checkbox"/>
	Vorhersagen,	<input type="checkbox"/>
	Generalisierung.	<input type="checkbox"/>
Kommunizieren, Präsentieren gegenüber Dritten	Beschreibung und Darstellung der Ergebnisse,	<input type="checkbox"/>
	Zusammenfassen der Ergebnisse,	<input type="checkbox"/>
	Eigenen Arbeitsprozess kritisch beurteilen.	<input type="checkbox"/>
	Vergleich mit Literatur oder anderen Ergebnissen.	<input type="checkbox"/>

Abbildung 6



### **3.1.2 Planung von Unterricht mit verstärktem NW-Methoden Anteil**

Wir untersuchten die Möglichkeit, zu einer sinnvollen Zuordnung zwischen naturwissenschaftlichen Methoden und Unterrichtsinhalten zu kommen. Prinzipiell gab es hier zwei Möglichkeiten:

- Erstens: Ausgangspunkt ist die Methode, zugeordnet werden Unterrichtsinhalte (methodenzentrierte Inhaltszuordnung)
- Zweitens: Ausgangspunkt ist der Unterrichtsinhalt, zugeordnet werden Methoden (inhaltszentrierte Methodenzuordnung).

#### **3.1.2.1 Unterrichtsplanung mit der methodenzentrierten Inhaltszuordnung**

„Naturwissenschaftlich Denken“ (vgl. Kapitel 1.2. ) ist nach unserer Kenntnis das einzige Curriculum mit einer methodenzentrierten Inhaltszuordnung. Wir analysierten anfangs in wie weit es in den Unterricht nach unserer Fragestellung eingebunden werden kann. Es zeigte sich, dass es in der ursprünglichen Form nicht mit dem Bildungsplan der naturwissenschaftlichen Fächer in Bremen kompatibel ist.

Die von uns mehrfach erprobten und bewährten Anfangsstunden von „Naturwissenschaftlich Denken“ werden jedoch in Zukunft in die Methodenpropädeutik des naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts im Schulzentrum Rockwinkel einfließen. (vgl. Kapitel 3.3)

Als methodenzentriertes Curriculum mit der bewussten Zentrierung auf die Entwicklung von Arbeitsweisen thematisiert „Naturwissenschaftlich Denken“ diese systematisch in jeweils kurzen Einheiten. Sie werden über zwei Jahre hinweg in mehrwöchigem Abstand unterrichtet. Für die unterrichtliche Erarbeitung größerer Sachzusammenhänge ist es dadurch untauglich. Für die punktuell schwerpunktsetzende auf „Naturwissenschaftliches Denken“ fokussierte Unterrichtsplanung ist diese Art von methodenzentrierter Inhaltszuordnung jedoch gut geeignet.

#### **3.1.2.2 Unterrichtsplanung mit der inhaltszentrierten Methodenzuordnung**

Unterrichtsplanung mit der inhaltszentrierten Methodenzuordnung setzt voraus, dass naturwissenschaftliche Methoden systematisch mit in die an die Schülerinnen und Schüler gerichteten Aufgaben einbezogen werden. (Neue Aufgabenkultur; vgl. SINUS-Expertise, [ 8 ])

Folgende Planungskriterien stellten sich bei dieser Art der Unterrichtsvorbereitung als fruchtbar heraus.

- Naturwissenschaftliche Methoden werden mit in die an die Schülerinnen und Schüler gestellte Aufgabe einbezogen. (**Methodenrepräsentanz**)
- Es werden naturwissenschaftliche Methoden ausgewählt, die sich in besonderer Weise für die Erschließung des Unterrichtsgegenstandes eignen bzw. die am Unterrichtsinhalt besonders gut trainiert werden können. (**Methoden-Inhalts Passung**)
- Alle Methoden werden – über einen längeren Zeitraum betrachtet – ausgewogen behandelt. (**Methodenausgewogenheit**)
- Die naturwissenschaftlichen Methoden werden explizit thematisiert und damit als bedeutsam in das Bewusstsein (Metakognition) der Schüler gehoben. Dazu gehört insbesondere auch die Betonung der Funktion der Methoden als hilfreiches unverzichtbares Instrument. (**Methodenexplikation**)

Mit diesen vier Planungskriterien entsteht ein erweitertes Unterrichtsplanungsmodell, das die Verstärkung naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen betont. Es hat sich im Laufe der Zeit als praxistauglich herausgestellt (vgl. Abb. 7).

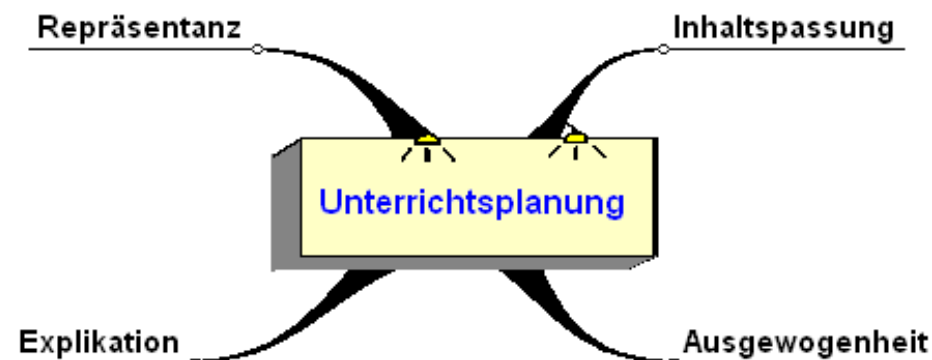


Abbildung 7: Inhaltszentrierte Methodenzuordnung

### 3.1.3 Ergebnisse zur Durchführung NW-Methoden verstärkten Unterrichts

Die geschilderte Gewichtung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen erforderte eine erhebliche Umgewöhnung im unterrichtlichen Planungsprozess, der bei allen beteiligten Kolleginnen und Kollegen einen Paradigmenwechsel zur Folge hatte. Der Rückfall in altes inhaltszentriertes Denken, ohne explizites Einbeziehen der NW-Methoden, geschah häufig.

Die Betonung und explizite Anwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen stellte für die Kolleginnen und Kollegen insbesondere jüngeren Schülerinnen und Schülern gegenüber immer wieder ein Problem dar, da es nicht als altersadäquat empfunden wurde.

Der Vorbereitungsaufwand war in der Umstellungsphase größer.

Als entscheidende Hilfe bei der methodischen Unterrichtsplanung erwies sich der oben angeführte Methodenkatalog (s. Abb. 6 ).

Unvermeidbar führte die Methodenverstärkung zu inhaltlichen Abstrichen und entsprechend zu teilweise großen Bedenken bei den mitwirkenden Kolleginnen und Kollegen. An einigen Stellen zeigte sich jedoch folgende langfristige Wirkung der Methodenverstärkung:

Das Zusammenwirken der drei naturwissenschaftlichen Fächer im Hinblick auf Methodentraining wird zwangsläufig zu effektiverer Unterrichtsarbeit führen. Schülerinnen und Schüler erkennen Strukturen aus den anderen naturwissenschaftlichen Fächern wieder und können diese bei der Lösung von Problemen und Aufgaben anwenden. Das Wissen wird vernetzt: Protokollschema, Fragestellungsformulierung, genaues Beobachten, Daten auswerten, Diagramme zeichnen usw. kommen mit der Selbstbewusstsein stärkenden Erfahrung der Methodenkompetenz zur Anwendung. Diese Emergenzeffekte rechtfertigen die vorangegangene Investition. In einigen Fällen zeigt sich dies bereits im Laufe der Projektarbeit – wenn getroffene Absprachen konsequent umgesetzt wurden.

Die klare, explizite Benennung der methodischen Zielsetzungen des Unterrichts zeigt sich als bedeutsam. Schülerinnen und Schüler müssen spüren, was von ihnen erwartet wird („heute möchte ich insbesondere das Anfertigen eines Diagramms aus euren Messwerten trainieren“). Die Methode erhält somit bei den Schülerinnen und Schülern einen eigenen Stellwert. Sobald sie anstehende, geübte Arbeitsweisen identifizieren können, öffnen sich für sie Möglichkeiten aktiver Beiträge und selbständiger Arbeitsphasen. Schülerinnen und Schüler erlernen eine naturwissenschaftliche Kompetenz, die sie inhaltsübergreifend anwenden können. (vgl. Bildungsstandards Che/Bio/Phy, [ 4 ], [ 6 ], [ 7 ])

Eine für Methoden sensibilisierte Lehrkraft nimmt in vielen Unterrichtssituationen ad hoc zusätzliche Möglichkeiten wahr, methodisches Denken zu schulen (z.B. Querverweise auf zurückliegende ähnliche Situationen). In dadurch qualifizierten Lerngruppen zeigt sich häufig eine klare Unterrichtsstruktur: Methodenfragen entwickeln sich zur „Grammatik“, die von den Schülerinnen und Schülern angewendet und akzeptiert wird.

### **3.1.4 Ergebnisse zur Auswertung von NW-Methoden verstärktem Unterricht**

In den Lerngruppen, in denen systematisch „NW-Denken“ trainiert wird, zeigen sich folgende Veränderungen insbesondere bei den Jahrgängen 5 und 6: der größere Teil der Schülerinnen und Schüler profitiert deutlich im Hinblick auf Motivation, Methoden- und Sprachkompetenz durch die systematische Verbalisierung und explizite Reflexion

naturwissenschaftlicher Methoden. Besonders begabten Schülerinnen und Schülern gelingt die Übernahme des ungewohnten Vokabulars rasch (Variable, Variablenkontrolle, Werte, Beziehung, Hypothese, Modell). Die Forderung nach klarer Verbalisierung wurde von allen Schülerinnen und Schülern häufig als anstrengend empfunden.

Der Umgang auch jüngerer Schüler mit naturwissenschaftlich-methodischen Aspekten und Begriffen bewirkt keine Überforderung, Fremdbestimmung oder Demotivation. Im Gegenteil: Bei einer altersadäquaten Einführung in die naturwissenschaftlich-methodische Begriffswelt zeigen sich keinerlei ungewöhnliche Lernschwierigkeiten. Ein Teil der Schülerinnen und Schüler denkt sogar ausgesprochen gern in den methodischen Kategorien: die Unterscheidung zwischen Beobachtung und Hypothese macht Schülerinnen und Schülern geradezu Spaß.

### **3.2 Wirkungen im Forschungsfeld**

Wesentliche Wirkung im Forschungsfeld ist die Veränderung von Unterricht in Richtung NW-Methodenkompetenz, wie im Kapitel 3.1 beschreiben. Im Laufe der drei Jahre haben die Kolleginnen und Kollegen eine neue Perspektive im Hinblick auf Planung und Durchführung von NW-Unterricht eingenommen.

### **3.3 Konsequenzen für die schulische Praxis**

Die Schulbegleitforschungsergebnisse werden in die kollegialen Absprachen, die im Zusammenhang mit Rahmenplanveränderungen, Schulprogramm (s. Kapitel 3.8) und der Verkürzung des gymnasialen Bildungsgangs auf 12 Jahre notwendig werden, Eingang finden. So gut wie beschlossen ist die Durchführung der Naturwissenschaftliche-Methoden Propädeutik Anfang Klasse 5.

### **3.4 Übertragbare Verfahren, Arbeitshilfen und Materialien**

Aus einer Vielzahl unterrichtlicher Planungs- und Durchführungsversuche im Hinblick auf die Stärkung des naturwissenschaftlichen Arbeitens wurde das im Kapitel 3.1.2.2 vorgestellte Unterrichtsplanungsmodell für methodenverstärkten Unterricht entwickelt. Mit den dabei angegebenen Kriterien und dem Methodenkatalog (vgl. Kap.3.1.1, Abb. 6 ) entstanden nützliche Planungshilfen und übertragbare Verfahren für einen entsprechenden Unterricht. Unterstützende Konkretisierungen hierzu finden sich in Form der Unterrichtsbeispiele.

Auf Unterrichtseinheiten abgestimmtes, umfangreiches Schülerversuchsmaterial steht dem naturwissenschaftlichen Fachbereich zur Verfügung.

### **3.5 Über den eigentlichen Forschungsbereich hinausgehenden Veränderungen**

Zwischen den Kolleginnen und Kollegen ist im Laufe der fächerübergreifenden Zusammenarbeit Kooperationsbereitschaft und Vertrauen gewachsen und die Bereitschaft sich über eigenen Unterricht auszutauschen. Ein Teil der Arbeit im SFB-Projekt bestand genau in dieser Form des gegenseitigen Informierens und gemeinsamen Reflektierens über eigenen Unterricht (siehe Kap.2.7).

Eine weitere entscheidende Veränderung ist die Entstehung eines Kerns im NW-Fachbereich, der vorher aus vier getrennten Bereichen NW 5/6, Biologie, Chemie und Physik bestand. Es gab vorher zwar mehrere in zwei dieser vier Bereiche arbeitende Kolleginnen und Kollegen, aber keinen NW-Fachbereich als Gesamtheit mit gemeinsam formulierten Zielen und einer fächerübergreifenden Kooperation.

### **3.6 Erfüllte und unerfüllte Erwartungen**

Wesentliche Erwartungen der Teilnehmer am Schulbegleitforschungsprojekt haben sich erfüllt:

Die beabsichtigte Veränderung in Richtung einer Stärkung des Kompetenzbereichs „naturwissenschaftliche Arbeitsweisen“ im NW-Unterricht wurde verwirklicht und hinsichtlich seiner Umsetzbarkeit erforscht.

Dabei entwickelte sich eine bessere Kommunikations- und Kooperationsstruktur zwischen den mitwirkenden Kolleginnen und Kollegen und eine Stärkung des Fachbereichs. Die unterrichtliche Entwicklungsarbeit, Diskussion und Reflexion des eigenen und des Unterrichts der Kolleginnen und Kollegen führten zu den erhofften Anregungen für den eigenen Unterricht.

Die ursprünglichen Idee, ein Methodencurriculum mit schulinternen Arbeitsweisen und Standards für die Jahrgänge 5-10 zu entwickeln, konnte noch nicht verwirklicht werden. Hierzu fehlte nicht nur die entscheidende Konstruktionsgrundlage „Erfahrung mit dieser Art des Unterrichtens“ (die sich in drei Jahren entwickelt hat), sondern auch eine klare Struktur als Voraussetzung für Planungssicherheiten:

Im Umbruch befindliche Schulstrukturen, sich verändernde Bildungspläne, der unklare Status des Schulzentrums Rockwinkel.

Die Attraktivität des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist in den Jahrgängen, in denen das Methodentraining erfolgte, gestiegen.

### **3.7 Probleme und Schwierigkeiten**

In den Jahren der Schulbegleitforschungsarbeit hat es eine Reihe von unwesentlichen Problemen gegeben, die in verschiedenen Kapiteln thematisiert werden ( vgl. 2.3 und 3.6 ). Dazu gehörte auch ein längerer krankheitsbedingter Ausfall einer Kollegin.

#### **3.7.1 Zur Fluktuation bei den Mitarbeitinnen und Mitarbeitern der Arbeitsgruppe**

Drei Kollegen schieden zu einem frühen Zeitpunkt aus dem Projekt aus, wodurch die Arbeitsfähigkeit der Gruppe glücklicherweise nur unwesentlich beeinflusst wurde. Die Begründungen für das Ausscheiden können in der Kombination aus Zielidentifikation, Arbeitsbelastung und Ertragserwartung gesehen werden. Eine intensivere Kommunikation über die Projektarbeit im Vorfeld und der Verzicht auf eine breitgestreute Mitarbeit im NW – Kollegium zugunsten eines eher schlanken und noch stärker überzeugten Mitarbeiterstabes hätte dieses Problem wahrscheinlich verringert (Managementfehler).

### **3.8 Einfluss des Schulbegleitforschungsprojekts auf den aktuellen Stand der Schulprogrammarbeit**

Ende Schuljahr 2004/2005 befindet sich die Schulprogrammarbeit in der Formulierungsphase. Von den drei Schwerpunkten des Schulprogramms ist einer ein mathematisch – naturwissenschaftlicher mit expliziter Betonung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Auch die allgemeinen Leitziele der momentanen Fassung des Rockwinkler Schulprogramms benennen Methodenkompetenz als zentrale Zielsetzung der schulischen Bildung. Hier kann ganz eindeutig von einem erheblichen Einfluss des Schulbegleitforschungsprojektes auf die Schulprogrammarbeit gesprochen werden.

#### **4. Perspektiven**

Die Erfahrungen des Schulbegleitforschungsteams im Hinblick auf Planung und Durchführung methodenverstärkten naturwissenschaftlichen Unterrichts (vgl. 3.1) sowie die Stärkung des Fachbereichs Naturwissenschaften (vgl. 3.5) werden die unterrichtliche Arbeit am Schulzentrum Rockwinkel verbessern. Geplant ist

- die Weitergabe der Erfahrungen an die KollegInnen
- die Absprache über Standards, die sich auf naturwissenschaftlich Arbeitsweisen beziehen (NW-Methodencurriculum)
- die Einführung einer Naturwissenschaftlich – Denken - Propädeutik in Klasse 5
- die Teilnahme an der 2. Welle Sinus – Transfer. Von diesen Fortbildungsveranstaltungen erhoffen wir uns Unterstützung für die Entwicklung von Standards und Erfahrungsaustausch.

Die geleistete Projektarbeit wird in der zukünftigen Schulprogrammarbeit eine Rolle spielen – über den Schwerpunkt Mathematik – Naturwissenschaften, der u.a. durch die explizite Betonung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen gekennzeichnet ist ( vgl. Kap. 3.8 ). Ein Hinweis darf zur Thematik „Perspektiven“ nicht fehlen: Die erlebte Verschlechterung der Arbeitsbedingungen für Lehrer wird von uns als nicht zu unterschätzendes Hindernis für die erfolgreiche Umsetzung der aufgeführten Vorhaben gesehen. Die Bereitschaft zur Mitarbeit und die Teilnahme an Programmen reichen nämlich nicht aus. Die eigentliche Arbeit, die Vorbereitung und adäquate Durchführung des angestrebten Unterrichts, ist damit noch lange nicht getan. Ob hierfür die Zeit reicht, ist fraglich.

## **5. Reflexion**

### **5.1 Zur Rolle des Projektteams in der Schule**

Erwähnenswert ist hier insbesondere der Einfluss auf die Schulprogrammentwicklung, der einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt mit der Akzentuierung der Arbeitsweisen bewirkte.

Darüber hinaus nahm die Arbeit des Projektteams Einfluss auf die Entwicklung des Fachbereichs Naturwissenschaften. Aus der Summe der vier eher getrennt agierenden Fachbereiche (NW 5/6, Bio, Che, Phy) erwuchs der Kern eines Fachbereichs NW, der nun über Kooperationsstrukturen verfügt und auch über das gemeinsame Interesse verbunden ist. Ein Einfluss auf die vier Fachkonferenzen ist unverkennbar im Hinblick auf zukünftige Fortbildungen und weitergehende Absprachen.

### **5.2 Zur Kooperation mit der Schulleitung, der wissenschaftlichen Begleitung, dem Koordinierungsgremien der SBF, dem Kollegium und den Eltern**

Von der Schulleitung wurden wir umfassend und problemlos unterstützt, nur bei stundenplantechnischen Wünschen des Teams nach einem „Jour Fix“ an einem späten Vormittag gab es Grenzen (vgl. Kap. 2.3). Die Kooperation mit der wissenschaftlichen Begleitung war nicht besser vorstellbar (vgl. Kap. 2.3).

Jährliche gemeinsame Sitzungen des Teams mit dem Koordinierungsgremium erzeugten (z.T. bereits in der Vorbereitung) zusätzliche Klarheit über den momentanen Stand im Forschungsprozess und vermittelten uns Anregungen und Sicherheit im Hinblick auf unsere weitere Vorgehensweise.

Die vom Koordinierungsgremium organisierten Veranstaltungen aller SBF-Teams (jährlicher Erfahrungsaustausch) wurden von uns als gut strukturierte Veranstaltungen wahrgenommen und hatten eine ebenfalls anregende und für die Arbeit Sicherheit gebende Funktion. Einzige Ausnahme ist die Veranstaltung mit dem Oberthema „Heterogenität“, die uns zwang unser Thema „bis zur Unkenntlichkeit“ zu verbiegen.

Das Elterninteresse an unserer Arbeit wurde uns erst spät im Kontext der Schulprogrammarbeit deutlich. Dieses Elterninteresse ist ein Grund dafür, dass der Workshop, der unsere SBF-Ergebnisse vorstellt, am SZ Rockwinkel stattfindet. Von den Kolleginnen und Kollegen wurden wir über die drei Jahre mit einem durchweg wohlwollenden „Macht-das-mal“ bedacht.



## 6. Hinweise und Tipps

Aus den Erfahrungen unseres eigenen Forschungs- und Evaluationsprozesses heraus möchten wir folgende Tipps und Hinweise an andere Fachgruppen weitergeben:

- Zu Beginn des Forschungsprozesses sollte der Forschungsgegenstand / die Forschungsfrage klar und einfach formuliert werden. Ein Zielklärungsprozess am Anfang, legt erste Ziele fest, auf die die Gruppe zuarbeitet.
- Es empfiehlt sich, viel Zeit für die gründliche Planung zu veranschlagen und immer wieder darauf zu achten, dass man sein Ziel nicht aus den Augen verliert.
- Wir fanden es sehr hilfreich, bei unserer Prozessevaluation von wissenschaftlicher Begleitung unterstützt zu werden.
- Man muss nach der Festsetzung eines Ziels möglichst schnell festlegen, wie es operationalisiert werden kann.

## 7. Schlussbemerkungen

Nach drei Jahren Schulbegleitforschung möchten wir uns ganz besonders bei Frau Dr. Ingrid Kemnade und ihrem Team am Landesinstitut für Schule für ihre Unterstützung bedanken. Durch ihr Engagement hatten wir Zeit zur Verfügung, unsere Professionalität unter einer eigenen Fragestellung weiterzuentwickeln: Aus einzelnen Kollegen des naturwissenschaftlichen Fachbereichs ist auf diese Weise eine Gruppe entstanden, die sich als Team versteht und die durch diesen Prozess enorm viel Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterrichten hinzugewonnen hat. Auch hat sie Einfluss genommen auf die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Fachbereichs und der gesamten Schule.

Die Unterstützung durch das Landesinstitut für Schule und der dadurch für die Entwicklung von Professionalität zur Verfügung stehende Freiraum ist in der heutigen Zeit, in der TIMSS und PISA notwendige Veränderungen in Schule aufgezeigt haben, diese jedoch bezogen auf die einzelne Lehrkraft nicht durch zusätzliche Ressourcen von Seiten der Bildungspolitik unterstützt werden, nicht hoch genug einzuschätzen. Wo hat heute noch die einzelne Lehrerin den Freiraum, ihren Unterricht zu reflektieren, neue Methoden und Inhalte kennen zu lernen und sie im Unterricht auszuprobieren? Dabei ist das für eine ehrlich gemeinte Unterrichts- und Schulentwicklung unabdingbar. Fortbildungen alleine genügen nicht, das haben als Einzelveranstaltungen angebotene Workshops und von sogenannten Experten ausgearbeitete Unterrichtseinheiten über Jahre hinweg gezeigt. Veränderungen von Unterricht und Schule geht nur von Innen heraus. Die dazu notwendigen Experten arbeiten in der

Schule. Ihnen muss die Zeit zur praktischen Umsetzung von neuen Methoden und Inhalten im Unterricht mit der notwendigen Reflexion, Kommunikation, Überarbeitung und dem wichtigen zweiten Versuch zur Verfügung stehen, wenn sich Unterricht und damit Schule weiterentwickeln soll – wenn wir wirklich etwas für die Zukunft unsere Schülerinnen und Schüler tun wollen.

## 8. Literatur

1. **Adey, P., Schayer, M., Yales, C.:** „CASE“ (Cognitive Acceleration Through Science Education). Deutsche Übersetzung: Naturwissenschaftlich Denken. Herausgeber und Übersetzer: Helmut Mund. Aachener Beiträge zur Pädagogik Bd. 3. Verlag der Augustinus Buchhandlung, Aachen 1993.
2. **Altrichter, Herbert; Posch, Peter. 1998.** „Lehrer erforschen ihren Unterricht“. Die Einführung in die Methoden der Aktionsforschung. Julius Klinkhardt.
3. **Baumert:** Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Materialien Heft 60. Bonn 1997 (sog. Baumert-Expertise)
4. **Bleichroth, W.:** Elementarisierung als Kernstück der Unterrichtserarbeitung. In: Naturwissenschaften im Unterricht 2, 1991, Nr.6
5. **Bildungsstandards** im Fach Chemie für den mittleren Bildungsabschluss, Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 16.12.2004
6. <http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/bildungsstandards.htm>
7. **Bildungsstandards** im Fach Biologie für den mittleren Bildungsabschluss, Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 16.12.2004; <http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/bildungsstandards.htm>
8. **Bildungsstandards** im Fach Physik für den mittleren Bildungsabschluss, Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 16.12.2004 <http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/bildungsstandards.htm>
9. **BLK – Bund Länder Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung,** 1997, ISBN 3-9806109-0-X: Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“.
10. **Duit, R., Gropengießer, H., Stäudel, L.:** Naturwissenschaftliches Arbeiten. Beispiele und Materialien zu Modul 2 des BLK Programms Sinus-Transfer. Seelze 2004
11. **Duit, R.:** „Analogien – Brücken zum Verständnis“. In : Naturwiss. im Unterr. Physik 6(1995) Nr. 27
12. **Duit, R.:** Naturwiss. Arbeiten. In : Naturwiss. im Unterr. Physik 2/03 Heft 74
13. **Fischler, H., Lichtfeld, M.:** Teilchen und Atome. Modellbildung im Unterricht. In: Naturwiss. im Unterr. Physik 10/97
14. **Klinger, W. :** Messen und Rechnen im Physikunterricht der SEK I. In: Naturwiss. im Unterr. Physik 2/(1991) Nr. 8
15. **Lauterbach, R.:** Physikalische Bildung kennt keine Grenzen – fächerübergreifender Unterricht als Prinzip und Aufgabe. In: Naturwiss. im Unterr. Physik 3(1992) Nr.15
16. **Leisen, J. :** Methodenwerkzeuge. In : Naturwiss. im Unterr. Physik Heft 75/76
17. **Lund, G. :** Physikunterricht und formale Bildung. In: Zeitschrift für Didaktik der

Naturwissenschaften, Heft 1, 1996, S. 53-68

18. **Meuer, R.** u.a.: Üben und Wiederholen. In : Friedrich Jahrheft 18/2000
19. **Stäudel, L.**, u.a.: Informationen beschaffen, aufarbeiten, präsentieren in den Naturwissenschaften. Kassel, 2000
20. **Stäudel, L.**: Naturwiss. Arbeiten. In : Naturwiss, im Unterr. Chemie 4/03 Heft 70/78

## Anhang

1. Die verschiedenen Brennerflammen: „Fair“ vergleichen und dieses protokollieren II	
2. Das Teilchenmodell	IV
3. Eine physikalische Größe als zusammengesetzte Variable	V
4. Masse, Dichte und Gewichtskraft	VII
5. Modellbildung elektrischer Stromkreis, Stromstärkebegriff	XI
6. Wir erforschen die Wirkung von Brause und Backpulver	XIII
7. Bestimmung des Zuckergehaltes von Getränken	XIX
8. Das Blue – Bottle Experiment	XXV
9. Bestimmung der Formel von Kupfersulfid	XXVII
10. Bildung von Ionen bei der Reaktion von Metall und Nichtmetall	XXXI
11. Regulation der Hauttemperatur	XXXVI
12. Schutz des Gehirns	XL
13. Versuchsprotokoll	XLII

# 1. Die verschiedenen Brennerflammen: „Fair“ vergleichen und dieses protokollieren

Erprobung von Ursula Golsch-Bauer

## **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 5

**Schulform:** OS

**Sozialform:** Unterrichtsgespräch / Gruppenarbeit

**Unterrichtsthema:** Die zwei verschiedenen Bunsenbrennerflammen – *Welche Flamme ist heißer?*

## **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

Die Schüler sollen die einzelnen Punkte eines Versuchsprotokolls schreiben können

## **Unterrichtsziele**

- S. sollen erkennen, dass beim Vergleichen nur eine Variable verändert werden darf.
- S. sollen ein Versuchsprotokoll in standardisierter Form anfertigen.
- S. sollen erkennen, dass die rauschende Brennerflamme heißer ist als die leuchtende.

## **Einsatz im Unterricht**

- Im naturwissenschaftlichen Unterricht ist es erforderlich Protokolle zu den durchgeführten Versuchen anzufertigen. Dies muss eingeübt werden.
- Beim Vergleichen von Größen darf nur eine Variable geändert werden. Dieser Versuch ist ein weiteres und anschauliches Beispiel dafür.

## **Material**

1 Bunsenbrenner  
1 Dreibein mit Drahtnetz  
Anzünder  
1 Becherglas mit Wasser  
1 Stoppuhr  
1 Thermometer  
Papier und Stifte

## **Durchführung**

Die Schüler interessieren sich dafür, wie heiß eine Bunsenbrennerflamme ist. Eine naheliegende Frage ist dann auch, welche Flamme die heißere ist.

Im Unterrichtsgespräch wird erarbeitet:

- Der Vergleich der Flammentemperatur erfolgt über den Vergleich der Temperaturen von erhitztem Wasser.
- Für einen „fairen“ Vergleich muss die Gaszufuhr, die Wassermenge und die Erhitzungszeit (bzw. die zu erreichende Wassertemperatur) gleich sein. Es darf nur die Luftzufuhr des Brenners (rauschende oder leuchtende Flamme) geändert werden.
- Zum Vergleichen wird entweder die Wassertemperatur oder die benötigte Erhitzungszeit gemessen.

Werden beide Versuchsvarianten vorgeschlagen entscheiden sich die Schüler für eine Variante, führen in Gruppen den Versuch durch und fertigen anschließend ein Versuchsprotokoll an.

### **Erfahrungen**

Beim Protokollschreiben fällt es einigen Schülern schwer, zwischen Beschreibung und Beobachtung (Messung) zu unterscheiden. Auch als Ergebnis wird oft die Messung (erreichte Temperatur bzw. benötigte Zeit) angegeben und nicht auf die eingangs gestellte Frage eingegangen.

## 2. Das Teilchenmodell

### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 8

**Schulform:** Gy / R

**Sozialform:** Unterrichtsgespräch

**Unterrichtsthema:** Teilchenmodell

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

Um Sachverhalte in der Natur zu erklären, bildet man Modelle.

### **Unterrichtsziele**

- S. sollen erkennen, dass man ein bestimmtes Verhalten von Stoffen mithilfe eines Modells erklären kann.
- S. sollen erkennen, dass man sich den inneren Aufbau der Stoffe als kleine Teilchen in Kugelform vorstellen kann.
- S. sollen erkennen, dass ein Modell eine Vereinfachung der Wirklichkeit ist, aber nicht in allen Eigenschaften mit der Wirklichkeit übereinstimmt.

### **Einsatz im Unterricht**

- Man kann viele Vorgänge in den Naturwissenschaften erklären, wenn man von Modellen ausgeht.

- Das Teilchenmodell ist ein wichtiges Modell zum inneren Aufbau der Stoffe und kann zur Erklärung der Aggregatzustände dienen.

### **Material**

3 Messzylinder (100ml)

50 ml Spiritus

50 ml Wasser

„50 ml“ Trockenerbsen

„50 ml“ Sago (gekörntes Stärkemehl)

### **Durchführung**

Zu Beginn des Unterrichts wird die Frage „Wie viel ml Flüssigkeiten erhält man, wenn man 50ml Spiritus und 50 ml Wasser zusammengießt“ gestellt. Der Versuch wird durchgeführt. Für die Schüler überraschend erhält man nicht 100 ml sondern nur 98 ml. Also deutlich weniger als erwartet. Die Schüler sollen die Beobachtung beschreiben und versuchen zu erklären.

Dann wird der gleiche Versuch mit „50 ml“ Erbsen und „50 ml“ Sago durchgeführt. Für die Schülern ist das Ergebnis diesmal nicht überraschend. Die kleineren Sagoteilchen setzen sich in die von den größeren Erbsen gebildeten Zwischenräume.

Die Schüler sollen nun mit Hilfe des Modellversuchs den Volumenverlust beim ersten Versuch erklären, indem sie sich Spiritus und Wasser als kleine unterschiedlich große Kugeln vorstellen. Beim Mischen setzen sich die kleineren Wasserteilchen in die Zwischenräume der größeren Spiritusteile.



### 3. Eine physikalische Größe als zusammengesetzte Variable

Erprobung von Carola Hauk

#### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 8

**Schulform:** Gymnasium /Realschule

**Sozialform:** Gruppenarbeit

**Unterrichtsthema:** Schwimmen oder Sinken /  
Dichte

#### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

Die Schülerinnen und Schüler sollten vor Beginn dieser Unterrichtseinheit die folgende naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen beherrschen:

*Beobachten, Vergleichen, Beschreiben, Hypothesen bilden, Schlussfolgerungen ziehen.*

#### **Unterrichtsziele**

- Schülerinnen und Schüler erkennen, dass 2 Variablen Auskunft darüber geben, ob ein Gegenstand schwimmt, schwebt oder sinkt.
- Schülerinnen und Schüler erkennen, dass es sinnvoll ist eine neue, zusammengesetzte Variable zu erfinden.

#### **Einsatz im Unterricht**

In der Sekundarstufe I gibt es eine begrenzte Anzahl von physikalischen Messgrößen, die aus zwei Variablen zusammengesetzt sind. Warum sind Messgrößen aus zusammengesetzten Variablen sinnvoll? Wie entsteht überhaupt eine neue Messgröße?

Das Thema „Dichte“ bietet sich an, die S. damit vertraut zu machen, dass es physikalische Größen gibt, die sich aus mehreren Variablen zusammensetzen. Wasser, mit der leicht handhabbaren Dichte von 1, lässt sich gut als Experimentiergrundlage für Erfahrungen mit dem Schwimmen, Sinken und Schweben von Gegenständen machen. Der Einfluss der Masse auf das Schwimmen lässt sich ebenso unabhängig vom Volumen untersuchen, wie umgekehrt.

#### **Material**

4 Körper gleicher Größe, verschiedener Masse  
4 Körper unterschiedlicher Größe, gleicher Masse  
1 Wasserbecken  
Arbeitsblätter  
Papier und Stifte.

#### **Vorbereitung**

Die oben beschriebenen Körper sollten einmal in mehrfacher Ausfertigung zusammen mit den Fachkollegien oder im Werkunterricht hergestellt werden. Gleiches gilt für die Arbeitsblätter, die einmal ausprobiert, immer an andere KollegInnen weitergegeben werden können.

#### **Durchführung**

Die Schüler betrachten in ihren Gruppen 4 Körper, die zum Teil 1 ihres Versuches gehören. Worin unterscheiden sich diese Körper - welche Variablen kommen vor? Welche Variablen haben die selben Werte? Die Körper werden nach ihrer Masse sortiert. Das Volumen ist konstant.

Nun wird vermutet, wie sich die jeweiligen Körper im Wasser verhalten. Anschließend

werden sie nacheinander in das Wasserbassin gelegt.

Was beobachten die Schüler ? Schwimmen oder sinken die Körper ? Ist vielleicht sogar einer dabei, der schwebt ?

Im zweiten Teil des Versuchs stellen die Schüler die selben Fragen, nun an 4 Körper, die sich nur in ihrer Größe unterscheiden, nicht aber in ihrer Masse. Sie beantworten die Fragen auf einem Arbeitsblatt oder in der Versuchsbeschreibung und probieren wieder aus, in wie weit sie schwimmen, sinken oder schweben.

Teil drei vergleicht beide Versuchsanordnungen: Gibt es 2 Flaschen, eine aus jedem Versuchsteil, die sich im Wasser gleich verhalten ? Ja, 2 Flaschen schwimmen, sind aber verschieden groß und haben auch verschiedene Massen. Eine Zwischenauswertung hält fest: 2 Variablen bestimmen, ob ein Gegenstand schwimmt oder sinkt.

Nun untersuchen wir diese beiden Variablen genauer. Die Masse wird gemessen, ebenso wie das Volumen. In einer Tabelle stellen wir gegenüber: Masse, Volumen und „Schwimmverhalten“.

Beim Betrachten der beiden Variablen „Masse“ und „Volumen“ können wir keine eindeutigen Aussagen machen, welche von beiden für das Schwimmen oder Sinken verantwortlich ist. Jemand schlägt vor, beide Variablen mathematisch zu kombinieren. Dabei fällt auf, dass das Ergebnis größer als 1 ist, wenn der Körper sinkt, kleiner als 1 ist, wenn der Körper schwimmt und gleich 1 ist, wenn der Körper schwebt. Aber wie muss man diese beiden Größen, Masse und Volumen kombinieren, um eine so eindeutige Aussage treffen zu können. Nach kurzem Probieren ist klar – es geht nur durch Dividieren:

$$\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} = \text{neue Messgröße}$$

Die LehrerIn gibt bekannt, dass diese neue Messgröße den Namen **DICHTE** hat. An vielen Beispielen wird die neue Messgröße angewandt.

### **Erfahrungen**

Das Thema „Dichte“ auf diese Weise zu unterrichten ist auf den ersten Blick sehr ungewohnt. Aber schon der erste Versuch zeigt die überraschten Gesichter der Schüler in dem Moment, in dem sie erkennen, warum es sinnvoll ist, aus 2 Variablen eine neue Messgröße festzulegen. Selten bekommen sie die Entstehung von physikalischen Messgrößen so plastisch vor Augen geführt. Auch wird deutlich, dass der Mensch eine Messgröße erfindet, um sein Umfeld besser bzw. einfacher beschreiben zu können.

**Schwierigkeitsgrad:** leicht (der experimentelle Anteil) bis hoch (die mathematische Schlussfolgerung).

**Einsatzvariante:** Je nach Abstraktionsfähigkeit der Schüler können im Anschluss Beispiel zur Dichte behandelt werden, jeweils mit Bezug auf die beiden Ausgangsvariablen Masse und Volumen. Ideal wäre, wenn im Anschluss eine zweite zusammengesetzte Variable, z.B. die Geschwindigkeit, besprochen würde. Dann könnten die Schüler Strukturen im Fach erkennen, die ihnen sonst eher verborgen bleiben.

## 4. Masse, Dichte und Gewichtskraft

Erprobung von Axel Gröning

### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 8

**Schulform:** Gymnasium

**Sozialform:** Gruppenarbeit

**Unterrichtsthema:** Masse, Dichte und  
Gewichtskraft

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

Die Schülerinnen und Schüler sollten bereits in der Lage sein, selbstständig in Gruppen zu arbeiten. Sie müssen umfangreiche Informationen aus einem längeren Text entnehmen können, ohne dass die Informationen explizit als solche kenntlich sind.

### **Unterrichtsziele**

Die Bearbeitung dieser Unterrichtseinheit stellt sehr viele Ansprüche an die Schülerinnen und Schüler. Neben den hier aufgezählten fachlichen Lernzielen, werden weitere Lernziele abgedeckt.

Die Schüler sollen:

- die Begriffe Masse und Gewichtskraft unterscheiden und erklären können.
- erklären können, dass eine Feder durch die Gewichtskraft gedehnt wird.
- die Proportionalität zwischen Gewichtskraft und Federdehnung experimentell bestätigen, in einer Wertetabelle und einem Diagramm darstellen und auf unbekannte Gewichtskräfte anwenden können.
- erkennen, dass jede Feder nur bis zu einem gewissen Punkt elastisch ist.
- den Begriff Dichte definieren können.
- den Zusammenhang zwischen Dichte, Volumen und Masse herstellen können.
- das Volumen von regelmäßigen und unregelmäßigen Körpern bestimmen können.
- die Ergebnisse ihrer Arbeit in für andere verständlich darstellen und kommunizieren können.
- ...

### **Einsatz im Unterricht**

Die Unterrichtseinheit eignet sich zum Einsatz im Gymnasium in der achten Jahrgangsstufe. Die Schülerinnen und Schüler müssen vor Beginn der Unterrichtseinheit in der Lage sein, in Gruppen zusammenzuarbeiten und sich selbst Informationen zu beschaffen. Es ist außerdem notwendig entsprechende Hilfen und Unterstützungen bereitzuhalten, wenn Schülerinnen oder Schüler an einigen Stellen nicht von sich aus auf die beabsichtigte Lösung kommen. Die Motivation für die Schüler ist hoch, da unterschiedlichste Fähigkeiten und Fertigkeiten bei der Bearbeitung gefordert werden. Darauf sollte bei der Gruppenzusammensetzung unbedingt geachtet werden. Außerdem lässt die Bearbeitung viele Freiräume.

## Material

- Je Gruppe ein Satz Arbeitsblätter
- Ein „Gröning“: ein Massestück mit rechnerisch bestimmbar Volumen. (Meine Version ist ein ca. 2 kg schwerer Quader, der in Form, Beschaffenheit und Farbe keine Ähnlichkeit zu Standardlabormaterialien aufweist)
- Verschiedene Federn (müssen zur Gewichtskraft des „Grönings“ passen)
- Unterschiedliche Physik Bücher
- Eine Balkenwaage mit Vergleichsmassen
- Lineale
- Tauchgefäße zur Bestimmung des Volumens
- Plakate und Stifte zur Präsentation der Ergebnisse

## Vorbereitung

Die Vorbereitung auf diese Unterrichtseinheit ist sehr umfangreich. Neben der Erstellung der Materialien müssen die Punkte, an denen die Schülerinnen und Schüler auf Schwierigkeiten stoßen, antizipiert und entsprechende Einheiten vorbereitet werden. Zum Ausgleich ist die Durchführung des Unterrichts für die Lehrerin oder den Lehrer sehr viel entspannter.

## Durchführung

Die Schülerinnen und Schüler werden in Gruppen eingeteilt. Wie dies geschieht sollte im Wesentlichen davon abhängen, wie die Gruppe in der Lage ist arbeitsfähige Gruppen einzuteilen.

Die Materialien sollten den Schülerinnen und Schülern nicht von vornherein zur Verfügung gestellt werden. Da sich diese Unterrichtseinheit über mehrere Unterrichtstage erstreckt, besteht für die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit eigene kreative Lösungen für die unterschiedlichen Probleme zu finden. Trotzdem muss das Material natürlich vorhanden sein, damit es nicht zum Leerlauf während der Gruppenarbeit kommt.

Die Schüler bearbeiten die Arbeitsblätter selbstständig. Zu Beginn der Bearbeitung sollten die Schülerinnen und Schüler dafür sensibilisiert werden, die Arbeitsblätter intensiv und genau zu bearbeiten. Die Dokumentation der Ergebnisse ergibt sich aus den Aufgaben.

## Erfahrungen

Für den Unterrichtenden bietet die Unterrichtseinheit einen großen Freiraum, da die Schülerinnen und Schüler weitestgehend selbstständig arbeiten. In dieser Zeit besteht die Möglichkeit die Schülerinnen und Schüler aus einem ganz anderen Blickwinkel wahrzunehmen. Die Motivation der Schülerinnen und Schüler ist aus vielen Gründen sehr hoch. Nicht zuletzt dadurch deckt die Unterrichtseinheit viele Lernziele erfolgreich ab.

### Schwierigkeitsgrad:

hoch

### Einsatzvariante:

Die Unterrichtseinheit bietet einen weiten Rahmen für Varianten und Abwandlungen. Besonders für Realschulklassen muss sie stark vereinfacht werden.

## Achtung wichtiger Aufruf

### Aus der Bremer allgemeinen Zeitung

Bremen gpa: Wie soeben bekannt wurde kam es in der letzten Nacht zu einer schweren kosmischen Katastrophe. Sämtliche geeichten Gewichtsstücke sind dabei zerstört worden. Außerdem sind sämtliche Waagen funktionsunfähig. Wichtige Gesetze der Naturwissenschaften sind außer Kraft gesetzt. Unter anderem ist das Hebelgesetz nicht mehr gültig. Die Welt steht vor großen Problemen. Die Messung von Gewichten ist derzeit nicht möglich.

Verfolgen sie unsere weiteren Berichte.

Wir führten dazu ein Interview mit Herrn Gröning:

Herr Gröning, was sagen sie zu dem Artikel in der BaZ?

*Zunächst ist dieses Vorkommnis schlichtweg eine Katastrophe. Alle Menschen sind aufgefordert, so schnell wie möglich eine Lösung zu finden, ansonsten wird es schwere Auswirkungen auf unser tägliches Leben haben.*

Sie haben aber auch Kritik an diesem Artikel geübt.

*Nun, er enthält einige wesentliche Fehler. Es wird wiederholt vom Gewicht gesprochen. Dieser Ausdruck ist in dem Zusammenhang falsch. Die Veränderung des Gewichts (oder genauer: der Gewichtskraft) eines Körpers kann viele Ursachen haben. Tatsächlich ist jedoch die **Masse**, die eine Eigenschaft des Körper ist, verändert worden.*

Welche Maßnahmen haben sie eingeleitet?

*Ich habe zunächst mal ein neues Vergleichsstück geschaffen, das der Masse von einem GRÖNING entspricht. Wichtig ist es nun, eine Möglichkeit zu finden, dieses Massestück mit anderen zu vergleichen.*

Dies könnte doch mit einer Balkenwaage geschehen.

*Leider nein. Da das Hebelgesetz nicht mehr gilt, sind diese Waagen unbrauchbar geworden.*

Haben sie denn eine Idee?

*Nun, in einem alten Buch fand ich einen Hinweis. Darin ist beschrieben, dass eine bestimmte Masse eine bestimmte Feder um einen festgelegten Betrag dehnt. Wenn diese Beziehung noch gültig ist, wäre eine Lösung in greifbarer Nähe.*

Was ist nun zu tun?

*Zunächst muss geprüft werden, ob dieser Zusammenhang stimmt. Dazu sind geeignete*

*Federn und Massestücke zu verwenden. Wenn man die Längenänderung der Feder misst, kann man feststellen, ob die Dehnung proportional zur Anzahl der Massestückchen ist. Aber Achtung, dieser Zusammenhang gilt nur bis zu einem bestimmten Wert. Danach ist die Feder zerstört.*

Wie lässt sich die Proportionalität feststellen?

*Am einfachsten durch eine Wertetabelle, die die Anzahl der Massestückchen und die Länge der Feder angibt. Noch anschaulicher durch ein Diagramm, das auf der x-Achse die Anzahl der Massestückchen und auf der y-Achse die Länge der Feder angibt. Ist der Graph eine Gerade, so ist die Proportionalität gegeben.*

Was ist zu tun, wenn der Zusammenhang gilt?

*Wenn der Zusammenhang gilt, sollte eine Feder gefunden werden, die geeignet ist, größere Gewichte mit dem UR - GRÖNING zu vergleichen. Wir benötigen möglichst viele Vergleichswerte, um ein neues Maßsystem einzuführen.*

Worauf ist dabei zu achten?

*Die Feder muss zunächst kalibriert werden.*

Was bedeutet das?

*Das bedeutet, es muss festgestellt werden, wie weit ein GRÖNING die Feder dehnt. Anschließend lassen sich dann alle möglichen Gegenstände damit messen.*

Ohne Einschränkungen?

*Doch, sicher gelten Einschränkungen. Welche das sind, kann ich leider noch nicht sagen.*

Wie viele Werte sollten die Versuchsgruppen denn angeben.

*Ich denke fünf Werte sind ausreichend, diese sollten dann von verschiedenen Gruppen verglichen werden.*

Herr Gröning, vielen Dank für dieses Interview.

## Arbeitsauftrag:



Bearbeitet folgende Aufgaben bitte in Gruppen, zu maximal 3 SchülerInnen.

Lest den Zeitungsartikel und das Interview auf der Vorderseite.

Bitte helft der Forschungsgruppe um Herrn Gröning, indem ihr dem Aufruf folgt.

Beantwortet dabei bitte folgende Fragen:

1. Warum unterscheidet man zwischen Masse und Gewicht?
2. Welche Einschränkungen gelten beim Messen mit der Feder?

(Zur Beantwortung dürft ihr Bücher zur Hilfe nehmen.)



Eine andere Gruppe möchte nun das gleiche Maßsystem benutzen. Leider gibt es keine Möglichkeit, ihnen ein Massestück oder eine Feder zum Vergleich zukommen zu lassen.

Eure Aufgabe ist es, für diese Gruppe eine Bauanleitung für ein Massestück von einem GRÖNING zu erstellen. Ihr dürft es auch MARC oder INA oder ... nennen.

Dazu Informiert euch bitte in Büchern über die Begriffe: Masse, Volumen und Dichte. Bestimmt das Material, aus dem das UR - GRÖNING hauptsächlich besteht. Dazu dürft

ihr die einzige Waage benutzen, die ich vor der Katastrophe retten konnte.

Beim Anfertigen der Bauanleitung denkt bitte daran, dass die andere Gruppe andere Bezeichnungen für ihr Material verwendet. Wie könnt ihr ihnen helfen, wenn sie die gleichen Längeneinheiten benutzen, wie wir?

Euch erreicht eine Anfrage von einer dritten Gruppe. Sie möchten sich ebenfalls eurem Maßsystem anschließen. Leider sind sie nicht in der Lage Werkstücke mit geraden Oberflächen herzustellen und sie benutzen auch nicht unser Längenmaß. Jedoch benutzen sie die gleichen Maße für Volumen. Dummer Weise können sie dieses jedoch für die von ihnen hergestellten Körper nicht feststellen.

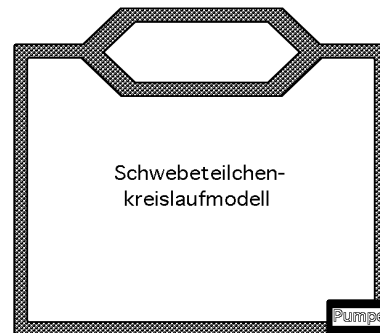
Findet einen einfachen Versuch, mit dem ihr ihnen helfen könnt und schickt ihnen eine Handlungsanweisung.



## 5. Modellbildung elektrischer Stromkreis, Stromstärkebegriff

Erprobung von            Wolff-G. Dudeck

<b>EINSATZ</b>	
<b>Klassenstufe:</b>	10
<b>Schulform:</b>	R, Gy
<b>Sozialform:</b>	Demonstrationsexperiment Gruppenarbeit Einzelarbeit Klassengespräch Lehrervortrag
<b>Unterrichtsthema:</b>	Das Schwebeteilchen- kreislaufmodell (STKM)



### Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden

Es geht um die Formulierung von Vorstellungen (*Hypothesen*) auf der *Basis der Vorerfahrungen*: Was passiert im einfachen elektrischen Stromkreis und in seinen Bestandteilen? Mit Hilfe (gezielter) *Beobachtungen* am STKM sollen *Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge* formuliert werden, die über *Analogiebildung* zu einem einfachen *Modell* des elektrischen Stromkreises weiterentwickelt werden

### Unterrichtsziele

- Auseinandersetzung mit eigenen und Vorstellungen anderer zum einfachen elektrischen Stromkreis
- Mit Hilfe des Schwebeteilchenmodells adäquate Vorstellungen entwickeln (s. Infobogen für Schüler):
  - Kreislaufsystem
  - Kontinuität
    - gleiche Stromstärke an jeder Stelle.
    - Inkompressibilität des Wassers, kein Stau.
    - $\text{Stromstärke} = \text{Wasservolumen} / \text{Zeit}$   
(die Wassermenge die pro sec eine Stelle passiert).
    - Wassergeschwindigkeit  $\neq$  Wasserstromstärke.
    - Wassergeschwindigkeit hängt vom Schlauchquerschnitt ab.
  - Energietransport-system
    - Höhere Reibung in dünnen Schläuchen
  - Informationsübertragungssystem
    - $$\begin{array}{c} \text{BA} \qquad \qquad \text{RA} \\ \text{EE} \text{ -----} > \text{BE} \text{ -----} > \text{WE} \\ \text{Pumpe} \end{array}$$
    - Schnelle Informationsübertragung trotz geringer Geschwindigkeit

## Einsatz im Unterricht

Die Schüler haben unterschiedliche Vorkenntnisse und Stromkreisvorstellungen aus dem länger zurückliegenden Unterricht. Die Stunde ist ein Wiedereinstieg mit dem Ziel „Modellbildung“.

## Material

- STKM (Demonstrationsexperiment)      Kolbenprober mit Luft  
   Kolbenprober mit Wasser  
   zur Demonstration von Kompressibilität  
   bzw. Inkompressibilität
- Batterie, Kabel, Lampe (evt. für jede Tischgruppe)

## Vorbereitung -

## Durchführung

1. Die Schüler notieren und skizzieren in Einzelarbeit ihre Vorstellungen von den Vorgängen im einfachen Stromkreis (Material: Batterie, Kabel, Lampe).
2. Gruppentischgespräche: Welche unterschiedlichen Vorstellungen treten auf?
3. Berichte der Tischgruppen.
4. Zusammenfassung an die Tafel durch den Lehrer.
5. Diskussion der verschiedenen Vorstellungen (ohne Wertung!).
6. Demonstration des Schwebeteilchenmodells. Motto: So haben sich Naturwissenschaftler geholfen) → Modell !
7. Schüler notieren und diskutieren ihre Beobachtungen. → Leitfragen
8. Zusammentragen und Diskussion der Ergebnisse.
9. Begriffsbildung / Modellbildung (s. Unterrichtsziele >> Mit Hilfe des....
10. Analogiebildung mit Tabelle in Gruppen / Tafelbild
11. Modellgrenzen      • Geöffneter Wasserstromkreis: Wasser läuft aus, Pumpe läuft weiter.  
(Kl.-gespräch)      • Geöffneter elektr. Stromkreis: Elektronen bleiben im Kabel,  
   Batterie stoppt ihre Arbeit.

## Erfahrungen

- Insbesondere die Kontinuitätsvorstellung mit der Unterscheidung Wassergeschwindigkeit – Wasserstromstärke bereitet Probleme.
- Hohe Eignung für die Entwicklung eines adäquaten Stromstärkebegriffs.
- Hohe Akzeptanz als geeignetes Modell für wichtige Stromkreisaspekte.

**Schwierigkeitsgrad**                      z. T. hoch

**Einsatzvariante**                      Durchführungsschritte: 1 – 5 weglassen



## 6. Wir erforschen die Wirkung von Brause und Backpulver

Erprobung von Rita Böcker - Praetzel

### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 8

**Schulform:** Gymnasium/Realschule

**Sozialform:** Gruppenarbeit

**Unterrichtsthema:** Kohlenstoffdioxid in  
Lebensmitteln

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

Die S. sollten vor Beginn dieser Unterrichtseinheit die folgenden naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen beherrschen:

Beobachten, Vergleichen, Beschreiben, Hypothesen bilden, Schlussfolgerungen ziehen.

### **Unterrichtsziele**

- S. sollen das durch Backpulver oder Brause freigesetzte Kohlenstoffdioxid mit dem Nachweismittel Kalkwasser eindeutig identifizieren.
- S. sollen das durch Backpulver oder Brause freigesetzte Gasvolumen pneumatisch auffangen und messen.
- S. sollen ein Verfahren entwickeln, wie aus der Gesamtzahl der vorhandenen Komponenten die für die Gasentwicklung relevanten Anteile ermittelt werden können.
- S. sollen erkennen, dass das Gas durch Wasserzugabe zu Natron und Weinstein entsteht.
- S. sollen die Lebensmittelzusatzstoffe im Brausepulver unter gesundheitlichen Gesichtspunkten bewerten.

### **Einsatz im Unterricht**

Gemeinsam bei beiden Stoffen ist die Gasentwicklung. Für das primäre Ziel des Projektes, naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zu verdeutlichen und einzuüben, sind verschiedene Fragestellungen möglich:

I Welches Gas entsteht?

II Wieviel Gas entsteht?

III Welche Bestandteile sind für die Gasentwicklung nötig?

IV Welche Zusatzstoffe sind enthalten? Wie können sie gesundheitlich bewertet werden?

Andere Methoden der Teiglockerung bei Broten und Backwaren sowie das Backen z. B. von Muffins mit eigener Backpulvermischung können das Projekt abrunden.

Es sind nur geringe Vorkenntnisse nötig, das Projekt eignet sich gut für die einführende Phase der 8. Klasse. Da es sich über mehrere Doppelstunden erstreckt und die Schüler die Reihenfolge wählen können, ist eine unterrichtsbegleitende Visualisierung sinnvoll.

### **Material**

Weinstein-Backpulver ( Backin enthält saures Phosphat und ist deshalb weniger geeignet ), Brausepulver z.B. Ahoi, Natron z.B. Kaiser Natron, Weinstein, Stärke, Reagenzgläser und Ständer, durchbohrter Stopfen und Schlauch, Spatel, Tropfpipette Waage, Pneumatische Wanne, Kalkwasser, Span, Broschüre über Lebensmittelzusatzstoffe;

## **Durchführung**

Wie ein lockeres Rührteiggebäck entsteht, macht die Wasserzugabe zu Backpulver deutlich. Auch bei Brausepulver ist die Gasentwicklung sofort sichtbar, so dass sich die Fragestellungen leicht im Gespräch ergeben. Die S. können die Reihenfolge ihrer Bearbeitung wählen und entscheiden, ob sie im Experiment lieber Backpulver oder Brausepulver untersuchen.

Die Inhaltsstoffe entnehmen die S. der Verpackung. Aus welchen davon das Gas sich entwickelt, sollte jedoch nur mit Backpulver untersucht werden, da bei Brause keine weiteren Stoffe beigemischt sind. Die S. können die Komponenten systematisch zunächst einzelnen und dann ihre Kombinationen prüfen oder aus der vorgegebenen Backpulvermischung nacheinander einzelne Komponenten weglassen. Ihre Ergebnisse schreiben die Schüler meist zunächst eher ungegliedert auf, so dass sie erst, wenn sie den Überblick verlieren, den Sinn der vorgeschlagenen Tabelle erkennen. Es zeigt sich, dass nur Weinstein, Natron und Wasser zusammen das Gas entwickeln, die Bedeutung der zugesetzten Stärke als Trennmittel muss anschließend diskutiert werden.

Der Nachweis und die Volumenmessung können sowohl mit Backpulver als auch mit Brause durchgeführt werden. Das Verfahren, wie Gase aufgefangen und ihre Volumina gemessen werden können, ist bei vielen Themen im Chemieunterricht wichtig und soll exemplarisch eingeführt werden. Ich habe den Arbeitsbogen deshalb vom konkreten Thema unabhängig gestaltet. Dasselbe gilt auch für die allgemeinen Anmerkungen zu Nachweismitteln.

Kalkwasser als konkretes Reagenz muss den Schülern mitgeteilt werden. Nachdem sie die Reaktion beobachtet haben, ist der Nachweis noch völlig unklar. Die Schüler werden geeignete Vergleichsproben ( z.B. mit reinem Kohlenstoffdioxid oder ausgeatmeter Luft ) und Blindproben ( ein anderes, reines Gas ) überlegen und durchführen müssen, um zum Ergebnis Kohlenstoffdioxid zu kommen. Auch die vielleicht schon bekannte Prüfung mit dem glimmenden Span ist hier sinnvoll.

Bei der Volumenmessung muss genau auf die verschiedenen Fehlerquellen geachtet werden ( unvollständige Reaktion, Gasverlust durch zu spätes Verschließen und Undichtigkeit, Messfehler ). Bei 1g Probesubstanz sind als durchschnittliches Ergebnis bei Brause 100ml und bei Backpulver 40ml Gas zu erwarten.

## **Erfahrungen**

Das Projekt erfordert mindestens drei Doppelstunden, in denen die Schüler ziemlich selbstständig arbeiten können. Bei den Versuchsplanungen sind manchmal Einhilfen erforderlich, in einer Realschulklasse in stärkerem Maße. Die Versuche sollten unbedingt nach vorher geklärtem Muster protokolliert werden.

### **Schwierigkeitsgrad:**

In der Durchführung eher leicht, in der Hypothesenbildung und Versuchsplanung schwieriger.

### **Einsatzvariante:**

Aus dem Gesamtkonzept können auch einzelne Bausteine entnommen werden, damit geht aber viel an Schülerplanung und Initiative verloren.

Präsentation der Unterrichtsergebnisse als Plakat

**Wir erforschen**

**Welche Bestandteile sind notwendig?**  
um aus Backpulver das Gas zu entwickeln, das den Teig aufgehen lässt?

**Wieviel Gas wird freigesetzt?**

**Welches Gas wird freigesetzt?**

**Zusatzstoffe?**  
**E-Nr.?**  
**Löslichkeit?**

**12er Muffin - Backform**  
 trockene Zutaten: 100g Mehl, 10g Zucker, 10g Butter  
 flüssige Zutaten: 2 EL Öl, 2 EL Wasser, 10g Milch

Wenn man trockene- und flüssige Zutaten zu früh mischt, wird das Gas schon in der Schüssel freigesetzt. Es soll erst im Backofen freigesetzt werden.

**Ergebnisse**

**Natron + Weinstein + Wasser**

**Gasvolumen:**

bei 1g	
32ml	158ml
41ml	108ml
38ml	90ml
Ø 37	Ø 99

**Kohlenstoffdioxid**

**Methoden**

**nur 1 Variable wird verändert**

**Fehlerquellen**

- Messfehler
- Gasentweicht
- unvollständige Peak

**Nachweismittel = Reagenz**

**Vergleichsprobe**  
**Blindprobe**

**Verdünnungsreihe**

Welche Bestandteile sind notwendig, um aus Backpulver das Gas zu entwickeln, das den Teig aufgehen lässt?

Die Inhaltsstoffe des Backpulvers kannst du dem Etikett entnehmen; wir wollen experimentell ermitteln, welche für die Gasentwicklung entscheidend sind.

Formuliere dazu eine Vermutung.

Mit dieser Arbeitshypothese kannst du einen Versuch überlegen, durchführen und auswerten, um deine Vermutung zu überprüfen. Für ein sicheres Ergebnis musst du mehrere Versuche durchführen.

Die verschiedenen Versuchsansätze und die dabei gemachten Beobachtungen kannst du übersichtlich in Form einer Tabelle notieren.

Bei der Durchführung ist wichtig, dass du mit vergleichbaren Mengen arbeitest: Spatelspitzen bei festen Substanzen, Wasser milliliterweise mit der Pipette. Achte bei Lösungen darauf, ob sie klar sind ( der Stoff ist dann vollständig aufgelöst ).

Worterklärungen: Natron = Natriumhydrogencarbonat  
Weinstein = Salz der Weinsäure

## Protokoll

Protokolliere deinen Versuch mit Hilfe des allgemeinen Schemas. Dazu noch einzelne Hinweise:

Überschrift: siehe oben

Die Tabelle zur Durchführung und Beobachtung der einzelnen Versuchsansätze sollte folgendermaßen aussehen:

Inhaltsstoffe:					Beobachtungen
Versuch a)					
Versuch b)					
usw.					

Setze deine Versuchsreihe solange fort, bis deine Vermutungen bestätigt oder verworfen sind und du ein klares Ergebnis hast.

Beantworte dann die Eingangsfrage in einer Zusammenfassung

## Gase auffangen, nachweisen und messen.

Die erste Abbildung zeigt dir einen Versuchsaufbau, mit dem du in einem Gefäß ( Erlenmeyerkolber oder Reagenzglas mit Stopfen und seitlichem Stutzen ) ein Gas entwickeln kannst. Dieses musst du möglichst schnell wieder verschließen.

In einem Wasserbecken wird ein zweites Reagenzglas oder ein Zylinder vollständig mit Wasser gefüllt und senkrecht aufgestellt. Mit einem Schlauch wird das Gas durch das "Sperrwasser" in den Zylinder geleitet, man sagt, *pneumatisch aufgefangen*.

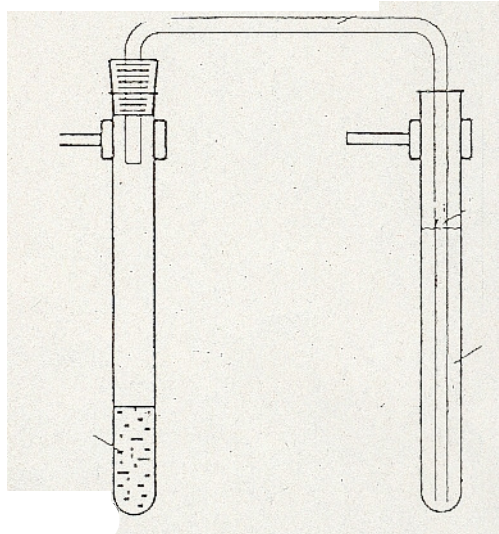
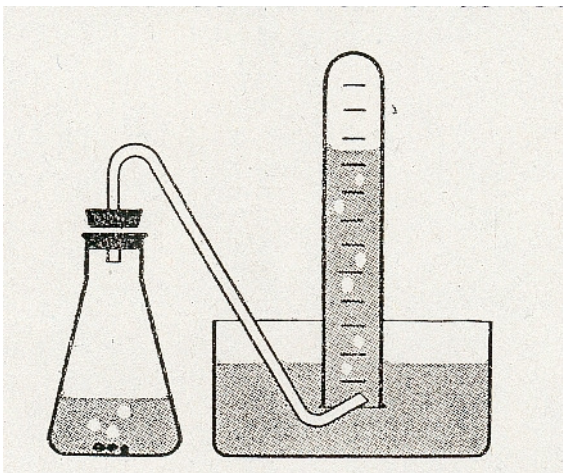
Falls du das Gas durch Erhitzen entwickelst, wird der Schlauch aus der Wasserwanne sofort nach Wegnehmen der Brennerflamme herausgenommen. Bei Abkühlen entsteht sonst ein Unterdruck, der...?

Bei einer *Volumenmessung* wird das Gas pneumatisch direkt in einen senkrecht umgestülpten Messzylinder geleitet.

*In eine Flüssigkeit* leitest du das Gas ein

- wenn du es lösen möchtest
- wenn du es mit einem Nachweismittel oder anderen Stoffen zusammenbringen möchtest ( zweite Abbildung ).

Achtung: Auch hier nach dem Erwärmen den Schlauch sofort aus dem Wasser ziehen!



### Nachweismittel = Reagenzien

In den meisten Fällen können wir die Stoffe nicht mit unseren Sinnen direkt wahrnehmen und eindeutig erkennen. Häufig nutzen wir dann Nachweismittel = Reagenzien, die mit unserer unbekanntem Prüfsubstanz eindeutige Veränderungen ergeben.

Ein Nachweismittel ist nur dann dafür geeignet, wenn es

- a) sich nur mit einem Stoff ( Stoffgruppe ) verändert und diesen damit anzeigt; dies prüfen wir in Vergleichsproben.
- b) nicht schon alleine ohne Probesubstanz die Veränderung anzeigt; dies prüfen wir durch eine Blindprobe = Leerprobe.

## Welches Gas wird durch Backpulver freigesetzt? Welches Gas sprudelt aus dem Brausepulver?

Formuliere eine *Vermutung = Hypothese*, um welches Gas es sich handeln könnte.

Überprüfe sie, indem du das Gas auffängst, charakterisierst und Nachweismittel anwendest.

Mache dir anhand des **ergänzenden Arbeitsbogens** zunächst klar, wie man Gase auffangen, prüfen und nachweisen kann.

Notiere alle Materialien und bereite die Versuche vor. Das Nachweismittel wird erst unmittelbar vor Versuchsbeginn eingefüllt.

### **Versuch A:**

Das Gas wird aus Backpulver oder Brause durch Auflösen einer geringen Menge in Wasser freigesetzt. Beim Backpulver soll zusätzlich erwärmt werden.

Fangt zunächst das Gas auf und verschließt das Reagenzglas mit einem Stopfen.

Notiere alle **Eigenschaften**, die ihr erkennen könnt.

Prüfe dazu auch das Verhalten gegenüber einem brennenden Span, den du vorsichtig einführst.

### **Versuch B:**

Wiederhole die Gasentwicklung und leite das Gas direkt tief in das vorbereitete **Kalkwasser** ein. Es dient uns als **Nachweismittel**.

Notiere sofort deine Beobachtungen!

### **Aufgaben:**

- Bearbeite nun auf dem Arbeitsbogen die Hinweise zu Reagenzien.

- Erkläre in eigenen Worten:

Als **Vergleichsprobe** nehmen wir einen bekannten Stoff, mit dem wir sehen können...

Durch eine **Blindprobe**....

- Was wäre für unseren Gasnachweis eine geeignete Vergleichsprobe?

Führe den Versuch durch!

Welche Schlussfolgerung kannst du nun ziehen?

### **Protokoll**

Protokolliere nun die Versuche A und B.

Ab der "Durchführung" musst du Versuch A "Eigenschaften" und Versuch B "Nachweis" getrennt aufschreiben und zusammenfassen.

## 7. Bestimmung des Zuckergehaltes von Getränken

Erprobung von Rita Böcker - Praetzel

### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 8

**Schulform:** Gymnasium / Realschule

**Sozialform:** Gruppenarbeit / Klassengespräch

**Unterrichtsthema:** Stoffeigenschaften  
Eigenschaften von Lösungen

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

Der Zuckergehalt soll über die Dichte einer Lösung bestimmt werden. Im ersten Schritt geht es um darum, die Abhängigkeit der Dichte vom Zuckergehalt zu messen:

*Hypothesenbildung, Planung und Durchführung der Messung, graphische Darstellung der Messdaten, Schlussfolgerungen, Vertiefung und Präsentation.*

### **Unterrichtsziele**

- Die S. erkennen, dass der quantitative Zusammenhang zwischen der Dichte und dem Zuckergehalt von bekannten Lösungen ermittelt werden muss als Vergleich für unbekannte Lösungen.
- Die S. messen den Zuckergehalt verschiedener Getränke und veranschaulichen ihn.
- Die S. führen eine graphische Interpolation durch.
- Die S. erkennen und vermeiden Fehler.
- Die S. sollen den Konsum stark zuckerhaltiger Getränke unter gesundheitlichen Gesichtspunkten reflektieren.

### **Einsatz im Unterricht**

Häufig können Variable besser indirekt über eine leichter messbare Größe bestimmt werden. Das Beispiel macht dieses Verfahren mit Hilfe einer Vergleichskurve transparent, weil sie von den S. selbst erstellt wird.

Das Thema Lösungen wird fächerübergreifend und gesundheitsrelevant behandelt.

Für die S. ist es motivierend, alltägliche Getränke ihrer Wahl zu untersuchen.

### **Material**

Messzylinder 100 ml, Waage ( Genauigkeit 0,01g ), Tropfpipette, Rohrzucker, Getränke ( Limonaden, klare Fruchtsäfte).

Arbeitsblatt, Hinweise zu Fehlerquellen, Millimeterpapier

### **Durchführung**

Präsentiert man S. verschiedene Limonaden, entwickeln sie leicht ein Interesse an biologischen und chemischen Fragestellungen, u.a. zum Zuckergehalt. Diesen durch vorsichtiges Eindampfen direkt zu bestimmen, führt zu unbefriedigenden Ergebnissen. Die Messung über die Dichte gibt die LehrerIn vor. Diese Messgröße ist den S. zeitnah aus dem Physikunterricht meist bekannt. Im Unterrichtsgespräch stellen die S. eine Hypothese auf und erarbeiten das Messverfahren. Arbeitsteilig werden Zuckerlösungen unterschiedlicher Konzentration gemessen. Prinzipiell könnte die Dichtemessung über die exakte Volumenmessung von 100g Lösung ( siehe Schroedel, Chemie heute, Lehrerhandbuch ) oder

über eine exakte *Massen*bestimmung von 100 ml Lösung erfolgen. Mit Messzylindern erlaubt der 2. Weg eine viel größere Genauigkeit.

Sind die verschiedenen Dichtewerte im Koordinatensystem eingetragen, wird der lineare Zusammenhang nach Augenmaß (durchsichtiges Lineal!) eingezeichnet. (Der Fehler, der durch die graphische Mittelwertbildung entsteht, kann später durch die Ermittlung von Durchschnittswerten beim gleichen Getränk ausgeglichen werden.) Im zweiten Schritt wird die Dichte von Getränken gemessen und ihr Zuckergehalt durch Vergleich mit der Kurve ermittelt. Bei kohlenstoffhaltigen Getränken muss das Kohlenstoffdioxid durch Erhitzen vorher entfernt werden, bei Fruchtsäften ist auf Schwebeteilchen als Fehlerquelle zu achten (ev. filtrieren).

Gute Ergebnisse sind nur durch exaktes Arbeiten zu erzielen. Deshalb sollte bei diesem Versuch die Aufmerksamkeit der S. besonders auf die unterschiedlichen Fehlerquellen in den einzelnen Arbeitsschritten gelenkt werden.

Zur Diskussion sollten die konkreten Zuckermengen ausgewogen oder als Zuckerstücke veranschaulicht werden. Die Reflektion der gesundheitlichen Folgen kann mit Hilfe des Arbeitsbogens erfolgen: Er wird zerschnitten, so dass die einzelnen Aspekte als Kärtchen zu einem Beziehungsgefüge gelegt werden können.

### **Erfahrungen**

Das Verfahren der indirekten Ermittlung des Zuckergehaltes ist in der Versuchsplanung ein schwieriger Schritt, nach der Durchführung ist das Prinzip aber auch schwächeren S. meist klar. Das Einzeichnen der Geraden sollte frontal demonstriert werden können. Die Messergebnisse zeigen häufig eine Fehlerquote von 10%. Eine biologische Bewertung der Messergebnisse stößt meist auf reges Interesse.

### **Schwierigkeitsgrad:**

mittel bis hoch, sehr genaues Arbeiten ist notwendig.

### **Einsatzvariante:**

Bei guten Schülern können die Hinweise zu den Fehlerquellen als abgestufte Lernhilfe angeboten werden.



## Ermittlung des Zuckergehaltes von Limonaden und Fruchtsäften

Man kann den Zuckergehalt ermitteln, indem man die Dichte der Lösung bestimmt. Wir gehen in 2 aufeinanderfolgenden Schritten vor.

Wichtig: Für ein gutes Ergebnis musst du bei jedem Arbeitsschritt auf mögliche Fehlerquellen achten und sie weitgehend vermeiden! Siehe Arbeitsblatt "Fehlerquellen"

Materialien: 100ml-Messzylinder, Waage (Genauigkeit: 0,01g), Zucker, Getränke, eventuell: 250ml Becherglas, Dreifuß, Thermometer, Filter

### I Erstellung eines Dichtediagramms

Anhand von Lösungen mit bekanntem Zuckergehalt ermitteln wir den genauen mathematischen Zusammenhang zwischen Zuckergehalt und Dichte und stellen diesen in einem Diagramm dar.

- Notiere die Masse des leeren Messzylinders.
- Wiege im Zylinder eine genaue Zuckermenge ab ( 2, 5, 10, 15 und 20g ).
- Fülle den Zylinder bis etwas unter die 100 ml - Marke.
- Löse den Zucker vollständig auf.
- Ergänze nach vollständigem Auflösen -zu Schluss tropfenweise mit einer Pipette!- die Lösung genau bis zur 100 ml - Markierung.
- Wiege die Masse der Lösung.

Messtabelle: Zylinder leer:  
Zucker:  
Zylinder + Lösung:  
Lösung:

Dichtetabelle: Dichte deiner Lösung: ( Dichte = Masse/Volumen g/ml )

Zuckergehalt:					
Dichte der Lösung:					

Trage die Werte für reines Wasser und die verschiedenen Lösungen in ein Koordinatensystem ein. Ermittle zeichnerisch den Zusammenhang zwischen Dichte und Zuckergehalt. Mit einem durchsichtigen Lineal kannst du am leichtesten erkennen, ob die Abweichungen nach oben und unten ungefähr gleich groß sind.

### II Ermittlung des Zuckergehaltes in einem Getränk

Wiege die Masse von 100 ml des Getränks und berechne seine Dichte. Ist das Getränk mit Feststoffen oder Gasen angereichert, musst du diese Fehlerquellen vorher entfernen. Trage den Wert für die Dichte in das Diagramm ein und ermittle zeichnerisch den Zuckergehalt.

Ergebnis: Getränk: Dichte: Zuckergehalt:  
Klassendurchschnitt:  
100 ml Lösung enthält g Zucker.  
330ml Lösung enthalten g Zucker.  
1 l enthält g Zucker.

## **Fehlerquellen**

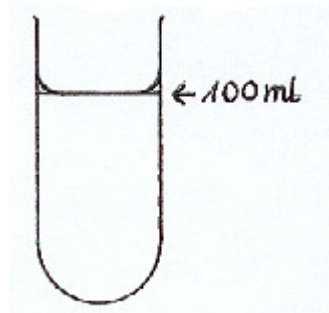
bei quantitativen Messungen

### **Beim Auflösen des Zuckers:**

- Gefäß mit Stopfen usw. verschließen und schütteln?
- mit Glasstab umrühren?
- durch kreisende Bewegung des Gefäßes eine Wasserbewegung erzeugen?
- Alles aufgelöst?

### **Genaue Volumenmessung:**

siehe Abbildung



### **Bei der Dichtemessung der Getränke:**

Ist das Getränk mit Gas angereichert?

Gase musst du durch 15 minütiges Erwärmen auf 60 bis max. 80°C und anschließendes Abkühlen entfernen. Wie beeinflussen sie vermutlich die Dichtemessung?

Ist das Getränk nicht ganz klar und enthält Fruchtreste und Pressrückstände?  
Entferne sie durch Filtrieren.

# **Folgen von hohem Zuckerkonsum**

## **Kurzfristig hoher Zuckerkonsum**

### **Hoher Blutzuckerspiegel**

**Das Hormon Insulin sorgt für den Transport des Zuckers  
aus dem Blut in jede Zelle.**

**Bei Bedarf wird viel Insulin in der Bauchspeicheldrüse produziert.**

**Überlastung der Bauchspeicheldrüse  
Starke Zunahme der Zuckerkrankheit Diabetes Typ 2 auch bei  
Jugendlichen**

### **Hoher Insulinspiegel**

**Viel Zucker gelangt in die Zellen.**

**Überschüssiger Zucker wird als Glycogen und als Fett gespeichert.**

### **Übergewicht**

### **Niedriger Blutzuckerspiegel**

### **Zuckermangel in den Zellen**

### **Konzentrationschwäche, Müdigkeit**

### **Bedürfnis nach Zuckierzufuhr**

**Zucker braucht zur Verarbeitung in den Zellen Vitamin B**

**Vitamin B – Mangel in den Zellen**

**Vitamin B ist wichtig für die Nervenfunktion  
Vitamin B ist wichtig für die Verarbeitung von Nährstoffen**

**Vollwertige Getreideprodukte enthalten neben viel Stärke meistens auch  
viel Vitamin B**

**Stärke wird langsam in Zucker umgewandelt.**

**Zucker liefert viel Energie, ohne langfristig zu sättigen.**

**Karies**

## 8. Das Blue – Bottle Experiment

Erprobung von Rita Böcker - Praetzel

### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 9

**Schulform:** Gymnasium / Realschule

**Sozialform:** Unterrichtsgespräch

**Unterrichtsthema:** Oxidation / Reduktion

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

- In diesem Beispiel kommen verschiedene Methoden zur Anwendung:
- Formulierung von Fragestellung und Hypothesen, Versuchsplanung und Durchführung, Beobachten, Schlussfolgerungen ziehen, modellhafte Veranschaulichung.

### **Unterrichtsziele**

- S. erkennen, dass eine Oxidation die Blaufärbung des Farbstoffes hervorruft.
- S. erkennen, dass zum System ein dritter Stoff gehört, der dem Farbstoff den Sauerstoff entzieht.

### **Einsatz im Unterricht**

Dem S. sollten Oxidationsprozesse bekannt sein. Der Versuch kann das Thema Reduktion und Reduktionsmittel einführen und die Kopplung im Redoxvorgang verdeutlichen.

### **Material**

fertig vorbereitete, im Erlenmeyerkolben mit Stopfen ( zur Hälfte ) gefüllte Lösung:

200 ml Wasser

20 g Glucose

2,5 g NaOH (fest)

25 mg Methylenblau

Versuchsansätze für weitere Varianten ( ev. im Schnappdeckelglas ).

Arbeitsbogen

Pappmodelle

### **Durchführung**

Die S. erhalten die fertige Lösung im Erlenmeyerkolben. Sie sind zunächst fasziniert von der in wenigen Minuten eintretenden Entfärbung, die sich immer wieder herstellen lässt. Wir halten fest:

blau	stehenlassen	farblos
	schütteln	

Die S. erhalten die Aufgabe, das „Rätsel“ des Systems zu lösen, indem sie genau beobachten, Fragen stellen und den Versuch variieren. Möglich wäre z.B., den Stopfen wegzulassen, die Luft durch andere Gase zu ersetzen, den Gasraum verkleinern oder die Lösung zu verdünnen. Um den Erkenntnisprozess zu verdeutlichen, werden die genannten Aspekte unter den Gesichtspunkten „Fragestellung / Versuchsvariante / Beobachtung / Erklärung“ tabellarisch notiert und gemeinsam ergänzt. Schrittweise lässt sich so schlussfolgern, dass das System

einen Stoff enthält (Methylenblau), der sich mit Sauerstoff blau färbt (langsam durch Diffusion an der Grenzfläche oder schnell durch Schütteln). Wenn die Entfärbung durch reversible Sauerstoffabgabe erfolgt, kann neben Farbstoff und Sauerstoff als dritte Komponente des Systems ein Stoff vermutet werden, der dem oxidierten Farbstoff den Sauerstoff entzieht. Dabei wird der Begriff Reduktion und Reduktionsmittel eingeführt. Unterstützend für das Klassengespräch bieten sich eine anschauliche Simulation der Vorgänge mit Molekülmodellen an ( für den Farbstoff blaue und nach dem Wenden weiße Oberfläche). Der Arbeitsbogen dient der Wiederholung und Festigung. Die Redoxreaktion wird jeweils beim Schütteln und Stehenlassen genau formuliert.

### **Erfahrungen**

Das Phänomen ist für S. faszinierend, sie sind motiviert, es zu erklären. Geeignete Versuchsvarianten zu überlegen und die Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, gelingt leichter im Klassengespräch, wo tabellarisches Festhalten der Ideen und modellhafte Visualisierung den Erkenntnisprozess begleitend unterstützen können.

<p><b>Schwierigkeitsgrad:</b> mittel bis hoch, ev. sind mehrere Lehrerimpulse notwendig.</p>
--

## 9. Bestimmung der Formel von Kupfersulfid

Erprobung von Rita Böcker - Praetzel

### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 9

**Schulform:** Gymnasium, Realschule

**Sozialform:** Gruppenarbeit

**Unterrichtsthema:** Ermittlung und  
Bedeutung einer Formel

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

*Durchführung eines Versuchs, Beobachten, Messen und mathematische Auswertung, Schlussfolgerung, Verwendung von Kugelmodellen zur Veranschaulichung des Massenverhältnisses und der Zusammensetzung der Verbindung.*

### **Unterrichtsziele**

- Die S. sollen eine Versuchsdurchführung vorschlagen, mit der sich die Massenanteile der Elemente im Sulfid ermitteln lassen.
- Die S. sollen die Fehlerquellen bei der quantitative Synthese möglichst gering halten.
- Die S. sollen die Massenzunahme bei der Reaktion messen und den Schwefel- und Kupferanteil in der Verbindung errechnen.
- Die S. sollen mit Hilfe der Kugelmodelle auf die Formel des Kupfersulfids schließen.
- Die S. sollen die Fehler erkennen und bewerten.

### **Einsatz im Unterricht**

Die qualitative und quantitative Bedeutung einer chemischen Formel kann in der einführenden Phase erfasst werden, wenn sie experimentell ermittelt und hergeleitet wird. Im Lehrerversuch kann die Formel des Kupferoxids durch seine Reduktion mit Wasserstoff ermittelt werden.

### **Material**

Waage, Reagenzglas, Stativmaterial, Brenner, Glashaken, Kupferstreifen, Schwefelpulver;

### **Vorbereitung**

Drei verschiedene Kugeln, deren Massen im Verhältnis 4:2:1 stehen, sollen jeweils vierfach für die Gruppen vorbereitet sein.

Schmaler Kupferstreifen, der oben durchbohrt und in ein Reagenzglas eingeführt werden kann, Werkzeug zum Durchbohren;

Pro Gruppe ( +Ersatz! ) ein Glashaken für den Kupferstreifen;

### **Durchführung**

Der Schülerversuch „Bestimmung der Formel von Kupfersulfid“ wird vorbereitet durch das Lehrerdemonstationsexperiment zur Reduktion von Kupferoxid mit Wasserstoff. Die Versuchsplanung und seine Auswertung, die Arbeit mit den Kugeln als Modell für die Atome Kupfer und Sauerstoff und die Fehlerbetrachtung finden im Klassengespräch statt. Der Gedankengang zur Auswertung ist auf der Folie und einem Arbeitsbogen festgehalten. Ohne dieses Parallellbeispiel wäre eine selbstständige Auswertung des Schülerversuches für viele zu schwierig.

Für die Bestimmung der Formel von Kupfersulfid wird die Massenzunahme bei der Synthese gemessen. Die genaue Versuchsdurchführung muss vorgegeben werden. Neben der Beobachtung des Reaktionsablaufes ist es sehr wichtig, auf die besonders gravierenden Fehlerquellen zu achten ( unvollständige Reaktion, äußerlich anhaftender Schwefel, Abbrechen des spröden Sulfides; ). Die Auswirkung jeder Fehlerquelle auf das Massenverhältnis soll später überlegt werden. Die Massenzunahme beträgt ungefähr ein Viertel des Kupfer – Ausgangsgewichtes.

Der Abstraktionsschritt vom konkreten Massenverhältnis zum theoretischen Zahlenverhältnis in der Verbindung kann durch Modelle für Kupfer- und Schwefelatome unterstützt werden: Die Schüler kombinieren so viele Kupfer – Kugeln und Schwefel – Kugeln, bis das experimentell ermittelte Massenverhältnis ( Cu : S = 4 : 1 ) erreicht ist. Die Molekülmasse von 160u ergibt die Formel  $\text{Cu}_2\text{S}$ .

### **Erfahrungen**

Der Versuch erfordert etwas Fingerspitzengefühl. Der Kupferstreifen muss für die vollständige Reaktion weit genug in die heißen Schwefeldämpfe eingeführt werden. Er sollte aber nicht in den flüssigen Schwefel gelangen, da sonst beim Abbrennen zuviel Schwefeldioxid entsteht (ev. Abzug benutzen ). Der spröde Sulfidstreifen bricht sehr leicht, beim Rausziehen ev. ein Schälchen darunter halten.

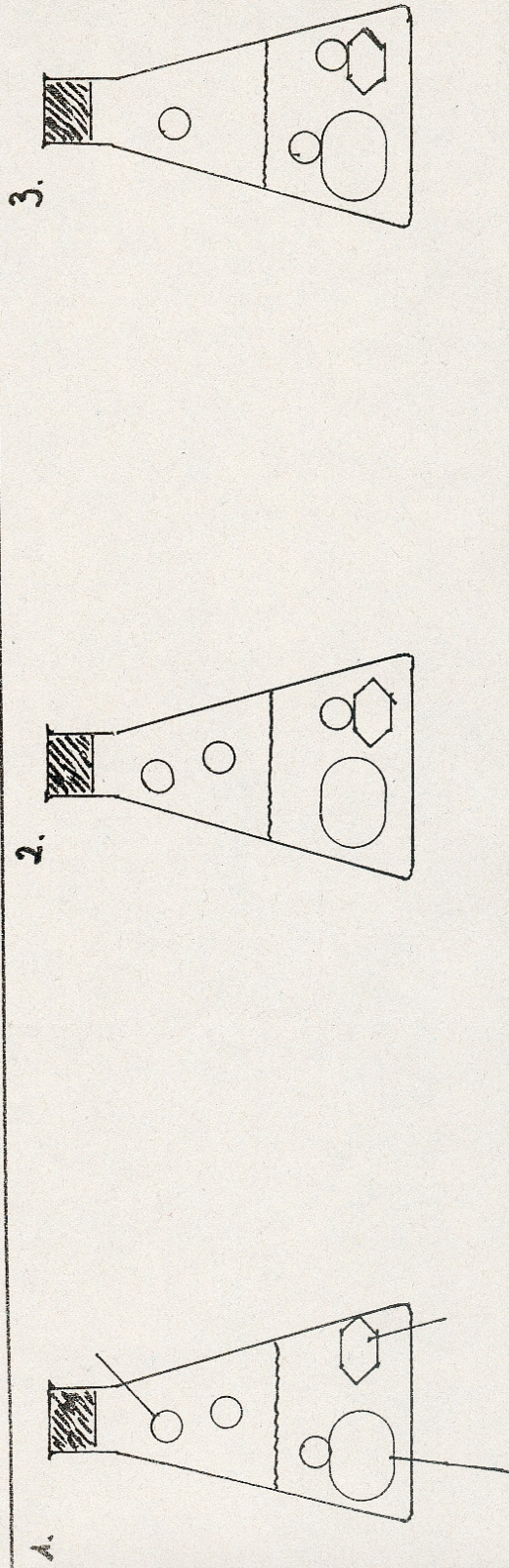
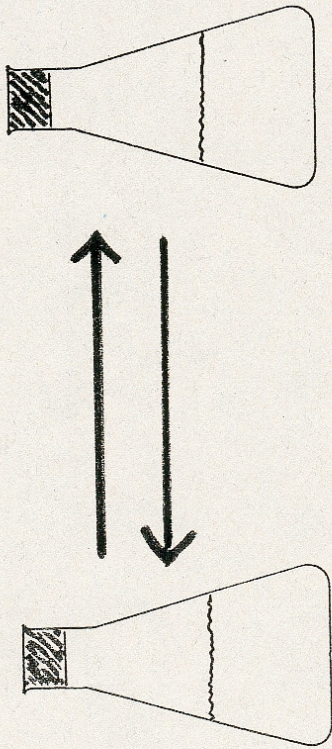
Der Schritt vom Messergebnis zur Formel ist ein schwieriger Abstraktionsschritt, der mit den Modellen sehr erleichtert werden kann.

### **Schwierigkeitsgrad:**

Normal bis hoch;



# Das Blue-Bottle - Experiment



## Zusammensetzung der Verbindung Kupferoxid

### I Vom Massenverhältnis zum Atomzahlverhältnis

- Massenverhältnis von Kupfer und Sauerstoff in der Verbindung Kupferoxid:

$$\frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{O}}} = \frac{4}{1}$$

- Masse eines Cu - Atoms : 64 u  
Masse eines O - Atoms : 16 u      Daraus folgt:

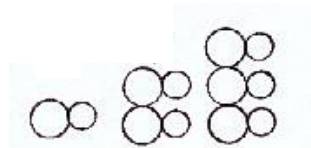
Atomzahlverhältnis von Cu zu O in der Verbindung Kupferoxid :

$$\frac{Z_{\text{Cu}}}{Z_{\text{O}}} = \frac{1}{1}$$

### II Vom Atomzahlverhältnis zur Zusammensetzung einer Verbindung / Formel

- Atomzahlverhältnis :  $\frac{Z_{\text{Cu}}}{Z_{\text{O}}} = \frac{1}{1}$

- Möglichkeiten:



- Theoretische Masse :                      80u    160u    240u

- Experimenteller Wert:              80u    Daraus folgt:



**Kupferoxid**

**CuO**

**Molekülformel**

## 10. Bildung von Ionen bei der Reaktion von Metall und Nichtmetall

Erprobung von Rita Böcker - Praetzel

### **EINSATZ**

<b>Klassenstufe:</b>	10
<b>Schulform:</b>	Gymnasium
<b>Sozialform:</b>	Unterrichtsgespräch, Gruppenarbeit
<b>Unterrichtsthema:</b>	Ionenbildung

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

*In diesem Beispiel kommen verschiedene Methoden zur Anwendung:*  
Formulierung einer Hypothese, Versuchsplanung und Durchführung, Messen, Schlussfolgerungen ziehen und darstellen, Generalisierung.

### **Unterrichtsziele**

- Die S. sollen die Hypothese formulieren, dass die Elemente Brom und Iod bei ihrer Reaktion durch Elektronenübertragung eine hohe Stabilität erreichen.
- Die S. sollen einen Versuchsaufbau planen, in dem die Elektronenübertragung nachgewiesen werden kann.
- Die S. sollen Spannung und Stromstärke messen.
- Die S. sollen die elektrochemischen Prozesse bei der im Versuch ablaufenden Reaktion darstellen und beschreiben.
- Die S. sollen die Hypothese verifizieren.
- Die S. sollen die Bildung stabiler Ionen durch die Elektronenabgabe der Metallatome an Nichtmetallatome erkennen.

### **Einsatz im Unterricht**

Den S. ist das Schalenmodell, das Periodensystem und die unterschiedliche Valenzelektronenzahl bei Metallen und Nichtmetallen bekannt. Der Versuch stellt die Einführung in die Ionenbildung durch Elektronenübertragung dar. Reaktionen von Metallen zu Oxiden, Sulfiden und Halogeniden dienen der Übung und Generalisierung.

### **Material**

U – Rohr mit Fritte, Zinkelektrode, Kohleelektrode, Vielfachmessinstrument, Kabel, Bromwasser, Zinkpulver, Zinkchlorid- oder Kochsalzlösung, Becherglas, Spatel;

### **Durchführung**

Wir präsentieren ein Phänomen: Die Entfärbung von Bromwasser durch etwas Zinkpulver geht sehr schnell. Da mit der Braunfärbung das Brommolekül verschwunden sein muss, vermuten die Schüler Zinkbromid als Produkt. Betrachtet man den Atombau der Elemente, liegt die Vermutung nahe, dass die beiden Elemente durch die Reaktion eine stabilere Elektronenkonfiguration erhalten. Als Hypothese kann formuliert werden, dass bei der Reaktion ein Zinkatom zwei Elektronen an das Brommolekül abgibt. Die Versuchsplanung zur Verifizierung ist nicht ganz einfach und erfolgt im Klassengespräch. Elektrischer Strom als Elektronenfluss ist den Schülern aus der Physik bekannt. Dieser kann in der Versuchsanordnung A („Eintopfverfahren“) nicht beobachtet und gemessen werden, weil die Elektronen beim *direkten* Zusammenprall der Reaktionspartner übertragen werden.

Die Reaktionspartner müssen räumlich getrennt und leitend miteinander verbunden werden. Ein Zinkstab steht in einer Elektrolytlösung und ein Kohlestab im Bromwasser. Auch in einem solchen Versuchsaufbau kann kein Elektronenfluss nachgewiesen werden; dieser entsteht erst, wenn der Stromkreis geschlossen wird und nicht nur die Elektroden, sondern auch die beiden Elektrolytlösungen leitend miteinander verbunden werden ( Membran oder Stromschlüssel ). Die einzelnen Zwischenschritte bis zum endgültigen Versuchsaufbau sollten jeweils auf Stromfluss überprüft werden. Der konkrete Messwert ist konzentrationsabhängig und hier sekundär. Für die Hypothese ist wichtig, dass ein Potential und der Stromfluss nachgewiesen wird.

Der Aufbau des Potentials am Zinkstab durch Elektronenabgabe und am Kohlestab durch Elektronenaufnahme soll in Gruppenarbeit mit verschiebbaren Teilchen ( aus dem Arbeitsbogen ausschneiden ) simuliert werden. Die Teilchenbewegung bei Stromfluss soll die Elektronenwanderung im Kabel und die Ionenwanderung zum Ladungsausgleich in den Lösungen darstellen. Nur das Brommolekül darf nicht in den Elektrodenraum am Zinkstab gelangen. Aufgrund der Komplexität empfiehlt es sich, das Verständnis des Gesamtprozesses begleitend oder nachfolgend zur Gruppenarbeit durch Teilchenmodelle an der Magnettafel / Pinnwand / Folie zu unterstützen und festigen. Dabei muss betont werden, dass die „Triebfeder“ des Prozesses die höhere Stabilität der Endprodukte ist; somit ist die Hypothese verifiziert.

In der Übungsphase sollen verschiedene Übertragungsprozesse dargestellt und als Gleichung formuliert werden. Dazu soll der Arbeitsbogen in drei Teile geschnitten werden. Die S. können durch Verschieben verschiedene Elektronendonatoren und Elektronenakzeptoren kombinieren, in eine Reihe legen und mit der richtigen Anzahl ausgetauschter Elektronen und den Multiplikationsfaktoren ergänzen.

### **Erfahrungen**

Für Gymnasiasten stellt der vorgeschlagene Weg einen guten Übergang vom Atombau und PSE zu Ionen dar.

### **Schwierigkeitsgrad:**

Eher hoch, v.a. die Versuchsplanung;

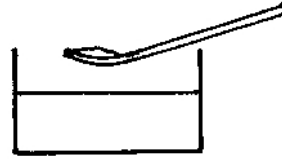
### **Einsatzvariante:**

Vorgabe des Versuchsaufbaus;  
Je nach Leistungsstärke der Klasse könnte auch die NaCl – Synthese aus den Elementen vorher beobachtet und die chemischen Prozesse besprochen werden.

## Bildung von Ionen bei der Reaktion von Metall und Nichtmetall

### Versuch A:

- 1.) Beschrifte die Skizze!
- 2.) Welche Beobachtungen machst du?



- 3.) Stelle die Reaktionsgleichung auf und erkläre die Beobachtungen.
- 4.) Warum bilden die beiden Reaktionspartner so schnell stabile Endprodukte? Formuliere dazu eine Hypothese:

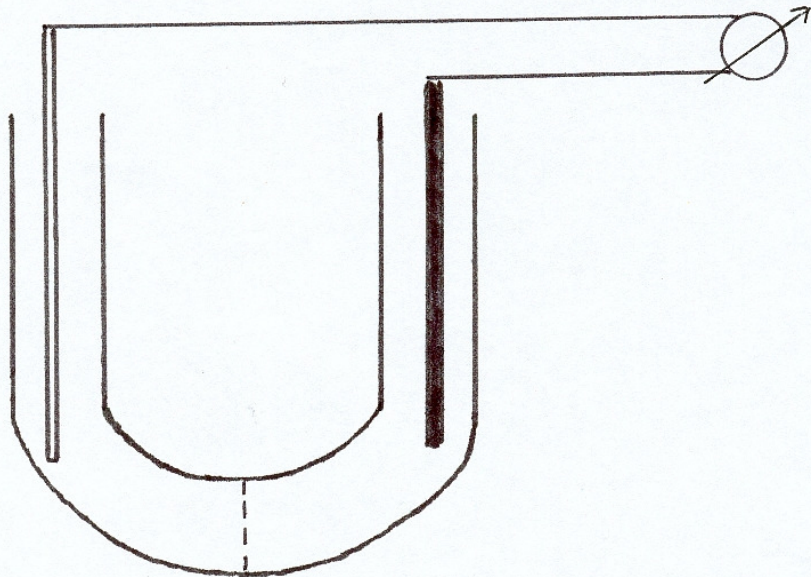
### Versuch B:

- 1.) Beschrifte den Versuchsaufbau!

Stelle den Ausgangszustand ( vor Stromfluss ) dar, indem du die passenden Teile ausschneidest und zuordnest.

- 2.) Was zeigt das Messgerät an? Spannung? Stromfluss?
- 3.) Durch Verschieben der Teilchen kannst du elektrochemische Vorgänge simulieren. Kläre damit folgende Fragen:  
Wie entsteht die Spannung? Durch welche Vorgänge entsteht der Plus- / Minuspol?  
Welche Teilchen bewegen sich bei Stromfluss?
- 4.) Fasse schriftlich zusammen:  
Welcher Vorgang läuft am Zinkstab ab? Reaktionsgleichung?
- 5.) Welcher Vorgang läuft am Kohlestab ab? Reaktionsgleichung?
- 6.) Zeichne den Elektronenfluss in die Skizze ein!
- 7.) Welche Aufgabe hat die halbdurchlässige Trennwand?  
Welche Teilchen können / müssen durch, welche sollen nicht durch sie wandern?
- 8.) Was ist bei Versuch A und B a) gemeinsam? b) unterschiedlich?

Stromstärke  
Spannung

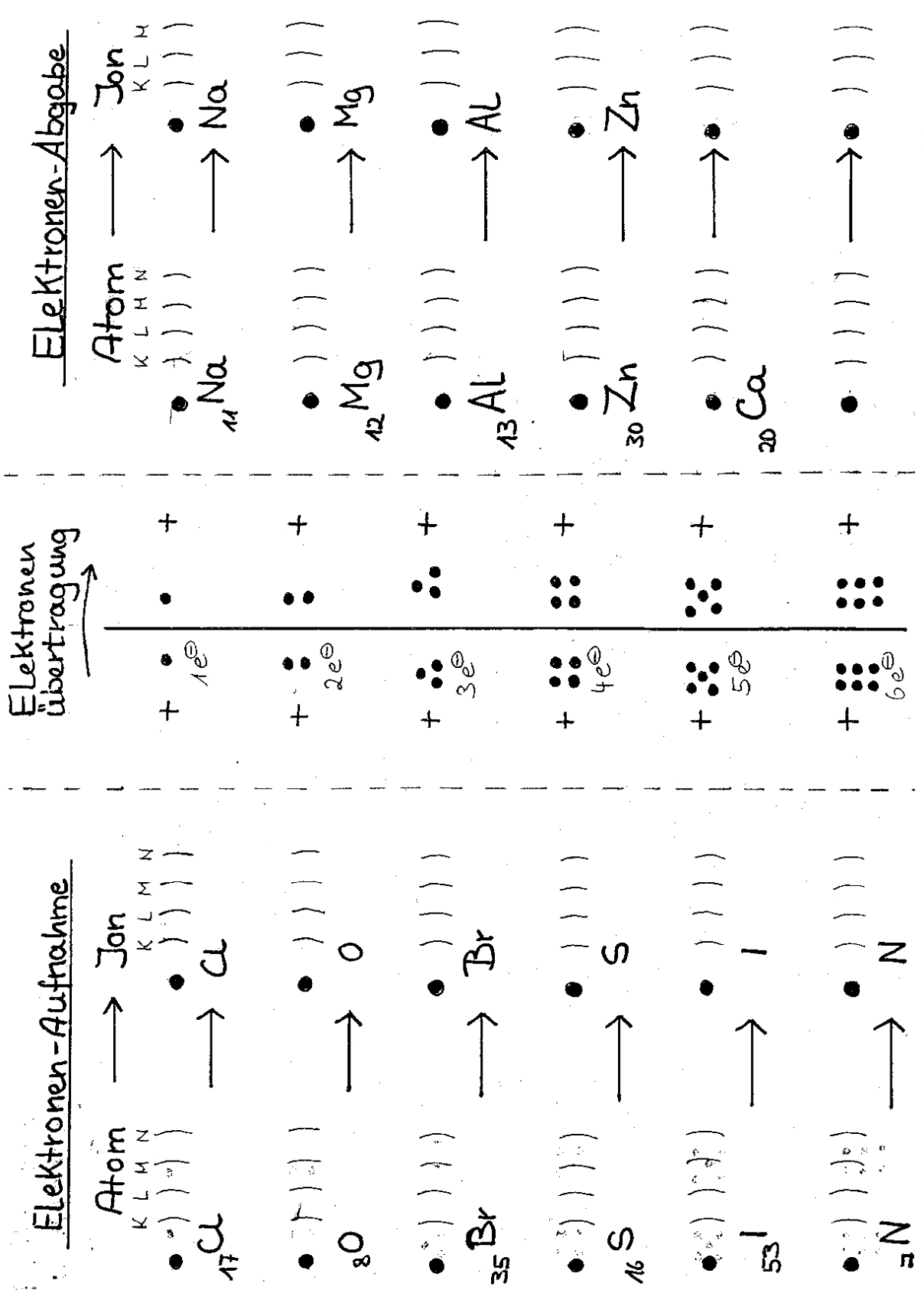


**Zn** **Zn<sup>2+</sup>** **e<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>** **Br** **Br** **Br<sup>-</sup>** **Br<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>** Elektronenmangel

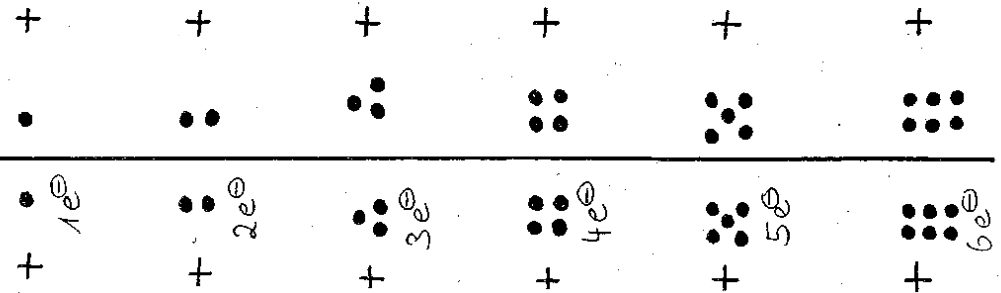
**Zn** **Zn<sup>2+</sup>** **e<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>** **Br** **Br** **Br<sup>-</sup>** **Br<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>**  
Elektronenüberschuss

**Zn** **Zn<sup>2+</sup>** **e<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>** **Br** **Br** **Br<sup>-</sup>** **Br<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>** **e<sup>-</sup>** Pluspol  
Minuspol

# Bildung von Ionen bei der Reaktion von Metall und Nichtmetall



Elektronen  
übertragung  $\longrightarrow$



## 11. Regulation der Hauttemperatur

Erprobung von Rita Böcker - Praetzel

### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 10

**Schulform:** Gymnasium, Realschule

**Sozialform:** Partnerarbeit,

Unterrichtsgespräch

**Unterrichtsthema:** Steuerung und Regelung

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

*Planung, Durchführung, Beobachtung und graphische Auswertung einer Untersuchung; Herstellung des Theoriebezuges, Modellbildung und Generalisierung;*

### **Unterrichtsziele**

- Die S. sollen einen Versuch planen und durchführen, in dem die Hauttemperatur nach Abkühlen gemessen wird.
- Die S. sollen den Temperaturverlauf graphisch darstellen.
- Die S. sollen die Vorgänge bei der Temperaturanpassung als Regelkreis formulieren und die allgemeinen Fachtermini kennen.

### **Einsatz im Unterricht**

In der Hinführung zu diesem Thema finde ich es wichtig, den Schülern an Beispielen deutlich zu machen, dass ein Lebewesen auf eine Vielzahl von äußeren und inneren Faktoren reagiert und in der Lage ist, immer wieder eine Homöostase herzustellen. Dabei spielen Regelkreise eine zentrale Rolle. Das Thema bietet wenig experimentelle Möglichkeiten. Am Beispiel der Hauttemperatur sollen die Schüler einen solchen Vorgang beobachten und messen. Mit Hilfe eines Wasserkochers kann eine Temperaturregulation aus dem technischen Bereich vorgeführt und erklärt werden. Das Prinzip des Regelkreises kann anschließend bei der Steuerung von Hormonkonzentrationen ( zum Beispiel: Schilddrüsenhormone, Geschlechtshormone ) durch die ihnen zugeordneten Steuerungshormone aus der Hypophyse als Erklärung dienen.

### **Material**

Temperaturband ( Firma: Schlüter ), Kühlkomresse, Stoffunterlage;

### **Vorbereitung**

Pro Zweiergruppe eine kleine Kühlkomresse besorgen und ins Gefrierfach legen. Bei der Anwendung muss eine dünner Stoff die Haut schützen.

### **Durchführung**

Im Unterrichtsgespräch wird durch verschiedenste Beispiele verdeutlicht, dass ein Lebewesen ständig neue Gleichgewichte herstellt. Die Diskussion verengt sich auf die Anpassung an



Wärme oder Kälte. Die Schüler überlegen, wie die Reaktion auf Abkühlung experimentell untersucht werden kann.

In der Versuchsdurchführung fixieren die Schüler das Temperaturband um die Stirn und messen den Ausgangswert. Mit einer Kühlkomresse wird ein breiter Bereich der Stirn einige Minuten gekühlt, dann wird sofort das Temperaturband wieder fixiert. Dabei muss beachtet werden, dass der Temperaturbereich des Bandes, der unter- und oberhalb des Ausgangswertes ist, gut auf der gekühlten Hautpartie aufliegt. Der Versuchspartner liest in einminütigen und später größeren Abständen die Temperatur ab. Die Schüler haben die Aufgabe, die Temperatur solange zu verfolgen, bis die Ausgangstemperatur wieder konstant bleibt. Die Messdaten sollen dann in ein Koordinatensystem eingetragen werden.

Der Kurvenverlauf sowie die Gesamtdauer ist erfahrungsgemäß sehr unterschiedlich, die Zeit- (x-Achse) und Temperaturachse muss von den Schülern beschriftet werden

Erwartungsgemäß sinkt die Temperatur um einige Grade ab und kehrt mehr oder weniger schnell wieder zum ursprünglichen Wert zurück. In vielen Fällen ist jedoch danach ein leichter Anstieg *über* diesen Wert hinaus zu beobachten, bevor die Temperatur wieder absinkt und der Wert wie vorher konstant bleibt. Diese Fälle sind für die Interpretation besonders wichtig: Der Körper reagiert auf die Störgröße zunächst mit erwärmenden Prozessen, die oft über den ursprünglichen Temperaturwert hinaus wirken. Dieser wird erst nach abkühlenden Prozessen erreicht. Die sich einstellende Temperatur pendelt sich also im Gleichgewicht der gegenläufigen Vorgänge erst allmählich ein.

Im nächsten Schritt wird im Unterrichtsgespräch geklärt, welche Organe an dieser Temperaturregulation beteiligt sind. Mit Hilfe einer Folie wird der gesamte Vorgang als Kreisprozess dargestellt. Eine Deckblattfolie liefert die allgemeinen Begriffe eines Regelkreises.

### **Erfahrungen**

Da nicht in jeder Gruppe ein Ansteigen der Temperatur *über* den Ausgangswert zu erwarten ist, sollten die entsprechenden Kurvenverläufe zur Präsentation im Plenum vorbereitet werden.

#### **Schwierigkeitsgrad:**

Experiment: leicht

#### **Einsatzvariante:**

Insbesondere in Realschulklassen kann der Versuch und ausschließlich das Thema Temperaturregulation ohne Ausweitung auf Regelkreise und hormonelle Steuerung behandelt werden.

Deckblattfolie:

**Führungsglied**  
*Zwischenhirn*

**Sollwert**

**Istwert**

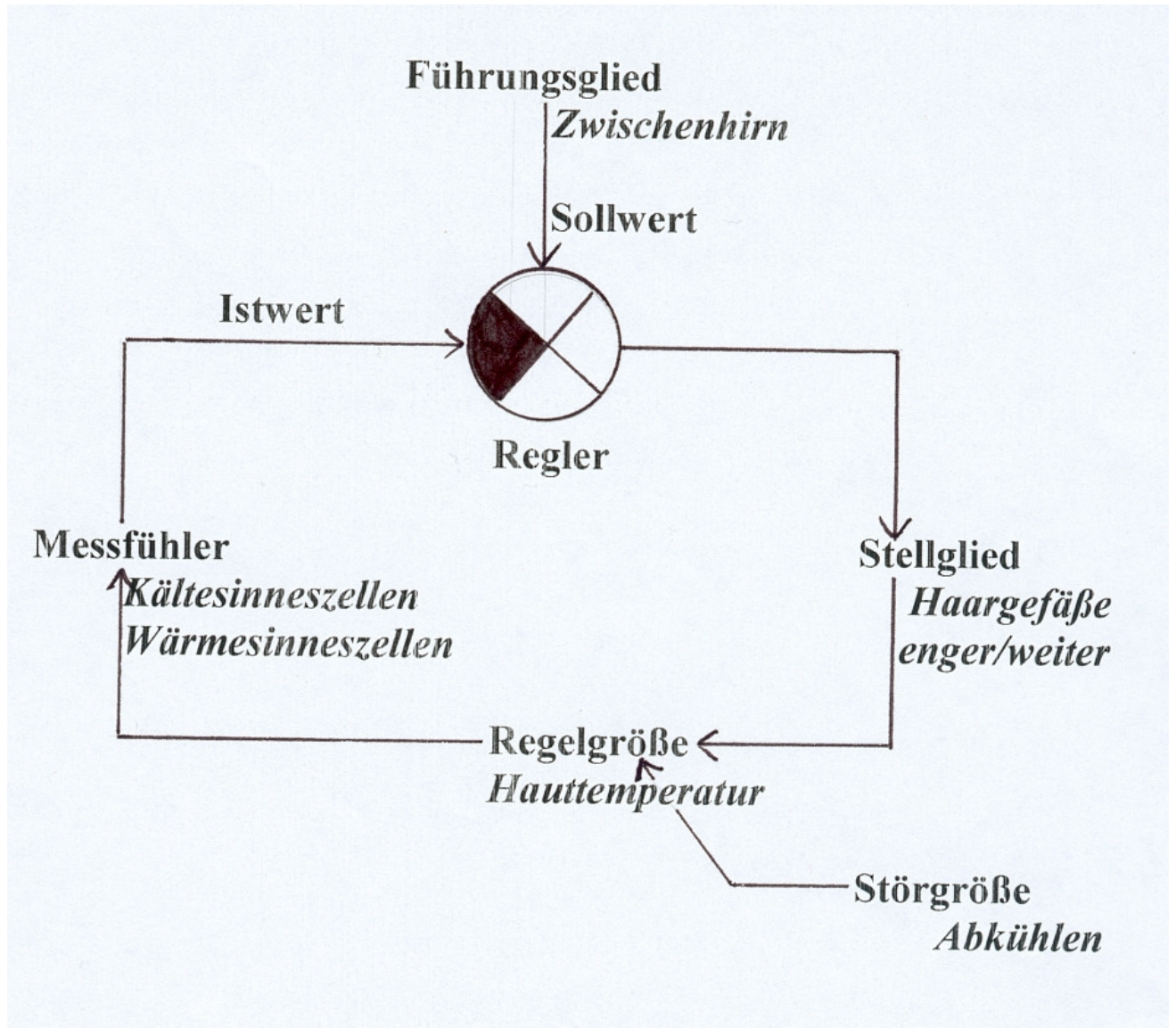
**Regler**

**Messfühler**  
*Kältesinneszellen*  
*Wärmesinneszellen*

**Stellglied**  
*Haargefäße*  
*enger/weiter*

**Regelgröße**  
*Hauttemperatur*

**Störgröße**  
*Abkühlen*



## 12. Schutz des Gehirns

Erprobung von Rita Böcker - Praetzel

### **EINSATZ**

**Klassenstufe:** 10

**Schulform:** Gymnasium, Realschule

**Sozialform:** Gruppenarbeit

**Unterrichtsthema:** Zentralnervensystem

### **Hinweise zu naturwissenschaftlichen Methoden**

In diesem Beispiel kommen verschiedene Methoden zur Anwendung: *Durchführung eines Versuches, Beobachtung, Interpretation, Schlussfolgerung und Modellbildung sowie Anwendung der Erkenntnisse.*

### **Unterrichtsziele**

- Die S. sollen einen Versuch durchführen.
- Die S. sollen erkennen, dass das Ei in einer Salzlösung der gleichen Dichte schwebt und bei Erschütterungen nur mit großer Trägheit reagiert.
- Die S. sollen die Beziehung zwischen Modell und menschlichem Schädel herstellen.
- Die S. sollen den Schutz des Gehirns durch Schädelkapsel und Gehirnflüssigkeit und bei zu starker Belastung seine Schädigung erkennen.

### **Einsatz im Unterricht**

Der Versuch kann ohne Vorbereitung in die Lage und Anatomie des Gehirns einführen.

### **Material**

500 ml Becherglas, Kochsalz, rohes Hühnerei, eventuell Schädel- und Gehirnmodell;

### **Durchführung**

Die S. erhalten ohne weitere Hinweise das Versuchsmaterial und das Arbeitsblatt. Das spielerische Herausfinden der Konzentration, in der das Ei schwebt, macht die Bedeutung der Dichte des Salzwassers und – nach Übertragung vom Modell – der Gehirnflüssigkeit deutlich. Die Auswertung des Versuches und seine Funktion als Modell wird bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes klar. Die Gegenüberstellung von Becherglas, Salzlösung bestimmter Dichte, Ei und Schädelknochen, Gehirnflüssigkeit und Gehirnmasse in gleicher Dichte ist naheliegend. An diesem Beispiel lässt sich gut zeigen, dass ein Modell lediglich einen bestimmten Aspekt der Wirklichkeit ( hier nur die physikalischen Schutzmechanismen des Gehirns ) darstellt. Abschließend soll bewusst gemacht werden, wie es zu traumatischen Schäden des Gehirns und Gehirnerschütterungen kommt ( Unfälle, starke Stöße, Kopfbälle ). Das Thema des Arbeitsbogens kann von den S. ergänzt werden.

### **Erfahrungen**

Ein schönes, einfaches Beispiel zur Modellbildung, insbesondere zur Aufgabe der Gehirnflüssigkeit.

### **Schwierigkeitsgrad:**

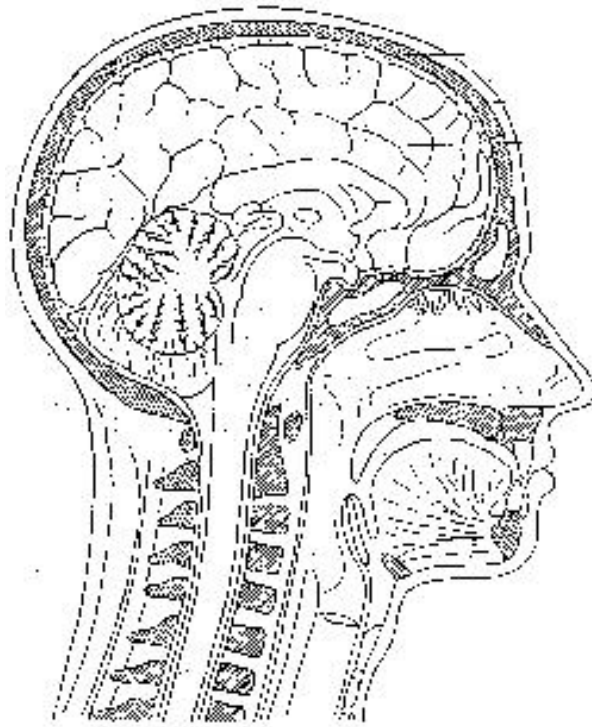
leicht

## Thema:

### Auswertung:

Die obige Versuchsanordnung dient als Modell für bestimmte Verhältnisse im menschlichen Schädel.

- 1.) Skizziere den Versuchsaufbau rechts unten neben der Schädelkizze.  
Ordne die Beschriftung des Versuchsaufbaues so an, dass die Begriffe neben den passenden Stichworten zum menschlichen Schädel stehen.
- 2.) Welche Bedeutung von Schädelknochen und Gehirnflüssigkeit wird durch diesen Modellversuch erklärt und veranschaulicht?



### Auswertung:

Die obige Versuchsanordnung dient als Modell für bestimmte Verhältnisse im menschlichen Schädel.

- 2.) Skizziere den Versuchsaufbau rechts unten neben der Schädelkizze.  
Ordne die Beschriftung des Versuchsaufbaues so an, dass die Begriffe neben den passenden Stichworten zum menschlichen Schädel stehen.
- 2.) Welche Bedeutung von Schädelknochen und Gehirnflüssigkeit wird durch diesen Modellversuch erklärt und veranschaulicht?

## 13. Versuchsprotokoll

1. Überschrift
2. Name, Datum, Mitarbeiter
3. Versuchsfrage
4. Skizze
5. Geräte und Chemikalien
6. Versuchsdurchführung
7. Beobachtungen / Messergebnisse
8. Erklärungen, Auswertung von Messdaten  
Ergebnis
9. Fehler, Fehlerbeurteilung
10. Zusammenfassung, Reaktionsgleichung