

## **Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer SehSchädigung an Regelschulen**

### **Didaktikpool**



## **Wir stellen Seife im Kaltverfahren her**

**Unterrichtsstunde (Doppelstunde) aus dem Unterrichtsfach Chemie, Klasse 8, mit einem  
blinden Schüler in der Klasse**

**Anne Dopheide, 2013**

Technische Universität Dortmund  
Fakultät Rehabilitationswissenschaften  
Rehabilitation und Pädagogik bei Blindheit und Sehbehinderung  
Projekt ISaR  
44221 Dortmund

Tel.: 0231 / 755 5874  
Fax: 0231 / 755 6219

E-mail: [isar@tu-dortmund.de](mailto:isar@tu-dortmund.de)  
Internet: <http://www.isar-projekt.de>

**Unterrichtsfach: Chemie, Klasse 8, mit einem blinden Schüler****Inhaltsfeld:** Säuren, Laugen, Salze**Bereich:** „Säuren und Laugen in Alltag und Beruf“**Kontexte:** Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen, Basiskonzept Chemische Reaktion (z.B.) Neutralisation, Hydratation, pH-Wert, Indikatoren**Umgang mit Fachwissen:** „Die Schülerinnen und Schüler können ausgewählte alltagsrelevante Säuren, Laugen und Salze mit ihren Trivialnamen benennen und ihre wesentlichen Eigenschaften beschreiben. (UF1)“**Erkenntnisgewinnung:** „Die Schülerinnen und Schüler können mit Indikatoren den pH-Wert von Lösungen bestimmen und anhand dieser Werte das Gefahrenpotenzial von Säuren und Laugen einschätzen. (E5, E6)“**Kommunikation:** „Die Schülerinnen und Schüler können einen kurzen, strukturierten Sachtext über chemische Vorgänge und Zusammenhänge schreiben. (K1) sowie inhaltliche Nachfragen zu Beiträgen von Mitschülerinnen und Mitschülern sachlich und zielgerichtet formulieren. (K8)“**Bewertung:** „Die Schülerinnen und Schüler können beim Umgang mit Säuren und Laugen Risiken und Nutzen abwägen und entsprechende Sicherheitsmaßnahmen einhalten. (B3)“**Voraussetzungen des blinden Schülers:**

Der blinde Schüler kann sehr konzentriert und strukturiert arbeiten. Den Inhalt kurzer Texte kann er sich schnell merken. Er hat aufgrund einiger Einzelsituationen eine gute „Übersicht“ über den Chemieraum und die bisher verwendeten Werkzeuge und Materialien. Aufgrund der Vorerfahrungen aus einer vorangegangenen Kräuterwerkstatt kann er prägnante Düfte wie z.B. Lavendel, Kamille und Rosmarin unterscheiden. Ansonsten liegen diese in einem jeweils dunklen verschlossenen Becherglas in getrockneter Form in der Klasse vor.

Die Idee zu dieser Stunde entstand durch die Schüler. Zu Beginn des „**Projektorientierten Unterrichts**“, fächerübergreifend mit den Unterrichtsfächern Chemie, Geschichte, Deutsch, Biologie und ITG wurden zum Oberthema „Haut und Hygiene“ viele Themen von den Schülern gesammelt, mit denen sie sich gern beschäftigen wollten:

- Geschichte der Hygiene (Mittelalter bis heute)
- Tattoos
- Haut und Hautpflege
- Was tun gegen Pickel?
- Lepra (einschließlich Vorbereitung eines Besuchs im Lepramuseum)
- Herstellung von Badekugeln
- Seifenherstellung wie vor 100 Jahren
- Naturseife sieden
- Etiketten herstellen
- Duftstoffe / ätherische Öle
- Allergien
- Säuren und Laugen im Alltag
- Tankerunglück auf dem Rhein

Eine kleinere Schülergruppe hat sich für das Sieden der Seife entschieden. Grundlage für die Teilnahme war, dass die Schüler sich an vereinbarte Regeln halten können, sich selbst gut unter Kontrolle und die Sicherheitshinweise im Chemieraum verinnerlicht haben. Hier muss die entsprechende Lehrkraft entscheiden, ob sie diese Stunde gemeinsam mit ihren Schülern durchführen kann und ob diese besonnen und verantwortungsvoll mit den Regeln umgehen.

**Wichtig: Bitte lesen Sie die Seifenanleitungen dringend in den entsprechenden Fachbüchern noch einmal nach und achten Sie auf alle Sicherheitsregeln beim Umgang mit NaOH! Ich stelle diese Unterrichtsstunde zur Verfügung, übernehme jedoch keine Verantwortung/Haftung für Verletzungen oder misslungene Resultate, die durch das Herstellen der Seife und durch den Umgang mit Natriumhydroxid entstehen können. Daher habe ich im Durchführungsteil keine genauen Mengenangaben gemacht. Diese und die Sicherheitsregeln sind je nach Rezept genau einzuhalten!**

**Thema: „Wir stellen Seife im Kaltverfahren her“**

### **Einstieg:**

Es werden verschiedene **Naturseifen** herumgegeben. Wir überlegen, welche Inhaltsstoffe die Seife haben könnte und wie sie hergestellt worden sein könnte. **Vorerfahrungen** über Seifen und deren Wirkung auf der Haut, Kräuter und deren Wirkung auf den Körper und Duftstoffe werden **aktiviert**. Die Schüler tauschen sich ausführlich in der Kleingruppe aus. (Die Schüler haben sich vorher in kleinen Teams ausführlich über die Themen „Färbung“, „Beduftung“, „Überfettung“ und „Natriumhydroxid“ informiert und Kurzreferate darüber im Plenum vorgestellt.) Der Austausch untereinander ist wichtig. Die Schüler beschreiben ihren eigenen Wahrnehmungsstrukturen entsprechend die verschiedenen Seifen.

Anschließend schauen und hören wir einen **Filmausschnitt** über Seifenherstellung auf traditionelle Art in Aleppo. Dort werden große Mengen Olivenöl mit Soda gekocht; die Seife wird ausgesalzen und es wird Lorbeeröl hinzugegeben. Ein Mitschüler, der dazu in der Lage ist und dies auch möchte, flüstert dem blinden Schüler relevante Inhalte des Films, die nicht über das Hören vermittelt werden, ins Ohr. Da wir keine so großen Mengen Seife wie im Film produzieren, überlegen wir, welche **Materialien** und **Werkzeuge** wir im Chemieraum brauchen könnten, um eine kleine Menge Seife herzustellen.

### **Hinführung:**

Das kurze Rezept „Teebaumölseife mit Aloe“ wird gelesen. Für die sehenden Schüler liegt es in Schwarzschrift vor, für den blinden Schüler in Brailleschrift. Jeder Arbeitsschritt und die entsprechenden Sicherheitsregeln werden in Ruhe geklärt.

### **Durchführung:**

Die Schüler tragen „**Arbeitskleidung/ Schutzkleidung**“: Pullover mit engen, langen Ärmeln, gute Gummihandschuhe an den Händen, geschlossenes Schuhwerk und lange Hosen, eine **Schutzbrille** auf der Nase. Lange Haare wurden gut zurückgebunden.

Die **Arbeitsflächen** im Chemieraum werden **gemeinschaftlich vorbereitet**, damit alle Schüler genau wissen, wo welcher Arbeitsschritt stattfindet und wo sich später welches Material befindet. Zunächst werden alle Maschinen und Materialien komplett

entfernt. Alles wird mit Zeitung abgedeckt. Eine Flasche Essig wird bereitgehalten, um eventuelle Laugenspritzer zu neutralisieren. Die Schüler haben ausführlich Gelegenheit, alle ungefährlichen **Materialien** zu **untersuchen** (zu erforschen, zu ertasten, zu begreifen). Der blinde Schüler arbeitet in Ruhe mit einem sehenden Schüler zusammen. Beide **besprechen** sich über die Materialien und deren **Verwendungszweck**. Generell müssen alle Aufbauten sehr **übersichtlich** und **klar strukturiert** sein, damit der blinde Schüler so selbstständig wie möglich Gelegenheit hat, an allen Schüler-Arbeitsschritten teilzunehmen und die Materialien zu finden.

Material:

- 1 großer Topf aus Edelstahl zum Schmelzen der Fette (**kein** Aluminium verwenden, denn NaOH greift Aluminium an)
- 1 hitzebeständiger Plastikbehälter zum Mixen der Lauge
- 1 Zuckerthermometer oder akustisches Thermometer
- 1 Feinwaage oder sprechende Feinwaage
- 2 Gummispachtel
- 2 Rührlöffel aus Plastik
- Alter 500 g Joghurtbecher zum Auswiegen des Ätznatrons
- Stabmixer
- Lange Gummihandschuhe / Arbeitshandschuhe
- Schutzbrillen
- Arbeitskleidung, Labormäntel
- Essig
- Zeitungspapier
- Küchenrolle
- Alte Decke zum Isolieren der rohen Seife
- Stabiler, mit Plastikfolie ausgekleideter Schuhkarton
- Messlöffel für ätherische Öle
- Plastikspieße zum Vermischen mehrfarbiger Seifenbreie
- Stabiler Draht zum Zerteilen der Seife am nächsten Tag
- Holzgitter oder mit Pappe abgedeckte Regalflächen zum Trocknen der Seifenstücke

Aufgrund eines Schülerreferates wissen die Schüler: „Na OH ist gefährlich. Wenn die Lauge auf die Haut kommt, kann man sich verätzen, sie darf auf keinen Fall in die Augen kommen. Man darf auch nicht mit den Handschuhen ins Gesicht oder in die Haare gehen, Haarsträhnen werden ansonsten entfärbt. Natriumhydroxid ist für die Seifenherstellung aber unerlässlich, denn man benötigt eine sehr **starke Lauge**, um die Fette zu verseifen. Die Dämpfe, die beim Einrühren des Na OH in das destillierte Wasser entstehen, dürfen nicht eingeatmet werden, denn sie sind ebenfalls **ätzend**.“ Aus diesem Grund stellt **die Lehrerin allein** die Lauge her. Die Schüler befinden sich in diesem Moment auf festen Plätzen entfernt von der Lauge.

### Lauge herstellen:

Die Lehrerin arbeitet „im Abzug“ und hält die Schutzscheibe so weit wie möglich geschlossen. Mit einer Feinwaage wird die laut Rezept vorgesehene Menge Na OH abgewogen und kipp sicher abgestellt. Dabei entsteht Staub. Die Dose mit dem NaOH wird direkt von der Lehrerin verschlossen und sicher verstaut. Man könnte eine **akustische Waage** nehmen, falls vorhanden, die beim Erreichen eines

Sollgewichts ein hörbares Signal von sich gibt. Allerdings führt die Lehrerin diesen Arbeitsschritt durch und **beschreibt** also lediglich kurz und möglichst präzise, welche Arbeitsschritte sie vollzieht.

NaOH Kügelchen werden vorsichtig von der Lehrerin in vorher von Schülern abgewogenes destilliertes Wasser eingerieselt. Das destillierte Wasser sollte kalt sein, denn die Flüssigkeit wird später sehr schnell heiß. Unter der Abzugshaube muss man vorsichtig umrühren, bis sich alle Kügelchen gelöst haben. Das können die Schüler aus der Ferne beobachten, denn das destillierte Wasser wird zunächst milchig, dann wieder klar. Die nun entstandene starke Lauge wird kippstabil in einem Becken abgestellt, so dass, falls sie doch umkippen sollte, die Lauge ablaufen kann. Mittels eines **sprechenden Temperaturanzeigers** können sich die Schüler davon überzeugen, dass beim Entstehen der Lauge Wärme entsteht. Den Temperaturanzeiger bedient wegen des Sicherheitsaspekts auch die Lehrerin. Man kann auch, falls vorhanden, ein Thermoband verwenden, welches im Brauereibedarf erworben werden kann. Damit kann man den Temperaturunterschied feststellen, indem man das Band unter das entsprechende Gefäß legt.

### **Fett schmelzen:**

Zwei der Schüler **wiegen** verschiedene **feste Fette** auf einer sprechenden Waage. Wir mischen die Pflanzenfette (und die Pflanzenöle), da sie verschiedene Hauptinhaltsstoffe und damit unterschiedlichen Einfluss auf die entstehende Seife haben. Die beiden Schüler geben so lange Stückchen mit festen Fetten (unter anderem Kokosöl) in eine Schüssel, bis sie insgesamt die im Rezept angegebene Menge abgewogen haben. Die Fette werden auf einer rutschfesten Unterlage in Stücke geschnitten.

Die festen Fette werden in einen Topf gegeben und sehr langsam unter Rühren bei mittlerer Hitze **geschmolzen**. Hierbei sprechen sich die Schüler ab und unterstützen sich gegenseitig. Ob die Fette schon flüssig sind, merken die Schüler an der **Konsistenz beim Umrühren**. Die Schüler arbeiten unter der Aufsicht der Lehrerin. Wenn alles flüssig ist, nimmt die Lehrerin den Topf sofort von der Herdplatte. Der Herd wird ausgestellt. Dies kann auch der blinde Schüler erledigen, da der **Schalter am Herd** eine **Markierung** am Nullpunkt hat.

Jetzt werden von zwei anderen Schülern die **flüssigen Öle** (Olivenöl, Sojaöl) einzeln **gewogen** und vorsichtig zu den geschmolzenen Fetten gegeben. Jetzt müssen die Schüler die Fette so lange langsam und vorsichtig umrühren, bis 35 Grad Celsius erreicht sind.

### **Seifenbrei herstellen:**

Wenn sich alle Schüler wieder in ausreichendem Abstand auf festen Plätzen befinden, wird die abgekühlte Lauge durch die Lehrerin zu den abgekühlten Fetten gegeben. Vorsichtig rühren, es darf nicht spritzen! Verätzungsgefahr! Die Masse wird gerührt, bis sie dick wie Pudding ist. Das geschieht mit Hilfe eines Plastik-Rührlöffels und / oder mit Hilfe eines Stabmixers.

Die Schüler achten im Anschluss an diesen Arbeitsvorgang darauf, dass sie zuerst den Stabmixer in den Seifenbrei halten, bis sie merken, dass er auf dem Topfboden gerade abgestellt ist. Das kann man fühlen. Erst dann wird der Stecker in die Steckdose getan. Wir verwenden einen Stabmixer, der nur so lange mixt, wie ein

Knopf gedrückt gehalten wird. Er darf jeweils nicht länger als eine Minute eingeschaltet sein. Der Verseifungsprozess soll Zeit haben und durch den Mixer nur etwas schneller in Gang gebracht werden. **Durch das Rühren** mit einem Plastiklöffel **spüren** die Schüler auch besser, wie aus dem flüssigen Seifenbrei eine puddingartige Masse wird. Die **Konsistenz** kann wieder durch das Umrühren und im Vergleich zur Konsistenz der flüssigen Fette vorher getestet werden. Durch das Austauschen der Schüler und Schülerinnen untereinander können diese gegenseitig von ihrer Wahrnehmung der Vorgänge profitieren. Die sehenden Schüler können beispielsweise beschreiben, wie sich beim Herstellen der Lauge das Wasser eintrübt und dann wieder klar wird. Sie können die Farbveränderung beim Färben des Seifenbreis beschreiben und mit Assoziationen verbinden. Der blinde Schüler kann beschreiben, wie sich die Konsistenz beim Umrühren des entstehenden Seifenbreis verändert und wie das Umrühren schwerer wird. Er kann eventuell verschiedene Düfte erkennen und den entsprechenden Kräutern bzw. ätherischen Ölen zuordnen. So findet Interaktion, Kooperation und Kommunikation statt.

### **Färben des Seifenbreis:**

Zum Färben eines Teils des Seifenbreis geben die Schüler ein natürliches Färbemittel (z.B. Annatoextrakt, 1 EL) in ein kleines Becherglas. Sie stellen die Waage auf Null. Jetzt geben sie so lange ein ausgesuchtes ätherisches Öl (hier: Teebaumöl) zu, bis die Waage 60 g anzeigt.

### **Beduften des Seifenbreis:**

Ätherische Öle können von den Schülern vor dem Seifesieden zu eigenen **Duftmischungen** zusammengestellt werden. Als Ausgangsbasis beim Mischen verabreden wir, dass etwa 5-10% Basisnote (Fixativ für den Duft), 30-70% Herznote und 10-40% Kopfnote (leicht flüchtige Düfte) genutzt werden.

Färbeextrakt und ätherisches Öl müssen jetzt gut vermischt werden. Danach geben die Schüler 33 g Aloe (für eine pflegende Seife) zu.

### **Gelphase:**

Die Hälfte des Seifenbreis geben sie in eine Schüssel und vermischen ihn mit dem Farbstoff und Duft. Ein **Farberkennungsgerät** (oder eine Farberkennungs-App auf dem Tablet-PC) hilft bei Bedarf, die entstandene Farbe des Seifenbreis zu identifizieren. Gefärbte und ungefärbte Seife wird schichtweise in den ausgekleideten Karton gegeben. Falls die Schüler das mögen, können sie den Seifenbrei noch mit getrockneten Kräutern oder kleinen Blüten bestreuen. Mit Frischhaltefolie bedecken und den Karton über Nacht in eine Decke wickeln. Die Seife wird „schlafen gelegt“ (Gelphase).

Anschließend wird gemeinsam aufgeräumt. Um das Verpacken des Na OH kümmert sich ausschließlich die Lehrerin. Die Arbeitsflächen werden – noch immer mit vollständiger Schutzkleidung – mit Papiertüchern, dann mit möglichst heißem Wasser und Geschirrspülmittel gereinigt. Insbesondere für den blinden Schüler ist es ein zusätzliches Ziel, die **Reinigungsvorgänge** zu kennen und nach und nach selbstständig ausführen zu können. Diese Fertigkeiten müssen immer wieder **ingeübt** werden. Eventuell müssen in einem gesonderten Kurs hierfür spezifische **Arbeitstechniken** eingeübt werden.



Abb. 1: Aloeseife mit und ohne Kräuter

### Reflexion:

Am nächsten Schultag wird die Seife vorsichtig gestürzt und in schöne Seifenstücke geschnitten. Hierfür ist eine **rutschfeste Unterlage** von Vorteil. Da die frische Seife noch leicht ätzend ist, werden Schutzhandschuhe getragen. Weil die kleinen Seifenstücke ein wenig weich sind, lassen sie sich gut einzeln stempeln. Dafür kann man verschiedene Stempelformen wie Knöpfe, Münzen, dickere Blätter oder von den Schülern selbst entwickelte Stempel verwenden.

### Seife reifen lassen:

Wichtig ist, dass die Seife (je nach verwendeten Fetten und Ölen) mindestens **sechs Wochen zum Reifen** benötigt. Reine Olivenölseife muss mindestens ein halbes Jahr, besser ein ganzes Jahr lagern. Der **Verseifungsprozess** wird in dieser Zeit abgeschlossen und die Seife wird milder und der **PH-Wert sinkt** etwas. Übrigens riecht es in dieser Zeit sehr angenehm fruchtig nach Orangen in der Klasse. Ein weiterer schöner Nebenaspekt ist der, dass sich die Schüler plötzlich sehr darauf freuen, sich die Hände mit der selbst gesiedeten Seife zu waschen und gut zu duften! Die Kaffee-Mohn-Seife hat einen leichten Peelingeffekt und kann gut benutzt werden, nachdem die Schüler und Schülerinnen im Schulgarten gearbeitet haben.



Abb. 2: ungefärbte Seife mit Kaffee und Mohn



Abb. 3: Orangenseife mit getrockneten Orangenschalenstückchen in Tortenform

**Thema: „Seife sieden“**

|                     | <b>Unterrichtsaktivitäten</b>                                                                                             | <b>Kommentar</b>                                                                                                                                            |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Einstieg</b>     | Seifen ertasten, riechen, Filmausschnitt über Seifenherstellung, Wissen über Materialien und Versuchsaufbauten aktivieren | Duftstoffe erschnuppern,<br>Film für blinden Schüler begleitend erläutern,<br>Austausch über Materialien und Vorerfahrungen                                 |
| <b>Hinführung</b>   | Rezept lesen, Vorgehen und Sicherheitsfragen klären                                                                       | Rezept in Schwarzschrift und Brailleschrift                                                                                                                 |
| <b>Durchführung</b> | Gemeinsame Vorbereitung,                                                                                                  | gemeinsam Materialien erforschen, ertasten, begreifen, Verwendungszweck klären. Material übersichtlich und strukturiert aufbauen, blinder S. erhält dadurch |

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | <p>Lehrerin: Lauge herstellen</p> <p>Schüler: feste und flüssige Fette / Öle wiegen und erhitzen</p> <p>Lehrerin: Lauge vorsichtig zu abgekühlten Fetten geben</p> <p>Schüler: vorsichtig rühren und zeitweise mixen</p> <p>Färben und Wiegen der ätherischen Öle, des Färbeextrakts und der Aloe</p> <p>Seife abdecken und umwickeln (Gelpphase über Nacht)</p> <p>Gemeinsam aufräumen und Flächen reinigen</p> | <p>Kenntnis über deren Lage auf der Arbeitsfläche, akustisches Messinstrument (Hitze entsteht)</p> <p>Herd mit Markierung am Schalter (Nullpunkt),erspüren der Konsistenz von fest nach flüssig durch vorsichtiges Umrühren (unter Aufsicht)</p> <p>Verbalisieren</p> <p>Unter Aufsicht, Konsistenz kann durch die Veränderung beim Rühren festgestellt werden; Umgang mit dem Mixer und Sicherheitsaspekte müssen die Schüler beherrschen</p> <p>Sprechende Waage, Farberkennungsgerät, Duftmischungen vorher selbst herstellen</p> <p>Systematisch Flächen reinigen üben!</p> |
| <p><b>Abschluss</b></p> | <p>Seife auspacken, stürzen, schneiden, stempeln, lagern</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>6 Wochen warten und immer wieder nachschauen und schnuppern...</p> <p>Der ph-Wert sinkt und kann begleitend zum Reifungsprozess immer wieder gemessen und festgehalten werden.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

**Literatur:**

Anne Schaaf: Seifenwerkstatt. Pflegende Naturseife aus der eigenen Küche – mit erprobten Rezepten. Stuttgart 2009

Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung: Mobilität und Lebenspraktische Fertigkeiten im Unterricht mit sehgeschädigten Kindern und Jugendlichen. Würzburg 2000

Wolfgang Drave, Klaus Wißmann (Hrsg.): Der Sprung ins kalte Wasser. Würzburg 1997

Sven Degenhardt: Pädagogische Intervention bei Beeinträchtigungen der visuellen Wahrnehmung. In: Leonhardt, A.; Wember, F.B. (Hrsg.): Grundfragen der Sonderpädagogik. Bildung, Erziehung, Behinderung. Weinheim, Basel, Berlin 2003, S. 376 - 398

Im Internet gibt es zahlreiche „Seifenrechner“ und Bezugsquellen für die Zutaten!

**ISaR-Projekt / Didaktikpool:**

E. Zollitsch, E. Csocsan: Miteinander Lernen macht Spaß! [http://www.isar-projekt.de/didaktikpool/didaktikpool\\_detail.php?didaktikpool\\_id=99&stufe\\_id=2&thema\\_id=8](http://www.isar-projekt.de/didaktikpool/didaktikpool_detail.php?didaktikpool_id=99&stufe_id=2&thema_id=8)

R. Apelt: Koedukativer Chemieunterricht. [http://www.isar-projekt.de/didaktikpool/didaktikpool\\_detail.php?didaktikpool\\_id=9&stufe\\_id=3&thema\\_id=35](http://www.isar-projekt.de/didaktikpool/didaktikpool_detail.php?didaktikpool_id=9&stufe_id=3&thema_id=35)

H. Ruhrmann: Examensarbeit: Chemieunterricht für Sehbehinderte und Blinde am Beispiel der Einführung der Organischen Chemie. [http://www.isar-projekt.de/didaktikpool/didaktikpool\\_detail.php?didaktikpool\\_id=242&stufe\\_id=3&thema\\_id=35](http://www.isar-projekt.de/didaktikpool/didaktikpool_detail.php?didaktikpool_id=242&stufe_id=3&thema_id=35)

R. Apelt: Naturwissenschaftlicher Unterricht mit sehbehinderten und blinden Kindern. [http://www.isar-projekt.de/didaktikpool/didaktikpool\\_detail.php?didaktikpool\\_id=549&stufe\\_id=3&thema\\_id=35](http://www.isar-projekt.de/didaktikpool/didaktikpool_detail.php?didaktikpool_id=549&stufe_id=3&thema_id=35)