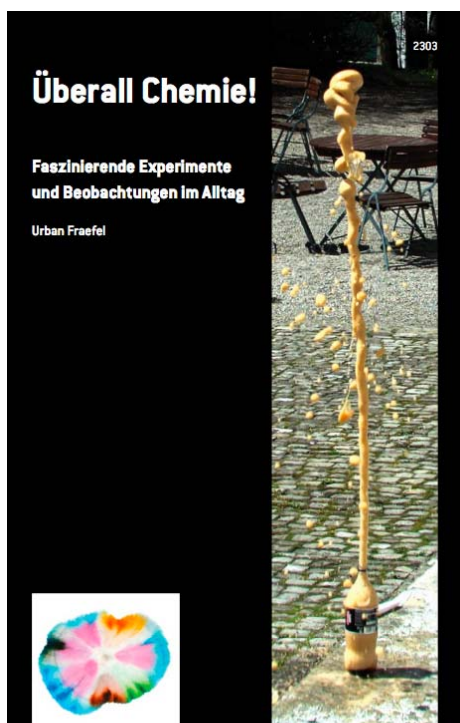


Urban Fraefel

«Überall Physik!»

«Überall Chemie!»

Begleitheft für Lehrpersonen  
zu den SJW-Heften 2302 / 2303



Nr. 2302 / 2303 (Begleitheft)

SJW Schweizerisches Jugendschriftenwerk

[www.sjw.ch](http://www.sjw.ch)

[office@sjw.ch](mailto:office@sjw.ch)

## Einleitung

---

### **Physik, Chemie und Technik auch für Kinder!**

Die SJW-Hefte «Überall Chemie!» und «Überall Physik!» (im folgenden: SJW-Hefte) richten sich an alle Kinder und Jugendlichen. Die Versuche können ab etwa 10 Jahren selbständig durchgeführt werden; Jüngere brauchen die Hilfe von Erwachsenen, können aber gleichwohl etwas über Physik und Chemie lernen. Unabdingbar sind indessen Gespräche zu den Versuchen und den chemisch-physikalischen Sachverhalten, die dahinterstecken; mehr dazu später.

Lange Zeit hielt man Physik, Chemie und Technik für zu anspruchsvoll für Kinder des Primarschulalters. In den letzten Jahren hat aber ein Umdenken eingesetzt:

- Der kindliche Geist ist sehr wohl im Stande, physikalische, chemische und technische Sachverhalte und Zusammenhänge zu verstehen – etwas, das fortschrittliche Lehrpersonen und Didaktiker schon lange wussten und was jüngste Forschungsbefunde klar belegen.
- Im Kindergarten- und Primarschulalter kann das Interesse noch stark beeinflusst werden. Es ist keineswegs so, dass Kinder nur das Biologische positiv konnotieren (Pflanzen, Tiere); durch entsprechende Themen können Lehrpersonen schon früh ein Interesse und eine positive Einstellung für Technisches, Physikalisches und Chemisches wecken.

Physik, Chemie und Technik sind durch falsche Annahmen über das Lernen von Kindern ins Abseits gedrängt bzw. auf später verschoben worden. Daher ist der Naturkundeunterricht im Primarschulalter meist hochgradig biologielastig. Systematischer Anfängerunterricht in Naturwissenschaften setzt z.B. im Kanton Zürich ab dem 7. Schuljahr ein, wobei viele Lehrpersonen Chemie und Physik erst im 8. und 9. Schuljahr anpacken.

Viele Lehrpläne und Lehrmittel spiegeln diese Situation: Wenn überhaupt, wird bis etwa zum 6. Schuljahr ein spielerischer Zugang für diese Themen gewählt, ohne dass Sachverhalte wirklich geklärt sind. So können die Kinder wenig Verständnis für Zusammenhänge aufbauen, auf das später zurückgegriffen werden könnte. Die Folge ist, dass in den oberen Klassen die chemischen, physikalischen und technischen Themen von Grund auf erarbeitet werden, in der falschen Annahme, die Kinder hätten noch kein Vorwissen dazu.

Lehrpersonen, Lehrmittelautor/innen und Bildungsplaner/innen sind sich dieser Problematik zunehmend bewusst. Entsprechende Reformen sind vielerorts im Gange (z.B. Entwickeln von Bildungsstandards; Reform der Lehrpläne; neue Lehrmittel).

## Was mit diesen SJW-Heften möglich ist und was nicht

Die vorliegenden SJW-Hefte können in mehrfacher Hinsicht einen Beitrag leisten:

- Die alltagsnahen und oft überraschenden Versuche können helfen, dass die Kinder eine positive affektive Beziehung zur Thematik entwickeln, oder anders gesagt: Sie lernen, dass Physik und Chemie toll sind.
- Die meisten Versuche sind herausfordernd: Die Anleitungen müssen genau gelesen, die Versuche genau durchgeführt werden, um erfolgreich zu sein. Das Erfolgserlebnis besteht im Gelingen des Versuchs.
- Die chemischen und physikalischen Sachverhalte sind einfach und meist auf derselben Seite wie der Versuch erklärt; so können Kinder das erste Basiswissen zu einigen physikalischen und chemischen Fragen erwerben.

Hier sind denn auch die **Grenzen** dieser Hefte erreicht: Simples Nachvollziehen von Versuchen und das Lesen von Erklärungen reichen nicht aus für ein gründliches Verstehen. Erforderlich ist der Einbezug bereits existierender Alltagstheorien der Kinder (alle Kinder haben solche Theorien), somit ein aktives und kritisches Mitdenken – doch dieses aktive Mitdenken kann selten durch Texte angeregt werden. Hier braucht es das Gespräch mit anderen Lernenden oder mit Erwachsenen.

## Für den Einsatz in der Schule: Bitte lesen Sie diese didaktischen Hinweise!

---

### Funktionierende Versuchsanleitungen zum Selbermachen sind immer belehrend

Die vorliegenden SJW-Hefte sind so angelegt, dass sie im Prinzip keiner Lehrperson bedürfen. Jüngere Kinder brauchen die Unterstützung von Erwachsenen lediglich, um die Texte zu verstehen und die praktischen Handgriffe auszuführen.

Jeder Versuch in diesen Heften ist nach einem einfachen Muster aufgebaut:

- Einstieg (Stichwörter im Titel und Untertitel, evtl. ein kurzer Text, eine Frage, ein Bild)
- Versuchsanleitung einschliesslich Liste der verwendeten Alltagsmaterialien
- Beschreibung des Ergebnisses
- Alltagssprachliche Erklärung, vereinzelt mit Verwendung von bereits geklärten Fachausdrücken

Dieser Ansatz hat sehr grosse **Vorteile**:

Er erlaubt naturwissenschaftliche Selbsttätigkeit mit einfachen Mitteln, ohne Abhängigkeit von Schulausrüstungen und Labormaterial. Kinder können den ganzen Versuch ohne Erklärungen und Anleitungen einer Lehrperson durchführen.

Weiter liefert dieser Ansatz Hinweise, wie ein Phänomen angemessen zu deuten ist, das heisst, es wird ein einfaches, vorgefertigtes Konzept angeboten, das als kindgemässe und zugleich wissenschaftlich akzeptable Erklärung funktioniert. Für Kinder braucht es manchmal Komplexitätsreduktionen – freilich ohne zu wissen, wo genau das einzelne Kind steht, das den Versuch durchführt. Die angebotenen Erklärungen folgen soweit möglich dem Grundsatz, bei einem einzelnen Versuch nicht mehrere Konzepte zugleich einzuführen.

Wenn nicht auf gefestigte Konzepte in vorhergehenden Versuchen aufgebaut werden kann, müssen gelegentlich grenzgängige Hilfsbegriffe verwendet werden. So wird z.B. der dynamische Auftrieb («Überall Physik!», S. 23) mit der Saugwirkung erklärt, die die vergleichsweise schneller fliessende Luft auf der Oberseite des Flügels ausübt – eine physikalisch gewiss problematische Formulierung, weil sie das Unterdruck-/Überdruckkonzept umgeht. Wenn Kinder aber andernorts lernen, dass «Saugen» die Erzeugung von Unterdruck ist, kann die Erklärung durchgehen und wegen ihrer Schlantheit sogar hilfreich sein.

Es ist aber unvermeidlich, dass dieser Ansatz **belehrend** ist:

Irrtümer, Fragen, Gespräche und Widersprüche werden vermieden, damit die Versuche nicht scheitern oder zu unerwarteten Ergebnissen und Schlüssen führen. Die Kinder sind dadurch in eine ausführende, nur scheinbar aktive Rolle gedrängt: Sie sollen die geschilderten Tätigkeiten und Gedanken genau wie beschrieben nachvollziehen. Einwände oder vorgefasste Alltagstheorien (ob angemessen oder nicht) können nicht mitdiskutiert werden. Die Erklärung versucht, vorsehend Antworten zu geben und allfällige Widersprüche durch eindeutige, «funktionierende» Anleitungen so weit wie möglich auszuschliessen. Die Kinder sind zwar handwerklich aktiv, werden aber geistig an der Leine gehalten und als folgsame Nachvollzieher behandelt.

## Naturwissenschaftliches Denken funktioniert nicht linear

Auf der Strecke bleibt bei diesem Ansatz das (natur)wissenschaftliche Denken, das geprägt ist von Neugierde, Zweifeln, Widersprüchen, Irrtümern, genauem Nachdenken, guten Ideen, Erfolgen, Aha-Erlebnissen, Frustrationen und Loslassen von vertrauten Vorstellungen. Solch wissenschaftliches Denken können die stromlinienförmigen Versuchsanleitungen nicht vermitteln, da sie auf das einwandfreie Funktionieren getrimmt sind. Wenn Kinder einen Sachverhalt aber wirklich verstehen sollen, müssen sie diese Zone der Irritationen, Unsicherheiten und Fragen durchqueren. Wenn alle geistigen Hindernisse aus dem Weg geräumt sind, gibt es auch nicht mehr viel nachzudenken.

Worauf es aber bei wirklichem Verstehen ankommt, ist **das Eigentliche der Naturwissenschaften**:

1. **Merken, dass etwas auffällt**, irritiert, neugierig macht, ungewöhnlich ist; und **das Bemerkenswerte beschreiben**, benennen, irgendwie in Worte fassen – selten allein, meist im Team.
2. **Sich darauf einen Reim machen**, das heisst Ad-hoc-Erklärungen formulieren; Vermutungen («Hypothesen») entwickeln, warum es so ist. Es ist noch unwichtig, ob die Erklärung brauchbar ist oder nicht, ob die Hypothese nur manchmal stimmt oder gar nichts taugt. Auch die eigenwilligen Erklärungsversuche können weiterführen!
3. **Alle Ad-hoc-Erklärungen überprüfen, auch die «schrägen»** – durch Nachdenken, Diskutieren, Vergleichen, Ausprobieren (das kann lange dauern, vielleicht mit manchen Misserfolgen).
4. **Eine Erklärung, die einleuchtet, auch in ähnlichen Situationen überprüfen**, das heisst: Kann ich mit dieser Hypothese vielleicht sogar vorhersagen, was in einer vergleichbaren Situation passieren wird?
5. **In eigenen Worten die Theorie aufstellen**, die das Bemerkenswerte erklärt, die überprüft ist und die in vielen Situationen zu funktionieren scheint.

## Zwei handlungsorientierte Grundmuster naturwissenschaftlichen Lernens

Für naturwissenschaftlichen Unterricht ist vielfach der **Handlungsaspekt** typisch: Kinder hantieren, führen Versuche durch, machen und protokollieren Beobachtungen, sammeln Objekte, bauen etwas zusammen usw. Der tätige Zugang zu Naturwissenschaften hat insbesondere in der Schweiz eine lange Tradition. Begründet wird die Handlungsorientierung vielfach damit, dass die Kinder eigene, primäre Erfahrungen machen sollen, statt sich Wissen aus zweiter Hand zu erwerben. Gegen Handlungsorientierung ist nichts einzuwenden. Oft wirkt Handeln günstig auf Interesse und Motivation, doch das alleinige Handeln bewirkt noch kein Nachdenken oder gar Verstehen.

Die nachfolgende Übersicht stellt zwei unterschiedliche Auffassungen von naturwissenschaftlichem Lernen einander gegenüber.

**Das belehrende Grundmuster**, das der linken Kolonne zugrunde liegt, ist im naturwissenschaftlichen Unterricht der Volksschule und in den Lehrbüchern schon immer weit verbreitet gewesen. Es wird versucht, den Kindern zu beweisen, dass die Physiker / Chemiker Recht haben mit ihren Gesetzen und Theorien. Dieser Ansatz hat aber wenig zu aktivem wissenschaftlichem Denken und Verstehen beitragen können. Auch die beiden SJW-Hefte müssen diesem linearen Muster folgen, da eine moderierende Lehrperson fehlt.

**Das verstehensorientierte Grundmuster** ist in der rechten Kolonne skizziert: Zahlreiche Unterrichtsbeispiele und Forschungsbefunde belegen, dass Kinder schon ab dem Kindergarten zu wissenschaftlichem Denken fähig sind. Allerdings muss die Lehrperson auf jede Belehrung verzichten. Sie darf nicht vorschnell sagen oder zeigen, wie es «richtig» geht, sondern muss den Vermutungen, Ad-hoc-Theorien und Einfällen der Kinder freien Lauf lassen, damit die Kinder nach deren Prüfung zu einer brauchbaren, selber formulierten Theorie kommen.

### Handlungen (meist Versuche) können verwendet werden für...

#### ...selbständiges Experimentieren mit Anleitung

Die Kinder **führen die Versuche durch** (evtl. mit Hilfe von Erwachsenen) und lesen die Anmerkungen.

*Die Kinder folgen Schritt für Schritt der Versuchsanleitung.*

Die Kinder **vollziehen nach**, welche Schlüsse aus dem Versuch gezogen werden.

Der Versuch wird meist als **Illustration** zu einem bereits bekannten Sachverhalt oder Naturgesetz verwendet.

Der **Reiz des Versuchs** liegt meist in einem überraschenden Effekt. Der Effekt ist beschrieben, wodurch der Erfolg des Versuchs überprüft werden kann.

Die **Herausforderung** liegt vor allem im genauen Arbeiten und im erfolgreichen Durchführen des Versuchs.

#### ...verstehensorientiertes Forschen mit Moderation (meist Lehrperson)

Die Versuche sind Ausgangspunkt für eine **wissenschaftliche Erkundung** eines Vorgangs oder Phänomens.

*Dass dieser Forschungsprozess schon vielfach durch andere Menschen durchgeführt wurde, wird hier nicht beachtet.*

Die Kinder **denken nach**, was es mit dem Vorgang oder dem Phänomen auf sich hat, und äussern ihre eigenen «Theorien» dazu.

Der Versuch ist ein **Einstieg in eigenständiges Entdecken eines Zusammenhangs**, strukturiert durch den Moderator / die Moderatorin.

Der **Reiz des Forschens** liegt im (gemeinsamen) Finden eines bisher unbekanntem oder unverstandenen Zusammenhangs.

Die **Herausforderung** liegt im Äussern von Vermutungen, im Diskutieren von Vorschlägen und im eigenen Formulieren einer brauchbaren Theorie.

Verstehensorientiertes und moderiertes Forschen (rechte Spalte) ist der Königsweg des Chemie- und Physikunterrichts und kann auf allen Stufen praktiziert werden, bei entsprechend angepasster Sprache und Problemstellung. Verstehensorientiertes und moderiertes Forschen legt die Grundlage für vorbehaltloses und (selbst)kritisches Denken und ist daher unverzichtbar.

Das heisst allerdings nicht, dass alle Sachverhalte auf diese Art und Weise erforscht werden müssen. Kinder, die verstanden haben, dass man sich physikalische und chemische Sachverhalte selber denkend und handelnd erschliessen kann, akzeptieren eher die Phasen informierenden Unterrichts, in denen bereits erforschte Sachverhalte dargelegt werden.

### **Versuche der SJW-Hefte als Einstieg in verstehensorientiertes, forschendes Lernen**

Die SJW-Hefte sind ganz nach dem oben dargestellten belehrenden Ansatz aufgebaut (linke Spalte): Tätigkeiten werden knapp, aber vollständig angeleitet, das Ergebnis ist beschrieben und eine Erklärung wird mitgeliefert.

Manche Versuche können aber auch als *Einstieg und Anlass zum physikalischen / chemischen Forschen* dienen, mit Blick auf ein moderiertes Entdecken und tieferes Verstehen von Zusammenhängen. Im nachfolgenden Kapitel sind Hinweise dazu zu finden.

### **Versuche der SJW-Hefte zum Festigen von neu entdeckten Sachverhalten**

Der Naturwissenschaftsunterricht ist stark auf das *Einführen* neuer Sachverhalte fokussiert, sei es nun nach einem entdeckenden oder einem instruierenden Verfahren. Das *Festigen* (Konsolidieren) jedoch hat generell einen geringen Stellenwert, im Gegensatz etwa zu Sprache, Mathematik oder Musik. Das mag auch Folge der grossen Stofffülle in Chemie, Physik und Technik sein.

Gerade wenn Sachverhalte wirklich verstanden werden sollen, braucht es **Phasen der Festigung**; ein einmaliges «Verstehen» reicht meist nicht. Ersteinsichten sind flüchtig, weil sie weiterhin isoliert neben vorwissenschaftlichen Alltagskonzepten stehen. Im Festigen / Konsolidieren bringen die Kinder eine neue Einsicht in Einklang mit ihrem bisherigen Wissen (indem sie dieses ergänzen oder es umbauen). Dazu müssen den Kindern viele analoge Gelegenheiten geboten werden, den neu entdeckten Sachverhalt zu überprüfen, zu variieren und mit eigenen Erfahrungen in Verbindung zu bringen.

Viele Versuche der SJW-Hefte eignen sich für das Konsolidieren von neu verstandenen Sachverhalten, wenn sie in der Schule oder zuhause durchgeführt werden und darüber berichtet wird. Kinder, die naturwissenschaftliches Denken erlernt haben, werden die Versuche der SJW-Hefte zunehmend nicht nur nachvollziehen, sondern mit kritischem, forschendem Blick durchführen und ihre bisherigen Vorstellungen weiterentwickeln.

## Hinweise zu einzelnen Versuchen

---

Die Hinweise zu den Versuchen

- grenzen **das naturwissenschaftliche Thema** ein (das in den SJW-Heften nicht immer explizit genannt ist),
- verweisen in einfachen Worten auf das zugrundeliegende **naturwissenschaftliche Konzept**, das in manchen Fällen von den Schüler/innen diskursiv entdeckt, entwickelt und überprüft werden kann,
- geben vereinzelt weitere **konzeptionelle, didaktische und praktische Bemerkungen**, wobei in der Regel keine weitergehenden chemischen oder physikalischen Erklärungen gegeben werden, die über das Niveau naturwissenschaftlichen Anfängerunterrichts hinausgehen,
- machen **Vorschläge zur Verwendung in der Schule** (Einstieg und/oder Konsolidierung).



# Die Versuche von «Überall Chemie!»: thematische Übersicht

Aus pragmatischen Gründen überlagern sich in der Darstellung thematische und fachsystematische Bereiche.

<b>Katalysatoren</b>	<b>Säuren / Basen</b>	<b>Verbrennung / Oxidation</b>
	<p>Ein Zaubersaft aus Rotkohl S. 18</p> <p>Teststreifen für Säure – selbstgemacht S. 20</p> <p>Saure Kreditkarten S. 21</p>	<p>Wohin ist die Luft verschwunden? S. 22</p> <p>Geheime Botschaften S. 26</p>
<b>CO<sub>2</sub></b>		
<b>CO<sub>2</sub>-Produktion</b>		
<p><b>Kohlensäure zu CO<sub>2</sub></b></p> <p>Der Cola-Mentos-Vulkan S. 8</p>	<p><b>Natron + Säure zu CO<sub>2</sub></b></p> <p>Wozu man Backpulver sonst noch brauchen kann S. 5</p>	<p>Die «Schlangen des Pharao» S. 12</p>
<p>Woher kommt der Schaum von Cola? S. 4</p>	<p>Die winkende Gummihand S. 11</p>	
<p><b>Atmung / Gärung &gt; CO<sub>2</sub></b></p> <p>CO<sub>2</sub> aus Backhefe S. 13</p> <p>Aus Fruchtsaft wird Wein – und CO<sub>2</sub> S. 14</p>	<p><b>Kalk + Säure zu CO<sub>2</sub></b></p> <p>Wie Zahnpasta die Zähne schützt S. 31</p>	
<b>Eigenschaften von Stoffen</b>		
<p><b>CO<sub>2</sub>-Nachweis</b></p> <p>Ist das CO<sub>2</sub>? Der Beweis, dass du CO<sub>2</sub> ausatmest S. 6</p> <p>Auf der Jagd nach CO<sub>2</sub>-Quellen S. 7</p>	<p><b>Dichte</b></p> <p>Gas kann man umgiessen S. 10</p>	
<b>Löslichkeit</b>		
	<p>Ist Cola light leichter? S. 17</p> <p>Flüssiges mischen – nicht immer einfach S. 27</p>	<p><b>Salze</b></p> <p>Im vollen Glas Wasser ist noch viel Platz S. 16</p>
<b>Fraktioniermethoden</b>		
	<p><b>Chromatographie</b></p> <p>Wir untersuchen Farbmischungen S. 24</p>	<p><b>Kristallisation</b></p> <p>Eigene Kristalle! S. 23</p>
<p><b>Elektrochemie</b></p> <p>Wer frisst sich durch Alufolie? S. 30</p>	<p><b>Eiweisse / Kohlenhydrate</b></p> <p>Richtiger Leim – in der eigenen Küche gemacht S. 28</p> <p>Und noch ein Rezept für Leim S. 29</p>	

Heft / Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Chemie S. 4 bis 15 sowie S. 31	<p><b>Versuche zu CO<sub>2</sub></b></p> <p>CO<sub>2</sub> ist ein Stoff, der sich gut als Einstieg in die Chemie eignet, trotz seiner Geruch- und Farblosigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sub>2</sub> ist einfach herzustellen und nachzuweisen</li> <li>• CO<sub>2</sub> kommt im Alltag häufig vor, auch wenn es nicht auffällt</li> <li>• CO<sub>2</sub> hat eine grosse Bedeutung im Kohlenstoffkreislauf und im Stoffwechsel</li> </ul>	<p>Die ganze Gruppe der CO<sub>2</sub>-Versuche:</p> <p><b>Konsolidierung</b> von Vorkommen, Herstellung und Nachweis von CO<sub>2</sub></p> <p>Auch im Kontext von <b>Biologie</b> (Atmung / Photosynthese)</p>
Chemie S. 4: Woher kommt der Schaum von Cola?	<p><b>Thema:</b> Herstellen von CO<sub>2</sub> aus Kohlensäure</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Chemische Reaktionen → Analyse → Nachweismethoden → CO<sub>2</sub> als Gas</p> <p>CO<sub>2</sub> ist ein Reaktionsprodukt: Es entsteht durch Veränderung eines Stoffes, der im Cola enthalten ist (Kohlensäure). Ein Hinweis auf ein spezielles Gas ist der Streichholztest.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Ein erheblicher Teil des CO<sub>2</sub> ist physikalisch im Wasser gelöst – ein Sachverhalt, der im Heft «Überall Chemie!» unerwähnt bleibt. Dieser Teil des CO<sub>2</sub> ist ohne chemische Bindung in der Flüssigkeit gelöst, wie z.B. der Sauerstoff, den die Kiemen von Fischen nutzen können. Der andere Teil des CO<sub>2</sub> ist in einer wenig stabilen chemischen Bindung mit dem Wasser verbunden, in Form von Kohlensäure H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Anspruchsvoll ist nun, dass das <b>CO<sub>2</sub> auch als Reaktionsprodukt</b> verstanden werden kann: Wenn die Kohlensäure zerfällt, entsteht wieder CO<sub>2</sub>. H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> Offensichtlich unterscheidet sich das entstandene Gas von der normalen Luft. Der <b>Streichholztest</b> ist aber kein Nachweis für CO<sub>2</sub>! Der Begriff <b>Gas</b> wird hier verwendet, aber erst auf der folgenden Seite von «Überall Chemie!» erklärt.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Vorkommen und Herstellung von CO<sub>2</sub> mit der Frage: Woher kommt das Gas?</p>
Chemie S. 5: Wozu man Backpulver sonst noch brauchen kann	<p><b>Thema:</b> Herstellen von CO<sub>2</sub> aus Natriumbicarbonat* und Essig</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Chemische Reaktionen</p> <p>Essig und Natriumbicarbonat reagieren, und dabei wird schnell eine grössere Menge CO<sub>2</sub> freigesetzt.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Dieser Versuch ist die Grundlage für viele Varianten, bei denen auf gleiche Art CO<sub>2</sub> entsteht (vgl. Chemie Seiten 10, 11). Auch TIKI (Chemie Seite 12) und Brausetabletten basieren auf dieser chemischen Reaktion. * = Natriumhydrogencarbonat = «Natron»</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Vorkommen und Herstellung von CO<sub>2</sub> mit der Frage: Woher kommt das Gas?</p>

Heft / Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Chemie S. 6: Ist das CO <sub>2</sub> ? Der Beweis, dass du CO <sub>2</sub> ausatmest	<p><b>Thema:</b> Kalkwassertest für CO<sub>2</sub></p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Nachweismethoden Da CO<sub>2</sub> unsichtbar und unfühlbar ist, braucht es eine Methode, um es nachzuweisen.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Die Feststellung «Kalkwasser wird milchig» und der Sachverhalt «Das Gas enthält CO<sub>2</sub>» müssen fest und reflexartig verknüpft sein. Daher sind viele variierte Wiederholungen dieses Versuchs zu empfehlen (vgl. Chemie Seite 7). Das Trüben von Kalkwasser ist eine chemische Reaktion und keine physikalische Eigenschaft von CO<sub>2</sub>, kann aber auf dieser Stufe als «Eigenschaft» gedeutet werden. Zement besteht nicht nur aus gebranntem Kalk; daher enthält aus Zement hergestelltes Kalkwasser noch andere Bestandteile. Sie beeinflussen den Kalkwassertest aber nicht.</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Nachweismethoden: Wie kann man etwas Unsichtbares nachweisen? Welche Spuren hinterlässt etwas Unsichtbares?
Chemie S. 7: Auf der Jagd nach CO <sub>2</sub> -Quellen	<p><b>Thema:</b> Kalkwassertest für CO<sub>2</sub></p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> Vgl. Chemie Seite 6</p>	Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des Kalkwassertests, Chemie Seite 6
Chemie S. 8: Der Cola-Mentos-Vulkan	<p><b>Thema:</b> Herstellen von CO<sub>2</sub> aus Kohlensäure</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Chemische Reaktionen → Analyse → Katalysator (beschleunigt Reaktion, ohne sich zu verändern)</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Im Grunde der Versuch von Chemie Seite 4. Allerdings ist hier der Zerfall von Kohlensäure schnell, wodurch eine Fontäne entsteht. Die Mentos-Oberfläche wirkt offenbar als Katalysator auf den Zerfall von Kohlensäure. Die Gründe der katalytischen Wirkung und die Verwendung ausschliesslich <i>ungezuckerter</i> Cola sind ungeklärt. Evtl. nur als Analogie oder Modellversuch: Die Mentos-Tabletten beschleunigen die Reaktion, ohne selber daran teilzunehmen (die Tabletten sind nach dem Versuch unverändert).</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Katalysatoren (Reaktionsbeschleuniger) Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> von Versuch Chemie Seite 4 (Zerfall von Kohlensäure)
Chemie S. 10: Gas kann man umgiessen	<p><b>Thema:</b> Dichte von Gasen, insbesondere CO<sub>2</sub></p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Eigenschaften von reinen Stoffen → Dichte</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Eigentlich geht es um die <i>physikalischen</i> Eigenschaften von reinen Stoffen. Der Dichtebegriff wird hier ziemlich knapp eingeführt. Eine Konsolidierung wäre nötig (Chemie Seite 27; vgl. Physik S. 14 / 15)</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in die charakteristischen Eigenschaften von reinen Stoffen, insbesondere Dichte Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des Dichtebegriffs, wenn schon eingeführt

Heft / Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Chemie S. 11: Die winkende Gummihand	<p><b>Thema:</b> Herstellen von CO<sub>2</sub> aus Natriumbicarbonat und Zitronensäure</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Chemische Reaktionen Zitronensäure zersetzt Natriumbicarbonat, und es wird schnell eine grössere Menge CO<sub>2</sub> freigesetzt.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Zitronensäure wird als Pulver beigelegt und reagiert erst, wenn sie in Wasser gelöst ist. Grundrezept von Brausetabletten und TIKI.</p>	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des Grundversuchs von Chemie Seite 5
Chemie S. 12: Die «Schlangen des Pharaos»	<p><b>Thema:</b> Erhitztes Natriumbicarbonat (oder Backpulver) entwickelt CO<sub>2</sub>; Zucker verbrennt zu Kohle.</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Chemische Reaktionen → Analyse → Verbrennung</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Hier wird CO<sub>2</sub> aus Natriumbicarbonat durch Hitze freigesetzt. Zwei Vorgänge überlagern sich dabei: Der Backpulvereffekt des erhitzten Natriumbicarbonats im TIKI, und die Verbrennung von Zucker zu Kohle.</p>	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des variierten Grundversuchs von Chemie Seite 5; Hitze löst eine Reaktion aus.
Chemie S. 13 und 14	<p><b>Gärung und CO<sub>2</sub></b></p> <p>Diese beiden Versuche fokussieren die biologische CO<sub>2</sub>-Produktion, die schon im Versuch Chemie Seite 6 angedeutet wurde (CO<sub>2</sub> in der ausgeatmeten Luft)</p>	
Chemie S. 13: CO <sub>2</sub> aus Backhefe	<p><b>Thema:</b> Gärung</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Biologie → Stoffwechsel → Atmung / Gärung</p>	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> von Chemie Seite 6 (Lebewesen produzieren CO <sub>2</sub> )
Chemie S. 14: Aus Fruchtsaft wird Wein – und CO <sub>2</sub>	<p><b>Thema:</b> Gärung</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Biologie → Stoffwechsel → Atmung / Gärung</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Der Versuch kann variiert werden und bietet vielfältige Vernetzungen zu anderen Themen: Alkohol, Bioethanol, Alkoholismus, Destillation usw.</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in die gesamte CO <sub>2</sub> -Thematik; die lange Versuchsdauer hat den Vorteil wiederholter Auseinandersetzung.

Heft / Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Chemie S. 16: Im vollen Glas Wasser ist noch viel Platz	<p><b>Thema:</b> Löslichkeit von Salz</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Salze → Aufbau von Stoffen aus kleinsten Teilchen</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Dass sich die Volumina nicht addieren, kann erklärt werden mit der Modellvorstellung von kleinsten Teilchen verschiedener Form, die gemeinsam den Raum optimal füllen.</p> <p><b>Varianten des Versuchs:</b> Gleiche Teile von Wasser und Alkohol (Brennsprit) brauchen gemischt weniger Platz als die Summe der ursprünglichen Volumina.</p> <p>Vgl. Chemie Seite 17, analoger Versuch mit Zucker.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in den Aufbau von Stoffen aus kleinsten Teilchen</p> <p>Zur <b>Konsolidierung</b> kann nebenstehende Variante oder Chemie Seite 17 herangezogen werden.</p>
Chemie S. 17: Ist Cola light leichter?	<p><b>Thema:</b> Veränderung der Dichte von Zuckerlösung gegenüber Wasser</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Dichte → Aufbau von Stoffen aus kleinsten Teilchen → Biologie → Kohlenhydrate → Ernährung / Gesundheit</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Analog zum Versuch Chemie Seite 16 addieren sich die Volumina nicht, sondern bilden eine Lösung, die weniger Raum einnimmt, also dichter wird.</p>	<p>Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des Dichtebegriffs</p>
Chemie S. 18 und 20: Ein Zaubersaft aus Rotkohl und Teststreifen für Säure – selbst- gemacht	<p><b>Thema:</b> Rotkohllindikator</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Säuren / Basen → Indikatoren</p> <p>Manche Farbstoffe ändern ihre Farbe je nach pH-Wert und werden damit zu Indikatoren.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Eine unsichtbare Eigenschaft von Flüssigkeiten – sauer, neutral und basisch – soll bei den Kindern mit einer Farbe verknüpft werden. Daher sind die vielen Vollzüge auf Seite 20 wichtig.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Indikatoren</p> <p>Seite 20: Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> von Säure / Base / Indikator</p>
Chemie S. 21: Saure Kreditkar- ten	<p><b>Thema:</b> Verbrennungsprodukte eines Kunststoffes (PVC)</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Säuren / Basen → Kunststoffe</p> <p>Verbrennung von PVC setzt Salzsäure frei</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Damit der Versuch Sinn macht, sollte dem Kind gänzlich klar sein, dass die Rotfärbung des Teststreifens (vgl. Seite 20) eine Säure anzeigt.</p> <p>Der analoge Versuch mit PET statt PVC führt zu keiner Rotfärbung.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Kunststoffe und ihre Entsorgung</p> <p>Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des Nachweises von Säuren / Basen</p>

Heft / Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Chemie S. 22: Wohin ist die Luft verschwunden?	<p><b>Thema:</b> Oxidation von Eisen / Rost</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Chemische Reaktionen → Oxidation Rost entsteht aus Eisen und Sauerstoff.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Oxidation wird im ursprünglichen Wortsinn als Verbindung mit Sauerstoff verstanden.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Oxidation</p> <p>Auch <b>Einstieg</b> in Zusammensetzung der Luft (Sauerstoff macht etwa 20% der Luft aus)</p>
Chemie S. 23: Eigene Kristalle!	<p><b>Thema:</b> Züchten von Kristallen</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Salze → Kristallisation</p> <p>In der gesättigten Lösung von manchen Salzen gliedern sich die Salzteilchen regelmässig aneinander und erscheinen als Kristall.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Dies ist gewissermassen der Umkehrversuch von Chemie Seite 16 (Lösen von Salz in Wasser). Braucht Geduld und etwas Geschick. Die lange Versuchsdauer sollte als Vorteil für wiederholte Auseinandersetzung gesehen werden.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in die Kristallisation und den atomaren Aufbau aus kleinsten Teilchen (exemplarisches Entwickeln einer Modellvorstellung)</p>
Chemie S. 24: Wir untersuchen Farbmischungen	<p><b>Thema:</b> Chromatographie</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Reine Stoffe → Fraktioniermethoden → Chromatographie</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Eine logische <b>Fortsetzung</b> ist das tatsächliche Trennen der Farben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Farbe mit dem beschriebenen Verfahren trennen (z.B. Violett in Rot und Blau)</li> <li>• Die Farben Rot und Blau je ausschneiden und getrennt in wenig Wasser legen</li> <li>• Ergebnis: 2 verdünnte Tinten mit den ursprünglichen Farben</li> </ul>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Fraktioniermethoden oder zu deren <b>Konsolidierung</b></p>
Chemie S. 26: Geheime Bot-schaften	<p><b>Thema:</b> Organische Stoffe durch Verkohlung schwärzen</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Chemische Reaktionen → Oxidation → Kohlenstoff</p>	<p>Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> von Verbrennung / Verkohlung</p>
Chemie S. 27: Flüssiges mischen – nicht immer einfach	<p><b>Thema:</b> Mischen von wasserlöslichen und fettlöslichen Flüssigkeiten</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Eigenschaften von Stoffen → Löslichkeit → Dichte</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Neben der Hydro-/Lipophilie kommt auch die Dichte der Flüssigkeiten ins Spiel. Mehr dazu in Physik Seite 14 / 15.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in die Dichte (einer der Eigenschaften von reinen Stoffen) oder zu deren <b>Konsolidierung</b></p>

Heft / Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Chemie S. 28 und 29: Richtiger Leim – in der eigenen Küche gemacht und Und noch ein Rezept für Leim	<p><b>Thema:</b> Klebstoffe aus organischen Stoffen (Kohlenhydrate und Eiweisse)</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Organische Chemie → Klebstoffe</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Die beiden Versuche machen sich die Klebrigkeit mancher Kohlenhydrate und Eiweisse zu Nutze.</p>	
Chemie S. 30: Wer frisst sich durch Alufolie?	<p><b>Thema:</b> Korrosion von Aluminium</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Elektrochemie → Korrosion von Aluminium im Kontakt mit Kupfer → Metalle</p> <p>Wenn sich unterschiedlich edle Metalle berühren, fließt zwischen ihnen ein Strom, und das unedlere Metall korrodiert.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Im vorliegenden Beispiel gibt das unedle metallische Aluminium Elektronen ab: Ein Strom fließt zum Kupfer, wobei sich Wasserstoff und ein weißer Belag bilden – das Aluminiumhydroxid <math>\text{Al}(\text{OH})_3</math>. Vgl. Physik Seite 28, wo der Strom nicht direkt vom Aluminium zum Kupfer fließt, sondern auf dem Umweg über den Kopfhörer.</p>	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des elektrochemischen Elements (vgl. auch Physik Seite 28)
Chemie S. 31: Wie Zahnpasta die Zähne schützt	<p><b>Thema:</b> Durch Fluor geschützte Kalkschicht wird nicht von Säuren angegriffen.</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Säuren / Basen</p> <p>Essig[säure] zersetzt den Kalk der Eierschalen, sofern er nicht durch Fluor geschützt ist.</p>	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> von $\text{CO}_2$ -Versuchen

# Die Versuche von «Überall Physik!»: thematische Übersicht

Die Darstellung orientiert sich an einer Fachsystematik des Anfängerunterrichts. Manche Zuordnungen sind diskutabel, aber aus pragmatischen Gründen so getroffen.

## Optik

<p><b>Brechung und Dispersion</b></p> <p>Eine Münze taucht auf und verschwindet S. 3</p> <p>Der Regenbogen am Fenstersims S. 8</p>	<p><b>Abbildungen</b></p> <p>Bilder aus einem Glas voll Wasser S. 4</p> <p>Ein Schminkspiegel zaubert Bilder an die Wand S. 6</p>	<p>Was eine Lupe sonst noch kann S. 5</p> <p>Die Sonnentaler S. 7</p>	<p><i>Lichtausbreitung</i></p>
--	---	---	--------------------------------

## Mechanik feste Körper

<p><b>Statik</b></p> <p>Der Nagel, der nicht umkippt S. 17</p> <p>Der überhängende CD-Turm S. 20</p> <p>Die Messerbrücke S. 21</p>
<p><b>Impulserhaltung</b></p> <p>Münzenbillard S. 18</p>
<p><b>Trägheit</b></p> <p>Ein stabiler Münzenturm S. 19</p>

## Mechanik Flüssigkeiten

<p><b>Hydro-/Aerodynamik</b></p> <p>Zwei Löffel ziehen sich an S. 22</p>
<p><b>Dichte und Auftrieb</b></p> <p>Flüssigkeiten kannst du aufeinander-schichten S. 14</p> <p>Ein ferngesteuerter Taucher S. 16</p>
<p>Gefrierendes Wasser – ein Spezialfall S. 12</p> <p>Fließt das Glas über, wenn das Eis schmilzt? S. 13</p>

## Mechanik Gase

<p>Warum Flugzeuge fliegen S. 23</p>
<p><b>(Luft-)Druck</b></p> <p>Ein Glas saugt sich fest S. 9</p> <p>Ein kleines Wunder beim Abwaschen S. 10</p> <p>Und plötzlich ist der Stoff wasserdicht! S. 11</p> <p>Streichholzraketen S. 24</p>
<p>Eine richtige Wolke in der Flasche S. 25</p>

## Wärmelehre

<p><b>Aggregatzustände</b></p>
--------------------------------

## Magnetismus

<p><b>Magnetische Erscheinungen</b></p> <p>Ein selbstgemachter Kompass S. 26</p> <p>Der geheimnisvollen Magnetkraft auf der Spur... S. 27</p>
---

## Elektrizitätslehre

<p><b>Elektromagnetismus</b></p> <p>Ein kleiner Lastenheber S. 29</p> <p>Der garantiert einfachste Motor der Welt! S. 30</p>	<p><b>Chemische Stromerzeugung</b></p> <p>Die Batterie aus der Küche S. 28</p>
--	--



Heft/ Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Physik S. 3: Eine Münze taucht auf und verschwindet	<p><b>Thema:</b> Optische Brechung</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Optik → Brechung</p> <p>Wenn Lichtstrahlen von einem durchsichtigen Stoff in einen anderen wechseln, ändern sie ihre Richtung.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Der Versuch stellt die Alltagsvorstellung in Frage, wonach die Dinge dort «sind», wo man sie sieht (dass das Licht also geradlinig zum Auge kommt). Bei der Spiegelung (Reflexion) ist man sich des Effekts bewusst, bei der Brechung aber meist nicht.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Lichtausbreitung und Brechung</p> <p>Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> der Brechung</p>
Physik S. 4 bis 6	<p><b>Optische Abbildung mit Sammellinsen und Hohlspiegel</b></p> <p>Das grundlegende Verständnis für diese Abbildungen macht es relativ leicht, das Abbildungs-«Grundmuster» in optischen Geräten, beim Auge usw. wiederzuerkennen.</p> <p>Idealerweise erkennen die Kinder, dass jede Stelle der Linse / des Hohlspiegels das Bild komplett erzeugt. Wenn ein Teil der Linse / des Spiegels abgedeckt wird, bleibt das Bild immer noch vollständig, ist aber weniger hell.</p> <p>Der Zusammenhang von Brechung und Linsen wird nicht angesprochen.</p>	
Physik S. 4: Bilder aus einem Glas voll Wasser	<p><b>Thema:</b> Eine durchsichtige Kugel kann ein Bild erzeugen (eine Projektion).</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Optik → Abbildungen → Linsen</p> <p>Kugelförmiges Wasserglas als Linse (= Schusterkugel)</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Grundversuch zur Abbildung mit Linsen. Alle Elemente sind erkennbar: Lichtquelle (Original), Linse, Bild. Bei schafgestelltem Bild können Bildweite und Gegenstandsweite verglichen und vertauscht werden (Vergrößerung / Verkleinerung).</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in optische Abbildungen mit Linsen oder zu deren <b>Konsolidierung</b></p>
Physik S. 5: Was eine Lupe sonst noch kann	<p><b>Thema:</b> Eine Lupe kann ein Bild erzeugen (eine Projektion).</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> Analog zu Versuch Physik Seite 4, aber mit Lupe statt Wasserkugel</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in optische Abbildungen mit Linsen oder zu deren <b>Konsolidierung</b></p>
Physik S. 6: Ein Schminkspiegel zaubert Bilder an die Wand	<p><b>Thema:</b> Ein Hohlspiegel kann ein Bild erzeugen.</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Optik → Abbildungen → Hohlspiegel</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Test beim Kauf eines Schminkspiegels (Hohlspiegel) von akzeptabler Qualität: Den Hohlspiegel vom Auge wegbewegen, bis das Auge den ganzen Spiegel ausfüllt. Wenn das Auge unverzerrt bleibt, reicht die Qualität aus.</p>	<p>Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in optische Abbildungen mit Hohlspiegeln oder zu deren <b>Konsolidierung</b></p>

Heft/ Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Physik S. 7: Die Sonnentaler	<p><b>Thema:</b> Bilder der Sonne unter belaubten Bäumen</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Optik → Geradlinige Lichtausbreitung → Lochkamera Die zufälligen kleinen Lichtdurchlässe im Blattwerk von Bäumen verursachen Bilder der Sonne auf dem Boden (Lochkamera).</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Naturgemäss im Sommerhalbjahr eher zu beobachten. Kann vielfach variiert werden. Diskussion, was man bei einer Sonnenfinsternis sieht, oder wenn eine Wolke die Sonne zur Hälfte bedeckt. → Bau einer Lochkamera → Verbindungen zur Geometrie (Strahlensätze, zentrische Streckung)</p>	Empfehlenswerte Verwendung als <b>Einstieg</b> in Abbildungen, Lichtausbreitung, überhaupt in die Optik Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> von optischen Abbildungen (Lochkamera)
Physik S. 8: Der Regenbogen am Fenstersims	<p><b>Thema:</b> Dispersion</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Optik → Brechung → Dispersion Dispersion bedeutet die unterschiedlich starke Brechung von Licht, je nach Farbe.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Je kurzwelliger das Licht (→ blau), desto stärker die Brechung. Die Analogie zum Regenbogen ist frappant, doch die Entstehung des farbigen Bogens ist unterschiedlich. Die Dispersion in den Tröpfchen des Regenbogens ist bereits schwieriger zu erklären; es empfiehlt sich, vorerst nur das Makrophänomen des Regenbogens anzuschauen, ohne eine Erklärung zu erzwingen.</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Dispersion
Physik S. 9 bis 11	<p><b>Luftdruck</b></p> <p>Das Gemeinsame an diesen Versuchen ist das Einführen der Vorstellung von Luftdruck: Wir befinden uns am Boden eines Luftmeers, das auf alles drückt. Dieser Druck wird vor allem dort sichtbar oder spürbar, wo dem Luftdruck ein geringerer Gegendruck entgegentritt: Der Luftdruck «will» alle Räume geringeren Drucks ausfüllen. Dieser Konzeptwechsel ist anspruchsvoll und langwierig, aber meist erfolgreich, wenn das neue Konzept an vielen Beispielen erkannt und durchgedacht werden kann.</p>	
Physik S. 9: Ein Glas saugt sich fest	<p><b>Thema:</b> «Saugen»</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik der Gase → Luftdruck Das Alltagskonzept «Saugen» soll durch das Luftdruckkonzept (Überdruck/ Unterdruck) ersetzt werden.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Die physikalisch unangemessene Vorstellung des Saugens ist ein verbreitetes und festsitzendes Alltagskonzept. Der Kasten auf Seite 9 stellt das Luftdruckkonzept dar.</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> ins Luftdruckkonzept oder zu dessen <b>Konsolidierung</b>

Heft/ Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Physik S. 10 und 11: Ein kleines Wunder beim Abwaschen und Und plötzlich ist der Stoff waserdicht!	<b>Thema:</b> Luftdruck <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik der Gase → Luftdruck Der Luftdruck presst das Wasser ins Glas, solange er keinen anderen Zugang zum Raum im Glas hat. <b>Bemerkungen:</b> Animistische Formulierungen (Der Luftdruck «will» ...) müssen nicht vermieden werden. Sie sind nützliche Hilfen zum Verständnis.	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des Luftdruckkonzepts
Physik S. 12: Gefrierendes Wasser – ein Spezialfall	<b>Thema:</b> Gefrierendes Wasser – ein Spezialfall <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Wärmelehre → Aggregatzustände → Anomalie des Wassers <b>Bemerkungen:</b> Wenn die Anomalie des Wassers zu sehr thematisiert wird, riskiert man, dass den Kindern der «Normalfall» nicht geläufig ist, nämlich dass erstarrende Körper weniger Volumen einnehmen als in der flüssigen Phase. Daher das Beispiel mit dem gefrierenden Öl.	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Dichte und Anomalie des Wassers
Physik S. 13: Fliesst das Glas über, wenn das Eis schmilzt?	<b>Thema:</b> Schwimmendes Eis <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Wärmelehre → Aggregatzustände → Schmelzen → Anomalie des Wassers Kann auch im Kontext von Dichte und Auftrieb gesehen werden. <b>Bemerkungen:</b> Auf Seite 13 ist das Ergebnis in der Abbildung bereits vorweggenommen. Es wäre angemessener, das Problem zu stellen, ohne das Ergebnis bereits zu zeigen.	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> zu Auftrieb, Dichte, Anomalie des Wassers
Physik S. 14: Flüssigkeiten kannst du aufeinanderschichten	<b>Thema:</b> Dichte von Flüssigkeiten <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Dichte von Flüssigkeiten; auch: → Auftrieb → Löslichkeit (Lipo-/Hydrophilie) Sofern sich Flüssigkeiten nicht gänzlich vermischen, können sie übereinandergeschichtet werden. <b>Bemerkungen:</b> Vgl. auch Chemie Seite 27	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in die Dichte oder zu deren <b>Konsolidierung</b>
Physik S. 16: Ein ferngesteuerter Taucher	<b>Thema:</b> Cartesischer Taucher <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Dichte → Auftrieb → Kompressibilität von Gasen (nicht aber von Flüssigkeiten) <b>Bemerkungen:</b> Verschiedene Erklärvarianten sind möglich; die vorgeschlagene Erklärung ist eher intuitiv, aber dafür kindgemäss.	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> von Dichte und/oder Auftrieb

Heft/ Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Physik S. 17 sowie 19 bis 21	<b>Statik, Standfestigkeit, Trägheit</b> Die vier Versuche hängen zusammen und können gegenseitig als Konsolidierung dienen. Zur Sprache kommen der Schwerpunkt einschliesslich des stabilen Gleichgewichts, die Massenträgheit und das stabile Fachwerk. Angedeutet, aber nicht explizit aufgegriffen ist das Drehmoment (S. 20).	
Physik S. 17: Der Nagel, der nicht umkippt	<b>Thema:</b> Stabilität <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik → Schwerpunkt / Standfestigkeit <b>Bemerkungen:</b> Die Einführung des Schwerpunktbegriffs ist unvermeidlich, da sich keine anderen, intuitiv einleuchtenden Erklärstrategien anbieten.	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Schwerpunkt und Standfestigkeit oder als <b>Konsolidierung</b>
Physik S. 18: Münzenbillard	<b>Thema:</b> Impulserhaltung <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik → Impuls → Impulserhaltung <b>Bemerkungen:</b> Dieser Versuch übersteigt konzeptuell den Rahmen des Anfängerunterrichts, ist aber einfach in der Durchführung und als Kugelpendel («Newton-Wiege») allgemein bekannt.	
Physik S. 19: Ein stabiler Münzenturm	<b>Thema:</b> Massenträgheit <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik → Trägheit	Mögliche Verwendung als <b>Konsolidierung</b> der Massenträgheit
Physik S. 20: Der überhängende CD-Turm	<b>Thema:</b> Stabilität <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik → Statik <b>Bemerkungen:</b> Hebelgesetz und Drehmoment sind bewusst nicht als Erklärung vorgeschlagen.	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in Schwerpunkt und Standfestigkeit oder als <b>Konsolidierung</b>
Physik S. 21: Die Messerbrücke	<b>Thema:</b> Stabiles Fachwerk <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik → Statik <b>Bemerkungen:</b> Fachwerk, wobei die Verbindungen stabil, aber nicht fest verschraubt, vernietet oder verklebt sind, sondern durch Eigengewicht oder Gegengewichte aufeinandergedrückt werden	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in die Statik oder als deren <b>Konsolidierung</b>

Heft/ Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Physik S. 22: Zwei Löffel ziehen sich an	<p><b>Thema:</b> Hydrodynamik</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik der Flüssigkeiten → Hydrodynamik → Analogien zur Aerodynamik</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Es gibt eine Reihe ähnlicher Versuche mit Luft, doch manche sind heikel in der Durchführung, und der Effekt ist nicht zweifelsfrei feststellbar. Daher dieser Einstiegsversuch mit Wasser. Das Klopfen ist das Signal, dass der Versuch funktioniert hat. Die Analogie zur Luft und insbesondere der «Effet» beim Fussball sind ohne zusätzliche Gespräche mit Erwachsenen vermutlich nicht zu verstehen.</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in den aero-/hydrodynamischen Auftrieb oder als dessen <b>Konsolidierung</b>
Physik S. 23: Warum Flugzeuge fliegen	<p><b>Thema:</b> Aerodynamischer Auftrieb</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik der Flüssigkeiten → Aerodynamischer Auftrieb</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Der aerodynamische Auftrieb ist hier ziemlich knapp erklärt. Das selbständige Nachvollziehen durch Kinder dürfte schwierig sein. Es ist z.B. nicht anzunehmen, dass Kinder nach dem Durcharbeiten dieser Seite verstehen, warum der Sturm Dächer abdeckt. Eine Konsolidierung mit weiteren Diskursen und Versuchen ist wichtig, sonst kann das Konzept kaum verinnerlicht werden.</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in den aero-/hydrodynamischen Auftrieb oder als dessen <b>Konsolidierung</b>
Physik S. 24: Streichholzraketen	<p><b>Thema:</b> Raketenprinzip, «Rückstossprinzip»</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Mechanik der Gase → Druck oder evtl. → Mechanik → Impulserhaltung</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Die irreführende Formulierung «Rückstossprinzip» ist hier zwar verwendet, aber problematisiert, weil nicht mit dem Abstoßen von Massen und der Impulserhaltung argumentiert wird, sondern mit dem Gasdruck in der Brennkammer: Er kann nur hinten ohne Widerstand entweichen; vorne hingegen ist der Raketenkopf «im Weg», und so schleudert das unter Druck stehende Gas die Rakete vorwärts weg.</p>	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> ins Raketenprinzip oder als dessen <b>Konsolidierung</b>
Physik S. 25: Eine richtige Wolke in der Flasche	<p><b>Thema:</b> Verdunsten und Kondensieren</p> <p><b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Wärmelehre → Aggregatzustände → Kondensation Wasserdampf kondensiert bei abnehmendem Druck.</p> <p><b>Bemerkungen:</b> Querverbindungen zu Klimakunde (Regen, Föhn)</p>	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> und <b>Veranschaulichung</b> der Wolkenbildung

Heft/ Seite	Versuch	Verwendung in Schule
Physik S. 26: Ein selbstge- machter Kom- pass	<b>Thema:</b> Magnetismus / Kompass <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Magnetismus → Erdmagnetfeld / Kompass Magnetisieren von Stahl; Kompass	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des Magne- tisierens von Eisen und des Erdmagnetfelds
Physik S. 27: Der geheimnis- vollen Magnet- kraft auf der Spur...	<b>Thema:</b> Magnetismus / Feldlinien <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Magnetismus → Feldlinien <b>Bemerkungen:</b> Dieser Versuch ist theoretisch nicht sehr erhellend und könnte sogar unangemessene Vorstellungen unterstützen, wonach die Feldlinien eine Art von unsichtbaren Fäden seien, die die Magnet- pole verbinden. Die Argumentation müsste eher an den vorigen Versuch anknüpfen, wonach Eisen durch einen Magneten selber magnetisch wird. Die Späne sind also kleine Magnete, die sich «von selber» in Reihen anordnen. Ungeachtet dieser Einwände ist der Versuch ästhetisch reizvoll und ohne die Eisenfeilspäne aus den Schulsammlungen durchführbar.	Mögliche Verwendung zur <b>Konsolidierung</b> des Magne- tisierens von Eisen
Physik S. 28: Die Batterie aus der Küche	<b>Thema:</b> Elektrochemisches Element / Batterie <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Elektrizitätslehre → Stromerzeugung → chemische Stromerzeu- gung Vgl. auch Elektrochemie in Chemie Seite 30 <b>Bemerkungen:</b> Der Nachweis des fließenden Stroms erfolgt mit dem Kopfhörer. Der elektromagnetische Vorgang im Kopfhörer könnte auch Ge- genstand der Überlegungen sein, ist hier aber nicht weiterverfolgt.	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in die chemische Stromerzeugung / Batterien
Physik S. 29: Ein kleiner Lastenheber	<b>Thema:</b> Elektromagnetismus <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> → Elektrizitätslehre → Stromwirkungen → Elektromagnetismus Jeder Strom ist zugleich ein Magnet.	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in den Elektroma- gnetismus oder als dessen <b>Konsolidierung</b>
Physik S. 30: Der garantiert einfachste Mo- tor der Welt!	<b>Thema:</b> Elektromotor <b>Zugrundeliegendes Konzept:</b> Elektrizitätslehre → Elektromagnetismus → Elektromotor <b>Bemerkungen:</b> Fokussiert wird das eigentliche Prinzip des Elektromotors: Der durch Strom erzeugte Magnet wird von einem anderen Magneten angezogen oder abgestossen. Die dadurch entstandene Bewe- gung wird genutzt, um den Elektromagneten ein- und auszuschal- ten, so dass eine dauernde Drehung entsteht. Die zentrale Einsicht sollte hier indessen sein, dass Strom keine Bewegung bewirkt, sondern einzig dessen <i>magnetische</i> Wirkung.	Mögliche Verwendung als <b>Einstieg</b> in den Elektromo- tor oder als dessen <b>Konso- lidierung</b>

## **Autor**

Urban Fraefel, lic. phil.

Ausbildung zum Sekundarlehrer, dann Studium der Pädagogik, Geschichte und Didaktik. 1986 bis 2002 Dozent für Physikdidaktik der Sekundarlehrerausbildung an der Universität Zürich. Lehrmittelauteur. Forschung in Didaktik der Naturwissenschaften. Seit 2003 Professor an der Pädagogischen Hochschule Zürich.