

Didaktische Hinweise zu den Lernanlässen von explore-it

Eine Anleitung in Stichworten

Fragen stellen und Wissen schaffen – so einfach ist Lernen

Warum? «Warum» ist die Urfrage des Lernens. Erst zuletzt kommen die Antworten. Antworten dienen lediglich dazu, weiteren Fragen nachgehen zu können. Lexikonantworten sind final. Sie verhindern weitere Fragen und blockieren so jedes Lernen. Wohin mit der Unruhe, Neugier und Umtriebigkeit, wenn die Lösung vorliegt? Lernen ist eine Haltung: Suchen macht glücklicher als finden.

Dass Suchen Suchtpotenzial hat, ist unbestritten. Und die wissenschaftliche Welt-erkundung ist tatsächlich ein unaufhörlicher Prozess, der einen nicht mehr loslässt und der nicht in erster Linie nach Wissen trachtet, sondern aufs Verstehen zielt. Wissenschaftlich denken heisst nicht nur lebenslang lernen, sondern vor allem lebenslang fragen und verstehen wollen. Damit beginnen die Kinder ja früh, wenn sie uns im »Frögli-Alter« mit ihrem steten »Warum?« zur Verzweiflung bringen. Es ist an uns Lehrpersonen, die Freude der Kinder am Fragen zu erhalten. Denn das Fragen soll nie aufhören...

Antworten auf diese Fragen finden sich in der Auseinandersetzung mit der Sache und lösen Lernprozesse aus.

Was ist das Ziel dieser Lernprozesse? Es geht nicht um die Benennung der Dinge, sondern um das Verstehen der Zusammenhänge zwischen den Dingen. Das ist auch das Ziel jedes wissenschaftlich-technischen Handelns.

Das wissenschaftlich-technische Handeln lässt sich gut in sechs Tätigkeiten ordnen.

Tätigkeiten	
1 Fragen und untersuchen	4 Einschätzen und beurteilen
2 Informationen erschliessen	5 Entwickeln und umsetzen
3 Ordnen, strukturieren, modellieren	6 Mitteilen und austauschen

Um solche Lernprozesse zu unterstützen brauchen Lehrpersonen bestimmte Kompetenzen wie: Sie müssen das Wesen der Sache erkennen, sie müssen wissen, wo die Schüler und Schülerinnen stehen und Unterricht entsprechend gestalten und organisieren.

Erfinden und Ausprobieren

Computer, die Eisenbahn, die Brille, die Zahnfüllung, Antibiotika und der Kaiserschnitt sind naturwissenschaftlich-technische Errungenschaften. Sie bestimmen den Alltag, oft ohne dass wir es realisieren.

«Mit List erfinden», «μεχανομαι» («mechanomai»), so haben die alten Griechen naturwissenschaftlich-technisches Wirken umschrieben. Daraus wurde die Mechanik und wie Troja zeigt, waren die Griechen darin nicht ganz ungeschickt.

Das Problem und dazu eine Lösung finden

Der Stein vor der Höhle, wie lässt er sich beseitigen? Das Problem ist da, wird erkannt, weil der Stein offensichtlich im Wege liegt. Die Lösung lässt sich nun sozial oder technisch angehen. Entweder helfen alle Mitsteinzeitgenossen, ihn mit vereinten Kräften wegzurollen, oder er wird mittels eines Baumstammes weggehebelt. Das ist die technische Lösung - ein Hilfsmittel erfinden und ausprobieren, ob es geht.

Der Begriff Problem kommt ebenfalls aus dem Griechischen: «προ βαλλειν»; «pro ballein» heisst : vor sich her werfen, wenden und kehren, aufwerfen. Und dabei darüber nachdenken oder gleich ausprobieren, wie das Geworfene, das Problem, gelöst werden könnte.

Technische Probleme zeigen sich meistens von alleine, weil sie sich dann stellen, wenn man an seine Grenze kommt: die Kraft reicht nicht aus, um den Höhlenstein zu bewegen, der Arm ist zu kurz, um den Federball aus dem Geäst zu angeln, der Regen fällt nicht da, wo er zur Bewässerung gebraucht wird. Die technischen Seiten der eben erwähnten Probleme scheinen leicht lösbar: Hebel, Klettertechniken und Wurfgeschosse oder dann beim letzten Beispiel die Aquädukte der Römer. Lösungen leuchten besonders ein, wenn sie schon bekannt sind. Sie werden in ähnlichen Fällen immer wiederholt, auch wenn es einfachere Lösungen gäbe. Die Amerikaner entwickelten ihre Raumfahrtprogramm einen Füller, der auch im schwerelosen Weltraum funktionierte. Die Entwicklungskosten betragen etwa vier Millionen Dollar. Was machten die Russen? Sie verwendeten Bleistifte. Es lässt sich nun philosophieren, ob die Russen das Problem nicht erkannt haben, ihnen das Geld fehlte oder die Amerikaner die schon vorhandene Lösung übersahen.

Denkgewohnheiten, Sehgewohnheiten, gesellschaftliche Konventionen, aber auch zu viel Material können die Problemerkennung einschränken. Und darüber hinaus beeinflussen Rahmenbedingungen den Problemlösungsprozess massiv. Lösungen sind immer auch situativ bedingt und dies gilt es in der Schule durch sinnvolle und wirksame Aufgabenstellungen, wie sie die Lernanlässe von *explore-it* anbieten, besonders zu beachten. Aber vor allem ändern hilft da eines: Ausprobieren!

Ausprobieren braucht Spielraum

Der Spielraum ist für technische Lösungen wichtig: Er dient dazu, durch Spielen und Ausprobieren, Versuch und Irrtum, überhaupt auf Konstruktionslösungen zu kommen. Kinder wie Erwachsene benötigen solche Spiel-Räume.

Entscheidend für diese Art von Unterricht ist, dass die Lernenden wirklich handeln können. Problemlösendes Gestalten, kreatives Konstruieren und das Austesten von technischen Lösungen, die möglichst in einem aktuellen Lebenszusammenhang stehen - das ist das, was mit Erfinden und Ausprobieren gemeint ist.

Gelingt es Ihnen, Spielräume zur Problemlösung im Schulzimmer zu ermöglichen, dann haben Sie einen wesentlichen Beitrag zur Förderung des naturwissenschaftlich-technischen Verständnisses geleistet.

Das richtige Material, der Schlüssel zum Handeln



Trinkhalm, Grillspiesschen und Bierdeckel

Das Material der Wahl für lernfördernde Spielereien rund ums technische Handeln ist rasch aufgezählt: Röhrli, Grillspiesschen, Bierdeckel, Streichholzschachteln, Hartschaumplatten, Magnete, Gummeli, Klebestreifen, Stecknadeln und ein paar Werkzeuge. Damit lässt sich eine Vielfalt von technischen Problemstellungen lösen, wie die Lernanlässe von *explore-it* zeigen. Stellvertretend sind hier fünf Materialien vorgestellt.

1. Der Trinkhalm, ein vielseitig einsetzbares Bauelement

Er hilft anforderungsreiche technische Problemstellungen auf einfache Weise zu lösen (siehe Bilder unten).

2. Die Hartschaumplatte

Sie ist als „Isolationsmaterial“ in verschiedenen Dicken in jedem Baumarkt zu finden. Die Hartschaumplatte ist das ‚Holz fürs Küchenmesser‘, sie dient als Grundplatte oder vielfältiges Konstruktionselement, ist leicht zu bearbeiten und trotzdem genügend stabil, sie ist leicht und wetterfest und kann sogar genagelt und geschraubt werden.

3. Das doppelseitige Klebband, die Januslösung für feste Verbindungen

Kleben wird heute in der Autoindustrie, im Flugzeugbau, generell in der Technik immer häufiger angewendet. Vielerorts hat Klebstoff das Löten und Schweißen schon vollständig ersetzt.

4. Die Magnete, die vielseitigen Schnellkupplungen

Sie dienen als elektrische Kontakte, als fast reibungsfreie Aufhängungen und als Federn, wenn gleiche Pole einander zugewandt sind.

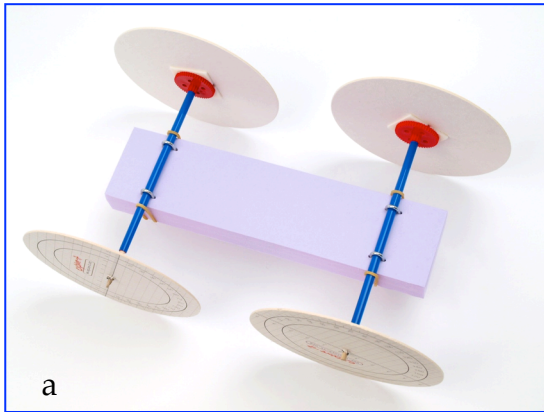
5. Die Bierdeckel

Sie sind ideale Räder, dienen auch für die Skalierung von Streckenmassen, Winkelmassen und unterschiedlichen Radien.

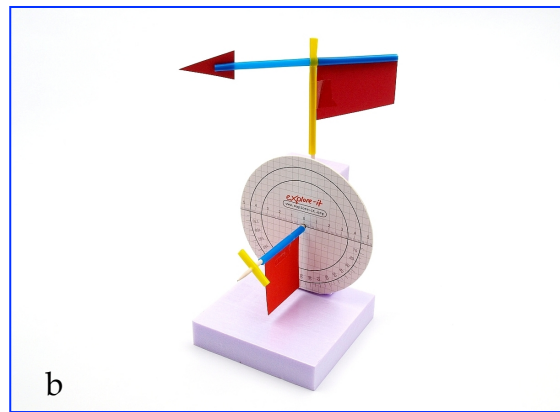
An einem dieser fünf Materialien, dem Trinkhalm, soll gezeigt werden, wie bei unterschiedlichen Objekten und spezifischen technischen Problemstellungen einfache Lösungen gefunden werden können.

Der Trinkhalm ...

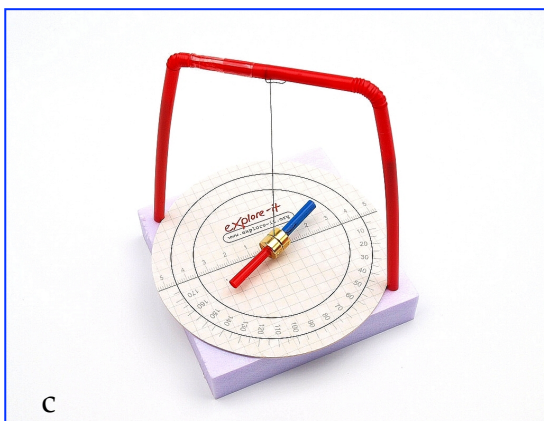
als Radachsenlager bei einem Fahrzeug...



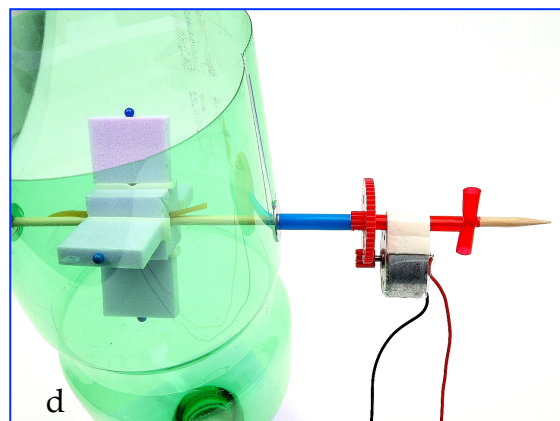
als Halterung für die beweglichen Windplatten beim Windmesser...



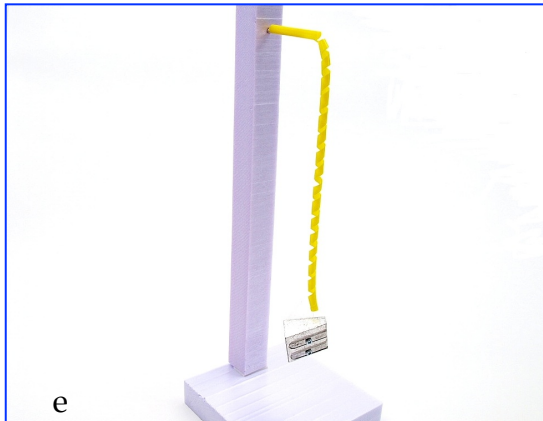
als Aufhängung und Zeiger beim Kompass...



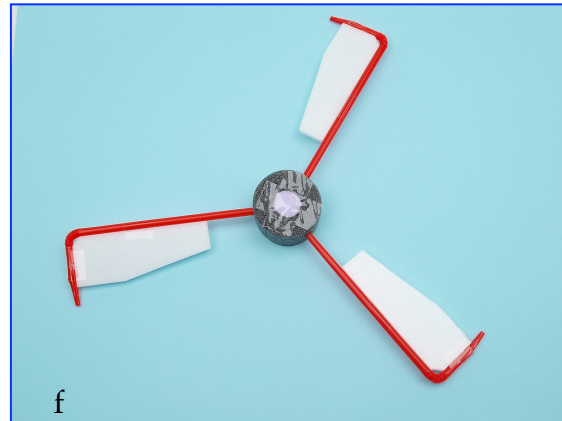
als Halterung des Elektromotors (Generator) an der rotierenden Achse beim Wasserkraftwerk...



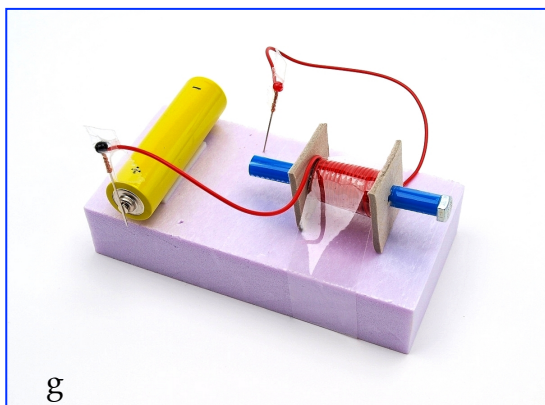
als Feder, nachdem er durch einen Spitzer gedreht wurde...



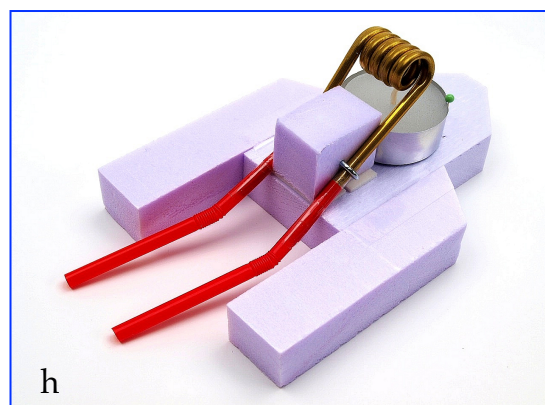
als Rahmen für die Flügel und zugleich als Düse beim „Helikopter“...



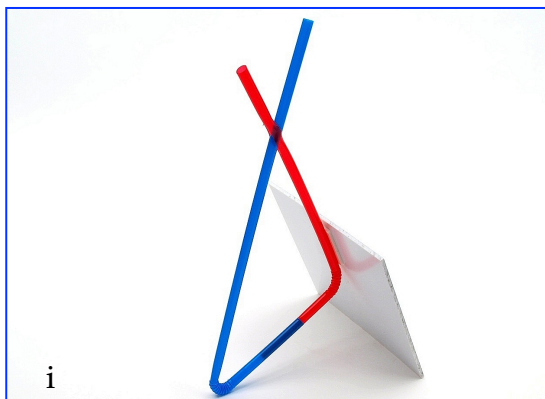
als Kernhülle der Spule eines Elektromagneten...



als Steuerelement beim Tuc-Tuc...



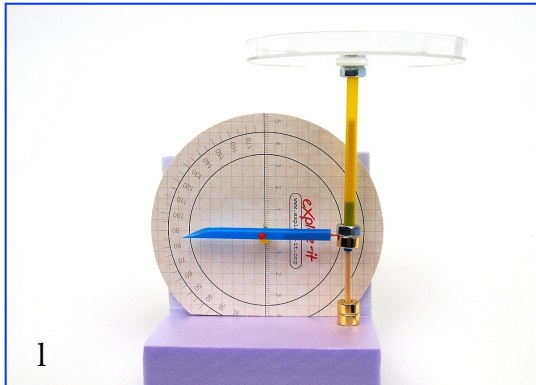
als verstellbare Halterung beim Spiegel...



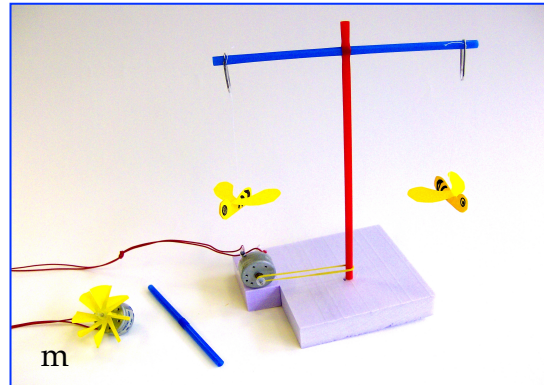
als drehbare Achse beim Luftwirbler...



als vertikale Gleitachse und Zeiger
bei der Briefwaage...



als Karussell bei den „Turbienchen“...



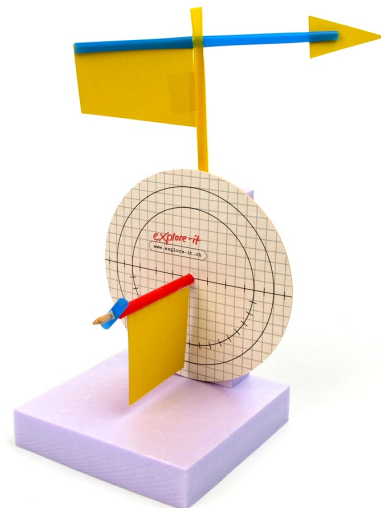
Lob der Vorläufigkeit

Einfache Materialien haben nicht nur den Vorteil, dass sie billig und leicht zu beschaffen sind. Sie können auch mit einfachen Werkzeugen bearbeitet werden, mit Scheren, Küchenmessern, Cuttern und laden immer wieder durch ihre Allgegenwart zum Weitertüfteln und Ausprobieren ein: der Weg von der Idee zur Realisation ist kurz und direkt. Und fallen die Objekte einmal auseinander, sind sie schnell wieder zusammengesetzt. Oft so, dass bei der Reparatur schon Verbesserungen miteingebaut werden.

Lernen am Objekt

Am Beispiel „Windmesser konstruieren“ wird sichtbar, was man beim Bauen alles lernen kann:

- Die Windfahne ist so gelagert, dass sie leicht und in alle Richtungen dreht (Punktlagerung).
- Die Windfahne hat, wie die Windplatte auf einer Seite der Achse einen grossen Luftwiderstand.
- Die Windplatte hängt und dreht an einer Achse.
- Verschiedene Arten von Verbindungen.
- Unterschied zwischen Skalen und Messwerten.

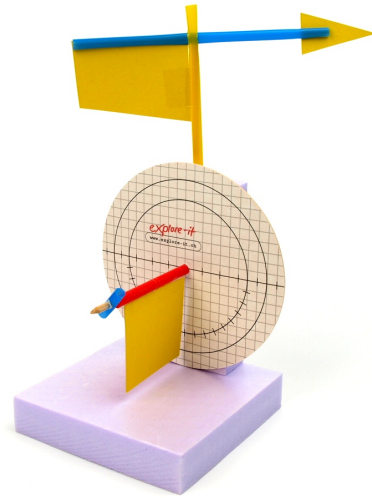


Produkte sind aber auch noch aus einem anderen Grund wichtig. Sind sie selber gemacht, haben die Lernenden eine hohe emotionale Verbindung mit ihnen. Alles, was sie mit ihren eigenen Objekten ausprobieren und an ihnen lernen, gewinnt dadurch eine viel grössere Bedeutung und bleibt nachhaltiger verankert.

Lernen mit dem Objekt

Am Beispiel „Windmesser eichen“ wird sichtbar, was man mit einem Objekt alles lernen kann:

- Wind ist bewegte Luft oder Bewegung in windstiller Luft.
- Jedes Messgerät braucht eine Eichung.
- Geschwindigkeit ist das zurücklegen einer Strecke in einer bestimmten Zeit (z. B. Meter pro Minute).
- Jedes Messgerät misst nur in einem bestimmten Bereich.



Die Anleitung unten bezieht sich auf folgende Beobachtung:

Für das Messgerät spielt es keine Rolle, ob es im "Schritttempo" in einem windstillen Raum bewegt wird, oder ob es still steht und ein Wind mit "Schritttempo" bläst. Der Ausschlag der Windplatte ist in beiden Fällen gleich.

Anleitung zum Eichen des Windmessers

1. Halte den Windmesser waagrecht und mit der Windplatte quer zur Laufrichtung.
2. Notiere dir den Ausschlag der Platte gegenüber der Kartonscheibe bei unterschiedlicher Laufgeschwindigkeit: z.B. Schritttempo, Dauerlauf, Schnelllauf.
3. Berechne die Laufgeschwindigkeit, indem du die Zeit misst, die du brauchst, um eine bestimmte Strecke zurückzulegen. Weil die Laufgeschwindigkeit der Windgeschwindigkeit entspricht, entspricht auch der Ausschlag der Windplatte der jeweiligen Windgeschwindigkeit!
4. Für stärkere Winde, machst du das gleiche, an einem windstillen Tag mit dem Fahrrad im Pausenhof. Vielleicht helfen dir die Eltern, mit dem Auto noch stärkere Winde zu eichen?! - Mit dem Auto geht es am einfachsten, weil am Tachometer die Fahrtgeschwindigkeit und damit auch die Windgeschwindigkeit direkt ablesbar sind.
5. Starke Winde lassen sich mit diesem Gerät nicht mehr messen, weil sich die Windplatte sehr schnell waagrecht ausrichtet. Was musst du ändern, damit dein Gerät bei Starkwind funktioniert?
6. Was zeigt dein Messgerät an, wenn du es mit Windgeschwindigkeit in der Windrichtung bewegst? - Mach eine Vermutung und überprüfe sie.
7. Was zeigt es an, wenn du es mit Windgeschwindigkeit gegen die Windrichtung bewegst? - Mach eine Vermutung und überprüfe sie.

Instruktion zu Beginn oder am Schluss?

Grundsätzlich stellt sich bei jedem Lernanlass immer wieder die Frage: sollen Anleitungen und Erklärungen dem Handeln der Kinder vorausgehen oder erst hinter her nachgeliefert werden? Für beides gibt es gute Gründe und vermutlich ist es sinnvoll einfach abzuwechseln. Vorgängiges Instruieren und Erklären fokussiert die Aufmerksamkeit auf das Wesentliche - schränkt aber den Handlungsspielraum ein. Nachgängiges Erklären kann an die Sach- erfahrung der Lernenden anknüpfen – erfordert aber viel Zeit und die gemachten Erfahrungen sind von Schülerin zu Schüler verschieden. Welcher Weg im konkreten Fall eingeschlagen werden soll, kann nur die Lehrperson selber entscheiden. Sie kennt die Klasse und die aktuelle Situation am besten. Im Bezug auf das Erfinderpotenzial zeigen sich eventuell Unterschiede, ob der instruierte Teil zu Beginn oder am Schluss steht.

In klasseninternen oder auch externen Ausstellungen können die Erfindungen gezeigt und so von anderen Miterfindenden gewürdigt werden. Der so ermöglichte Austausch kann sich nachhaltig auf das Lernen auswirken.

Zum Beurteilen und Bewerten

Zuerst eine Klärung:

«Beurteilen» und «Bewerten» werden häufig synonym verwendet. Gemäss unserer Definition orientieren sie sich aber an zwei ganz unterschiedlichen Bezugssystemen:

- Beurteilen nach dem Lernstand in Bezug zu einem Lernziel und
- Bewerten nach vorgegebenen Wertskalen („Noten“) im Bezug auf die Klasse.

Beurteilen heisst urteilen über das, was sich in Belegen zeigt. Das Beurteilen richtet sich danach, ob die Schülerin das Lernziel erreicht hat oder nicht: ja, sie kann es, oder nein, sie kann es nicht. Sie hat das Lernziel erfüllt oder nicht erfüllt.

Bewerten ordnet die Beurteilungen über eine gewisse Periode in eine vorgegebene Wertskala ein. Die Schülerin hat alle, einen Teil oder gar keine Lernziele erfüllt. Dies erlaubt einen Vergleich mit andern Schülern. Die Bewertungsskala ist immer eine Setzung der Lehrperson.

Beurteilen von Technikverständnis

In der Regel lässt sich zum Beurteilen folgende Entwicklungslogik für das Aufbauen von Kompetenzen anwenden: Benennen -> Kennen -> Verstehen -> Verbinden.

Die folgende Tabelle versucht das am Beispiel vom ultraleichten Flitzer von *explore-it* übersichtlich darzustellen. Im Anschluss daran stehen ein paar Erläuterungen.

Beurteilungsraster

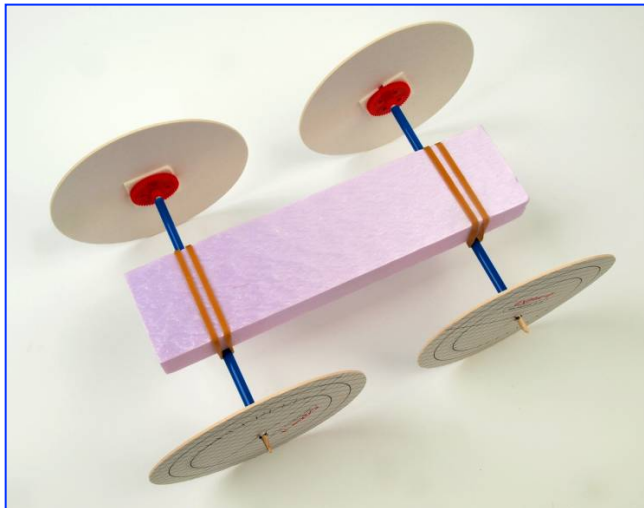
	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
ENTWICKLUNGSLOGIK	Benennen	Kennen	Verstehen	Verbinden
	➔			

A) Ebene: Produkt						
BAUPHASE	Objekt	Objekt vorhanden	Objekt funktioniert in 1 Aspekt	Objekt funktioniert in mehreren Aspekten	Objekt funktioniert in allen Aspekten	Lernbeleg ist das Objekt
	Tätigkeit: konstruieren	Stellt Objekt her	Stellt Objekt her, das in 1 Aspekt funktioniert	Stellt Objekt her, das in mehreren Aspekten funktioniert	Stellt Objekt her, das in allen Aspekten funktioniert	
	Beispiel: Ultraleichter Flitzer	Flitzer ist vorhanden, bewegt sich nicht	Flitzer rollt, aber noch nicht reibungsfrei	Flitzer rollt reibungsfrei	Flitzer rollt reibungsfrei, taumelfrei und geradeaus	
B) Ebene Sachzusammenhang						
EXPERIMENTIERPHASE	Untersuchung / „Forschung“	Untersuchung generell abbilden	Untersuchung differenziert abbilden mit Merkmalen	In differenziert abgebildeter Untersuchung werden Zusammenhänge sichtbar	In differenziert abgebildeter Untersuchung werden sichtbare Zusammenhänge interpretiert	Lernbeleg ist das Forscherheft
	Tätigkeit: fragen und untersuchen (experimentieren)	Bildet Experiment generell ab	Bildet Experiment in wesentlichen Aspekten ab	Nutzt das Experiment zur Datenerhebung	Nutzt das Experiment zur Datenerhebung und zieht daraus Schlüsse	
	Beispiel: „Rollweite“ des Flitzers	Forscherheft enthält Bild mit Rampe und Flitzer	Forscherheft enthält Bild mit Rampe und Flitzer, Gewichten und Bewegungsrichtung	Forscherheft zeigt neben Bild Tabelle mit Distanzen aus verschiedenen Versuchen	Forscherheft zeigt neben Bild Tabelle aus verschiedenen Versuchen und fügt eine Überlegung an	
Beurteilung	erfüllt/ nicht erfüllt	erfüllt/ nicht erfüllt	erfüllt/ nicht erfüllt	erfüllt/ nicht erfüllt	erfüllt/ nicht erfüllt	



Im Beurteilungsraster wurde versucht, die Entwicklungslogik «Benennen-Kennen-Verstehen-Verbinden» auf der Ebene des Produktes und der Ebene des Sachzusammenhanges mit zwei Beispielen zu kombinieren: Einmal mit dem Bau des ultraleichten Flitzers und einmal mit dem Experimentieren, wenn der Flitzer gebaut ist und von verschiedenen hohen Rampen hinuntergelassen wird (Wie weit kommt er?).

Im ersten Beispiel werden die Spuren am Flitzer (A), am Objekt selber sichtbar. Im zweiten Beispiel werden die Spuren im Forscherheft (B) gesucht.



A) Ebene Produkt



B) Ebene Sachzusammenhang

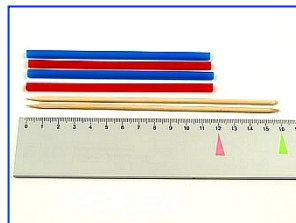
A) Ebene Produkt

BAUPHASE

Die Schülerinnen und Schüler bauen das Objekt. Dabei sind verschiedene Fähigkeiten und Fertigkeiten gefordert.



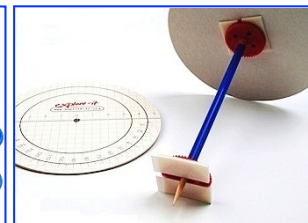
Übersicht schaffen...



exakt messen...



mit Werkzeugen hantieren



Anweisungen umsetzen...

Nach dem Grad der Funktionstüchtigkeit könnte nun eine Beurteilung der Schülerinnenleistung folgendermassen vorgenommen werden:

1. Kann Objekt herstellen
2. Das Objekt funktioniert in einem Aspekt
3. Das Objekt funktioniert in mehreren Aspekten
4. Das Objekt funktioniert in allen Aspekten

B) Ebene Sachzusammenhang

EXPERIMENTIERPHASE

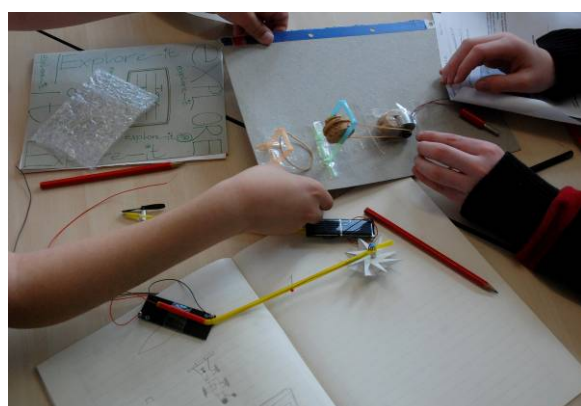
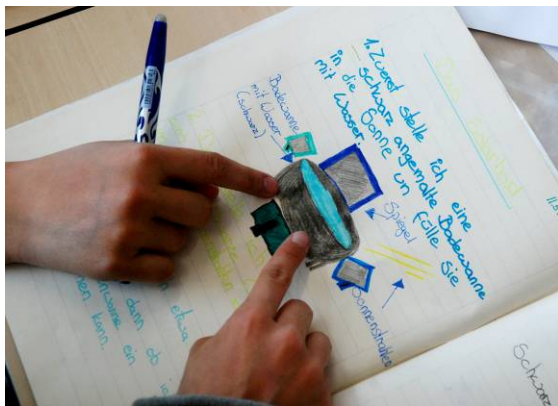
Die Schülerinnen und Schüler untersuchen mit dem Flitzer das Phänomen Schwerkraft. Auch hier werden die verschiedensten Fähigkeiten und Fertigkeiten angesprochen.



Experiment ausführen... messen und vergleichen... Zusammenhänge erkennen... und interpretieren...

Nach dem Grad der Differenziertheit könnte nun eine Beurteilung des Verständnisses, des Sachzusammenhanges so gegliedert werden:

1. im „Forscherheft“ werden die „Versuche“ generell abgebildet
2. differenziert abgebildet
3. Zusammenhänge lassen sich erkennen
4. Zusammenhänge werden interpretiert



Drei Gedanken zum Beurteilen und Bewerten

- *Beurteilen ist Kernkompetenz der Lehrperson*

Das Ansetzen der Kriterien erfüllt/nicht erfüllt im Beurteilungsraster ist eine bewusste Setzung der Lehrperson. Es könnte z.B. sein, dass sehr viel Zeit und Austausch für den Bau des Flitzers eingesetzt bzw. ermöglicht wurde und die Lehrperson erwartet, dass alle Flitzer reibungsfrei rollen. Die erfüllt/nicht erfüllt-Grenze liegt deshalb hier zwischen den Stufen 2 und 3. Beim Experimentieren aber waren die Kinder ganz sich selber überlassen und sie arbeiteten zum ersten Mal mit einem Forscherheft. Deshalb setzt die Lehrperson die Grenze vor die Stufe 1 und ist zufrieden damit, wenn alle Elemente des Experimentes im Forscherheft vorkommen. Eine Vielzahl von solchen Beurteilungen kann dann innerhalb der Klasse

zum Vergleichen führen. Die Lehrperson setzt auch hier wieder die Kriterien (oder den Massstab) und hat diese gegenüber den Lernenden und allen Aussenstehenden zu verantworten.

- *Fördernislauf*

Das Arbeiten mit Beurteilungsraster soll vor allem dem Fördern der Lernenden dienen. Obwohl es für die Lehrperson, die erst damit zu arbeiten beginnen, eher wie ein Hindernislauf aussieht. Solche Tabellen sind ja nur der schriftliche Niederschlag des komplexen Lern-/Lehrprozesses, der sich zwischen Schüler und Lehrperson abspielt und sollen der Lehrerin und dem Lehrer Argumentations- und Reflexionshilfen sein. Das Wichtigste passiert während des Unterrichtes und geschieht manchmal so schnell, dass es leicht übersehen wird.

- *Bewerten als professioneller Auftrag*

Eine Note ist ein professioneller Ermessensentscheid der Lehrperson, der nicht nur auf den Prüfungsergebnissen, sondern auf allen bedeutsamen Leistungen einer Schülerin oder eines Schülers und der sich abzeichnenden Leistungsentwicklung beruht. ...