



Günter Klarner

Das Lernlaboratorium Wasser

Die Wasserwerkstatt ist ein didaktisches Konzept zur Erfahrung komplexer Systeme. Auf der Basis dieses Konzeptes wurde das Lernlaboratorium als Lernraum konzipiert. Ausgehend von einer Gewässeruntersuchung, wird ein Fließgewässer einer interdisziplinären Untersuchung unterzogen. Strömungsexperimente und ein beispielbarer Experimentierbrunnen gehören dazu. Ziel ist die Entwicklung konkreter Utopien zu Landschaften mit Fließgewässern und letztlich die Entwicklung einer Partnerschaft von Mensch und Umwelt. Dabei kommen im Sinn der „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ auch kulturelle, soziale, ästhetische und politische Momente zum Tragen.

Die Teilnehmer/innen an einer Wasserwerkstatt können die Komplexität des dynamischen Systems Wasser erfahren und sich in eigenen Experimenten damit auseinandersetzen. Wesentlich ist die Kombination multimedialer Ebenen mit klassischen gestalterischen Ansätzen. So können vielfältige Erfahrungen zwischen Naturwissenschaft und Ästhetik und Philosophie gemacht werden.

Das Lernlaboratorium Wasser Ein Lernraum zur Erfahrung komplexer Systeme

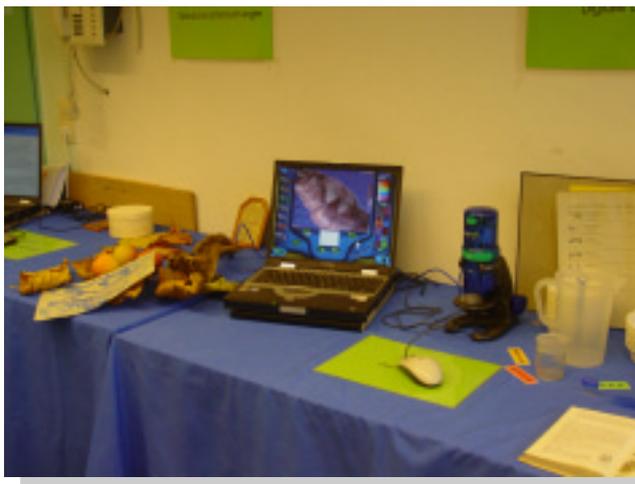


In die faszinierende Welt des Wassers führt das Lernlaboratorium Wasser (<http://www.creta.de/angebote/lernlab-wasser/index.htm>) ein. Staunen, Wundern, Fragen stellen und Vieles auszuprobieren ermöglicht dieser interaktive und multimediale Erfahrungsraum. Entstanden ist es aus dem Entwicklungszusammenhang "Interdisziplinäre System-Bildung", in dem Pädagogen, Künstler und Wissenschaftler zusammenarbeiten.



Bei der Konstruktion dieser interaktiven Ausstellung wurde davon ausgegangen, dass die pädagogische Arbeit des Pädagogen nicht darin bestehen kann, Inhalte zu vermitteln, sondern vielmehr darin, Situationen zu inszenieren, in denen die Lernenden ihren Bildungsprozess selbst betreiben. Dazu aber war die Entwicklung einer neuen Lernumgebung notwendig. Reichhaltig ausgestattet mit einer Vielzahl von Gegenständen, Büchern, Experimentiergelegenheiten und Studienobjekten, soll für jeden ein eigener Zugang zum Thema möglich sein. Damit ist auch keine

zu absolvierende Reihenfolge der einzelnen Stationen vorgesehen. Nach einer etwa halbstündigen Führung entscheiden alle Besucher selbst, wo sie beginnen, was sie interessiert und mit welchem Phänomen oder Problem sie beginnen wollen.



Neben der Auseinandersetzung mit dem Wasser sollen aber noch weitere Erfahrungen möglich sein: So begeben sich die Lernenden in die Auseinandersetzung mit einem komplexen dynamischen System, das sie durch eigene Tätigkeiten selbst erforschen können. Dabei machen

sie die Erfahrung, dass oft gar keine Eindeutigkeit gegeben ist. Ganz im Sinne des Konstruktivismus erleben sie, dass die Deutung vieler Phänomene eine Interpretation des menschlichen Gehirns ist. Das Wechselspiel von Subjektivität und Objektivität bedeutet viele Perspektivenwechsel, die in dieser Lernumgebung möglich werden.

Eingesetzt wird das Lernlaboratorium in Workshops und auf Tagungen, aber auch in redu-

zierter Form während einer Klassenfahrt "Botschaften vom Bach" in die Jugendherberge Lindlar. Dabei wird es von den Schülerinnen und Schülern durch eigene, in der Umgebung der Jugendherberge gefundene Objekte erweitert.

Für die Jahre 2005/2006 und 2007/2008 wurde es von der UNESCO ausgezeichnet als "offizielles Projekt zur UN-Weltdekade Bildung für eine nachhaltige Entwicklung". (<http://www.bne-portal.de>)

Das Saprobiensystem

Bestimmungshilfen im Internet:

www.naturama.ch/bildung/dorfbach/pdf/Projektossier.pdf

www.globe-swiss.ch/de/Globe/2&CH-Projekte/2&Bioindikation/media/GLOBE_Bioindikation.pdf

www.conservation-development.net/Projekte/ADayOfAdventure/de/4/Wasser/Wasser.pdf

www.friedrichonline.de/pdf_preview/d59025_4951.pdf

Literatur:

Engelhardt W (2003): **Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?** Kosmos

Graw, M. & Berg, R. (2004): **Ökologische Bewertung von Fließgewässern.** Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz Band 64, Bonn.

Waßmann, R. & Xylander, W.E.R. (1986): **Ein neuer praxisbezogener Gewässergüteschlüssel für die Bildungsarbeit.** Das Künanzhaus 11, S. 1-12.

Bauer, W. (1980): **Gewässergüte bestimmen und beurteilen.** Parey-Verlag, Hamburg



Ein Rundgang:

Stationen zur Gewässeruntersuchung

Nur da, wo kein Gewässer erreichbar ist, das untersucht werden kann, findet die erste Berührung mit der Gewässeruntersuchung an diesen Stationen statt. Ist das Laboratorium Bestandteil einer Klassenfahrt, so beginnen wir an einem Bach. Dort werden Kleinlebewesen mit einem Küchensieb dem Wasser entnommen, in flachen, wassergefüllten Schalen gesammelt und durch die Teilnehmer anhand einer Tafel mit Abbildungen bestimmt. Anschließend wird das Gewässer einer Güteklasse zugeordnet, weil diese "Bioindikatoren" Anzeiger für eine bestimmte (ökologische) Qualität sind.





Im Lernlaboratorium befindet sich dazu ein Aquarium, in dem unter Anderem Bachflohkrebse zu sehen sind. Natürlich werden sie dem Gewässer nach Abschluss der Ausstellung auch wieder zugegeben. Ein Rechner enthält eine Präsentation zum Bioindikatorsystem (oder wie es fachlich heißt: Saprobiensystem), ein zweiter ist mit einer digitalen Lupe ausgestattet.

Damit ist es möglich, Fotos oder Filme von Gegenständen oder Tieren in 10-, 60-, oder

200-facher Vergrößerung aufzunehmen.

Während der Klassenfahrt "Botschaften vom Bach" werden die Schülerinnen und Schüler mit Digitalkameras ausgerüstet. Diese dienen dazu, Fotos von jeder Unternehmung anzufertigen. Diese Fotos werden verwendet, um in einem parallelen Workshop eine Geschichte als



Multimediapräsentation anzufertigen, die mit dem Programm Mediator angefertigt und auch vertont wird. Beispiele sind im Lernlaboratorium an der Station "Fotoausstellung - Klassenfahrten" zu sehen.



Stationen zur Strömungsuntersuchung

Besucht eine Schulklasse während der Klassenfahrt "Botschaften vom Bach" ein Gewässer, so wird in einem Gespräch nach der Bewertung des Gewässers auch darüber nachgedacht, was eigentlich über die Bioindikatoren gemessen wird. Alle gefundenen Tiere sind auf einen bestimmten Sauerstoffgehalt des Bachwassers angewiesen. Ein kompliziertes Wechselspiel zwischen Nährstoffeintrag (z.B. durch hineinfallende Blätter, aber auch durch menschlichen Nährstoffeintrag in Form von Nitraten und Phosphaten) und Nährstoffabbau durch Bakterien und Algen bestimmt den Sauerstoffgehalt des Gewässers. Aber wo kommt der Sauerstoff her? Eine Beobachtung des fließenden Wassers kann vielleicht Aufschluss geben. Beobachtbar sind Stellen, an denen kleine Bläschen auf der Wasseroberfläche zeigen, dass hier wohl Luft in das Wasser verwirbelt wird. Die Schülerinnen und Schüler erhalten Klemmbretter, Papier und Bleistifte und die Aufgabe, eine solche Stelle abzuzeichnen. Einige Beispiele solcher Zeichnungen



Einige Beispiele solcher Zeichnungen

sind in der Ausstellung zu finden. Im Gespräch über die Zeichnungen berichten die jungen Forscher, dass es gar nicht so einfach sei, wenn nicht gar unmöglich, eine solche Stelle abzuzeichnen: Wasser ist durchsichtig und befindet sich in ständiger Bewegung und Veränderung.



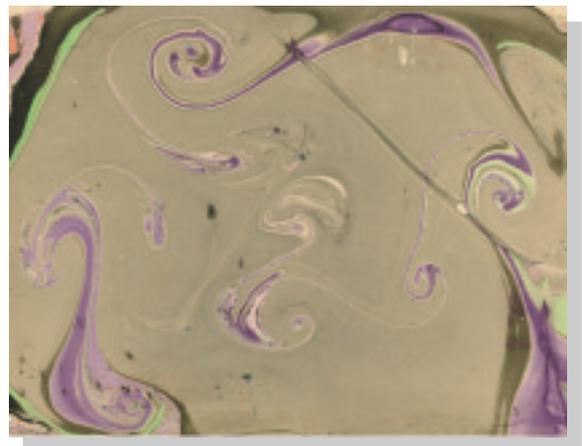
Eine Momentaufnahme der Wasserbewegung lässt sich mit einem einfachen Mittel anfertigen: Spiegelkacheln (in jedem Baumarkt zu finden) werden in den Bach gelegt. Je nach Blickwinkel werden damit Strömungsmuster sichtbar. Diese werden fotografiert und können in der Präsentation Verwendung finden.



Was im fließenden Gewässer so schwierig zu erfassen ist, wird in einem ästhetischen Experiment simuliert und sichtbar gemacht. Dazu wird in eine Fotoschale Wasser gegeben und die Viskosität mit etwas Kleister so verändert, dass der Strömungsverlauf gebremst wird. Die richtige Mischung zu finden, ist Teil des Experimentes. Auf dieses Wasser wird aus Tropf- fläschchen (in jeder Apotheke erhältlich) etwas Ölfarbe geträufelt, die in Terpentin oder Ter- pentinbalsam gelöst wurde. Ein Stöckchen wird durchgezogen. Sofort wird ein Blatt Papier auf- gelegt und direkt wieder abgehoben: Ein "Foto"

der Strömung ist entstanden. Eine Vielzahl solcher Papiere offenbart, dass die Verläufe immer ähnlich und doch sehr verschieden sind. Dieses Experiment öffnet einen interdisziplinären Erfahrungsraum: Strömungsphysik und Äs- thetik sind hier untrennbar verwoben.

Auf der Vielzahl der Bilder lässt sich eine Form immer wieder finden: der Wirbel. Der Station "Marmorieren" ist eine zweite Station zugeord- net.





Quelle Flickr.com, Autor Esdras Calderan

Hier finden sich viele Fotos von Wirbeln in der Natur. Formvergleiche führen zu Analogiebildungen: Wasserwirbel sehen aus wie Wolkenwirbel oder Schneckenhäuser; Sonneblumenkerne sind in ähnlicher Spiralforn angeordnet; Holzmaserungen sehen aus wie Fließbilder.



Quelle: Flickr.com, Autor: fireflies604

Einige kleine Animationen aus der Strömungsphysik lassen erkennen, dass sich neben Wasserwirbeln auch immer Mäander ausbilden: Jedes frei fließende Gewässer windet sich in Schlingen. Ein kleines Experiment ist dazu möglich: Über einen größeren, etwa 20 bis 30 Grad geneigten Spiegel lässt man einen dünnen Wasserstrahl laufen: Er windet sich in Mäandern dem Boden zu.

Literatur: Bildbände zu Fließformen

Karl Blossfeldt:

Fotografien, ISBN 3-89322-638-9
de.wikipedia.org/wiki/Karl_Blossfeldt

Theodor Schwenk: ISBN 3-7725-0571-6

Das sensible Chaos, Verlag: Freies Geistesleben; Auflage: 10. A. (Februar 2003)

Benoit Mandelbrot:

Die fraktale Geometrie der Natur.

ISBN 3-7643-2646-8.

de.wikipedia.org/wiki/Benoit_Mandelbrot

John Briggs und F. David Peat:

Die Entdeckung des Chaos. ISBN 3-446-15966-5.

Ernst Haeckel:

Kunstformen der Natur, ISBN 3-7913-1978-7

www.zum.de/stueber/haeckel/kunstformen/natur.html

Leonardo DaVinci:

Das Wasserbuch, ISBN: 3888148073

Alfred Ehrhardt:

Fotografien, ISBN: 3775710930

Literatur: Theorie

Wilhelm Walgenbach: Interdisziplinäre System-Bildung, Peter Lang Verlag,

ISBN 3-631-35138-0

Internetseiten:

www.systembildung.de (Theorie)

Recherche bei Google zu Wirbel, Schnecke, Vortex, Karman, Wirbelstrasse, Strudel

Wetterkarten bei www.wetter.com

<http://de.wikipedia.org/wiki/Chaostheorie>

Nicht nur dieses Experiment findet draußen statt: Im Einsatz des Lernlabors erhalten die Schülerinnen und Schüler den Auftrag, im Umfeld der Jugendherberge nach vergleichbaren Strukturen zu suchen und davon Fotos zu machen. Da alle Rechner des Labors auch mit dem Internet verbunden sind, besteht auch die Möglichkeit, Rechercheaufträge zu erteilen. (Beispiele: siehe grauer Kasten, Seite 6)

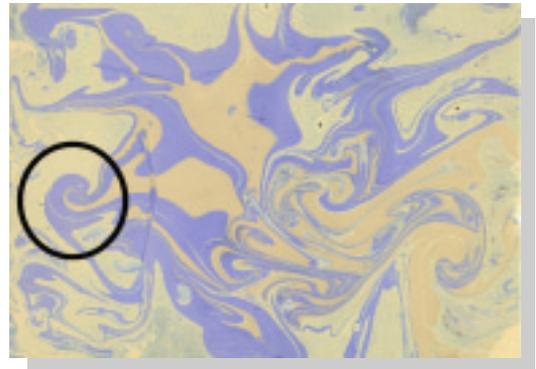
In der Ausstellung finden sich viele Bildbände, in denen ebenfalls nach Fließformern gesucht werden kann – entweder an die verschiedenen Stationen verteilt, oder aber als Schmökerecke. (Literatur: siehe grauer Kasten, Seite 6)

Nun eignet sich die Marmorwanne auch für einige Experimente. Eines besteht darin, zwei gleiche Bilder zu erzeugen. Oder es wird versucht, ein bestimmtes Bild zu erzeugen, zum



Beispiel ein Wasserwirbel in der linken Ecke. Die erzeugten Bilder sind jedes Mal ein Anlass, über Abläufe und Ergebnisse zu philosophieren. So gelingt es nicht, das System zu steuern, was zu der Frage führt: Wer macht eigentlich das Bild? Eine der Erfahrungen, die hier möglich ist, ist die der Dialektik zwischen Bestimmen des Ergebnisses durch meine zielgerichtete Tätigkeit und Bestimmt werden durch die Bewegungen des Wassers. Ebenso kann untersucht werden, wie sich die Ergebnisse ändern, wenn durch kontinuierliche Zugabe von Kleister das System immer träger wird.

Mit den vielen Bildern, die während des Marmorierens entstehen, kann weitergearbeitet werden: Wir suchen nach bekannten Formen. Da lassen sich Tierfiguren entdecken, Geister steigen aus den Papieren auf, Gesichter sind zu sehen und Vieles mehr. Etwas als etwas zu sehen führt zur nächsten Diskussion: Sind diese Formen und Figuren wirklich in den Bildern, oder sind es nicht viel mehr die Interpretationen des menschlichen Gehirns, die uns Formen sehen lassen? Auch eine Bearbeitung mit einem

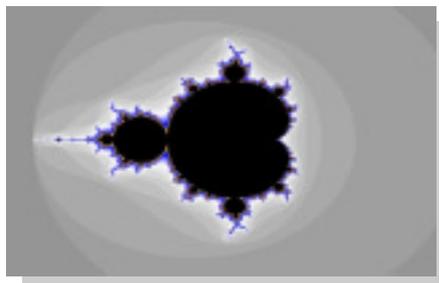


Graphikprogramm ist möglich. Aus eingescannten oder abfotografierten Marmorbildern lassen sich Bereiche ausschneiden und collagenartig durch kopieren, klappen, drehen und spiegeln neue Formen und Ornamente erzeugen.



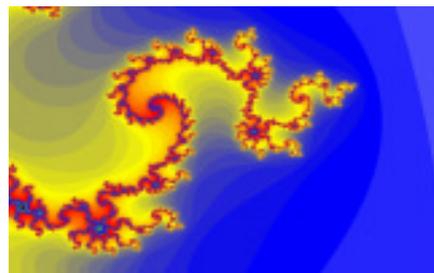
Stationen zu Fraktalen:

Zwei Stationen ermöglichen es mit Fraktalen zu spielen und experimentieren. Eine enthält an einem Computer das Programm "Chaos pro" (<http://www.chaospro.de/>), mit dem sich



mathematische Fraktale erzeugen lassen. Zoomt man in eine Apfelmännchengrafik, so erscheinen mathematische Wirbel. Das Prinzip der Selbstähnlichkeit, das rund um uns in der Natur (in den Wirbeln des Wassers ebenso wie in den Verzweigungen der Bäume) zu finden ist, kann hier entdeckt werden. (Bild: Apfelmännchen; Detail). Benoit Mandelbrot (http://de.wikipedia.org/wiki/Beno%C3%A4t_Mandelbrot), der als Mitbegründer der Chaostheorie gilt, hat

nicht zufällig eine seiner wichtigsten Arbeiten "Die fraktale Geometrie der Natur" genannt. Schon in der Marmorwanne waren wir eigentlich auf die chaotischen Eigenschaften eines komplexen Systems gestoßen, an dieser Station lässt sich mit der Chaostheorie mathematisch experimentieren. (siehe dazu detaillierter: <http://de.wikipedia.org/wiki/Chaosforschung>).

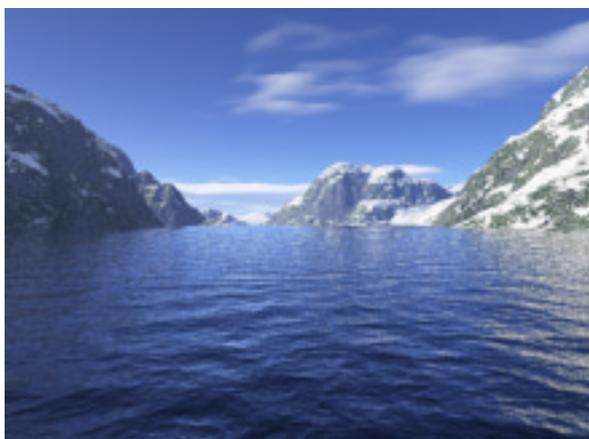


Ein weiteres Programm ist auf dem nächsten Rechner installiert: Der Landschaftsgenerator Terragen (<http://www.planetside.co.uk/terragen/>, Deutsche Terragen Seite: <http://www.terradreams.de/>).



Mit diesem einfach zu bedienenden Programm lassen sich virtuelle Landschaften generieren, die fotorealistische Qualität erreichen. Fertige Bilder lassen sich als .bmp-Dateien speichern, so dass sie für die Bearbeitung mit einem Grafikprogramm (z.B. Artweaver <http://www.artweaver.de/>) zur Verfügung stehen. Mit einem Zusatzprogramm lassen sich darüber hinaus Satellitenfotos (DEM – Files, die z.B. auf den Seiten der NASA zu finden sind) in Grundrisse für

Terragen verwandeln, sodass es möglich wird, aus den Höhenprofilen eigene Landschaften zu erstellen, die jetzt ein virtuelles Abbild realer Landschaften sind. Als Grundrisse ("Terrains") lassen sich aber auch Scans von topographischen Karten verwenden. Mit einem Grafikprogramm weiter bearbeitet, entstehen als Collagen Entwürfe für Landschaften, die als visuelle Vorschläge für Landschaftsgestaltungen dienen können.

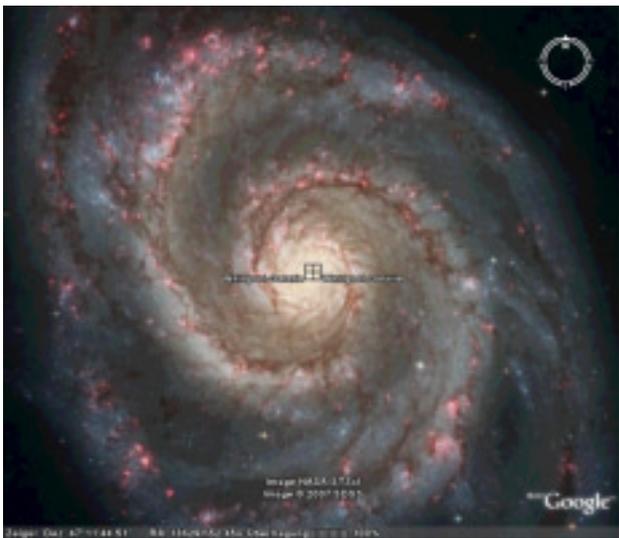


Station Google Earth und Google Sky



Amazonas, Quelle: Google Earth

noch die Reste der alten Flussmäander zu erkennen, die der Rhein vor der Regulierung durch den Ingenieur Tulla im 19. Jahrhundert bildete. Hier sind Überlegungen zu den Konsequenzen des Eingriffs des Menschen in Flussläufe möglich: Die Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und die Eindämmung des Verbreitungsraums eines Flusses ist unter anderem die Ursache für große Hochwasser.



Whirlpool-Galaxie, Quelle: Google Earth

Mensch zu klein, um das mit seinen Augen zu sehen – er braucht technische Mittel, um die Formen sichtbar zu machen. Und er lebt viel zu kurz, um die Bewegung zu erfassen.

An dieser Station wenden wir uns realen Landschaften zu. Google Earth mit der Erweiterung Sky (Download: <http://earth.google.de/download-earth.html>) bietet den Blick aus dem Orbit auf die Erde. Eine Aufgabe kann darin bestehen, große Flusssysteme auf ihre Fließform hin zu untersuchen. Da lassen sich die vielen Mäander des Amazonas, ein gigantischer Wasserwirbel hinter den Niagara – Fällen, aber auch Wirbelschleppen hinter Schiffen auf dem Rhein entdecken. In der Gegend zwischen Straßbourg und Mannheim sind



Rhein, Quelle: Google Earth

Einen anderen Blick offeriert Google Sky, das in Google Earth eingebaut ist: Tief in den Weltraum lässt sich damit blicken. Interessante Objekte wie die Feuerrad-Galaxie, die Whirlpool-Galaxie und das Hubble Deep Field zeigen – Galaktische Wirbel.

An dieser Station ist es möglich, in die Geografie und die Landschaftsgeschichte vorzustoßen. Aber auch philosophische Betrachtungen ergeben sich. Möglicherweise handelt es sich auch im Kosmos um ein Fließen und Strömen, nur ist der

Station 3 Forscher auf dem blauen Planeten

An dieser Station kann die CD "Forschen und Erfinden - Werken und Experimentieren mit Kindern " ausprobiert werden. Produziert wurde sie von Roland Oesker (<http://www.werkpaedagogik.de/>), Akademie Remscheid (<http://www.akademieremscheid.de/>)

Als modernes Bilder- und Bastelbuch enthält sie Geschichten, Spiele, Bauanleitungen und Anregungen zum Werken, Malen und Zeichnen. In der „Suche nach dem blauen Planeten“ erforschen drei Außerirdische die Geheimnisse des Wassers und des Wachsens auf der Erde. Kinder, die den Forschern helfen, erfahren viel über das Fließen. Sie werden zu kleinen naturwissenschaftlichen Experimenten aufgefordert und erhalten Tipps für kreative Bastelarbeiten. Man kann ein Hygrometer aus einem Tannenzapfen bauen, Wassergeister aus Marmorierpapier gestalten, Modellboote mit Segel und Solarantrieb basteln und Isaac Newton's Gesetze mit einem Papp-Raketenauto kennen lernen, das durch einen Luftballon angetrieben wird.



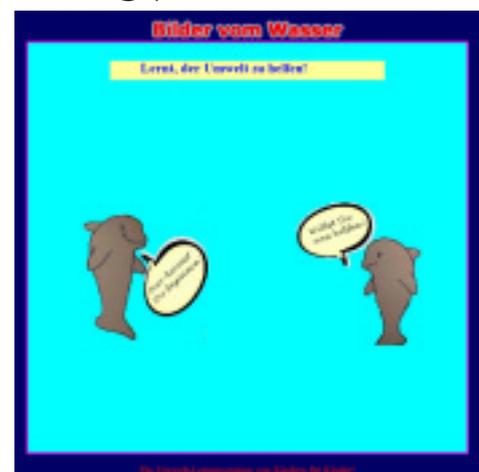
Station System-Bildung



An dieser Station ist ein Einstieg in das hinter der Ausstellung stehende theoretische Konzept "Interdisziplinäre System-Bildung" (<http://www.systembildung.de/>) möglich.

Eine Präsentation "Jeder ein Forscher" des Wissenschaftlers PD. Dr. Wilhelm Walgenbach (<http://www.wilhelm-walgenbach.de/>) zur Erkenntnistätigkeit von Wissenschaftlern zwischen Naturwissenschaft und Ästhetik führt ein in die Frage: Wie entsteht Neues im Bildungsprozess?

„Bilder vom Wasser“ - Ein Multimedia- Baustein zum Umweltlernen für Kinder (<http://www.rz.uni-potsdam.de/u/grundschule/delfin/index.htm>) entstand an der Universität Potsdam und wurde von Prof. Dr. Hartmut Giest gemeinsam mit einer Grundschulklasse produziert.



Station Fotoausstellung, Klassenfahrten



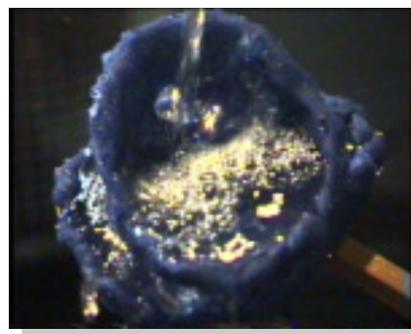
An dieser Station sind Ergebnisse aus der Arbeit mit Schulklassen zu sehen. Hier finden sich sowohl Multimediaproduktionen aus der Klassenfahrt "Botschaften vom Bach" in die Jugendherberge Lindlar, aber auch eine Ausstellung von Fotos, die im Verlauf verschiedener Seminare und Workshops nicht nur mit Schülerinnen und Schülern entstanden sind.



Station Experimentierbrunnen



Gestaltend können alle Besucher des Lernlaboratoriums in einem Spiel- und Experimentierbrunnen (<http://www.spielbrunnen.de/>) weitere Erfahrungen mit fließendem Wasser machen. Hier werden Wasserläufe konstruiert und Schalen modelliert in denen sich Wasserwirbel ausbilden.



Zusätzlich zu den einzelnen Stationen befinden sich in der Ausstellung verschiedene Gegenstände. Verteilt auf die Stationen finden sich Bildbände, gerahmte Marmorpaie, Schachteln mit allerlei Objekten wie: Rindenstücke, Schneckenhäuser oder Versteinerungen. Dazwischen Artikel aus Zeitungen, die – unsortiert – Anlass zum Nachdenken geben sollen. Kleine Experimentiergeräte wie Flaschenteufel und Wirbelbecher runden das Angebot ab.

Links:

Klassenfahrt „Botschaften vom Bach“ veranstaltet die Jugendherberge Lindlar (<http://www.jugendherberge-lindlar.de>)

Fortbildungen können mit der Werkstatt CREative Taten vereinbart werden (<http://www.creta.de>)

Theoretischer Bezugsrahmen: <http://www.systembildung.de>