

# Fluss der Bewegung – ein Spektakel zum Staunen

## Ein Physik-Projekt der Rudolf-Steiner-Schule München-Schwabing

Walter Kraus

Im Alter von acht Jahren zog ich mit meiner Familie aufs Land. Dort schlug mich das Wasserrad der Dorfmühle mit seiner gleichmäßigen Bewegung und die Kraft des Wassers, die diese riesigen Mühlensteine bewegen kann, in Bann. An einem Bach im nahegelegenen Wald baute ich Wasserräder, verengte den Bachlauf, um den Wasserstrom und somit die Umdrehungen des Rades zu erhöhen.

Mit 13 bauten wir dann im Handwerksunterricht eine Kugelbahn. In meine Konstruktion hatte ich einen Looping und zwei Tunnels eingebaut. Den Ablauf der Natur in Bahnen zu leiten faszinierte mich. Eine weitere Anregung erhielt ich als Erwachsener durch den Film »Der Lauf der Dinge« der Schweizer Künstler Peter Fischli und David Weiss. So kam ich im letzten Schuljahr auf die Idee, einen Projektunterricht anzubieten, in dem Schüler eine Kettenreaktion aus den vier Elementen aufbauen könnten. Die Ursache-Wirkung-Inszenierung brauchte keinen aus dem Alltag bekannten Sinn zu besitzen. Wir hielten uns an einen Ausspruch des englischen Philosophen David Hume (1711-1776): »Daraus, dass eines auf das andere folgt, folgt gar nichts.« Es meldeten sich acht Schüler aus der 9. Klasse. Sie bauten in sechs Wochen mit je drei Doppelstunden pro Woche ein »Domino« aus Alltagsgegenständen mit elf Stationen. Das Angebot zur Präsentation der Installation auf einer Ausstellungseröffnung veranlasste mich, zusätzlich einen einwöchigen Ferienkurs anzubieten. In dieser Zeit bauten die Schüler ein Kettenreaktions-Spektakel aus Feuer, Wasser, Dampf und Schwerkraft mit 28 Stationen und einer halbstündigen Ablaufdauer.

Wir präsentierten unsere Installation, die den Namen »Fluss der Bewegung« erhielt, im Artehof »Casa de Mais«, der südlich von München gelegen ist. Es folgten weitere Vorführungen in der Turnhalle unserer Schule für die Teilnehmer der Herbsttagung für Waldorflehrer.

### Der Projektkurs

In der ersten Doppelstunde sahen die Schüler das Video »Der Lauf der Dinge«. Anschließend sollten sie eigene Ideen von Teilstücken einer Kettenreaktion in Konstruktions-



*Der Gesamtaufbau von »Fluss der Bewegung« in der Turnhalle der Schwabinger Waldorfschule*

zeichnungen festhalten. In der folgenden Doppelstunde führen sie zum nächstgelegenen Wertstoffhof, um in Altmittel- und Holzcontainern nach interessanten Gegenständen zu suchen. Auch durchforsteten sie die Physiksammlung und den Dachspeicher der Schule.

So entstanden die ersten Stationen in Einzel- oder Gruppenarbeit. Der nächste Schritt, die einzelnen Stationen zu verbinden, erwies sich als viel schwieriger. Hier war Teamarbeit gefordert, da man die Objekte aufeinander abstimmen musste, ohne dass ein äußeres Eingreifen nachhalf. Die Natur lässt sich eben nicht so leicht in den Griff bekommen! So wurde viel beobachtet und diskutiert, Ideen tauchten auf, wurden verworfen, verändert oder umgesetzt.

## Der Sommerferienkurs

»Zu Beginn der Sommerferien rief Herr Kraus an und fragte mich, ob ich Lust hätte, den ›Fluss der Bewegung‹ nochmals aufzubauen. Leider hatten wir am Ende des Physikwahljahres alles wieder weggeworfen. Natürlich war ich von der Idee begeistert, und ich freute mich erstmals auf die letzte Ferienwoche.« (Martin, 9. Klasse)

»In der letzten Sommerferienwoche ging es dann los. Wir trafen uns jeden Tag um 10 Uhr in der Schule. Dort dachten wir uns nach einer kurzen Besprechung neue Stationen für den ›Fluss der Bewegung‹ aus. Jeder hatte in der Kettenreaktion seinen eigenen Abschnitt, an dem er arbeitete. Bei Problemen half man sich untereinander und gab sich

Inspirationen. Wir hatten viele gute Einfälle, besonders gefiel uns, dass wir nicht alles am gleichen Tag wieder abbauen mussten. Zwischen 13 und 14 Uhr belieferte Herr Kraus uns in der Physiksammlung mit Essen und Getränken. Da der Raum voller technischer Instrumente war, erfand man hier den Großteil der Kettenreaktion. Um ca. 18 Uhr war Feierabend.« (Linus, 10. Klasse)

»Als alles so war, wie wir es uns vorgestellt hatten, kam der große Transport. Da Herr Kraus bekanntlich einen Twingo fährt, war es nicht einfach, die benötigten Gegenstände (Stative etc.) und uns mit unseren Rucksäcken darin unterzubringen. Im ›Casa de Mais‹ angekommen, luden wir alles aus und fingen mit dem Aufbau an. Wichtig war hierbei, alles so zu platzieren, dass es von allen Seiten gut einsehbar war und im zeitlichen Ablauf ein Rhythmus entstand, der dem Zuschauer die Möglichkeit gab, über das gerade Abgelaufene nachzudenken. Oft musste ich mich ärgern, da irgendetwas nicht so funktionierte, wie es sollte, zum Beispiel die Dampfschiffchen, die partout nicht so laufen wollten, wie ich das wollte.« (Martin)

## Objektbeschriftung und Plakatierung

Für die Ausstellungseröffnung Ende September erhielt jede Station noch einen phantasievollen Namen; der physikalische Begriff als Untertitel charakterisierte dann die Art der Bewegung. Um für unser Projekt zu werben, stellten wir eine Serie von acht Postkarten her, die Vorderseiten mit Bildern aus der Installation, die Rückseiten mit einer kurzen Projektbeschreibung.

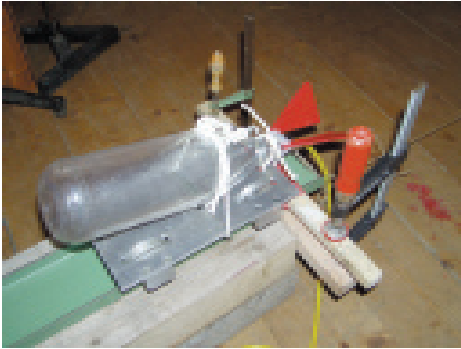
Des Weiteren entwarfen wir noch ein Plakat, das die Veranstaltung ankündigte. Schließlich beauftragten wir einen Videofilmer, die Probeläufe und die Vorführung im Film festzuhalten. Nach intensiver Schneidearbeit entstand ein neun Minuten langer Film über den Ablauf der Kettenreaktion.

## Warum rollen Dosen nach oben?

Mit dem Projekt wird Physik als eine phantasievolle Tätigkeit erlebbar; vor aller Berechnung steht ja auch in der Physik, wie in jeder Naturwissenschaft, die Begeisterung und das Staunen. Das, was für einen modernen naturwissenschaftlichen Unterricht gefordert wird, nahm hier Gestalt an. Schon bei der Suche von Gegenständen im Wertstoffhof war eine intuitive Herangehensweise gefordert: Ein schöner alter Spaten wurde entdeckt. Der Schüler überlegte: Wie kann ich ihn in Bewegung setzen? Wie kann man ihn so aufstellen,

*Martin bei den letzten Vorbereitungen*





*Das Raketenauto*

dass er in seiner Schönheit zur Geltung kommt? Ebenso war Kreativität gefragt, um bestimmte Probleme zu lösen.

Ein Beispiel: Die ursprünglich verwendeten kippenden Kerzen erloschen oft beim Umfallen, oder sie lagen brennend auf dem Papier, ohne dies zu entflammen. Als zuverlässiger erwiesen sich gezogene und geschobene Kerzen.

Die Schüler bauten in die Installation auch die aus der Neuntklass-Physik-Epoche bekannte Wasserrakete ein. Sie wird mit dem Rückstoßprinzip angetrieben.

Welche Druck- und Wasserverhältnisse in der Rakete zur größten Beschleunigung führen, wurde in vielen Versuchen erprobt.

Die Schüler fanden heraus, dass die Anzahl der Luftpumpenschübe vom Luftvolumen und von der Menge des eingefüllten Wassers abhängt. Ein Optimum an Kraft erreichte das Raketenauto, wenn die Flasche zu einem Viertel mit Wasser gefüllt wurde.

## Die Faszination einer Kettenreaktion

Der kontrollierte Ablauf einer Bewegung ohne äußeres Eingreifen steckt gewissermaßen an. Gita, eine Sechstklässlerin schrieb: »Es gab auch ein paar Ausrutscher, aber ich find' es schon interessant, wie eine Sache zu einer anderen kommt.«

In der Installation wurden verbeulte Dosen verwendet, nach jedem Ablauf gab es Abnützungserscheinungen, die Ausrichtung stimmte nicht mehr, die Kettenreaktion wurde durch eine zufällige Erschütterung ausgelöst – viele Unwägbarkeiten, die das Ereignis spannender für uns, aber auch für die Zuschauer macht.

»Mein Wunsch wäre, dass bei einer Aufführung einmal alles, ohne Eingreifen von uns, funktionieren würde.« (Martin)

Weitere Informationen: Postkarten (ein Satz von 8 Stück) wie auch das neun Minuten lange Video auf VHS oder eine SVCD für den PC oder den DVD Player können zum Selbstkostenpreis von zehn Euro inklusive Versandgebühr erworben werden unter: Rudolf-Steiner-Schule München-Schwabing, z. H. Walter Kraus, Leopoldstr. 17, 80802 München, [www.waldorfschule-schwabing.de](http://www.waldorfschule-schwabing.de)

*Zum Autor:* Walter Kraus, Jahrgang 1961, Lehre zum Elektroniker, Abitur über den zweiten Bildungsweg, Studium der Physik an der TU München, Lehramtsstudium an der LMU München, seit acht Jahren Lehrer für Physik, Mathematik, Computer und Technologie an der Rudolf-Steiner-Schule Schwabing – prozessverantwortlich für die Oberstufenreform, seit diesem Jahr Dozent am Südbayerischen Seminar für Waldorfpädagogik und Erwachsenenbildung.

Am Anfang kamen wir in die Turnhalle und sahen viele kleine und große Geräte, die Fenster waren mit schwarzen Folien verdeckt. (Kathrin). Am Anfang des Experiments wurde unter einem alten Teekessel Feuer gemacht, ein roter Stöpsel ist raus und an eine Dose gesprungen (Nicola). Die Dose ist wie eine Seilbahn losgefahren und an zwei Pantoffeln gestoßen, die zu laufen anfangen (Nicolas). Die Schuhe watschelten gegen eine Dose, diese Dose ist gegen eine weitere Dose gefahren, die ist auch gegen eine Dose gestoßen und gegen noch eine und noch eine usw. Ich weiß nicht mehr, wieviele Dosen es waren (Hector Bruno). Die letzte etwas größere Dose schob eine Kerze unter Klopapier, das ein



*Das Hausfrauen-Experiment*



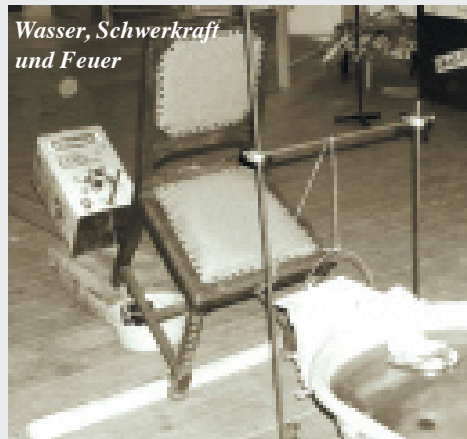
*Watschel-Schuhe*

Sägeblatt festhielt. Als dann das Klopapier verbrannt war, knallte das Sägeblatt gegen eine Murmel. Die rollte dann eine Leiste hinunter (Benedikt).

Die Kugel brachte eine Axt zum Niederfallen; sie durchschneidet ein straffgespanntes Seil, an dem ein Auto befestigt war (Aimée). Das Auto durchtrennte eine Schnur, und ein Stein zog die brennenden Untertassen unter einen Dampfkochtopf (Jonas). Dieser Schnellkochtopf hatte ein Loch, an dem ein Gummihandschuh befestigt war; an dem Handschuh hing eine Schnur, so

dass der Dampf den Handschuh aufblies, der mit einer Schnur verbunden war. Diese wiederum zog eine Kerze unter einen Faden, der zu brennen anfangt und ein Wasser-Raketenauto starten ließ (Andreas).

Das Auto fuhr gegen einen Wasserkanister und schubste diesen um (Jonathan). Aus dem Kanister floss nun Wasser in eine Plastikschale. In der Schale befand sich eine Dose, an der ein schräg stehender Stuhl befestigt war. Als die Schale fast voll war, kippte der Stuhl und hob dabei eine Kerze an, die Papier entzündete (Vincent).



*Wasser, Schwerkraft und Feuer*

Die Kerze brachte dann zwei Boote zum Brennen, die mit Wasserdampf angetrieben wurden (Ruben). Die Boote brannten nun eine Schnur durch, so dass ein Stein herunter fiel. Der Stein setzte eine Kugel in Bewegung, die ein Teelicht verschob, so dass der Wachsverschluss von einer wassergefüllten Dose schmolz und das Wasser herausfloss. Die an einem Hebel befestigte Dose war dann leichter, so dass die am anderen Hebelarm befestigte Kerze nach unten ging und eine Schnur durchbrannte (Julian). Dadurch kippte eine Gießkanne um, die das Wasser in eine Art Rasensprenger goss (Jonas). Das Wasser floss in eine Schale, die auf einer Wippe stand. Die Schale füllte sich, wodurch sich die Wippe neigte und dadurch ein Brett wegrutschte, das einen Hammer hielt (Benedikt). Der Hammer schlug gegen eine große Axt (Teresa).

Die Axt löste eine Mülltüte, die sich lang-



sam nach unten drehte und eine schwere Eisenkugel anschubste (Merve). Die Kugel rollte ein mit Honig verschmiertes Brett runter und krachte gegen ein Brett (Amelie) – wodurch, wie beim Domino, eine Reihe von Brettern nacheinander umstürzten (Maximilian). Am letzten Brett befand sich eine Nadel, die zerstach einen mit Wasser gefüllten Luftballon (Kathrin). Eine Rinne brachte das Wasser in eine Schüssel, in der ein Wolkenkratzer, gebaut aus Würfelzucker und Honig, stand. Auf diesem Zuckerturm war ein Brett mit einer Kerze gelagert. Als das Wasser den Zuckerberg zerfrass, ging das Brett mit der Kerze nach unten, und die Kerze entzündete einen papierumwickelten Draht. Die Flamme kletterte daran hoch und zündete das Feuerrad an (Rosa). Als das Feuerrad sich nach unten drehte, zündete es dort eine auf zwei Autoreifen montierte Mistgabel an, die in einem großem Schwung das Feuer weiterreichte (Theresa). Ein Stein fing Feuer und fiel nach einigem Hin- und Herschaukeln herunter, brannte ein bisschen Papier an, das sich in einer Schlange zu einer Kugel hoch brannte (Lisa). Der entfachte Feuerball dreht sich um die eigene Achse nach unten und plumpste dort in ein Wasserbecken. Das war der Schluss (Jonathan).