

# Junge WissenschaftlerInnen treffen SchülerInnen

## Theaterpädagogik im naturwissenschaftlichen Unterricht



## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Einleitung.....  | 1  |
| Zur Methodik der Theaterpädagogik bei der Vermittlung<br>von naturwissenschaftlichen Themen..... | 6  |
| Resümee.....   | 11 |
| Forum Biologie/Bioethik.....   | 13 |
| Forum Chemie.....  | 18 |
| Forum Physik.....  | 24 |
| Forum vernetzte Systeme/Ökologie.....  | 29 |
| Forum Neurobiologie.....   | 33 |
| Serviceteil.....   | 37 |

## Herausgeber und Bestelladressen

LAG Theaterpädagogik, Wörthstr. 14  
72764 Reutlingen  
Tel. 07121-21116, Fax 21477  
[www.lag-theater-paedagogik.de](http://www.lag-theater-paedagogik.de)

Wissenschaftsladen Tübingen e.V., Kronenstr. 4  
72070 Tübingen  
Tel. 07071-252219, Fax 208837  
[www.wila-tuebingen.de](http://www.wila-tuebingen.de)

**Das Projekt wurde aus Mitteln des Aktionsprogramms PUSH der  
Landesstiftung Baden-Württemberg gefördert.**

## Einleitung

„Kein Bock auf Naturwissenschaft und Technik?!“ „Geht dem Land der Nachwuchs aus?“ So oder ähnlich lauten die fragenden Schlagzeilen seit einigen Jahren. Tatsache ist, dass sich immer weniger Schüler für naturwissenschaftliche oder technische Berufe und Ausbildungen interessieren und entscheiden. Vielfältig sind die Gründe und die Aktivitäten, die durch den Mangel und das Desinteresse ausgelöst wurden. „Wissenschaft im Dialog“, „Wissenschaft macht Schule“, PUSH“ sind nur einige Stichworte für diese Aktivitäten, alle ins Leben gerufen mit dem Ziel, Naturwissenschaft und Technik dem Schüler und der Schülerin wieder schmackhafter und interessanter zu machen. Über die Gründe ist viel geschrieben und untersucht worden. Auch hier nur einige Stichworte aus zwei Studien<sup>1</sup>:

- Naturwissenschaftliche Fächer wie Mathe, Physik und Chemie gelten für viele Schüler als ‚Horrorfächer‘. Chemie und Physik gelten unter Schülern als „zu abstrakt, zu anspruchsvoll und zu wenig lebensnah, als zu wenig attraktiv“<sup>2</sup>.
- Demotivierte, ausgebrannte Lehrer wegen schlechter Unterrichtsbedingungen, große Klassen, schlechte Ausstattung, Unterrichtsausfall, isolierter Fachunterricht statt fächerübergreifend, starre Lehrpläne .....
- Und letztlich auch das Elternhaus: Familienstrukturen haben sich geändert und Spielweisen mit der Folge, dass Kinder selber kaum noch basteln, Bauen, auf Entdeckungsreise gehen. Technisches Spielzeug wird meist komplett fertig angeliefert und konsumiert. Nicht nur in der Familie auch in der Schule mangelt es offensichtlich an Vorbildern, die neugierig auf naturwissenschaftliche und technische Fragen machen.

---

<sup>1</sup> Michael M. Zwick, Ortwin Renn. Die Attraktivität von technischen und ingenieurwissenschaftlichen Fächern bei der Studien- und Berufswahl junger Frauen und Männer. Herausgegeben von der Akademie für Technikfolgenabschätzung. Stuttgart 2000

Uwe Pfenning, Ortwin Renn, Ulrich Mack. Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe. Strategien gegen den Nachwuchsmangel. Stuttgart: Akademie für Technikfolgenabschätzung, 2002

<sup>2</sup> Ortwin Renn: Physik, Chemie, Technik – nein danke? In: Magazin Schule, Bildung in Baden-Württemberg, S. 35-37, Heft Sommer 2003, Stuttgart

Die LAG Theaterpädagogik und der Wissenschaftsladen e.V. konzipierten auf diesem Hintergrund ein Modellprojekt „Junge Wissenschaftler treffen Schüler – Theater und Naturwissenschaften“. Gefördert wurde das Projekt aus Mitteln der Landesstiftung Baden-Württemberg. Bei zwei eineinhalbtägigen Workshops trafen sich Schüler mit jungen Wissenschaftlern aus der Landschaftsplanung, Biologie, Biochemie, Chemie und Physik. Die Themen, die sie sich für die Schüler/innen ausgesucht hatten, waren anspruchsvoll: Was ist Laserlicht? Wie kann man Moleküle sehen? Was passiert im Hirn, wenn wir Angst haben? Was ist eine Stammzelle, was ist ethisch zu bedenken? Welche Bedeutung hat die Vorstellung von vernetzten Systemen für die Ökologie?

Mit unserem Konzept greifen wir auf unterschiedlichen Ebenen Gründe für die mangelnde Attraktivität naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts und entsprechender Berufe auf und versuchen es mit einem Gegenentwurf:

- Mangel an Vorbildern: Die Beteiligung gerade junger Nachwuchswissenschaftler, die noch keinen allzu großen Altersunterschied zu den Schülern aufweisen, kann motivieren. Das Umgehen miteinander ist, wie unser Projekte zeigte, ungezwungener, die Verständigung leichter (siehe DVD → Abschlussveranstaltung)<sup>3</sup>.

Jede Schule hat bei der Vielzahl von Hochschulen und Universitäten in nicht allzu großer Entfernung die Möglichkeit, zu Projekttagen oder zum fächerübergreifenden Unterricht junge Wissenschaftler in die Schulen einzuladen oder diese in ihren Laboren und Forschungsstätten zu besuchen. Förderprogramme z.B. der Robert-Bosch-Stiftung, der Landesstiftung oder durch Sponsoren der Industrie können helfen, derartige Aktivitäten zu finanzieren. Zunehmend entstehen daraus echte Partnerschaften.

- Eindimensionaler Unterricht: Theaterpädagogik hilft mit allen Sinnen, auch abstrakten Stoff im wahrsten Sinne der Worte zu ‚begreifen‘ und zu ‚erfahren‘: Was passiert, wenn ein Elektron auf eine Molekülstruktur trifft? Was ist ein vernetztes System? Wie kühlen Laser Atome? Wie funktioniert Zell-Zell-Kommunikation? usw. (siehe DVD → Wissenschaftsforen und → Theaterpädagogik)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Zu dieser schriftlichen Dokumentation ist auch eine filmische Präsentation als DVD erstellt worden, die bei den Herausgebern bestellt werden kann.

- Naturwissenschaftlich-technischer Unterricht als ‚Horror‘: Theaterpädagogische Zugänge helfen, sich den komplizierten Sachverhalten und Phänomenen spielerisch zu nähern, machen neugierig, den Dingen auf den Grund zu gehen. Sie bringen Bewegung in den Unterricht. Dabei geht es nicht um Trivialisierung komplexer Materien. Auch Komplexes lässt sich Stufe für Stufe „in Szene setzen“. Fragen wie, „was passiert im Hirn bei Angst?“, lassen sich Schritt für Schritt darstellen, jeder beteiligte Schüler ist ein spezifischer Bestandteil des Regelkreislaufs, der sich in Zeitlupe oder auch im Zeitraffer abspielen und darstellen lässt (siehe DVD → Forum Neurowissenschaften, s. FN 3).
- Und so ganz nebenbei lernt man mit Theaterpädagogik auch Präsentationstechniken und –stile, gewinnt Vertrauen, sich vorne hinstellen, und lernt, rhetorisches Geschick zu entfalten.



Theaterpädagogik alleine ist natürlich nicht die Lösung. Und wenn sie zu oft eingesetzt würde, dann, wie ein Schüler hierzu während des Workshops formulierte, „wird's auch langweilig“. Neben den grundlegenden Punkten wie Klassengrößen, Ausstattung der Unterrichtsräume, Aus- und Weiterbildung der Lehrer sind es aber auch Punkte wie lebensnahe Inhalte, gestalterischer Umgang, problemorientierter Unterricht, fächerübergreifende Ansätze oder Projektunterricht (Quelle s. FN 2)

**Lebensnahe Inhalte:** Schülerinnen und Schüler wollen, dass der naturwissenschaftliche Unterricht lebensnäher wird. Deshalb wählen sie auch eher das Fach Biologie als die Fächer Physik oder Chemie. Lebensnah bedeutet, dass die Phänomene, die im Unterricht behandelt werden, der Wahrnehmungs- und Lebenswelt der jungen Menschen entsprechen oder ihre Neugier wecken. Dass dies kein utopisches Wunschdenken ist, zeigt die große Popularität der neuen Wissenschaftssendungen im Fernsehen, die ganz bewusst auf diese Freude am Verständnis alltäglicher, aber dennoch staunenswerter Phänomene setzen.

**Gestalterischer Umgang mit dem Unterrichtsstoff:** Der Unterricht sollte die Schüler und Schülerinnen befähigen, mit dem Stoff kreativ und gestalterisch umzugehen, anstatt auf der Basis von Formelwissen vorher bekannte Lösungen nachzuvollziehen.

Es kommt nicht darauf an, dass alle Schülerinnen und Schüler Formeln gut anwenden können, sondern dass sie versuchen, eigene Wege zu wählen, Vorschläge selbst zu erarbeiten und Problemlösungen anzugehen, die auf den Grunderkenntnissen der Physik und Chemie aufbauen.

**Problemorientierter Unterricht:** Der naturwissenschaftliche Unterricht darf nicht nur darin bestehen, nachzuvollziehen, was andere schon längst herausgefunden haben. Physik und Chemie sind Fächer, die helfen, die »innere Grammatik der Natur« zu verstehen und aus diesem Wissen heraus aktuelle Probleme der Kultur zu lösen. Dass dazu auch narrative Elemente (Geschichten aus der Natur)

eingesetzt werden können und sollen, steht nicht im Gegensatz zu dem Ziel, grundlegende Phänomene verständlich und anschaulich zu vermitteln.

**Disziplinenübergreifende Integration mit anderen Fächern:**

Probleme sind niemals auf eine Disziplin beschränkt. Es kommt gerade darauf an, Basiswissen mit einem methodischen Problemlösungsschatz zu verbinden. Physik, Chemie, Biologie können gemeinsam und erst recht in Verbindung mit geistes- und sozialwissenschaftlichen Fächern die vielfältigen Facetten eines Phänomens beleuchten, das den Schülern und Schülerinnen hilft, eine Situation ganzheitlich zu erfassen und bei Problemlösungen auch die Nebenwirkungen auf andere Bereiche des Lebens und der Natur zu bedenken.

**Stärkung von projektbezogenen Unterrichtseinheiten:** Die Notwendigkeit zur Integration führt zum Aspekt »Technik im Projektunterricht«. Hier kann ein Problem sowohl von der technischen, von der naturwissenschaftlichen wie auch von der geisteswissenschaftlichen Seite bearbeitet werden. Manche Schülerinnen und Schüler, die bis dahin für Technik nicht zu begeistern waren, können durch den Projektunterricht auch für die Natur- und Ingenieurwissenschaften gewonnen werden. Zumindest kann bei ihnen das Interesse an diesen Phänomenen geweckt werden.

All diese Ansätze versuchen die neuesten Erkenntnisse der so genannten „konstruktivistischen Lehr-Lern-Philosophie“ gerecht zu werden: „Lernen [ ist ] ein selbst gesteuerter Prozess, der von Lernenden eine aktive Wissenskonstruktion erfordert. Das Wissen, das der Lernende konstruiert, ist umso weniger ein Abbild des Lehrer-Wissens, je offener sich der Schüler dieses Wissen angeeignet hat. Es ist von seinen eigenen Vorkenntnissen, Erfahrungen und Überzeugungen geprägt und als situativer Prozess abhängig von den soziokulturellen Bedingungen und der sozialen Umgebung stattfindet“ (E. Hahn, S. 13). Oder wie Erika Hahn im selben Vortrag etwas weniger wissenschaftlich ausdrückte: „Eine gute Schule setzt voraus, dass Schülerinnen und Schüler die Schulen in Richtung Hochschulen verlassen, die Freude an der Fachwissenschaft haben und Freude am Umgang mit Jugendlichen, an der Ganzheitlichkeit und Komplexität, die die Arbeit in einem Erziehungs- und Bildungsberuf voraussetzt. [ ... ] Unsere Ausbildung legt deshalb großen Wert auf eine Kultur des Lernens, die, ausgehend vom Grundlagenwissen, Selbstständigkeit, Selbstverantwortung und verstehensorientiertes Lernen in den Mittelpunkt stellt. Für diese Lehr- und Lernkultur berücksichtigen wir kontinuierlich neu Erkenntnisse der pädagogischen, fachdidaktischen und der entwicklungspsychologischen Forschung. Es muss der Geschichte angehören, dass Schüler Beobachtungen und Ergebnisse aus einem durch Demonstrationsexperimente dominierten Unterricht aufschreiben, auswendig lernen, bei der Klassenarbeit niederschreiben und dann wieder vergessen.“ (E. Hahn, S. 11-12)<sup>4</sup>

Versuchen wir, es umzusetzen!

---

<sup>4</sup> Erika Hahn: Anforderungen an die Ausbildung im Referendariat. Manuskript des Vortrags gehalten auf der Lehrerfortbildung: Kein Bock auf Naturwissenschaft und Technik?, Akademie für Technikfolgenabschätzung, Stuttgart, November 2002. Zu beziehen über die Herausgeber.

## Zur Methodik der Theaterpädagogik bei der Vermittlung von naturwissenschaftlichen Themen im Rahmen des Projektes PUSH „Naturwissenschaftler treffen Schüler“

Wer in den Naturwissenschaften forscht oder unterrichtet, denkt in der Regel in diesem Arbeitsfeld kaum an Theater oder Theaterpädagogik. Hier die exakten Wissenschaften, dort die kreativen und künstlerischen Formen. Wo sollte da eine Brücke, eine Verbindung sein?

In dem Projekt „Junge Wissenschaftler treffen Schüler“ im Rahmen von PUSH (Public understanding of science and humanities), also bei der Vermittlung von Naturwissenschaften an SchülerInnen gab es überzeugende Verknüpfungen zwischen diesen unterschiedlichen Wissenschaften und Methoden.

Die Theaterpädagogik ist noch eine junge Wissenschaft, entstanden in den siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts. Das Berufsbild eines Theaterpädagogen und die Suche nach einer fachlichen Theorie sind noch in einem produktiven Fluss.

Theaterpädagogen bewegen sich bei ihren Projekten zwischen den Schnittmengen eines zu bearbeitenden Themas, der Suche nach künstlerischer Ausdrucksformen unter Anwendung von ganzheitlich spielerischen Methoden. Was kann ein solcher An-

satz bei der Vermittlung von Naturwissenschaften bringen?

Bei den Vorüberlegungen und der Antragsstellung gingen wir von der Hypothese aus, dass die Theaterpädagogik den Kennenlernprozess von Naturwissenschaftlern und Schülern beschleunigt.





nigen und intensivieren werde. Deshalb sollte jedes gemeinsame Treffen mit einem theaterpädagogischen „Warming-up“ begonnen werden.

Eine weitere Hypothese ging davon aus, dass durch den Einsatz von spielerischen Methoden und künstlerischen Präsentationsformen den Schülern der Zugang zu naturwissenschaftlichen Inhalten erleichtert werde und die Motivation sich mit

naturwissenschaftlichen Themen auseinander zu setzen, wachsen werde.

Nach Abschluss des Modellprojekts sollen diese Ausgangshypothesen überprüft werden und die Ergebnisse für Lehrerfortbildungen in den Naturwissenschaften nutzbar gemacht werden.



## **Methoden der Theaterpädagogik bei den Kennlern- Motivations- und Vermittlungsphasen im Projekt**

Durch Kennlernspiele mit dem ganzen Körper (jedes Mitglied der Gruppe sagte den Vornamen, eine Eigenschaft mit dem gleichen Anfangsbuchstaben wie der Vornamen und unterstrich dies mit einer Körpergeste – z.B.: Otto ist oval – Geste: mit beiden Händen einen dicken Bauch illustrieren) wurde sofort das Eis der Fremdheit gebrochen. Es war selbstverständlich, dass sich alle Anwesenden duzten und mit Vornamen ansprachen.

Weitere Übungen aus dem sog. WarmingUp zur Wahrnehmung des Raumes und der Personen, zur Lockerung durch Bewegungen auf unterschiedliche Musikeinspielungen, zur Verwandlung bei unterschiedlichen Raumatmosphären (Misstrauen, Neugierde, Ekel, Stress, Wellness), zu Erfahrungen unterschiedlicher Größen und Gewichtszu-

stände beim Kampf gegen die Schwerkraft führten zu einer lebendigen und konzentrierten Lernatmosphäre.

Diese gute Lernatmosphäre übertrug sich auf die Arbeit in den kleinen Foren, in denen die Wissenschaftler die Inhalte ihres Forschungsgebietes an Schüler weitergaben.

## **Basiselemente der theaterpädagogischen Methodik.**

Der Statuenbau/ Statuentheater: Ein Baumeister modelliert die anderen Gruppenteilnehmer in ein thematisches Denkmal nach seiner Idee und baut sich als letzter in das Denkmal hinein. Dann folgen die anderen Gruppenmitglieder und setzen als Baumeister ihre

Ideen um. Es sollte dabei nicht gesprochen werden. Nur die Gesichtsmimik wird imitiert. Themen wie Moleküle, Laser, Stammzelle, Angst wurden einzelnen Gruppen als Aufgabe gestellt und jedes Gruppenmitglied formte die anderen in ein Körperstandbild zu diesem Thema.



Die Präsentation der Standbilder erfolgte in Form eines Museumsbesuches, bei dem die Denkmale von den Besuchern kommentiert wurden.

- Baumspiel: Ein kreatives Spiel mit lebenden Statuen, bei dem die TeilnehmerInnen jeweils benennen, was sie darstellen: Nr.1: ich bin die Angst, Nr. 2: ich bin die Nervenzelle, Nr. 3: ich bin die Schlange. Bei drei Personen stoppt das Spiel und Nr. 1 wählt was ihr lieber ist. Nr. 2 bleibt auf der Bühne und neue Assoziationen werden als lebendige Bilder gebaut.
- Theatermaschinen als dynamisierte Standbilder, die mit Lauten, Wörtern oder kurzen Sätzen stereotyp unterstützt werden, wurden bei Prozessabläufen wie vernetzte Systeme, Kommunikation von Zellen oder chemische Reaktionen eingesetzt.

- Tautologie, eine Theaterform, bei der verschiedene Meinungen zum Thema in einem unterschiedlichen zeitlichen Rhythmus mehrfach wiederholt werden und mit treffenden Gesten begleitet werden - (z.B. bei kontroversen Themen wie die Ethikdebatte zur Stammzellenforschung).
- Lesarten von wissenschaftlichen Texten in ungewöhnlichen literarischen Formen, wie z.B. als Trauerrede, als Witz, als Märchen, Sportreportage, als Liebesgeschichte, als Wahlorede, als Gruselgeschichte oder in verschiedenen Tempi (sehr schnell, sehr langsam) und mit großer oder kleiner Lautstärke.

Die Wirkung ist verblüffend, weil die unerwarteten Präsentationsmethoden die Aufmerksamkeit sofort auf sich ziehen und die Lust zuzuhören wächst.



- Grundtechniken aus der Rollenarbeit wie Rolleninterview (eine Person, die eine Rollenfigur übernommen hat, wird von den anderen in seiner Rolle interviewt) und Rollenkarten (genaue Beschreibung der Rollenfigur) werden ausprobiert

Diese grundlegenden Methoden und Arbeitstechniken der Theaterpädagogik wurden in einem Einführungskurs mit den Wissenschaftlern ausprobiert und reflektiert. Somit hatten die Wissenschaftler einen kleinen Vorlauf an theaterpädagogischen Kenntnissen und konnten bei der Vermittlung ihrer Themen an die Schüler diese neuen Methoden einsetzen.

## Theaterpädagogik bei der Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte

Mit Hilfe von Kurzvorträgen, mit Einsatz von Folien, Powerpoint, Flipchart und theaterpädagogischen Techniken<sup>5</sup> wie Denkmalbau oder Theatermaschinen wurden in den so genannten Foren die fachlichen Inhalte durch die Wissenschaftler weitergegeben. Anschließend hatten alle Gruppen die Aufgabe mit theaterpädagogischen Methoden eine Präsentation der Inhalte vorzubereiten und dann vor den andern Gruppen / Foren aufzuführen.

Hier wurden Formen der kollektiven Regie genutzt. Wer eine Idee zur Umsetzung hatte, formte die andern Gruppenmitglieder und gestaltete den szenischen Ablauf. Nach jedem szenischen Spiel wurden die Ergebnisse reflektiert und das Gruppenmitglied, das einen Verbesserungsvorschlag hatte, war der neue Regisseur. Durch dieses Lernen im Prozess, try and error, wurden die dargestellten Modelle zunehmend differenzierter und komplexer. Bei der Präsentation vor den Gruppen aus den andern Foren, wurden von den Zuschauern die stimmigen Darstellungsmomente benannt. Ebenso erhielt die Gruppe Rückmeldungen über die Gesichtspunkte, die noch fehlen oder unklar waren. So wurden beispielsweise im Lasermodell nach diesen Rückmeldun-

gen, die Photonen nicht mehr als Personen dargestellt, sondern, um auch den Aspekt der Größenverhältnisse zu berücksichtigen, als kleine Papierkugeln, die bei Weitergabe die unterschiedlichen Energieniveaus auslösten.



<sup>5</sup> Nähere Beschreibungen sind in der Darstellung der einzelnen Foren enthalten.

## Resümee

Nach erfolgreichem Verlauf der Infotreffen mit den Wissenschaftlern und den beiden Workshopblöcken im Juli und September 2003 und der abschließenden Präsentationsveranstaltung mit Interessierten aus naturwissenschaftlichen und theaterpädagogischen Arbeitsfeldern geht es jetzt um eine kritische Einschätzung von Zielen und Ergebnissen beim Einsatz von theaterpädagogischen Methoden bei diesem Projekt.

Besonderes Merkmal bei allen Veranstaltungen war der Einsatz von theaterpädagogischem Handwerkszeug. Diese Methoden ermöglichten durch spielerischen Zugang und bildhafte Darstellung mit dem eigenen Körper die Annäherung an naturwissenschaftliche Themenbereiche mit allen Sinnen.

Die Wirksamkeit der theaterpädagogischen Methoden wurde sowohl beim Kennenlernprozess der unterschiedlichen und untereinander fremden Gruppen der Schüler und Naturwissenschaftler wie auch bei der Einführung in die theaterpädagogische Methodik und bei der Veranschaulichung inhaltlicher Themen deutlich.

Ein spontan entwickeltes Theaterbild oder eine Theatermaschine sagt mehr als tausend Worte. Sie vermittelt über die Körpersprache und die Emotionen der Spieler beim Zuschauer persönliche Anteilnahme. Das erinnert an die Position von Aristoteles über die Hauptwirkung von Theater auf Zuschauer. In seiner Poetik wird in der griechischen Tragödie die Katharsis, die reinigende Wirkung beim Zuschauer durch Furcht und Mitleid erzielt, durch Einfühlung in das Gesehene und Erlebte. Hier ist nach meiner Meinung die Ursache für die Kraft der Theaterbilder zu finden, die selbst nach vielen Jahren einzelne szenische Bilder aus Improvisationen und Theaterstücken in der Erinnerung lebendig bleiben lässt.

Wie bei einem Eisberg, ein Siebtel ragt nur aus dem Wasser, sollte bei einer Theaterpräsentation sechs Anteile auf die körperliche Darstellung entfallen und die Sprache wie die Spitze des Eisbergs nur einen Anteil umfassen.

Der ganzheitliche und spielerische methodische Ansatz der Theaterpädagogik, der ein Lernen mit allen Sinnen nutzt, hat bei Schülern und Wissenschaftlern eine hohe Akzeptanz erfahren, obwohl dies bei anfänglicher Skepsis der Schüler kaum zu erwarten war. Dieses positive Fazit, das sich durch viele Äußerungen aus der Schlussrunde von

Schülern, Wissenschaftlern und Interessierten untermauern lässt, sollte dennoch in weiteren Projekten auf Stärken und Schwächen des theaterpädagogischen Ansatzes kritisch überprüft werden. Dabei sollte auf folgende Fragen Antworten gefunden werden: Was kann Theaterpädagogik beim Vermittlungsprozess naturwissenschaftlicher Themen und im Schulunterricht leisten? Welche Möglichkeiten bieten ästhetische und künstlerische Formen im Rahmen einer Öffentlichkeitsarbeit bei diesen Themen? Wo sind die Grenzen dieser Methode?

## Forum Bioethik

### **Wie kommunizieren Zellen – Was sind Stammzellen und was ist ethisch zu bedenken? Was ist ein Mensch?**

Philip Marx-Stölting ist Biochemiker und in der Krebsforschung tätig. Speziell beschäftigt er sich mit der Kommunikation von Zellen. Lilian Schubert kam über die Biologie zur Ethik in den Biowissenschaften. Sie beschäftigt sich mit Fragen der gesellschaftlichen Folgen der biotechnologischen und gentechnischen Forschung. Ein Schwerpunkt ihrer Arbeit sind ethische Aspekte der Stammzellforschung.

Sowohl für die Krebsforschung als auch für die Beurteilung ethischer Aspekte der Stammzellforschung ist das Verständnis dessen, was eine Zelle ist und wie sie sich in einem Gewebe, also einem Zellverband verhält, notwendig. Krebs entsteht, wenn Zellen sich unkontrolliert teilen und sich aus ihrem Zellverband absondern. Eine Stammzelle hat sich (noch) nicht in einen bestimmten Zelltyp ausdifferenziert und sich damit die Fähigkeit erhalten, ganz unterschiedliche Zelltypen hervorzubringen. Forscher hoffen, diese Fähigkeit für die Medizin nutzbar machen zu können. So sollen aus Stammzellen eines Tages eventuell komplette Gewebe gezüchtet werden können. Bereits heute wird an der Entwicklung von Zelltherapien gearbeitet.

### **Theater-Elemente**

Die Schüler setzten zunächst mit einer Theatermaschine ihre Vorstellungen zum Thema „Zellkommunikation“ in Gesten und Geräusche um. Dann stellten sie die Signalübertragung eines von außen kommenden Reizes in das Innere der Zelle (Signaltransduktion) dar.

Als Beispiel wurde ein Protein als Signal gewählt, welches außerhalb der Zelle an einen Rezeptor (Andockstelle) bindet. Durch diese Bindung ändert sich die Form (Struktur) des Rezeptors, was innerhalb der Zelle eine Kette von Reaktionen auslöst. Verschiedene Botenstoffe werden ausgeschüttet und Proteine aktiviert, bis es zum Beispiel zu einer Änderung der Genaktivität kommt. Die verschiedenen Akteure nehmen nach ihrer abgesprochenen Handlung ihre Ursprungshaltung wieder ein, der Botenstoff löst sich vom Rezeptor und die Reaktion stoppt.

Grundlage für diese Darstellung war eine theoretische Klärung der Fragen: Was ist eine Zelle? Wie ist sie aufgebaut? Wie können Zellen

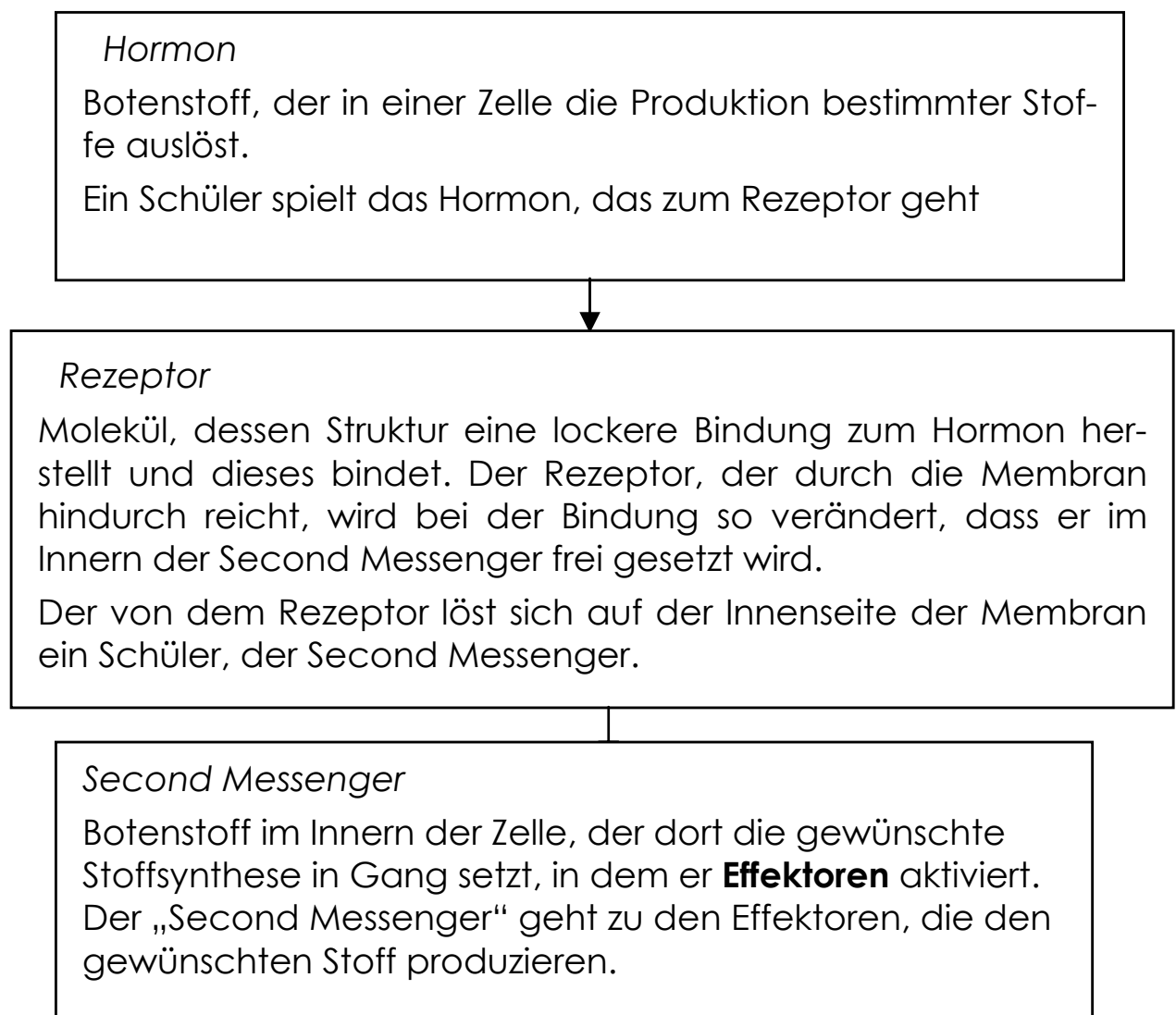
miteinander kommunizieren? Was ist eine Stammzelle – im Gegensatz zu einer somatischen Zelle? Wie wird die Erbinformation abgelesen?

Diese komplexen und anspruchsvollen Themen wurden den Schülern in einem Vortrag auf Hochschulniveau vorgestellt. Mit Hilfe der Theatermaschinen (siehe unten) konnten auch die Schüler mit wenig Vorbildung dennoch zur Mitarbeit motiviert werden. Sie klinkten sich nicht aus, sondern konnten das Wesentliche verarbeiten und waren engagiert dabei.

Dieses Beispiel zeigt, dass die Theaterpädagogik sich sehr gut dazu eignet, auch in wenig homogenen Klassen Schüler mit sehr unterschiedlichen Voraussetzungen zur Bearbeitung komplexer Themen zu motivieren und zu befähigen.

*Theatermaschine* „Hormonsteuerung“:

Ein Hormon bewirkt in einer Zelle die Produktion eines spezifischen Stoffes.





## Stammzellen

Zellen in einem Organismus agieren nicht alleine, sie werden gesteuert und kommunizieren auch unter einander. Auf diese Weise wird beispielsweise in einem Embryo dessen Entwicklung beeinflusst.

Im Zuge der Spezialisierung von Zellen in einem Gewebe wird der Teil der Erbinformation, der in diesem Gewebe nicht mehr benötigt wird, endgültig blockiert. Aus einer Nierenzelle kann keine Muskelzelle mehr werden.

Eine Stammzelle ist noch nicht spezialisiert. Sie kann sich zu allen Zellen ausdifferenzieren. Deshalb ist sie ein begehrtes Forschungsobjekt. Embryonale Stammzellen müssen dazu aus Embryonen gewonnen werden. Die Embryonen, aus denen die Stammzellen stammen, werden dabei vernichtet. Dabei taucht die Frage auf, darf an Menschen verbrauchend geforscht werden? Ist dieser Embryo nur ein Zellhaufen oder bereits ein Mensch?

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Ziele / Zweck</b> | <b>Helfen / Heilen:</b> Therapie von Krankheiten  |
| <b>Mittel</b>        | <b>Wissen:</b> Wie funktioniert das?  |
| <b>Ethik</b>         | <b>Zweifel:</b> darf man das? heiligt der Zweck die Mittel?<br><b>Risiken:</b> Nebenwirkungen / Missbrauch<br>Dambruch zum Klonen, Erzeugung von Mutanten |

## Was ist ein Mensch?

In der Theatermaschine wird dargestellt, was Mensch sein bedeutet. Jeder Teilnehmer spielte einen Aspekt des menschlichen Daseins: Gefühle, Angst, Freude, Bewusstsein, Denken, Schmerz, Gesellschaft, Kindheit, Erwachsensein, Gesellschaft, Alleinsein.

Um die Heftigkeit der gegenwärtigen Auseinandersetzung zu verdeutlichen, wurde eine dynamische Darstellungsform des chorischen Sprechens gewählt. Zwei Dreiergruppen bewegten sich auf vier Feldern im Bühnenraum, einer sog. Gefühlsgeografie, die durch Symbole im Raum gekennzeichnet waren: Das Feld der Aggression, der Begeisterung, der Angst und der Erotik.

Pro und Contra. Die zwei Gruppen wiederholten immer die gleichen Sätze oder Schlagworte in unterschiedlichen Stimmungen und Lautstärken. Dabei wurde die auf dem Boden markierten 4 Bereiche durchwandert. Von „tötet Leben!“ bis zu „Arbeitsplätzen“ wurde die Palette der Argumente verwendet. Je nach dem „gefühlsgеографischen“ Aufenthaltsort der Pro oder Contra Gruppen veränderte sich der Charakter der Argumente, die der anderen Gruppe entgegengehalten wurden.

Diese Methode entlarvte ohne Erklärungen die unterschiedlichen gesellschaftlichen Interessen wie die verführerischen Werbeversprechungen, die ängstlichen und unsicheren Konsumenten, die begeisterten Wissenschaftler und die wütende Opposition.

Um die unterschiedlichen Meinungen in der ethischen Diskussion

um die Stammzellenforschung exemplarisch zu verdeutlichen wurde die Technik des tautologischen Theaters gewählt. Unterschiedliche Typen mit entsprechenden Verkleidungen wie Pastor, Arzt, Philosoph,



Wissenschaftlerin wiederholten einen typischen Satz, der mit einer klaren Geste unterstrichen wurde, in einem für jede Figur unterschiedlichem Zeitintervall, also tautologisch, in einer permanenten Wiederholung. Eine Bürgerin sagte dazu immer wieder: „ich weiß nicht, was ich glauben soll“.

Mit dieser Form wird eher der statische Charakter unterschiedlicher gesellschaftlicher Positionen präsentiert.

Drei Perspektiven des Menschseins wurden durch Theatermaschinen gezeigt. Bei den Theatermaschinen hat jeder Spieler eine klare und stereotype Bewegung und einen typischen Laut oder Satz, der maschinell immer wiederholt wird. Die Maschine baut sich ohne Absprache der Darsteller nacheinander auf.

Die erste Maschine zeigte anschaulich unterschiedliche Tätigkeiten des Menschen wie Feiern Arbeit, Denken, Entspannen...

Die zweite Maschine stellte die unterschiedlichen Funktionen des menschlichen Körpers dar: Die Sinne, das schlagende Herz, die Muskulatur, ....

Die dritte Maschine zeigte das Kontinuum Mensch – Eizelle – Mensch, in dem, ausgehend von einer Eizelle (einem Teilnehmer), durch Zellteilung viele Zellen gebildet werden (weitere Teilnehmer kommen hinzu), die einen Kreis bilden. Alle zusammen erzeugen Geräusche von Herzschlag und Atmung. Aus der Mitte steht die „Eizelle“ auf und sagt, „Ich denke, also bin ich!“



Ohne erläuternde Worte waren mit diesen drei Theatermaschinen drei Perspektiven des Menschseins für alle verständlich dargestellt. Es wurde deutlich, dass Normen und Werte im Konflikt stehen.

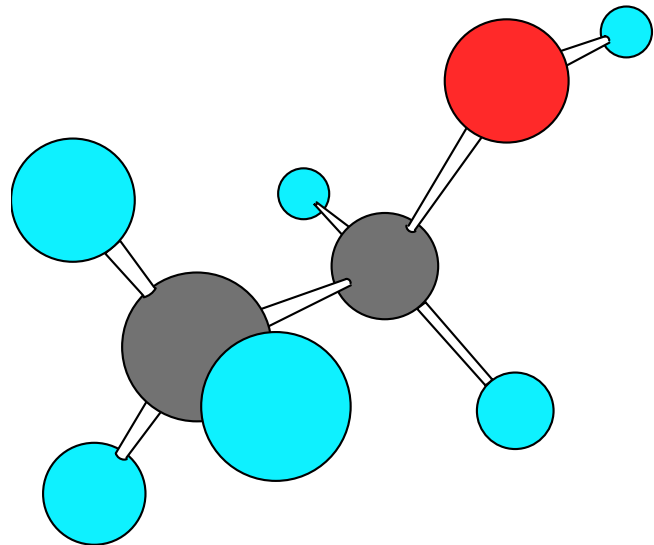
Alle Schüler, ohne Rücksicht auf deren Vorbildung, wurden spielerisch mit den Argumenten vertraut gemacht und konnten ihre eigenen Argumente einbringen. Dadurch wurde eine anregende Diskussionsatmosphäre geschaffen, in der sich jeder und jede einbringen konnte und wollte.

Wie bei den an deren Foren auch, ist es für ein besseres Verständnis und einer besseren Anschaulichkeit der theaterpädagogischen Elemente sinnvoll, sich die entsprechenden Sequenzen in der DVD-Präsentation anzuschauen (siehe dort unter Forum Biologie/Biochemie).

## Forum Chemie

Angelika Winter promovierte am Institut für Anorganische Chemie im Bereich metallorganische Komplexe. Diese können als Katalysatoren in der chemischen Industrie Anwendung finden. Die Arbeit zählt zur Grundlagenforschung.

- ⇒ Wie sind Moleküle konstruiert?  
Aus welchen Atomen bestehen sie und wie sind diese angeordnet?
- ⇒ Wie können wir das herausfinden?
- ⇒ Welche Eigenschaften resultieren aus unterschiedlichen Anordnungen der verschiedenen Bestandteile eines Moleküls?

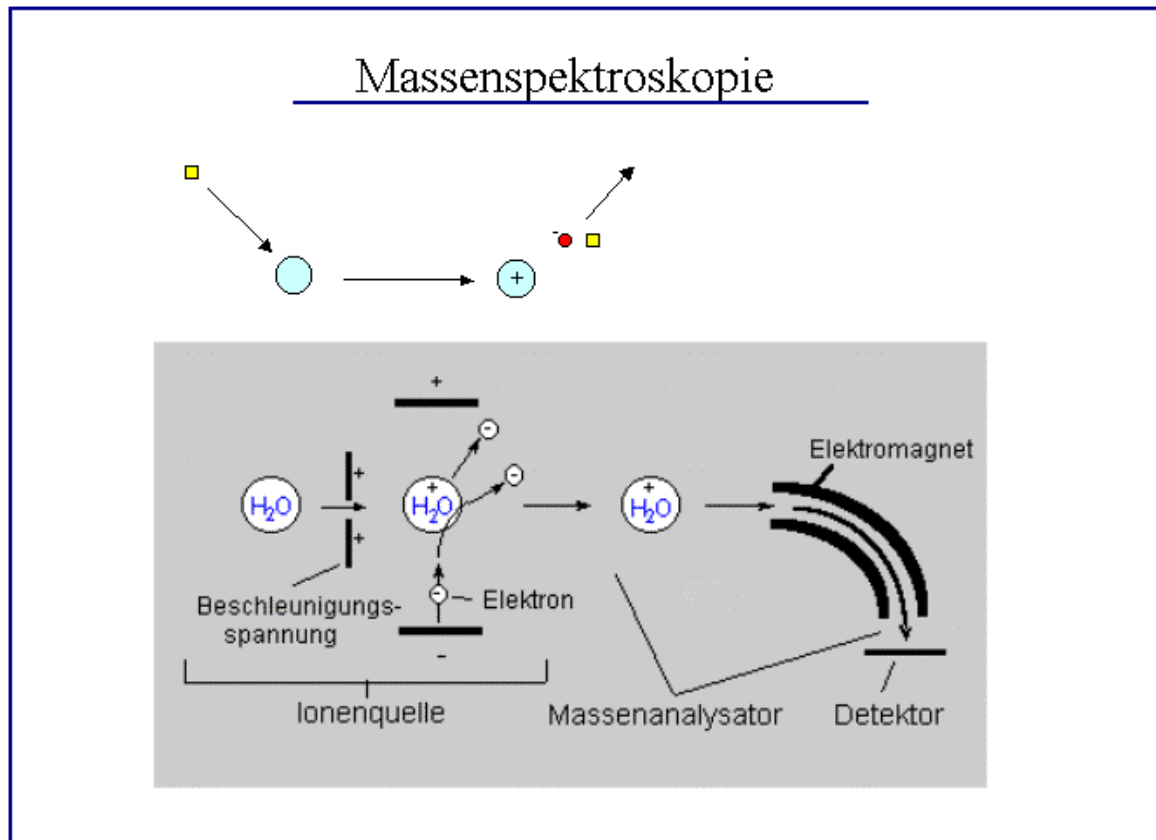


- ⇒ Mit solchen Fragestellungen beschäftigt sich Frau Winter. Mit „kriminalistischem Vorgehen“ lässt sich ihre Arbeitsweise beschreiben.
- ⇒ Indizien bilden ein Puzzle, das zusammengesetzt werden muss zu einer möglichen Struktur. Mit Struktur ist der räumliche Aufbau eines Moleküls (mehrere, aneinander gebundene Atome) gemeint. Die Atome, wenn deren Art und Anzahl bekannt ist, können in unterschiedlicher Reihenfolge und Nachbarschaft zueinander stehen. Dabei können verschiedene Bindungsformen und Bindungswinkel bestehen. Bindungsformen und die diversen möglichen Nachbarschaften beeinflussen die Eigenschaften des Moleküls. Für die industrielle Herstellung ist es wichtig, die Konstruktion eines Moleküls genau zu kennen.

Die Wissenschaftlerin vermutet eine Struktur (Hypothese) und überprüft, ob diese Vermutung richtig ist. Wenn nein, wie kann die Hypothese verändert werden, wie kann das Molekül noch aussehen, wie kann sie weiter kommen?

Es werden letztlich alle möglichen Bauweisen der gegebenen Atomzusammensetzung getestet.

Es werden Methoden verwendet, mit deren Hilfe chemische Reaktionen, das Gewicht, die Größe, die Stellung einzelner Atome usw. „sichtbar“ gemacht werden können.



Nach der Hypothese werden bestimmte Messergebnisse erwartet. Wenn diese Ergebnisse eintreffen, ist die Vermutung bestätigt, muss aber mit weiteren Tests erhärtet werden. Wenn die Ergebnisse nicht den Erwartungen entsprechen, muss die Hypothese verändert werden.

Diese Strukturen werden modellhaft als Kugeln oder Kürzelschreibweisen für die Atome bzw. Striche für die Bindungen dargestellt.

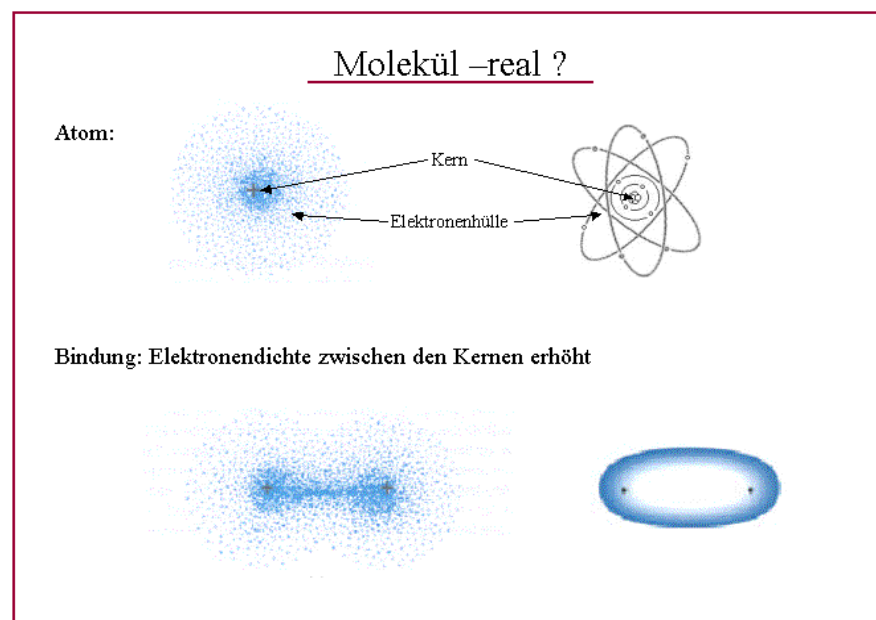
## Theater-Elemente

„Es gibt ganz verschiedene Modelle und ganz verschiedene Betrachtungsweisen und jedes Modell hat seine Vor- und Nachteile und liefert ganz unterschiedliche Informationen“.

Der hier gewählte theaterpädagogische Ansatz war das Denkmal. Die Mitglieder des Forums stellten zunächst einzelne Atome dar und eine so genannte Bildhauerin verband die Atome zu Gruppen, z.B. zu einem dreiatomigen Molekül wie Wasser. Modelle können als Theatermaschine als weiterer Ansatz von der abstrakten Darstellung an der Tafel in Aktivität der Schüler übersetzt werden. Die Schüler stellen sich so auf, wie die Atome im Molekül stehen. Sie fassen sich an den Händen und stellen damit die Bindungen dar. Alles was mit den Bausteinen eines Molekülbaukastens erstellt werden kann, lässt sich auch mit Schülern einer Klasse als menschliche Denkmale mit Bindungen und Doppelbindungen bauen und dadurch körperlich erfahrbar machen.

Zum Beispiel wurde die Schwefelsäure dargestellt. Jeder Arm der Mitspieler stellte eine Bindung dar. Bei Reaktionen „streiten“ sich Moleküle um eine Gruppe. Dieses Fragment wechselt zwischen den Molekülen, deren Struktur sich dabei entsprechend verändern. Das zunächst statische „Denkmal“ wird dynamisch.

Mit Hilfe der Theaterpädagogik wurde auch die Bindung vieler Moleküle, wie sie bei der Polymerisierung von Kunststoffen stattfindet, dargestellt.



Ein Massenspektrometer lenkt durch Anziehungskraft Atome oder Moleküle, je nach deren Gewicht unterschiedlich stark von einer geraden Bahn ab. Die Stelle, an der die Moleküle an der Wand des

Messinstruments aufschlagen, ist abhängig von deren Gewicht und liefert damit Hinweise auf die atomare Zusammensetzung von Molekülen.

So wurde die Funktionsweise eines Massenspektrometers und damit die Messmethoden zur Strukturanalyse von Molekülen nachgespielt. Die einzelnen „Bausteine“ stellten sich wie bei einem Theaterstück in ihrer Rolle vor:

„Ich bin ein Elektron, das aus dem Atom ein anderes Elektron abspaltet.“

„Wir sind das magnetische Feld, das die abgespaltenen Elektronen ablenkt.“

„Ich bin der Detektor, auf den die Elektronen auftreffen.“

„Ich bin der Forscher, der seine Hypothese überprüfen will.“

Das szenische Spiel wird durchgeführt.

Anschließend erläutert die Chemikerin Frau Winter auf der Bühne im Modell, was passiert ist. „Katja war das Elektron, das aus dem Molekül ein Elektron herausgeschlagen hat, die Verbindung ist leider zerbrochen. Aber beide Elektronen fliegen weiter durch das Magnetfeld, werden abgelenkt. Entsprechend ihrer Masse kommen sie an verschiedenen Seiten des Detektors an, die leichten auf der

linken Seite, die schweren auf der rechten Seite. Der Experimentator wertet die Ergebnisse aus, um Rückschlüsse auf die Zusammensetzung seiner Verbindung zu ziehen, weil er nun die Massen der einzelnen Teilchen kennt.“



In einer dynamischen Denkmalimprovisation erleben alle Teilnehmer den Prozess der chemischen Reaktion hautnah, übernehmen eine genau definierte Rolle und nehmen durch die Erläuterungen am Denkprozess eines Experimentators teil.

In einem weiteren Teil ging es darum, wie ein echtes Molekül wirklich aussieht. Wir zeichnen immer grafische Bilder. Aber wie kann man überprüfen, ob es wirklich so aussieht? Es geht um Strukturaufklärung beim Molekül Alkohol, bei dem der Sauerstoff an verschiedenen Stellen stehen kann. Dazu wurde auch das dynamische Denkmal als theaterpädagogische Methode gewählt. Die chemischen Zeichen wurden auf Klebeband geschrieben und auf die Pullover der Schüler geklebt. Das Molekül schwingt. Die Masse ist bei den Strukturen gleich (ein Schüler zeigt jeweils ein Schild mit der Masse 46). Also hilft hier das Massenspektrometer nicht weiter.

Hier wird in der Forschung mit Photonen verschiedener Energie gearbeitet. Bei einer bestimmten Schwingung des Moleküls bleibt ein Photon in der Molekülkette hängen, das andere Photon wird durchgelassen.



Dieser Vorgang, theoretisch schwer zu erklären, ließ sich im spielerischen Modell eines schwingenden Moleküls, das einmal ein Photon durchließ und einmal nicht, gut veranschaulichen. Eine solche Darstellungsform ist ohne großen Aufwand in jedem Chemieraum mit Schülern leicht zu realisieren und kann helfen, komplexe Fragestellungen mit spielerischen Methoden zu beantworten. Licht einer bestimmten Wellenlänge regt Atome in Molekülen zu Schwingungen an. Diese Schwingungen können gemessen werden. Der Ort, an dem die Schwingungen auftreten, ist ein Indiz für die Stellung von Atomen im Molekül.

Sowohl die chemischen Reaktionen, als auch die Messmethoden wurden für die Schüler weniger abstrakt und damit leichter verständlich.



Dennoch waren sich die Schüler darüber klar, dass die Modelle nur Versuche der Darstellung der Wirklichkeit sind. Die Befürchtung, dass diese Trennung durch das Spiel nicht mehr erkannt wird, war bei Lehrern, die an der Abschlusspräsentation teilnahmen, aufgetaucht. Dieser Schluss wurde aber durch die Schüler abgelehnt.

Wie bei den an deren Foren auch, ist es für ein besseres Verständnis und einer besseren Anschaulichkeit der theaterpädagogischen Elemente sinnvoll, sich die entsprechenden Sequenzen in der DVD-Präsentation anzuschauen (siehe dort unter Forum Chemie).

## Forum Physik

Andreas Günther und Sebastian Kraft, beide Physiker, beschäftigen sich im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Arbeit mit „kalten Atomen“. Kalt bedeutet, dass sich diese Atome langsam bewegen. Wenn sie sich langsam in einem eng begrenzten Raum bewegen, könne die Eigenschaften der Atome leichter erforscht werden. Wie kann die Bewegung von Atomen so gebremst werden, dass sie sich danach in einem bestimmten Raum befinden?

Wichtige Hilfsmittel sind Laser. Die Klärung der Frage, wie Laser funktionieren, ist die Basis für das Verständnis des Forschungsgebiets der beiden jungen Wissenschaftler.

Zunächst wurde von den beiden erklärt was sie unter einem Atom verstehen (Kern / Hülle). Danach wurde gezeigt, welche Eigenschaften für ihre wissenschaftliche Fragestellung interessant sind.

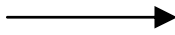
Ein bestimmter Ton, also eine Schallwelle mit einer bestimmten Frequenz bringt eine Stimmgabel zum Schwingen. Genauso ist es mit einem Atom. Ein Photon das mit einer bestimmten Frequenz schwingt, bringt ein bestimmtes Atom zum Schwingen. Das heißt, es wird in einen Zustand erhöhter Energie versetzt. Das Atom wird in diesem Zustand als „angeregt“ bezeichnet. Wenn das Atom aufhört zu schwingen, also wieder in den ursprünglichen Zustand zurückfällt, wird ein Photon abgegeben. Das Atom strahlt Licht ab.

Wenn ein angeregtes Atom von einem zweiten Photon getroffen wird, wird es auf eine noch höhere Energieebene gehoben. Wenn es nun in den Ausgangszustand zurückfällt, gibt es zwei Photonen ab.



## Theater-Elemente

Diese Modellvorstellung wurde nun in ein Spiel, einer „Theatermaschine“ umgesetzt.

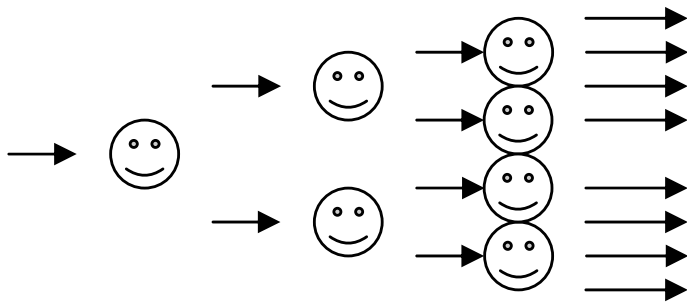
| Objekt  | Zustand Reaktion  | Tätigkeit der Teilnehmer   |
|---|---|--|
| Welle Photon<br>bewegen sich in<br>verschiedene Rich-<br>tungen                   | Getroffene Atome wer-<br>den auf höheres Energie-<br>niveau gehoben.  | sitzen<br><br>aufstehen  |
|  | Photon wird von Atomen<br>wieder abgegeben. Die<br>Atome sinken wieder auf<br>ursprüngliches Energieni-<br>veau.  | stehen<br><br>hinsetzen  |
|   | Abgegebene Photonen<br>treffen wieder neue Ato-<br>me – oder auch nicht –<br>letztere verlassen das Sys-<br>tem. Die Reaktionskette<br>endet, wenn alle Photo-<br>nen aus dem System aus-<br>getreten sind. | Teilnehmer stehen,<br>setzen sich, stehen<br>wieder auf, wenn<br>sie getroffen sind<br>oder ein Photon<br>abgeben. Mit<br>ausgestreckten<br>Händen werden<br>Mitspieler berührt. |
|   |   | Am Ende sitzen<br>alle Teilnehmer.   |

## Laser

Der Laser ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Herstellung kalter Atome, also Atome, die wenig schwingen, die sehr langsam sind. Die Schüler lernten auf anschauliche Weise, quasi nebenbei, dass Wärme aus schwingenden Atomen beziehungsweise Molekülen hervorgerufen wird.

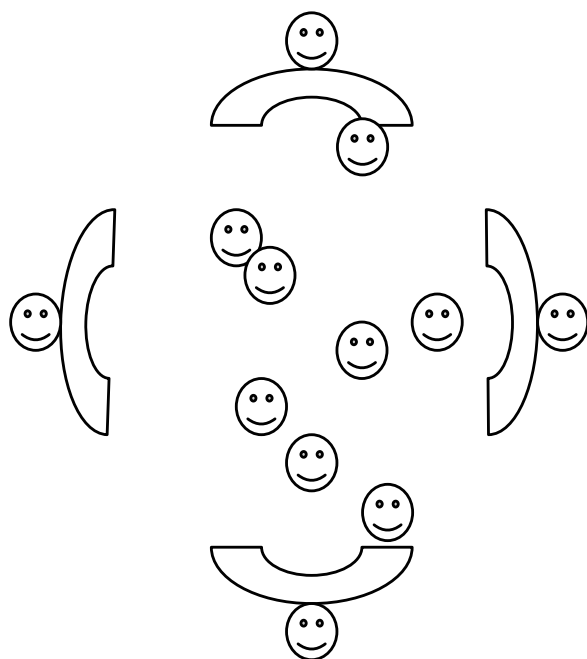
Ein Laser verstärkt Licht durch den Schneeballeffekt in eine bestimmte Richtung. Es wird bei dem oben vorgestellten Modell durch Spiegel dafür gesorgt, dass keine Photonen aus dem System entweichen können. Durch Zuführung von Energie werden die Atome, die im Laser dicht gepackt sind, auf einem angeregten Zustand gehalten. Dadurch können sie, wie oben beschrieben, zwei Photonen abgeben. Wird nun polarisiertes Licht in dieses angeregte System hinein gegeben, führt das in einer Art Kettenreaktion zu einer gerichteten Freisetzung zahlreicher Photonen. Dieses Licht wird mehrere tausendfach verstärkt in einer Schwingungsebene und dadurch sehr konzentriert wieder abgegeben.

Die Teilnehmer spielten dies, indem sie einen Stoß des hinter ihnen sitzenden Teilnehmers mit beiden Händen die vor ihnen sitzenden Teilnehmer anstießen.



Im Verlauf des Projektes wurden Verbesserungen und Differenzierung am spielerischen Modell entwickelt. So wurden die Photonen als Fäden oder kleine Papierbälle dargestellt, um auch die unterschiedlichen Größenverhältnisse von Atom und Photon zu berücksichtigen. Auch bewegten sich die Spieler wellenförmig über den Bühnenraum. Für die unterschiedlichen Geschwindigkeiten wurden keine befriedigenden Lösungen entwickelt.

Es war höchst spannend zu erleben, wie alle Schüler und Wissenschaftler versuchten, weiterführende Informationen in das Modell einzubauen und kreative Gestaltungsmöglichkeiten zu finden.



Die Laser, außen, halten die Teilchen im Raum. Die Teilnehmer gingen durch den Raum. Jedes Mal, wenn die Teilnehmer gegeneinander stießen oder gegen die Laser, verlangsamten sie ihre Bewegung bis zum Stillstand.

Fiel einer der Laser aus, bewegten sich die Teilnehmer durch diese Lücke nacheinander aus dem umschlossenen Raum.

Mit einem Laser können Atome, deren Energiezustand (Schwingungsfrequenz) bekannt ist, angeregt oder eben auch abgebremst werden. Kalte Atome herstellen heißt, dass sich in einem Raum möglichst wenige Atome befinden. Diese Atome werden durch Laser gebremst, so dass sie sich nur noch sehr langsam bewegen (Kälte). Gleichzeitig werden die Atome in der Mitte gehalten, wenn sie sehr langsam geworden sind. So können diese Teilchen lokalisiert, genau beobachtet und ihre Eigenschaften erforscht werden.

Auch dieser Vorgang wurde gespielt, wie die Grafik oben zeigt. Auf diese Weise wurde das Abstraktionsniveau soweit gesenkt, dass jeder Teilnehmer das Prinzip verstehen konnte.

Wie bei den an deren Foren auch, ist es für ein besseres Verständnis und einer besseren Anschaulichkeit der theaterpädagogischen Elemente sinnvoll, sich die entsprechenden Sequenzen in der DVD-Präsentation anzuschauen (siehe dort unter Forum Physik).

## **Forum vernetzte Systeme/Ökologie**

Daniela Gron beschäftigt sich in ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit mit Umweltbildung, also der Vermittlung naturwissenschaftlichen Wissens in die Gesellschaft.

Speziell arbeitet Frau Gron an einer Analyse des Internets als Medium der Umweltbildung. Im Forum „Vernetzung“ wurde über Vorteile und Chancen wie auch über Nachteile und Gefahren dieses Mediums gesprochen.

Als ein Grundproblem bei der Erhaltung der Umwelt als Lebensraum des Menschen sieht sie monokausales Denken. Biosysteme, ebenso wie soziale Systeme, sind komplexe Systeme mit vielen Einflussfaktoren. Sie können nur mit vernetztem Denken annähernd verstanden werden. Durch die Herstellung einfacher Ursache - Wirkungsbeziehungen können leicht falsche Schlüsse gezogen und falsche Zusammenhänge konstruiert werden.

Monokausales Denken ist linear. Es versucht Phänomene direkt auf bestimmte Ursachen zurückzuführen. Wer vernetzt denkt, sieht, dass zwischen vermeintlicher Ursache und Wirkung oft noch weitere Einflüsse wirken, die vielleicht an ganz andere Stelle Auswirkungen hervorrufen. Um ein solches vernetztes (oder systemisches) Denken zu vermitteln, könnte das Internet ein geeignetes pädagogisches Mittel sein.

Wichtig für Daniela Gron ist der Philosoph Heinz von Foerster. Er unterscheidet „triviale Maschinen“, die so funktionieren, wie man es von ihnen erwartet, von „nicht-trivialen Maschinen“, die eben nicht so funktionieren. Der Mensch insbesondere ist für von Foerster demnach eine nicht triviale Maschine.

## **Eine Theater-Maschine**

Zur Visualisierung warfen die Teilnehmer einfach ein Wollknäuel im Kreis in beliebiger Reihenfolge weiter. Diese Theater-Maschine stellte ein Netz dar, das durch die Verbindung verschiedener Elemente zum Beispiel des Waldes geknüpft wurde. Je mehr Verbindungen durch den Lauf des Fadens sichtbar wurden, desto besser konnte die Komplexität des Systems verdeutlicht werden. So konnten die

TeilnehmerInnen begreifen, dass Ursache und Wirkung häufig nicht direkt zusammen hängen.



Zusätzlich wurde im Sinne einer „nicht-trivialen Maschine“ auf die Frage: „Was ist  $2 \times 2$ ?“ unterschiedliche Antworten gegeben. Es entstand ein anschauliches Bild eines vernetzten Systems, begleitet durch Verbalisierungen wie:

„ $2 \times 2$  ist blau,  $2 \times 2$  ist Daniela“.

Das Netz wurde dann auf den Boden gelegt und eine Teilnehmerin suchte im Kreis zwischen den anderen nach Kausalzusammenhängen, was ist Ursache, was ist Wirkung. Einzelne aus der Gruppe riefen ihr den Satz zu: Der Kopf ist rund. Sie verschwand dann ärgerlich von der Bühne und sagte: „Blödsinn.“ Chorsch ließ die Gruppe:

„Der Kopf ist rund, damit das Denken seine Richtung ändern kann.“

Dann nahm die Gruppen die Fäden wieder auf und versuchte das Netz zu entwirren und das Knäuel wieder aufzuwickeln. Dabei wurde immer wieder auf die Frage: Was ist  $2 \times 2$ ? Nonsens-Antworten gegeben. Erst als das Knäuel ganz aufgewickelt war, kam die richtige Antwort:

„ $2 \times 2$  ist 4!“



Die „Nonsens“-Behauptungen der Elemente des Netzes sollten die Nicht-Trivialität komplexer Systeme darstellen. Erst als das Netz entwirrt wurde, der Faden aufgewickelt und damit linear wurde, erschienen die Behauptungen „sinnvoll“. Aber waren sie wirklich sinnvoll oder wirklich Nonsens? Ist eine Tatsache tatsächlich so wie sie zunächst erscheint oder spielen noch andere Dinge herein?

Ein kleine Randnotiz: Ein gutes Beispiel einer scheinbaren Linearität (Kausalität) ist die Möglichkeit, statistisch nachzuweisen, dass die sinkende Geburtenrate in Deutschland auf dem Rückgang der Störche beruht. Beide Kurven korrelieren. Aber vielleicht haben die beiden Kurven auch gleiche Ursachen. Oder haben sie gar nichts miteinander zu tun? ...

Während des zweiten Forums wurde das Vernetzungsspiel so verändert, dass nun ein Funktionssystem unserer Gesellschaft, die Wirtschaft, als Netz dargestellt wurde. Umweltschützer und „Gesellschafts-Kritiker“ wollten sich einbringen, erhielten jedoch nie den Faden zugeworfen. Ihre Appelle wie „Schützt die Natur!“ oder die „Arten sterben aus!“ oder „Ihr zerstört die Erde!“ fanden keinen kommunikativen Anschluss. Erst als sie einbrachten, dass die Ressourcen für die Wirtschaft geschützt werden müssen oder durch steuerliche Lenkung die Erzeugung schädlicher Gase teurer wird, wurden sie verstanden und erhielten den Knäuel zugeworfen. Erst dann wurde die Kritik in das kommunikative Netz der Wirtschaft integriert und konnte Resonanz hervorrufen.

Solche bildhaften Formen des Objekttheaters ermöglichen schon im Kindergarten und mit Grundschulern Muster von vernetztem Denken einzuüben und kennen zu lernen und damit auf die Arbeit mit dem Computer und Internet vorzubereiten.

Das Internet fördert vernetztes Denken, aber ebenso kann die Informationsfülle negative Wirkungen zeigen, wie das Forum mit ihrer abschließenden Theatermaschine anschaulich verdeutlichte. Es wurde eine Internetsuchmaschine gebaut.

Bei der Internetsuchmaschine setzte sich der erste Spieler auf den Boden und startete das Computerprogramm. Der nächste sagte laufend „suchen“ und vollführte in alle Richtungen Suchbewegungen. Die Nächste rief begeistert: „Treffer, Treffer, ....“. Eine andere machte ängstliche und frierende Bewegungen und sagte: „Kühlschrank“. Die Maschine wurde immer lauter und aufdringlicher bis der Mann am PC sich die Ohren zuhielt und den Computer abstellte.

In diesen kurzen Szenen wurde ohne Erläuterungen die Komplexität von vernetzten ökologischen Systemen verdeutlicht und die Funktionsweise von trivialen und nicht-trivialen Maschinen erspielt.

Wie bei den an deren Foren auch, ist es für ein besseres Verständnis und einer besseren Anschaulichkeit der theaterpädagogischen Elemente sinnvoll, sich die entsprechenden Sequenzen in der DVD-Präsentation anzuschauen (siehe dort unter Forum Ökologie).

## Forum Neurobiologie

Cornelia Schauz, Diplom-Biologin und Leif Johannsen, Diplom-Psychologe, die beide in unterschiedlichen Bereichen der Gehirnforschung arbeiten, wählten ein Thema aus, das jeder aus eigener Erfahrung kennt. Das uralte Reaktionsmuster der Angst besitzt einen hohen evolutionären Wert der Arterhaltung. Die neurobiologischen Grundlagen, speziell die beteiligten neuronalen Schaltkreise, und die neuropsychologischen Mechanismen der Entstehung und Aufrechterhaltung sind im Vergleich mit anderen Emotionen gut erforscht.

„Angst“ schützt den Organismus vor eventuellen Gefahrenquellen. Reflexive Verhaltensweisen und automatische Empfindungen werden über kurze Verarbeitungswege des „limbischen Systems“ erzeugt. Hierbei spielt die Amygdala („Mandelkern“) eine zentrale Rolle. „Höhergradige“ Prozesse der Verarbeitung, zum Beispiel bewusstes Wahrnehmen und bewusste Entscheidungsprozesse wäre unter Umständen in einer Gefahrensituation fatal.

### Wie macht sich Angst bemerkbar?

beobachtbare  
Verhaltensmerkmale

Mimik, Gestik, Flucht, Starre,  
Vermeidungsverhalten

Kognition

Eingeschränktes Denken, eingeschränkte Wahrnehmung  
Selektive Aufmerksamkeit

Physiologie

Schneller Puls und Atem, erhöhter Blutdruck, Hormonausschüttung

Die Emotion der „Angst“ ist Bestandteil aber auch Resultat eines Lernprozesses, in dem gewisse negative Empfindungen mit spezifischen Erlebnissituationen verknüpft und an bestimmte Verhaltensmuster gebunden werden. Wiederkehrende, ähnlich angsterzeugende Erlebnisse verstärken diese Reiz-Reaktions-Bindung. Bewusste „höhergradige“ Verarbeitungsprozesse wirken bei der Entstehung dieser Verknüpfungen nur minimal, können aber einen Einfluss auf die anschließende Aufrechterhaltung dieser Reaktionsmuster haben.

Bei einer Phobie steht ein bestimmtes Verhalten in einer Situation in keinem angemessenen Verhältnis mehr zur konkreten Gefahr für den Organismus. Höhere Verarbeitungsprozesse (bewusste) werden ge-

hemmt und die bewusste Aufmerksamkeit zentriert sich auf einzelne angsterzeugende Merkmale der Umgebung und eigene Körperreaktionen. Die Emotion wird übertrieben.

Es gibt angeborene Auslöser für Angstreaktionen, z. B. Schatten bei Fischen, Raubvogel Silhouette, und erworbene Auslöser: Lernen von Erwachsenen oder aus erlebten Situationen, so genannte klassische Konditionierung, Reiz – Reaktion – Lernen.

Als Beispiel dafür wurde das Pawlowsche Experiment zur Konditionierung szenisch gespielt: Glocke – Fressen kommt – Hund frisst. – Dann, schon wenn die Glocke ertönt – setzen Fressimpulse ein.

Diese Grundlagen der Konditionierung wurden nun auf die Vorgänge im Gehirn übertragen, wenn ein Gefahrenimpuls ins Gehirn gemeldet wird.

Die folgende Grafik stellt die Vorgänge dar, die durch die Theatermaschine zu diesem Thema gespielt wurde.

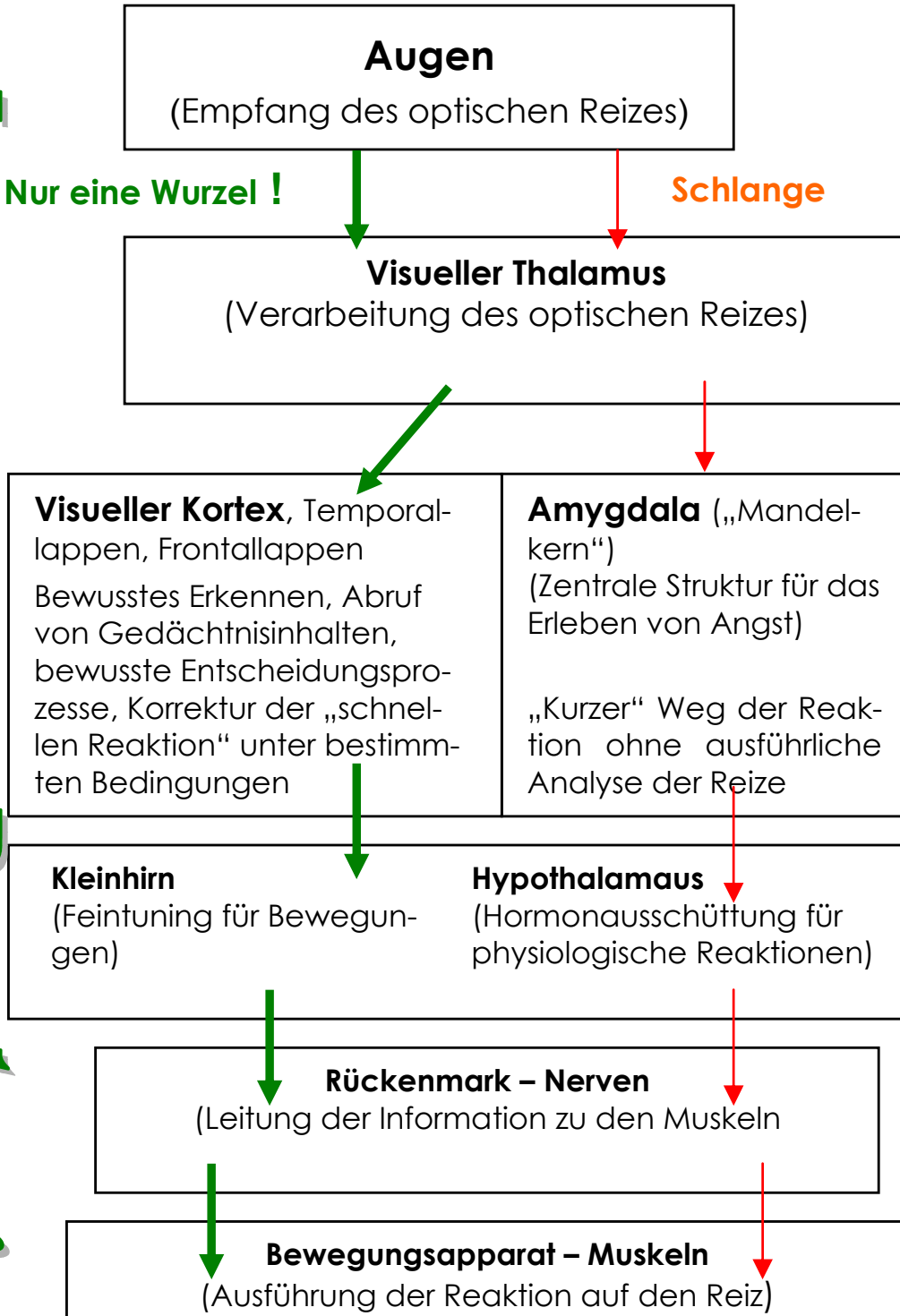
# Schema Angst



Abfolge der Reaktionsschritte im Gehirn und dem Bewegungsapparat

Langsame Reaktion

Schnelle Reaktion



Stopp, alles in Ordnung!

Flucht!

## Theater-Elemente

In Form eines Statuentheaters /dynamisches Denkmal wurden die Bauelemente des Gehirns im Bühnenraum aufgebaut. Zusätzlich gab es eine Person, die sich im Raum bewegte und dadurch die Befehle des Gehirns an den Bewegungsapparats als Reaktion auf die Wahrnehmung einer potenziellen Gefahr, einmal Wurzel – einmal Schlange, darstellte.

Die Sinneseindrücke lösten eine schnelle Reaktionskette aus, Gefahr wurde signalisiert, sofort wurde durch die Amygdala die Information gegeben: Gefahr – Stopp – Angstschrei.

Mit der Methode des Statuentheaters wurden die unterschiedlichen Bauteile im Gehirn als Statue dargestellt, die Bauteile stellten sich in ihrem Rollenstatus vor und übernahmen ihre entsprechende Funktion wie z.B. Informationsweitergabe, Angstschrei, Entwarnung.

Mit dieser Methode prägten sich die Begriffe ein und Funktionszusammenhänge wurden mit allen Sinnen erlebt und begriffen.

Komplexe Zusammenhänge werden durch die Theatermaschine verständlich. Die Schüler erhalten die Möglichkeit sich auf ihrem Niveau damit zu beschäftigen. Schwache Schüler werden nicht ausgegrenzt bei schwierigem Stoff, starke Schüler können sich auf ihrem Niveau einbringen.

Wie bei den an deren Foren auch, ist es für ein besseres Verständnis und einer besseren Anschaulichkeit der theaterpädagogischen Elemente sinnvoll, sich die entsprechenden Sequenzen in der DVD-Präsentation anzuschauen (siehe dort unter Forum Neurobiologie).

## Serviceeteil

### Stiftungen, Initiativen

Robert Bosch Stiftung Stuttgart, näheres siehe Literatur  
[www.bosch-stiftung.de](http://www.bosch-stiftung.de)

Landesstiftung Baden-Württemberg Stuttgart  
[www.landesstiftung-bw.de](http://www.landesstiftung-bw.de)

Zeit Stiftung Ebelin und Gerd Bucerius Hamburg, näheres siehe Literatur  
[www.zeit-stiftung.de](http://www.zeit-stiftung.de)

Schülerforschungszentrum Bad Saulgau  
 SchülerInnen können hier Probleme der Naturwissenschaften erforschen.  
[www.sfz-bw.de](http://www.sfz-bw.de)

### Literatur

*NaT-Working: So kommt Wissenschaft in die Schule: Beispiele aus der Praxis* (2003)

Broschüre der Robert Bosch Stiftung mit vielen Praxisprojekten und einer Kurzdarstellung der Stiftung. Bezug siehe oben Internetadresse.

*Wissenschaft macht Schule: Eine Zwischenbilanz.* (2003)

Broschüre der Robert Bosch Stiftung und der Zeit Stiftung mit einem einleitenden Beitrag von P. Weingart, einem „Blick von Außen“ aus Finnland, einer kritischen Würdigung der Praxiserfahrungen und einem Anhang mit nützlichen Links und Literatur. Bezug siehe oben Internetadressen.

*Übergang Schule – Hochschule: Klassifikation von Initiativen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Nachwuchs.* (2001)

Studie im Auftrag der Hochschulrektorenkonferenz und der Kultusministerkonferenz, erstellt von: Michael Ley Universität Bonn. Bezug:  
[www.hrk.de](http://www.hrk.de)

Augusto Boal, *Theater der Unterdrückten*, Übungen und Spiele für Schauspieler und Nicht-Schauspieler, edition suhrkamp, Frankfurt 1989

Gerd Koch u.a., *Theatralisierung von Lehr-Lernprozessen*, Schibri-Verlag, Berlin 1995.

*Magazin Schule: Bildung in Baden-Württemberg* (Sommer 2003)  
Thema: Naturwissenschaften. Hrg.: Kultusministerium Baden-Württemberg. Bezug über das Ministerium: [www.km.bwl.de](http://www.km.bwl.de)

*Modelle für einen theaterpädagogischen Seminarkurs*. (1999)  
Landesinstitut für Erziehung und Unterricht Stuttgart  
Materialien Gymnasium Seminarkurs (FTh 401). Bezug: Fax 0711-1849-565

**Zu dieser schriftlichen Dokumentation wurde auch eine filmische Präsentation als DVD erstellt. Sie kann bei den Herausgebern bezogen werden.**

### **Herausgeber und Bestelladressen**

LAG Theaterpädagogik, Wörthstr. 14  
72764 Reutlingen  
Tel. 07121-21116, Fax 21477  
[www.lag-theater-paedagogik.de](http://www.lag-theater-paedagogik.de)

Wissenschaftsladen Tübingen e.V., Kronenstr. 4  
72070 Tübingen  
Tel. 07071-252219, Fax 208837  
[www.wila-tuebingen.de](http://www.wila-tuebingen.de)