

---

# POLYTECHNIK-PREIS

---

FÜR DIE DIDAKTIK DER MATHEMATIK, INFORMATIK, NATURWISSENSCHAFTEN UND TECHNIK

DOKUMENTATION ZUR  
PREISVERLEIHUNG 2011



**Polytechnik-Preis**

für die Didaktik der  
Mathematik, Informatik,  
Naturwissenschaften  
und Technik



# FORSCHUNG FÜR GUTEN UNTERRICHT FÖRDERN

Grußwort der Schirmherrin des Polytechnik-Preises

Naturwissenschaftler, Ingenieure und Informatiker, die in Deutschland ausgebildet wurden, genießen international einen exzellenten Ruf. Mit ihrer Kreativität und Innovationsfreude sichern sie den Technologiestandort Deutschland, die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit und die gesellschaftliche Stabilität unseres Landes.

Damit dies so bleibt, müssen wir weiterhin kluge Köpfe für Technik und Naturwissenschaften gewinnen. Der Schulunterricht legt den Grundstein dafür, dass junge Menschen Neugierde und Forscherdrang entwickeln und später vielleicht sogar ein technisch-naturwissenschaftliches Studium aufnehmen. Der Funke springt besonders dann über, wenn Lehrerinnen und Lehrern innovative Konzepte zur Verfügung stehen, die den Lernenden ins Zentrum stellen und den Unterrichtsstoff begreifbar aufbereiten.

Daher freue ich mich, dass der erstmals vergebene »Polytechnik-Preis« herausragende Konzepte für Schulunterricht in den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (»MINT«) prämiert. Die neuen Methoden, die auch außerschulische Lernorte mit einbeziehen, können dazu führen, dass Schülerinnen und Schüler nicht nur lieber, sondern auch mehr und besser lernen.

Zu ihrem Preis gratuliere ich den Fachdidaktikern herzlich. Ich bedanke mich bei den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie bei der Stiftung Polytechnische Gesellschaft vielmals für ihren Einsatz. Und ich wünsche allen Lehrkräften in den MINT-Fächern weiterhin frische Ideen für einen guten Unterricht und eine solide Ausbildung.



Prof. Dr. Annette Schavan, MdB  
Bundesministerin für Bildung  
und Forschung

# INHALT

**06**

**NEUE UNTERRICHTSKONZEPTE AUF DEN WEG BRINGEN**

**09**

**AUSWAHLKOMMISSION**

**10**

**CHEMIE IM KONTEXT**

Naturwissenschaften orientiert an der Lebenswelt des Schülers erschließen

**14**

**KOMPETENZORIENTIERTES EXPERIMENTIEREN**

Ein gezielter Aufbau von Methodenkompetenz beim Experimentieren erschließt das Verständnis für naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung

**16**

**MATHE MACHT STARK**

Lernschwierigkeiten durch eine diagnosegestützte individuelle Förderung überwinden

**18**

**DIE MODERNE INFORMATIONSGESELLSCHAFT VERSTEHEN**

Ein modulares Gesamtkonzept für den Informatikunterricht als Teil der schulischen Allgemeinbildung

**20**

**DYNAMISCHE EINFÜHRUNG IN DIE MECHANIK**

Einen schwierigen klassischen Unterrichtsstoff unter Berücksichtigung der Schülervorstellungen neu aufbereiten

**22**

**PROJEKTKETTE HINFÜHRUNG ZU NATURWISSENSCHAFTEN UND TECHNIK**

**23**

**DIE STIFTUNG AUF EINEN BLICK**

# EDITORIAL

In der Tradition der Polytechnischen Gesellschaft technischen und naturwissenschaftlichen Forschergeist fördern

»Forschung für den Unterricht« – davon profitieren wir alle! Zuerst einmal die Schüler: Moderner Unterricht setzt an der Lebenswelt und dem Erfahrungswissen der Kinder und Jugendlichen an. Die Schüler erforschen weitgehend eigenverantwortlich das Wesen von Naturwissenschaften und Technik und ihre Bedeutung für den Alltag. Dann bereitet Lernen auch wieder mehr Freude. Die Lehrkräfte wiederum erhalten neue Impulse für ihre Unterrichtsgestaltung. Bei den ausgezeichneten Projekten waren sie an der Entwicklung und Erprobung beteiligt. Die Verknüpfung von Theorie und Praxis gewährleistet, dass die Umsetzung in der Schule leicht gelingt. Und letztendlich profitieren wir als Gesellschaft. Junge Menschen mit einer soliden naturwissenschaftlich-technischen Bildung sichern mit ihrer Kreativität und Innovationskraft den wirtschaftlichen Wohlstand und gesellschaftlichen Fortschritt unseres Landes.

Die Stiftung Polytechnische Gesellschaft zeichnet mit dem Polytechnik-Preis die herausragenden Forschungs- und Entwicklungsleistungen der fachdidaktischen Wissenschaftler in Deutschland aus, um ihre Arbeit noch stärker in das Bewusstsein der Öffentlichkeit zu bringen. Aus der polytechnischen Tradition heraus, technischen und naturwissenschaftlichen Forschergeist zu fördern, setzen wir an dem Ort – dem Unterricht in der Schule – an, wo Kinder und Jugendliche für die MINT-Fächer begeistert werden. Die Anregung zum Polytechnik-Preis kam von Prof. Dr. Klaus Ring, seinerzeit Vorstandsvorsitzender der Stiftung, jetzt Vorsitzender des Stiftungsrats.

In diesem Jahr werden ein erster und vier zweite Preise vergeben. Den Unterrichtskonzepten der Preisträger ist eines gemeinsam: Durch Kontextorientierung und Kompetenzentwicklung bleibt das Interesse von Schülern am naturwissenschaftlich-technischen Unterricht erhalten, und es wird ein messbar größerer

Lernzuwachs erreicht. In dem Projekt »Chemie im Kontext« werden im Unterricht Bezüge zum Alltag, zum gesellschaftlichen Umfeld oder auch zu aktuellen Forschungsthemen genutzt, um grundlegende Kenntnisse und Kompetenzen zu erschließen, zu vertiefen und zu erweitern. Leistung lohnt sich und macht stark, diese motivierende Erfahrung steht am Ende von »Mathe macht stark«, das leistungsschwachen Schülern durch individuelle Förderung einen Anschluss an den Regelunterricht verschafft. Prof. Dr. Hammann wiederum zeigt, wie aus »hands-on«-Experimenten, dem mechanischen Abarbeiten von Experimentieranleitungen, »minds-on«-Experimente werden: Die Schüler lernen das Experiment als Methode des Erkenntnisgewinns verstehen. Mit dem Konzept »Dynamische Einführung in die Mechanik« gelang es, einen schwierigen klassischen Unterrichtsstoff der Physik unter Berücksichtigung der Schülervorstellungen neu aufzubereiten. Prof. Dr. Hubwieser hat ein modulares Gesamtkonzept für den Informatikunterricht entwickelt. Informatik als Teil der Allgemeinbildung soll die Schüler darin stärken, sich in unserer modernen Informationsgesellschaft sicher orientieren zu können.

Die ausgezeichneten Unterrichtskonzepte haben sich bereits – unterschiedlich intensiv – in der Praxis bewährt. Die Preisträger-Werkstatt am Tag der Preisverleihung ist für die Stiftung der Beginn für einer langfristigen Unterstützung von Lehrkräften, die diese Konzepte in ihrem Unterrichtsalltag umsetzen wollen.

Überzeugen Sie sich von der hohen Qualität der Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Preisträger. Wir würden uns freuen, wenn die Unterrichtskonzepte breiten Einzug in den Schulalltag erlangen.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre!

Dr. Roland Kaehlbrandt

Dr. Wolfgang Eimer



# NEUE UNTERRICHTSKONZEPTE AUF DEN WEG BRINGEN

Interview mit Prof. Dr. Bernd Ralle, Vorsitzender der Auswahlkommission,  
über die Entwicklung von Unterricht in der Schule



*Wir leben in einer Gesellschaft, in der unser Alltag durch Naturwissenschaften und Technik geprägt wird. Wie viel naturwissenschaftliches Grundverständnis brauchen wir?*

PROF. DR. BERND RALLE — Ich denke, wir brauchen eine ganze Menge: Dass man beispielsweise Energie nicht vernichten, sondern nur entwerten kann, dass die Materie, die uns umgibt, einen diskontinuierlichen Aufbau hat, dass bei chemischen Reaktionen nichts verloren geht und neue Stoffe entstehen, aber die Atome noch dieselben sind, dieses Grundverständnis vom Funktionieren unserer Welt halte ich für extrem wichtig. Auch wenn uns das nicht immer bewusst ist, Naturwissenschaften und Technik prägen das tägliche Leben. Jeder Einzelne benötigt ein naturwissenschaftliches Grundverständnis, um das eigene Leben bewusst und eigenverantwortlich zu gestalten, aber auch, um wichtige gesellschaftliche Fragestellungen bewerten und an Entscheidungs-

prozessen teilhaben zu können. Und ich glaube, dass die im naturwissenschaftlichen Unterricht in der Schule gelernten Fähigkeiten, nämlich das Beobachten, das Hinterfragen, das Aufwerfen von Hypothesen, das Untersuchen und das Bewerten einer bestimmten Fragestellung auch in anderen Lebensbereichen eine große Rolle spielen.

*Was hat sich in der Lehrerbildung verändert, um die Qualität von Unterricht in den Schulen zu verbessern?*

PROF. DR. BERND RALLE — Einiges, so sind zum Beispiel fast alle Bundesländer dazu übergegangen, an den lehrerbildenden Hochschulen zentrale Einrichtungen zu schaffen, die die in den Fachbereichen verteilte Verantwortung für die Erziehungswissenschaften und Fachdidaktik, die beiden studierten Schulfächer und die Praxisphasen zusammenführen und koordinieren. In einigen Ländern werden zusätzlich die Fachdidaktiken gezielt gefördert, etwa mit Graduierten- und Doktorandenprogrammen. Der Grund dafür ist, dass man zwar generell in Deutschland der Hochschulfreiheit breiteren Raum gegeben hat, die Lehrerbildung und die Forschung in der Lehrerbildung aber rein quantitativ nicht mithalten können mit der Forschung etwa in der Physik oder im Maschinenbau, denken Sie beispielsweise nur an das Volumen der Drittmittelinwerbung.

*Kann man in wenigen Stichworten sagen, was guten Unterricht ausmacht?*

PROF. DR. BERND RALLE — Ja, das kann man – und das sind manchmal sehr einfache Dinge: Der Unterricht sollte sich beispielsweise um das Thema drehen, das man sich vorgenommen hat, das heißt, man sollte darauf achten, nicht zu viel der reinen Unterrichtszeit mit anderen Dingen zu verbringen. Schüler wollen ernst genommen werden, und man sollte ihnen die Chance geben, sich am Unterricht zu beteiligen, und nicht

*»Wissen muss Schülern situiert und kontextorientiert vermittelt und mit Bedeutung versehen werden.«*

90 Prozent der Zeit selbst reden. Die Lehrer sollten methodisch flexibel sein und den Unterricht in verschiedenen Sozialformen gestalten, und die Schüler sollten Eigentätigkeiten ausüben, in denen sie angehalten werden, problemorientierte Fragestellungen zu bearbeiten, die auch ruhig etwas komplexer sein dürfen und nicht in wenigen Schritten abzuhandeln sind.

*Der Fokus in der Didaktik hat sich verschoben vom Faktenlernen auf den Kompetenzerwerb. Was versteht man unter »Kompetenzen«?*

PROF. DR. BERND RALLE — Wissen muss Schülern situiert und kontextorientiert vermittelt und mit Bedeutung versehen werden. Das heißt, Lernen muss in einer für den Schüler kontextbogenen sozialen Lernsituation geschehen und an bereits vorhandene Erfahrungen anknüpfen. Wenn ein Mensch kognitiv hervorragend aufgestellt ist, wenn er die von den Lehrplänen geforderten physikalischen Gesetze und die chemischen Formeln auswendig kennt, heißt es noch nicht, dass dieses Wissen in seinem zukünftigen Leben eine Rolle spielen wird. Kompetenzen haben heißt, sein Wissen einbringen, es für die Lösung eines Problems einsetzen zu können. Das Fachwissen ist eine wichtige Voraussetzung, aber es gibt daneben die Bewertungskompetenz, die Kommunikationskompetenz oder die Entscheidungskompetenz, um einige Beispiele zu nennen. Sie dokumentieren, dass die Schüler ihr Wissen nachhaltig beherrschen, nicht nur kurzfristig: Und das ist ein echter Paradigmenwechsel in der Schule.

*Die aktuelle Lehr-Lern-Forschung geht also den induktiven Weg: Sie lässt den Schüler von der Beobachtung seiner Umwelt eigenständig Rückschlüsse ziehen auf die wissenschaftliche Systematik?*

PROF. DR. BERND RALLE — Genau so ist es, zumindest sollte dies einen wichtigen Stellenwert haben. Dafür

braucht man aber Zeit im Unterricht, und da sind wir bei einem ganz sensiblen Thema, das uns gerade mit der Verkürzung der Schulzeit von G9 auf G8 begleitet, nämlich der Frage, wie viel Zeit wir unseren Kindern in der Schule eigentlich geben, damit sie sich tief und nachhaltig mit einem Problem auseinandersetzen. Andere Länder haben deutlich weniger Vorgaben in den Richtlinien und Lehrplänen, aber wir neigen in Deutschland dazu, die Anforderungen an die Schüler zu stark zu operationalisieren auf bestimmte Fachinhalte, die sie gelernt haben müssen, anstatt von den Kompetenzen auszugehen.

*Ist der Unterricht nach den »neuen« Methoden in den unteren Klassen stärker situiert und wird mit zunehmendem Alter stärker abstrakt?*

PROF. DR. BERND RALLE — Es wäre schön, wenn es diesen gleitenden Übergang gäbe. Der Sachunterricht in der Grundschule ist an Phänomenen orientiert und darauf ausgerichtet, Natur und Technik zu erleben. Daran sollte eigentlich der Unterricht in der Sekundarstufe anknüpfen, aber man weiß heute, dass der Bruch von dem eher ganzheitlichen, entdeckenden, spielerisch orientierten Lernen hin zu dem systematisch orientierten Lernen zu schnell vor sich geht. Ich hätte kein Problem damit, bestimmte Lehrinhalte, die heute in den Lehrplänen auftauchen, einfach wegfällen zu lassen: Man muss nicht in der Mittelstufe den Zitronensäurezyklus auswendig lernen, und man kann es ruhig der Oberstufe überlassen, die submikroskopische Struktur der Atome zu entschlüsseln. Unabhängig davon müssen wir aber grundsätzlich adressatenspezifischere Angebote machen und früher, nicht erst in der Oberstufe, deutlicher differenzieren können zwischen den Schülern, die von sich aus einen Zugang haben zu Mathematik und den Naturwissenschaften und denen man in

einer anderen Weise begegnen muss als Schülern, die sich schwerer für diese Fächer begeistern und denen man kontext- und lebensweltorientiert zeigen muss, welche Bedeutung Naturwissenschaft und Technik für sie haben. Selbst wenn man auf diesem Wege nicht bei allen Schülern zu derselben abstrakten Durchdringung kommen kann, wird doch zumindest ein grundsätzlich positives Verständnis für diese Wissenschaften geschaffen.

*»In der Art und Weise, wie der Preis auf den Weg gebracht worden ist, ist er in der Fachdidaktik extrem gut angekommen.«*

*Der Polytechnik-Preis richtet sich ja gezielt an die Fachdidaktik in den sogenannten MINT-Fächern, die sowohl die Entwicklung von Unterricht als auch die Lehrerbildung vorantreiben. Wie wird er von den Wissenschaftlern angenommen?*

PROF. DR. BERND RALLE — Wir haben gerade eine Reihe von wissenschaftlichen Tagungen hinter uns, und ich bin selten so oft angesprochen worden auf Preise und Ausschreibungen wie hier bei diesem Preis der Stiftung Polytechnische Gesellschaft: In der Art und Weise, wie er auf den Weg gebracht worden ist, ist er in der Fachdidaktik extrem gut angekommen. Dass eine Stiftung sich der Fachdidaktik annimmt und dann auch noch attraktiv und so klar definiert, was sie von ihr erwartet, vor allem, was die Übertragbarkeit der fachdidaktischen Arbeiten auf die Schule angeht, das wurde sehr positiv gesehen. Es zeigt, dass die Gesellschaft die Lehrerbildung entdeckt hat als einen wünschenswert zu entwickelnden Bereich.

*Für den Preis wurden 60 Konzepte vorgeschlagen. Gab es Schwerpunkte, und nach welchen Kriterien sind Sie bei der Auswahl vorgegangen?*

PROF. DR. BERND RALLE — Die Vorschläge verteilen sich sehr gleichmäßig auf die Fächer Biologie, Chemie, Mathematik und Physik. In Informatik und Technik zusammen wurden wiederum zahlenmäßig genauso viele Kandidaten vorgeschlagen wie in einem der großen Fächer. Wenn man einen roten Faden ziehen will, dann kann man sehen, dass es bei allen Unterrichtskonzepten um die Themen Kompetenzentwicklung und Akzeptanzförderung von Naturwissenschaft und Technik geht. Bei der Auswahl der fünf Nominierungen war für uns ein ganz wichtiges Kriterium, dass das Konzept in der Praxis schon eine gewisse Wirkung entfaltet hat. Es gibt viele

gute Unterrichtsvorschläge, die bei der Umsetzung in der Breite doch auf Akzeptanzprobleme stoßen, sodass die Implementierung scheitert. An dieser Stelle haben wir besonders sorgfältig geprüft, denn wir wollen ja mit dem Preis die Umsetzung der Konzepte fördern. Natürlich sind die vorgeschlagenen Projekte in ihrer Anlage unterschiedlich dimensioniert: Viele konzentrieren sich auf einen kleinen Bereich, zum Beispiel, die Bewertungskompetenz stärker im Unterricht einzubringen, andere große Ansätze wollen den gesamten Unterricht neu strukturieren. Wir haben versucht, die unterschiedliche Wirkung, die sich dadurch ergibt, möglichst differenziert zu berücksichtigen. Was uns sehr gefreut hat, war die Tatsache, dass die Fachgutachter, die die Vorschläge in den einzelnen Themenbereichen geprüft haben, unabhängig voneinander immer auf eine große Übereinstimmung bei ihrer Bewertung kamen. Das bedeutet, dass die Vorstellung davon, was Fachdidaktik leisten muss, in den letzten Jahren sehr stark konkretisiert worden ist. Nichtsdestotrotz fiel am Ende die Auswahl der fünf für den ersten Preis nominierten Projekte schwer. Was sie verbindet, ist, dass sie nah am Unterricht sind, nah an den Lehrkräften, dass es praktikabel erscheint, was sie machen, dass sie vermutlich auf hohe Akzeptanz treffen werden, und dass sie gut in ihrer Wirkung untersucht sind.

*Wie geht es nach der Preisverleihung weiter?*

PROF. DR. BERND RALLE — Diese Konzepte haben ja – in unterschiedlichem Maße – in der Praxis bereits Fuß gefasst. Aber wir leben in einer föderalistischen Vielfalt, wo selbst gut implementierte Projekte noch entwicklungsfähig sind. Mit dem Preis geben wir ihnen neuen Rückenwind, um sich noch besser zu verankern. Am Tag der Preisverleihung sind die Lehrkräfte der Schulen in Frankfurt und Umgebung zur Preisträger-Werkstatt eingeladen, mit der die Stiftung die konkrete Umsetzung der Konzepte im Unterrichtsalltag initiieren will. Die Folgetreffen sollen dann nicht nur dem Erfahrungsaustausch dienen, sondern wie in einem Schneeballsystem weitere Schulen begeistern. Und ich erwarte schließlich, dass man in den Ministerien, bei den Entscheidungsträgern aufmerksam wird ob dieser Ausschreibung und Preisverleihung, und dass man, wenn es darum geht, neue Lehrpläne zu schreiben oder Lehrerfortbildungen zu konzipieren, sich auch daran orientiert, wie die Stiftung Polytechnische Gesellschaft hier mit ihren Gutachtern gewertet hat.



# AUSWAHLKOMMISSION

Die Auswahlkommission wählt in einem zweistufigen Verfahren die fünf Nominierten und den Preisträger aus. Ihr gehören unabhängige, ausgewiesene Experten aus Wissenschaft, Schule und dem Stiftungswesen an



**DR. ROLAND KAEHLBRANDT**  
Vorstandsvorsitzender, Stiftung  
Polytechnische Gesellschaft

**PROF. DR. DR. H. C. ALBRECHT  
BEUTELSPACHER**  
Justus-Liebig-Universität Gießen,  
Mathematik

**PROF. DR. KRISTINA REISS**  
Technische Universität München,  
Didaktik der Mathematik

**NORBERT REHNER**  
ehemaliger Schulleiter der Wöhler-  
schule Frankfurt

**PROF. DR. BERND RALLE**  
Technische Universität Dortmund,  
Didaktik der Chemie (Vorsitz)

**PROF. DR. WOLF ASSMUS**  
Goethe-Universität Frankfurt, Physik

**PROF. DR. BIRGIT NEUHAUS**  
Ludwig-Maximilians-Universität  
München, Didaktik der Biologie

**PROF. DR. HANS JOACHIM BADER**  
Goethe-Universität Frankfurt,  
Didaktik der Chemie

**DR. EKKEHARD WINTER**  
Geschäftsführer der Deutsche  
Telekom Stiftung

**PROF. DR. ANDREAS GOLD**  
Goethe-Universität Frankfurt,  
Pädagogische Psychologie

**DR. WOLFGANG EIMER**  
Bereichsleiter Wissenschaft und  
Technik, Stiftung Polytechnische  
Gesellschaft

**PROF. I. R. DR. DR. H. C.  
REINDERS DUIT**  
IPN-Leibniz-Institut für die Pädagogik  
der Naturwissenschaften und Mathe-  
matik, Didaktik der Physik

## ERSTER PREIS

# CHEMIE IM KONTEXT

Naturwissenschaften orientiert an der Lebenswelt des Schülers erschließen



An Szenen aus dem eigenen Chemieunterricht wird sich wohl jeder erinnern können – nicht immer sind diese Erinnerungen an molare Volumina, Benzolringe oder Ionenbindungen jedoch positiv besetzt. Chemie wird oft als abstrakt, lebensfern oder unwichtig wahrgenommen. Und das, wo doch gerade das Schulfach Chemie ein »Allerweltsfach« im besten Sinne sein könnte: Chemie begegnet uns immer und überall! Deshalb hat das Unterrichtskonzept »Chemie im Kontext« die Chemie sozusagen wieder auf die Füße gestellt: Es holt die Schüler dort ab, wo sie in ihrer Umgebung auf Chemie treffen, und es nutzt eben diese Bezüge zu ihrem Alltag, ihrem gesellschaftlichen Umfeld oder auch zu aktuellen Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, um grundlegende Kenntnisse und Kompetenzen zu erschließen, zu vertiefen und zu erweitern.

Dass ein negatives Image des Schulfachs Chemie, wie es lange Zeit Umfragen und unbefriedigende Leistungsergebnisse der Schüler bescheinigt haben, nicht bestehen bleiben muss, zeigen die nachweislich positiven Erfahrungen mit der Motivation und dem Interesse der Schüler, die andere Länder mit kontextbasiertem Unterricht gemacht haben. Theorien aus der Lehr-Lern-Forschung stützen diesen Ansatz: Wissen ist immer situiert, also sollte Wissen auch situiert erworben werden. Je näher eine Lernsituation einer späteren Anwendungssituation ist, umso eher kann ein Transfer gelingen. »Chemie im Kontext« wählt daher Unterrichtsthemen, die unmittelbar mit dem Alltag, dem gesellschaftlichen Umfeld oder auch möglichen späteren Berufsperspektiven der Schüler verknüpft sind.

Seit 1999 hat die Projektgruppe um Ilka Parchmann und Kollegen auf dieser Grundlage ihr neues Unterrichtskonzept entwickelt. In Übereinstimmung mit dem aktuellen Stand der Lehr-Lern-Forschung orientiert es sich an vorhandenen Schülervorstellungen: Wurden sie traditionellerweise als Fehlvorstellungen gesehen, die durch wissenschaftliche Vorstellungen zu ersetzen waren, geht man heute davon aus, dass sie in einem Lernprozess eine wichtige Brückenfunktion übernehmen und weiterführende Denkprozesse anregen können. Dieser »Conceptual Change« heißt also nicht, eine alte Vorstellung gegen eine neue zu tauschen, sondern meint die Kompetenz, in einer jeweiligen Situation unter verschiedenen möglichen Vorstellungen die angebrachte zu wählen – im Sinne wiederholter gradueller Veränderungen, die Evolution bringen statt Revolution.

Im Chemieunterricht nach »Chemie im Kontext« beschreitet die Ausrichtung auf das situierte Lernen einen Weg von der Anwendung und phänomenologi-

*»Frau Parchmann hat sehr erfolgreich aufgezeigt, wie – ausgehend von Alltagsphänomenen und Alltagserfahrungen – bei Schülern ein systematisches chemisches Wissen aufgebaut werden kann.«*

PROF. DR. HANS JOACHIM BADER



*»Das Konzept ist auf andere naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer wie die Biologie oder die Physik sinnvoll und leicht übertragbar.«*

PROF. DR. HANS JOACHIM BADER



Schüler eignen sich selbständig und eigenverantwortlich neues Wissen an

schen Beschreibung chemischer Prozesse über ihre konzeptionelle Erschließung hin zu einem Herausarbeiten der zentralen, wiederkehrenden Basiskonzepte. Alle Unterrichtseinheiten folgen dazu einem modularen vierphasigen Aufbau: In der Begegnungsphase werden die Schüler mit der Themenstellung konfrontiert, vorbereitet von der Lehrkraft und ausgerichtet auf die aktive Auseinandersetzung mit den eigenen Vorstellungen. Die Neugier- und Planungsphase knüpft an die bestehenden Schülervorstellungen an und gestaltet den Unterricht durch die gemeinsame Strukturierung der aufgeworfenen Fragen. Die Erarbeitungsphase konzentriert sich auf kognitive und experimentelle Schüleraktivitäten, die Lehrkräfte übernehmen hier eher vorbereitende, moderierende und beratende Aufgaben und helfen den Schülern bei der Auseinandersetzung mit Phänomenen, Untersuchungen und möglichen Erklärungen: So wird schrittweise das wissenschaftliche Denken und Arbeiten eingeführt. Schließlich folgt die Systematisierung und Festigung der erarbeiteten Fachinhalte in der Vertiefungs- und Vernetzungsphase: Das Erlernete wird reflektiert, dekontextualisiert und übertragen.

Eine solche Auseinandersetzung mit alltäglichen Phänomenen, die zu grundlegenden Basiskonzepten der Chemie führt, kann schon im Anfangsunterricht verortet werden. Aus typischen Schülervorstellungen wie »Das Wasser nimmt den Geschmack an« oder »Der Kandis zerteilt sich in winzige Teile, die nicht mehr zu sehen sind« bei der Beobachtung, wie sich ein Stoff in Wasser löst, wird schrittweise die Erkenntnis, dass nicht Eigenschaften von einem Stoff auf den anderen übertragen werden, sondern dass zum Beispiel in Teeblättern wasserlösliche Stoffe enthalten sind, die das Wasser färben und den Geschmack beeinflussen. Kumulativ dringen die Schüler auf diese Weise zu immer tiefer gehendem Wissen vor – bis zu Aus-



einandersetzungen mit ersten Teilchenmodellen und Interpretationen des Aufbaus und der Eigenschaften von Stoffen.

Um diesen Prozess der Erkenntnisgewinnung weiter zu unterstützen, hat »Chemie im Kontext« für verschiedene Themen eine Reihe von Lernbegleitbögen entwickelt, die den Schülern helfen, ihre Vorstellungen zu reflektieren und den eigenen Lernfortschritt wahrzunehmen. Sie sind Teil des umfangreichen Begleitprogramms, das von einzelnen detaillierten Unterrichtssequenzen über eine dreistufige Lehrerfortbildung bis zu Hilfestellungen bei der Lehrplanentwicklung für alle Schultypen und Altersstufen Lehrern und Schulen viele Anregungen bietet.

Denn: »Chemie im Kontext« ist kein fertiges Unterrichtskonzept, dafür sind die Lehrpläne und Rahmenvorgaben deutscher Schulen in 16 Bundesländern zu verschieden. »Chemie im Kontext« ist vielmehr ein Rahmenkonzept mit exemplarischen Unterrichtseinheiten und -materialien, das in enger Zusammenarbeit von Schuladministration, Fachdidaktik und Schulpraxis realisiert wird. Diese Art der »symbiotischen Implementierung« war ein wesentliches Merkmal der Konzeptentwicklung: Systematisch haben Unterrichtspraktiker und Wissenschaftler zusammengearbeitet und die Rückschlüsse aus den verschiedenen Perspektiven in das Konzept einfließen lassen. Auf diese Weise entstand ein Wirkungsbereich von einzelnen Einheiten bis hin zu kontextorientierten Lehrplänen, in dem die Basiskonzepte der Chemie in einer großen Methodenvielfalt erarbeitet werden.

Zwischen 2002 und 2005 wurden die Entwicklung, Erprobung und Implementierung des Konzepts in einer Projektförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung stufenweise umgesetzt, und ein Folgeprojekt untersuchte von 2005 bis 2008 mit ausgewählten Schulen in 14 Bundesländern, wie dieser Ansatz längerfristig in der Schulpraxis und konkreter in den Aus- und Fortbildungsstrukturen verankert werden kann. Bisher haben die Evaluationen gezeigt, dass der Negativtrend in der Interessenentwicklung von Jugendlichen durch die Umsetzung dieser Unterrichtskonzeption nicht gänzlich gestoppt, aber deutlich abgefedert werden konnte. Auch hinsichtlich Motivation, Selbstwahrnehmung und Lernzuwachs ließen sich in exemplarisch durchgeführten Vergleichsuntersuchungen bessere Ergebnisse durch kontextbasierten Unterricht im Schulfach Chemie erzielen.

Für die Übertragung des Konzepts in die Breite wird eine hohe Kooperationsbereitschaft der Lehrkräfte erforderlich sein – weshalb die Projektgruppe auch die Unterstützung der Schulleitung und Schulaufsicht anbietet. Ein zweiter Teil der Projektgruppe



Lehrkräfte planen und gestalten im Team gemeinsam ihren Unterricht

um Ilka Parchmann ist gegenwärtig damit befasst, das Konzept auf andere naturwissenschaftliche Fächer und auf fächerverbindenden naturwissenschaftlichen Unterricht zu übertragen. Eine weitere Aufgabe der nächsten Zeit wird sein zu untersuchen, welche Folgen sich aus kontextbasiertem naturwissenschaftlichem Unterricht im Bereich des universitären Lehrens und Lernens ergeben.

**BIOGRAFIE Prof. Dr. Ilka Parchmann, Lehramtsstudium für Biologie und Chemie, 1997 Promotion in Didaktik der Chemie, Oldenburg. 2002 Habilitation in Didaktik der Chemie, Kiel, anschließend Professur in Oldenburg, seit 2009 Professur für Didaktik der Chemie, Kiel. Vorstandstätigkeit in wissenschaftlichen Fachverbänden, Herausgeberin von Schulbüchern und Fachzeitschriften.**

#### » KURZINFO «

- Das fachliche Lernen setzt dort an, wo Schüler in ihrem Lebensalltag auf Chemie treffen
- Aus der Auseinandersetzung mit alltäglichen Phänomenen werden die grundlegenden Basiskonzepte der Chemie entwickelt
- Alle Unterrichtseinheiten folgen einem modularen vierphasigen Aufbau
- Fachdidaktiker und Lehrkräfte entwickeln gemeinsam den Chemieunterricht weiter
- Das Konzept ist auf die anderen naturwissenschaftlichen Fächer Biologie und Physik übertragbar
- [www.ipn.uni-kiel.de/abt\\_chemie/](http://www.ipn.uni-kiel.de/abt_chemie/)



## ZWEITER PREIS

# KOMPETENZORIENTIERTES EXPERIMENTIEREN

Ein gezielter Aufbau von Methodenkompetenz beim Experimentieren erschließt das Verständnis für naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung

In naturwissenschaftlichen Fächern bedeutet Lernen oftmals, einen Schwerpunkt auf fachliche Inhalte zu legen – Experimente im Schulunterricht dienen häufig nur der Veranschaulichung des zu vermittelnden Stoffes. Naturwissenschaftliches Lernen muss aber auch heißen, die Methoden des Erkenntnisgewinns zu verstehen, damit Schüler eigenständig Wissen erwerben und erfolgreich naturwissenschaftliche Forschung betreiben oder aktuelle Forschungsergebnisse sachgerecht bewerten können. Ein sicheres Verständnis des sorgfältig geplanten Experimentierens ist dafür eine Grundvoraussetzung.

*»Hammann schlägt vorbildlich den Bogen von der Theorie über die Empirie bis zur Unterrichtspraxis.«*

PROF. DR. BIRGIT J. NEUHAUS

Auch wenn internationale Schulleistungsstudien immer wieder die Förderung der experimentellen Methode in Deutschland anmahnen und obwohl der Nutzen dieser Art des Wissensgewinns in der Lehr-Lern-Forschung unumstritten ist, mangelt es nach wie vor an umfassenden und empirisch erprobten Unterrichtskonzepten für den gezielten Aufbau von Experimentierkompetenzen. Mit einer bloß zeitlichen Ausweitung ist es nämlich nicht getan: Intuitiv neigen Schüler beim Experimentieren beispielsweise dazu, Effekte zu erzielen anstatt Ursachen zu erklären. Was fehlt, ist ein Konzept, das es den Schülern ermöglicht, ausgehend von ihren Vorstellungen schrittweise ihre Methodenkompetenz zu erweitern.

An dieser Stelle setzt Marcus Hammanns Unterrichtskonzept »Kompetenzorientiertes Experimentieren« an: Während typischerweise die Experimente

im Biologieunterricht nach inhaltlichen Kriterien aneinandergereiht werden und der Illustration des Unterrichtsstoffes dienen, verknüpft sein Stufenmodell die fachliche Wissenserweiterung mit methodischem Kompetenzzuwachs. Dafür ist es nötig, an die bestehenden Vorstellungen und Fähigkeiten der Schüler anzuknüpfen und sie gezielt weiterzuentwickeln. Entsprechende Ansätze, kumulativ, über einen längeren Zeitraum und aufbauend auf den Schülervorstellungen die Experimentierkompetenzen zu fördern, waren bislang aber nicht vorhanden. Das Konzept, das Marcus Hammann entwickelte, füllt diese Lücke und zeigt, wie aus »hands-on«-Experimenten, dem mechanischen Abarbeiten von Experimentieranleitungen, »minds-on«-Experimente werden können: Die Schüler lernen das Experiment als Methode des Erkenntnisgewinns verstehen.

Didaktisch liegen die Schwerpunkte beim »Kompetenzorientierten Experimentieren« auf den drei zentralen Elementen für die Förderung evidenzbasierten naturwissenschaftlichen Argumentierens: der eigenständigen Hypothesenbildung, der Experimentierplanung und der Datenanalyse. Für die Umsetzung in der Schulpraxis konzentriert sich das Konzept auf alltagsnahe Situationen der Schüler. Beispielhaft stehen mit Experimenten zu Milchprodukten, Experimenten zu Vitaminen und Experimenten zur Regulation des Kreislaufsystems drei ausgearbeitete Unterrichtseinheiten zur Verfügung. Eigenständig planen die Schüler die Experimente, werten sie hypothesengeleitet aus und präsentieren sie im Plenum, wo ihre Mitschüler Vorgehen und Ergebnis kritisch evaluieren.

Damit fördert der gezielte Aufbau methodischen Experimentierens zusätzlich eine weitere wichtige Kompetenz: nämlich die, eine kritische Haltung gegenüber dem Prozess des experimentellen Erkenntnisgewinns einzunehmen. Die Schüler üben sich so in zwei wesentlichen von der Lehr-Lern-Forschung geforderten

Positionen: »engaging in construction« und »engaging in critique«. Sie verstehen, wie Experimente zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn beitragen und wie sie ein Mittel zur Klärung des Denkens werden können.

Alle drei Unterrichtssequenzen wurden im Rahmen des BMBF-Projekts »Biologie im Kontext« zwischen 2006 und 2008 entwickelt und erprobt und anschließend in einer Feldstudie mit zwölf Klassen der Jahrgangsstufen 5 bis 7 evaluiert. Die ersten Wirkungsanalysen waren positiv – um fundierte Aussagen treffen zu können, waren die bisherigen Unterrichtsabschnitte allerdings zu kurz, ein längerfristiges und über mehrere Wochen und Monate gehendes kumulatives Methodentraining ist zurzeit in Vorbereitung. Da sich die bestehenden Entwicklungs- und Forschungsarbeiten auf den Ersterwerb methodischer Kompetenzen vorwiegend in der Unterstufe beziehen, wird eine weitere Aufgabe sein zu prüfen, inwieweit die Lernangebote geeignet sein können, methodische Kompetenzen auch auf höherem Niveau zu vermitteln.

Auch im Physik- und Chemieunterricht besitzen Experimente einen hohen Stellenwert, sodass sich die Frage der Übertragbarkeit stellt, denn die Grundlagen des Kompetenzstufenmodells sind bewusst so formuliert, dass sie für alle MINT-Fächer anwendbar sind. Verfolgenswert hinsichtlich der Erweiterung der Methodenkompetenz scheint außerdem die Bedeutung des Lernens aus Fehlern zu sein: Auch auf diese Weise wird eine kritisch-analytische Haltung gegenüber Experimenten und ihrer Auswertung bei den Schülern gefördert.

**BIOGRAFIE** Prof. Dr. Marcus Hammann, Lehramtsstudium Biologie und Englisch. 2002 Promotion in Didaktik der Biologie. 2002 Juniorprofessor, IPN Kiel. 2005 Professur für Didaktik der Biologie, Münster. 2006 bis 2009 Mitglied des PISA-Konsortiums Deutschland, seit 2011 Mitglied der Science Expert Group für PISA 2015.



Experimente mit Milchprodukten verknüpfen Alltagskontext und naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn

#### » KURZINFO «

- Kumulativer Aufbau von Methodenkompetenz beim Experimentieren
- Basiert auf einem Kompetenzstufenmodell zum Experimentieren (Hypothesenbildung, Experimentplanung, Datenanalyse)
- Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für die Unter- und Mittelstufe
- Geplant ist die Übertragung auf die Fächer Chemie und Physik
- [www.uni-muenster.de/Biologie.Didaktik](http://www.uni-muenster.de/Biologie.Didaktik)

## ZWEITER PREIS

# MATHE MACHT STARK

Lernschwierigkeiten durch eine diagnosegestützte individuelle Förderung überwinden

Leistung lohnt sich und macht stark, diese motivierende Erfahrung steht am Ende von »Mathe macht stark«: Das Konzept der Didaktikgruppe um Aiso Heinze, Thomas Riecke-Baulecke, Gesa Ramm und Johannes Sominka richtet sich gezielt an die leistungsschwachen Schüler der Klassen 5 bis 8 und unterstützt sie beim Erwerb von Kompetenzen, mit denen sie den Anschluss an das Leistungsniveau ihrer Klasse finden.

*»Mathe macht stark – gerade diejenigen, die sich mit der Mathematik und dem Lernen schwertun.«*

PROF. DR. KRISTINA REISS

Anregungen zu dem Projekt gaben nicht zuletzt die Ergebnisse der PISA-Studien, denen zufolge 20 Prozent der 15-jährigen Schüler in Deutschland aufgrund ihrer nicht ausreichenden mathematischen Kompetenzen eine ungünstige Prognose für ihre Bildungs- und Berufsperspektive haben. Das ist ein Missstand, der sich ohne einen umfassenden Umbau der Unterrichtsstrukturen schnell mindern ließe: Oftmals ist es nur eine fehlende Kleinigkeit im mathematischen Grundverständnis, die den Weg zur Lösung höherer Aufgaben unterbricht – Aufgaben, die für die Leistungsmittler der Klasse kein Problem darstellen.

Auf diese Leistungsmittler aber konzentriert sich oftmals der normale Mathematikunterricht, wie etwa Videoanalysen deutlich machen. Für viele Schüler bedeutet das allerdings, dass das Lerntempo an für sie entscheidenden Stellen zu hoch ist. Die zu geringe Individualisierung des Unterrichts, die zu wenigen kooperativen Lernformen und die zu seltene



Ein handlungsorientierter Zugang, die Mathematik zu »be-greifen«

Orientierung auf multiple Lösungswege erlauben es jedoch häufig nicht, näher auf die Probleme dieser Schüler einzugehen. Zudem zeigen Studien, dass nur weniger als zehn Prozent der Unterrichtsaufgaben ein begriffliches, problembezogenes Modellieren verlangen: Dass Mathematik als ein Werkzeug zum Problemlösen genutzt werden kann, dürfte vielen Schülern somit entgehen.

An dieser Stelle setzt »Mathe macht stark« an: Gezielt fördert es die Schüler, die Schwierigkeiten mit der Veranschaulichung und dem Transfer der abstrakten Mathematik haben, indem es mathematische Begriffe auf Phänomene aus der Lebenswelt

der Schüler zurückführt und die Balance zwischen systematischem und situiertem Lernen schafft. Bei der Entwicklung des Konzepts wurden Erkenntnisse aus mehreren Feldern der Bildungsforschung berücksichtigt. Anknüpfend an die Motivationsforschung strebt »Mathe macht stark« den Aufbau eines positiven Leistungsverständnisses an, indem Lern- und Leistungssituation entkoppelt werden und eine individuelle statt einer sozialen Bezugsnormorientierung im Vordergrund steht.

Dank der ausdifferenzierten Diagnose von Lernstand, Lernprozess und Lernergebnis, die am Anfang wie auch während des Förderunterrichts die momentane spezifische Standortbestimmung der Schüler ermöglicht, können jedem Schüler individuelle Aufgaben zugewiesen werden. Gegliedert nach sieben Themenbereichen von Flächen und Körpern bis zu Prozentrechnen im Alltag, aufgeteilt in bis zu 13 Unterabschnitte und mit je drei Arbeitsblättern »Einstieg«, »Aufstieg« und »Gipfel«, steht den Lehrern ein umfangreiches Paket an Arbeitsmaterialien zur Verfügung. Der sich mit der Zeit füllende Schülerordner führt jedem Teilnehmer immer wieder den eigenen Lernfortschritt vor Augen und hilft, die Eigenverantwortung der Schüler über metakognitive und selbstregulative Prozesse anzuregen. Daneben stellt das Konzept einen Lehrerordner mit diagnostischem Testmaterial und fachdidaktischen Kommentaren bereit und bietet mit der Materialkiste eine wichtige dritte Handreichung: Über Geobretter, Steckwürfel oder Winkelscheiben lassen sich abstrakte mathematische Begriffe und Prozesse konkret veranschaulichen – wichtig im Sinne des handlungsorientierten Erwerbs der mathematischen Grundvorstellungen.

So gelingt dem Konzept der Aufbau eines positiven Leistungsverständnisses: Indem das für jeden Schüler gezielt zusammengestellte Material immer wieder von Neuem seine einzigartige Ausgangslage berücksichtigt, unterbindet es die fatale Überforderungserfahrung, die im regulären Unterricht zum unüberwindlichen Hindernis wird. Das Gefühl des Abgehängtseins bleibt aus – stattdessen wird die Selbstwirksamkeitsüberzeugung gestärkt, Selbstwertgefühl und Selbstbewusstsein werden zur Basis für Handlungsmotivation und Leistungsvermögen. Besonders wichtig ist dies für Mädchen: Jungen beurteilen nämlich grundsätzlich ihre Mathematikkompetenzen besser und schneiden auch signifikant besser bei den Eingangstests der Projektevaluierungen ab.

Die externe Evaluation zum Schuljahresbeginn und zum Schuljahresende der ersten Kohorte 2009/2010 mit 2.000 Teilnehmern hat gezeigt, dass die durchschnittliche Leistungssteigerung in der Projektgruppe 14 Prozentpunkte betrug, während sich das Niveau im regulären Unterricht nur um sechs Prozentpunkte hob. Da der Test nicht die Förderinhalte, sondern allgemeine mathematische Kompetenzen misst, bedeutet das, dass die Schüler durch »Mathe macht stark« in die Leistungsmitte der Klasse aufgestiegen sind und wieder erfolgreich am Regelunterricht teilnehmen konnten.



*BIOGRAFIE Prof. Dr. Aiso Heinze, nach Lehramtsstudium Promotion in Mathematik in Oldenburg, Habilitation in Didaktik der Mathematik in Augsburg. Seit 2008 Professur in Kiel. Direktor der Abteilung Didaktik der Mathematik am IPN-Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik. Leitung diverser Forschungsprojekte zu mathematischen Kompetenzen von Kindern in Kindergarten, Grund- und weiterführenden Schulen.*

#### » KURZINFO «

- Durch eine diagnosegestützte individuelle Förderung werden leistungsschwache Schüler an den Regelunterricht herangeführt
- Spezifische Standortbestimmung durch eine ausdifferenzierte Diagnose von Lernstand, Lernprozess und Lernergebnis
- Das Programm wurde für den Einsatz in den Klassenstufen 5 bis 8 entwickelt
- In enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen in Schleswig-Holstein
- Eine Ausweitung auf den Grundschulbereich ist geplant
- <http://nzi.lernnetz.de/mathe/content/index.php>



## ZWEITER PREIS

# DIE MODERNE INFORMATIONS- GESELLSCHAFT VERSTEHEN

Ein modulares Gesamtkonzept für den Informatikunterricht  
als Teil der schulischen Allgemeinbildung



Grundlegende Prinzipien und Konzepte der Informatik verstehen  
und anwenden können

Wir leben in einer Informationsgesellschaft – diese Erkenntnis ist so omnipräsent, dass sie leicht zur bloßen Floskel verkommt. Damit wird aber auch ihre eigentliche Bedeutung vergessen: Wer als mündiger Teil dieser Informationsgesellschaft leben möchte, muss die Grundlagen ihres Funktionierens verstanden haben – und mehr sein als ein geschulter Anwender.

Seit den 1960er Jahren wird Informatik als Schulfach unterrichtet, und es hat dabei verschiedene didaktische Ansätze durchlaufen – hardwareorientiert, algorithmenorientiert, anwendungsorientiert oder benutzerorientiert. Ein langfristiger Erfolg war keiner Richtung vergönnt: Entweder liefen sie auf ein

unsystematisches Ausprobieren von Lösungen hinaus, oder die Erkenntnisse waren angesichts sich ständig ändernder Software nicht dauerhaft.

Peter Hubwiesers Konzept für einen neuartigen Informatikunterricht ist eine Synthese verschiedener Ansätze: Es hilft den Schülern, weitgehend eigenaktiv die grundlegenden Konzepte und Prinzipien der Informatik zu entdecken. Didaktisch baut es auf drei Grundsätzen auf: 1. Allgemeinbildung als Ziel des Unterrichts, 2. Modellierung als zentrales Element und 3. eine konsequente Projekt- und Kontextorientierung.

Seinen Anfang findet der Unterricht immer in der beispielhaften Konfrontation mit einem Problem aus der Erfahrungswelt der Schüler. Der informellen Problembeschreibung folgt die formale Modellierung, die Abstrahierung und Systematisierung des Lösungswegs mit verschiedenen grafischen Modellierungstechniken – Objekt-, Klassen-, Datenfluss- oder Zustandsdiagrammen. Sie bilden den inhaltlichen Kern des Unterrichts und sind die wichtigste Arbeitstechnik der Schüler. Mit ihnen verknüpft ist die Implementierung und Realisierung in verschiedenen Softwaresystemen, in Tabellenkalkulationen, E-Mail- und Textverarbeitungsprogrammen oder Programmieroberflächen. Auf diese Weise lernen die Schüler gleichzeitig, Systeme zu strukturieren, Werkzeuge zu beherrschen und die Technik zu verstehen.

Die Unterrichtsaktivitäten orientieren sich eng an der jeweiligen Altersstufe: Während es in der Unterstufe vordergründig um die objektorientierte Modellierung und die Repräsentation von Information in Grafiken, Texten, Dateien oder elektronischer Post geht, immer handlungsorientiert und spielerisch aufbereitet, gewinnt in der Mittelstufe der Einsatz der verschiedenen Modellierungstechniken weiter an Bedeutung. In der Oberstufe schließlich werden Graphen und rekursive Datenstrukturen behandelt, Notationsformen



## »Ein Projekt, das durch seine Größe, seine Vollständigkeit und durch seine Kontinuität überzeugt.«

PROF. DR. ALBRECHT BEUTELSPACHER

verschiedener Programmiersprachen und nicht zuletzt Fragen nach den Grenzen von Informatiksystemen erörtert. Grundsätzlich sind Lehrervorträge minimiert, Partner- und Gruppenarbeiten dominieren.

Seit 2004 ist der Informatikunterricht an bayerischen Schulen auf der Grundlage dieses Gesamtkonzepts Pflichtfach ab der 6. Klasse, 2011 haben die ersten 772 Abiturienten in Informatik ihre Prüfungen abgelegt: Damit wurden bisher mehr als 750.000 Schüler nach diesem modellierungsorientierten Konzept unterrichtet. Überzeugende Hinweise auf seinen Erfolg finden sich auf verschiedenen Ebenen: Eine flächendeckende Umfrage aus dem Jahr 2009 belegte etwa, dass die Schüler nach Ansicht der Lehrkräfte gut mitarbeiten und die Lehrer sehr gerne Informatik unterrichten. Außerdem haben sich signifikante Leistungssteigerungen und Transfereffekte bei den bayerischen Schülern derjenigen Jahrgangsstufen gezeigt, die bereits Informatikunterricht nach diesem Prinzip hatten, und jüngste Untersuchungen belegen, dass auch die meisten Informatik-Abiturienten einerseits hervorragend abschneiden und andererseits dieses Fach auch für ihr Studium wählen. Da die fachliche Kompetenz der Lehrkräfte eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Informatikunterricht ist, begleitet die Projektgruppe um Peter Hubwieser seit 2002 das grundständige Lehramtsstudium der Informatik an fünf bayerischen Universitäten, sodass insgesamt heute in Bayern etwa 650 Lehrer mit Lehrberechtigung für Informatik unterrichten.

Auch nach dem ersten kompletten Durchgang geht die Arbeit am Konzept weiter, denn viele Fragen warten noch auf eine Antwort: etwa die, welche allgemeinen Erkenntnisse über Lehr-Lern-Prozesse sich aus diesem Informatikunterricht ziehen lassen – oder auch, welche Wirkung er auf die Einstellungen und Leistungen von Studienanfängern in technischen Fächern hat.



**BIOGRAFIE** Prof. Dr. Peter Hubwieser, Lehramtsstudium für Mathematik und Physik, mehrere Jahre Tätigkeit als Gymnasiallehrer. 1994 Promotion, München. 2000 Habilitation, 2002 Professur für Didaktik der Informatik, München.

### » KURZINFO «

- Ein modulares Gesamtkonzept, um eigenaktiv die grundlegenden Prinzipien der Informatik zu entdecken
- Es werden durchgehend möglichst authentische, kontextbezogene Aufgabestellungen aus der Lebenswelt der Schüler verwendet
- Zwölf ausführliche Unterrichtsmodule können einzeln oder in Folge in verschiedenen Altersstufen und Schulformen eingesetzt werden
- Es wurde ein umfassendes Konzept zur Lehrerbildung entwickelt
- [www.ddi.tum.de](http://www.ddi.tum.de)

## ZWEITER PREIS

# DYNAMISCHE EINFÜHRUNG IN DIE MECHANIK

Einen schwierigen klassischen Unterrichtsstoff unter Berücksichtigung der Schülervorstellungen neu aufbereiten



Der senkrechte Stoß als Schlüsselphänomen, um das Zusammenspiel von Kraft und Bewegung zu verstehen

Dass der Apfel vom Baum fällt, das ist jedem Schüler klar. Mit Isaac Newtons Erklärung, warum das so ist, wird die Sache schon schwieriger – und seine Formulierung des Zusammenwirkens von Kräften in der Mechanik bereitet üblicherweise erst recht Kopfzerbrechen. Wie dieses sperrige Thema im Schulunterricht einfach verständlich gemacht werden kann, zeigt die »Dynamische Einführung in die Mechanik«.

Angestoßen wurde die Entwicklung des Unterrichtskonzepts von der Verkürzung der regulären Gymnasialzeit von neun auf acht Jahre: Laut neuem Lehrplan hatte sie zur Folge, dass die Einführung in den Mechanikunterricht bereits in die siebte Jahrgangsstufe vorverlegt wurde. Bis zu dem Zeitpunkt gab es für die Behandlung dieses Themas in der

Unterstufe nur wenige Erfahrungen – dafür tauchten aber viele Probleme auf: von fehlerhaften Schülervorstellungen bis zu ungeeigneten Darstellungen der Zusammenhänge im Unterricht.

Bei ihrer Konzeptentwicklung orientierte sich die Projektgruppe aus den Fachdidaktikern Verena Tobias, Christine Waltner, Martin Hopf, Hartmut Wiesner und Thomas Wilhelm am aktuellen Diskussionsstand über das Verhältnis von Instruktion und entdeckendem Lernen. Da sich immer wieder gezeigt hatte, dass der übliche Lehrweg über die Statik bzw. die Kinematik (das heißt über das Gleichgewicht von Kräften bzw. über die Bewegung von Körpern ohne Betrachtung der Ursache der Bewegung) Lernschwierigkeiten eher erzeugt und bestärkt, geht das neue Konzept den Weg über die Dynamik, also über die Wirkung von Kräften. Sein Aufbau erfolgte um zwei zentrale Punkte herum: 1. Kraft und Bewegung werden konsequent in einer einheitlichen dynamischen Beschreibung gesehen. Aus Tempo und Bewegungsrichtung wird die vektorielle Größe Geschwindigkeit definiert. Eine Einwirkung auf einen Körper, genannt »Kraft«, führt dabei stets zu einer Zusatzgeschwindigkeit. 2. Verdeutlicht wird das am Beispiel des senkrechten Stoßes auf eine sich bewegende Kugel; die Einwirkung führt zu einer Zusatzgeschwindigkeit. »Kraft« wird damit neu kategorisiert: als Prozess und Beziehung im physikalischen Kontext.

Diese zweidimensionale Sichtweise und die Newtonsche Bewegungsgleichung in der Kraftstoßformulierung bilden die Grundlage für das Unterrichtskonzept. Damit verändert sich die Wahrnehmung von physikalischen Phänomenen: Die Schüler sehen die Welt in newtonscher Gestalt. Physik wird in für sie interessanter und ihrem Leben nahen Alltagskontexten verortet und begreifbar gemacht. Als besonders hilfreich erwiesen sich im Unterricht dabei Beispiele aus verschiedenen Sportarten, aber auch aus dem Straßenverkehr oder der Astronomie.

Eine Besonderheit der Unterrichtskonzeption ist das Zusammenführen früherer Studien und Erkenntnisse: Erste Vorarbeiten für das Konzept gab es schon in den 1970er Jahren in den Klassen 3 bis 6 – nebenbei hatte sich damit bewiesen, dass schon Grundschulkindern erfolgreich die Grundideen newtonscher Mechanik verstehen können. Später folgende Ausdifferenzierungen des Konzepts für die Mittelstufe und Oberstufe konnten hier ebenfalls genutzt werden. Insgesamt steht damit heute den Lehrkräften ein umfangreiches Materialpaket mit Arbeitsblättern, Bewegungsanalysen und Experimentieransätzen zur Verfügung. Für den schwierigsten Lernschritt, die Erkenntnis des Zusammenhangs zwischen Einwirkung und Geschwindigkeitsänderung, entwickelte die Projektgruppe außerdem eine Simulation in Ergänzung zu den Realexperimenten und Videoanalysen, die das Verständnis weiter erleichtert.

## »Die »Dynamische Einführung in die Mechanik« ist ein Musterbeispiel für ein fachdidaktisches Projekt zur Verbesserung der Unterrichtspraxis.«

PROF. DR. REINDERS DUIT

Als ein großer Vorteil für die Umsetzung hat sich gezeigt, dass das Konzept mit einer kurzen Einweisung der Lehrer und ohne Eingriff in ihre methodische und zeitliche Unterrichtsgestaltung implementierbar ist. In der Wirkungsanalyse, der von Unterrichtstagebüchern bis zu Prä-, Post- und Follow-up-Tests eine Vielzahl diverser Datenquellen zugrunde lagen, wurde sichtbar, dass das Kraftstoßprinzip den üblichen Zugängen zur Mechanik deutlich überlegen ist: Die konsequente Orientierung an Schülervorstellungen und die Einbindung physikalischer Begrifflichkeiten in Alltagssituationen ermöglichte die Konstruktion einer Sach- und Vorstellungsstruktur, die zu höheren Lernerfolgen führt. Nicht zuletzt bemerkenswert war der Umstand, dass die Jungen den Mädchen im Prä-Test in der Kontrollgruppe überlegen waren und dieser Unterschied in der Kontrollgruppe erhalten blieb – in der Treatmentgruppe aber ließen sich nach der Anwendung des Konzepts im Unterricht keine signifikanten Unterschiede mehr feststellen.

**BIOGRAFIEN** Das Konzept »Dynamische Einführung in die Mechanik« wurde von den Fachdidaktikern Dr. Verena Tobias, Dr. Christine Waltner, Prof. Dr. Martin Hopf, Prof. Dr. Hartmut Wiesner und Prof. Dr. Thomas Wilhelm an der Ludwig-Maximilians-Universität München entwickelt.

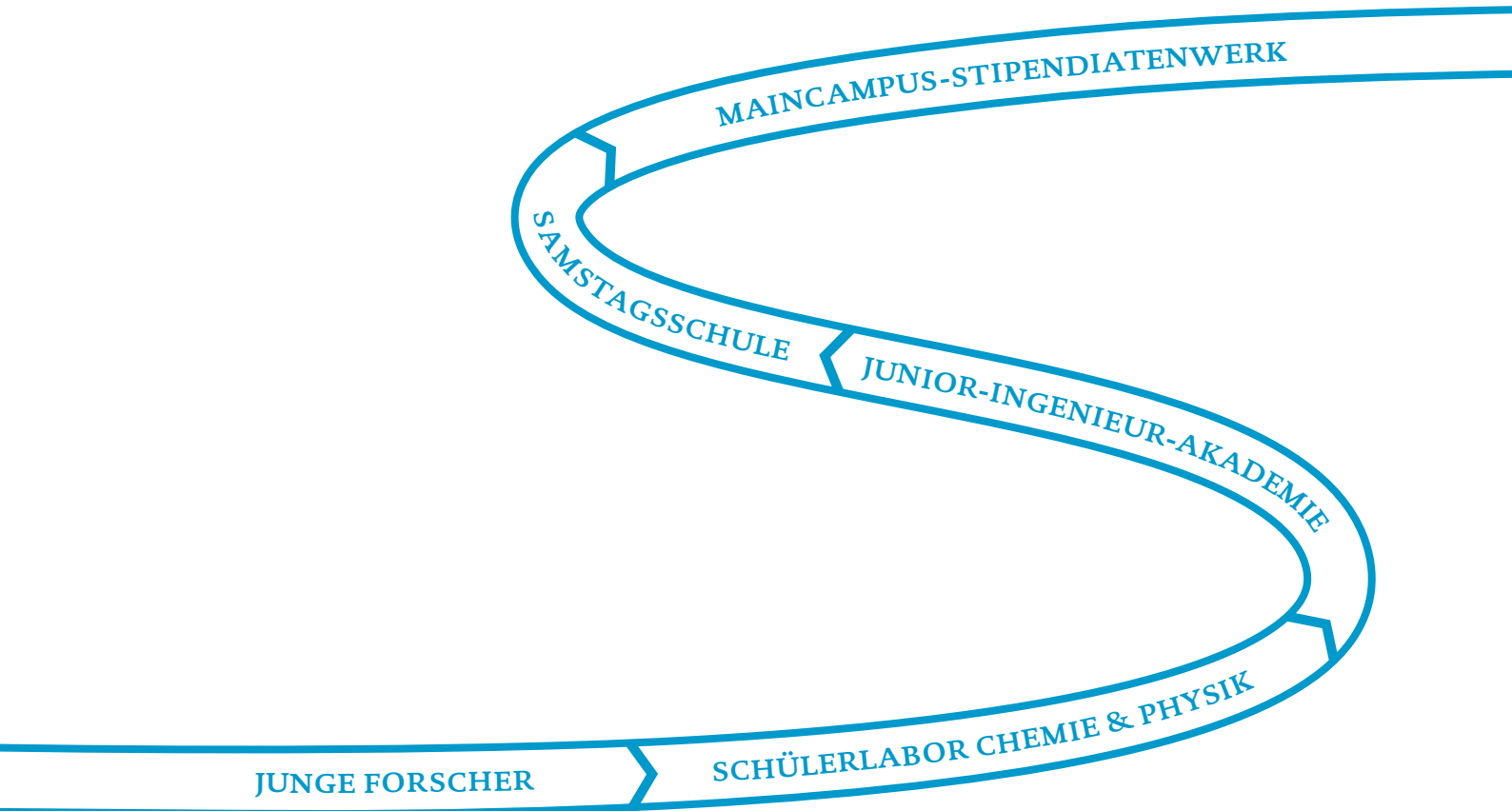


Dr. Verena Tobias, Dr. Christine Waltner, Prof. Dr. Martin Hopf, Prof. Dr. Hartmut Wiesner und Prof. Dr. Thomas Wilhelm

### » KURZINFO «

- Die Newtonsche Mechanik wird anhand zweidimensionaler Bewegungen über das Kraftstoßkonzept eingeführt
- Schülervorstellungen wurden bei der Entwicklung des Konzeptes berücksichtigt
- Das Konzept ist für den Anfangsunterricht über Mechanik entwickelt worden
- Das Konzept ist mit einer kurzen Lehrereinweisung und ohne Eingriff in die methodische und zeitliche Unterrichtsgestaltung implementierbar
- [www.thomas-wilhelm.net/2dd.htm](http://www.thomas-wilhelm.net/2dd.htm)

## PROJEKTKETTE HINFÜHRUNG ZU NATUR- WISSENSCHAFTEN UND TECHNIK



Die Stiftung Polytechnische Gesellschaft hat eine Projektkette entwickelt, um junge Menschen in Frankfurt frühzeitig und kontinuierlich entlang der Bildungsbiografie an den Bereich Wissenschaft und Technik heranzuführen. Das Projektportfolio unterstützt sowohl die wissenschaftliche Grundbildung als auch die Förderung von besonderen Talenten.

Im Projekt »Junge Forscher – Wer wir sind und was wir tun« erzählen Studierende und Doktoranden der Physik Drittklässlern von sich und der Begeisterung für ihre Arbeit. Mit einfachen Versuchen wecken sie das natürliche Interesse der Kinder an naturwissenschaftlichen Phänomenen.

Vom Grundschüler bis zum Abiturienten bietet das von der Stiftung geförderte »Goethe-Schülerlabor Chemie & Physik« jeder Leistungsstufe einen interdisziplinären Zugang zu naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Durch eigenständiges Experimentieren wird die Lust an den Naturwissenschaften gefördert.

In der Mittelstufe widmen sich Schüler in der »Junior-Ingenieur-Akademie« zwei Jahre lang einem naturwissenschaftlich-technischen Thema. Ziel ist es, die Schüler für ein naturwissenschaftliches Studium zu begeistern.

In der »Samstagsschule für begabte Handwerker« werden die besten Gesellen durch ein begleitendes Training motiviert, sich gezielt auf den Weg zur Führungskraft im Handwerk zu machen.

Spitzenförderung leistet die Stiftung mit dem »MainCampus-Stipendiatenwerk«. Hier werden die besten Studierenden, Doktoranden und Nachwuchswissenschaftler in Erziehungsverantwortung an den Frankfurter Hochschulen gefördert.

Mit dem »Polytechnik-Preis« schließt sich der Kreis. Die Stiftung will bundesweit erfolgreiche Unterrichtskonzepte in den MINT-Fächern identifizieren und Impulse in die Schulen geben, um den naturwissenschaftlichen Unterricht in Frankfurt am Main weiter zu verbessern.

## DIE STIFTUNG AUF EINEN BLICK



Das Polytechniker-Haus,  
neues Domizil der Stiftung  
im Herzen Frankfurts

Die Stiftung Polytechnische Gesellschaft wurde im Jahr 2005 von der Polytechnischen Gesellschaft e. V. errichtet. Sie leitet ihre Tätigkeit aus der polytechnischen Tradition ab, die sich aus der deutschen Aufklärung speist. Deshalb prägen Bildung und Verantwortung im umfassenden Sinne den Inhalt der Stiftungstätigkeit. Die Stiftung sieht sich als »Werkbank« in der Stadtgesellschaft Frankfurt am Main und ist operativ und fördernd in drei Themenfeldern aktiv:

1. Bildung, Wissenschaft und Technik;
2. Kunst, Kultur und Pflege des kulturellen Erbes;
3. Soziales, Humanitäres und Karitatives.

Die Stiftung möchte dazu beitragen, dass sich Frankfurt zu einem Modell für eine moderne und bürgernahe Stadtgesellschaft entwickelt und dass die Position Frankfurts innerhalb Deutschlands und im Vergleich mit anderen Metropolen gestärkt wird. Deshalb unterstützt die Stiftung mit ihrer Arbeit den Zusammenhalt in der Stadt und die Öffnung der Stadt nach außen.

Sie ergreift die Initiative zu innovativen Projekten und gewährleistet eine professionelle Umsetzung und Evaluation. Dabei nutzt sie ihr Privileg als unabhängige Stiftung, um Neues zu erproben und die bestmöglichen Lösungen für die von ihr behandelten Probleme zu erarbeiten.

## IMPRESSUM

### Verantwortlich für den Inhalt

Stiftung Polytechnische Gesellschaft  
Frankfurt am Main  
Der Vorstand

Untermainanlage 5  
D-60329 Frankfurt am Main  
Telefon 069-78 98 89-0  
Telefax 069-78 98 89-900  
[www.sptg.de](http://www.sptg.de)

### Design

Schramm Kommunikationsdesign  
Sebastian Schramm, Franziska Knab,  
Markus Matheisl (Projektmanagement)

### Redaktion

Markus Matheisl, Dr. Wolfgang Eimer

### Lektorat

Michael Köhler

### Bildbearbeitung

Felix Scheu photo retouch

### Bildnachweis

Alle Rechte liegen vor.

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit schließt die männliche Form die weibliche Form im vorliegenden Text mit ein.

© 2011 Stiftung Polytechnische Gesellschaft  
Frankfurt am Main





Stiftung  
**Polytechnische  
Gesellschaft**  
Frankfurt am Main

Untermainanlage 5  
D - 60329 Frankfurt am Main  
Telefon 069 - 78 98 89 - 0  
[www.sptg.de](http://www.sptg.de)