

# Habt ihr schon gewusst 200 ... Paradigmenwechsel

---

Derzeit stehen wir in der Physik einer gewaltigen Herausforderung gegenüber:

- Forderungen durch die Umfrageergebnisse ... der letzten Jahre ... politische Aspekte, die direkt in die Fächer spielen ...
- Umsetzung sinnvoller didaktischer Änderungen – Pflichtvorgaben der **Bildungsstandards**
  - **Schülerzentrierte** Unterrichtsformen ... **Teamarbeit** ... **Selbstständigkeit** ... **Selbstverantwortung** auf Schülerseite!
  - Forderung nach **differenziertem Unterricht**
  - **Fehlerkultur** ... Unterscheidung zwischen Lern- und Testphase
  - **Physikverständnis** ... keine zerrechnete Aufgabenphysik ...
  - **Strukturen und Analogien** ... z.B. Strom-Antrieb-Widerstandskonzept
  - Sinnvolle didaktische Beschränkung ... **reflektierter Umgang mit der Mikroebene** ... keine sinnlose – verfrühte – Teilchenmodelle in der SI ... Teilchenmodell als Werkzeug NUR an der richtigen Stelle.
  - **Naturwissenschaftliche Arbeitsweise** ... Experimente sind kein Selbstzweck ... Experimente sind theoriegeleitet ...
  - **Schülerpraktika kritisch gesehen** – falsch organisiert, führen Schülerexperimente zu keinem Zugewinn ...
  - **Abprache mit anderen Fächern** ... z.B. Aggregatzustände und Phasenübergänge steht im Chemie-Bildungsstandard ...
  - **Nachhaltigkeit**
  - **Alltagsbezug**
  - ... so könnte man die Liste fortsetzen ...
- Einführung des **G-8**
- Abstimmung mit dem neuen **Kernfach NwT** ... UND Herausforderung, sich als Physiklehrkraft hier einzuarbeiten

Meine Unterrichtserfahrungen umfassen mehr als 35 Jahre. Viele Jahre lang wurden in der Physik nur Fachinhalte geringfügig umsortiert. UND nun dieser Ansturm an Veränderungen. Es sollte also niemanden wundern, dass diese Herausforderungen von einigen Seiten als „unangenehm“ empfunden werden und nicht überall willkommen sind. Damit keine Missverständnisse entstehen: Viele Kolleginnen und Kollegen haben auch ohne Lehrplanvorgabe immer schon viele der oben angesprochenen Innovationen im Unterricht umgesetzt – und viele der Aspekte standen „unverbindlich“ im Kopf oder Vorwort der alten T-Lehrpläne. Wirklich neu ist eigentlich nur die verpflichtende Vorgabe diese Aspekte nicht nur zu „überlesen“, sondern auch real umzusetzen.

UND dann stehen wir zusätzlich zu den oben angesprochenen Veränderungen auch noch einem **Paradigmenwechsel in der Experimentierkunst** gegenüber. Datenlogger der neuen Generation ermöglichen „Freihandexperimente“ mit Messergebnissen, die jedes Laborexperiment der „alten Generation“ bei weitem in den Schatten stellt ... UND das zu einem erstaunlich günstigen Preis.

... so z.B. das System „Xplorer GLX“ und die umfassenden Sensoren der Firma CONATEX.

→ siehe <http://www.conatex.com/shop/index.php>

Vielleicht helfen **einige Tipps** für die eigene Vorbereitung ... UND dabei denke ich keinesfalls nur an die Organisation einer Prüfungslehrprobe.

## NATURWISSENSCHAFTLICHE ARBEITSWEISE

Im Bildungsstandard steht bei den Fachmethoden: Die Schülerinnen und Schüler können die naturwissenschaftliche Arbeitsweise (Hypothese, Vorhersage, Überprüfung im Experiment, Bewertung ...) anwenden.

...

Will man den Unterricht im Sinne der naturwissenschaftliche Arbeitsweise organisieren, so beginnt die Stunde z.B. mit einer Zielformulierung (... so offen wie möglich und so konkret wie notwendig...). Die Klasse und der Lehrer führen einen Dialog und formulieren Hypothesen; hierbei lenken die Schülerinnen und Schüler den Unterricht ... Sackgassen sind zulässig, in dieser Phase gibt es keine „falschen Hypothesen“, die der Lehrer ganz schnell aussondert – bzw. „überhört“ –, um möglichst schnell sein Lernziel zu erreichen. Die diskutierten Hypothesen führen zu Vorhersagen, die im Experiment überprüft werden können. Die Schülerinnen und Schüler wissen, dass im Experiment ihre Vorhersagen falsifiziert oder verifiziert werden. Sie wissen, dass im Falle einer Falsifizierung ihrer Vorhersage, die zu Grunde liegende Hypothese falsch war – UND sie wissen, dass bei einer Verifizierung ihrer Vorhersagen noch lange kein Beweis vorliegt, dass damit nur das Vertrauen in diese Hypothese gestärkt wird .

## EXPERIMENT UND PRÄSENTATION

Im Idealfall werden diese Experimente zur Überprüfung der Hypothesen in einer Physiksammlung vorhanden sein und eventuell in einem Praktikum von den Schülerinnen und Schülern selbstständig ausgeführt – Fehler diskutiert, eine Dokumentation verfasst und die Ergebnisse der Klasse mit mehr oder weniger „neuen Medien“ präsentiert.

## SIMULATOREN

Bei einigen Themenstellungen sind Schulexperimente prinzipiell nicht möglich (z.B. Experimente der Raumfahrt), finanziell nicht erschwinglich oder gefährlich (z.B. Experimente im Bereich der Kernphysik oder der Quantenphysik ... oder der Aerodynamik). Bei diesen Randbedingungen greifen andere Möglichkeiten – so z.B. könnten die Schülerinnen und Schüler im Internet nach Ergebnissen selbst suchen, Experten befragen oder die Lehrkraft liefert den Abschluss dieser „Arbeitskette“ in einem Lehrerreferat – ODER die Schülerinnen und Schüler greifen zu einem Simulationsprogramm.

So z.B. findet man im Internet einen „**virtuellen Windkanal**“, in dem die Schülerinnen und Schüler den Auftrieb an Tragflächen durch eigene „virtuelle Experimente“ entdecken können.

... siehe z.B. <http://www.planet-schule.de/warum/fliegen/themenseiten/t2/s1.html>

## RECHEN-SIMULATOREN

Bei der Verwendung eines Simulators kann man zwei Varianten unterscheiden. – so genannte „Rechen-Simulatoren“ und „Realexperiment-Simulatoren“. Ein „Rechen-Simulator“ berechnet seine Bildschirmausgabe auf der Basis des Naturgesetzes, das er darstellen will. Diese Art von Simulator hat im besten Falle – und der ist leider nicht immer erfüllt – den Charakter einer Veranschaulichung. Es sollte deutlich werden, dass ein Simulator dieser Art in keinem Fall zur Vertrauensbildung bezüglich einer Hypothese beitragen kann. Nur die Tatsache, dass ein Verlag viel Geld investiert hat, um diesen Simulator zu programmieren und der Umstand, dass der Physiklehrer diesen Simulator für teures Geld erworben hat und im Unterricht einsetzt, führt zu einem gewissen Vertrauensbeweis in einem nicht-naturwissenschaftlichen Sinne – mehr aber auch nicht. So z.B. kann ein „Rechensimulator“ für Einzelphotonenexperimente am Doppelspalt, der die Interferenzmuster bei verschiedenem Spaltabstand und Einzelspaltgröße berechnet und animiert darstellt, die komplexen Zusammenhänge verdeutlichen und damit eine methodische Hilfestellung sein, auch wenn er nicht mehr zeigt, als die Gesetze hergeben, nach denen er programmiert wurde. Seine Stärke liegt in diesem Fall in der dynamischen Darstellung verbal gebotenen Zusammenhänge und „statischer Bilder“

## REALEXPERIMENT-SIMULATOREN

„Realexperiment-Simulatoren“ berechnen ihre Bildschirmausgaben nicht auf der Basis eines Gesetzes, das sie veranschaulichen wollen, sondern sie bestehen im Prinzip aus einer Sammlung von Photographien eines Realexperiments, die auf dem Computer nur schnell und bedienungsfreundlich dargestellt werden. So z.B. liefert ein „Realexperiment-Simulator“ für Einzelphotonenexperimente bei dem oben angesprochenen Doppelspalt eine Reihe von Photographien eines Realexperiments und hat damit mindestens die Aussagekraft eines Schulbuchs, in dem diese Interferenzmuster abgebildet sind und kann daher gewisse Aspekte der Verifikation bei Vorhersagen in der „naturwissenschaftlichen Schlusskette“ abdecken. Diese

Realexperiment-Simulatoren wirken zudem - wenn sie gut programmiert sind – motivierend und anschaulich.

## MODELLBILDUNGSSYSTEME

Im Bildungsstandard steht bei den Fachmethoden: Die Schülerinnen und Schüler können Modellbildungssysteme bei einfachen Beispielen einsetzen und die Ergebnisse reflektieren. Der Bildungsstandard verlangt verpflichtend den Einsatz der sogenannte „Modellbildungssysteme“, die in der Phase der Hypothesenbildung eine wichtige Rolle spielen können. Wenn die Zielsetzung des Unterrichts z.B. die Behandlung einer harmonischen Schwingung ist, wird man die Differenzialgleichung der Mechanik ( $F=m \cdot ds/dt$ ) mit der Rückstellkraft ( $F = -D \cdot s$ ) verbinden und die resultierende Differenzialgleichung geschlossen lösen. Im Realexperiment stellen die Schülerinnen und Schüler schnell fest, dass sowohl die Dämpfung als auch die Abhängigkeit der Periode von der Amplitude in dieser geschlossenen Lösung des „Idealfalls“ nicht enthalten ist. Sie können in dieser Modellbildungssoftware diesen Realfall, den sie mit der Schulmathematik nicht mehr geschlossen lösen können, „modellieren“, die Parameter am Realexperiment eichen und die Ergebnisse des „Modellbildungssystems“ mit dem Realexperiment vergleichen. Die Betonung der Reflexion der Modellierung und der Passgenauigkeit hat hierbei einen besonderen Stellenwert. Vor allem bei komplexen Problemstellungen haben sich diese Modellbildungssysteme gut bewährt. Zudem kann dieser Einsatzbereich die physikalische Intuition schulen. Vor allem wenn die Modellbildung ein Diagramm liefert, bei dem die Interpretation nicht trivial ist. Meine Unterrichtserfahrungen empfehlen das Modellbildungssystem „Moebius“: Modelle einfach bilden und simulieren. Diese Software ist „für zu Hause“ kostenlos und für die Schule sehr kostengünstig.

... siehe → <http://www.mintext.de/>

## HAUSARBEITSBEREICH

Für die Vor- oder Nachbereitung eines Realexperiments in der Hausarbeit oder für eine kurze anschauliche Demonstration innerhalb einer Präsentation gibt es z.T. Argumente, einen Simulator – Rechen- oder Realexperiment-Simulator – einzusetzen.

Aus meiner Unterrichtserfahrung eignet sich die Software: Crocodile Physics in ganz besonderer Weise für den schülerzentrierten Unterricht – UND vor allem auch für den Hausarbeitsbereich, wenn eine umfassende Schullizenz vorliegt, die auch den Einsatz der Software durch alle Schülerinnen und Schüler „zu Hause“ erlaubt.

→ <http://www.crocodile-clips.com/german/crocodile/physics/>

## LERNSOFTWARE

Es gibt didaktische Ansätze, die den Einsatz einer Physik-Lernsoftware innerhalb der Hausarbeit im Sinne eines „Vokabeltrainers“ befürworten. Wenn diese Software darauf abzielt, physikalische Fachmethoden zu schulen, wäre das ein positiver Ansatz. Wenn diese Software aber z.B. nur dazu dient, irgendwelche Naturgesetze, Formeln usw. auswendig zu lernen, gewissermaßen „einzutrichtern“, hat diese Art von Lernsoftware innerhalb der Physik mit Sicherheit sehr kurze „didaktische Beine“.