

## Habt ihr schon gewusst 182 ... Strukturen und Analogien

---

Nach den Bildungsstandards besteht eine Verpflichtung, Strukturen und Analogien zu unterrichten.

Mehrere Briefe von Kolleginnen und Kollegen enthalten folgende Frage:

*" Müssen wir z.B. nach der Behandlung der Themen in der Mechanik, in der E-Lehre, in der Wärmelehre nun noch anschließend die Analogien unterrichten?"*

Im Rahmen des Schulcurriculums und vor allem im Rahmen der Methodenfreiheit hat jede Physiklehrkraft die Verpflichtung, einen passenden Lernweg für die Schülerinnen und Schüler zu organisieren. Natürlich wäre der obige Vorschlag möglich – aber aus meiner persönlichen Sicht – werden auf diesem Weg Lernchancen verschenkt.

Die Bildungsstandards sind mit der Vorgabe angetreten, die Stoff-Fülle hinreichend zu senken, ohne die wesentlichen Grundlagen zu beschneiden ... mit deutlicher Betonung des Physikverständnisses.

Setzt man die Analogie nicht hinterher, sondern bei der Behandlung der Themen selbst als WERKZEUG ein, ist das eine optimale Möglichkeit folgende Pflichtvorgaben der BS zu erreichen:

- nachhaltiger Physikunterricht
- Strukturen und Analogien als Werkzeug auf dem Weg zu einem hinreichenden Physikverständnisses
- Teamarbeit ...
- schülerzentrierter Unterricht
- positive Fehlerkultur
- selbstständiges und selbstverantwortliches Lernen.

Diese Ziele sind in einem lehrerzentrierten oder gar suggestiven Frontalunterricht der „alten Form“ wohl kaum zu erreichen.

### Mögliche Umsetzungen

---

#### **Entdeckung | Konstruktion eines neuen Themas**

Bei dieser Unterrichtsvariante werden ein oder zwei Themen (z.B. Mechanik und E-Lehre) behandelt und ein drittes Thema „in Analogie“ von den Schülerteams selbst entdeckt. Sie können Strukturen aufbauen und die mathematische Beschreibung selbst formulieren.

#### **Parallel-Lernen**

Ein innovativer Ansatz wäre z.B. auch die Behandlung der verschiedenen Physikthemen (Gebiete) in Analogie "parallel" neben einander ...

#### **Analogie als Werkzeug bei Problemstellungen**

Didaktische Untersuchungen zeigen, dass sich sogar Physikstudenten in der Elektrostatik sehr gut auskennen ... ABER in der Magnetostatik erhebliche Defizite haben. Problemstellungen aus der Magnetostatik sind durch eine „analoge Übertragung“ in die E-Lehre erstaunlich einfach zu lösen.

#### **Grenzen von Modellvorstellungen und Analogien**

Selbstverständlich gehört zu einer hinreichenden Behandlung eines Werkzeugs auch die Behandlung der Einsatzmöglichkeiten ... und Grenzen!

Alle Werkzeuge können sinnvoll und sinnlos eingesetzt werden ... UND keine Modellvorstellung ist richtig oder falsch – Modellvorstellungen sind sinnvoll oder werden sinnlos eingesetzt.

Diese kritische Reflexion der Fähigkeiten von Werkzeugen, Konzepten und Modellvorstellungen sind ein eigener Schwerpunkt in diesem Unterrichtskonzept!

## kleine Auswahl an Ideen ... exp. Beispiele

---

### Energie-Analogien

Die Analogie zwischen den Energieformeln  $\frac{1}{2} m \cdot v^2$ ,  $\frac{1}{2} C \cdot U^2$ ,  $\frac{1}{2} L \cdot I^2$ ,  $\frac{1}{2} D \cdot s^2$  werden wohl in allen Schulbüchern beschrieben und liegen auf der Hand.

### Differentialgleichungen

Die Analogie zwischen den Differenzialgleichungen bei den mechanischen harmonischen Schwingungen und den elektromagnetischen Schwingungen sind sicher bekannt. Interessant ist in diesem Zusammenhang, welche der jeweiligen Größen in welchem Vergleich als „analog“ angesehen werden ... das ist von Fall zu Fall unterschiedlich!

### Elektrostatik - Magnetostatik

Die vier Maxwellgleichungen sind die Grundlage der gesamten Elektrodynamik. Dass die Elektrostatik und die Magnetostatik strukturgleich sind, wurde schon so oft beschrieben, dass ich diese Analogie hier nicht darstelle. Wenn sie nicht bekannt ist – bitte schreiben.

### Strom Antrieb Widerstand

→ siehe z.B.: Habt ihr gewusst 139 Strom-Antrieb-Widerstand

→ siehe z.B.: Habt ihr gewusst 154 Material CONATEX Strom-Antrieb-Widerstand

### Spirometer

Ein schönes Beispiel für die Möglichkeit dieses Werkzeugs ist die Erklärung der Funktionsweise eines "Spirometers" (Lungenvolumenmessgerät) in Analogie zur Ladungsbestimmung in der E-Lehre.

→ siehe z.B.: Habt ihr gewusst 154 Material FK024 Spirometer

### Reaktionswiderstand → Physik-Chemie-Analogie ...

- Man behandelt in Abstimmung mit der Chemie-Fachschaft die Analogie der mengenhaften physikalischen Größen ( ... z.B. Impuls, Entropie, elektrische Ladung) mit den "Chemiegrößen" "Reaktionsrate" ... "Reaktionsantrieb" ... und "Reaktionswiderstand".

### experimentelle Variante A

- Man fragt die Schülerinnen und Schüler, ob man mit einem Streichholz „Bärlappsamen“ oder „Milchpulver“ anzuzünden kann.
- Im Regelfall wird das verneint. Es steht die Frage im Raum, ob Bärlappsamen oder Milchpulver überhaupt brennt.
- Das anschließende Experiment „Staubexplosion“ ( ... dazu gibt es perfekte Schulgeräte, die aus einem durchsichtigen Plastikbehälter bestehen, der mit einem Deckel verschlossen werden kann. In dem Plastikbehälter steht eine Kerze neben einem Porzellantiegel. Über einen Schlauch kann man Luft so einblasen, dass das Milchpulver oder der Bärlappsamen in dem ganzen Plastikbehälter „fein zerstäubt“ wird ... ) überzeugt die Schülerinnen und Schüler von der „Brennbarkeit“ des verwendeten Pulvers.
- Die Teams diskutieren nun, welche der "Chemiegrößen": "Reaktionsrate", "Reaktionsantrieb" oder "Reaktionswiderstand", durch die „Zerstäubung“ verändert wurde.

### experimentelle Variante B

In Analogie zur Staubexplosion – oder als anschließende Ergänzung – kann man den Teams vorführen, dass man Alupulver mit einem Streichholz nicht anzünden kann. Interessant wäre die Vorhersagen der Schülerinnen und Schüler auf die Frage: Kann man Alupulver überhaupt „verbrennen“.

Zum Erstaunen der Schülerinnen und Schüler ergibt sich ein Feuerball, wenn man feines Alupulver in ein Glasrohr gibt und es dann in die Flamme eines Bunsenbrenners bläst.

### experimentelle Variante B

Die Teams diskutieren, warum Eisen rostet ... aber Stahlwolle in der Bunsenflamme hell leuchtend „verbrennt“?

### experimentelle Variante C

- Man zündet eine einzelne Wunderkerze an und sammelt die Vorhersagen der Schülerinnen und Schüler für den Fall, dass man die brennende Wunderkerze in Wasser eintaucht. UND die Teams sollen zusammen mit der Vorhersagen die Hypothesen, Theorien formulieren, auf denen diese Vorhersage basiert.

- Im Regelfall erwarten die Schülerinnen und Schüler, dass die Wunderkerze "ausgeht". Das Experiment bestätigt diese Vorhersagen. Die Erklärung von Schülerseite: Im Wasser fehlt der Wunderkerze der Sauerstoff ... UND das Wasser kühlt die Wunderkerze zu sehr ab.
- Der nächste Schritt provoziert die Teams, ein Experiment zu formulieren, in dem die Abkühlungshypothese überprüft wird ...
- Mögliche Vorschläge: Das Wasser erhitzen ... oder mehrere Wunderkerzen gleichzeitig in das Wasser zu stecken ...
- Wenn man fünf oder mehr Wunderkerzen mit Tesafilm umwickelt, anzündet und dann ins Wasser wirft, brennen die Wunderkerzen unter Wasser weiter.
- Naheliegend ist dann die Frage: Woher bekommen die Wunderkerze ihren Sauerstoff für die Verbrennung? ....

Analogien ganz unterschiedlicher Art können von den Schülerinnen und Schüler nach diesem Motivationsexperiment selbstständig gefunden werden:

- Analogien zu Feststoffraketen → das Oxidationsmittel wird in der Substanz "mitgeliefert" ...
- Analogien zwischen dem Reaktionswiderstand und dem elektrischen Widerstand ... in beiden Fällen sind die "Widerstände" eine Funktion der Temperatur ...
- Temperaturerhöhung durch Bündelung der Wunderkerzen ... Temperaturerhöhung des Glühfadens bei Glühlampen durch "Bündelung" der Glühwendel als "Doppelwendel" ...