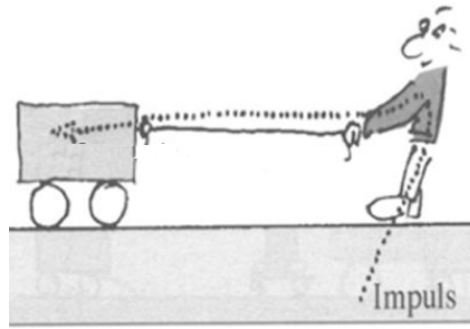


667e – Physik und Wirklichkeit

In einem Gutachten der DPG – Deutsche Physikalische Gesellschaft – wird behauptet - Zitat:

"Es gibt diesen Strom in der Natur nicht. Damit hat der KPK-Impulsstrom auch keinen Platz im Gebäude der Physik und ganz gewiss auch nicht im Physikunterricht."



Willy pumpt Impuls aus der Erde in den Wagen.

Quelle: KPK-Skript

Mit "Strom" ist in diesem Zitat der "Impulsstrom" gemeint. Wenn ein Wagen A auf einer Schiene steht und durch eine Person B in Richtung der positiven x-Achse beschleunigt wird, dann wächst der Impuls des Körpers A. Nun kann man diskutieren, woher dieser Impuls kommt, den der Wagen A nach der Beschleunigung hat.

Mit „KPK“ ist in diesem Zitat ein Unterrichtsgang in einem Schulbuch gemeint.

Arbeitsauftrag

- [01] Diskutiere in deinem Team das oben dargestellte Experiment.
- [02] Spiele dieses Experiment im Team nach.
- [03] In dem Gutachten wird behauptet, dass es den „Impulsstrom“ in der Natur nicht gibt.

Andere Schulbuchautoren behaupten: Dass es in der Natur „Kräfte“ tatsächlich/wirklich gibt und plädieren deshalb dafür, dass man deshalb die physikalische Größe Kraft unterrichten soll und dass man den Impulsstrom vermeiden soll, weil es ihn „halt nicht wirklich gibt“ .

Diskutiere die Frage: „Gibt es Kräfte in der Wirklichkeit“?
Gibt es den Impulsstrom „in der Natur“ / „in Wirklichkeit“ ... ?
Gibt es die physikalischen Größen „in der Natur“ / „in Wirklichkeit“ ...?

- [04] Wie hängen die Physik und die „Wirklichkeit“ (oder Natur) – was immer man darunter verstehen will – zusammen?

Lösungsansätze:

Eigentlich wissen wir seit Galileo, dass die Physik nicht die Natur beschreibt so beschreibt → wie sie ist, sondern dass wir nur Theorien/Modellvorstellungen formulieren, mit denen wir in der Natur Vorhersagen machen können. In meinem Hochschulstudium (ein absolut konventionelles Studium an der Universität Stuttgart) habe ich gelernt, dass z.B. Kräfte „Modellvorstellungen“ sind, die wir Menschen uns ausdenken und als Physiktheorie fassen, um die oben genannten Vorhersagen in Experimenten machen zu können.

Zitat aus „Der Teil und das Ganze, Piper & Co Verlag München“ :

„Die Ratio gibt den Aufbau des Systems; die Erfahrungsinhalte und ihre gegenseitigen Beziehungen sollen durch die Folgesätze der Theorie ihre Darstellung finden. In der Möglichkeit einer solchen Darstellung allein liegt der Wert und die Berechtigung des ganzen Systems und im besonderen auch der ihm zugrunde liegenden Begriffe und Grundgesetze. Im übrigen sind letztere freie Erfindungen des menschlichen Geistes, die sich weder durch die Natur des menschlichen Geistes noch sonst in irgendeiner Weise a priori rechtfertigen lassen.“

Falk, G., Ruppel, W.: Mechanik, Relativität, Gravitation, Springer-Verlag Berlin 1973, S. 2

„Tatsächlich sind die physikalischen Größen Erfindungen des menschlichen Geistes, die dazu dienen, die verwirrende Fülle der uns umgebenden Erscheinungen durch einfache Regeln überschaubar zu machen.“

Hawking, 1991: „Gut ist eine Theorie, wenn sie zwei Voraussetzungen erfüllt: Sie muss eine große Klasse von Beobachtungen auf der Grundlage eines Modells beschreiben, das nur einige wenige beliebige Elemente enthält, und sie muss bestimmte Voraussagen über die Ergebnisse künftiger Beobachtungen ermöglichen.“

Bei jedem „physikalischen Experiment“¹ sollten die Schülerinnen und Schüler lernen, dass diese Experimente „theoriegeleitet“ sind². Es gibt keine Experimente, die ohne eine zuvor formulierte Hypothese | Modellvorstellung | Theorie und eine Vorhersage über den Ausgang des Experiments stattfinden. Auch wenn man aus dem Blickwinkel des „Wissenden“ durch „Gewohnheit“ oder „Eingefahrenheit“ meint, dass es nicht so ist, sollte man unseren Physik-Titanen glauben:

- Galileo:** Experimente sind immer „theoriegeleitet“ ... wir können nur messen, was wir auch messen wollen ...
- Einstein:** „Die Theorie bestimmt, was gemessen wird ... Abstraktion der Realität zu „einfachen Verhältnissen“, die wir messtechnisch erfassen können, die wir „unter Kontrolle“ haben, gehen dem Experiment voraus!
- Hawking:** Jede physikalische Theorie ist insofern vorläufig, als sie nur eine Hypothese darstellt: Man kann sie nie beweisen. Wie häufig auch immer die Ergebnisse von Experimenten mit einer Theorie übereinstimmen, man kann nie sicher sein, dass das Ergebnis nicht beim nächsten Mal der Theorie widersprechen wird. Dagegen ist eine Theorie widerlegt, wenn man nur eine einzige Beobachtung findet, die nicht mit den aus ihr abgeleiteten Voraussagen übereinstimmt.
- Popper:** ... In seiner «Logik der Forschung» nennt Karl Popper als Merkmal einer guten Theorie, dass sie eine Reihe von Vorhersagen macht, die sich im Prinzip auch jederzeit durch Beobachtungsergebnisse widerlegen, falsifizieren, lassen müssen ... Immer wenn die Beobachtungen aus neuen Experimenten mit den Vorhersagen übereinstimmen, überlebt die Theorie und man fasst ein bisschen mehr Vertrauen zu ihr; doch sobald man auch nur auf eine Beobachtung stößt, die von den Vorhersagen abweicht, muss man die Theorie aufgeben oder modifizieren. Zumindest sollte das der Fall sein, doch es sind natürlich stets Zweifel erlaubt an der Fähigkeit derer, die die Experimente durchführen.

¹ ... Überraschungsexperimente, Motivationsexperimente, Demo-Experimente, Experimente als Show am Tag der offenen Tür ... gehören selbstverständlich nicht dazu. Solche „physikalische Aktivitäten“ gehören im Prinzip zu Methoden anderer Art ... wie z.B. das Auflegen einer Folie ... oder das Abspielen eines Filmes ... oder eine gute Erzählung ...

² Die Rolle des Experiments und die naturwissenschaftliche Arbeitsweise wird in Schulbüchern häufig verzerrt oder in unzulässiger Weise vereinfacht: „...**das Experiment ist das zentrale Ereignis der Physik. Wer einem Experiment beiwohnt, erlebt das Wirken der Natur...**“ „...**Das Experiment ist die Sprache der Natur ...**“

Das „Experiment als Sprache der Natur“ zu betrachten ist eine „Übersteigerung“, die zwangsläufig zu Missverständnissen führen muss. Das Experiment ist ein Handwerkszeug – ein sehr wichtiges Handwerkszeug – ein unverzichtbares Handwerkszeug - aber nur ein Handwerkszeug! Und wenn man das Experiment als „Sprache der Natur“ bezeichnet, dann ist das eine gequälte, eingeschränkte, misshandelte Stimme, mit der die Natur - in die „Zwangsjacke“ der quantitativ erfassbare Randbedingungen eingeschnürt - zu uns spricht. Es wird so getan, als ob man nur ein Experiment durchzuführen braucht und die Natur enthüllt **die** Wirklichkeit in den Formeln der Physik. Die Arroganz, die in diesen Zitaten mitschwingt, ist immer noch die zentrale Botschaft in so manchem aktuellen Physikunterricht.

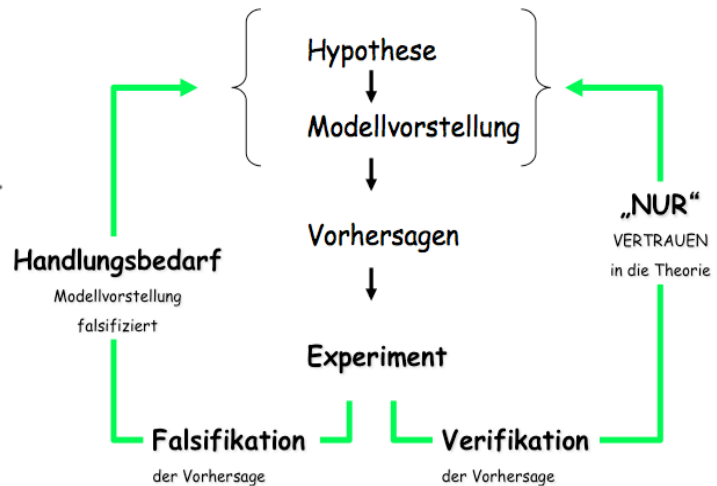
Naturwissenschaftliche Arbeitsweise

Das Diagramm zeigt in einem groben Überblick die **naturwissenschaftliche Arbeitsweise** im Sinne der Reflexion des Vorgehens bei der Findung von „Hypothesen“, „Modellvorstellungen“ ... bis hin zum Naturgesetze. Der Kerngedanke ist:

(a) In der Physik arbeiten wir mit messbaren physikalischen Größen (Quantifizierbarkeit | Gleichheit | Vielfachheit | Einheit) ...



... naturwissenschaftliche Arbeitsweise



(b) Die genauesten im Experiment verifizierten Vorhersagen auf der Basis von physikalischen Modellvorstellungen erfolgen in Bereichen, die sich unserer menschlichen Anschauung völlig entziehen. Extrem „unanschauliche“ Hypothesen, Modellvorstellungen – so z.B. die Nichtlokalität oder die Komplementarität in der Quantenphysik – zeigen uns, dass das menschliche Vorstellungsvermögen (... der „gesunde Menschenverstand“) keine Messlatte für tragfähige Physikgesetze ist. Ein Ablaufschema innerhalb der naturwissenschaftliche Arbeitsweise wird durch folgende Schritte markiert: → Hypothesen, → Modellvorstellungen führen zu → Vorhersagen die (prinzipiell!) durch → Experimente überprüfbar sein müssen. Wenn diese Experimente dazu führen, dass die Vorhersage → falsifiziert wird, dann ist damit die zu Grunde liegende Hypothese, Modellvorstellung falsifiziert. Wenn die Vorhersage → verifiziert wird, dann wächst das Vertrauen in die zu Grunde liegende Modellvorstellung.

(c) ABER schon die nächste Vorhersage könnte in einem Experiment falsifiziert werden ... aus diesem Grund kann man Modellvorstellungen, Naturgesetze usw. prinzipiell nie verifizieren ... oder in mathematischem Sinne gar „beweisen“ ...

(d) Dieser erste Ansatz zeigt deutlich, dass das **Experiment** innerhalb der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise einen wesentlichen Stellenwert hat – ABER an der richtigen Stelle. Schon seit Galilei wissen wir, dass jedes Experiment theoriegeleitet ist ... das sollte auch in der Schulphysik so gehalten werden! Schon im Physikunterricht kann man (... auch in der SI!) in einer der Klassenstufe angemessenen Weise auf diese naturwissenschaftlichen Arbeitsweise eingehen und diese Vorgehen mit der Klasse besprechen ... bzw. reflektieren. Ein Frontalunterricht, bei dem der Lehrer ein der Klasse unbekanntes Experiment ins Zimmer fährt, eine lange Messreihe an Daten aufnimmt, die Klasse durch Suggestivfragen ein „Naturgesetz entdecken“ lässt („die Formel fällt aus der Tafel“), die zugehörige Formel in Rechenaufgaben so lange „geübt“ wird, bis in der nächste Klassenarbeit ein akzeptabler Notendurchschnitt herauskommt, führt sicher nicht bei allen Schülerinnen und Schülern zu keinem nachhaltigen Physik-Unterricht.

Es wäre **wünschenswert**, wenn von (offenen, motivierenden, alltagsbezogenen, die Schülerinnen und Schüler betreffenden ...) Problemstellungen ausgehend zusammen mit der Klasse Hypothesen und Modellvorstellungen erarbeitet werden, die zu Vorhersagen führen, die man in **gemeinsam entwickelten Experimenten** überprüft ... Beispiele für dieses Vorgehen werden wir in den kommenden Veranstaltungen diskutieren.

Literaturhinweise zu diesem Themenkomplex, auf den wir noch mehrfach zurückkommen werden → Karl Popper ISBN 3-8252-2000-1