

# KULTURGENETISCH LEHREN MIT ARISTOTELES, GALILEI UND EINSTEIN



**Prof. Dr. Dr. Marc Eyer**  
Leiter Institut Sek II  
PHBern

**PH**Bern

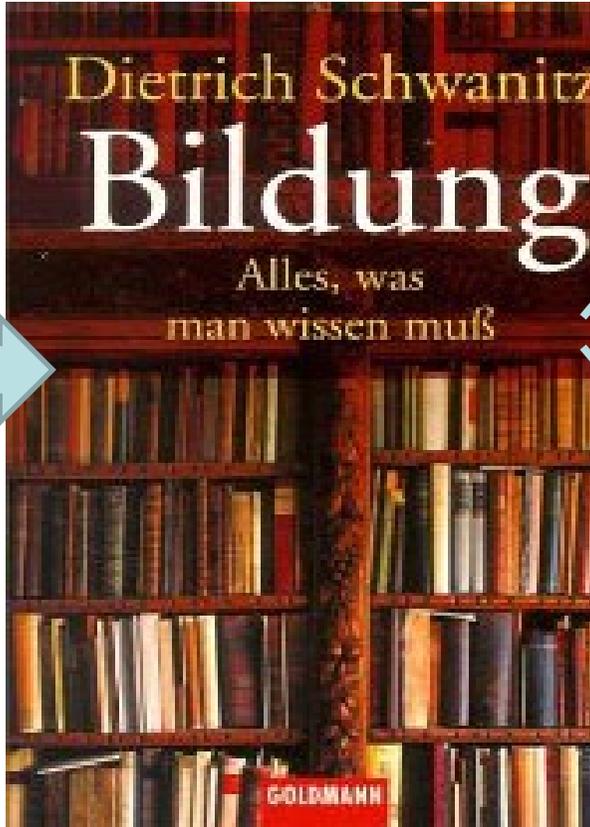
# *Von der Kulturgeneese zur Unterrichtskonzeption*



- Was heisst Bildung?
- Das Dogma der naturwissenschaftlichen Methode
- Drei (vier) Welt-Sichten und ihre Bedeutung für die Pädagogik der Naturwissenschaften
- Beispiel
- Schlussfolgerungen

# Was ist Gegenstand materieller Bildung?

1999



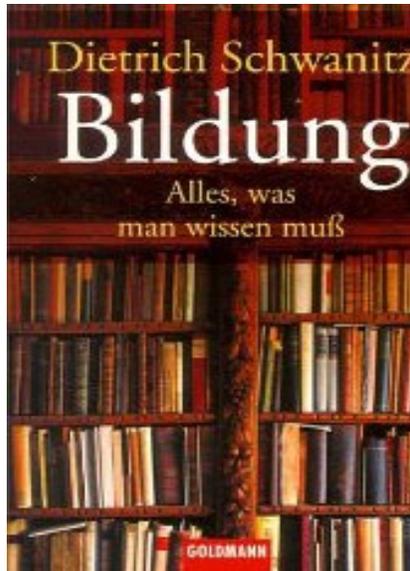
## **Wissen:**

- Geschichte Europas
- Europäische Literatur
- Geschichte der Kunst
- Geschichte der Musik
- Grosse Philosophen, Ideologien, Weltbilder und Theorien
- Geschichte der Geschlechterdebatte

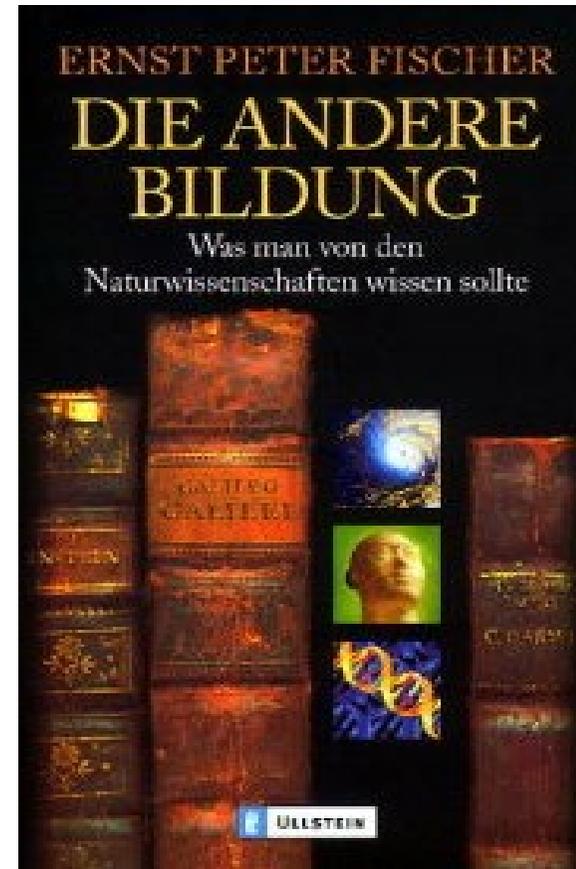
## **Können:**

- Haus der Sprache
- Welt des Buchs und der Schrift
- Länderkunde für die Frau und den Mann von Welt
- Intelligenz, Begabung und Kreativität
- Was man nicht wissen sollte
- Das reflexive Wissen

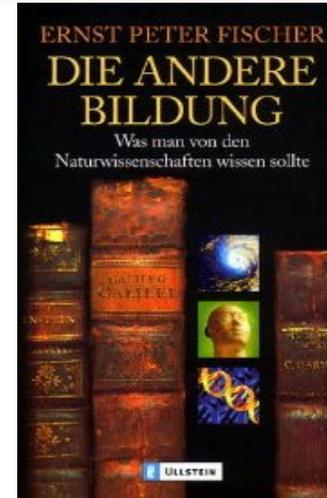
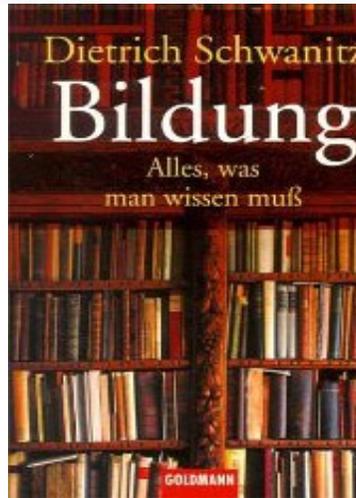
# Was ist Gegenstand materieller Bildung?



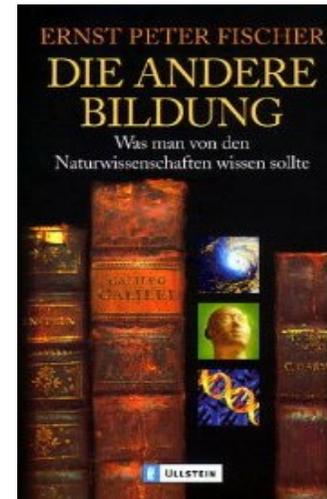
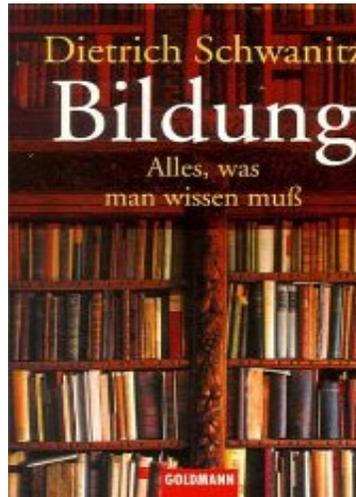
2003



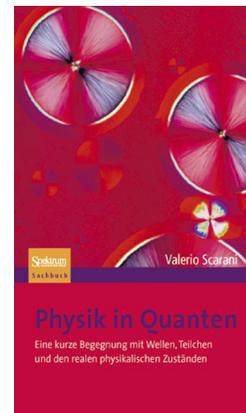
# Fazit?



- *Naturwissenschaften gehören nicht a priori zur „Bildung“*  
→ *vgl. Traditionslinie des klassischen humanistischen Gymnasiums*
- *Behauptungskampf der Naturwissenschaften*  
→ *überreaktionäre Intellektualisierung und Formalisierung, elitäre Abhebung, Entzug der Anschaulichkeit*



*Rivalität zwischen Geistes- und Naturwissenschaften als Relikt der Arroganz des Positivismus im späten 19. Jahrhundert.*  
(Scarani 2003, *Physik in Quanten*)



# Das Dogma der naturw. Methode



- Früher glaubte man - heute wissen wir...
- Methodische «Verwissenschaftlichung» der Schulbildung
  - vom Fachwissenschaftsunterricht (inhaltlich) zum Fachunterricht (inhaltlich) zum Fachwissenschaftsunterricht (methodisch)
  - Propädeutik vs. Allgemeinbildung
- Cognitivism (Bo Dahlin, University of Karlstad, 2001)

*„The basic feature of this trend is a one-sided and exclusive focus on conceptual cognition and concept formation, with a simultaneous neglect of sense experience.“*

- Bo Dahlin verweist auf Husserl (1945) «Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology”:

«We have been blinded by naturalism and by the objective of NSc»

# Kognitivismus



Nathan Wagenschein

**Ein Beispiel für den „cognitivism“ gibt Wagenschein in seinem Interview zu seinem Lebenswerk mit Buck und Köhnlein (1981):**

*Ein Vater beobachtet, wie seine Tochter empört war (das ist beobachtbar), als ein Brot, das sie nicht essen wollte, durchgeschnitten wurde: „Jetzt muss ich ja noch mehr essen!“ rief sie. Sie war noch klein, sie ging noch nicht in die Schule. Sie befand sich noch ganz in der präoperativen Phase. „Das wäre mir nie aufgefallen,“ sagt der Vater, „wenn ich nicht Piaget gelesen hätte: Durch das Schneiden wird es „mehr“. Darauf Wagenschein: „Das ist eine sehr schöne Geschichte. Wir denken: Natürlich fehlt hier ein 'Erhaltungssatz', die 'Invarianz' des Essbaren; die Teile nacheinander gegessen bringen nicht mehr und nicht weniger als das Ganze auf einmal. Was das Kind meint, ist vielleicht etwas ganz anderes. Es meint vielleicht nicht viel mehr Brot, sondern viel mehr (viel öfter) Abscheu. Ich erinnere mich aus der Kindheit, als ich das widerliche Rizinusöl schlucken musste: Lieber das Ganze auf einmal als die vielen ekligen Schlucke. - Aber auch diese Deutung kann ganz falsch sein. Man müsste vorsichtig darüber reden, mit dem Kind und miteinander.“*

# 'Cognitivism' in der Pädagogik



*Dahlin kritisiert die Mainstream-Pädagogik, welche Piagets Studien entwachsen ist und die zu eindimensional auf naturwissenschaftlichen Konzepten und Normen aufbaut:*

*„[...] For Piaget, the kind of knowledge constituting modern science seems to have been the taken-for-granted telos of the individual's intellectual development. It was from this particular point of view that he described the development of intelligence and knowledge. However, when Piaget's theory was taken up in education, it was considered as dealing with the development of all kinds of knowledge, not just science. Sometimes it has even been received as a theory of the general psychological development of children. In this way, I believe, Piaget's thinking has come to contribute to an "intellectualistic fallacy" with educational science, and perhaps also in educational practice. I call this fallacy cognitivism.” (Dahlin, 1998)*

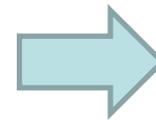
# *Die drei Tendenzen galileischen Denkens*

*(nach John Dewey, 1981)*

- *the Plotinian Temptation*  
*Weg vom Pluralismus hin zur Vereinheitlichung*
- *the Galilean Purification*  
*Die Reduktion des Komplexen, Realen auf das Abstrakte, Vereinfachte*
- *the Asomatic Attitude*  
*Körper-Seele Problem und der Annahme, dass das Denken und Erkennen alleine mit dem Kopf (dem rationalen Denken) zu tun habe*



- *the Plotinian Temptation*
- *the Galilean Purification*
- *the Asomatic Attitude*



«Verwissenschaftlichung»  
der Bildung in Bezug auf  
die angewandte Methodik

# Die «ist nichts als»-Lehre als Konsequenz

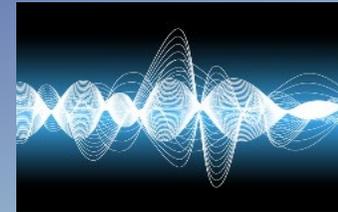
«*Musik* ist nichts als  
Luftschwingung»



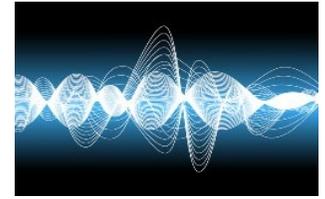
«*Wärme* ist nichts als  
Teilchenbewegung»



«*Licht* ist nichts als  
elektromagnetische  
Schwingung»



# Was tun?



- *the Galilean Purification* als Station wissenschaftskultureller Entwicklung
- und nicht als lebensphilosophische Grundhaltung
- und vor allem nicht unreflektiert als pädagogische Grundhaltung

# Was und wie lehren wir Naturwissenschaften?



Am Gymnasium lehren wir heute wissenschaftliche Klassik (Galileik)

*Tendenzen:*

- Wir verschweigen den Bezug zum Vorher oder Nachher und blenden damit die kulturgenetische Dimension der Inhalte aus*
- Wir unterdrücken (korrigieren) die individuellen Erfahrungen unserer SuS im Umgang und in der Wahrnehmung der Welt (Präkonzepte = miss-conceptions)*
- Wir vernachlässigen bei naturwissenschaftlichen Lehrinhalten Aspekte wie Ästhetik, Emotionalität, Spiritualität, Sinneserfahrung*

# Der Naturwissenschaftsunterricht an Maturitätsschulen

Fallprozess als Folge der Kraft  
zwischen Massen

Der freie Fall als  
gleichförmig  
beschleunigte  
Bewegung

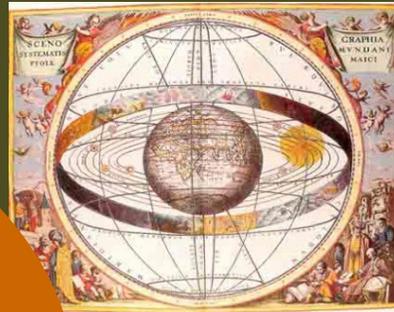
«Galileik»

Fernwirkungskraft

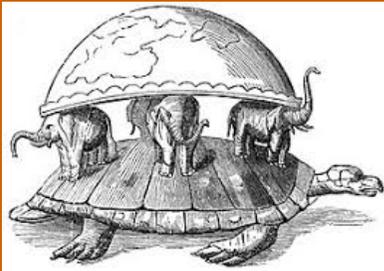
Massenunabhängigkeit  
des Fallprozess`

# Drei (vier) Weltbilder

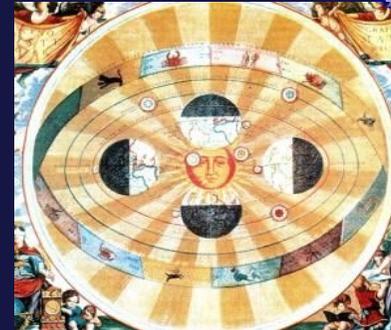
Antike



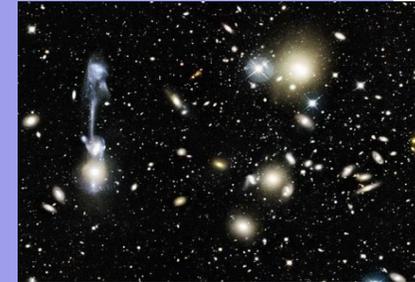
Mystik



Neuzeit

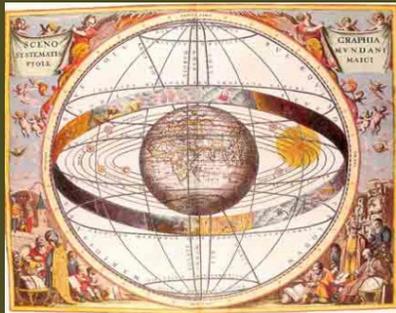


Moderne



# Drei (vier) Weltbilder

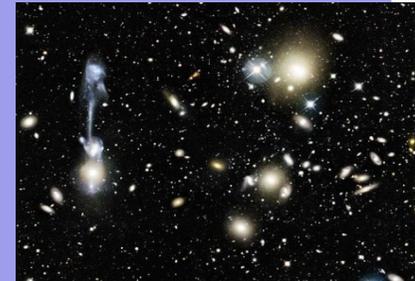
Antike



Neuzeit



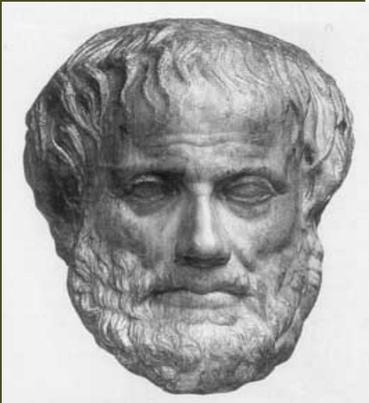
Moderne



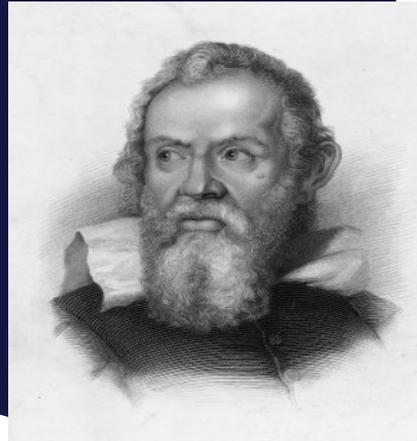
# *Drei Wissenschaftsparadigmen*

**Dogma der  
Anthropozentrik,  
Parochialismus**

**Aristotelik**

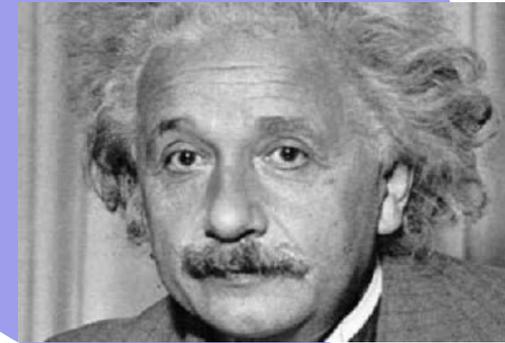


**Galileik**



**Empirie, Induktion**

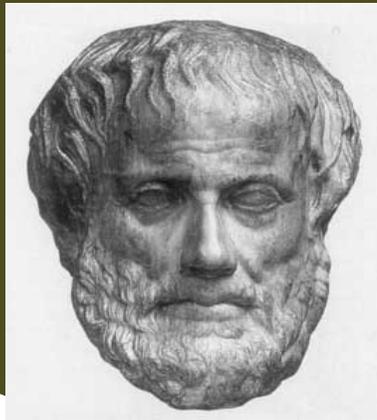
**Moderne**



**Theorie, kritische  
Tradition und  
Fallibilismus**

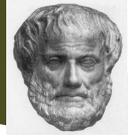
# Aristotelik

## Aristotelik



## *Anthropozentrik*

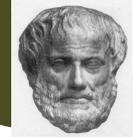
- Dogma der direkten und unmittelbaren Anschauung und Erfahrung
- entspricht dem Weltbild unserer Schülerinnen und Schüler



*„Ein Gymasialdirektor – Physiker – erzählte mir einmal folgende Begebenheit aus seinen Sommerferien: Er stand eines Abends auf der Schwäbisch Alb zusammen mit einem befreundeten Bauern, und sie sahen der Sonne zu, wie sie unterging, den Waldgipfeln immer näher sank. Sichtlich. Sie schwiegen und waren einig. Bis schliesslich doch, als die Sonne entlaufen war, der Lehrer nicht mehr an sich halten konnte und bemerkte: <Dabei ist es aber, merkwürdigerweise!, in Wirklichkeit gar nicht wahr, dass sie untergeht: Mir sind's, mir drehet ons mit der runde Erde nach hinten!> (Er stellte sich so schräg nach Osten, als müsste er nach hinten umfallen.) <Ond da hebt sich halt der Waldrand allmählich vor die Sonne.> Pause. (...) Dann: Der Bauer klopft die Pfeife aus, blickt den anderen kurz prüfend an und sagt: <On des gloabet Sie!?!> Und es war nicht im Ton einer Frage gesagt: es war eine milde Feststellung: Und der glaubt das wirklich! (...)“ (Wagenschein, 2010)*

# Physikalische Präkonzepte unserer Schülerinnen und Schüler

Aristotelik



ein Körper bewegt sich nur bei ständiger Krafteinwirkung

Ruhe und Bewegung sind wesentlich verschiedene Zustände

Licht ist ein Zustand

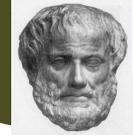
Horror Vacui

Dinge fallen unterschiedlich schnell

je grösser die Kraft, desto grösser die Geschwindigkeit

# *Vermessen der Welt an menschlichen Dimensionen*

Aristotelik



*Yard:*

Die Entstehung des Yards geht gemäss einer Anekdote auf eine Laune des Englischen Königs zurück, der auf Nachfrage seines Ministers, welches Mass zu gelten habe die Arme ausstreckte und antwortete:

*«Nehmt die Spanne zwischen der Mitte meiner Brust und den Fingerspitzen. Das wird seinen Zweck erfüllen!»<sup>1</sup>*

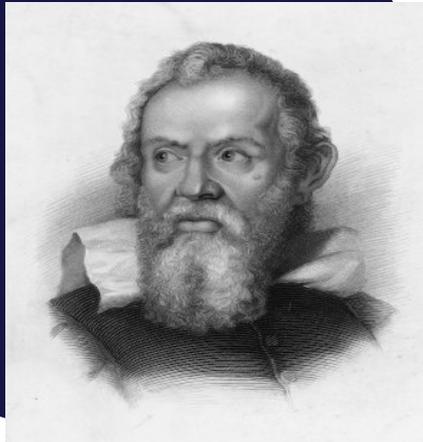
*Aber auch viele andere historische und auch heute gängigen Masseinheiten gehen sind den menschlichen Dimensionen angepasst:*

*Elle, Zoll, Meter, Kilogramm, Sekunde, Fahrenheit, ...*

<sup>1</sup> Schrödinger, E.; *Was ist Leben?*; Pieper; 1987 (1951); S. 37.

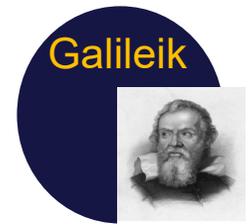
# Galileik

## Galileik



## *Globale Verallgemeinerung*

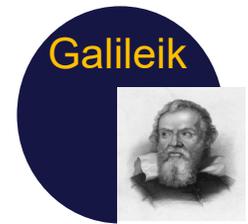
- Ursprung der heutigen «Naturwissenschaftlichen Methode», Begriff «Naturgesetz» entsteht
- Modellbildung und «anschauliche Abstraktion»
- Der Mensch als Massstab verschwindet



## *Globale Verallgemeinerung*

*„Ich behaupte, dass ein schwerer Körper von Natur das Princip in sich birgt, sich gegen das gemeinsame Centrum schwerer Körper zu bewegen, d.h. gegen unseren Erdball, und zwar mit einer stetig und gleichmässig beschleunigten Bewegung, dergemäss in gleichen Zeiten gleiche Geschwindigkeiten hinzugefügt werden.“* (Discorsi, S.67)

# Logische Induktion



## **Salviati:**

Ohne viel Versuche können wir durch eine kurze und bündige Schlussfolgerung nachweisen, wie unmöglich es sei, dass ein größeres Gewicht sich schneller bewege als ein kleineres, wenn beide aus gleichem Stoff bestehen; und überhaupt alle jene Körper, von denen Aristoteles spricht. Denn sagt mir, Herr Simplicio, gebt ihr zu, dass jeder fallende Körper eine von Natur ihm zukommende Geschwindigkeit habe; so dass, wenn dieselbe vermehrt oder vermindert werden soll, eine Kraft angewandt werden muss oder ein Hemmnis?

## **Simplicio:**

Unzweifelhaft hat ein Körper in einem gewissen Mittel eine von Natur bestimmte Geschwindigkeit, die nur mit einem neuen Antrieb vermehrt oder durch ein Hindernis vermindert werden kann.

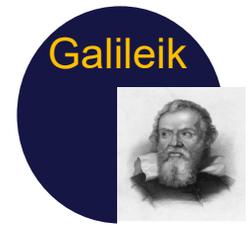
## **Salviati:**

Wenn wir zwei Körper haben, deren natürliche Geschwindigkeit verschieden ist, so ist es klar, dass, wenn wir den langsameren mit dem geschwindigeren vereinigen, dieser letztere von jenem verzögert werden müsste, und der langsamere müsste vom schnelleren beschleunigt werden. Seid ihr hierin mit mir einverstanden?

## **Simplicio:**

Mir scheint die Konsequenz völlig richtig.

# Logische Induktion



## **Salviati:**

Aber wenn dies richtig ist und wenn es wahr wäre, dass ein großer Stein sich z.B. mit 8 Maß Geschwindigkeit bewegt und ein kleinerer Stein mit 4 Maß, so würden beide vereinigt eine Geschwindigkeit von weniger als 8 Maß haben müssen; aber die beiden Steine zusammen sind doch größer, als jener größere Stein war, der 8 Maß Geschwindigkeit hatte; mithin würde sich nun der größere langsamer bewegen als der kleinere; was gegen Eure Voraussetzung wäre. Ihr seht also, wie aus der Annahme, ein größerer Körper habe ein größere Geschwindigkeit als ein kleinerer Körper, ich Euch weiter folgern lassen konnte, dass ein größerer Körper sich langsamer bewege als ein kleinerer.

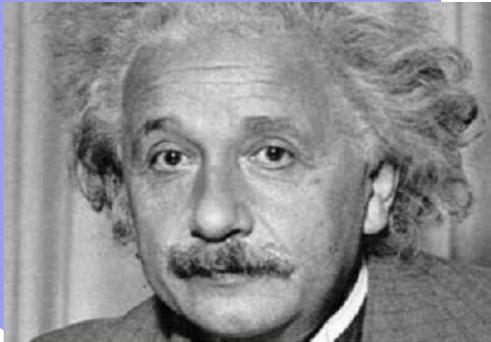
[...]

## **Simplicio:**

Eure Herleitung ist wirklich vortrefflich: und doch ist es mir schwer, zu glauben, dass ein Bleikorn so schnell wie eine Kanonenkugel fallen sollte.

# Moderne

## Moderne

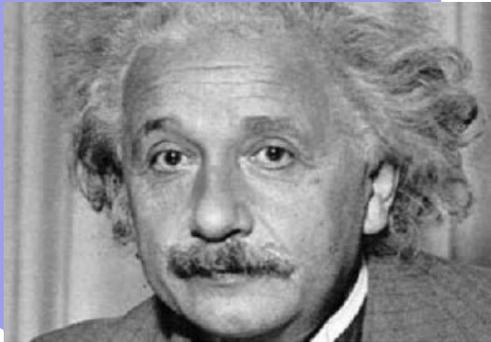


## *Universelle Verallgemeinerung*

- Konsequente Anwendung naturwissenschaftlicher Prinzipien und Vorstoss zu den fundamentalsten Prinzipien und Gesetzen
- Verlust der Anschaulichkeit
- Entkopplung der Wissenschaft von der Allgemeinbildung

# Moderne

Moderne



*Universelle Verallgemeinerung*

- Kreativität als Quelle von Theorien um jenseits der Zugänglichkeit menschlicher Sinneserfahrung «Wissen zu schaffen»
- *Wissen wird «geschaffen» mittels Theorien*
- *Kritische Tradition: Empirie (Tatsachenbefunde) zur Falsifizierung von Theorien*

# Der Naturwissenschaftsunterricht an Maturitätsschulen

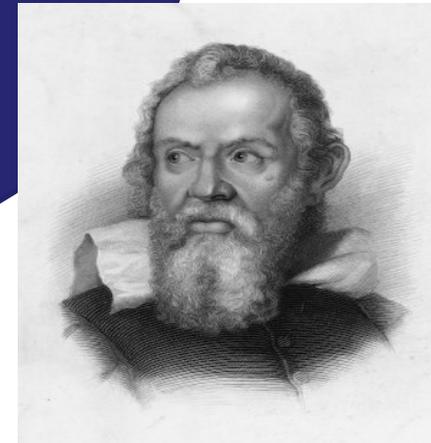
Fallprozess als Folge der Kraft  
zwischen Massen

Der freie Fall als  
gleichförmig  
beschleunigte  
Bewegung

**Klassik**

Fernwirkungskraft

Massenunabhängigkeit  
des Fallprozess`



# Der Naturwissenschaftsunterricht an Maturitätsschulen



# Kulturgenese als *didaktische Vorlage*

Klassischer  
Mittelschulunterricht

**Klassik**

Geozentrische Verallgemeinerung

„Galileian Purification»

Anschauliche  
Abstraktion

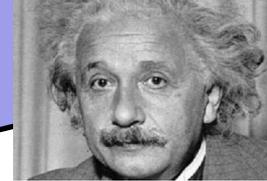


**Moderne**

Universelle Verallgemeinerung

Verlust der  
Anschaulichkeit

totale mathematische  
Abstraktion

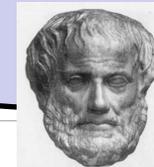


Präkonzepte der SuS

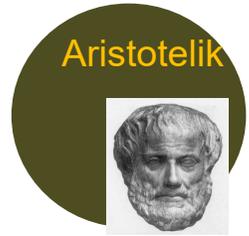
**Aristotelik**

Anthropozentrik

Dogma der  
direkten und  
unmittelbaren  
Anschauung und  
Erfahrung



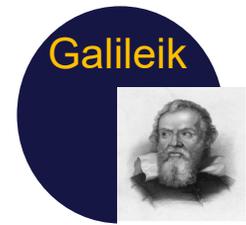
# Aristotelik - Antropozentrik



## Direkte und unmittelbare Anschauung und Erfahrung



# Galileik – Geozentrische Verallgemeinerung

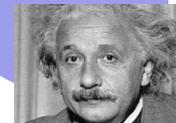


Klassischer  
Schulunterricht

«Galilean Purification»

Anschauliche Abstraktion

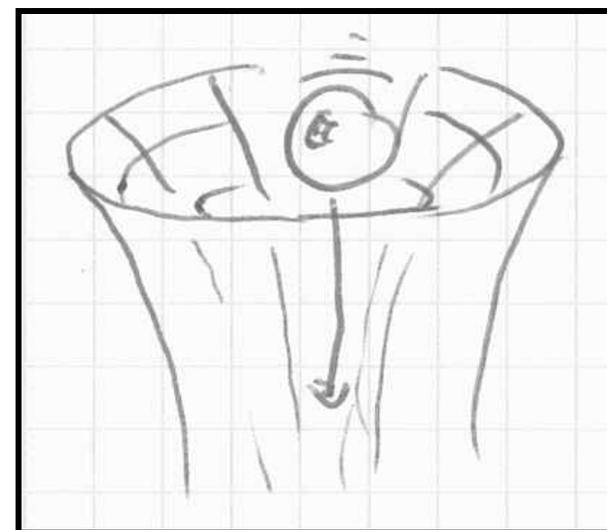
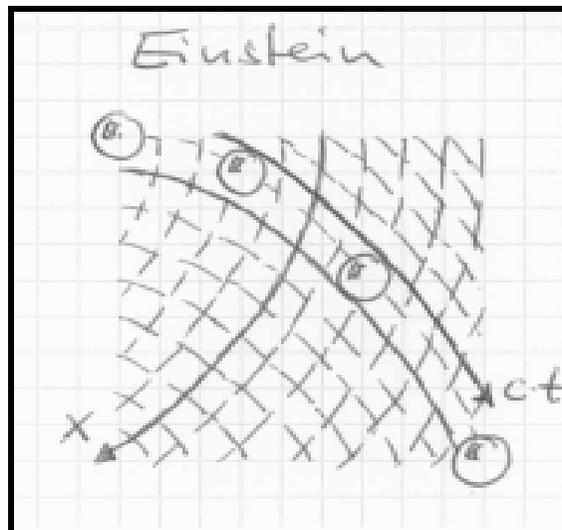
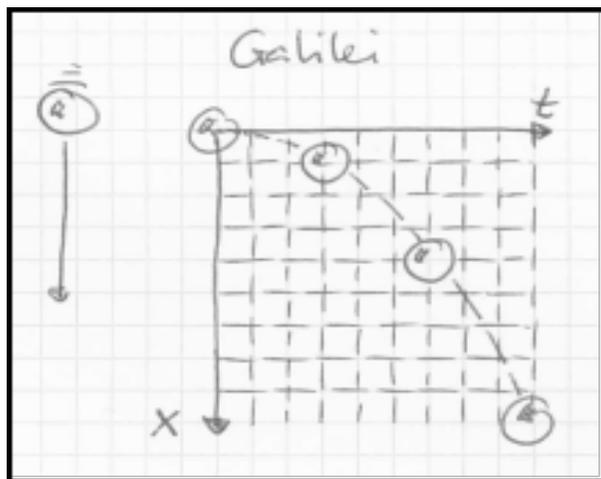




# Moderne – Universelle Verallgemeinerung

Verlust der Anschaulichkeit

Totale  
mathematische  
Abstraktion



# Bezüge schaffen

Klassischer  
Schulunterricht

## Klassik

Geozentrische Verallgemeinerung

„Galileian Purification

Anschauliche  
Abstraktion

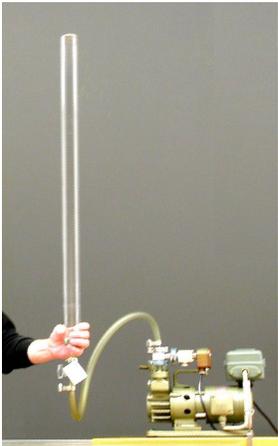


Persönliche Erfahrung

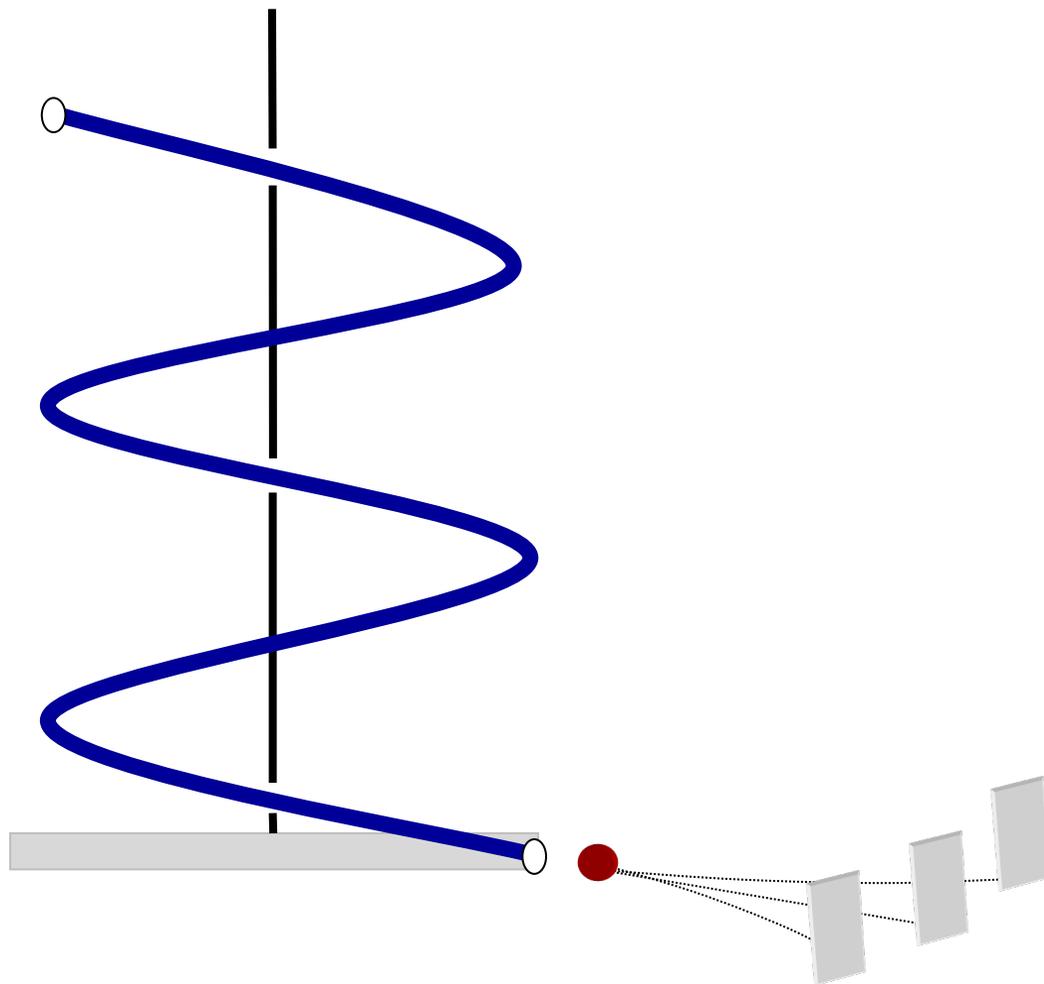
## Aristotelik

Antropozentrik

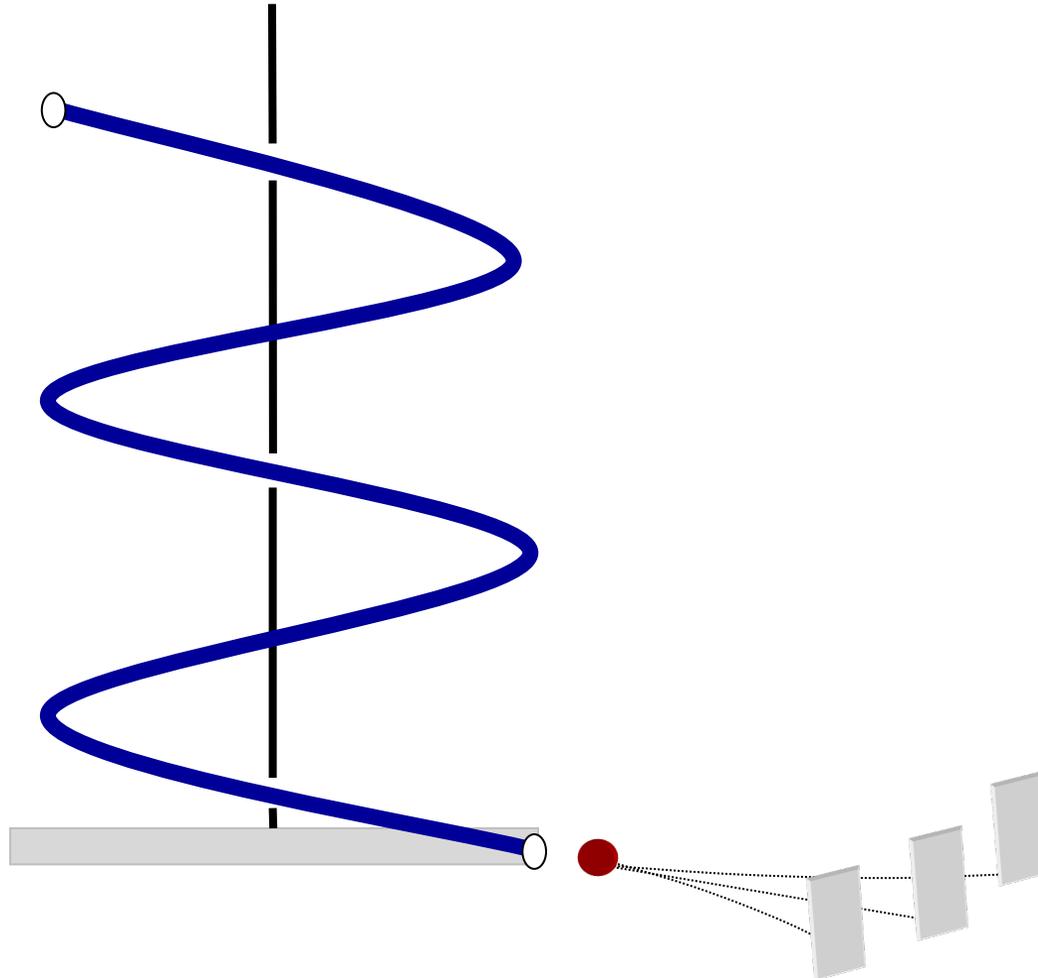
Dogma der  
Anschauung

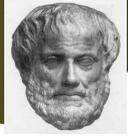


# Beispiel

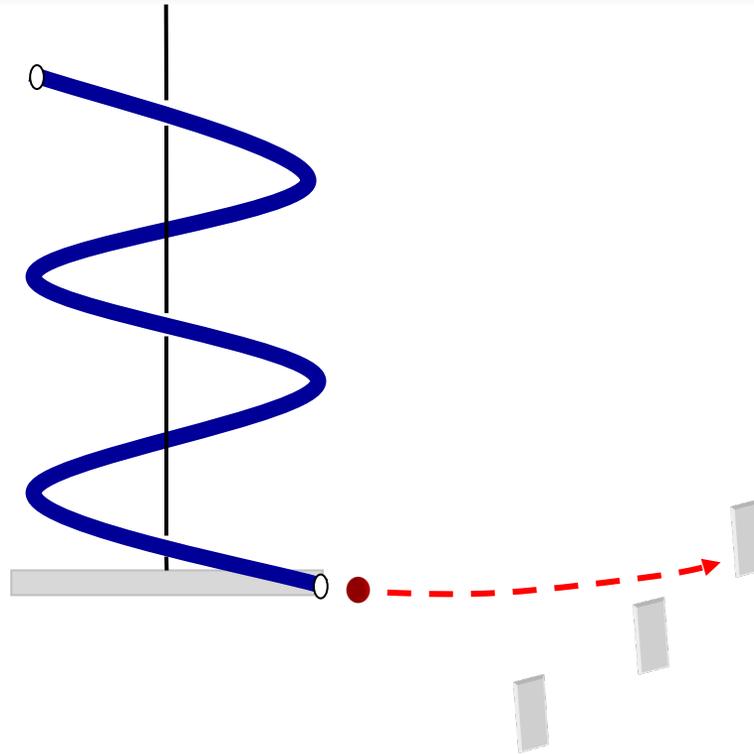


# Wohin rollt die Kugel?





# Wohin rollt die Kugel?

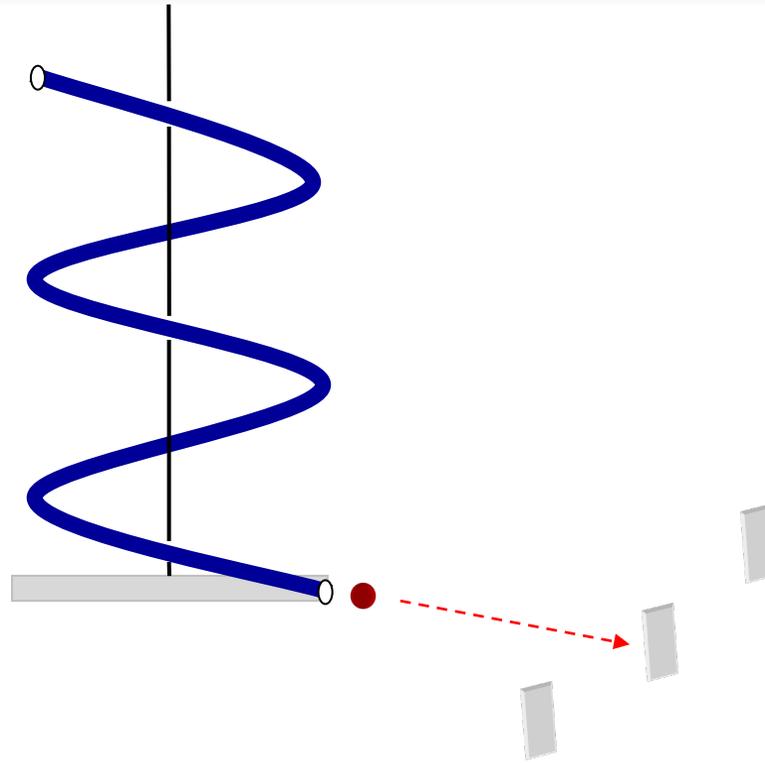


## ***menschliche Intuition (Anthropozentrik):***

Die Kugel rollt nach dem Verlassen des Schlauches nach links. Das ist ein reines Bauchgefühl, das in unserer Alltagserfahrung wurzelt.

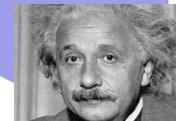


# Wohin rollt die Kugel?

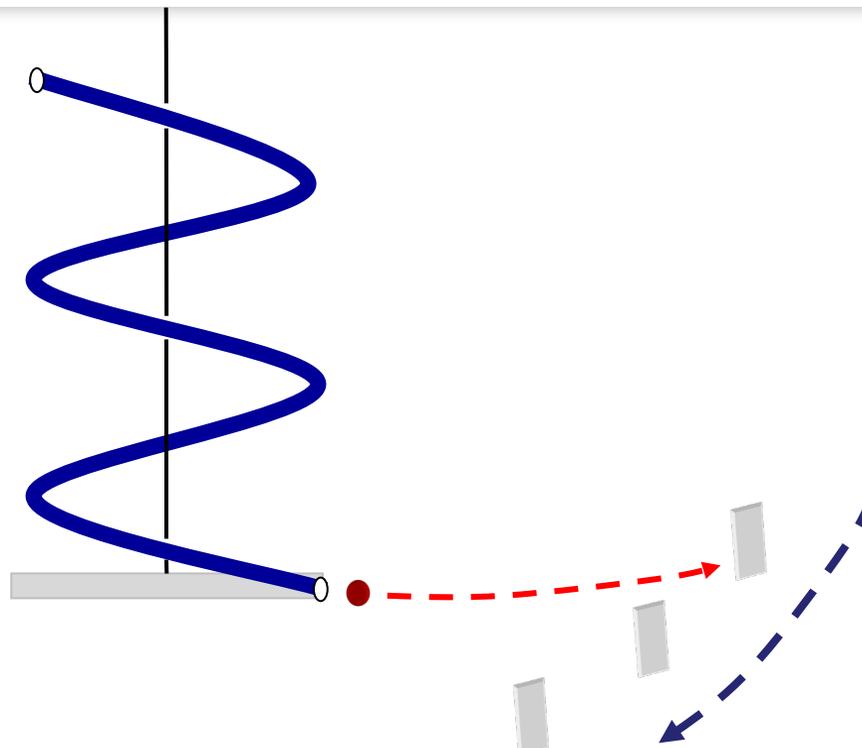


## ***klassische Berichtigung (Galilean Purification):***

Die Kugel rollt nach dem Verlassen des Schlauchs gerade aus, erklärt mit dem Konzept der Massenträgheit.



# Wohin rollt die Kugel?



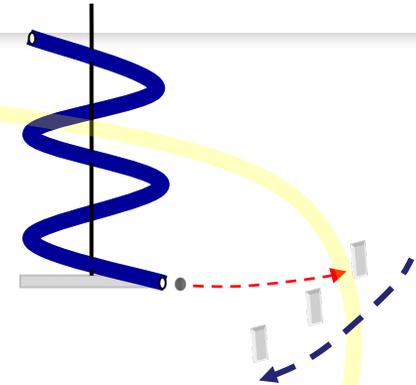
## ***universelle Verallgemeinerung\*:***

Die Kugel rollt sehr wohl „gerade aus“, allerdings dreht sich wegen der Drehimpulserhaltung das ganze System mit der Zielvorrichtung unter der Kugel weg, so dass diese im Bezugssystem der Zielvorrichtung tatsächlich nach links rollt!

# Wohin rollt die Kugel?

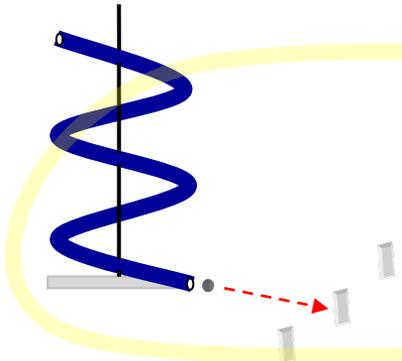
## **universelle Verallgemeinerung\*:**

Die Kugel rollt sehr wohl „gerade aus“, allerdings dreht sich wegen der Drehimpulserhaltung das ganze System mit der Zielvorrichtung unter der Kugel weg, so dass diese im Bezugssystem der Zielvorrichtung tatsächlich nach links rollt!



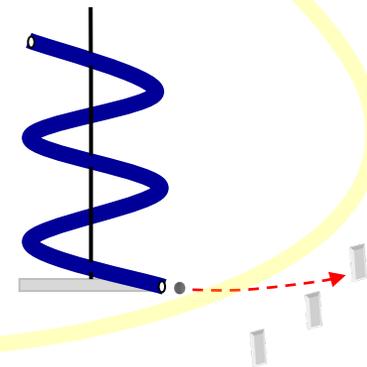
## **klassische Berichtigung (Galilean Purification):**

Die Kugel rollt nach dem Verlassen des Schlauchs gerade aus, erklärt mit dem Konzept der Massenträgheit.



## **menschliche Intuition (Antropozentrik):**

Die Kugel rollt nach dem Verlassen des Schlauches nach links. Das ist ein reines Bauchgefühl, das in unserer Alltagserfahrung wurzelt.



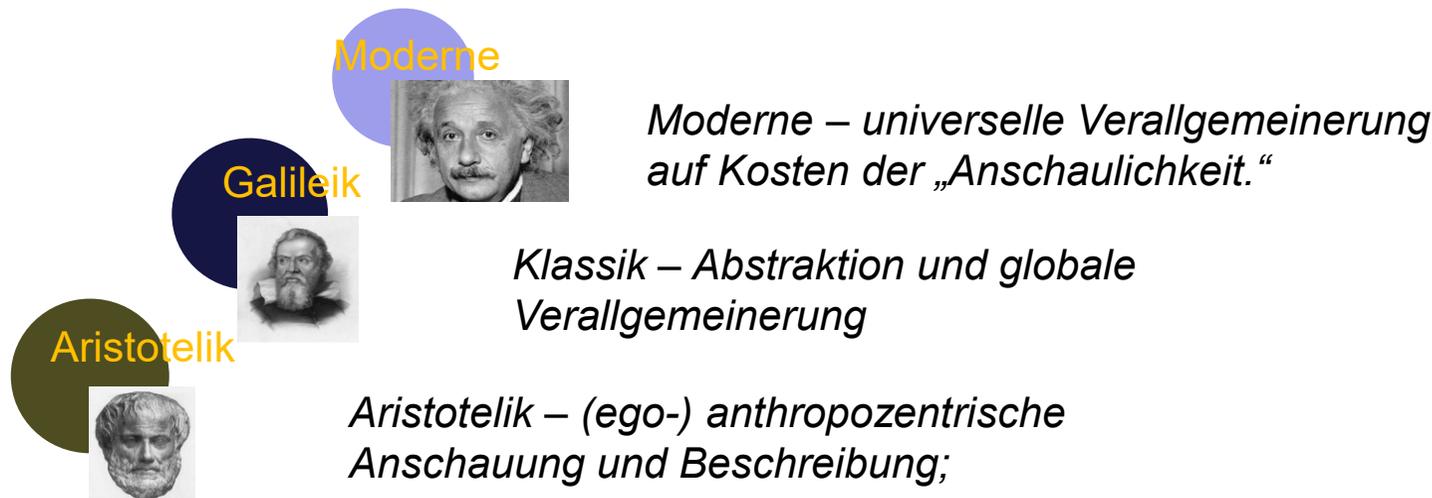
*Fazit:  
Naturwissenschaften genetisch und kulturgenetisch lehren!*



# Fazit:

## Naturwissenschaften genetisch und kulturgenetisch lehren!

- *Der naturwissenschaftliche Unterricht soll sich generell an der Kulturgeneese der jeweiligen Unterrichtsinhalte orientieren.*
- *Dabei lassen sich sehr grob drei Wissenschaftsepochen jeweils drei Erkenntnisstufen (oder didaktischen Methoden?) zuordnen:*

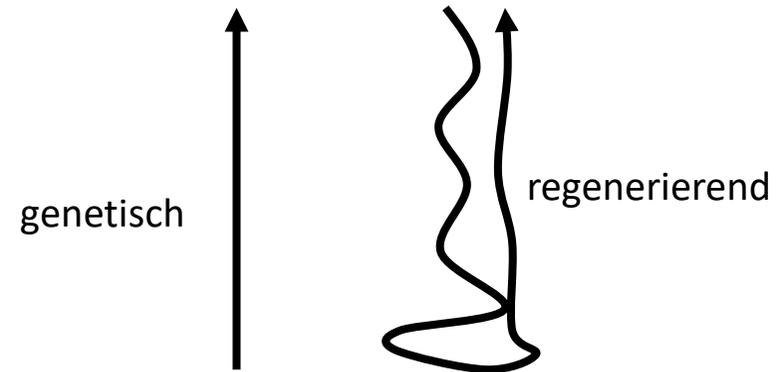


# Fachdidaktischer Beitrag zur MINT-Problematik

Kulturgeschichtliche Dimension  
der Naturwissenschaften



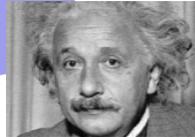
Individualgenetischer Zugang zur  
Kulturgeschichte der  
Naturwissenschaften



Unsere Schülerinnen und Schüler sind Träger  
unserer Kulturgüter – lassen wir sie das wissen!

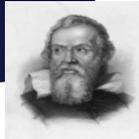
# Weitere Beispiele

Moderne



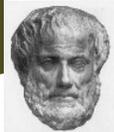
Temperaturskala nach Kelvin

Galilei



Temperaturskala nach Celsius

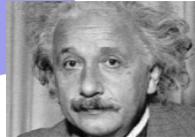
Aristotelik



Temperaturskala nach Fahrenheit

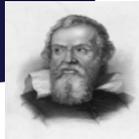
# Weitere Beispiele: Theater

Moderne



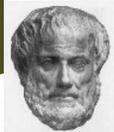
Nach-Episches Theater  
z.B. *Copenhagen* nach M. Frayn

Galileik



Episches Theater  
z.B. *Das Leben des Galilei* nach B. Brecht

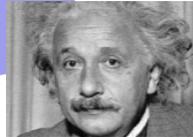
Aristotelik



Aristotelisches Theater  
z.B. *Galileo Galilei. Dramatische Dichtung in fünf Akten*  
nach J. Bührer

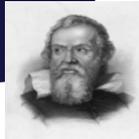
# Weitere Beispiele: Linguistik ???

Moderne



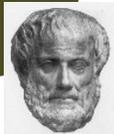
Generative  
Transformationsgrammatik  
z.B. *Chomsky*

Galileik



Traditionelle Grammatik, Strukturalismus  
z.B. *Ferdinand de Saussure*

Aristotelik

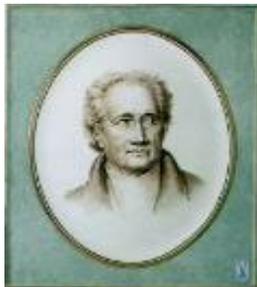


# ENKULTURATION SCHULISCHER INHALTE!

Luke Howard

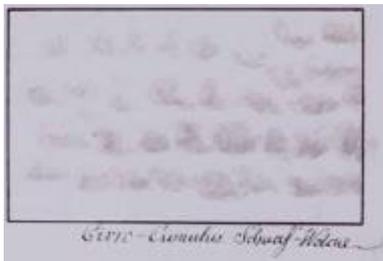


Johann W. Goethe



*Meteorologie*

*Thermodynamik*



*Literatur*

William Turner



*Kunstgeschichte*

# Die beiden Monde

Martin Wagenschein (1979)

*«In unseren Schulen gibt es zwei Monde. Sie treten in verschiedenen Räumen auf; hart und nackt der eine, der andere leise und verschleiert; vorgeführt von zwei verschiedenen Fachlehrern. Was der eine Mond mit dem anderen zu tun hat, davon wird nicht gesprochen.»* (<http://www.martin-wagenschein.de/Archiv/W-209.htm>)



<https://www.lehrkunst.org>

Marc Eyer/Ueli Aeschlimann

## Pascals Barometer

frei nach Martin Wagenschein

Mit Beiträgen von Hans Christoph Berg, Fabienne Freiburghaus, Peter Labudde, Willi Stadelmann



Lehrkustdidaktik 8



«Also, ist es wirklich wahr?»

RESEARCH

Marc Eyer

## Lehrstückunterricht im Horizont der Kulturgenese

Ein Modell für lehrkustdidaktischen  
Unterricht in den Naturwissenschaften

 Springer Spektrum

# Literatur

**Dahlin, B.** “The Primacy of Cognition – or of Perception? A Phenomenological Critique of the Theoretical Bases of Science Education.” *Science & Education* **10**, 453–475 (2001).

**Dahlin, B.** “The primacy of cognition – or of perception? A Phenomenological Critique of the Theoretical Bases of Science Education.” Education-Line. (1998)

**Dewey, J.** “The Philosophy of John Dewey.” London & Chicago: The University of Chicago Press (1981)

**Eyer, M.** “Lehrstücke im Horizont der Kulturgeneese.” Springer Fachmedien (2015).

**Galilei, G.** “Discorsi, Unterredungen und mathematische Diskussionen.” Dt. Übersetzung in der Reihe Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Verlag Harri Deutsch (2004) orig. (1638).

**Fischer, E. P.** “Die andere Bildung – Was man von den Naturwissenschaften wissen sollte.” Ullstein Taschenbuch Verlag (2003)

**Scarani, V.** “Physik in Quanten.” Springer Spektrum (2007).

**Schrödinger, E.** “Was ist Leben?” Pieper; 1987 (1951)

**Schwanitz, D.** “Bildung – Alles, was man wissen muss.” Eichborn Verlag (1999).

**Wagenschein, M., Buck, P. & Köhnlein W.** “Martin Wagenschein - ein Interview zu seinem Lebenswerk.” *Chimica didactica*, 7, 161-175 (1981).

**Wagenschein, M.** “Naturphänomene sehen und verstehen” hep Verlag; Bern (2010).