



Grundprobleme und Prinzipien des Verstehens der Naturwissenschaften

Eine Veranstaltung der SOMA im Berufsfeld Chemie, Physik

Prof. Dr. Peter Euler M.A., Ing. grad.

Arbeitsbereich Allgemeine Pädagogik
mit dem Schwerpunkt Pädagogik der Natur- und Umweltwissenschaften



- 0: Vorbemerkung: Was ist professionelle Fortbildung?**
 - 1: „Mangelndes Verstehen“ und kurzschlüssige didaktische Reaktionen**
 - 2: Was aber ist das Problem des Scheiterns?**
 - 3: Martin Wagenscheins Kritik**
 - 4: Wagenscheins Prinzipien des Verstehens**
 - 5: Erweiterungen des Verstehens: Zur kulturellen, politischen und ökonomischen Dimension des Verstehens**
 - 6: Grundproblem:
„Denken“ und „Erfahrung“ in den Naturwissenschaften**
 - 7: Grundproblem: Ähnlichkeiten und Differenzen innerhalb der Naturwissenschaften**
 - 8: Grundproblem:
Zum Verhältnis von Natur und Naturwissenschaft**
 - 8: Grundproblem: Interessen und Bildung**
 - 9: Lehr(er)voraussetzungen:
Kompetenzen für genetisches Lehren**
- Ausblick: Nationale und internationale didaktische Konzeptionen in der Perspektive genetischen Lehrens**



0: Vorbemerkung: Was ist professionelle Fortbildung?



Wissenschaftliche Unterstützung bei der:

1. Problem-Bestimmung
(*welches ist das Problem*)

2. Konzeptentwicklung
(*neue Problemsicht mit Ansätzen zur Neubearbeitung*)

!!!Subordination
ist pädagogisch
unprofessionell!!!



1: Vom „Scheitern“ des naturwissenschaftlichen Unterrichts



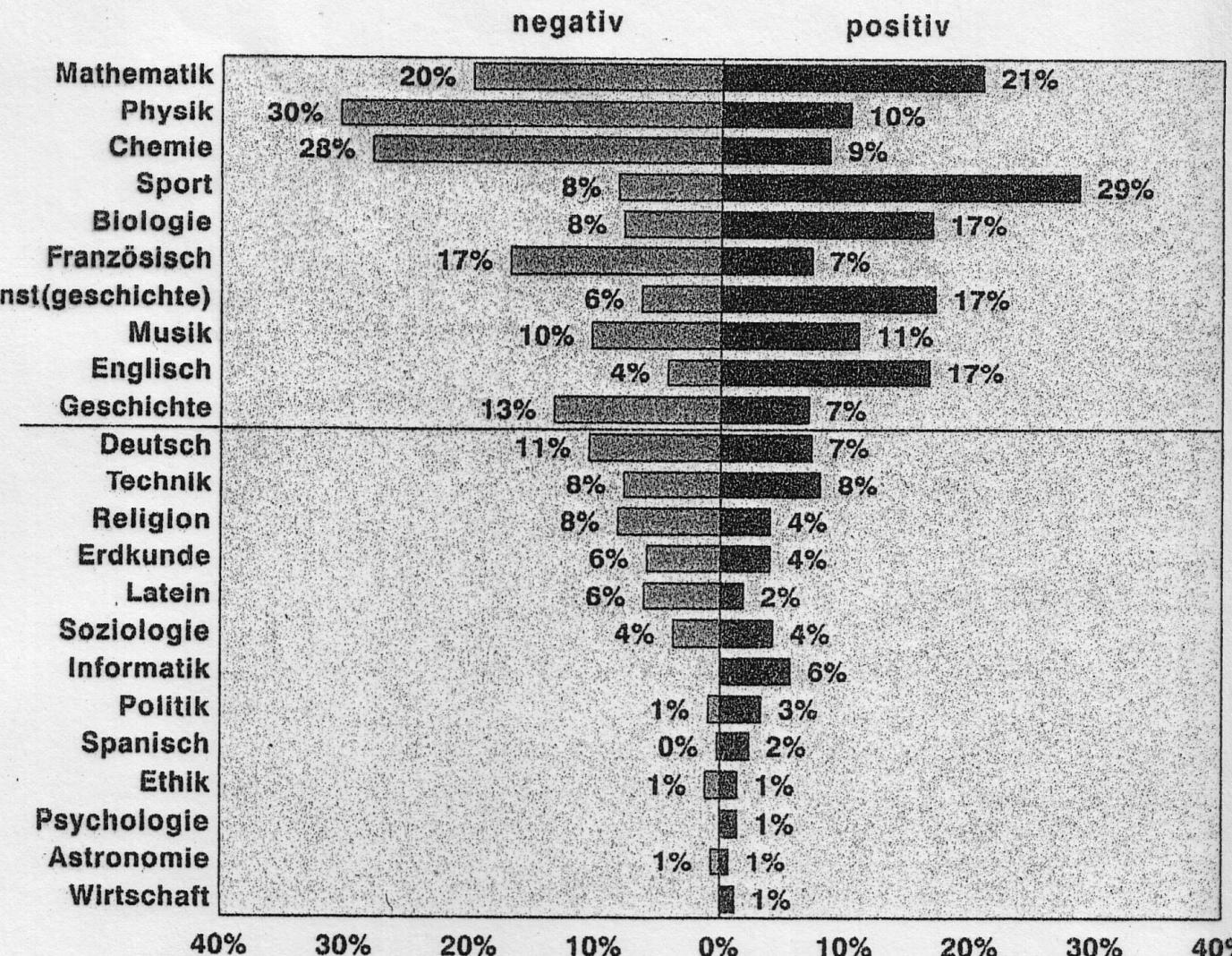
**SCHEITERN
des naturwissenschaftlichen Unterrichts
bis HEUTE:**

**Geringe Wirksamkeit,
sinkende Motivation,
breite Inkompetenz**



Vom Scheitern des naturwissenschaftlichen Unterrichts

Abb. 12: Lieblings- und ungeliebte Fächer bei Gymnasiasten (maximal je zwei positive und negative Nennungen)⁴¹



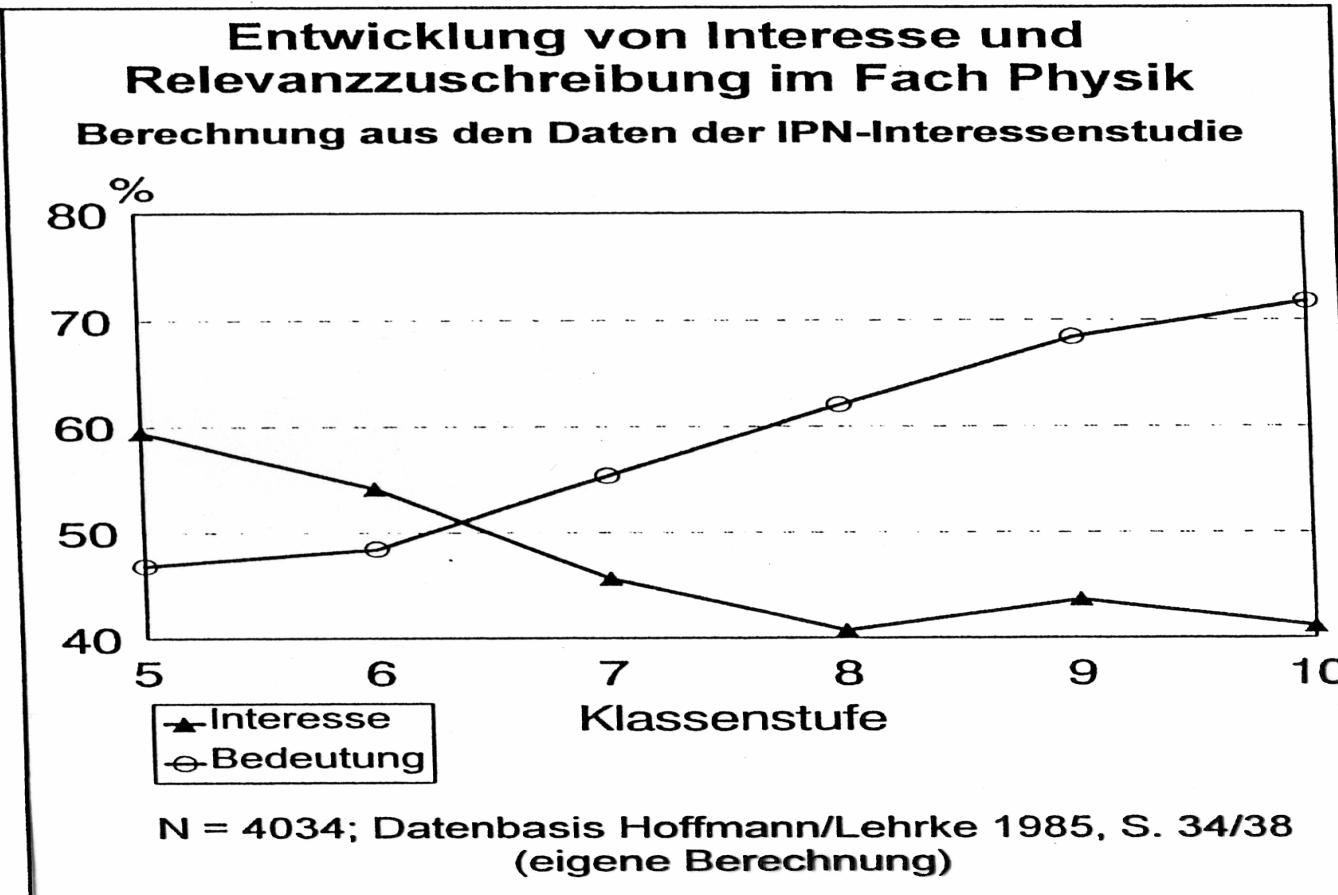


Abbildung 13

Wagenscheins Kritik der Folgen:

- Einschüchterung und lebenslange Abschreckung
- bloßen Glauben an das naturwissenschaftliche Wissen
- Abhängigkeit von Experten
- Schwächung des eigenen Urteilsvermögens
- Verlust der Beziehung zur phänomenalen Wirklichkeit
- Vertrauensverlust in die eigene vorwissenschaftliche Deutungskompetenz



2: „Mangelndes Verstehen“ und kurzschlüssige didaktische Reaktionen



VORSICHT

vor

scheinevidenten Lösungen:



Mangelnde Veranschaulichung?

Fehlender Kontext?

Methodendefizit?

**psychologische, soziologische und fachpädagogische/fachdidaktische
DIAGNOSTIK:**



„Rüberbringen des „Wissens-Stoffs“
versus
„Vorstellungsentwicklung“
„*Conceptual Change*“

Das Problem ist nämlich das

**MANGELNDES
VERSTEHEN!**

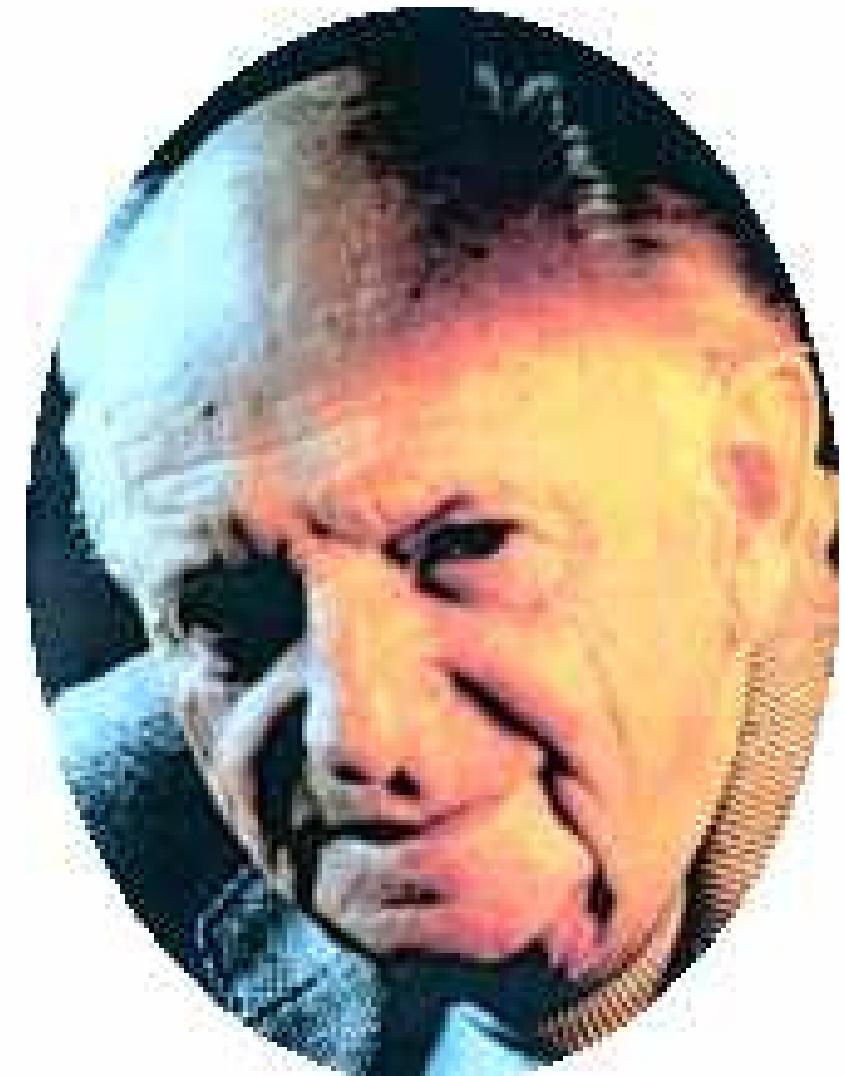


3: Martin Wagenscheins Kritik



Martin Wagenschein

(1896-1988)





Ausgewählte Bücher von
Martin Wagenschein

- *Bildung durch Naturwissenschaft (1930)*
- *Natur physikalisch gesehen (1953)*
- *Zum Begriff des Exemplarischen Lehrens (1956)*
- *Die Pädagogische Dimension der Physik (1962)*
- *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken (2 Bände, 1965/67)*
- **Verstehen lehren. Genetisch - Sokratisch - Exemplarisch (1968)**
- *Kinder auf dem Wege zur Physik (1990)*





Die Pädagogische Dimension der Physik (1962)

Nicht:
Pädagogisierung der Physik!

Sondern:
die pädagogische Dimension, die der Physik eigen ist!

Martin Wagenscheins Kritik (1896-1988)

- „verfrühte Einführung wissenschaftlicher Begriffe“,
- „überstürzte Mathematisierung“,
- antidemokratische Spaltung in „Experten“ und „Eingeschüchterte“,
- gespaltene Weltbegegnungen: ‚rational-naturbeherrschende‘ und ‚sinnlich-wertende‘



Wagenscheins Kritik der Folgen:

- In diesem Prozess des *bloßen Glaubens an das naturwissenschaftliche* Wissen begreifen Menschen die Wissenschaft nicht, geraten in *Abhängigkeit* von ihr und ihren *Experten* und *schwächen damit ihr Urteilsvermögen*, ihre Mündigkeit.
- Sie *verlieren* dadurch aber auch ihre *Beziehung zur phänomenalen Wirklichkeit* und deren *vorwissenschaftlicher Deutungskompetenz*.



Wissenschafts-**Verständigkeit**

gegen

Wissenschafts-**Gläubigkeit**

und

Wissenschafts-**Feindlichkeit**





Wagenscheins Grundforderung

Objektive Seite:

“Rettet die Phänomene“

Subjektive Seite:

„Verstehen ist Menschenrecht“

Die Qualität der Beziehung von Subjekt und Sache
macht das Verstehen aus!



4: Prinzipien des Verstehens



Genetisch

weil Verstehen nur im eigenen **Nachvollzug** des Zustandekommens der wissenschaftlichen Prinzipien, Begriffe und Theorien, also durch **Wiederentdeckung** möglich ist, wozu **Ausprobieren** und die Erfahrung von **Sackgassen** genauso gehört, wie die der **Bestätigung** des Vermuteten.

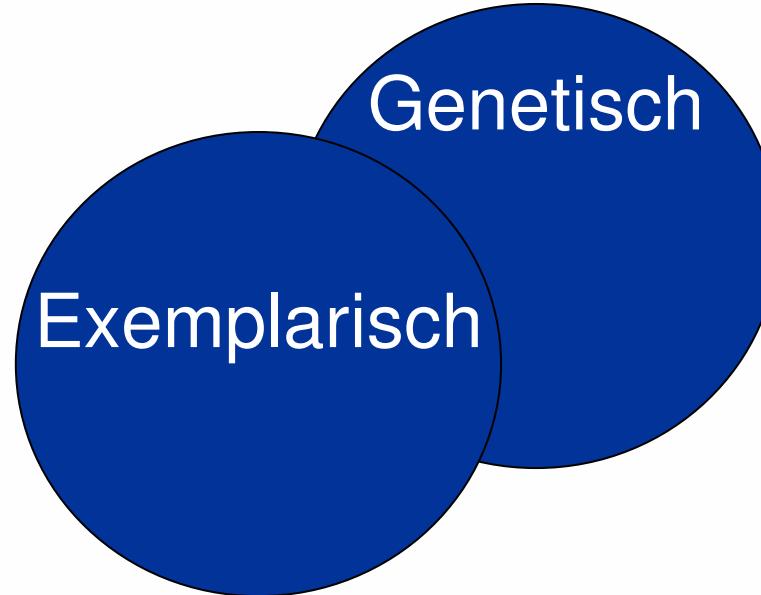


...Nicht um die Geschichte handelt es sich, sondern um die Genesis.... Unerschöpflich kann man so **aus der Historie für die didaktische Methode lernen.**“

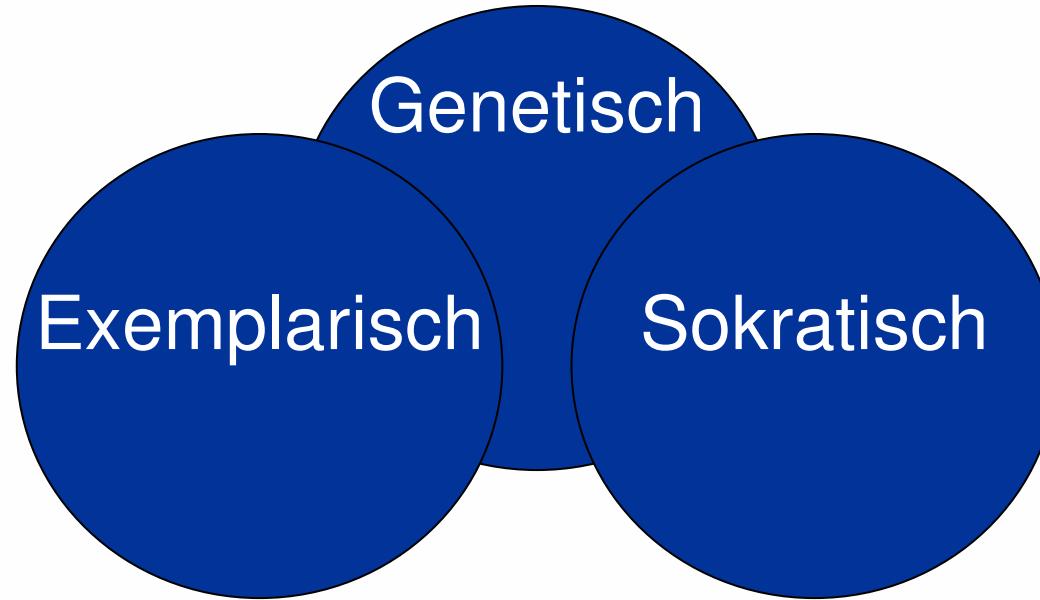
O. TOEPLITZ (1881-1940)

Prof. für Mathematik, Integralrechnung, u.a.:

Die Entwicklung der Infinitesimalrechnung - eine Einleitung in die Infinitesimalrechnung nach der genetischen Methode, Springer 1949, Herausgeber aus dem Nachlass Gotfried Köthe (auch engl. The calculus - a genetic approach 1963)



weil an einer wichtigen Thematik des Fachs, **das für das Fach Spezifische** erfahr- und erkennbar werden kann; wobei ein erstaunliches Phänomen zum Ausgangspunkt wird, das motiviert, Raum lässt eben für **Erstaunen, Suchen, Deuten und Befragen**.



weil nur im **Gespräch über die bewegende Sache** und zwar im Sinne des kritischen Befragens der beanspruchten Behauptungen, der **Geltungsansprüche, Verständigung** erzielt werden kann.

9 Forderungen an einen allgemeinbildenden Unterricht der Naturwissenschaften nach *Messmer/Rumpf/Buck*

1. **Pluralität** der Zugänge
2. Wirkungen der einzelnen Wissensformen und ihre **Wechselwirkung**
3. **Erneuerung unserer Lebenspraxis** verlangt die Wirkung von naturwissenschaftlichem Wissen im nicht nur fachspezifischen Sinne mit einzubeziehen; auch als Aufgabe der Wissenschaft.
4. Die inflationäre Vermehrung des systematischen **Wissens** darf diese **nicht überbewerten** und die Vielfalt der Zugänge vernachlässigen.
5. Altersspezifisch sind die Zugänge erst vermischt, später getrennt; aber auch beim Fallgesetz in der Form $s=g/2 \cdot t^2$ in höheren Altersklassen muss man noch das Gesetz **muttersprachlich erklären** können.
6. Besondere Bedeutung der **Umweltprobleme**.
7. **Alternative** Formen der Technik für den Alltag behandeln.
8. Besondere Betonung des **sinnlich handelnden Umgangs**.
9. **Eigenständige Aktivität** des Schülers ist immer entscheidend soll es sich um ein „Sich-Bilden“ gehen.



4: Erweiterungen des Verstehens
Zur kulturellen, politischen und ökonomischen
Dimension des Verstehens



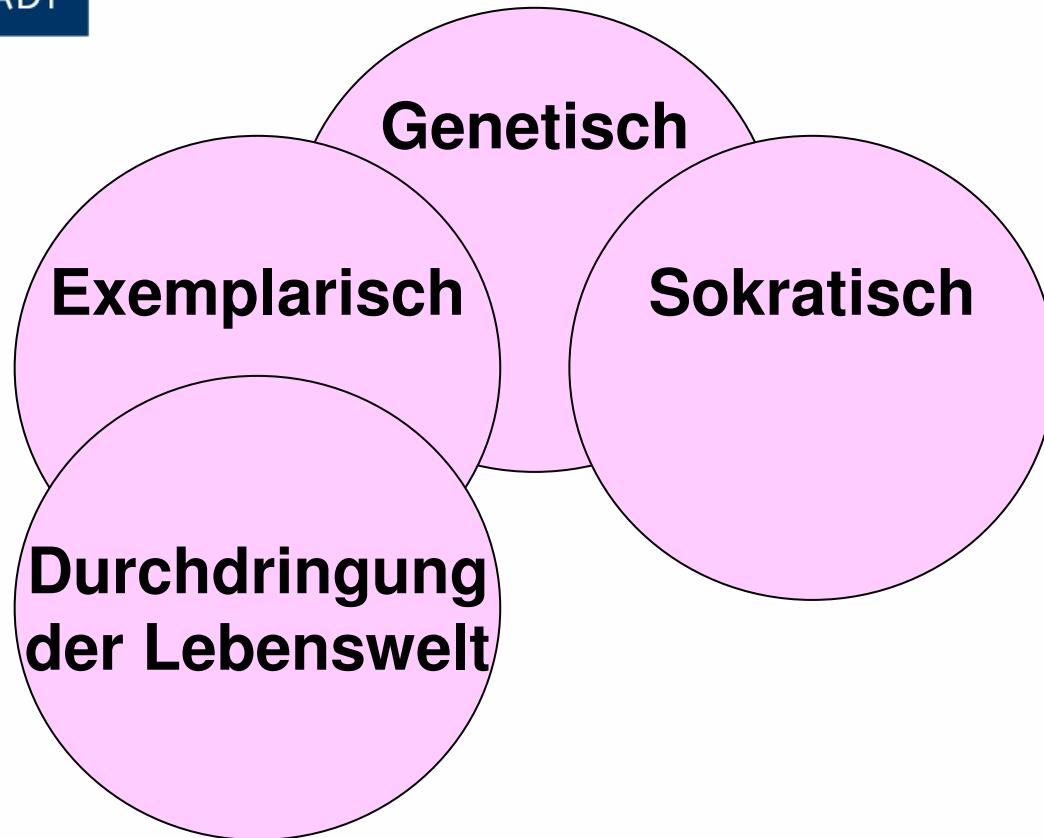
**"Wer nichts als Chemie versteht,
versteht auch die nicht recht."**

Georg Christoph Lichtenberg: Sudelbücher Heft J (860)

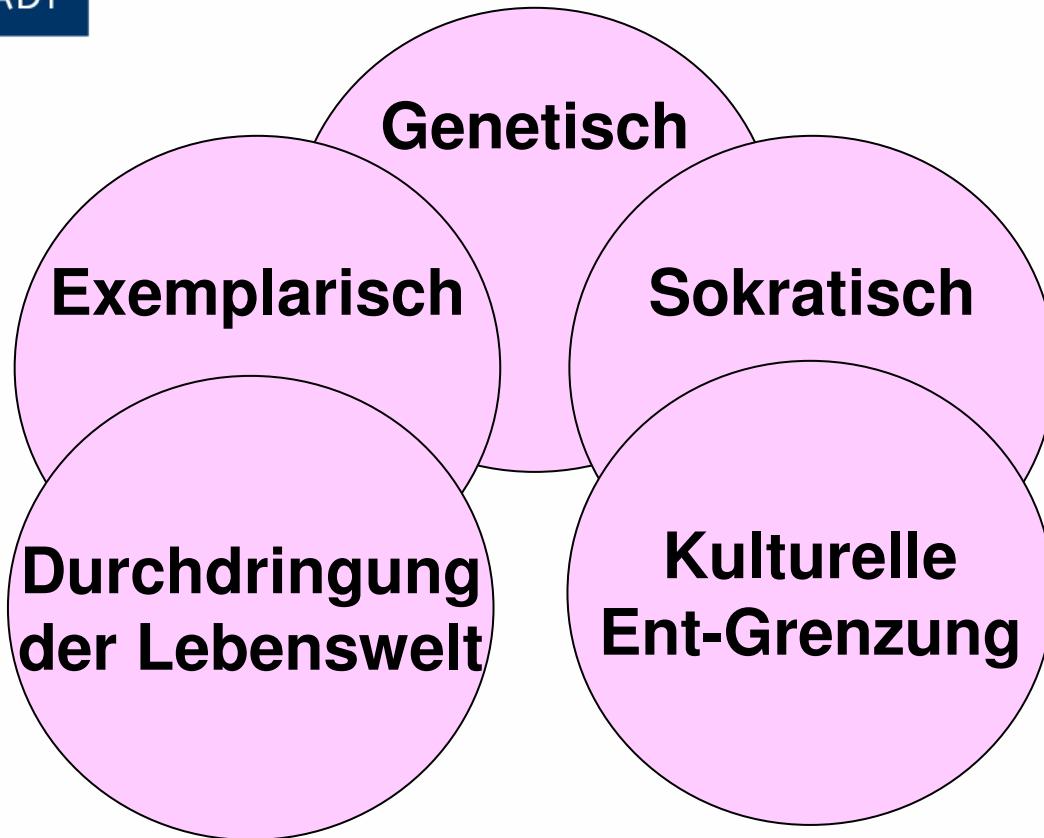


In allen bildungspolitischen Begründungen für die Naturwissenschaften als wichtiger Teil des Lehrplans und der Bildung, wird die ***gesellschaftliche und lebenspraktische Bedeutung*** derselben angeführt:

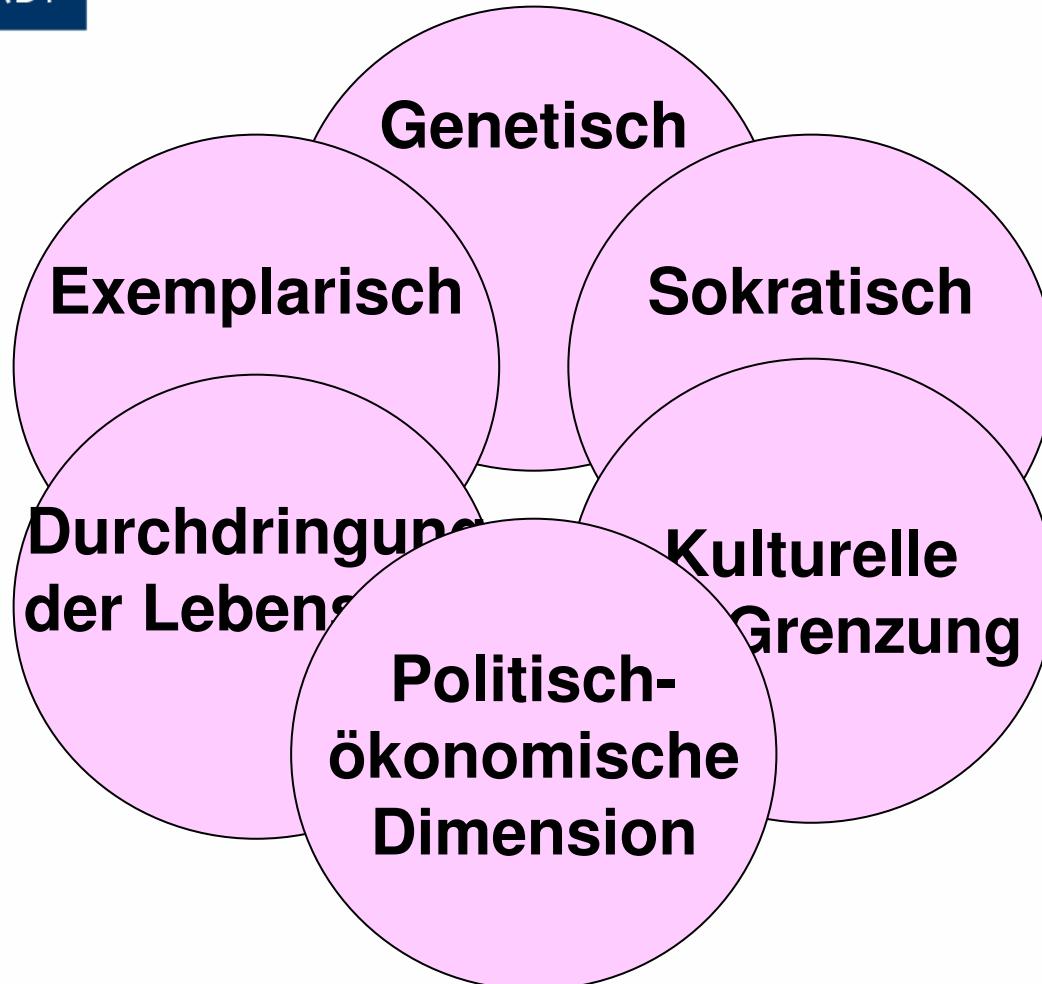
Nur diese selbst sind nahezu ***nie wesentlicher Gegenstand der Unterrichtung***, schon gar nicht konstitutiv für die Didaktik.



weil naturwissenschaftliche Produkte und Vorstellungen den zivilisatorischen **Alltag bedingen und durchdringen**.



weil **mit** den und **durch** die Naturwissenschaften sich ein **kultureller Umbruch** vollzog/vollzieht, der naturale und traditionale **Ent-Ggrenzungen** ermöglicht und realisiert.



weil die Naturwissenschaften zur wesentlichen Größe fortschreitender Kapitalisierung wurden und damit eine **Fortschritt wie auch Gefährdung verkörpern**.



5: Grundproblem des Verstehens: „Denken und Erfahrung“ in den Naturwissenschaften



**OBJEKTIVES
VERSTEHENSPROBLEM**
der
Naturwissenschaften:

Unmittelbare UNVERSTÄNDLICHKEIT





Phänomen – Spekulation - Experiment

Gesetzmäßigkeiten entstehen nicht aus
Verallgemeinerungen von Anschauung!

Sie sind Prinzipien hinter den Erscheinungen,
,verborgene Prozesse' (Bacon)



Phänomen – Spekulation - Experiment

Gesetzmäßigkeiten entstehen nicht aus
Verallgemeinerungen von Anschauung!

Sie sind Prinzipien hinter den Erscheinungen,
,verborgene Prozesse' (Bacon)

zentrale Begriffe der Fachsystematik sind daher
unanschaulich, subjektiv erzeugt und eben spekulativ!

(Trägheit, Fallgesetz, Atom, Element, Energie, Zelle, Gene usw.)



Phänomen – Spekulation - Experiment

Gesetzmäßigkeiten entstehen nicht aus Verallgemeinerungen von
Anschauung!

Sie sind Prinzipien hinter den Erscheinungen, „verborgene
Prozesse“ (Bacon).

Zentrale Begriffe der Fachsystematik sind daher
unanschaulich, subjektiv erzeugt und eben spekulativ.

(Trägheit, Fallgesetz, Atom, Element, Energie, Zelle, Gene usw.)

Experimente sind reproduzierbare Erscheinungen,
in diesem Sinne „objektiv“.

Diese Erkenntnisse erlauben daher Kontrollierbarkeit
Analysieren, Nachbauen, Umbauen, Herstellen.

(Elektrisches Licht, Kunststoffe, neue Gene, Transurane usw.).



6: Grundproblem des Verstehens:

Ähnlichkeiten und Differenzen innerhalb der
Naturwissenschaften

Naturwissenschaftsdifferenzierungen

Materialiter:

Biologie – Lebende Naturgegenstände,
aber: Beobachtung oder Experiment

Chemie – identifiziert Stoffe aus dem Naturzusammenhang,
analysiert sie, synthetisiert sie, konstruiert neue.

Physik – klassisch: Verhalten der Körper als leblose mit möglichst
wenig Prinzipien beschreiben/Gedankenkonstruktion.

Verschmelzung in Techno-Logien

Theoriebildung:

Unterschiedliche Wege von Phänomenen zu Begriffen und
Theorien (Zelle, Gene, Trägheit, Gravitation, Element, Atom,
Molekül). Immer aber ein Verhältnis von Empirie und
Spekulation.

Eine fast vergessene politische Debatte:

Gerda Freise (1919-2007):
**Martin Wagenscheins Konzept ist
für Chemie ungeeignet**
(in: *Die Deutsche Schule* 1969)



Gerda Freise - Mentorin der **kritischen
Naturwissenschaftsdidaktik**
(F. Rieß, L. Stäudel, 1994)

Spaßparolen und lernpsychologische
Steuerinstrumentarien dominieren bis heute!

Gerda Freise: Chemie ist anders als Physik zu verstehen!

Kein Weg vom „Exemplum“ zur „abstrakten Wahrheit“ zur
„Bewältigung neuer Fälle“

Das Einzelne ist nicht Spiegel des Ganzen.

Z.B.: *Was für Eisen gilt, gilt nicht schon für Kupfer.*

Kluft von Umgangssprache und Fachsprache ist anders und größer;
Atombegriff ist unanschaulich, Symbolsprache zu abstrakt.



7: Grundproblem des Verstehens:

Zum Verhältnis von Natur und Naturwissenschaft

Natur ist nicht gleich das was die Naturwissenschaft über sie weiß!

Über die **Natur als Ganze**
kann die Naturwissenschaft
keine Auskunft geben.

Die moderne Naturwissenschaft ist stark im
Herstellen von Wissen über reproduzierbare Sachverhalte;
blendet aber systematisch Wechselwirkungen
zum Subjekt der Erkenntnis aus.



NATURWISSEN

nach *Messmer/Rumpf/Buck*

- **Lebenspraktisches Umgangswissen über Natur**
(Winterschäden: *Eis bricht Rohre*)



NATURWISSEN

nach *Messmer/Rumpf/Buck*

- **Lebenspraktisches Umgangswissen über Natur**
(*Winterschäden: Eis bricht Rohre*)
- **Systematisches Wissen der modernen Naturwissenschaften**
(*ideale Gasgesetze: Boyle*)

NATURWISSEN

nach *Messmer/Rumpf/Buck*

- **Lebenspraktisches Umgangswissen über Natur**
(*Winterschäden: Eis bricht Rohre*)
- **Systematisches Wissen der modernen Naturwissenschaften**
(*ideale Gasgesetze: Boyle*)
- **Verstehendes Wissen**
(*Entstehungs- und Wirkungszusammenhang, im Einzelnen und in der Gesellschaft/Kultur*)

NATURWISSEN

nach *Messmer/Rumpf/Buck*

- **Lebenspraktisches Umgangswissen über Natur**
(*Winterschäden: Eis bricht Rohre*)
- **Systematisches Wissen der modernen Naturwissenschaften**
(*ideale Gasgesetze: Boyle*)
- **Verstehendes Wissen**
(*Entstehungs- und Wirkungszusammenhang, im Einzelnen und in der Gesellschaft/Kultur*)
- **Mimetisch symbolisches Naturwissen und physiologisch - porträthaftes Naturwissen**
(*mimetische Erfahrung von Natur; z.B. Wasser als Flut, Wasser als Reinigung, Wasser als Trinkwasser (Lebensmittel)*)
(*präzise Beschreibung von Phänomenen z.B. des Wassers: Quelle, Fluß, Verdunstung, Nebel, Schnee usw.*)



8: Grundproblem des Verstehens: Interesse und Bildung

Bildungsziel: Inter-Esse

Unter Interesse (von lat.: *inter* „zwischen, inmitten“ und *esse* „sein“) versteht man die kognitive Anteilnahme respektive die Aufmerksamkeit, die eine Person an einer Sache oder einer anderen Person nimmt.

Employability und lebenslanges Lernen, sowie die lehr-lern-technologische Steuerungspsychologie („Kompetenzmaschine“ Foucault)

produzieren „*schleichende Abwesenheit der Sachen und Menschen in den äußerlich überfüllten und auf Hochtouren laufenden Belehrungseinrichtungen*“.

Anregungen „Bildungsgangforschung“

- Unterricht erreicht häufig Jugendliche nicht!
- Bildungsgangforschung sucht daher danach, warum Jugendliche lernen!
- Wie es Ihnen gelingt, Sinn im Lernangebot zu finden!
- Bildungsbiografien sind zwar einmalig, aber sie finden in einem „allgemeinen“ gesellschaftlichen Rahmen statt.
- An den Berührungspunkten von individueller Entwicklung und soziokultureller Norm entstehen sog. „Entwicklungsauflagen“.



„Allgemeines“ über Schülerinteressen nach der „Bildungsgangforschung“

Jugendliche **jünger** als 15 Jahre (nach Dreher&Dreher 1985)

Beruf-Selbst-Zukunft-Werte-Rolle-Körper-Intim-Partner-Ablösung

Jugendliche **älter** als 15 Jahre (nach Dreher&Dreher 1985)

*Selbst-Peer-Beruf-Intim-Werte-Zukunft-Rolle-Körper-Partner-
Ablösung*

Die Kultivierung der Begeisterung bei Schülern und Lehrern!!

keine enge Fachlichkeit

keine methodologisierte Pädagogik

sondern Interesse wecken an der SACHE

an und durch lebendige Auseinandersetzung mit den in
Geschichte, Kultur, Gesellschaft und Ichentwicklung

eingebetteten

Naturwissenschaften



**Die SACHEN der Naturwissenschaften sind
mehr und anderes als die FÄCHER!**



Zentral für jedes pädagogische Arbeiten bleibt der **genetische
Zusammenhang
von Sache und Subjekt
im gesellschaftlichen Zusammenhang**



9: Lehr(er)voraussetzungen: Kompetenzen für genetisches Lehren



Pädagogisch-didaktische Fachkompetenz:

- Wissenschaftskenntnis/-wissen



Pädagogisch-didaktische Fachkompetenz:

- **Wissenschaftskenntnis/-wissen**
- **Wissenschaftlich „unverstellte“ Wahrnehmung wiedererwecken**



Pädagogisch-didaktische Fachkompetenz:

- *Wissenschaftskenntnis/-wissen*
- *Wissenschaftlich „unverstellte“ Wahrnehmung wiedererwecken*
- *Wissenschaftsgeschichte/-theorien und Reflexionen über die Wissenschaft*



Ausblick: Nationale und internationale didaktische Konzeptionen in der Perspektive genetischen Lehrens



Genetisch relevante Entwicklungen in der Pädagogik und Didaktik der Naturwissenschaften

- Scientific Literacy
(*Kenntnisse in den und über die Naturwissenschaften*)
- Naturwissenschaft im Kontext
- Salters Advanced Chemistry Konzept
(*Chemical Storylines/Chemical Ideas*)
- HPS: History and Philosophy of Science
STS: Science, Technology and Society
- HISTOGEN-Ansatz
- Protowissenschaft, z.B. Janich: Protochemie
- Bildungsgangdidaktik
- Conceptual Change
- Naturwissenschaftliche Frühbildung zwischen „Gisela Lück“ und „Donata Elschenbroich“

- BULTHAUP, Peter: Fachsystematik und didaktische Modelle, in: M. EWERS (Hg.): Naturwissenschaftliche Didaktik zwischen Kritik und Konstruktion. Weinheim 1975, S. 41 ff.
- PUKIES, Jens: Das Verstehen der Naturwissenschaften, Braunschweig 1979
- MESSNER, Rudolf/RUMPF, Horst/BUCK, Peter: Natur und Bildung – Über Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts und Formen des Naturwissens. In: *chimica didactica* 23 (1997) Heft 1 Nr. 74, S. 5-31
- JANISCH, Peter (1995): Protochemie – Programm einer konstruktiven Begründung der Begriffsstruktur der Chemie. In: *chimica didactica* 21 (1995), Heft 2/Nr. 69, S. 111-128
- BUCK, Peter: Gerda Freise: „Chemieunterricht kann nicht in der Art des von Martin Wagenschein beschriebenen Lehrens und Lernens stattfinden“ – der Briefwechsel zwischen Freise und Wagenschein, Teil I (347 ff)
- Gerda Freise: Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht und naturwissenschaftliche Allgemeinbildung – der Briefwechsel zwischen Freise und Wagenschein Teil II. In: *chimica didactica* 22 (1996) Heft 3 Nr. 73.
- WAGENSCHEN, Martin: Verstehen lehren. (1968 und 1970) mit einer Einleitung von Hartmut von Hentig Weinheim und Basel 1999
- SCHENK, Barbara (2003): Bildung im Medium der Naturwissenschaften – Chemie, Physik. In: http://www.erzwiss.uni-hamburg.de/personal/Schenk/Grad-Koll/Vorlesung_1.htm (2.11.03)
- SPÖRLEIN, Eva: „Das mit dem Chemischen finde ich nicht so wichtig ...“. Chemieslernen in der Sekundarstufe I aus der Perspektive der Bildungsgangdidaktik. (Reihe: Studien zur Bildungsgangforschung Band 3). Opladen: Leske + Budrich. 2003
- KREMER, Armin (2003): Kritische Naturwissenschaftsdidaktik: Theoretisches Selbstverständnis und Reformpraxis im Wandel. In: Bernhard, Armin/Kremer, Armin (Hg.): Kritische Erziehungswissenschaft und Bildungsreform. Programmatik – Brüche – Neuansätze, Band 2. Hohengehren, S. 233-264
- ZIEHE, Thomas (2005): Schulische Lernkultur und zeittypische Mentalitätsrisiken. In: Benno HAFENEGGER (Hg.): Subjektdiagnosen. Subjekt, Modernisierung und Bildung. Schwalbach/Ts
- EULER, Peter (2005): Naturwissenschaft – Stiefkind der Bildung? Vortragsmanuskript www.Peter-Euler.de/Forschung/Vorträge
- BIERBAUM, Harald, EULER, Peter, WOLF, Bernhard S. T. (2007): Naturwissenschaft in der Allgemeinen Weiterbildung: Probleme und Prinzipien der Vermittlung von Wissenschaftsverständigkeit in der Erwachsenenbildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag