

Gliederung der Vorlesung

Didaktik	1	Didaktik und Chemiedidaktik
Geschichte	2	Geschichte der Chemiedidaktik und des Chemieunterrichts (CU)
Didaktische Modelle	3	Didaktische Modelle
Sicherheit	4	Sicherheit im Labor
Lernpsy. Grundlagen	5	Lernpsychologische Grundlagen
Schülervorstellungen	6	Schülervorstellungen
Lernen im CU	7	Lernen im CU
Fachsprache	8	Fachsprache
Konzeptionen im CU	9	Konzeptionen im CU
Prinzipien der Stoffauswahl...	10	Prinzipien der Stoffauswahl und –anordnung
Didaktische Reduktion	11	Didaktische Reduktion
Einführende CU	12	Themen für den einführenden CU
Umsetzung fachl. Inhalte	13	Umsetzung fachlicher Inhalte
Unterrichtsverfahren	14	Unterrichtsverfahren
Experimente	15	Experiment als Unterrichtsmedium

Inhalt: Didaktik und Chemiedidaktik

- **Chemiedidaktische Literatur**
- **Literaturbeschaffung**
- **Fachverbände**
- **Didaktik allgemein**
- **Chemiedidaktik allgemein**
- **Chemiedidaktik und die anderen Wissenschaften**

Bücher

- P. Pfeifer; B. Lutz; H. J. Bader (Hrsg.): Konkrete Fachdidaktik Chemie, 3. Auflage, Oldenbourg Verlag, München 2002
- H. D. Barke; G. Harsch: Chemiedidaktik heute, Springer, Heidelberg 2001
- H.-J. Becker; W. Glöckner; F. Hoffmann; G. Jüngel: Fachdidaktik Chemie, 2. Auflage, Aulis, Köln 1992
- H.-J. Schmidt: Fachdidaktische Grundlagen des Chemieunterrichts, Vieweg, Braunschweig 1981
- S. Nöding; F. Flohr: Methodik, Didaktik und Praxis des Chemieunterrichts, 4. Auflage, Quelle und Meyer, 1979
- H. Vossen: Kompendium Didaktik Chemie, Ehrenwirt, München 1979
- Akademie der Pädagogischen Wissenschaften (Hrsg.): Methodik Chemieunterricht, Volk und Wissen, Berlin 1975

Zeitschriften

- Chemie konkret (CHEMKON), hrsg. von der Fachgruppe Chemieunterricht der GDCh, Wiley-VCH
- Der mathematische naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), hrsg. von MNU, Dümmler
- Naturwissenschaft im Unterricht (NiU), Friedrich
- Praxis der Naturwissenschaften Chemie - Chemie in der Schule (PdN ChiS), Aulis
- Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaft (ZfDN), IPN
- Chimica didactica - Zeitschrift für Didaktik der Chemie, Kooperative Dürnau
- Chemie & Schule, hrsg. vom Verband der Chemielehrer Österreichs (VCÖ)
- Chemie in der Schule, Pädagogischer Zeitschriftenverlag (eingestellt seit Dez. 2000)

Bibliotheken

- Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
- Bibliothekszentrum Niederursel
(Präsenzbestand, Lehrbuchsammlung, Zeitschriften)
- Handapparat Didaktik
(Präsenzbestand)
- Deutsche Bibliothek Frankfurt
(Präsenzbestand)

Recherche

- Universitätsbibliothek, Medizinische Hauptbibliothek, Senckenbergische Bibliothek, Bibliothekszentrum Niederursel
<http://webopac.server.uni-frankfurt.de>
- Institut für Didaktik der Chemie Frankfurt
<http://www.chemiedidaktik-frankfurt.de>
- Deutsche Bibliothek Frankfurt
<http://www.ddb.de>

Fachverbände

- Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh),
Fachgruppe Chemieunterricht
- Deutscher Verein zur Förderung des
mathematischen und naturwissenschaftlichen
Unterrichts e.V. (MNU)
- Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik
(GDChP)



Definition: Didaktik (griech., didáskein, lehren)

- Comenius, 1627:
Didaktik ist die allgemeingültige Kunst, alle alles zu lehren
- Klafki, 1963:
Didaktik ist die Lehre vom Unterricht
(Didaktik im weiteren Sinne)
- Weniger, 1963:
Didaktik erfasst die Theorie der Bildungsinhalte, ihrer Struktur und Auswahl
(Didaktik im engeren Sinne)

Didaktik allgemein

Die Didaktik kümmert sich um die Frage

- **Wer**
- **was**
- **wann**
- **mit wem**
- **wo**
- **wie**
- **womit**
- **warum und**
- **wozu**

lernen soll

Es ergeben sich folgende Fragestellungen:

- **Mit welchen Zielen sollen**
- **welche Inhalte**
- **unter welchen**
- **Vorraussetzungen und**
- **welchen Bedingungen auf**
- **welcher Stufe mit**
- **welchen Methoden in**
- **welcher Zeit mit**
- **welchem Erfolg von**
- **wem gelehrt bzw. von**
- **wem gelernt werden?**

Quelle: H.-D. Barke; G. Harsch: Chemiedidaktik heute. Springer, Heidelberg 2001, S. 2

Definition:

Chemiedidaktik ist eine Fachdidaktik mit der zentralen Aufgabe,

- Inhalte,
- Ergebnisse und
- Methoden der Chemie einschließlich ihrer technischen Anwendung

für Erziehungs- und Bildungsaufgaben zu erschließen.

Weitere Definitionen

Modell

Vereinfachte Darstellung der Funktion eines Gegenstandes oder des Ablaufes eines Sachverhaltes, z.B. Atommodelle.

Theorie

System von wissenschaftlich begründeten Aussagen zur Erklärung bestimmter Tatsachen, Erscheinungen oder Gesetzmäßigkeiten, z.B. die Entwicklungstheorie nach Piaget.

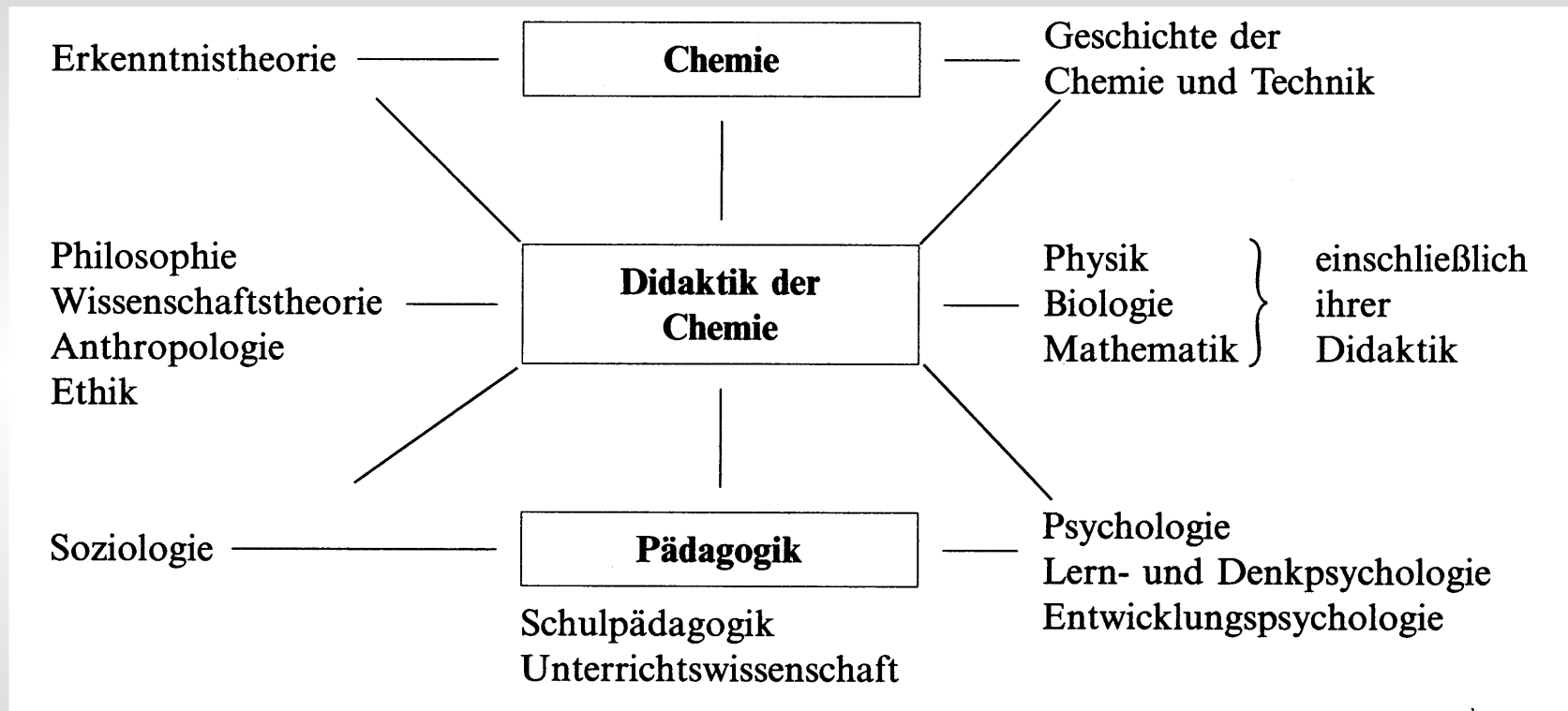
Konzept

Grob gehaltener Plan zu einem bestimmten Vorgehen, z.B. die didaktische Konzeption zum Unterricht nach Klafki.

Rezept

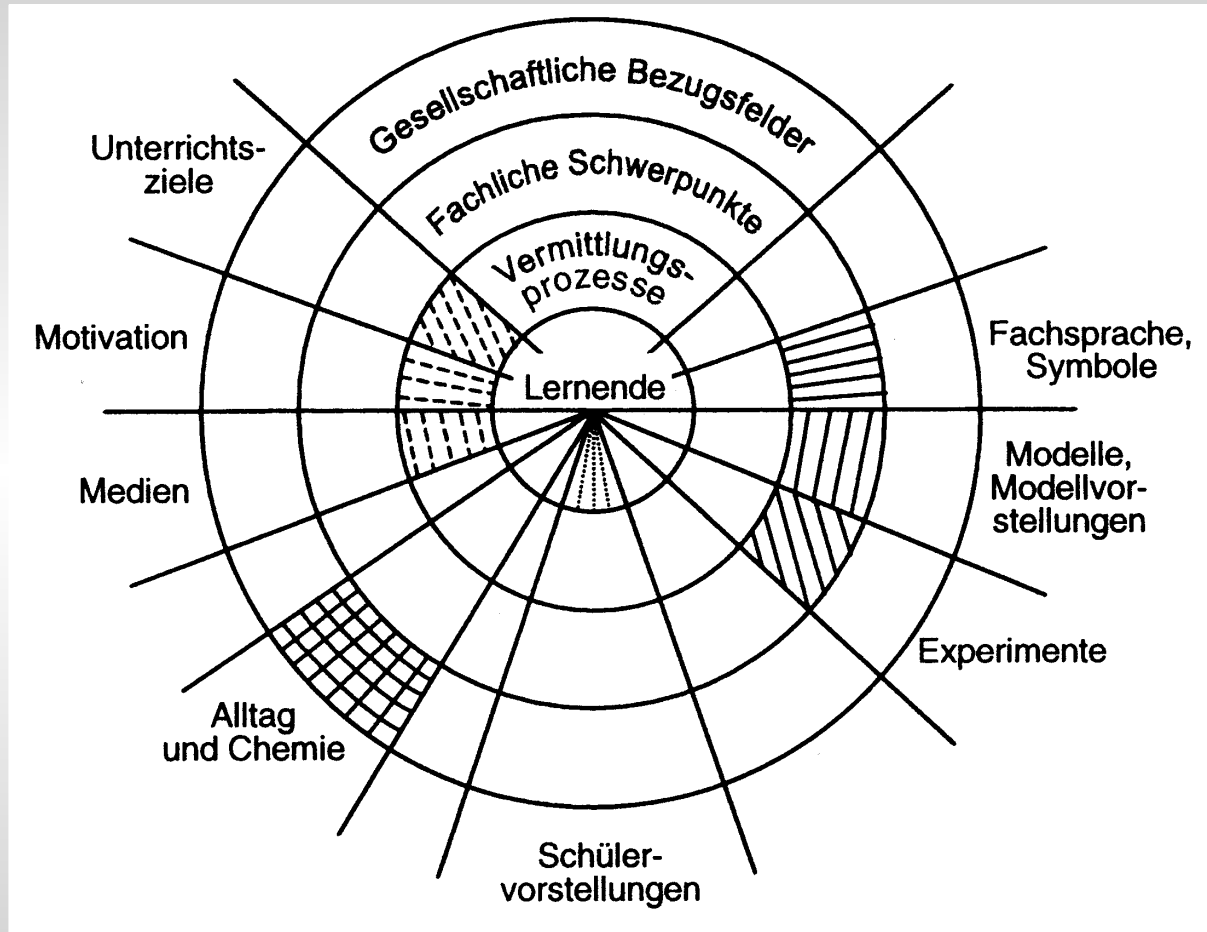
Praktische Vorgehensweise, ein bestimmtes Ziel zu erreichen, z.B. das Unterrichtsrezept:
„Die Zügel am Anfang straffen, damit man sie später lockern kann“.

Bezüge der Chemiedidaktik zu anderen Wissenschaften



Quelle: P. Pfeifer; K. Häusler; B. Lutz (Hrsg.): Konkrete Fachdidaktik Chemie, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, München 1992, S. 8

Chemiedidaktische Bezugsfelder



Quelle: P. Pfeifer; K. Häusler; B. Lutz (Hrsg.): Konkrete Fachdidaktik Chemie, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, München 1992, S. 8



Chemiedidaktische Studienziele des Studiums für Lehramt Chemie sind:

- der Erwerb von Kenntnissen über Möglichkeiten inhaltlicher und methodischer Strukturierung;
- die Fähigkeit, die für die Schülerinnen und Schüler wesentlichen chemischen und fächerübergreifenden Erkenntnisse auszuwählen, sie schülergerecht und sachlich richtig zu vermitteln und dabei Schülerinnen und Schüler zum selbständigen Arbeiten anzuleiten;
- die Fähigkeit, den Schülerinnen und Schülern Wege und Methoden der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in der Chemie nahe zu bringen;
- die Fähigkeit, den Schülerinnen und Schülern die Bedeutung chemischer Sachverhalte für das Leben des einzelnen Menschen, seine Umwelt und die Gesellschaft zu erschließen.

Quelle: Lehramtsprüfungsordnung für das Fach Chemie im Studiengang Lehramt am Gymnasium (L3), Frankfurt 1998

Inhalt: Didaktische Modelle

- **Didaktische Modelle**
 - Definition
 - Merkmale
 - Funktion
- **Vier Ebenen didaktisch-methodischer Ansätze**
- **Beispiele**
 - Bildungstheoretische Didaktik (Klafki 1985)
 - Lerntheoretische Didaktik (Schulz 1969)
 - Kybernetische Didaktik (Cube 1977)
- **Faktoren des Unterrichtsprozesses**
- **Faktoren der Handlungskompetenz des Lehrers**

Definition:

- 3. Ein didaktisches Modell ist ein erziehungswissenschaftliches Theoriegebäude zur Analyse und Modellierung didaktischen Handelns in schulischen und nichtschulischen Handlungszusammenhängen.**
- 4. Ein didaktisches Modell stellt den Anspruch, theoretisch umfassend und praktisch folgenreich die Voraussetzung, Möglichkeiten und Grenzen des Lehrens und Lernens aufzuklären.**
- 5. Ein didaktisches Modell wird in seinem Theoriekern in der Regel einer wissenschaftstheoretischen Position (manchmal auch mehreren) zugeordnet.**

Werner Jank/Hilbert Meyer, Didaktische Modelle, Frankfurt am Main, 1994, S.92.

Allgemeine Merkmale didaktischer Modelle:

- Abbildungsmerkmal (Unterrichtswirklichkeit)
- Verkürzungsmerkmal (Reduktion)
- pragmatisches Merkmal (Akzentuierung, Transparenz, Perspektivität)

Funktionen didaktischer Modelle

- Strukturierungsfunktion - Regulierungsfunktion
- Theoriebildungsfunktion - Institutionalisierungsfunktion
- Heuristische Funktion - Anregung und Musterfunktion
- Prognostische Funktion - Antizipationsfunktion
- Ideologiekritische Funktion

Vier Ebenen didaktisch-methodischer Ansätze

- **Reflexion der erziehungswissenschaftlichen Theorien**
aus historisch systematischer und wissenschaftstheoretischer Sicht:
 - z.B. die Auseinandersetzung zwischen dem „rechten“ und „linken“ Flügel wissenschaftstheoretischer Positionen
- **Theorien der Erziehungswissenschaften** (Beispiele)
 - Empirisch analytische Ansätze
 - Gesellschaftskritische Ansätze
- **Didaktische Modelle** (Beispiele)
 - Bildungstheoretische Didaktik (Klafki)
 - Lerntheoretische Didaktik (Schulz)
 - Kybernetische Didaktik (von Cube)

Vier Ebenen didaktisch-methodischer Ansätze

- **Unterrichtskonzepte** (Beispiele)
 - Projektunterricht; Handlungsorientierter Unterricht;
Offener Unterricht; Erfahrungsbezogener Unterricht
 - Exemplarisches Lernen; Genetisches Lernen;
Mehrperspektivischer Unterricht
 - Entdeckendes Lernen; Problemorientierter Unterricht;
Wissenschaftsorientierter Unterricht
 - Lernzielorientierter Unterricht; Programmierter Unterricht

Quelle: W. Jank; H. Meyer: Didaktische Modelle, 3. Auflage, Cornelsen, Frankfurt 1994

Didaktische Analyse

- Welchen größeren bzw. welchen allgemeinen Sinn- oder Sachzusammenhang vertritt und erschließt dieser Inhalt? Welches Urphänomen oder Grundprinzip, welches Gesetz, Kriterium, Problem, welche Methode, Technik oder Haltung lässt sich in der Auseinandersetzung mit ihm „exemplarisch“ erfassen?
- Welche Bedeutung hat der betreffende Inhalt bzw. die an diesem Thema zu gewinnende Erfahrung, Erkenntnis, Fähigkeit oder Fertigkeit bereits im geistigen Leben der Kinder meiner Klasse, welche Bedeutung sollte er – vom pädagogischen Gesichtspunkt aus gesehen – darin haben?
- Worin liegt die Bedeutung des Themas für die Zukunft der Kinder?
- Welches ist die Struktur des (durch die Fragen 1 und 2 und 3 in die spezifisch pädagogische Sicht gerückten) Inhaltes?
- Welches sind die besonderen Fälle, Phänomene, Situationen, Versuche, in oder an denen die Struktur des jeweiligen Inhaltes den Kindern dieser Bildungsstufe, dieser Klasse interessant, fragwürdig, zugänglich, begreiflich „anschaulich“ werden kann?

Bildungstheoretische Didaktik II (Klafki, 1971)

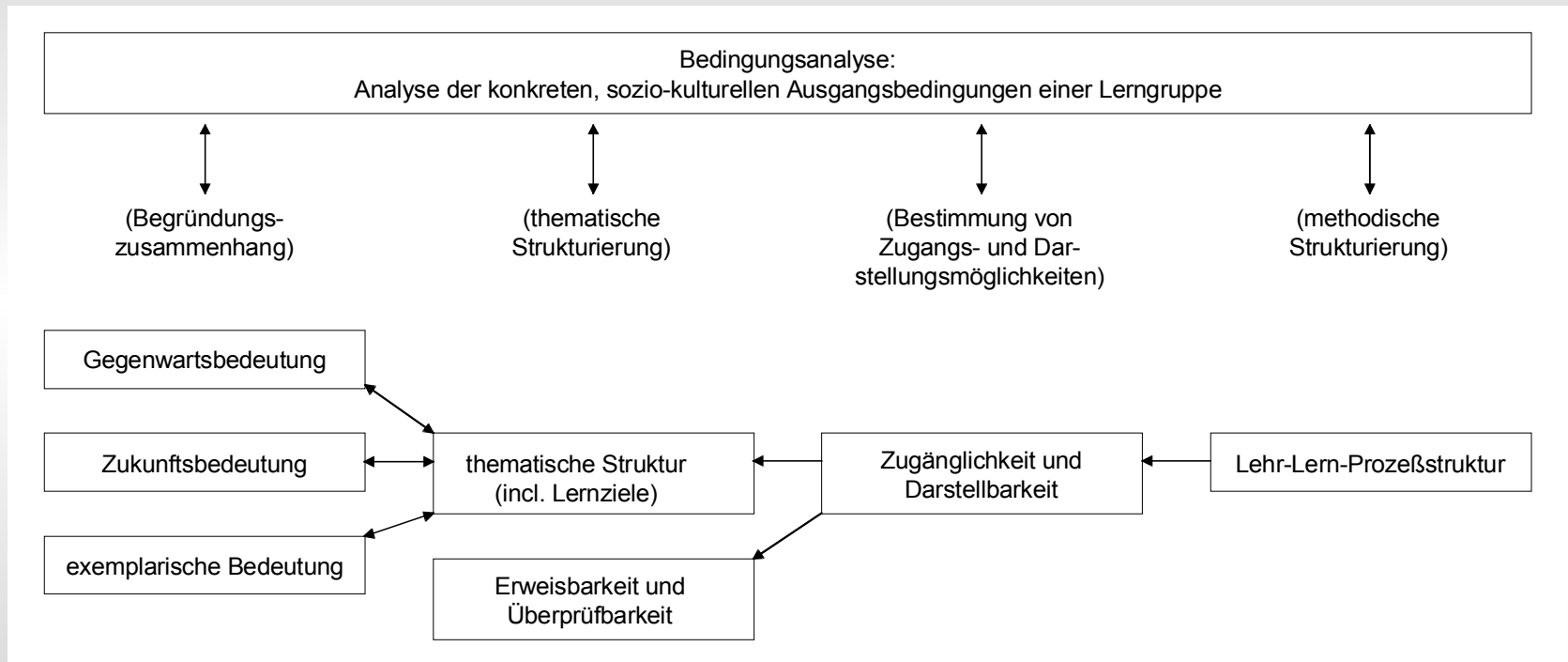
- Die generelle Zielbestimmung des Unterrichts ist in der Entwicklung von Selbstbestimmungs-, Mitbestimmungs- und Solidaritätsfähigkeit zu sehen (Klafki 1985 a, S. 199).
- Lehren und Lernen vollziehen sich im Sinne „kategorialer Bildung“. Das heißt: Der Lehrende leistet dem lernenden Unterstützung zum selbständigen Erwerb von Fähigkeiten, Kenntnissen usw. (Ebd., S. 180, 199)
- Klafki versteht Lehren und Lernen zudem als „Interaktionsprozeß“, durch den es in zunehmendem Maße ermöglicht werden soll, die Lernenden an der „Mitplanung des Unterrichts bzw. einzelner Unterrichtsphasen“ (ebd., S. 200) zu beteiligen und das im Unterricht Verhandelte diskursiv zu rechtfertigen.

Bildungstheoretische Didaktik II (Klafki, 1971)

Im Rahmen der Bildungstheoretische Didaktik II hält Klafki beispielsweise folgende Inhalte für wesentlich:

- die Umweltfrage
- Möglichkeiten und Gefahren des naturwissenschaftlichen, technischen und ökonomischen Fortschritts
- sog. „entwickelte Länder“ und „Entwicklungsländer“ sowie das Nord-Süd-Gefälle
- Arbeit und Arbeitslosigkeit in ihrer ökonomisch-gesellschaftlich-politischen Bedeutung und in ihrer Bedeutung für die individuelle und soziale Identität des einzelnen
- das Verhältnis der Generationen zueinander
- Deutsche und Ausländer in Deutschland
- Behinderte und Nichtbehinderte
- Möglichkeit und Problematik der Massenmedien und ihrer Wirkung
- die wissenschaftliche Wirklichkeitsbetrachtung, die sog. „Verwissenschaftlichung“ der modernen Welt und das alltägliche Verhältnis von Mensch und Wirklichkeit.

Bildungstheoretische Didaktik (Klafki, 1985)



Quelle: W. Plöger: Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik, Fink, München 1999, S. 98

Lerntheoretische Didaktik (Heimann, Otto, Schulz 1969)

Kritik an der bildungstheoretischen Didaktik:

Die Strukturen und Kategorien der bildungstheoretischen Didaktik sind für den Unterricht folgenlos.

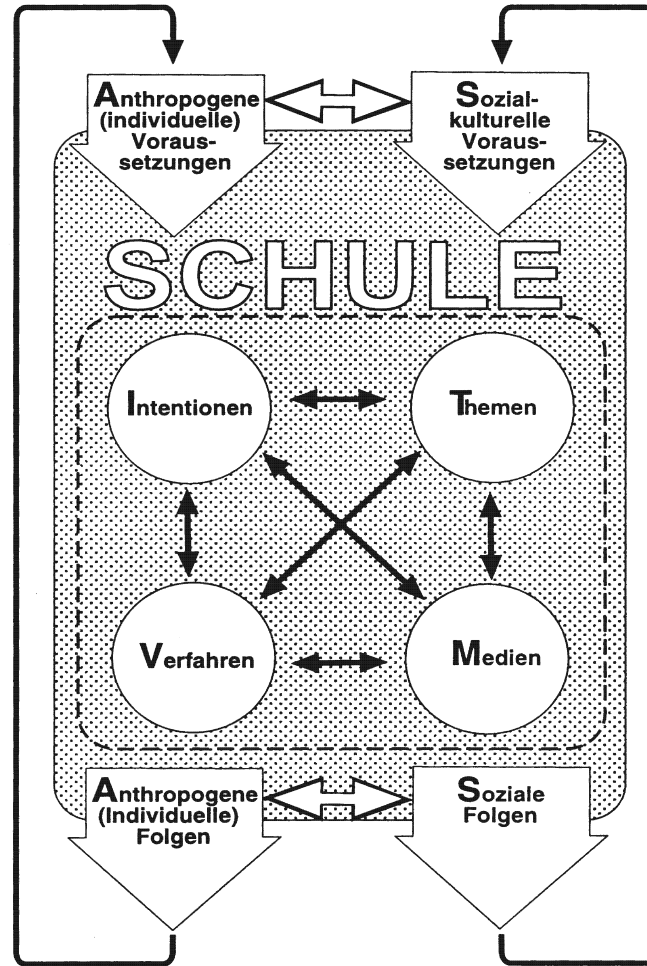
Der „fruchtbare Moment“ im Bildungsprozess ist nicht beliebig verfügbar.

Der Begriff „Didaktik“ wird ganz für die Unterrichtsinhalte in Anspruch genommen, die Methodik bleibt ausgeklammert.

Fazit: Didaktik wird nicht als Theorie der Bildungsinhalte (Klafki), sondern als Theorie des Unterrichts (Heimann 1965) verstanden.

Quelle: W. Plöger: Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik, Fink, München 1999

Lerntheoretische Didaktik (Heimann, Otto, Schulz 1969)



Quelle: W. Plöger: Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik, Fink, München 1999, S. 109

Lerntheoretische Didaktik (Heimann, Otto, Schulz 1969)

**Intentionen des Unterrichts und Themen sind nicht voneinander zu trennen.
Erst aus beiden lassen sich die Lernziele ableiten.**

Beispiel: Die Frage der Energieversorgung kann chemisch und physikalisch aber auch politisch, oder geographisch behandelt werden.

Lernzieldimensionen:

- Kognitiv
- Pragmatisch (psychomotorisch)
- Emotional (affektiv)

Quelle: W. Plöger: Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik, Fink, München 1999

Lerntheoretische Didaktik II (Schulz 1979, Hamburger Modell)

Grundlegende Intention:

Dem Unterrichtenden soll gezeigt werden, dass *Unterricht zur Emanzipation Heranwachsender befähigen soll und inwiefern dazu die Beteiligung der Schüler an der Planung von Unterricht erforderlich erscheint.*

Angestrebt wird eine Balance zwischen einer Konzentration auf das Thema, das Individuum und der Lerngruppe:

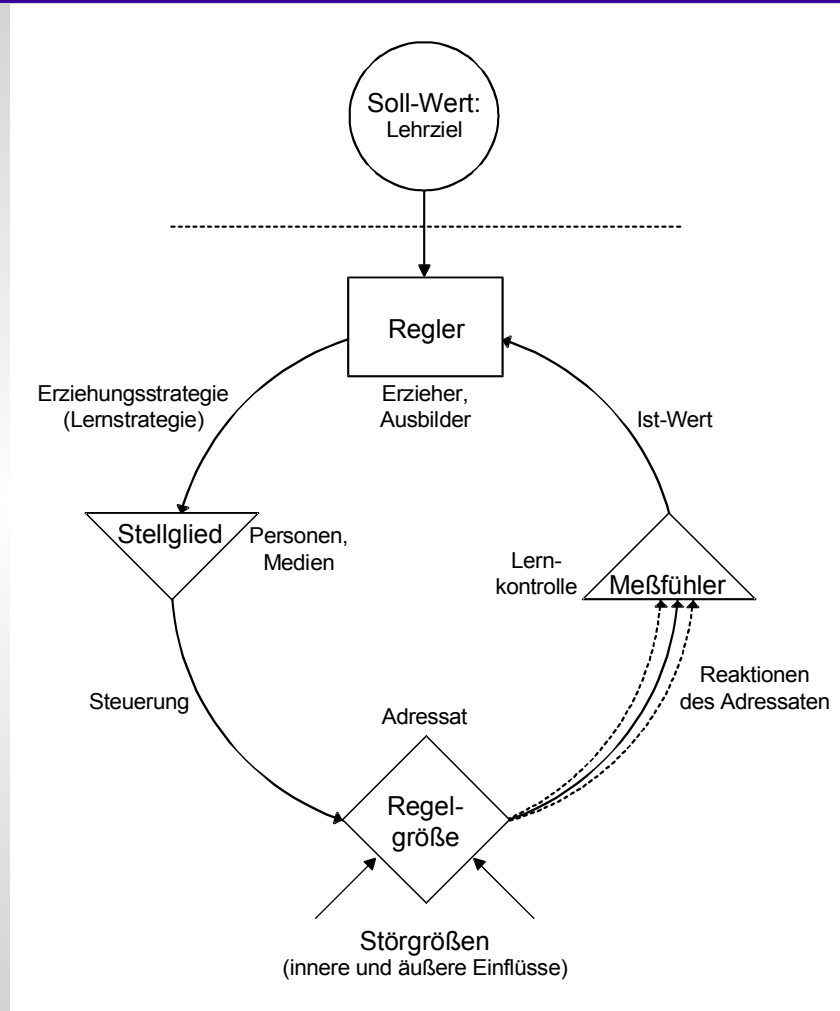
Keine Unterwerfung unter eine menschenunabhängige Sachgesetzlichkeit

Keine einseitige Freisetzung der Interessen von Individuen auf Kosten anderer

Keine Überbetonung der Gruppe um Qualifizierung und individuelle Entfaltung nicht zu behindern

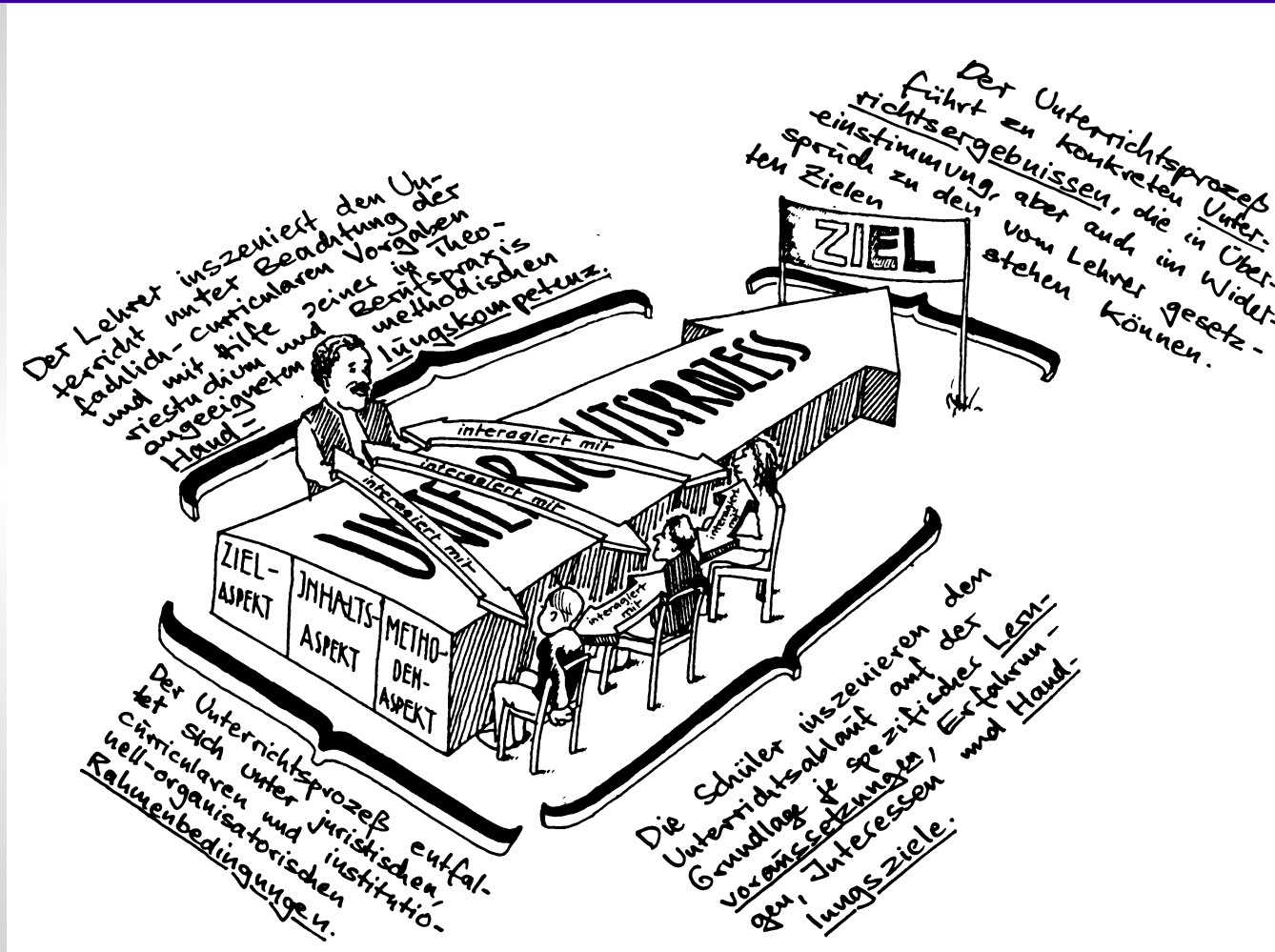
Quelle: W. Plöger: Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik, Fink, München 1999, S. 109

Kybernetische Didaktik (von Cube 1977)



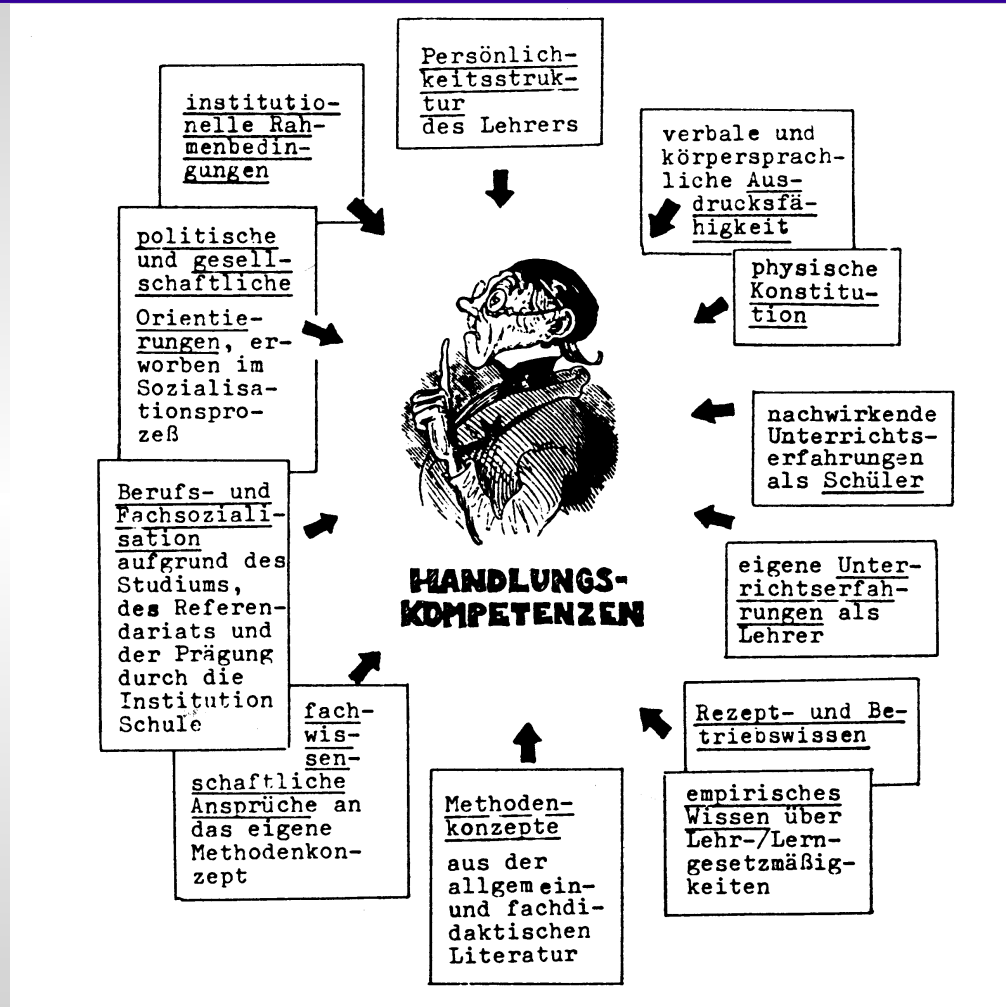
Quelle: W. Plöger: Allgemeine Didaktik und Fachdidaktik, Fink, München 1999, S. 188

Faktoren des Unterrichtsprozesses



Quelle: H. Meyer: Unterrichtsmethoden I (Theorieband), 2. Auflage, Scriptor, Frankfurt/Main 1988, S. 49

Faktoren der Handlungs-kompetenz des Lehrers



Quelle: H. Meyer: Unterrichtsmethoden I (Theorieband), 2. Auflage, Scriptor, Frankfurt/Main 1988, S. 28

Inhalt: Sicherheit

- **Sicherheit im Labor**
 - Unfallursachen
 - Beispiele leichtsinnigen Verhaltens
 - Mögliche Unfallfolgen
- **Arbeitsregeln für den Experimentator**
- **Versuche zur Sicherheit im Chemieunterricht**
- **Verordnungen und Regeln**
- **Beschränkung des Umgangs mit Chemikalien (für Schüler)**
- **Beispiel: Benzol**

Wodurch entstehen Unfälle?

- Mangelndes Fachwissen
- Leichtsinniges Verhalten
- Unwissenheit bei der Bedienung von Sicherheitsgeräten
- Nervosität des Experimentators
- Unordnung im Schullabor
- Lösungsmittel im Ausguss
- Unzureichende Ausstattung des Schullabors
- Fehlendes Umweltbewusstsein beim Arbeiten im Schullabor

Beispiele für leichtsinniges Verhalten im Labor

- Brennerflamme steht in der Nähe brennbarer Gase oder Lösemittel
- Durchführen von Experimenten alleine im Labor
- Druckgasflaschen sind nicht angekettet
- Verzicht auf Schutzscheibe und Schutzbrille
- Pipettieren mit dem Mund
- Unkenntnis des Ablaufs der chemischen Reaktion (z.B. Gasentwicklung)
- Häusliche Schülerexperimente (z.B. mit Sprengstoffen)

Mögliche Unfallfolgen

- Verbrennungen, Verbrühungen
- Verätzungen
- latente oder akute Vergiftungen
- Schnittwunden
- Blendung der Augen
- Lungenschäden

Arbeitsregeln für den Experimentator

1. Sicherheitsvorkehrungen des Laborbereiches und der Schule kennen.
3. Nicht alleine experimentieren.
5. Chemikaliengefäße beschriften.
7. Keine Lebensmittelgefäße zum Aufbewahren von Chemikalien verwenden.
9. Gefahrensymbole auf Chemikaliengefäße anbringen.
11. Chemikalienflaschen nach Substanzentnahme sofort wieder verschließen.
13. Passende und dichte Stopfen bzw. Verschlüsse für die Chemikaliengefäße verwenden.
15. Gebrauchte Gefäße so rasch wie möglich entleeren und spülen.

Arbeitsregeln für den Experimentator

2. Beim Entsorgen Umweltschutzmaßnahmen einhalten.
4. Lösemittel (z.B. Ether) nicht in den Abguss geben.
6. Keine leichtentzündlichen oder ätzenden Stoffe in den Mülleimer geben.
8. Glasabfälle getrennt von Papier in den Müll geben.
10. Bunsenbrenner in Wartestellung stets mit leuchtender Flamme.
12. Druckgasflaschen anketten.
15. Nach dem Arbeiten mit Chemikalien Hände waschen; Berührung des Mundes, der Nase oder der Augen vermeiden.

Versuche zur Sicherheit im Chemieunterricht

- Neutralisation konzentrierter Säuren mit konzentrierten Laugen (heftige Reaktion und Temperaturanstieg).
- Eintragen von festem Natriumhydroxid oder Kaliumhydroxid in Wasser bzw. Säuren (heftige Reaktion und Temperaturanstieg).
- Modellversuch zum Friteusenbrand (brennendes Öl spritzt weit aus dem Tiegel heraus).
- Erhitzen von Dichlormethan bis zum Sieden und Zugabe eines Siedesteinchens nach Entfernen der Heizquelle (Dichlormethan sprudelt sofort aus dem Reagenzglas).
- Erhitzen von Isopropanol, Toluol und Diethylether im Reagenzglas über dem Brenner bis zum Sieden. Unter welchen Bedingungen fangen die Lösemittel zu brennen an?
- Demonstrationsexperiment zum Nachweis, dass die Dämpfe organischer Lösemittel schwerer sind als Luft. Wie kann dies eindrucksvoll bewiesen werden?
- Reaktion von Natrium und Kalium mit Ethanol. Wie kann man die Entzündung des gebildeten Wasserstoffs verhindern?

Wichtige Verordnungen und Regeln zur Sicherheit im Labor (Stand 2006):

Bundesebene:

- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- ⇒ Umsetzung für die Schule:
- Umgang mit Gefahrstoffen im Schulbereich - TRGS 450 (1989) *ist nicht mehr gültig!*
 - Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht (GUV - SR 2003 und GUV - SR 2004), noch gültig, aber in Überarbeitung

Länderebene:

- Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht (RiSU) (Empfehlungen der KMK 2003)
GUV-SI 8070

Bundesland Hessen:

- Richtlinien für die Aufsichtsführung bei praktischen Arbeiten während schulischer Veranstaltungen (AufsichtsVO, Anlage 2, 2005)

Beschränkung des Umgangs mit Chemikalien (für Schüler)

Einstufung des Gefahrstoffes	Beispiele	Schülerexperimente bis einschließlich Jahrgangstufe 10	Schülerexperimente in den Jahrgangstufen 11 bis 13
1. sehr giftig T+	Brom weißer Phosphor Kaliumcyanid	nicht möglich	nicht möglich
2. giftig T	Kaliumnitrit Methanol Phenol	möglich	möglich
3. gesundheitsschädlich Xn	Bariumchlorid, w ≤ 25% Kaliumpermanganat Iodlösung	möglich	möglich
4. ätzend C	Natriumhydroxid Natriumsulfid Silbernitrat konz. Säuren	möglich	möglich
5. reizend Xi	Essigsäure, 10 % ≤ w < 25 % Natronlauge, 0,5 % ≤ w < 2 % Salzsäure, 10 % ≤ w < 25 % Schwefelsäure, 5 % ≤ w < 15 %	möglich	möglich
6. explosionsgefährlich E	Schwarzpulver Kaliumchlorat-Mischungen mit brennbaren Stoffen	nicht möglich	nicht möglich
7. brandfördernd O	Kaliumnitrat Natriumiodat Kaliumpermanganat	möglich	möglich
8. hochentzündlich F+	Acetaldehyd Diethylether Methylformiat Petrolether	nicht möglich mit Flüssigkeiten für Schüler bis 16 Jahren	möglich
9. leichtentzündlich F	Ethylacetat Octan Toluol	möglich	möglich
10. krebserzeugend T; R 45, R 49	Acrylnitril K 2 Benzol K 1 1,2-Dibromethan K 2	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 3)	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 3)
11. Verdacht auf krebserzeugende Wirkung Xn; R 40	Dichlormethan K 3 1,4-Dioxan K 3 Acetamid K 3	möglich	möglich
12. erbgutverändernd T; R 46	Diethylsulfat M 2	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 3)	nicht möglich (Ausnahmen siehe Tabelle 3)
13. Verdacht auf erbgutverändernde Wirkung Xn; R 40		möglich	möglich
14. fortpflanzungsgefährdend T; R 60, R 61	Blei(II)-acetat R _E 1 Blei(II)-nitrat R _E 1 Blei(II)-oxid R _E 1	nicht möglich	nicht möglich
15. Verdacht auf fortpflanzungsgefährdende Wirkung Xn; R 62, R 63		möglich	möglich

Quelle: GU 19.16



Benzol



F



T

Gefahrenhinweise: R 45-11-48/23/24/25

Sicherheitsratschläge: S 53-45

R 45: Kann Krebs erzeugen

R 11: Leichtentzündlich

R 48/23/24/25: Auch giftig: Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition durch Einatmen, Berührung mit der Haut und durch Verschlucken.

S 53: Exposition vermeiden - Vor Gebrauch besondere Hinweise einholen

S 45: Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt hinzuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)

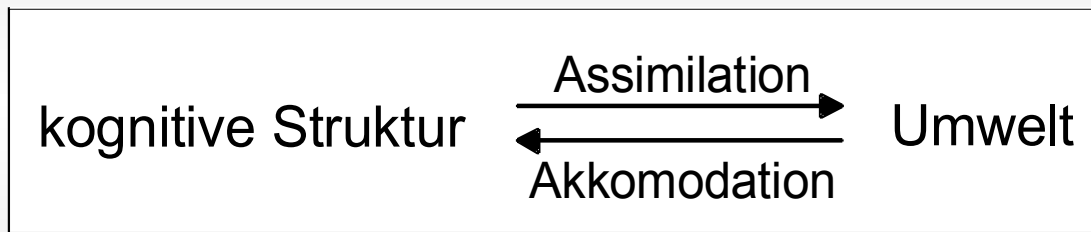
Inhalt: Lernpsychologische Grundlagen

- **Entwicklungsstufen nach Piaget**
- **Weiterentwicklungen von Piagets Entwicklungspsychologie (H. Aebli)**
- **Repräsentationsarten nach J. S. Bruner**

Lernpsychologische Grundlagen des Chemieunterrichts

Jean Piaget

1896 - 1980



<http://www.piaget.org/biography/biog.html>

„Ohne ausdrückliches Abbauen falscher Vorstellungen werden keine tragfähigen neuen Vorstellungen erworben“ (Piaget, Inhelder).

Assimilation:

- Aufnahme von Eindrücken, Wahrnehmung und Gegebenheit aus der Umwelt
- Einbinden in vorhandene kognitive Schemata
- Speicherung im Gedächtnis
- ohne Änderung der vorhandenen Schemata

Akkommodation:

- Anpassung der kognitiven Schemata an die Gegebenheiten der Umwelt
- Neuformung, Ausweitung, Umstrukturierung der vorhandenen Schemata
- Wird angewendet wenn die Assimilation nicht funktioniert.

Bsp.: Ein Kind, das über das „Greifschema“ verfügt, **assimiliert**, wenn es versucht einen Wasserstrahl mit den Fingern zu greifen. Da das misslingt muss es **akkomodieren** und lernen das Wasser zu schöpfen, also ein neues Schema, das „Schöpfschema“ entwickeln

Entwicklungsstufen nach Piaget

Stufentheorie

Alterstypische Entwicklungsphasen nach Piaget:

sensorische Phase:	0. - 2. Lebensjahr
präoperationale Phase:	2. - 7. Lebensjahr
konkret-operationale Phase:	7. - 11./12. Lebensjahr
formal-operationale Phase:	ab 11./12. Lebensjahr

Entwicklungsstufen nach Piaget

Sensomotorische Phase:

0. - 2. Lebensjahr

- Kleinkind lernt und handelt aufgrund sinnlicher Wahrnehmung (sensorisch) und motorischer Aktivität (Bewegung): sensomotorisch.
- Kleinkind lebt aus dem Augenblick heraus im Hier und Jetzt.
- Kleinkind denkt nicht nach, bevor es eine Tätigkeit ausführt (praktische Intelligenz).

Entwicklungsstufen nach Piaget

Präoperationale Phase:

2. - 7. Lebensjahr

Bestimmend für die Vorschuljahre bis in die Grundschule

Die präoperationale Phase wird aufgeteilt in die:

- Phase des präkonzeptuellen (vorbegrifflichen) Denkens
(2. - 4. Lebensjahr)
- Phase des intuitiven (anschaulichen) Denkens
(4. - 7. Lebensjahr)

Entwicklungsstufen nach Piaget

Phase des präkonzeptuellem (vorbegrifflichem) Denkens

2. - 4. Lebensjahr

- Beginn der Sprachentwicklung
- transdeduktives Denken (vom Besonderen zum Besonderen): z. B.: Der Hund hat Haare, das Ding hat Haare, also ist es ein Hund.
- unklare Begriffsbildung (vorbegrifflich):
z. B. : Alle Männer sind Papas, alle Frauen Mamas.
- Wagenschein: magisch-animistische Phase, z. B.:
 - Die Sonne scheint, weil wir spazieren gehen wollen.
 - Das Papier bleibt nicht am Magneten hängen, weil es nicht will.

Entwicklungsstufen nach Piaget

Phase des intuitiven (anschaulichen) Denkens

4. - 7. Lebensjahr

- transdeduktives Denken weitgehend abgelegt
- anschauliches Denken: Problem der Invarianz von Länge und Volumen, z. B. : Bechergläser mit unterschiedlicher Form aber mit der gleichem Menge Inhalt
- egozentrisches Denken (Kind steht im Mittelpunkt)
- keine Fähigkeit zur Klassifizierung (Bildung von Unterklassen)
- operationales Denken (logische kausale Handlungen) noch nicht möglich
- Ereignisse können in ihrer Abfolge festgehalten werden; bildliche Symbole (z. B. Gefahrensymbole) können verwendet werden.
- Kindliche Aufmerksamkeit konzentriert sich nur auf eine Eigenschaft der Dinge (z. B. : Länge einer Tonwurst).
- Reversibilität nicht möglich, z. B.: Je länger eine Tonwurst, desto dünner ist sie.

Entwicklungsstufen nach Piaget

Konkret-operationale Phase

7. - 11./12. Lebensjahr

Bestimmend bis zur Pubertät der Schüler,
z. T. darüber hinaus

- Elemente können in Klassen eingeordnet werden (Klassifikation).
- Objekte/Stoffe können nach einer bestimmten Eigenschaft geordnet werden (Reihenbildung).
- Schüler können mit Zahlen umgehen (Ordinal- und Kardinalzahlen).
- Informationen können gesammelt und verarbeitet werden.
- Anwendung der Erhaltungslogik, z. B. : Gesetz von der Erhaltung der Masse, Gesetz der konstanten Proportionen
- Schwierigkeit mit der Erfassung abstrakter Begriffe, verbal gestellter Probleme und hypothetischem Denken
- Erwerb von Invarianzen

Konkret-operationale Phase Entwicklungsstufen nach Piaget

Konkret-operationale Phase:

7. - 11./12. Lebensjahr

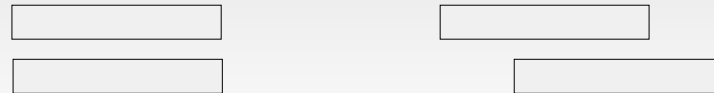
Erwerb von Invarianzen

Definition Invarianz:
Erkenntnis, dass Quantität
oder Menge von Objekten
unverändert (invariant)
bleibt, wenn nichts
hinzugefügt oder
weggenommen wird und nur
die Form oder die räumliche
Anordnung verändert wird.

Invarianz der Anzahl



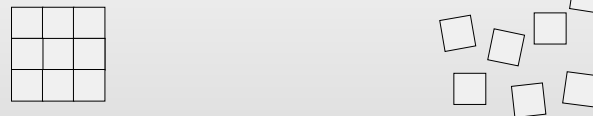
Invarianz der Länge



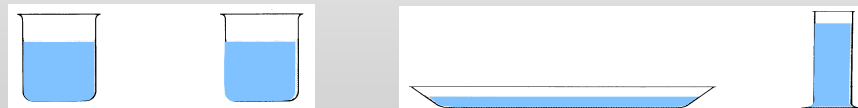
Invarianz der Masse



Invarianz der Fläche



Invarianz des Volumens



Entwicklungsstufen nach Piaget

Formal-operationale Phase

ab 11./12. Lebensjahr

Folgende Fähigkeiten werden erworben:

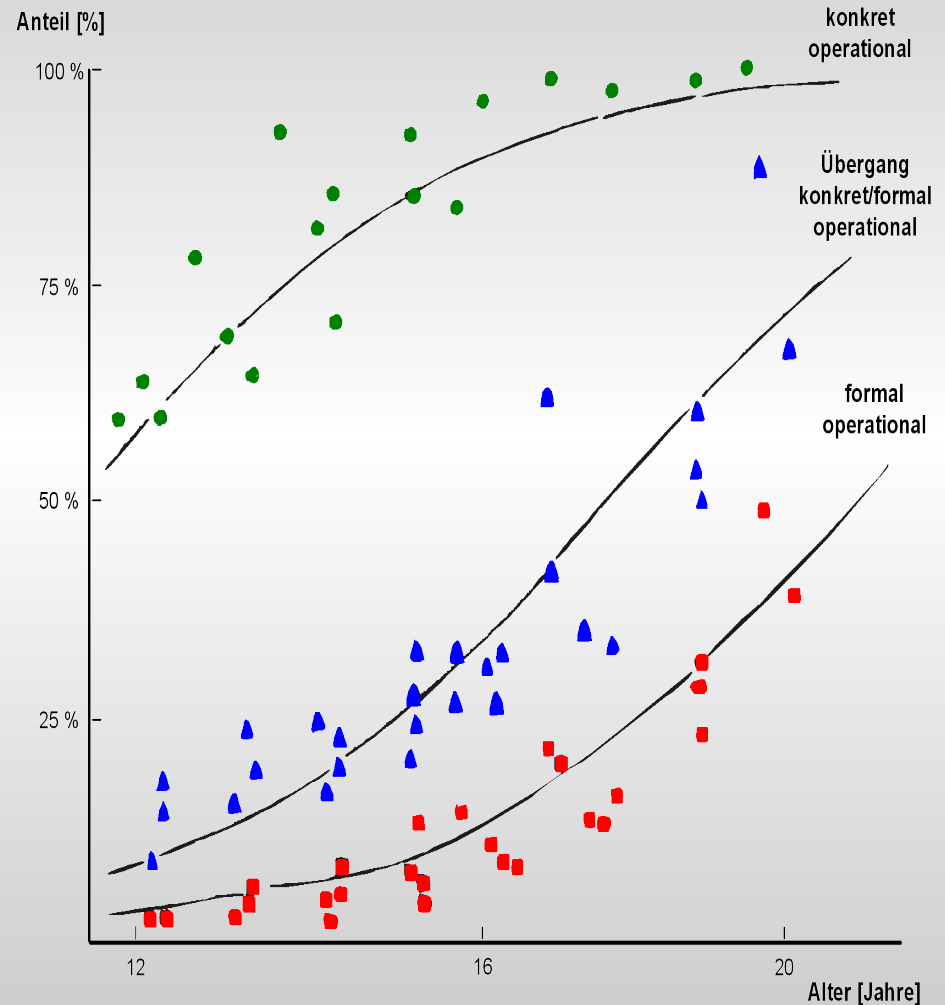
- Suche nach Definitionen, Gesetzen und Erklärungsmodellen
- Denken unter Einbeziehen von Abstraktionen, Konzepten, Theorien und Hypothesen
- Anwenden des Klassifizierens, Systematisierens und der Ordnungsrelationen sowie der Erhaltungslogik auf hohem Niveau
- Denken in Wahrscheinlichkeiten
- Ermittlung funktionaler Beziehungen in mathematischer Form
- Problemlösen nach planvollen Strategien
- Bewusstes, selbstkritisches Denken
- Kombinatorisches Denken
- Beispiel für eine formale Denkoperation:
Drei Menschen A, B und C mit unterschiedlicher Größe:
Es gilt: $A > B$ und $A < C$. Wer ist der größte von allen?

Entwicklungsstufen nach Piaget

Altersabhängige Zuordnung der Entwicklungsstufen

von Schülern im Alter
von 12 bis 20 Jahren

(nach Violino und
di Giacomo)


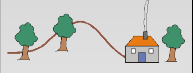
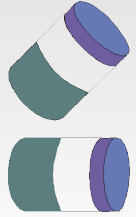

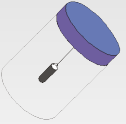
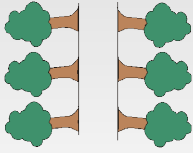

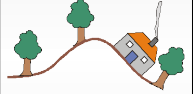

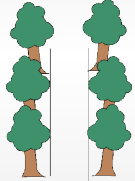




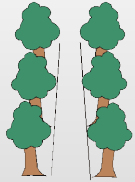

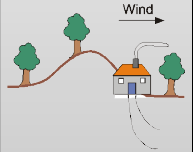
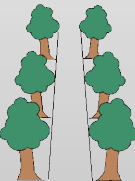


Entwicklungsstufen nach Piaget

Test zur Ermittlung des räumlichen Denkvermögens:

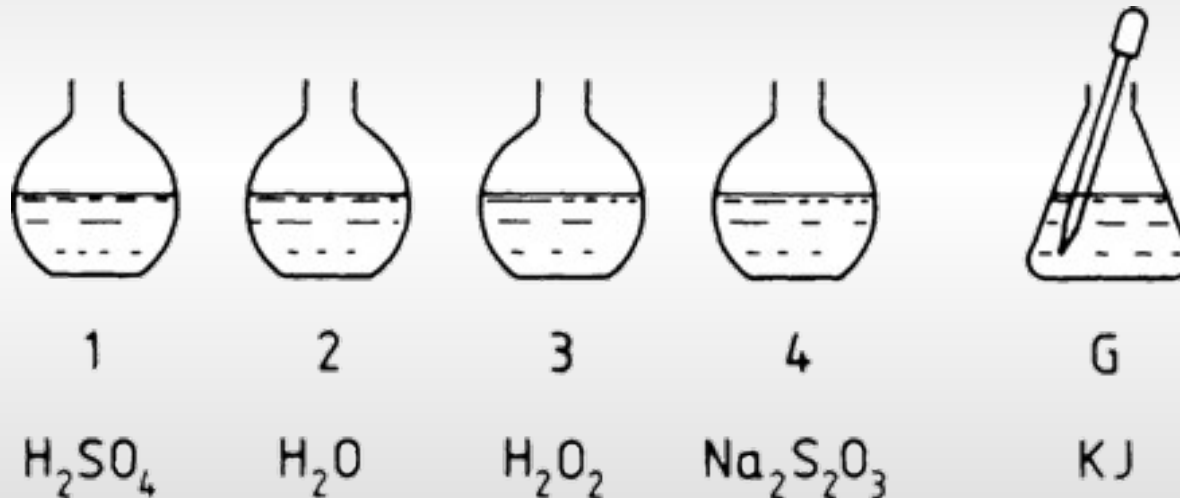
Nach dem Ergebnis des Zeichentest werden über die erreichten Punktzahlen die Entwicklungsstufen berechnet

(nach Schmidt)

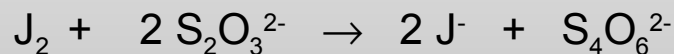
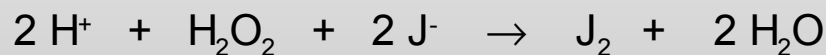
Entwicklungsstufe	Punktzahl	Glas	Berg	Lot	Straße
vorbegrifflich	0				
intuitiv	1				
konkret-operativ 2A	2				
	3				
konkret-operativ 2B	4				
					
oberhalb 2B ⁺	5. 6				

Test zur Feststellung der Entwicklungsstufe:

1. Gegeben sind verschiedene Chemikalienlösungen
2. Aufgabe: Stellen Sie eine gelbe Lösung auf möglichst viel verschiedene Arten her.
3. Ziel: Test zur Feststellung der Zugehörigkeit zur formal-operativen Phase (planvolles Vorgehen beim Problemlösen; kombinatorisches Denken)



Durchführung:



Weiterentwicklungen von Piagets Entwicklungspsychologie:

Hans Aebli (1923 - 1990, Schüler von Piaget):

- **Geistige Entwicklung** ist **nicht** eine einfache „Funktion von sich **laufend verbessernden Denkstrukturen**, von denen sich eine sich gleichsam über die andere lagert und einsatzbereit wird“, sondern sie ein „**Zusammenspiel** von **vielen Faktoren**, die multiplikativ wirken“ und damit eine kontinuierliche Zunahme der geistigen Kraft“ bewirken.
- Nach Aebli bildet die Anschaulichkeit eines Gegenstandes und dessen Komplexität eine konstante Quantität.
„Es ist, wie wenn das Kind oder der Erwachsene eine bestimmte **geistige Kraft** zur Verfügung hätte, um die Operation am gegebenen Gegenstand zu vollziehen. Stellt der Gegenstand höhere Anforderungen, so sinkt die Güte der Operation, um eine entsprechende Quantität ab, wird der Gegenstand einfacher, so kann mit ihm eine komplexere Operation vollzogen werden“.

Jerome Seymour Bruner

(geb. 1915)



amerikan. Psychologe und Pädagoge

Bruners Theorie der kognitiven Entwicklung baut auf der von Piaget auf, ohne jedoch dessen Stufentheorie zu übernehmen.

Bruner: Repräsentationsarten

Im Laufe der menschlichen Entwicklung werden drei verschiedene Repräsentationsarten durchlaufen.

Enaktive Stufe

Ikonische Stufe

Symbolische Stufe

Bruner: Repräsentationsarten

Enaktive Stufe:

Gelernte Dinge werden vom Säugling und Kleinkind so dargestellt, wie sie erfahren werden.

„Dinge werden im Muskel verkörpert“ (Bruner)

z. B.: Kind lernt in die Hände zu klatschen.

Ikonische Stufe:

Es werden vom Kind „geistige Bilder“ (Ikone) verwendet, die für bestimmte Dinge oder Geschehnisse stehen.

Ikon: tatsächliche Ähnlichkeit mit dem Objekt

z. B.: Der Begriff Vogel steht für alle fliegenden Tiere (Vögel, Schmetterlinge, Fliegen).

Symbolische Stufe:

Es können Symbole verwendet werden, d.h. Begriffe und Regeln.

Symbol: willkürliche Ähnlichkeit mit dem Objekt Wichtigstes Medium ist die Sprache.

z. B.: Die Zahl 5 steht für fünf beliebige Objekte.

Bruner: Repräsentationsarten

Kennzeichen der Repräsentationsarten:

- Sie werden im Laufe der Entwicklung nacheinander durchlaufen.
- Als Erwachsener verfügen wir weiterhin über alle drei Arten, um Informationen aufzunehmen bzw. zu repräsentieren.
- Kognitive Prozesse, d.h. der Aufbau von Repräsentationen, erfolgt mittels bestimmter Kategorien.

Praktische Bedeutung:

Unterricht sollte möglichst alle Repräsentationsarten ansprechen.

- **enaktive Art:** → **praktische, motorische Tätigkeit**
z. B. Experimentieren, Laufen, Spielen
- **ikonische Art:** → **Bild**
z. B. Fotos, OH-Folien, Modelle, Diagramme
- **symbolische Art:** → **Sprache, Symbole**
z. B. Vortrag, Vorlesen, Singen, Erzählen

Bruner: Repräsentationsarten

Formen der Auseinandersetzung mit einem Sachverhalt (nach J.S. Bruner)

Versuch: **Hauptbestandteile von Emulsionen – Struktur und Löslichkeit**

Geräte/Chemikalien

2 Reagenzgläser, Paraffinöl, Wasser, Sudan III, Methyleneblau

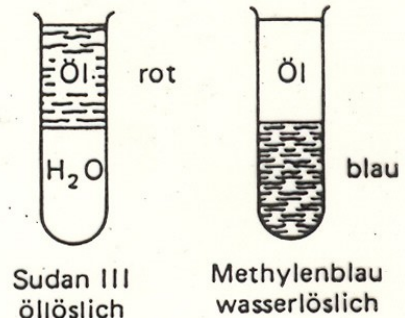
Durchführung

Beschrifte die beiden Reagenzgläser mit je 5 ml Wasser und dem gleichen Volumen Paraffinöl, gib in getrennten Versuchen etwas festes Sudan III bzw. Methyleneblau hinzu und **schüttle kräftig!**

Beobachtungen (Bitte in das Arbeitsblatt eintragen!)

enaktiv

- Beobachte das Lösungsverhalten der beiden Farbstoffe!
- Welchen Einfluß hat das Schütteln auf das zweiphasige System?
- Welche weiteren Beobachtungen sind zu machen?



Die entstandenen Emulsionen entmischen sich binnen weniger Minuten.

Bruner: Repräsentationsarten

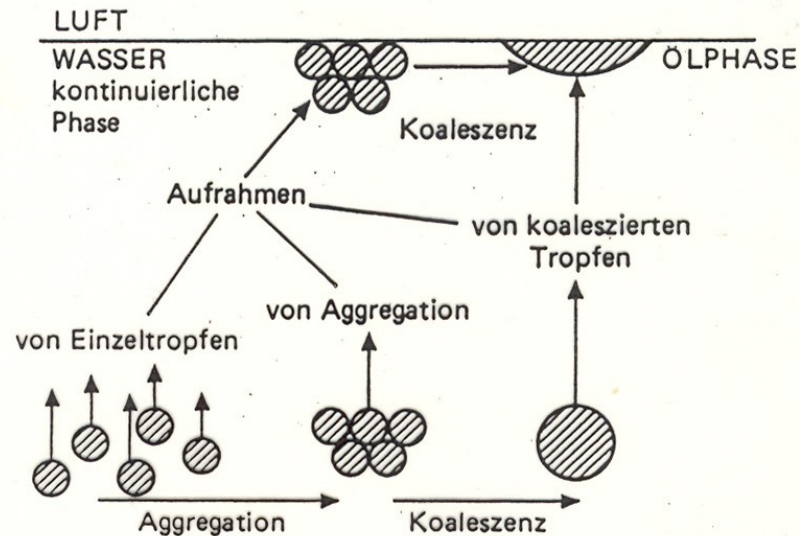
Auswertung/Deutung

Wie läßt sich der **Entmischungsvorgang** aus **mikroskopischer Sicht** deuten?

Trage folgende Begriffe in das angegebene Schema ein:

Koaleszenz, Aggregation, Aufrahmen, kontinuierliche Phase, Einzeltröpfchen, Aggregat

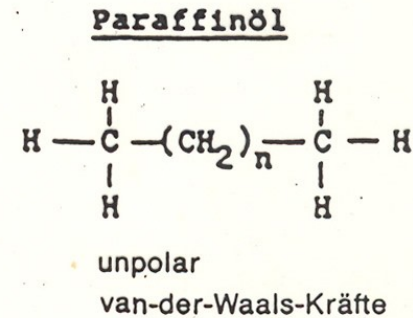
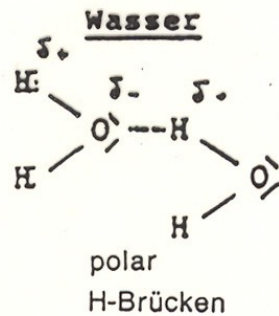
ikonisch,
indexikalisch



Bruner: Repräsentationsarten

Deutung auf molekularer Ebene: Kennzeichne die angegebenen Molekülstrukturen durch die Begriffe „polar, unpolar“ und führe kennzeichnende Begriffe für die intermolekulare Wechselwirkung an!

symbolisch



Bruner: Repräsentationsarten

Kategorie:

- Menschen interagieren mit ihrer Umgebung mithilfe von Kategorien und Klassifikationssystemen.
- Kategorien sind Regeln zur Klassifizierung gleicher oder ähnlicher Dinge.
- Kategorien sind eine Ansammlung von Regeln, um gleiche oder ähnliche Dinge erkennen zu können.

Beispiel:

Um ein Objekt als Buch zu erkennen, muss es folgende Regeln erfüllen:

- Seiten haben
- einen Umschlag haben
- Geschriebenes beinhalten
- einen Titel haben

Bruner: Repräsentationsarten

Kategorien spezifizieren vier Dinge von Objekten:

Eine Kategorie ...

- **... wird über kritische Attribute (Merkmale, Eigenschaften) definiert.**
Bsp.: Für die Kategorie „Wasser“ ist ein kritisches Attribut „siedet bei 100 °C“, nicht jedoch „flüssig“.
- **... weist auf die Art und Weise hin, in der Attribute kombiniert sein müssen**
Bsp.: Eine Destillationsapparatur setzt eine bestimmte Anordnung von Glasgeräten voraus.
- **... schreibt Eigenschaften ein unterschiedliches Gewicht zu.**
Bsp.: Eine Destillationsapparatur ohne Kühler wird nicht als solche erkannt, jedoch eine Apparatur ohne Vorlage.
- **... setzt Attributen Akzeptierungsgrenzen.**
Bsp.: Das Material einer Destillationsapparatur kann in weiten Grenzen variieren. Eine Apparatur aus Pappe würde aber nicht mehr akzeptiert.

Bruner: Repräsentationsarten

Konzepte

- Konzepte zu **bilden**, bedeutet, zu der Vorstellung zu gelangen, dass einige Gegenstände zusammengehören, während andere dies nicht tun.
- Konzepte zu **erwerben**, bedeutet, die Attribute zu entdecken, die geeignet erscheinen, zwischen Mitgliedern und Nichtmitgliedern einer gegebenen Klasse zu unterscheiden.

Beispiel:

Konzeptbildung: Unterscheidung zwischen aromatischen und aliphatischen Verbindungen

Konzepterwerb: Einordnung von Benzol in das gebildete Konzept

Bruner: Repräsentationsarten

Strategien des Konzepterwerbs

Annahmen:

- Menschen bilden Konzepte, um ihre Umgebung einfacher zu gestalten
Bildung von Konzepten = Erstellen von Kategorien
- Menschen besitzen zum Erwerb von Konzepten bestimmte Strategien

Untersuchung zum Konzepterwerb

Kartenspiel mit 81 Karten umfasst alle möglichen Variationen von vier Attributen mit jeweils drei Werten (Bruner 1956):

	Anzahl von Figuren	Anzahl von Linien	Form	Farbe
Werte	1	I		Rot
	2	II		Blau
	3	III		Gelb

Strategien des Konzepterwerbs

- **Simultane Prüfung (simultaneous scanning)**
Aufstellen und Überprüfen aller möglichen haltbaren Hypothesen
- **Sukzessive Prüfung (successive scanning)**
Willkürliche Aufstellung und Überprüfung von Hypothesen (Versuch-Irrtum-Ansatz)
- **Vorsichtiges Einkreisen (conservative focusing)**
Aufstellen einer Hypothese und Ändern von jeweils nur einem Parameter
- **Glücksspiel (focus gambling)**
Ändern von jeweils zwei Parametern



Arten von Konzepten

Konjunktives Konzept:

Definiert durch das Vorhandensein einer Verbindung zwischen zwei oder mehr Attributwerten.

Beispiel: Eine Pipette ist ein Gegenstand, der in der Hand gehalten *und* zum Abmessen von Flüssigkeiten genutzt werden kann.

Disjunktives Konzept:

Entweder durch die Verbindung zweier oder mehrerer Attribute *oder* durch Vorhandensein irgendeines dieser relevanten Attribute definiert.

Beispiel: Ein Feststoff kann schneidbar, farbig und geruchlos sein *oder* nur jeweils ein Merkmal aufweisen.

Relationales Konzept:

Definiert durch eine spezifizierte Beziehung zwischen den Attributwerten.

Beispiel: Fettsäuren enthalten die Carboxylgruppe. Durch die COOH-Gruppe wirkt der Stoff sauer. Der Dissoziationsgrad ist jedoch gering, so dass Fettsäuren nur schwache Säuren sind.



Fragen zu diesem Kapitel

Erläutern Sie die Theorie von Piaget bezüglich der Entwicklung der Intelligenz.

Stellen Sie an zwei Beispielen aus dem Lernen von Chemie dar, welche Fähigkeiten ein Schüler/eine Schülerin abhängig von der Entwicklungsphase besitzt.

Erläutern Sie die Bildung von Kategorien nach Bruner anhand zweier Beispiele aus der Chemie.

Welche Bedeutung haben die Abstraktionsebenen nach Bruner für den Chemieunterricht?