

Mädchenförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht

Doris Elster

Die Ausgangssituation

Das Projekt "Geschlechtersensible Koedukation" findet am Standort Anton Kriegergasse des Schulversuchs "Mittelschule" statt. Das dem Schulversuch zugrunde liegende Konzept bringt verglichen mit der Regelschule veränderte Rahmenbedingungen mit sich. Die LehrerInnen arbeiten in Teams, die jeweils zwei Parallelklassen betreuen. In Kooperation werden Projekte geplant und durchgeführt. Jede Lehrperson hat neben den Unterrichtsstunden ein kleines Ausmaß an Teamstunden, die sowohl für Planungsarbeiten als auch für Assistenzen verwendet werden können. Dadurch ist im Vergleich zur Regelschule eine flexiblere Arbeitseinteilung möglich.

Das Projekt zur Buben- und Mädchenförderung wurde im Schuljahr 1997/98 in zwei gemischten ersten Klassen begonnen, es ist der selbstgewählte Arbeitsschwerpunkt des Teams, in dem ich als Lehrerin für die naturwissenschaftlichen Fächer arbeite.

Die Ziele des geschlechtssensiblen Unterrichts sind:

"Durch Veränderung auf der Ebene der Unterrichtsinhalte (Aufnahme weiblicher Traditionen, Kulturleistungen und Lebensbedingungen, Vermittlung alternativer Rollenangebote für Mädchen und Burschen,...), der Interaktionen (Aufhebung bzw. Verminderung unreflektierter geschlechtsspezifischer Ungleichbehandlung der SchülerInnen seitens der Lehrpersonen, parteiliche Mädchenarbeit und antisexistische Bubenarbeit,...) und der Organisationsform (Einrichtung geschlechtshomogener Gruppen für bestimmte Zeitabschnitte/Themen/Projekte, in bestimmten Fächern,...) soll aus bloßer Koinstruktion eine beiden Geschlechtern angemessene Koedukation erwachsen." (Besenbäck u.a., 1997)

Der naturwissenschaftliche Unterricht nach PING - Kriterien

Sucht man ein Unterrichtskonzept, bei dem die naturwissenschaftlichen Fachgrenzen aufgehoben sind, "die Beziehung des Menschen zu der Natur" zum Leitthema gemacht und die Vermittlung eines fundierten Allgemeinwissens (im Gegensatz zu Expertenwissen) beabsichtigt wird, dann trifft man unweigerlich auf das am IPN in Kiel entwickelte PING-Modell für handlungsorientiertes Lernen.

Ausgehend von den alltäglichen Erfahrungen und Beziehungen der Schülerinnen und Schüler werden diese zum selbsttätigen Experimentieren und Untersuchen angeregt. Sie sollen Naturzusammenhänge erkennen und durch eigene Forschungen ihr Verständnis darüber vertiefen.

Das erworbene Wissen soll zu "naturverträglichem und menschengerechtem" Handeln führen, es soll "junge Menschen befähigen, kompetenter und verantwortlicher mit Natur, Kultur und Technik, mit anderen Menschen und mit sich selbst umzugehen als bisher." (Lauterbach 1992).

PING ist kein ausgearbeitetes Lehr- und Lernprogramm. Lehrende und Lernende planen kooperativ Unterrichtssequenzen und führen sie gemeinsam durch.

PING ist also ein Angebot von Anregungen für Unterricht und Unterrichtsplanung. Es ist praxiserprobt und muß an die jeweilige Schul- und Klassensituation angepaßt werden.

(Unterrichtsdurchführung siehe Kapitel: "Der Weg: Das Projekt Luft")

In den beiden Schulversuchsklassen (6. Schulstufe) unterrichtete ich das Fach Biologie und Umweltkunde und seit Beginn des heurigen Schuljahres auch das für die Schülerinnen und Schüler neue Fach Physik. Das Interesse war anfangs groß, erwartete man doch neben Technik (vor allem die Buben) auch "Zaubereien" und Experimente.

Meine Eindrücke nach den ersten Schülerexperimenten (zum elektrischen Strom) im geschlechtsheterogenen Klassenverband:

- Die Mädchen dieser Klasse arbeiteten vorsichtiger und dadurch langsamer als die Buben, hielten sich aber genauer an die Versuchsanleitungen. Einige trauten sich allerdings überhaupt nicht zu, die Aufgaben lösen zu können.
- Die (meisten) Buben lösten die Aufgabenstellungen schneller, oft durch "Versuch und Irrtum". Sie waren weniger genau, aber spontaner und kreativer in der Problemlösung. Von der Lehrerin forderten sie mehr Zuwendung und Aufmerksamkeit. Sie dominierten die Mädchen und mischten sich teilweise störend in deren Lernprozesse ein ("Gib her, du kannst das nicht.").

Die Reaktionen der Mädchen waren unterschiedlich: teilweise wehrten sie sich, schlossen sich (gegen die Buben) zusammen, suchten Unterstützung bei der Lehrerin oder zogen sich zurück und verstummten. Ich befürchtete, dass das anfängliche Interesse und die Freude am Physikunterricht darunter leiden würde.

Welche Rahmenbedingungen mußte ich also schaffen, um den Bedürfnissen und Interessen der Mädchen gerecht werden? Wie konnte ich den Mädchen in dieser sensiblen Einstiegsphase in die Welt der Naturwissenschaften eine Chance geben, um Erfolgserlebnisse sammeln zu können?

Mir schienen die folgenden zwei Schritte notwendig:

- Die (vorübergehende) Trennung der Klasse in geschlechtshomogene Gruppen.
- Die Wahl eines Unterrichtskonzepts bzw. von Unterrichtsmaterialien, die für Mädchen interessant sind. Ich entschied mich für PING-Materialien.

Was macht naturwissenschaftlicher Unterricht für Schülerinnen und Schüler interessant?

In einer Reihe von Untersuchungen wurden Schülerinnen und Schüler gebeten, die Fächer zu nennen, die sie gerne und die sie weniger gerne mögen. Dabei ist im Prinzip immer herausgekommen, dass Physik und Chemie, insbesondere bei den

Mädchen, unbeliebt sind, während Biologie als beliebtes Fach eingeschätzt wird. Dieses Fach ist bei Mädchen sogar noch beliebter als bei Burschen. (Duit, 1997)

Das Interesse an den naturwissenschaftlichen Fächern Physik und Chemie zeigt einen dramatischen Abfall, je länger die Schülerinnen und Schüler den entsprechenden Unterricht erhalten. Das gilt besonders für Mädchen. Bei den Buben sind die Interessensabfälle zwar ebenfalls vorhanden, aber Physik und Chemie nehmen interessensmäßig eher eine mittlere Position ein. (Krapp 1996)

Laut einer österreichischen Studie, bei der SchülerInnen und Schülern der 11. Schulstufe (500 Befragungen) ihre Lieblingsfächer nennen sollten, wird Biologie im Mittelfeld, Physik und Chemie ganz unten gereiht. (Humenberger 1997)

In welchem Kontext ist naturwissenschaftlicher Unterricht für Kinder interessant? In den Jahren 1984 -1989 wurde am Kieler IPN eine groß angelegte "Interessenstudie" (10 000 Befragungen in 6 Deutschen Bundesländern) durchgeführt.

Man kam zu folgenden Ergebnissen (Häußler & Hoffmann 1990):

1. Es ist interessensfördernd, wenn die naturwissenschaftlichen Inhalte auf Alltagssituationen anknüpfen. Das gilt für Mädchen allerdings nur, wenn sie dabei auf Erfahrungen zurückgreifen können, die sie tatsächlich gemacht haben.
2. Das Interesse an einem Bezug der Physik zum menschlichen Körper ist bei Mädchen auffallend hoch (Anwendungen in der Medizin, Gesundheit, Funktionsweise von Sinnesorganen).
3. Inhalte mit einer emotional positiv getönten Komponente als Phänomene, über die man staunen kann, und "Aha-Erlebnisse" werden als interessant empfunden. Mädchen sind dabei eher über Naturphänomene erreichbar, Buben über technische Errungenschaften.
4. Das Interesse an der gesellschaftlichen Bedeutung der Physik ist generell hoch: bei Mädchen um so höher, je älter sie sind und je deutlicher eine unmittelbare Betroffenheit angesprochen wird.
5. Was die Tätigkeiten angeht, so stoßen vor allem bei jüngeren Schülerinnen und Schülern das Bauen und Konstruieren, bei den älteren das Diskutieren und Bewerten auf großes Interesse. Dagegen wird jede Form des Berechnens oder etwas in einer Formel auszudrücken (also genau das, was im Physikunterricht traditionell eine große Rolle spielt), als uninteressant abgelehnt.

Um zu einem differenzierten Bild von den Interessen der Schülerinnen und Schüler zu kommen, muß Fachinteresse, also das Interesse am naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach (Biologie, Chemie, Physik) vom Sachinteresse klar unterschieden werden.

"Wenn das Interesse an den Inhalten, den Sachen des Unterrichts groß ist, wenn also Schülerinnen und Schülern von den Inhalten begeistert sind, wenn überdies auch ein Nutzen davon erwartet wird, so bedeutet das noch nicht, dass auch ein großes Interesse am Fach vorhanden ist. Eine wichtige Rolle spielt vielmehr, ob sich Schülerinnen und Schüler zum Beispiel das als schwierig erachtete Fach zutrauen, also das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit." (Häußler und Hoffmann, 1995)

PING- Materialien und ihre Eignung für das Unterrichten von Mädchen

PING berücksichtigt die Lebenszusammenhänge und Interessen von Mädchen. So werden die Erkenntnisse der Interessensforschung (siehe oben) bei der Auswahl der Inhalte und bei der Gestaltung von PING Materialien mit einbezogen:

- Sie greifen gesellschaftsrelevante Themen auf.
- Sie ermöglichen eine Anbindung an alltägliche Erfahrungen der Kinder
- Durch gefühlsbetonte Komponenten wird der naturwissenschaftliche Unterricht zum "Erlebnis" und regt zum Staunen an.
- Sie ermöglichen Einblicke in die Arbeitswelt (z.B. Geräte auf einer Wetterstation).
- Sie weisen auf Anwendungen in Medizin und Umweltschutz hin.

Die Interessensforschung weist weiters darauf hin, dass die Förderung der Mädchen und eine Orientierung an deren Interessen auch ein Vorteil für die Buben ist.

"Für Mädchen ist es ... günstiger, wenn "männliche Domänen" gemieden werden zugunsten von Anwendungen in der Medizin, im Umweltschutz,...mit Bezug zum eigenen Körper...Aber auch Jungen interessieren sich nicht weniger als z.B. für technische Anwendungen." (Häußler & Hoffmann, 1990). Mädchen werden also als bessere Indikatoren für einen guten bzw. schlechten naturwissenschaftlichen Unterricht ausgewiesen.

Zurück zu meiner Klasse

Wie schon anfangs erwähnt sind im Schulversuch "Mittelschule" Fachassistenzen möglich. Ich konnte also die Klasse in geschlechtshomogene Gruppen teilen. Die Buben wurden in der Folge vorübergehend von einem männlichen Fachkollegen betreut, ich konnte mich der Arbeit mit den Mädchen widmen. Welche Aspekte sprechen aus der Sicht des Lehrerinnenteams für ein ev. teilweises Arbeiten in geschlechtshomogenen Gruppen? (Besenbäck u.a.,1997)

- *Die Trennung ermöglicht beiden Gruppen ein genaueres Wahrnehmen der eigenen Fähigkeiten und Schwächen, aber auch Differenzen.*
- *In geschlechtshomogenen Gruppen fällt die Konkurrenzsituation mit dem anderen Geschlecht weg. Der Blick wird frei für die unterschiedlichen Verhaltensweisen innerhalb des eigenen Geschlechts. Damit kann das eigene Verhaltensspektrum problematisiert und in der Folge erweitert werden.*

Meine Ziele für die Mädchenarbeit im naturwissenschaftlichen Unterricht

- Ausgehend von meinen Beobachtungen und bestärkt durch die Ergebnisse der Interessensforschungen und Begleitevaluation zur "Geschlechtssensiblen Koedukation" formulierte ich für die Mädchenarbeit folgende Ziele:
- Die Unterrichtsinhalte sollen in einem für Mädchen interessensfördernden Kontext angeboten werden (siehe Interessensforschung).
- Eigenschaften wie Genauigkeit, Fleiß, Vorsicht beim Umgang mit Neuem sollen den Mädchen als Stärken erlebbar gemacht werden. Sie sollen Lust am Experimentieren entwickeln und auch kreative Problemlösungen zulassen.

- Sie sollen kooperativ Probleme und Aufgabestellungen lösen und ohne Konkurrenz und Dominanz der Buben im eigenen Tempo arbeiten können.
- Der Erfahrungs- und Wissenszuwachs für die Mädchen in dem traditionell männlichen naturwissenschaftlichen Bereich soll zu einer Steigerung des Selbstvertrauens führen.

Der Weg: Das Projekt Luft

Im Schulversuch Mittelschule werden mehrere Themenbereiche pro Jahr in Projektform bearbeitet. In den Teamsitzungen erfolgt die inhaltliche, methodische und organisatorische Planung der meist in drei Phasen gegliederten Projekte:

- In der Integrativphase wird ein ganzheitlicher Zugang zu einem Thema gesucht. Es findet kein Fachunterricht im herkömmlichen Sinn statt, sondern der Unterricht erfolgt projektbezogen.
- In der Fachphase werden in den einzelnen Gegenständen die fachspezifischen Aspekte des Themas behandelt. Hier sind Assistenzen durch Teammitglieder möglich.
- In der Kursphase werden verschiedene parallele Kurse angeboten. Die Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit, sich ein individuelles Kursprogramm zusammenzustellen, indem sie aus einem Angebot von Kursen auswählen.

Auch PING arbeitet projektorientiert und ermöglicht einen ganzheitlichen Zugang zu einem Thema. Ausgehend von einem Leitthema ("Wir begegnen Luft") werden in Form einer Themenlandkarte sechs Leitfragen behandelt:

Luft für mich: Ausgangspunkt und Einstieg in das Thema ist das eigene Verhältnis der SchülerInnen zur Natur, in diesem Fall ihr Verhältnis zur Luft.

Natur der Luft: Wie ist Luft zusammengesetzt und welche Eigenschaften hat sie?

Kreislauf der Luft: Was bewirkt Luft im Kreislauf der Natur und wie wird sie dabei verändert?

Qualität der Luft: Wie sollte die Qualität der Luft sein? Wie erleben und erfahren wir Luft und was ist uns dabei wichtig?

Luft in anderen Kulturen: Wie gingen Menschen früher mit Luft um? Welche Bedeutung hat dieses Naturobjekt innerhalb einer Kultur?

Was können wir tun: Am Ende stehen mögliche Handlungskonsequenzen des einzelnen Kindes oder der Klasse. (Wie können wir menschengerecht und naturverträglich mit Luft umgehen?)

Wie wurde das Projekt "Wir begegnen Luft" nun tatsächlich umgesetzt?

In der *Integrativphase* (Dauer: 5 Tage) wurde vom LehrerInnenteam folgendes angeboten:

- 1.Tag: Ein *Flugobjekt bauen
Je nach Interesse Drachen, Modellflieger aus Holz, Kunststoff oder Papier
- 2.Tag: Das selbstgebaute Flugobjekt im Einsatz erproben (Lehrausgang)
- 3.Tag: *Geschichten rund ums Fliegen (Phantasiereise, Ikarus)
Sich selbst lebensgroß als Fliegende/r darstellen
Die Geschichte des Fliegens

4.Tag: *Kreisläufe der Luft (Experimente zur Qualität der Luft)

*Luft in der Kunst

5.Tag: Lieder mit Luft
Spiele mit Luft

6.Tag: Flugakrobaten (Film zu unterschiedlichen Flugtechniken bei Tieren)

*Experimente zur Natur der Luft

Die mit * gekennzeichneten Angebote wurden teilweise oder zur Gänze mit PING-Materialien gestaltet.

In der *Kursphase* zum Projekt "Wir begegnen Luft" (Dauer zwei Tage) konnten sich die Kinder aus dem untenstehenden Angebot einen individuellen Tagesablauf zusammenstellen.

1.Tag	2.Tag
Geschichtenwerkstatt zur Luft *Fliegende Tiere und Pflanzen Luftspiele <u>Experimente mit Luft und Wasser</u>	Warum fliegen Flugzeuge? Klettern (für Buben) *Heißluftmobile bauen
Luftplakate (Mädchen) Luftplakate (Buben) Games and Songs about Air	Luftwesen Video: "Amy und die Wildgänse" <u>Experimente von A-Z</u>

Die mit * gekennzeichneten Kurse standen teilweise oder zur Gänze PING-Materialien zur Verfügung.

Drei Kurse wurden für geschlechtshomogene Gruppen angeboten.

Die unterstrichenen Angebote wurden von einer Gruppe von Mädchen vorbereitet und für die gesamte Klasse angeboten.

In der *Fachphase* wurde in geschlechtshomogenen Gruppen experimentiert, in der Bibliothek gearbeitet (z.B. zum Kapitel "Wind und Wetter") und Ergebnisse anschließend präsentiert.

In der Folge möchte ich exemplarisch auf eine Unterrichtseinheit eingehen, die aus meiner Sicht für die Mädchenarbeit zielführend war, da das Selbstvertrauen der Mädchen in die eigenen Fähigkeiten gestärkt wurde:

Die Mädchen wurden aufgefordert, aus einer Reihe von PING-Anregungsbögen nach persönlichen Interessen auszuwählen. Sie sollten Experimente selbständig zu Hause vorbereiten. In der Mädchengruppe stellten sie dann ihre Versuche vor, diskutierten gemeinsam die Ergebnisse und suchten nach Erklärungen. Gestärkt in ihrem Selbstbewußtsein durch das gemeinsam erarbeitete "Expertenwissen", boten sie die Kurse "Experimente von A - Z" und "Experimente mit Luft und Wasser" in der Kursphase an und luden die anderen Schüler und Schülerinnen zur Teilnahme ein.

Am "Tag der offenen Tür" der Schule wurde dieser Kurs nochmals für Besucher angeboten.

Der Unterricht aus der Sicht der Schülerinnen

In Form von Fragebogen und Kurzaufsätzen ließ ich die Schülerinnen zum Projekt "Wir begegnen Luft", zum Arbeiten mit PING-Materialien und zum "Mädchenkurs" reflektieren.

Einige Fragen und Antworten dazu:

"Beim Luftprojekt haben viele Fächer mitgearbeitet. Was hat dir besonders gefallen?"

"Es war alles interessant. Aber das Drachenbauen und dass wir dann hinaus gegangen sind und ausprobieren durften, hat mir besonders gefallen."

*"Es war sehr abwechslungsreich." "Die vielen Experimente."
"Das Arbeiten in der Bibliothek."*

"Haben dir die PING-Materialien als Arbeitshilfen gefallen?"

Elf Mädchen antworten mit "sehr gefallen", zwei mit "gut gefallen" (Vierstufenskala).

Neun der dreizehn Mädchen empfinden Experimente als sehr geeignete Methode, den Unterricht spannend zu gestalten. Die restlichen vier Mädchen beschreiben es als gute Methode.

Einige der Begründungen:

*"Ich möchte mehr über Experimente erfahren, wie sie funktionieren und wie man sie aufbaut und was man dazu braucht."
"Ich habe es alleine gemacht. Es hat mich interessiert, ob es auch wirklich funktionieren kann."*

Selbsttätiges Arbeiten in Kleingruppen verlangt auch ein gewisses Ausmaß an Selbstdisziplin.

Die Eigenverantwortung für die einzelnen Lernschritte wird von den Schülerinnen nicht nur positiv, sondern auch teilweise als Überforderung erlebt. (Elster, 1996)

"Was war ausschlaggebend für die Auswahl deines Experiments? - Haben dich deine Eltern bei der Vorbereitung unterstützt?"

Dass PING tatsächlich die Lebenswelt der Mädchen integriert, belegen die Antworten auf Fragen, die sich auf die Mädchenkurse beziehen. Meist waren es die Väter, die "mitforschend" unterstützt haben. Am Eltersprechtag erzählten diese mir, wie lustvoll und spannend sie das gemeinsame Vorbereiten der Experimente erlebt hätten. Ich hatte den Eindruck, dass da im häuslichen Bereich nicht nur eine Aufgabe für die Schule vorbereitet wurde, sondern dass durch die gemeinsame Suche nach Problemlösungen auch ein Beitrag zur Festigung der Vater-Tochter-Beziehungen geleistet wurde.

"Ja, mein Vater hat mir bei dem Flaschenexperiment geholfen. Er hat mit mir ein richtiges Flaschenkonzert veranstaltet."

"Mein Papa hat mir geholfen: Er hat mir einen Teil des Experiments (Anm.: des Materials) mitgebracht und mir bei den Versuchen zu Hause geholfen."

"Mein Vater kennt sich sehr gut in Physik aus, doch ich hatte es trotzdem zuerst alleine versucht. Ich fand mein Experiment am Anfang sehr logisch mit den Gläsern und dem Löschpapier. Doch ich brachte es einfach nicht zusammen. Es hat mir sehr viel Spaß gemacht mit dieser Selbständigkeit."

Ausblick und Resumee

Mädchen sind in geschlechtshomogenen Gruppen offener und gesprächsbereiter. Ihre Probleme, Auseinandersetzungen und Rollen innerhalb der Mädchengruppe werden sichtbarer ohne Dominanz der Buben. Das Erproben von Neuem, das Experimentieren und Forschen kann im eigenen Rhythmus ohne Konkurrenz und Besserwisserei der Buben erfolgen.

Wichtiger als das Fach- und Sachinteresse in den traditionell als schwierig erachteten naturwissenschaftlichen Fächern ist das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit. (Krainer & Stern, 1998)

Der Erfahrungszuwachs für die Mädchen in diesem Bereich, das Erproben zuerst in der Mädchengruppe, dann vor den Mitschülern und zuletzt vor einer breiteren Öffentlichkeit am "Tag

der offenen Tür" der Schule, hat tatsächlich zu einer Steigerung ihres Selbstvertrauens geführt:

Die Frage: **"Traust du dir im Vergleich zum Anfang des Semesters in den naturwissenschaftlichen Fächern mehr zu?"** bejahten alle befragten Mädchen (*"Ja, weil ich jetzt mehr davon verstehe."*), einige allerdings mit Einschränkungen:

"Schon, aber ich möchte nicht Physikerin werden."

"Ich könnte es mir zutrauen, aber ganz sicher bin ich nicht."

"Ich glaube schon, dass ich bessere Leistungen bringen könnte, aber ich weiß es nicht genau. Ich hoffe einfach." (Ein Mädchen, das mit "Sehr gut" beurteilt wurde.)

Der interessensfördernde Kontext, der bei der Gestaltung von PING-Materialien berücksichtigt wird, sowie der Bezug zur Lebenswelt wird von den Schülerinnen als motivierend empfunden.

"Ich wüßte nicht, warum ich in Physik nicht fleißig mitarbeiten sollte. Es macht Spaß und ist interessant."

Zur Frage "Wo bleiben die Buben?" hat schon Wagenschein (1965) folgende Feststellung getroffen: "Ich habe im Koedukationsunterricht immer die Erfahrung gemacht: wenn man sich nach den Mädchen richtet, so ist es auch für die Jungen richtig, umgekehrt aber nicht."

Literatur

Besenbäck, I., Schneider, C. & Urban, E. (1997): *Projektbericht zur Reflexion und Weiterentwicklung der Koedukation*, Schriftenreihe Schulqualität und geschlechtssensible Lernkultur, BMUK Wien.

Duit, R. (1997): *Ziele für den naturwissenschaftlichen Unterricht - Anspruch und Realität*. In: Plus Lucis, 1/97, 3

Elster, D. (1996): *Fächerübergreifendes offenes Lernen in der Oberstufe*. Studienreihe "PFL-Naturwissenschaften", Nr. 18. IFF Klagenfurt.

Häußler, P. & Hoffmann, L. (1995): *Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert*. Unterrichtswissenschaften 23, Heft 2, 107-126

Häußler, P. & Hoffmann, L. (1990): *Wie Physikunterricht auch für Mädchen interessant werden kann*. In: Naturwissenschaften im Unterricht 38 (Physik), Themenheft "Mädchen im Physikunterricht".

Humenberger, H. (1997): *Anwendungsorientierung im Mathematikunterricht - erste Resultate eines Forschungsprojekts*. In: Journal für Mathematik-Didaktik 18.

Krainer, K. und Stern, T. (1998): *Fachdidaktik auf den Weg zur Berufswissenschaft? Entwicklungen im Bereich der Didaktik der Mathematik und der Naturwissenschaften*. In: Alt-richter, H., Krainer, K. & Thonhauser, J. (Hrsg.): Chancen der Schule - Schule als Chance

Studien zur Bildungsforschung und Bildungspolitik, Band 18. Studienverlag Innsbruck-Wien.

Krapp, A. (1996): *Psychologische Bedingungen naturwissenschaftlichen Lernens: Untersuchungsansätze und Befunde zur Motivation und zum Interesse*. In: DUIT u.a. (Hrsg.) Lernen in den Naturwissenschaften. Kiel: IPN.

Wagenschein, M. (1965): *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken*. Stuttgart: Klett