

Gürtler, Tina; Perels, Franziska ; Schmitz, Bernhard ; Bruder, Regina
Training zur Förderung selbstregulativer Fähigkeiten in Kombination mit Problemlösen in Mathematik

Prenzel, Manfred [Hrsg.]; Doll, Jörg [Hrsg.]: Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Weinheim : Beltz 2002, S. 222-239. - (Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft; 45)

urn:nbn:de:0111-opus-39495

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ

<http://www.beltz.de>

Nutzungsbedingungen / conditions of use

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.
By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung (DIPF)
Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft
Informationszentrum (IZ) Bildung
Schloßstr. 29, D-60486 Frankfurt am Main
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Zeitschrift für Pädagogik · 45. Beiheft

Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen

Herausgegeben von Manfred Prenzel und Jörg Doll

Beltz Verlag · Weinheim und Basel

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder auf ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen oder sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopie hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder genützte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG Wort, Abteilung Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

© 2002 Beltz Verlag • Weinheim und Basel
Herstellung: Klaus Kaltenberg
Druck: Druckhaus »Thomas Müntzer«, Bad Langensalza
Printed in Germany
ISSN 0514-2717

Bestell-Nr. 41146

Inhaltsverzeichnis

<i>Jörg Doll/Manfred Prenzel</i> Einleitung in das Beiheft	9
Teil I:	
Unterrichtsforschung in Mathematik	
Förderung des mathematischen Verständnisses, Problemlösens und der Herausbildung zutreffender mathematischer Weltbilder von Schülerinnen und Schülern	31
<i>Kristina Reiss</i> Einleitung	32
<i>Christoph Wassner/Laura Martignon/Peter Sedlmeier</i> Die Bedeutung der Darbietungsform für das alltagsorientierte Lehren von Stochastik	35
<i>Kristina Reiss/Frank Hellmich/Joachim Thomas</i> Individuelle und schulische Bedingungsfaktoren für Argumentationen und Beweise im Mathematikunterricht	51
<i>Ingmar Hosenfeld/Andreas Helmke/Friedrich-Wilhelm Schrader</i> Diagnostische Kompetenz: Unterrichts- und lernrelevante Schülermerkmale und deren Einschätzung durch Lehrkräfte in der Unterrichtsstudie SALVE	65
<i>Rudolf vom Hofe/Reinhard Pekrun/Michael Kleine/Thomas Götz</i> Projekt zur Analyse der Leistungsentwicklung in Mathematik (PALMA). Konstruktion des Regensburger Mathematikleistungstests für 5.–10. Klassen	83

Teil II:

Lehrerexpertise und Unterrichtsmuster in Mathematik und Physik

Videografie von Unterrichtssequenzen in Mathematik und Physik: Diagnose, Analyse und Training erfolgreicher Unterrichtsskripts 101

Eckhard Klieme

Einleitung 102

Martina Diedrich/Claudia Thußbas/Eckhard Klieme

Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik 107

Hans E. Fischer/Thomas Reyer/Tina Wirz/Wilfried Bos/Nicole Höllrich

Unterrichtsgestaltung und Lernerfolg im Physikunterricht 124

*Manfred Prenzel/Tina Seidel/Manfred Lehrke/Rolf Rimmele/Reinders Duit/
Manfred Euler/Helmut Geiser/Lore Hoffmann/Christoph Müller/Ari Widodo*

Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht – eine Videostudie 139

Helmut Fischler/Hans-Joachim Schröder/Cornelia Tönhäuser/Peter Zedler

Unterrichtsskripts und Lehrerexpertise: Bedingungen ihrer Modifikation 157

Teil III:

Entwicklung und Evaluation von Unterrichtsmodulen und Trainingsprogrammen

Schulische Lehr-Lernumgebungen und außerschulische Trainings zur Förderung fächerübergreifender Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern 173

Bernhard Schmitz

Einleitung 174

Kornelia Möller/Angela Jonen/Ilonca Hardy/Elsbeth Stern

Die Förderung von naturwissenschaftlichem Verständnis bei Grundschulkindern durch Strukturierung der Lernumgebung 176

Beate Sodian/Claudia Thoermer/Ernst Kircher/Patricia Grygier/Johannes Günther

Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule 192

<i>Elke Sumfleth/Elke Wild/Stefan Rumann/Josef Exeler</i>	
Wege zur Förderung der naturwissenschaftlichen Grundbildung im Chemie- unterricht: kooperatives Problemlösen im schulischen und familialen Kontext zum Themenbereich Säure-Base	207
<i>Tina Gürtler/Franziska Perels/Bernhard Schmitz/Regina Bruder</i>	
Training zur Förderung selbstregulativer Fähigkeiten in Kombination mit Problemlösen in Mathematik	222
<i>Claudia Leopold/Detlev Leutner</i>	
Der Einsatz von Lernstrategien in einer konkreten Lernsituation bei Schülern unterschiedlicher Jahrgangsstufen	240
<i>Alexander Renkl/Silke Schworm</i>	
Lernen, mit Lösungsbeispielen zu lehren	259
Teil IV:	
Diagnose und Förderung von Interessen und Lernmotivation	
Förderung des Interesses und der Motivation von Schülerinnen und Schülern für mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer: Zum Einfluss schulischer und familiärer Lehr-Lernumgebungen	
	271
<i>Elke Wild</i>	
Einleitung	272
<i>Elke Wild/Katharina Remy</i>	
Quantität und Qualität der elterlichen Hausaufgabenbetreuung von Drittklässlern in Mathematik	276
<i>Annette Upmeyer zu Belzen/Helmut Vogt/Barbara Wieder/Franka Christen</i>	
Schulische und außerschulische Einflüsse auf die Entwicklungen von naturwissenschaftlichen Interessen bei Grundschulkindern	291
<i>Falko Rheinberg/Mirko Wendland</i>	
Veränderung der Lernmotivation in Mathematik: eine Komponentenanalyse auf der Sekundarstufe I	308

**Teil V:
Einstellungen und Werte als förderliche oder hinderliche Bedingungen
schulischer Leistungsfähigkeit**

Mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer als Einstellungsobjekte: Einflüsse
von Makro- und Mesoebene auf die Einstellungsbildung 321

Bettina Hannover

Einleitung 322

Anna-Katharina Pelkner/Ralph Günther/Klaus Boehnke

Die Angst vor sozialer Ausgrenzung als leistungshemmender Faktor?

Zum Stellenwert guter mathematischer Schulleistungen unter Gleichaltrigen 326

Bettina Hannover/Ursula Kessels

Challenge the science stereotype! Der Einfluss von Technik-Freizeitkursen auf das

Naturwissenschaften-Stereotyp von Schülerinnen und Schülern 341

Juliane Strecker/Peter Noack

Wichtigkeit und Nützlichkeit von Mathematik aus Schülersicht 359

**Teil VI:
Schulforschung**

Evaluation und Feedback auf Klassen- und Schulebene 373

Hartmut Ditton/Bettina Arnoldt/Eva Bornemann

Entwicklung und Implementation eines extern unterstützenden Systems der

Qualitätssicherung an Schulen – QuaSSu 374

Tina Gürtler/Franziska Perels/Bernhard Schmitz/Regina Bruder

Training zur Förderung selbstregulativer Fähigkeiten in Kombination mit Problemlösen in Mathematik¹

1. Einleitung

Die Ergebnisse der PISA-Studie (Programme for International Student Assessment; Baumert u.a. 2001) haben, wie zuvor schon diejenigen der internationalen Vergleichsstudie TIMSS (Third International Mathematics and Science Study, Baumert u.a. 1997) darauf hingewiesen, dass die Fähigkeiten deutscher Schülerinnen und Schüler im internationalen Vergleich als eher mittelmäßig einzustufen sind. PISA vergleicht fachspezifische und fächerübergreifende Basiskompetenzen 15-jähriger Schüler.

Auf der Ebene fachspezifischer Kompetenzen erfasst PISA die Bereiche Lesekompetenz sowie mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung. Ein weiterer integraler Bestandteil von PISA ist die Untersuchung fächerübergreifender Kompetenzen, wie selbstreguliertes Lernen, Kooperation und Kommunikation.

1.1 Mathematische Grundbildung

Bezüglich der mathematischen Grundbildung konnte gezeigt werden, dass deutsche Schülerinnen und Schüler deutlich schlechtere Leistungen zeigen, als die Schüler aller übrigen west- und nordeuropäischen Länder mit Ausnahme Luxemburgs. Es zeigte sich, dass nur eine äußerst kleine Gruppe von 15-jährigen Schülern selbstständig mathematisch argumentieren und reflektieren kann, weniger als die Hälfte der Schüler kann Standardaufgaben des Curriculums mit ausreichender Sicherheit lösen. Bedeutsam ist das Ergebnis, dass ein Viertel der 15-Jährigen als Risikogruppe eingestuft werden muss, deren mathematische Fähigkeit nur eingeschränkt für einen erfolgreichen Abschluss einer Berufsausbildung ausreicht.

Die empirischen Befunde von PISA bestätigen die These, dass ein wesentliches Element für die mathematische Grundbildung Fähigkeiten im Mathematisieren lebensweltbezogener Sachverhalte ist, was im PISA-Konzept als Modellierungsfähigkeit bezeichnet wird. Es zeigte sich, dass in den Ländern, die beim Vergleich bezüglich mathematischer Grundbildung besonders gut abschneiden, Modellierungsprozesse im Mathematikunterricht betont werden. Zur Förderung mathematischen Denkens sind nach

1 Die Studie wurde gefördert durch Mittel der DFG (SCHM 1538/1-1) im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms BIQUA.

Blum (2001) eine stärkere Verknüpfung bzw. Reflexion der mathematischen Inhalte, weniger Kalkülorientierung und mehr Eigenaktivität der Schüler sowie die Förderung verschiedener Lösungsmöglichkeiten nötig.

1.2 *Selbstreguliertes Lernen*

Die PISA-Studie zeigt, dass im schulischen Kontext ein Lernstil zu Erfolg führt, der durch adaptiven Lernstrategieinsatz und die Verwendung motivationaler Strategien gekennzeichnet ist. Da das Wissen über Lernstrategien eine Voraussetzung für deren erfolgreiche Anwendung und damit für bessere Leistungen ist, ergibt sich Förderbedarf für leistungsschwächere Schüler. Betrachtet man dieses Ergebnis vor dem Hintergrund des Selbstregulationsansatzes (vgl. Kraft 1999), so sollte einer Förderung von kognitiven und motivational-volitionalen Lernstrategien zur adaptiven Zielverfolgung im Sinne des selbstregulierten Lernens als fächerübergreifende Kompetenz besondere Bedeutung zukommen, um die Handlungsmöglichkeiten der Schüler zu fördern.

Anknüpfend an die untersuchten Schülergruppen in TIMSS und PISA soll mit dem in der folgenden Studie vorgestellten Trainingsprogramm die Selbstregulationskompetenz von Schülern der achten Gymnasialklasse im Mathematikunterricht verbessert werden. Zusätzlich werden Problemlösestrategien vermittelt, um zum einen die Fähigkeiten der Schüler im Bereich mathematischen Problemlösens zu fördern und zum anderen die Förderung selbstregulativer Kompetenzen zu unterstützen. Als weitere Komponente wurden zur Anleitung der bewussten und reflexiven Steuerung des eigenen Lernverhaltens standardisierte Lerntagebücher eingesetzt, die parallel zum Training das außerschulische Lernen unterstützen sollten. Um die Wirkung der Trainingskomponenten sowohl auf die Selbstregulationskompetenz als auch auf die mathematische Problemlösefähigkeit untersuchen zu können, wurde das Vorgehen einer Interventionsstudie gewählt, die im Gegensatz zu Korrelationsstudien kausale Aussagen ermöglicht. Der Artikel konzentriert sich auf die kurze Darstellung einer Trainingsvariante und die Diskussion ausgewählter Ergebnisse der Evaluation des Trainingsprogramms. Zuvor werden die Grundlagen der zugrunde liegenden theoretischen Annahmen skizziert.

2. Theorie

Im Folgenden werden die theoretischen Rahmenkonzeptionen der für das Trainingsprogramm bedeutsamen Komponenten Selbstregulation, Problemlösen und Monitoring skizziert. Selbstregulation und Problemlösen sollen kombiniert trainiert werden. Das Selbst-Monitoring ist Interventions- und Erhebungsverfahren: es werden standardisierte Lerntagebücher eingesetzt. Besonderer Schwerpunkt ist die Darstellung des Selbstregulationsmodells nach Zimmerman (2000), da dies die Grundlage für die inhaltliche Konzeption des hier vorzustellenden Trainings darstellt.

2.1 Selbstregulation

Das Selbstregulationsmodell nach Zimmerman (2000) beschreibt Selbstregulation als einen Prozess. Es geht davon aus, dass ein selbstregulierter Lerner sich zunächst ein Ziel setzt und aus einem Repertoire von Strategien adaptiv geeignete Vorgehensweisen auswählt. Das Ergebnis dieses Strategieeinsatzes wird mit dem Ziel verglichen und führt entweder zu einer Modifikation der Strategien oder zu einer Modifikation des Ziels. Der Kern des Selbstregulationsansatzes ist demnach die adaptive Zielverfolgung, die wiederum Auswirkungen auf nachfolgende Ziele und Handlungen hat. Schmitz (2001) integriert das Selbstregulationsmodell (Bandura 1991; Zimmerman 2000), das Handlungsphasenmodell (Kuhl 1987) und das Lernprozessmodell (Schmitz/Wiese 1999) zum Prozessmodell der Selbstregulation. Es werden drei Phasen im Lernvorgang unterschieden: die Vorbereitungsphase, die eigentliche Lernphase und eine Phase der Nachbereitung, die hier als präaktionale, aktionale und postaktionale Phase bezeichnet werden. Abbildung 1 stellt das Modell grafisch dar.

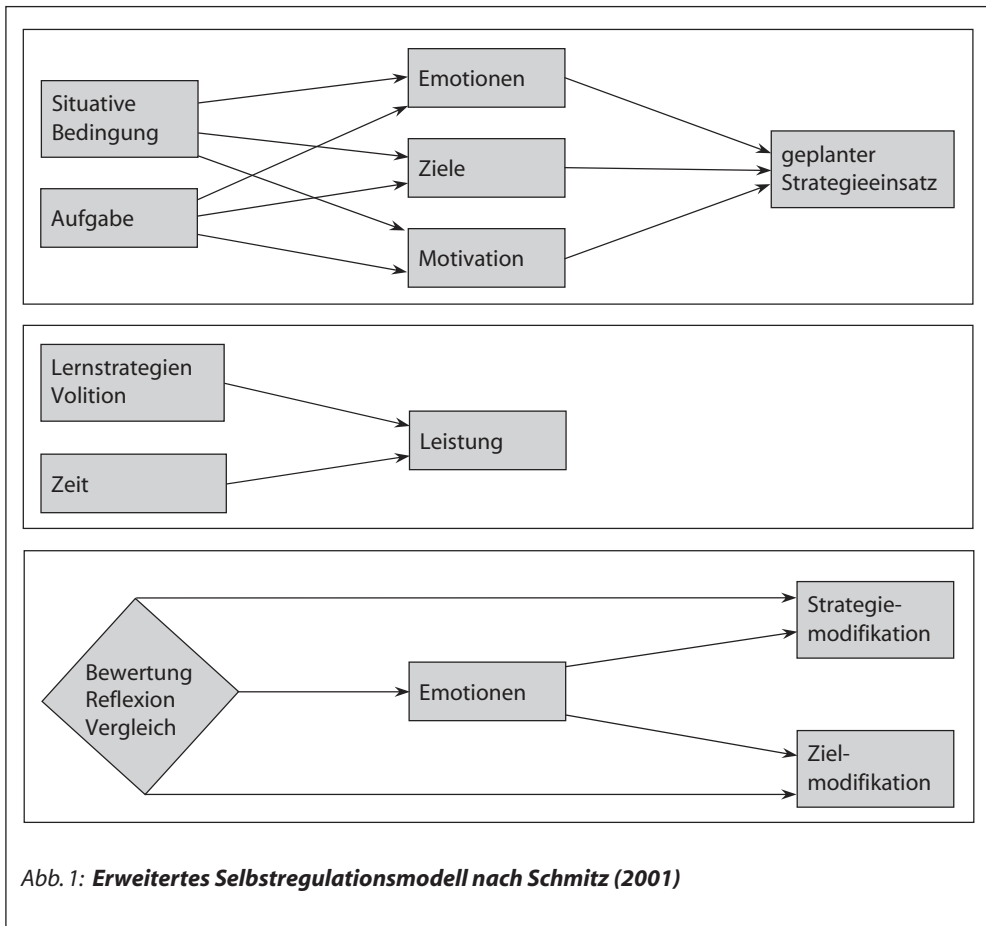


Abb. 1: **Erweitertes Selbstregulationsmodell nach Schmitz (2001)**

Nach diesem Modell beginnt der Lernprozess in der präaktionalen Phase, in der sich der Schüler in einer bestimmten Situation bzw. Lernumgebung vor eine Aufgabe gestellt sieht. Auf Grundlage der Aufgabe und der situativen Bedingung, in der diese bearbeitet werden soll, wird sich der Schüler ein bestimmtes Ziel setzen. Das Zusammenwirken von Zielsetzung und situativen, personalen und aufgabenspezifischen Merkmalen hat einen Einfluss auf Motivation und Emotionen des Schülers. Diese Parameter beeinflussen die Strategien der aktionalen Phase.

In der aktionalen Phase, der eigentlichen Lernphase, sind für den Schüler neben den zur Zielerreichung benötigten Lernstrategien volitionale Strategien von Bedeutung, um bei auftretenden Problemen die Motivation aufrecht zu erhalten und eine Konzentration auf die Aufgabe zu gewährleisten. In dieser Phase ist weiterhin die Lernzeit von Bedeutung, welche neben den qualitativen Parametern wie Lernstrategien und Volition einen quantitativen Indikator für den Lernprozess darstellt. Von besonderer Bedeutung in dieser Phase ist das stetige Überwachen der eigenen Lernhandlung (Monitoring).

In der postaktionalen Phase wird der Schüler das Ergebnis seiner Lernhandlung einschätzen und reflektieren, um Konsequenzen für weitere Lernprozesse zu ziehen. Nach Schmitz/Wiese (1999) resultieren als Folge dieser Bewertung positive bzw. negative Emotionen. Bei einem Nichterreichen des Ziels kommt es zu einer Strategie- oder Zielmodifikation. Dabei spielen die Reflexion über das Ergebnis und der Vergleich mit dem angestrebten Ziel eine bedeutende Rolle.

2.2 Problemlösen

Seit der so genannten kognitiven Wende wird das menschliche Problemlösen als Informationsverarbeitung beschrieben (Newell/Simon 1972). Dabei lassen sich zwei Teilprozesse unterscheiden. Der Problemlöseprozess beginnt mit der Problemrepräsentation, die die Grundlage für die nachfolgende Problemlösung bildet. Der Vorgang des Problemlösens wird als Absuchen eines Problemraumes beschrieben, dessen Ziel es ist, Operatoren zu finden, die vom Anfangs- zum Zielzustand führen. Diese Problemlöseoperatoren können u.a. durch geeignete Instruktion erworben werden (vgl. Anderson 1996).

Bezogen auf das Problemlösen in der Mathematik beschreibt Bruder (2000a) in Anlehnung an das Modell der Verlaufsqualitäten geistiger Handlungen von Lompscher (1972) Merkmale des Denkverlaufs beim Problemlösen mit mathematischen Mitteln durch die folgenden vier Aspekte:

- Reduktion (Vereinfachung der Problemsituation, Verringerung der Komplexität): Bezogen auf eine mathematische Problemaufgabe kann von Reduktion gesprochen werden, wenn ein Lerner in der Lage ist, die wesentlichen Komponenten der Aufgabe zu erkennen und deutlich von unwesentlichen Aufgabenmerkmalen zu unterscheiden.
- Reversibilität (Umkehren von Gedankengängen und Problemlöseschritten): Bei bestimmten Aufgabentypen ist es nötig, vom Ziel der Aufgabe systematisch zum Anfang der Aufgabe (d. h. zum Gegebenen/zur Fragestellung) zurückzuarbeiten. Mög-

liche unterstützende Fragen für Aufgaben dieses Typs sind „Was ist gesucht?; Wie kann ich das Ziel erreichen?“.

- **Aspektbeachtung** (gleichzeitiges Beachten mehrerer Aspekte, oder die Abhängigkeit von Dingen erkennen und gezielt variieren): Bei komplexen Aufgabenstellungen ist es sinnvoll, die Aufgabenstellung in verschiedene Teilaufgaben zu zerlegen, die Aufgabenteile einzeln zu bearbeiten und wieder zusammenzufügen. Dafür ist die Fähigkeit nötig, den Fokus auf bestimmte Teilaspekte zu richten und die Abhängigkeit zwischen den Teilaufgaben zu erkennen und zu beachten.
- **Aspektwechsel** (Wechsel von Annahmen und Kriterien; Umstrukturierung eines Sachverhalts): Viele Problemaufgaben zeichnen sich dadurch aus, dass zu ihrer Lösung eine Umstrukturierung der Aufgabenkomponenten erforderlich ist. Schüler, die in der Lage sind, zwischen den verschiedenen Perspektiven der Aufgabe zu wechseln, werden eher zur Lösung der Aufgabe gelangen.

Nach Bruder/Müller (1990) ist es möglich, Defizite beim Problemlösen zu kompensieren. Dies kann über eine größere Methodenbewusstheit der Schüler und die Aneignung von bestimmten heuristischen Prinzipien, Strategien und Hilfsmitteln erreicht werden. Diese Strategien werden der Problemlösefähigkeit zugeordnet (Bruder 2000b, S. 73) und als „Wirkprinzip heuristischer Bildung“ (Bruder/Stein 1999, S. 13) bezeichnet. Ihre Hypothese lautet: „Wenn sich Schüler Verfahren aneignen, die ein bewusstes Ausführen anspruchsvoller geistiger Operationen unterstützen, so können in Verbindung mit einer entsprechenden Aufgabenauswahl wesentlich bessere Ergebnisse im selbstständigen Problemlösen erzielt werden“ (Bruder 1987, S.108).

Ziel dieses Vorgehens ist es, die Schüler vom Bewusstmachen verschiedener heuristischer Verfahren und Hilfsmittel über differenzierte Einübungsphasen zu einer zunehmend selbstständigen Anwendung dieser Strategien zu befähigen.

2.3 *Selbst-Monitoring*

Unter Selbst-Monitoring wird das Beobachten bzw. Aufzeichnen des eigenen aktuellen Verhaltens verstanden. Die Bedeutung liegt darin, dass allein durch das Beobachten des eigenen Lernverhaltens bereits positive Aspekte ausgelöst werden können. Webber u.a. (1993) berichten auf Basis einer Metaanalyse, dass bereits die Selbstbeobachtung zur Förderung von erwünschtem Verhalten im Unterricht und von sozialen Kompetenzen ausreicht. In eigenen Untersuchungen wurden bereits Studien zum Einsatz von Lerntagebüchern in Verbindung mit Interventionen für verschiedene Zielgruppen durchgeführt (Schüler der fünften, achten, zehnten bis 13. Klasse, Studenten, Auszubildende, Berufsrückkehrerinnen und Berufstätige; Fischer/Heusel 1999; Ginsberg/Schwatlo 1999; Berger 2000; Deißbroth/Geibel 2000; Pflanz/Pöhl 2000; Emmel 2001; Köbler/Wolf 2001), in denen eine unterstützende Wirkung der Lerntagebücher für die Trainingskonstatiert werden konnte. Auch Wild und Remy (in vorliegendem Heft) übernahmen das in vorliegendem Artikel vorgestellte Lerntagebuch in ihren Untersuchungen.

Das hier vorgestellte Monitoring dient somit einerseits der Beobachtung des eigenen Lernverhaltens, andererseits ist es im Modell Zimmermans (2000) eine Voraussetzung für eine Bewertung des eigenen Verhaltens. Um eine angemessene Reaktion auf die Ergebniseinschätzung zu zeigen, muss eine intensive Selbstreflexion vorausgehen, bei der eine möglichst genaue Analyse der Ursachen für das Zustandekommen der Ergebnisse stattfindet.

In der vorliegenden Studie wird Monitoring über den Einsatz standardisierter Lerntagebücher operationalisiert. Die Schüler sollen mithilfe dieses Tagebuches dazu angehalten werden, ihr Lernverhalten zu beobachten, zu reflektieren und zu bewerten.

Die zentrale Fragestellung des in diesem Artikel vorgestellten Trainings betrifft die Förderungsmöglichkeit von Selbstregulations- und Problemlösekompetenz. Durch das Führen von Lerntagebüchern soll der erwartete Effekt noch verstärkt werden.

- Lassen sich Selbstregulations- und Problemlösekompetenzen durch eine kombinierte Vermittlung beider Komponenten fördern?
- Führt das Bearbeiten von standardisierten Lerntagebüchern zu einer Verbesserung ausgewählter Selbstregulations- und Problemlösekompetenzen?

3. Methode

3.1 Versuchsplan

In der Studie wurden verschiedene Varianten von Trainings realisiert, die sich durch unterschiedliche Fokussierung auf Selbstregulations- bzw. Problemlösekompetenzen unterscheiden. Bei dem hier genauer beschriebenen Training wird besonders die kombinierte Vermittlung von Selbstregulation und Problemlösen akzentuiert. Zur Überprüfung der Effekte des Lerntagebuchs wurde von der Hälfte der Schüler über den Trainingszeitraum ein Lerntagebuch bearbeitet.

Die Studie bestand aus zwei Teilen: einem interindividuellen und einem Prozessteil. Das interindividuelle Design war ein dreifaktorieller Versuchsplan mit den Faktoren

- Training Problemlösestrategien (ja/nein)
- Selbstregulationstraining (ja/nein)
- Selbst-Monitoring (ja/nein)

Es erlaubte die Prüfung der Haupteffekte sowie der Interaktion der Faktoren. In Tabelle 1 wird der interindividuelle Versuchsplan wiedergegeben. Daraus lässt sich ersehen, wie die Gruppen den acht Versuchsbedingungen zugeordnet wurden.

Tab. 1: Interindividuelles Design

Gruppe	Selbstregulation	Problemlösen	Monitoring
1	nein	nein	ja
2	nein	nein	nein
3	nein	ja	ja
4	nein	ja	nein
5	ja	nein	ja
6	ja	nein	nein
7	ja	ja	ja
8	ja	ja	nein

Die Gruppen 1, 3, 5 und 7 führten über einen Zeitraum von sieben Wochen ein standardisiertes Tagebuch. Diese Phase wurde unterteilt in zwei Teilphasen: Die erste Woche bildete die Baselinephase, der sechs Trainingswochen folgten und anschließend wieder eine Woche, in der nur Tagebücher geführt wurden. In der Treatmentphase erhielten die Schüler je nach Versuchsbedingung ein kombiniertes Training (Gruppe 5 und 6), ein Training von Problemlösestrategien (Gruppe 3 und 4) oder ein Selbstregulationstraining (Gruppe 7 und 8). Alle Trainings fanden außerhalb des regulären Schulunterrichts statt. Die Gruppen 1 und 2 erhielten kein Training. Dieser Artikel fokussiert auf die Gruppen des kombinierten Trainings.

3.2 Prozedere

Das Training fand in den Schulräumen von drei südhessischen Gymnasien statt und erfolgte einmal wöchentlich in einer Doppelstunde (90 Minuten) nachmittags im Verlaufe von sechs Wochen.

Zu Beginn des Trainingsprogramms fand eine 90-minütige Vorbefragung statt, in der ein Test zur Erfassung der Problemlösekompetenz und ein Fragebogen zur selbstregulatorischen Kompetenz zu bearbeiten waren. Eine Woche nach der letzten Trainingseinheit fand die Nachbefragung statt, die wiederum aus einem Problemlösetest (mit parallelen Aufgaben) und dem Fragebogen zur Erfassung selbstregulatorischer Kompetenz bestand. Zur Stabilitätsmessung der Effekte wurde vier Wochen nach der Nachbefragung wiederum ein Test zur Erfassung von Problemlösefähigkeit und ein Selbstregulationsfragebogen eingesetzt.

3.3 Instrumente

Zur Evaluation der Interventionen wurden längsschnittliche und prozessuale Erhebungsinstrumente eingesetzt. Auf Ebene der Längsschnittdaten diente ein Fragebogen

zur Erfassung der Selbstregulationskompetenz und ein Problemlösetest der Erhebung der jeweiligen Kompetenzen. Zur Erfassung der prozessualen Daten wurde das Lerntagebuch eingesetzt.

Der Selbstregulationsfragebogen wurde aus für die Abbildung des Selbstregulationszyklusses wesentlichen Skalen (Realisierung von Lernintentionen, Aufmerksamkeit, extrinsische Motivationskala, Anstrengung, Planung, Selbstreflexion, Lernumgebung, Umgang mit Fehlern, etc.) und einigen zusätzlichen Variablen (Selbstwirksamkeit, Einstellung zu Hausaufgaben, etc.) konstruiert.

Bezüglich des Problemlösetests wurden zwei Skalen konstruiert: Gesamtergebnis und Gesamtpunktzahl. Gesamtergebnis meint die Summe der richtig gelösten Aufgaben des Tests (maximal 16), Gesamtpunktzahl berücksichtigt die Lösungswege. In dem vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse für die beiden Problemlöseparameter sowie das übergeordnete Selbstregulationsmaß dargestellt.

Das Lerntagebuch wurde entsprechend dem erweiterten Selbstregulationsmodell von Schmitz/Wiese (1999) entwickelt. Es wurden Trend- und Interventionsanalysen für solche Variablen durchgeführt, die im Training vermittelt bzw. für die aufgrund der durch das Monitoring angeregten Selbstreflexion Veränderungen erwartet wurden.

3.4 Stichprobe

Es wurden 249 Schüler der Jahrgangsstufe 8 dreier südhessischer Gymnasien untersucht. Die Schüler wurden den aus dem Projektdesign resultierenden Trainingsgruppen zufällig zugeteilt. 58 Schüler erhielten das hier vorgestellte Training, in dem eine Kombination aus Selbstregulation und Problemlösen vermittelt wurde.

3.5 Beschreibung des Trainings

Ziel der Schulungsmaßnahme war die Förderung einer Kombination von Selbstregulations- und Problemlösekompetenzen. Durch das begleitende Lerntagebuch sollte der Transfer relevanter Selbstregulationskomponenten in den Schulalltag, insbesondere hinsichtlich des außerschulischen Lernens unterstützt werden.

Bei der didaktischen Konzeption des Trainings wurde darauf geachtet, dass die Schüler viel Raum erhalten, selbstreguliert zu lernen. Neue Inhalte sollten entweder anhand eines Beispiels eingeführt und anschließend geübt oder entdeckend und aktivierend erlernt werden. Selbstständige Übungsphasen der Schüler folgten auf das Modelllernen. Die Schüler erhielten für ihre Leistungen bei den Hausaufgaben individuelles Feedback. Die wesentlichen Trainingsinhalte wurden teilweise in mehreren Sitzungen wiederholt. Neben aktivierenden Lehr- Lernformen gab es direkte Instruktionen. Durch das Angebot von Kleingruppenarbeit und partnerschaftlichem Bearbeiten von Problemaufgaben sollte der soziale Austausch zwischen den Schülern gefördert werden. Tabelle 2 (S. 230) gibt einen Überblick über die Inhalte des kombinierten Trainings.

Tab. 2: Übersicht über das kombinierte Training

Einheit 1	Einheit 2	Einheit 3	Einheit 4	Einheit 5	Einheit 6
Übersicht Modell	Darstellungsformen	Vorwärtsarbeiten, Rückwärtsarbeiten	Zielsetzung, Selbsteinschätzung und Motivation	Invarianzprinzip	Ergebniseinschätzung: Umgang mit Fehlern
Strategie-reflexion		Übungsphase zu Vorwärtsarbeiten, Rückwärtsarbeiten und Darstellungsformen	Vorwärtsarbeiten, Rückwärtsarbeiten, Invarianzprinzip		
Pause				Pause	Abwandeln von Aufgaben
Vorwärtsarbeiten		Pause		Volition: lernhinderlichen Gedanken	
	Pause	Wahlaufgaben	Pause		Pause
	Ziele		Motivation		Semantisches Netz
Reflexion: Vorwärtsarbeiten und Aufmerksamkeit		Volition		Invarianzprinzip, lernhinderliche Gedanken	Zusammenfassung Modell
Zusammenfassung				Strategien zum Umgang mit lernhinderlichen Gedanken	Wissenstest

Aufbauend auf einer Modifikation des Selbstregulationsmodells von Zimmerman (2000) erfolgte beim kombinierten Training die Vermittlung von Selbstregulationsstrategien (vgl. auch Leopold/Leutner in vorliegendem Heft) im Kontext mathematischer Aufgabenstellungen.

So wurden neben den Elementen des Selbstregulationszyklusses (Ziele, Volition, Motivation, Ergebniseinschätzung, Reflexion) mathematische Strategien (Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten, Invarianzprinzip und heuristische Hilfsmittel) vermittelt.

Das Ziel der ersten Einheit bestand darin, die Schüler anzuregen, über ihr bisheriges Vorgehen zu reflektieren. Angestrebt wurde dabei, eine aktive Aufgabenanalyse und Strategieplanung im Vergleich zu einem passivem Anwenden eines Lösungsschemas zu präferieren. In diesem Zusammenhang wurde die Notwendigkeit eines zielgerichteten Vorgehens hervorgehoben.

Die zentralen Inhalte der zweiten Einheit bezogen sich auf Zielsetzung sowie auf die Strategien des Vorwärts- und Rückwärtsarbeitens. Die Schüler sollten in dieser Einheit

lernen, dass das Setzen von Zielen ein zentrales Element der Selbstregulation darstellt. Weiterhin sollten die Strategien Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten an mathematischen Aufgaben geübt werden.

In der dritten Einheit wurden Zielsetzung und Strategieplanung bzw. -einsatz entsprechend dem zugrunde liegenden Modell vermittelt. Die Schüler sollten dabei geeignete Strategien zur Zielerreichung auswählen. Diese Einheit bestand in einer Vertiefung der Strategien Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten sowie der Einführung des Invarianzprinzips. Ferner sollten neben diesen mathematischen Vorgehensweisen volitionale Strategien behandelt werden.

Die vierte Einheit diente der Auffrischung und Wiederholung des für den Selbstregulationszyklus bedeutsamen Themas Ziele. Die Schüler erarbeiteten in Kleingruppen zentrale Strategien zu den Themen Volition und Motivation. Bezogen auf die Problemlösestrategien wurden die Darstellungsformen wiederholt und eingeübt.

Zentrales Ziel der fünften Einheit war es, den Schülern am Beispiel von Textaufgaben bewusst zu machen, dass sich Gedanken und Einstellungen auf die Lernleistung auswirken. Dabei sollten die Schüler im Sinne der Selbstregulation Strategien zum Umgang mit negativen Gedanken kennen lernen.

Die Schüler sollten in der sechsten Einheit die Bedeutung der Fehleranalyse innerhalb der Selbstregulation erkennen und angeleitet werden, Misserfolge auf falsche Zielsetzung, falschen Strategieeinsatz oder zu geringe Anstrengung zurückzuführen. Weiterhin sollten sie befähigt werden, die Inhalte des Trainings bei der Vorbereitung auf Klassenarbeiten anzuwenden.

4. Ergebnisse

Zur Überprüfung der Effekte der Intervention wurden interindividuelle Vergleiche und prozessuale Analysen durchgeführt. Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse des längsschnittlichen Gruppenvergleichs dargestellt. Dazu wurde jeweils eine vierfaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Zeit, Monitoring, Selbstregulation und Problemlösen für die Oberskala Volition (Selbstregulationsfragebogen) sowie Gesamtergebnis und Gesamtpunktzahl (Problemlösetest) durchgeführt (vgl. Tabelle 3).

Aus Tabelle 3 (S. 232) ist ersichtlich, dass sich bezüglich der Oberskala Volition Effekte für den Monitoring- bzw. den Selbstregulationsfaktor ergaben. Die Gruppen ohne Monitoring blieben in ihren Einschätzungen konstant, während sich die Tagebuchgruppen verbesserten. Die Trainingsgruppen, die selbstregulatorische Strategien vermittelt bekamen (Selbstregulationstraining, kombiniertes Training), berichteten im Nachtest signifikant mehr über selbstregulatorisches Verhalten als die Gruppen, denen diese Strategien nicht vermittelt wurden. Weiterhin wurden die Interaktionen Zeit x Monitoring x Selbstregulation, Zeit x Selbstregulation x Problemlösen sowie Zeit x Monitoring x Selbstregulation x Problemlösen signifikant.

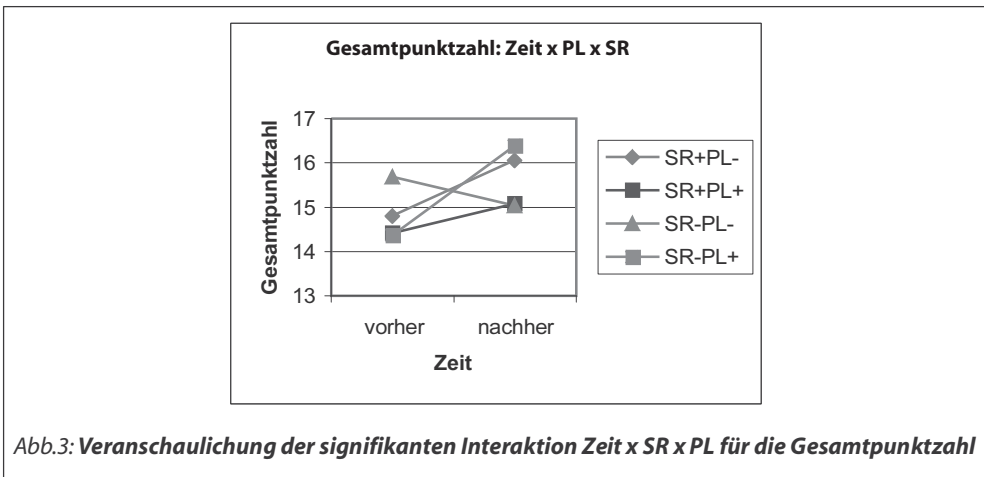
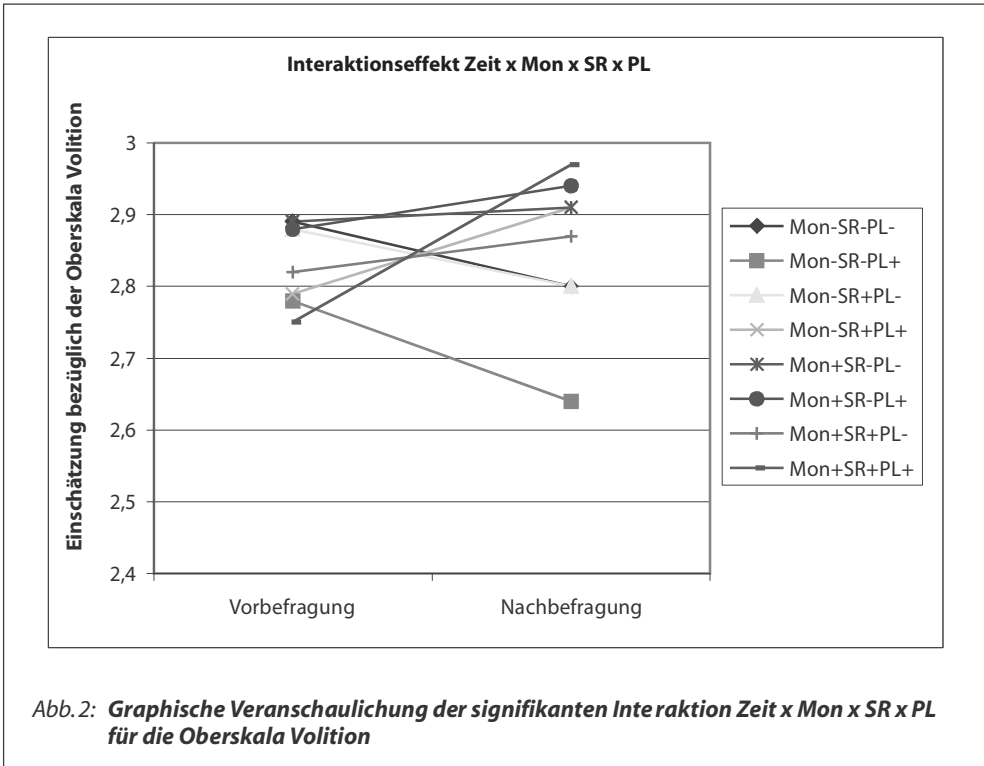
Tab. 3: Übersicht über Signifikanzen (und Effektstärken) für die Skalen Volition, Gesamtergebnis und Gesamtpunktzahl im Vorher-Nachher-Vergleich

	Oberskala Volition	Gesamtergebnis	Gesamtpunktzahl
Zeit		.00*** (Eta ² = ,05)	.00*** (Eta ² = ,04)
Zeit x Monitoring	.03* (Eta ² = ,10)		.01** (Eta ² = ,03)
Zeit x Selbstregulation	.04* (Eta ² = ,09)		
Zeit x Problemlösen			
Zeit x Monitoring x Selbstregulation	.01** (Eta ² = ,12)		
Zeit x Monitoring x Problemlösen			
Zeit x Selbstregulation x Problemlösen	.10# (Eta ² = ,08)	.06# (Eta ² = ,02)	.02* (Eta ² = ,03)
Zeit x Monitoring x Selbstregulation x Problemlösen	.02* (Eta ² = ,10)		
#: p ≤ .10; *: p ≤ .05; **: p ≤ .01; ***: p ≤ .001			

Abbildung 2 veranschaulicht letztere Interaktion, die alle acht Gruppen des Projektdesigns enthält².

Die Abbildung macht deutlich, dass vor allem die kombinierten Trainings (mit und ohne Tagebuch; Effektstärke von $\text{Eta}^2 = .10$) bezüglich der Oberskala Volition den deutlichsten Anstieg zu verzeichnen haben, während die Kontrollgruppe erwartungsgemäß in ihren Einschätzungen gleich bleibt. Die varianzanalytische Auswertung des Problemlösetests ergibt einen Effekt für Zeit x Monitoring und Zeit x Selbstregulation x Problemlösen für die Gesamtpunktzahl. Bezogen auf die Interaktion Zeit x Monitoring zeigt sich eine signifikante Verbesserung der Gesamtpunktzahl bei den Gruppen, die ein Tagebuch bearbeiteten, im Vergleich zu den Gruppen ohne Lerntagebuch. Exemplarisch wird die Interaktion Zeit x Selbstregulation x Problemlösen für die Gesamtpunktzahl dargestellt.

- 2 Mon-SR-PL-: Kontrollgruppe ohne Tagebuch; Mon-SR-PL+: Problemlösetraining ohne Tagebuch; Mon-SR+PL-: Selbstregulationstraining ohne Tagebuch; Mon-SR+PL+: kombiniertes Training ohne Tagebuch; Mon+SR-PL-: Kontrollgruppe mit Tagebuch; Mon+SR-PL+: Problemlösetraining mit Tagebuch; Mon+SR+PL-: Selbstregulationstraining mit Tagebuch; Mon+SR+PL+: kombiniertes Training mit Tagebuch.



Bezüglich des Problemlösetests zeigt das kombinierte Training (SR+PL+) nur einen leichten Anstieg. Zusätzlich zu den längsschnittlichen Analysen wurden anhand der Tagebuchdaten Prozessanalysen in Form von Trend- und Interventionsanalysen durchgeführt. Nachfolgende Tabelle 4 gibt einen Überblick über ausgewählte Trends für alle Gruppen mit Lerntagebuch des Projektdesigns.

Tab. 4: Übersicht über Effekte des Lerntagebuchs für die Gruppen

Abhängige Variablen	Kontroll- gruppe	Problem- lösetraining	kombiniertes Training	Selbstregula- tionstraining
Lernumgebung (Skala)	#+	***+	***+	*+
Planung (Skala)	***+	***+	***+	***+
Internale Ressourcen (Skala)	*+	*+		***+
Lernstrategien (Skala)			**+	***+
Intrinsische Motivation			***+	**-
Reflexion (Skala)		*+	***+	
Lernen aus Fehlern		*+	***+	
Strategieinsatz		**+	#+	
Überwachung (Skala)		***+	***+	
Hilfe holen		*-		

#: $p \leq .10$; *: $p \leq .05$; **: $p \leq .01$; ***: $p \leq .001$

Es wird deutlich, dass vor allem für das kombinierte Training die Trends für die im Training vermittelten Variablen signifikant in die erwartete Richtung³ weisen. Auch bei den anderen Trainingsgruppen ergeben die Trendanalysen hypothesenkonforme Ergebnisse. Allerdings zeigen sich dort auch Trends, die kontraintuitiv sind oder Kosten der jeweiligen Trainingsart darstellen.

Mithilfe von Trendanalysen ist es möglich, sowohl aggregierte Trends für Trainingsgruppen als auch individuelle Trends für einzelne Studienteilnehmer zu berechnen. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen exemplarisch den Trend für die Skala Planung, einmal aggregiert über die Gruppe des kombinierten Trainings und einen individuellen Trend für einen Schüler dieser Gruppe.

Sowohl für die Trainingsgruppe als auch für den einzelnen Schüler ergeben sich signifikante lineare positive Trends für die Skala Planung, d.h. das Planungsverhalten der Schüler nimmt zu. Mithilfe der Einzelfallanalysen war es möglich, jedem Schüler ein individuelles Feedback zu geben.

Um spezifische Effekte der Intervention untersuchen zu können, wurden für entsprechende Variablen und Skalen Interventionsanalysen berechnet. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die wöchentliche Vermittlung der für die jeweiligen Trainings spezifischen Themen entsprechende Variablen des Lerntagebuchs beeinflussen sollte. Es sollte zu einem signifikanten Unterschied zwischen den Einschätzungen der Schüler vor der Intervention (Baselinephase) und denen nach der Intervention (Interventionsphase) führen. Den Interventionsanalysen wurde ein autoregressives Modell erster Ordnung (AR1) zugrundegelegt.

3 + bedeutet ansteigender Trend; - abfallender Trend.

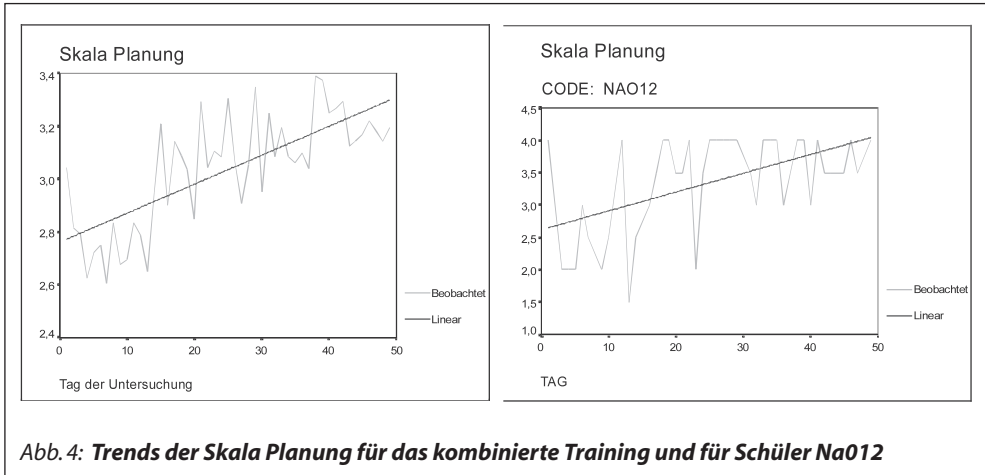


Abb. 4: Trends der Skala Planung für das kombinierte Training und für Schüler Na012

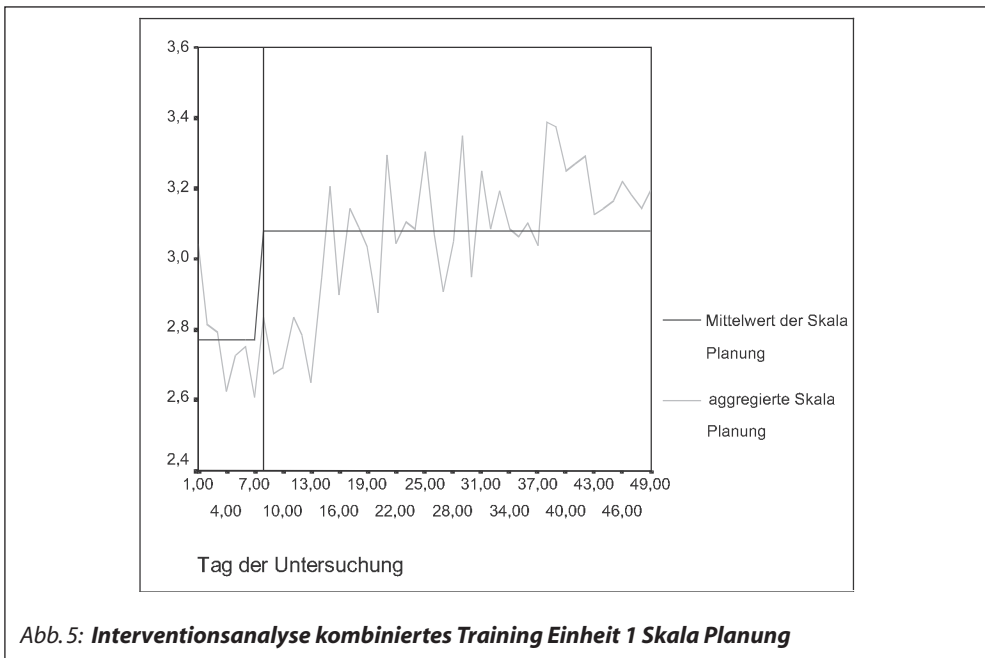


Abb. 5: Interventionsanalyse kombiniertes Training Einheit 1 Skala Planung

Insgesamt ergaben sich für das kombinierte Training bei nahezu allen erwarteten Variablen signifikante Interventionseffekte. Exemplarisch soll nachfolgend eine Interventionsanalyse für das kombinierte Training dargestellt werden. In der ersten Trainingseinheit wurde das Thema Ziele eingeführt und Strategien zur Planung vorgestellt. Die Einschätzung bezüglich der Skala „Planung“ im Lerntagebuch ließ einen signifikanten Unterschied zu Beginn der zweiten Woche der Tagebuchbearbeitung zur einwöchigen Baselinephase erkennen, wie Abbildung 5 zeigt. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist nach der Intervention in der ersten Einheit (ab Tag 8) ein stufenförmiger Anstieg bezüglich der Einschätzung auf der Skala „Planung“ zu erkennen.

5. Diskussion

Mit unserer Interventionsstudie konnten wir zeigen, dass es mit unserem Trainingsprogramm möglich ist, Selbstregulation und Problemlösen bei Schülern der achten Gymnasialklasse zu fördern. Es hat sich sowohl in längsschnittlichen als auch in prozessualen Analysen gezeigt, dass Selbstregulationskompetenzen erworben werden können, wenn sie direkt oder in Kombination mit Problemlösestrategien vermittelt werden. Weiterhin konnten wir den Einfluss von Selbstregulation auf Problemlösen nachweisen, wie sich in den Ergebnissen zum Problemlösetest zeigt. Mithilfe einer Stabilitätsuntersuchung konnten wir zeigen, dass die erzielten Effekte längerfristig wirksam sind. Dabei wählten wir den direkten Weg des Nachweises mithilfe einer Interventionsstudie, die aussagekräftiger ist als korrelative Befunde in zahlreichen Querschnitts- oder Längsschnittstudien. Diese Trainingsergebnisse sind insbesondere vor dem Hintergrund der Bedeutung der Selbstregulation für die schulische Entwicklung hervorzuheben.

Die Evaluation zeigt die Vorteile des kombinierten Trainings deutlich auf. Es integriert für das schulische Lernen bedeutsame Komponenten, wie Metakognition, Selbstregulation und mathematische Problemlösestrategien.

Die erzielten Resultate sind insofern von Bedeutung, als die Konzeption des Trainings und seine Durchführung in der achten Jahrgangsstufe aufgrund der schwierigen Altersgruppe eine Herausforderung darstellte. Aus organisatorischen Gründen musste das Training nachmittags im Zusatzunterricht durchgeführt werden. Diese Tatsache in Kombination mit der schwierigen Altersgruppe 13- bis 14-Jähriger stellte hohe Anforderungen an die Trainer, die Schüler zu engagierter Mitarbeit anzuregen. Für die Intervention waren sechs 90-minütige Trainingssitzungen vorgesehen. Dieser Zeitraum ist insofern sehr knapp bemessen, als neben der Vermittlung selbstregulatorischer Strategien und deren Transfer in den Alltag bei den mathematischen Strategien Aufgaben ausgewählt wurden, die bei TIMSS (Baumert u.a. 1997) als besonders schwer eingestuft wurden. So gehörte die folgende Aufgabe bezüglich der Grundlagen der Prozentrechnung bei unserem Problemlösetest zu den leichten Aufgaben, während die identische Aufgabe bei TIMSS als besonders schwierig (680 Punkte) eingestuft wurde: „Der Preis einer Dose Bohnen wird von 60 Pfennig auf 75 Pfennig erhöht. Um wie viel Prozent ist der Preis gestiegen?“

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind insofern einzuschränken, als die untersuchte Stichprobe nicht repräsentativ für die Gesamtheit aller Gymnasiasten Deutschlands ist. Wie bereits angedeutet, wurde die Intervention nur über einen Zeitraum von sechs Wochen durchgeführt. Dies macht deutlich, dass bei einem längeren Training mit größeren Effekten bezüglich der Selbstregulations- und der Problemlösefähigkeit gerechnet werden kann.

6. Ausblick

Die Evaluation der Intervention macht deutlich, dass es möglich ist, sowohl Selbstregulationsstrategien, als auch Problemlösekompetenzen zu fördern bzw. zu vermitteln. In weiterführenden Studien sollte überprüft werden, welche Akzentuierung von Problemlöse- bzw. Selbstregulationsanteilen zu guten Ergebnissen sowohl bezogen auf die Selbstregulationskompetenzen als auch Problemlösefähigkeiten führt. Besonders deutlich sind die Effekte des Lerntagebuchs. Es konnte gezeigt werden, dass es mithilfe eines standardisierten Lerntagebuchs möglich ist, das Lernverhalten der Schüler zu dokumentieren und im Sinne einer stärkeren Reflexion zu verändern. Dies bietet den Vorteil, auch prozessuale Analysen durchführen zu können, die es ermöglichen, individuelle Verläufe zu untersuchen.

Aufgrund der besonderen Bedeutung selbstregulierten Lernens erscheint es sinnvoll, möglichst frühzeitig mit der Förderung selbstregulativer Kompetenzen zu beginnen. Aus diesem Grund ist eine Studie geplant, bei der bereits in der fünften Klasse eine Intervention vorgesehen ist, die über einen längeren Zeitraum erfolgen soll. Auch hierbei wird der Einsatz eines Lerntagebuchs geplant, das die Schüler dazu befähigen soll, sich ihrer Lernhandlungen bewusst zu werden und diese zu überwachen. Parallel dazu ist in einem weiteren Projekt vorgesehen, das Trainingskonzept für verschiedene Klassenstufen zu erweitern und in den normalen Unterricht zu integrieren. Dafür müssen die Lehrer/innen entsprechend aus- bzw. fortgebildet werden. Entsprechende Konzepte sollen ausgearbeitet und in der Lehrerbildung und an einzelnen Schulen evaluiert werden.

Literatur

- Bandura, A. (1991): Self-regulation of motivation through anticipatory and self-reactive mechanisms. In: Dienstbier, R.A. (Ed.): Perspectives on motivation: Nebraska Symposium on motivation (Vol. 38, S. 69–164). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Baumert, J./Klieme, E./Neubrand, J./Prenzel, M./Schiefele, U./Schneider, W./Stanat, P./Tillmann, K.-J./Weiß, M. (2001): PISA 2000 – Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Buderich.
- Baumert, J./Lehmann, R./Lehrke, M./Schmitz, B./Clausen, M./Hosenfeld, I./Köller, O./Neubrand, J. (1997): TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske + Buderich.
- Berger, M. (2000): Optimierung von Lernstrategien im Alltagskontext. Eine prozessuale Trainingsstudie zu emotionalen, motivationalen und volitionalen Bedingungen des selbstgesteuerten Lernens. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Technische Universität Darmstadt.
- Blum, W. (2001): Was folgt aus TIMSS für Mathematikunterricht und Mathematiklehrerbildung? In: Klieme, E./Baumert, J. (Hrsg.): TIMSS: Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung, S. 75–83.
- Bruder, R. (2000a): Problemlösen im Mathematikunterricht – ein Lernangebot für alle? In: Mathematische Unterrichtspraxis 1, S. 2–11.
- Bruder, R. (2000b): Eine akzentuierte Aufgabenauswahl und Vermitteln heuristischer Erfahrung – Wege zu einem anspruchsvollen Mathematikunterricht für alle. – In: Flade, L./Herget, W. (Hrsg.):

- Mathematik lehren und lernen nach TIMSS – Anregungen für die Sekundarstufen. Berlin: Volk und Wissen, S. 69–78.
- Bruder, R./Müller, H. (1990): Heuristisches Arbeiten im Mathematikunterricht beim komplexen Anwenden mathematischen Wissens und Könnens. In: *Mathematik in der Schule* 28, H. 12, S. 876–886.
- Bruder, R./Stein, G. (1999): Problemlösen im Mathematikunterricht. Unveröffentlichtes Skript zur Vorlesung Wintersemester 1998/1999. Technische Universität Darmstadt.
- Bruder, R. (1987): Wie können Schwierigkeiten im selbstständigen Lösen anspruchsvoller Aufgaben abgebaut werden? In: *Mathematik in der Schule* 25, H. 2/3, S. 107–113.
- Deißroth, S./Geibel, S. (2000): Selbstgesteuertes Lernen in der Ausbildung. Eine vergleichende Studie unterschiedlicher Interventionsmaßnahmen zur Optimierung des Lernverhaltens. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Technische Universität Darmstadt.
- Emmel, S. (2001): Konzeption, Durchführung und prozessanalytische Evaluation eines Trainingsverfahrens zum Zeitmanagement und zur Selbstregulation mit begleitendem Monitoring. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Technische Universität Darmstadt.
- Fischer, R.K./Heusel, N.C. (1999): Prozessuale Erfassung der Effekte eines Trainingsprogramms für Lernstrategien durch Tagebuch. Interventionsstudien an einem Gymnasium. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Technische Universität Darmstadt.
- Ginsberg, E.M./Schwatlo, T. (1999): Lernlust statt Schulfrust. Entwicklung, Durchführung und Evaluation eines Trainings zur Förderung motivationaler, emotionaler und volitionaler Kompetenzen. Eine prozessorientierte Studie in der Sekundarstufe I. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Technische Universität Darmstadt.
- Köbler, S./Wolf, S. (2001): Konzeption, Durchführung und Evaluation eines Trainingsprogramms zur Förderung selbstregulativer Kompetenzen und zur Verbesserung der mathematischen Leistungen. Eine prozessorientierte Studie bei Schülern der 8. Jahrgangsstufe eines Gymnasiums. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Technische Universität Darmstadt.
- Kraft, S. (1999): Selbstgesteuertes Lernen. Problembereiche in Theorie und Praxis. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, 6, S. 833–845.
- Kuhl, J. (1987): Action control: The maintenance of motivational states. In: Halisch, F./Kuhl, J. (Hrsg.): *Motivation, Intention, and Volition*. Berlin: Springer, S. 279–291.
- Leopold, C./Leutner, D. (2002): Der Einsatz von Lernstrategien in einer konkreten Lernsituation in Abhängigkeit von der schulischen Jahrgangsstufe. *Zeitschrift für Pädagogik*.
- Lompscher, J. (1972): Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten. Berlin: Volk und Wissen.
- Newell, A./Simon, H.A. (1972): *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Pflanz, M./Pöhl, A. (2000): Konzeption, Durchführung und prozessanalytische Evaluation eines Trainingsverfahrens zur Selbststeuerung mit begleitendem Monitoring. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Technische Universität Darmstadt.
- Schmitz, B./Wiese, B.S. (1999): Eine Prozessstudie selbstregulierten Lernverhaltens im Kontext aktueller affektiver und motivationaler Faktoren. In: *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 31, H. 3, S. 157–170
- Schmitz, B. (2001): Self-Monitoring zur Unterstützung des Transfers einer Schulung in Selbstregulation für Studierende. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 15, H. 3/4, S. 179–195.
- Webber, J./Scheuermann, B./McCall, C./Coleman, M. (1993): Research on Self-Monitoring as a Behavior Management Technique in Special Education Classrooms: A Descriptive Review. In: *Remedial and Special Education* 14, H. 2, S. 38–56.
- Wild, E./Remy, K. (2002): Schulische und familiäre Bedingungen des Mathematikinteresses, der Motive und der Zielorientierung von Drittklässlern.
- Zimmerman, B. J. (2000): Self-Efficacy: An Essential Motive to Learn. In: *Contemporary Educational Psychology* 25, S. 82–91.

Anschrift der Autoren:

Dipl. Psych. Tina Gürtler, Technische Universität Darmstadt, Fachbereich 3, Institut für Psychologie, Hochschulstraße 1, 64289 Darmstadt.

Franziska Perels, Dipl. Psych., Technische Universität Darmstadt, Fachbereich 3, Institut für Psychologie, Hochschulstr. 1, 64289 Darmstadt.

Bernhard Schmitz, Prof. Dr., Technische Universität Darmstadt, Fachbereich 3, Institut für Psychologie, Hochschulstr. 1, 64289 Darmstadt.

Regina Bruder, Prof. Dr., Technische Universität Darmstadt, Fachbereich 4, Arbeitsgruppe Fachdidaktik der Mathematik, Schloßgartenstr. 7, 64289 Darmstadt.