

Rhöneck, Christoph von; Grob, Karl; Schnattmann, Gerhard W.; Völker, Bruno
Lernen in der Elektrizitätslehre. Wie wirken sich motivationaler Zustand und kognitive Aktion auf das Lernergebnis aus?

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 2 (1996) 2, S. 71-84



Quellenangabe/ Reference:

Rhöneck, Christoph von; Grob, Karl; Schnattmann, Gerhard W.; Völker, Bruno: Lernen in der Elektrizitätslehre. Wie wirken sich motivationaler Zustand und kognitive Aktion auf das Lernergebnis aus? - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 2 (1996) 2, S. 71-84 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-314751 - DOI: 10.25656/01:31475

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-314751>

<https://doi.org/10.25656/01:31475>

in Kooperation mit / in cooperation with:



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

Nutzungsbedingungen

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.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

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.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

CHRISTOPH V. RHÖNECK, KARL GROB, GERHARD SCHNAITMANN UND BRUNO VÖLKER

Lernen in der Elektrizitätslehre: Wie wirken sich motivationaler Zustand und kognitive Aktion auf das Lernergebnis aus?

Zusammenfassung:

Das Lernen in der Schule darf nicht auf kognitive Aspekte reduziert werden, denn motivationale Faktoren, Klassenklima und methodische Maßnahmen können das Lernen erheblich beeinflussen. Die Studie beschreibt einen Schulversuch, in dem die Lerngeschichte der Schüler mit Tests nachgezeichnet und gleichzeitig der psychologische Hintergrund der Schüler ausgeleuchtet wird. Ausgehend von Datensätzen zu den Physikleistungen und verschiedenen psychologischen Konstrukten wird versucht, die Zusammenhänge mit LISREL-Analysen zu erfassen. Die Analysen führen bei der Gesamtpopulation und bei besonderen Schülergruppen zu Ergebnissen, die insgesamt den komplexen Ansatz bestätigen.

Abstract:

The study of school learning cannot be reduced to cognitive aspects alone, because motivational factors, classroom climate, and teaching methodology can have significant influence on learning. In the present study we describe a school experiment in which the learning history of students is followed by the use of tests, and, at the same time, the psychological context of their learning is monitored and examined. From data on physics achievement and on psychological constructs, we attempt to elucidate the relationship between the two using LISREL-analysis. The analyses of the results for the total population, and for particular student groups lead to conclusions that, taken as a whole, confirm the complex approach.

1. Ein Rahmen zur Beschreibung von Lernen im Physikunterricht

Seit dem Niedergang des Behaviorismus in den 70er Jahren und dem verstärkten Interesse an der kognitiven Psychologie ist es im Rahmen der Lehr- und Lernforschung unstrittig, Lernen als einen Prozeß zu verstehen, bei dem der Schüler aktiv seine Wissensstruktur aufbaut. Dieser Prozeß sollte in Verbindung mit dem bereichsspezifischen Wissen untersucht werden. Die Domänenspezifität der Lernleistungen wurde insbesondere in vielen Experten-Novizen-Vergleichen bestätigt. Weder Strategiewissen allein noch Intelligenz stellen hinreichende Bedingungen dar, semantisch komplexe und vernetzte Probleme zu lösen, wenn nicht bereichsspezifisches Wissen hinzutritt (Dörner, 1989). Dies bedeutet, daß sich die Verstehensprozesse nur angemessen analysieren lassen, wenn außer den psychologischen Voraussetzungen auf Seiten der Lernenden zugleich auch die bereichsspezifischen Wissensanteile in Rechnung gestellt werden. In unserem Fall gehören dazu die Alltagsvor-

stellungen (Duit et al., 1985; Shipstone et al., 1988) und die schulphysikalischen Begriffe und Regeln.

Wissenspsychologische wie fachdidaktische Ansätze gehen von konstruktivistischen Positionen aus und verstehen unter "Lernen" "ein Verständnis von etwas entwickeln" oder "sich auf etwas verstehen, was man vorher nicht konnte" (v. Glasersfeld, 1987). In diesem Sinn ist Lernen ein aktiver, konstruktiver und (wenigstens des öfteren) zielorientierter Prozeß, der auf den Erwerb von Wissen und Fertigkeiten abzielt. Diese Definition schließt den allgemeinspsychologischen Aspekt des Lernens als Verhaltensänderung mit ein ("Können"). Die Handlungsrouniten und Automatismen, wie sie beispielsweise in den Fertigkeiten des alltäglichen Sprachgebrauchs oder der Aktivierung von Hintergrundwissen präsent sind, bilden Basisvoraussetzungen auch für die höheren kognitiven Prozesse. Um den Aspekt der internen Verarbeitungsprozesse (Anreicherung und Restrukturierung) zu betonen, wie sie beim Aufbau einer komplizierten kognitiven Struktur notwendig sind,

sprechen wir auch von Verstehen. Verstehen läßt sich nicht beobachten. Man versucht daher auf indirektem Wege über die Rekonstruktion der Schülerantworten die Konzepte und Vorstellungen zu ermitteln, die ihre Lernleistungen fundieren.

Im Kontext der Orientierung auf Verstehensprozesse wurde u. a. die Bedeutung der strategischen und kognitiv/metakognitiven Fähigkeiten für den Aufbau komplexer Verstehensstrukturen als mitentscheidend herausgestellt. So führt Brown (1984) Planung, Überwachung, Prüfung und Bewertung als exekutive Strategien beim Lernen an; über sie eröffnet sich der Lernende eine wichtige Möglichkeit, Einfluß auf die eigene Lernleistung zu nehmen (Mandl & Friedrich, 1992; Krapp, 1993; Baumert, 1993). Seit mehreren Jahren bilden Lernstrategien einen Schwerpunkt der fachdidaktischen Diskussion (Gunstone, 1992) und der psychologischen Forschung (vgl. die Sammelbände: Weinert & Kluwe, 1984; Mandl & Friedrich, 1992). Lernstrategien wurden einer älteren Auffassung zufolge vorwiegend als technisch-praktische Hilfen zur zeitlichen und sachlichen Organisation (Strukturierung) von Lernprozessen begriffen. In den letzten Jahren zeichnet sich auch hier ein Wandel ab. Neben den "Oberflächenaspekten" der Lernstrategien (Bereitstellung geeigneter Hilfsmittel, direkte Rückmeldung usw.) haben in besonderem Maße die kognitiven Verstehensprozesse und -strategien die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Mit ihrer Hilfe sucht der Lernende eine metakognitive Kontrolle über sein eigenes Lernen zu erlangen (Brown, 1984; Weinert & Kluwe, 1984).

Die kognitive und metakognitive Seite des Lernens, Denkens und Verstehens hervorzuheben, bedeutet aber nicht, sie als rein rationale Prozesse aufzufassen. Es ist Gemeingut der Lern- und Denkpsychologie und - wie Gardner (1989) zeigt - das paradoxe Resultat der kurzen Geschichte der Kognitionswissenschaft, daß emotional-motivationale und kognitive Prozesse sich ständig durchdringen. Auch Pintrich (Pintrich et al., 1993) weist darauf hin, daß Lernen kein ausschließlich rational gesteuerter Prozeß sei. Die kognitive

Aktion des Lerners ist von seinem motivationalen Zustand abhängig. Mehrere griffige Formeln beschreiben diese Verknüpfung. So ist nach Brown (Brown et al., 1983) das Lernen in der Schule keine "kalte Kognition", die sich auf Rationalität und Logik reduzieren läßt, sondern ein "heißer Prozeß", bei dem Motive, Zwecke, Ziele und Selbstbilder der Lerner eine Rolle spielen. Salomon spricht von der Einheit von "will and skill" (Salomon & Globerson, 1987). Diese Ansichten werden auch durch unsere eigenen Forschungsarbeiten bestätigt, die zeigen, daß der Aufbau einer geeigneten kognitiven Struktur in der Elektrizitätslehre mit intentionalem (v. Rhöneck & Grob, 1991) und kontinuierlichem Lernen (Grob et al., 1994) verknüpft ist.

Ein weiterer wichtiger Faktor, der das Lernen beeinflusst, ist, wie der Schüler seine Umwelt wahrnimmt. Sie reicht von entfernten kulturellen und sozialen Einflüssen bis zu den sozialen Wechselwirkungen mit dem Lehrer und den Mitschülern, die das Sozialklima in der Klasse bestimmen (v. Saldern, 1987). Aus den Wechselwirkungen mit den Klassenkameraden können wichtige soziale Ziele erwachsen, von denen etwa die Suche nach Freunden und das Wetteifern mit Klassenkameraden genannt sein sollen. Erfahrungsgemäß können solche Ziele die schulische Entwicklung erheblich beeinflussen.

Der hier angedeutete Rahmen zur Beschreibung des Lernens im Klassenverband schließt kognitive und metakognitive Aspekte, die motivationalen Faktoren und das Sozialklima ein. Dieser Ansatz sollte insbesondere dafür geeignet sein, Lernen über längere Zeiträume zu beschreiben, in denen sich Verstehen bilden und tiefliegende Interessen und Motive auswirken können. Ein solcher Rahmen wurde ausführlicher schon von anderen Autoren beschrieben: Pintrich (Pintrich et al., 1993) erläutert Lernen als Konzeptwechsel im Sinne von Posner (Posner et al., 1982) mit kognitiven, motivationalen und schulklassenbedingten Faktoren. Klauer (1988) nennt fünf Gruppen von Faktoren, die Einfluß auf die Höhe der Lernleistung nehmen. Die Schwierigkeiten bestehen seiner Auffassung nach darin,

daß die Faktorengruppen nicht unabhängig voneinander sind und die Verhältnisse zwischen ihnen nicht ein für alle Male bestimmt werden können. Neben dem Vorwissen/Wissen, das den größten Einfluß auf den Lernerfolg hat, nennt Klauer die intellektuellen Fähigkeiten, die Umgebungskomponenten, die motivationalen Faktoren und die Lernstrategien. Einige dieser Faktoren stehen im Verhältnis wechselseitiger Kompensation. So kann beispielsweise ein geeigneter Unterricht Lücken im Vorwissen teilweise wettmachen (Snow et. al., 1980).

Der Rahmen zur Beschreibung von schulischem Lernen soll nun nach einem Schema von Pintrich (Pintrich et al., 1993) operationalisiert, in einigen Teilen verändert und - wie bei Pintrich - in einer Tabelle übersichtlich dargestellt werden (s. Tab. 1). Die das Lernen beeinflussenden Konstrukte werden zunächst in kognitive und motivationale Faktoren sowie in Klasseneffekte gegliedert.

Im Bereich der kognitiven Faktoren sind zunächst einmal kognitive Fähigkeiten (Adey & Shayer, 1994) und das spezifische Vorwissen (vgl. Grob et al., 1990) zu nennen, die sich auf das Lernen auswirken. Dazu kommen die stets selektive Wahrnehmung und die im Ludwigsburger Projekt wichtigen Lernstrategien. Außerdem führen wir hier noch Kontroll- und Selbstregulationsmechanismen sowie die (meta)kognitiven Aspekte des Selbstkonzepts an. Die kognitiven Aktionen des Lernalters werden von motivationalen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen seine Zielorientierung, seine erkenntnistheoretischen Überzeugungen, das objektbezogene Interesse, verschiedene Dimensionen der Motivation (extrinsisch, intrinsisch usw.), Gebrauchswert und Bedeutung der Lerninhalte sowie der intentionale Aspekt des Selbstkonzepts. Der dritte Bereich umfaßt die Faktoren, die sich auf den Kontext Klassenverband beziehen. Sie lassen sich grob in den Bereich des Klassenklimas mit Schüler-Lehrer-Beziehungen und Schüler-Schüler-Beziehungen sowie in den Bereich des methodischen Aufbaus mit Inhalten, Aufgabenstruktur und Management unterteilen.

Schulklassen- effekte	motivationale Faktoren	kognitive Faktoren
Aspekte des Klassenklimas (Schüler-Lehrer- und Schüler-Schüler- Beziehungen)	Zielorientierung	kognitive Fähigkeiten
	erkenntnistheoretische Überzeugungen	Vorwissen
		selektive Wahrneh- mung
methodische Aspekte (Strukturen von Aufgaben, Manage- ment Inhalten usw.)	Motivation und Interesse	Strategien (Tiefen- und Oberflächenstr.
	Gebrauchswert	Kontrolle und Selbstregu- lation
	Bedeutung Selbstkonzept (Intent.)	Selbstkonzept

Tab. 1: Tabelle zur Darstellung der kognitiven und motivationalen Faktoren sowie der Schulklasseneffekte, die das Lernen beeinflussen (nach Pintrich et al., 1993).

Das in Tab. 1 dargestellte Raster kann als Basis für die empirische Untersuchung dienen, die im zweiten Teil dieses Beitrags erläutert wird.

Das Raster macht sichtbar, wo das Ludwigsburger Projekt angesiedelt ist. Von den genannten Einflußfaktoren werden die folgenden kontrolliert: Klassenklima, Motivation, Interesse, kognitive Fähigkeiten, Strategien und Selbstkonzept.

2. Die Charakterisierung des Unterrichts

Am Ludwigsburger Mehrfächerprojekt sind in einem Schulversuch (Schuljahr 1994/95) die Fächer Deutsch, Englisch und Physik beteiligt. In allen Fächern wird untersucht, wie die Schülerinnen und Schüler ihre Verstehensstrukturen aufbauen.

Dabei interessieren nicht nur die konkreten Lernleistungen, sondern die Beantwortung der folgenden weiterführenden Fragen: Gibt es verschiedene Verstehensmodi, mit denen der Lernende gleichwohl seine Ziele erreicht? Welcher Schüler mit welchen Motiven folgt welcher Zielorientierung?

Neben der Entwicklung von Verstehensstrukturen, die in allen Fächern von Bedeutung sind, werden in den Fächern Physik und Englisch Lernstrategien problematisiert. Es geht um die Identifikation und Analyse der schulrelevanten Lernstrategien sowie um die Beschreibung des Beitrags, den die Strategien und andere psychologische Konstrukte am Zustandekommen der Lernleistung haben können.

In einer Treatmentgruppe (7 Klassen) werden die Lernstrategien nicht nur erhoben, sondern in der Regie von Fachdidaktikern unterrichtsnah operationalisiert und den schulischen Rahmenbedingungen angepaßt. Aufgrund fachdidaktischer Besonderheiten und der Schwerpunktswahl der beiden Fächer Physik und Englisch werden nicht alle Strategien gleichermaßen im Unterricht betont. Zur Berücksichtigung der Lernstrategien wird ein kurzer Abschnitt über "aktives Lernen" und "Lernen, wie man lernt" der Vermittlung von Inhalten vorangestellt. In dieser Einführung sollen verschiedene Lernstrategien bewußt gemacht und unter dem Aspekt des aktiven Lernens eingeordnet werden. Der Zugang zu den Lernstrategien in den Treatmentklassen soll im Unterricht an zwei typischen Situationen festgemacht werden. Zum einen soll - immer dann, wenn Schwierigkeiten bei Lernhandlungen im Unterricht auftreten - der Lehrer die Schüler auffordern, sich über geeignete Lernstrategien klarzuwerden und diese anzuwenden. Zum anderen soll der Lehrer zu weiterführenden Fragen anregen, die mit den Lernstrategien wie "Bewußt machen" (Metakognition), "Diskutieren" (Kommunikation) und "Anwenden und Weiterdenken" (Elaboration) in Beziehung stehen. Für diese Aufgaben erhält der Lehrer für jede Stunde einen oder mehrere Vorschläge, von denen er von Zeit zu Zeit einen Vorschlag aufnehmen soll. Diese zusätzlichen Aktivitäten sollen dann in einem Lerntagebuch festgehalten werden. In fünf Kontrollklassen werden die Lernstrategien nur erhoben.

Eine Diskussion über "aktives Lernen" findet nicht statt, und Lerntagebücher werden nicht geführt.

Der Physikunterricht erfolgt in allen Klassen nach den folgenden Gesichtspunkten: In der einführenden Phase wird versucht, die schulphysikalischen Begriffe wie Stromkreis, Ladung, Stromstärke, Spannung und Widerstand einzuführen und gegeneinander abzugrenzen. Dabei werden solche Situationen systematisch diskutiert, bei denen erwartungsgemäß Konflikte zwischen Alltagsbegriffen und physikalischen Begriffen entstehen. Es kommt uns insbesondere darauf an, zu einer für Schüler und Lehrer akzeptablen Deutung der Situationen zu gelangen. Fünf Übungstests helfen, die Defizite in der Begriffsbildung aufzudecken und den Schülern Rückmeldungen zu geben. Außerdem ist für uns die Entwicklung eines angemessenen Systemdenkens wichtig, bei dem ein Eingriff im Stromkreis in seinen Folgen richtig abzuschätzen ist. Wie weit sich ein Systemverständnis entwickelt, wird mit einem ebenfalls unbenoteten Zwischentest kontrolliert. In der abschließenden Problemlösephase wird versucht, die im breit angelegten Zwischentest diagnostizierten Defizite vor dem benoteten Endtest aufzuarbeiten. Dabei werden zunächst wohldefinierte, dann zunehmend offenere Probleme diskutiert. Der Lehrer sollte sich in dieser Phase mehr und mehr zurücknehmen, damit die Schüler lernen, auch komplexere Probleme gegebenenfalls in Gruppen zu lösen. Der Umfang der Problemlösephase wird gegenüber früheren Schulversuchen mit weiteren offenen Problemstellungen ausgebaut und umfaßt derzeit etwa 40% der Gesamtstundenzahl.

3. Die Erhebung von Daten

Die Untersuchung soll helfen, das Lernen im Kontext mit ausgewählten psychologischen Konstrukten zu beschreiben. Zu diesen Konstrukten gehören Lernstrategien und Arbeitsverhalten, Motivation und Interesse, kognitive Fähigkeiten und Selbstkonzept, Sozialklima und Anstrengung. Im Verlauf des Projekts werden erhoben:

- Das Arbeitsverhalteninventar (AVI, Thiel et al., 1979) mit den Komponenten Moti-

vation (Mißerfolgsmotivation, extrinsische/intrinsische Lernmotiviertheit, Selbstwertbild ...), eigentliche Arbeitstechniken (langsame/schnelle Stoffverarbeitung, gestörte/ungestörte Aktualisierungsphase, faktenorientierter/substanzorientierter Lernstil ...), Verarbeitung von Mißerfolgen (Mißerfolgstoleranz und Streßresistenz) und pädagogisches Umfeld (Lernverhalten und Einstellung zur Schule). Dieser Fragebogen erfaßt vor allem Arbeitstechniken und weniger kognitive Strategien beim Wissenserwerb.

- Die Lernstrategien nach dem LASSI-Fragebogen (Weinstein, 1987; Metzger, 1994) mit den Dimensionen Motivation, Zeitplanung beim Lernen, Angst und Besorgnis bezüglich Lernerfolg, Konzentration beim Lernen, Informationsaufnahme und -verarbeitung, Hauptideen auswählen, Selbstkontrolle und Prüfungsstrategien.
- Ein Kennwert zur Beschreibung der formalen Denkopoperationen im Sinne der Piagetschen Theorie (Lawson, 1978), der Piagettest genannt wird.
- Das Sozialklima mit den Wechselwirkungen zwischen Schüler und Lehrer (Fürsorglichkeit des Lehrers, Aggression gegenüber dem Lehrer, autoritärer Führungsstil, Zufriedenheit mit dem Lehrer ...) und zwischen Schüler und Schüler (Cliquesbildung, Hilfsbereitschaft, Konkurrenzverhalten ...) sowie der Wahrnehmung des Unterrichts (v. Saldern, 1987).
- Das Interesse an der Elektrizitätslehre (Häußler, 1987), die investierte Anstrengung (Salomon & Globerson, 1987) und das fachspezifische Selbstkonzept (Helmke, 1992). Alle diese Konstrukte lassen sich mit relativ kurzen Fragebögen (für die Fächer Physik und Englisch getrennt) erfassen. Zusätzlich wird ein Notenkennwert erhoben, in dem die Zeugnisnoten aus Klasse 7 in den Fächern Biologie, Deutsch, Englisch und Mathematik zusammengezogen sind; dieser Kennwert gibt Auskunft über den allgemeinen Schulerfolg.

Im Fach Physik kommen eine Reihe von Tests hinzu, die über die Lerngeschichte Auskunft geben: Die fünf unbenoteten Übungstests und der ebenfalls unbenotete Zwischentest kontrollieren das anfängliche Lernen ohne Leistungsdruck. Die folgende Problemlösephase wird mit einem benoteten Endtest abgeschlossen. Der Behaltenstest kontrolliert, was zwei Monate nach Beendigung des Kurses an stabilisiertem Wissen und richtigen Vorstellungen vorhanden ist.

Neben quantitativen sind auch qualitative Daten erhoben worden. Zum einen werden in den Treatmentklassen Lerntagebücher benutzt, die das Arbeiten mit Lernstrategien dokumentieren sollen. Zum anderen werden Interviews mit einzelnen Schülern durchgeführt, die Lernfortschritte und Lernstillstände in der Problemlösephase dokumentieren. Diese Interviews dienen vor allem dazu, die Bildung von speziellen Untergruppen nach quantitativen Daten mit qualitativen Aussagen für einzelne Schüler zu bestätigen.

4. Die Ergebnisse

Wurde bisher das Ludwigsburger Mehrfächerprojekt beschrieben, so werden im folgenden nur die Ergebnisse mitgeteilt, die sich auf das Teilprojekt Physik beziehen.

4.1 Der Treatment-Kontrollgruppen-Vergleich

Mit dem Schulversuch werden zwei Ziele verfolgt. Das erste Ziel fragt nach Unterschieden zwischen Treatment- und Kontrollgruppe, nachdem in einer früheren Pilotuntersuchung mit zwei erfahrenen Lehrern in je einer Realschulklasse insgesamt positive Erfahrungen gesammelt werden konnten. In der Treatmentgruppe sind die Lernstrategien erhoben und unter dem Stichwort "aktives Lernen" problematisiert, in der Kontrollgruppe nur erfaßt worden. Zwischen den Physikleistungen in der Treatment- und der Kontrollgruppe sind keine statistisch signifikanten Unterschiede festzustellen. Die im Vergleich zu anderen Untersuchungen (s. Lehtinen, 1992;

Weinstein, 1988; Kline, Deshler & Shumaker, 1992) mit einem geringen Zeitaufwand angesetzten Reflexionen und Übungen zu Lernstrategien wirken sich offensichtlich kaum oder überhaupt nicht aus. Offensichtlich müssen seitens der Schüler, seitens der Lehrer, aber auch seitens der Betreuung der Lehrer viel größere Anstrengungen gemacht werden, wenn "aktives Lernen" erfolgreich sein soll. Zunächst müßten die Lehrer davon überzeugt werden, daß Lernstrategien wichtig sind und nicht als Modeerscheinung betrachtet werden dürfen. Sodann sollte der Einsatz von Lernstrategien in ein Instruktionsprogramm eingebaut werden (Weinstein & Mayer, 1986; Kline, Deshler & Shumaker, 1992). Da die meisten Schüler mehr oder weniger mit ihren Lernstrategien zufrieden sind (Lompscher, 1995), reicht eine Viertelstunde Diskussion über Lernstrategien pro Woche nicht aus, um Schüler für einen verstärkten Einsatz von Lernstrategien zu gewinnen.

4.2 Wie beeinflussen Sozialklima, kognitive und motivationale Faktoren das Lernen in der einfachen Elektrizitätslehre?

Das zweite Ziel der Untersuchung ist, die Lerngeschichte der Schüler im breiteren psychologischen Kontext zu untersuchen: Die Aufgabe besteht darin, den Zusammenhang zwischen kognitiven Fähigkeiten, Lernstrategien, Arbeitsverhalten, Motivation, Interesse, Klassenklima und fachspezifischem Selbstkonzept einerseits und den Physikleistungen andererseits zu erfassen. Dabei interessiert insbesondere die Rolle der Lernstrategien. Welche Bedeutung haben sie im Vergleich zu anderen Konstrukten? Sind sie überhaupt wichtig, um die Lernleistungen der Schüler zu interpretieren? Diese Fragen lassen sich bis zu einem gewissen Grad beantworten, wenn am Ende der Datenanalyse Pfadanalysen nach dem LISREL-Modell stehen (Jöreskog & Sörbom, 1993).

Die Analyse soll nicht allein auf die Daten der Gesamtpopulation beschränkt bleiben. Für spezielle Untergruppen erwarten wir, daß es

möglich sein müßte, zu spezifischen Aussagen über den Zusammenhang zwischen psychologischem Kontext und Physiklernen zu gelangen. Dabei interessieren uns insbesondere die Untergruppen, die ein auffälliges Lernverhalten in bestimmten Phasen des Unterrichts zeigen: Welche Unterschiede gibt es zwischen den Schülern, die in der einführenden Phase der Unterrichtseinheit, bei der kein Leistungsdruck ausgeübt wird, mit guten Ergebnissen kontinuierlich mitarbeiten und den Schülern, die in dieser Phase beständig schlechte Ergebnisse in den Übungstests aufweisen? Lassen sich die Unterschiede in den Lernleistungen für die beiden Gruppen von Schülern erklären, die die abschließende Problemlösephase besonders gut bzw. besonders schlecht nutzen?

4.2.1 Ergebnisse für die Gesamtpopulation

Als Vorarbeiten für die LISREL-Analysen wurden Korrelations-, Regressions- und Faktorenanalysen durchgeführt.

Nur die Ergebnisse der (konfirmatorischen) Faktorenanalysen erwiesen sich bei der Hypothesenbildung für LISREL-Modelle als hilfreich:

Bei der Analyse der Daten für die Gesamtgruppe waren es Kombinationen der Konstrukte aus der Faktorenanalyse, die sich als Konstrukte für das LISREL-Modell bewährten. Bei den Untergruppen konnten die Konstrukte selbst als Ansätze in das LISREL-Modell übernommen werden.

Bevor die Ergebnisse der Pfadanalyse im LISREL-Modell diskutiert werden, sei das Prinzip dieser Analyse kurz erläutert: In einem ersten Schritt werden nach den Prinzipien der Faktorenanalyse nicht direkt beobachtbare Konstrukte geschätzt. In einem zweiten Schritt werden diese Konstrukte zusammen mit zusätzlichen, direkt beobachtbaren Variablen in einer Regressionsrechnung an die Physikleistungen angepaßt. Eine gute Anpassung des Modells an die Daten der Gesamtpopulation wird mit folgenden Konstrukten erreicht:

- kognitive Fähigkeiten (aus Piagettest und Notenkennwert),
- Lernstrategien (aus Informationsverarbeitung und Selbstkontrolle),
- ein emotionaler Faktor Schulangst (aus Angst und Besorgnis über den Lernerfolg sowie Leistungsgefühle, die Unzufriedenheit/Zufriedenheit mit den Schulleistungen beschreiben),
- Lehrer-Schüler-Wechselwirkung (aus Fürsorglichkeit des Lehrers und autoritärem Führungsstil),
- Physikleistungen (aus Endtest und Behaltenstest).

Dazu kommen als direkt beobachtbare Variablen das physikspezifische Selbstkonzept und das Interesse an der Elektrizitätslehre. Das Ergebnis für die Gesamtpopulation in Abb. 1 zeigt bei einer insgesamt guten Anpassung einen erwarteten hohen Einfluß der kognitiven Fähigkeiten und des physikspezifischen Selbstkonzepts auf die Physikleistungen. Der Einfluß des emotionalen Faktors Leistungsangst liegt überraschend hoch und in der gleichen Größenordnung wie der des Selbstkonzepts. Das negative Vorzeichen des entsprechenden Faktors in der Pfadanalyse bedeutet, daß Schüler mit hoher Angst und Besorgnis bezüglich des Lernerfolgs und mit dem Gefühl, schulisch nicht genügend zu leisten, im Rahmen des getesteten Modells gute Physikleistungen erzielen. Es spricht für die Güte der hier benutzten Tests, daß sich entspre-

chende Variablen aus dem Arbeitsverhalteninventar und dem LASSI-Fragebogen für Lernstrategien zu einem gemeinsamen Faktor zusammenfinden. Die drei folgenden Konstrukte, Lehrer-Schüler-Beziehungen, Physikinteresse und (meta)kognitive Lernstrategien, haben einen deutlich niedrigeren Stellenwert bei der Erklärung der Physikleistungen. Das negative Vorzeichen des Pfadkoeffizienten zwischen Lehrer-Schüler-Beziehungen und Physikleistungen besagt, daß im Rahmen des getesteten Modells die in den Leistungstests erfolgreichen Schüler dem Lehrer kritischer gegenüberstehen. Überraschend ist, daß ein Einfluß des Konstrukts Lernstrategien mit den beiden Indikatoren Informationsaufnahme und -verarbeitung sowie Selbstkontrolle auf die Physikleistungen im getesteten Modell nicht nachweisbar ist.

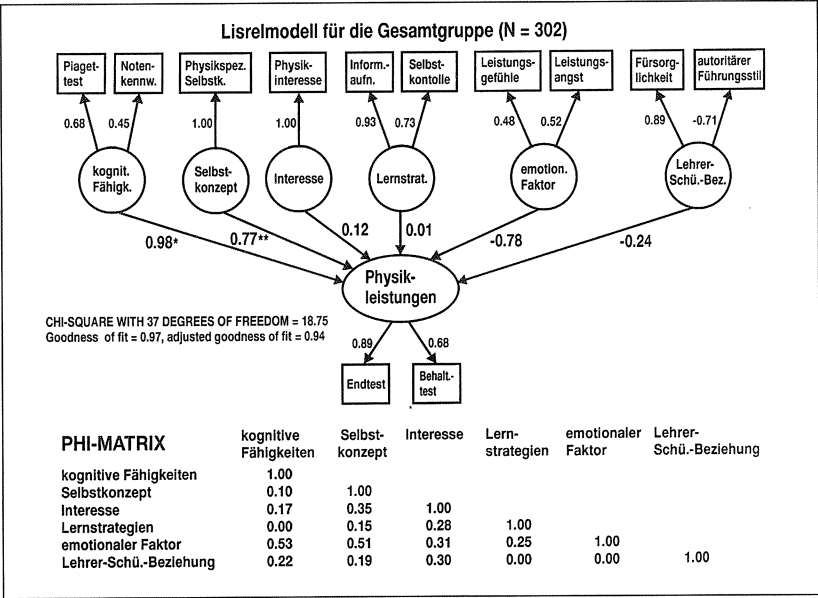


Abb. 1: Die Zusammenhänge zwischen kognitiven Fähigkeiten, Selbstkonzept, Interesse, Lernstrategien, Leistungsangst und den Lehrer-Schüler-Beziehungen einerseits sowie den Physikleistungen andererseits nach einer LISREL-Analyse für die Gesamtpopulation (N = 302). (Signifikanzen *: 0,05; **: 0,01; der Gammawert -0.78 liegt knapp unter der 5%-Signifikanzgrenze).

Die in Abb. 1 wiedergegebene LISREL-Analyse basiert - wie alle anderen LISREL-Rechnungen auch - auf Korrelationsmatrizen. Eine kausale Interpretation der Pfadkoeffizienten

wird nicht versucht, sie werden als Regressionskoeffizienten interpretiert, die das Zustandekommen der Physikleistung beschreiben.

4.2.2 Ergebnisse für Untergruppen, die in der einführenden Phase kontinuierlich aktives bzw. kontinuierlich passives Lernverhalten zeigen

In der ersten Untergruppenanalyse betrachten wir die Schüler getrennt, die sich in der einführenden Phase des Unterrichts kontinuierlich aktiv bzw. kontinuierlich passiv verhalten. Das Kriterium für die Auswahl dieser Untergruppen ist allein auf die fünf unbenoteten Übungstests bezogen: Zunächst wird die in diesen Tests bessere (schlechtere) Hälfte der Schüler über die Bedingung herausgegriffen, daß der Mittelwert ihrer z-Werte positiv (negativ) sein soll. Mit einer Zusatzbedingung werden dann noch die Schüler herausgefiltert, die möglichst gleichmäßig lernen: Zum persönlichen Mittelwert der z-Werte des Schülers wird ein Korridor von +0,7 bis -0,7 definiert, in dem die z-Werte von mindestens drei der insgesamt fünf Übungstests liegen müssen. Auf diese Weise werden aus der Gesamtgruppe ($N_g = 302$) die Gruppe der kontinuierlich passiven Schüler ($N_{kp} = 100$) und die Gruppe der kontinuierlich aktiven Schüler ($N_{ka} = 123$) ausgesondert, die ohne Leistungsdruck gleichmäßig erfolglos bzw. erfolgreich mitarbeiten. Die Restgruppe ($N_{kr} = 79$) wurde bislang nicht weiter analysiert.

In einem ersten Schritt der Analyse sollen die beiden ausgewählten Untergruppen von den Testergebnissen her gegenübergestellt werden. Die Unterschiede zwischen den kontinuierlich aktiven und den kontinuierlich passiven Schülern werden an den Physikleistungen und einigen psychologischen Variablen deutlich. In Tab. 2 sind für diese Variablen die Abweichungen in Standardabweichungen aufgelistet. Die kontinuierlich aktiven Schüler zeigen in den Physiktests überdurchschnittliche Leistungen, während die kontinuierlich passiven Schüler unterdurchschnittliche Ergebnisse aufweisen (1. Merkmalsblock). Auch im Notenkennwert und einigen psychologi-

schen Variablen ergeben sich Unterschiede (2. Merkmalsblock). Wie erwartet geben die kontinuierlich aktiven Schüler eher an, sich während des Unterrichts anzustrengen. Im 3. Merkmalsblock sind zwei Skalen des LASSI-Tests aufgelistet, bei denen Unterschiede auftreten. Die anfangs kontinuierlich aktiven Schüler zeigen weniger Besorgnis über den Lernerfolg. Schließlich demonstrieren die Werte des vierten Blocks nicht unerwartete unterschiedliche Merkmalsausprägungen bei einigen Variablen des Arbeitsverhalteninventars:

	kontinuierlich aktive Schüler (N=123)	kontinuierlich passive Schüler (N= 100)
Zwischentest	0,43	0,52
Endtest	0,46	-0,46
Behaltenstest	0,42	-0,36
Notenkennwert	0,33	-0,35
Piagetkennwert	0,28	-0,23
Physikinteresse	0,24	-0,22
Anstrengung beim Unterricht	0,21	-0,15
Selbstkonzept	0,33	-0,21
Angst/Besorgnis	0,18	-0,17
Prüfungsstrategien	0,13	-0,11
Mißerfolgsmotivation	-0,26	0,30
Lernverhalten (interessenunabhängig)	0,16	-0,21

Tab. 2: Z-normierte Abweichungen in den Untergruppen der kontinuierlich aktiven und der kontinuierlich passiven Schüler.

In diesem Zusammenhang sind auch Unterschiede zwischen den Jungen und Mädchen interessant, die speziell in der Gruppe der anfänglich kontinuierlich aktiven Schüler kräftige Profile zeigen (s. Tab. 3). Die Mädchen in dieser Untergruppe zeichnen sich im Unterschied zur entsprechenden Jungengruppe durch gute Noten, durch mangelndes Physikinteresse, durch Anstrengung bei der Endtestvorbereitung und ein unterentwickeltes Selbstkonzept aus. Ihre Besorgnis über den Lernerfolg ist eher hoch, die Lernmotiviertheit intrinsisch und die Einstellung zur Schule gut. Sie sind zur Leistungskontrolle eher fähig, sind hilfsbereiter gegenüber den Klassenka-

meraden und sehen in diesen auch weniger eine Konkurrenz.

	anfangs kontinuierlich aktive Mädchen (N = 50)	anfangs kontinuierlich aktive Jungen (N = 73)
Notenkennwert	0,56	0,17
Physikinteresse	-0,11	0,46
Anstrengung vor dem Endtest	0,10	-0,16
Selbstkonzept	-0,01	0,56
Angst/Besorgnis über den Lernerfolg	-0,07	0,35
Lernmotiviertheit	0,28	-0,07
Einstellung zur Schule	0,24	0,03
Leistungskontrolle	0,30	-0,03
Hilfsbereitschaft	0,13	-0,25
Konkurrenzverhalten	-0,16	0,15

Tab. 3: Z-normierte Abweichungen in den Untergruppen der anfangs kontinuierlich aktiven Mädchen und Jungen.

In einem nächsten Schritt werden die beiden Untergruppen der zu Anfang kontinuierlich aktiven und der kontinuierlich passiven Schüler in LISREL-Analysen miteinander ver-

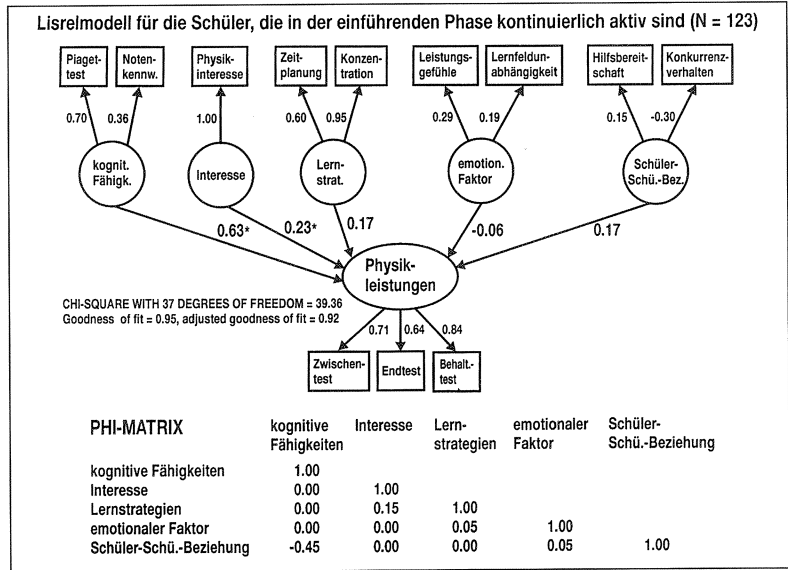
die beiden Untergruppen zu noch vertretbaren Anpassungen führt, ist in diesen Analysen das physikspezifische Selbstkonzept nicht mehr enthalten.

Die Konstrukte kognitive Fähigkeiten und Physikinteresse werden auf die gleiche Weise gebildet wie bei der LISREL-Analyse für die Gesamtpopulation. Zum Konstrukt Lernstrategien tragen die beiden eher dem Ressourcenmanagement zuzuordnenden Strategien Zeitplanung und Konzentration/Aufmerksamkeit beim Lernen bei. Der Einfluß der Strategien bleibt insgesamt gering. Der emotionale Faktor wird aus zwei AVI-Variablen, Leistungsgefühle und Lernfeldunabhängigkeit, gebildet. Hohe Lernfeldunabhängigkeit bedeutet, daß kein Zusammenhang zwischen Lernverhalten und interpersonalen Beziehungen gesehen wird. Die Schüler-Schüler-Beziehungen mit den Variablen Hilfsbereitschaft und Konkurrenzverhalten stehen für das Klassenklima.

Die beiden LISREL-Modelle von Abb. 2 stimmen darin überein, daß auch in diesen Untergruppen die kognitiven Fähigkeiten den

erwartet starken Einfluß auf die Physikleistungen haben. Ein hohes Interesse und ein gutes Klassenklima wirken sich positiv auf die Physikleistungen aus. In den Lernstrategien und im emotionalen Bereich differieren die beiden Untergruppen am stärksten. Während die Lernstrategien sich bei den kontinuierlich aktiven Schülern so auswirken, daß die erfolgreichen Schüler dieser Untergruppe diese Lernstrategien anwenden, gilt

für die kontinuierlich passiven Schüler das Gegenteil: Die erfolgreichen Schüler dieser Untergruppe kommen gerade nicht über die Lernstrategien zu ihren Ergebnissen. Der



glichen, wobei in beiden Analysen die gleichen Konstrukte und Indikatorvariablen benutzt werden (s. Abb. 2). Damit die Bedingung des möglichst gleichen Meßmodells für

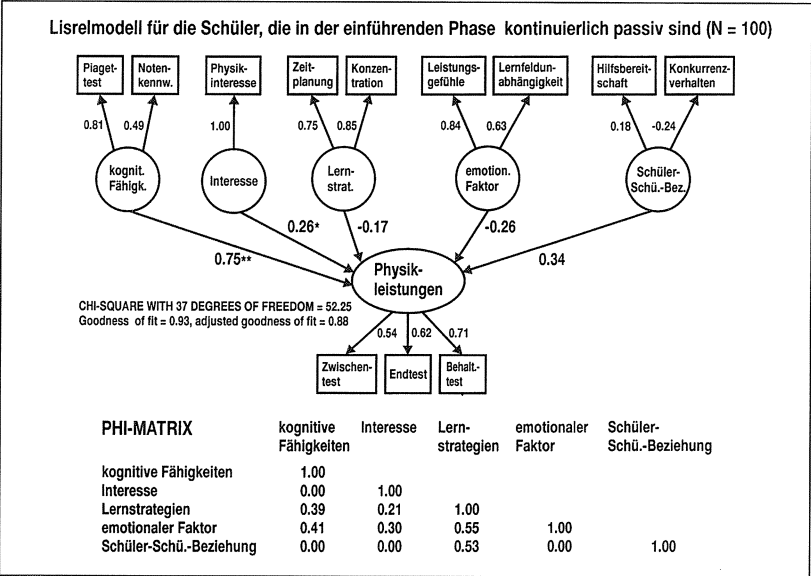


Abb. 2: Die Zusammenhänge zwischen kognitiven Fähigkeiten, Interesse, Lernstrategien, einem emotionalen Faktor und den Schüler-Schüler-Beziehungen einerseits sowie den Physikleistungen andererseits nach einer LISREL-Analyse für die beiden Untergruppen der zu Anfang kontinuierlich passiven und der kontinuierlich aktiven Schüler. (Signifikanzen *: 0,05; **: 0,01).

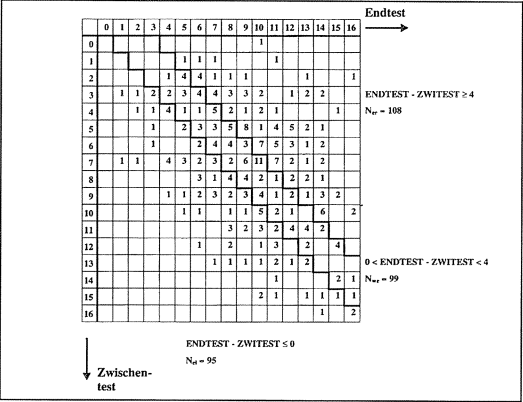
Deshalb haben wir ein besonderes Interesse an der Beantwortung der Frage, ob die Schüler die Angebote zur Elaboration der Wissensstrukturen auch wahrnehmen. Welche Schüler sind in dieser Phase besonders erfolgreich und welche nicht? Das Kriterium zur Definition von Schülergruppen, die in der Problemlösephase erfolgreich oder nicht erfolgreich sind, wird an die Differenz der Ergebnisse von Endtest und Zwischentest gekoppelt. Nach dieser Differenz teilen wir die Schüler in die folgenden drei Untergruppen ein:

- Schüler, die in der Problemlösephase erfolglos sind: Endtest - Zwischentest < 0

emotionale Faktor hat in beiden Untergruppen ein negatives Vorzeichen und macht sich bei den kontinuierlich passiven Schülern stärker bemerkbar: In dieser Untergruppe haben die erfolgreicheren Schüler das Gefühl, schulisch nicht genügend zu leisten, und meinen, daß ihr eigenes Lernen durch die Beziehungen zu Lehrer und Schüler beeinflußt wird. Auf eine menschliche Art und Weise wird die nicht ausreichende schulische Leistung mit Sympathie-Antipathie-Relationen verkoppelt. Dies gilt auch - allerdings in schwacher Ausprägung - für die Untergruppe der kontinuierlich aktiven Schüler.

4.2.3 Ergebnisse für Untergruppen, die in der abschließenden Problemlösephase erfolgreich lernen bzw. erfolglos sind.

Die ausgedehnte Problemlösephase ist ein Charakteristikum des zugrundeliegenden Physikunterrichts zur Überwindung der Schülervorstellungen in der Elektrizitätslehre.



Tab. 4: Kreuztabelle, in der alle Schüler nach Zwischen- und Endtestergebnissen aufgeführt sind. Dabei werden drei Untergruppen unterschieden: Schüler, die erfolgreich lernen (N_{er} = 108), die wenig erfolgreich lernen (N_{we} = 99) und die erfolglos sind (N_{el} = 95).

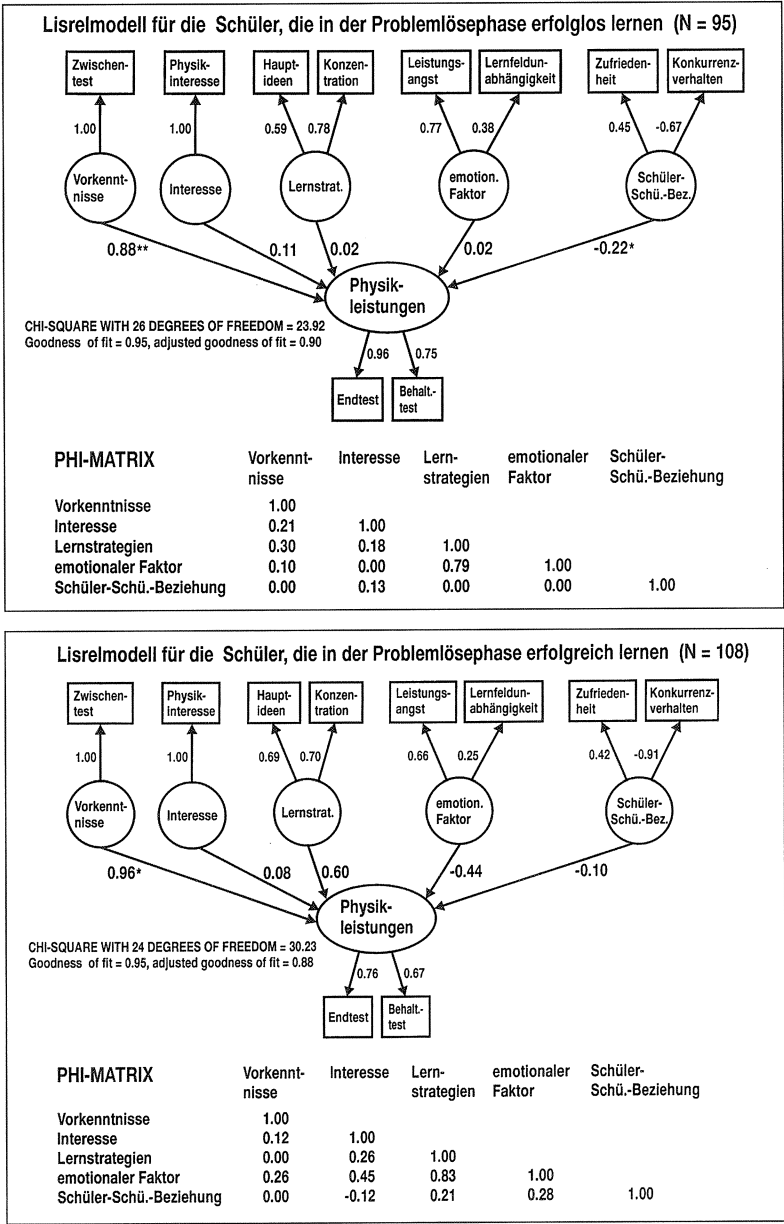


Abb. 3: Die Zusammenhänge zwischen kognitiven Fähigkeiten, Interesse, Lernstrategien, einem emotionalen Faktor und den Schüler-Schüler-Beziehungen einerseits sowie den Physikleistungen andererseits nach einer LISREL-Analyse für die beiden Untergruppen der Schüler, die in der Problemlösephase erfolglos bzw. erfolgreich lernen. (Signifikanzen *: 0,05; **: 0,01).

- Schüler, die in der Problemlösephase wenig erfolgreich sind: $0 < \text{Endtest} - \text{Zwischentest} < 4$,
- Schüler, die in der Problemlösephase

erfolgreich sind: $\text{Endtest} - \text{Zwischentest} > 4$. Diese drei Untergruppen finden sich auch in der folgenden Kreuztabelle (s. Tab. 4) wieder. Der mittlere Bereich in der Kreuztabelle erfaßt die wenig erfolgreichen Schüler ($N_{we} = 99$) mit einem mäßigen Lernerfolg von ein bis drei Punkten in der Problemlösephase. Dieser Lernerfolg ist vom Vorwissen der Schüler in der Problemlösephase abhängig, das mit dem Zwischentest bestimmt wird. In den beiden anderen Bereichen für die Extremgruppen der erfolgreichen Schüler ($N_{er} = 108$) und der erfolglosen Schüler ($N_{el} = 95$) treten sehr starke Schwankungen im Lernerfolg während der Problemlösephase auf. Dürfen diese Schwankungen als zufällig angesehen werden?

Eine eindeutige Antwort darauf liefern die Pfadanalysen von Abb. 3:

Die Pfadanalyse für die nicht erfolgreich lernenden Schüler zeigt, daß die Vorkenntnisse einen sehr starken Einfluß, die Schüler-Schüler-Beziehungen und das Interesse einen ge-

ringen Einfluß und Lernstrategien wie auch der emotionale Faktor keinen Einfluß auf die Physikleistungen haben. Ein ganz anderes Bild zeigt die Pfadanalyse für die erfolgreich

lernenden Schüler. Hier spielen die Vorkenntnisse eine noch stärkere Rolle. Besonders auffällig ist, daß in dieser Untergruppe die Lernstrategien (Herausarbeiten von Hauptideen/Konzentration beim Lernen) und ein emotionaler Faktor (Leistungsangst/Lernfeldunabhängigkeit) wichtig werden. Das Vorzeichen bedeutet, daß die erfolgreichen Schüler eine höhere Leistungsangst mit der Vorstellung koppeln, ihr Lernverhalten sei von Sympathie und Antipathie im Sozialfeld Schule abhängig. Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den Untergruppenanalysen bei den Lernstrategien und dem emotionalen Faktor erheblich!

4. Diskussion

Das erste Ziel des Schulversuchs, über "aktives Lernen" den Lernerfolg im Physikunterricht zu fördern, wurde nicht erreicht. Der Aufwand beim Instruktionsprogramm zum Einüben der Lernstrategien müßte ganz erheblich gesteigert werden. Ein Bewußtmachen und regelmäßiges Ansprechen der geeignet erscheinenden Lernstrategien reicht nicht aus, weil der Erwerb von Lernexpertise über komplexe und langwierige Prozesse läuft. Als zweites Problem kommt hinzu, daß in dem hier praktizierten Unterricht selbstgesteuertes Lernen, das dem Lerner im größeren Umfang die Verantwortung für die Lernziele, die Stoffauswahl und die Aufrechterhaltung der Lernmotivation überläßt, zunächst kaum möglich ist: In der langen, notwendigen Einführungsphase müssen die verschiedenen Begriffe vom Lehrer definiert und dann vom Lehrer und Schüler gemeinsam in ein Begriffsnetz integriert werden. Dabei steuert der Lehrer ganz wesentlich das Unterrichtsgeschehen, da er die Situationen kennt, in denen erfahrungsgemäß Alltagsvorstellungen und Folgerungen aus schulphysikalischen Begriffen zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Erst in der abschließenden Problemlösephase wird selbstgesteuertes Lernen im größeren Umfang praktiziert. Um solches Lernen dann noch in bewußt eingesetzte Strategien oder gar in eine Routine umzusetzen, ist sicher eine lange und

sorgfältig geplante Problemlösephase notwendig. Das zweite Ziel der Untersuchung, mit LISREL-Rechnungen den Zusammenhang zwischen Lernstrategien und Arbeitsverhalten, Motivation und Interesse, kognitiven Fähigkeiten und Selbstkonzept, Schüler-Lehrer- und Schüler-Schüler-Beziehungen auf der einen Seite und Physikleistungen auf der anderen Seite zu analysieren, ist für die verschiedenen Analysen zu einem befriedigenden Abschluß gebracht. Dabei unterscheiden wir die Analyse der Gesamtpopulation und die Analyse von Untergruppen, die in der einführenden Phase bzw. in der Problemlösephase ein besonderes Lernverhalten zeigen. Die verschiedenen Pfadanalysen bestätigen, daß der anfangs skizzierte komplexe Rahmen (s. Abschnitt 1) für die vorliegende Studie angemessen ist. Die Bedeutung der einzelnen Konstrukte in den unterschiedlichen Analysen sei abschließend wie folgt zusammengefaßt: Wie erwartet sind kognitive Faktoren (kognitive Fähigkeiten, Vorwissen und mit Einschränkung auch das fachspezifische Selbstkonzept) in der Gesamtpopulation und in den Untergruppen wichtig. Sie dominieren alle Pfadanalysen und haben deshalb für die übrigen Konstrukte eine Art Normierungsfunktion, weil deren Einfluß auf die Lernleistung in Relation zu den kognitiven Faktoren gesehen werden kann. Der emotionale Faktor - in allen Fällen an die Besorgnis über den Lernerfolg gekoppelt - spielt insofern eine dynamische Rolle, als er in einigen Analysen (Gesamtpopulation/anfangs kontinuierlich passive/am Ende erfolgreiche Schüler) wichtig, in anderen (anfangs kontinuierlich aktive/am Ende erfolglose Schüler) unwichtig ist. Dies läßt sich in etwa wie folgt interpretieren: Die Besorgnis über ein erfolgreiches Lernen in der Schule ist auch für das Lernen im Physikunterricht generell wichtig. Bei Schülern, die die Anfangsphase verbummeln und in der Problemlösephase erfolgreich sein wollen, wirkt Leistungsangst als Motiv, um zu guten Ergebnissen zu kommen. Wer anfangs schon kontinuierlich mitarbeitet, kommt nahezu angstfrei zum Ziel, und wer die Problemlösephase nicht nutzt, setzt sich dem Leistungs-

druck schon gar nicht erst aus. Ähnlich komplex ist der Einfluß der Lernstrategien. In der Gesamtanalyse fallen die Lernstrategien kaum ins Gewicht. In der Untergruppe von Schülern, die von Anfang an gut mitarbeiten, sind die Lernstrategien hilfreich. Für die Schüler, die anfangs wenig erfolgreich sind, schadet die Betonung von Lernstrategien eher als daß sie nützt. Bei den Schülern, die in der Problemlösephase erfolglos sind, sind Lernstrategien erwartungsgemäß unwichtig. Um so wichtiger sind sie jedoch für die Schüler, die diese Phase zielsicher zu nutzen wissen. Nur wer eine der beiden Phasen des Unterrichts ausdrücklich nutzt, profitiert von den Lernstrategien mit guten Ergebnissen. Das Interesse an der Elektrizitätslehre wirkt sich in allen Pfadanalysen positiv auf die Physikleistungen aus. Den größten Einfluß hat das Interesse bei den Untergruppen, die anfänglich kontinuierlich aktiv bzw. kontinuierlich passiv sind. Offensichtlich lassen sich diese Schülergruppen über das Interesse nachhaltig motivieren. Am geringsten ist der Einfluß des Interesses bei den Schülern, die in der Problemlösephase erfolgreich lernen. Das Sozialklima macht sich in der Gesamtanalyse über die Schüler-Lehrer-Beziehungen dadurch bemerkbar, daß Schüler mit guten Lernergebnissen den Lehrer kritischer sehen. Bei den Untergruppen geht das Sozialklima über die Schüler-Schüler-Beziehungen ein. Wer anfangs kontinuierlich passiv oder aktiv ist und dabei zu guten Ergebnissen kommt, nimmt seine Mitschüler positiv wahr. Wer in der insgesamt "härteren" Problemlösephase zu den erfolglosen oder erfolgreichen Extremgruppen zählt und dabei relativ gute Ergebnisse erreicht, sieht seine Mitschüler kritisch. In allen Pfadanalysen wird versucht, den Lernerfolg am Ende der Unterrichtseinheit über die Anteile der verschiedenen Konstrukte zu erklären: Kognitive Faktoren und Interesse liefern relativ stabile Anteile in allen Pfadanalysen. Die Veränderungen treten im Bereich der Emotionen (Besorgnis um den Lernerfolg), der Lernstrategien und der Wahrnehmung des Sozialklimas auf. In diesen drei Konstrukten kommt vor allem zum Ausdruck, welches

Lernverhalten in einer bestimmten Phase des Unterrichts dominiert.

Literatur

- Adey, P.S. & Shayer, M. (1994). Really Raising Standards: cognitive intervention and academic achievement. London: Routledge.
- Baumert, J. (1993). Lernstrategien, motivationale Orientierung und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen im Kontext schulischen Lernens. In Unterrichtswissenschaft, 21, 327-354.
- Brown, A.L. (1984). Metakognition, Handlungskontrolle, Selbststeuerung und andere noch geheimnisvollere Mechanismen. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Hrsg.). Metakognition, Motivation und Lernen (S. 60-108). Stuttgart: Kohlhammer.
- Brown, A.L. & Day, J.D. (1983). Macrorules for summarizing texts: The development of expertise. In Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour, 22, 1-14.
- Dörner, D. (1989). Die Logik des Mißlingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen. Reinbek: Rowohlt.
- Duit, R., Jung, W. & Rhöneck, Ch.v. (Hrsg.) (1985). Aspects of Understanding Electricity. IPN-Arbeitsbericht 59. Kiel: Schmidt und Klaunig.
- Gardner, H. (1989). Dem Denken auf der Spur: Der Weg der Kognitionswissenschaft. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Glaserfeld, E.v. (1987). Wissen, Sprache und Wirklichkeit. Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn.
- Grob, K., Rhöneck, Ch.v. & Pollak, V. (1990). Analyse von Informationsverarbeitungsprozessen in der Elektrizitätslehre mit Hilfe eines Expertensystems. In physica didactica, 3/4, 76-87.
- Grob, K., Rhöneck, Ch.v., Schnaitmann, G. & Völker, B. (1994). Kognitive Fähigkeiten, Motive, Lernstrategien und Sozialklima als Bedingungen des Lernens in der Elektrizitätslehre. In R. Olechowski & B. Rollett (Hrsg.). Theorie und Praxis, Aspekte empirisch pädagogischer Forschung - quantitative und qualitative Methoden (S. 244 - 250). Frankfurt: Peter Lang.
- Gunstone, R. (1992). Constructivism and metacognition: Theoretical issues and classroom studies. In: R. Duit, F. Goldberg, and H. Niedderer (Eds.): Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. IPN, Kiel, 129-140.

- Häußler, P. (1987). Measuring students' interest in physics - design and results of a crosssectional study in the Federal Republic of Germany. In *Int. Journal of Science Education*, 9, 79-92.
- Helmke, A. Determinanten der Schulleistung: Forschungsstand und Forschungsdefizit. In G. Nold (Hrsg.) (1992). *Lernbedingungen und Lernstrategien*. S. 23 - 34.
- Jöreskog, K. G. & Sörbom, D. (1993). *LISREL 8. User's reference guide*. Chicago: Scientific Software.
- Klauer, K.J. (1988). Teaching for learning-to-learn: A critical appraisal with some proposals. In *Instructional Science*, 17, 351-367.
- Kline, F. M., Deshler, D. D., & Schumaker, J. B. (1992). Implementing learning strategy instruction in class settings: A research perspective. In M. Pressley, K. R. Harris, & J. T. Guthrie (Eds.), *Promoting academic competence and literacy in school*. San Diego: Academic Press.
- Krapp, A. (1993). Lernstrategien: Konzepte, Methoden und Befunde. In *Unterrichtswissenschaft*, 4, 291-311.
- Lawson, A.E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. In *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 15, pp. 11-24.
- Lehtinen, E. (1992). Lern- und Bewältigungsstrategien im Unterricht. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Hrsg.). *Lern- Denkstrategien. Analyse und Intervention*. Göttingen: Hogrefe.
- Lompscher, J. (1995). Learning strategies in 4th, 6th, and 8th grade students. Paper presented at the 6th European Conference for Research on Learning and Instruction, Nijmegen, 1995.
- Mandl, H. & Friedrich, H.F. (Hrsg.). (1992). *Lern-Denkstrategien. Analyse und Intervention*. Göttingen: Hogrefe.
- Metzger, Ch. (1994). *Wie lerne ich?* (Deutsche Übersetzung des LASSI). Institut für Wirtschaftspädagogik, Hochschule St. Gallen.
- Pintrich, P.R., Marx, R.W. & Boyle, R.A. (1993). Beyond cold coceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. In *Review of Educational Research*, 63, pp. 167-199.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accomodation of a sientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Rhöneck, Ch.v. & Grob, K. (1991). Psychological aspects of learning about basic electricity in rural and urban classes. In *International Journal of Science Education*, 13, 87-95.
- Saldern v., M. (1987). *Sozialklima in Schulklassen*. Frankfurt am Main: Lang.
- Salomon, G. & Globerson, T. (1987). Skill may not be enough: The role of mindfulness in learning and transfer. In *International Journal of Educatinal Research*, 11, 623-637.
- Shipstone, D.M., Rhöneck, Ch.v., Jung, W., Kärrqvist, C., Dupin, J.J., Joshua, S. & Licht, P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. In *Int. Journal of Science Education*, 3, 303-316.
- Snow, R.E., Kyllonen, P.C. & Marshalek, B. (1980). The topography of ability and learning correlations. In R.J. Sternberg (Ed.). *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 2, pp. 47 - 103). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Thiel, R.D., Keller, G. & Binder, B. (1979). *Arbeitsverhaltensinventar*. Braunschweig: Georg Westermann Verlag.
- Weinert, F.E. & Kluwe, R.H. (Hrsg.) (1984). *Metakognition, Motivation und Lernen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Weinstein, C. E. (1987). *Learning and study strategies inventory (LASSI)*. Clearwater: H & H Publishing Company.
- Weinstein, C. E. (1988). *Assessment and Training of Student Learning Strategies*. In R. R. Schmeck (Ed.), *Learning Strategies and Learning Styles*. New York and London: Plenum Press.
- Weinstein, C. E. & Mayer, R.E. (1986). The teaching of learning strategies. In M.C. Wittrock. (Ed.). *Handbook of research on teaching*. 3rd edition, 315-327. New York: Macmillan Publishing Company.
- Dr. Christoph v. Rhöneck und Dr. Karl Grob sind Professoren an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg.
- Dr. Gerhard W. Schnaitmann, M.A., ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am LEU Stuttgart.
- Dr. Bruno Völker ist Reallehrer in Osterburken, bis vor kurzem teilabgeordnet an die PH Ludwigsburg.
- Prof. Dr. Christoph v. Rhöneck
PH Ludwigsburg
Institut für Naturwissenschaften
Postfach 220
71602 Ludwigsburg