

ARBEITSKREIS BAYERISCHER PHYSIKDIDAKTIKER

# BEITRAG AUS DER REIHE:

Werner B. Schneider (Hrsg.)

## Wege in der Physikdidaktik

Band 3

Rückblick und Perspektive

ISBN 3 - 7896 - 0513 - 1

Verlag Palm & Enke, Erlangen 1993

### Anmerkung:

Die Bände 1 bis 5 sind (Ausnahme Band 5) im Buchhandel vergriffen.  
Die einzelnen Beiträge stehen jedoch auf der Homepage

<http://www.solstice.de>

zum freien Herunterladen zur Verfügung.

Das Copyright liegt bei den Autoren und Herausgebern.

Zum privaten Gebrauch dürfen die Beiträge unter Angabe der Quelle  
genutzt werden. Auf der Homepage

[www.solstice.de](http://www.solstice.de)

werden noch weitere Materialien zur Verfügung gestellt.

## **Soziales Umfeld, psychologische Motive und kognitive Fähigkeiten als Bedingungen des Langzeitlernens in der Elektrizitätslehre**

### **Vorbemerkung**

Seitdem sich die Lehr- und Lernforschung wieder stärker den Verstehensprozessen zuwendet, wird das Lernen zunehmend als ein Prozeß verstanden, bei dem der Schüler aktiv seine Wissensstrukturen aufbaut. Dabei bedeutet Lernen, daß man "sich auf etwas versteht, was man vorher nicht konnte" oder "Verständnis von etwas entwickeln". Dieser Prozeß kann nur in Verbindung mit dem bereichsspezifischen Wissen untersucht werden. In unserem Fall gehören dazu die Alltagsvorstellungen, die schulphysikalischen Begriffe und Regeln der einfachen Elektrizitätslehre sowie das Systemdenken, das Begriffe und Regeln integriert.

Wenn dabei zunächst die kognitive Seite des Lernens und Denkens hervorgehoben wird, so darf das Lernen doch nicht als emotionsloser Prozeß aufgefaßt werden. Es ist Gemeingut der Lern- und Denkpsychologie, daß kognitive und motivationale Prozesse sich ständig durchdringen. Die griffige Formel der Einheit von "Wollen und Können" ("will and skill", siehe z. B. Salomon [1]) steht für diese Einsicht.

Neben den kognitiven Aktionen und dem motivationalen Zustand ist für das Lernen des Schülers wichtig, wie er seine Umwelt wahrnimmt. Diese reicht von entfernten kulturellen und sozialen Einflüssen bis zu den unmittelbaren Wechselwirkungen mit dem Lehrer und den Klassenkameraden, die das Klassenklima im engeren Sinn bestimmen. Gerade wenn es um das Lernen über längere Zeiträume geht, muß man davon ausgehen, daß auch das Sozialklima der Klasse eine wichtige Rolle bei Lernleistungen und -defiziten spielt [2].

Im folgenden wird von einer Untersuchung berichtet, in der versucht wird, gleichzeitig mit den Lernfortschritten in der Elektrizitätslehre die Wechselwirkungen mit den kognitiven, motivationalen und sozialen Bedingungen des Lernens zu kontrollieren. In diese Analyse geht wesentlich ein, wie unterrichtet wurde. Deshalb wird zunächst das methodische Vorgehen im Physikunterricht der beteiligten fünf Realschulklassen (Klassenstufe 8) beschrieben.

### **Zur Gestaltung des Unterrichts**

Die Untersuchung von Schülervorstellungen hat viele wichtige Ergebnisse zu allen Gebie-

ten der Schulphysik erbracht. Die Frage bleibt jedoch offen, wie man am besten eine physikalisch richtige Betrachtungsweise aufbaut. Einig ist man sich darin, daß ein intensiver "Dialog" zwischen Lehrer und Schüler stattfinden sollte. Dieser Dialog birgt jedoch Risiken, weil in ihm die Schülervorstellungen ernst genommen werden müssen und damit in gewisser Weise aufgewertet werden. Dies sei an einem Beispiel erläutert: Wir gehen von einem Schüler aus, der sich nach einer ausdrücklichen Aufforderung durch den Lehrer dazu durchringt, seine vagen Vorstellungen vom elektrischen Strom zu präzisieren und von zwei Strömen redet, einem "Plusstrom" und einem "Minusstrom", die jeweils von den Polen der Batterie abfließen, im Lämpchen aufeinanderstoßen und so das Lämpchen zum Leuchten bringen. Wird dieser Schüler, wenn der Lehrer das Leuchten des Lämpchens mit *einem* gerichteten Strom erklärt, diese Vorstellung überzeugender finden und bereitwillig übernehmen? Wie aber soll man ein völlig freies Konstruieren von Vorstellungen verhindern, wenn man die Schüler geradezu drängt, diese zu äußern?

Noch schwieriger erscheint uns, daß ein Schüler durch welche Experimente auch immer selbständig zu einem akzeptablen Spannungsbegriff kommen kann. Der Begriff der elektrischen Spannung hat eine komplizierte Entstehungsgeschichte, er ist längst verbindlich festgelegt, und er ist heute Teil unseres naturwissenschaftlichen Erbes. Ein unabhängiges Erarbeiten des Begriffs erscheint völlig unmöglich. Wir müssen vom Schüler erwarten, daß er sich mit dem Spannungsbegriff auseinandersetzt, der von anderen entwickelt wurde. Deshalb ist es auch nicht sinnvoll, wenn der Lehrer den Eindruck erweckt, der physikalische Spannungsbegriff stehe zur Disposition.

Auf der anderen Seite müssen wir anerkennen, daß die Schüler im wortwörtlichen Sinne ihre eigenen Begriffe konstruieren müssen, weil niemand ihnen diese Arbeit abnehmen kann. Ein erster Schritt in diese Richtung ist, eine Definition des neuen Begriffs zu übernehmen. Dann aber müssen die bewußten oder unbewußten Vorstellungen des Schülers mit der neuen Definition abgeglichen und es müssen Verknüpfungen mit anderen Begriffen aufgebaut werden.

Die hier angesprochene Problematik, daß einerseits die Schüler einen neuen Begriff in ein vorhandenes Begriffssystem einbauen müssen, dabei Verknüpfungen konstruieren und verändern müssen, und andererseits nicht frei konstruieren dürfen, sondern den vom Lehrer vorgeschlagenen Begriff übernehmen sollen, führt uns zu folgendem methodischen Vorgehen:

Der Aufbau des Begriffssystems: Die in der Elektrizitätslehre konstitutiven Begriffe Ladung, Stromstärke, Spannung und Widerstand werden nacheinander im ersten Teil der Unterrichtseinheit eingeführt. In den entsprechenden Einführungsabschnitten vermittelt der Lehrer vergleichsweise viel Information. In der jeweils dazugehörenden Anwendungsphase

werden nach Möglichkeit solche Situationen angesprochen, in denen erfahrungsgemäß die alltagssprachlichen und die physikalisch geprägten Begriffe zu unterschiedlichen Voraussetzungen führen. Hier kommt es uns insbesondere darauf an, daß Lehrer und Schüler zu einer für alle akzeptablen Deutung der Situationen kommen. Diese Diskussionen sind unerlässlich und sehr zeitaufwendig.

Eine wichtige Besonderheit des Unterrichts, der dieser Untersuchung zugrundeliegt, ist ein unbenoteter Zwischentest, mit dem nach etwa zwei Dritteln der für die gesamte Unterrichtseinheit zur Verfügung stehenden Zeit individuell kontrolliert wird, ob die Schüler die verschiedenen Begriffe und Regeln zu einer richtigen Sichtweise integrieren können. Dieser Zwischentest schließt den ersten Abschnitt der Unterrichtseinheit ab.

Die Problemlösephase: Die zum Verständnis der Prozesse in Stromkreisen notwendigen Integrations- und Transferleistungen werden erfahrungsgemäß nur von wenigen Schülern erbracht. Nur diejenigen Schüler sind dazu in der Lage, die kontinuierlich und konzentriert mitlernen. Zur Aufarbeitung der Defizite schließt sich daher nun eine Problemlösephase an, bei der die physikalische Sichtweise diskutiert und in vielen Anwendungsbeispielen [3] trainiert wird. Im Verlauf dieses Unterrichtsabschnittes nimmt sich der Lehrer mehr und mehr zurück, damit die Schüler in zunehmend offeneren Fragestellungen selbständig arbeiten lernen.

### **Das Untersuchungskonzept und einige wichtige Ergebnisse**

Die psychologischen Daten sind für alle Schüler im Rahmen eines fächerübergreifenden Projekts in Deutsch, Englisch, Mathematik und Physik über zwei Schuljahre hinweg erhoben worden. Die Belastung der Schüler durch die umfangreichen psychologischen Tests hat sich durch die Verteilung auf vier Fächer und zwei Schuljahre etwas reduzieren lassen. In allen Klassen wurden erfaßt:

- das Arbeitsverhalteninventar (AVI) nach Keller [4] mit den wichtigsten Komponenten Motivation, Arbeitstechniken, Verarbeitung von Mißerfolgen und pädagogisches Umfeld. Einige der insgesamt 20 Variablen seien genannt: Die Variablen im motivationalen Bereich sind u. a. *Lernmotiviertheit*, *Mißerfolgsmotivation* und *Selbstwertbild*. Zu den eigentlichen Lern- und Arbeitstechniken zählen *Stoffverarbeitung*, *Aktualisierungsphase*, *Lernstil* und *Leistungskontrolle*. Die Reaktionen auf Mißerfolge werden u.a. über *Mißerfolgstoleranz* und *Streßresistenz* erfaßt. Die Einflüsse des pädagogischen Umfeldes werden mit Variablen wie *Lernverhalten* und *Einstellung zur Schule* beschrieben. (Die Variable *Erfolgsmotivation* wurde aus der AVI-Analyse herausgenommen, da sie mit einer Komponente Risikobereitschaft belastet ist.)
- ein Kennwert nach Lawson [5] zur Beschreibung der formalen Denkopoperationen im Sinne der Piagetschen Theorie, der *Piagettest* genannt wird
- das *Interesse* am Unterrichtsgegenstand Elektrizitätslehre nach Häussler [6]

- die subjektiv empfundene *Anstrengung* während des Kurses und bei der Vorbereitung auf die Klassenarbeit (vergleiche die Variable AIME bei Salomon [7])
- das Klassenklima mit den Wechselwirkungen zwischen Schüler und Schüler und zwischen Schüler und Lehrer sowie der Wahrnehmung des Unterrichts nach v. Saldern [2]. Die Variablen im Bereich der Lehrer-Schüler-Beziehung sind u.a.: *Fürsorglichkeit des Lehrers*, *autoritärer Führungsstil* und *Aggression gegen den Lehrer*. Die wichtigsten Variablen zur Schüler-Schüler-Beziehung sind *Cliquenbildung*, *Hilfsbereitschaft*, *Aggression gegen Mitschüler*, *Diskriminierung von Mitschülern* und *Zufriedenheit mit Mitschülern*. Die allgemeinen Merkmale des Unterrichts werden u. a. durch *Disziplin und Ordnung* im Unterricht sowie *reduzierte Unterrichtsteilnahme* beschrieben.

Im Fach Physik kamen eine Reihe von teilweise bereits angesprochenen Tests hinzu, die über die Lerngeschichte Auskunft geben sollten. Es waren dies

- die ersten fünf *Übungstests*, bei denen kein Leistungsdruck vorhanden war
- der *Zwischentest*, der Schülervorstellungen und Systemdenken kontrollieren sollte
- der *Endtest*, der als Klassenarbeit gewertet wurde und der neben Aufgaben zu Schülervorstellungen auch typische Übungsaufgaben enthielt
- der *Behaltenstest*, der zwei Monate nach Beendigung des Kurses vorgelegt wurde und ähnlich wie der *Zwischentest* hauptsächlich Schülervorstellungen erfassen sollte.

Außerdem wurden die Zeugnisnoten aus Klasse 7 in den Fächern Biologie, Deutsch, Englisch und Mathematik zu einem Kennwert *Noten* zusammengezogen, der Auskunft über den allgemeinen Schulerfolg vor Beginn des Physikunterrichts geben sollte.

Einen ersten Überblick über die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Variablenblöcken vermittelt Tab. 1. Sie gibt die Korrelationsmatrix, die nur lineare Zusammenhänge erfaßt, für die Variablen mit den höchsten Korrelationen wieder. Das Auswahlkriterium ist der Asterix \*, der eine Signifikanzgrenze darstellt. Diese gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine zufällige Beziehung zwischen den Variablen zu erwarten ist. Bei \* ist die Irrtumswahrscheinlichkeit 1%, bei \*\* ist sie 0,1%. Die Matrix enthält als Variablen einerseits die Physikleistungen (*Übungstests*, *Zwischentest*, *Endtest* und *Behaltenstest*) und andererseits nach Blöcken geordnet die kognitiven Fähigkeiten (*Noten* und *Piagettest*), das Arbeitsverhalten (*Mißerfolgsmotivation*, *Lernstil* und *Einstellung zur Schule*) sowie das Klassenklima (*Aggression gegen den Lehrer*, *Cliquenbildung*, *Hilfsbereitschaft*, *Diskriminierung von Mitschülern*, *Zufriedenheit mit Mitschülern*, *Aggression gegen Mitschülern* sowie *Disziplin und Ordnung*).

Aus dem ersten Variablenblock in Tab. 1 kann man entnehmen, daß mit zunehmenden kognitiven Fähigkeiten bessere Ergebnisse erzielt werden. Der zweite Variablenblock zeigt, daß auch Unterschiede im Arbeitsverhalten (niedrige bis hohe *Mißerfolgsmotivation*, faktenorientierter bis substanzorientierter *Lernstil*, schlechte bis gute *Einstellung zur Schule*) mit entsprechenden Unterschieden in den Lernleistungen verknüpft sind. Aus dem letzten Block ist ersichtlich, daß die Gruppe der guten Physiklerner durchweg das Klassenklima

besser beurteilt. Aus Tab. 1 folgt ferner, daß diese Zusammenhänge ausnahmslos über die Unterrichtseinheit hinweg stabil bleiben. Sie können sinnvoll interpretiert werden und entsprechen den Erwartungen.

Tab. 1 liefert ein ganzes Bündel von guten Gründen dafür, warum ein Teil der Schüler erfolgreich lernt und ein anderer nur mäßige Lernerfolge aufzuweisen hat. Diese Gründe für Lernen und Nichtlernen lassen sich noch weiter ausdifferenzieren, wenn man die Korrelationen für spezielle Schülergruppen betrachtet. Die Kategorien, nach denen Gruppen ge-

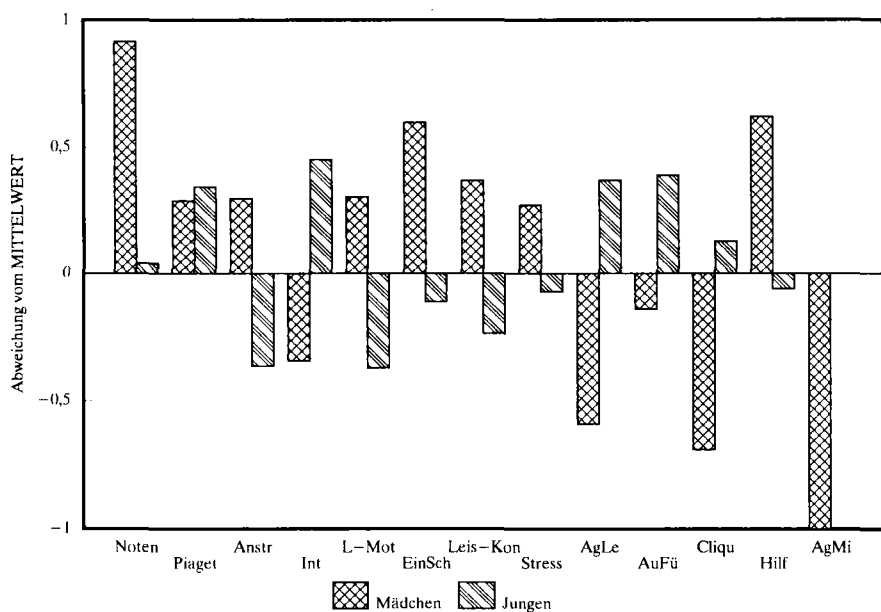
	Übungs- tests	Zwischen- test	End- test	Behaltens- test
Noten	0,35**	0,31**	0,35**	0,38**
Piagettest	0,32**	0,27*	0,42**	0,45**
Mißerfolgsmotivation	-0,26*	-0,17	-0,23*	-0,27*
Lernstil (fakten- bis substanzorientiert)	0,12	0,16	0,25*	0,16
Einstellung zur Schule	0,05	0,21	0,26*	0,19
Aggression gegen den Lehrer	-0,20	-0,05	-0,25*	-0,43**
Cliquenbildung	-0,22	-0,19	-0,24*	-0,39**
Hilfsbereitschaft	0,12	0,20	0,23	0,34**
Diskriminierung von Mitschülern	-0,23	-0,33**	-0,30**	-0,53**
Zufriedenheit mit Mitschülern	0,26*	0,32**	0,30**	0,48**
Aggression gegen Mitschüler	-0,24*	-0,28*	-0,26*	-0,47**
Disziplin und Ordnung	-0,21	-0,20	-0,21	-0,34**

**Tab.1:** Die wichtigsten Korrelationen zwischen den Physikleistungen einerseits und den kognitiven Fähigkeiten, dem Arbeitsverhalten und dem Klassenklima andererseits für die Gesamtpopulation.

bildet werden, können im Prinzip frei gewählt werden. Allerdings wird man sich an bewährten Einteilungen orientieren und nach geschlechtsspezifischen Unterschieden [8] und nach Charakteristika von Lernern und Nichtlernern suchen. Eine Grobeinteilung nach Lernern und Nichtlernern schien uns nach einer ersten Analyse der Daten fragwürdig. Natürlich kann man die Schüler nach Kriterien wie Endtestergebnissen oder Gesamtleistungen in Untergruppen einteilen. Haben aber kurzfristige Lernleistungen vor Klassenarbeiten den gleichen Stellenwert für die Entwicklung einer physikalischen Sichtweise wie eine

kontinuierliche Mitarbeit im Unterricht? Wir meinen nein. Wie aber lassen sich dann bessere Unterteilungen vornehmen? Hier halfen uns die Erfahrungen aus einem früheren Schulversuch [9] weiter, bei dem das Problemlöseverhalten von 10 ausgewählten Schülern sehr genau mit Interviews und Tests verfolgt wurde und bei dem sich - trotz individueller Förderung - ein Auseinanderdriften der Vorstellungsmuster in den ersten Wochen des Unterrichts nicht verhindern ließ. Dies ließ uns auch im vorliegenden Schulversuch nach Unterschieden in den Lernleistungen im ersten Teil der Unterrichtseinheit fragen, in dem das Lernen nicht benotet, aber mit fünf Übungstests und einem umfassenden Zwischentest kontrolliert wurde. Als Instrument wurde eine Clusteranalyse [10] benutzt, die über ein Distanz- und ein Ähnlichkeitsmaß eine Gruppenbildung unter den Schülern in bezug auf die Lernleistungen ermöglicht.

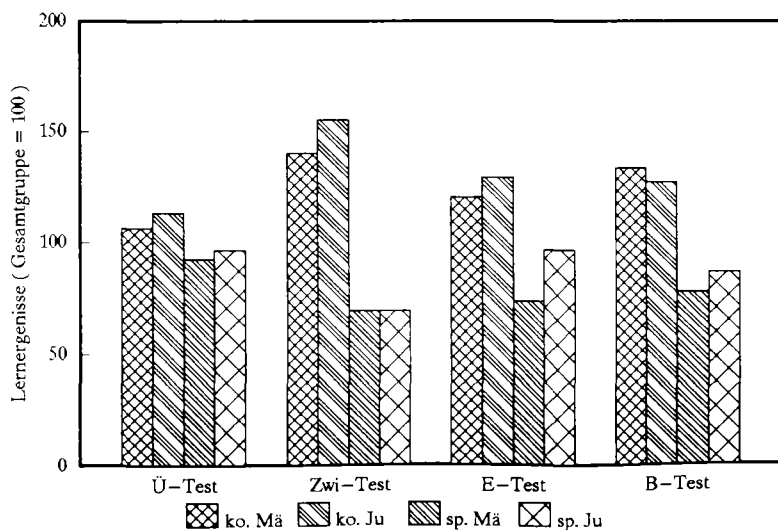
Nach dieser Clusteranalyse zerfällt die Gesamtpopulation von 123 Schülern in zwei voneinander gut separierte Gruppen, die wir kontinuierliche Lerner ( $N = 48$ ) und sporadische Lerner ( $N = 75$ ) nennen. Kontinuierliche Lerner zeigen ein stetiges Lernverhalten über



**Abb.1:** Standardabweichungen vom Mittelwert für kontinuierlich lernende Mädchen/Jungen bei ausgewählten Variablen.

die gesamte Unterrichtseinheit hinweg, sporadische Lerner lernen praktisch nur unter Leistungsdruck. Beide Gruppen lassen sich wieder in eine Jungengruppe (N = 27/35 für kontinuierliche/sporadische Lerner) und eine Mädchengruppe (N = 21/40) unterteilen. Diese Einteilung wird durch die kräftigen Profile der Untergruppen und die charakteristischen Korrelationen gerechtfertigt, die im folgenden diskutiert werden. Wir beginnen mit der Gegenüberstellung von Mittelwerten ausgewählter Variablen für zwei Untergruppen, nämlich die kontinuierlich lernenden Jungen und die kontinuierlich lernenden Mädchen (s. Abb.1).

Die kontinuierlich lernenden Mädchen zeichnen sich durch sehr gute *Noten*, durch subjektive *Anstrengung* (Anstr) und mangelndes *Interesse* (Int) an der Elektrizitätslehre aus. Ihre *Lernmotiviertheit* (L-Mot) ist intrinsisch und die *Einstellung zur Schule* (EinSch) gut. Sie sind zur *Leistungskontrolle* (Leis-Kon) fähig und zeigen eine hohe *Stressresistenz* (Stress). Sie äußern keine *Aggression gegen den Lehrer* (AgLe) und kreiden ihm auch nicht einen *autoritären Führungsstil* (AuFü) an. Sie beklagen weder *Cliquenbildung* (Cliqu) noch *Aggressionen gegen Mitschüler* (AgMi), sondern heben die *Hilfsbereitschaft* untereinander (Hilf) hervor.



**Abb.2:** Die Mittelwerte der Lernergebnisse [Übungstests (Ü-Test), Zwischentest (Zwi-Test), Endtest (E-Test) und Behaltenstest (B-Test)] für die vier Untergruppen der kontinuierlich/sporadisch lernenden Mädchen/Jungen in Relation zu den Gesamtergebnissen (Gesamtergebnis = 100).



Ganz anders urteilen die kontinuierlich lernenden Jungen. Sie geben an, sich nicht anzustrengen und hohes *Interesse* zu haben. Ihre *Lernmotiviertheit* ist extrinsisch und die *Einstellung zur Schule* leicht negativ. *Leistungskontrolle* und *Stressresistenz* sind nicht ausgeprägt. Es bilden sich *Aggressionen gegenüber dem Lehrer*, dem auch ein autoritärer Führungsstil unterstellt wird. Das Klassenklima wird relativ neutral, aber nicht positiv wie in der Mädchengruppe beurteilt.

Ein zweites Argument für die Aufteilung in Untergruppen liefert der Vergleich der Testergebnisse (s. Abb. 2). Die ziemlich kleinen Unterschiede in den *Übungstests* (Ü-Test) akkumulieren zu großen Unterschieden im *Zwischentest* (Zwi-Test). Diese Unterschiede werden beim *Endtest* (E-Test) geringer, weil die sporadischen Lerner in der Problemlösephase gezielt auf diesen Test hin lernen. Sie treten ähnlich stark auch im *Behaltenstest* (B-test) auf.

Noch wichtiger als die Mittelwerte in den psychologischen Variablen und Lernergebnissen sind die Korrelationen, da sie darüber Auskunft geben, wodurch sich gute und schlechte Lerner einer Untergruppe unterscheiden. Wir betrachten dabei jeweils nur die wichtigsten Korrelationen zwischen den Variablen des Arbeitsverhalteninventars und der Physikleistungen. In diesem Bereich unterscheiden sich die Korrelationsmatrizen am stärksten. In Tab. 2 sind für alle vier Untergruppen die Korrelationen zusammengestellt:

Die Mädchen scheinen sich insgesamt eine gewisse Distanz zur Physik zu bewahren, das heißt aber nicht, daß sie nicht doch lernen. Bei den kontinuierlich lernenden Mädchen dominieren zwei Motivationsvariablen (*Lernmotiviertheit* und *Mißerfolgsmotivation*) und zwei Variablen, die sich auf eine emotionale Bewältigung von Schwierigkeiten beziehen (*Mißerfolgstoleranz* und *Stressresistenz*). Die erfolgreichen Mädchen dieser Gruppe sind insgesamt gut an das Lernen in der Schule angepaßt. Die sporadisch lernenden Mädchen werden nur vor dem Endtest aktiv. Die Schülerinnen, die beim Reproduzieren von Lerninhalten nicht gehemmt sind (*ungestörte Aktualisierungsphase*) und zur *Leistungskontrolle* fähig sind, kommen noch zu relativ guten Ergebnissen.

Die Jungen finden über das Interesse einen emotionalen Zugang zur Physik. Die kontinuierlich lernenden Jungen mit ihrem hohen kognitiven Entwicklungsstand (*Piagettest*) sind besonders erfolgreich, wenn sie nicht zu sehr auf den schulischen Erfolg und Mißerfolg fixiert sind (*Selbstwertbild*) und wenn sich zum Interesse auch ein *interessenabhängiges Lernverhalten* einstellt. Die sporadisch lernenden Jungen hingegen sind schlampige Lerner, sie vergessen schnell, und die schnellsten unter ihnen (*schnelle Stoffverarbeitung*) kommen im Zwischentest zu auffallend schlechten Ergebnissen, weil vermutlich die Schnelligkeit auf Kosten der Genauigkeit geht.

	Übungs- tests	Zwischen- test	End- test	Behaltens- test
<i>kontinuierlich lernende Mädchen:</i>				
Lernmotiviertheit (extrinsisch bis intrinsisch)	0,53*	0,55*	0,45	0,48
Mißerfolgsmotivation	-0,53*	-0,23	-0,36	-0,41
Mißerfolgstoleranz	0,63*	0,43	0,31	0,56*
Stressresistenz	0,34	0,22	0,29	0,55*
<i>sporadisch lernende Mädchen:</i>				
Aktualisierungsphase (gestört bis ungestört)	-0,10	0,00	0,38*	0,09
Leistungskontrolle (unfähig bis fähig)	0,09	-0,23	0,28	0,42*
<i>kontinuierlich lernende Jungen:</i>				
Selbstwertbild (leistungszentriert bis multithematisch)	0,30	0,25	0,33	0,46*
Lernverhalten (interessenabhängig bis interessenunabhängig)	-0,10	-0,06	-0,46*	-0,40
<i>sporadisch lernende Jungen:</i>				
Stoffverarbeitung (langsam bis schnell)	-0,18	-0,43*	0,12	0,23

**Tab.2:** Die wichtigsten Korrelationen zwischen den Skalen des Arbeitsverhaltens und den Physikleistungen für die vier Untergruppen der kontinuierlich bzw. sporadisch lernenden Mädchen und der kontinuierlich bzw. sporadisch lernenden Jungen.

### **Empfehlungen für den Unterricht**

Die Empfehlungen für die kontinuierlichen Lerner können relativ präzise formuliert werden. Das stetige Lernverhalten in dieser Gruppe sollte verstärkt werden! Zusätzlich wäre bei den Mädchen erfolgversprechend, sie in der Motivation für schulische Erfolge zu bestärken und die Auswirkungen von Mißerfolgen zu mildern. Bei den Jungen sollte die Einsicht gefördert werden, daß im Physikunterricht Interesse allein nicht genügt, ein Lernaufwand notwendig ist und sich erhöhte Anstrengungen auszahlen.

Bei den sporadischen Lernern - Mädchen wie Jungen - müßte eine Diskussion über "aktives Lernen" und "Lernen, wie man lernt" in den Mittelpunkt des Unterrichts gestellt werden [4, 11, 12]. Bei den Mädchen wären darüber hinaus eine Analyse der Quellen des Desinteresses und Anregungen zum Wecken von Interesse hilfreich [8]. Es führte über diesen Beitrag hinaus, wenn hier die Grundsätze des aktiven Lernens für die Unterrichtspraxis weiter ausdifferenziert würden. Wir verweisen dazu auf die angegebene Literatur.

Die Empfehlungen für den Unterricht beziehen sich auf den beschriebenen Schulversuch. Wir können und wollen keinen Anspruch darauf erheben, daß die Ergebnisse Allgemeingültigkeit besitzen. Wir glauben aber, daß sich in jeder Klasse mit geringem Aufwand kontinuierliche Lerner finden lassen. Sie sind die Verbündeten des Lehrers, wenn es darum geht, das Lernverhalten der übrigen Schüler zu ändern und damit die Verständigungs- und Lernprozesse zu verbessern.

#### **Literatur:**

- [1] G. Salomon: Beyond skill and knowledge: the role of mindfulness in learning and transfer. Vortrag auf der 2. EARLI-Konferenz, Tübingen, 1987
- [2] M.v.Saldern: Sozialklima von Klassen, Peter Lang, Frankfurt, 1987
- [3] Shipstone, D. M., von Rhöneck, C., Jung, W., Kärrqvist, C., Dupin, J.-J., Joshua, S. & Licht, P.: A study of students' understanding of electricity in five European countries, Intern. Journal of Science Education, 1988, S 303-316
- [4] Thiel, Keller und Binder: Arbeitsverhalteninventar, Westermann, Braunschweig, 1979
- [5] A. E. Lawson: The development and validation of a classroom test of formal reasoning, Journal of Research in Science Teaching, 1978, S. 11-24
- [6] P. Häussler: Measuring students' interest in physics - design and results of a cross-sectional study in the Federal Republic of Germany, International Journal of Science Education, 1987, S. 79-92
- [7] G. Salomon: Television is "easy" and print is "tough", Journal of Educational Psychology, 1984, S. 647-658
- [8] Mädchen im Physikunterricht, NiU-Physik, 1990, Heft 1, S. 3-41
- [9] Ch. v. Rhöneck: Problemlösen und Schülervorstellungen in der einfachen Elektrizitätslehre, phys. did., 1986, Sonderheft, S. 87-96
- [10] J. Bortz: Statistik für Sozialwissenschaftler, Springer, Berlin, 1989
- [11] R. Gunstone: Constructivism and metacognition: theoretical issues and classroom studies. In: R. Duit, F. Goldberg und H. Niedderer (Hrsg.) Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies, IPN, Kiel, 1992
- [12] R. Gunstone: Metacognitive Strategies and classroom learning. Vortrag auf der Tagung "Learning in Science: issues for research and practice", Universität Leeds, 1988