

Robin Stark, Judith Flender und Heinz Mandl

Lösungsbeispiel "pur" oder "angereichert"?
Bedingungen und Effekte erfolgreichen Lernens mit einem
komplexen Lösungsbeispiel im Bereich
empirischer Forschungsmethoden und Statistik

Dezember 2001



Stark, R., Flender, J. & Mandl, H. (2001). *Lösungsbeispiel "pur" oder "angereichert"? Bedingungen und Effekte erfolgreichen Lernens mit einem komplexen Lösungsbeispiel im Bereich empirischer Forschungsmethoden und Statistik* (Forschungsbericht Nr. 146). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.

Forschungsbericht Nr. 146, Dezember 2001

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik
Lehrstuhl Prof. Dr. Heinz Mandl
Leopoldstraße 13, 80802 München
Telefon: (089) 2180-5146 – Fax: (089) 2180-5002
email: mandl@edupsy.uni-muenchen.de
<http://smandl.emp.paed.uni-muenchen.de/>

Redaktion: PD Dr. Michael Henninger
email: henninge@edupsy.uni-muenchen.de

Lösungsbeispiel "pur" oder "angereichert"?
Bedingungen und Effekte erfolgreichen Lernens mit einem
komplexen Lösungsbeispiel im Bereich
empirischer Forschungsmethoden und Statistik

Robin Stark, Judith Flender und Heinz Mandl

Forschungsbericht Nr. 146

Dezember 2001

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Pädagogische Psychologie
und Empirische Pädagogik
Lehrstuhl Prof. Dr. Heinz Mandl

Zusammenfassung

Ausgehend von Problemen der Wissensanwendung im Bereich empirischer Forschungsmethoden und den Befunden einer Feldstudie zum beispielbasierten Lernen in diesem Gebiet wurde ein komplexes Lösungsbeispiel unter experimentellen Bedingungen eingesetzt. Variiert wurden die Vollständigkeit der bereit gestellten Beispielinformation (keine Lücken vs. Lücken) und die Vorgabe von Verständnisfragen (keine Fragen vs. Fragen), d.h. es lag ein 2x2-faktorielles Design vor. Über alle Bedingungen hinweg konnte durch Einsatz des komplexen Lösungsbeispiels ein deutlicher Lernfortschritt erzielt werden. Lücken und Verständnisfragen hatten jedoch keinen Einfluss auf den Lernerfolg. Auf die kognitive Belastung und auf motivationale Aspekte wirkten sich beide Maßnahmen ebenfalls nicht aus. Verschiedene Merkmale der Studierenden erwiesen sich jedoch als wichtige Einflussgrößen.

Schlüsselwörter: Empirische Forschungsmethoden und Statistik, Verständnisfragen, Lernerfolg, (unvollständige) Lösungsbeispiele, Motivation

Abstract

Starting from problems of knowledge application in the domain of empirical research methods and findings from a field study on example-based learning in this domain, a complex worked-out example was employed under experimental conditions. The completeness of the information provided in the example (no gaps vs. gaps) and the provision of questions of understanding (no questions vs. questions) was varied, that is a 2x2-factorial design was used. For all conditions, a distinct learning progress could be achieved by employing the complex worked-out example. However, learning outcomes were neither fostered by the gaps nor by the questions of understanding. The instructional means also had no influence on cognitive load and on motivational aspects. However, various characteristics of the students proved to be important influencing factors.

Keywords: empirical research methods and statistics, questions of understanding, learning outcomes, motivation, (incomplete) worked-out examples

LÖSUNGSBEISPIEL "PUR" ODER "ANGEREICHERT"?

BEDINGUNGEN UND EFFEKTE ERFOLGREICHEN LERNENS MIT EINEM KOMPLEXEN LÖSUNGSBEISPIEL IM BEREICH EMPIRISCHER FORSCHUNGSMETHODEN UND STATISTIK

Ausgangsproblem

Die Ausbildung in empirischen Forschungsmethoden und Statistik konfrontiert Studierende und Lehrende in verschiedenen sozialwissenschaftlichen Disziplinen bekanntlich mit vielfältigen Problemen. Es wird schwierig sein, ein Gebiet zu finden, in dem der in der Regel betriebene didaktische Aufwand in einem ähnlich ungünstigen Verhältnis zum erzielten Ertrag steht: so lassen sich z.B. bei Studierenden der Pädagogik gravierende Wissenslücken, Fehlkonzepte und verschiedene Arten von Wissenskompartimentalisierungen diagnostizieren (vgl. Kapitel 8 in Stark, 2001), die sich nicht nur in den einschlägigen Klausuren, sondern auch noch in den späteren Qualifikationsarbeiten zeigen. Selbst Wissenschaftler, die bereits über einige Forschungserfahrung verfügen, haben mitunter erhebliche Probleme bei der Anwendung empirischer Forschungsmethoden (Cohen, 1990, 1994; Meehl, 1978, 1990; vgl. auch Stelzl, 1982). In einer Studie von Oakes (1986), die im deutschen Sprachraum repliziert werden konnte (Haller, 1999), wurde deutlich, dass für ausgebildete Diplompsychologen bereits die korrekte Interpretation einfacher Signifikanztests keinesfalls eine Selbstverständlichkeit darstellt.

Um diese Problematik zu erklären, wurde – bezogen auf die Methodenausbildung für Studierende der Pädagogik am Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München - ein mehrdimensionales Modell vorgeschlagen (Stark & Mandl, 2000). Neben kognitiven, motivationalen und emotionalen Lernvoraussetzungen sowie Einstellungen und Erfahrungen der Studierenden werden ungünstige instruktionale Rahmenbedingungen (v. a. sehr große Teilnehmerzahlen und Pflichtcharakter der Veranstaltung) thematisiert. Diese Faktoren stehen in einer komplexen reziproken Beziehung und resultieren in einem Lernverhalten, das dem Erwerb anwendbaren Wissens in diesem Feld wenig dienlich ist. Zumindest für Teile dieses Modells liegen bereits empirische Belege vor (Abel, Bühner, Plaßmeier & Püttmann, 1999; Gruber, 1994; Gruber et al., 1995; Gräsel & Mandl, 1999; Kettler, 1998; Stark & Mandl, 2000).

Mögliche Intervention

Auf diese multipel bedingte Problematik, deren Diagnose keine Originalität beansprucht, wurde an vielen Universitäten bereits mit umfassenden Reformprogrammen für die Methodenausbildung reagiert (z.B. Schulmeister, 1983). Zudem wurden zahlreiche virtuelle Lernumgebungen entwickelt, z.B. das Programm *LernStats* der Fernuniversität Hagen (<http://vs.fernuni-hagen.de/Lernststs/LS/about.html>; unter http://www.psychologie.unifreiburg.de/visualstat/6_systeme/systeme.htm findet sich ein Überblick über verschiedene Programme).

In München wurden Prinzipien problemorientierten Lernens in die Methodenausbildung für Studierende der Pädagogik eingeführt (Gräsel & Mandl, 1999); hierbei wurde auch motivationspsychologischen Überlegungen Rechnung getragen (Stark & Mandl, 2000). Ein zentraler Bestandteil der "neuen" Problemorientierung, der im Zentrum der vorliegenden Studie steht, ist die Implementation eines virtuellen Tutoriums, das mittlerweile mehrfach weiterentwickelt wurde (Lerche, 1999; Stark, Stegmann, Bürg & Mandl, 2001).

Die Gestaltung der Leistungsnachweise orientiert sich an dem einfachen Prinzip "what you test is what you get". In den Klausuren kommen deshalb problemorientierte Aufgaben zum Einsatz, mit denen die Flexibilität und Qualität der *Wissensanwendung* und damit das *Verständnis* der Vorlesungsinhalte überprüft wird. Bei der Bearbeitung können die Studierenden auf Lehrbücher und Skripte etc. zurückgreifen. Zudem haben die Lernenden kooperativ eine empirische Forschungsarbeit anzufertigen (vgl. Kapitel 10 in Stark, 2001).

Die Evaluation und Weiterentwicklung des virtuellen Tutoriums, das primär auf einer *beispielbasierten Lernumgebung* basiert, erfolgt systematisch im Rahmen von aufeinander aufbauenden Feld- und Laborstudien. Hierbei kommt das sog. *integrative Forschungsparadigma* (vgl. Kapitel 11 in Stark, 2001; Stark & Mandl, 2001a) zum Tragen, mit dem versucht wird, wissenschaftliches Wissen auf anwendungsorientierte Weise zu generieren und dadurch der Kluft zwischen Theorie und Praxis entgegenzuwirken. Eine weiterentwickelte Version der beispielbasierten Lernumgebung wurde bereits im Rahmen einer Feldstudie evaluiert, in der komplexe Lösungsbeispiele unter "realen" Bedingungen der Methodenausbildung zum Einsatz kamen (vgl. Kapitel 8 in Stark, 2001; Stark & Mandl, 2001b). Ausgehend von diesen Befunden wurden Konsequenzen für eine Optimierung der Lernumgebung gezogen.

Das zentrale Ziel der vorliegenden Studie besteht darin, einen Teil der modifizierten Lernumgebung (das erste Lösungsbeispiel) unter möglichst kontrollierten, d.h. labor-experimentellen Bedingungen zu erproben, bevor weitere Entscheidungen für die Implementation der Lernumgebung im Rahmen der Me-

thodenausbildung getroffen werden. Hierbei sollen neben Analysen von kognitiven und motivationalen Konsequenzen auch Erkenntnisse über die Rolle gewonnen werden, die verschiedenen Merkmalen der Studierenden beim Lernen mit dem komplexen Lösungsbeispiel zukommt.

Bevor die theoretischen Hintergründe dieser Fragen beleuchtet werden, ist im Folgenden auf die Konzeption der beispielbasierten Lernumgebung einzugehen; im Anschluss werden zentrale Evaluationsbefunde dargestellt, die den empirischen Ausgangspunkt für die vorliegende experimentelle Studie bilden.

Beispielbasiertes Lernen im Kontext der Methodenausbildung

Bei der Konzeption der beispielbasierten Lernumgebung wurde von einer Analyse spezifischer Probleme der Wissensanwendung ausgegangen, die im Rahmen der Methodenausbildung auftreten. Es wurden sowohl Konsequenzen aus den bisherigen Studien zum Lernen mit ausgearbeiteten Lösungsbeispielen (Reimann, 1997; Renkl, 2000, 2001; Stark, 1999) umgesetzt als auch Prinzipien situierten Lernens (z.B. Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1992) angewandt.

Im Zentrum der Lernumgebung stehen zwei sehr detaillierte und ungewöhnlich komplexe *Lösungsbeispiele*, die ausgehend von einer authentischen Problemstellung Schritt für Schritt den Prozess der Anwendung (quantitativer) Methoden empirischer Forschung im Detail darstellen (Stark & Mandl, 2001b). Die Anwendung zentraler Konzepte, Prinzipien und Verfahren wird somit im Kontext einer konkreten Problemstellung veranschaulicht. Dadurch wird zum einen aufgezeigt, wofür man diese Konzepte etc. braucht; zum anderen werden auf diese Weise Zusammenhänge aufgezeigt, die bei einer eher künstlich-isolierten Präsentation einzelner Inhalte, wie es z.B. in Methodenvorlesungen die Regel ist, kaum zu vermitteln sind. Dadurch soll auch der von den Studierenden mit Recht eingeforderte Überblick über "das Ganze" zumindest ansatzweise ermöglicht werden. Die Lösungsbeispiele bieten eine Art Makrostruktur, in der die einzelnen Inhalte sinnvoll verortet und dadurch mit konkreten Bedeutungen versehen werden können.

In Anlehnung an Renkl (2000, 2001) wurden *instruktionale Erklärungen* in die Beispiele integriert, die von den Lernenden in unterschiedlichen Vertiefungsgraden abgerufen werden können (adaptiver und optionaler Präsentationsmodus). Um die kognitive und metakognitive Verarbeitung der präsentierten Information und insgesamt eine aktive, problemlöse-orientierte Auseinandersetzung mit den Beispielen zu fördern, wurden gezielt *Lücken* in die Beispiele "eingebaut", die von den Lernenden in schriftlicher Form zu ergänzen sind.

Hierbei wird das Prinzip der unmittelbaren Rückmeldung umgesetzt (vgl. Stark, 1999). Zudem wurden ausgehend von der Beobachtung, dass viele Lernende beim Bearbeiten unvollständiger Lösungsbeispiele ihre eigenen Ergänzungen oft nur oberflächlich und unsystematisch mit den bereitgestellten Musterlösungen vergleichen und dadurch wichtige "Lernchancen" vergeben, spezielle Feedback-Leitfragen implementiert (Stark & Mandl, 2001b). Diese Art der Unterstützung metakognitiver Prozesse hat sich in einem anderen Kontext bewährt (vgl. Pommer, 2000).

Effekte der beispielbasierten Lernumgebung

Die in das virtuelle Tutorium integrierte beispielbasierte Lernumgebung wurde im Rahmen einer Feldstudie (Stark & Mandl, 2001b) implementiert und evaluiert. Durch die Lösungsbeispiele konnte der Erwerb anwendbaren Wissens insgesamt deutlich gefördert werden: Studierende, die sich auf eine Probeklausur und auf die reguläre Klausur vorbereiteten, indem sie die Lösungsbeispiele bearbeiteten, schnitten in beiden Klausuren signifikant besser ab als eine Kontrollgruppe, die keinen Zugriff auf die Lösungsbeispiele hatte. Kognitive, motivationale und emotionale Lernvoraussetzungen wurden kontrolliert.

Durch die Feedback-Leitfragen wurde der Lernerfolg jedoch nicht gesteigert. Dieser unerwartete Befund konnte nicht auf einen Anstieg der kognitiven Belastung zurückgeführt werden, der mit dem Lernerfolg interferieren könnte (vgl. Sweller, Van Merriënboër & Paas, 1998). Auf die Feedback-Prozedur bezogene Daten zur Lernzeit machten deutlich, dass die Leitfragen bereits beim ersten Beispiel nicht intensiv und beim zweiten so gut wie gar nicht mehr bearbeitet worden waren (Stark & Mandl, 2001b). Ähnliche Schlussfolgerungen konnten aus den lernzeitbezogenen Daten zu den instruktionalen Erklärungen gezogen werden: auch diese wurden von den Lernenden kaum genutzt. Insgesamt war die Bearbeitungszeit der Lösungsbeispiele so kurz, dass die Auseinandersetzung mit den Erklärungen nicht sehr intensiv gewesen sein kann. Für die beispielbasierte Lernmethode spricht, dass sie *trotz* eindeutig suboptimaler Nutzung insgesamt den Lernerfolg steigerte.

Oberflächliche Beispielbearbeitung, die sicher nicht zuletzt Resultat des oben angeführten komplexen kognitiv-motivationalen Bedingungsgeflechts war, fördert die Entstehung von Kompetenzillusionen, die wiederum eher oberflächliche Beispielbearbeitung nach sich ziehen; auf diese Weise kann sich ein unerwünschtes Lernverhalten etablieren, das den Lernerfolg längerfristig beeinträchtigt.

Es ist jedoch einzuräumen, dass auch Schwächen der Lernumgebung ihren Teil dazu beigetragen haben, dass die beschriebene Problematik so virulent wurde. Qualitative Daten, die sich auf die Lücken und Leitfragen bezogen, ließen z.B. auf deutliche Akzeptanzprobleme schließen: die Lernenden hatten offensichtlich Probleme mit den heterogenen Schwierigkeitsniveaus der Ergänzungen, die sich auch in den quantitativen Daten zur kognitiven Belastung widerspiegelten. Zudem gaben mehrere Studierende an, dass sie Schwierigkeiten mit der Einschätzung ihres eigenen Lernfortschritts hatten. Es zeichnete sich auch Kritik ab, die sich v.a. auf spezielle Aspekte der Informationsdarbietung und die technische Umsetzung bezog (vgl. Kapitel 9 in Stark, 2001).

Konsequenzen aus der Feldstudie

Ausgehend von den Befunden der Feldstudie wurde die Lernumgebung gründlich überarbeitet. Die Anzahl der Lücken wurde reduziert, Lücken, die komplexe Ergänzungen erfordern, wurden vorstrukturiert; das Überspringen der Feedback-Fenster, die dem Vergleich der selbst generierten Lösungen mit den Musterlösungen dienen sollen, wurde erschwert; auf spezielle Feedback-Leitfragen wurde verzichtet. Der Frage, inwieweit sich die modifizierten Lücken in kognitiver und motivationaler Hinsicht bewähren, wird in der vorliegenden Studie auf experimentellem Wege nachgegangen.

Als zusätzliche instruktionale Maßnahme wurden Verständnisfragen, die von den Lernenden beantwortet werden müssen, in Kombination mit elaboriertem Feedback in die Lösungsbeispiele integriert.

Konzeption von Verständnisfragen mit elaboriertem Feedback

Die Darbietung von Musterlösungen im Zusammenhang mit den Lücken ist nur *eine* Form möglicher Rückmeldung, bei der die Lernenden nur die richtige Antwort erhalten (*knowledge of correct result* in Anlehnung an Kulhavy, White, Topp, Chan & Adams, 1985; vgl hierzu auch Jacobs, 2001). Auf weitere Erklärungen der Lösung bzw. auf Begründungen wird hierbei verzichtet. Diese Komponenten stellen einen wichtigen Bestandteil *elaborierten Feedbacks* dar (Jacobs, 2001).

Um Lernenden im Kontext einer virtuellen Lernumgebung ohne den Einsatz eines Tutors elaboriertes Feedback geben zu können, bietet es sich aus ökonomischen Gründen an, Fragen im "multiple choice"-Format zu integrieren, die automatisch "gelesen" und "korrigiert" werden können. In Verbindung mit der richtigen Antwort können anschließend weitere Erklärungen und Begründungen

gegeben werden. Dadurch erhalten die Lernenden die Möglichkeit, ihren Wissensstand auf *ökonomische* Weise zu überprüfen. Dies ist gerade im Kontext der Methodenausbildung, in dem das Lernverhalten vieler Studierender durch eine Art "Ökonomieprinzip" bestimmt wird, von Bedeutung.

Zudem könnten durch diese Maßnahme Wissenslücken und Verständnisprobleme, die mit dem weiteren Lernfortschritt interferieren, überwunden werden; auch der Entstehung und Konsolidierung von Fehlkonzepten könnte vorgebeugt werden. Und selbst wenn die Lernenden durch das elaborierte Feedback nur bestätigt werden sollten: gerade bei einer komplexen Lernumgebung, die den Lernenden zudem eine hohe Persistenz abverlangt, ist die motivierende Wirkung einer solchen Bestätigung sehr wichtig.

King (1994) konnte den positiven Einfluss von Verständnisfragen auf die Wissenskonstruktion belegen. Bei Renkl (1997a, Studie 3), der Effekte von Rückfragen beim kooperativen Lernen mit ausgearbeiteten Lösungsbeispielen untersuchte, ist die Befundlage weniger eindeutig. Zwar wurden Lernende mit niedriger intrinsischer Motivation durch Rückfragen vermehrt zur Elaboration angeregt – Lernende mit höherer intrinsischer Motivation wurden jedoch durch Rückfragen in ihrer Leistung eher beeinträchtigt. Es ist anzunehmen, dass die Effektivität von eingestreuten Fragen in hohem Maße von der gewählten *Aufgabenschwierigkeit* abhängt, insbesondere in kooperativen Lernkontexten, in denen Lernende eine "reale" Gefahr antizipieren, sich zu blamieren. Auch wenn diese Problematik in einer eher anonymen virtuellen Lernumgebung, die zudem individuell genutzt wird, weniger virulent sein dürfte, ist es angezeigt, Fragen zu konzipieren, die auch von Lernenden mit niedrigerem Vorwissensniveau und möglicherweise schwächer ausgeprägten elaborativen Strategien mit großer Wahrscheinlichkeit richtig beantwortet werden können. Hierbei wurde neben Empfehlungen von Renkl (1997a) Befunden der Unterrichtsforschung Rechnung getragen, nach denen sich effektiver Unterricht durch eher *leichte Fragen* auszeichnet (Brophy & Good, 1986). Der Frage, inwieweit sich integrierte Verständnisfragen in Kombination mit elaboriertem Feedback beim Lernen mit einem komplexen Lösungsbeispiel in kognitiver und motivationaler Hinsicht bewähren, soll in der vorliegenden Studie nachgegangen werden.

Sowohl im Fall der Lücken als auch in Hinblick auf zusätzliche Verständnisfragen stellt sich natürlich die Frage, wie sich diese Maßnahmen, insbesondere wenn sie kombiniert werden, auf die *Lernzeit* auswirken. Da die Lernumgebung bereits ohne zusätzliche Maßnahmen sehr anspruchsvoll ist, drängt sich zudem die Frage auf, inwieweit sich derartige Maßnahmen auf die *kognitive Belastung* der Lernenden auswirken.

Lernzeit beim beispielbasierten Lernen

Zur Lernzeit gibt es im vorliegenden Kontext nicht viel zu sagen. In der oben berichteten Feldstudie von Stark und Mandl (2001b) wurde durch die zusätzlich implementierte Maßnahme (Feedback-Leitfragen) die Lernzeit verlängert. Da die Lernzeiten aber offensichtlich nicht an die Komplexität der zu bearbeitenden Lösungsbeispiele angepasst waren, ist dieser Effekt nur deshalb negativ zu bewerten, weil er sich auf der "Nutzenseite" nicht bemerkbar machte. Auch im vorliegenden Fall wird eine Verlängerung der Lernzeit durch die beiden Maßnahmen in Kauf genommen – vorausgesetzt, sie zahlt sich auch aus: vor allem in Form eines höheren Lernerfolgs.

Kognitive Belastung beim beispielbasierten Lernen

Die Effektivität beispielbasierten Lernens, z.B. im Vergleich zum Lernen durch Problemlösen, wird von verschiedenen Autoren durch die Vorteile erklärt, die dieser Lernmethode in Hinblick auf die kognitive Belastung (cognitive load) der Lernenden zukommt (Sweller & Cooper, 1985; Paas, 1992; Paas & Van Merriënboër, 1993; Paas & Van Merriënboër, 1994; Paas, Van Merriënboër & Adams, 1994; Sweller & Cooper, 1985; Van Merriënboër, Schuurmann, De Croock & Paas, in Druck). Dieser "Ressourcen-Vorteil" sollte natürlich nicht durch die Implementation von "gut gemeinten" zusätzlichen Unterstützungsmaßnahmen zunichte gemacht werden. Da die Lernenden sowohl bei der Ergänzung der Lücken als auch bei der Beantwortung der Verständnisfragen mit einer "dual-task"-Situation konfrontiert werden und die Bearbeitung der detaillierten Lösungsbeispiele bereits ohne diese zusätzlichen Anforderungen sehr "ressourcen-intensiv" ist (Stark & Mandl, 2001b), könnte es im Hinblick auf die Belastung kognitiver Ressourcen durchaus zu "unerwünschten Nebenwirkungen" kommen.

Ein Problem ganz anderer Art stellt die *Operationalisierung* von kognitiver Belastung dar. Es konnte zwar gezeigt werden, dass Lernende in der Lage sind, über kognitive Prozesse zu reflektieren und verlässliche quantitative Angaben bezüglich ihrer mentalen Anstrengung abzugeben (Gopher & Braune, 1984); damit ist eine wichtige Voraussetzung für die Erfassung *mentaler Anstrengung* (mental effort) als einer subjektiven Komponente von kognitiver Belastung mittels Ratingskalen gegeben. Befunde zur mentalen Anstrengung sind jedoch in hohem Maße mehrdeutig und werfen gravierende Interpretationsprobleme auf (Stark, Mandl, Gruber & Renkl, in Druck). Allein auf der Basis von Einschätzungen, die Lernende bezüglich ihrer mentalen Anstrengung abgeben, ist es nämlich schwierig, zu entscheiden, ob es sich hierbei um eher erwünschte,

lernwirksame oder unerwünschte, weniger lernwirksame "load-Anteile" handelt. Die empirische Unterscheidung der von Sweller et al. (1998) eingeführten theoretischen Differenzierung von "germane load" und "extraneous load" ist deshalb nicht unproblematisch.

Um dieses Problem zu umgehen, wurde von Stark und Mandl (2001b) eine Ratingskala eingesetzt, auf der die Lernenden direkt das Ausmaß ihrer *kognitiven Überlastung* einschätzen müssen. Die ebenfalls als problematisch angesehene inter- und intraindividuelle Vergleichbarkeit von diesbezüglichen Selbsteinschätzungen wurde verbessert, indem die einzelnen Stufen dieser Skala, die auch in der vorliegenden Studie zum Einsatz kommt, mit inhaltlichen Ankern versehen wurden; dadurch werden die einzelnen Stufen mit einer konkreten Bedeutung versehen.

Geht es um die Implementation instruktionaler Maßnahmen, sollte die Frage, inwieweit diese Maßnahmen besondere Anforderungen an Lernvoraussetzungen stellen, nicht ausgeklammert werden. Gerade bei den zunehmend "in Mode" kommenden komplexen Lernumgebungen ist die Befürchtung keinesfalls trivial, dass die Kompetenzen und motivationalen Orientierungen, die notwendig sind, um von diesen Lernumgebungen wirklich zu profitieren, bei der Mehrzahl der Lernenden nicht vorausgesetzt werden können (Stark, Gruber, Renkl & Mandl, 1997). Dieses Problem kann sich auch in einem universitären Kontext stellen.

Merkmale Lernender, die die Effektivität einer komplexen, beispielbasierten Lernumgebung beeinflussen können

Methodenspezifisches Vorwissen

Die Bedeutung von Vorwissen beim Lernen steht außer Frage und wurde in unterschiedlichen Kontexten immer wieder betont (Ausubel, 1968; Dochy, 1992; Duit, 1999; Weinert, 1989), selbst wenn sich dieser Einfluss aus verschiedenen, u.a. methodischen Gründen, nicht immer empirisch nachweisen lässt. Im Kontext beispielbasierten Lernens ist die Befundlage zum Einfluss des Vorwissens uneinheitlich (Stark, 1999). In der oben beschriebenen Feldstudie war methodenspezifisches Vorwissen eindeutig der wichtigste Lernerfolgsprädiktor (Stark & Mandl, 2001b). In der Studie von Renkl, Stark, Gruber und Mandl (1998) zum Lernen mit Lösungsbeispielen in der Ökonomie zeigte sich ein klassischer *ATI*-Effekt (*Aptitude Treatment Interaction*; Cronbach & Snow, 1977): Der Einfluss eines Elaborationstrainings auf den Lernerfolg wurde vom Vorwissen der Lernenden moderiert: es profitierten vor allem vorwissens-

schwächere Lernende von dieser instruktionalen Maßnahme. Ein ähnlicher Befund könnte sich auch in der vorliegenden Studie zeigen.

Motivationale und emotionale Aspekte.

Auch die Bedeutung *motivationaler* Aspekte für erfolgreiches Lernen ist unstrittig und vielfach empirisch belegt (Schiefele, 1996; Schiefele & Wild, 2000). Im Kontext beispielbasierten Lernens wurden motivationale Aspekte selten fokussiert; die Befundlage ist uneindeutig (Renkl, 1997b; Stark, 1999) und variiert stark in Abhängigkeit von den thematisierten Motivationsaspekten. Gerade im Kontext der Methodenausbildung, in dem bei der Mehrzahl der Lernenden bestenfalls eine an der Notwendigkeit des Scheinerwerbs orientierte extrinsische Motivation vorzuherrschen scheint (Stark & Mandl, 2000), ist die Berücksichtigung motivationaler Lernvoraussetzungen eine Notwendigkeit. In der Feldstudie von Stark und Mandl (2001b) erwies sich die intrinsische Motivation der Lernenden (neben dem Vorwissen) als ein wichtiger Lernerfolgsprediktor; vom methodenspezifischen Selbstkonzept war der Lernerfolg jedoch weitgehend unabhängig.

Neben motivationalen Aspekten sollten im vorliegenden Kontext auch *emotionale* Aspekte, insbesondere methodenbezogene Angst, als potenzielle Einflussgrößen untersucht werden. In einer Studie von Abel et al. (1999) gab fast die Hälfte der Studierenden an, vor Mathematik schon immer Angst gehabt zu haben. Knapp 40% der Studierenden bekundeten, vor empirischen Forschungsmethoden und Statistik Angst gehabt zu haben. "Horrorvorstellungen" über die Schwierigkeit des Stoffes und der Klausuren, die von Studierenden höherer Semester nicht selten verbreitet werden (Renkl, 1994), tragen ihren Teil dazu bei, dass Angst oder zumindest Unbehagen noch verstärkt werden. Angst vor der Methodenklausur korrelierte bei Gruber (1994) negativ mit dem Klausurerfolg. In der Feldstudie von Stark und Mandl (2001b) zeigte sich ebenfalls ein negativer Zusammenhang zwischen methodenbezogener Angst und Lernerfolg, der die Signifikanzgrenze jedoch knapp verfehlte.

Geht es um die Beurteilung von instruktionalen Maßnahmen, würde es zu kurz greifen, lediglich auf motivationale Lernvoraussetzungen zu fokussieren; es müssen auch *motivationale Effekte* in den Blick genommen werden.

Motivationale Effekte instruktionaler Maßnahmen

In Hinblick auf die Persistenz von Lernbemühungen ist es wichtig, dass Lernende nicht nur "objektive" Lernfortschritte machen, sondern diese Fortschritte auch als solche wahrnehmen. Sie sollten insgesamt zu einer eher positiven Einschätzung ihres eigenen Lernerfolgs gelangen (Stark, Gruber, Renkl & Mandl, 1998). Darüber hinaus ist es wünschenswert, dass Lernende zu einer möglichst positiven Beurteilung der Lernmethode bzw. der implementierten instruktionalen Maßnahmen kommen. Es ist anzunehmen, dass die *Akzeptanz der Lernmethode* nicht unabhängig ist vom *subjektiven Lernerfolg*. In der Feldstudie von Stark und Mandl (2001b) konnten motivationale Effekte der Lernumgebung nur aus qualitativen Daten erschlossen werden (vgl. Kapitel 9 in Stark, 2001), dennoch bildeten sie, wie oben deutlich wurde, eine wichtige Basis für Modifikationen. Umso wichtiger ist es, in der vorliegenden Studie abhängige Motivationsvariablen systematisch zu erheben.

Untersuchungsfragen

Um die Effektivität einer beispielbasierten Lernumgebung zum Erwerb anwendbaren Wissens auf dem Gebiet empirischer Forschungsmethoden zu untersuchen, wurde eine Laborstudie durchgeführt, bei der zwei instruktionalen Maßnahmen (Lücken im Beispieltext und Verständnisfragen) experimentell variiert wurden. Es wurden folgende Forschungsfragen thematisiert:

- 1) Inwieweit kommt es durch die Bearbeitung der Lernumgebung insgesamt, d.h. über alle Gruppen hinweg, zu einem Lernfortschritt?
- 2) Inwieweit wird der Erwerb anwendbaren Wissens gefördert durch Lücken im Beispieltext, durch Verständnisfragen und durch eine Kombination beider Maßnahmen?
- 3) Welchen Einfluss haben die beiden instruktionalen Maßnahmen auf die Lernzeit und die kognitive Belastung?
- 4) Welche Bedeutung kommt dem Vorwissen, der intrinsischen Motivation und dem Selbstkonzept der Lernenden sowie der methodenbezogenen Angst beim beispielbasierten Lernen zu?
- 5) Welchen Einfluss haben die beiden instruktionalen Maßnahmen auf den subjektiven Lernerfolg und die Akzeptanz der Lernmethode?

Methode

Stichprobe und Design

An der Untersuchung nahmen 60 Studierende der Pädagogik teil, von denen 52 weiblich waren. 35 Probanden waren im ersten, sieben im zweiten Semester. Bei den restlichen 18 Teilnehmern variierte die Semesterzahl zwischen drei und acht. Alle Probanden hatten mindestens den ersten Teil der zweisemestrigen Methodenausbildung absolviert. Die Lernenden waren im Mittel ca. 24 Jahre alt. Auf der Basis eines 2x2-faktoriellen experimentellen Designs (Faktor 1: keine Lücken vs. Lücken; Faktor 2: keine Verständnisfragen vs. Verständnisfragen) wurden die Probanden zufällig einer der vier Lernbedingungen zugewiesen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über das Untersuchungsdesign.

		<i>Faktor 2</i>	
		Keine Verständnisfragen	Verständnisfragen
<i>Faktor 1</i>	Keine Lücken	<i>N</i> = 15	<i>N</i> = 15
	Lücken	<i>N</i> = 15	<i>N</i> = 15

Lernumgebung

Als Lernumgebung diente das modifizierte *erste Lösungsbeispiel* aus der Feldstudie von Stark und Mandl (2001b). Dieses Beispiel beginnt mit einem authentischen Forschungsproblem, bei dem ein computerbasiertes Lernprogramm für den Biologieunterricht an Gymnasien von einem Pädagogen evaluiert werden muss. Anhang A veranschaulicht die formale Struktur des ersten Lösungsbeispiels.

Das Lösungsbeispiel umfasst einen großen Teil der in der zweisemestrigen Methodenvorlesung vermittelten Inhalte. Den Schwerpunkt bilden Inhalte aus der ersten Vorlesung, v. a. Grundbegriffe empirischer Forschung (z.B. Untersuchungs- und Hypothesenarten, interne und externe Validität). Darüber hinaus werden Konzepte aus der zweiten Vorlesung (v. a. der Signifikanzbegriff, Effektgrößen) behandelt und einfache inferenzstatistische Verfahren (z.B. *t*-Test für unabhängige und abhängige Stichproben) eingeführt. Die Befunde werden mit originalen SPSS-Tabellen veranschaulicht. Die Lernzeit wird automatisch registriert.

Instruktionale Maßnahmen

Lücken. Die Hälfte der Probanden bearbeitete ein unvollständiges Lösungsbeispiel, in das neun Lücken integriert waren. Die Lernenden hatten Lösungen in ein dafür vorgesehenes Feld einzutippen und durch Anklicken eines speziellen Buttons "abzuschicken". Daraufhin wurde ein neues Fenster eingeblendet, das die Lösung der Lernenden und die Musterlösung enthielt; die Lernenden wurden aufgefordert, beide Lösungen miteinander zu vergleichen.

Das vollständige Lösungsbeispiel unterschied sich vom unvollständigen nur dadurch, dass der Beispieltext *keine* Lücken aufwies; die Musterlösungen des unvollständigen Beispiels waren somit Teil des Beispieltexts.

Verständnisfragen. Bei der Hälfte der Teilnehmer erschienen an 12 verschiedenen Stellen des Lösungsbeispiels Verständnisfragen zum Inhalt (z.B.: Welche Vorteile hat es, die abhängige Variable hier auf Intervallskalenniveau zu erfassen?). Die Lernenden hatten unter vier Alternativen die richtige(n) anzukreuzen und "abzuschicken". Im anschließend erscheinenden Fenster wurde die richtige Lösung farblich hervorgehoben und eine Begründung für die richtige Lösung gegeben (elaboriertes Feedback). Die beiden "Fragen-Bedingungen" unterschieden sich nur durch die zusätzlichen Fragen von den beiden Bedingungen ohne Fragen.

Versuchsablauf

Die Untersuchung fand in Einzelsitzungen statt, die zwischen drei und vier Stunden dauerten. Die Probanden bearbeiteten zunächst einen Vorwissenstest; anschließend wurden Ratingskalen zur intrinsischen Motivation, zum methodenspezifischen Selbstkonzept und zur methodenbezogenen Angst vorgelegt. Danach war das Lösungsbeispiel am Computer zu bearbeiten; hierbei mussten die Teilnehmer wiederholt ihre kognitive Überlastung einschätzen. Als obere Zeitgrenze für die Beispielbearbeitung wurden 240 Minuten angesetzt.

Nach einer Pause beantworteten die Lernenden einen biographischen Fragebogen sowie Ratingskalen zum subjektiven Lernerfolg und zur Akzeptanz der Lernmethode. Den Abschluss der Sitzung bildete ein Nachtest, mit dem der Lernerfolg erfasst wurde.

Tests

Vortest. Der Test zur Erfassung methodenspezifischen Vorwissens setzte sich aus sieben problemorientierten Aufgabenstellungen zusammen (Cronbachs Alpha = .66; theoretisches Maximum: 30 Punkte). Die Aufgaben bezogen sich ausschließlich auf Inhalte aus der ersten Methodenvorlesung. Vergleichbare Aufgaben werden auch in den regulären Methodenklausuren eingesetzt. Anhang B zeigt ein Aufgabenbeispiel aus dem Vortest.

Nachtest. Der Nachtest zur Erfassung anwendbaren Wissens, über den der Lernerfolg operationalisiert wurde, setzte sich aus neun problemorientierten Aufgaben zusammen (Cronbachs Alpha = .76), die Inhalte aus *beiden* Methodenvorlesungen abdeckten. Es konnten maximal 45 Punkte erzielt werden. Vier Aufgaben wurden aus dem Vorwissenstest übernommen. Diese Schnittmenge aus Vor- und Nachtest (theoretisches Maximum: 14 Punkte) diente der Erfassung des *Lernfortschritts*. Anhang C stellt eine Aufgabe aus dem Nachtest dar.

Ratingskalen

Sämtliche Ratingskalen waren sechsfach gestuft und wurden in identischer oder leicht abgewandelter Form bereits in früheren Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe wiederholt eingesetzt (vgl. Stark, 2001).

Intrinsische Motivation in Hinblick auf die Auseinandersetzung mit empirischen Forschungsmethoden wurde mit einer sechs Items umfassenden Skala erhoben (z.B. "Es macht mir Spaß, Konzepte und Prinzipien der empirischen Forschungsmethoden anzuwenden"). Die Reliabilität der Skala betrug .92 (Cronbachs Alpha).

Das methodenspezifische Selbstkonzept wurde mit fünf Items (Cronbachs Alpha = .81) erfasst, die persönliche Stärken und Schwächen in der Beherrschung empirischer Forschungsmethoden thematisieren (z.B. "Die korrekte Interpretation statistischer Auswertungen fällt mir schwer").

Zur Erfassung *methodenbezogener Angst* (synonym: Methodenangst) wurden acht Items verwendet (Cronbachs Alpha = .79), die sich auf die allgemeine Befindlichkeit, physiologische Reaktionen sowie kognitive Angstkomponenten beziehen (z.B. "Wenn ich versuche, methodenbezogene Inhalte zu verstehen, mache ich mir Sorgen, ob ich es schaffe").

Das Ausmaß der *subjektiven kognitiven Überlastung* wurde als Prozessmaß während der Lernphase erfasst. Hierbei wurde eine sechsstufige Skala eingesetzt, auf der die Lernenden zu Beginn der Beispielbearbeitung, in der Mitte und gegen Ende jeweils das Ausmaß ihres Überlastungs-Erlebens einzuschätzen hatten. Die Skala wurde automatisch eingeblendet und verschwand

wieder, wenn die Probanden ihre Einschätzung durch "Anklicken" der entsprechenden Ausprägung abgegeben hatten. Die einzelnen Ausprägungen waren wie bereits erwähnt mit verbalen "Ankern" versehen. Das Ankreuzen der "1" bedeutete z.B.: "Ich fühlte mich überhaupt nicht überlastet und hätte mich nebenbei ohne Probleme noch mit anderen Aufgaben auseinandersetzen können". Die drei "Überlastungs-Skalen" wurden für die vorliegende Studie aggregiert (Cronbachs Alpha = .76).

Der *subjektive Lernerfolg* wurde mit sieben Items (Cronbachs Alpha = .75) erhoben, die verschiedene Aspekte der kompetenten Anwendung empirischer Forschungsmethoden thematisieren (z.B. "Ich habe verstanden, mit welchen statistischen Verfahren ich eine bestimmte Frage beantworten kann").

Die Skala zur Operationalisierung der *Akzeptanz der Lernmethode* setzte sich aus sechs Items zusammen (Cronbachs Alpha = .71), die sich auf Urteile über die Lernmethode und deren Einsatz in der Methodenausbildung beziehen (z.B. "Das Lösungsbeispiel war beim Lernen hilfreich").

Ergebnisse

Sicherung der internen Validität

Vorab wurde überprüft, inwieweit die den vier Bedingungen zugewiesenen Probanden in Hinblick auf potenzielle Lernvoraussetzungen vergleichbar sind. In Hinblick auf methodenspezifisches Vorwissen ($F(3,54) < 1$), intrinsische Motivation ($F(3,54) = 2.0$, *n.s.*), methodenspezifisches Selbstkonzept ($F(3,54) = 1.6$, *n.s.*) und Methodenangst ($F(3,54) = 1.5$, *n.s.*) unterschieden sich die vier Gruppen nicht bedeutsam. Die Randomisierung war somit erfolgreich.

Lernfortschritt durch die Bearbeitung des Lösungsbeispiels

In der Schnittmenge der Aufgaben, die im Vortest und im Nachtest identisch waren, erzielten die Lernenden im Vortest 7.4 Punkte (SD = 3.2); der Median lag bei 7.5, der Modus bei 6.0. Im Nachtest erreichten die Lernenden 10.9 Punkte (SD = 1.9); hier lag der Median bei 11.0, der Modus bei 13.0 Punkten. Der Unterschied zwischen Vortest- und Nachtestleistung war signifikant und substanziell ($t(59) = 9.6$, $p < .01$). Die Leistungen im Nachtest erwiesen sich zudem als deutlich homogener.

Somit konnte nachgewiesen werden, dass die Bearbeitung des Lösungsbeispiels insgesamt, d.h. über alle Bedingungen hinweg, zu einem deutlichen Lernfortschritt führte.

Einfluss der instruktionalen Maßnahmen auf den Wissenserwerb

Tabelle 2 lässt erkennen, dass Studierende, die in der Lernphase Lücken und Verständnisfragen zu bearbeiten hatten, im Nachtest am besten abschnitten; die niedrigste Nachtestleistung wurde von Studierenden erzielt, die nur Lücken zu bearbeiten hatten. Es lag weder ein Boden- noch ein Deckeneffekt vor (theoretisches Maximum des Nachtests: 45.0).

Tabelle 2: Lernerfolg, Lernzeit (in Minuten) und kognitive Überlastung (Mittelwerte und Standardabweichungen).

	Lernerfolg M (SD)	Lernzeit M (SD)	kogn. Überlastung M (SD)
Ohne Lücken/ ohne Fragen	24.5 (7.4)	97.7 (35.7)	3.6 (1.0)
Mit Lücken/ ohne Fragen	23.4 (8.0)	130.3 (41.6)	3.4 (0.7)
Ohne Lücken/ mit Fragen	24.6 (6.9)	117.9 (30.7)	3.4 (0.8)
Mit Lücken/ mit Fragen	26.6 (9.1)	136.8 (35.6)	3.3 (0.8)

Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren jedoch nur marginal; weder die beiden Haupteffekte noch der Interaktionseffekt erreichten die Signifikanzgrenze (alle Effekte: $F(1,56) < 1$).

Somit kann festgehalten werden, dass der Erwerb anwendbaren Wissens durch die beiden instruktionalen Maßnahmen nicht gefördert wurde.

Einfluss der instruktionalen Maßnahmen auf Lernzeit und kognitive Belastung

Tabelle 2 zeigt, dass sich Lernende in der Bedingung "mit Lücken/mit Fragen" am längsten mit dem Lösungsbeispiel auseinander setzten; am kürzesten war die Lernzeit bei Studierenden, die weder Lücken zu ergänzen noch Fragen zu beantworten hatten. Inferenzstatistisch konnte ein Haupteffekt *Lücken* nachgewiesen werden ($F(1,56) = 7.6$, $p < .01$); der Effekt war groß. Der Haupteffekt *Fragen* verfehlte die Signifikanzgrenze ($F(1,56) = 2.1$, *n.s.*), auch die Wechselwirkung war nicht statistisch bedeutsam ($F(1,56) < 1$).

Das Ausmaß an kognitiver Überlastung variierte demgegenüber in Abhängigkeit von der Lernbedingung nur marginal (siehe Tabelle 2). Die beiden Haupteffekte und die Interaktion waren nicht signifikant (alle Effekte: $F(1,55^1) < 1$).

Somit kann festgehalten werden, dass die Vorgabe unvollständiger Beispielinformation zu einer deutlichen Verlängerung der Lernzeit führte, wohingegen die Verständnisfragen die Lernzeit nur unerheblich beeinflussten. Ein Einfluss auf die kognitive Belastung ließ sich für keine der beiden instruktionalen Maßnahmen nachweisen.

Bedeutung potenzieller Lernvoraussetzungen beim beispielbasierten Lernen

Um die Bedeutung von Vorwissen, intrinsischer Motivation, Selbstkonzept und methodenbezogener Angst zu analysieren, wurde für jede Variable ein allgemeines lineares Modell spezifiziert, in das als weitere Prädiktoren die beiden instruktionalen Maßnahmen und alle Interaktionen aufgenommen wurden.²

Es zeigte sich ein signifikanter und sehr starker *Vorwissenseffekt* ($F(1,52) = 46.9$, $p < .01$); dieser Effekt wurde von den beiden instruktionalen Maßnahmen nicht beeinflusst. In Bezug auf *intrinsische Motivation* ergab sich ein analoger Befund ($F(1,51) = 5.7$, $p < .05$), der Haupteffekt war hier jedoch deutlich schwächer.

In Hinblick auf das *methodenspezifische Selbstkonzept* trat ein komplexeres Befundmuster auf: der Einfluss des Selbstkonzepts auf den Lernerfolg wurde von *beiden* instruktionalen Maßnahmen moderiert, was sich in Form einer signifikanten Dreifach-Interaktion manifestierte ($F(1,51) = 4.3$, $p < .05$).

Wie Abbildung 1 deutlich macht, ging ein hohes Selbstkonzept nur in der Bedingung "mit Lücken/mit Fragen" systematisch mit hohem Lernerfolg einher ($Beta = .67$, $p < .01$). In der Bedingung "mit Lücken/ohne Fragen" zeigte sich eine negative Beziehung zwischen Selbstkonzept und Lernerfolg ($Beta = -.30$, *n.s.*), die jedoch die Signifikanzgrenze verfehlte. In den beiden anderen Bedingungen waren beide Variablen nahezu unabhängig voneinander (Bedingung "ohne Lücken/ohne Fragen": $Beta = .14$, *n.s.*; "ohne Lücken/mit Fragen": $Beta = .04$, *n.s.*).

¹ Kleine Schwankungen in den Freiheitsgraden sind darauf zurückzuführen, dass nicht immer alle Probanden vollständige Angaben machten.

² Um die Lesbarkeit zu erleichtern, werden bei diesen Auswertungen nur die signifikanten Effekte formal angegeben.

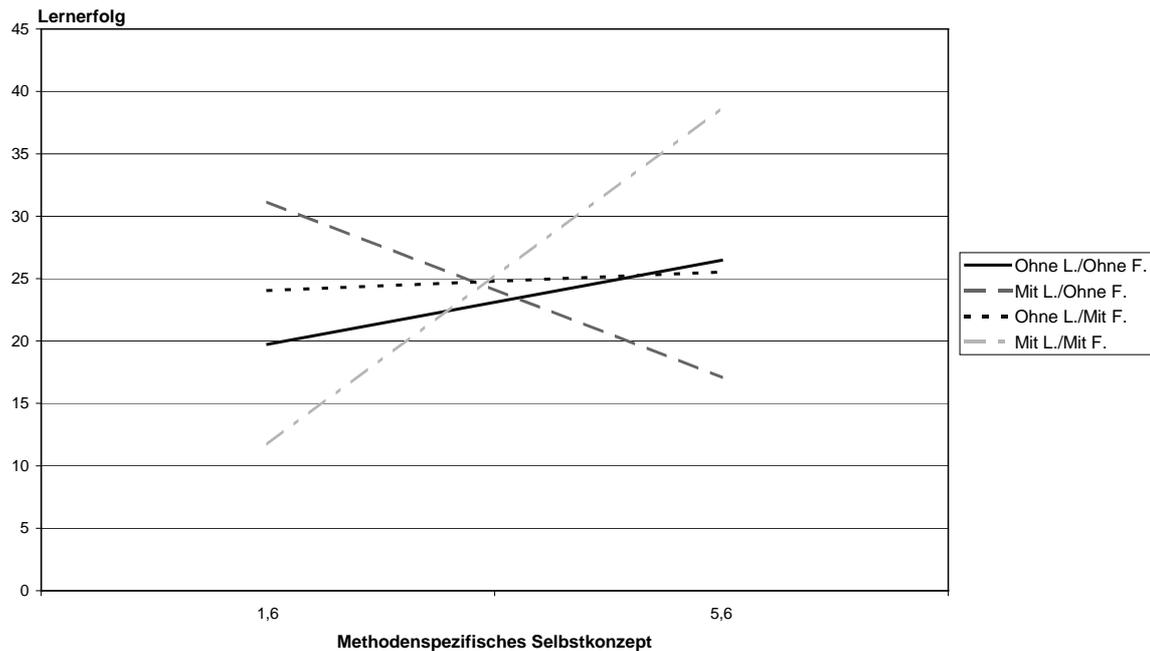


Abbildung 1: Regression von Lernerfolg auf methodenspezifisches Selbstkonzept in Abhängigkeit von der Lernbedingung.

Anmerkung: L. steht für Lücken, F. für Fragen.

Der Einfluss von *methodenbezogener Angst* auf den Lernerfolg wurde ebenfalls von beiden instruktionalen Maßnahmen moderiert ($F(1,51) = 4.1, p < .05$).

Abbildung 2 macht deutlich, dass in der Bedingung "mit Lücken/mit Fragen" stärker ausgeprägte Angst systematisch mit niedrigerem Lernerfolg einherging ($Beta = -.65, p < .01$). In abgeschwächter Form gilt dies auch für die Bedingung "ohne Lücken/ohne Fragen" ($Beta = -.21, n.s.$). In der Bedingung "ohne Lücken/mit Fragen" zeigte sich demgegenüber eine schwach positive Beziehung ($Beta = .22, n.s.$), in der Bedingung "mit Lücken/ohne Fragen" waren beide Variablen nahezu unabhängig voneinander ($Beta = .01, n.s.$).

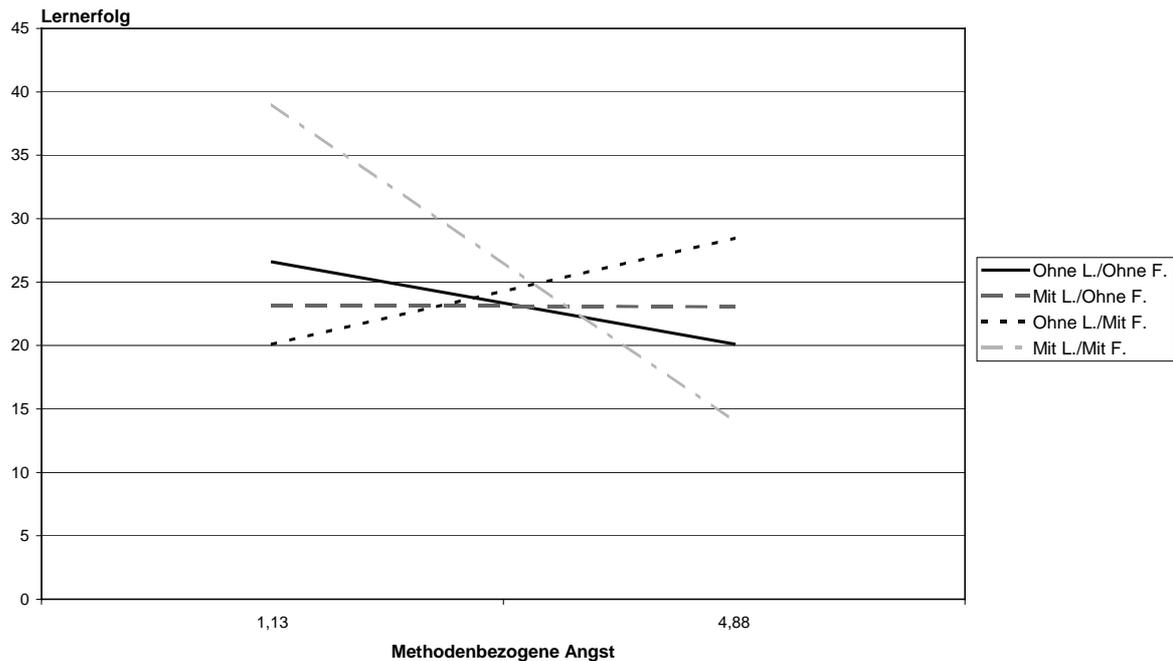


Abbildung 2: Regression von Lernerfolg auf methodenbezogene Angst in Abhängigkeit von der Lernbedingung.

Anmerkung: L. steht für Lücken, F. für Fragen.

Bei der Methodenangst war zusätzlich die Interaktion mit dem Faktor *Lücken* bedeutsam ($F(1,51) = 4.1, p < .05$). Wie obige Analyse der Dreifach-Interaktion deutlich macht, muss die moderierende Funktion der Lücken ($Beta = -.40, p < .05$) weiter differenziert werden: sie hängt davon ab, ob zusätzlich Fragen vorgegeben wurden oder nicht.

Die Befunde zur Bedeutung potenzieller Lernvoraussetzungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Es zeigte sich ein starker Vorwissenseffekt und ein Effekt der intrinsischen Motivation: höheres Vorwissen und stärkere intrinsische Motivation gingen jeweils mit höherem Lernerfolg einher, und zwar *unabhängig* von der Lernbedingung.

Der Einfluss des methodenspezifischen Selbstkonzepts und der methodenbezogenen Angst wurde demgegenüber durch *beide* instruktionalen Maßnahmen moderiert: wenn in das Lösungsbeispiel sowohl Lücken als auch Verständnisfragen integriert waren, gingen sowohl niedrigeres Selbstkonzept als auch stärker ausgeprägte Angst mit niedrigerem Lernerfolg einher. In den anderen drei Lernbedingungen spielten beide Merkmale lediglich eine untergeordnete Rolle. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Interaktionseffekte nicht viel Varianz aufklärten, d.h. die entsprechenden Effekte waren eher klein.

*Einfluss der beiden instruktionalen Maßnahmen auf den subjektiven Lernerfolg
und die Akzeptanz der Lernmethode*

Tabelle 3 lässt erkennen, dass sich die Studierenden bezüglich ihres Lernerfolgs sehr ähnlich und – vor dem Hintergrund des theoretischen Maximums von 6.0 – eher positiv einschätzten. Die beiden Haupteffekte und die Interaktion waren nicht signifikant (alle Effekte: $F(1,56) < 1$).

Tabelle 3: Subjektiver Lernerfolg und Akzeptanz der Lernmethode (Mittelwerte und Standardabweichungen).

	Subjektiver Lernerfolg M (SD)	Akzeptanz M (SD)
Ohne Lücken/ ohne Fragen	4.3 (0.5)	4.5 (0.5)
Mit Lücken/ ohne Fragen	4.3 (0.6)	4.7 (0.6)
Ohne Lücken/ mit Fragen	4.2 (0.5)	4.7 (0.5)
Mit Lücken/ mit Fragen	4.2 (0.5)	4.5 (0.8)

Auch die Akzeptanz der Lernmethode variierte nur marginal in Abhängigkeit von der Lernbedingung (siehe Tabelle 3); die Akzeptanz-Mittelwerte waren durchweg hoch. Weder die beiden Haupteffekte ($F(1,56) < 1$) noch die Wechselwirkung $F(1,56) = 1.4$, *n.s.*) waren signifikant. Der subjektive Lernerfolg korrelierte bedeutsam mit der Akzeptanz ($r = .48$; $p < .01$).

Die instruktionalen Maßnahmen hatten somit keinen nachweisbaren Einfluss auf den subjektiven Lernerfolg und die Akzeptanz der Lernmethode.

Diskussion

Lernfortschritt durch die Bearbeitung des Lösungsbeispiels

Die Auseinandersetzung mit dem Lösungsbeispiel hat sich für die Lernenden gelohnt: für jede der vier Gruppen lässt sich ein deutlicher Lernfortschritt nachweisen. In Übereinstimmung mit einer Vielzahl von Befunden zum beispielbasierten Lernen hat sich das komplexe Lösungsbeispiel als effektives und vor allem höchst effizientes "Lern-Werkzeug" erwiesen. Nach der Auseinandersetzung mit dem Lösungsbeispiel waren die Probanden in der Lage, Aufgaben zu bewältigen, die ihnen vorher eindeutig zu schwierig waren, obwohl diese Inhalte bereits in der Methodenvorlesung thematisiert worden waren. Das Lernen mit dem komplexen Lösungsbeispiel scheint demnach bestens geeignet zu sein, bereits Vergessenes wieder aufzufrischen, Wissenslücken zu schließen und Verständnisprobleme zu überwinden – und zwar unabhängig von den zusätzlich integrierten instruktionalen Maßnahmen.

Einfluss der instruktionalen Maßnahmen auf Lernerfolg, Lernzeit, kognitive Überlastung und Motivation

Wider Erwarten wurde der Erwerb anwendbaren Wissens in der vorliegenden Studie weder durch die Vorgabe unvollständiger Beispielinformation noch durch integrierte Verständnisfragen und auch nicht durch die Kombination beider Maßnahmen gefördert. Die eindeutigen Vorteile, die auf dem Gebiet der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Präsentation unvollständiger Lösungsbeispiele nachgewiesen werden konnten (Stark, 1999), wurden somit nicht repliziert. Die kognitive Belastung wurde durch die Lücken nicht gesteigert, auch auf den subjektiven Lernerfolg und die Akzeptanz beispielbasierten Lernens hatten die Lücken keinen Einfluss. Lediglich die Lernzeit wuchs deutlich an.

Bei einer *post hoc* stichprobenartig vorgenommenen Inspektion der von den Lernenden eingetippten Ergänzungen wurde deutlich, dass sich viele Probanden keine große Mühe mit den Ergänzungen gegeben hatten: gerade bei den komplexeren Ergänzungen, die sicher am lernwirksamsten sind, wirkten viele Aussagen wenig durchdacht und hastig hingeschrieben. Zwar machte sich das "Ökonomie-Prinzip" nicht ganz so stark bemerkbar wie in der Feldstudie von Stark und Mandl (2001b), wo es das Vorgehen der meisten Studierenden zu dominieren schien. Dennoch liegt die Annahme nahe, dass das Potenzial dieser einfach zu implementierenden instruktionalen Maßnahme auch in der vorliegenden Studie bei Weitem nicht ausgeschöpft wurde.

Leider liegt in Bezug auf die in das Lösungsbeispiel integrierten Verständnisfragen, die mit elaboriertem Feedback kombiniert waren, derselbe "Verdacht" nahe: auch diese Maßnahme hatte wider Erwarten keinen nachweisbaren Einfluss auf den Wissenserwerb; auf die kognitive Belastung der Lernenden und auf die beiden Motivationsaspekte wirkten sich die Fragen ebenfalls nicht aus. Spätestens die Tatsache, dass sich auch die Lernzeit durch die Verständnisfragen kaum veränderte, macht "hellhörig": die Lernenden müssen es mit der Bearbeitung der Fragen sehr eilig gehabt haben, auch mit dem Studieren des elaborierten Feedbacks können sie es nicht so genau genommen haben.

Wie sich *post hoc* anhand der Online-Files rekonstruieren ließ, wurden bei Wietem nicht alle Fragen auf Anhieb richtig beantwortet. Obwohl die Fragen bewusst einfach gehalten waren, kann von einer Unterforderung oder gar daraus resultierender Langeweile keine Rede sein (ein solcher Effekt hätte sich wahrscheinlich auch in den Akzeptanzdaten niedergeschlagen).

Wie lässt sich das offensichtlich suboptimale Lernverhalten der Studierenden erklären? Oben war bereits von einem "Ökonomie-Prinzip" die Rede, das zumindest in der Feldstudie wirksam wurde. Im vorliegenden Kontext greift diese Erklärung jedoch zu kurz. Gemäß dem Prinzip "in dubio pro reo" muss zunächst konstatiert werden, dass die kognitive Überlastung der Lernenden bereits in der "reinen" Beispielbedingung recht hoch war. Immerhin kreuzten nicht wenige Lernende auf der Überlastungs-Skala eine hohe Belastungsstufe an, die mit folgendem verbalen Anker versehen war: "Ich fühlte mich öfters überlastet. Immer wieder kam es vor, dass ich den Überblick verlor und ich nicht mehr wusste, wo mir der Kopf stand: die Fülle an Information hat mich oft verwirrt". Somit liegt es nahe, dass sich zumindest einige Lernende vor kognitiver Überlastung dadurch "schützten", dass sie die "dual tasks" mehr oder weniger ausblendeten und sich auf das konzentrierten, was sie als das Wesentliche erachteten: nämlich auf den Beispieltext und die instruktionalen Erklärungen. Auf diese Weise vernachlässigt, konnten die instruktional gut gemeinten Maßnahmen zwar ihre beabsichtigte Wirkung nicht entfalten – sie konnten aber auch nicht schaden, weder in kognitiver noch in motivationaler Hinsicht, was durch die Befunde zur kognitiven Überlastung, zum Lernerfolg und die auffällig positiven Akzeptanzdaten belegt wird. In einer komplexen Lernumgebung ist dies keinesfalls trivial; in verschiedenen Studien unserer Arbeitsgruppe konnten immer wieder "unerwünschte Nebenwirkungen" einzelner instruktionaler Maßnahmen nachgewiesen werden (vgl. Renkl et al., 1998; Stark, Gruber & Mandl, 1998; Stark et al., 1998).

Andererseits muss festgestellt werden, dass die Studierenden die ihnen zur Verfügung gestellte Lernzeit von vier Stunden nicht nutzen, im Durchschnitt wurde die Lernphase bereits nach zwei Stunden beendet! Die insgesamt hohe kognitive Überlastung dürfte nicht zuletzt auf die unnötige Eile zurückzuführen sein, mit der die Lernenden das komplexe Lösungsbeispiel bearbeiteten.

Selbst wenn die Studierenden die maximale Lernzeit ausgeschöpft hätten: es darf nicht vergessen werden, dass das komplexe Lösungsbeispiel für den vorlesungsbegleitenden Einsatz im Rahmen der regulären Methodenausbildung konzipiert wurde. Unter "realen" Lernbedingungen haben die Studierenden für das Lösungsbeispiel mehrere Wochen Zeit und können sich beliebig oft damit auseinandersetzen, was angesichts der Komplexität des Lösungsbeispiels auch notwendig erscheint. In der vorliegenden Studie arbeiteten die Studierenden somit unter deutlich erschwerten Bedingungen – und waren dennoch beim Lernen erfolgreich!

Es ist zudem darauf hinzuweisen, dass das Lösungsbeispiel auch *ohne* die beiden instruktionalen Maßnahmen reichhaltige Lernerfahrungen möglich macht, etwa durch die instruktionalen Erklärungen, die in definitorischer und vertiefender Form zugänglich sind. Der Spielraum für zusätzliche Effekte instruktionaler Maßnahmen dürfte deshalb insbesondere unter den *constraints* eines Laborexperiments eher gering sein. Dass das Lösungsbeispiel ohne die sonst übliche und nicht selten "radikale" Komplexitätsreduktion unter experimentellen Bedingungen untersucht wurde, ist ein bewusstes Zugeständnis an die ökologische Validität.

Einflussfaktoren beim beispielbasierten Lernen

Die Analyse potenzieller Einflussfaktoren war ertragreich. Es konnte zum einen – unabhängig von der Lernbedingung – ein sehr starker Vorwissenseffekt und auch ein deutlicher Motivationseffekt festgestellt werden: Wer mehr Vorwissen hatte und wer stärker intrinsisch motiviert war, profitierte in höherem Maße von der Auseinandersetzung mit dem Lösungsbeispiel. Auch wenn diese Befunde konform sind mit dem, was alle – Forscher, Praktiker und Lernende – schon immer wussten, ist der empirische Nachweis derartiger Effekte, gerade bei Verwendung studentischer Stichproben und unter experimentellen Bedingungen, keinesfalls trivial.

Noch weniger gilt dies für die nachgewiesenen Moderatoreffekte: Ein niedriges methodenspezifisches Selbstkonzept scheint demnach – ebenso wie stärker ausgeprägte Methodenangst – vor allem dann problematisch zu sein, wenn das Lösungsbeispiel in instruktional besonders "angereicherter" Form zu bearbeiten ist: nämlich mit Lücken *und* Verständnisfragen. Gerade in dieser komplexen

Bedingung, für die es gute didaktische Gründe gibt, scheinen niedriges Selbstkonzept und stärker ausgeprägte Angst mit dem Wissenserwerb zu interferieren. Die Bedingung "mit Lücken/mit Fragen" ist somit nicht nur in kognitiver Hinsicht die anspruchsvollste – sie scheint auch in Hinblick auf motivationale und emotionale Lernvoraussetzungen die höchsten "Ansprüche" zu stellen und geht damit von Bedingungen aus, die gerade im Kontext der Methodenausbildung keinesfalls selbstverständlich sind (Stark & Mandl, 2000).

Konsequenzen für die weitere Forschung und die instruktionale Praxis

Wie in vielen experimentellen Untersuchungen konnte eine Follow-up-Erfassung des Lernerfolgs aus pragmatischen Gründen nicht realisiert werden. Dieser Mangel kann durch Heranziehung weiterer Leistungsdaten der Studierenden (Klausurnoten, Noten in einer empirischen Forschungsarbeit) zwar nicht kompensiert werden; zumindest eine heuristische Funktion könnte derartigen Analysen jedoch zukommen.

Zumindest unter experimentellen Bedingungen wurden beide instruktionalen Maßnahmen durch mangelnde Wirksamkeit "diskreditiert". Zudem scheint gerade die Kombination von Lücken und Verständnisfragen vor allem für eine Subgruppe von Lernenden geeignet zu sein: für Studierende mit höherem methodenspezifischen Selbstkonzept und schwächer ausgeprägter Methodenangst. Dennoch wäre es voreilig, von einer Implementation beider Maßnahmen *grundsätzlich* abzusehen. Immerhin taten die beiden instruktionalen Maßnahmen, selbst wenn sie kombiniert wurden, der Akzeptanz der Lernmethode keinen Abbruch; auch der subjektive Lernerfolg wurde von der dadurch verursachten Komplexitätssteigerung offenbar nicht negativ beeinflusst.

Die Frage, inwieweit sowohl die mangelnde Wirksamkeit beider Maßnahmen als auch das Ausbleiben "unerwünschter Nebenwirkungen" auf das suboptimale Lernverhalten der Teilnehmer zurückzuführen ist, kann auf der Basis der vorliegenden Daten nicht beantwortet werden. Die hier gewonnenen Befunde bedürfen der *Replikation*, und zwar nicht nur unter labor-experimentellen, sondern auch unter ökologisch validen Feldbedingungen!

Bereits auf der Basis der vorliegenden Daten lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass die Lernumgebung von einer gezielten Erhöhung ihrer *Adaptivität* profitieren würde. Wirklich optional konzipiert waren im hier eingesetzten Lösungsbeispiel nur die instruktionalen Erklärungen; alle anderen Varianten von "Adaptivität" wurden von den Lernenden spontan "konstruiert": indem sie mehr oder weniger die Instruktion unterliefen. Diese suboptimale "Adaptivität" ist bei jeder Lernumgebung prinzipiell gegeben. Um Reaktanzeffekte zu vermeiden, zu denen es vor allem unter Feldbedingungen kommen könnte, sollte die

Anreicherung des Lösungsbeispiels mit weiteren instruktionalen Maßnahmen flexibler gestaltet werden, z.B. indem die Lernenden bei jeder Sitzung wählen können, mit welcher Version sie arbeiten wollen.

Die Effektivität eines solchen Vorgehens steht und fällt natürlich mit den *meta-kognitiven Kompetenzen* der Lernenden und deren Anstrengungsbereitschaft. Auch Einstellungen der Lernenden gegenüber der Methodenausbildung könnten hierbei wirksam werden. Bevor der Adaptivitätsfrage weiter nachgegangen wird, sollte deshalb überprüft werden, inwieweit sich Untergruppen von Studierenden identifizieren lassen, die sich in verschiedenen potenziell relevanten *Eingangsvoraussetzungen* unterscheiden. In einem weiteren Schritt wäre dann zu analysieren, inwieweit sich diese Untergruppen im Lernverhalten sowie im Lernerfolg und auch in Hinblick auf motivationale Konsequenzen unterscheiden.

Entscheidend ist jedoch: ob "pur" oder "angereichert", das Lösungsbeispiel hat sich bereits in der vorliegenden Version bewährt, und das unter eindeutig erschwerten Bedingungen. Es gibt deshalb gute Gründe für den Einsatz der beispielbasierten Lernumgebung im Rahmen der universitären Ausbildung in empirischen Forschungsmethoden und Statistik.

Literatur

- Abel, J., Bühner, M., Plaßmeier, N. & Püttmann, C. (1999). *Befragung von Studierenden der Pädagogik im Hauptfach in den drei parallelen Lehrveranstaltungen zur Einführung in die empirisch statistischen Methoden pädagogischer Forschung an der Westfälischen Wilhelms Universität zu Münster* (Unveröffentlichtes Manuskript). Konstanz: Universität Konstanz, Fachbereich Geschichte, Soziologie und Erziehungswissenschaft.
- Ausubel, D.P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Brophy, J. E. & Good, T. L. (1986). Teacher behavior and student achievement. In M. C. Wittrock (Eds.), *Handbook of research on teaching*. (3. ed., pp. 328-375). New York: Macmillan.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1992). The Jasper series as an example of anchored instruction: Theory, program description, and assessment data. *Educational Psychologist*, 27, 291–315.
- Cohen, J. (1990). Things I have learned (so far). *American Psychologist*, 45, 1304-1312.
- Cohen, J. (1994). The earth is round ($p < .05$). *American Psychologist*, 49, 997-1003.
- Cronbach, L. J. & Snow, R. E. (1977). *Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions*. New York: Irvington.
- Dochy, F. J. R. C. (1992). *Assessment of prior knowledge as a determinant for future learning. The use of prior knowledge state tests and knowledge profiles*. Utrecht: Uitgeverij Lemma B. V.
- Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in science education. In W. Schnotz, S. Vosniadou & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (pp. 263-282). Amsterdam: Pergamon.
- Gopher, D. & Braune, R. (1984). On the psychophysics of workload: Why bother with subjective measures? *Human Factors*, 26, 519-532.
- Gräsel, C. & Mandl, H. (1999). *Problemorientiertes Lernen in der Methodenausbildung des Pädagogikstudiums* (Forschungsbericht Nr. 111). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Gruber, H. (1994). Klausurangst, subjektive Verstehenseinschätzung und Prüfungsleistung von Pädagogikstudenten in der Methodenausbildung. In R. Olechowski & B. Rollett (Hrsg.), *Theorie und Praxis. Aspekte empirisch-pädagogischer Forschung – quantitative und qualitative Methoden* (S. 184-189). Frankfurt am Main: Lang.

- Gruber, H., Balk, M., Dreyer, A., Kaiser, U., Schätz, U., Stumpf, L. & Völkman, U. (1995). *"Mein Leben mit dem Methodenkurs" – Analyse von StudentInnenwünschen und Möglichkeiten zu deren Umsetzung* (Forschungsbericht Nr. 62). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Haller, H. (1999). *Was bedeutet Signifikanz? – eine empirische Semesterarbeit* (Unveröffentlichte Semesterarbeit). Berlin: MPI für Bildungsforschung.
- Jacobs, B. (2001). Aufgaben stellen und Feedback geben. Verfügbar unter: <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/wwwartikel/feedback/index.htm> [5.9.2001].
- Kettler, M. (1998). *Der Symbolschock. Ein zentrales Lernproblem im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Frankfurt am Main: Lang.
- King, A. (1994). Guided knowledge construction in the classroom: Effects of teaching children how to question and how to explain. *American Educational Research Journal*, 31, 338-368.
- Kulhavy, R. W., White, M. T., Topp, D. W., Chan, A. L. & Adams, J. (1985). Feedback complexity and corrective efficiency. *Contemporary Educational Psychology*, 10, 285-291.
- Lerche, T. (1999). *Konzeption und Durchführung eines virtuellen Tutoriums für den Methodenkurs*. Unveröffentlichte Magisterarbeit, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Meehl, P. E. (1978). Theoretical risks and tabular asterisks: Sir Ronald, and the slow progress of soft psychology. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 46, 806-834.
- Meehl, P. E. (1990). Why summaries of research on psychological theories are often uninterpretable. *Psychological Reports*, 66, 195-244.
- Oakes, M. (1986). *Statistical Inference: A commentary for the social and behavioral sciences*. New York: Wiley.
- Paas, F. G. W. C. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84, 429-434.
- Paas, F. G. W. C. & Van Merriënboër, J. J. G. (1993). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. In F. G. W. C. Paas (Hrsg.), *Instructional control of cognitive load in the training of complex tasks*. Den Haag: CIP-Data Koninklijke Bibliotheek.
- Paas, F. G. W. C., & Van Merriënboër, J. J. G. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem solving skills: A cognitive load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86, 122-133.

- Paas, F. G. W. C., Van Merriënboër, J. J. G. & Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 419-430.
- Pommer, M. (2000). *Die Förderung sprachrezeptiven Handelns durch informative Rückmeldung: Wirkung von informativer Rückmeldung auf Lernleistung und Motivation*. Unveröffentlichte Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Reimann, P. (1997). *Lernprozesse beim Wissenserwerb aus Beispielen*. Bern: Huber.
- Renkl, A. (1994). Wer hat Angst vorm Methodenkurs? Eine empirische Studie zum Stresserleben von Pädagogikstudenten in der Methodenausbildung. In R. Olechowski & B. Rollett (Hrsg.), *Theorie und Praxis. Aspekte empirisch-pädagogischer Forschung – quantitative und qualitative Methoden* (S. 178-183). Frankfurt am Main: Lang.
- Renkl, A. (1997a). *Lernen durch Lehren – Zentrale Wirkmechanismen beim kooperativen Lernen*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag.
- Renkl, A. (1997b). *Intrinsic motivation, self-explanation, and transfer*. (Research report No. 78). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Renkl, A. (2000). *Worked-out examples: Instructional explanations support learning by self-explanations* (Research report No. 139). Freiburg: Universität Freiburg, Psychologisches Institut.
- Renkl, A. (2001). Explorative Analysen zur effektiven Nutzung von instruktionalen Erklärungen beim Lernen aus Lösungsbeispielen. *Unterrichtswissenschaft*, 29 (1), 41-63.
- Renkl, A., Stark, R., Gruber, H. & Mandl, H. (1998). Learning from worked-out examples: The effects of example variability and elicited self-explanations. *Contemporary Educational Psychology*, 23, 90-108.
- Schiefele, U. (1996). *Motivation und Lernen mit Texten*. Göttingen: Hogrefe.
- Schiefele, U. & Wild, K.-P. (2000). *Interesse und Lernmotivation. Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung*. Berlin: Waxmann.
- Schulmeister, R. (Hrsg.). (1983). *Angst vor Statistik. Empirische Untersuchungen zum Problem des Statistik-Lehrens und Lernens*. Hamburg: Arbeitsgemeinschaft für Hochschuldidaktik.
- Stark, R. (1999). *Lernen mit Lösungsbeispielen. Einfluss unvollständiger Lösungsbeispiele auf Beispielelaboration, Lernerfolg und Motivation*. Göttingen: Hogrefe.

- Stark, R. (2001). *Analyse und Förderung beispielbasierten Lernens – Anwendung eines integrativen Forschungsparadigmas*. Unveröffentlichte Habilitationsschrift, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Stark, R., Gruber, H. & Mandl, H. (1998). Motivationale und kognitive Passungsprobleme beim komplexen situierten Lernen. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, 202-215.
- Stark, R., Gruber, H., Renkl, A. & Mandl, H. (1997). "Wenn um mich herum alles drunter und drüber geht, fühle ich mich so richtig wohl" - Ambiguitätstoleranz und Transfererfolg. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 44, 204-215.
- Stark, R., Gruber, H., Renkl, A. & Mandl, H. (1998). Instructional effects in complex learning: Do objective and subjective learning outcomes converge? *Learning and Instruction*, 8, 117-129.
- Stark, R. & Mandl, H. (2000). Training in empirical research methods: analysis of problems and intervention from a motivational perspective. In J. Heckhausen (Ed.), *Motivational Psychology of Human Development* (pp. 165-183). Elsevier: Amsterdam.
- Stark, R. & Mandl, H. (2001a, September). *Die Kluft zwischen Wissenschaft und Praxis - ein unlösbares Problem für die pädagogisch-psychologische Forschung?* Vortrag auf der 8. Fachtagung Pädagogische Psychologie, Landau.
- Stark, R. & Mandl, H. (2001b). *Entwicklung, Implementation und Evaluation eines beispielbasierten Instruktionsansatzes zur Förderung von Handlungskompetenz im Bereich empirischer Forschungsmethoden* (Forschungsbericht Nr. 141). München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Stark, R., Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (in Druck). Conditions and effects of example elaboration. *Learning and Instruction*.
- Stark, R., Stegmann, K., Bürg, O. & Mandl, H. (2001, Mai). *Netbite – ein Bereich empirischer Forschungsmethoden*. Vortrag auf dem Tag für Informatik: Medieninformatik, München.
- Stelzl, I. (1982). *Fehler und Fallen in der Statistik*. Bern: Huber.
- Sweller, J. & Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2, 59-89.
- Sweller, J., Van Merriënboër, J. J. G. & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.

Van Merriënboër, J. J. G., Schuurman, J. G., De Croock, M. B. M. & Paas, F. G. W. C. (in press). Redirecting learners' attention during training: effects on cognitive load, transfer test performance, and training efficiency. *Learning and Instruction*.

Weinert, F. E. (1989). The impact of schooling on cognitive development: One hypothetical assumption, some empirical results, and many theoretical implications. *Earli News*, 8, 3-7.

Anhang A

Formale Struktur des Lösungsbeispiels

Aufgabenstellung

- A) Allgemeine Festlegung der Untersuchungsart
Hypothesenprüfende vs. hypothesengenerierende Studie
- B) Fragestellung und Hypothesen
1. *Formulierung von Forschungsfragen*
 2. *Formulierung von Hypothesen (inhaltliche, operationale und statistische Hypothesen)*
- * Inhaltliche Null- und Alternativhypothese
 - gerichtet vs. ungerichtet
 - Unterschieds- vs. Zusammenhangs- vs. Veränderungshypothese
 - * Operationale Null- und Alternativhypothese
 - gerichtet vs. ungerichtet
 - Unterschieds- vs. Zusammenhangs- vs. Veränderungshypothese
 - * Statistische Null- und Alternativhypothese
 - gerichtet vs. ungerichtet
 - Unterschieds- vs. Zusammenhangs- vs. Veränderungshypothese
- C) Spezifische Festlegung der Untersuchungsart, Auswahl der Variablen, Operationalisierung, Stichprobe und Design
1. *Untersuchungsart*
- * Laborstudie vs. Feldstudie
 - * Experimentelle vs. quasi-experimentelle Studie
2. *Variablen*
- * Unabhängige und abhängige Variablen, Skalenniveaus
3. *Operationalisierung*
- * Objektivität, Reliabilität, Validität
4. *Stichprobe und Design*
- * Stichprobe
 - Festlegung der Stichprobengröße
 - optimaler Stichprobenumfang als Funktion von Signifikanzniveau (einseitiges vs. zweiseitiges Testen), Teststärke und Effektgröße
 - praktische Gesichtspunkte
 - * Design
 - Zuteilung der Probanden zu den experimentellen Bedingungen (Kontrollgruppe(n), Experimentalgruppe(n))
 - Designüberlegungen
 - experimentelle Variation der Variable(n)
 - Anzahl der Messzeitpunkte
 - Sicherung der internen und externen Validität

- D) Untersuchungsphase: Spezifika der Untersuchungsdurchführung, Untersuchungsvorbereitung und –ablauf
- * praktische und ethische Gesichtspunkte
 - * Sicherung der Objektivität, der internen und externen Validität
- E) Auswertungs- und Entscheidungsphase
- * Auswahl statistischer Verfahren und Signifikanztests
 - * Deskriptive Befunddarstellung, Signifikanztestung (→ Entscheidung für H_0 oder H_1), Effektgrößen
- F) Interpretation der Befunde
- * Zusammenfassung der Hauptbefunde
 - * Interpretation von signifikanten und nicht-signifikanten Ergebnissen
 - * Überlegungen zur Generalisierung der Befunde
 - Offene Fragen und Konsequenzen für die Praxis und die weitere Forschung
 - * Formulierung von wichtigen Fragen, die auf der Basis der Studie noch nicht oder nicht genau bzw. sicher genug beantwortet werden können
 - * Konsequenzen für die instruktionale Praxis
 - * Konsequenzen für die weitere Forschung
-

Anhang B

Aufgabe aus dem Vorwissenstest

Ein empirisch arbeitender Pädagoge möchte in seinem Volkshochschulkurs "Prüfungsangst in der Leistungsgesellschaft" die Effektivität von autogenem Training evaluieren. Prüfungsangst wird mit einem gängigen Fragebogen erfasst. Eine Gruppe durchläuft den Kurs ohne autogenes Training, eine Gruppe erhält zusätzlich autogenes Training.

- 1) Formulieren Sie eine geeignete Fragestellung für die Untersuchung.
 - 2) Leiten Sie bitte aus Ihrer Fragestellung Hypothesen ab (Alternativ- und Nullhypothese).
-

Anhang C

Aufgabe aus dem Nachtest

Ein freiberuflich arbeitender Pädagoge bietet Kurse zum Zeitmanagement für Führungskräfte an. Dabei erfasst er den Stress von Führungskräften vor und nach dem Kurs mit einem standardisierten Test. In einer Fachzeitschrift hat er gelesen, dass regelmäßige sportliche Aktivität einen Einfluss auf das Stresserleben hat. Er möchte nun überprüfen, ob er diese Erkenntnis für seine Seminare nutzen kann. Deshalb führt er eine Untersuchung durch, bei der die sportliche Aktivität variiert wird. Die Hälfte der Teilnehmer absolviert ein einstündiges Ausdauertraining, das von einem Mediziner entwickelt wurde. Die andere Hälfte absolviert den Kurs ohne sportliche Aktivitäten.

Der Pädagoge erhält nach der Erhebung und Dateneingabe in SPSS folgende Ergebnisse:

Gruppenstatistiken

Lernbedingung		N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Test: Stresserleben im Beruf	Experimentalgruppe	15	7,9500	1,2145	,3136
	Kontrollgruppe	15	5,8333	2,2414	,5787

Test bei unabhängigen Stichproben

		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
Test: Stresserleben im Beruf	Varianzen sind gleich	6,136	,020	3,216	28	,003	2,1167	,6582	,7684	3,4650
	Varianzen sind ungleich			3,216	21,568	,004	2,1167	,6582	,7500	3,4833

- 8a) Bitte beschreiben Sie die deskriptiven Statistiken (erste Tabelle).
- 8b) Was hat es mit dem Levene-Test auf sich (zweite Tabelle)?
- 8c) Bitte erklären Sie genau, was die Spalte "Sig. (2-seitig)" bedeutet (zweite Tabelle).
- 8d) Welche Schlussfolgerungen für die Praxis können Sie aus diesen Befunden ziehen?
- 8e) Welche Schlussfolgerungen für die Praxis sollten Sie aus den Befunden nicht ableiten?