

Evaluation von kontextorientierten Aufgaben an der Hochschule

Teresa Henning*, Rainer Müller*, Alexander Strahl*

* TU-BS, IFdN, Abteilung: Physik und Physikdidaktik,
Bienroder Weg 82, 38106 Braunschweig
t.henning@tu-bs.de, rainer.mueller@tu-bs.de, a.strahl@tu-bs.de

Kurzfassung

Das Konzept kontextbasierter Lernumgebungen wird an der TU Braunschweig in Tutorien für Studierende der Physik und des Nebenfachs im Rahmen von kontextorientierten Aufgaben umgesetzt. Innerhalb der Veranstaltungen „Mechanik und Wärmelehre“ und „Physik für Biologen, Biotechnologen, Chemiker und Geoökologen“ bearbeiten die Studierenden in Tutorien kontextorientierte Probleme, die sich auf Zeitungsartikel, Spielfilme, YouTube-Videos etc. beziehen. Am Semesterende werden Motivation, Leistungsfähigkeit, selbsteingeschätzte studentische Kompetenzen aufgenommen und untersucht sowie mit Werten der zugehörigen Kontrollgruppe verglichen. An dieser Stelle steht vor allem die empirische Untersuchung verschiedener Variablen im Vordergrund.

1. Entwicklung von kontextbasierten Lernumgebungen

Kontextbasierte Lernumgebungen werden in der fachdidaktischen Forschung schon seit rund 50 Jahren eingesetzt. Dabei werden zwei verschiedene Richtungen unterschieden, die sich teilweise überlappen: kontextbasiertes Lernen und Science-Technology-Society-Lernumgebungen (kurz STS). Glynn und Koballa [7] definieren kontextbasiertes Lernen, welches sich vor allem in Europa durchsetzte, als “using concepts and process skills in real-world contexts that are relevant to students from diverse backgrounds“. STS entwickelte sich bevorzugt in Nordamerika und beinhaltet die gegenseitige Ergänzung naturwissenschaftlicher Inhalte mit Gesellschaft sowie Technologie. Letztlich trugen verschiedenen Faktoren dazu bei, dass ein Umdenken im naturwissenschaftlichen Unterricht nötig wurde, wie etwa die Öffnung der höheren Bildung für weitere Bevölkerungsschichten Ende der 1950er Jahre und ein erweiterter naturwissenschaftlicher Bildungsbegriff. Ab Mitte der 1960er Jahre wurden verschiedene Projekte, die STS umsetzten und untersuchten, vor allem im englischsprachigen Raum umgesetzt. Einen Überblick über im Rückblick bedeutende Projekte ist in Tabelle 1 dargestellt.

Im Rahmen des Programms **Science and Culture** wurde eine Laborschule gegründet, in der in einem Zusammenschluss der naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fakultäten fünf Lerneinheiten für 16-18 jährige Schüler erarbeitet wurden zu den Themengebieten Naturwissenschaft und Gesellschaft. Erste STS-Kurse an Universitäten wurden in Ithaka und in State College durchgeführt. **Science: A way of Knowing** war eine Art Metakurs über die Natur der Naturwissenschaften und die Generierung von Wissen in modernen Gesellschaften. **PLON** und **SCISP**

richteten sich jeweils an Schüler ab 14 Jahren, dabei entwickelte **PLON** Physikcurricula; **SCISP** entwickelte einen STS-Kurs, der an mehreren hundert Schulen in Großbritannien eingesetzt wurde.

Tabelle 1: Übersicht über frühe STS-Projekte

Jahr	Projektname- und Ort	Initiatoren, Projektleiter	Quellen
Mitte der 1960er	„Science and Culture“, University of Iowa	J. D. Casteel und R. E. Yager	[15]
1969	Cornell University, Pennsylvania State University	Unbekannt	[2]
1972	“Science: A way of Knowing“, University of Saskatchewan	G. Aikenhead	[1]
	“PLON“, Niederlande	H. Eijkelhof, P. Lijnse	[5]
1973	„SCISP“, Großbritannien	W. Hall, B. Mowl	[12]
1981	„SISCON“, Großbritannien	J. Solomon	[12]
	„Science in Society“, Großbritannien	J. Lewis	[12]

Im Rahmen des Projektes **SISCON** wurden zunächst Lehrpläne mit Lehrern an der Universität entwickelt, die durch die Lehrkräfte an die Schulen gebracht wurden. **Science in Society** war eine Publikationsserie und wurde von vielen weiterführenden Schulen eingesetzt.

Diese Projekte und Implementierungsversuche wurden an Schulen und Universitäten isoliert voneinander durchgeführt. Eine globale Entwicklung von STS begann erst Anfang der 1980er Jahre mit der Formierung eines internationalen Netzwerks, hervorgehend aus einem Symposium der IOSTE (International Organisation for Science and Technology Education).

Die Entwicklung kontextorientierter Lernumgebungen im deutschsprachigen Raum ist losgelöst von der STS-Entwicklung. Zusammengefasst haben vor allem Wagenschein seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts und Muckenfuß in den 1990er Jahren für eine Neuausrichtung des Physikunterrichts, speziell an lebensweltlichen Kontexten, plädiert. Außerdem wurde bereits 1975 im IPN Curriculum Physik für das 9. und 10. Schuljahr gefordert, gesellschaftsrelevante Fragestellungen im Unterricht aufzunehmen. Die Projekte **piko**, **BiK** und **ChiK** (Physik, Biologie und Chemie im Kontext) wurden ab 2002 deutschlandweit mit Fachdidaktikern und Lehrern durchgeführt und erprobt. Sie initiierten Unterrichtsreihen zu kontextorientierten Themengebieten und stellten Materialien online zur Verfügung. Jochen Kuhn untersuchte die Wirkung von kontextorientierten Aufgaben an Schülern und stellte fest, dass sie im Bezug zu Kontrollgruppen motivierter und leistungsfähiger waren [11].

Es gibt einige Reviews, die Studien zu STS- und kontextorientierten Lernumgebungen zusammenfassen. Dabei wird teilweise die ungenügende methodologische Sorgfalt in der Planung und Durchführung der begutachteten Studien bemängelt [13] und die Forderung nach weiteren Studien wird deutlich.

Auch die Problematik des sog. *trägen Wissens* trug entscheidend dazu bei, dass sich neue Lehr-Lern-Konzepte entwickelten. Darunter wird „Wissen, das nicht zur Anwendung kommt, das in bestehendes Wis-

sen nicht integriert und zu wenig vernetzt ist und damit zusammenhanglos ist“ [6]. verstanden. Das so generierte Wissen kann in neuen Situationen nur schwer zur Anwendung kommen. Daher wird im konstruktivistischen und situierten Lernen gefordert, dass die Lernenden ihr Wissen aktiv generieren und auch die Lernsituation Beachtung findet. Um Wissen erfolgreich mit bestehenden Wissensstrukturen zu verknüpfen, ist es nötig, dass es möglichst anwendungs- bzw. alltagsnah und damit eng am Vorwissen und an der Erfahrungswelt der Lernenden generiert wird. Daraus entstand unter anderem der Anchored Instruction Ansatz, in dem die Lerninhalte in ein ansprechendes und sinnstiftendes Ankermedium gebettet sind, das im Mittelpunkt des Problemlöseprozesses und der Aufgabebearbeitung steht [11].

2. Untersuchungsdesign und -umsetzung an der TU Braunschweig

Seit 2010 werden Tutorien im Rahmen der Vorlesung „Mechanik und Wärmelehre“ (Physik I) für Physikstudierende und seit 2011 auch für Studierende des Nebenfachs im Rahmen der Veranstaltung „Physik für Biologen, Biotechnologen, Chemiker und Geoökologen“ angeboten. Dabei haben die Studierenden Gelegenheit, selbstständig Aufgaben zu bearbeiten. Die Studie ist im Kontrollgruppendesign aufgebaut, die Experimentiergruppe bearbeitet wöchentlich Aufgaben, die den Anforderungen an kontextorientierte Probleme genügen [9], die Kontrollgruppe bearbeitet die gleichen Aufgaben, aber ohne Anker. In der ersten Semesterwoche wird jeweils ein Pretest durchgeführt, um die Studierenden in möglichst identische Gruppen einzuordnen. Am Ende des Semesters schließt sich der Posttest an. Aufgenommen werden (nähere Informationen in [9]):

- Motivation anhand des Kurztests Intrinsischer Motivation (*KIM*)
- selbsteingeschätzte studentische Kompetenzen (*BEvaKomp*) [4]
- Akademisches Selbstkonzept (*ASK*)
- Mechanisches Kraftkonzept (*FCI*), abgelöst durch

Tabelle 2: Untersuchungsdesign

Studierendengruppe	Stichprobengröße	Veranstaltungsrahmen	Umsetzung
Physikstudierende und 2-Fächer BSC-Studierende (Lehramt)	$n_{\text{ges}} = 64$; $n_{\text{EG}} = 36$; $n_{\text{KG}} = 28$	Vorlesung „Physik I: Mechanik und Wärmelehre“, WiSe 10/11, 11/12, 12/13	Jeweils Experimentier (KO)- und Kontrollgruppe (NKO), 45-minütiges Tutorium pro Woche, Bearbeitung je einer Aufgabe (kontextorientierte, vgl. Anforderungen in Abb. 1, oder traditionelle Aufgabe)
Nebenfachstudierende (Biologie, Chemie, Biotechnologie, Geoökologie BSC)	Regelmäßige Teilnehmer und Endtestausfüller: $n_{\text{ges}} = 66$; $n_{\text{EG}} = 36$; $n_{\text{KG}} = 30$ Regelmäßige Teilnehmer Klausur: $N_{\text{KLAUSUR}} = 62$; $n_{\text{KEG}} = 37$; $n_{\text{KKG}} = 25$	Vorlesung „Physik für Biologen, Biotechnologen...“ (Themengebiete: Mechanik, Wärmelehre, Elektrodynamik, Optik, Radioaktivität), WiSe 11/12, 12/13	

- Problemlösetest nach Brandenburger in der letzten Kohorte im Posttest [3]

Insgesamt wurden drei Kohorten Physikstudierender (inkl. höheres Lehramt) und zwei Kohorten Nebenfachstudierender untersucht. Das Untersuchungsdesign ist in Tabelle 2 dargestellt. In die Stichprobengröße gehen nur Teilnehmer ein, die mindestens acht Mal an den Tutorien teilgenommen haben.

3. Bewertung der Aufgaben durch die Studierenden

Die Studierenden haben nach jedem Tutoriumsbesuch einen Fragebogen zur Kontextorientierung der Aufgabe ausgefüllt. Damit kann gewährleistet werden, dass die Aufgaben auch von den Testpersonen bewertet und als kontextorientiert eingestuft werden. Der Fragebogen [10], welcher nach dem von Kuhn [11] entwickelten Bogen auf die Bedürfnisse der Universität angepasst wurde, zeigt dabei bei einer Faktorenanalyse gute Ergebnisse (vgl. **Tabelle 3**: Ergebnisse der Faktorenanalyse des Fragebogens zur Kontextorientierung der Aufgaben).

Tabelle 3: Ergebnisse der Faktorenanalyse des Fragebogens zur Kontextorientierung der Aufgaben

	Physikstudierende	Nebenfachstudierende
Faktoren	Faktor 1: Alltagsbezug (Items 1, 6, 7, 8) Faktor 2: Spaß, Interesse (Items 5, 9, 10, 11) Faktor 3: Kontextorientierung (Items 2, 3, 4)	Faktor 1: Alltagsbezug, Authentizität (Items 1, 3, 4, 5, 7, 8) Faktor 2: Zufriedenheit, Spaß, Anstrengung (Items 9, 10, 11, 12)
Erklärte Gesamtvarianz	11 Items, 71,8 %	11 Items, 61,0 %

Die Studierenden des Nebenfachs empfinden die Kontextorientierung der Aufgaben ausgeprägter als die Physikstudierenden. Außerdem ist bei ihnen zu bemerken, dass Aufgaben, die als nicht signifikant kontextorientierter empfunden werden, von der Experimentiergruppe als weniger zufriedenstellend erlebt werden als von der Kontrollgruppe. Haben die Studierenden also bereits kontextorientierte Aufgaben bzw. Probleme bearbeitet, haben sie an nachfolgende Aufgaben auch einen höheren Anspruch bzgl. der Kontextorientierung, um letztlich mit der Aufgabe zufrieden zu sein.

4. Ergebnisse bei den Studierenden des Nebenfachs

Vor allem in der Motivation zeigen sich recht große Effekte bei den Studierenden des Nebenfachs über beide Semester zusammen. Eine Übersicht ist in Tabelle 4 sowie in Abbildung 1 dargestellt. Der Kurztest

intrinsischer Motivation bezieht sich dabei auf das komplette Nebenfach Physik (Vorlesung, Übung, Tutorium, Praktika...) und beinhaltet die Skalen Vergnügen, Kompetenz, Wahlfreiheit und Druck. Da die Druckskala invertiert aufgenommen wird und die einzelnen Kohorten unterschiedlich stark auf diese Skala reagieren, wird der KIM jeweils inklusive und exklusive dieser Skala angegeben.

Die Effektstärke nach Cohen ist ein Maß, welches im Gegensatz zu den Teststatistiken unabhängig von der Stichprobengröße ist. Die Berechnung der Effektstärke ist sinnvoll, wenn die Nullhypothese durch einen statistischen Test abgelehnt wird und daher davon ausgegangen werden kann, dass ein Effekt vorliegt. Sie berechnet sich für zwei unterschiedlich große Stichproben durch

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_{DP}}$$

und

$$s_{DP} = \sqrt{\frac{(N_1 - 1) \cdot s_{D1}^2 + (N_2 - 1) \cdot s_{D2}^2}{N_1 + N_2 - 1}}$$

Dabei sind $\bar{x}_G$ die Mittelwerte in den jeweiligen Gruppen und s_{DG} die Standardabweichungen in Gruppe 1 und 2. N_G gibt den Stichprobenumfang an. Man spricht bei Effektstärken ab 0,2 von kleinen, ab 0,5 von mittleren und ab 0,8 von starken Effekten.

Tabelle 4: Effekte in der Motivation – Nebenfachstudierende

	Signifikanzniveau p (zweiseitiger T-Test)	Effektstärke d nach Cohen
KIM mit Druck	$p = .022$	$d = 0,58$
KIM ohne Druck	$p = .037$	$d = 0,53$
Spaß und Interesse	$p = .018$	$d = 0,59$
Einschätzung der eigenen Leistung	$p = .001$	$d = 0,83$
Druckskala	$p = .052$	

Sowohl der KIM mit der Druckskala (Druckskala = Items 10 bis 12, *Im Nebenfach Physik fühle ich mich unter Druck/Anspannung.*) als auch der KIM ohne Druckskala zeigen jeweils signifikante Unterschiede, die Effektstärken liegen im mittleren Bereich. Die Studierenden in der Experimentiergruppe sind also signifikant motivierter als die Studierenden der Kontrollgruppe. Außerdem empfinden die Studierenden in der Experimentiergruppe das Nebenfach Physik als signifikant interessanter und empfinden signifikant mehr Spaß (Items 1, 2, 3, IMI 19 = *Ich studiere sehr gerne das Nebenfach Physik.*) als die Studierenden in der Kontrollgruppe. Bemerkenswert ist ebenfalls, dass die Studierenden in der Experimentiergruppe

ihre eigene Leistung (Items 4, 5, 6, IMI 17 = *Ich bin im Nebenfach Physik recht gut, wenn ich mich mit anderen vergleiche.*) signifikant besser einschätzen als die Studierenden in der Kontrollgruppe, ebenfalls bezogen auf das gesamte Nebenfach Physik und nicht nur auf die Tutorien. Hier liegt ein starker Effekt vor. Die Skala Druck/Anspannung ist in der gesamten Kohorte knapp nicht mehr signifikant mit einem Signifikanzniveau $p = .052$. Die Tendenz, dass die Studierenden in der Kontrollgruppe das gesamte Nebenfach Physik aber unter einem höherem Druck und vermehrter Anspannung empfinden als die Studierenden in der Experimentiergruppe, ist klar erkennbar. Die Einschätzung der eigenen Leistung positiv zu beeinflussen, ist daher relevant, weil die Lernenden eigene Leistungen relativ exakt einschätzen können [8] und die Selbsteinschätzung der eigenen Leistung daher eine weitere Form des Leistungsniveaus darstellen. Die Korrelation zwischen der Abiturnote und der Einschätzung der eigenen Leistung zum Semesteranfang beträgt (Korrelationskoeffizient nach Pearson) $Kor_{Leistung, Abinote} = .328^{**}$. Auch hier können die Studierenden ihre eigene Leistung also geeignet einschätzen.

Der KIM sowohl inkl. als auch exkl. Druckskala zeigt zum Semesteranfang in der gesamten Kohorte und auch bei den regelmäßigen Teilnehmern, die am Endtest teilgenommen haben, keine signifikanten Unterschiede. Hier sind beide Gruppen also nicht signifikant unterschiedlich motiviert.

Man erkennt in Abbildung 1, dass die Motivation in der Kontrollgruppe über das Semester hinweg abnimmt (5-stufige Likertskala; 1 = hoch motiviert,

5 = gar nicht motiviert) und in der Experimentiergruppe nahezu konstant bleibt.

Die Klausurergebnisse der beiden Kohorten im Nebenfach zeigen, dass die Studierenden der Experimentiergruppe deutlich besser abschneiden als die Studierenden in der Kontrollgruppe. Im Mittel erreichen die Studierenden der Experimentiergruppe in den Klausuren (drei Klausuren gehen in die Auswertung ein, da sie allesamt während der Untersuchungsphase stattfanden) 75,6 % der Punkte, wohingegen die Studierenden der Kontrollgruppe nur 64,0 % der Punkte erreichen (zweiseitiger T-Test, $p = .034$, $d = 0,56$). Im Mittel erreichen alle Studierenden, auch die, die nicht am Tutorium teilnehmen, in den Klausuren 59,1 % der Punkte. Die Studierenden, die regelmäßig an den Tutorien teilnehmen, sind also deutlich besser als der Durchschnitt aller Studierenden, was aber sicherlich auch aus der Einstellung zum Studium und der Motivation, ein Tutorium regelmäßig zu besuchen und dann für die Klausur zu lernen, resultiert. Die Ergebnisse einer weiteren Klausur, die im Oktober dieses Jahres stattfindet, werden noch in die Gesamtauswertung eingehen.

Allerdings ist auch die Abiturnote der Studierenden der Experimentiergruppe signifikant besser als die der Studierenden der Kontrollgruppe. In der Experimentiergruppe liegt die durchschnittliche Abiturnote bei $2,11 \pm 0,49$, in der Kontrollgruppe bei $2,53 \pm 0,55$. Dieser Unterschied des Mittelwerts ist signifikant ($p = .002$). Im nächsten Schritt muss sich hier eine Kovarianzanalyse anschließen, um die Ergebnisse aufeinander beziehen zu können.

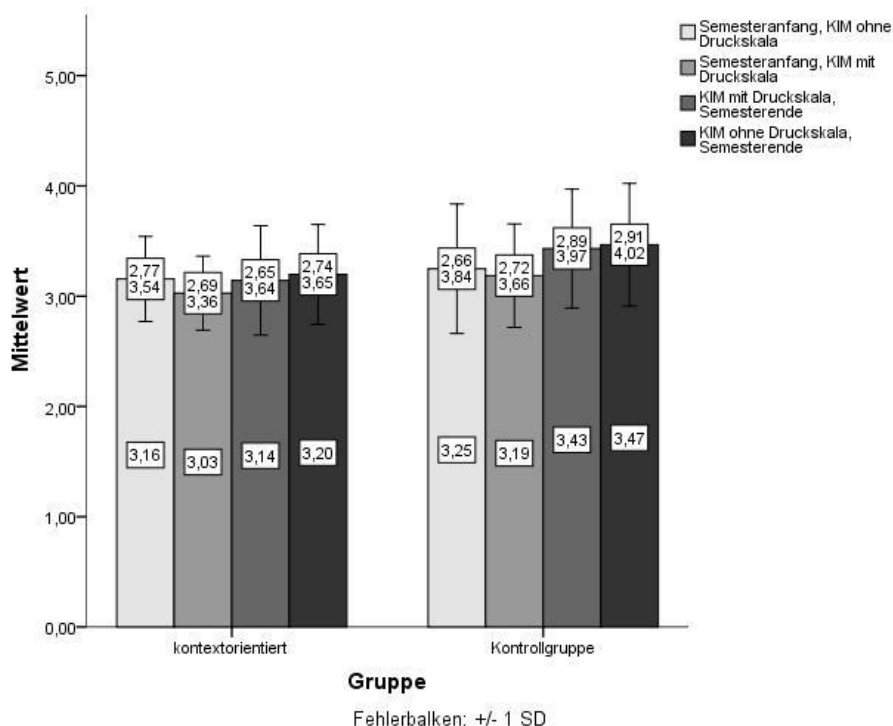


Abbildung 1: Motivation der Nebenfachstudierenden zum Semesteranfang und -ende jeweils inkl. und exkl. Druckskala

In Abbildung 2 sind sowohl die Abiturnoten als auch die erreichten Punkte in den Klausuren der beiden Gruppen in einem Diagramm dargestellt.

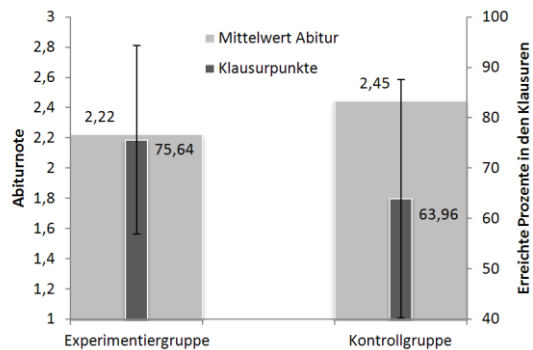


Abbildung 2: Abiturnoten und erreichte Prozente in den Klausuren im Nebenfach für Experimentier- und Kontrollgruppe

Auch in den selbsteingeschätzten studentischen Kompetenzen (BEvaKomp) finden sich signifikante Unterschiede in der Bewertung von Aussagen zwischen den beiden Gruppen. So meint die Experimentiergruppe typische Fragestellungen des behandelten Gegenstandsbereichs signifikant besser bearbeiten zu können als die Kontrollgruppe ($p = .043$, $d = 0,51$) sowie Themen signifikant besser mit Anwendungen in Verbindung bringen zu können ($p = .031$, $d = 0,53$). Außerdem gibt die Experimentiergruppe an, einen signifikant besseren Überblick über Vorlesungs- und Übungsinhalte zu haben als die Kontrollgruppe ($p = .041$, $d = 0,52$).

5. Ergebnisse bei den Physikstudierenden

Sowohl im FCI (Force Concept Inventory) als auch in den Klausuren gibt es in den Physikkohorten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Die Studierenden schneiden hier bislang gleich gut ab, die Klausur der letzte Kohorte wurde allerdings noch nicht ausgewertet.

Die Einschätzungen der studentischen Kompetenzen sind in beiden Gruppen teilweise verschieden. So gibt die Experimentiergruppe an, behandelte Themen signifikant besser mit Anwendungen in Verbindung bringen zu können als die Kontrollgruppe ($\bar{x}_{EG} = 2,09 \pm 0,79$; $\bar{x}_{KG} = 2,95 \pm 0,83$, $p = .001$, $d = 1,07$). Außerdem unterscheidet sich die Einschätzung nach dem Ablauf des Tutoriums signifikant in beiden Gruppen, obwohl beide Tutorien nach dem gleichen Prinzip verlaufen und von der gleichen Lehrperson abgehalten werden. So meint die Experimentiergruppe, dass das Tutorium signifikant mehr nach einer klaren Gliederung abläuft ($\bar{x}_{EG} = 1,70 \pm 0,63$; $\bar{x}_{KG} = 2,32 \pm 1,11$, $p = .028$, $d = 0,70$) und dass die Art, wie das Tutorium aufgebaut ist, signifikant besser zum Verständnis des Stoffes beiträgt als die Art des Tutoriums der Kontrollgruppe ($\bar{x}_{EG} = 2,04 \pm 0,77$; $\bar{x}_{KG} = 2,63 \pm 1,01$, $p = .038$, $d = 0,66$). Die Ergebnisse sind graphisch in Abbildung 3 dargestellt.

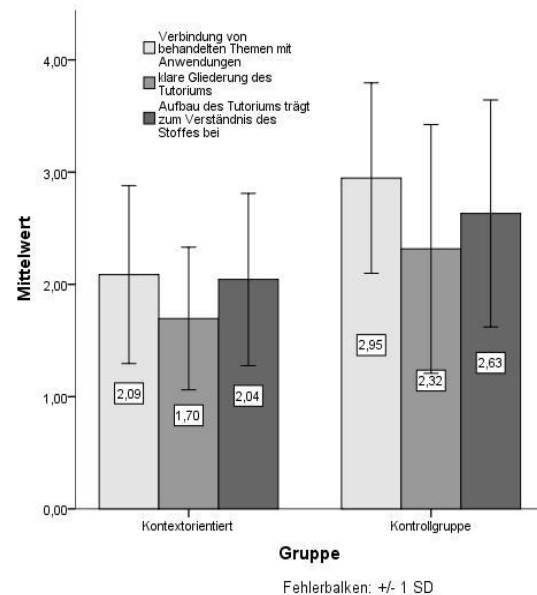


Abbildung 3: Ergebnisse des BEvaKomp in der Experimentier- und Kontrollgruppe bei den Physikstudierenden

Das Akademische Selbstkonzept zeigt auf der gesamten Skala keine Effekte.

6. Zusammenfassung

Die Studierenden des Nebenfachs reagieren auf kontextorientierte Aufgaben stärker als Physikstudierende. Die Experimentiergruppe im Nebenfach ist motivierter, schätzt ihre eigene Leistungsfähigkeit höher ein und bekundet mehr Spaß und Interesse am Gegenstandsbereich als die Kontrollgruppe. Außerdem zeigen sich auch im BEvaKomp mittlere Effekte bzgl. der Einschätzung zwischen beiden Gruppen.

Die Physikstudierenden zeigen Tendenzen zu höherer Motivation in der Experimentiergruppe. In der Leistung der Gruppen gibt es keine Unterschiede. Auch die Physikstudierenden schätzen die eigenen Kompetenzen anhand des BEvaKomp in der Experimentiergruppe signifikant besser ein als die Studierenden der Kontrollgruppe.

7. Ausblick

Der Problemlösetest nach Brandenburger [3], der sowohl bei den Physikstudierenden als auch bei den Studierenden des Nebenfachs am Ende des vergangenen Semesters durchgeführt wurde, wird zurzeit detailliert ausgewertet. Es bleibt abzuwarten, ob sich Unterschiede zwischen beiden Gruppen im Problemlöseverhalten und in den Lösungsstrategien zeigen. Vor allem bei den Studierenden des Nebenfachs erwarten wir Unterschiede zwischen den Gruppen, da die Leistung in den Prüfungen auf dieses Ergebnis deutet. Außerdem werden sich weitere Analysen der Ergebnisse anschließen, um vor allem die Unterschiede in den Klausurleistungen im Nebenfach auf die Abiturnoten beziehen zu können bzw. sie unabhängig von ihnen interpretieren zu können.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die beiden Studierendenkohorten unterschiedlich stark auf die Intervention reagieren. Während bei den Physikstudierenden in der Motivation eher Tendenzen zu höherer Motivation in der Experimentiergruppe beobachtbar sind, zeigen sich bei den Studierenden des Nebenfachs deutliche Effekte. Das Konzept scheint daher für Studierende des Nebenfachs besser geeignet zu sein, da gleicher Aufwand hier größere Effekte bewirkt.

8. Literatur

- [1] Aikenhead, G. (1979): Science: a way of knowing. In: *Science Teacher*, 46(6), S. 23-25
- [2] Aikenhead, G. (2003): A Rose by any other Name. In: Cross, R. (Hrsg.): *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham*. Routledge Press, S. 59-75
- [3] Brandenburger, M. & Mikelskis-Seifert, S. (2013): Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik? In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschen des Lernen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hannover 2012 (S. 761 - 763). Kiel: IPN.
- [4] Braun, E., et al. (2008): "Das Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte, studentische Kompetenzen (BEvaKomp)." *Diagnostica* 54.1 S. 30-42
- [5] Eijkelhof, H; Lijnse, P. (1988): The role of research and development to improve STS education: experiences from the PLON project. In: *International Journal of Science Education*, 10(4), S. 464-474
- [6] Gerstenmaier, J.; Mandl, H. (1995): Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, S. 867-888
- [7] Glynn, S.; Koballa, T. R. (2005): The contextual teaching and learning instructional approach. In: Yager, R. E. (Hrsg.): *Exemplary Science: Best practices in professional development*. S. 75-84, VA: National Science Teachers Association Press.
- [8] Hattie, J. (2013): *Lernen sichtbar machen*. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von Visible Learning. Übersetzt und überarbeitet von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer. Baltmannsweiler: Schneider Verlag
- [9] Henning, T.; Müller, R.; Strahl, A. (2012): Authentische Aufgaben an der Hochschule - Motivation, selbsteingeschätztes studentisches Kompetenzerleben, Leistungsfähigkeit. *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/386> (30.05.2013)
- [10] Henning, T. (2012): Fragebogen zur Kontextorientierung von Aufgaben. Aktualisierungsdatum: 04.10.2012. <https://www.tu-braunschweig.de/ifdn/physik/mitarbeiter/henning/kontextorientierteaufgaben> (30.05.2013)
- [11] Kuhn, J. (2010): Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktions- und Lehr-Lern-Forschung: Effektivität und Optimierung von Ankernmedien für eine neue Aufgabenkultur im Physikunterricht. Vieweg und Teubner
- [12] Solomon, J.; Aikenhead, G. (1994): *STS Education, International Perspectives on Reform*. Teachers College Press
- [13] Taasobshirazi, G.; Carr, M. (2008): A review and critique of context-based physics instruction and assessment. In: *Educational Research Review*, 3, S. 155-167
- [14] The Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990): Anchored Instruction and its Relationship to Situated Cognition. In: *Educational Researcher*, 19, S. 2-10
- [15] Yager, R. E. (1993): Science-Technology-Society As Reform. In: *School Science and Mathematics*, 93(3), S. 145-151