

## Zur Motivation beim naturwissenschaftlichen computerunterstützten Experimentieren

Christian Mézes\*, Roger Erb+

\* Abteilung Physik, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd, [christian.mezes@ph-gmuend.de](mailto:christian.mezes@ph-gmuend.de)

+ Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main, [roger.erb@physik.uni-frankfurt.de](mailto:roger.erb@physik.uni-frankfurt.de)

### Kurzfassung

Für Schülerinnen und Schüler scheint die wissenschaftliche Fragestellung, die durch ein Experiment beantwortet werden soll, von untergeordneter Bedeutung zu sein. Die Motivation [1] zum Experimentieren resultiert vermutlich eher aus der Herausforderung, das Experiment erfolgreich durchzuführen - damit ist das Experiment hauptsächlich ein „Selbsttest“ und weniger eine „Frage an die Natur“ [2]. Im Rahmen der hier vorgestellten Studie wollen wir diese Vermutung, die sich im Rahmen einer vorangehenden Untersuchung ergeben hat, überprüfen. Auch Computerspiele stellen eine beliebte Art des „sich selbst Testens“ dar. Deshalb wollen wir ergänzend untersuchen, wie es sich auf die Motivation der Probandinnen und Probanden auswirkt, wenn Anleitungen zu naturwissenschaftlichen Experimenten ähnlichen Prinzipien gehorchen wie Anleitungen zu Computerspielen. In diesem Artikel werden die Ergebnisse der im Februar 2011 durchgeführten Pilotstudie vorgestellt.

### 1. Einleitung

Im Rahmen einer im Frühjahr 2009 durchgeführten Studie präsentierten wir Schülerinnen und Schülern Anleitungen zum Experimentieren in Form von Videos. Diese Anleitungen zum Experimentieren waren in eine computergestützte Lernumgebung, die an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd entwickelt wird, eingebettet [3]. Die Video-Anleitungen gab es in zwei Versionen:

Version 1 zeigte nur die Vorbereitung des jeweiligen Experiments, nicht jedoch dessen Ausgang. Version 2 zeigte das gesamte Experiment - die Schülerinnen und Schüler konnten somit beobachten, wie das Experiment ausgeht bzw. was dessen Ergebnis ist. Am Ende aller Videos erschien der Hinweis, dass die Schülerinnen und Schüler das Experiment selbst durchführen könnten, wenn sie möchten.

51% der Schülerinnen und Schüler, bei denen das Video den Ausgang des Experiments nicht zeigte, führten anschließend das Experiment selbst durch. Von den Schülerinnen und Schüler, die den Ausgang des Experiments schon kannten (da er durch das Video gezeigt wurde), führten 39% das Experiment anschließend selbst durch. Wenn so viele Schülerinnen und Schüler ein Experiment durchführen, obwohl sie dessen Ergebnis schon kennen, steht dies im Widerspruch zur allgemeinen Auffassung, dass das Experiment im Physikunterricht eine „Frage an die Natur“ [2] darstellt. Weil die naturwissenschaftliche Fragestellung bereits durch die Betrachtung des Videos beantwortet war, gibt es anscheinend einen weiteren, eventuell sogar wichtigeren Anreiz, das Experiment durchzuführen. Unsere Vermutung ist deshalb, dass die Motivation zum Experimentieren eher aus der Herausforderung, das Experiment erfolgreich durchzuführen, als aus der Absicht, eine wissenschaftliche Fragestellung zu beantworten,

resultiert. Damit wäre das Experiment hauptsächlich ein „Selbsttest“ und weniger eine „Frage an die Natur“.

Auch Computerspiele sind eine beliebte Art sich selbst zu testen. Betrachtet man Computerspiele genauer, so stellt man fest, dass das Spielen nicht nur Zeit, Geld, Geschicklichkeit, Geduld und Frustrationstoleranz erfordert, sondern häufig auch mit einer Menge an Lernaufwand verbunden ist. Spiele beinhalten häufig ein ganzes Bündel an komplizierten Regeln, die erlernt werden müssen, um im Spiel erfolgreich zu sein. Der Spieler muss bei manchen Spielen eine große Menge an Information aufnehmen und speichern. Spielehersteller machen offensichtlich vieles richtig, denn es gelingt ihnen, trotz der oben beschriebenen Aspekte, den Spieler dauerhaft zu motivieren.

In der Literatur findet man umfassende Beschreibungen darüber, auf welche Art Computerspiele motivierend wirken und wie man Lernprozesse gestalten könnte, damit diese ähnlich motivierend wirken [4], [5]. Auch bei der Anleitung zum Computerspiel finden sich Aspekte, die sich auf die Motivation des Spielers positiv auswirken. Im Folgenden sollen drei Merkmale der Informationsvermittlung im Spiel (also der Anleitung) kurz beschrieben werden (vgl. dazu [4]):

- Information wird genau dann angeboten, wenn der Spieler auf diese angewiesen ist und diese nutzen kann, oder sie kann von ihm bei Bedarf abgerufen werden („Just in Time“ and „On Demand“).
- Die Information wird im Rahmen einer konkreten Handlung oder einem Dialog etc. vermittelt, ist also in einen Kontext eingebettet („Situational meanings“).

- c) Die Spieler fangen zunächst zu spielen an und werden erst nach und nach (immer bei Bedarf) mit Information versorgt. Der Spieler muss nicht erst (wie in der Schule) eine Menge an kontextfreier Information aufnehmen, bevor er überhaupt zum Handeln kommt („Performance Before Competence“).

Wir möchten im Rahmen unseres Forschungsvorhabens herausfinden, ob positive Auswirkungen auf die Motivation beim Experimentieren zu beobachten sind, wenn Experimentieranleitungen ähnliche Merkmale wie Anleitungen zu Computerspielen haben.

Anhand der weiter oben geschilderten Überlegungen ergaben sich für uns folgende zwei Hypothesen:

- Das Experiment ist für Schülerinnen und Schüler in erster Linie keine „Frage an die Natur“, sondern ein Selbsttest.
- Die Motivation ist höher, wenn Schülerinnen und Schüler ohne vorheriges Lesen von Anleitungen mit dem Experiment beginnen dürfen. Information wird während des Experiments nur bei Bedarf und im Kontext angeboten.

Als theoretischen Rahmen für unsere Untersuchung wählten wir die Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan [6], [7]. Diese Theorie besagt, dass die Motivation auf drei grundlegenden psychischen Bedürfnissen beruht: dem Bedürfnis nach Autonomie, dem Bedürfnis nach Kompetenz und dem Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit. Die beiden von uns aufgestellten Hypothesen lassen sich hierdurch gut begründen:

- Die erfolgreiche Bewältigung eines „Selbsttests“ sollte bei den Probandinnen und Probanden zu einem höheren Kompetenzzempfinden führen.
- Die selbstbestimmte Nutzung der Experimentieranleitungen sollte bei den Probandinnen und Probanden zu einem höheren Autonomie- und Kompetenzzempfinden führen (vgl. dazu auch [8]).

## 2. Methodisches Vorgehen im Rahmen der Pilotstudie

Für die Pilotstudie wurden drei Experimente aus der Elektrizitätslehre ausgewählt:

- Eine Untersuchung des Funktionsprinzips einer bestimmten Bauart von elektronischen Thermometern,
- der Bau eines „Heißen-Drahtes“ und
- der Bau eines einfachen Elektromotors.

Die Experimente sollten sowohl eine naturwissenschaftliche Fragestellung beinhalten als auch herausfordernd sein. Zusätzlich sollten sie in ihrer Durchführung nicht zu einfach sein, damit zu ihrer erfolgreichen Durchführung eine Anleitung, die mehrere Schritte umfasst, notwendig ist.

Jede/r Schülerin/Schüler sollte einzeln experimentieren. Die Anleitungen zu den Experimenten wurden ausschließlich digital auf einem Notebook angebo-

ten, wobei jeder Testperson ein eigenes Notebook zur Verfügung stand. Die Umsetzung der Anleitungen in das html-Format, das Erstellen der Bilder und Videos usw. wurden von uns vorgenommen. Für jedes Experiment wurden zwei inhaltlich identische Anleitungen erstellt, die sich jedoch in der Art, wie die Information dargeboten wird, unterscheiden:

- Bei der Variante V1 wurde die gesamte ausführliche Anleitung an einem Stück dargeboten und der Benutzer bzw. die Benutzerin wurde aufgefordert, diese vor der Durchführung des Experiments vollständig zu lesen.
- Bei der Variante V2 wurden die Testpersonen nicht aufgefordert, die gesamte Anleitung durchzulesen, bevor sie mit dem Experimentieren beginnen, sondern es wurde hervorgehoben, dass die Anleitung lediglich ein Angebot darstellt. Die Anleitung selbst bestand auf den ersten Blick lediglich aus sehr kurzen Handlungsanweisungen und unterstützenden Bildern. Wenn die Testperson mehr Information zu einer Anweisung benötigte, so konnte diese über einen Mausklick eingeblendet werden. Das Aufrufen dieser Zusatzinformationen wurde durch eine im Hintergrund laufende Software protokolliert.

Untersucht wurden vier Schulklassen (zwei 8. Klassen RS, eine 9. Klasse RS, eine 9. Klasse HS) mit insgesamt 82 Schülerinnen und Schülern. Damit sichergestellt war, dass jede Schülerin und jeder Schüler sich mit der Anleitung zum Experiment selbst auseinandersetzt, war das Experimentieren in Gruppen nicht möglich. Auch mussten die jeweiligen Schulklassen in zwei Hälften geteilt werden, da es sonst räumlich und vom notwendigen Experimentiermaterial her nicht möglich gewesen wäre, so viele Experimente gleichzeitig durchzuführen. Die Intervention dauerte eine Schulstunde (45 Minuten).

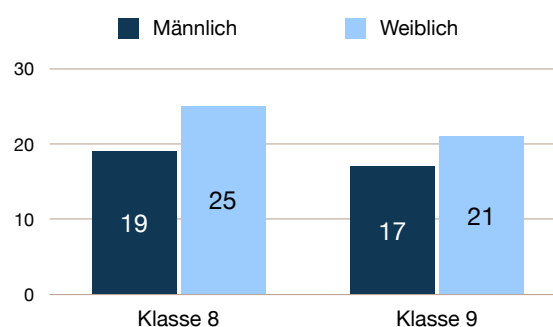


Abb.1: Verteilung der Schülerinnen und Schüler nach Schulklassen (N=82)

Vor dem Experimentieren erhielten die Probandinnen und Probanden eine kurze Einweisung zum Ablauf der Intervention. Die Anleitungen zu den Experimenten befanden sich in Form einer html-Umgebung auf Notebooks und bestanden aus Texten, Bildern und Videos bzw. Animationen. Die einzelnen Anleitungen zum Experiment enthielten zunächst eine kurze Info-Seite, die aus einem Text und einem Video-Trailer bestand. Der Text sollte sowohl das

physikalische Interesse der Schüler ansprechen, als sie auch herausfordern, indem die Schwierigkeit der Durchführung hervorgehoben wurde. Das Video enthielt einzelne kurze Szenen aus der Durchführung des Experiments und sollte einen groben Eindruck vermitteln, was die Testpersonen während des Experiments tun sollen.

Nachdem die Schülerinnen und Schüler den Info-Text und den Video-Trailer angesehen hatten, jedoch vor Durchführung des Experiments, sollten sie einen Fragebogen (Fragebogen 1) ausfüllen. Dieser Fragebogen enthielt zwei Skalen:

- Eine Interessensskala (basierend auf der IPN Interessenstudie [9]), mit deren Hilfe das Sachinteresse der Testpersonen ermittelt werden soll (IPN\_Sachint).
- Eine Skala zum Erfassen der aktuellen Motivation, adaptiert nach dem FAM-Fragebogen von Rheinberg u.a. [10], [11]. Der FAM enthält vier Subskalen: Interesse (FAM\_Interes), Herausforderung (FAM\_Herausf), Erfolgswahrscheinlichkeit (FAM\_Erfolgsw), Misserfolgsbefürchtung (FAM\_MissErfBef).

Das Antwortformat war siebenstufig und reichte von 1= „trifft nicht zu“ bis 7=„trifft zu“ und für die Subskala „Sachinteresse“ von 1=„sehr groß“ bis 7=„sehr gering“. Fragebogen 1 sollte uns Aufschluss darüber geben, ob Anhaltspunkte für unsere Hypothese 1 (das Experiment ist eher ein „Selbsttest“) gegeben sind.

Nachdem Fragebogen 1 ausgefüllt war, führten die Schülerinnen und Schüler jeweils ein Experiment durch. In der Experimentierphase lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: Die Hälfte der Schülerinnen und Schüler führte ein Experiment durch, bei dem das Lesen der gesamten Anleitung vor dem Experimentieren verlangt wurde (Gruppe V1), während die andere Hälfte der Schülerinnen und Schüler jeweils ein Experiment durchführte, bei dem die Anleitung lediglich angeboten wurde (Gruppe V2). Damit wir nachvollziehen konnten, wie und zu welchem Anteil die Anleitungen von Gruppe V2 genutzt wurden, setzten wir eine Software ein, die das Nutzerverhalten protokollierte.

Die Einteilung der Probandinnen und Probanden in die jeweiligen Gruppen geschah nach dem Zufallsprinzip.

Nach Beendigung des Experiments füllten die Probandinnen und Probanden einen zweiten Fragebogen aus. Dieser Bogen basierte auf den „Intrinsic Motivation Inventory“ nach Ryan, Deci, Koestner u.a. [12] und wurde konzipiert, um die intrinsische Motivation der Testpersonen zu ermitteln. Der von uns eingesetzte Fragebogen enthielt vier Subskalen: Interesse (IMI\_Interesse), Kompetenz (IMI\_Kompetenz), Anspannung (IMI\_Anspannung), Anstrengung (IMI\_Anstrengung).

Da die Experimentierphasen der beiden Gruppen sich lediglich durch die Art der Experimentieranleitungen unterschieden, hofften wir, dass sich mit Hil-

fe dieses Bogens mögliche Auswirkungen der Anleitungen auf die Motivation aufzeigen lassen.

Eine Übersicht über den Ablauf des Tests liefert Abbildung 2.

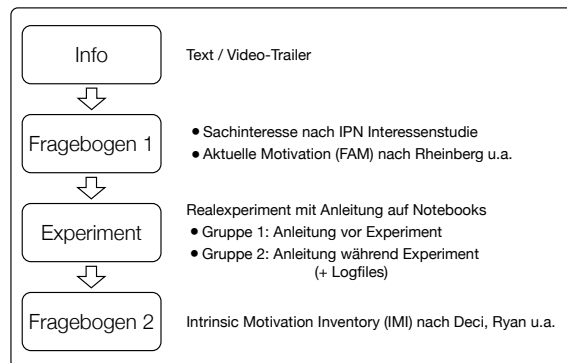


Abb.2: Schematischer Ablauf des Tests (Dauer: 45 Minuten)

### 3. Ergebnisse aus der Pilotstudie

Die Auswertung von Fragebogen 1 (siehe Abbildung 3), den die Schülerinnen und Schüler vor dem Experimentieren ausgefüllt haben, ergab, dass sie sich gleichermaßen stark interessiert und herausgefordert fühlten. Auch die Wahrscheinlichkeit, das Experiment erfolgreich durchzuführen, schätzten sie auf einem ähnlichen Niveau ein.

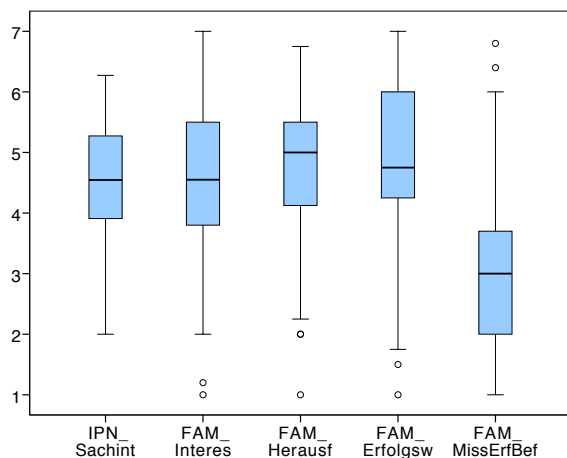


Abb.3: Übersicht zum Antwortverhalten der Schülerinnen und Schüler (Subskalen des Fragebogen 1). Dieser Fragebogen wurde ausgefüllt, bevor mit dem Experimentieren begonnen wurde (N=82).

Die erhobenen Daten bestätigen unsere Vermutung, dass neben dem Sachinteresse, die Herausforderung, das Experiment erfolgreich zu beenden, eine wichtige Motivationskomponente beim Experimentieren ist.

Abbildung 4 zeigt die Interkorrelationen der Subskalen von Fragebogen 1. Es zeigt sich hierbei, dass eine signifikante Korrelation von mittlerer Stärke ( $r = .596$ ,  $p \leq 0.01$ ) zwischen Interesse und Herausforderung besteht. Es lässt sich somit sagen, dass die

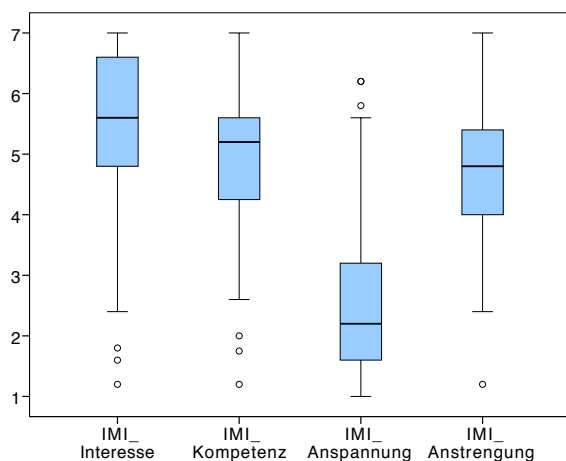
Schülerinnen und Schüler häufig das Experiment sowohl als interessant als auch herausfordernd fanden. Ebenso besteht eine signifikante Korrelation mittlerer Stärke zwischen den Skalen Interesse und Erfolgswahrscheinlichkeit ( $r = .581, p \leq 0.01$ ).

		Correlations (N=82)				
		IPN_Sachint	FAM_Erfolgsw	FAM_Interes	FAM_Herausf	FAM_MissErfBef
Spearman's rho	IPN_Sachint	1.000	.269*	.397**	.338**	0.016
	FAM_Erfolgsw		1.000	.581**	.292*	-.491**
	FAM_Interes			1.000	.596**	-.237*
	FAM_Herausf				1.000	0.026
	FAM_MissErfBef					1.000

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).  
 \*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Abb.4:** Interkorrelationen der einzelnen Subskalen von Fragebogen 1

Anhand der erhobenen Daten in dieser ersten Pilotstudie ist es allerdings noch nicht möglich, Aussagen darüber zu machen, ob das Sachinteresse oder die Herausforderung stärker zur Motivation beim Experimentieren beitragen. Um diese Frage zu klären, müssen wir in einem weiteren Schritt die Erhebungsinstrumente durch von uns entwickelte Skalen ergänzen und evtl. das Treatment so abwandeln, dass die Antwort empirisch besser zugänglich ist.



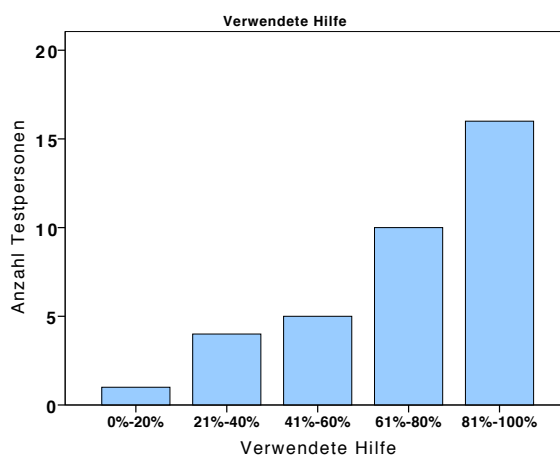
**Abb.5:** Übersicht zum Antwortverhalten der Schülerinnen und Schüler, nachdem sie das Experiment durchgeführt hatten (Skalen des Fragebogen 2, N=82)

Die Auswertung von Fragebogen 2 (siehe Abbildung 5), der nach dem Experimentieren ausgefüllt wurde, ergab, dass die Experimente als relativ interessant empfunden wurden. Die Testpersonen fühlten sich beim Experimentieren eher kompetent, gaben sich überwiegend Mühe bei der Arbeit und fühlten sich während der Durchführung meistens relativ entspannt.

Auf unsere Frage, ob sich die Art der Anleitung auf die Motivation auswirkt, konnte in dieser Pilotstudie

noch keine Antwort gefunden werden - die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erwiesen sich als nicht signifikant. Knapp außerhalb des Signifikanzbereichs liegt ein schwacher Zusammenhang ( $r = -.250, p = .071$ ) zwischen dem Anteil der gelesenen Anleitung und der empfundenen Kompetenz in dem Sinne, dass Testpersonen, die weniger Anleitung/Information in Anspruch genommen haben, sich kompetenter fühlten.

Die von uns erhoffte höhere Motivation durch ein stärkeres Autonomieempfinden aufgrund der individuellen Nutzungsmöglichkeit der Anleitung stellte sich nicht ein. Bei der Benutzung der Variante V2 der Anleitungen zeigte sich folgendes Bild: Ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler las - laut Protokoll Daten - die gesamte (bzw. beinahe die gesamte) Anleitung mit allen Zusatztexten Punkt für Punkt durch. Durch dieses Vorgehen hoben sie jedoch den Unterschied zur Gruppe V1 (fast) vollständig auf. Um die Schülerinnen und Schüler herauszufordern, wählten wir mit Absicht Experimente aus, die relativ komplex waren. Diese Komplexität führte wohl auch dazu, dass, obwohl es keine Pflicht diesbezüglich gab, die Anleitung häufig fast vollständig gelesen wurde (siehe Abbildung 6).



**Abb.6:** Die Abbildung zeigt, wie viel Prozent der angebotenen Anleitung von den Schülerinnen und Schüler benutzt wurde. Häufig wurde fast die gesamte Anleitung gelesen (N=36).

Betrachtet man die Interkorrelationen (siehe Abbildung 7) der Subskalen aus FAM (Fragebogen 1 / vor dem Experiment) und IMI (Fragebogen 2 / nach dem Experiment), so stellt man fest, dass FAM relativ gut geeignet ist, die Ergebnisse des IMI vorauszusagen. Gemäß unserer Erwartung zeigt sich, dass auch die empfundene Herausforderung einen wichtigen Beitrag zur Motivation beim Experimentieren leistet. Die Korrelation zwischen der empfundenen Herausforderung vor dem Experimentieren (FAM\_Herausf) und der Anstrengung während des Experimentierens (IMI\_Anstrengung) ist mit  $r = .490$  größer, als die Korrelation zwischen dem Interesse vor dem Experimentieren (FAM\_Interesse) und der Anstrengung während des Experimentierens (IMI\_Anstrengung) mit  $r = .383$ .

Correlations (N=82)					
		FAM_ Erfolgsw	FAM_ Interes	FAM_ Herausf	FAM_ MissErf- Bef
Spearman's rho	IMI_ Interesse	.422**	.419**	.426**	-.249*
	IMI_ Kompetenz	.349**	.381**	.398**	-0.207
	IMI_ Anspan- nung	-.375**	-.267*	-.277*	.470**
	IMI_ Anstren- gung	0.215	.383**	.490**	-0.020

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).  
\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**Abb.7:** Interkorrelationen der Subskalen des FAM (Fragebogen 1) und des IMI (Fragebogen 2)

Ein weiteres interessantes Ergebnis liefern die Protokolldateien der Gruppe V2. Beim Experiment zum Funktionsprinzip eines elektronischen Thermometers und dem Experiment zur Konstruktion eines „Heißen Drahtes“ wurde die jeweilige physikalische Erklärung in Form einer Zusammenfassung am Ende der Anleitung angezeigt. Diese Zusammenfassung war nicht als ein Angebot konzipiert, das bei Bedarf eingeblendet werden kann, sondern wurde grundsätzlich angezeigt und musste von allen Testpersonen gelesen werden. Ein drittes Experiment beinhaltete die Konstruktion eines einfachen Elektromotors mit Hilfe einer selbst gewickelten Spule, Stativmaterial, Batterie, Sicherheitsnadeln, Krokodilklemmen, Stromkabel und einem Magneten. Hier wurde die physikalische Erklärung nicht als Pflichtlektüre konzipiert, sondern als ein Angebot, das bei Bedarf eingeblendet werden kann. Von den 17 Testpersonen, die dieses Experiment durchführten und die selbst bestimmen konnten, ob und welche Anteile der Anleitung sie lesen, haben lediglich 7 Personen diesen Unterpunkt aufgerufen. Die restlichen 10 Testpersonen waren damit zufrieden, dass sie den Motor erfolgreich zum Laufen gebracht haben - der naturwissenschaftliche Hintergrund des Experiments, also die Frage, warum sich die stromdurchflossene Spule überhaupt im Magnetfeld dreht, interessierte sie anscheinend nicht. Diese Beobachtung könnte ein weiterer Hinweis für unsere Vermutung sein, dass die Motivation zum Experimentieren hauptsächlich aus der Herausforderung, das Experiment erfolgreich zu bewältigen (und sich somit kompetent zu erleben), resultiert. Im weiteren Verlauf unserer Studie wollen wir deshalb nachprüfen, ob die Schülerinnen und Schüler auch bei anderen Experimenten dieses Verhalten zeigen.

#### 4. Zusammenfassung

Beim Experimentieren im Physikunterricht scheint neben dem Sachinteresse auch die Herausforderung, das Experiment erfolgreich durchzuführen, ein wichtiger Motivationsfaktor zu sein. Um die Frage zu beantworten, ob das Experiment eher ein „Selbsttest“ als eine „Frage an die Natur“ ist, müssen wir jedoch in einem weiteren Schritt die Erhebungsinstrumente erweitern und das Treatment so verändern,

dass die Antwort auf die Frage empirisch leichter zugänglich wird.

Bezüglich der Fragestellung, ob sich die Art der Anleitung auf die Motivation auswirkt, konnte im Rahmen der Pilotstudie kein Hinweis gefunden werden. Unsere Vermutung ist, und die Logdateien scheinen dies zu belegen, dass die beiden Anleitungsvarianten von den Schülern sehr ähnlich benutzt wurden. Im Rahmen einer zweiten Pilotstudie sollen deshalb die Anleitungen zum Experimentieren so angepasst werden, dass sie noch stärker den Prinzipien von Computerspielanleitungen gehorchen.

#### 5. Literatur

- [1] Heckhausen, J., Heckhausen, H. (2006): Motivation und Handeln. Springer Medizin Verlag Heidelberg, dritte, überarbeitete und aktualisierte Auflage.
- [2] Wilke, H.-J. (1993): Zur Bedeutung des Experiments für den Physikunterricht. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 18, August 1993, S. 4-7
- [3] Homepage „denkwerkstatt-physik“ an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd: <http://denkwerkstatt-physik.de> (Stand 7.4.2011)
- [4] Gee, James Paul (2007): Good Video Games + Good Learning, Peter Lang Publishing, Inc., New York.
- [5] Shaffer, D. W.. (2006): How Computer Games Help Children Learn, Palgrave Macmillan, New York.
- [6] Deci, E. L. and Ryan, R. M. (2000): The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. In: Psychological Inquiry, 11(4), S. 227–268.
- [7] Deci, E. L., Vansteenkiste, M. (2004): Self-determination theory and basic need satisfaction: Understanding human development in positive psychology. In: Ricerche di Psicologia, 27, S. 17–34.
- [8] Sheldon, K. M. and Filak, V. (2008): Manipulating autonomy, competence and relatedness support in a game-learning context: New evidence that all three needs matter. In: British Journal of Social Psychology, 47, S. 267–283.
- [9] Hoffmann, L., Häußler, P., Lehrke, M. (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik, IPN Kiel.
- [10] Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Burns, B. D. (2001): FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen (Langversion, 2001), <http://www.psych.uni-potsdam.de/people/rheinberg/messverfahren/FAMLangfassung.pdf> (Stand 12.03.2011)
- [11] Rheinberg, F. (2004): Motivationsdiagnostik. Hogrefe Verlag.
- [12] Ryan, R. M., Deci, E. L., Koestner, R. u.a.: Intrinsic Motivation Inventory: [http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/IMI\\_description.php](http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/IMI_description.php) (Stand 7.4.2011)