

Der Einfluss von Videoexperimentieranleitungen auf die Motivation von Schülerinnen und Schülern

Christian Mézes*, Roger Erb⁺, Evelin Schröter*

* Institut für Naturwissenschaften, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd,
Oberbettringerstr. 200, 73525 Schwäbisch Gmünd

christian.mezes@ph-gmuend.de, evelin.schroeter@ph-gmuend.de;

⁺ Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt a. M.
roger.erb@physik.uni-frankfurt.de

(Eingegangen: 27.10.2011; Angenommen: 13.03.2012)

Kurzfassung

Im Rahmen der hier beschriebenen Untersuchung wurden Anleitungen für physikalische Experimente in Form von Videos erstellt und in eine computergestützte Lernumgebung eingefügt. Eine Gruppe der beteiligten Schülerinnen und Schüler konnte während der Intervention das Video vollständig bis zum Ausgang des Experiments betrachten, bevor das selbständige Experimentieren angeregt wurde. Bei einer zweiten Gruppe wurde das Video in zwei Sequenzen unterteilt: Es wurde eine Unterbrechung an der Stelle im Video eingebaut, an der der Versuch komplett vorgestellt worden war und mit der Durchführung begonnen wurde, jedoch der Ausgang des Experiments noch völlig offen war. Es wurde bereits an dieser Stelle zum selbständigen Experimentieren aufgefordert, bevor das Video in einem zweiten Schritt zu Ende betrachtet werden konnte. Für beide Gruppen wurde dokumentiert, wie häufig die Testpersonen die Gelegenheit nutzten, das Experiment selbständig real durchzuführen. Hieraus und aus den Ergebnissen einer Fragebogenerhebung wird geschlossen, wie sich die Tatsache, dass die Lernenden das Ergebnis bereits kennen, auf die Motivation, ein Experiment durchzuführen, auswirkt.

1. Einleitung und Fragestellung

1.1. Vorfeld der Untersuchung

An der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd wird seit Sommer 2005 die computergestützte Lernumgebung „denkwerkstatt-physik“ [1] entwickelt, in der Schülerinnen und Schüler physikalische Knobelaufgaben bearbeiten können. Zur Unterstützung beim Finden der Lösungsidee stehen den Lernenden unterschiedliche Impulse zur Verfügung. Einer dieser Impulse regt an, durch selbständiges Experimentieren und Beobachten des Ausgangs eine Lösung der Aufgabe zu entwickeln (vgl. [2]). Für die Experimentieranleitungen wurden hierbei nicht nur Beschreibungen in Form von Text und Bild verwendet, sondern in einzelnen Fällen auch Videos. Diese Videos zeigten sowohl die Vorbereitung und Durchführung als auch den Ausgang bzw. das Ergebnis des Experiments.

Die „denkwerkstatt-physik“ wurde im Rahmen ihrer Entwicklung in verschiedenen Klassen der Sekundarstufe I eingesetzt, um zu beobachten, wie Schülerinnen und Schüler die angebotenen Impulse nutzen. Den Testpersonen wurde dabei das für die Durchführung der beschriebenen Experimente notwendige Material zur Verfügung gestellt. Wenn die Testpersonen es wünschten, konnten sie somit die jeweiligen Experimente selbständig durchführen. Die Häu-

figkeit des tatsächlichen Experimentierens wurde hierbei nicht systematisch erhoben – es entstand jedoch der subjektive Eindruck, dass die Schülerinnen und Schüler durch das Betrachten von Videos angeregt wurden, das Experiment selbst durchzuführen, und zwar obwohl sie dessen Ausgang durch das Video bereits kannten.

In der Wissenschaft ist die Rolle des Experiments vorrangig in der Prüfung von Hypothesen zu sehen, mit ihm wird eine „Frage an die Natur“ beantwortet. Physiklehrerinnen und -lehrer sehen daher ganz folgerichtig hierin auch eine zentrale Aufgabe für das Experiment im Physikunterricht [3]. Daneben nimmt aber das Experiment eine ganze Reihe weiterer Funktionen ein, je nach Zielsetzung der mit ihm verbundenen Unterrichtsphase (vgl. [4] und [5]). Entsprechend vielfältig sind auch die Vorstellungen von Lehrerinnen und Lehrern über die Aufgaben des Experiments und wie diese im Physikunterricht erreicht werden [6]. Die oben angesprochene „Frage an die Natur“ ist also nur eine von vielen Funktionen des Experiments; nach Vorstellungen der Lehrerinnen und Lehrer jedoch sicher eine prominente, wird so doch auch die wissenschaftliche Vorgehensweise selbst zum Unterrichtsgegenstand.

Aus dieser „Frage an die Natur“ entsteht eine Motivation, das Experiment durchzuführen. Wir verstehen sie hier als Teil der Neugiermotivation (vgl.

Abschnitt 2). Auch bei den Knobelaufgaben der „denkwerkstatt-physik“ entstehen derartige Fragen, die sich – wie bereits angemerkt – auf unterschiedlichen Wegen, aber eben auch mit einem entsprechenden Experiment beantworten lassen. Innerhalb dieser Aufgaben wurde dadurch die Funktion des vorgeschlagenen Experiments auf das Beantworten der Fragestellung fokussiert. Das Verhalten der Schülerinnen und Schüler im Unterricht zeigte jedoch, dass die Motivation, eines der vorgeschlagenen Experimente real durchzuführen, nicht ausschließlich auf die Beantwortung der Frage zurückzuführen war. Die Experimente wurden durchgeführt, obwohl sowohl das Experiment als auch sein Ausgang durch Videos, die beim Bearbeiten zuvor angesehen worden waren, schon bekannt waren.

Offenbar besteht eine Motivation für das eigenständige Experimentieren, die nicht nur mit der eigentlich vorgesehenen Zielsetzung verbunden ist. In unserer Studie wollten wir dem nachgehen und hierbei neben der Funktion der „Frage an die Natur“ kontrastierend besonders die „Frage an mich selbst“ in den Blick nehmen. Dieser zweite Anteil wird von uns als Aspekt der Leistungsmotivation verstanden (vgl. Abschnitt 2).

1.2. Fragestellung

Im Vorfeld der hier zu beschreibenden Studie wurden in der Lernumgebung „denkwerkstatt-physik“, wie oben bereits beschrieben, Videos eingesetzt, die das gesamte Experiment (Vorbereitung, Durchführung, Ergebnis) zeigten. Anhand der oben genannten Beobachtungen und Überlegungen ergab sich die Frage, ob die Schülerinnen und Schüler häufiger zum Experimentieren angeregt würden, wenn das Video nur die Vorbereitung des Experiments zeigte, nicht jedoch dessen Ausgang.

Diese Frage sollte im Rahmen der hier beschriebenen empirischen Studie beantwortet werden. Hierfür wurden Experimentieranleitungen in Form von verschiedenartigen Videos erstellt, so dass sie in zwei Varianten vorlagen. Eine Variante zeigt an einem Stück das vollständige Experiment (V1), die andere Variante (V2) zeigt genau denselben Ablauf, jedoch in zwei Teile untergliedert:

- a) Der erste Teil zeigt die Vorbereitung und den Beginn der Durchführung des Experiments, nicht jedoch dessen Ausgang bzw. das Ergebnis.
- b) Der zweite Teil zeigt den Ausgang bzw. das Ergebnis des Experiments.

Die Videos wurden anschließend für die Untersuchung in eine Testversion der Lernumgebung „denkwerkstatt-physik“ eingebaut. Eine Gruppe der Schülerinnen und Schüler verwendete während der Intervention die Lernumgebung mit der Variante V1 der Videos, während eine zweite Gruppe der Schülerinnen und Schüler eine Version der Lernumgebung benutzte, in die die Variante V2 der Videos eingebaut war. Die Schülerinnen und Schüler konnten nach Ansehen des Videos (V1) bzw. in der Unter-

brechung (V2) entscheiden, das im Video zu sehende Experiment real durchzuführen.

Würde die „Frage an die Natur“ wesentlich die Motivation, eigenständig zu experimentieren, bestimmen, so wäre zu erwarten, dass Schülerinnen und Schüler der Gruppe V2 häufiger experimentierten, als Schülerinnen und Schüler der Gruppe V1.

Nach unseren Anfangserfahrungen sollten dagegen auch andere Aspekte eine Motivation zum Experimentieren bewirken, was im Einklang mit Ergebnissen der Motivationsforschung ist (vgl. Abschnitt 2). So sollte beispielsweise die andersartige Tätigkeit selbst und das Verlangen, das Experiment erfolgreich zu absolvieren („Hoffnung auf Erfolg“), ebenfalls eine Rolle spielen. Um die Wirkung dieser Einflussfaktoren zu untersuchen, wurde eine Befragung mit entsprechenden Skalen durchgeführt. Erhoben wurden Hinweise zu Leistungsmotivation, Interesse und Spaß an der Durchführung der Aufgabe (bzw. des Experiments), Flow-Erleben und der empfundene Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler.

Mit Hilfe der Untersuchung sollten Antworten auf folgende Fragen gefunden werden:

- a) Gibt es einen Zusammenhang zwischen der betrachteten Variante der Videos und der Experimentierhäufigkeit?
- b) Gibt es einen Zusammenhang zwischen Geschlecht, Klasse oder Schulart und der allgemeinen Experimentierhäufigkeit (unabhängig von der betrachteten Variante der Videos)?
- c) Welche Zusammenhänge bestehen zwischen interessens- und motivationsbezogenen Merkmalen (Leistungsmotivation, Interesse an der Durchführung, Flow-Erleben und Lernzuwachs) und dem Geschlecht der Testpersonen bzw. der betrachteten Variante der Videos?

2. Theoretischer Hintergrund

2.1. Rolle des Experiments

Die Funktionen, die das Experiment im Physikunterricht einnimmt, haben Tesch und Duit im Rahmen einer umfangreichen Videostudie untersucht [7]. Sie konnten feststellen, dass das Experiment einen wesentlichen Anteil des Unterrichts bestimmt und dabei nach den drei Funktionen „Phänomen darstellen“, „Konzept/Gesetz veranschaulichen“ und „Hypothese testen“ unterscheiden. Während Lehrkräfte dem „Testen von Hypothesen“ eine große Bedeutung zukommen ließen, spielte dies im beobachteten Unterricht jedoch nur eine untergeordnete Rolle. Hiernach ist zu erwarten, dass Schülerinnen und Schüler zumindest nicht häufig mit der aus der wissenschaftlichen Fragestellung rührenden Funktion des Experiments konfrontiert werden und diese nicht die anderen Funktionen dominiert.

2.2. Leistungsmotivation

Unter dem Aspekt der Motivation spielt das Experiment nicht nur eine Rolle, wenn es von den Schülerinnen und Schülern als (für sie im Moment) wissenschaftlich verstanden wird. Motivation ist „der Prozess der Initiierung, der Steuerung und der Aufrechterhaltung physischer und psychischer Aktivitäten; einschließlich jener Mechanismen, welche die Bevorzugung einer Aktivität sowie die Stärke und Beharrlichkeit von Reaktionen steuern“ ([8], S. 503). Nach Heckhausen [9] wird das motivierte Handeln bestimmt durch a) das Streben nach Wirksamkeit und b) das Bestreben, bestimmte Ziele zu erreichen oder die Verfolgung bestimmter Ziele, die sich nicht lohnen oder unerreichbar sind, zu unterlassen.

Von (erfolgszuversichtlicher) Leistungsmotivation wird speziell dann gesprochen, wenn der Antrieb, eine Handlung auszuführen, von der Person (dem Lernenden) selbst ausgeht und aus eigenem Bestreben die Erfüllung der damit in Verbindung stehenden Ziele verfolgt wird. Gleichzeitig ist damit eine Bewertung des eigenen Handelns verbunden, die nicht nur die Zielerreichung sondern auch die persönliche Anstrengung („Tüchtigkeit“) einschließt [9]. Insbesondere dieser Aspekt lässt die Durchführung eines Experiments im Physikunterricht zu einer „Frage an mich selbst“ werden: Kann ich das (in der Regel nur implizit ausgedrückte) Ziel, dass das Experiment erfolgreich (nämlich so wie in der videographierten Anleitung) verläuft, erreichen?

Eccles und Wigfield entwickelten eine Erwartungswert-Theorie der Leistungsmotivation [10], [11], die sich bei der Untersuchung schulischen Leistungsverhaltens als besonders geeignet erwiesen hat [9]. Sie bringen dabei verschiedene Aufgabenanreize in Verbindung mit Fähigkeitsüberzeugungen, die aus früheren Aufgaben gewonnen wurden. Mit diesem Modell lassen sich aufgaben- und fachspezifische Unterschiede eines Lernenden erklären (ebenda). Seit langem werden Messverfahren zur Erfassung der Leistungsmotivation hinsichtlich ihrer Eignung diskutiert (vgl. [9]). Zweckzentrierte, rationale Aspekte der Motivation sind gut zugänglich und scheinen geeignet, um Entscheidungen für oder gegen eine Handlungsmöglichkeit vorherzusagen (vgl. [12]). Allerdings wird deren Realisierung von weiteren Faktoren (z. B. Tätigkeitsanreize, Volition) beeinflusst (ebenda). Standardisierbare Diagnoseverfahren z. B. in Form von Fragebögen sind im Allgemeinen praktikable Lösungen. Zu bedenken ist, dass Selbstauskünfte der Personen immer nur eingeschränkt verlässlich sind und die Motive erst durch die jeweils vorliegende Situation angeregt werden müssen, um eine aktuelle Motivation der Person zu erreichen, wodurch dann wiederum die entsprechende Handlung ausgelöst wird. Mittlerweile existieren diverse Fragebögen zur Messung der Leistungsmotivation, u. a. die Skalen zur Erfassung der Lern- und Leistungsmotivation (SELLMO) von Spinath, Stiensmeier-Pelster, Schöne und Dickhäuser (2002)

[13] und eine deutsche Kurzversion zur Achievement Motive Scale (AMS), die von Engeser 2004 veröffentlicht wurde (vgl. [12] und [14]). Durch sie werden überdauernde, motivationale Personenmerkmale erfasst (d. h. Motive), die Prognosen für verschiedene Situationen erlauben. Zur Ermittlung der Motivation, die durch die vorliegende konkrete Situation angeregt wird, entwickelten Rheinberg, Vollmeyer und Burns 2001 einen Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen (FAM) [15].

Um in der hier beschriebenen Studie Aussagen über Handlungsmotive der Schülerinnen und Schüler, ein Experiment durchzuführen oder nicht, zu erhalten, wurden Items der deutschen Kurzfassung der AMS adaptiert (vgl. [12] und [14]).

2.3. Flow-Erleben

Als „Flow-Erleben“ bezeichnet man „das selbstreflexionsfreie Aufgehen in einer glatt laufenden Tätigkeit, die man trotz hoher Belastung noch gut unter Kontrolle hat. Man vergisst Zeit, Ort und den ursprünglichen Zweck der Aktivität und wird von ihr völlig absorbiert“ ([12], S. 41). Werden z. B. die Anforderungen einer Aufgabe als zu den eigenen Fähigkeiten passend empfunden (die Aufgabe ist also weder zu leicht noch zu schwierig), so sollte sich dies auch in einem gesteigerten Flow-Erleben feststellen lassen. Flow-Erleben bei Lernprozessen kann man allgemein positiv bewerten, da sich Flow und Lernleistung gegenseitig beeinflussen. Flow kann (Lern-) Leistungen fördern, aber bei besseren (Lern-) Leistungen kann sich auch die Chance für Flow-Erleben erhöhen [9].

Mit Hilfe unseres Fragebogens wollten wir überprüfen, ob sich die Kenntnis des Ausgangs des Experiments messbar auf das Flow-Erleben auswirkt und falls ja, in welche Richtung. Deshalb wurden Items der Flow-Kurz-Skala [12] adaptiert und in den Fragebogen integriert.

2.4. Neugiermotivation und Interesse

Das grundlegende Bedürfnis, die Umwelt zu erkunden, wird als primäre Neugiermotivation bezeichnet [16]. Diese Neugiermotivation ist der Musterfall einer intrinsischen Motivation [16], [17]. Angestrebt werden niedrige bis schwache Erregungszustände, was dazu führt, dass bevorzugt Situationen mit einem mittleren Reiz- bzw. Informationswert aufgesucht werden. Man unterscheidet zwischen gerichtetem und diversivem Neugieverhalten [16]. Gerichtetes Neugieverhalten wird durch relative Neuheit, Komplexität und Ungewissheit einer Situation oder eines Objektes hervorgerufen, was bei der Person eine subjektive Unsicherheit hervorruft. Durch das Explorationsverhalten werden die entstandenen kognitiven Konflikte abgebaut und der Erregungszustand wieder auf ein mäßig erhöhtes Niveau gesenkt. Diversives Neugieverhalten tritt in monotonen oder reizarmen Situationen auf, die wie oben beschrieben, zu einem erhöhten Erregungszustand führen. Durch

das Explorationsverhalten werden Abwechslung und Stimuli gesucht und somit die Erregung auf ein mäßig erhöhtes Niveau gesenkt [16]. „Richtet sich die Neugier häufiger auf den gleichen Bereich, handelt es sich um die Ausbildung von Interessen. Um den kognitiven Charakter zu betonen, kann man auch von Sachinteressen sprechen“ ([16], S. 248).

Nach Hoffmann, Häußler und Lehrke ([18], S. 26) weist das Sachinteresse von Schülerinnen und Schülern bezüglich der Physik folgende Dimensionen auf: „Interesse an dem Kontext, in dem ein bestimmter physikalischer Inhalt eingebettet ist [...] ; Interesse an einem bestimmten physikalischen Gebiet [...] ; und Interesse an einer bestimmten Tätigkeit, in die man sich mit diesem Inhalt einlassen kann.“

In der Interessenforschung [19] unterscheidet man zwischen einem individuellen oder persönlichen Interesse (einem persönlichkeitspezifischem Merkmal des Lerners, z. B. als relativ stabile Präferenz für einen bestimmten Lerngegenstand) und einem situationalen Interesse bzw. der Interessantheit (einem einmaligen, situationsspezifischen, motivationalen Zustand, der aus den besonderen Anreizbedingungen einer Lernsituation resultiert). Diese beiden Konzepte sind nicht in sich abgeschlossen bzw. voneinander klar abtrennbar, sondern stellen nach Krapp und Prenzel Komponenten eines übergeordneten Interessenkonstruktes dar: „Diese relationale Struktur verbindet dispositionale Merkmale eines Individuums (individuelle oder persönliche Interessen), mit interesseauslösenden Bedingungen der Lernumgebung bzw. des Lerngegenstandes (Interessantheit) und aktuellen psychischen Zuständen während einer interessenorientierten Handlung (aktualisiertes oder situationales Interesse)“ ([19], S. 15).

Im Rahmen unserer Untersuchung wurde durch Selbstauskunft der Testpersonen erfasst, inwieweit sie an der Lösung der Aufgaben bzw. Durchführung der Experimente interessiert waren und ob sie dabei Spaß empfunden hatten. Die Items dieser Skala wurden so formuliert, dass sie sich auf die gerade erlebte Situation bezogen, und geben somit einen Hinweis auf das situationale Interesse [19].

3. Methodisches Vorgehen

3.1. Ablauf der Untersuchung

Für die Untersuchung wurden zunächst Experimente verfilmt bzw. einige der bereits in Zusammenhang mit der Lernumgebung „denkwerkstatt-physik“ [1] erstellten Videos bearbeitet. Jedes Video wurde dann in zwei verschiedenen Varianten in die Lernumgebung eingebaut:

a) Die erste Variante (V1) des jeweiligen Experimentiervideos zeigte das gesamte Experiment (Vorbereitung, Durchführung, Ergebnis) ohne Unterbrechung. Am Ende des Videos wurde durch eine Texteinblendung den Schülerinnen und Schülern das Angebot gemacht, das Experi-

ment selbst real durchzuführen. Das Angebot musste nicht angenommen werden.

b) Die zweite Variante (V2) des jeweiligen Experimentiervideos war identisch zu V1, enthielt aber eine Unterbrechung, so dass die Schülerinnen und Schüler zunächst nur die Vorbereitung und den Beginn der Durchführung des Experiments sahen, nicht aber dessen Ausgang bzw. Ergebnis. Stattdessen wurde den Schülerinnen und Schülern an dieser Stelle durch die gleiche Texteinblendung wie bei V1 ebenfalls das Angebot gemacht, das Experiment selbst durchzuführen. Erst nach der Beantwortung einer Frage zum (tatsächlichen oder vermuteten) Ausgang wurde den Testpersonen der zweite Teil des jeweiligen Videos (das Ergebnis des Experimentes) zugänglich gemacht.

Für die Intervention wurden insgesamt drei Aufgaben der „denkwerkstatt-physik“ [1] eingesetzt. Zwei Aufgaben stammten aus dem Bereich Mechanik („Schwerelosigkeit“ und „Gestörte Nachtruhe“) und eine Aufgabe aus dem Bereich Wärmelehre („Das Ei in der Flasche“). Die Aufgaben aus dem Bereich Mechanik enthielten jeweils ein Experiment. Die Aufgabe aus dem Bereich Wärmelehre enthielt zwei Experimente. Der Aufbau der verwendeten Aufgaben ist in Abschnitt 3.2 näher beschrieben. Jede der drei Aufgaben lag in zwei Versionen vor. Jede Testperson erhielt während der Intervention ein Notebook mit jeweils drei zu bearbeitenden Aufgaben des gleichen Typs (entweder V1 oder V2). Die jeweiligen Notebooks enthielten nur Aufgaben entweder der einen oder der anderen Variante. Die Zuteilung der Testpersonen zu den einzelnen Notebooks geschah nach dem Zufallsprinzip. Benachbarte Testpersonen (Sitznachbarn) hatten die gleiche Variante der Videos installiert.

Für die Untersuchung wurde erhoben, wie häufig Schülerinnen und Schüler die zur Verfügung gestellten Realexperimente ausführten. Hierzu mussten sie im Fragebogen, der nach Beendigung jeder Aufgabe auszufüllen war, die Aussage „Ich habe das Experiment nicht nur angeschaut, sondern auch selbst durchgeführt“ mit „ja“ oder „nein“ durch Ankreuzen beantworten. Die Richtigkeit und Vollständigkeit dieser Angabe wurde bei Abgabe des Fragebogens von den beiden Betreuern stichprobenartig geprüft und mit ihrer Beobachtung während der Experimentierphase verglichen. Damit ein Experiment also als durchgeführt gezählt werden konnte, musste die Testperson die jeweilige Aufgabe zu Ende geführt haben und im Fragebogen ankreuzt haben, dass sie das Experiment durchgeführt hatte. Weiter wurden nach jedem Experiment Leistungsmotivation, Flow-Erleben, Interesse und empfundener Lernzuwachs erhoben (zur detaillierten Beschreibung vgl. 3.3).

Die Aufgabe aus dem Bereich Wärmelehre enthielt zwei Experimente. Hier reichte es, eines der Experimente durchgeführt zu haben, um im Fragebogen

die Frage nach der Durchführung des Experiments mit „ja“ zu beantworten. Ob bei dieser Aufgabe einzelne Schülerinnen und Schüler beide Experimente durchgeführt haben, wurde nicht getrennt erhoben.

Die einzelnen Tests fanden im regulären Physikunterricht im Physikraum der jeweiligen Schule statt. Begleitet wurden die Schülerinnen und Schüler während des Tests durch zwei Testbetreuer: den Testleiter und eine weitere Begleitperson. Der Testleiter war den Schülerinnen und Schülern in allen Fällen unbekannt. Die Begleitperson war den Testpersonen an zwei der insgesamt drei teilnehmenden Schulen ebenfalls unbekannt. Die Physiklehrer bzw. die Physiklehrerinnen der Schülerinnen und Schüler waren in der Regel nur am Anfang des Tests für kurze Zeit anwesend. An einer Schule wurde jedoch aus organisatorischen Gründen die Rolle der Begleitperson (nicht des Testleiters) durch den Physiklehrer der Klasse übernommen.

Jede Untersuchung dauerte insgesamt 45 Minuten (eine Schulstunde). Am Anfang der Stunde wurde den Testpersonen die computergestützte Lernumgebung „denkwerkstatt-physik“ durch den Testleiter vorgestellt. Hierzu wurden eine Aufgabe, die nicht Teil des Tests war, vom Testleiter mit Hilfe eines Beamer an die Wand projiziert und die grundlegenden Elemente der Lernumgebung und deren Benutzung vorgestellt. Die Schülerinnen und Schüler wurden darauf hingewiesen, dass sie die während der Intervention in den Videos gezeigten Experimente auch selbst durchführen können, wenn sie möchten. Dazu durften sie jederzeit ihren Platz verlassen und das Experiment allein durchführen oder auch zusammen mit dem Sitznachbarn bzw. der Sitznachbarin, falls diese(r) gerade auch dieselbe Aufgabe bearbeitete und das Experiment durchführen wollte. Auch wurde ihnen gezeigt, wo das notwendige Experimentiermaterial bereit lag. Die Schülerinnen und Schüler wurden schließlich gebeten, nach jeder beendeten Aufgabe einen Fragebogen auszufüllen. Die entsprechenden Fragebögen lagen bei jedem Notebook bereit. Die Einführung dauerte ca. 10 Minuten. Für die eigentliche Intervention, die Bearbeitung der Aufgaben, blieben den Schülerinnen und Schülern somit insgesamt ca. 35 Minuten.

Nach dieser kurzen Einführung bearbeiteten die Testpersonen einzeln und selbständig die Aufgaben an ihren Notebooks. Es war nicht Ziel des Tests, dass die Schülerinnen und Schüler alle drei Aufgaben innerhalb der verfügbaren Zeit lösten, sondern jede Testperson konnte in ihrem eigenen Arbeitstempo vorgehen. Die Aufgaben waren in etwa so konstruiert, dass alle drei gemeinsam innerhalb der vorhandenen Zeit bei zügigem Arbeitstempo hätten gelöst werden können. Einzelne Testpersonen, die bereits vor Ende der Schulstunde alle drei Aufgaben bearbeitet hatten, wurden gebeten, sich in den wenigen verbleibenden Minuten ruhig zu verhalten. Meistens führten die Schülerinnen und Schüler die

Experimente in Zweiergruppen (mit dem Sitznachbarn bzw. der Sitznachbarin) durch, es wurde aber auch einzeln experimentiert.

Die Schülerinnen und Schüler konnten die drei für sie zur Verfügung stehenden Aufgaben in beliebiger Reihenfolge bearbeiten. Die Auswahl der drei Aufgaben war in der HTML-Lernumgebung in Form einer Liste dargestellt, woraus durch Anklicken gewählt werden konnte. Nach unserem subjektiven Eindruck (die Reihenfolge der Bearbeitung der Aufgaben wurde nicht erhoben) arbeiteten die meisten Schülerinnen und Schüler die Liste von oben nach unten durch. Es gab jedoch auch einzelne Testpersonen, die am Anfang aus Neugier zunächst kurz (für wenige Sekunden) alle drei Aufgaben geöffnet hatten und sich erst danach für eine entschieden, die sie dann bearbeiteten.

Während der Arbeits- und Experimentierphase der Testpersonen hielten sich die beiden Testbetreuer im Hintergrund und waren in erster Linie als Beobachter tätig. Bei auftretenden Fragen und Problemen bei der Benutzung der Lernumgebung oder bei der Durchführung der Experimente wurde den Schülerinnen und Schülern Hilfe angeboten.

Aufgaben, die nur begonnen, jedoch aus Zeitmangel nicht beendet werden konnten, wurden nicht berücksichtigt. Da der eingesetzte Fragebogen erst nach Beendigung einer Aufgabe ausgefüllt wurde, sind von nicht beendeten Aufgaben keine Datensätze vorhanden.

3.2. Die Lernumgebung „denkwerkstatt-physik“

Die auf HTML basierende Lernumgebung „denkwerkstatt-physik“ [1] ist als Ergänzung zum Physikunterricht von zu Hause aus (über das Internet) nutzbar. Die Lernumgebung enthält Knobelaufgaben zu verschiedenen Teilgebieten der Physik (Mechanik, Optik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre). Besonderer Wert wird darauf gelegt, dass die Schülerinnen und Schüler bei der Lösung auf ihre eigenen Erfahrungen zurückgreifen können und dass bereits vorhandenes Wissen aktiviert und verknüpft wird.

Die Aufgaben sind immer nach dem gleichen Schema aufgebaut (vgl. Abb. 1): Die linke Seite des Bildschirms enthält eine Knobelaufgabe (Text mit Bild, evtl. auch Video), und auf der rechten Seite gibt es verschiedene Lösungsimpulse, die die Testpersonen bei der Beantwortung der Knobelaufgabe unterstützen sollen. Die Reihenfolge der Bearbeitung dieser Lösungsimpulse ist nicht vorgegeben (sie sind voneinander unabhängig), auch müssen nicht alle Lösungsimpulse bearbeitet werden.

Als Lösungsimpuls wird unter anderem ein Experiment angeboten, dessen Anleitung im Rahmen unserer Untersuchung in Form der oben beschriebenen Videos vorlag. Die Experimente sind so konzipiert, dass sie mit Materialien, die in einem gewöhnlichen Haushalt vorhanden sind, durchführbar sind. Weitere Lösungsimpulse sind z. B. der Fragestellung verwandte Phänomene (Transfer) oder zeichnerische

Herangehensweisen. Weiter gibt es einen sogenannten „Werkzeugkasten“, der allgemeines physikalisches Hintergrundwissen beinhaltet.

Da im Rahmen unserer Untersuchung der Fokus auf den Anleitungen zum Experimentieren lag, wurden die Aufgaben so angepasst, dass die Testpersonen die Anleitung zum Experiment auf jeden Fall aufrufen mussten. Dies geschah dadurch, dass der Button, der den Zugang zur Lösung der Aufgabe freigab, erst dann aktiviert wurde, wenn der experimentelle Teil der Aufgabe zumindest aufgerufen und die Videoanleitung zum Experiment angeschaut worden war.



Abb. 1: Bildschirmaufnahme einer zu lösenden Aufgabe in der „denkwerkstatt-physik“

Zur Veranschaulichung soll nun ein Experiment aus der Aufgabe „Schwerelosigkeit in der Erdumlaufbahn“ kurz beschrieben werden. Das Experiment hat den Titel: „Schwereloses Wasser...?“. [20]

Für Gruppe V2 zeigte das Video, wie eine Person eine Flasche mit Wasser füllt. Im unteren Bereich der Flasche sind einander gegenüberliegend zwei kleine Löcher angebracht, die durch die Finger der Person, die die Flasche füllt, bedeckt werden, damit das Wasser nicht herausfließen kann. Nun stellt sich die Person auf eine Kiste (um eine größere Fallhöhe zu erreichen) und hält die Flasche mit ausgestrecktem Arm von sich weg. Die Löcher im unteren seitlichen Bereich der Flasche werden nun freigegeben, und das Wasser fließt, eine nach unten geöffnete Parabel beschreibend, deutlich sichtbar aus der Flasche heraus. Das Video endet hier und folgender Text wird über das Video eingeblendet: „Was passiert mit dem herausfließenden Wasser, wenn man die Flasche fallen lässt? Wenn du möchtest, kannst du nun den Versuch durchführen. Klicke danach auf

den Pfeil.“ Die Schülerinnen und Schüler hatten nun die Wahl, das Experiment durchzuführen, um selbst herauszufinden, wie das Experiment ausgeht, oder sie konnten direkt nach Beantworten einer Frage zum erlebten oder vermuteten Ausgang auf einen Button zur Fortführung klicken und sich den zweiten Teil des Videos anschauen. Dieser zeigte nun, dass während der Fallbewegung kein Wasser aus der Flasche fließt. Anschließend wurden die Schülerinnen und Schüler noch angeregt, sich gedanklich mit der Erklärung des beobachteten Phänomens auseinanderzusetzen und aus vier vorgegeben kurzen Antwortsätzen (von denen nur einer richtig war) den ihrer Meinung nach richtigen auszuwählen (durch Anklicken).

Für Gruppe V1 zeigte das Video dasselbe Experiment, jedoch ohne die Unterbrechung. Am Ende des Videos wurde der gleiche Text wie bei Gruppe V2 eingeblendet. Die Schülerinnen und Schüler hatten nun ebenfalls die Wahl, das Experiment real durch-

zuführen oder sich direkt mit der Frage bzw. den Antwortsätzen zu befassen.

3.3. Beschreibung des Fragebogens

Der eingesetzte Fragebogen basiert auf mehreren verschiedenen Tests. Die Items, die aus den ursprünglichen Fragebögen übernommen wurden, sind dabei in ihrer Formulierung so angepasst worden, dass ein Bezug zu den Aufgaben und Experimenten hergestellt wurde, die die Schülerinnen und Schüler bearbeiteten. Der verwendete Fragebogen enthielt folgende vier Subskalen (die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung berechneten Werte für Cronbachs- α werden in Klammern zusätzlich angegeben):

- a) „Interesse und Spaß“ (5 Items, $\alpha = .868$),
- b) „Hoffnung auf Erfolg“ (5 Items, $\alpha = .779$),
- c) „Flow-Erleben“ (7 Items, $\alpha = .728$),
- d) „Lernzuwachs durch Experiment“ (4 Items, $\alpha = .741$).

Die Antworten der Schülerinnen und Schüler wurden mit Hilfe einer vierstufigen Ratingskala erfasst. Als verbale Marken dienten: „stimmt gar nicht“, „stimmt eher nicht“, „stimmt eher“ und „stimmt genau“.

Die Skalen mit ihren einzelnen Items sollen nun kurz dargestellt werden:

- a) Die Skala „Interesse und Spaß“ erfasste, ob die Schülerinnen und Schüler die Bearbeitung der Aufgabe bzw. des Experiments persönlich interessierte. Hiermit sollten, wie bereits oben beschrieben, Hinweise auf das situationale (und damit zumindest in dieser Situation auch sachbezogene) Interesse [19] der Testpersonen gewonnen werden. Die Items der Skala lauteten:

- Die Lösung dieser Aufgabe hat mich interessiert.
- Das Lösen dieser Aufgabe hat mir Spaß gemacht.
- Ich habe mich bei dieser Aufgabe gelangweilt.*
- Das Experiment hat mich interessiert.
- Das Experiment hat mir Spaß gemacht.

*Item wurde zur Auswertung umgepolt.

- b) Für die Skala „Hoffnung auf Erfolg“ wurden Items der AMS-Kurzskala nach Engeser [14] adaptiert. Die AMS-Kurzskala erhebt, ob als Voraussetzung von einer eher hohen oder geringen Erfolgsorientierung beim Bewältigen von schwierigeren Lernsituationen ausgegangen werden kann. Rheinberg [12] spricht von der Erfassung der Selbstwahrnehmung der erfolgsoversichtlichen Komponenten des Leistungsmotivs. Die AMS-Kurzskala besteht aus zwei Subskalen und zwar (vgl. [12]):

„Hoffnung auf Erfolg“ (HE) beinhaltet fünf Items zum Erfassen der erfolgsoversichtlichen Leistungsmotivation.

„Furcht vor Misserfolg“ (FM) beinhaltet fünf Items zum Erfassen der misserfolgsmeidenden Leistungsmotivation.

Für unsere Untersuchung wurden nur die fünf Items der Subskala „Hoffnung auf Erfolg“ adaptiert und verwendet. Die Items der Skala lauteten:

- Aufgaben, die schwierig zu lösen sind, wähle ich gern aus.
 - Mich reizen Situationen, in denen ich meine Fähigkeiten testen kann.
 - Ich mag Situationen, in denen ich feststellen kann, wie gut ich bin.
 - Es macht mir Spaß, an Problemen zu arbeiten, die für mich ein bisschen schwierig sind.
 - Ich erhalte gern eine etwas schwierige Aufgabe.
- c) Für die Skala „Flow-Erleben“ wurde ein Teil der Flow-Kurzskala nach Rheinberg [12] adaptiert. Die Items der Skala lauteten:
 - Es fiel mir leicht, mich zu konzentrieren.
 - Ich wusste immer, was ich tun sollte.
 - Die richtigen Gedanken kamen wie von selbst.
 - Ich bin mit meinem Vorgehen sehr zufrieden.
 - Ich habe gar nicht bemerkt, wie die Zeit vergeht.
 - Ich war ganz in das Lösen der Aufgabe vertieft.
 - Ich war mit meinen Gedanken öfter woanders.
 - d) Die Skala „Lernzuwachs durch Experiment“ erfasste, wie die Schülerinnen und Schüler ihren eigenen Lernzuwachs durch die Bearbeitung bzw. Durchführung des Experimentes selbst einschätzten. Unser Ziel war es, zu erfassen, ob ein Zusammenhang zwischen der realen Durchführung des Experimentes und der subjektiven Wahrnehmung „etwas gelernt zu haben“ besteht. Die Items der Skala lauteten:
 - Das Experiment hat mir geholfen, die Lösung der Knobelaufgabe zu verstehen.
 - Beim Experiment habe ich viel dazugelernt.
 - Ich habe gemerkt, dass ich auch selbst gut experimentieren kann.
 - Wenn ich jemandem das Experiment erklären soll, denke ich, dass ich das gut kann.

3.4. Beschreibung der Stichprobe

Die Untersuchung wurde an zwei Hauptschulen und einer Realschule durchgeführt. An jeder dieser Schulen nahmen jeweils eine 7., eine 8. und eine 9. Klasse teil. Insgesamt waren an der Untersuchung 154 Personen (76 Mädchen und 78 Jungen) beteiligt (vgl. Tab. 1).

Insgesamt wurden von den Testpersonen 366 Fragebögen abgegeben (Jungen: 176 abgegebene Fragebögen, Mädchen 190 abgegebene Fragebögen).

Im Rahmen der folgenden Auswertung verringert sich die Anzahl der gewerteten Fragebögen um drei.

	Haupt- schule	Real- schule	Klasse 7	Klasse 8	Klasse 9
Jungen	44	34	22	34	22
Mäd- chen	48	28	21	23	32

Tab. 1: Verteilung der Testpersonen nach Schulart bzw. Klassenstufe

Dies liegt daran, dass einzelne Schülerinnen und Schüler ihren Fragebogen nicht sorgfältig bzw. unvollständig ausgefüllt hatten, wodurch diese nicht in die Auswertung aufgenommen werden konnten.

85 Testpersonen bearbeiteten Variante V1 (Videos ohne Unterbrechung), 69 Testpersonen bearbeiteten Variante V2 (Videos mit Unterbrechung). Das zahlenmäßige Ungleichgewicht kam durch Zufallseffekte zustande. Jede Schülerin bzw. jeder Schüler konnte maximal drei Aufgaben bearbeiten, für die jeweils ein eigener Fragebogen auszufüllen war. 201 der abgegebenen Fragebögen stammten von Testpersonen, die zur Gruppe V1 gehörten. 49 dieser Personen hatten alle drei Aufgaben gelöst, 18 Personen hatten zwei Aufgaben gelöst und 18 Personen hatten eine Aufgabe gelöst. 165 der abgegebenen Fragebögen stammten von Testpersonen, die zur Gruppe V2 gehörten. 44 dieser Personen hatten alle drei Aufgaben gelöst, 12 Personen hatten zwei Aufgaben gelöst und 9 Personen hatten eine Aufgabe gelöst.

4. Ergebnisse

Um die Fragestellungen a und b hinsichtlich einzelner Zusammenhänge zu beantworten, wurde jeweils mit SPSS eine Kreuztabelle erstellt. Da es sich jeweils um zwei dichotome Items handelte, wurde zur Berechnung der Korrelation (r) der Phi-Koeffizient bestimmt und zur Ermittlung der Signifikanz der Chi-Quadrat-Test durchgeführt.

4.1. Fragestellung a: Gibt es einen Zusammenhang zwischen der betrachteten Variante der Videos und der Experimentierhäufigkeit?

Anhand der erhobenen Daten lässt sich feststellen, dass die Testpersonen insgesamt häufiger experimentieren, wenn sie in einer Video-Experimentieranleitung den Ausgang des Experiments nicht gezeigt bekommen (vgl. Tab. 2). Zwischen der Version der Videos (Ausgang wird gezeigt V1 / Ausgang wird nicht gezeigt V2) und der praktischen Ausführung des Experiments besteht ein signifikanter, aber betragsmäßig sehr geringer Zusammenhang ($r = .115$, $p \leq 0.05$, $N = 363$) dahingehend, dass Schülerinnen und Schüler, die den Ausgang des Experiments nicht kannten, häufiger experimentierten. Bei knapp 40% der Aufgaben, die den Ausgang des Experiments im Video zeigten (Gruppe V1), wurde das Experiment real durchgeführt ($N = 198$). Dieser Anteil erhöhte sich auf knapp 51% bei Gruppe V2, bei der im Video der Ausgang des Experiments nicht gezeigt wurde ($N = 165$).

Bemerkenswert und im Einklang mit unseren vorangegangenen Beobachtungen ist, dass die Experimentierhäufigkeit in Gruppe V1 mit etwa 40% noch relativ hoch ist. Das Wissen darüber, was der Ausgang bzw. das Ergebnis eines physikalischen Experiments ist, scheint für Schülerinnen und Schüler keinen allzu entscheidenden Einfluss auf die Experimentierhäufigkeit zu haben.

	V1 (N = 198)	V2 (N = 165)
Exp. durchgeführt	39,4%	50,9%
Exp. nicht durchgeführt	60,6%	49,1%

Tab. 2: Vergleich der Experimentierhäufigkeit zwischen Gruppe V1 und V2

Führt man obige Berechnung getrennt nach Geschlecht durch, so lässt sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Version der Videos und der Experimentierhäufigkeit ermitteln.

4.2. Fragestellung b: Gibt es einen Zusammenhang zwischen Geschlecht, Klasse oder Schulart und der allgemeinen Experimentierhäufigkeit (unabhängig von der betrachteten Variante der Videos)?

4.2.1. Zusammenhang zwischen Geschlecht und Experimentierhäufigkeit

Insgesamt (über den gesamten Datenpool) betrachtet, kann zwischen dem Geschlecht der Testpersonen und der Experimentierhäufigkeit ein signifikanter, aber betragsmäßig geringer Zusammenhang ($r = .220$, $p \leq 0.001$, $N = 363$) nachgewiesen werden. Demnach experimentierten männliche Probanden ($N = 173$) häufiger als weibliche ($N = 190$).

In Tab. 3 wird zusätzlich die Experimentierhäufigkeit in Abhängigkeit vom Geschlecht der Testpersonen und der bearbeiteten Variante der Aufgaben (V1 oder V2) dargestellt. Unabhängig von der Variante der betrachteten Videos ist hier festzustellen, dass Jungen häufiger experimentierten als Mädchen.

	V1	V2
Exp. durchgef. Mädchen	29,6% (aus N = 108)	40,2% (aus N = 82)
Exp. durchgef. Jungen	51,1% (aus N = 90)	61,4% (aus N = 83)

Tab. 3: Übersicht über die Experimentierhäufigkeit der Schülerinnen und Schüler. Die Zahl in Klammern gibt die jeweilige Grundmenge der gewerteten Aufgaben an. Jungen experimentierten signifikant häufiger als Mädchen.

4.2.2. Zusammenhang zwischen Klassenstufe und Experimentierhäufigkeit

Betrachtet man den gesamten Datenpool, so gibt es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Klassenstufe und der Experimentierhäufigkeit.

4.2.3. Zusammenhang zwischen Schulart und Experimentierhäufigkeit

Nimmt man keine Trennung nach Geschlecht vor, so kann anhand der vorliegenden Daten kein Zusammenhang zwischen der Schulart (Haupt- bzw. Realschule) und der Experimentierhäufigkeit der Testpersonen nachgewiesen werden.

Wird getrennt nach Geschlechtern analysiert, so zeigt sich ein geringer ($r = .256, p \leq 0.001, N = 190$) Zusammenhang zwischen der Schulart und der praktischen Ausführung des Experiments dahingehend, dass Schülerinnen der Hauptschule häufiger ($N = 113$) experimentierten als Schülerinnen der Realschule ($N = 77$). Bei den Jungen deutet sich hingegen eine umgekehrte Tendenz an ($r = .207, p \leq 0.01, N = 173$): Schüler der Realschule ($N = 84$) experimentierten häufiger als Schüler der Hauptschule ($N = 89$). Vergleiche dazu auch Tab. 4.

	Hauptschule	Realschule
Exp. durchgef. Mädchen	44,2% (aus N = 113)	19,5% (aus N = 77)
Exp. durchgef. Jungen	46,1% (aus N = 89)	66,7% (aus N = 84)

Tab. 4: Experimentierhäufigkeit nach Schulart gegliedert. Die Zahl in Klammern gibt die jeweilige Grundmenge der gewerteten Aufgaben an.

4.3. Fragestellung c: Welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Fragebogenskalen und dem Geschlecht der Testpersonen bzw. der betrachteten Variante der Videos?

Alle signifikanten Zusammenhänge im Rahmen der Fragestellung c wurden mit der Software SPSS durch die Berechnung der Rangkorrelation nach Spearman (Spearman's rho, Signifikanz 2-seitig) ermittelt. Dabei wurden männliche Personen mit dem Wert 1 und weibliche mit dem Wert 2 codiert.

4.3.1. Betrachtung des gesamten Datenpools

Anhand der ausgewerteten Daten gibt es einen sehr geringen ($r = -.175, p \leq 0.01, N = 345$) Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Testpersonen und der Hoffnung auf Erfolg: Jungen ($N = 168$) sind häufiger der Meinung, die Aufgabe erfolgreich bewältigen zu können, als Mädchen ($N = 177$).

Ebenso kann ein sehr geringer ($r = -.142, p \leq 0.05, N = 327$) aber signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem empfundenen Lernzuwachs nachgewiesen werden: Jungen ($N = 160$) schätzten ihren Lernzuwachs höher ein als Mädchen ($N = 167$).

Männliche Testpersonen ($N = 170$) waren geringfügig häufiger der Überzeugung ($r = -.111, p \leq 0.05, N = 344$), dass sie das Experiment auch einer anderen Person erklären könnten als weibliche Testpersonen ($N = 174$). Zusammenfassend lässt sich somit sagen, dass im Rahmen dieser Untersuchung die Jungen mit einer etwas stärker ausgeprägten Hoff-

nung auf Erfolg an die Aufgaben herangingen und ihren Lernzuwachs etwas optimistischer einschätzten als Mädchen.

Personen (Jungen und Mädchen zusammen), die das Experiment real durchgeführt haben ($N = 157$), waren geringfügig häufiger ($r = .218, p \leq 0.01, N = 344$) der Überzeugung, dass sie das Experiment auch einer anderen Person erklären könnten als Personen, die das Experiment nur im Video angeschaut hatten ($N = 187$).

4.3.2. Gesonderte Betrachtung der Gruppe V1

Eine Übersicht über das Antwortverhalten der Gruppe V1 zeigt Abb. 2. Innerhalb der Gruppe V1, die das Video zum Experiment ohne Unterbrechung betrachtete, lassen sich keine signifikanten Korrelationen zwischen erfolgter Durchführung des Experiments und den Subskalen des Fragebogens feststellen.

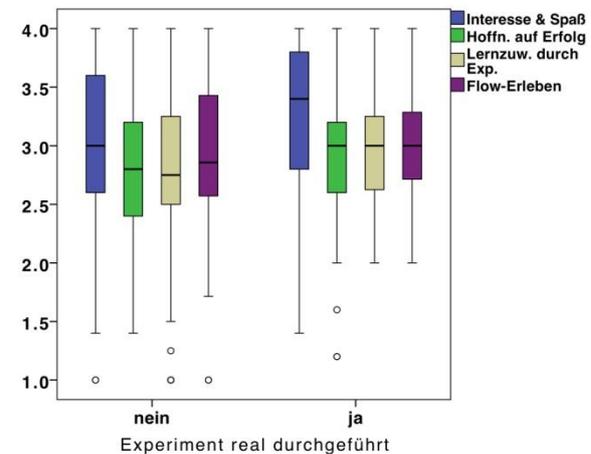


Abb. 2: Übersicht über das Antwortverhalten der Gruppe V1 ($N = 198$). Es lassen sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen erfolgter, realer Durchführung des Experiments (nein/ja) und den Subskalen des Fragebogens feststellen.

4.3.3. Gesonderte Betrachtung der Gruppe V2

Eine Übersicht über das Antwortverhalten der Gruppe V2 zeigt Abb. 3. Bei der Gruppe V2 lassen sich signifikante Korrelationen zwischen der erfolgten, realen Durchführung des Experiments und den vier Subskalen feststellen. Personen, die das Experiment real durchgeführt haben, bescheinigten sich mehr Interesse und Spaß, erlebten öfter einen Flow-Effekt und gaben häufiger an, durch das Experiment viel gelernt zu haben. Offenbar hat also das Experimentieren einen positiven Einfluss auf das Erleben des Unterrichtsgeschehens. Eine Übersicht über die berechneten Korrelationen zeigt Tab. 5.

Weiter lässt sich ein Zusammenhang zwischen „Hoffnung auf Erfolg“ und der realen Durchführung des Experiments feststellen, in dem Sinne, dass Testpersonen, die ein höheres Maß an „Hoffnung auf Erfolg“ hatten, auch häufiger experimentierten. Obwohl hierdurch kein Wirkungszusammenhang nachgewiesen wird, lässt sich vermuten, dass die

Wahl der Durchführung des Experiments auch durch die Leistungsmotivation mit beeinflusst wird.

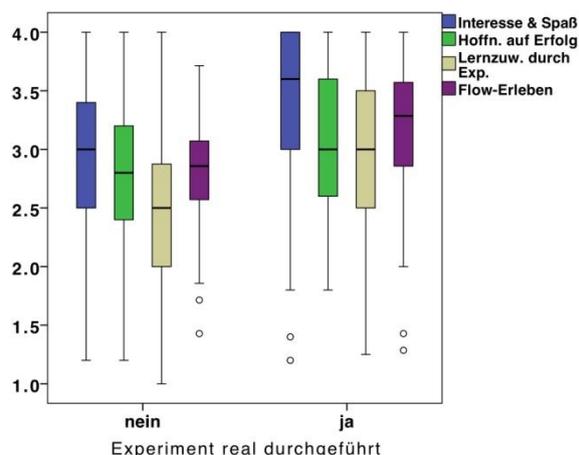


Abb. 3: Übersicht über das Antwortverhalten der Gruppe V2 (N = 165).

	Experiment durchgeführt
Interesse und Spaß	$r = .384$ ($p \leq 0.001$)
Hoffnung auf Erfolg	$r = .225$ ($p \leq 0.01$)
Flow-Erleben	$r = .379$ ($p \leq 0.001$)
Lernzuw. durch Exp.	$r = .390$ ($p \leq 0.001$)

Tab. 5: Korrelationen zwischen der Durchführung des Experiments und den Fragebogen-Subskalen bei Gruppe V2 (N = 165)

Schließlich lässt die Auswertung der vorliegenden Daten darauf schließen, dass die Variante der Videos keinen Einfluss auf die Wahrnehmung der Unterrichtssituation hat. Dies zeigt sich darin, dass Testpersonen, die das Experiment durchgeführt haben und den Ausgang nicht kannten (V2), kaum mehr Interesse und Spaß empfanden als die Probanden, die den Ausgang bereits kannten (V1). Der in den Abbildungen 2 und 3 zu erkennende Unterschied ist gering und statistisch nicht signifikant.

Bezüglich aller in dieser Arbeit beschriebenen Korrelationen ist anzumerken, dass diese keine Ursache-Wirkungs-Folgen darstellen, sondern lediglich Zusammenhänge beschreiben (vgl. [21]).

5. Zusammenfassung

Anhand der erhobenen Daten lässt sich feststellen, dass Schülerinnen und Schüler, die im Anleitungsvideo den Ausgang bzw. das Ergebnis des Experiments nicht sofort, sondern erst nach einer Unterbrechung gezeigt bekommen haben, häufiger zum Experimentieren angeregt wurden. Allerdings ist der Einfluss der Kenntnis vom Versuchsausgang nicht so wirkungsvoll, wie man hätte annehmen können, wenn die Funktion des Experiments im Erkenntnisprozess als zentraler Aspekt gesehen wird. Hiernach wäre eine stärker verminderte Experimentierhäufig-

keit bei bekanntem Versuchsergebnis zu erwarten gewesen. Die Bereitschaft, ein Experiment real durchzuführen, hängt also nicht sehr wesentlich mit seiner Funktion im Rahmen des Erkenntnisprozesses im Physikunterricht zusammen. Dies ist im Einklang mit den Forschungsergebnissen über die Vielfalt der Aufgaben des Experiments im Physikunterricht. Da die naturwissenschaftliche Fragestellung bei der Testgruppe V1 bereits durch die Betrachtung des Videos beantwortet war, ist anzunehmen, dass es weitere, eventuell sogar wichtigere Anreize gibt, das Experiment durchzuführen (vgl. unten).

Jungen experimentierten im Rahmen dieser Untersuchung nicht nur etwas häufiger, sie gingen auch mit einem leicht höheren Maß an „Hoffnung auf Erfolg“ an die Arbeit und beurteilten ihren Lernzuwachs etwas optimistischer als Mädchen.

Betrachtet man die beiden Testgruppen (V1 und V2) getrennt, so stellt man fest, dass nur bei Gruppe V2 („unterbrochenes Video“) signifikante Zusammenhänge zwischen der erfolgten Ausführung des Experiments und den Subskalen des eingesetzten Fragebogens vorhanden sind. Es konnte dabei gezeigt werden, dass die „Hoffnung auf Erfolg“ als Bestandteil der Leistungsmotivation die Bereitschaft, ein Experiment selbst durchzuführen, positiv beeinflusst, wenn der Ausgang des Experiments noch nicht bekannt ist (positive Korrelation in V2). Testpersonen der Gruppe V2, die das Experiment real durchgeführt hatten, berichteten außerdem ein höheres Maß an „Interesse und Spaß“, „Flow-Erleben“ und „Lernzuwachs durch das Experiment“ als diejenigen, die das Experiment nicht durchgeführt hatten. Es kann mit der vorliegenden Untersuchung keine Aussage über zugrundeliegende Ursache-Wirkungs-Mechanismen getroffen werden. Für den Physikunterricht kann aber festgehalten werden, dass die Bereitschaft, ein Experiment durchzuführen, in geringem Umfang mit der Kenntnis seines Ausgangs zusammenhängt und nur dann, wenn der Ausgang unbekannt ist, mit der „Hoffnung auf Erfolg“ korreliert. Es scheint also von Vorteil, wenn die Funktion des Experiments als „Frage an die Natur“ nicht überbewertet wird, aber im Unterricht als Anlass zum Experimentieren auch verdeutlicht wird, wenn dies tatsächlich der Fall ist.

Grundsätzlich aber hat Motivation dafür, dass Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht experimentieren, erwartungsgemäß verschiedene Ursachen. Möglicherweise kann dies im Physikunterricht künftig noch besser berücksichtigt werden. Zwar sind Lehrerinnen und Lehrern die verschiedenen Funktionen des Experiments bewusst. Wenn aber nur ein geringer Teil der Experimentiermotivation auf das Interesse an der mit dem Experiment verbundenen Frage zurückzuführen ist, obwohl dies im Unterricht gewünscht ist, zeigt dies, dass Schülerinnen und Schüler einerseits und Lehrerinnen und Lehrer andererseits mit unterschiedlichen Erwartungen an die jeweilige Unterrichtsphase herangehen.

Eine bessere Übereinstimmung wäre sicher erreichbar, wenn die jeweilige Funktion des Experimentierens den Schülerinnen und Schülern stärker bewusst gemacht würde.

In einer Folgestudie beobachten wir daher die sich hier andeutenden Zusammenhänge näher. So soll insbesondere eine dem jeweiligen Motivationsanlass angepasste Aufgabenstellung in ihrer Wirkung auf das Erleben des Experimentierens untersucht werden. Damit erhoffen wir eine Aussage darüber, in welcher Weise Leistungsmotivation und Neugiermotivation das Verhalten von Schülerinnen und Schülern und das Wahrnehmen der Experimentiertätigkeit beeinflussen.

6. Literatur

- [1] Homepage der „denkwerkstatt-physik“ an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd: <http://www.denkwerkstatt-physik.de> (Stand 6.2.2012)
- [2] Schröter, E.; Erb, R. (2008): Das Projekt „denkwerkstatt-physik“. In: Höttecke, D. (Hg.), Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDGP). Jahrestagung der GDGP in Essen 2007 – Kompetenzen, Kompetenzmodelle und Kompetenzentwicklung. Berlin: LIT Verlag, S. 424-426
- [3] Müller, C.; Duit, R. (2004): Funktionen des Experiments: Vorstellungen von Lehrern und Unterrichtsrealität. In: Pitton, A. (Hrsg.), Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Band 24. Münster: LIT Verlag. 33-35
- [4] Wilke, H.-J. (1993): Zur Bedeutung des Experiments für den Physikunterricht. In: Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 18, August 1993, S. 4-7
- [5] Kircher, E.; Girwidz, R.; Häußler, P. (2001): Physikdidaktik – eine Einführung. Berlin: Springer
- [6] Welzel, M.; Haller, K.; Bandiera, M.; Hammelev, D.; Koumaras, P.; Niedderer, H.; Paulsen, A.; Robinault, K.; von Aufschnaiter, S. (1998): Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden – Ergebnisse einer europäischen Umfrage. In: ZfDN 4, 29-44
- [7] Tesch, M.; Duit, R. (2004): Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. ZfDN 10, 51-69
- [8] Zimbardo, P. G.; Gerrig, R. J. (2004): Psychologie (16. aktualisierte Auflage). München: Pearson Studium
- [9] Heckhausen, J.; Heckhausen, H. (Hrsg.) (2006): Motivation und Handeln (3. überarbeitete und aktualisierte Auflage). Heidelberg: Springer Medizin Verlag
- [10] Eccles, J.S.; Wigfield, A.; Schiefele, U. (1998): Motivation to succeed. In: W. Damon (Series Ed.) & N. Eisenberg (Volume Ed.), Handbook of child psychology (5th Ed., Vol. 3). New York: Wiley, S. 1017-1095
- [11] Wigfield, A.; Eccles, J.S. (2000): Expectancy-value theory of achievement motivation. In: Contemporary Educational Psychology 25, S. 68-81
- [12] Rheinberg, F. (2004): Motivationsdiagnostik. Göttingen: Hogrefe Verlag
- [13] Spinath, B.; Stiensmeier-Pelster, J., Schöne, C.; Dickhäuser, O. (2002): Skalen zur Erfassung der Lern- und Leistungsmotivation (SELLMO). Göttingen: Hogrefe
- [14] Engeser, S. (2004): Motivation, Lernaufwand und Lernleistung in der Statistikausbildung Psychologie. Dissertation. Potsdam: Institut für Psychologie
- [15] Rheinberg, F.; Vollmeyer, R.; Burns, B. D. (2001): FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. In: Diagnostica, Band 47, Nr. 2. Göttingen: Hogrefe Verlag, S. 57-66
- [16] Edelman, W. (2000): Lernpsychologie, 6. Auflage. Weinheim: Beltz PVU
- [17] Deci, E.; Ryan, R. (2000): The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. Psychological Inquiry 11, 4, 227-268
- [18] Hoffmann, L.; Häußler, P.; Lehrke, M. (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik. IPN Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel
- [19] Krapp, A. (Hrsg.); Prenzel, M. (Hrsg.) (1992): Interesse, Lernen, Leistung. Münster: Aschendorff
- [20] Beispielerperiment: http://physik.ph-gmuend.de/denkwerkstatt-physik/files/mechanik/schwereelosigkeit/wasser_1.html (Stand 6.2.2012)
- [21] Zöfel, P. (2003): Statistik für Psychologen im Klartext. München: PearsonStudium