

Einsatz und Effektivität authentischer Lernmedien im Physikunterricht

Jochen Kuhn

Einleitung

Die Tendenz im Physikunterricht ist in den letzten Jahren unübersehbar: Weg von reinem Formellernen und Einsetzungsaufgaben, hin zu abwechslungsreichen, fächerübergreifenden Problemstellungen in multiplen Kontexten mit flexiblen Lösungswegen [1]. Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen [2] ins Zentrum des Physikunterrichts zu rücken, deren Bedeutung zu stärken und sie nicht als eher lästiges Beiwerk im Physikunterricht aufzufassen, wird als einer der Schlüssel angesehen, um auch den durch die internationalen Schulleistungs-Vergleichsstudien der letzten Jahre diagnostizierten Defiziten entgegenzuwirken. Dabei spielen Problemstellungen in authentischen, für die Schüler¹⁾ sinnstiftenden Kontexten eine essentielle Rolle, um ‚träges Wissen‘ [3] zu vermeiden oder zumindest zu reduzieren.

In diesem Beitrag werden der Einsatz und die Effektivität authentischer Lernmedien – speziell sog. *Zeitungsaufgaben* – als Beispiele solcher authentischer, sinnstiftender Aufgabenkontexte vorgestellt. Ebenso sollen dabei vier in der Physikdidaktik und in den Diskussionen mit Lehrkräften immer wieder auftretende Fragen diskutiert werden:

- Warum soll man eine Kontextorientierung im Unterricht umsetzen (theoretische Fundierung)?
- Wie erreicht man eine für den Unterricht gewinnbringende Kontextorientierung?
- Welche Kontexte oder was soll unterrichtet werden?
- Wozu sollte man eine Kontextorientierung berücksichtigen?

Ausgangspunkte – Die Frage nach dem ‘Warum’

Die Analysen der internationalen Schulleistungs-Vergleichsstudien der letzten Jahre zeigten, dass Lernende die im Unterricht erworbenen Kenntnisse nur unzureichend auf konkrete Alltagsprobleme übertragen und diesbezügliche Anwendungs- und Transferaufgaben in neuen Situationen nur defizitär lösen können. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Wissenserwerb eher vom Anwendungskontext abgelöst erfolgt. Dieses als *träges Wissen (inert knowledge)* [4, 5, 6]

PD Dr. habil. Jochen Kuhn, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau, Lehrinheit Physik, Fortstr. 7, 76829 Landau, E-Mail: kuhn@uni-landau.de

1) Mit der männlichen Form ist stets das weibliche Äquivalent mitgemeint.

in der Lern- und Instruktionspsychologie bekanntes Problem ist u. a. auch auf die *synthetische Wirklichkeit* des auch heute noch überwiegend anzutreffenden traditionellen Physikunterrichts und die dort eingesetzten Aufgabenformate zurückzuführen [7]: Die Schüler erleben darin physikalische Begriffe und Inhalte in einem reinen Schulkontext, die zu bearbeitenden, Aufgaben sind häufig alltagsfern und dienen nur zum Üben des bereits Erlernten, um einen möglichst großen Vorrat an Wissen und Können systematisch zu erwerben. Sie sind aber nur unzureichend in der Lage, in konkreten Situationen mit diesem Wissen umzugehen.

Zur Lösung der Problematik des *trägen Wissens* wird in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken verstärkt ein Lehren und Lernen in unterschiedlichen Kontexten mit authentischen Problemstellungen im Rahmen einer neuen *Aufgabenkultur* diskutiert [8, 9, 10, 11, 12]. Solche Vorschläge sind dabei keineswegs erst nach den internationalen Analysen der letzten Jahre entstanden. Bereits Arbeiten aus Mitte der 1970er Jahre [13, 14] sowie das *Salter's Advanced Chemistry Project* [15], der STS-Ansatz²⁾ [16, 17, 18] und das *Lernen im sinnstiftenden Kontext* [19] stellen Einbindungsmöglichkeiten naturwissenschaftlicher, speziell physikalischer Unterrichtsthemen in alltägliche und gesellschaftlich relevante Inhalte vor. Dabei umfasst der Begriff *Kontext* v. a. zwei Aspekte, einen inhaltlichen durch die Einbindung in alltägliche, authentische und gesellschaftlich relevante Zusammenhänge sowie einen unterrichtsmethodischen durch die Einbindung des Inhaltes in eine lernförderliche Lernumgebung. Während die Vertreter in der ersten Phase der Entwicklung kontextorientierter Unterrichtsmaterialien und -choreographien beide Aspekte häufig isoliert von einander betrachtet haben, werden seit der kontextorientierten *Renaissancebewegung* in den 1990er Jahren beide Aspekte berücksichtigt und aufeinander abgestimmt. Denn nationale und internationale Analysen verdeutlichten einmal mehr, dass es nicht ausreicht, Alltagsbezüge in fachsystematisch orientiertes Lernen einzubetten. Stattdessen wird ein Lernen anhand authentischer Kontexte propagiert, das von authentischen Problemstellungen ausgeht und die Problemlösung in den Mittelpunkt des Unterrichts rückt.

2) Als STS-Ansatz wird die Behandlung des Themas „Science and Technology in Society“ bezeichnet, also die Rolle behandelt, die Naturwissenschaft und Technik in der Gesellschaft spielen

Theoretisch begründet sind diese Bestrebungen durch eine der führenden Rahmentheorien der Lern- und Instruktionspsychologie: das *Situierte Lernen* [20, 21]. Darin wird *Wissen* nicht unabhängig vom Individuum als Ansammlung von Fakten und Regeln, sondern als aktiver Konstruktionsprozess jedes Einzelnen in sozialer Interaktion mit Anderen verstanden. Somit kann die Theorie des *Situierten Lernens* als Synthese aus kognitiven und gemäßigt konstruktivistischen Theorien betrachtet werden, die Lernen als Wechselbeziehung zwischen personeninternen, konstruierenden und personenexternen, situativen Komponenten versteht [22].

Theoretische Einordnung – Die Frage nach dem ‘Wie’

Zur Initiierung von situiertem Lernen müssen solche Lernmedien verwendet werden, die den Merkmalen dieses lerntheoretischen Ansatzes entsprechen und die darin skizzierten Lerngelegenheiten ermöglichen.

Einer der führenden Ansätze des Situierten Lernens im anglo-amerikanischen Sprachraum, der sog. *Anchored Instruction*-Ansatz (AI-Ansatz), verwendet z. B. interaktive, multimediale Videodisks [23, 24]. Kurz gesagt, könnte AI als multimediale, komplexe Textaufgabe bezeichnet werden: Die Schüler sehen zunächst eine Videosequenz, in der eine Geschichte von realen Personen in einer realen Umgebung dargestellt wird. Der ca. 15–20 minütige Film endet mit einer komplexen Problemstellung, die die Lernenden in der Klasse bzw. in Kleingruppen vorwiegend selbstständig lösen. Dabei können sie auf einzelne Episoden und speziell arrangierte Themen im Filmmaterial zugreifen. Diese interaktiven, multimedialen Videofilme (bzw. CD-ROM oder DVD) sind somit das zentrale Mittel von AI, das sog. Ankermedium – oder kurz der *Anker*. Dieser bildet als reichhaltig authentische Lernumgebung den Makrokontext zur Schaffung der beabsichtigten Lerngelegenheit und muss dazu ganz bestimmte Designprinzipien erfüllen. Idealerweise ist der Anker so interessant, dass er das motivierte Arbeiten an den identifizierten Problemstellungen leitet und herausfordert. Das explorative Lernen ist durch die narrative Struktur der Darstellungen eingebettet. Die Lernenden sollen Einsichten erfahren und durch eigenes Handeln die notwendigen Problemlösekompetenzen aktiv erwerben. Das erlernte Wissen soll somit über den schulischen Bereich hinaus flexibel aufgebaut werden. Die Lernenden sollen Sinnhaftigkeit, Bedeutungsgehalt und Relevanz des Lerninhaltes erkennen, so dass die Lösung der Problemstellung nicht nur als wichtig für einen guten Leistungsnachweis oder das Erreichen des Klassenziels erkannt wird. Die Entwicklung von Ankermedien orientiert sich dabei an ganz bestimmten Designprinzipien [25, 22]. Ausgangspunkt dieses Ansatzes ist die Überzeugung, dass es wichtig ist, Lehren und Lernen in möglichst authentischen Kontexten zu verankern, die von den Lernenden das Lösen bedeutungshaltiger Probleme erfordern [26 – Stichwort *verankerte Instruction*]. Der grundlegende Gedanke besteht somit darin, dass der entscheidende Punkt jedes Lernens der Aufbau kognitiver Strukturen ist. Es kommt auf den *Ankergrund* für die Verankerung neuen Lernstoffes an. Situiertheit wird bei AI durch das Bereitstellen eines media-

len Kontextes simuliert, der als *Interesseanker* dient, von dem aus Problemlösefähigkeiten entwickelt werden sollen.

Dabei ist die Umsetzung des AI-Ansatzes aus fachdidaktischer und unterrichtspraktischer Sicht auch mit wesentlichen Schwierigkeiten bzw. Defiziten verbunden: Erstens ist die Entwicklung solcher Ankermedien mit erheblichem materiellen und personellen Aufwand verbunden, was dazu führt, dass selbst Vertreter dieses Ansatzes das Kosten-Nutzen Verhältnis bei der Verwendung der AI-Medien in der originär propagierten Form kritisch einschätzen [27, 28, 29]. Der entscheidende Faktor ist dabei das Verhältnis von Entwicklungsstunden für die Medien zu den damit durchführbaren Unterrichtsstunden. Einschlägige Schätzungen gehen für die Entwicklungsphase multimedialer Videodisks davon aus, d. h. dass pro Unterrichtsstunde 100 Entwicklungsstunden für das Ankermedium aufgewendet werden mussten (dieser Schätzwert hat sich in den Folgejahren nicht wesentlich geändert, [30]). Dieser Wert steigt mit zunehmender Funktionalität bei den Ankermedien (Interaktionsgrad, Nachschlagfunktion für Zusatzinformation etc.) rasch auf 500 und mehr. Dieses Verhältnis ist in der schulischen Realität völlig unmöglich. Anders als diese multimedialen Ankermedien, deren Entwicklungsaufwand sehr groß ist und die nur eine ungenügende didaktisch-inhaltliche Variabilität aufweisen, sind Text- oder auch Bildmedien (natürlich heute auch in digitaler Form) vergleichsweise leicht zu erstellen und zu verändern. So kann, mit vertretbarem Aufwand, die erforderliche Flexibilität in Bezug auf Unterrichts- und Personenparameter (Themen, Niveau, Länge, Offenheitsgrad,...) und auf sich zeitlich ändernde technische und unterrichtliche Bedingungen verwirklicht werden. Aus diesem Grund entwickelten Kuhn und Müller [9] eine Modifizierte Anchored Instruction (MAI), die auf den Designprinzipien von AI basiert, diese aber in essentiellen Punkten hinsichtlich Praktikabilität und Flexibilität für den Unterricht modifiziert [10]. Dies hat zur Folge, dass zwei der AI-Designprinzipien, nämlich *videobasiertes Ankermediumformat* und *hohe Problemkomplexität*, zu den MAI-Prinzipien *affektives Ankermedium* und *regelbare Problemkomplexität* modifiziert wurden (Abb. 1).

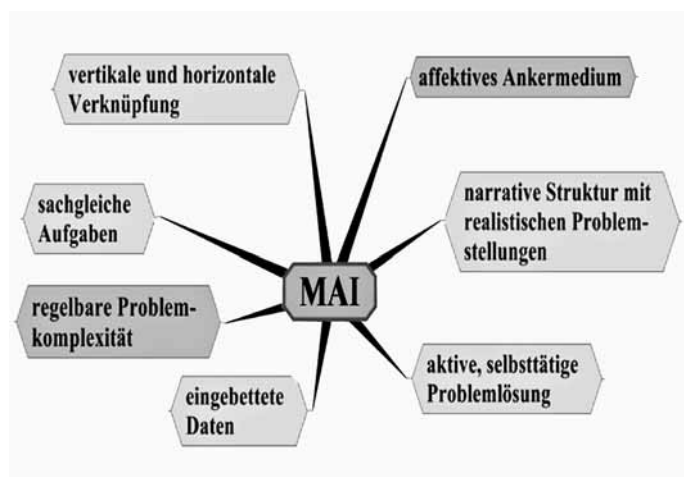


Abb.1: MAI-Designprinzipien

Zeitungsaufgaben als Beispiele authentischer Lernmedien im Physikunterricht – Die Frage nach dem ‘Was’

Nachdem verdeutlicht wurde, wie eine Kontextorientierung erreicht werden kann, stellt sich die Frage, welche Inhalte geeignet sind, um kontextorientiertes Lernen zu initiieren. Wichtige empirische Hinweise dazu liefert die IPN-Interessenstudie [31, 32]. Danach sehen 55% der befragten Schüler den Themenbereich *Mensch und Natur* und 25% den Bereich *Physik und Gesellschaft* als bedeutsam an. Somit ist die Eignung von Unterrichtsinhalten z. B. aus Bereichen wie *Physik und Medizin*, *Physik und der menschliche Körper*, *Physik und Sport* sowie *Physik und Gesellschaft* für einen kontextorientierten Unterricht auch empirisch begründet. Die Berücksichtigung dieser Interessensbereiche allein stellt jedoch noch nicht sicher, dass die Kontextorientierung zu der gewünschten Lernwirksamkeit führt.

Die Verwendung authentischer Problemstellungen im Rahmen solcher Themenbereiche für kontextorientiertes Lernen setzt voraus, dass darüber hinaus *vorgebliche Kontexte* vermieden werden müssen [7, S 109]. Die Authentizität der Problemstellung darf nicht vorgetäuscht werden, wobei der Begriff *Authentizität* sowie das Adjektiv *authentisch* oft sehr unspezifisch verwendet werden und als Eigenschaftsbündel aufgefasst werden muss: „*Im Allgemeinen wird unter Authentizität die Qualität des Bezuges zur realen Welt verstanden. Allerdings gibt es verschiedene Facetten von Authentizität.*“ [33, S 38]. Untersuchungen zeigen, dass Zeitungsaufgaben sowohl den Anforderungen des MAI-Ansatzes als auch den durch die IPN-Interessenstudie ausgewiesenen Themenbereichen in besonderem Maße genügen [10], weshalb dieses Lernmedium im Folgenden detaillierter ausgeführt wird.

Zeitungsaufgaben bestehen aus einem Instruktionstext, der nach Text und Layout weitgehend unverändert aus Zeitungen entnommen wurde, und einer oder mehrerer Aufgabenstellungen, die sich auf diesen Text beziehen (Abb. 2). Solche Aufgaben haben in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtspraxis eine gewisse Tradition. Zu deren erfolgreichen Einsatz liegen aktuelle Beispielsammlungen und Erfahrungsberichte vor, umfangreich in Mathematik [34] und mit ersten Vorschlägen in der Physik [35]. Mit Blick auf die gemäß der Lernpsychologie für ein erfolgreiches Lernmedium erforderlichen Designprinzipien (Abb. 1) und den durch die IPN-Interessenstudie [36] ausgewiesenen Themenbereichen kann bzgl. Zeitungsaufgaben Folgendes festgestellt werden:

Gesellschaftlich relevante Themen sind per se Gegenstand von Zeitungsartikeln (andernfalls würden die Themen nicht in Zeitungen erscheinen). Aber auch Themen zu Sport, Medizin und zum menschlichen Körper sind in Zeitungen häufig zu finden, da sie nicht nur für Schüler sondern auch für die Gesellschaft allgemein von Interesse sind. Deshalb ist die Vermutung nahe liegend, dass bei Zeitungsaufgaben die Gefahr vorgeblicher Kontexte kaum gegeben sein sollte, da die dort aufgeführten Daten und Zusammenhänge real und

authentisch vorliegen. Mit Hinblick der Anforderungen an MAI-Lernmedien (Abb. 1) scheinen solche Aufgaben durch deren Realitätsbezug, den affektiv ansprechenden *Story-Charakter* und deren häufig fächerübergreifenden Aspekten auch die restlichen lernpsychologisch geforderten Designprinzipien zu erfüllen.

Diese vordergründig zunächst plausibel erscheinenden Einschätzungen von Zeitungsaufgaben müssen selbstverständlich überprüft werden. Denn es ist ja nicht selbstverständlich, dass z. B. ein für Lehrer authentisch anmutender Text von Schülern auch tatsächlich als authentisch wahrgenommen wird. Dieser *Manipulation Check* wurde von Kuhn [10] für Zeitungsaufgaben durchgeführt und empirisch bestätigt.

WAS IST EIGENTLICH ...

... ein Hybrid-Antrieb?

VON UNSEREM MITARBEITER
GÜNTER WEIGEL

Der Begriff Hybrid, wörtlich übersetzt etwa „von zweierlei Herkunft“, dient in der Autoindustrie als Bezeichnung für Fahrzeuge, die sowohl über einen Verbrennungsmotor als auch über einen oder sogar mehrere Elektromotoren als Antriebsquelle verfügen.

Die Idee des Hybridantriebs beruht auf der Erkenntnis, dass in vielen Einsatzbereichen des Automobils ein Elektromotor sinnvoller ist als der bekannte Verbrennungsmotor. So bietet der E-Motor sein maximales Drehmoment von Start weg an, während der Verbrennungsmotor erst auf Drehzahl gebracht werden muss.

Zudem emittiert der E-Motor keinerlei Abgas und er ist in der Lage, Energie in die Batterie zurückzuspeisen, wenn das Auto abbremst oder im Schubetrieb läuft. Andererseits hat er seine Leistungsspitze dann erreicht, wenn der Verbrennungsmotor anfängt, ausreichend Kraft zu erzeugen.

Bei allen derzeit gängigen Hybridmodellen unterstützt der Elektromotor den Verbrennungsmotor, wenn hohe Leistung benötigt wird, etwa beim Beschleunigen oder beim Anfahren. Je nach Auslegung fährt das Hybridmodell auch rein elektrisch an und legt im Stadtverkehr auch längere Strecken elektrisch zurück.

Knackpunkt der Hybridentwicklung ist die Batterietechnik. Derzeit setzt die Industrie Nickel-Metal-Hydridspeicher ein, die unempfindlich auf häufiges Be- und Entladen reagieren, aber in ihrer Leistung begrenzt sind. Vorteile hinsichtlich Gewicht und Leistung versprechen Lithium-Ionen-Batterien, aber ihr Serieneinsatz im Pkw wird erst zum Ende dieses Jahrzehnts erwartet.

Marktführer bei den Hybridherstellern ist Toyota. Seit zehn Jahren baut das japanische Unternehmen das Modell Prius. Gemeinsam mit den Luxusmodellen der Konzerntochter Lexus kommt Toyota mittlerweile auf eine Million produzierte Hybride – eine Zahl, die das Unternehmen künftig jährlich anstrebt. Deutsche Hersteller werden im kommenden Jahr mit ersten Hybriden auf den Markt kommen.

— Was Sie schon immer über Wirtschaft wissen wollten: Freitags gibt es hier Auskunft. Schicken Sie Ihre Fragen an die RHEINPFALZ Wirtschaftsredaktion, Postfach 21147, 67011 Ludwigshafen, Fax: 0621 5902-600, E-Mail: redwirt@rheinpfalz.de

ZWEI MOTOREN AN BORD

1 Verbrennungsmotor für Antrieb und zum Aufladen der Batterien

2 Bei geringer Leistungsanforderung arbeitet nur der Elektromotor

Die Elektronik schaltet je nach Anforderung die beiden Antriebsysteme ein oder aus. Zur Beschleunigung werden beide Antriebe gleichzeitig genutzt

Der Elektromotor lädt die Batterien beim Bremsen

GRAFIK: TILCH HAGEMANN/JAFP 20070910-DE01

Batterien

Benzin- oder Dieselmotor mit Elektrogenerator

Kraftstofftank

Elektromotor

Batterien

Batterien

Der Elektromotor lädt die Batterien beim Bremsen

DIE RHEINPFALZ (01_WIRT), 28.09.2007

- Vergleiche Vor- und Nachteile eines Hybridantriebs mit einem Verbrennungsmotor.
- Erkläre die Funktionsweise eines Hybridmotors aus Sicht eines Physikers unter Berücksichtigung der Fachsprache.
- Verdeutliche die Funktionsweise eines Hybridantriebs beim Beschleunigen und beim Abbremsen durch jeweils ein Energieflussdiagramm.

Abb. 2: Zeitungsaufgaben zum Themenbereich *Energie* als Beispiel für ein MAI-Ankermedium (Kuhn, 2010, S. 50)

Ein entscheidender Vorteil von Zeitungsaufgaben gegenüber anderen Lernmedien sind deren Flexibilität und Praktikabilität: Texte bzw. Bilder (natürlich heute auch als Dateien) sind nämlich vergleichsweise leicht zu erstellen und zu verändern – in diesem Sinne also *kleine Lernanker*. So kann, mit vertretbarem Aufwand, die erforderliche Flexibilität in Bezug auf Unterrichts- und Personenparameter (Themen, Niveau, Länge, Offenheitsgrad, um nur die wichtigsten zu nennen) sowie auf sich zeitlich ändernde technische und unterrichtliche Bedingungen verwirklicht wer-

den. Entscheidend wird eine solche Flexibilität des MAI-Ansatzes mit Zeitungsaufgaben für das Charakteristikum der *regelbaren Komplexität* (Abb. 1). Dabei fügen sich die Vorzüge der Selbsttätigkeit und Authentizität von MAI unter Verwendung von Zeitungsaufgaben als Lernmedien nahtlos in die Charakteristika einer neuen *Aufgabenkultur* ein [10].

Effektivität von Zeitungsaufgaben – Die Frage nach dem 'Wozu'

Zeitungsaufgaben stellen somit ein Lernmedium dar, das aus lernpsychologischer und physikdidaktischer Sicht zu Motivations- und Lernerfolg führen kann. Aus diesem Grund wurden diese Lernmedien in mehreren umfangreichen Untersuchungen im Sinne einer nutzenorientierte Grundlagenforschung³⁾ in der Physikdidaktik im Rahmen des alltäglichen Physikunterrichts auf deren Effektivität hinsichtlich der Erhöhung von Motivation und Leistungsfähigkeit erprobt [10].

Studie zur Breitenwirkung und Robustheit: Material und Methode

Zielgruppe der entsprechend dem MAI-Ansatz entwickelten Zeitungsaufgaben sind grundsätzlich alle Schüler der Sekundarstufe I und II sowie Studierende. Dabei standen in der hier berichteten Untersuchung zunächst physikalische Themen aus den Bereichen (*Durchschnitts-*)*Geschwindigkeit* (Jahrgangsstufe 7/8) und *elektrische Energie* (Jahrgangsstufe 9/10) im Vordergrund [37].

Dieser Untersuchungsteil wurde schulartübergreifend mit 15 Lehrkräften und 911 Lernenden (Themenbereich *Geschwindigkeit*: Altersdurchschnitt 12,8 Jahre; 56% weiblich; 44% männlich; Themenbereich *Elektrische Energie*: Altersdurchschnitt 16,3 Jahre; 52% weiblich; 48% männlich) an zehn Schulen der Sekundarstufe I des Bundeslandes Rheinland-Pfalz der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt. Den Untersuchungsverlauf zeigt Abb. 3.

Woche	KONTROLLGRUPPE (KG)	EXPERIMENTALGRUPPE (EG)	
1	Test zur allgemeinen Intelligenz, Test zur Lesekompetenz	Test zur allgemeinen Intelligenz, Test zur Lesekompetenz	
	Motivations-Prätest	Motivations-Prätest	
2	TRADITIONELLE AUFGABEN zum Themenbereich	ZEITUNGSAUFGABEN zum Themenbereich	
Arbeitsblatt 1			Arbeitsblatt 1
Arbeitsblatt 2			Arbeitsblatt 2
3	Aktueller Motivationstest	Aktueller Motivationstest	
4	Arbeitsblatt 3	Arbeitsblatt 3	
5	Leistungs-Posttest	Leistungs-Posttest	
	Motivations-Posttest	Motivations-Posttest	
6...9	konventioneller Unterricht in neuem Stoffgebiet		
10	Follow-up Leistungstest	Follow-up Leistungstest	
11...13	konventioneller Unterricht in neuem Stoffgebiet		

Abb. 3: Untersuchungsverlauf [10 S. 97]

³⁾ Eine nutzenorientierte Grundlagenforschung in der Bildung kritisiert die Konzentration aktuellerer Lehr-Lern-Forschung auf kleine Interventionsstudien und postuliert die Prüfung der Gültigkeit der dort erzielten Erkenntnisse in der Breite [38, 39, 10]

In einem quasi-experimentellen Untersuchungsdesign unterrichtete jede Lehrkraft sowohl eine Versuchsklasse (Experimentalgruppe EG), in der mit Zeitungsaufgaben (Abb. 4a) gearbeitet wurde, als auch eine Kontrollklasse (Kontrollgruppe KG), in der mit traditionellen Aufgaben (Abb. 4b) gearbeitet wurde, um den Faktor *Lehrkraft* als Einflussfaktor zwischen diesen Gruppen ausschließen zu können.

Insgesamt dauerte die Bearbeitung der Arbeitsblätter drei Wochen, wobei pro Woche zwei Physikstunden stattfanden. Die Aufgaben der Arbeitsblätter – Zeitungsaufgaben in Experimentalgruppen bzw. traditionelle Aufgaben in Kontrollgruppen – bestanden aus Übungs- und Transferaufgaben zum jeweiligen Thema (insgesamt jeweils elf Aufgaben in der Instruktionsphase). Die Schwierigkeitsgrade der Aufgaben entsprachen denen in den Leistungstests.

a) Zeitungsaufgabe

Gleitflug über den Kanal

Mit einem Spezial-Gleitschirm hat ein österreichischer Extremsportler den Ärmelkanal überquert. Nach einem Sprung aus dem Flugzeug in 9000 Metern Höhe glitt Felix Baumgartner gestern Morgen mit einer Anfangsgeschwindigkeit von rund 300 Kilometern pro Stunde über den Ärmelkanal. Dabei absolvierte er die 34 Kilometer weite Strecke zwischen Dover und Calais in 14 Minuten. Um 6.23 Uhr landete der 34-jährige, ein gelernter Automechaniker, wohlbehalten in Calais. „Ich habe mich wie ein Vogel

gefühlt“, schwärmte der Extremsportler nach seinem Flug. „Trotz einiger Probleme mit den Seilen und einem zerrissenen Segel war es eine fantastische Erfahrung“. Der Österreicher hatte sich drei Jahre lang auf sein Abenteuer vorbereitet. Baumgartner hat bereits einen Sprung von den 451 Meter hohen Petronas Towers in Kuala Lumpur gewagt und auch den bisher weltweit niedrigsten Fallschirmsprung von der Christus-Statue in Rio de Janeiro absolviert. (ap/rtr/ Foto: ap) —*Zeitgeschehen*

DIE RHEINPFALZ, 01.08.2003

1. Wie groß war die Durchschnittsgeschwindigkeit des Extremsportlers bei seiner Kanalüberquerung?
2. Vergleiche das Ergebnis aus Nr. 1 mit der Geschwindigkeitsangabe in dem Zeitungsartikel. Wieso sind die beiden Geschwindigkeiten verschieden?

b) Traditionelle Aufgabe

Mit einem Spezial-Gleitschirm sprang ein Extremsportler in 9000 m Höhe aus einem Flugzeug und glitt mit einer Anfangsgeschwindigkeit von rund 300 Kilometern pro Stunde über den Ärmelkanal. Dabei absolvierte er die 34 Kilometer weite Strecke zwischen Dover und Calais in 14 Minuten.

1. Wie groß war die Durchschnittsgeschwindigkeit des Extremsportlers bei seiner Kanalüberquerung?
2. Vergleiche das Ergebnis aus Nr. 1 mit der Geschwindigkeitsangabe in dem Zeitungsartikel. Wieso sind die beiden Geschwindigkeiten verschieden?

Abb. 4: Kanalüberquerung
a) Zeitungsaufgabe und b) traditionelle Aufgabe
im Themenbereich *Geschwindigkeit* [10 S. 58]

Die Motivation und die Leistungsfähigkeit wurden in dieser Untersuchung mit eigens dazu entwickelten Tests erfasst. So bestand der Motivationstest aus 26 Items, unterteilt in drei verschiedene Bereiche (Intrinsische Motivation, Selbstkonzept, Realitätsbezug/Authentizität) und orientiert an gut validierten Motivationstests [32]. Der Leistungsstand nach der Bearbeitung der Arbeitsblätter wurde durch zwei schriftliche Leistungsüberprüfung mit vier (Themenbereich *Geschwindigkeit*) bzw. fünf Aufgaben (Themenbereich

Elektrische Energie) erfasst. Der Hauptteil der Aufgaben entsprach jeweils den PISA-Kompetenzstufen I und II, der Rest den Kompetenzstufen III bzw. IV. Andere Faktoren, wie Lesekompetenz und allgemeine Intelligenz, wurden durch standardisierte Tests erhoben.

Studie zur Breitenwirkung und Robustheit: Ergebnisüberblick

Aus Gründen des Umfangs können die Ergebnisse der Untersuchung an dieser Stelle nur exemplarisch, auszugsweise und überblicksartig berichtet werden, wobei sich auf die wesentlichen Erkenntnisse beschränkt wird. Für eine ausführliche Darstellung und Diskussion der Ergebnisse sei auf Kuhn (2010) verwiesen.

Der Vergleich der Motivation vor, während, direkt nach sowie mehr als zwei Monate nach Abschluss der Untersuchung zeigt für den Themenbereich *Elektrische Energie* (Abb. 5): Während die Motivation der Schüler in den Experimental- und Kontrollgruppen (EG bzw. KG) vor der Untersuchung nahezu identisch war, werden Lernende durch die Bearbeitung von Zeitungsaufgaben (in den EG) deutlich stärker motiviert als durch die Bearbeitung von traditionellen Aufgaben (in den KG). Dieser Motivationsunterschied ist auch noch zwei Monate nach Abschluss der Untersuchung deutlich nachzuweisen, sodass eine nachhaltige Motivationsförderung durch Zeitungsaufgaben festgestellt werden konnte.

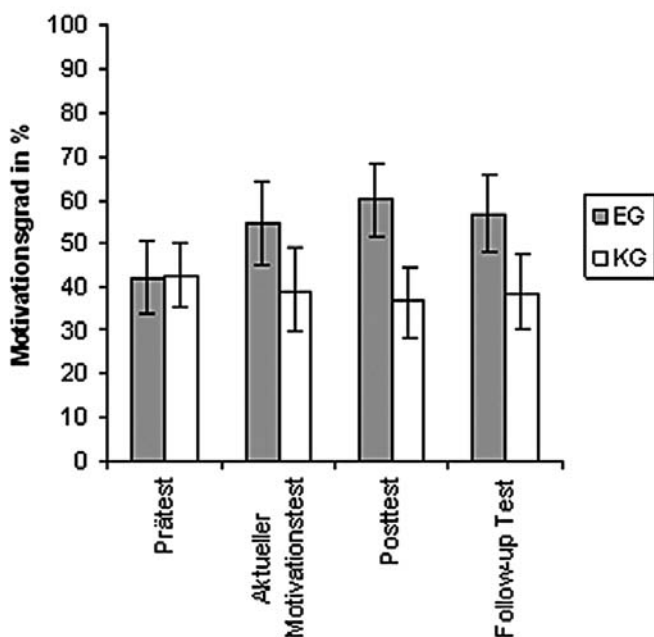


Abb. 5: Verlauf der Gesamtmotivation⁵⁾ (Mittelwerte der Rohdaten; Fehlerbalken: Standardabweichung) in EG (Zeitungsaufgaben) und KG (traditionelle Aufgaben) ([10, S. 173])

Dieses Ergebnis konnte auch in allen Teilbereichen der Motivation (Intrinsische Motivation, Selbstkonzept, Realitätsbezug/Authentizität) und in dem Themenbereich *Geschwindigkeit* größenordnungsmäßig nachgewiesen werden.

Zur Beurteilung der Größe und Bedeutsamkeit eines empirisch analysierten Ergebnisses haben sich in der Lehr-Lern-

5) Motivationsgrad ist hier als prozentualer Anteil der erreichten Punktzahl an der insgesamt möglichen Gesamtpunktzahl des Tests angegeben.

Forschung Effektstärkemaße etabliert. Ein vielfältig verwendetes Effektstärkemaß ist das sog. Cohen's *d* [40], das anschaulich als Signal-Rausch-Verhältnis interpretiert werden kann, in Anlehnung an die entsprechende Größe in der Technik.⁶⁾

Bezüglich des Motivationsunterschieds insgesamt und in allen Teilbereichen zwischen EG und KG lässt sich zu jedem Messzeitpunkt nach dem Prätest eine Effektstärke $d > 1.0$ ermitteln. Damit konnte stets ein großer, praktisch bedeutsamer Motivationsunterschied⁷⁾ zwischen EG und KG diagnostiziert werden, der auf den Einsatz von Zeitungsaufgaben in der EG zurückzuführen ist. Dieser Unterschied hat auch dauerhaft Bestand, sodass Lernende, die mit Zeitungsaufgaben arbeiteten, auch noch zwei Monate nach Abschluss der Intervention eine deutlich größere Motivation aufweisen als vor Beginn der Intervention ($d > 1.04$).

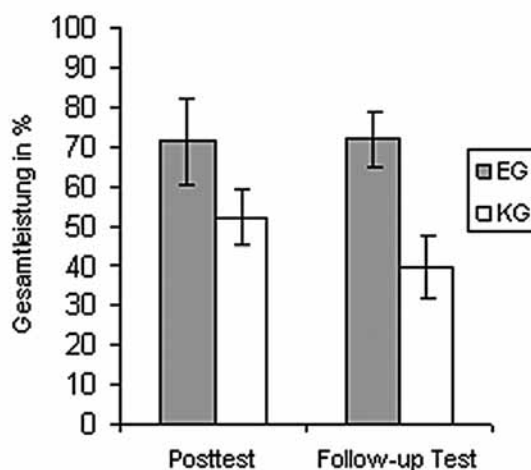


Abb. 6: Unterschied und Beständigkeit der Leistungsfähigkeit (Mittelwerte der Rohdaten; Fehlerbalken: Standardabweichung) in EG (Zeitungsaufgaben) und KG (traditionelle Aufgaben) [10]

Ein vergleichbarer Effekt konnte auch bei der Untersuchung der Leistungsfähigkeit der Lernenden analysiert werden (Abb. 6): Während die Leistungsfähigkeit der Schüler in den Experimental- und Kontrollgruppen (EG bzw. KG) vor der Untersuchung nahezu identisch war, ist die Leistungsfähigkeit der Lernenden durch die Bearbeitung von Zeitungsaufgaben deutlich größer als durch die Bearbeitung von traditionellen Aufgaben ($d > 0.9$) und hat auch nachhaltig Bestand ($d > 1.3$). Diese Überlegenheit der Lernenden, die mit Zeitungsaufgaben arbeiteten, zeigt sich insbesondere auch in der deutlich größeren Transferfähigkeit ($d > 0.85$).

$$6) \quad d = \frac{MW_{EG} - MW_{KG}}{SD_{pooled}} \quad \text{mit} \quad SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(N_{EG}-1) \cdot SD_{EG}^2 + (N_{KG}-1) \cdot SD_{KG}^2}{N_{EG} + N_{KG} - 2}}$$

(*MW*: Mittelwert, *N*: Stichprobenumfang, *SD*: Standardabweichung)

7) Nach Cohen [41] werden die Effekte in kleine ($0.2 \leq d < 0.5$), mittlere ($0.5 \leq d < 0.8$) und große Effekte ($0.8 \leq d$) eingeteilt. Einschlägige Ergebnisse sind die sog. „Bloom-Benchmark“, die die Lernwirksamkeit von Einzelunterricht verglichen mit Klassenunterricht mit einem Effekt von $d \approx 2.0$ ausweist sowie der Unterschied zwischen Lernenden aus Deutschland und Singapur bzgl. naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen bei TIMSS 1999 mit einem Effekt von $d \approx 0.8$.

Zusammenfassung und Ausblick

Ausgehend von den analysierten Defiziten und lernpsychologischen Rahmentheorien versuchte der Beitrag zu verdeutlichen, warum eine Orientierung des Physikunterrichts an Kontexten sinnvoll erscheint und wie speziell authentische Lernmedien in diesem Rahmen konstruiert werden können. Nach der Vorstellung möglicher Inhalte authentischer Lernmedien wurden Zeitungsaufgaben als solche Medien vorgestellt und deren Effektivität diskutiert: In quasiexperimentellen Interventionsanalysen mit großem Stichprobenumfang ($N > 900$), sorgfältigen Kontrollmaßnahmen und aufwändigen Auswerteverfahren (u.a. Mehrebenenanalysen) konnten große, positive und nachhaltig andauernde Effekte auf Motivation und Lernwirkung mit Zeitungsaufgaben als MAI-Ankermedium nachgewiesen werden [10]. Das heißt: 'Kleine Anker' funktionieren, sind effektiv und robust, da die Effekte entweder nicht oder nur schwach von anderen Variablen (wie z. B. allgemeine Intelligenz oder Lesekompetenz; [10]) beeinflusst werden.



SUPERMAN • and • DC Comics
All Rights Reserved (Superman #1 (1939), Nr. 1, S. 5)

Damit der Reporter Clark Kent – alias Superman – den Chef der Zeitung 'Daily Star' mit einer Story beeindrucken kann, muss er das Telefonat des Redakteurs abhören. Dazu springt er mit einem Satz zum Fenster des Arbeitszimmers des Redakteurs in ca. 80 m Höhe [45].

1. Mit welcher Kraft muss Superman – alias Clark Kent – abspringen, um mit einem Sprung das Fenster des Redakteurs zu erreichen? Gehen Sie dazu davon aus, dass er ca. $\frac{1}{4}$ s benötigt, um seine Masse von ca. 100 kg vom Boden abzustoßen.
2. Ist Supermans Kraft tatsächlich so 'außerirdisch'? Diskutieren Sie dies auch, indem Sie Supermans Absprungskraft mit Beispielen aus dem Tierreich vergleichen.
3. Wodurch könnte Superman seine enormen Kräfte erhalten haben, wenn sein Heimatplanet Krypton genauso groß war wie die Erde? Stellen Sie Hypothesen auf und prüfen Sie diese.
4. Woraus resultierte die größere Gravitation auf Krypton? Beurteilen Sie Ihre Hypothesen aus physikalischer Sicht.

Abb. 7: Comicaufgabe zu dem Superhelden 'Superman' [46]

Die Modifizierung des AI-Ansatzes erlaubt es nun, auch andere Medien als MAI-Anker theoriegeleitet einzusetzen und deren Effektivität zu untersuchen. So entwickelte Vogt *Werbeaufgaben* als MAI-Lernanker und konnte nachweisen, dass deren Einsatz im alltäglichen Unterricht ebenfalls große positive Effekte auf die Motivation der Lernenden mit sich bringt ($d = 0.4 - 1.0$, je nach Zahl der verwendeten Aufgaben [42]). In der Entwicklungsphase befinden sich zur

Zeit *Comicaufgaben* als MAI-Anker. Unter *Comicaufgaben* werden Aufgaben verstanden, die sich auf einen vorliegenden Auszug eines Comicheftes beziehen. Der Comiceil ist dabei unverändert aus Comicheften entnommen und deshalb bezüglich der Leserschaft und deren Lesegewohnheiten im o. g. Sinne authentisch (Abb. 7), während der Inhalt der Comics fiktional ist [43, 44].

Methodisch schließen die Studien zu MAI essentielle Lücken im Theorierahmen der originären *Anchored Instruction* [21]. Detailuntersuchungen reichen von der Überprüfung der subjektiven Wahrnehmung der Schwierigkeit des Aufgabeninstruktionstextes sowie der Designprinzipien des Ankermediums durch die Lernenden (*Manipulation Checks*, s. o. [10]) bis hin zu Dosis-Wirkungs-Beziehungen zwischen der Anzahl der Aufgaben und dem daraus resultierenden Effekt [40]. Somit erlauben die Untersuchungen zu MAI als eine der wenigen Arbeiten zum kontextorientierten Lernen wirklich evidenzbasierte Entscheidungen zur Unterrichtsgestaltung auf Grundlage von Ursache-Wirkungsstudien.

Literatur

- [1] BLK Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.): Gutachten zur Vorbereitung des Programms 'Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts' (Heft 60). Bonn: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) 1997. Verfügbar unter: <http://www.blk-bonn.de/papers/heft60.pdf> (Stand: 10/2010)
- [2] Thonhauser, J. (Hrsg.) (2008). Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.
- [3] Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A.: Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? In: Mandl, H. & Gerstenmaier, J. (Hrsg.): Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Göttingen: Hogrefe 2000, 139-156.
- [4] Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47, 78-92.
- [5] Renkl, A., Mandl, H. & Gruber, H. (1996). Inert knowledge: Analyses and remedies. *Educational Psychologist*, 31 (2), 115-121.
- [6] Whitehead, A. N. (1929): *The aims of education*. New York: MacMillan.
- [7] Müller, R. (2006). Kontextorientierung und Alltagsbezug. In H. F. Mikelskis (Hrsg.), *Physikdidaktik* 102-118. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor.
- [8] Duit, R. & Mikelskis-Seifert, S. (2007). Kontextorientierter Unterricht: Wie man es einbettet, so wird es gelernt. *Unterricht Physik*, 18 (98), 4-8.
- [9] Kuhn, J. & Müller, A. (2005b). Ein modifizierter Anchored Instruction-Ansatz im Physikunterricht: Ergebnisse einer Pilotstudie. *Empirische Pädagogik (EP)* 19 (2005), Heft 3, 281-303
- [10] Kuhn, J. (2010). Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktionen- und Lehr-Lern-Forschung: Effektivität und Optimierung von Ankermedien für eine neue Aufgabenkultur im Physikunterricht. Wiesbaden: Vieweg&Teubner.

- [11] Parchmann, I., Demuth, R., Ralle, B., Paschmann, A. & Hunte-
mann, H. (2001). Chemie im Kontext – Begründung und
Realisierung eines Lernens in sinnstiftenden Kontexten.
Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule,
50 (1), 2-7.
- [12] Parchmann, I., Gräsel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R.,
Ralle, B. & the ChiK Project Group. (2006), „Chemie im
Kontext“: A symbiotic implementation of a context-based
teaching and learning approach. *International Journal of
Science Education*, 28 (9), 1041-1062.
- [13] Aikenhead, G. & Fleming, R. (1975). *Science: A Way of Know-
ing*. Saskatoon: University of Saskatchewan
- [14] IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften)
(1975). *IPN Curriculum Physik f.d. 9.+10. Schuljahr*. Kiel: IPN.
- [15] Burton, G. (1994). *Salter's Advanced Chemistry Project: Chem-
ical Ideas*. Oxford: Heinemann Education
- [16] Aikenhead, G. S. (1994). What is STS science teaching? In
Solomon, J. & G. Aikenhead (eds.), *STS Education: Intern.
Perspectives in Reform*. New York: Teacher's College Press.
- [17] Bybee, R. W. (1991). Science-Technology-Society in Science
Curriculum: The Policy-Practice-Gap. *Theory into Practice*,
30 (4), 294-302.
- [18] Fensham, P. J. (1985) Science for all. *Journal of Curriculum
Studies*, 17, 415–435.
- [19] Muckenfuß, H.: *Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf
einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Cornel-
sen, Berlin 1995
- [20] Mandl, H., Gruber, H., Renkl, A.: *Situiertes Lernen in mul-
timedialen Lernumgebungen*. In: Issing, L. J. & Klimsa, P.
(Hrsg.): *Die Information und Lernen mit Multimedia*. Wein-
heim: Beltz Psychologie Verlags-Union 1995, 167-178.
- [21] Gruber, H., Mandl, H. & Renkl, A.: *Was lernen wir in Schule
und Hochschule: Träges Wissen?* In: Mandl, H. & Gersten-
maier, J. (Hrsg.): *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln*.
Göttingen: Hogrefe 2000, 139-156.
- [22] Kuhn, J., Müller, A., Müller, W. & Vogt, P. (2010b) Kontext-
orientierung im Physikunterricht. *Konzeptionen, Theorien
und Forschungsergebnisse zu Motivation und Lernen. Pra-
xis der Naturwissenschaften – Physik*, 5 (59), 5-19.
- [23] CTGV. *Anchored instruction and its relationship to situated
cognition*. *Educational Researcher* 19 (1990) Nr. 6, 2-10.
- [24] CTGV. *Technology and the design of generative learning en-
vironments*. *Educational Technology* 31 (1991), 34-40.
- [25] CTGV. *The Jasper Project. Lessons in Curriculum, Instruc-
tion, Assessment and Professional Development*. Mahwah,
NJ: Lawrence Erlbaum (1997).
- [26] Weniger, G. (2002). *Lexikon der Psychologie*. Heidelberg:
Spektrum Akademischer Verlag.
- [27] Romiszowski, A. J. (1988). *The Selection and Use of Instruc-
tional Media*. New Brunswick, NJ: Nichol.
- [28] Shyu, H. (1999): *Effects of Media Attributes in Anchored
Instruction*. *Journal of Educational Computing Research*,
21(2), 119-139.
- [29] Urhahne, D., Prenzel, M., von Davier, M., Senkbeil, M. &
Bleschke, M. (2000). *Computereinsatz im naturwissen-
schaftlichen Unterricht: Ein Überblick über die pädagogisch-
psychologischen Grundlagen und ihre Anwendung*. *Zeit-
schrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 6, 157-186.
- [30] Brahler, C. J., Peterson, N. S. & Johnson, E. C. (1999). *Devel-
oping online learning materials for higher education: An
overview of current issues [Themenheft]*. *Educational Tech-
nology & Society*, 2 (1999).
- [31] Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Inter-
essenstudie Physik*. Kiel: IPN.
- [32] Hoffmann, L., Häußler, P. & Peters-Haft, S. (1997). *An den
Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikun-
terricht. Ergebnisse eines BLK-Modellversuches*. Kiel: IPN.
- [33] Baumer, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele,
U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.-J., & Weiß, M.
(Hrsg.). (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schüle-
rinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen:
Leske + Budrich
- [34] Engeln, K. (2004). *Schülerlabors: authentische aktivierende
Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Natur-
wissenschaften und Technik zu wecken*. Berlin: Logos
Verlag, 38.
- [35] Herget, W. & Scholz, D. (1998). *Die etwas andere Aufgabe
– aus der Zeitung. Mathematik-Aufgaben Sek. I*. Seelze: Kal-
lmeyersche Verlagsbuchhandlung.
- [36] Armbrust, A. (2001). *Physikaufgaben und -informationen
aus der Zeitung. Mathematischer und Naturwissenschaft-
licher Unterricht (MNU)*, 54 (6), 405-409.
- [37] IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften)
(1975). *IPN Curriculum Physik für das 9. und 10. Schuljahr*.
Kiel: IPN.
- [38] Fischer, F. & Wecker, C. (2006). *Pasteurs Quadrant und die
Diskussion in den USA um die Verbesserung des prakti-
schen Nutzens der Bildungsforschung*. In A. Brüggemann
& R. Bromme (Hrsg.), *Entwicklung und Bewertung von an-
wendungsorientierter Grundlagenforschung in der Psycho-
logie – Rundgespräche und Kolloquien der DFG (S. 27-37)*.
Berlin: Akademie Verlag.
- [39] Hopf, M. (2009). *Physikdidaktik als nutzerorientierte Grund-
lagenforschung*. *PLUS LUCIS*, 1-2 (2009), 3-8.
- [40] KMK Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultus-
minister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland
(Hrsg.): *Bildungsstandards in Fach Physik für den Middle-
ren Schulabschluss*. München: Wolters Kluwer Deutschland
GmbH 2004.
- [41] Bortz, J., Döring, N., *Forschungsmethoden und Evaluation
für Human- und Sozialwissenschaftler* Springer Verlag
(2002) 568
- [42] Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral
Sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [43] Siegel, J. & Shuster, J. (1939). *The complete story of the dar-
ing exploits of the one and only Superman*. *Superman 1* (1).
- [44] Kakalios, J. (2006). *Physik der Superhelden*. Berlin: Rogner &
Bernhard Verlag.
- [45] Vogt, P. (2010): *Werbeaufgaben in Physik: Motivations- und
Lernwirksamkeit authentischer Texte, untersucht am Bei-
spiel von Werbeanzeigen*. Wiesbaden: Vieweg & Teubner
Verlag.
- [46] Kuhn, J., Bernshausen, H., Müller, A. & Müller, W. (2010a)
*Spiderman und andere Superhelden: ‚Comicaufgaben‘ als
Beispiele für Science Fiction im Physikunterricht*. *Praxis der
Naturwissenschaften – Physik*, 1 (59), 18-24.
- [47] Bernshausen, H. & Kuhn, J. (2010). *Comics von Superhelden:
Ein Thema für den Astronomie- und Physikunterricht*.
Astronomie und Raumfahrt (A+R) 47 (2010), Heft 1, 37-41.