

## Was bewirkt freiwilliger Zusatzunterricht im Fach Biologie in der Oberstufe?

### Einfluss handlungsorientierter Zusatzangebote auf den kognitiven und motivationalen Lernerfolg

Katrin Bätz, Karsten Damerau, Dagmar Höschen & Matthias Wilde

[katrin.baetz@uni-bielefeld.de](mailto:katrin.baetz@uni-bielefeld.de)

Universität Bielefeld  
Universitätsstraße 25  
33615 Bielefeld

#### **Zusammenfassung**

*In der vorliegenden Studie wird die Wirksamkeit besonderer unterrichtlicher Zusatzangebote im Leistungskurs Biologie zum Thema Bodenökologie überprüft. 47 Schüler der zwölften Jahrgangsstufe aus vier Leistungskursen waren auf eine Kontroll- und eine Versuchsgruppe verteilt. Die Kontrollgruppe hatte lediglich 30 Unterrichtsstunden zu dem Thema Bodenökologie. Der Versuchsgruppe wurden neben diesen 30 Unterrichtsstunden Regelunterricht in zwei Zusatzangeboten von je vier Schulstunden eine Exkursion und ein Vormittag in einem Schülerlabor angeboten. Das Prä-Post-Testdesign ergab deutliche Lernvorteile zugunsten der Versuchsgruppe. Der freiwillige Zusatzunterricht wurde im Vergleich zum Regelunterricht als intrinsisch motivierend empfunden.*

#### **Abstract**

*In our study in A-level high school courses the efficacy of additional special lessons was examined. We created two treatments: The control group had 30 compulsory lessons of "Bodenökologie" ("soil ecology", i. e. ecology of soil organisms and soil ecological processes) without any further educational offer. Our experimental group had 30 compulsory lessons of "Bodenökologie" either AND two additional offers: a field trip with hands-on experiments in a mixed forest and a course in a lab, both consisting of four lessons. These eight additional lessons were NOT compulsory! Both treatment groups consisted of two courses, 47 12<sup>th</sup> graders altogether. About 4/5 of the experimental group attended the extra lessons voluntarily. Compared to the control group the experimental group had better cognitive achievement. In contrast to the compulsory lessons the voluntary lessons were perceived much more intrinsically motivating.*

## 1 Einleitung

Unter dem Einfluss des Zentralabiturs können in der Oberstufe unterrichtliche Angebote wie Exkursionen und experimentelle Schülerübungen, die in den relevanten Leistungstests kaum repräsentiert sind, leiden. SCHARFENBERG (2005) konnte zeigen, dass sich der Wissenszuwachs von Schülern nach der Teilnahme an einem etwa siebenstündigen experimentellen Genetikkurs nicht von dem der Schüler unterschied, die stattdessen lediglich eine zweistündige Vorlesung mit identischem Inhalt besucht hatten. Geht es v. a. darum, dass Schüler in einer zentral gestellten Prüfung möglichst gute Leistungen erbringen sollen, ist eine Vermeidung weitgehend prüfungsirrelevanter Unterrichtsangebote durchaus vernünftig. Die Verfügbarkeit von Wissen und Kompetenzen im Alltag wird ja nicht überprüft. In der vorliegenden Untersuchung wird die Lerneffizienz und motivationale Wirkung freiwilliger unterrichtlicher Zusatzangebote überprüft.

## 2 Theorie

### 2.1 Freiwilliges Lernen

Zuerst soll kurz umrissen werden, inwiefern freiwilliger Zusatzunterricht von Schülern u. U. mit unterschiedlicher intrinsischer Motivation aufgenommen wird als verpflichtender Regelunterricht. Gemäß DECI & RYAN (1985, 1993, 2000; RYAN & DECI 2000; BLES 2002) spielt Autonomie bzw. Selbstbestimmung – hier operationalisiert in Form von freiwilliger Teilnahme an einem zusätzlichen Unterrichtsangebot – für die Qualität der Motivation handelnder Personen eine entscheidende Rolle. Intrinsisch motiviertes Verhalten gilt als Prototyp selbstbestimmten Handelns (DECI & RYAN 1993). Auch im Rahmen extrinsisch motivierten Verhaltens unterscheidet die Selbstbestimmungstheorie unterschiedliche Qualitäten von Motivation. Interessanterweise korrespondieren die beschriebenen Motivationsqualitäten mit der wahrgenommenen Selbstbestimmung der Handelnden. Für die Qualität von Lernprozessen ist die Qualität der Motivation, die dem Lernen zugrunde liegt, von entscheidender Bedeutung (DECI & RYAN 1993; vgl. GOTTFRIED 1985, 1990). Je selbstbestimmter eine Lernhandlung wahrgenommen wird, desto eher kann man mit langfristigem und qualitativ hochwertigem Lernen rechnen (DECI & RYAN 1993). Die Freiwilligkeit des Zusatzunterrichts wird die wahrgenommene Autonomie der Schüler wahrscheinlich erheblich beeinflussen, auf die Wahrnehmung intrinsischer Lernmotivation wirken und in der Folge die Qualität des Lernens mitbestimmen.

## 2.2 Wie könnte man die Freiwilligkeit im Lernen erhalten?

Traditioneller Unterricht ist oftmals geeignet, Schülern ein sehr deutliches Gefühl von „Fremdbestimmtheit“ zu vermitteln. In einem streng regelhaften Prozess spielt der Schüler im Idealfall die Rolle eines geistig aktiven Rezipienten, während der Lehrer den Lernvorgang vollständig bestimmt. Er leitet an, er bietet dar und er erklärt (REINMANN & MANDL 2006; ISSING 2002). Einflussmöglichkeiten des Lerners gibt es höchstens insofern, als seine Leistungen in Tests die künftigen Unterrichtsentscheidungen des Lehrers beeinflussen können.

Ein Gefühl von Freiwilligkeit zu bewahren, könnte durch konstruktivistisch orientierte Unterrichtsangebote gelingen. Hier sind die Rollen anders verteilt: Der Lerner ist aktiv, der Lehrer passiv bzw. „reaktiv“. Er „reagiert“ auf Anstöße der Schüler und hilft ihnen, subjektive Wirklichkeiten zu konstruieren (REINMANN & MANDL 2006). Schülerzentrierung und Selbstbestimmung der Lerner sind zentrale Merkmale konstruktivistischer Lernumgebungen.

## 3 Fragestellungen

Freiwillige Zusatzangebote jenseits des Regelunterrichts könnten eine Möglichkeit sein, Schüler mit praktischen Aspekten der Biologie zu konfrontieren. In dieser Untersuchung wurden zusätzlich zu dem Regelunterricht (im Umfang von 30 Unterrichtsstunden) zum Thema Bodenökologie zwei freiwillige Unterrichtsangebote gemacht: eine bodenökologische Exkursion und experimentelle Schülerübungen jeweils im Umfang von vier Unterrichtsstunden an Samstagen. Neben der generellen Frage, in welchem Ausmaß dieser freiwillige Zusatzunterricht von den Schülern angenommen werden würde, interessierte das Ausmaß intrinsischer Motivation in Kontroll- und Versuchsgruppe während des Regelunterrichts sowie die intrinsische Motivation der Schüler der Versuchsgruppe während des freiwilligen Zusatzunterrichts.

### *Forschungsfrage*

Hat der Zusatzunterricht förderliche Auswirkungen auf den Wissenszuwachs und beeinflusst er die intrinsische Motivation der Lerner?

## 4 Hypothesen

- Die Treatmentgruppe mit dem Ergänzungsangebot hat einen höheren Lernerfolg als die Gruppe ohne Zusatzunterricht.

- Die Gruppe mit dem Ergänzungsangebot ist stärker intrinsisch motiviert als die Gruppe ohne Zusatzunterricht.

## 5 Methodik

### 5.1 Stichprobe

An der Studie nahmen 47 Schülerinnen und Schüler aus vier Leistungskursen der zwölften Jahrgangsstufe aus Gymnasien in Ostwestfalen Lippe teil (weiblich: N = 35; männlich: N = 12). Die Schüler waren im Durchschnitt 17,9 Jahre alt. Zwei Kurse bildeten die Versuchsgruppe (N = 13), zwei die Kontrollgruppe (N = 34).

### 5.2 Testinstrumente

Das *Wissen* wurde vor und nach der Unterrichtssequenz gemessen. Der Wissenstest umfasste insgesamt 24 Items (8 offen, 16 geschlossen). Vor- und Nachtest enthielten identische Items. Die Reihenfolge im Nachtest wurde zufällig durchmischt, um Positionseffekte auszuschließen. Die Reliabilität der Instrumente wurde als interne Konsistenz (Cronbachs Alpha) berechnet und beträgt für alle 24 Items  $\alpha = .80$ .

**Tab. 6:** Beispiele für offene und geschlossene Items des Wissenstests.

Wissenstest	Beispiel
offene Items	Beschreiben Sie drei Möglichkeiten, wie Stickstoff in den Boden gelangt.
geschlossene Items	Wie nennt man die Mikroorganismen, die Stickstoff binden können?
	<input type="checkbox"/> Knotenbakterien <input type="checkbox"/> Kreuzbakterien, <input type="checkbox"/> Knöllchenbakterien, <input type="checkbox"/> Kettenbakterien.

Die *intrinsische Motivation* der Schüler wurde nur im Nachtest mit Hilfe von vier Dimensionen erfasst (DECI & RYAN 2005; vgl. KROMBASS & HARMS 2006): *Interesse/Vergnügen* (drei Items), *wahrgenommene Kompetenz* (drei Items), *Wahlfreiheit* (drei Items) und *Druck/Spannung* (vier Items). Zur Messung der Motivation wurde eine fünfstufige Likert-Skala von „stimmt gar nicht“, „stimmt wenig“, „stimmt teils teils“, „stimmt ziemlich“, „stimmt völlig“ verwendet (vgl. Tab. 2).

**Tab. 7:** Überblick über die Konstrukte der Motivationsmessung, Anzahl der Items und die interne Konsistenz ausgedrückt in Cronbachs Alpha ( $\alpha$ ).

<b>Motivationsdimension</b>	<b>Beispiel</b>	<b>Unterricht</b> Kontroll- und Versuchsgruppe
Interesse/Vergnügen (3 Items)	Ich fand die Tätigkeit im Unterricht sehr interessant.	= .71
Wahrgenommene Kompetenz (3 Items)	Bei der Tätigkeit im Unterricht stellte ich mich sehr geschickt an.	= .85
Wahrgenommene Wahlfreiheit (3 Items)	Bei der Tätigkeit im Unterricht konnte ich so vorgehen, wie ich es wollte.	= .50
Druck/Spannung (4 Items)	Ich fühlte mich während der Tätigkeit im Unterricht sehr angespannt.	= .67

### 5.3 Versuchsdesign

Versuchsgruppe und Kontrollgruppe wurden sieben Wochen im Leistungskurs Biologie zum Thema Bodenökologie unterrichtet. Der Unterricht wurde vom gewohnten Kursleiter gehalten. Unmittelbar vor Beginn der Unterrichtssequenz wurde der Vortest durchgeführt. Die Schüler der Versuchsgruppe unternahmen zu Beginn der Unterrichtssequenz eine freiwillige bodenökologisch ausgerichtete Exkursion in den heimischen Wald. Hier hatten sie Gelegenheit, bodenkundliche Analysemethoden kennen zu lernen. Nach etwa vier Wochen Unterricht erhielten die Schüler der Versuchsgruppe die Möglichkeit, an einem Samstagvormittag vier Stunden lang Experimente zur Bodenökologie durchzuführen. Nach Abschluss der Unterrichtssequenz von ca. 30 Unterrichtsstunden wurden alle Schüler einem Nachtest unterzogen. Dieser Test war für Schüler der Versuchs- und der Kontrollgruppe identisch; allein der Motivationstest 2, der sich auf die freiwilligen Zusatzangebote bezog, wurde ausschließlich der Versuchsgruppe vorgelegt.

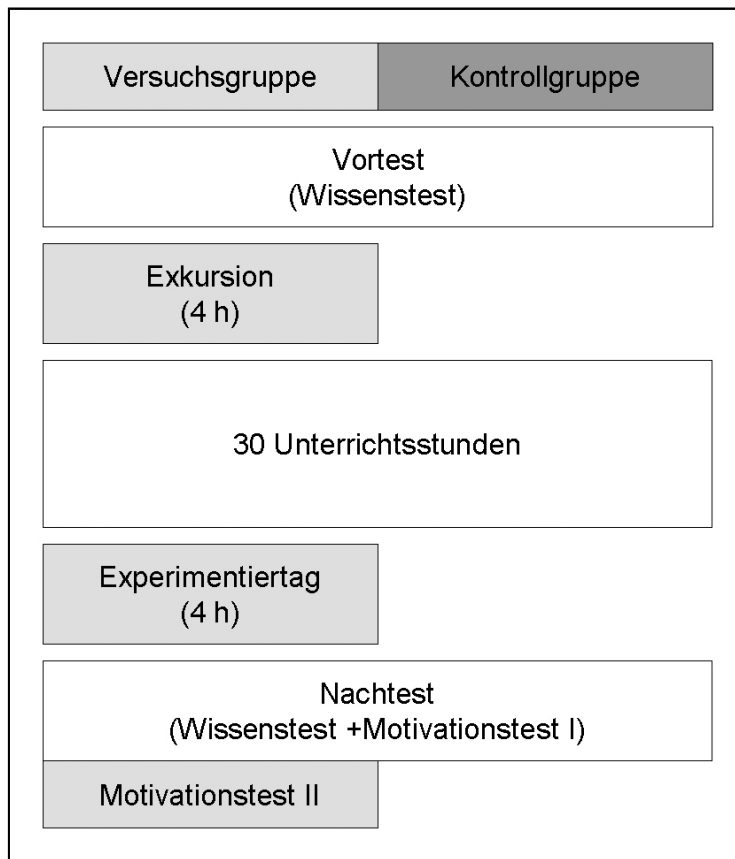


Abb. 1: Versuchsdesign

## 5.4 Unterricht

### 5.4.1 Regelunterricht

Der Regelunterricht bestand in allen Kursen aus einer Sequenz von dreißig Unterrichtsstunden zum Thema Bodenökologie. Alle vier Leistungskurse wurden von ihren jeweiligen Kursleitern unterrichtet. Regelmäßige Hospitationen durch den Versuchsleiter, Gespräche mit Kursleitern und Schülern sowie inhaltliche Analysen von Schülermitschriften ergaben ein recht gutes Bild des gehaltenen Unterrichts. Dominierend war ein auf die Vermittlung von Inhalten orientierter lehrerzentrierter Unterricht.

### 5.4.2 Zusatzunterricht

Die Umsetzung des Zusatzunterrichts sollte den freiwilligen Charakter dieses Angebots nicht konterkarieren und wurde entsprechend gemäßigt konstruktivistischer Leitlinien gestaltet. Auf der vierstündigen *Exkursion* in einen Buchenmischwald wurden den Schülern der Versuchsgruppe verschiedene Unterrichtsangebote gemacht. Sie konnten zwischen vier verschiedenen Experimen-

ten zur Bodenökologie, die in Form von Gruppenarbeit durchgeführt werden konnten, wählen:

- pH-Wert-Messung von vier verschiedenen Bodenproben
- Gradientenanalyse unter Berücksichtigung der Wechselbeziehungen zwischen Vegetation und Standort
- Zeigerwertanalyse zur spezifischen Standortbestimmung verschiedener Pflanzenarten
- Messung der Temperatur und der Windgeschwindigkeit zur Bestimmung des Mikroklimas.

Des Weiteren traf sich die Versuchsgruppe an einem Samstagvormittag in einem Schülerlabor. Dort wurde den Oberstufenschülern im Zeitrahmen von etwa vier Unterrichtsstunden die Gelegenheit gegeben, folgende Experimente zum Thema „Bodenökologie“ in Kleingruppen (LOU ET AL. 1996) durchzuführen:

- qualitativer und quantitativer Nachweis der Mineralisationsprodukte
- Nachweis der Notwendigkeit bestimmter Enzyme zur Zerlegung des organischen Materials in seine Ausgangsstoffe durch Organismen
- Verwertung und Mineralisierung der organischen Substanzen durch Organismen im Boden.

## 5.5 Statistik

Bezüglich aller Datensätze liegt Normalverteilung vor (Kolmogorov-Smirnov:  $p = ns$ ). Es wurden parametrische Prüfverfahren verwendet (Messwiederholung, Multivariate Varianzanalyse) und Mittelwerte sowie Standardabweichungen angegeben.

## 6 Darstellung der Ergebnisse

Die freiwilligen Unterrichtsangebote wurden trotz des ungeliebten Samstagstermins recht gut angenommen. An der bodenökologischen Exkursion nahmen 21, am Vormittag im Schülerlabor 20 der insgesamt 26 Schüler aus den zwei Leistungskursen teil.<sup>4</sup>

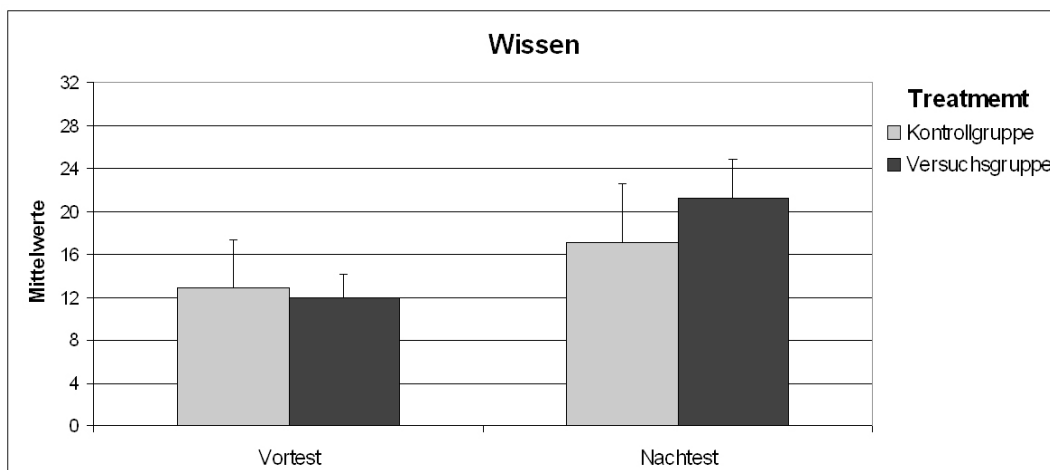
---

- <sup>4</sup> Diese ursprünglich 26 Probanden reduzierten sich durch geringe Teilnehmerzahlen im Nachtest auf die 13 berichteten Probanden.

## 6.1 Wissenszuwachs

Zunächst wird über den allgemeinen Lernerfolg in Kontroll- und Versuchsgruppe berichtet. Im Wissenstest erhöht sich der Punktwert vom Zeitpunkt des Vortests zum Zeitpunkt des Nachtests bei der gesamten Untersuchungsgruppe (Kontroll- und Versuchsgruppe) höchst signifikant ( $F(1;45) = 63.21$ ;  $p < .001$ ). Die Effektstärke von  $d = 2.37$  deutet auf einen sehr bedeutsamen Effekt hin (vgl. HÄUBLER ET AL. 1998, S. 151ff.).

Untersucht man die Unterschiede im Lernzuwachs von Kontroll- und Versuchsgruppe, so zeigt sich zwischen den beiden Gruppen ein deutlicher statistischer Unterschied ( $F(1;45) = 9.60$ ,  $p < 0.01$ ), der mit einer Effektstärke von  $d = 0.92$  auf recht erhebliche Lernunterschiede schließen lässt. Abbildung 2 zeigt dies deutlich.

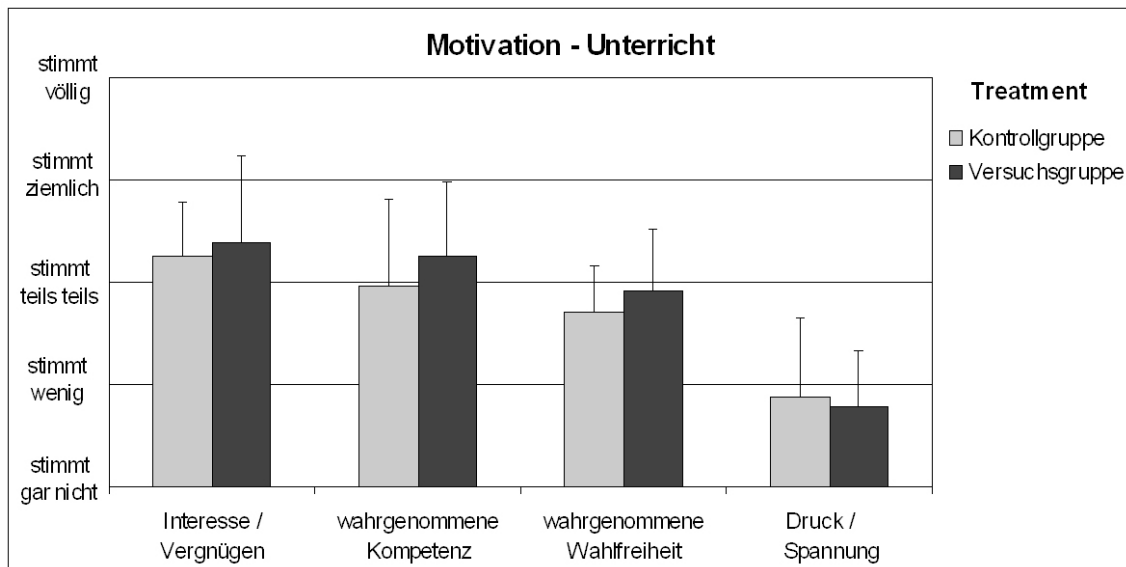


**Abb. 2:** Treatmentabhängiger Lernerfolg für den Wissenstest; dargestellt sind der Mittelwert der erreichten Punktzahl und die Standardabweichung (max. 32 Punkte).

## 6.2 Motivation

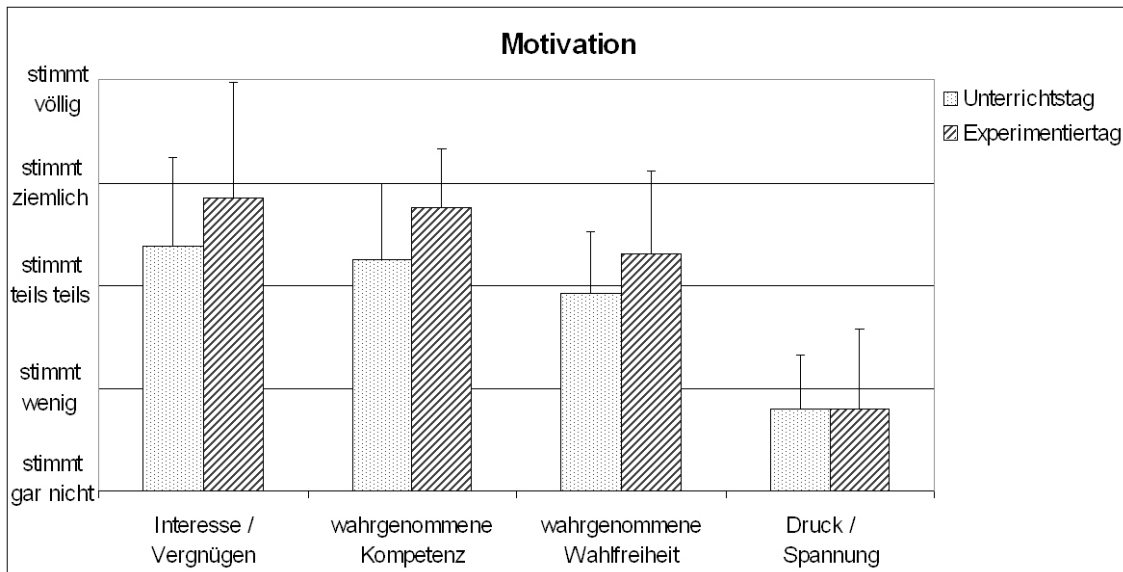
Die freiwilligen Zusatzangebote könnten Auswirkungen auf die Motivation im Regelunterricht haben. Darum soll nun die intrinsische Motivation der Schüler im Vergleich von Versuchs- und Kontrollgruppe während des Regelunterrichts berichtet werden. Wenngleich Abbildung 3 Vorteile für die Versuchsgruppe andeutet, etwa bei wahrgenommener Kompetenz und wahrgenommener Wahlfreiheit, so können doch auf keiner der gemessenen Ebenen statistisch bedeutungsvolle Unterschiede nachgewiesen werden (Interesse / Vergnügen:  $F(1;42) = 0.44$ ;  $p = ns$ ; wahrgenommene Kompetenz:  $F(1;42) = 9.28$ ;  $p = ns$ ; wahrgenommene Wahlfreiheit:  $F(1;42) = 4.25$ ;  $p = ns$ ; Druck / Spannung:  $F(1;42) = 1.51$ ;  $p = ns$ ).





**Abb. 3:** Treatmentabhängige Motivation der Schüler beider Treatmentgruppen während des Regelunterrichts innerhalb der Subskalen (Interesse / Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz, wahrgenommene Wahlfreiheit und Druck / Spannung), auf der Grundlage einer fünfstufigen Likert-Skala.

Das Fehlen von Unterschieden zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe wirft die Frage auf, ob der Zusatzunterricht tatsächlich als intrinsisch motivierender wahrgenommen wurde. Im Vergleich der intrinsischen Motivation während des Regelunterrichts und während des Zusatzunterrichts allein, bezogen auf die Schüler der Versuchsgruppe, lassen sich Unterschiede belegen (vgl. Abb. 4). Wiederum sind es die Subskalen *wahrgenommene Kompetenz* und *wahrgenommene Wahlfreiheit*, die statistische Differenzen zugunsten des Zusatzunterrichts aufweisen (Interesse / Vergnügen:  $F(1;11) = 2.69$ ;  $p = \text{ns}$ ; wahrgenommene Kompetenz:  $F(1;11) = 7.37$ ;  $p < 0.05$ ;  $d = 1.64$ ; wahrgenommene Wahlfreiheit:  $F(1;12) = 3.73$ ;  $p < 0.1$ ;  $d = 1.11$ ; Druck / Spannung:  $F(1;12) = 0.00$ ;  $p = \text{ns}$ ).



**Abb. 4:** Motivation der Schüler der Versuchsgruppe während des Regelunterrichts und während des Experimentiertags innerhalb der Subskalen (Interesse / Vergnügen, wahrgenommene Kompetenz, wahrgenommene Wahlfreiheit und Druck / Spannung), auf der Grundlage einer fünfstufigen Likert-Skala.

## 7 Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden Studie interessierten die Teilnahme von Schülern an freiwilligen unterrichtlichen Zusatzangeboten und insbesondere die motivationalen Auswirkungen derselben. 20 bzw. 21 von 26 Schülern<sup>5</sup> der Versuchsgruppe nutzten das Angebot eines Zusatzunterrichts. Ob soziale Erwünschtheit (bezüglich der Lehrer oder der Versuchsleiterin; vgl. BORTZ & DÖRING 2002, S. 233) oder latenter Druck wegen des (in über einem Jahr) zu schreibenden Zentralabiturs von den Schülern wahrgenommen worden sein könnte, ist zunächst nicht ganz auszuschließen. Während des Regelunterrichts unterschieden sich die Schüler der Versuchsgruppe nicht von denen der Kontrollgruppe in ihrer Wahrnehmung intrinsischer Motivation. Das überrascht umso mehr, als im Wissenszuwachs zwischen diesen beiden Gruppen Unterschiede gefunden wurden. Das stimmt nicht mit den Befunden SCHARFENBERGS (2005) überein. Der Zusatzunterricht zeigt Wirkung, wenngleich inhaltlich keine neuen „testwirksamen“ Aspekte geboten werden. Die einfachste Erklärung liegt darin, den Zusatzunterricht als lernwirksame Wiederholung des Unterrichtsstoffs zu sehen. Nach PARADIES & LINSER (2003) dienen Wiederholungen dazu, sich Sachzusammenhänge einzuprägen und ein gesichertes und verfügbares Wissen

<sup>5</sup> Die ursprüngliche Probandenanzahl reduzierte sich durch geringe Teilnehmerzahlen im Nachtest.

auszubilden. Wiederholungen sollen eine feste Verankerung im Langzeitgedächtnis sicherstellen (WILD, HOFER & PEKRUN 2001, S. 249).

Die intrinsische Motivation der Schüler der Versuchsgruppe war während des Zusatzunterrichts im Vergleich zum Regelunterricht deutlich erhöht. Die „Wiederholung“ findet also unter der günstigen Bedingung hoher intrinsischer Motivation der Lerner statt (vgl. DECI & RYAN 1993; vgl. BLES 2002). Das spricht für eine tatsächlich freiwillige Teilnahme am Zusatzunterricht, möglicherweise auch für Interesse am Unterrichtsstoff (vgl. DECI & RYAN 1993; vgl. BLES 2002). Die Schüler erwerben während der Exkursion und während des Labortags noch weitere Fähigkeiten (KLAUTKE 1997) und könnten gleichzeitig ein Gefühl für die Relevanz und praktische Anwendbarkeit des behandelten Unterrichtsstoffs entwickeln (vgl. REINMANN & MANDL 2006). Ob tatsächlich die intrinsische Motivation der Schüler der Versuchsgruppe während des Regelunterrichts nicht beeinflusst war, lässt sich nicht ganz eindeutig bestimmen. Trotz fehlender signifikanter Unterschiede könnten die Unterschiede in den Subskalen *wahrgenommene Kompetenz* und *wahrgenommene Wahlfreiheit* auf Gegenteiliges hinweisen. Die Anzahl der Schüler der Versuchsgruppe, insbesondere die Stichprobenmortalität berücksichtigend, kann die Möglichkeit eines  $\beta$ -Fehlers kaum ausschließen (vgl. BORTZ & DÖRING 2002, S. 500ff.).

## 8 Fazit

Der Zusatzunterricht wurde von den Kursteilnehmern sehr gut angenommen. Die Schüler waren während dieses Unterrichts besonders motiviert und lernten insgesamt besser. Ob freiwilliger Zusatzunterricht angeboten wird und so auch praktische Relevanz im Unterrichtsalltag haben kann, ist vom Engagement der Lehrer und von der Möglichkeit und Nutzung zusätzlicher personaler Kapazitäten abhängig. In der vorliegenden Studie waren die Lehrer entsprechend engagiert und der Zusatzunterricht konnte von einer angehenden Biologielehrerin vorbereitet und betreut werden.

## Zitierte Literatur

- BLES, P. (2002). Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan. In Frey, D. & M. Irle (Hrsg.): Band III: Motivations-, Selbst- und Informationsverarbeitungstheorien. Bern: Huber: 234-253.
- BORTZ, J. & N. DÖRING (2002). Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- DECI, E.L. & R.M. RYAN (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York: Plenum Press.
- DECI, E.L. & R.M. RYAN (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für Pädagogik **39**(2): 223-238.
- DECI, E.L. & R.M. RYAN. (2000). The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behaviour. Psychological Inquiry **11**(4): 227-268.
- DECI, E.L. & R.M. RYAN (2005). Intrinsic Motivation Inventory (IMI). Verfügbar unter: <http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/intrins.html> [Stand: 01.09.2005].
- GOTTFRIED, A.E. (1985). Academic Intrinsic Motivation in elementary junior high school students. Journal of Educational Psychology **77**(6): 631-645.
- GOTTFRIED, A.E. (1990). Academic Intrinsic Motivation in young elementary school children. Journal of Educational Psychology **82**(3): 525-538.
- HÄUBLER, P., BÜNDER, W., DUIT, R., GRÄBER, W. & J. MAYER. (1998). Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Naturwissenschaftliche Forschung. Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.
- ISSING, L.J. (2002). Instruktionen-Design für Multimedia. In Issing, L.J. & P. Klimsa (Hrsg.): Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet. Weinheim, Basel: Beltz PVU.
- KLAUTKE, S. (1997). Ist das Experiment im Biologieunterricht noch zeitgemäß? MNU **50**(6): 323-329.
- KROMBASS, A. & U. HARMS (2006). Ein computergestütztes Informationssystem zur Biodiversität als motivierende und lernförderliche Ergänzung der Exponate eines Naturkundemuseums. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften **12**: 7-22.
- LOU, Y., ABRAMI, P. C., SPENCE, J. C., POULSEN, C., CHAMBERS, B. & S. D'APOLLONIA (1993). Within-Class Grouping: A Meta-Analysis. Review of Educational Research, **66**, 423-459.
- PARADIES, L. & LINSER, H.J. (2003). Üben, Wiederholen, Festigen. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG.
- REINMANN, G. & H. MANDL (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In Krapp, A. & Weidenmann, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie. Weinheim, Basel: Beltz PVU.
- RYAN, R.M. & E.L. DECI (2000). Self- Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. American Psychologist **50**(1): S.68- 78.
- SCHARFENBERG, F.-J. (2005). Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse. Dissertation: Universität Bayreuth.
- WILD, E., HOFER, M. & R. PEKRUN (2001). Psychologie des Lerner. In Krapp, A. & B. Weidenmann [Hrsg.]: Pädagogische Psychologie. Beltz, PVU, 207-270.

