

# Probleme selbst lösen oder lösen lassen? Wenn ein aktives Problemlösen zu schlechteren Lernleistungen führt.

*Heidi Müller & Jörg Zumbach*

## **Zusammenfassung**

In einer Studie wurde untersucht, welche Arrangements an didaktischen Elementen sich wie bei einem problembasierten Zugang zu einer Unterrichtseinheit zu den Mendelschen Vererbungsregeln auswirken. Untersucht wurden konkret die Auswirkungen des Lernens mit Simulationen (mit Simulation vs. ohne Simulation) und des Lernens mit einer audiovisuell präsentierten Problemstellung (mit Lösung vs. ohne Lösung). Die Ergebnisse zeigten, dass durch aktive Auseinandersetzung mit der Simulation ein geringerer Lernzuwachs erzielt wurde als ohne diese. Dies kann auf die höhere Belastung und ggf. auch auf Überforderung der Lernenden zurückgeführt werden. Weiters zeigen die Befund, dass mit einem problembasierten Zugang zwar eine aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten gefördert werden und damit auch ein Wissenszuwachs erreicht werden kann, jedoch auch Grenzen zu sehen sind. Diese sind dann überschritten, wenn ein „Zuviel“ an aktiver Konstruktion wie hier beim Einsatz der Simulation gefordert wird. Es droht eine Überforderung der Lernenden, was die ansonsten positiv motivierte aktive Auseinandersetzung mit den hier zugrunde liegenden Inhalten wieder korrumpieren kann.

Simulationen, Lösungsbeispiel, Mendelsche Vererbungsregeln

## 1 Einleitung

Problembasierter Unterricht eröffnet Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, eigenes Vorwissen zu aktivieren, Wissen gemeinsam zu konstruieren (Zumbach 2006), Lernen als einen aktiven, konstruktiven, selbstgesteuerten und sozialen Prozess zu erfahren (Weber 2007a) und Kompetenzen zu erwerben, die auch für den Lebensalltag von Bedeutung sind, wie Problemlösefähigkeit, schlussfolgerndes Denken, selbstbestimmtes Lernen und Anwenden von Wissen (Dochy/Segers/van den Bossche/Gijbels 2003; Hmelo-Silver/Duncan/Chinn 2007; Zumbach 2003, 2006). Lernen mit authentischen Problemen scheint zudem nachhaltiges Lernen und Behalten zu fördern (Weber 2007b), Transfer von Gelerntem auf neue Lern- und Alltagssituationen und kognitive Flexibilität - durch das Wahrnehmen und Diskutieren unterschiedlicher Standpunkte von Lernenden - zu gewährleisten (Zumbach/Unterbruner 2008). Diesen Überlegungen folgend wird auch zunehmend von Lehrerinnen und Lehrern eine Förderung und Entwicklung von Kompetenzen im Schulalltag eingefordert. So betonen der Lehrplan der AHS, die Entwicklung von Bildungsstandards und die standardisierte, kompetenzorientierte Reifeprüfung an der AHS, die mit dem Schuljahr 2013/2014 in Kraft treten soll, die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in den unterschiedlichen Unterrichtsgegenständen (vgl. Bm:ukk 2012). Mit dem Einzug neuer Informations- und Kommunikationstechnologien wie etwa Simulationen besteht dabei das Potenzial, problembasiertes Lernen durch moderne Unterrichtstechnologie zu bereichern, wie im Folgenden näher beschrieben.

### 1.1 Lernen mit Simulationen in problembasierten Lernumgebungen

Eine Problemstellung kann in einer Simulation explizit durch authentische Probleme vorgegeben sein, wobei man dann von problemorientiertem Lernen spricht. Die Lösung des Problems kann in der Folge extern etwa anhand von Lehrbüchern erfolgen oder intern, indem die Lernressourcen innerhalb des Programms zur Verfügung stehen (vgl. Tabelle 1). Geht es um das Erkennen versteckter Variablen und deren Zusammenhänge v.a. im Zusammenhang mit „Inquiry-Based Learning“, ist die Problemstellung also implizit im Themenbereich enthalten, kann die Lösung ebenso extern erfolgen oder intern, indem Lösungsansätze entwickelt werden können und im Programm geübt werden kann (Zumbach 2010).

Simulationen bieten die Möglichkeit, Experimente durchzuführen, die in der Natur bzw. im Klassenzimmer zu teuer, zu gefährlich, komplex, mikroskopisch, langwierig, nicht sichtbar u.ä. wären. Die Lernenden können selbst Erfahrungen machen, Modelle explorieren, Feedback über ihr Handeln erhalten und in wirklichkeitsnahen, authentischen Kontexten mit realen Problemen lernen. Dies kann die Lernleistung und die Motivation erhöhen (Niegemann/Domagk/Hessel et al. 2008; Urhahne/Harms 2006). Allerdings benötigt auch das Lernen mit Simulationen häufig Un-

Probleme selbst lösen oder lösen lassen? Wenn ein aktives Problemlösen zu schlechteren 3  
Lernleistungen führt.

terstützung, da etwa unterschiedliche Informationsrepräsentationen (z.B. Diagramme) verstanden und mental integriert werden müssen (vgl. Ainsworth/van Labeke 2004). Eine Möglichkeit, hier insbesondere Lernende mit wenig Vorwissen zu unterstützen ist das Lernen mit Lösungsbeispielen.

		Problemstellung	
		Explizit vorgegeben	Implizit
Lösung	Extern	Simulation als Lösungswerkzeug	Simulation als System zur Entschlüsselung
	Intern	Simulation als geschlossene Lernumgebung	Implizites Problemlösen bzw. Üben

**Tabelle 1: Verschiedene Einsatzszenarien von Simulationen (Zumbach, 2010)**

## 1.2 Lernen mit Lösungsbeispielen

Lösungsbeispiele bestehen aus einer Aufgaben- oder Problemstellung, den Lösungsschritten und der endgültigen Lösung. Ihre Effektivität besteht darin, dass bei Lernenden die kognitive Belastung reduziert werden kann, da sie den Lösungsweg nicht erst durch eigenständige Problemlösestrategien finden müssen. So können zusätzlich freie kognitive Ressourcen für Lern- und Verstehensprozesse genutzt werden. Eine passive und oberflächliche Auseinandersetzung erzielt hier jedoch nicht den gewünschten Lernerfolg. Wesentlich beim Lernen mit Lösungsbeispielen ist es, dass sich Lernende intensiv und aktiv mit ihnen auseinandersetzen. Dies kann durch Anregung von Selbsterklärungen, z.B. durch Leitfragen erfolgen. Diese Methode ist allerdings nur in neuen Wissensgebieten sinnvoll und kann bei Lernenden mit viel Vorwissen zu negativen Effekten führen (Hilbert/Renkl 2008). In dieser Arbeit war es ein Ziel zu untersuchen, inwieweit Lernende durch eine solche zusätzliche Maßnahme, also dem Präsentieren der Lösung einer Simulation zu den Mendelschen Vererbungsregeln, das Problemlösen der Lernenden unterstützen kann.

## 2. Fragestellungen und Hypothesen

Zusammenfassend ergeben sich aus den Untersuchungen zum Lernen mit Simulationen im problembasierten Unterricht und dem Lernen mit Lösungsbeispielen bzw. Lernen im videobasierten Format zahlreiche Fragen der Umsetzung und Effektivität im Unterricht. In dieser Studie soll untersucht werden, wie sich in einer Einzelsitzung beim problembasierten Lernen die zusätzliche Verwendung einer Simulation und eines Lösungsbeispiels den auf objektiven Wissenserwerb, die subjektive Wis-

senssicherheit, die Motivation, die kognitive Belastung und die Bewertung der Lernsitzung auswirken. Verglichen wurde das jeweils mit Gruppen, bei denen solche lernerunterstützenden Maßnahmen nicht vorhanden waren.

### 3 Methode

#### 3.1 Stichprobe

Die Stichprobe bestand aus 69 Schülerinnen und Schülern, davon 38 Mädchen und 31 Jungen. Das durchschnittliche Alter lag bei 16,7 Jahren ( $SD=1,19$ ). Durchgeführt wurde die Untersuchung in vier Schulklassen in einem Biologiesaal eines Oberstufenrealgymnasiums. Die Bearbeitung der Lerneinheit im Rahmen des Unterrichts dauerte insgesamt 150 Minuten.

#### 3.2 Untersuchungsdesign und Variablen

Als unabhängige Variable wurde die Problempräsentation, welche audiovisuell präsentiert wurde, variiert. In einer Bedingung wurde die Problemstellung zusammen mit einer Musterlösung präsentiert, in einer anderen Bedingung ohne diese Lösung. Als zweite unabhängige Variable wurde einer Gruppe eine Software zur Verfügung gestellt, in welcher sie die Mendelschen Vererbungsregeln anhand von Erbsen simulieren konnten. Einer andere Gruppe wurde diese Software nicht zur Verfügung gestellt. Das daraus resultierende 2x2-Design der Studie ist in Tabelle 2 dargestellt.

		Simulation		Summe
		mit Simulation	ohne Simulation	
<b>audiovisuelle Problem- präsentation</b>	mit Lösung	22	22	44
	ohne Lösung	15	10	25
<b>Summe</b>		37	32	<b>69</b>

**Tabelle 2: 2x2 Untersuchungsdesign und jeweilige (Teil-)Stichprobengröße (n=69)**

Untersucht wurde die Wirkung dieser unabhängigen Variablen auf die abhängigen Variablen des objektiven Wissenserwerbs, der subjektiven Wissenssicherheit, der Motivation, der kognitive Belastung und der Bewertung der Lernsitzung. Der Wissenserwerb wurde durch einen Wissenstest bestehend aus Multiple-Choice- und

Probleme selbst lösen oder lösen lassen? Wenn ein aktives Problemlösen zu schlechteren 5  
Lernleistungen führt.

offenen Fragen im Vor- und Nachtest erfasst. Der Wissensvortest wurde dabei vor der Problempräsentation erfasst. Bei jeder Frage wurde auch die subjektive Wissenssicherheit bei der Beantwortung dieser Frage erhoben. Die Motivation wurde ebenfalls anhand eines Fragebogens im Vor- und Nachtest erfasst, wobei die Vorerhebung hier erst nach der Problempräsentation durchgeführt wurde. Die kognitive Belastung wurde mit dem NASA-TLX-Fragebogen (Hart/Staveland 1988) und der Mental Effort Rating Scale (MERS; Paas/Merrienboer 1994) nur im Nachtest gemessen. Alle Fragebögen mit Ausnahme des Wissenstests bestanden aus Items mit einer fünfstufigen Ratingskala.

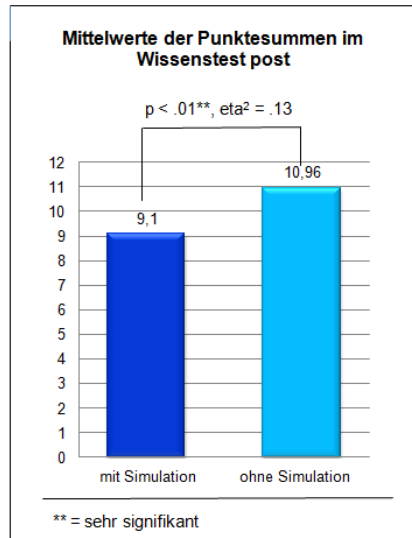
### **3.3 Unterrichtsmaterialien**

Als Unterrichtsmaterialien dienten eine audiovisuelle Problempräsentation mit Musterlösung (Dauer: 9:28 min) und ohne Lösung (Dauer: 2:21 min), eine Power-Point-Präsentation zur Projektion der Fragestellungen für die Kleingruppen-Diskussionen im Sinne der Siebensprung-Methode, acht angeleitete Übungsaufgaben (in Papierform) und den Lernunterlagen zur Problemlösung (in Papierform). Für die Simulation wurde die Software „Klassische Genetik“ (Nüchel 2006) verwendet, in der Versuchsbedingung ohne Simulation wurden Auszüge der Simulation zu einem linearen Lernprogramm zusammengestellt. Hier konnten die Lernenden zwar die Teilschritte der Simulation anschauen, jedoch nicht selbst simulieren.

In vorliegender Untersuchung wurde die Siebensprung-Methode verwendet, um eine vorgegebene Problemstellung zu den Mendelschen Vererbungsregeln zu bearbeiten. Die authentische und in einen narrativen Anker eingebettete Problemstellung wurde im videobasierten Format präsentiert. Hier wurde u.a. Mendels Verwunderung darüber dargestellt, dass die Erbsen der Filialgeneration zum Teil ganz anders aussehen können, als jene der elterlichen Generation (Unabhängigkeitsregel).

## **4 Ergebnisse**

Im Folgenden werden die zwei Ergebnisse vorgestellt, bei denen statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den jeweiligen Gruppen ermittelt werden konnten. Ein Vergleich zwischen den beiden Gruppen mit und ohne das eigene Simulieren mit der Software zeigte, dass Lernleistung im Wissensnachtest besser ausfällt, wenn die Lernenden die Simulation präsentiert bekommen, anstatt dass sie tatsächlich selbst simulieren müssen. Ein statistisch bedeutsamer Unterschied hinsichtlich der anderen Variablen wie etwa Wissenssicherheit, kognitive Belastung und Motivation konnte hier allerdings nicht nachgewiesen werden (vgl. Abbildung 1).



**Abbildung 1. Mittelwerte der Punktesummen im Wissenstest post in den Versuchsbedingungen „mit Simulation“ und „ohne Simulation“.**

Eine Analyse der Unterschiede zwischen den Gruppen, welche ein ausgearbeitetes Lösungsbeispiel zur Verfügung hatten im Vergleich zu denen, welche keine solche Unterstützung hatten, zeigte einen statistisch bedeutsamen Unterschied in der Motivation der Lernenden. Die Präsentation der Problemstellung mit Lösungsbeispiel führte zu einer signifikant höheren Ausgangsmotivation der Lernenden als wenn das Problem ohne diese Lösung präsentiert wurde (vgl. Abbildung 2). Ansonsten wurde auch hier keine weiteren signifikanten Gruppenunterschiede hinsichtlich der anderen erhobenen Variablen gefunden.

Probleme selbst lösen oder lösen lassen? Wenn ein aktives Problemlösen zu schlechteren 7  
Lernleistungen führt.

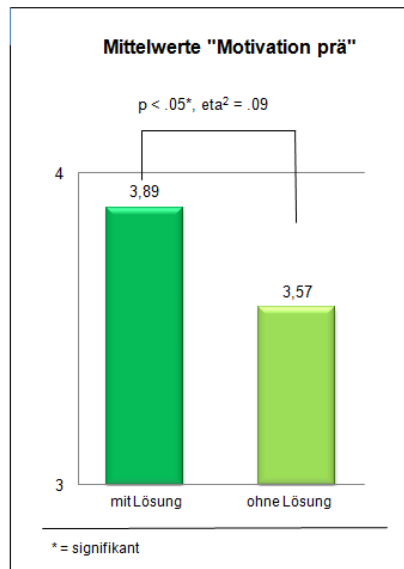


Abbildung 2. Mittelwerte der Motivation im Vortest in den Versuchsbedingungen mit Lösungsbeispiel und ohne Lösungsbeispiel.

## 5 Diskussion

Die Gruppen, welche mit der Simulation arbeiten mussten, erzielten einen geringeren Lernzuwachs, als jene ohne diese Simulation. Obwohl anzunehmen gewesen wäre, dass durch das eigene Simulieren etwa auch eine höhere kognitive Belastung einhergehen könnte oder auch durch das eigene Handeln die Motivation steigen könnte, konnten hier keine Unterschiede nachgewiesen werden. Diese Möglichkeit der Kontrollausübung bzw. die Selbstwirksamkeitswahrnehmung durch die Kontrolle im Simulationsprogramm schienen hier – trotz gegenläufiger Erwartungen – keinen wesentlichen Einfluss auf die Motivation gehabt zu haben. Vermutlich war der zeitliche und mentale Aufwand bei der Lösung des Problems in der Simulationsumgebung höher, als bei dem primär instruktionellen Lernprogramm. Zumbach (2007, S. 246) folgend sollte Ziel von Lernumgebungen sein, „(...) ein ideales Maß zwischen Unter- und Überforderung der Lernenden [zu] erreichen“. Die Anforderungen durch das Simulationsprogramm scheinen sich hier eher ungünstig ausgewirkt zu haben, indem etwa zusätzliche kognitive Ressourcen für die Problemlösung erforderlich waren (z.B. die Bedienung der Software), welche irrelevant für die eigentliche Problemlösung waren. Dennoch zeigen verschiedene Studien, dass die Nutzung von Simulationen innerhalb problembasierter Szenarien durchaus sinnvoll

sein kann. So ist die Kombination von Simulationen und Problemorientierung etwa effektiver, als wenn Simulationen lediglich zur Veranschaulichung im traditionellen Unterricht verwendet werden (vgl. Eschenhagen/Kattmann/Rodi, 2006; Schmid et al. 2009). Simulationen im problembasierten Unterricht können beispielsweise nachhaltige Behaltensleistungen begünstigen (vgl. Zumbach/Kumpf/Koch 2004). Allerdings zeigen verschiedene Arbeiten, dass ein freies Arbeiten mit Simulationen gegenüber einem geleiteten bzw. unterstützten Lernen mit solchen Programmen eher nachteilig ist (vgl. Chang et al. 2008; Stark/Gruber/Renkl/Mandl 1998).

Die Präsentation der Problemstellung mit Lösungsinhalten in Form eines Videos hat zwar, wie erwartet, zu einer höheren Motivation der Schülerinnen und Schüler geführt, sich aber nicht nachhaltig auf die kognitive Maße des Wissenserwerbs ausgewirkt. Obwohl die Lernenden hier auch aufgefordert waren, sich Notizen zum Video zu machen, hat dies vermutlich nicht dazu ausgereicht, eine aktive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten zu fördern. Diese aktive Auseinandersetzung könnte ggf. dadurch erreicht werden, dass Lernende etwa konkrete Fragen zum Video beantworten müssten. Die Aufmerksamkeit könnte so auf wesentliche Elemente fokussiert werden. Das sog. „Interaktivitätsprinzip“ (Betrancourt 2005) postuliert hier, dass die Informationen eines Videos besser gelernt werden können, wenn Lernende selbst die Abspielgeschwindigkeit bestimmen können („pacing“) und das Video in Segmente („Chunks“ oder Informationseinheiten) zerlegt wird. Durch die unbeeinflussbare Abspielgeschwindigkeit des Videos kann eine kognitive Überlastung und mangelnde Schemakonstruktion der Lernenden resultieren (Betrancourt, 2005). Andere Gründe für das Scheitern des ausführlichen Lösungsbeispiels - präsentiert als Video - könnten aber auch in der Einstellung der Lernenden liegen, z.B. dass das Lernen mit Video als einfach wahrgenommen wird und daher eine geringere mentale Anstrengung investiert wird (etwa im Vergleich zur Verarbeitung von Text; Salomon 1984).

Um das Lernen mit Filmen zu verbessern, schlägt Schwan (2008, S. 103) u.a. vor, dass Thema und Inhalt des Films vorab skizziert werden, Lernende angehalten werden „den Film besonders aufmerksam anzuschauen“, Lernende bereits über ein Vorwissen zum Thema verfügen, um ein solches Lernangebot „mit hoher Informationsdichte besser kognitiv verarbeiten zu können“ und dass einzelne Filmabschnitte „mehrfach unter verschiedenen Perspektiven bzw. Fragestellungen durchgearbeitet werden“.

Insgesamt zeigen die Befunde, dass mit einem problembasierten Zugang hier zwar eine aktive Auseinandersetzung mit den Inhalten gefördert werden und damit auch ein Wissenszuwachs erreicht werden kann, jedoch auch Grenzen zu sehen sind. Diese sind dann überschritten, wenn ein „Zuviel“ an aktiver Konstruktion - wie hier beim Einsatz der Simulation - gefordert wird. Hier droht eine Überforderung der Lernenden, was die ansonsten positiv motivierte aktive Auseinandersetzung mit den zugrunde liegenden Inhalten wieder korrumpieren kann.



## Literaturverzeichnis

- Ainsworth, S., & van Labeke, N. (2004). Multiple forms of dynamic representation. *Learning and Instruction*, 14, 241-255.
- Betrancourt, M. (2005). The Animation and Interactivity Principles in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 287-296). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bm:ukk (2012) <http://www.bmukk.gv.at/schulen/index.xml> [Februar, 2012]
- Chang, K.-E., Chen, Y.-L., Lin, H.-Y., & Sung, Y.-T. (2008). Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51, 1486-1498.
- Dochy, F., Segers, M., van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis, *Learning and Instruction*, 13, 533-568.
- Eschenhagen, D., Kattmann, U., & Rodi, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie* (7. Aufl.). Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human mental workload* (pp.139-183). Amsterdam, the Netherlands: Elsevier.
- Hilbert, T., & Renkl, A. (2008). Lernen mit Lösungsbeispielen. In J. Zumbach & H. Mandl (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis: Ein fallbasiertes Lehrbuch* (S.15-23). Göttingen: Hogrefe.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M., & Zobel, A. (2008). *Kompendium multimediales Lernen*. Berlin: Springer.
- Nüchel, A. (2006). *Natura Simulationen: Klassische Genetik: Modellexperimente für den explorativen Unterricht*. Stuttgart: Klett.
- Paas, F. & van Merriënboer, G. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 419-430.
- Salomon, G. (1984). Television is "easy" and print is "tough": the differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions. *Journal of Educational Psychology*, 76, 647-658.
- Schmid, R. F., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Tamim, R., Abrami, P. C., Wade, C. A., et al. (2009). Technology's effect on achievement in higher education: a Stage I meta-analysis of classroom applications. *Journal of computing in higher education*, 21, 95-109.
- Schwan, S. (2008). Lernen mit Filmen. In J. Zumbach & H. Mandl (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie in Theorie und Praxis: Ein fallbasiertes Lehrbuch* (S.101-104). Göttingen: Hogrefe.

- Stark, R., Gruber, H., Renkl, A., & Mandl, H. (1998). Instructional effects in complex learning: Do objective and subjective learning outcomes converge? *Learning and Instruction*, 8(2), 117-129.
- Urhahne, D. & Harms, U. (2006). Instruktionale Unterstützung beim Lernen mit Computersimulationen. *Unterrichtswissenschaft*, 34 (4), 358-377.
- Weber, A. (2007a). Problem-based learning: Eine Lehr- und Lernform gehirngerechter und problemorientierter Didaktik. In J. Zumbach, A. Weber & G. Olsowski (Hrsg.), *Problembasiertes Lernen: Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum* (S.15-32), Bern: h.e.p.
- Weber, A. (2007b). *Problem-Based Learning: Ein Handbuch für die Ausbildung auf der Sekundarstufe II und der Tertiärstufe*. Bern: h.e.p.
- Zumbach, J. (2003). *PBL: Problembasiertes Lernen*. Münster: Waxmann.
- Zumbach, J. (2006). Problembasiertes Lernen: Überlegungen und Ansatz für eine lernerzentrierte Didaktik. In G. Krampen & H. Zayer (Hrsg.), *Psychologiedidaktik und Evaluation V* (S. 245-260). Göttingen: Hofgrefe.
- Zumbach, J. (2007). Medieneinsatz im Problembasierten Lernen. In J. Zumbach, A. Weber & G. Olsowski (Hrsg.), *Problembasiertes Lernen: Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum* (S. 243-256). Bern: h.e.p.
- Zumbach, J. (2010). *Lernen mit neuen Medien: Instruktionspsychologische Grundlagen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Zumbach, J., Kumpf, D. & Koch, S. (2004). Using multimedia to enhance problem-based learning in elementary school. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1, 25-37.
- Zumbach, J., & Unterbruner, U. (2008). Problemorientiertes lernen mit neuen Medien. In E. Blaschitz, M. Seibt (Hrsg.), *Medienbildung in Österreich: Historische und aktuelle Entwicklungen, theoretische Positionen und Medienpraxis* (S. 224-235), Münster: Lit.
- Zumbach, J. (2007). Medieneinsatz im Problembasierten Lernen. In J. Zumbach, A. Weber & G. Olsowski (Hrsg.), *Problembasiertes Lernen: Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum* (S. 243-256). Bern: h.e.p.
- Zumbach, J. (2010). *Lernen mit neuen Medien: Instruktionspsychologische Grundlagen*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Zumbach, J., Kumpf, D. & Koch, S. (2004). Using multimedia to enhance problem-based learning in elementary school. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1, 25-37.
- Zumbach, J., Schmitt, S., Reimann, P. & Starkloff, P. (2006). Learning life sciences: design and development of a virtual molecular biology learning lab. *Journal of computers in mathematics and science teaching*, 25(3), 281-300.
- Zumbach, J. & Spraul, P. (2007). The Role of Expert and Novice Tutors in Computer Mediated and Face-to-Face Problem Solving Learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 2(2), 161-187.
- Zumbach, J., & Unterbruner, U. (2008). Problemorientiertes lernen mit neuen Medien. In E. Blaschitz, M. Seibt (Hrsg.), *Medienbildung in Österreich: Histo-*

Probleme selbst lösen oder lösen lassen? Wenn ein aktives Problemlösen zu schlechteren 11  
Lernleistungen führt.

rische und aktuelle Entwicklungen, theoretische Positionen und Medien-  
praxis (S. 224-235), Münster: Lit.

## **Autoren**

Mag. Heidi MÜLLER || Universität Salzburg || Interfakultärer Fachbereich Fach-  
didaktik/LehrerInnenbildung || Hellbrunnerstraße 34, Österreich-5020 Salzburg  
<https://www.sbg.ac.at/mediaresearch/>  
[Heidi.Mueller@stud.sbg.ac.at](mailto:Heidi.Mueller@stud.sbg.ac.at)

Univ.-Prof. Dr. Jörg ZUMBACH || Universität Salzburg || Interfakultärer Fachbe-  
reich Fachdidaktik/LehrerInnenbildung || Hellbrunnerstraße 34, Österreich-5020  
Salzburg  
[www.zumbach.info](http://www.zumbach.info)  
[Joerg.Zumbach@sbg.ac.at](mailto:Joerg.Zumbach@sbg.ac.at)