

## Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben

Werden Lernende zu Physik befragt, berichten sie häufig eine im Vergleich zu anderen Fachbereichen eher gering ausgeprägte Kompetenzerwartung. Motivationalen Faktoren und insbesondere Kompetenzerwartungen kommen aus lernpsychologischer Sicht eine besondere Bedeutung im Lernprozess zu (u. a. Bandura, 1995). Der Grad ihrer Ausprägung beeinflusst die individuellen Entscheidungen der Lernenden zum Handeln und damit die Intensität der Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt, denn selbstgesteuert setzt man nur das um, was lohnenswert und machbar ist (Rheinberg, 2004, S.28). Langfristig wird ein positiver Einfluss auf das Interesse am Fach Physik erwartet, wenn das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten beim Lösen fachspezifischer Aufgabenstellungen gestärkt wird. Im Rahmen unserer empirischen Studie wurde untersucht, welchen Einfluss das Lösen von physikalischen Aufgaben in einer problemorientiert gestalteten Lernumgebung auf die Veränderung der physikspezifischen Kompetenzerwartung ausübt. Ein zentrales Anliegen war es, zu klären, ob und in welcher Weise durch das wiederholte, selbständige Aufgabenlösen die Handlungsqualität sowie eine optimistische physikspezifische Kompetenzerwartung der Lernenden beeinflusst werden und welche Merkmale der Person und der Lernsituation unter diesem Blickwinkel besonders bedeutsam sind. Zur Untersuchung wurde die computergestützt konzipierte Lernumgebung „denkwerkstatt-physik“<sup>3</sup> in fünf Klassen der Stufen 7 bis 9 in zwei Schulformen (Realschule, Gymnasium) in Baden-Württemberg eingesetzt. Insgesamt wurden 294 Datensätze ausgewertet. Das Konzept der „denkwerkstatt-physik“ ist bei Schröter & Erb (2008) nachzulesen und soll an dieser Stelle nicht im Detail erläutert werden. Hervorzuheben ist, dass die Lernenden als Unterstützung zur Aufgabenlösung Denkanstöße in Form von sogenannten Lösungstipps erhalten, die unabhängig voneinander und in beliebiger Anzahl ausgewählt werden können. Diese Denkanstöße orientieren sich an unterschiedlichen Heuristiken und Strategien zum Problemlösen und umfassen jeweils mehrere im Zusammenhang stehende Teilschritte, die in relativ kurzen Zeitabschnitten bearbeitet werden können. Der Lösungsprozess kann mit einer exemplarischen Erklärung des zu Grunde liegenden physikalischen Phänomens abgeschlossen werden, sobald die Ausgangsfrage vom Lernenden richtig beantwortet wurde.

### Methode und Verlauf

Um den Einfluss von Personmerkmalen (u. a. Lern- und Leistungsmotive) und von Merkmalen der Lernumgebung zum Aufgabenlösen auf die Veränderung der physikspezifischen Kompetenzerwartung im zeitlichen Verlauf der Untersuchung zu klären, wurde ein Design mit Treatment- und Kontrollgruppe gewählt ( $N_T = 145$ ;  $N_K = 149$ ). Während die Lernenden der Treatmentgruppe die komplette Lernumgebung mit allen Lösungstipps einsetzen konnten, erhielt die Kontrollgruppe eine Lernumgebung mit ausschließlich fachwissenschaftlichen Grundlagen in Form eines sogenannten ‚Werkzeugkastens‘ als Unterstützung. In allen Klassen wurde eine neunzigminütige Unterrichtsstunde als Instruktionsphase zur Einführung der Lernumgebung vom Versuchsleiter durchgeführt. Die Vorstellung der Lernumgebung erfolgte exemplarisch an Aufgaben, die in der nachfolgenden

<sup>3</sup> Die Lernumgebung ist über „denkwerkstatt-physik.de“ im World Wide Web abrufbar und online zu bearbeiten. Das Projekt wird aktuell gefördert von der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung. Die „denkwerkstatt-physik“ bietet Möglichkeiten zum individualisierten Lernen und kann sowohl im als auch ergänzend zum Physikunterricht eingesetzt werden.

Studie keine Rolle spielten. Die Lernumgebung wurde zu jedem Zeitpunkt auf für diesen Zweck vorbereiteten Tablet-PCs zur Verfügung gestellt. Im gesamten Zeitraum der Studie war die „denkwerkstatt-physik“ nicht per Internet abrufbar.

Von den Lernenden wurden insgesamt zehn Knobelaufgaben aus den Themenbereichen Mechanik, Wärmelehre und Optik in Einzelarbeit gelöst. In beiden Gruppen wurden in einem Pretest konfundierende Merkmale wie Geschlecht, kognitive Fähigkeiten, fachspezifisches Grundwissen, aufgabenbezogenes Vorwissen, physikbezogenes Fachinteresse und Selbstkonzept, die Attraktivität der Beschäftigung mit Denk- und Knobelaufgaben, Wissen über Problemlösestrategien sowie die computerbezogene Kompetenzerwartung erfasst. Des Weiteren wurden im zeitlichen Verlauf der Studie die aktuelle Motivation (zwei MZP), das Kompetenzerleben beim Aufgabenlösen (retrospektiv, drei MZP) und die physikspezifische Kompetenzerwartung (zwei MZP) gemessen. Neben Selbstauskünften der Probanden wurden logfile-Daten erhoben und in die Auswertung einbezogen.

### Ergebnisse

An dieser Stelle sollen ausschließlich Befunde zum Interventionseffekt zusammenfassend berichtet werden. Detaillierte Berichte zu Hypothesen sowie die im exploratorischen Segment der Studie, welches stärker erkundende und evaluative Züge trägt, getroffenen Aussagen, sind in der Veröffentlichung zur Dissertation nachzulesen. Um den Einfluss von Merkmalen der Person und der Lernumgebung zu erklären, wurden Pfadmodelle erstellt (vgl. dazu exemplarisch Abb. 1). Dabei wurden die neben der physikspezifischen Kompetenzerwartung zum MZP 1 erhobenen Lern- und Leistungsmotive erfolgswahrscheinlichen bzw. misserfolgsvermeidenden Motiven zugeordnet. Die Motivation der Lernenden wurde mithilfe der aktuellen Interessiertheit und Erfolgswahrscheinlichkeit sowie der individuellen Wahrnehmung der Aufgabe als Herausforderung beschrieben. Erwartet wird, dass die Intervention durch unterschiedliches Kompetenzerleben von Treatment- und Kontrollgruppe abgebildet wird und zu einer unterschiedlichen zeitlichen Veränderung der physikspezifischen Kompetenzerwartung (PKE) im zeitlichen Verlauf der Studie führt.

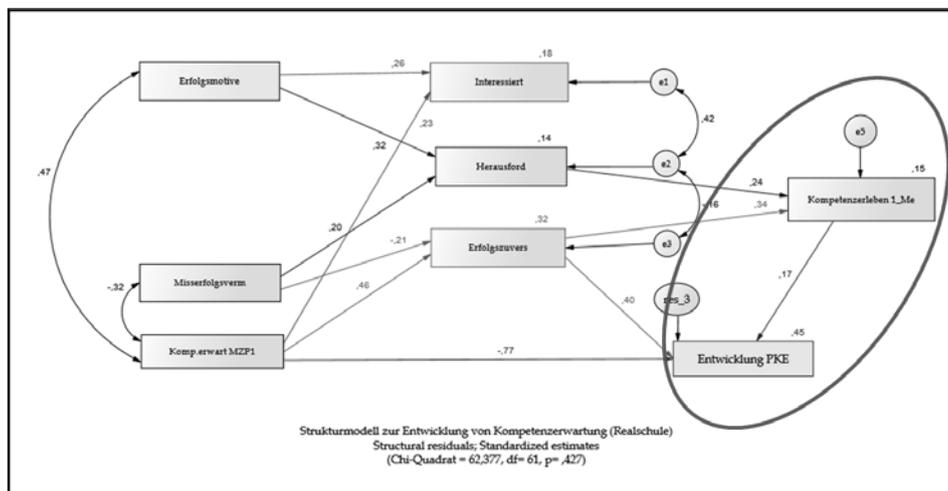


Abbildung 1: Pfadmodell zum Einfluss von Motiven und Motivation auf die Entwicklung physikbezogener Kompetenzerwartung (PKE)

Die Parameter des Einflusses der Motive auf die Subskalen der Motivation (Interessiertheit, Herausforderung, Erfolgswahrscheinlichkeit) werden im Modell konstant gehalten, um die gleichen

Voraussetzungen der Gruppen zu gewährleisten. Signifikante Unterschiede zwischen den Pfadkoeffizienten von Treatment- und Kontrollgruppe sollten dann nachweisbar sein, wenn die Parameter indirekter Effekte, die u. a. über Kompetenzerleben vermittelt werden, freigesetzt werden. Tabelle 1 zeigt exemplarisch die standardisierten totalen Effekte bei Moderation durch den Treatmentfaktor (Gruppenvergleich).

*Tabelle 1: Pfadkoeffizienten von Treatment- (T) und Kontrollgruppe (K) der Realschule*

Standardized Total Effects für RS (randomisiert)					
	Gruppe	PKE MZP1	Herausford (AM)	Erfolgszuv (AM)	KEL Me
Erfolgszuv (AM)	T	*** ,494			
	K	*** ,494			
KEL_Me	T	*** ,257	* ,179	*** ,521	
	K	** ,145	** ,323	** ,294	
Entw PKE	T	*** -,518	** ,245	*** ,548	,055
	K	*** -,458	* -,239	*** ,323	** ,224

Invarianzebene: Structural residuals  
Two Tailed Significance (BC): \* p< 0,1; \*\* p< 0,05; \*\*\* p<0,01

Im Modell fällt die Wirkung der zum ersten MZP vorhanden physikspezifischen Kompetenzerwartung auf deren Entwicklung auf. Werden direkte und indirekte Effekte getrennt voneinander inspiziert, wird anhand unterschiedlicher Vorzeichen der Koeffizienten ein Supressoreffekt deutlich.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im Rahmen der Studie physikspezifische Kompetenzerwartung durch das Bearbeiten problemorientierter Aufgaben in einer multimedialen Lernumgebung positiv beeinflusst wurde (N= 257; dz = 0.24; (1-β) = 0.71). Die Aktualisierung der Erfolgszuversicht korreliert positiv mit der Entwicklung der Kompetenzerwartung der Lernenden, während die Interessiertheit am Aufgabenlösen sowie der herausfordernde Charakter der Aufgabenstellung keinen direkten Einfluss auf die Veränderung der Kompetenzerwartung ausüben. Dem Kompetenzerleben kommt dann eine besondere Bedeutung für Entwicklung der physikspezifischen Kompetenzerwartung zu, wenn vorwiegend wissenszentrierte Impulse genutzt werden. Bei stark herausforderndem Charakter der Aufgaben und Nutzung wissenszentrierter Lernimpulse zeigt sich ein negativer, bei heuristisch orientierten Lernimpulsen ein positiver totaler Effekt von Herausforderung und Kompetenzerleben auf die Entwicklung der Kompetenzerwartung. Daraus lässt sich schließen, dass die Entwicklung der physikbezogenen Kompetenzerwartung durch Lösen problemorientierter Aufgaben mit heuristisch orientierten Lernimpulsen gefördert werden kann.

#### Literatur

- Bandura, A. (1995). Exercise of personal and collective efficacy in changing societies. In A. Bandura (Hrsg.), *Self-Efficacy in Changing Societies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1 - 45
- Rheinberg, F. (2004). *Motivationsdiagnostik (Psychologische Diagnostik Bd. 5)*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle, Oxford, Prag: Hogrefe-Verlag
- Schröter, E., & Erb, R. (2008). Das Projekt "denkwerkstatt-physik". In D. Höttecke (Hrsg.), *Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung. Jahrestagung der GDGP 2007*. Berlin: LIT Verlag, 424-426