

ADAM - Eine digitale Lernumgebung für Scientific Reasoning

Die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung ist für die naturwissenschaftliche Bildung von zentraler Bedeutung (Mayer, 2007). Internationale Vergleichsstudien zeigen, dass sich adaptiver Unterricht motivierend und leistungssteigernd auf Lernende auswirkt (OECD, 2016, S. 12-13). Ebenso gibt die einfachste Form von Feedback Informationen über die Bewältigung einer Aufgabe wieder und kann als Grundlage für eine individuelle Selbstbewertung genutzt werden (Narciss, 2005, S. 33). Ausgehend von diesen Ergebnissen wurde in der folgenden Studie eine adaptive Lernumgebung, die tutorielles Feedback gibt und mit deren Hilfe die naturwissenschaftliche Denkweise abgebildet werden kann, entwickelt und erprobt.

Theoretischer Hintergrund

Adaptivität. Im pädagogischen Kontext hängt der Grad der Adaptivität in einem Lehrsystem davon ab, inwieweit dieses in der Lage ist den Unterstützungsbedarf der Lernenden zu diagnostizieren und das Ergebnis der Diagnose in eine geeignete Lehrtätigkeit umzusetzen (Leutner, 2011, S. 117-118). Dabei werden die passiven, aktiven und intelligenten Formen von Adaptivität unterschieden (Fischer, 2013). So liegt passive Adaptivität vor, wenn Lernende aus einem Pool von Aufgaben selbstständig die zu bearbeiteten Aufgaben auswählen können. Die aktive Form ist durch eine Auswahl der Lernumgebung durch das System auf der Basis eines Vortests gekennzeichnet. Im Fall der intelligenten Adaptivität wird unter lernpsychologischen und persönlichen Gesichtspunkten durch eine Laufzeitmodellierung ein Profil angelegt, auf dessen Basis der Weg durch die Lernumgebung bestimmt wird.

Erkenntnisgewinnung. Die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung kann mit Hilfe des Rahmenmodells der naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden (Inquiry methods) dargestellt werden (Mayer, 2007). Zunächst wird zwischen Standards und den Kompetenzkonstrukten der Erkenntnisgewinnung unterteilt (Mayer, 2007). Bei den Standards der Erkenntnisgewinnung handelt es sich um die Dimensionen Nature of Science, Scientific Inquiry und Practical Work. Die Dimensionen werden durch die Kompetenzkonstrukte operationalisiert. Zu den Kompetenzkonstrukten zählen Epistemological Views, Scientific Reasoning und Practical Skills. Da in der beschriebenen Untersuchung der Fokus u.a. auf dem Konstrukt Scientific Reasoning liegt, wird nur dieses hier erläutert. Scientific Reasoning repräsentiert die naturwissenschaftliche Denkweise, welche nötig ist, um ein wissenschaftliches Experiment durchzuführen (Mayer, 2007).

Experiment und Experimentierprozess. Das Experiment hat in den Naturwissenschaften eine zentrale Bedeutung. Der beschriebenen Studie liegt das Modell zur Beschreibung des Experimentierprozess zugrunde (Kambach, 2018). Demnach enthält ein Experimentierprozess die Phasen Phänomen / Problem, Frage, Hypothese, Planung, Durchführung, Auswertung und Kommunikation / Anwendung (Kambach, 2018, S. 31).

Feedback. Unter Feedback werden Informationen verstanden, die den Lernenden nach der Bearbeitung von Lernaufgaben angeboten werden, damit er in der aktuellen und auch in zukünftigen Lernsituationen eine korrekte Lösung der Aufgaben erreichen kann (Narciss, 2005, S. 18). Dabei können einfachere und elaboriertere Formen unterschieden werden (Narciss, 2005). Zu den einfacheren Formen gehören Knowledge of Result/ Response,

Knowledge of Performance und Knowledge of Correct Result. Im Gegensatz dazu sind die Feedback-Formen Knowledge of Task Contrains, Knowledge about Concepts, Knowledge about Mistakes, Knowledge on How to Proceed and Knowledge on Meta-cognition den elaborierten Formen von Feedback zuzuordnen (Narciss, 2005).

Fragestellung

In der Studie wird der Frage auf den Grund gegangen, wie sich das adaptive, durch Feedback begleitete Erlernen von Scientific Reasoning auf die Motivation, Nature of Science und die kognitive Verarbeitungskapazität auswirkt. Dabei wird vermutet, dass Leistungen in Scientific Reasoning positiv mit den Konzepten von Nature of Science, Motivation und der kognitiven Verarbeitungskapazität korrelieren.

Methode

Design der Erhebung. Um die Hypothese zu prüfen, wurden eine adaptive, digitale Lernumgebung und ein Fragebogen erstellt. Letzterer wurde aufgrund seines Umfangs in zwei Teile geteilt. Zu Beginn der Erhebung bearbeiteten alle Lernende den ersten Teil des Fragebogens (Abb. 1). Im Anschluss daran nutzen die Lernende die digitale Lernumgebung, in der sie zunächst den Test auf Vorwissen und anschließend den Experimentierprozess durchlaufen. Zuletzt füllen die Lernenden den zweiten Teil des Fragebogens aus (Abb. 1).

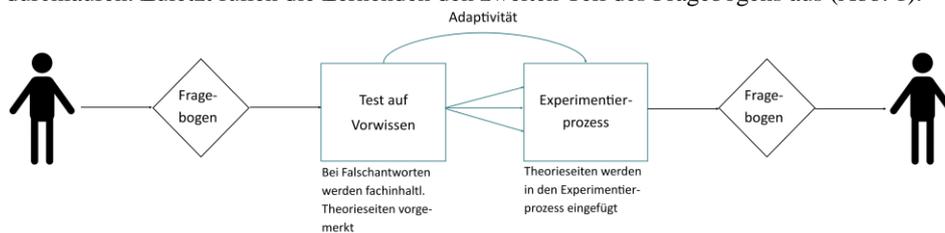


Abb.1: Design der Erhebung.

Adaptive, digitale Lernumgebung. Im Zuge der Studie wurde ein adaptiver, digitaler, allwissender Mentor (ADAM) zum Thema „Saurer Regen“ entwickelt, welches im Themengebiet Säuren und Laugen in der 8. und 9. Klassenstufe an Gymnasien in Berlin (SenBJF, 2015, S. 39) verortet werden kann ($n = 31$). Die Lernumgebung wird in zwei Teile, einem Vorwissenstest und dem Experimentierprozess, untergliedert. Innerhalb des Vorwissenstests werden den Lernenden Fragen zu den Themengebieten saurer Regen, Löslichkeit von Gasen in Wasser, Säuren- und Basendefinitionen nach Brönstedt, starke und schwache Säuren und Basen, Kalk, Salzbildung und zu dem Nachweis von Kohlenstoffdioxid gestellt (Abb. 2).

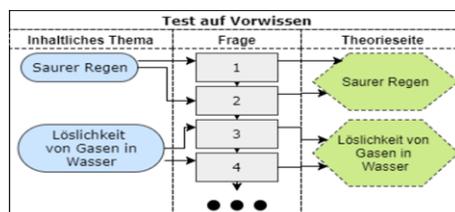


Abb. 2: Exemplarischer Aufbau des Tests auf Vorwissen.

Im Experimentierprozess durchlaufen Lernende die Phasen des Prozesses (Kambach, 2018). Dabei werden die Antwortalternativen bei allen Aufgaben als Multiple Choice präsentiert, wobei immer nur eine Antwort pro Aufgabe korrekt ist. Im Experimentierprozess können die Lernenden zu jeder Aufgabe eine Informationsseite auswählen, auf der in der Feedbackform

von Knowledge of Meta-cognition (Narciss, 2006) Hinweise auf metakognitive Strategien in Bezug auf die jeweilige Aufgabe zu finden sind. Nachdem sich der Lernende für eine Antwortalternative entschieden hat, erscheint ein Feedback der Feedbackform Knowledge of Result (Narciss, 2006). Bei einer Falschantwort wird an dieser Stelle zudem eine elaborierte Feedbackform angezeigt. Hat der Lernende im Test auf Vorwissen falsche Antwortmöglichkeiten ausgewählt, so werden im Experimentierprozess die dazugehörigen Theorieseiten mit fachinhaltlichen Informationen an der Stelle angezeigt, an denen der Lernende die präsentierten Inhalte zur Bearbeitung der Aufgaben benötigt.

Fragebogen. Im ersten Teil des Fragebogens bearbeiten Lernende Items der kognitiven Verarbeitungskapazität (im kognitiven Fähigkeitstest KFT), Motivation in den Naturwissenschaften, Scientific Reasoning, Nature of Science und des vorherrschenden Leistungsmotivs. Im zweiten Teil des Fragebogens werden ausschließlich Aspekte der Lernumgebung, wie die Verständlichkeit der Aufgaben, die Adaptivität, der zeitliche Bearbeitungsaufwand und die visuelle Gestaltung der Lernumgebung erfragt. Es wird davon ausgegangen, dass die Ergebnisse der Individuen in der Stichprobe im Bezug auf Scientific Reasoning heterogen ausfallen. Darum wird zwischen einer Ausprägung von Scientific Reasoning = 100 % (Gruppe H) und einer Ausprägung des Konstruktes von < 100 % unterschieden (Gruppe N)

Ergebnisse

Aufgrund der geringen Stichprobengröße und Auswahl, wird auf weiterführende statistische Vergleiche verzichtet.

Zeit im Programm. Gruppe H benötigte 25,2 % mehr Zeit, um die Lernumgebung zu durchlaufen, als Gruppe N. Besonders in den Phasen Fragestellung, Planung, Auswertung und Kommunikation benötigte Gruppe H mehr Zeit als Gruppe N.

Hilfestellungen. Dahingegen nehmen Probanden der Gruppe N 31% mehr Hilfestellungen in Anspruch. Besonders in den Phasen Phänomen, Hypothese und Auswertung benötigen Probanden in der Gruppe N mehr Hilfestellungen als Gruppe H.

Kovariablen. Gruppe H hat im Vergleich zu Gruppe N eine um 6% niedrigere Ausprägung der Motivation in den Naturwissenschaften. Jedoch ist die kognitive Verarbeitungskapazität um 12 % und Nature of Science um 8 % in Gruppe H ausgeprägter, als in Gruppe N (Abb. 3).

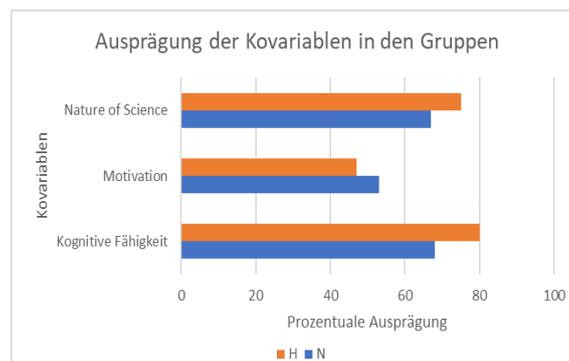


Abb. 3: Vergleich der Ausprägungen der Kovariablen in den Gruppen.

Somit kann die Hypothese durch die gesammelten Daten teilweise gestützt werden. Leistungen im Bereich von Scientific Reasoning korrelieren positiv mit der kognitiven Verarbeitungsfähigkeit und mit Nature of Science. Jedoch existiert eine negative Korrelation zwischen Scientific Reasoning und der Motivation in den Naturwissenschaften.

Literatur

- Barke, H.-D., Harsch, G. (2001). *Chemiedidaktik heute – Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag
- Fischer, C. (Hrsg.) (2013). *Schule und Unterricht adaptiv gestalten: Fördermöglichkeiten für benachteiligte Kinder und Jugendliche*. Münster: Waxmann;
- Kambach, M. (2018). *Experimentierprozesse von Lehramtsstudierenden der Biologie – eine Videostudie*. Berlin: Logos Verlag
- Leutner, D. (2011). Adaptivität und Adaptierbarkeit beim Online-Lernen. In: Klimsa, P., Issing, L. (Hrsg.) *Online-Lernen*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, S. 115-124
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als naturwissenschaftliches Problemlösen. In: Krüger, D., Vogt, H. (Hrsg.), *Theorien der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag
- Narciss, S. (2006). *Informatives tutorielles Feedback*. Abgerufen von: http://linus.psych.tu-dresden.de/narciss/feedback/Narciss_HABIL_ITF2005.pdf; letzter Zugriff: 5.10.18 16:00
- OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development (Hrsg.). (2016). *Ergebnisse im Fokus PISA 2015*. Abgerufen von: https://www.oecd.org/berlin/themen/pisa-studie/PISA_2015_Zusammenfassung.pdf; letzter Zugriff: 7.8.18 16:00
- SenBJF— Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (2015). *Rahmenlehrplan 7-10 Chemie Teil C*. Abgerufen von: http://bildungsserver.berlinbrandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Chemie_2015_11_10_WEB.pdf; letzter Zugriff: 7.8.18 18:00