

Eine Gartenexpedition mit allen Sinnen – Mobiles Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Karin Haider, Birgit Reisenhofer & Jörg Zumbach,

In Bezug auf flexibles Lernen lässt der Einsatz Neuer Medien verschiedenste Zugänge zu. Gerade mobiles Lernen bietet eine Gelegenheit, orts- und zeitunabhängig an ungewöhnlichen Plätzen zu lernen. E-Learning-Kurse, Lern-CDs, Lernplattformen, Online-Prüfungen bzw. Selbstorganisation und Zeitmanagement mit Hilfe dieser Anwendungen sind im universitären Bereich und in der Schule immer stärker vertreten (vgl. Kukulska-Hulme & Traxler, 2007). Ein Beispiel für eine neue Art selbstständig und entdeckend zu lernen wird in diesem Beitrag dargestellt. Es wurde eine mobile Lernumgebung entwickelt, die SchülerInnen zum Thema heimische Botanik durch einen biologischen Garten begleitet und ein Lernen mit allen Sinnen anregt. Dieser Beitrag zeigt dabei, wie sich unterschiedliche Gestaltungsvarianten der mobilen Lernumgebung auf den Wissenserwerb und die kognitive Belastung von Lernenden auswirken. So zeigt etwa im direkten Vergleich eine lineare Gestaltung (Lernende müssen hier das Lernmaterial in einer vordefinierten Sequenz abrufen) des Lernmaterials einen leichten Vorteil gegenüber einer nicht-linearen Variante (hier wurde das Lernmaterial hypermedial präsentiert; Lernende konnten die Sequenz der dargebotenen Informationen selbst bestimmen). Obwohl die nicht-lineare Variante eher dem Zugang zum hier verwendeten Lernmaterial entspricht, können die Befunde aus Sicht aktueller lernpsychologischer Forschung erklärt werden. Auf Basis dieser Befunde werden Designempfehlungen für die Gestaltung mobiler Lernumgebungen gegeben.

Entdeckendes und situiertes Lernen

Wie oft bewegen wir uns in unserer Welt und entdecken plötzlich etwas Unerwartetes oder Unbekanntes? Und wie oft hätte man gerne vor Ort und möglichst unverzüglich Hinweise und Informationen zu dem gerade entdeckten Phänomen? Eine solche Art der Neugierde und des Wissensdurstes findet man insbesondere bei Kindern, die sich etwa fragend an Eltern und Erziehende wenden. Die Frage bleibt, wie man diese Art des intrinsisch motivierten und unmittelbaren Lernens auch im schulischen Unterricht fördern kann.

Diese Form des Lernens bietet einen unmittelbaren Lernbezug zum aktuellen Lebensumfeld und wird allgemein als entdeckendes oder exploratives Lernen bezeichnet. Dabei handelt es sich um eine besondere Form des aktiven und problemlösenden Lernens (Astleitner, Paschon, Weiß & Brünken, 2003; Bransford, Brown & Cocking, 1999; Jonassen & Land, 2000). Wissen, wie wir es im Alltag einsetzen und durch Unterrichtsmaßnahmen idealer fördern möchten, zeichnet sich in erster Linie durch Komplexität und eine gewisse Kontextabhängigkeit ab. Um diesem Anspruch gerade bei der Wissensvermittlung gerecht werden zu können, fordern verschiedene Ansätze wie etwa die Cognitive Flexibility Theory (Spiro & Jehng, 1990) auch eine multiperspektivische Gestaltung von Lernangeboten. So können systematisch Problemlösestrategien erworben und erweitert werden; die Abrufbarkeit und Anwendbarkeit von Wissen wird damit wahrscheinlicher.

Bei einer solchen Art des Lernens nimmt eine aktive Informationsverarbeitung eine zentrale Rolle ein. Dies bedeutet, Lernen vollzieht sich nicht durch passives Übernehmen präsentierter Informationen, sondern muss durch mentale Anstrengung seitens eines Lernenden erfolgen. Ein derartiges aktives Lernen setzt auch voraus, dass Lernenden die Relevanz neu zu erwerbenden Wissens deutlich ist.

Um Wissensstrukturen erweitern zu können, ist eine Einbettung von Vorwissen und eigenen Erfahrungen unabdingbar. Insbesondere das Selbsterleben und Praxiserfahrungen, die in authentischen Aktivitäten und situierten Lernumgebungen stattgefunden haben, können zu einem gehaltvollen Wissenserwerb führen. In der Regel ist damit auch eine positive Einstellung und Neugier gegenüber Lerninhalten verbunden, welche über den schulischen Alltag hinaus Gelegenheiten für eine lebenslange Perspektivenerweiterung und Selbstreflexion schaffen.

In diesem Beitrag steht die Nutzung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien im Zentrum. Insbesondere die technologischen Entwicklungen im Bereich medial vermittelter auditiver Informationen machen es hier möglich, mit geringem Aufwand und Kosten auch im schulischen Alltag neue Formen der Wissensvermittlung zu implementieren, welche im privaten Bereich längst üblich sind. So gehören etwa digitale Musiksammlungen oder auch die Nutzung von Hörbüchern zu unserem gesellschaftlichen Alltag und sind in der mobilen Anwendung mittels Mobiltelefon oder MP3-Player nicht mehr wegzudenken. Die Frage bleibt, warum nicht auch im Kontext Schule mehr auf diese Form der Informationsvermittlung, eingebettet in situierte Lernumgebungen oder auch alleinstehend, zurückgegriffen wird? Aus lernpsychologischer Sicht stellt etwa die Nutzung von auditiven Lernressourcen durchaus eine Alternative bzw. wertvolle Bereicherung zu Informationen in anderen Modalitäten oder Kodalitäten dar, wie etwa Barron (2004, S. 971) feststellt:

Audio technologies offer powerful tools for educators; tools that can entice, motivate, persuade, inform, reinforce and reward. Sound is a natural part of our lives and environment; it should also be a natural part of our education.

Ein wesentliches Anliegen bei der Gestaltung von Lernumgebungen muss es dabei sein, ein ideales Maß zwischen Unter- und Überforderung von Lernenden zu finden. Neben einer gezielten Instruktionsanalyse ist dabei auch die Medienwahl zentral, bei der sorgfältig die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Medien und den lernpsychologischen Voraussetzungen seitens der menschlichen Informationsverarbeitung zu berücksichtigen sind.

Multimediales Lernen: Gestaltung situierter Lernumgebungen mit Hilfe neuer Informationstechnologien

Spricht man von der Gestaltung von Lernumgebungen, ist grundsätzlich von einem Gesamtarrangement an unterschiedlichsten Komponenten und Variablen auszugehen, welche direkt und in ihrer Wechselwirkung Einfluss auf den Lernprozess nehmen. Neben Variablen auf Seiten der Lernenden (etwa soziales Umfeld, kognitive und motivationale Eigenschaften etc.) und anderen Größen auf Seiten der Lehrenden und des Lehrumfeldes verdient die Gestaltung und der Einsatz von Lernmaterialien besondere Aufmerksamkeit (vgl. Niegemann Hessel, Deimann et al., 2004; Reinmann & Mandl, 2006). Ein Hauptaugenmerk fachdidaktischer und lernpsychologischer Forschung liegt hierbei auf der Gestaltung von Lernmedien innerhalb von Lernumgebungen, welche einen Lernprozess optimal unterstützen können. Dabei steht nicht nur eine rein kognitive Betrachtung im Vordergrund, sondern auch die Frage, wie etwa motivationale Prozesse adäquat unterstützt und gefördert werden können.

Die Nutzung multimedialer Lernprogramme scheint hierbei eine Möglichkeit zu sein, Lernmaterial an die Eigenschaften unseres kognitiven Informationsverarbeitungssystems anzupassen und unser Arbeitsgedächtnis adäquat zu nutzen. So postuliert der sog. Modalitätseffekt, dass die simultane Nutzung mehrerer Sinneskanäle eine einseitige Auslastung unseres Arbeitsgedächtnisses vermeiden lässt: eine gleichzeitige visuelle wie auditive Präsentation komplementärer Informationen sollte besser als nur eine unimodale

Informationspräsentation verarbeitet werden können (vgl. Mayer, 2005; Sweller, 1999). Neuere Arbeiten führen dies allerdings weniger auf eine bessere Auslastung unseres Arbeitsgedächtnisses zurück als vielmehr auf das Vermeiden einer geteilten Aufmerksamkeit, die durch Synchronisation von Informationen in unterschiedlichen Modalitäten resultieren kann (vgl. Rummer, Fürstenberg & Schweppe 2008). Auch kann eine Überlastung entstehen, wenn zu viele Sinneskanäle gleichzeitig angesprochen werden. Insbesondere dann, wenn Informationen nicht mehr erweiternd und ergänzend wirken, sondern sich schon bei der Aufnahme gegenseitig stören, kann die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses überschritten werden. Das menschliche Arbeitsgedächtnis, mit dem wir neue Informationen verarbeiten bevor diese erfolgreich im Langzeitgedächtnis gespeichert werden können, verfügt nur über eine begrenzte Verarbeitungs- und Speicherkapazität. Wird diese überstrapaziert, kann es zu einer kognitiven Überlastung kommen (der Cognitive Load-Theory folgend; vgl. Chandler & Sweller, 1991; Mayer, 2001; Sweller, 1999).

Die gestalterische Seite von Lernumgebungen stellt aber nur einen Teil dar, der Einfluss auf Wissenserwerbsprozesse nimmt. Einen nicht minder wichtiger Aspekt adressiert die Frage, wie Lernende diese aufnehmen und verarbeiten. So weist bereits Salomon (1994) darauf hin, dass LernerInnenvoraussetzungen und -bedürfnisse, inhaltliche Aspekte und Gestaltungsmerkmale stark miteinander interagieren. Ein herausragendes Beispiel hierfür bildet das Lernen mit nicht-linearen Informationsmedien (sog. Hypermedien), bei denen Lernende nicht nur vor der Auseinandersetzung mit Inhalten unterschiedliche Dispositionen mit sich bringen, sondern auch durch unterschiedliche Navigationsmuster während des Lernens individuelle Informationssequenzen determinieren. Dadurch bieten gerade solche individuell anpassbaren Navigationspfade Lernenden ein hohes Potenzial zum entdeckenden, selbstgesteuerten Lernen.

Entdeckendes Lernen im Unterricht

Ein grundlegender Ansatz zur Förderung einer aktiven Informationsverarbeitung ist das entdeckende, selbstgesteuerte Lernen. Durch das didaktische Modell des entdeckenden Lernens (z.B. Bruner, Ross & Wood, 1976) kann ein handlungsorientierter Unterricht anstatt einer eher passiven Informationsaufnahme stattfinden. Beim Explorieren werden Lernarrangements geboten, die die Eigenaktivität der Lernenden anregen und die Motivation steigern sollen. So können lernerseitige Lernzugänge geschaffen werden können, die Neugierde wecken können, eigenständiges Arbeiten fördern und damit das Selbstbewusstsein von SchülerInnen durch Erfolgserlebnisse stärken können (vgl. Gudjons, 2008). Ein wesentliches Wirkprinzip liegt darin, dass Lernende eigene Erfahrungen sammeln und konkrete Bezüge zur Lebenswelt aufbauen können, indem sie aktiv Problemstellungen lösen (vgl. Nussli, 2006).

Entdeckendes Lernen eignet sich etwa zur Einführung in eine Thematik, wenn ein gewisses Maß an grundlegenden Kompetenzen auf Seiten der Lernenden bereits vorhanden ist. Da diese Form viel Zeit beanspruchen kann und örtliche Flexibilität verlangt, kann sie meistens schwer im vorgegebenen Rahmen der Unterrichtseinheiten umgesetzt werden. Es ist daher im üblichen Schulalltag sinnvoll, eine gute Abwechslung von Methoden und Lernformen im Unterricht zu implementieren, indem z.B. auch fächerübergreifende Einheiten geplant werden.

Insbesondere aufgrund dessen, dass Lernwege in entdeckenden Lernumgebungen nicht zwangsläufig vorgeschrieben sein müssen, schafft LernerInnen Freiheit und ermöglicht die Berücksichtigung individueller Bedürfnisse (vgl. Jonassen & Grabowski, 1993). Gerade durch etwa eine nicht-lineare Informationsstrukturierung durch Hypermedia-Systeme kann dies praktisch realisiert werden. Allerdings ergeben sich durch nicht-lineare Informationszugänge auch zusätzliche Anforderungen an die SchülerInnen: Diese müssen sich für aus ihrer Sicht

relevante Informationen entscheiden, Prioritäten setzen und sich durch die Fülle des Lernangebotes navigieren. Diese Aufgaben scheinen in technischen Lernumgebungen oft sehr kompliziert. Dennoch sind viele SchülerInnen heutzutage mit einer Vielfalt an technischen Angeboten bereits vertraut, da sie diese täglich im Gebrauch haben. Aufgrund dieses geübten Umgangs können die kognitiven Ressourcen für die Verarbeitung der Informationen und die Einbettung in die bestehende Wissensstruktur vorgenommen werden und eine etwaige Gefahr einer Desorientierung sinkt.

Multimediale und hypermediale Lernmaterialien, die auch mobil genutzt werden können, haben gegenüber Anwendungen, die nur stationär genutzt werden können, den großen Vorteil, dass sie flexibler als ein Schulbuch genutzt werden können. Aus didaktisch methodischer Perspektive können solche mobilen Lernmedien einige wichtige Aspekte zur Lernförderung unterstützen (vgl. Gruber, Mandl & Renkl, 1995). Übungen mit diesem Material können etwa aufgrund von die Zeit- und Ortsungebundenheit beliebig durchgeführt werden. Informationen können je nach Bedarf oder unmittelbar konfrontierten Problemstellungen direkt abgerufen werden. Durch die Verbindung mit Kommunikationsnetzwerken kann die Kooperation zwischen Lernenden ermöglicht und die Betreuung durch Experten oder Lehrende flexibler gestaltet werden. Lerntheoretische Forderungen des situierten Lernens lassen sich durch mobile Lernen (M-Learning) leichter erfüllen. Das bedeutet, dass Wissen durch einen aktiven Konstruktionsprozess und im Bezug zum situativen Kontext beim Lernenden entsteht. Jede Situation zeichnet sich durch typische Kontextelemente aus. Diese prägen die Lernsituation und die individuelle Lernerfahrung der SchülerInnen. Gerade durch Lernformen, die nicht nur auf Wissensreproduktion aus sind, kann an diese Elemente angeknüpft werden und dadurch Transfer ermöglicht und intensiver gelernt werden.

Dabei ist es zentral, dass SchülerInnen in solchen situierten Lernumgebungen an realistischen Problemen und authentischen Situationen arbeiten. Dadurch wird der Anwendungskontext transparenter und es besteht die Chance, dass eine ähnliche Anwendung des Wissens außerhalb der Lernsituation erfolgreich ist (Lave & Wenger, 1991; Reinmann & Mandl, 2006).

Im Folgenden soll exemplarisch gezeigt werden, wie die Umsetzung dieser Ansätze mithilfe neuer Informations- und Kommunikationstechnologien erfolgen kann. Dabei steht die Verbindung zwischen natürlicher Umwelt und didaktisch arrangierter Lernumgebung mithilfe digitaler, mobiler Geräte im Vordergrund.

Umsetzung der Prinzipien eines multimedialen und entdeckenden Lernens in der Naturpädagogik

Gerade die Naturpädagogik stellt einen besonders förderungswerten Bereich der biologischen Ausbildung dar. Solche naturpädagogische Angebote können dazu beitragen, dass Lernende bestimmte Naturzusammenhänge wahrnehmen und verstehen können (Schmidkunz & Lindemann, 2003). Im städtischen Umfeld kommt dieses Naturerleben oft zu kurz. Betrachtet man den Bereich der Umwelterziehung, so spielt aber dieses persönliche Naturerleben eine große Rolle. Es findet eine Sensibilisierung für umweltgerechtes Verhalten statt und es kann mehr Verständnis für ökologische Zusammenhänge entstehen. Auch wenn man versucht, solche Defizite gezielt zu kompensieren, wie etwa durch Exkursionen, so handelt es sich dennoch nur um punktuelle Maßnahmen, die der Komplexität unserer Umwelt kaum gerecht werden können. Umso schwerer ist es im schulischen Unterricht, naturpädagogische Inhalte auf einer rein theoretischen Basis zu vermitteln.

Viel eindrucksvoller können zielorientierte Forschungsreisen und Schulexpeditionen sein, da sie Gelegenheit bieten, durch eine problemorientierte Herangehensweise eigene Fragen zu beantworten und sich dabei bei Bedarf durch Experten unterstützen zu lassen (Zumbach, Weber & Olsowski, 2007). Die SchülerInnen können dafür den üblichen Lernort Schule für

gewisse Zeitabschnitte verlassen und sich an anderen Lernorten mit realen Objekten beschäftigen (vgl. Salzmann, 2007). Oft findet diese Art der Informationsgewinnung im Sachunterricht oder naturwissenschaftlichen Fächern Anwendung. An diese Methode müssen viele SchülerInnen allerdings erst nach und nach herangeführt werden. Es wäre hier also durchaus indiziert, diese Vorgehensweise regelmäßig anzuwenden, um mit der Zeit selbstständiger, freier und effektiver arbeiten zu können. Um einen lernfördernden Rahmen schaffen zu können, bieten sich Methoden wie Stationenbetriebe an. Bei einem Stationenbetrieb werden verschiedene Materialien (z.B. Experimentmaterial, Bücher, Aufgabenblätter, Computer mit Lernprogrammen, Übungen usw.) in Stationen angeordnet. Anhand der gebotenen Anregungen und Impulse können sich SchülerInnen Lernbereiche selbstgesteuert und eigenständig erarbeiten. Gerade hier lassen sich entsprechende Informationen etwa bedarfsgerecht digital einbinden, um sowohl das naturpädagogische Erleben als auch die zum Verstehensprozess notwendigen Informationen gemeinsam in eine situierte Lernumgebung zu integrieren.

Für eine „Gartenrallye mit allen Sinnen“, die auf einem naturpädagogischen Konzept beruht, wurde ein mobiles Lernmaterial zur Unterstützung der Lernenden entwickelt (vgl. Abb. 1 und Abb. 2). Dafür wurden Personal Digital Assistants (PDAs) verwendet, die als Audioguide eingesetzt wurden. PDAs sind kleine Taschencomputer, die beim mobilen Lernen (M-Learning) genutzt werden (vgl. Bell, 2007). Das Lernmaterial wurde dabei in Form eines nicht-linearen Audioinformationssystems aufgebaut (Hyperaudio; vgl. Zumbach & Kröber, 2006). Das bedeutet, dass die Lernenden hier selbst entscheiden können, mit welchen Inhalten sie beginnen, in welchen Bereichen sie sich vertiefen und welche Themen sie überspringen möchten. Für die Lernenden können sich dadurch unterschiedliche Schwerpunkte ergeben, je nach Interessenslage, aktueller Gegebenheit der natürlichen Umwelt oder eigener Zielsetzung. Sie stellen sich ihren Lernweg selbst zusammen und hören sich Informationen zu den einzelnen Stationen an. Bei der Erarbeitung der Lernrallye wurden die Modalitäts- und Multimedia-Prinzipien berücksichtigt. Es wurde darauf geachtet, dass eine ideale Kombination aus Bildern, echten Materialien, Pflanzen und (gesprochenen) Texten als Ergebnis vorliegt und gezielt ergänzende Erläuterungen durch gesprochene Texte angehört werden können. Die PDAs werden zu Begleitern, die für entdeckte Phänomene und Materialien Erklärungen bieten können. Es wurde damit gezielt ein Lernsetting geschaffen, das von den räumlichen und technischen Gegebenheiten ansprechend ist, auf die Merkmale der Zielgruppe zugeschnitten ist, die Motivation der Lernenden erhält und von den Merkmalen der Lernumgebung optimale Voraussetzungen bietet. Durch die Möglichkeit alle Sinne (bezogen auf die natürliche Umwelt und die Lernumwelt) zur Erlangung vieler Eindrücke einzusetzen, kommt es auch nicht so leicht zur Ermüdung oder Langeweile. Diese abwechslungsreiche natürliche Umgebung, die ein optimales Erkundungsumfeld bietet, ist in einem Klassenzimmer kaum oder nur mit viel Aufwand nachzustellen.



Abb. 1: Auditives Lernmaterial auf PDAs

Die so entwickelte Lernumgebung wurde bereits mehrfach implementiert und evaluiert. Hierzu wurde das Lernmaterial auf die spezifischen Merkmale des Schulgartens innerhalb des Botanischen Gartens der Universität Salzburg angepasst.

Die SchülerInnen bekamen am Eingang des Schulgartens die PDAs mit den wichtigen Informationen. Nach einer kurzen Instruktion zur technischen Ausstattung, konnte ihre Lerntour beginnen.

Die TeilnehmerInnen konnten aus den übergeordneten Themenbereichen „Hochbeet“, „Kräuterspirale“, „Salbeibeet“ und „Säen und Pikieren“ auswählen. Durch verschiedene Zusatzinformationen zu diesen Hauptthemen bekamen sie einen Eindruck von biologischen und physikalischen Phänomenen und Hinweise für die Gartenpraxis, die sie zum Nachahmen anregen sollten.

Neben den auditiven Informationen sollten sie auch durch Schmecken, Tasten und Riechen die Vielfalt der Themengebiete ergänzen und dadurch weitere Lernimpulse erhalten.



Abb. 2: Einblicke Gartenrallye

Die Lernrallye kann je nach Bedarf als Ergänzung zum herkömmlichen Unterricht eingeplant oder als eigener Stationenbetrieb durchgeführt werden. Es wird dadurch ein selbstständiges Erkunden ermöglicht und ein Lernszenario für individuelles Lernen geboten. Themenspezifische Erweiterungen und die gewünschte Einbettung im Unterricht kann von den Lehrpersonen je nach Bedarf und Zielgruppe umgesetzt werden.

Begleitend zu Lernmaterialgestaltung und -einbettung wurden auch Evaluationen durchgeführt. In ersten Erhebungen wurden Lernende zum Lernmaterial befragt. Es kamen dabei Wissensvortests und -nachtests, sowie allgemeine Fragen zum Lernszenario zum Einsatz. Zugleich wurde mit Hilfe des NASA-TLX (Task Load Index; Hart & Staveland, 1998) subjektiv wahrgenommene kognitive Belastung erfasst. Die Lerngruppen wurden so aufgeteilt, dass diese in verschiedenen Lernsettings arbeiteten: mit linearem oder nicht-linearem Audiomaterial bzw. mit linearem oder nicht-linearem Textmaterial.

Die Ergebnisse bezüglich der Materialart zeigten etwas bessere, allerdings nicht signifikante, Werte beim Wissenszuwachs, bei den Lernenden, die mit Audiomaterial gearbeitet hatten (im Vergleich zu beiden Textvarianten). Interessante Interaktionseffekte konnten bei der kognitiven Belastung festgestellt werden. Die höchsten Belastungen wurden bei der linearen Textversion angegeben. Hier zeigte sich der Effekt, dass Lesen als schwieriger als Zuhören empfunden wurde. Schließlich zeigte die Lerngruppe, die mit der linear-auditiven Lernmaterialvariante gelernt hatte, die besten Werte. Lernende wurde hier am geringsten durch zusätzlichen kognitiven Verarbeitungsaufwand eingeschränkt: Sie mussten hier weder schriftliche Texte verarbeiten noch eine nicht-linearen Informationsstruktur erarbeiten. Dadurch konnte die wesentliche Informationsverarbeitung anhand der Lerninhalte erfolgen

Ausblick

Eine Variante des Einsatzes des entwickelten Materials im schulischen Kontext ist die Einbettung in ein fächerübergreifendes Projekt. Kombiniert man beispielsweise PDAs mit GPS-Elementen, so ergibt sich eine spannende Erweiterung. Es tut sich die Möglichkeit auf die Stationen in einen Geocaching-Lehrpfad umzuwandeln und somit den SchülerInnen auf sehr moderne Weise natur- und kulturlandschaftlichen Besonderheiten näher zu bringen.

Ein Vorteil dieser Lernrallye-Szenarien besteht darin, dass die Lernenden auf spielerische und aktive Art mit dem Lerngegenstand in Kontakt kommen und gleichzeitig den sinnvollen Einsatz von neuen Technologien lernen.

Natürlich lässt sich das Lernmaterial im Bezug auf Inhalt verändern und auf unterschiedliche Zielgruppen abstimmen. Dadurch können Schwierigkeitsgrade und Lernziele variiert werden.

Durch mobiles Lernen ergibt sich eine Flexibilität, die sich auf die Lernstrategien positiv auswirken kann. Lernende können ihre eigene methodische Vorgangsweise für ihr Lernen finden. Es wird dabei möglich, in offenen Lernsituationen zu agieren und mit Hilfe von fallbasierten und problemorientierten Lernen zu praxisrelevanten Lösungen zu gelangen. Allerdings muss dabei ein gewisses inhaltliches Vorwissen als auch ein gewisses an Fertigkeiten des selbstregulierten Lernens vorhanden sein.

Literatur:

- Astleitner, H., Paschon, A., Weiß, S. & Brünken, R. (2003). Bedingungen der Lernwirksamkeit von Web-Vorlesungen. *Empirische Pädagogik*, 17 (4), 449-463.
- Barron, A. E. (2004). Auditory Instruction. In D. H. Jonassen (ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 949-978). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bell, A. (2007). *Handheld computers in schools and media centers*. Worthington, Ohio: Linworth.
- Bransford, J.D., Brown, A.L. & Cocking, R.R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC, USA: National Academy Press.
- Bruner, J.S. & Ross, G. & Wood, D.J. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.
- Chandler, P. & Sweller, J. (1991). Cognitive Load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), pp. 293-332.
- Gudjons, H. (2008). *Handlungsorientiert lehren und lernen. Schüleraktivierung - Selbsttätigkeit - Projektarbeit*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gruber, H., Mandl, H., & Renkl, A. (1995). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Eds.), *Information und Lernen mit Multimedia* (pp. 167-178). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Hart, S.G. & Staveland, L.E. (1988). Development of a multi-dimensional workload rating scale: Results of empirical and theoretical research. In P.A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Human mental workload* (pp.139-183). Amsterdam: Elsevier.
- Jonassen, D.H. & Grabowski, B.L. (1993). *Individual differences, learning, and instruction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Jonassen, D.H. & Land, S.M. (Eds.). (2000). *Theoretical foundations of learning environments*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kukulka-Hulme, A. & Traxler, J. (2007). *Mobile learning: a handbook for educators and trainers*. London: Routledge.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. (2005). *The Cambridge Handbook of multimedia learning*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Niegemann, H.M., Hessel, S., Deimann, M., Hochscheid-Mauel, D. Aslanski, K. & Kreuzberger, G. (2004). *Kompendium e-learning*. Berlin: Springer.
- Nuissl, E. (2006). Ort und Netze lebenslangen Lernens. In R. Fatke & H. Merckens (Hrsg.), *Bildung über die Lebenszeit* (S. 69-84). Wiesbaden: VS.
- Reinmann, G. & Mandl, H. (2006) Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In: A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie. Ein Lehrbuch*. (613-658). Weinheim: Beltz.
- Rummer, R., Fürstenberg, A. & Schweppe, J. (2008). Lernen mit Texten und Bildern. Der Anteil akustisch-sensorischer Information am Zustandekommen des Modalitätseffekts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22 (1), 37-45.
- Salomon, G. (1994). *Interaction of Media, Cognition, and Learning: An Exploration of how symbolic forms cultivate mental skills and affect knowledge acquisition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Salzmann, C. (2007). Lehren und lernen in außerschulischen Lernorten. In J. Kahlert, M. Fölling-Albers, M. Götz & A. Hartinger (Hrsg.), *Handbuch des Sachunterrichts* (S. 433-439). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schmidkunz, H. & Lindemann, H. (2003). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren, Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hohenwarsleben: Westarp.
- Spiro, R. J. & Jehng, J. C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext. Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. In: D. Nix & R. J. Spiro (Eds.), *Cognition, education, and multimedia. Exploring ideas in high technology* (163-205). Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum.
- Sweller, J. (1999). *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Vic: ACER Press.
- Zumbach, J. & Kröber, C. (2006). Learning with Hyperaudio: Cognitive Load and Knowledge Acquisition in Non-Linear Auditory Instruction. In G. Clarebout & J. Elen (Eds.), *Avoiding simplicity confronting complexity. Advances in studying and designing (computer-based) powerful learning environments* (pp. 359-170). Rotterdam: Sense.
- Zumbach, J., Weber, A. & Olsowski, G. (Hrsg.) (2007). *Problembasiertes Lernen: Konzepte, Werkzeuge und Fallbeispiele aus dem deutschsprachigen Raum*. Bern: hep.